



# 飛航事故調查報告

ASC-AOR-16-01-002

中華民國103年7月23日

復興航空公司GE222班機

ATR72-212A型機

國籍標誌及登記號碼B-22810

於馬公機場20跑道進場時撞擊地障  
墜毀於住宅區



# **飛航事故調查報告**

ASC-AOR-16-01-002

中華民國 103 年 7 月 23 日

復興航空公司 GE222 班機

ATR72-212A 型機

國籍標誌及登記號碼 B-22810

於馬公機場 20 跑道進場時撞擊地障

墜毀於住宅區

本頁空白

依據中華民國飛航事故調查法及國際民航公約第 13 號附約，本調查報告僅供改善飛航安全之用。

中華民國飛航事故調查法第五條：

*飛安會對飛航事故之調查，旨在避免類似飛航事故之再發生，不以處分或追究責任為目的。*

國際民航公約第 13 號附約第 3 章第 3.1 節規定：

*The sole objective of the investigation of an accident or incident shall be the prevention of accidents and incidents. It is not the purpose of this activity to apportion blame or liability.*

本報告分別以中文及英文撰寫。

本頁空白

## 摘要報告

民國 103 年 7 月 23 日，復興航空股份有限公司（復興）定期載客班機 GE222，機型 ATR72-212A（ATR72），國籍標誌及登記號碼 B-22810，自高雄國際機場出發，按儀器飛航規則（IFR）飛航，目的地為澎湖馬公機場。機上載有正、副駕駛員各 1 員、客艙組員 2 員、乘客 54 員。臺北時間 1906 時，該機撞擊馬公機場 20 跑道頭東北方約 850 公尺處之地障，隨後墜毀於該地障東南方約 200 公尺處之西溪村外圍住宅區。事故當時，飛航組員正實施馬公機場 20 跑道特高頻全向導航臺（VOR）非精確進場。強烈撞擊與隨後引發之火勢導致航空器全毀，10 名乘客生還，另地面居民有 5 人輕傷。

本次事故係歸因於可控飛行撞地（CFIT），亦即航空器於適航情況下，因飛航組員缺乏近地警覺之操控，非蓄意撞擊地障。飛航組員未遵守標準作業程序，於未獲得辨識跑道環境所需之目視參考下持續進場，並將航機下降低於最低下降高度（MDA）。調查報告指出與此事故的可能肇因有關之因素，以及其他安全因素，包括事故飛航組員、復興航務作業與安全管理、天氣資訊之提供、軍民合用機場之協調，以及交通部民用航空局（民航局）監理業務等相關因素。

本次事故調查期使飛航組員、航空業者及監理機關引以為鑑，進而避免重蹈覆轍，以確保未來之飛航安全。飛航安全調查委員會（飛安會）針對復興、民航局，以及軍方提出多項安全改善建議，藉以改正調查所見之安全缺失。

依據中華民國飛航事故調查法第 6 條及國際民航公約第 13 號附約相關內容，飛安會為負責本次飛航事故調查之獨立機關。受邀參與本次調查之機關（構）包括：法國航空器失事調查局、加拿大運輸安全委員會、美國國家運輸安全委員會、ATR 飛機公司、加拿大普惠公司、美國漢威公司、交通部民用航空局、國防部及復興航空股份有限公司。

本事故「調查報告草案」於民國 104 年 7 月完成，依程序於 104 年 7 月 29 日經飛安會第 35 次委員會議初審修正後函送相關機關（構）提供意見，並再經相關意見彙整後，英文版調查報告於 104 年 11 月 24 日經飛安會第 39 次委員會議審議通過。中文版調查報告於 104 年 12 月 29 日經飛安會第 40 次委員會議初審，並於 105 年 1 月 26 日飛安會第 41 次委員會議審議通過後，於 105 年 1 月 29 日發布中、英文版調查報告。

本事故調查經綜合事實資料及分析結果，獲得之調查發現共計 46 項，改善建議共計 29 項，如下所述。

## 壹、調查發現

調查報告依據調查期間所蒐集之事實資料以及綜合分析，總結以下三類之調查發現：「與可能肇因有關之調查發現」、「與風險有關之調查發現」及「其他調查發現」。

### 與可能肇因有關之調查發現

此類調查發現係屬已經顯示或幾乎可以確定為與本次事故發生有關之重要因素。其中包括：不安全作為、不安全狀況或造成本次事故之安全缺失等。

### 與風險有關之調查發現

此類調查發現係涉及飛航安全之風險因素，包括未直接導致本次事故發生之不安全作為、不安全條件及組織與整體性之安全缺失等，以及雖與本次事故無直接關連但對促進飛安有益之事項。

### 其他調查發現

此類調查發現係屬具有促進飛航安全、解決爭議或澄清疑慮之作用者。其中部分調查發現為大眾所關切，且見於國際調查報告之標準格式中，以作為資料分

享、安全警示、教育及改善飛航安全之用。

## 一、與可能肇因有關之調查發現

### (一) 飛航操作

1. 事故航機於馬公機場進場時，飛航組員未遵照已頒布之 20 跑道非精確儀器進場程序，亦即有關最低下降高度（MDA）之要求。正駕駛員（操控駕駛員）於儀器天氣情況（IMC）下，未獲得所需之目視參考，操控該機下降低於 330 呎之最低下降高度。
2. 事故航機通過誤失進場點（MAPt）前後，高度維持約 168 至 192 呎之間。兩位駕駛員花費約 13 秒時間試圖目視尋找跑道環境，而未依已頒布之程序於通過誤失進場點或在此之前，執行誤失進場程序。
3. 事故航機下降低於最低下降高度（MDA）後，因駕駛員操作及天氣狀況之因素，向左偏離進場航道並增加下降率。飛航組員於進場最後階段對該機之位置喪失狀況警覺，未及時察覺並改正該機危險之飛行路徑，以避免撞擊地障。
4. 事故航機最後進場階段，雷雨情形加劇，最大雨量達每分鐘 1.8 毫米，跑道視程（RVR）隨之下降至 500 公尺。此一能見度之降低，對於飛航組員於進場階段為了辨識跑道環境而獲得所需目視參考之可能性，具有顯著影響。
5. 飛航組員之協調、溝通以及對威脅與疏失之管理皆有不當，危及該航班之飛航安全。副駕駛員對於正駕駛員將航機下降至低於最低下降高度（MDA）之操作，未表示異議或提出質疑，反而配合正駕駛員進行低於最低下降高度之進場。此外，副駕駛員未察覺該機偏離已頒布之儀器進場航道，或意識到偏離程序的操作可能增加可控飛行撞地（CFIT）事故之風險。
6. 飛航組員於該機高度 72 呎、飛越誤失進場點 0.5 哩時，始決定重飛，致無法避免飛機撞擊地障。

7. 重飛決定下達後 2 秒，該機於飛航組員操控下撞擊馬公機場 20 跑道頭東北方 850 公尺處之樹叢，航機受損後撞毀於附近民宅區。強烈撞擊力道及隨後引發之火勢，導致組員與大多數乘客罹難。
8. 飛航紀錄器資料顯示，事故航班中，飛航組員之操作屢屢違反標準作業程序（SOPs）。飛航組員屢屢不遵守標準作業程序之行爲形成一種操作文化，對高風險之操作司空見慣，並習以爲常。
9. 飛航組員未遵守標準作業程序（SOPs）之作法，致該機喪失與障礙物應有之隔離，亦使進場程序所設想之安全考量及風險管控失去效用，提高可控飛行撞地（CFIT）之風險。

## （二）天氣

10. 事故當時馬公機場受麥德姆颱風外圍雨帶影響，天氣狀況爲大雷雨，能見度及風向風速有顯著之變化。

## 二、與風險有關之調查發現

### （一）飛航操作

1. 正駕駛員未依標準作業程序（SOPs）執行下降與進場提示，副駕駛員亦未對省略提示作出質疑，致飛航組員錯失對進場落地相關之操作風險進行評估與管控之機會。
2. 正駕駛員可能對自身飛行技術過度自信，導致其決定持續進場至低於最低下降高度（MDA），而未考量此一決定涉及安全風險。
3. 疲勞分析結果顯示，事故當時，正駕駛員可能受事故前單日須飛航多航段，及每月高飛行時間、高值勤時間所累積之疲勞影響，導致工作表現下降。
4. 事故發生後，根據調查團隊於復興駕駛艙線上觀察，以及與航務處人員之訪談內容，顯示復興 ATR 機隊常容忍飛航組員不遵守標準作業程序。

5. 事故發生後，調查團隊於復興模擬機訓練中發現，飛航組員有未遵守標準作業程序（SOPs）之情形，但教師駕駛員並未指正。復興對於飛航組員不遵守標準作業程序之行爲，呈現容忍及習以爲常的現象，顯示該公司的考驗及訓練系統本身欠缺效能，而航務管理部門也未能對之作出適切的監督。
6. 根據飛安會過去對復興 ATR 飛航事故調查報告、駕駛艙線上觀察、模擬機訓練觀察、內/外部查核報告，以及包括航務主管在內之航務人員訪談皆顯示，復興 ATR 機隊飛航組員未遵守標準作業程序（SOPs）之情形非僅見於事故航班，而是一再發生。不遵守標準作業程序之行爲係屬持續存在之系統性問題，並已形成復興 ATR 機隊不良之安全文化。

## （二）航空公司安全管理

7. 復興之風險管理程序及評估不當、安全會議成效不彰、安全風險指標不精準也不正確、管理高層安全承諾令人質疑、安全宣導不充分、飛航操作品質保證（FOQA）系統未臻健全、航務與安管部門之資源與能力不足等因素，致使復興之安全管理系統未能發揮應有之功能。
8. 復興未能針對航務運作之重大改變，有效評估與降低相關之安全風險，例如 ATR 機隊擴張、飛航組員人力短缺、飛行時數及起降次數增加造成飛航組員因疲勞而生之潛在風險。
9. 過去飛安會於復興 ATR 飛航事故之調查報告中，已指出 ATR 機隊飛航組員未遵守標準作業程序（SOPs）之調查發現。然而，復興並未落實相關之飛安改善建議。
10. 復興之自我督察機制多以抽樣檢查方式執行，而非系統性之督察或系統性之自我評估，故自我督察未能確實指出並處理以下安全缺失，包括飛航組員不遵守標準作業程序之行爲、駕駛員考驗及訓練缺乏標準化作業，以及 ATR 機隊之高飛行次數。在之前發生之事故及查核作業中業已指出該等缺失，且航務管理高

層亦認為該等缺失確實為須處理之問題。

- 11.復興年度督察計畫未針對前次督察發現之安全問題、監理機關查核發現，或事故調查之飛安改善建議，評估其實施計畫或改善措施是否有效執行。復興之自我督察計畫不符合民航通告 AC-120-002A 之指引。
- 12.復興尚未訂定安全管理系統（SMS）建置計畫，使其未能有組織、有系統、完整及有效地發展其安全管理系統，不利於復興建立健全且具應變能力之安全管理能量與功能。
- 13.民航局安全管理系統評估小組已指出復興在安全管理系統上之諸多缺失，但復興未能呼應民航局之要求予以改善，以致錯失在各項運作上提升飛安保證水準之機會。
- 14.復興未建置以數據為評估基礎之疲勞風險管理系統（FRMS），或其他替代措施，管理機隊擴充及其他運作因素所導致飛航組員疲勞而衍生之操作安全風險。
- 15.GE222 事故前，航務部門未設置 ATR 標準駕駛員，以督導標準作業程序（SOPs）之落實、處理飛航操作品質保證（FOQA）系統所發現之標準作業程序遵守相關事件，以及執行標準作業程序檢查（SOA）。
- 16.復興安管室受限於資源與能力，未能有效達成其被賦予之安全管理職責。
- 17.復興安管室未指派人員參加飛行安全落實小組（FSAG），使得該公司錯失能夠更有效地識別、分析及降低飛航作業安全風險之機會。
- 18.復興之安全管理系統過度仰賴內部非主動且非定期之報告體系，以致未能對安全風險產生充分之警覺性。復興也未善加運用外部安全資訊資源，因而限縮了安全管理系統識別及評估安全風險之能量。
- 19.復興之飛航操作品質保證（FOQA）系統參數設定與分析能力，仍不足以快速

地識別出於進場過程中，或可能於其他飛航階段，發生不遵守標準作業程序（SOPs）之安全事件。飛航操作品質保證系統對於該等事件之分析能力與有效性不足，導致若干飛航操作過程中之安全問題無法被辨識或被改正。復興亦未進一步調查經由飛航操作品質保證系統趨勢分析所識別出之飛航組員績效表現與安全水準下降之問題。顯然飛航操作品質保證系統未被有效地應用在具有主動性之作業安全風險評估。

### （三）民航局監理作業

20. 民航局對復興之監理未能辨識及/或督導改正若干重要之航務安全缺失，諸如飛航組員未遵守操作程序、未達標準化之訓練作業，以及不符合要求之安全管理作業。
21. 民航局未強制要求復興訂定及維護安全管理系統（SMS）建置計畫，使得監理機關錯失評估與確保該公司有建置健全安全管理系統之機會。
22. 過去飛安會調查報告已指出復興飛航組員未遵守標準作業程序（SOPs），以及駕駛員訓練與考驗之缺失，然而民航局未監控復興是否落實飛安會所提出的飛安改善建議，導致未能確保復興已採行適當措施，以降低風險。
23. 民航局提供檢查員之指引，不足以幫助渠等有效及持續評估業者管理系統之關鍵項目，包括組織架構及人力資源、主要管理人員之適職性、組織變動，以及風險管理程序。
24. 民航局未制定系統化之作業程序，以認定航空公司之風險值。

### （四）飛航服務與空軍

25. 馬公機場之機場例行天氣報告及機場特別天氣報告中，跑道視程（RVR）之測報，不符合「空軍氣象觀測手冊」之要求。
26. 天氣報告與自動氣象觀測系統（AWOS）兩者關於跑道視程（RVR）值並不一

致，導致管制員對於自動氣象觀測系統之跑道視程資料之可靠性感到疑惑。

27.最後進場期間，管制員未將 20 跑道之跑道視程（RVR）由 1,600 公尺降至 800 公尺，再降低約為 500 公尺之資訊提供予事故飛航組員。該等資訊可能會影響組員是否繼續進場之決定。

### 三、其他調查發現

1. 飛航組員相關飛航證照與資格，符合民航局及復興之要求。無證據顯示，飛航組員因既有之健康因素，對事故當時之表現發生不利影響。
2. 事故航機之適航與維修符合現行民航法規。航空器系統、結構及發動機並無不正常之狀況，以致影響航空器之正常運作。
3. 所有可得之證據，包含測試與模擬，均顯示機上增強型近地警告系統（EGPWS）之功能正常。
4. 若航機配備使用製造廠最新一代增強型近地警告系統（EGPWS），在遭遇與事故航班類似之情況時，應可提供駕駛員更進一步之警告。惟事故機型須經核可改裝，方能安裝使用最新一代增強型近地警告系統。
5. 依民航局規範，馬公機場應裝設一套長 420 公尺之簡式進場燈光系統，以協助駕駛員辨識 20 跑道環境。民航局表示已裝設白色閃光跑道頭識別燈系統，以替代簡式進場燈光系統。
6. 以飛航操作的角度來看，事故時馬公機場 20 跑道 VOR 之誤失進場點（MAPt）位置並非最佳設計。在相同障礙物間隔高度下，若誤失進場點設計位置向跑道頭方向接近，可增加駕駛員以目視辨識到跑道之可能性。
7. 事故航機駕駛員於空中等待時，在接獲 02 跑道平均風速低於落地之尾風限制後，請求 02 跑道儀器降落系統（ILS）進場。當空軍基地高勤官仍在考量反跑道落地申請時，天氣報告顯示能見度已提升至 1,600 公尺，符合 20 跑道進場之

落地標準，駕駛員即更改請求，選擇使用 20 跑道。

8. 馬公軍民合用機場之軍、民人員，在事故時對於天氣資訊交換及使用跑道之協調效率可再加強。
9. ATR 飛航資料紀錄器（FDR）解讀文件包含不明確之資訊，影響本事故調查之效率。

## 貳、改善建議

### 一、致復興航空公司

1. 執行有效安全措施，以改正過去飛安會飛航事故調查報告、復興內部查核、民航局外部查核，及本事故調查報告所發現之諸多安全缺失，以降低公司面臨之安全風險。（ASC-ASR-16-01-010）
2. 澈底檢討公司安全管理系統及飛航組員訓練計畫，包括組員資源管理（CRM）、威脅與疏失管理（TEM）、內部查核人員專業訓練、及安全管理系統（SMS）相關訓練等，並採取系統化之措施以確保：
  - 飛航組員考驗與訓練標準化；
  - 所有飛航組員遵守標準作業程序（SOPs）；
  - 查核人員接受適當之專業查核訓練；
  - 所有員工及高階管理主管接受完整之安全風險評估與管理之安全管理系統相關訓練；
  - 依據公正文化（Just Culture）之精神，訂定符合比例且一致性之規定，以防止飛航組員違反設計完善之標準作業程序，及/或從事不安全之行爲。（ASC-ASR-16-01-011）

3. 慎重地檢討公司之安全管理系統（SMS），以改正下述項目中之重大缺失：

- 安全管理系統建置計畫之訂定；
- 組織架構、能力與資源；
- 風險管理流程與運作成效；
- 飛航操作品質保證（FOQA）系統之限制及其運作，包括分析資料能力之不足；
- 安全管理相關會議；
- 自我督察系統；
- 安全績效與風險指標之監控；
- 安全推廣；
- 管理高層對安全之承諾。

（ASC-ASR-16-01-012）

4. 改善存在於航務與安管室之人力資源問題，包括：

- 飛航組員人力短缺；
- 飛航標準與訓練部門之技術支援人力不足，包括缺乏標準駕駛員及組員協助航務作業風險評估；
- 安全管理人員須具備飛航操作、安全與飛航資料分析、安全風險評估與管理、人爲因素，及安全調查等專業。

（ASC-ASR-16-01-013）

5. 檢討並改善公司內部遵守規範之督導與查核系統，並建置一套有效之公司規範

遵守及品質保證系統，以確保相關督導作業能夠提供應有之安全保證水準，與承擔應有之安全責任。(ASC-ASR-16-01-014)

6. 建立並執行有效之安全管理程序，例如以數據為基礎之疲勞風險管理系統 (FRMS)，以管理與飛航組員疲勞相關之飛安風險。(ASC-ASR-16-01-015)
7. 提供飛航組員適當之疲勞管理教育與訓練，包括執行任務時，管理疲勞與表現之有效策略。(ASC-ASR-16-01-016)
8. 在公司安全管理系統 (SMS) 中建置有效之變動管理系統，以確保重大之作業變動發生時，如新飛機引進、營運量顯著提升，或增加營運點等，相關安全風險評估與控管被確實執行，並詳實記錄。(ASC-ASR-16-01-017)
9. 建置更精進之飛航操作品質保證 (FOQA) 計畫，提供工作小組成員適當之訓練及技術支援，以確保其能開拓系統之分析能力，俾使工作小組成員能更有效地辨識及管理航務運作中之操作安全風險。(ASC-ASR-16-01-018)
10. 執行有效監控飛航組員是否遵守標準作業程序 (SOPs)，建置如線上安全查核 (LOSA) 計畫，以協助辨識航務運作之威脅及減低相關之風險。此監控系統之功能應採取以數據為基礎之方式，評估組織對於相關系統風險之應變能力，並能發現習慣性不遵守標準作業程序 (SOPs) 之問題。(ASC-ASR-16-01-019)

## 二、致交通部民用航空局

1. 加強針對復興航空飛航組員紀律及遵守標準作業程序 (SOPs) 之監理。(ASC-ASR-16-01-020)
2. 建置一套更健全之監理流程或機制，以識別航空業者航務作業之安全相關系統缺失，並確保航空業者能滿足並維持應有之安全標準。(ASC-ASR-16-01-021)
3. 提供檢查員評估航空業者安全管理系統 (SMS) 有效性所需之詳盡指引，包括：

- 風險評估與管理；
- 變動管理；
- 飛航操作品質保證（FOQA）系統及相關資料分析；
- 安全績效監控。

（ASC-ASR-16-01-022）

4. 提供檢查員完整之訓練及發展，以確保所有檢查員有效執行風險監理業務及航務查核作業。（ASC-ASR-16-01-023）
5. 加強檢查員之督導與績效評估，以確保所有檢查員有效執行監理業務，及有能力辨識關鍵性之安全議題，並向其主管提出該等問題，進行溝通。  
（ASC-ASR-16-01-024）
6. 強化對於航空業者之監理，促使其將傳統安全管理提升至安全管理系統。  
（ASC-ASR-16-01-025）
7. 建立系統化之流程，以認定航空業者之安全風險水準。（ASC-ASR-16-01-026）
8. 檢討現行之監理計畫，以建置一套較為聚焦、以風險為基礎之模式，評估航空業者之安全機制。（ASC-ASR-16-01-027）
9. 確保航空業者對於飛航事故調查機關所提之所有飛安改善建議均已執行。  
（ASC-ASR-16-01-028）
10. 建立並提供航空業者詳細指引，俾利其執行有效之疲勞風險管理流程與訓練。  
（ASC-ASR-16-01-029）
11. 依各跑道之助導航設施，檢討現有跑道進場燈光系統設計，確保駕駛員有適當之引導，得以目視辨識跑道環境，特別是在能見度不佳及夜間環境下。  
（ASC-ASR-16-01-030）

12. 檢討誤失進場點位置之設計程序，於不損及最低障礙物間隔高度原則下，提高駕駛員目視辨識跑道環境之可能機率。(ASC-ASR-16-01-031)
13. 要求塔臺管制員依據飛航管理程序（ATMP）之規定，於航機最後進場時提供飛航組員更新之資料。(ASC-ASR-16-01-032)
14. 與空軍司令部進行協調，以檢討及改善馬公機場民航航管與軍方人員雙方之天氣資訊交換及使用跑道協調事宜。(ASC-ASR-16-01-033)

### **三、致 ATR 飛機製造公司**

1. 評估改裝之可行性，使 ATR72-500 型飛機能夠安裝新型之增強型近地警告系統（EGPWS）。(ASC-ASR-16-01-034)
2. 重新檢視飛航資料紀錄器（FDR）解讀文件中之錯誤資訊，並及時提供修訂手冊予航空業者及事故調查機關。(ASC-ASR-16-01-035)

### **四、致國防部空軍司令部**

1. 協調民航局以確保自動氣象觀測系統（AWOS）中，跑道視程（RVR）感應器及其數據之可靠性和有效性。(ASC-ASR-16-01-036)
2. 依據空軍氣象觀測手冊之規定，進行跑道視程（RVR）之報告作業。(ASC-ASR-16-01-037)
3. 與民航局進行協調，以檢討及改善馬公機場民航航管與軍方人員雙方之天氣資訊交換及使用跑道協調事宜。(ASC-ASR-16-01-038)

本頁空白

## 目 錄

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| 摘要報告 .....                 | I     |
| 目錄 .....                   | XV    |
| 表目錄 .....                  | XXV   |
| 圖目錄 .....                  | XXVII |
| 英文縮寫對照簡表 .....             | XXXI  |
| 第一章 事實資料 .....             | 1     |
| 1.1 飛航經過 .....             | 1     |
| 1.2 人員傷害 .....             | 4     |
| 1.2.1 傷亡分布 .....           | 5     |
| 1.3 航空器損害情況 .....          | 5     |
| 1.4 其他損害情況 .....           | 5     |
| 1.5 人員資料 .....             | 5     |
| 1.5.1 駕駛員經歷 .....          | 5     |
| 1.5.1.1 正駕駛員 .....         | 6     |
| 1.5.1.2 副駕駛員 .....         | 7     |
| 1.5.2 駕駛員訓練紀錄 .....        | 7     |
| 1.5.2.1 正駕駛員 .....         | 7     |
| 1.5.2.2 副駕駛員 .....         | 8     |
| 1.5.3 駕駛員醫療紀錄 .....        | 8     |
| 1.5.3.1 正駕駛員 .....         | 8     |
| 1.5.3.2 副駕駛員 .....         | 8     |
| 1.5.4 駕駛員事故前 72 小時活動 ..... | 8     |
| 1.5.4.1 正駕駛員 .....         | 9     |
| 1.5.4.2 副駕駛員 .....         | 9     |
| 1.5.5 駕駛員警覺與疲勞 .....       | 9     |

|         |                   |    |
|---------|-------------------|----|
| 1.6     | 航空器資料 .....       | 11 |
| 1.6.1   | 航空器與發動機基本資料 ..... | 11 |
| 1.6.2   | 維修相關紀錄 .....      | 13 |
| 1.6.3   | 增強型近地警告系統 .....   | 13 |
| 1.6.4   | 自動飛航控制系統 .....    | 16 |
| 1.6.4.1 | 概述 .....          | 16 |
| 1.6.4.2 | 諮詢顯示單元 .....      | 17 |
| 1.6.5   | 載重與平衡 .....       | 18 |
| 1.7     | 天氣資訊 .....        | 19 |
| 1.7.1   | 天氣概述 .....        | 19 |
| 1.7.2   | 地面天氣觀測紀錄 .....    | 20 |
| 1.7.3   | 自動氣象觀測系統 .....    | 22 |
| 1.7.4   | 天氣資訊彙整 .....      | 24 |
| 1.7.5   | 探空資料 .....        | 25 |
| 1.7.6   | 衛星資料 .....        | 27 |
| 1.7.7   | 氣象雷達資料 .....      | 28 |
| 1.7.8   | 顯著天氣圖 .....       | 30 |
| 1.8     | 助、導航設施 .....      | 30 |
| 1.8.1   | VOR/DME .....     | 31 |
| 1.9     | 通信 .....          | 32 |
| 1.10    | 場站資料 .....        | 32 |
| 1.10.1  | 空側基本資料 .....      | 32 |
| 1.10.2  | 進場及跑道燈光系統 .....   | 33 |
| 1.10.3  | 跑道燈光系統 .....      | 35 |
| 1.10.4  | 機場監視器錄影資訊 .....   | 36 |
| 1.11    | 飛航紀錄器 .....       | 37 |

|          |                    |    |
|----------|--------------------|----|
| 1.11.1   | 座艙語音紀錄器.....       | 37 |
| 1.11.2   | 飛航資料紀錄器.....       | 39 |
| 1.11.3   | 其他飛航資料及雷達航跡資料..... | 45 |
| 1.11.3.1 | GE 220 航班資料 .....  | 45 |
| 1.11.3.2 | B7 647 航班資料 .....  | 45 |
| 1.11.4   | 飛航軌跡重建及未記錄參數.....  | 46 |
| 1.11.4.1 | 飛航軌跡重建及航圖套疊.....   | 46 |
| 1.11.4.2 | 未記錄參數及推導參數.....    | 48 |
| 1.12     | 航空器殘骸與撞擊資料.....    | 50 |
| 1.12.1   | 現場量測.....          | 50 |
| 1.12.1.1 | 地形資料及防風林樹高.....    | 51 |
| 1.12.2   | 第一區殘骸分布.....       | 53 |
| 1.12.3   | 第二區殘骸分布.....       | 56 |
| 1.12.4   | 發動機.....           | 59 |
| 1.12.4.1 | 燃油及滑油樣本.....       | 64 |
| 1.13     | 醫學與病理.....         | 64 |
| 1.13.1   | 生還者醫療作業.....       | 64 |
| 1.13.2   | 駕駛員生前醫療紀錄.....     | 64 |
| 1.13.3   | 駕駛員毒藥物檢驗.....      | 64 |
| 1.13.4   | 駕駛員相驗及解剖.....      | 65 |
| 1.13.5   | 罹難者相驗.....         | 65 |
| 1.14     | 火災 .....           | 65 |
| 1.14.1   | 通報、派遣及消防作業.....    | 65 |
| 1.14.2   | 火災情形及消防救援.....     | 65 |
| 1.15     | 生還因素.....          | 66 |
| 1.15.1   | 生還者撤離.....         | 66 |

|            |                            |    |
|------------|----------------------------|----|
| 1.16       | 測試與研究.....                 | 66 |
| 1.16.1     | EGPWS 模擬機測試.....           | 66 |
| 1.16.2     | EGPWS 記憶體資料擷取及模擬測試.....    | 67 |
| 1.16.3     | 事故航機性能模擬.....              | 69 |
| 1.16.4     | 實機觀察.....                  | 71 |
| 1.16.5     | 復興模擬機訓練觀察.....             | 72 |
| 1.16.6     | 馬公機場 20 跑道 VOR 特別飛航測試..... | 74 |
| 1.17       | 組織與管理.....                 | 75 |
| 1.17.1     | 民航局對航空公司之航務查核.....         | 75 |
| 1.17.1.1   | 駕駛艙航路檢查.....               | 76 |
| 1.17.1.2   | 航空公司深度評估檢查.....            | 77 |
| 1.17.2     | 安全管理系統之發展與監理.....          | 78 |
| 1.17.2.1   | 民航局對安全管理系統之政策與監理.....      | 78 |
| 1.17.2.2   | 復興安全管理系統之建置.....           | 80 |
| 1.17.3     | 復興航務處.....                 | 80 |
| 1.17.3.1   | 組織架構.....                  | 80 |
| 1.17.3.2   | 機隊管理部.....                 | 81 |
| 1.17.3.2.1 | ATR 機隊人力管理.....            | 81 |
| 1.17.3.3   | 標準訓練部.....                 | 83 |
| 1.17.3.3.1 | 標準訓練組.....                 | 84 |
| 1.17.4     | 復興安全管理組織及運作.....           | 85 |
| 1.17.4.1   | 安全委員會.....                 | 85 |
| 1.17.4.1.1 | 飛行安全落實小組.....              | 86 |
| 1.17.4.2   | 安管室.....                   | 87 |
| 1.17.5     | 安全異常事件報告系統.....            | 87 |
| 1.17.6     | 飛航操作品質保證計畫之運作與分析.....      | 88 |

|            |                          |     |
|------------|--------------------------|-----|
| 1.17.6.1   | 飛航資料分析計畫.....            | 88  |
| 1.17.6.2   | 復興飛航操作品質保證計畫.....        | 88  |
| 1.17.6.2.1 | 復興 FOQA 事件類別.....        | 89  |
| 1.17.6.2.2 | FOQA 事件主動報告.....         | 90  |
| 1.17.6.3   | FOQA 事件處理流程.....         | 90  |
| 1.17.6.3.1 | FOQA 事件審查會.....          | 90  |
| 1.17.6.3.2 | FOQA 事件處理.....           | 91  |
| 1.17.6.3.3 | FOQA 事件統計及分析.....        | 91  |
| 1.17.7     | 作業安全風險管理.....            | 92  |
| 1.17.7.1   | 風險管理流程.....              | 92  |
| 1.17.7.2   | 風險控管措施有效性之監控.....        | 92  |
| 1.17.8     | 自我督察計畫.....              | 94  |
| 1.17.8.1   | 計畫簡介.....                | 94  |
| 1.17.8.2   | 航務處自我督察計畫.....           | 95  |
| 1.17.8.2.1 | 標準作業程序檢查作業.....          | 95  |
| 1.17.8.3   | 安管室自我督察.....             | 98  |
| 1.17.9     | 安全資訊分享.....              | 99  |
| 1.17.9.1   | 政令與技術通告.....             | 99  |
| 1.17.9.2   | 安全資訊更新.....              | 100 |
| 1.17.10    | 過去事故調查發現與改善作為.....       | 100 |
| 1.18       | 其他 .....                 | 101 |
| 1.18.1     | 飛機操作程序.....              | 101 |
| 1.18.1.1   | 航務手冊.....                | 101 |
| 1.18.1.2   | ATR72-212A 正常檢查表.....    | 103 |
| 1.18.1.3   | ATR72 飛航組員操作手冊.....      | 104 |
| 1.18.1.4   | 事故航班飛航組員遵守標準作業程序（SOPs）情形 |     |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| .....                            | 109 |
| 1.18.1.5 標準作業程序 (SOPs) 之重要性..... | 110 |
| 1.18.1.6 違規.....                 | 111 |
| 1.18.2 非技術性技能訓練.....             | 112 |
| 1.18.2.1 組員資源管理.....             | 113 |
| 1.18.2.2 威脅與疏失管理.....            | 114 |
| 1.18.2.3 駕駛艙權力梯度.....            | 115 |
| 1.18.3 機場運作最低限度.....             | 116 |
| 1.18.4 馬公 VOR RWY20 航圖.....      | 118 |
| 1.18.5 馬公機場使用跑道的選擇.....          | 120 |
| 1.18.6 天氣資訊及編報.....              | 121 |
| 1.18.7 可控飛行撞地飛航事故.....           | 124 |
| 1.18.8 訪談摘要.....                 | 128 |
| 1.18.8.1 立榮航空 B7 642 飛航組員.....   | 128 |
| 1.18.8.2 復興飛航組員.....             | 129 |
| 1.18.8.3 民航局主任航務檢查員.....         | 130 |
| 1.18.8.4 民航局標準組航務科主任訪談.....      | 132 |
| 1.18.8.5 馬公天氣中心.....             | 133 |
| 1.18.8.6 高雄近場管制塔臺.....           | 134 |
| 1.18.8.7 馬公基地高勤官.....            | 135 |
| 1.18.8.8 馬公機場管制臺.....            | 136 |
| 第二章 分析.....                      | 139 |
| 2.1 概述.....                      | 139 |
| 2.2 事故經過.....                    | 139 |
| 2.2.1 進場.....                    | 139 |
| 2.2.1.1 最後進場.....                | 139 |

|         |                           |     |
|---------|---------------------------|-----|
| 2.2.2   | 該機撞擊後之結構失效順序.....         | 145 |
| 2.3     | 標準作業程序之遵守.....            | 146 |
| 2.3.1   | 事故航班未遵守標準作業程序情形.....      | 146 |
| 2.3.2   | 復興 ATR 機隊不遵守 SOPs 現象..... | 148 |
| 2.3.3   | 不遵守 SOPs 相關之組織因素.....     | 148 |
| 2.3.3.1 | 標準與訓練部門之功能.....           | 149 |
| 2.3.3.2 | 飛航組員之考驗與訓練.....           | 149 |
| 2.3.3.3 | ATR 機隊之高飛行時數與起降次數.....    | 150 |
| 2.4     | 人為因素議題及組員合作.....          | 150 |
| 2.4.1   | 組員資源管理及威脅與疏失管理.....       | 151 |
| 2.4.2   | 組員監控與交互檢查.....            | 152 |
| 2.4.3   | 過度自信.....                 | 153 |
| 2.4.4   | 疲勞.....                   | 154 |
| 2.5     | 復興安全管理.....               | 156 |
| 2.5.1   | 組織架構、能力及資源.....           | 157 |
| 2.5.2   | 危害辨識及風險管理.....            | 157 |
| 2.5.3   | 復興飛航操作品質保證（FOQA）計畫.....   | 158 |
| 2.5.4   | 自我督察.....                 | 160 |
| 2.5.5   | 安全績效監控.....               | 162 |
| 2.5.6   | 安全教育.....                 | 163 |
| 2.6     | 復興 SMS 發展與民航局監理作為.....    | 163 |
| 2.6.1   | SMS 建置計畫.....             | 163 |
| 2.6.2   | SMS 專案檢查後續處置.....         | 164 |
| 2.7     | 民航局航務監理作業.....            | 164 |
| 2.7.1   | 組織變動之評估指引.....            | 166 |
| 2.7.2   | 風險管理程序之評估指引.....          | 167 |

|         |                         |     |
|---------|-------------------------|-----|
| 2.7.3   | 安全管理系統之法規要求.....        | 167 |
| 2.7.4   | 風險概況評估流程.....           | 167 |
| 2.7.5   | 飛安會過去之調查.....           | 168 |
| 2.7.6   | 民航局查核作業之有效性.....        | 168 |
| 2.7.7   | 風險為基礎之監理方式.....         | 169 |
| 2.8     | 天氣 .....                | 170 |
| 2.8.1   | 麥德姆颱風外圍雨帶.....          | 170 |
| 2.8.2   | 地面天氣測報.....             | 170 |
| 2.8.3   | 跑道視程報告 .....            | 171 |
| 2.8.3.1 | 提供航空器更新之天氣資料.....       | 171 |
| 2.8.3.2 | METAR/SPECI 之 RVR ..... | 172 |
| 2.8.4   | 使用跑道之選擇 .....           | 173 |
| 2.8.5   | 馬公軍民合用機場之協調機制.....      | 173 |
| 2.9     | 最後進場期間的大氣環境.....        | 173 |
| 2.9.1   | 事故航機行為表現.....           | 173 |
| 2.9.2   | 風切 .....                | 174 |
| 2.9.3   | 亂流.....                 | 175 |
| 2.10    | 航空器系統.....              | 176 |
| 2.10.1  | 航空器適航.....              | 176 |
| 2.10.2  | 增強型地面接近警告系統.....        | 177 |
| 2.10.3  | 新型 EGPWS 電腦 .....       | 177 |
| 2.11    | FDR 相關議題 .....          | 178 |
| 2.11.1  | 解讀文件.....               | 179 |
| 2.11.2  | 復興 FOQA 事件設定.....       | 180 |
| 2.12    | 機場因素 .....              | 182 |
| 2.12.1  | 20 跑道進場燈光系統.....        | 182 |

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 2.12.2 機場最低運作限度的訂定.....         | 184 |
| 2.12.3 誤失進場點位置設計.....           | 185 |
| 第三章 結論.....                     | 187 |
| 3.1 與可能肇因有關之調查發現.....           | 187 |
| 3.2 與風險有關之調查發現.....             | 189 |
| 3.3 其它調查發現.....                 | 193 |
| 第四章 飛安改善建議.....                 | 195 |
| 4.1 改善建議.....                   | 195 |
| 4.2 已完成或進行之改善建議.....            | 199 |
| 4.2.1 交通部民用航空局.....             | 199 |
| 4.2.2 復興航空公司.....               | 199 |
| 附錄一 飛航服務之天氣通訊歷程.....            | 201 |
| 附錄二 馬公機場監視錄影擷取畫面.....           | 205 |
| 附錄三 座艙語音紀錄器抄件.....              | 209 |
| 附錄四 ATR 原廠模擬機測試一下降率.....        | 247 |
| 附錄五 調查報告草案之回復意見.....            | 249 |
| 附錄五之一 法國 BEA 對調查報告草案之回復意見.....  | 250 |
| 附錄五之二 加拿大 TSB 對調查報告草案之回復意見..... | 251 |
| 附錄五之三 美國 NTSB 對調查報告草案之回復意見..... | 252 |
| 附錄五之四 交通部民用航空局對調查報告草案之回復意見..... | 253 |
| 附錄五之五 復興航空公司對調查報告草案之回復意見.....   | 286 |

本頁空白

# 表 目 錄

|          |                                  |     |
|----------|----------------------------------|-----|
| 表 1.2-1  | 傷亡統計表.....                       | 4   |
| 表 1.5-1  | 駕駛員基本資料表.....                    | 6   |
| 表 1.6-1  | 航空器基本資料.....                     | 12  |
| 表 1.6-2  | 發動機基本資料.....                     | 12  |
| 表 1.6-3  | 載重平衡表.....                       | 18  |
| 表 1.7-1  | 天氣資訊彙整.....                      | 24  |
| 表 1.10-1 | 機場監視器影像資訊整理表.....                | 36  |
| 表 1.12-1 | 1 號發動機金屬屑偵測器及油濾檢查.....           | 62  |
| 表 1.12-2 | 2 號發動機金屬屑偵測器及油濾檢查.....           | 63  |
| 表 1.16-1 | 復興 ATR72-500 機隊實機觀察之結果摘要.....    | 71  |
| 表 1.16-2 | 復興模擬機訓練觀察結果.....                 | 73  |
| 表 1.18-1 | 事故航班飛航組員遵守 SOPs 情形.....          | 109 |
| 表 2.2-1  | 飛航組員與進場航圖相關之對話.....              | 140 |
| 表 2.2-2  | 飛航組員決定下降高度至低於 MDA 繼續進場之相關對話..... | 141 |
| 表 2.2-3  | 飛航組員於儀器天氣下最後進場蓄意操作飛機低於 MDA.....  | 142 |
| 表 2.2-4  | 飛航組員試圖目視尋找跑道期間之航機狀態.....         | 143 |
| 表 2.8-1  | 馬公機場 AWOS N 1 分鐘平均 RVR.....      | 171 |
| 表 2.9-1  | 亂流強度之等級及門檻值.....                 | 175 |
| 表 2.12-1 | HAA/HAT 所影響之能見度最低運作限度表.....      | 184 |

本頁空白

# 圖目錄

|          |                                                 |    |
|----------|-------------------------------------------------|----|
| 圖 1.1-1  | 事故機最後進場軌跡.....                                  | 4  |
| 圖 1.2-1  | 傷亡程度分布圖.....                                    | 5  |
| 圖 1.6-1  | TCF 警示曲線.....                                   | 15 |
| 圖 1.6-2  | TCF 警示平面圖.....                                  | 15 |
| 圖 1.6-3  | 自動飛航控制系統 (AFCS).....                            | 17 |
| 圖 1.6-4  | 諮詢顯示單元 (ADU).....                               | 18 |
| 圖 1.7-1  | 馬公基地麥德姆颱風解除警報報告單.....                           | 19 |
| 圖 1.7-2  | 天氣中心及塔臺 AWOS 螢幕顯示.....                          | 22 |
| 圖 1.7-3  | AWOS 設置地點.....                                  | 23 |
| 圖 1.7-4  | AWOS 風向/速.....                                  | 23 |
| 圖 1.7-5  | AWOS 降雨量及跑道視程.....                              | 24 |
| 圖 1.7-6  | 以馬公機場探空資料繪製之斜溫圖.....                            | 26 |
| 圖 1.7-7  | 地面至 9,000 呎高度之風向風速圖.....                        | 27 |
| 圖 1.7-8  | 1857 時紅外線衛星雲圖.....                              | 27 |
| 圖 1.7-9  | 中央氣象局氣象雷達合成圖.....                               | 28 |
| 圖 1.7-10 | 七股雷達事故前後回波圖.....                                | 29 |
| 圖 1.7-11 | 顯著天氣圖.....                                      | 30 |
| 圖 1.10-1 | 馬公機場圖.....                                      | 33 |
| 圖 1.10-2 | 馬公機場進場及跑道燈光設備圖.....                             | 34 |
| 圖 1.10-3 | 由 20 跑道頭向外延伸可利用土地之距離量測 (影像摘自 Google Earth)..... | 34 |
| 圖 1.10-4 | 02/20 跑道頭燈/末端燈、翼排燈及跑道頭識別燈設置圖.....               | 35 |
| 圖 1.10-5 | 馬公機場監視器 7 號及 9 號鏡頭位置及視角圖.....                   | 36 |
| 圖 1.11-1 | (a)損壞 CVR 外觀與拆解作業 (b)依據 A200S AIK 進行資料下載.....   | 38 |
| 圖 1.11-2 | 損壞 FDR 外觀、拆解作業與資料下載.....                        | 40 |

|           |                                               |     |
|-----------|-----------------------------------------------|-----|
| 圖 1.11-3  | GE 222 航班之相關參數繪圖（完整航班） .....                  | 42  |
| 圖 1.11-4  | GE 222 航班之相關參數繪圖（無線電高度 1,000 呎以下） .....       | 43  |
| 圖 1.11-5  | GE 222 航班之相關參數繪圖（無線電高度 250 呎以下） .....         | 44  |
| 圖 1.11-6  | GE220 航班相關參數繪圖（2,500 呎以下） .....               | 45  |
| 圖 1.11-7  | 立榮航空 B7 647 航班相關參數繪圖 .....                    | 46  |
| 圖 1.11-8  | 事故航班飛航軌跡與馬公機場 20 跑道 VOR 航圖套疊結果 .....          | 47  |
| 圖 1.11-9  | 事故航班最後 40 秒飛航軌跡與衛星照片套疊結果 .....                | 48  |
| 圖 1.11-10 | 計算之參考距離與下降率 .....                             | 49  |
| 圖 1.11-11 | 高度 2,000 呎以下相關參數與推導之控制桿與控制盤位置繪圖 .....         | 50  |
| 圖 1.12-1  | 現場量測區域套疊於 Google Map .....                    | 51  |
| 圖 1.12-2  | 事故航機飛航軌跡與時間點位之套疊圖 .....                       | 52  |
| 圖 1.12-3  | 地形剖面與飛航軌跡比較圖 .....                            | 53  |
| 圖 1.12-4  | 第一區防風林遭受撞擊痕跡及樹梢斷裂 .....                       | 54  |
| 圖 1.12-5  | 防風林內樹枝及樹幹受損情形 .....                           | 55  |
| 圖 1.12-6  | 第一區發現之殘骸照片及其位置分布套疊圖 .....                     | 56  |
| 圖 1.12-7  | 主要殘骸分布與西溪村街道套疊圖 .....                         | 57  |
| 圖 1.12-8  | 事故航機主要殘骸及遭撞擊建築物照片 .....                       | 58  |
| 圖 1.12-9  | 第一棟遭受撞擊民宅之相關撞擊痕跡與破壞情形 .....                   | 59  |
| 圖 1.12-10 | 1 號發動機 .....                                  | 60  |
| 圖 1.12-11 | 2 號發動機 .....                                  | 61  |
| 圖 1.17-1  | 復興航務處組織圖 .....                                | 81  |
| 圖 1.18-1  | 國際民航組織 PANS-OPS 非精確進場 OCA(H)及 MDA(H)關係圖 ..... | 118 |
| 圖 1.18-2  | 吉普生 RCQC VOR RWY20 航圖 .....                   | 119 |
| 圖 2.2-1   | 事故航班進場剖面 .....                                | 141 |
| 圖 2.2-2   | 飛航組員試圖目視尋找跑道期間航機高度與航向偏離 .....                 | 144 |
| 圖 2.2-3   | 事故航機最後飛航軌跡、主殘骸與空照影像之套疊圖 .....                 | 146 |

---

|          |                                        |     |
|----------|----------------------------------------|-----|
| 圖 2.8-1  | 事故前馬公地區之雨帶活動變化.....                    | 170 |
| 圖 2.9-1  | GE 222 解除自動駕駛後之航跡及姿態變化圖 .....          | 174 |
| 圖 2.9-2  | GE 222 航班之垂向加速度及渦流消散率變化圖（最後 2 分鐘） .... | 176 |
| 圖 2.11-1 | GE220 及 GE222 航班之進場剖面變化 .....          | 181 |
| 圖 2.12-1 | 典型的簡式進場燈光系統.....                       | 183 |
| 圖 2.12-2 | 馬公 20 跑道 VOR 進場程序及誤失進場點位置 .....        | 185 |

本頁空白

## 英文縮寫對照簡表

|       |                                          |              |
|-------|------------------------------------------|--------------|
| AC    | Advisory Circular                        | 民航通告         |
| ADs   | Airworthiness Directives                 | 適航指令         |
| ADU   | Advisory Display Unit                    | 諮詢顯示單元       |
| AFCS  | Automatic Flight Control System          | 自動飛航控制系統     |
| AIC   | Aeronautical Information Circular        | 航空公報         |
| AIK   | Accident Investigator's Kit              | 事故調查員工具      |
| ALAR  | Approach and Landing Accident Reduction  | 降低進場與落地事故    |
| ALAs  | Approach and Landing Accidents           | 進場落地事故       |
| AMHS  | ATS Message Handling System              | 飛航訊息處理系統     |
| AOC   | Air Operating Certificate                | 民用航空運輸業者     |
| AOI   | Assisstant Operation Inspector           | 助理航務檢查員      |
| ARI   | Average Risk Indicator                   | 平均風險指標       |
| ATC   | Air Traffic Control                      | 空中交通管制       |
| ATIS  | Automatic Terminal Information Service   | 終端資料自動廣播服務   |
| ATMP  | Air Traffic Management Procedures        | 飛航管理程序       |
| AWOS  | Automated Weather Observation System     | 自動氣象觀測系統     |
| CAA   | Civil Aeronautics Administration         | 民用航空局        |
| CASS  | Canadian Aviation Safety Seminar         | 加拿大航空安全研討會   |
| CCP   | Control Column Position                  | 控制桿位置        |
| CDFA  | Continuous Descent Final Approach        | 持續性下降進場方式    |
| CFIT  | Controlled Flight Into Terrain           | 可控飛行撞地       |
| CRM   | Crew Resource Management                 | 組員資源管理       |
| CSMU  | Crash Survival Memory Unit               | 撞毀殘存記憶體單元    |
| CVOR  | Conventional VOR                         | 傳統型特高頻全向導航臺  |
| CVR   | Cockpit Voice Recorder                   | 座艙語音紀錄器      |
| CWP   | Control Wheel Position                   | 控制盤位置        |
| DA/H  | Decision Altitude/Height                 | 決定高度/實際高度    |
| DME   | Distance Measuring Equipment             | 測距儀          |
| DPE   | Designated Pilot Examiners               | 委任檢定考試官      |
| DRI   | Direct Risk Indicator                    | 直接風險指標       |
| DSM   | Digital Surface Model                    | 數位地表模型       |
| DTM   | Digital Terrain Model                    | 數位地形模型       |
| DVOR  | Doppler VOR                              | 都卜勒型特高頻全向導航臺 |
| EADI  | Electronic Attitude Director Indicator   | 電子姿態儀        |
| EASA  | European Aviation Safety Agency          | 歐盟航空安全局      |
| EDR   | Eddy Dissipation Rate                    | 渦流消散率        |
| EFIS  | Electronic Flight Instrument System      | 電子飛行儀表系統     |
| EGPWS | Enhanced Ground Proximity Warning System | 增強型地面接近警告系統  |

|        |                                                                   |                  |
|--------|-------------------------------------------------------------------|------------------|
| EHSI   | Electronic Horizontal Situation Indicator                         | 電子水平狀態指示儀        |
| EAADM  | European Authorities Coordination Group on Flight Data Monitoring | 歐洲管理當局飛航資料監控工作小組 |
| ETOPS  | Extended Range Twin-Engine Operations                             | 雙引擎延程作業          |
| FAA    | US Federal Aviation Administration                                | 美國聯邦航空總署         |
| FAF    | Final Approach Fix                                                | 最後進場定位點          |
| FDAP   | Flight Data Analysis Program                                      | 飛航資料分析計畫         |
| FDR    | Flight Data Recorder                                              | 飛航資料紀錄器          |
| FOQA   | Flight Operations Quality Assurance                               | 飛航操作品質保證         |
| FRMS   | Fatigue Risk Management System                                    | 疲勞風險管理系統         |
| FSAG   | Flight Safety Action Group                                        | 飛行安全落實小組         |
| FSF    | Flight Safety Foundation                                          | 世界飛安基金會          |
| FSMIS  | Flight Safety Management Information System                       | 飛航安全管理資訊系統       |
| GNSS   | Global Navigation Satellite System                                | 全球衛星導航系統         |
| GPS    | Global Positioning System                                         | 全球衛星定位系統         |
| GPWS   | Ground Proximity Warning System                                   | 地面接近警告系統         |
| IATA   | International Air Transport Association                           | 國際航空運輸協會         |
| ICAO   | International Civil Aviation Organization                         | 國際民航組織           |
| IFALPA | International Federation of Air Line Pilots' Associations         | 國際民航駕駛員協會        |
| IFR    | Instrument Flight Rules                                           | 儀器飛航規則           |
| ILS    | Instrument Landing System                                         | 儀器降落系統           |
| IMC    | Instrument Meteorological Conditions                              | 儀器天氣情況           |
| KSS    | Karolinska Sleepiness Scale                                       | Karolinska 睡眠量表  |
| LOC    | Localizer                                                         | 左右定位儀            |
| LOC-I  | Loss of Control in Flight                                         | 飛行中失控            |
| LOCAL  | Aerodrome Local Meteorological Report                             | 當地另加觀測           |
| LOFT   | Line Oriented Flight Training                                     | 線上導向飛行訓練         |
| LOSA   | Line Operations Safety Audit                                      | 線上安全查核系統         |
| LVO    | Low Visibility Operations                                         | 低能見度作業           |
| MAC    | Mean Aerodynamic Chord                                            | 平均空氣動力弦長         |
| MAPt   | Missed Approach Point                                             | 誤失進場點            |
| MDA    | Minimum Descent Altitude                                          | 最低下降高度           |
| MDA/H  | Minimum Descent Altitude/Height                                   | 最低下降高度/實際高度      |
| MEL    | Minimum Equipment List                                            | 最低裝備需求手冊         |
| METAR  | Aerodrome Routine Meteorological Report                           | 機場例行天氣報告         |
| MKG    | Magong (VOR)                                                      | 馬公 VOR 呼號        |
| NALS   | No Approach Lighting System                                       | 無進場燈光系統          |
| NDB    | Non-Directional Beacon                                            | 歸航台              |
| NLR    | National Aerospace Laboratory                                     | 荷蘭國家航太實驗室        |
| NTSB   | National Transportation Safety Board of United                    | 美國國家運輸安全委員會      |

|          |                                                                    |                     |
|----------|--------------------------------------------------------------------|---------------------|
|          | States                                                             |                     |
| NVM      | Non-Volatile Memory                                                | 非揮發性記憶體             |
| OCA/H    | Obstacle Clearance Altitude/Height                                 | 障礙物間隔高度/障礙物間隔實際高度   |
| ORMIT    | Operational Risk Management Integration Tools                      | 作業風險管理整合軟體          |
| PAPI     | Precision Approach Path Indicator                                  | 精確進場滑降指示燈           |
| PANS-OPS | ICAO Procedures for Air Navigation Services – Aircraft Operations  | 國際民航組織之航空導航程序-航空器操作 |
| PBN      | Performance Based Navigation                                       | 性能導航                |
| PF       | Pilot Flying                                                       | 操控駕駛員               |
| PM       | Pilot Monitoring                                                   | 監控駕駛員               |
| POI      | Principal Operations Inspector                                     | 主任航務檢查員             |
| QNH      | Altimeter sub-scale setting to obtain elevation when on the ground | 在地面上獲得標高指示之高度表撥定值   |
| REIL     | Runway End Identifier Lights                                       | 跑道頭識別燈              |
| RFCF     | Runway Field Clearance Floor                                       | 跑道地面間距              |
| RNAV     | Area Navigation                                                    | 區域導航                |
| ROSE     | Read-Out Support Equipment                                         | 原始資料下載軟體            |
| RVR      | Runway Visual Range                                                | 跑道視程                |
| RVSM     | Reduced Vertical Separation Minimum                                | 縮減垂直隔離空域作業          |
| SAFE     | System for Aircrew Fatigue Evaluation                              | 空勤組員疲勞評估系統          |
| SBs      | Service Bulletins                                                  | 技術通報                |
| SIGMET   | Significant Meteorological Information                             | 顯著危害天氣資訊            |
| SIGWX    | Significant Weather                                                | 顯著天氣                |
| SMM      | Safety Management Manual                                           | 安全管理手冊              |
| SMS      | Safety Management System                                           | 安全管理系統              |
| SOA      | Standard Operations Audit                                          | 標準作業程序檢查            |
| SOPs     | Standard Operating Procedures                                      | 標準作業程序              |
| SPECI    | Aerodrome Special Meteorological Report                            | 機場特別天氣報告            |
| STC      | Supplemental Type Certificate                                      | 補充型別檢定給證            |
| TAD      | Terrain Awareness & Display                                        | 地形警示與顯示             |
| TAWS     | Terrain Awareness and Warning System                               | 地形警覺與警告系統           |
| TC       | Type Certificate                                                   | 型別檢定證               |
| TCF      | Terrain Clearance Floor                                            | 地障地面間距              |
| TEM      | Threat and Error Management                                        | 威脅與疏失管理             |
| TERPS    | FAA Standards for Terminal Instrument Procedures                   | 美國聯邦航空總署終端儀器程序      |
| TLB      | Technical Log Book                                                 | 維護工作紀錄簿             |
| TNA      | TransAsia Airways                                                  | 復興航空公司              |
| UAV      | Unmanned Aerial Vehicle                                            | 無人飛行載具              |
| UHF      | Ultra High Frequency                                               | 超高頻                 |

|       |                                            |            |
|-------|--------------------------------------------|------------|
| USOAP | Universal Safety Oversight Audit Program   | 國際安全監督稽察計畫 |
| UTC   | Coordinated Universal Time                 | 世界標準時間     |
| VHF   | Very High Frequency                        | 特高頻        |
| VOR   | Very High Frequency Omni-Directional Range | 特高頻全向導航臺   |

# 第一章 事實資料

## 1.1 飛航經過

民國 103 年 7 月 23 日，復興航空股份有限公司（以下簡稱復興）定期載客班機 GE222，機型 ATR72-212A，國籍標誌及登記號碼 B-22810，自高雄國際機場出發，按儀器飛航規則（instrument flight rules, IFR）飛航，目的地為澎湖馬公機場。機上載有正、副駕駛員各 1 人、客艙組員 2 人、乘客 54 人。1906 時<sup>1</sup>，該機撞擊馬公機場<sup>2</sup>20 跑道頭東北方約 850 公尺處之地障，隨後墜毀於最初撞擊區東南方約 200 公尺處之西溪村外圍住宅區。事故當時，飛航組員正實施馬公機場 20 跑道特高頻全向導航臺（very high frequency omni-directional range, VOR<sup>3</sup>）非精確進場。強烈撞擊與隨後引發之火勢導致航空器全毀，10 名生還<sup>4</sup>乘客中，9 人重傷及 1 人輕傷，另地面居民有 5 人輕傷。

該機於 1745:02 時自高雄國際機場起飛，先西向離場，再朝北保持 7,000 呎高度飛向馬公機場。正駕駛員坐於駕駛艙左座擔任操控駕駛員（pilot flying, PF），副駕駛員坐於駕駛艙右座擔任監控駕駛員（pilot monitoring, PM）。

事故當時，麥德姆（Matmo）颱風約位於馬公機場北北西方 142 哩處朝西北方向離開馬公，馬公機場颱風警報於 1740 時解除。依據 1800 時之馬公機場例行天氣報告（aerodrome routine meteorological report, METAR）：風向 220 度、風速 17 哩/時、陣風 27 哩/時，能見度 800 公尺，伴隨大雷雨。雲層覆蓋<sup>5</sup>為疏雲 200

---

<sup>1</sup> 除非特別註記，本報告所列之時間皆為臺北時間（UTC【世界標準時間，Coordinated Universal Time】+8 小時），採 24 小時制。

<sup>2</sup> 國際民航組織（ICAO）機場代碼為 RCQC。

<sup>3</sup> 為一無線電導航系統，提供航機與電台之方位資訊。

<sup>4</sup> 民國 103 年 11 月 22 日續增一名死亡旅客，根據國際民航組織（ICAO）附約第 13 條：為利於資料統計一致性，於航空器事故報告中，人員傷害致死若發生於事故發生之日起 30 日內，將被分類於致命性傷害。

<sup>5</sup> 雲量報告方式是以 8 等分計，一個等分等於天際範圍 8 分之 1 的面積。稀雲=1 至 2 個等分，疏雲=3 至 4 個等分，裂雲=5 至 7 個等分，密雲=8 個等分。METAR 報告雲底高以百呎為單位，其高度為機場標

呎、裂雲 600 呎、積雨雲<sup>6</sup>稀雲 1,200 呎，以及密雲 1,600 呎。

馬公機場具備單一跑道，兩端分別朝向北北東及南南西方向，名稱爲 02/20 跑道。02 跑道配置有儀器降落系統（instrument landing system, ILS）<sup>7</sup>，其落地能見度最低限制爲 800 公尺。20 跑道配置有 VOR 非精確進場系統，其落地能見度最低限制爲 1,600 公尺。因應風向，馬公機場於事故當時係使用 20 跑道。

依據飛航資料紀錄器（flight data recorder, FDR）、座艙語音紀錄器（cockpit voice recorder, CVR）及飛航管制錄音，高雄地面管制席曾告知 GE222 飛航組員馬公機場天氣狀況低於落地最低限制，飛航組員決定繼續飛往目的地上空盤旋等待天氣狀況改善。接近澎湖時，該機由航管以雷達引導並於 1811:17 時加入等待航線。

於等待航線中，馬公機場之能見度報告爲 800 公尺，包含該機在內，共計有 4 架航機於等待航線中等待馬公機場 20 跑道之進場許可。1827:38 時，馬公塔臺管制員告知 GE222 飛航組員能見度仍爲 800 公尺，以 02 跑道進場之風向爲 210 度、風速 6 浬/時、最大 11 浬/時，以 20 跑道進場之風向則爲 200 度、風速 12 浬/時、最大 16 浬/時。GE222 飛航組員討論後，考量 02 跑道進場能見度及尾風落地等限制因素，於 1829:50 時請求雷達引導 02 跑道 ILS 進場。

1842:28 時，該機仍等待 02 跑道 ILS 進場許可中，高雄近場臺廣播 20 跑道之能見度提升至 1,600 公尺，GE222 飛航組員遂於 1845 時，請求 20 跑道 VOR 進場，由高雄近場臺雷達引導並下降高度。

1855:10 時，該機約位於馬公機場東北方 25 浬、高度 3,000 呎處，飛航組員

---

高至雲底之距離。

<sup>6</sup> 積雨雲通常會產生強陣性的降水，並伴有大風、雷暴等。

<sup>7</sup> ILS 是一種地面輔助落地系統，包含兩組具有方向性的無線電發射器：「左右定位台」提供飛機航向或橫向的飛航軌跡導引，以及「下滑道」提供垂直角度或垂直軌跡導引，通常下滑角爲 3 度。測距儀（DME）或航道上信標台提供距離訊息。

獲得 20 跑道 VOR 進場許可，開始下降並保持 2,000 呎高度。

1902:50 時，該機約於通過最後進場定位點（final approach fix, FAF）前離開 2,000 呎<sup>8</sup>，開始下降至飛航組員設定之 400 呎高度。

1905:12.4 時，駕駛艙「500 呎高度自動播報」3 秒後，該機正通過 450 呎，正駕駛員呼叫「嚶三百」，隨後該機高度設定被重設至 300 呎。1905:25.7 時，該機通過 344 呎，正駕駛員呼叫「... 兩百」，隨後該機高度設定被重設至 200 呎並繼續下降。

馬公機場 20 跑道 VOR 進場之最低下降高度（minimum descent altitude, MDA）<sup>9</sup>為 330 呎；於該機下降低於 MDA 前，CVR 未有飛航組員提及已獲得必要目視參考之對話內容。

該機下降通過 249 呎時，副駕駛員道「我們要到零點二哩」。1905:44 時，該機下降通過 219 呎，正駕駛員解除自動駕駛（auto pilot），並於 4 秒後呼叫「保持兩百」。隨後 10 秒期間，該機高度約保持於 168 呎至 192 呎間。

1905:57.8 時，正駕駛員詢問副駕駛員「看到跑道了嗎」，幾乎於同時間，在無任何組員依規定呼叫或相互告知情況下，偏航穩定器（yaw damper）被解除。飛航組員於接續之 13 秒期間，有一段試圖尋找跑道環境之對話。同一期間內，該機之高度、航向與姿態皆開始明顯偏離原有之設定（附圖 1.1-1），但飛航組員並未針對此一非預期狀況進行對話。

1906:11 時，該機高度 72 呎，正、副駕駛員同時呼叫「go around」，兩具發動機之油門桿被推向前。兩秒後，該機碰擊 20 跑道頭東北方約 850 公尺處之樹叢並肇致嚴重損害，隨後撞擊附近住宅區。強烈衝撞與隨後引發之火勢導致航空器

<sup>8</sup> 除非特別註記，該機下降低於 2,000 呎後之高度，係以 QNH 997 hPa 修正之氣壓高度表示。

<sup>9</sup> 最低下降高度（MDA）為一特定高度，使用於非精確進場或環繞進場，飛航組員獲得必要目視參考前，航機高度不得低於 MDA。

全毀。



圖 1.1-1 事故機最後進場軌跡

## 1.2 人員傷害

該機共搭載 58 名人員，包含飛航組員 2 名、客艙組員 2 名及乘客 54 名。其中 4 名組員及 44 名乘客死亡，9 名乘客重傷，1 名乘客輕傷。另地面居民計有 5 人輕傷。

表 1.2-1 傷亡統計表

| 傷亡情況 | 飛航組員 | 客艙組員 | 乘客 | 其它  | 小計 |
|------|------|------|----|-----|----|
| 死亡   | 2    | 2    | 44 | 0   | 48 |
| 重傷   | 0    | 0    | 9  | 0   | 9  |
| 輕傷   | 0    | 0    | 1  | 5   | 6  |
| 無傷   | 0    | 0    | 0  | 不適用 | 0  |
| 總人數  | 2    | 2    | 54 | 5   | 63 |

註：根據國際民航公約第 13 號附約，為統計一致性，飛航事故調查報告內所述之死亡，係為事故日之後 30 日內致死。

### 1.2.1 傷亡分布

事故之 ATR72 型機客艙計有乘客座椅 72 個，客艙組員座椅 2 個；駕駛艙內有駕駛員座椅 2 個。

圖 1.2-1 顯示座位及人員遭受傷亡程度之分布，乘客座位位置係依據航空公司指定座位表及乘客訪談所繪製。

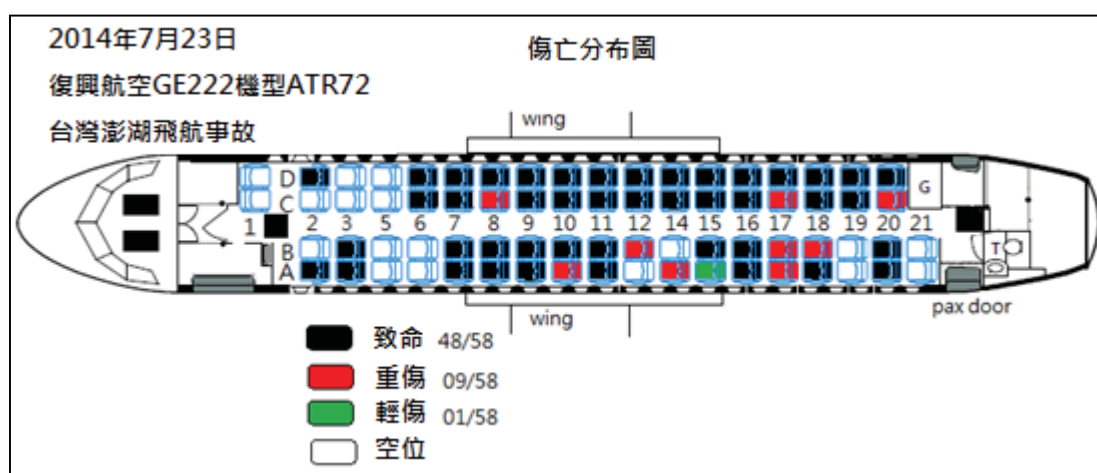


圖 1.2-1 傷亡程度分布圖

## 1.3 航空器損害情況

航機全毀。

## 1.4 其他損害情況

本事故造成 9 棟民宅、1 輛汽車及 1 具電線桿損毀。

## 1.5 人員資料

### 1.5.1 駕駛員經歷

駕駛員基本資料如表 1.5-1。

表 1.5-1 駕駛員基本資料表

| 項目             | 正駕駛員            | 副駕駛員             |
|----------------|-----------------|------------------|
| 性別             | 男               | 男                |
| 事故時年齡          | 60              | 39               |
| 進入公司日期         | 民國 81 年 7 月 1 日 | 民國 100 年 7 月 1 日 |
| 航空人員類別         | 飛機民航運輸駕駛員       | 飛機商用駕駛員          |
| 檢定項目           | ATR72           | ATR72 F/O        |
| 到期日期           | 104 年 11 月 8 日  | 106 年 1 月 8 日    |
| 體檢種類           | 甲類駕駛員           | 甲類駕駛員            |
| 終止日期           | 103 年 8 月 31 日  | 104 年 5 月 31 日   |
| 總飛航時間          | 22,994 小時 29 分  | 2,392 小時 55 分    |
| 事故機型飛航時間       | 19,069 小時 56 分  | 2,083 小時 55 分    |
| 最近 12 個月飛航時間   | 945 小時 10 分     | 964 小時 46 分      |
| 最近 90 日內飛航時間   | 278 小時 6 分      | 264 小時 44 分      |
| 最近 30 日內飛航時間   | 100 小時 59 分     | 88 小時 55 分       |
| 最近 7 日內飛航時間    | 22 小時 18 分      | 22 小時 35 分       |
| 事故前 24 小時內已飛時間 | 3 小時 31 分       | 3 小時 31 分        |
| 事故前休息時間        | 15 小時 7 分       | 15 小時 7 分        |

### 1.5.1.1 正駕駛員

中華民國籍，曾任陸軍飛航司令部駕駛員，退伍後於民國 81 年加入復興，並於同年 12 月完成副駕駛員訓練，進入 ATR42/72 機隊擔任副駕駛員。民國 84 年 10 月完成 ATR42/72 升等訓練，並於次月升任該型機正駕駛員。本次事故時，總飛航時間為 22,994 小時，其中 ATR42/72 型機之飛航時間為 19,069 小時。

正駕駛員持有中華民國飛機民航運輸業駕駛員檢定證，檢定項目欄內之註記為：「ATR-72，陸上，多發動機 *Multi-Engine, Land* 具有於航空器上無線電通信技能及權限 *Privileges for operation of radiotelephone on board an aircraft*」，特定說明事項欄內註記為：「無線電溝通英語專業能力等級四 *English Proficient*<sup>10</sup>: ICAO *Level-4 Expiry Date 2014/03/23*」。

<sup>10</sup> 英語能力非國內航線駕駛員檢定之必要項目。

### 1.5.1.2 副駕駛員

中華民國籍，於民國 100 年 7 月加入復興，之前無民航飛行經驗，完成初始訓練後成為 ATR72 副駕駛員。本次事故時，總飛航時間為 2,392 小時。

副駕駛員持有中華民國飛機商用駕駛員檢定證，檢定項目欄內之註記為：「ATR-72 副駕駛員、陸上，多發動機 *Multi-Engine, Land*，具有於航空器上無線電通信技能及權限 *Privileges for operation of radiotelephone on board an aircraft*」，特定說明事項欄內註記為：「無線電溝通英語專業能力等級四 *English Proficient: ICAO Level-4 Expiry Date 2015/01/08*」。

## 1.5.2 駕駛員訓練紀錄

### 1.5.2.1 正駕駛員

#### 初始訓練

正駕駛員於民國 81 年 9 月 14 日至 28 日於 Flight Safety International 完成 ATR42 機種初始訓練，內容包括學科與模擬機訓練。於 9 月 28 日完訓後接受後續訓練，並於同年 11 月 6 日取得 ATR42/72 副駕駛員資格。同年 12 月 12 日完成航路訓練後，於 12 月 14 日通過副駕駛員航路考驗。

#### 升等訓練

正駕駛員於民國 84 年 8 月 16 日至 9 月 22 日於 Flight Safety International 進行 ATR42/72 升等訓練，內容包括地面學科與模擬機訓練，完訓後於同年 10 月 12 日取得正駕駛員資格，並於同年 10 月 27 日通過航路考驗。

#### 年度複訓

正駕駛員最近一次年度 ATR72 地面學科複訓時間為民國 103 年 3 月 6 日，課程共計 8 小時，科目包括惡劣天氣操作、地障警覺、異常程序與航機性能限制。

正駕駛員最近一次年度適職性訓練時間為民國 103 年 3 月 17 日，訓練結果為「滿意 (satisfactory)」，同年 3 月 18 日通過年度適職性考驗。最近一次年度航路考驗於民國 102 年 12 月 25 日通過。

### 1.5.2.2 副駕駛員

#### 初始訓練

副駕駛員於民國 100 年 7 月 18 日開始 ATR72 機種初始訓練，內容包括地面學科 326 小時、航路觀摩訓練 25 小時、模擬機訓練 15 課、本場訓練 5 小時，以及 3 階段共 135 小時之航路訓練。副駕駛員於民國 101 年 4 月 8 日通過航路考驗，完成初始訓練。

#### 年度複訓

副駕駛員於民國 103 年 5 月 9 日完成 ATR72 年度複訓地面學科。課程共計 8 小時，科目包含惡劣天候操作、地障警覺、異常程序與航機性能限制。最近一次年度適職性訓練與考驗於民國 103 年 4 月 21 日至 22 日完成。最近一次年度航路考驗於民國 103 年 4 月 10 日通過。

### 1.5.3 駕駛員醫療紀錄

#### 1.5.3.1 正駕駛員

正駕駛員體格檢查種類為甲類駕駛員，最近一次體檢日期為民國 103 年 4 月 14 日，體檢及格證限制欄內註記為「視力需戴眼鏡矯正」。

#### 1.5.3.2 副駕駛員

副駕駛員體格檢查種類為甲類駕駛員，最近一次體檢日期為民國 103 年 5 月 8 日，體檢及格證限制欄內無註記。

### 1.5.4 駕駛員事故前 72 小時活動

#### 1.5.4.1 正駕駛員

7月20日：0640時至松山機場報到，執行松山-馬公-松山-馬公-金門-馬公-高雄定期航班任務，1502時任務完成後，於高雄過夜。

7月21日：1420時至高雄機場報到，執行高雄-馬公-高雄-馬公-高雄-馬公-高雄定期航班任務，2108時任務完成後，於高雄過夜。

7月22日：1440時至高雄機場報到，執行高雄-金門-高雄-馬公-高雄-馬公-高雄定期航班任務，2213時任務完成後，於高雄過夜。

7月23日：1320時至高雄機場報到，表定執行高雄-馬公-高雄-馬公（事故航班）-松山-馬公-松山定期航班任務。

#### 1.5.4.2 副駕駛員

副駕駛員於7月20日至23日期間之飛行班表，與正駕駛員相同。

#### 1.5.5 駕駛員警覺與疲勞

疲勞可被定義為生理及/或心理呈現警覺度及行為能力下降的一種狀態。疲勞可導致個人無法持續安全及/或有效地執行工作<sup>11</sup>。

調查小組檢視事故航班飛航組員於事故發生時出現疲勞之可能性，及疲勞對於飛航組員行為能力之影響。正、副駕駛員雖皆以台北為基地，然事故前三晚均於高雄結束任務，並於公司提供之高雄宿舍過夜。雖有足夠之睡眠機會，然調查小組無法確認兩位飛航組員於高雄宿舍過夜時之睡眠時間與品質。

QinetiQ 公司研發之疲勞生物計量模式 SAFE（system for aircrew fatigue evaluation）在某種程度上被用以評估飛航組員之警覺度與任務表現，其成效已廣

---

<sup>11</sup>參閱 Yen, J. R., Hsu, C. C., Yang, H., and Ho, H. (2009). An investigation of fatigue issues on different flight operations. *Journal of Air Transport Management*, 15(5), 236-240.

受檢驗<sup>12,13,14,15,16</sup>。調查小組以 SAFE 對兩位駕駛員事故前兩個月之班表進行評估。由於實際睡眠資訊無法取得，故兩位駕駛員任務間之睡眠情形，係以 SAFE 內建模組估算之資料代替。由於此項睡眠資料係由民航駕駛疲勞研究的數據推導而成，因此僅能代表一較為保守之估計值，可能與兩位駕駛員實際睡眠時間及睡眠品質不同。

正駕駛員之 SAFE 評估結果顯示，其於事故航班進場過程中有輕度之疲勞，分析結果如下：

- 警覺度指數 45.2（總分 100）；
- Samn-Perelli<sup>17</sup>指數 3.7（尚可，介於精神狀態佳與有點疲勞之間）；
- Karolinska 睡眠量表（KSS）<sup>18</sup>顯示正駕駛員之狀態，為「既非昏昏欲睡（sleepy），但也不是警覺的（alert）」；
- 視覺警示項目之反應時間，較充分休息時（rested）增加 7.5%；
- 複雜任務警示燈號測試項目中，反應時間較充分休息時增加了 48.4%；
- 持續注意力的測驗項目中，反應疏漏之百分比為 22.04%，而充分休息時

---

<sup>12</sup> 參閱 Civil Aviation Authority. (2007). Aircrew fatigue: A review of research undertaken on behalf of the UK Civil Aviation Authority (CAA Paper 2005/04, Issue 2). London, UK: CAA.

<sup>13</sup> 參閱 Powell, D., Spencer, M. B., Holland, D., Broadbent, E., & Petrie, K. J. (2007). Pilot fatigue in short-haul operations: Effects of number of sectors, duty length, and time of day. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 78, 698-701.

<sup>14</sup> 參閱 Powell, D., Spencer, M. B., Holland, D., & Petrie, K. J. (2008). Fatigue in two-pilot operations: Implications for flight and duty time limitations. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 79, 1047-1050.

<sup>15</sup> 參閱 Spencer, M. B., & Robertson, K. A. (2000). A diary study of aircrew fatigue in short-haul multi-sector operations (DERA Report No. DERA/CHS/PPD/CR00394). Farnborough, UK: DERA.

<sup>16</sup> 參閱 Spencer, M. B., & Robertson, K. A. (2002). Aircrew alertness during short-haul operations, including the impact of early starts (QinetiQ Report No. QINETIQ/CHS/PPD/CRO10406/1.0). Farnborough, UK: QinetiQ.

<sup>17</sup> Samn Perelli (SP) 指數是一個得分自 1~7 分的量表。其中 1 分代表「非常警覺與清醒」；7 分代表「非常疲勞，無法有效的工作」。SP 指數已被廣泛的驗證並應用在飛航業界（詳 Samn & Perelli, 1982; Samel et al, 1997），也被用來作為 SAFE 模擬的其中一項分析參數。

<sup>18</sup> Karolinska Sleepiness Scale (KSS) 是一個一維、得分自 1~9 分的量表。其中 1 分代表「非常警覺」；9 分代表「非常疲勞，很難保持清醒」。係由被動式的睡眠測量，KSS 指數已被廣泛的驗證，例如在腦波圖（EEG）與腦電圖（EOG）研究（詳 Åkerstedt & Gillberg, 1990）與表現評量（詳 Kaida et al, 2006）中。

一般為 6%；

- 行為表現等同於一名血液酒精濃度 0.034%之成人。

然而，CVR 資料顯示正駕駛員之疲勞程度明顯高於 SAFE 評估結果，其曾提及自己「好累」且曾打呵欠。此外，正駕駛員於航管對話、選擇 VOR 進場航向以及選擇自動飛航控制系統（automatic flight control system, AFCS）模式時，皆曾發生錯誤，需經由副駕駛員協助改正之情形。另班表顯示正駕駛員經常執行單日六趟航班任務，事故前 90 天內已累積 278 小時飛時。

CVR 資料中，無明顯證據顯示副駕駛員有打呵欠、長時間靜默或對話無法持續等疲勞徵狀，副駕駛員之 SAFE 評估結果亦顯示疲勞未影響其行為能力，分析結果如下：

- 警覺度指數 56.9（總分 100）；
- Samn-Perelli 指數 3.2（尚可，精神狀態尚佳）；
- Karolinska 睡眠量表（KSS）顯示副駕駛員之狀態，介於「警覺的（alert）」與「既非昏昏欲睡（sleepy），但也不是警覺的（alert）」之間；
- 視覺警示項目之反應時間，較充分休息時增加 4.9%；
- 複雜任務警示燈號測試項目中，反應時間較充分休息時增加了 27.6%；
- 持續注意力的測驗項目中，反應疏漏之百分比為 14.66%，而充分休息時一般為 6%；
- 行為表現等同於一名血液酒精濃度 0.017%之成人。

## 1.6 航空器資料

### 1.6.1 航空器與發動機基本資料

事故航空器基本資料如表 1.6-1。

表 1.6-1 航空器基本資料

| 航空器基本資料表（統計至民國 103 年 7 月 23 日） |                                      |
|--------------------------------|--------------------------------------|
| 國籍                             | 中華民國                                 |
| 國籍標誌及登記號碼                      | B-22810                              |
| 機型                             | ATR72-212A <sup>19</sup>             |
| 製造廠商                           | ATR-GIE Avions de Transport Régional |
| 出廠序號                           | 0642                                 |
| 出廠日期                           | 民國 89 年 6 月 14 日                     |
| 交機日期                           | 民國 89 年 7 月 6 日                      |
| 所有人                            | 復興航空股份有限公司                           |
| 使用人                            | 復興航空股份有限公司                           |
| 國籍登記證書編號                       | 93-945                               |
| 適航證書編號                         | 102-08-145                           |
| 適航證書生效日期                       | 民國 102 年 8 月 1 日                     |
| 適航證書有效期限                       | 民國 103 年 7 月 31 日                    |
| 總使用時數                          | 27,039 小時 27 分                       |
| 總落地次數                          | 40,387 次                             |
| 上次定檢種類及日期                      | 9C6E 檢查/民國 103 年 5 月 28 日            |
| 上次定檢後使用時數                      | 349 小時 18 分                          |
| 上次定檢後落地次數                      | 522 次                                |

事故航機裝有 2 具普惠加拿大（Pratt & Whitney Canada, P&WC）公司生產之 PW127F/M 型發動機，基本資料詳表 1.6-2。

表 1.6-2 發動機基本資料

| 發動機基本資料表（統計至民國 103 年 7 月 23 日） |                     |                     |
|--------------------------------|---------------------|---------------------|
| 編號/位置                          | No. 1/左             | No. 2/右             |
| 序號                             | AV0051              | EB0069              |
| 製造日期                           | 民國 87 年 4 月 26 日    | 民國 90 年 5 月 6 日     |
| 上次維修廠檢修日期及維修內容                 | 民國 101 年 5 月 23 日修理 | 民國 102 年 1 月 23 日翻修 |
| 裝機日期                           | 民國 101 年 6 月 13 日   | 民國 102 年 2 月 20 日   |
| 裝機後使用時數                        | 4,185 小時 25 分       | 3,076 小時 54 分       |
| 裝機後使用週期                        | 6,388 次             | 4,670 次             |
| 總使用時數                          | 26,657 小時 55 分      | 18,712 小時 27 分      |
| 總使用週期                          | 40,239 次            | 23,015 次            |

<sup>19</sup> ATR72-212A 為該型機設計型號，配備傳統儀表之銷售型號為 ATR72-500，配備新式儀表之銷售型號為 ATR72-600，事故航空器為 ATR72-500 型。

## 1.6.2 維修相關紀錄

事故當日該航班自高雄機場適航簽放時，無依最低裝備需求手冊（minimum equipment list, MEL<sup>20</sup>）之故障或延遲改正事項；查閱該機最近 6 個月之維護工作紀錄簿（technical log book, TLB），顯示無與本次事故相關之系統異常登錄；另查閱該機維修紀錄，顯示該機已完成所有適用之適航指令（airworthiness directives, ADs）及技術通報（service bulletins, SBs）。

## 1.6.3 增強型近地警告系統

增強型地面接近警告系統（enhanced ground proximity warning system, EGPWS<sup>21</sup>）係一種地形警覺與警告系統（terrain awareness and warning system, TAWS），除提供基本地面接近警告系統（ground proximity warning system, GPWS）功能，亦增強地形警戒及顯示功能。EGPWS 接收來自飛機之地理位置、姿態、高度、空速、下滑道偏移量等資訊，經處理後依據系統內部之地形、障礙物及機場資料庫來預測飛航軌跡與地形或障礙物之潛在衝突。若遇衝突，EGPWS 提供視覺與聲音之警示或警告；此外，針對飛機過大下滑道偏移量、襟翼伸展時高度過低或未放起落架，EGPWS 亦能提供警示；當選用不同系統組態，EGPWS 亦能提供航機坡度及高度之自動呼叫。

事故航機裝置美國漢威公司（Honeywell）EGPWS，型號 MARK VIII，件號 965-1216-011，具備 6 種基本警示模式及 2 種加強模式：

### — 基本 GPWS 模式

#### ● 模式 1：下降率過大

---

<sup>20</sup> 最低裝備需求手冊容許航空器在部份裝備失效時，繼續從事單次飛行或連續數次飛航，以飛至能獲得適當修理之地點。對已經核准並有權使用最低裝備需求手冊之使用人，應符合失效裝備之相關程序要求。對未具備最低裝備需求手冊之航空器，在未完成失效裝備的修理或更換，則不准再進行任何飛航任務。

<sup>21</sup> EGPWS 為美國 Honeywell 公司擁有之地形警覺與警告系統（TAWS），TAWS 係描述規範於 ICAO 標準及建議之 GPWS 設備，而此種設備能提供預測之地形危害警告。

- 模式 2：地形接近率過大
- 模式 3：起飛後喪失高度
- 模式 4：不安全之地形間隔
- 模式 5：低於下滑道過多
- 模式 6：高度自動呼叫

— 加強型模式

- 地形地面間距 (Terrain Clearance Floor, TCF)
- 地形警示與顯示 (Terrain Awareness & Display, TAD)

地形地面間距 (TCF) 模式會依據相對跑道的距離，在機場跑道附近產生一地形間隔包絡面，TCF 警示之計算基礎係以飛機之實際位置、最接近跑道中心點位置、雷達高度等，TCF 運作於起飛、巡航、最後進場等階段，並與 EGPWS 基本模式 4 搭配運作，即使飛機選取降落外型，當地形間隔不足時，TCF 仍會提供警示。位於山丘上之跑道，系統亦提供另一種跑道地面間距 (runway field clearance floor, RFCF) 警示，此警示與 TCF 警示相類似，但計算基礎係以飛機與跑道之相對高度。當飛機首次進入 TCF 警示包絡面時，系統會發出「Too Low Terrain」語音訊息，之後每次減少 20%無線電高度時，系統會再次發出訊息。同時間，GPWS 紅色警示會顯示於儀表板，且持續顯示直到飛機離開 TCF 警示包絡面，請參照圖 1.6-1 與圖 1.6-2。

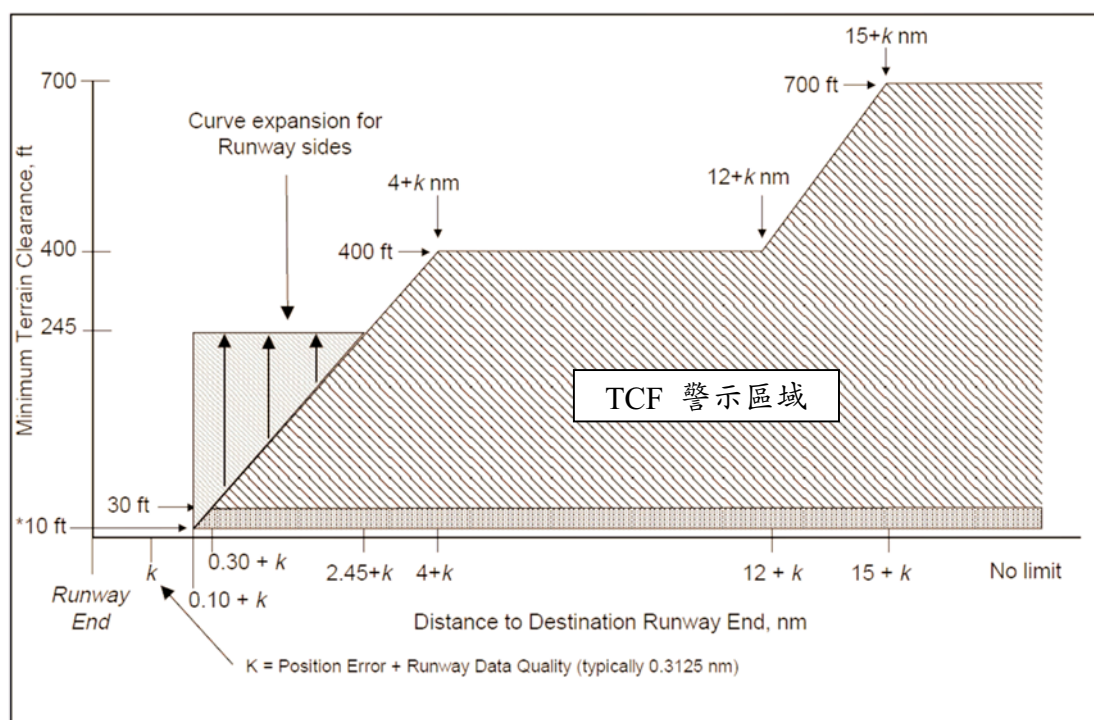


圖 1.6-1 TCF 警示曲線

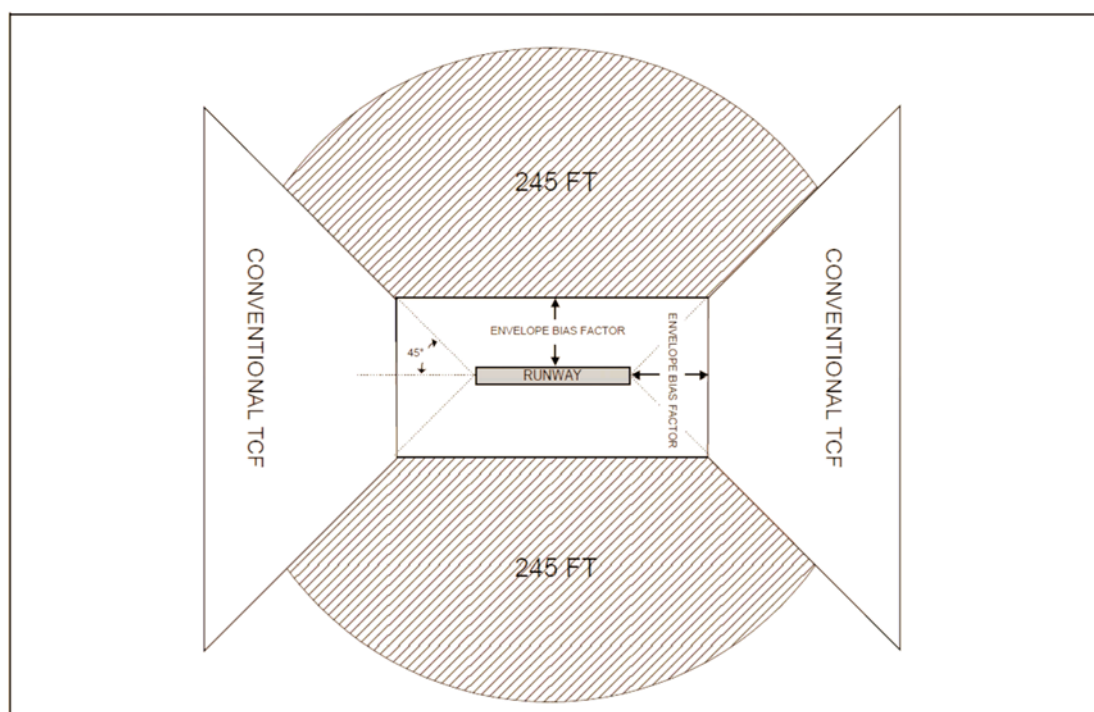


圖 1.6-2 TCF 警示平面圖

EGPWS 系統之地形警覺功能係使用機載全球衛星定位系統（global positioning system, GPS）之地理位置、航機高度及全球地形資料庫等，預測飛航軌跡與地形之潛在衝突。系統提供語音警示及圖像顯示地形衝突，並依據航機速度與飛行角度，計算求得航機前方及下方之警示與警告包絡面。

如航機前方地形穿越警示包絡面範圍，系統將發出「TERRAIN AHEAD. TERRAIN AHEAD」語音訊息，GPWS 紅色警示亦顯示於駕駛艙儀表板，同時，有衝突之地形區域將以黃色區塊呈現於儀表板之地形顯示圖上。如航機前方地形穿越警告包絡面範圍，系統將發出「TERRAIN AHEAD, PULL UP」語音訊息，GPWS 紅色警示亦顯示於駕駛艙儀表板，同時，有衝突之地形區域將以紅色區塊呈現於儀表板之地形顯示圖上。

電子飛行儀表系統（electronic flight instrument system, EFIS）可以顯示地形資料，當呈現地形顯示圖時，氣象雷達顯示圖將被取代，飛航組員亦可隨時於 EFIS 上選用地形顯示圖。EGPWS 系統偵測有威脅的地形時，會自動在 EFIS 畫面呈現前方 10 哩內的地形。飛機前方的地形資料以不同密度之綠色、黃色與紅色圖案繪製，不同密度與顏色代表此地形相對於飛機高度之接近程度，有威脅的地形以黃色與紅色區塊呈現，代表地形警示。

## 1.6.4 自動飛航控制系統

### 1.6.4.1 概述

ATR72 型機裝置之自動飛航控制系統（automatic flight control system, AFCS）如圖 1.6-3 所示，系統包含：

- 自動駕駛功能及/或偏航穩定器
- 飛行指引（flight director）功能
- 高度警示

主要元件包括：

- 一電腦
- 一控制面板
- 一諮詢顯示單元
- 三個伺服致動器（每軸向一個）

ATR 建議有系統地使用自動駕駛/飛行指引以達到：

- 自起飛後初期爬升至最後進場階段，可於任何天氣條件下，增加導引及追蹤之精確性
- 於任何大氣情況下，藉由平順及可重複地改變飛機高度與方向，提供乘客更佳之舒適度
- 降低組員工作負荷與增加安全性



圖 1.6-3 自動飛航控制系統（AFCS）

#### 1.6.4.2 諮詢顯示單元

諮詢顯示單元（advisory display unit, ADU）提供駕駛員提示/警示訊息與模式資訊（如圖 1.6-4）。

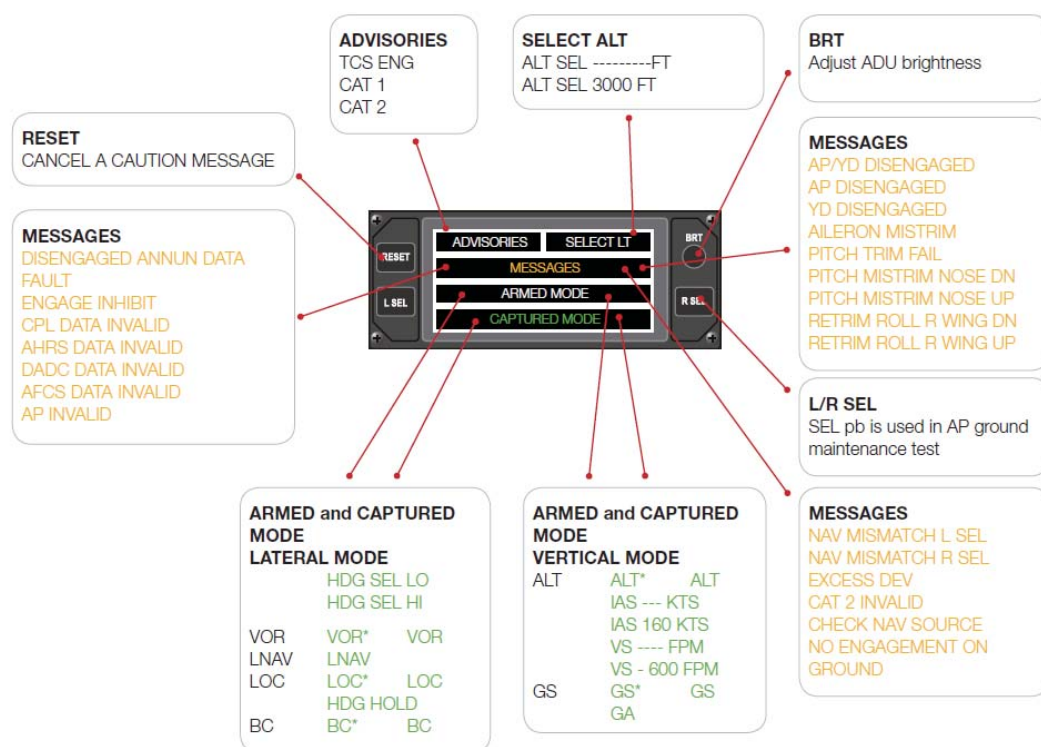


圖 1.6-4 諮詢顯示單元 (ADU)

### 1.6.5 載重與平衡

事故航機實際起飛總重為 46,235 磅，起飛重心位置（center of gravity）位於 29.2%平均空氣動力弦長（mean aerodynamic chord, MAC），介於 19.7%及 37 % MAC 之重心範圍限制間，表 1.6-3 顯示該機載重平衡相關資料。該機飛行期間載重與平衡均符合限制。

表 1.6-3 載重平衡表

|        |           |
|--------|-----------|
| 最大零油重量 | 44,092 磅  |
| 實際零油重量 | 41,294 磅  |
| 最大起飛總重 | 48,501 磅  |
| 實際起飛總重 | 46,235 磅  |
| 起飛油量   | 4,941 磅   |
| 航行耗油量  | 800 磅     |
| 最大落地總重 | 48,171 磅  |
| 落地總重   | 45,435 磅  |
| 起飛重心位置 | 29.2% MAC |

## 1.7 天氣資訊

### 1.7.1 天氣概述

事故當時輕度颱風麥德姆中心位於馬公機場北北西方約 142 哩，暴風半徑 80 哩。馬公機場於 1740 時解除颱風警報，詳圖 1.7-1，空軍馬公基地天氣中心同時發布馬公機場危險天氣預報：

1740 時至 1940 時，能見度 1,200 公尺、雨及靄、裂雲 200 呎、有間歇性雷雨。

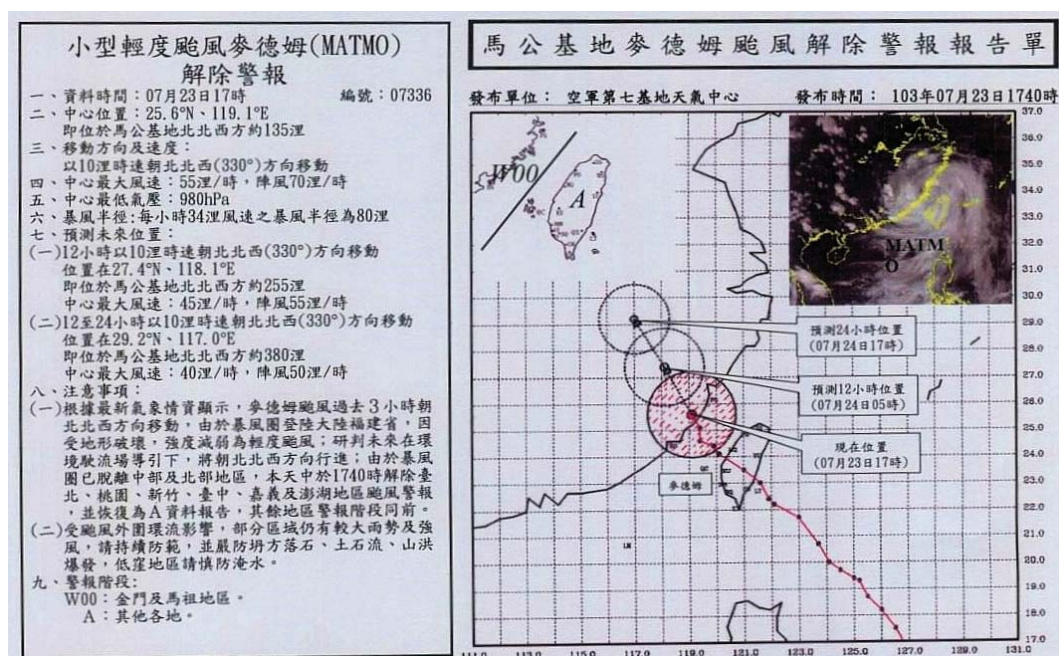


圖 1.7-1 馬公基地麥德姆颱風解除警報報告單

民航局飛航服務總臺臺北航空氣象中心於當日持續發布台北飛航情報區之顯著危害天氣資訊 (significant meteorological information, SIGMET<sup>22</sup>)，事故時有效之 SIGMET 如下：

SIGMET 5：有效時間 1800 時至 2100 時；台北飛航情報區，1700 時熱帶氣旋麥德姆位於北緯 25 度 36 分、東經 119 度 6 分，以每小時 11 哩之速度向西北方

<sup>22</sup> 特定航路上已發生或預計將會發生之天氣現象可能影響航空器操作安全之天氣報告。

移動，強度減弱，距中心 190 哩內有積雨雲，雲頂高度低於 FL420，預報 2300 時熱帶氣旋中心位於北緯 26 度 30 分、東經 118 度 30 分。

### 1.7.2 地面天氣觀測紀錄

馬公機場天氣之測報係由天氣中心負責，事故前後之機場例行天氣報告 (METAR)、機場特別天氣報告 (aerodrome special meteorological report, SPECI) 及當地另加觀測 (aerodrome local meteorological report, LOCAL) 內容如下：

1800 時 METAR：風向 220 度，風速 17 哩/時，陣風 27 哩/時；能見度 800 公尺；大雷雨；疏雲 200 呎，裂雲 600 呎，積雨雲稀雲 1,200 呎，密雲 1,600 呎；溫度 23°C，露點 22°C；高度表撥定值 995 百帕；趨勢預報—無顯著變化；備註—高度表撥定值 29.41 吋汞柱；20 跑道之跑道視程 (Runway Visual Range, RVR)<sup>23</sup>800 公尺，無明顯變化；逐時雨量 13.5 毫米<sup>24</sup>；雷雨當空，滯留。(ATIS L<sup>25</sup>)

1830 時 METAR：風向 200 度，風速 14 哩/時，陣風 24 哩/時；能見度 800 公尺；大雷雨；疏雲 200 呎，裂雲 600 呎，積雨雲稀雲 1,200 呎，密雲 1,600 呎；溫度 22°C，露點 22°C；高度表撥定值 995 百帕；趨勢預報—無顯著變化；備註—高度表撥定值 29.41 吋汞柱；20 跑道之跑道視程 800 公尺；雷雨當空，滯留。(ATIS M)

1840 時 SPECI：風向 190 度，風速 13 哩/時，陣風 24 哩/時；能見度 1,600 公尺；雷雨；疏雲 200 呎，裂雲 600 呎，積雨雲稀雲 1,200 呎，密雲 1,600 呎；溫度 22°C，露點 22°C；高度表撥定值 996 百帕；備註—高度表撥定值 29.42 吋汞柱；最近有大雨；雷雨當空，滯留。(ATIS N)

---

<sup>23</sup> 跑道視程指航空器在跑道中心線位置，駕駛員能看到跑道表面的標示或是跑道燈或中心線燈的距離。當觀測到能見度或跑道視程小於 1,500 公尺時編報。

<sup>24</sup> 馬公機場 METAR 之時雨量紀錄未呈現於民航局飛航服務總臺之飛航訊息處理系統 (ATS message handling system, AMHS)。

<sup>25</sup> 終端資料自動廣播服務 (automatic terminal information service, ATIS) 第 L 號報文包含該項天氣報告的主要內容 (不含備註)，但格式不同。

1900 時 METAR：風向 220 度，風速 11 哩/時，陣風 21 哩/時；能見度 1,600 公尺；雷雨；疏雲 200 呎，裂雲 600 呎，積雨雲稀雲 1,200 呎，密雲 1,600 呎；溫度 23°C，露點 22°C；高度表撥定值 997 百帕；趨勢預報—無顯著變化；備註—高度表撥定值 29.45 吋汞柱；最近有大雨；逐時雨量 7.0 毫米；雷雨當空，滯留。(ATIS O)

1910 時 SPECI：風向 250 度，風速 18 哩/時，陣風 28 哩/時；能見度 800 公尺；大雷雨；疏雲 200 呎，裂雲 600 呎，積雨雲稀雲 1,200 呎，密雲 1,600 呎；溫度 22°C，露點 22°C；高度表撥定值 998 百帕；備註—高度表撥定值 29.48 吋汞柱；20 跑道之跑道視程 800 公尺；雷雨當空，滯留。(ATIS P)

1918 時 LOCAL<sup>26</sup>：風向 230 度，風速 23 哩/時，陣風 33 哩/時；能見度 800 公尺；大雷雨；疏雲 200 呎，裂雲 600 呎，積雨雲稀雲 1,200 呎，密雲 1,600 呎；溫度 24°C，露點 23°C；高度表撥定值 998 百帕；備註—高度表撥定值 29.48 吋汞柱；20 跑道之跑道視程 800 公尺，無明顯變化；雷雨當空，滯留。(ATIS Q)

1930 時 METAR：風向 230 度，風速 19 哩/時，陣風 29 哩/時；能見度 800 公尺；大雷雨；疏雲 200 呎，裂雲 600 呎，積雨雲稀雲 1,200 呎，密雲 1,600 呎；溫度 24°C，露點 23°C；高度表撥定值 998 百帕；趨勢預報—無顯著變化；備註—高度表撥定值 29.48 吋汞柱；20 跑道之跑道視程 800 公尺，無明顯變化；雷雨當空，滯留。(ATIS R)

2000 時 METAR：風向 210 度，風速 13 哩/時，陣風 23 哩/時；能見度 800 公尺；大雷雨；疏雲 200 呎，裂雲 600 呎，積雨雲稀雲 1,200 呎，密雲 1,600 呎；溫度 24°C，露點 23°C；高度表撥定值 998 百帕；趨勢預報—無顯著變化；備註—高度表撥定值 29.46 吋汞柱；20 跑道之跑道視程 800 公尺；逐時雨量 26.0 毫米；雷雨當空，滯留。(ATIS S)

---

<sup>26</sup> 此筆天氣觀測紀錄為天氣中心接獲事故通報後之另加天氣觀測。

### 1.7.3 自動氣象觀測系統

馬公機場更新之自動氣象觀測系統<sup>27</sup> (automated weather observation systems, AWOS) 於民國 100 年 6 月啓用，設置於跑道兩端及中段附近，提供天氣中心及塔臺即時之天氣資訊顯示，詳圖 1.7-2。馬公機場 AWOS 及中央氣象局（以下簡稱氣象局）澎湖氣象站設置地點如圖 1.7-3，1800 時至 2000 時之相關天氣參數如圖 1.7-4 至圖 1.7-5 所示。

跑道北端之 AWOS N 位於事故地點南南西方約 0.5 浬，1837 時至 1847 時風向逐漸由西南風轉為西風，1932 時再轉回西南風；1 分鐘平均風速由 1858 時之 9 浬/時，增強至 1913 時之 31 浬/時，最大陣風發生於 1911 時，風速為 36 浬/時。1900 時降雨增強，伴隨跑道視程由 1859 時大於 2,000 公尺，降低至 1901 時至 1931 時之 500-900 公尺，1947 時回復至大於 2,000 公尺。



圖 1.7-2 天氣中心及塔臺 AWOS 螢幕顯示

<sup>27</sup> 自動氣象觀測系統持續測量氣象資訊，包含風向/速、能見度、跑道視程、降水、雲量、溫度、露點、高度表撥定值，以及閃電。舊系統未配備跑道視程儀。



圖 1.7-3 AWOS 設置地點

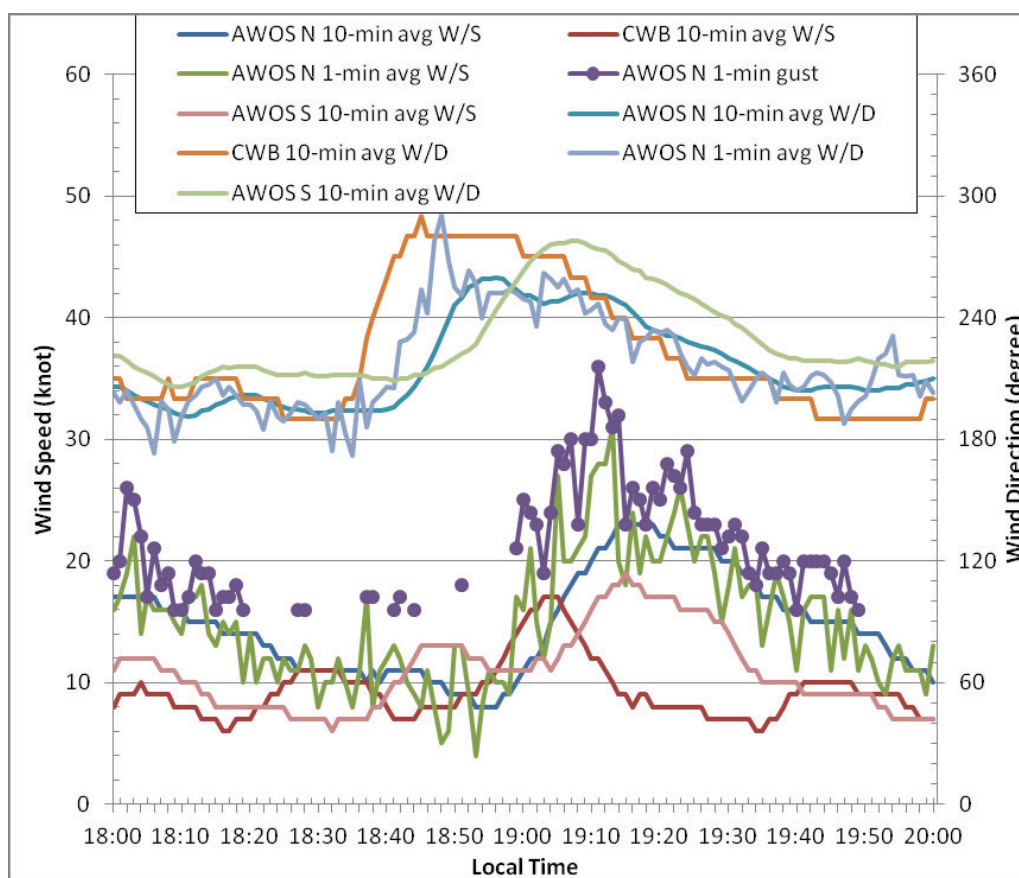


圖 1.7-4 AWOS 風向/速

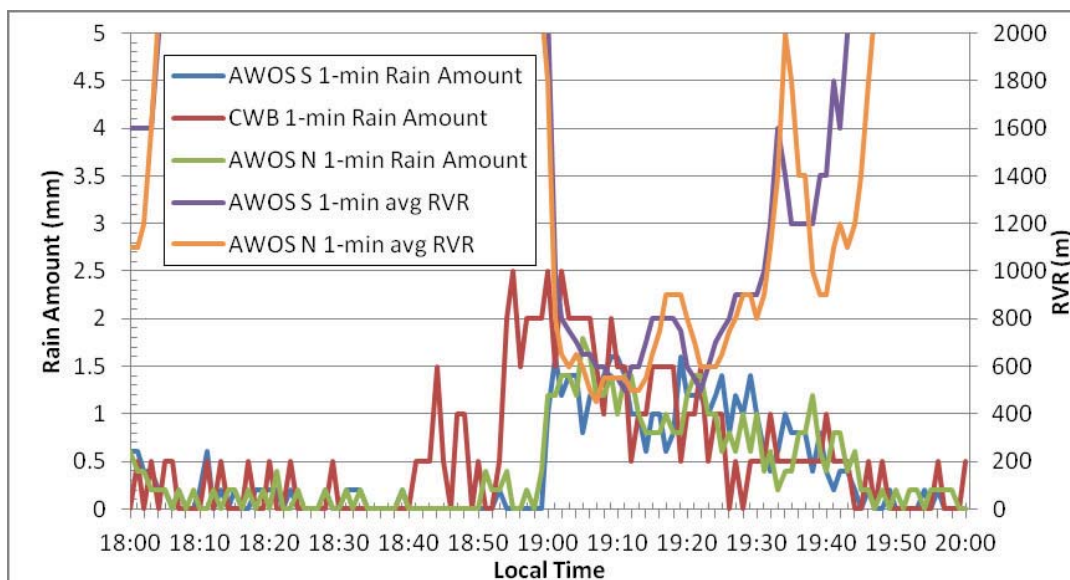


圖 1.7-5 AWOS 降雨量及跑道視程

#### 1.7.4 天氣資訊彙整

天氣中心、AWOS 及航管單位提供之能見度、跑道視程與其他天氣資訊彙整如表 1.7-1 所示。

表 1.7-1 天氣資訊彙整

| 時間   | 來源                     | 內容                                   | GE222 獲得 |
|------|------------------------|--------------------------------------|----------|
| 1700 | METAR                  | 能見度 2,400 公尺、雷雨、雲幕高 600 呎 (ATIS I)   | 否        |
| 1700 | AWOS RVR <sup>28</sup> | 大於 2,000 公尺                          | 否        |
| 1728 | 高雄塔臺                   | 馬公機場雷雨當空                             | 是        |
| 1730 | METAR                  | 能見度 2,400 公尺、雷雨、雲幕高 600 呎 (ATIS J)   | 否        |
| 1730 | AWOS RVR               | 大於 2,000 公尺                          | 否        |
| 1740 | AWOS RVR               | 1731 時至 1740 時由大於 2,000 公尺至 500 公尺   | 否        |
| 1742 | 高雄塔臺                   | 馬公機場低於落地標準                           | 是        |
| 1751 | GE222 座艙語音紀錄器          | 馬公機場 ATIS K 能見度 800 公尺、大雷雨、雲幕高 600 呎 | 是        |
| 1756 | 高雄近場臺                  | 馬公機場低於落地標準。廣播馬公機場危險天氣預報              | 是        |

<sup>28</sup> 關於跑道視程，塔臺提供航空器 1 分鐘平均值，機場例行/特別天氣報告則提供 10 分鐘平均值。AWOS 只儲存 1 分鐘平均值。

| 時間   | 來源            | 內容                                                                                 | GE222<br>獲得 |
|------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1800 | AWOS RVR      | 1751 時至 1800 時約 900 公尺至 1,400 公尺                                                   | 否           |
| 1801 | GE222 座艙語音紀錄器 | 馬公機場 ATIS L 能見度 800 公尺、大雷雨、雲幕高 600 呎                                               | 是           |
| 1821 | 高雄近場臺         | 廣播馬公機場雷雨將持續約 1 小時                                                                  | 是           |
| 1827 | 高雄近場臺         | 廣播馬公機場 02 跑道即時風向 210 度，風速 5 哩/時，最大風速 11 哩/時； 20 跑道即時風向 190 度，風速 11 哩/時，最大風速 15 哩/時 | 是           |
| 1830 | AWOS RVR      | 大於 2,000 公尺                                                                        | 否           |
| 1836 | 高雄近場臺         | 馬公機場 ATIS M 能見度 800 公尺、大雷雨、雲幕高 600 呎                                               | 是           |
| 1840 | AWOS RVR      | 大於 2,000 公尺                                                                        | 否           |
| 1841 | 馬公塔臺          | 告知高雄近場臺能見度 1,600 公尺                                                                | 否           |
| 1842 | 高雄近場臺         | 馬公機場能見度 1,600 公尺、雷雨當空                                                              | 是           |
| 1845 | 高雄近場臺         | 馬公機場 ATIS N 能見度 1,600 公尺、雷雨、雲幕高 600 呎                                              | 是           |
| 1859 | AWOS RVR      | 大於 2,000 公尺                                                                        | 否           |
| 1900 | METAR         | 能見度 1,600 公尺、雷雨、雲幕高 600 呎 (ATIS O)                                                 | 否           |
| 1900 | AWOS RVR      | 1,800 公尺                                                                           | 否           |
| 1901 | AWOS RVR      | 800 公尺                                                                             | 否           |
| 1901 | 馬公塔臺          | QNH (在地面上獲得標高指示之高度表撥定值) 為 997                                                      | 是           |
| 1902 | AWOS RVR      | 650 公尺                                                                             | 否           |
| 1903 | AWOS RVR      | 600 公尺                                                                             | 否           |
| 1903 | 馬公塔臺          | 風向 250 度，風速 19 哩/時                                                                 | 是           |
| 1904 | AWOS RVR      | 650 公尺                                                                             | 否           |
| 1905 | AWOS RVR      | 600 公尺                                                                             | 否           |
| 1906 | AWOS RVR      | 500 公尺                                                                             | 否           |
| 1910 | SPECI         | 能見度 800 公尺、大雷雨、20 跑道跑道視程 800 公尺、雲幕高 600 呎 (ATIS P)                                 | 否           |

### 1.7.5 探空資料

事故當日馬公機場 2000 時之例行探空觀測作業係於 1835 時進行，以觀測資料繪製而成之斜溫圖<sup>29</sup>詳圖 1.7-6 所示，地面至 9,000 呎高度之風向風速詳圖 1.7-7

<sup>29</sup> 斜溫圖 (Skew-T log P diagram) 係利用溫度和壓力對數為坐標，顯示風向風速、溫度、露點，以及用於定義大氣垂直結構各項指標的標準氣象圖。

所示，近地面為西南風，風速約 16 哩/時，隨高度轉為南南西風，再轉回西南風，2,000 呎高度風速約增加至 50 哩/時，2,000 呎至 9,000 呎高度為西南風，風速約 45 至 50 哩/時。

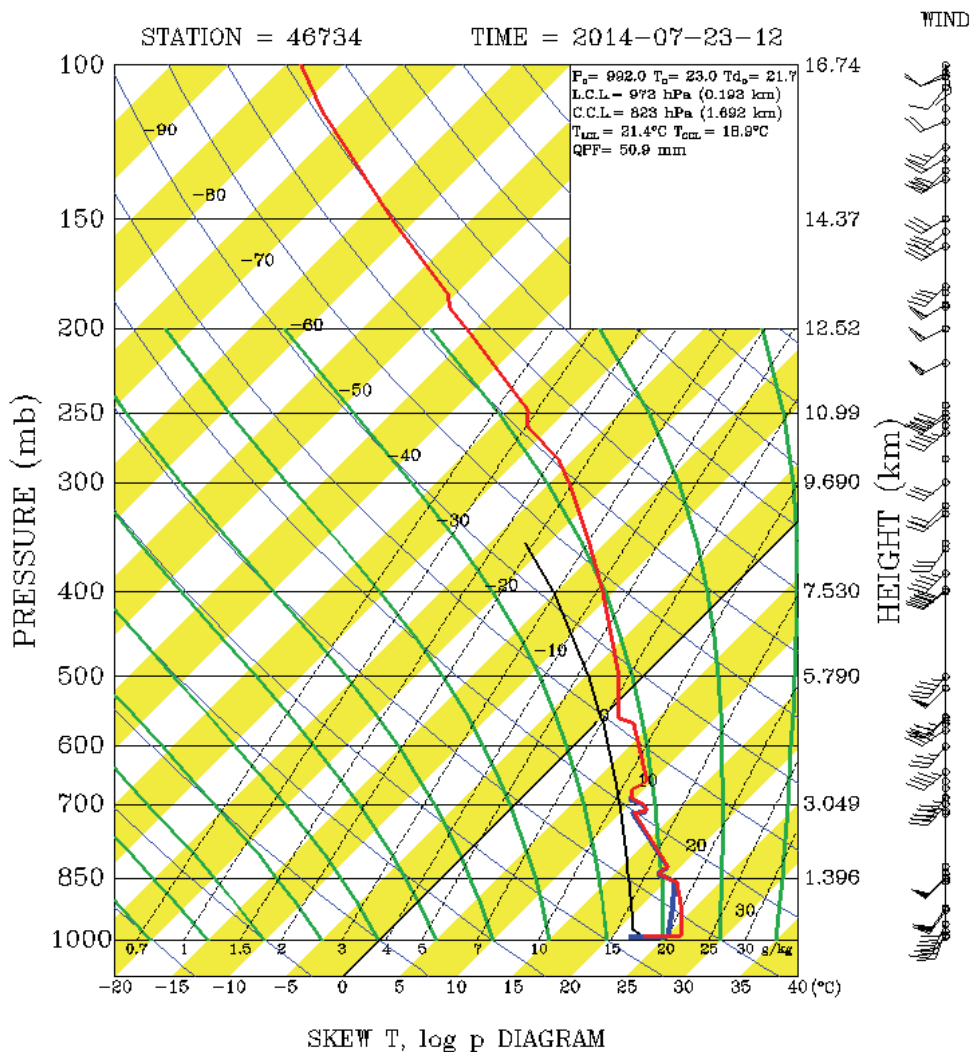


圖 1.7-6 以馬公機場探空資料繪製之斜溫圖

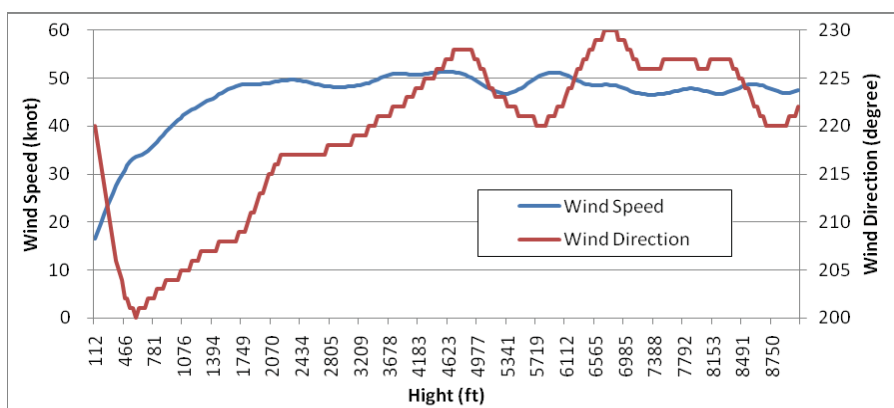


圖 1.7-7 地面至 9,000 呎高度之風向風速圖

### 1.7.6 衛星資料

1857 時日本氣象廳之 MTSAT 衛星紅外線衛星雲圖<sup>30</sup>詳圖 1.7-8 所示，對照探空資料，澎湖上空之雲頂高度約為 53,000 呎。

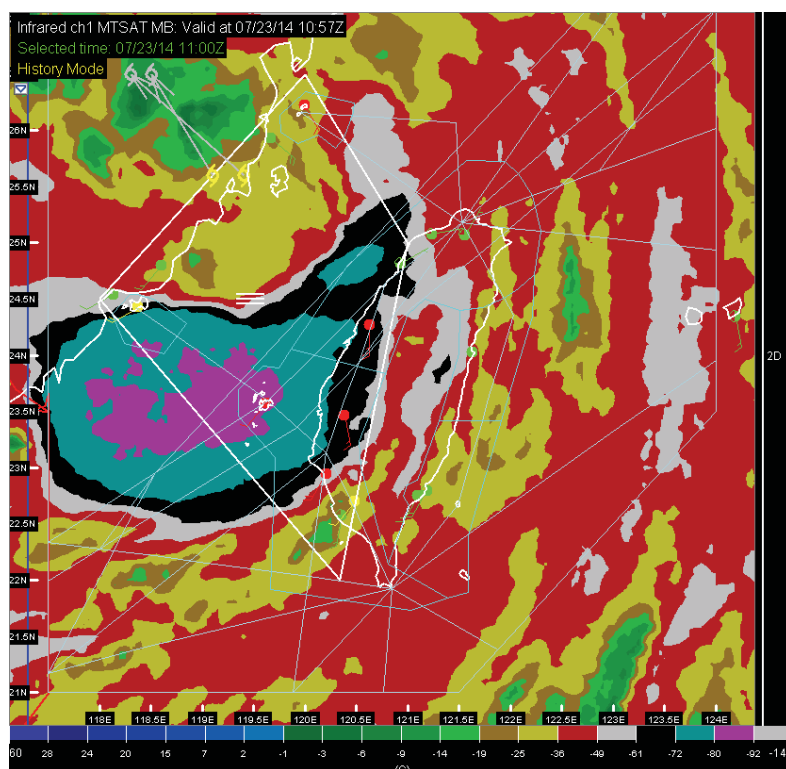


圖 1.7-8 1857 時紅外線衛星雲圖

<sup>30</sup> 頻道 1，波長 10.3-11.3 微米，提供雲頂溫度資訊。

### 1.7.7 氣象雷達資料

氣象局有 4 座 S 波段，波長 10 公分之都卜勒氣象雷達，各雷達完成所有仰角之掃描需時 6 至 7.5 分鐘。1900 時雷達合成圖及 1830 時至 1912 時澎湖地區截圖詳圖 1.7-9 所示，標示之時間係雷達開始掃描觀測之時間，合成圖顯示較強回波於 1900 時至 1912 時約以西南至東北方向移動至馬公機場。

氣象局七股雷達位於事故地點東南方約 35 哩，每 7.5 分鐘進行一次完整掃描，0.5 度仰角掃描涵蓋高度於事故地點上空約為 1,100 呎至 4,700 呎，圖 1.7-10 為 1823:10 時至 1915:40 時之七股雷達 0.5 度仰角回波圖。

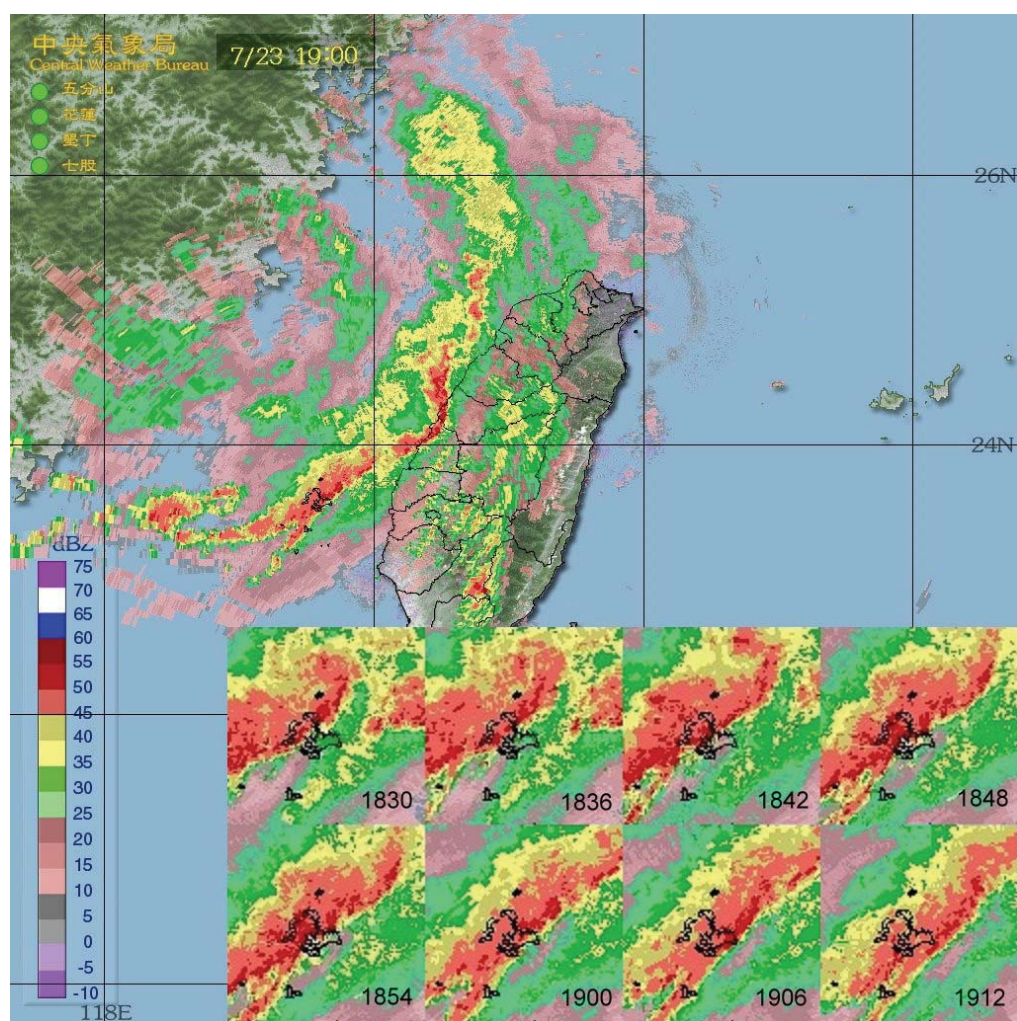


圖 1.7-9 中央氣象局氣象雷達合成圖

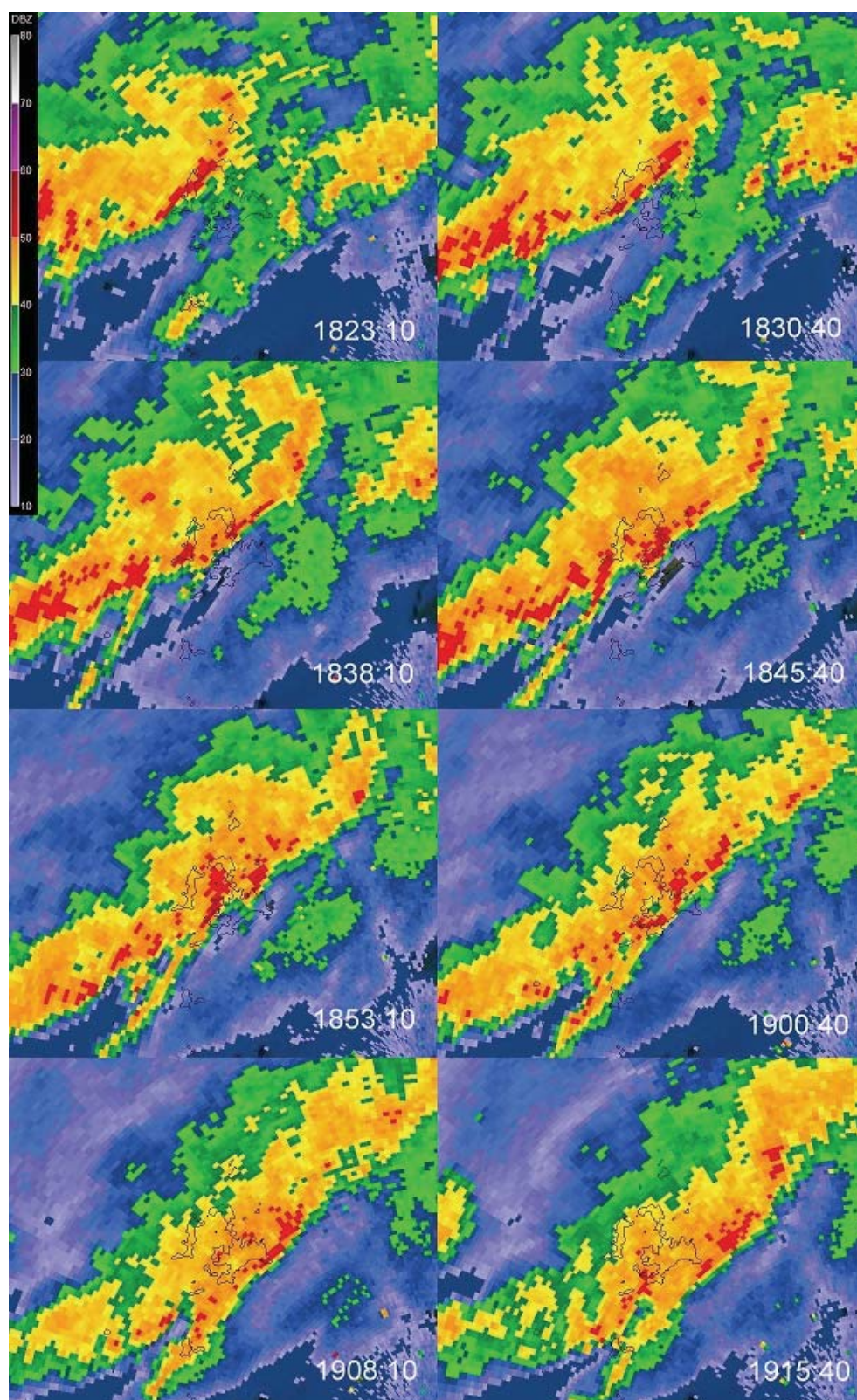


圖 1.7-10 七股雷達事故前後回波圖

### 1.7.8 顯著天氣圖

有效時間 7 月 23 日 2000 時之顯著天氣圖 (SIGWX chart) 顯示，澎湖地區有頻密積雨雲，雲底高度 1,500 呎，雲頂高度超過 45,000 呎，如圖 1.7-11 所示。

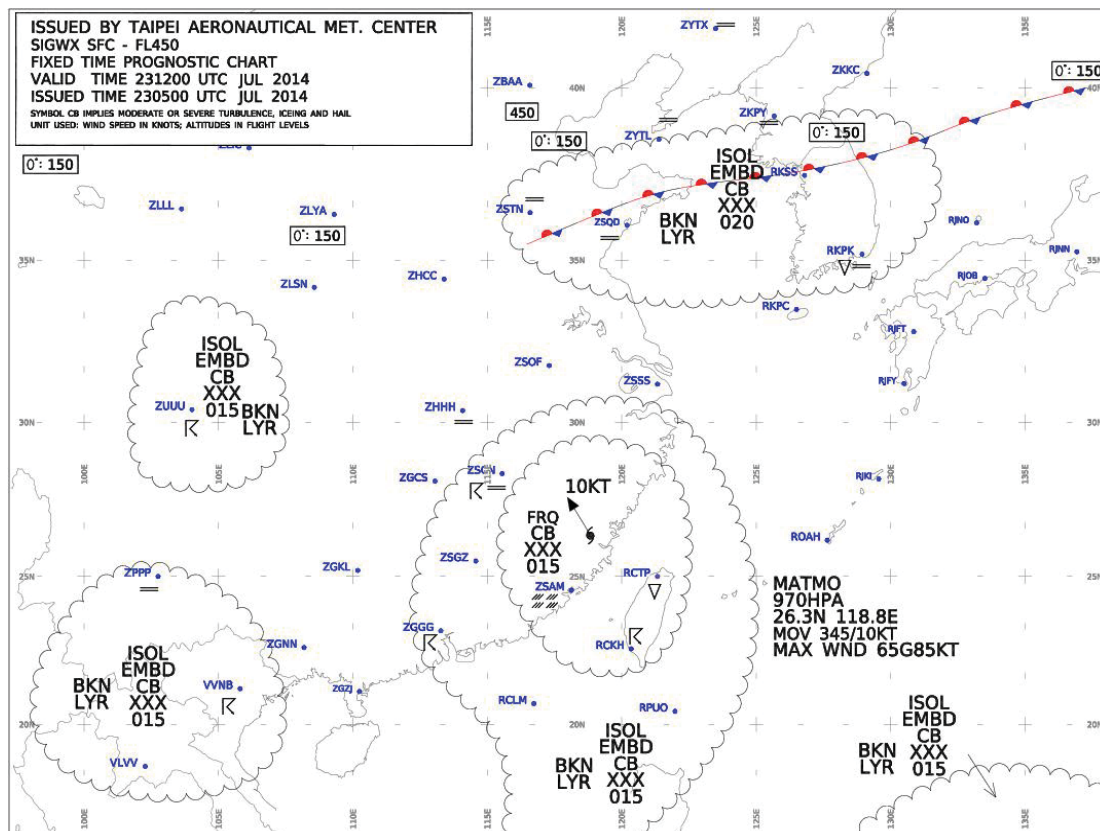


圖 1.7-11 顯著天氣圖

## 1.8 助、導航設施

依據我國民航局飛航情報指南，馬公機場裝設數種無線電導航及儀器進場降落助航設施：

20 跑道具備 VOR、歸航台（non-directional beacon, NDB）及區域導航（area navigation, RNAV）之全球衛星導航系統（global navigation satellite system, GNSS）。

02 跑道具備儀器降落系統 (instrument landing system, ILS) / 左右定位儀

(localizer, LOC)、VOR、NDB 及 RNAV。

馬公機場 VOR 進場之能見度要求標準為 1,600 公尺，02 跑道 ILS 進場之能見度要求標準為 800 公尺。

### 1.8.1 VOR/DME

VOR 為使用極高頻波段之航空器導航及非精確進場助航設施。VOR 發射包含訊號及資料之極高頻無線電波，由航空器機載接收裝置推估航空器相對地面 VOR 電台之磁方位。如同自行車輪之鋼線，想像由信標向外有無限多方位之幅射線，實務上係將方位分為 360 度，每一方位角間格一度，此等 360 度方位角即為幅向 (radials)，亦即由 VOR 指向外之磁方位角。VOR 之功能係讓駕駛員選擇、辨識及確定航機位置與特定 VOR 信標間之連線。

馬公 VOR 原為傳統型 (conventional VOR, CVOR)，於 102 年 6 月 1 日更新為都卜勒型 (Doppler VOR, DVOR)。DVOR 較傳統 CVOR 更具抗多路徑干擾能力。馬公 VOR 為義大利 SELEX 所生產之 DVOR 1150A，具有雙發射機、雙監視器及雙電源之設計，以確保 VOR 信號之完整性與連續性。馬公 VOR 作業頻率為 115.2MHz，代碼為 MKG，兼具 A1 與 W6 航路<sup>31</sup>及馬公機場 02/20 跑道終端進場軌跡引導使用。

馬公測距儀 (distance measuring equipment, DME) 係以答詢機 (transponder) 為主之無線電助導航設施，陸基 (land-based) 答詢機依超高頻 (ultra high frequency, UHF) 無線電訊號傳輸時間差，推算出航機所在之斜距距離。

馬公 DME 配合 VOR 更新，亦於民國 102 年 6 月 1 日更新使用至今，為義大利 SELEX 所生產之 DME 1119A 型，具有雙發射機、雙監視器及雙電源之設計，

---

<sup>31</sup> 航路是空中交通服務單位設計為引導空中交通流所規範的特定路徑。在 GPS, RNAV, 性能導航 (performance based navigation, PBN) 的開發和實施，並提升現代航機的導航功能以前，傳統的航路設計特性係要求透過陸基的無線電助導航設施進行航機位置的追蹤。

與 DVOR 同址，供航路導航及儀器進場使用，頻率及代碼與 DVOR 相同。

馬公 VOR 自動監視紀錄顯示，事故當日系統全功能正常運作。此外，事故前最近一次飛測於民國 103 年 5 月 6 日執行，飛測結果各項參數均符合標準容差範圍，屬「無使用限制」。該設備於 102 年 6 月 1 日啓用至本事故發生前，均無任何駕駛員報告系統故障之紀錄。

## 1.9 通信

高雄機場管制臺、高雄近場管制塔臺及馬公機場管制臺分別以 121.9/118.7、124.7/128.1 及 118.3MHz 頻率與該機進行無線電通訊。

馬公機場管制臺、高雄近場管制塔臺、馬公機場航務組、馬公天氣中心/守視室與馬公基地飛管中隊之平面通訊錄音抄件摘錄於附錄一。

## 1.10 場站資料

### 1.10.1 空側基本資料

馬公機場<sup>32</sup>位於澎湖馬公市東北方 10.2 公里處，具一實體 02/20 跑道，方位指向北北東及南南西，02 跑道磁方位為 21.67°，跑道宣告長度 3,000 公尺，寬 45 公尺，跑道頭標高 103 呎，清除區長 300 公尺，寬 60 公尺，無緩衝區。20 跑道磁方位為 201.67°，跑道頭標高 46 呎，清除區長 285 公尺，寬 75 公尺，無緩衝區，如圖 1.10-1。

<sup>32</sup> 臺北飛航情報區飛航指南，生效日期 2014 年 7 月 10 日。國際民航組織之機場代碼為 RCQC。

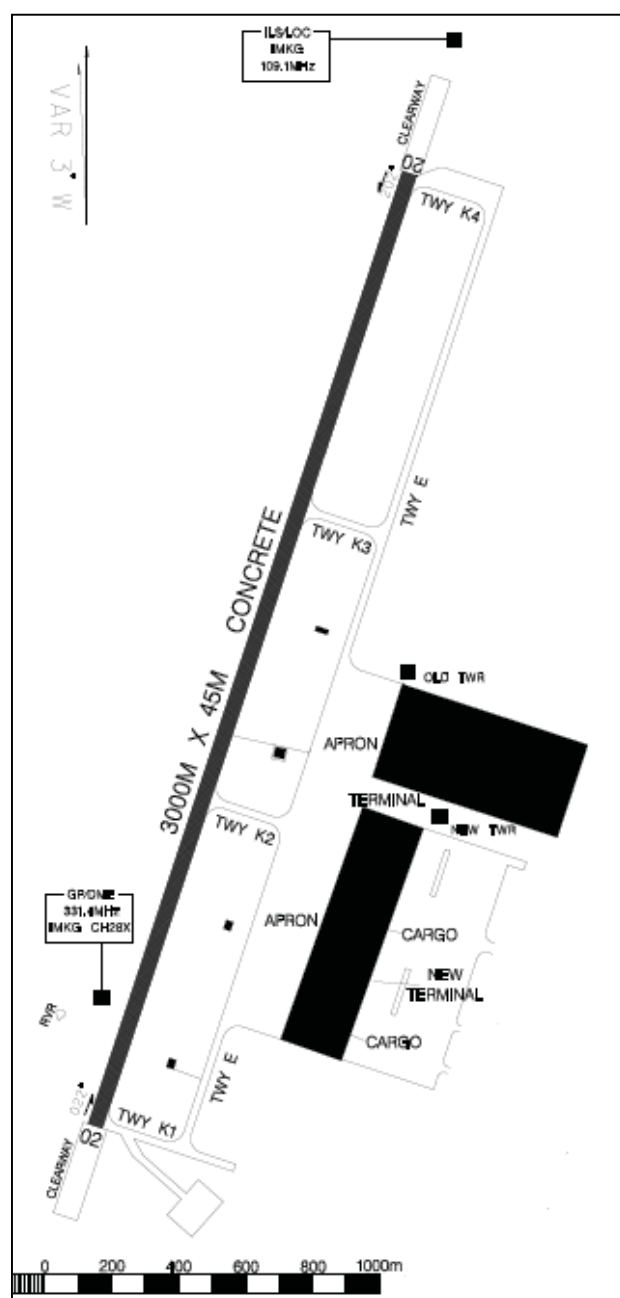


圖 1.10-1 馬公機場圖

### 1.10.2 進場及跑道燈光系統

馬公機場進場及跑道燈光系統配置如圖 1.10-2 所示。

RCQC 機場 2.14 進場及跑道燈光設備

| 跑道名稱 | 進場燈<br>型式長度<br>亮度              | 跑道頭燈<br>顏色有無<br>翼排燈 | 目視進場滑降<br>指示燈<br>(最低眼高)             | 著陸區燈<br>長度 | 跑道中心<br>線燈<br>總長度、<br>間距<br>顏色、長<br>度 | 跑道邊燈<br>總長度、間距<br>顏色、長度     | 跑道<br>末端燈<br>顏色、<br>有無翼排燈 | 緩衝區<br>燈光<br>長度、<br>顏色 |
|------|--------------------------------|---------------------|-------------------------------------|------------|---------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------|
| 1    | 2                              | 3                   | 4                                   | 5          | 6                                     | 7                           | 8                         | 9                      |
| 02   | MALSR<br>(備註 1)<br>720M<br>LIM | Green,<br>WBAR      | PAPI<br>(備註 2)<br>Left/3°<br>(56FT) | NIL        | NIL                                   | 3000M, 60M<br>White, Yellow | Red,<br>No WBAR           | NIL                    |
| 20   | REIL<br>White<br>Uni-dir       | Green,<br>WBAR      | PAPI<br>(備註 3)<br>Left/3°<br>(60FT) | NIL        | NIL                                   | 3000M, 60M<br>White, Yellow | Red,<br>No WBAR           | NIL                    |

圖 1.10-2 馬公機場進場及跑道燈光設備圖

20 跑道未配置進場燈光系統。國際民航公約第 14 號附約及我國民航局之民用機場設計暨運作規範均述及：如實際可行，供夜間使用之非精確進場跑道應設置簡式進場燈光系統。簡式進場燈系統應由一行沿跑道中心線延長線裝設並儘可能延伸至距跑道頭不小於 420 公尺處之燈具組成。

在機場界圍內，經量測由 20 跑道中心線向外延伸，有一 500 公尺長土地可供裝設進場燈光系統，如圖 1.10-3 所示。



圖 1.10-3 由 20 跑道頭向外延伸可利用土地之距離量測(影像摘自 Google Earth)

### 1.10.3 跑道燈光系統

02/20 跑道端均裝設各 6 盞雙向跑道頭/末端燈<sup>33</sup>，朝向進場方向顯示綠光，朝向離場方向顯示紅光。另有 10 盞單向跑道頭燈，朝向進場方向顯示綠光。跑道邊緣外兩側各裝設有左右 2 組綠色翼排燈，位於跑道頭對稱分布於跑道中心線，每組翼排燈由五盞燈組成，延伸至垂直於跑道邊緣燈線外 10 公尺處，最內側一盞翼排燈位於跑道邊緣燈線上。

02 跑道西側距跑道頭 400 公尺處裝設精確進場滑降指示燈<sup>34</sup>（precision approach path indicator, PAPI）。20 跑道西側距跑道頭 320 公尺處亦裝設 PAPI。

02/20 跑道兩側每 60 公尺裝設有白光/黃光跑道邊燈。

20 跑道頭 2 側各裝設有 1 盞跑道頭識別燈，跑道頭識別燈光可提供快速及正確辨識跑道端之功能<sup>35</sup>，由同步閃爍之單向性或全向性燈光組成，燈具朝向進場方向。跑道頭識別燈光系統主要效用係提供辨識機場週遭燈光較強易造成混淆之跑道、辨識與週遭地形缺乏明顯對比之跑道，及辨識在低能見度環境條件下之跑道。跑道頭識別燈光系統提供 3 段以上光強度設定，駕駛員可於白天 3 哩或夜間 20 哩遠之距離視及。



圖 1.10-4 02/20 跑道頭燈/末端燈、翼排燈及跑道頭識別燈設置圖

<sup>33</sup> 依馬公機場跑道暨滑行道道面設施整建暨改善工程竣工圖。

<sup>34</sup> 精確進場滑降指示燈（PAPI）是一種目視助航設施，幫助飛行員攔截並維持指定下滑道（通常為 3°）的一種系統。PAPI 通常設置於跑道著陸點旁邊，依航機進場時的角度決定駕駛員可見到紅燈或白燈的比例。當航機位置高於指定下滑角區域，駕駛員看到白燈的比例高於紅燈，當低於下滑角時，駕駛員看到紅燈的比例多於白燈，當位於最佳的下滑角時，白燈及紅燈的比例將始終保持相等。

<sup>35</sup> 美國聯邦航空總署

[https://www.faa.gov/about/office\\_org/headquarters\\_offices/ato/service\\_units/techops/navservices/lsg/reil/](https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techops/navservices/lsg/reil/)

#### 1.10.4 機場監視器錄影資訊

馬公機場監視器提供跑道燈光系統、機場內能見度及機場消防隊緊急應變作業等資訊。

調查小組取得馬公機場監視器 7 號及 9 號鏡頭錄影資料，監視器位置及視角顯示如圖 1.10-5，檢視期間為事故當日 1830 至 1930 時，相關錄影擷取影像詳附錄二，影像資訊整理如表 1.10-1 所示。

表 1.10-1 機場監視器影像資訊整理表

| 時間        | 觀察資訊                                |
|-----------|-------------------------------------|
| 1830-1858 | 有雨、能視及跑道邊燈及塔台                       |
| 1858-1903 | 暴雨突然加劇伴隨著連續閃電；<br>無法視及跑道邊燈          |
| 1903-1910 | 能見度極差，無法辨識鏡頭內任何物體                   |
| 1913-1930 | 機場消防隊出動，搜尋事故機；<br>暴雨狀況改善，部分跑道邊燈可以視及 |



圖 1.10-5 馬公機場監視器 7 號及 9 號鏡頭位置及視角圖

## 1.11 飛航紀錄器

事故當晚，搜救人員於馬公西溪村事故機主殘骸中尋獲該機 CVR 與 FDR，並交由馬公機場航務組值日官保管。本會調查人員於隔日將兩具飛航紀錄器攜回進行拆解與解讀。

### 1.11.1 座艙語音紀錄器

該裝置為固態式 (solid-state) 座艙語音紀錄器，製造商為 L-3 Communications 公司，件號及序號分別為 A200S 及 00452。該具 CVR 具備之記錄能力為 2 軌標準品質錄音 2 小時及 4 軌高品質錄音 30 分鐘。

#### CVR 受損情況及拆解

經檢視 CVR，發現其外表因航機撞擊而變形與毀損，但無火燒或穿刺痕跡。本會依據受損飛航紀錄器處理程序，清理附著粉塵及汙水，移除紀錄器不銹鋼外層，將內部之撞毀殘存記憶體單元 (crash survivable memory unit, CSMU) 取出經清潔、乾燥處理後，發現 CSMU 完好無損，詳圖 1.11-1。

#### CVR 下載與解讀

依據 L-3 A200S 事故調查員工具 (accident investigator's kit, AIK) 執行 CSMU 之原始資料下載。



圖 1.11-1 (a)損壞 CVR 外觀與拆解作業 (b)依據 A200S AIK 進行資料下載

CVR 下載作業完成後，本會調查人員發現該紀錄器疑似因航機撞擊之原因，造成所記錄之前端 25 分 57 秒標準品質錄音與最後 4 分鐘高品質錄音分別遭到錯置於音軌最末端與最前端，經處理後聲音恢復正常狀態。然而，所有音軌錄音品質均屬良好或優良。

該具 CVR 所記錄之語音資料自 1739:09.5 時開始，持續至 1906:18.9 時停止，包含事故航班自後推起至最後進場。調查小組製作之事故航班 CVR 完整抄件如附錄三。

### 紀錄器時間同步與校正

本事故之飛航資料時間同步係根據 CVR 發話時間與 FDR 記錄之無線電按鍵（VHF key）參數，先進行 CVR 與 FDR 時間同步，再比對高雄近場臺提供之錄音抄件內容，將紀錄器時間與 ATC（air traffic control）時間同步。本事故中整個航管設備及監視雷達之時間系統為 GPS 時間，係由中華電信研究所之國家時間與

頻率標準實驗室<sup>36</sup>所提供服務。兩具紀錄器時間與高雄近場臺時間之關係為：

FDR UTC+ 28.0 秒= ATC UTC

CVR UTC+ 28.2 秒= ATC UTC

### 1.11.2 飛航資料紀錄器

事故航機裝置固態式 FDR，製造商為 L-3 Communications 公司，件號及序號分別為 S800-3000-00 及 00381。

該具 FDR 之拆解與解讀，係使用本會實驗室之標準硬體與軟體，包括：L-3 F1000 事故調查員工具（AIK）、原始資料下載軟體（Read-Out Support Equipment, ROSE）及資料分析軟體（Insight Analysis）。FDR 解讀資料庫係使用 ATR 航空器製造商提供之服務通告 ATR72-31-6010 文件第十版。

FDR 資料記錄長度為 35 小時 41 分 7 秒，最後 1 小時 27 分 10 秒之資料屬本事故航班之紀錄。紀錄器持續記錄至 1906:18.9 時停止。

#### FDR 受損情況及拆解

經檢視 FDR 外表無受熱或火燒證據，其外殼因航機撞擊而毀損，且其內兩根支撐單元斷裂。移除紀錄器不銹鋼外層後，清理附著粉塵及汙水，將內部之撞毀殘存記憶體單元（CSMU）取出經清潔、乾燥處理後，發現 CSMU 完好無損，詳圖 1.11-2。

---

<sup>36</sup> 網址為 <http://www.stdtime.gov.tw/chinese/home.aspx>。



圖 1.11-2 損壞 FDR 外觀、拆解作業與資料下載

### FDR 下載、解讀與資料繪圖

FDR 原始資料經 L-3 ROSE 軟體下載後，按 F1000 AIK 程序將原始資料格式轉換為二進制封包格式 (un-pack binary)，傳輸匯入 Insight Analysis 軟體進行解讀與分析。

事故航班完整飛航資料繪圖詳 1.11-3 所示，圖中描繪參數包括：主警告狀態、起落架空/地狀態、氣壓設定、VHF 無線電按鍵狀態、垂向加速度、兩具發動機 NP 轉速、兩具發動機油門桿位置、指示空速、GPS 地速、標準氣壓高度，及修正後氣壓高度<sup>37</sup>，以「PALT (QNH 997)」表示。

圖 1.11-4 繪製無線電高度 1,000 呎以下、事故航班最後進場期間之相關參數

<sup>37</sup> 氣壓高度修正：FDR 記錄之氣壓高度為標準氣壓高度，係由航機之靜壓管所測得。事故航班之氣壓設定屬變動狀態，介於 1,000 至 996 毫巴 (mb)，根據高雄近場臺及馬公塔臺所提供之資料，從 1902:43 時至紀錄器停止期間，馬公塔臺之修正海平面氣壓 (QNH) 為 997 毫巴。

變化，圖中參數包括：自動駕駛狀態、偏航穩定器<sup>38</sup>狀態、VOR 導航狀態、俯仰角、滾轉角、攻角、風向、風速、選擇高度、指示空速、地速、無線電高度及氣壓高度。

圖 1.11-5 顯示事故航班最後 30 秒與發動機有關之參數，包括：垂向加速度、縱向加速度、橫向加速度、磁航向、兩具發動機 NP 轉速、兩具發動機扭力、兩具發動機油門桿位置、無線電高度及氣壓高度。

事故航班修正後氣壓高度 2,000 呎以下至撞擊樹林前，平均風速為 41 浬/時  $\pm$  10.6 浬/時，平均風向為 242 度  $\pm$  38 度。此外，此期間之平均垂向加速度為 1.025  $\pm$  0.0086 g's。亂流強度可使用渦流消散率（eddy dissipation rate, EDR）求得，其所需參數為垂向加速度及真空速<sup>39</sup>。

---

<sup>38</sup> 偏航效應來自方向舵踏板，它屬於 FDR 記錄之狀態驅動訊號，方向舵踏板施力達 25.5 至 31.5 daN（1 公斤力 = 9.81 牛頓力[N], 10 牛頓力 = 1 daN）。

<sup>39</sup> ICAO 附件 3- 國際空中航行氣象服務。

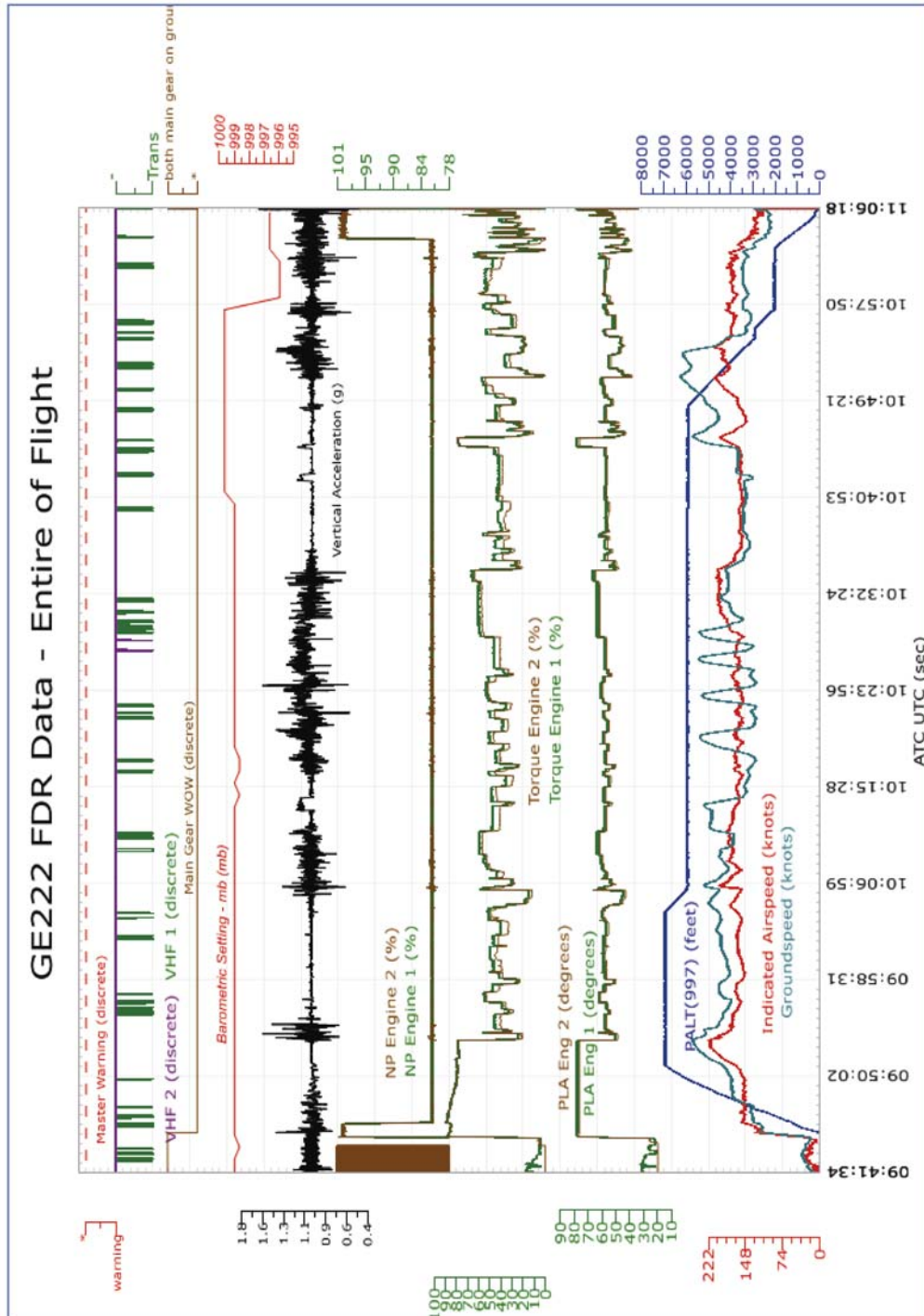


圖 1.11-3 GE 222 航班之相關參數繪圖（完整航班）

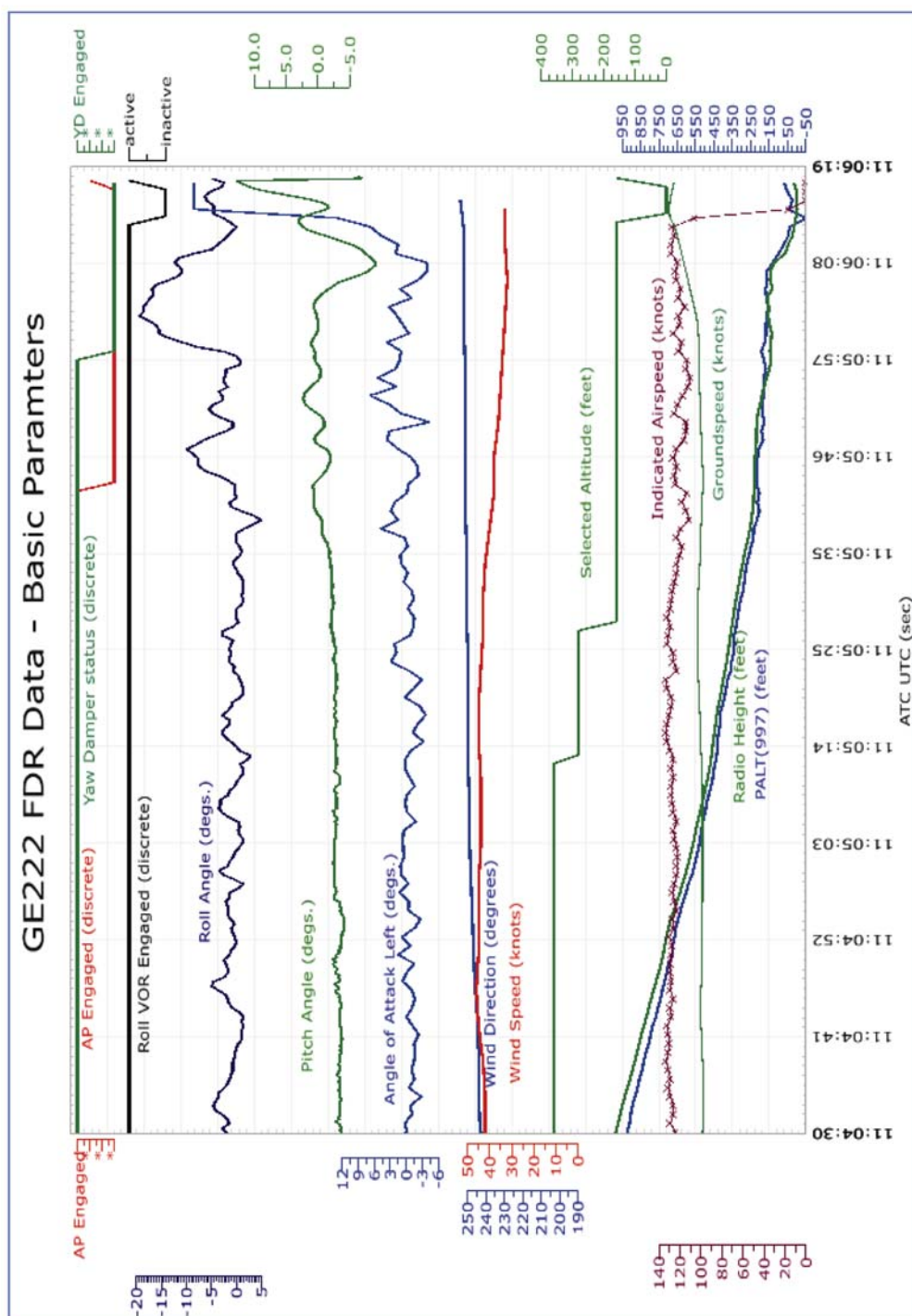


圖 1.11-4 GE 222 航班之相關參數繪圖（無線電高度 1,000 呎以下）

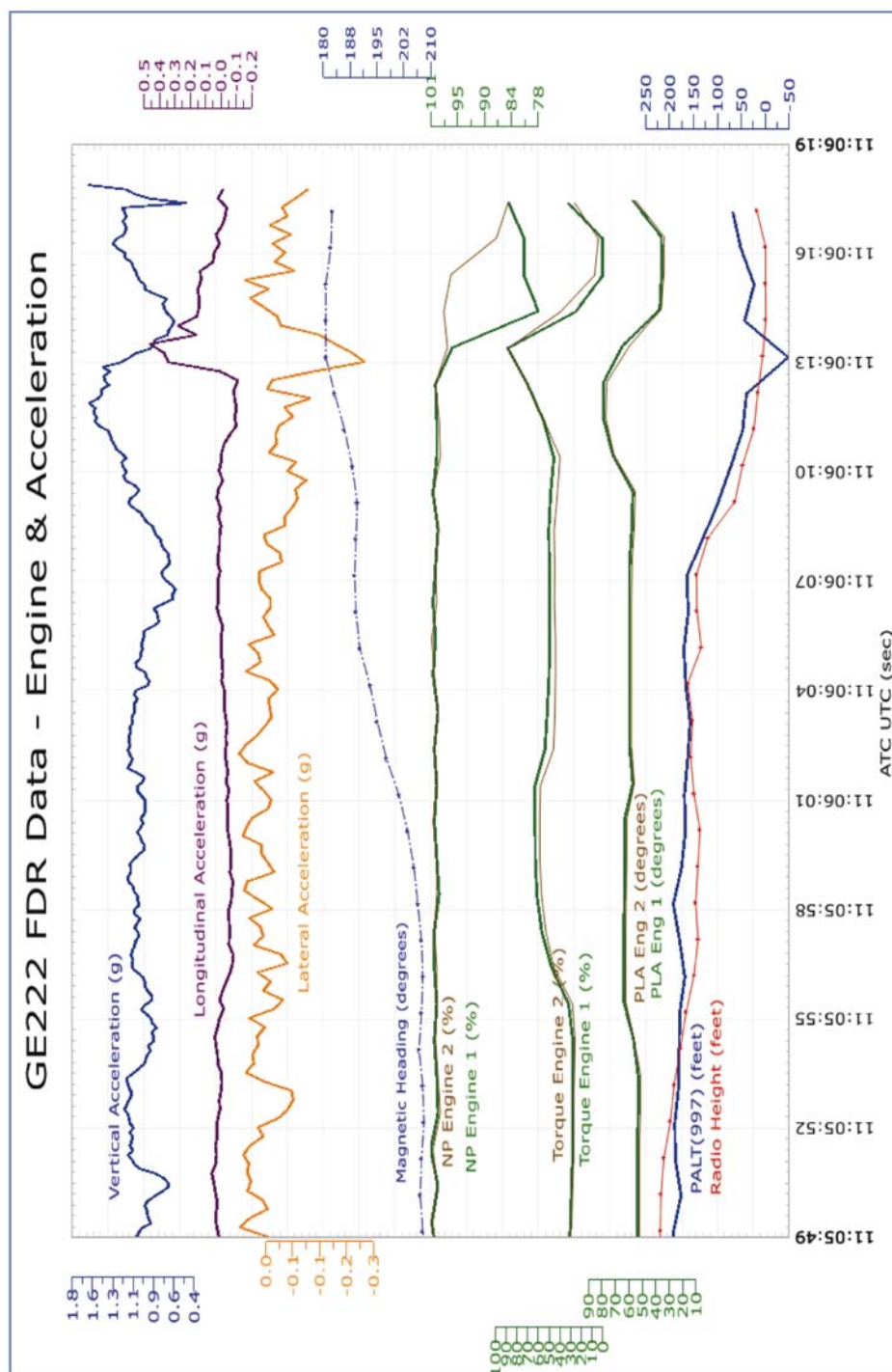


圖 1.11-5 GE 222 航班之相關參數繪圖（無線電高度 250 呎以下）

### 1.11.3 其他飛航資料及雷達航跡資料

#### 1.11.3.1 GE 220 航班資料

事故當日，該機飛航組員已執行相同航線任務一次，航班代號為 GE220。該航班於 1448:40 時自高雄小港機場 27 跑道起飛，執行馬公機場 20 跑道進場，於 1510:36 安全落地。圖 1.11-6 顯示高度 2,500 呎以下，下降、進場及落地期間之相關飛航參數變化。該航班於 1518:38 時至 1519:01 時期間，GPWS 模式曾作動，對應之無線電高度為 296 呎下降至 235 呎。

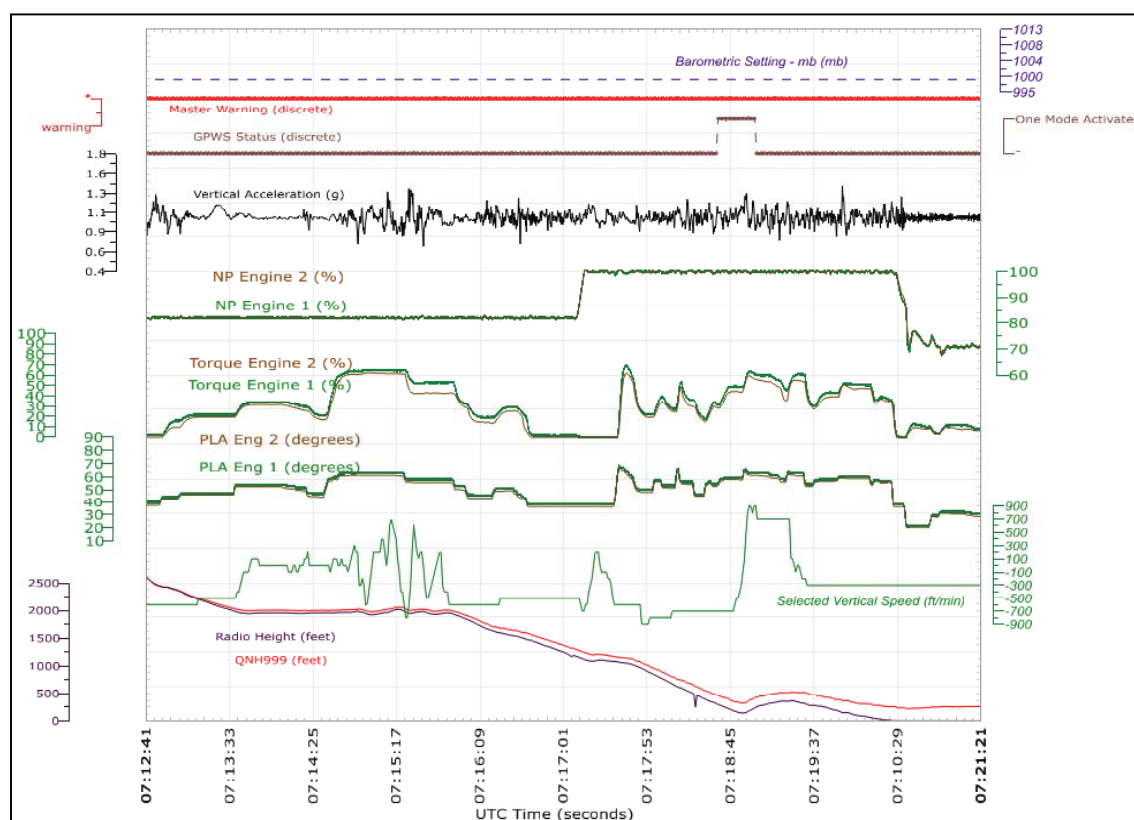


圖 1.11-6 GE220 航班相關參數繪圖（2,500 呎以下）

#### 1.11.3.2 B7 647 航班資料

馬公塔台許可 GE222 航班落地前，一架立榮航空 ATR72-600 型機，航班編號 B7 647，執行馬公機場 20 跑道 RNAV 進場並安全落地。本會於民國 103 年 7

月 28 日取得該機當時與風速有關之資料，詳圖 1.11-7。資料顯示，該機於 7 月 23 日 1705:10 時自台南機場 36 跑道起飛，並於 1857:25 時於馬公機場 20 跑道落地。

圖 1.11-7 描繪之飛航參數包含：UTC 時間、起落架空/地狀態、俯仰角、滾轉角、磁向角、風速、風向、垂直加速度、空速、地速、GPS 經緯度與氣壓高度。飛航資料顯示，該機於氣壓高度 2,000 呎以下進場期間，平均風速為 22.5 +/- 6.6 浬/時，風向為 259 +/- 4.6 度，平均垂向加速度為 1.0066 +/- 0.061 g's。

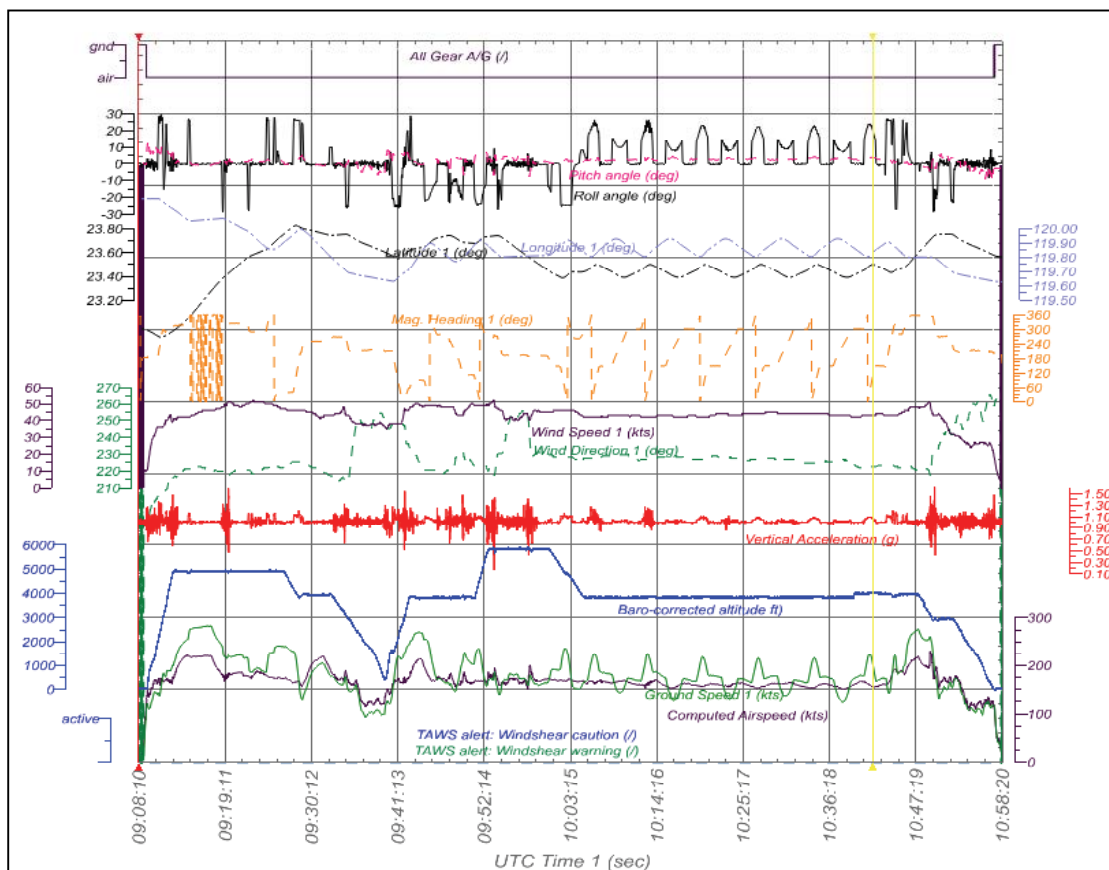


圖 1.11-7 立榮航空 B7 647 航班相關參數繪圖

## 1.11.4 飛航軌跡重建及未記錄參數

### 1.11.4.1 飛航軌跡重建及航圖套疊

事故航機之位置資料，係以每四秒一筆之頻率記錄於 FDR，記錄之位置參數包含 GPS 緯度及經度，取樣率為 1/4 Hz。調查人員透過 FDR 記錄之加速度資料，以二次積分<sup>40</sup>計算航機每秒位置並重建飛航軌跡。FDR 最後記錄之時間為 1906:18.9 時，位置為北緯 23 度 35 分 8.2 秒，東經 119 度 38 分 21.1 秒。事故航班之雷達航跡、飛航軌跡與馬公機場 20 跑道 VOR 航圖套疊結果如圖 1.11-8 所示，最後 40 秒之飛航軌跡與衛星照片套疊結果，如圖 1.11-9 所示。

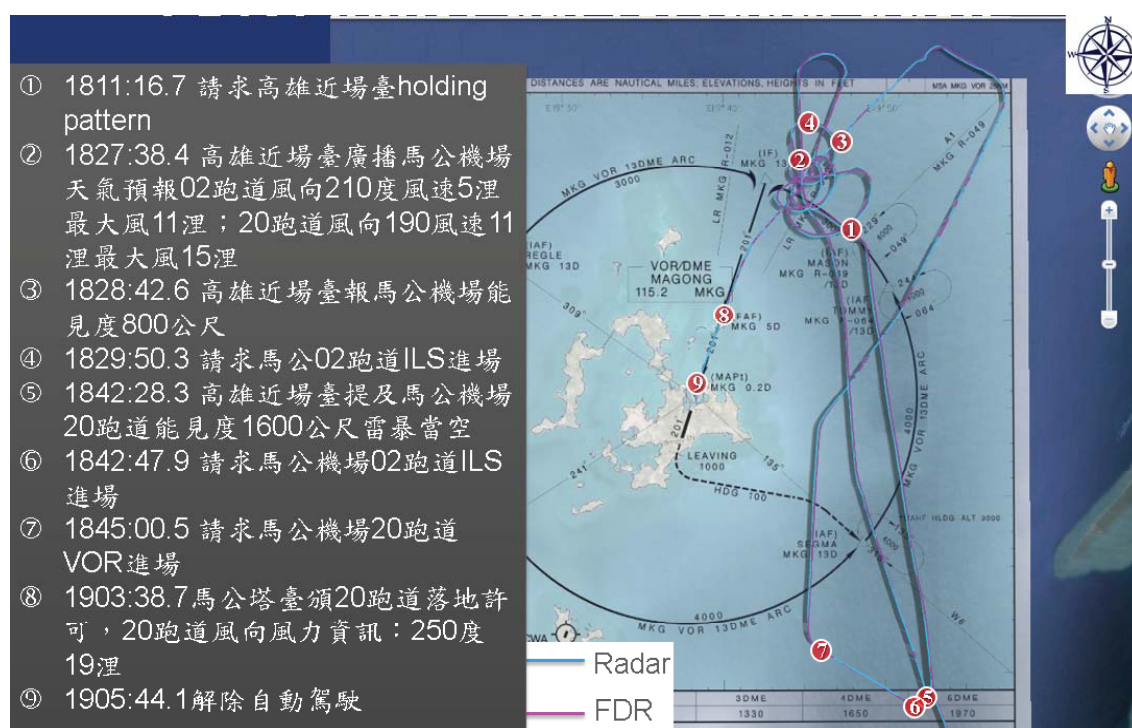


圖 1.11-8 事故航班飛航軌跡與馬公機場 20 跑道 VOR 航圖套疊結果

<sup>40</sup> 加速度二次積分：起始時間 1906:15 時，GPS 座標（北緯 23 度 35 分 14.30 秒，東經 119 度 38 分 19.35 秒）並使用 3 軸加速度資料（取樣率每秒 8 次）來計算飛航軌跡。

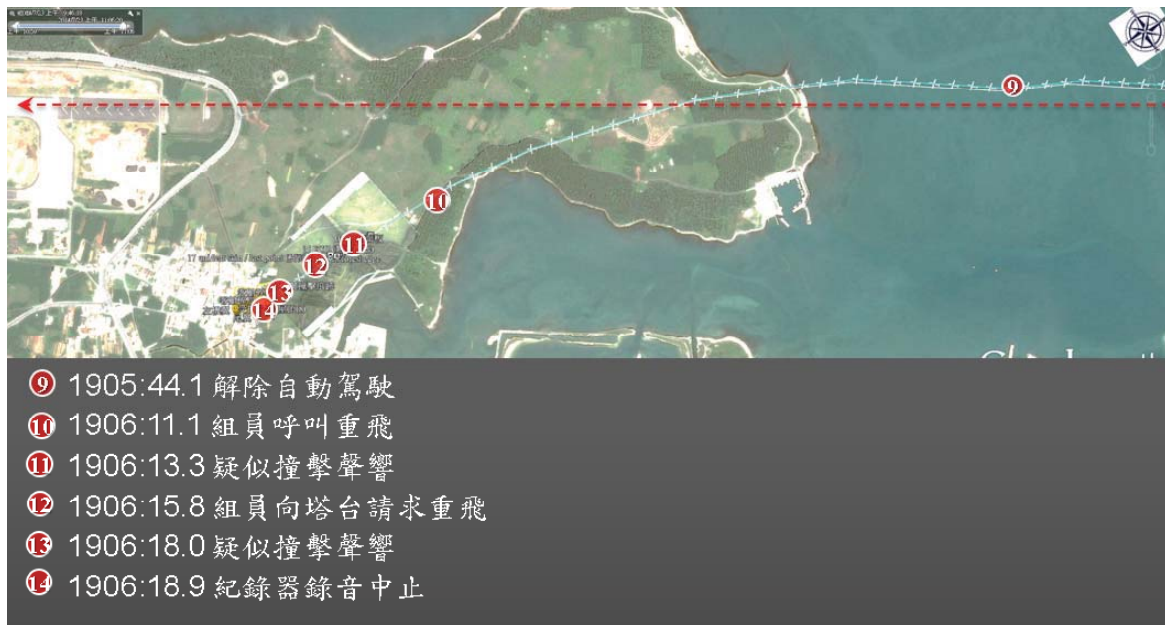


圖 1.11-9 事故航班最後 40 秒飛航軌跡與衛星照片套疊結果

#### 1.11.4.2 未記錄參數及推導參數

為調查需要，調查小組根據 FDR 紀錄參數，推導事故航班與馬公機場 20 跑道頭之距離、下降率 (vertical speed)、控制桿位置 (control column position, CCP)，及控制盤位置 (control wheel position, CWP)。

##### 計算參考距離及下降率

根據 FDR 紀錄參數 (DME 1, DME 2) 及馬公機場周邊航點，計算事故航班之飛航組員使用機載 GPS 接收儀所選定之航點。

該機進場期間之分析結果顯示，於 1857:13 時至 1858:37 時，DME 1 及 DME 2 均選用 MKG VOR 13 DME (初期進場定位點)。於 1858:38 時至 1901:45 時，DME 1 及 DME 2 均選用 MKG VOR。1901:45 時至飛航紀錄器停止記錄前，DME 1 選用 MKG VOR，DME 2 選用馬公機場跑道參考點。

依據事故航班 FDR 資料及馬公機場 20 跑道頭座標，計算一參考距離 (以「ref. Distance」表示)，以作為事故航班進場期間之水平距離參考，結果詳圖 1.11-10

。圖中繪製參數包括：自動駕駛狀態、選擇下降率、推導之下降率<sup>41</sup>（以「VS\_SM\_5pt」表示）、左升降舵位置（正值為操控面向下及機頭向下）、俯仰角、左副翼位置（正值為左副翼向下且機翼右滾轉）、滾轉角、方向舵（正值為機頭向左）、磁航向、選擇高度、無線電高度及氣壓高度。

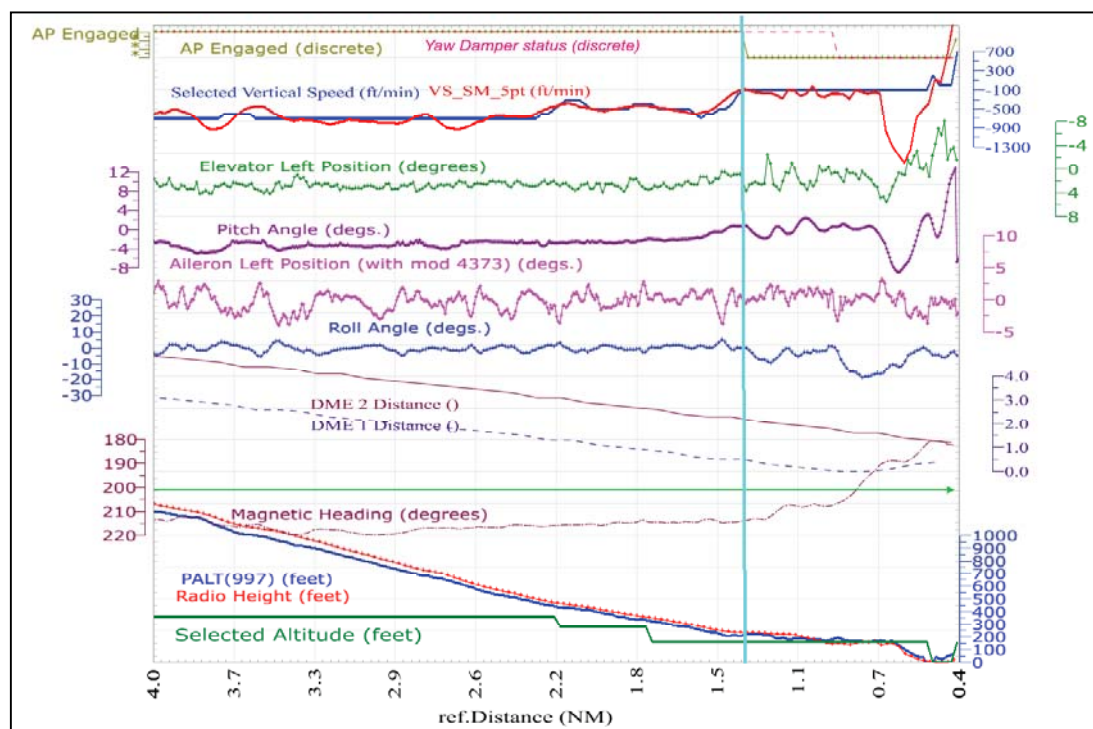


圖 1.11-10 計算之參考距離與下降率

#### 計算控制桿位置及控制盤位置

該型 FDR 並未記錄 CCP 與 CWP。調查人員根據 ATR 飛機製造商提供之技術文件<sup>42</sup>，以 FDR 記錄之副翼位置與升降舵位置計算對應之控制桿位置與控制盤位置。

圖 1.11-11 描繪事故航班高度 2,000 呎以下之相關參數變化，包括：推導之

<sup>41</sup> 此處之下降率（vertical speed）係使用精確地形資料來校準無線電高度的時間變化，計算方法為無線電高度一次差分後採取 5 秒滑動平均再乘以 60 後轉換單位為每秒英尺。地形資料詳 1.12 節。

<sup>42</sup> 詳細資訊列於 GE 222-09 飛航紀錄器分組之事實資料報告，附件 9-6。網址為：[www.asc.gov.tw](http://www.asc.gov.tw)。

CCP、推導之 CWP、左升降舵位置、左副翼位置、俯仰角、滾轉角、方向舵、磁航向、選擇下降率、推導之下降率、無線電高度及氣壓高度。

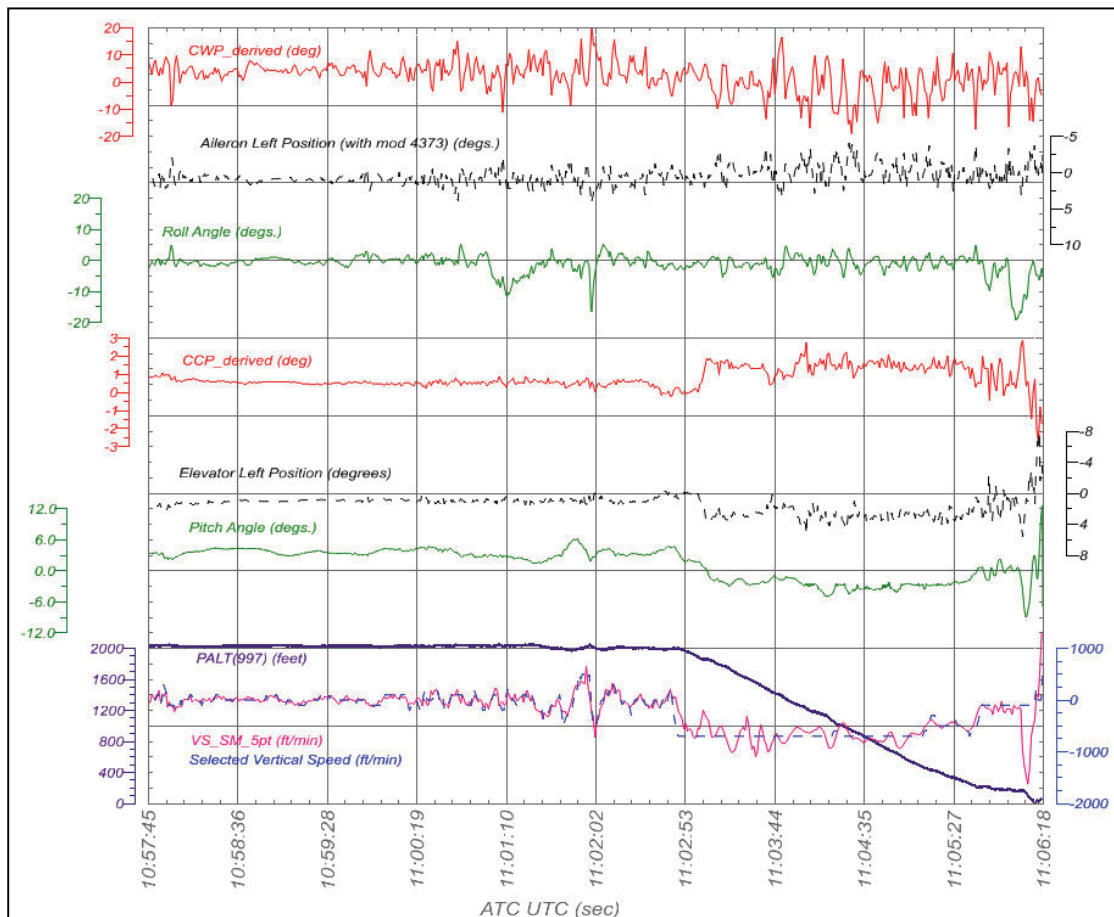


圖 1.11-11 高度 2,000 呎以下相關參數與推導之控制桿與控制盤位置繪圖

## 1.12 航空器殘骸與撞擊資料

### 1.12.1 現場量測

現場量測係利用全球衛星定位儀、羅盤及皮尺等工具進行，調查人員亦使用旋翼式無人飛行載具（unmanned aerial vehicle, UAV）進行空中勘查作業。無人飛行載具具備 GPS、氣壓高度計、數位羅盤及數位相機等裝備，可依據事先規劃之飛行路線自動飛行及拍照。

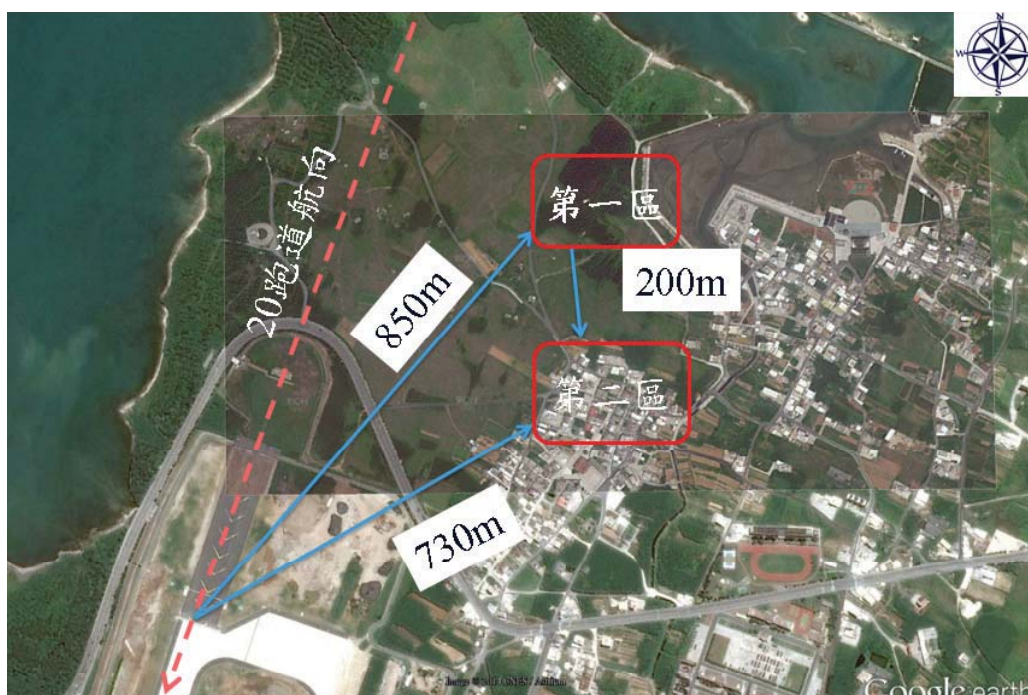


圖 1.12-1 現場量測區域套疊於 Google Map

圖 1.12-1 顯示該機殘骸分布於兩個區域：位於樹林/灌木叢之第一區 (Zone 1) 及位於住宅區之第二區 (Zone 2)。事故航班於馬公機場 20 跑道頭東北方約 850 公尺處撞擊樹叢後，再撞擊距第一區東南方約 200 公尺之西溪村住宅區。

### 1.12.1.1 地形資料及防風林樹高

透過 UAV 空中勘查作業，獲得事故區域之地理參考座標圖資與立體數位地表模型 (digital surface model, DSM<sup>43</sup>)。圖 1.12-2 顯示 UAV 執行空拍區域與馬公機場之相關設施位置、事故航機最後飛航軌跡及殘骸分布區域。

<sup>43</sup> DSM – 數位地表模型 (digital surface model)，描繪地表包含所有地物的立體模型。



圖 1.12-2 事故航機飛航軌跡與時間點位之套疊圖

為比對 UAV 作業成果，本會調查人員向內政部國土測繪中心申請事故前該區域之高精度地形資料（數位地形模型，digital terrain model, DTM<sup>44</sup>）。圖 1.12-3 顯示事故航機最後飛行期間對應之地形剖面變化，該剖面係沿著最後 9 秒飛航軌

<sup>44</sup> DTM – 數位地形模型（digital terrain model），描繪地表不含任何地物如植被及建築的立體模型。

跡，並向南延伸 200 公尺，涵蓋第一棟遭受撞擊民宅及部份第二區。

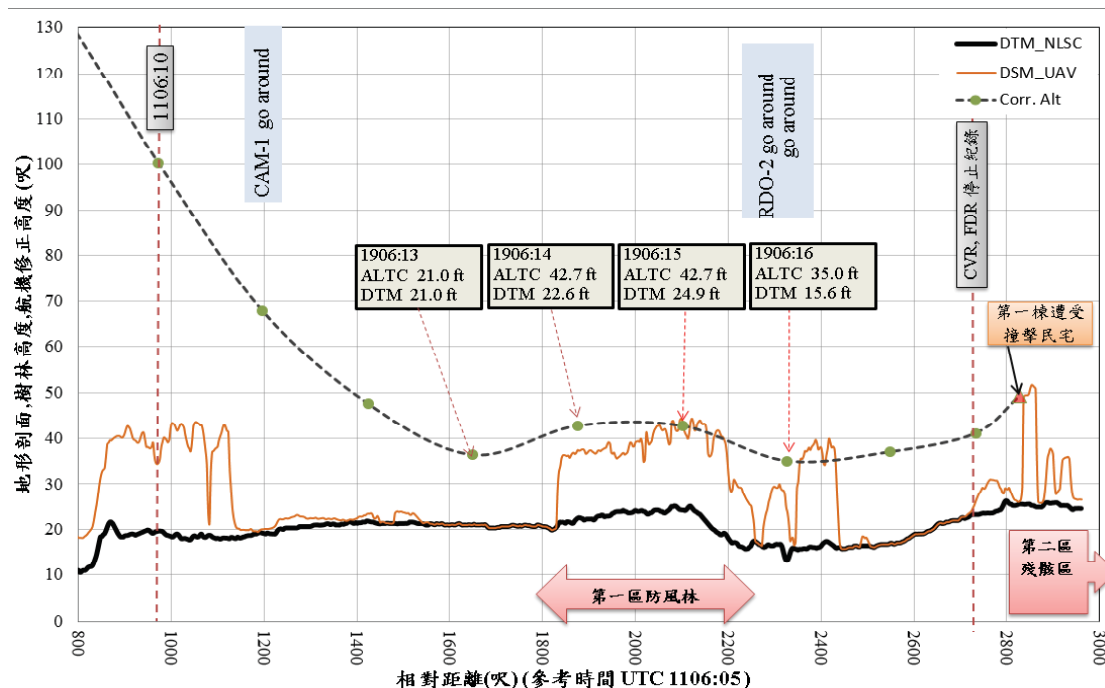


圖 1.12-3 地形剖面與飛航軌跡比較圖

### 1.12.2 第一區殘骸分布

第一區為防風林所覆蓋之區域，本區域內包含斷裂樹幹、受撞擊痕跡及部份航機殘骸，樹高 4.4 公尺至 6.5 公尺，樹梢被撞擊痕跡約長 110 公尺、寬約 10 公尺。

事故航機切過防風林頂部情形如圖 1.12-4 所示，比對現場照片如圖 1.12-4(a), (b), (c) 顯示兩道平行撞擊痕跡沿航向 170 度延伸，寬度介於 5 至 7 公尺之間。

遭受撞擊防風林樹梢顯示此區域為第一撞擊點，此區域可見大量樹枝斷裂及彎折情形。

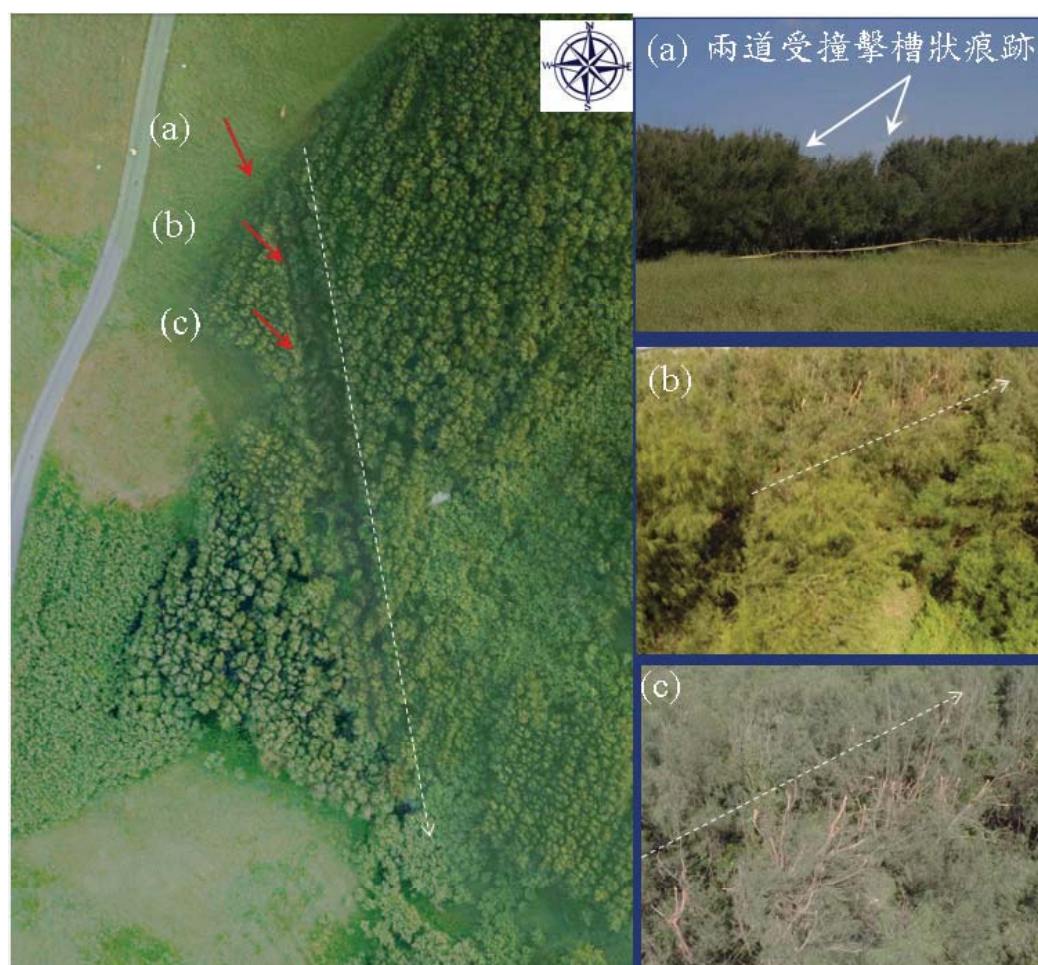


圖 1.12-4 第一區防風林遭受撞擊痕跡及樹梢斷裂

防風林內之樹枝及樹幹受損情形及樹高資訊如圖 1.12-5 所示：(a)防風林中斷裂樹枝、(b)樹頂斷裂及彎折之情形（高 6.3 公尺）、(c)樹頂斷裂情形（高 5.5 公尺）、(d)受撞擊而倒下樹幹，其中斷裂之最大樹幹直徑約 25 公分。



圖 1.12-5 防風林內樹枝及樹幹受損情形

事故航機部份殘骸沿撞擊痕跡分布於樹林之中。殘骸包括：鼻輪艙門、雷達罩、左側熱交換器、衝壓進氣口、衝壓空氣單向閥、左主輪艙門、機腹檢查門及蓋板等。第一區殘骸分布情形與 UAV 正射影像<sup>45</sup>套疊圖，詳圖 1.12-6 所示。

<sup>45</sup> 精度為 5 公分。

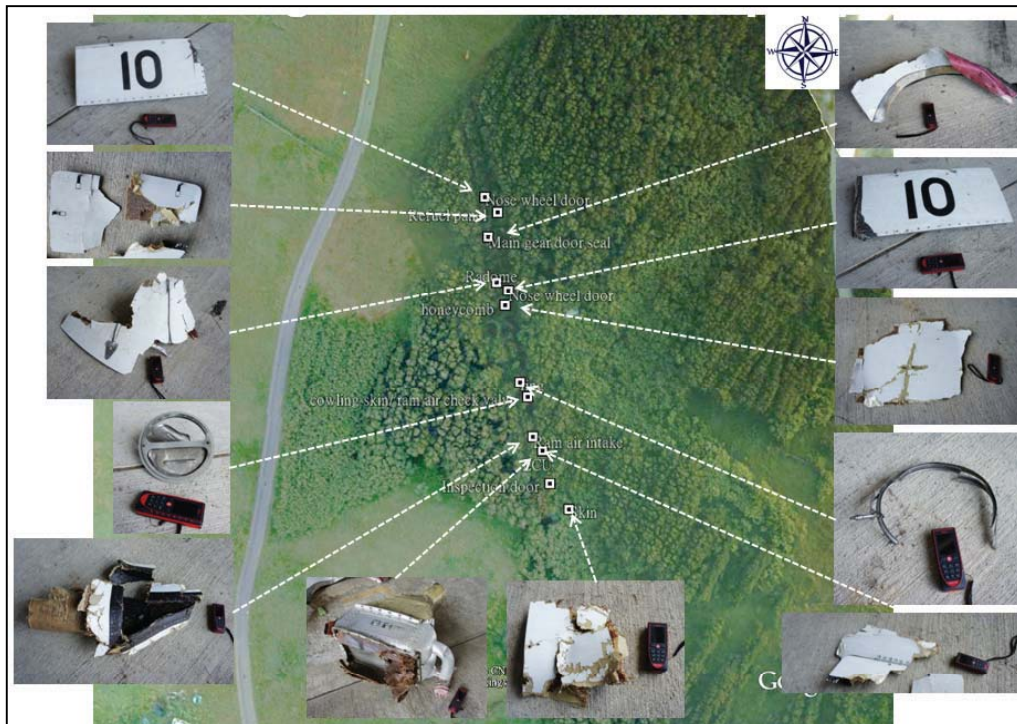


圖 1.12-6 第一區發現之殘骸照片及其位置分布套疊圖

### 1.12.3 第二區殘骸分布

第二區位於西溪村北側住宅區街道，亦為主殘骸所在區域。由主殘骸停止位置沿地面撞擊痕跡反向勘察發現，事故航機由北向南進入街道，沿途撞擊多棟建築物，客艙主要部份斷裂為數段殘骸且散布於街道上。主殘骸停止於第二區南端，包括：駕駛艙、前段機身、左機翼及左發動機。主殘骸與第二區北端第一棟遭受撞擊之民宅相距約 120 公尺。圖 1.12-7 為事故航機主要殘骸/零件分布與西溪村街道之套疊圖。紅色區域表示該建築物受到嚴重損傷，黃色區域表示建築物受到較小損傷，淡藍色區域表示建築物幾乎或完好無損。沿航機撞擊路徑約 80 公尺 x 120 公尺之區域內，除發現主要殘骸/零件外，另有許多小片殘骸，包括：乘客座椅、窗戶隔框、行李及機身碎片，散落於街道或屋頂。圖 1.12-8 為主要殘骸、遭受撞擊建築物空照圖及殘骸之照片連結圖。



圖 1.12-7 主要殘骸分布與西溪村街道套疊圖



圖 1.12-8 事故航機主要殘骸及遭撞擊建築物照片

位於第二區北端第一棟遭受撞擊之民宅（圖 1.12-7 標示為 7-1），其主要受損區域集中於北側牆面，2 樓東北側窗戶破碎，牆面遭受撞擊而向內塌陷。該牆面屬鋼筋水泥結構，沿航機移動方向破壞，其鋼筋裸露在外。

該民宅遭受撞擊之牆面，經比對與掉落其側之主起落架吻合。於民宅東北側屋頂發現殘留之橡膠痕跡，可能來自除冰靴或輪胎。於該民宅屋頂陽台地面發現 5 道平行刮痕，幾乎等間隔分布，經比對應為右發動機螺旋槳葉接觸陽台所造成。於該民宅頂樓樓梯間北側牆面，發現一條幾乎與牆面同寬之線型痕跡，此痕跡相對於水平之傾斜角度約 10 至 15 度，經比對係為右機翼撞擊所造成。此民宅相關之撞擊痕跡、螺旋槳刮痕、橡膠痕跡及破壞情形照片如圖 1.12-9 所示。



圖 1.12-9 第一棟遭受撞擊民宅之相關撞擊痕跡與破壞情形

#### 1.12.4 發動機

調查小組自事故現場取回事故航機兩具發動機，1 號發動機仍附著於左機翼，螺旋槳變距角約位於 $-10^{\circ}$ 左右，進氣道塞滿小樹枝，進氣道底部外罩則有一撞擊凹痕（詳圖 1.12-10）。



圖 1.12-10 1 號發動機

2 號發動機自機翼脫離，但仍位於 Zone 2 殘骸區域（詳圖 1.12-11），螺旋槳變距角約位於  $10^{\circ}$  左右，進氣道內無樹枝或其他碎屑，相較於 1 號發動機螺旋槳葉片，2 號發動機螺旋槳葉片有較大撞擊損壞。



圖 1.12-11 2 號發動機

- 1 號發動機檢查（序號 AV0051）

**外觀狀況：**整具發動機仍位於發動機艙內，發動機艙尾部排氣管之前約於 6 至 9 點鐘位置間有火損，其餘發動機艙仍保持完整，部分發動機被埋於焦化之炭渣下，無證據顯示火源來自發動機內部，發動機損壞與飛機撞擊後起火遭致之損壞一致。

**外罩：**所有外罩結構均完整，所有滑油、燃油及空氣管路包含從壓縮器外罩至燃油控制之 P3 管路均完整，所有連接至燃油控制之接頭均緊密且穩固。

**渦輪段：**檢查第二級動力渦輪至排氣管間之渦輪段，無證據顯示有任何損壞，部分葉片被殘餘之滑油所包覆，渦輪總成件可由螺旋槳連續自由轉動，無證據顯示動力渦輪葉片有任何撞擊損壞。

**燃燒段：**內部組件未檢視，觀察燃燒段外部燃油噴嘴、歧管及所有燃油輸送管路均完整，無證據顯示有任何燃油外洩。

**壓縮段：**發動機進氣道塞滿大量植物碎屑，主要為小樹枝及毬果，此碎屑來自於事故機在到達最後撞擊點之前，撞擊樹叢區時吸入進氣道所致，檢視進氣導片可目視部份，顯示葉片前緣有輕微撞擊損壞。

**減速齒輪箱：**內部組件未檢視，齒輪箱可自由轉動，轉動齒輪箱時無證據顯

示有任何卡住狀況。

**附件齒輪箱：**內部組件未檢視，齒輪箱可由高壓轉子自由轉動。

**發動機控制及附件評估：**所有組件均完整且無可目視之損壞，燃油控制單元、燃油泵浦、發動機電子控制、螺旋槳電子控制及螺旋槳閥門模組均完整保存，視需要執行檢查。

**1 號發動機金屬屑偵測器及油濾檢查：**詳細觀察結果詳表 1.12-1。

表 1.12-1 1 號發動機金屬屑偵測器及油濾檢查

| 項目            | 觀察                                  |
|---------------|-------------------------------------|
| 主金屬屑偵測器       | 乾淨                                  |
| 主滑油濾          | 無任何大片碎屑，滑油箱內餘油有少量閃亮之疑似金屬碎屑          |
| 減速齒輪箱回油金屬屑偵測器 | 乾淨                                  |
| 減速齒輪箱回油滑油濾    | 滑油濾乾淨，油濾室僅有少量無法外洩之餘油，滑油清澈且無碎屑       |
| 燃油濾           | 低壓燃油濾乾淨，油濾室乾淨且無餘油殘留，高壓燃油濾未檢查仍裝於燃油泵上 |

## ● 2 號發動機檢查（序號 EB0069）

**外觀狀況：**發動機艙嚴重損壞且自發動機本體部分脫離，發動機外部滑油、燃油及空氣管路顯示有撞擊損壞，自發動機匣至燃油控制之 P3 管路均完整，且所有接頭均緊密且穩固，進氣道後段外罩裂開導致向擴散機匣右側位移約 10°，使低壓進氣導片護罩外露，導致可以手用力轉動進氣導片，以手觸摸檢視外露之進氣導片葉片顯示葉片前緣有輕微撞擊損壞，防火牆之後可見火損及碳化之外部機身組件，無證據顯示火源來自發動機內部。

**外罩：**所有減速齒輪軸箱均完整。

**進氣道外罩：**相接之後進氣道外罩/附件齒輪箱沿低壓擴散機匣 2 至 6 點鐘位置間之螺桿凸緣上裂開，低壓擴散機匣除接合凸緣處有些微彎曲外，其餘仍

保持完整，凸緣接合處之後進氣道外罩有裂開狀況，壓縮器段及氣體產生器外罩顯示結構完整，渦輪支撐外罩撞擊損壞位於動力渦輪段表面，損壞位置介於 11 至 12 及 2 至 3 點鐘位置之間，此損壞導致無法拆除發動機排氣管。

**渦輪段：**動力渦輪模組可自由轉動無明顯卡住狀況，扭力軸自與減速齒輪箱及螺旋槳耦合處分離，拆除位於前方進氣外罩之扭力軸遮蓋未見扭力軸損壞，顯示整根扭力軸已斷開，相對於發動機有一軸向之位移，無證據顯示動力渦輪葉片有任何撞擊損壞。

**燃燒段：**內部組件未檢視，自外部觀察燃油噴嘴、歧管及所有燃油輸送管路均完整，無證據顯示有任何燃油外洩。

**壓縮段：**壓縮器進氣段顯示有大量泥土及小碎石附著，進氣導片之所有葉片前緣顯示有輕微撞擊損壞，進氣導片僅可輕微移動但無法轉動。

**減速齒輪箱：**齒輪箱仍保持完整，內部組件未檢視。

**附件齒輪箱：**自後進氣道外罩之後之齒輪箱仍保持完整，傳動軸有彎折，因位移致傳動軸外露。

**發動機控制及附件評估：**交流發電機傳動軸以剪力軸方式裂開，斷裂面顯示有超扭力過載破壞但無疲勞之特徵，洩氣閥門因嚴重撞擊而自發動機裂開，滑油散熱器支撐架有可見之裂痕，燃油控制單元、燃油泵浦、發動機電子控制、螺旋槳電子控制及螺旋槳閥門模組均完整保存，視需要執行檢查。

## 2 號發動機金屬屑偵測器及油濾檢查：詳細觀察結果詳表 1.12-2。

表 1.12-2 2 號發動機金屬屑偵測器及油濾檢查

| 項目      | 觀察                                                   |
|---------|------------------------------------------------------|
| 主金屬屑偵測器 | 乾淨                                                   |
| 主滑油濾    | 滑油濾乾淨，滑油箱內餘油有少量閃亮之疑似金屬微粒，滑油非常混濁，顏色稍近似綠色，旁通指示鈕位於未彈出位置 |

| 項目            | 觀察                                       |
|---------------|------------------------------------------|
| 減速齒輪箱回油金屬屑偵測器 | 乾淨                                       |
| 減速齒輪箱回油滑油濾    | 滑油濾乾淨，油濾室內之餘油亦乾淨，僅有少量疑似金屬微粒，旁通指示鈕位於未彈出位置 |
| 燃油濾           | 低壓燃油濾乾淨，油濾室亦乾淨，內部殘餘燃油顏色清澈，無油水分離狀況且無可見之汙染 |

#### 1.12.4.1 燃油及滑油樣本

自事故航機兩具發動機取樣之燃油與滑油樣本，以及相關之濾心，於民國 103 年 8 月 6 日送至空軍第一後勤指揮部實驗室進行化驗；化驗結果經發動機製造廠檢視，無任何影響發動機正常運作之異常發現。

### 1.13 醫學與病理

#### 1.13.1 生還者醫療作業

本次事故傷者被送往衛生福利部澎湖醫院及三軍總醫院澎湖院區救治，多數傷者於傷勢穩定後，後送至台灣本島醫療院所。

#### 1.13.2 駕駛員生前醫療紀錄

正駕駛員生前醫療紀錄顯示其有高血壓病史，處方包括每日服用 Syntace<sup>46</sup> 10 mg 及 Amlodipine<sup>47</sup> 5 mg。

#### 1.13.3 駕駛員毒藥物檢驗

兩位駕駛員之毒藥物檢驗由法務部法醫研究所執行，檢驗項目包含：酒精含量、一般毒藥物篩檢、毒品檢驗、鎮靜劑、安眠藥檢驗、一氧化碳血紅素及基本藥物檢驗（約 1,000 項）等。

<sup>46</sup> Ramipril 的商品名稱。

<sup>47</sup> Amlodipine 鈣離子阻斷劑係使用於高血壓治療之心臟用藥。（美國聯邦航空總署網頁 <http://jag.cami.jccbi.gov/toxicology/DrugDetail.asp?did=128>）

正駕駛員檢驗報告顯示：一氧化碳血紅素 1%，尿液含有 Ramipril<sup>48</sup> 及 Amlodipine。

副駕駛員檢驗報告顯示：未檢出。

### 1.13.4 駕駛員相驗及解剖

兩名駕駛員之解剖相驗，由法務部法醫研究所法醫師執行；報告顯示駕駛員均受多重性外傷死亡。

### 1.13.5 罹難者相驗

依據法務部法醫研究所報告顯示，罹難者致死主因為多重性外傷及燒灼傷。

## 1.14 火災

### 1.14.1 通報、派遣及消防作業

依據地區消防局通報紀錄顯示，事故當日約 1906 至 1912 時，居民及地區巡邏員警共 3 人，分別以 119 電話通報飛機失事或民宅發生火警。地區消防指揮中心於 1907:12 時派遣消防車 1 輛（2 人）、水箱車 1 輛（2 人）及救護車 1 輛（1 人）前往現場。該消防指揮中心於 1909 時由員警通知確認有航機墜毀，第一批抵達消防人員於 1912:45 時亦回報指揮中心航機墜毀且造成民宅起火燃燒狀況後，後續派遣澎南、白沙、西嶼、馬公各分隊共 30 人次前往支援消防、搜尋及搶救。依馬公機場航務日誌及消防局通報紀錄，約 1910 時塔台通知機場航務組事故航機失聯，1929 時機場航務組向地區消防局指揮中心通報航機失事，因當時機場仍在運作，機場消防隊共 3 輛消防車於 1943 時機場關場後赴現場支援。

### 1.14.2 火災情形及消防作業

---

<sup>48</sup> Ramipril 為一種血管收縮素反轉酶抑制劑(ACE inhibitor)，用於治療高血壓及充血性心臟衰竭（美國聯邦航空總署網頁 <http://jag.cami.jccbi.gov/toxicology/DrugDetail.asp?did=279>）

依西溪村目擊居民訪談紀錄，事故當日傍晚，接近 1900 時，該區下著大雷雨伴隨打雷聲，幾分鐘後一位居民聽到類似打雷之爆炸聲，且有疑似螺旋槳轉動撞擊物體之聲音，出家門往巷弄北邊查看時，看見前方都是火光，火焰衝得很高，遂通知消防隊處理。

依據第一批抵達現場消防人員訪談紀錄，消防車接近事故現場前，因巷弄狹小致消防車無法進入，當他們抵達時未目視煙或火，下車欲尋找事故現場正確位置時，聽到一爆炸聲，並目視高聳之火焰。消防隊員於拉軟管進入現場之間，發生第二次爆炸，消防隊員需戴上氧氣面罩。消防隊員使用泡沫滅火劑噴灑駕駛艙及機翼滅火，同時以無線電請求人車支援。火勢於 2005 時獲得控制，2037 時火勢熄滅。次日 0231 時，航機殘骸復燃，湖西分隊消防車再次抵達現場滅火。

依據地區消防局通報紀錄及災害報告單，民國 103 年 7 月 23 日至 25 日期間，總計出動消防及救災車輛 87 車次、救護車 26 車次、消救人員 1,526 人次。

## 1.15 生還因素

### 1.15.1 生還者撤離

乘客訪談紀錄顯示，事故航機接近澎湖前頻頻遭受亂流，大雨伴隨雷聲及閃電。大約 1900 時聽到正駕駛員廣播準備降落，感覺航機開始下降高度，突然聽到大的碰撞聲。航機於碰撞後仍繼續往前移動才停止。客艙前段陷入一團火球，機身斷裂，部分乘客於航機仍向前移動時即被拋出機外，部分乘客則由斷裂口逃出。生還乘客逃出機外後，該機共發生兩次爆炸，大部分生還乘客向附近住家求援。

## 1.16 測試與研究

### 1.16.1 EGPWS 模擬機測試

FDR 顯示，本次事故航班無 EGPWS 警告作動之紀錄，惟當日該機曾於事故

前執行同一航線<sup>49</sup>載客任務，亦由事故飛航組員操作，於馬公機場進場時曾有 EGPWS 警告作動之紀錄。為求證該機 EGPWS 於事故當日之功能是否正常，調查小組於民國 103 年 11 月 5 日於法國土魯斯，使用 ATR 原廠之模擬機執行事故航班有關 EGPWS 之模擬測試。本次亦模擬事故當日 GE220 航班發生地面接近警告之經過。測試經過下<sup>50</sup>：

- 本次測試使用 FDR 之資料，以模擬事故當時航機進場之飛航狀況，共計執行 3 次模擬飛航。結果顯示，事故航機當時之飛航狀況均未進入 EGPWS 之警示範圍內，故未發生近地之警告。
- 調查小組亦使用 GE220 航班之 FDR 資料，以模擬該航班稍早於馬公機場進場之飛航狀況。於三次模擬進場過程中，約於距馬公 VOR 1.6 至 1.8 浬時，EGPWS 均曾發生「Too Low Terrain」及「Terrain Ahead Pull-up」之警告音響。

### 1.16.2 EGPWS 記憶體資料擷取及模擬測試

事故航機裝置美國漢威公司（Honeywell）生產之 MARKVIII 型 EGPWS，此電腦於事故現場尋獲後攜回（件號：965-1216-011，序號：2573）。依據事故航機之維修紀錄資料，該系統電腦資料庫之版本為 470 版，於民國 103 年 4 月 23 日更新，包含馬公機場跑道之地形資料。

事故航機之 EGPWS 電腦經送往 Honeywell 公司，由美國國家運輸安全委員會（National Transportation Safety Board of United States, NTSB）代表協助，於民國 103 年 10 月 16 日由 Honeywell 公司人員進行記憶體資料解讀。該公司並應本會之要求，針對本事故使用解讀後之資料配合事故 FDR 紀錄，完成乙份「EGPWS 系統分析報告」，相關報告重點及本會與 Honeywell 公司討論之說明如下：

<sup>49</sup> 航班編號 GE220，由高雄飛往馬公。

<sup>50</sup> 本測試之詳細設定及程序詳如飛航操作分組之事實資料報告，網址為：[www.asc.gov.tw](http://www.asc.gov.tw)。

- 該系統記憶體有關本次事故之資料，無 GPWS 警告作動之紀錄。
- 使用-011 軟體版本執行之模擬機測試結果顯示，事故航班未發生 GPWS 警告；其飛航軌跡未進入系統地形警示範圍：包含地障地面間距（TCF）、跑道地面間距（RFCF）及地形前視範圍等。
- EGPWS 電腦之飛航經歷資料庫紀錄顯示 GE220 航班於馬公機場進場時發生之 GPWS 警告包含：於距地高度 315 呎時發生「Too low Terrain」、於距地高度 182 呎時發生「Terrain Ahead」、於距地高度 142 呎時發生「Terrain Ahead Pull-Up」等警告。經比對 FDR 及 EGPWS 之高度資料，顯示 GE220 航班之高度資料誤差高達 170 呎。
- 使用最新軟體版本（-022 或更新版）執行事故機航班進場之模擬機測試結果，會產生「Too Low Terrain」之警告，顯示事故航班進場時曾進入地障地面間距（TCF）及跑道地面間距（RFCF）警告範圍。
- 需與 EGPWS 最新版本軟體（-022 或更新版）配合之硬體件號為：965-1180/1190/1210/1220/1610。Honeywell 公司與此有關之服務通報為：ATA No.965-1180/1190/1210/1220/ 1610-XXX-34-33（文件編號：012-0709-133）<sup>51</sup>，於 2004 年 8 月 14 日公布實施。
- Honeywell 公司之服務信函編號為：EGPWS-MKVI-MKVIII- 07，於 2003 年 5 月 30 日發布，其詳細內容參考「introduction of new Honeywell Mk VI/VIII EGPWS part numbers: 965-1180-020, 965-1190-020, 965-1210-020, 965-1220-020」及「Real Time Clock Configuration Module, 700-1710-020」等兩本手冊。
- 依據下載之 EGPWS 電腦資料，並無故障紀錄，顯示地面接近系統無故

<sup>51</sup> 此服務通報不適用於事故機，該機裝用之 EGPWS 件號為：965-1216-011。

障。因事故航班過程地面接近系統未產生地面近接警告，所以 EGPWS 電腦並不會記錄發生警告時相關監視的資料。如 EGPWS 裝置之高度變化率<sup>52</sup>係採用氣壓高度，則對螺旋槳飛機而言，其接近地面時存在之地面效應會對氣壓變化之影響，會使該高度變化率無法使用。因此，在接近地面無線電高度 50 呎時，Mode 1 警告會被抑制。此外為減少因短暫進入警告範圍而產生之煩擾訊號，下降率（sink rate）警告會被延遲約 0.8 秒。另「pull up」之警告也會延遲，以確保「pull up」警告出現前會先出現一次「sink rate」之警告訊息。

### 1.16.3 事故航機性能模擬

為進一步瞭解事故航機於不同條件下之性能與表現，調查小組於民國 103 年 11 月 5 日至 7 日前往 ATR 公司位法國土魯斯之訓練中心，以模擬機<sup>53</sup>進行相關測試，項目如下：

- 事故航機於進場時之動力配置
- AFCS 及 FD 於通過馬公 VOR 時之反應
- 自動駕駛解除後航機之反應
- 偏航穩定器解除後航機之反應
- 以蹬舵方式解除偏航穩定器所需施加於踏板之力量
- 以操縱桿建立 9 度俯角所需施加之力量
- 以 9 度俯角下降之下降率

---

<sup>52</sup> 參考美國漢威公司（Honeywell）加強型地面近接警告系統（EGPWS）MK VI 型及 MK VIII 型，件號 965-1176-xxx 之產品規範。

<sup>53</sup> 該模擬機之設計與認證，係以提供訓練為目的，用以執行認證機關（如 FAA 或 EASA）所規範之強制訓練科目。故以該模擬機執行任何非屬上述認證項目之模擬測試，其結果可能與真實情況不同。

- AFCS 之基本模式

本模擬測試之路徑與天氣情況，係參照 FDR 及事故當時之天氣資料。最後進場階段之操作，係依照原廠之操作手冊指南<sup>54</sup>。

測試結果如下：

- 保持航機穩定於指示空速 125 浬/時、下降率 700 呎/分之下降狀態，所需之雙側發動機扭力值為 28%。
- 保持航機穩定於指示空速 125 浬/時、下降率 100 呎/分之下降狀態，所需之雙側發動機扭力值為 43%。
- 如航機保持馬公機場 20 跑道 VOR 進場航道，則電子水平狀態指示儀（electronic horizontal situation indicator, EHSI）之航道偏移指針係保持於中心線上，以 200 呎或 500 呎高度通過馬公 VOR 時，ADU 上之綠色「VOR」顯示將轉換成綠色「VOR\*」。
- 自動駕駛解除時，航機姿態未改變。
- 於航機帶有些微左坡度（1°至 2°）情況下解除偏航穩定器，左坡度將增加至約 9°。
- 於航機帶有些微右坡度（1°至 2°）情況下解除偏航穩定器，右坡度將增加至約 11°。
- 以蹬舵方式解除偏航穩定器所需施加於踏板之力量約為 30 牛頓（daN）。
- 以操縱桿建立 9°俯角所需施加之力量約為 15 牛頓。

---

<sup>54</sup> 模擬測試相關過程與設定，請參考飛航操作分組事實資料報告，網址為：[www.asc.gov.tw](http://www.asc.gov.tw)。

- FDR 資料顯示，該機於 1906:09 時，俯角曾達 9°。為瞭解航機於正駕駛員推機頭操作下之反應，調查小組模擬 4 種情況：當俯角達 7.1°，下降率最大值為 1,400 呎/分；當俯角達 7.5°，下降率最大值為 1,300 呎/分；當俯角達 9.7°，下降率最大值為 1,600 呎/分；當俯角達 8.0°，下降率最大值為 1,450 呎/分；測試結果<sup>55</sup>詳附錄四。

此外，調查小組另模擬不同程度之亂流<sup>56</sup>，重複執行上述測試後發現，測試結果不受亂流之影響。

#### 1.16.4 實機觀察

為瞭解復興 ATR72-500 機隊飛航組員之線上飛航狀況，調查小組執行本項實機觀察作業。

觀察期間為民國 103 年 8 月 4 日至 9 月 5 日期間，共計於 24 航班上執行，航線包括松山往返花蓮、馬公及金門等。觀察之結果摘要如表 1.16-1。

表 1.16-1 復興 ATR72-500 機隊實機觀察之結果摘要

| 項次 | 線上飛航狀況觀摩                                                                                 |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 飛航組員以記憶方式執行各階段飛航檢查程序，未使用檢查卡，尤以起飛後及落地後之檢查程序為甚。                                            |
| 2  | 部分飛航組員於遭遇異常狀況時，例如啟動器異常、供氣系統異常及結冰探測系統異常等，未依相應之異常程序執行。                                     |
| 3  | 飛航組員於執行駕駛艙準備程序時，未正確或/及未執行時鐘設定程序。                                                         |
| 4  | 執行發動機開車程序時，部分飛航組員於“FUEL FLOW RISING”，“ITT RISING”，“OIL PRESSURE RISING”等項目未以口頭回應“CHECK”。 |
| 5  | 起飛前檢查階段，擾流板燈檢查程序時，組員除檢查面板顯示，亦應向外看以檢查擾流板實際位置，但部分組員僅有呼叫，未實際執行檢查動作。                         |
| 6  | 某些飛航未計算起飛之發動機扭力值。                                                                        |

<sup>55</sup> 調查小組曾於模擬機測試中觀察到 9°俯角時之下降率為 900 呎/分，並記載於飛航操作分組事實資料報告之中。惟經檢視模擬機記錄之數據，調查小組決定採用記錄之下降率數值以取代觀測值。

<sup>56</sup> 亂流強度最高設定至 50%。

| 項次 | 線上飛航狀況觀摩                                                                                                                                                                    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7  | 爬升過程中，部分航班之 PM <sup>57</sup> 未呼叫“GEAR UP SET”；PM 呼叫“ACCELERATION ALTITUDE”後，PF <sup>58</sup> 未回應“SET SPEED TO WHITE BUG”。另部分飛航組員未呼叫“TEN MILES”或“ONE ZERO THOUSAND FEET”等項目。 |
| 8  | 部分飛航組員未依照標準作業程序規定之爬升速度爬升。                                                                                                                                                   |
| 9  | 執行 IAS, V/S 及 HDG 等 AFCS 模式變換或調整時，部分飛航組員未呼叫。                                                                                                                                |
| 10 | 進場前提示時，部分組員未交互檢查飛航管理電腦（FMC）之資料，亦未將進場相關設定與航圖進行比對。                                                                                                                            |
| 11 | 部分組員於進場階段未依規定執行“OM/FAF/FAP, ALTITUDE _____ FEET”, “CHECKED _____ FEET”之呼叫。為取得目視進場許可，遠在 30 哩外即向航管宣告“目視跑道”，無特殊理由，將飛航模式切換為基本模式。部分組員進場時低於下滑航道（PAPI 顯示四紅），但 PF 及 PM 間未相互提醒。      |
| 12 | 部分組員於落地後以記憶方式執行落地後檢查。                                                                                                                                                       |
| 13 | 落地階段航機觸地後，部分組員未呼叫“LOW PITCH LIGHTS ON”。                                                                                                                                     |
| 14 | 部分組員進場前未確認及測試助導航設施之設定，亦未相互確認進場航圖之編號與版期。                                                                                                                                     |
| 15 | 部分航班進場不穩定，速度於高於參考速度 20 哩/時，然監控駕駛員並未提醒或質疑操控駕駛員。                                                                                                                              |

### 1.16.5 復興模擬機訓練觀察

調查小組前往泰國曼谷復興簽約之模擬機訓練中心，簡要評估 ATR72 機隊之模擬機訓練與考驗執行狀況。

本次作業共計執行三個時段，每一時段為 4 小時，由兩位受訓之駕駛員平分。民國 103 年 10 月 12 日觀察一換裝訓練之最後一課（第七課），學員為兩位副駕駛員；10 月 14 日觀察同一組組員之換裝考驗；10 月 15 日觀察一適職性訓練，學員為一位正駕駛員及一位副駕駛員。

<sup>57</sup> pilot monitoring, 監控駕駛員。

<sup>58</sup> pilot flying, 操控駕駛員。

表 1.16-2 復興模擬機訓練觀察結果

| 項次 | 模擬機訓練觀察                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 兩小時之時段內涵蓋 19 項技術主題與 5 項操作，包括：大坡度轉彎、失速改正、不正常姿態改正、空中防撞及近地警告系統練習。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2  | 非精確進場採「階梯下降」，未依復興手冊規定之「持續下降最後進場」方式操作。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 3  | 於帶有坡度狀況下，執行不正常高仰角姿態改正操作，學員被教導先改平坡度再減低仰角，對此一不符合飛航組員訓練手冊之教學亦未提出質疑。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 4  | 執行非精確進場時，於電子姿態儀（EADI）上設定應係於精確進場使用之決定高度（DH）。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5  | 於自動駕駛儀接上時，兩位駕駛員均操作自動飛航控制系統（AFCS）面板，然該項操作應係由操控駕駛員（PF）負責。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 6  | 模擬發動機地面火警，隨之執行緊急逃生程序時，駕駛員擊發滅火瓶後未先行確認火勢熄滅與否，即立刻進行緊急逃生；如火勢已被撲滅，則無需進行緊急逃生。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 7  | 兩次不穩定進場中：一位駕駛員於 1,000 呎時因高於下滑道（one dot too high）而不及格，另一位駕駛員於短五邊時高度過高（PAPI 顯示 4 個白燈）並導致落地過遠，但卻及格。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 8  | 於執行近地警告作動之因應操作時，駕駛員未依程序要求將 PWR MGT 選擇至「TO/MCT」位置。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 9  | 於執行空中接近避讓操作時，駕駛員未依程序要求將狀態桿（condition lever）置於「OVRD」位置。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 10 | <p>課程執行中，學員有下列未符合程序之操作，教師駕駛員卻未予以糾正：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 於短五邊時進場過高（PAPI 顯示 4 個白燈），監控駕駛員未依規定呼叫，操控駕駛員亦未改正。</li> <li>➤ 於短五邊時速度過大或過小，監控駕駛員未呼叫，操控駕駛員亦未改正。</li> <li>➤ 執行非精確進場時，兩位飛航組員均未呼叫“Approaching Minimum”。</li> <li>➤ 進場時，兩位飛航組員均未呼叫“OM/FAF”。</li> <li>➤ 未執行“Minimum”之標準呼叫。</li> <li>➤ 於操作襟翼時，監控駕駛員“FLAPS ZERO”及操控駕駛員“CHECKED”之標準呼叫未執行。</li> <li>➤ 於操作起落架時，部份監控駕駛員“GEAR UP SET”及操控駕駛員“CHECKED”之標準呼叫未執行。</li> <li>➤ 遭遇積冰時之“Level two on”標準呼叫未執行。</li> <li>➤ 啟動發動機時，啟動按鈕按下即開始計時。</li> <li>➤ 啟動發動機時，CM1<sup>59</sup>之“STARTER ON”、CM2 之“STARTER LGHT OFF”及 CM1 之“CHECKED”等標準呼叫未執行。</li> </ul> |

<sup>59</sup> CM1（crew member 1）代表坐於駕駛艙左座之駕駛員，CM2（crew member 2）代表坐於駕駛艙右座之駕駛員。

| 項次 | 模擬機訓練觀察                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <ul style="list-style-type: none"> <li>➢起飛時，CMI 之“TIMING”及“NOTCH”標準呼叫未執行。</li> <li>➢某些自動操控系模式變換之標準呼叫未執行。</li> <li>➢ADU 顯示資訊出現時，未依程序呼叫。</li> <li>➢執行“ACW TOTAL LOSS”異常程序時，未讀出全部程序。</li> <li>➢起飛後檢查程序未執行。</li> <li>➢單發動機操作時，針球儀之球未保持於正確位置。</li> <li>➢執行單發動機重飛時，高度下掉但監控駕駛員未呼叫。</li> <li>➢進場時未執行中心線/下滑道之標準呼叫。</li> <li>➢執行 ILS 進場時，未符合穩定進場之標準。</li> <li>➢模擬機訓練係選用小坡度。</li> <li>➢駕駛員未執行 NDB 之確認。</li> </ul> |

### 1.16.6 馬公機場 20 跑道 VOR 特別飛航測試

本次事故後，調查小組針對進場時 VOR 訊號穩定度進行驗證確認，民航局於民國 103 年 7 月 30 日執行飛航測試，測試程序包含下列三項：

第一項測試：測試機於 20 跑道進場方向，距馬公 VOR 電台 10 哩遠，3,000 呎高度開始下降，通過 VOR 電台時高度為 330 呎。

第二項測試：測試機於 20 跑道進場方向，距馬公 VOR 電台 10 哩遠，3,000 呎高度開始下降，通過 VOR 電台時高度為 200 呎。

第三項測試：測試機於 20 跑道進場方向，距馬公 VOR 電台 10 哩遠，3,000 呎高度開始下降，完成落地程序。

測試結果顯示如下：

| 測試項目                | 第一次測試                      | 第二次測試                       | 第三次測試                      |
|---------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| CDI 於多少距離開始移動？      | 1.5 海哩                     | 1.4 海哩                      | 0.1 海哩                     |
| CDI 於多少距離偏移多少個 Dot？ | 最大約 2.0 Dot<br>(於 0.2 海哩處) | 最大約 1.90 Dot<br>(於 0.2 海哩處) | 最大約 2.0 Dot<br>(於 0.1 海哩處) |
| VOR 之方位指針在多少距離開始移動？ | 0.5 海哩                     | 0.4 海哩                      | 0.1 海哩                     |

註：依民航局標準組飛測小組說明，表內之距離係指通過馬公 VOR 電台之前的距離。

## 1.17 組織與管理

### 1.17.1 民航局對航空公司之航務查核

民航局對航空公司查核之主要目的為確保航空人員、項目、或與航空運輸相關之作業均至少符合民航局初始給證或核准時之標準。民航局檢查員在執行查核作業以決定是否符合要求時，須以有序且標準化之方式進行。每一種查核工作項目皆有其工作目標，執行時所有的查核工作應依照航務檢查員手冊相關指引執行。

民航局對所有業者皆派有負責監督之檢查員。主任航務檢查員（principal operations inspector, POI）之功能，係為航空業者與民航局間之主要介面，並負有確保業者運作符合民航局相關規定與政策之責任。另外，檢查員亦需訂定年度監理與查核計畫。上述之年度計畫應依工作項目訂定，通常包括年度、半年、每季及每月之檢查計畫，相關工作項目規範於民航局航務檢查員手冊第二冊第四章。

民國 101 年 8 月 1 日至 103 年 7 月 22 日間，民航局對復興航務作業共執行 1,044 次<sup>60</sup>檢查，提出包括 6 項查核發現（finding）、10 項關切事項（concern）及 25 項建議（recommendation）在內之 41 項意見。在上述 41 項意見中，22 項為 102 年及 103 年主基地檢查所發現之缺失，7 項與飛安相關事件有關，其餘 12 項為航務及客艙日常檢查所發現之缺失。以上 41 項意見依其性質概分為：

- 紀錄或表單相關缺失：13 項；
- 手冊相關缺失：9 項；
- 飛安相關事件後續處理：7 項；
- 人力不足與人才流失相關議題：4 項；

---

<sup>60</sup> 指全部航務作業相關之查核次數。

- 自我督察次數或紀錄相關缺失：3 項；
- 飛航組員執勤時未攜帶證照：2 項；
- 客艙圖示或裝備缺失：2 項；
- 訓練不足：1 項。

依相關會議紀錄與文件，民航局負責復興航務檢查之 POI 及 AOI<sup>61</sup>通常係藉由參加復興飛航安全季會之機會，與復興資深主管進行意見交流，會議議程包含民航局政策提示及檢查員指示等項目。

民航局 POI 於訪談時表示，平日與復興間之聯合會議<sup>62</sup>不拘形式，並曾多次參加各種定期與不定期之航務相關會議，例如：教師駕駛員/檢定駕駛員會議或飛安會議等。這些會議復興相關人士或主管皆會參加，相關安全議題及改正措施都會在會議上討論並備有會議紀錄。

#### 1.17.1.1 駕駛艙航路檢查

駕駛艙航路檢查之主要目的，係為提供檢查員觀察及評估持有許可證之業者在航空運輸系統整體作業環境下之飛航作業狀況。依航務檢查員手冊所述，駕駛艙航路檢查為民航局達成檢查目的及監理職責最有效方法之一。此檢查使得民航局能有機會對航空器使用人之航空系統內部及外部要項進行評估。

民國 101 年 8 月 1 日至民國 103 年 7 月 22 日間，民航局負責復興航務檢查之檢查員共執行 166 次駕駛艙航路檢查，共計提出 1 項建議（recommendation）事項，內容為「建議貴公司飛航組員於各機場離到場之任務提示，正/副駕駛員均應持有正確之檢查卡及航圖，逐條實施檢查並交互確認無誤，以維飛航安全」。該建

<sup>61</sup> assistant operation inspector, 助理航務檢查員。

<sup>62</sup> 依民航局航務檢查員手冊第一篇第一章第 2.1.1 節，主任航務檢查員應主持民航局與業者之聯合會議以維持常態性民航局與業者之聯繫，達成與業者主管間之溝通協調。

議應屬飛航組員未遵守操作程序，民航局於復興發布通告提醒組員後結案。由於民航局並未要求檢查員對提出之建議事項進行後續追蹤，故該項明顯違反程序之行爲亦未有後續評估。

### 1.17.1.2 航空公司深度評估檢查

航空公司深度評估檢查之目的，係爲確保航空公司或維修廠符合國際民航組織（International Civil Aviation Organization, ICAO）標準或建議事項、國內民航法規、以及公司內部手冊及程序，辨識未符合規範之缺失並確保已採取改正措施。深度評估檢查亦是民航局爲履行其監理職責所採行之系統化方式之一。深度評估檢查計畫重要項目之一，包括對重大或嚴重缺失進行重點查核。

一般而言，民航局每三年會選定檢查員組成團隊，對航空公司執行一次深度評估檢查。檢查執行時，會依據特定參考文件、範圍與目標。例如：檢查範圍會由標準組選定，檢查時可能會著重於飛航運作、管理與行政、營運規範、航務訓練、組員資格、手冊與程序、飛航管制、飛航操作、紀錄保持、裝備及設施。檢查方法則包括手冊、紀錄或文件之檢視、訓練計畫與程序審閱、以及航空器與相關設施查核等。檢查小組成員通常不是負責該公司日常查核之檢查員，但會通知其檢查進度。

深度評估檢查報告中之檢查發現分爲 A 及 B 兩類。任何違反法規規定之缺點歸爲 A 類；受檢公司未能遵守經飛航標準組核准或接受之作業程序歸爲 B 類。

不符規定或程序之檢查發現與改正措施則由負責該公司日常檢查之 POI 進行追蹤。

航空公司之特別深度評估檢查則視需要執行。當航空公司之表現低於可接受標準，或發生失事/重大意外事件、違規、投訴、或嚴重財務問題時，民航局會執行特別深度評估檢查。

民航局於 GE222 飛航事故後，於民國 103 年 8 月 14 日至 30 日期間，對復興

航務、聯管、安管等部門執行深度評估檢查，檢查範圍包括：政策制定、作業標準、人員分析、作業系統、資源需求及改善期程等項目。依民航局於民國 103 年 10 月 16 日提出之深度評估檢查專案檢查報告，其安全缺失項目包括：安全管理系統（SMS）、飛航操作品質保證系統（FOQA）、飛航駕駛員訓練考驗標準化、持續性下降進場（CDFA）程序、組員資源管理（CRM）及飛航組員疲勞管理等。

## 1.17.2 安全管理系統之發展與監理

### 1.17.2.1 民航局對安全管理系統之政策與監理

航空器飛航作業管理規則要求我國籍民用航空運輸業航空公司應建置安全管理系統（safety management system, SMS），且須報請民航局備查。民航局於民國 100 年 1 月 25 日發布 SMS 之民航通告（advisory circular, AC）120-32C<sup>63</sup>，該通告建議業者應依 SMS 差異分析<sup>64</sup>（SMS gap analysis）之結果訂定、執行與維護 SMS 建置計畫（SMS implementation plan）。另外，SMS 建置計畫應經業者高階權責主管核可，並分四階段於民國 101 年 12 月 31 日前完成 SMS 建置。

民航局負責監督業者建置 SMS 並評估其有效性，其方式包括例行檢查與 SMS 專案檢查<sup>65</sup>。

SMS 專案檢查由民航局成立特定之查核小組執行。民航局指派之 POI，負責追蹤專案檢查後業者之改善作為。

民航局於民國 102 年完成國籍 6 家運輸業航空公司與 2 家維修廠之首次 SMS

<sup>63</sup> 此民航通告之目的，係提供業者一種可行的方式建置並執行 SMS，以符合民航法規 07-02A 第 9 條與 06-02A 第 27 條之要求。此民航公告亦提供航空器使用人與維修廠如何建置並維護 SMS。

<sup>64</sup> SMS 差異分析乃建置 SMS 的第一步，該分析係協助業者決定已具備有那些 SMS 建置要素，以及須強化或增訂那些 SMS 要素，以滿足 SMS 之要求。

<sup>65</sup> 依據民航局航務檢查員手冊第二篇第 5 章中，工作項目 18.1 安全管理系統評估。

專案檢查。該檢查之目的<sup>66</sup>如下：

- 檢視及確保業者之 SMS 建置符合 ICAO 相關文件以及我國民航法規與政策；
- 依據專案檢查結果，調整民航局之 SMS 推動策略，並協助業者有效地建置 SMS。

民航局並未將 SMS 專案檢查所發現之缺失，視為為民航局飛航安全管理資訊系統（flight safety management information system, FSMIS）中所定義之查核發現或關切事項；而是將查核缺失提供受檢業者，使業者得以藉此改善其 SMS 建置計畫，並於建置期限內符合民航局相關法規與政策要求。

民國 102 年首次 SMS 專案檢查後，民航局於當年 12 月 4 日舉辦 SMS 研習會，會議中民航局宣達事項摘錄部分如下：

- 首次 SMS 專案檢查時發現有業者未訂定 SMS 建置計畫，民航局建議所有業者皆應訂定 SMS 建置計畫；
- 民航局預計於民國 103 年以前參照 ICAO 於民國 102 年 5 月發布之第 9859 號文件（Doc 9859）第 3 版，發布 SMS 民航通告 AC 120-32D；
- SMS 建置時程預計延長至民國 104 年底；
- 民航局預計於民國 103 年間提供業者 SMS 相關訓練；
- 民航局將視各業者 SMS 建置進度，執行第二次 SMS 專案檢查。

民航局於民國 103 年 8 月 19 日至 21 日與同年 9 月 15 至 17 日期間，曾為民航業者舉辦兩梯次之 SMS 訓練。

民航局另於民國 103 年 10 月 20 日發布 SMS 民航通告 AC 120-32D，並依據

---

<sup>66</sup> 依據民航局對 GE222 飛航事故調查問卷之回覆（調查附件 8-42）。

ICAO 第 19 號附約與 ICAO Doc 9859 第 3 版，延長 SMS 建置期限至民國 105 年 12 月 31 日（成熟之 SMS 應有的 5 年建置期）。

### 1.17.2.2 復興安全管理系統之建置

復興為發展 SMS，曾於民國 100 年依 SMS 民航通告 AC 120-32C 執行 SMS 差異分析。惟至事故前復興尚未依該民航通告訂定 SMS 建置計畫。復興安管室主任表示，復興係藉由內部討論與工作指派建置 SMS，並藉由例行會議檢視建置進度。

民航局於民國 102 年 4 月 23 日至 5 月 31 日期間，對復興實施首次 SMS 專案檢查。並於同年 6 月 11 日發文復興，文中檢附 24 項專案檢查所見缺失，要求復興訂定改善計畫呈報民航局複查。復興於事故前並未依民航局要求訂定改善計畫，但曾與民航局針對 SMS 之改善以非正式方式交換意見。

復興安管室主管於訪談時表示，民國 102 年之 SMS 專案檢查，依專案查核小組所述係為輔導業者發展 SMS 性質，檢查發現應屬建議而非查核缺點。民航局 POI 曾於民國 102 年底及 103 年 7 月口頭詢問復興 SMS 建置進度。復興第一次口頭回覆表示，公司將藉由採購 SMS 作業軟體強化系統運作；針對第二次詢問，復興以電子郵件回覆民航局 POI，表示預計於民國 103 年 12 月 31 日前完成安全管理手冊全版修訂後報民航局審查，另將於民國 104 年起正式使用新採購之 SMS 作業軟體。

### 1.17.3 復興航務處

#### 1.17.3.1 組織架構

依復興航務處作業手冊<sup>67</sup>，航務處最高主管為協理，航務處下轄機隊管理部與標準訓練部，組織架構如圖 1.17-1。

<sup>67</sup> 第 31 版，生效日期 2014 年 2 月 2 日。

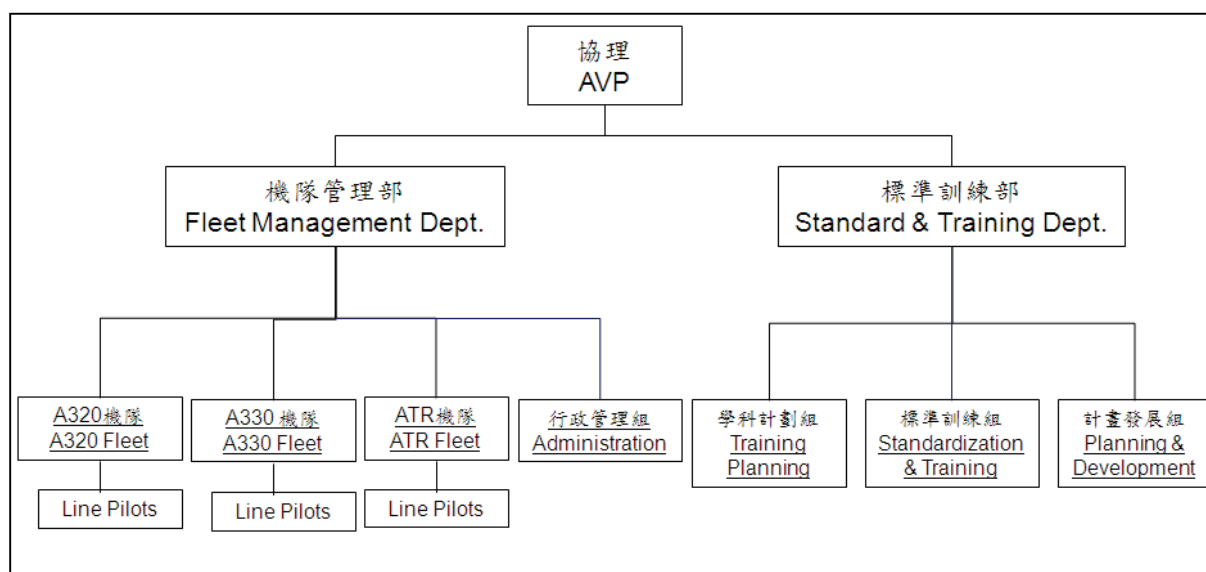


圖 1.17-1 復興航務處組織圖

### 1.17.3.2 機隊管理部

機隊管理部之最高主管為經理，下轄 A320 機隊、A330 機隊、ATR 機隊及行政管理組；各機隊設總機師 1 人。機隊管理部主要負責：

- 飛航駕駛員之人事管理；
- 飛航任務之派遣與執行；
- 飛航時間之監控與紀錄保存；
- SMS 之建置以及保安相關作業。

#### 1.17.3.2.1 ATR 機隊人力管理

民國 102 年間，復興 ATR 機隊總計有 9 架 ATR72-500 型機。民國 103 年引進 ATR72-600 型機，並逐步汰換 ATR72-500 型機。民國 103 年 4 月起，ATR 機隊由原本 9 架飛機增加為 10 架，包括 3 架 ATR72-600 與 7 架 ATR72-500。營運

資料顯示，民國 103 年 5 月與 6 月相較於 102 年同期，復興分別增加 9.7%與 15.3%之營運班次。然而，駕駛員人數卻減少 3.7%<sup>68</sup>。

復興員工表示，ATR 機隊飛機總數增加為 10 架並非原訂計畫，該機隊規劃之駕駛員/飛機比例為 6 比 1。據此，10 架飛機應需要 60 位駕駛員，因此該機隊自民國 103 年 4 月起，至少不足 8 位駕駛員。復興高層主管決定暫緩汰換第三架 ATR72-500 型機係為增加營運班次，復興內部亦曾提出此舉將使駕駛員短缺更顯嚴重，並造成飛航時數增加與休息時間減少等情形，然而高層主管仍決定增加營運班次。

為滿足民國 103 年 5 月起營運班次之增加，同年 5 月至 7 月期間，ATR 機隊駕駛員每日最高起降次數由 102 年同期之 6 次增加為 8 次。

另外，營運資料亦顯示，民國 103 年 5 月至 7 月期間，駕駛員累積飛航時數超過 270 小時者達 30 位；相較於 102 年同期，僅 4 位駕駛員累積飛航時數超過 270 小時<sup>69</sup>；即使於 102 年旺季期間，亦僅只 14 位駕駛員累積飛航時數超過 270 小時<sup>70</sup>。

復興排班人員表示，民國 103 年 5 月至 7 月間駕駛員累積飛航時數顯著增加之原因包括：引進 ATR72-600 型機、營運班次增加、及駕駛員人力短缺。該等因素亦造成駕駛員每日最高 8 次起降之排班型態。

復興機隊管理部經理表示，民國 103 年期間，ATR 機隊存在駕駛員人力短缺，每月報表亦顯示飛航組員平均飛航時數偏高。該經理表示，若連續 3 個月飛航組員之飛航時數皆超過 85 小時，以機隊管理而言就是一個安全警訊。然而，由於飛

<sup>68</sup> ATR 機隊於 102 年 5 月計 2,376 營運班次，103 年 5 月計 2,610 營運班次，增加了 231 營運班次；102 年 6 月計 2,311 營運班次，103 年 6 月計 2,665 營運班次，增加了 354 營運班次；然而，駕駛員人數由 102 年 5 月與 6 月間之 54 員減少至 103 年同期的 52 員。

<sup>69</sup> GE222 正駕駛員（227.03 小時）/副駕駛員（260.58 小時）。

<sup>70</sup> GE222 正駕駛員（256.13 小時）/副駕駛員（297.95 小時）。

航時間仍在法規限制內，機隊管理部亦只能接受此情況。

### 1.17.3.3 標準訓練部

標準訓練部最（以下簡稱標訓部）高主管為副理，下轄學科訓練組、標準訓練組及計畫發展組。標訓部主要負責：

- 標準作業程序之建立及修訂；
- 執行標準作業程序督查；
- 飛機性能分析；
- 飛航操作相關手冊之建立及保存；
- 組員數位化學習之開發與執行；
- 飛航組員資格與證照之控管；
- 與航務相關之 SMS 建置業務。

標訓部負責各機隊（包含 ATR 機隊）飛航組員之訓練及考驗業務，訓練項目包括：

- (a) 機種訓練；
- (b) 地面學科訓練；
- (c) 初始訓練；
- (d) 年度複訓；
- (e) 轉訓；
- (f) 升訓；
- (g) 教師駕駛員及檢定駕駛員訓練；

- (h) 駕駛員培訓；
- (i) 恢復資格訓練；
- (j) Airbus 機種轉換訓練與 ATR 差異訓練。

另外，標訓部亦負責提供危險品及特殊操作訓練，例如：縮減垂直隔離空域作業（reduced vertical separation minimum, RVSM）、性能導航（performance based navigation, PBN）、雙引擎延程作業（extended range twin-engine operations, ETOPS）、低能見度作業（low visibility operations, LVO）、寒冷天氣操作、高高度機場作業及疲勞管理訓練等項目。

依據復興航務處訓練紀錄，事故前，航務處曾於民國 102 年 4 月提供飛航組員 2 小時之疲勞管理課程，內容係航空器飛航作業管理規則當中，有關工時與休息限度修訂之內容解釋。除此之外，復興未提供組員其他有關疲勞管理之進階訓練，亦無疲勞風險管理之機制。事故時，民航局亦未要求航空公司須建立疲勞風險管理系統（fatigue risk management system, FRMS）。

民航局授權復興標訓部選派合格且適任之正駕駛員擔任委任檢定考試官（designated pilot examiners, DPE），負責飛航組員之授證考驗。

民國 100 年至 102 年間，除一名 ATR72-500 機隊之駕駛員因未通過考驗遭淘汰外，其餘所有駕駛員均通過機種訓練、精進與航路考驗。

#### **1.17.3.3.1 標準訓練組**

標準訓練組（以下簡稱標訓組）由 1 名 A330 機隊正駕駛員擔任標訓組主任，轄下並無其他編制支援人員，係由各機隊之教師駕駛員/檢定駕駛員協助標訓組主任執行訓練與考驗相關業務。標訓組主任主要負責：

- 標準作業程序、檢查表及訓練手冊之建立與修訂；

- 蒐集並建立飛航組員訓練教材及考驗題庫；
- 教師駕駛員及檢定駕駛員之督導及績效評估；
- 飛航組員訓練計畫之評估及改進；
- 參與飛航駕駛員任用與評鑑相關業務。

### 1.17.4 復興安全管理組織及運作

#### 1.17.4.1 安全委員會

依據復興安全管理手冊（safety management manual, SMM）<sup>71</sup>，安全委員會負責檢視公司整體之安全績效表現，由總經理擔任主任委員，委員會其他成員則包括航務處及安管室在內之各單位主管。安管室經理兼任安全委員會執行秘書，負責安全委員會會議之召開、會議議程及會議紀錄。安全委員會定期每季召開一次會議。

復興安全委員會下轄五個安全落實小組，並對安全委員會負責，包括：飛行安全落實小組、客艙安全落實小組、地面安全落實小組、維修安全落實小組及航空保安落實小組。安全落實小組每月召開會議，安管室除參與航空保安落實小組外，其餘並未參與。

安全委員會藉由每月定期會議檢視公司之安全績效目標與指標，安全相關之政策及程序修訂，以及民航法規修訂對公司政策與程序之影響等。安全委員會之委員則於會議中各自提報其所屬相關單位自我督察、飛航作業風險評估、內部安全事件調查、品質保證查核等之發現，以及相關預防改正措施。

檢視事故前，民國 102 年與 103 年期間復興召開之安全委員會會議紀錄，內

---

<sup>71</sup> 依復興安全管理手冊於事故時之有效版本，內容計 10 章，包括安全管理組織、權責與職責、安全政策與文化、SMS 的概念、安全報告系統、安全調查作業、安全監控系統、自我督察暨外部查核、安全風險管理、及安全提升。

容包括：

- 前期會議決議執行情形；
- 飛安資訊及民航局政策宣達；
- 提報安全相關議題及事宜；
- 已辨識之安全缺失及預防改正措施；
- 各安全落實小組提報安全管理績效；
- 陳報民航局之飛安相關事件及保養困難報告；
- 飛航操作品質保證（flight operations quality assurance, FOQA）事件及飛航組員標準作業程序檢查（standard operations audit, SOA）結果。

安管室經理於安全委員會之提報事項包括：安管室處理之安全異常事件報告、FOQA 事件主動報告數、安全調查作業進度、自我督察結果、FOQA 事件及趨勢分析，及各部門與全公司之直接風險指標（DRI）與平均風險指標（ARI）。

依據安全委員會會議紀錄，各安全落實小組於安全委員會會議僅提出些許之安全相關議題。

#### **1.17.4.1.1 飛行安全落實小組**

復興飛行安全落實小組（flight safety action group, FSAG）負責執行與飛行安全相關之風險管理作業，航務處機隊管理部經理擔任飛行安全落實小組組長，成員由航務處與聯管中心相關業務單位之經理、主任、督導及作業人員組成，每月定期召開會議一次。

飛行安全落實小組之權責包括：

- 確保有適當之安全資訊蒐集機制與安全報告系統；

- 確認危害識別及風險評估由適任人員執行；
- 所有改善行動能皆能及時且確實執行。

飛行安全落實小組例行之會議討論主題包括：前一個月之安全異常事件報告內容、FOQA 結果、SOA 結果，以及航班營運統計，包括前一月之營運架次、航班取消次數統計、回航/轉降架次等。會議討論其他安全議題包括：SMS 建置進度、鳥擊事件，及飛機外型不符程序要求之安全異常事件等<sup>72</sup>。

復興機隊管理部經理於訪談時表示，飛行安全落實小組會議之目的係辨識及提出重覆發生之安全議題。討論主題包括：前一月之 FOQA 事件及改正措施、FOQA 高風險之黃色與琥珀色事件趨勢分析、標準作業程序檢查發現，以及會議成員口頭提出之安全議題。

#### 1.17.4.2 安管室

安管室最高主管為經理，直接向總經理報告，共配置有 6 名人員。其工作項目包括：年度飛安工作計畫制訂與督導、自願報告事件處理、安全異常事件調查，及 FOQA 資料分析與相關改正措施監控。安管室亦須檢視並分析可能影響安全之資訊、監控安全趨勢、執行風險評估並採取預防改善措施以降低風險、發布安全公告，及維護公司內部安全資訊網站等。

安管室每季舉行飛安季會，會議研討事項包括：近期安全公告、政令宣達、民航局近期強制執行案例及民航公告，以及介紹近期國際及國內之飛航事故與調查報告等。

#### 1.17.5 安全異常事件報告系統

復興建置有安全異常事件報告系統，用以辨識安全議題與風險。復興安全管

---

<sup>72</sup> 該等資訊係依據民國 102 年至 103 年 7 月間之 FSAG 會議紀錄。

理手冊規定，當發生包括失事、重大意外事件、意外事件、及發現或發生有危害公司各項作業安全之情況，相關員工須填寫具名之安全異常報告表，並向員工所屬之部門或安管室提出報告。若員工選擇提供給安管室，安管室對於報告者身分會提供適當的保密。

事故前，安管室之保密性自願報告系統尚未健全。安管室主管於訪談時表示，安管室曾直接收到員工的保密性報告，但並未保存紀錄，也未將報告內容分享出去。

### **1.17.6 飛航操作品質保證計畫之運作與分析**

#### **1.17.6.1 飛航資料分析計畫**

飛航資料分析計畫（flight data analysis program, FDAP）又稱為飛航操作品質保證（FOQA）計畫，係提供一系統化工具，以主動辨識、評估及管理飛航運作有關之危害因子及其風險水準。

依據 ICAO FDAP 手冊（文件編號 DOC 10000）所述：

FDAP 是一項具免責性質之計畫，藉由例行性蒐集與分析飛航數據，進而產生客觀資訊，用以改善飛航組員之表現、訓練之有效性、操作程序。

FDAP 係包括：

- (a) 掘取並分析飛航數據，以識別超出安全飛航限度之航班；
- (b) 辨識飛航操作之趨勢；
- (c) 促進得以改善潛在問題之作爲。

#### **1.17.6.2 復興飛航操作品質保證計畫**

復興 FOQA 計畫係使用 AirFASE 系統，分析對象為復興所有航班。AirFASE 系統亦包含 ATR72 型機之標準作業參數設定，藉由該系統，復興得以評估各機隊

之飛航操作趨勢、辨識運作相關安全風險，以及採取以數據為本之預防改正措施。

復興 FOQA 計畫每月所分析之 ATR 機隊航班數為 1,000 至 1,500 航次。當飛航參數偏離 FOQA 事件定義表中所設定之標準值時，系統會自動產生 FOQA 事件，此時則需要進一步調查造成超限之原因，包括飛航組員未遵守標準作業程序（standard operating procedures, SOPs）之 FOQA 事件。

復興安管室負責 FOQA 計畫之行政管理，並負責包括：

- FOQA 計畫建置；
- 執行 FOQA 事件分析；
- 辨識 FOQA 異常事件趨勢；
- 檢視相關部門對 FOQA 事件之改善行動；
- 更新並修訂 FOQA 相關程序；
- 召開 FOQA 事件審查會。

航務處負責：

- 安排飛航組員參加 FOQA 事件審查會；
- 執行 FOQA 事件調查；
- 訂定並執行改善措施；
- 協助調整 FOQA 參數。

#### 1.17.6.2.1 復興 FOQA 事件類別

FOQA 事件依偏離或超限程度分為 Red（紅色）、Amber（琥珀色）及 Yellow（黃色）事件，FOQA 事件經檢視後，得以決定成案或解密。

Red 事件為超出航機結構限制或超出 SOPs 而嚴重危害飛航安全者。此類事件無須分類即直接成案，相關部門（如航務處或機務處）於收到 FOQA Red 事件資料後，應立即訂定改正計畫及執行改正措施，所有改正計畫應於收到安管室來文後 5 個工作日內完成。

Amber 事件為超出 SOPs，但未直接危及飛行安全者。Amber 事件經 FOQA 事件審查會決定成案、解密或擱置。審查成案之案件由航務處相關部門負責調查。若經審查會審查決定為解密案件，事件當事人應於 10 日內回覆說明並附上改正措施。

Yellow 事件為超出 SOPs 輕微事件，僅用於趨勢統計分析之用。若此類事件有大幅增加趨勢時，安管室須通知航務相關單位。FOQA 作業常用之統計方式包括 Red、Amber 及 Yellow 事件發生次數、特性及趨勢。

#### **1.17.6.2.2 FOQA 事件主動報告**

FOQA 事件報告係指飛航組員於飛航中，發現其操作可能違反標準作業程序時，應於 3 日內填寫 FOQA 事件自報表送安管室處理。安管室將保存 FOQA 事件報告直至完成該報告之審查會議。主動提出 FOQA 事件報告者，視違反標準作業程序之程度與事件後果嚴重度，全部或部分減免應有之紀律處分。

#### **1.17.6.3 FOQA 事件處理流程**

##### **1.17.6.3.1 FOQA 事件審查會**

FOQA 事件審查會由安管室協調召開，成員由航務處主管、機隊飛航駕駛員 4 人，及安管室主管共同組成。會議中由安管室提供相關數據資料及 FOQA 自報表等供與會人員參考。

FOQA 審查委員針對 Amber 事件得以投票方式決定是否採取改正措施。審查委員針對 Amber 事件得將意見填入事件審查單，事件審查單僅列該事件基本資

料，飛航組員姓名不在內。

安管室每月會將 FOQA Red 事件及 FOQA 事件審查會議紀錄陳總經理核閱。

### 1.17.6.3.2 FOQA 事件處理

FOQA 事件凡屬於操作/技術有關問題，或紀律/違反 SOPs 者，皆須移送標訓部，以評估是否需加強訓練；違反 SOPs 者另須送機隊總機師議處。

FOQA 事件審查會後，安管室會將解密/成案事件通知單會辦航務處，由總機師或其代理人陪同事件組員至安管室檢視事件資料與模擬動畫，之後由總機師填妥事件審查單內之事件陳述與建議之改善措施。

航務處負責針對 FOQA 事件進行調查並提出飛安改善措施，並由安管室於 FOQA 月報表上提出航務處已完成之飛安改善措施。

### 1.17.6.3.3 FOQA 事件統計及分析

安管室每月製作 FOQA 統計分析報告，分析報告內容包括：Amber 事件發生次數及比率前 10 名、列舉 Amber 事件中與起飛或落地有關之事件發生機場、以及航務處對統計分析結果提出之檢討措施。FOQA 統計分析報告另須呈報總經理、航/機務副總經理、以及航務處主管。

安管室於民國 102 年共計提出 3 份 FOQA 定期統計分析報告。103 年至事故發生前，則提出兩份 FOQA 定期統計分析報告。102 年度，ATR 機隊有兩件 Red 事件，7 件審查成案事件及 23 件解密事件；103 年度則有 1 件審查成案事件及 13 件解密事件。

檢視 ATR72 機隊於本事故前 3 個月與進場有關之兩件 Amber 事件，包含：(1) 速度過低，高度 1,170 呎偵測出進場速度低；(2) 高度 1,000 至 500 呎間，進場下降率大。此兩件 FOQA 事件飛航組員並未依 SOPs 執行重飛。

## 1.17.7 作業安全風險管理<sup>73</sup>

### 1.17.7.1 風險管理流程

飛行安全落實小組負責航務相關作業之危害識別、風險評估與風險控管。危害識別之來源為書面或口頭之安全報告，以及執行飛航組員標準作業程序檢查（SOA）時之組員回饋與檢查發現。

本次事故前，航務處依不同飛航任務階段與訓練，已識別出 201 項危害因子，並完成相關風險評估作業。若飛行安全落實小組發現新的危害因子，經完成風險評估後應更新現有之危害因子資料庫。若已識別之危害因子引發安全問題，則將檢討相關風險控管措施之有效性。

復興航務處之危害因子資料庫自民國 100 年 3 月起即未再更新。飛航組員未遵守標準作業程序為該資料庫其中一項已識別之危害因子，風險控管措施為提醒組員遵守程序。然而，依據調查小組於事故後之駕駛艙觀察、訪談與本事故之發現，復興飛航組員未遵守標準作業程序之情形仍持續存在。

### 1.17.7.2 風險控管措施有效性之監控

為監控風險控管措施之成效與評估航務作業之安全風險，航務處訂定有「直接風險指標（direct risk indicator, DRI）」與「平均風險指標（average risk indicator, ARI）」，並使用作業風險管理整合軟體（operational risk management integration tools, ORMIT）進行計算。航務處每月須計算並提供安管室前一月之風險指標計算結果，並於每季之安全委員會議中報告。

#### DRI 計算與紀錄檢視

航務處依危害因子資料庫選擇 140 項個別指標，各自訂定衡量方式，經加權

---

<sup>73</sup> 航務處安全風險管理具體內容係訂定於安全管理手冊第 9 章與附錄 9。

計算後產生一整體性指標值，即為航務處每月之 DRI。

140 項個別指標中，有 13 項係使用組員自我狀況評估之結果，包括：遵守 SOPs 自我評估、組員提示自我評估、睡眠自我評估、組員默契自我評估，及天氣狀況掌握自我評估等。

民國 103 年 5 月至 7 月期間，儘管 ATR 機隊存在人力短缺與飛航時間/執勤期間偏高之情況，仍有多項相關個別指標被評定為良好或滿意。例如：機隊人力評估、組員執勤期間，及公司內部溝通等。

### **ARI 計算與紀錄檢視**

航務處係使用不同風險等級之危險因子數量，經加權計算後產生每月的平均風險指數。ORMIT 軟體中包括下列三類 ARI 之計算：

- 原始 ARI：組織開始推動作業風險管理時之風險水準。輸入資料為推動前之安全事件數量；
- 預期 ARI：組織執行作業風險控管措施後，期望達成之風險水準。輸入資料為預期之安全事件數量；
- 實際 ARI：組織執行作業風險控管措施後，實際之風險水準。輸入資料為實際之安全事件數量。

航務處僅使用原始 ARI 計算功能，並使用不同風險等級之危險因子數量作為輸入資料，而非使用不同風險等級實際之安全事件數量，於經 ORMIT 計算後產生每月的 ARI。

航務處 ARI 自民國 100 年 3 月起至事故當時（103 年 7 月）皆維持 1.36，同時期航務處之危害因子資料庫亦未變動。

復興飛行安全落實小組組長表示，曾注意到事故前兩年內之 ARI 與 DRI 數值

未有太大的變動，但並未注意到 ARI 數值自民國 100 年 3 月起皆相同。飛行安全落實小組每月會檢視前一月之 DRI 與 ARI，若個別指標有顯著的變動，則會討論可能的原因。針對個別指標衡量方式之適當性，飛行安全落實小組並未有定期檢視機制。

## 1.17.8 自我督察計畫

### 1.17.8.1 計畫簡介

復興自我督察計畫之設置目的為：

- 辨識及改正潛在之安全議題；
- 提供公司安全風險控管有效之保證；
- 達成公司之安全目標；
- 確保落實及符合公司政策與程序，以及法規要求。

復興自我督察規劃為二級式之督察方式：第一級為各作業部門每季（每年不少於四次）自我業務檢查；第二級為安管室及品管中心每半年一次之業務稽核檢查。安管室每半年對航務處、聯管中心、空服處、貨運處，以及停機坪與機場站務等相關作業單位實施第二級業務稽核檢查，查核範圍係確保相關單位落實及符合作業標準與法規要求。

各作業部門負責擬訂、檢討、修訂及執行各自之自我督察檢查與稽核作業，安管室負責公司所有部門自我督察計畫之彙總、審查及督導其執行。

自我督察由其內部完訓之查核員依檢查表執行，並向相關部門提出查核發現及改善建議。相關部門須依查核建議提出回覆，並將自我查核報告提交安管室，由安管室每半年製作查核摘要報告陳交總經理批閱。

復興查核員訓練係由安管室或各部門合格之查核員負責辦理，訓練時數至少

2 小時。該訓練時數低於一般航空業界品保查核員所需之訓練時數。業界查核員訓練一般需時 5 日，且對於主要查核員與評估人員之資格、訓練及經驗有更高之要求。

### 1.17.8.2 航務處自我督察計畫

航務處協理負責督導航務處之自我督察業務。

依據機隊管理部自我督察業務檢查單，檢查項目包含飛航駕駛員飛航時間及執勤期間之管理與規劃。標準訓練部自我督察業務檢查單中，檢查項目包含年度模擬機訓練或 SOA 所見缺失。風險管理小組對安全管理系統之自我督察項目則包括安全報告、事件調查、檢查與查核、安全風險管理及安全推廣等項目。

航務處於事故前，曾於民國 102 年 3 月、6 月、9 月及 12 月共計執行 4 次自我督察查核；民國 103 年 3 月及 6 月共計執行 2 次自我督察查核，上述查核均未發現查核不滿意情況。

#### 1.17.8.2.1 標準作業程序檢查作業

依據復興航務處作業手冊，「標準作業程序檢查（standard operations audit, SOA）」計畫之目的為：

- 藉由於飛行中實施不定期查核，確保飛航組員遵守標準作業程序；
- 確保安全風險控管措施之有效性；
- 識別安全缺失並執行改善措施；
- 落實風險預防措施；
- 持續監控飛航組員遵守標準作業程序；
- 確保公司之安全績效指標及目標符合要求；

- 符合法規要求。

負責執行 SOA 之檢查員分為空勤及地勤檢查員兩類，空勤檢查員由航務處所屬之空勤主管、檢定駕駛員或教師駕駛員擔任；地勤檢查員由標訓部之正、副主管及該部門授權人員擔任。空勤檢查員每月應至少查核 4 航次，空勤與地勤檢查員每月總計應至少執行查核 20 航次。如因特殊狀況無法滿足每月最少查核航次，經標訓部主管向航務主管報告原因後，得於該年度內補足。

SOA 檢查員應持檢查表執行查核並詳實記錄，執行完成後將查核結果繳交標訓部業管人員檢視查核紀錄內容，並完成改善報告。

SOA 檢查表審查會議應於每年 12 月召開，以重新檢視並更新檢查表之內容。SOA 計畫開始執行至事故發生時，計曾更新過一項檢查表項目。

SOA 檢查員須接受風險管理訓練以熟悉航務作業風險因子，俾利檢查員具備於查核中識別出安全危害之能力。執行 SOA 時，飛航組員應填寫「自我狀況評估表」，若飛航組員發現任務存在危害因子亦應載明於該表中，交予檢查員。飛行安全落實小組則應針對 SOA 辨識之危害因子進行後續之風險分析。

### **SOA 紀錄檢視**

SOA 統計資料顯示：復興於民國 102 年共計執行 245 次 SOA，包括 Airbus 機隊 157 次與 ATR 機隊 88 次；民國 103 年迄 7 月 31 日共計執行 134 次 SOA，包括 Airbus 機隊 59 次與 ATR 機隊 75 次。上述總計 379 次之 SOA 中，僅 24 次曾填具組員自我狀況評估表。

檢視民國 102 年 1 月 1 日至 103 年 7 月 31 日期間執行之 SOA 當中，計有 8 份檢查表曾勾選「不符合」選項，表示飛航組員有未遵守標準作業程序之情況。然而，僅 2 份勾選不符合之檢查表納入標訓部每月 SOA 統計報告中。另外，標訓

部每月 SOA 統計報告皆統計前 12 個月 SOA 發現之不符合項目與次數<sup>74</sup>，惟該統計結果並不正確。

### **SOA 相關訪談紀錄摘要**

復興標訓部主管於訪談時表示，除安管室提供基本之風險管理課程外，公司並未提供 SOA 檢查員額外之風險評估訓練。地勤檢查員執行 SOA 時，僅觀察飛航組員是否有執行檢查表所述之項目，而不會評論飛航組員之表現。有關 SOA 檢查表中有勾選「未符合」項目但未反應於每月統計報告之情況，標訓部主管表示，可能係承辦人員未依職責監管所致。標訓部主管自述於每月批閱 SOA 統計報告時，並未細看所附 SOA 檢查表之內容。

新進之工程師於訪談時表示，前 12 個月 SOA 發現未符合項目之統計紀錄未更新情況，係製作報告時忽略軟體試算表內之初始設定值所致；至於檢查員未於每次 SOA 作業要求飛航組員填寫組員自我狀況評估表，可能係部分空勤檢查員不知道此項規定所致。

ATR 總機師於訪談時表示，自己執行 SOA 時，如觀察到可改進之事項，會直接給予該班組員建議，不一定會將缺失記錄於檢查表中；另外，總機師不知道公司規定執行 SOA 時須要求飛航組員填寫組員自我狀況評估表，故未要求。

### **配合 FOQA 事件所執行之 SOA**

ATR 總機師對於部分 FOQA 成案/解密案件，曾建議藉由執行數次 SOA，以進一步評估相關 FOQA 事件之影響因子，此類 SOA 大部分由總機師執行。標訓部主管於訪談時表示，如有 FOQA 事件涉及不符合 SOPs，標訓部應會要求執行加強訓練；若總機師對於某些 FOQA 事件建議執行 SOA，標訓部多會同意，並於執行後監控後續改善情形。

---

<sup>74</sup> 過去 12 個月 SOA 時發現有不符合檢查項目之發生次數。

### 1.17.8.3 安管室自我督察

安管室負責彙整全公司年度自我督察計畫，包括所有作業部門之自我督察計畫，陳交總經理核批。

#### 自我督察檢查表檢視

復興安全管理手冊內含包括安管室對機場、場站設施及航務運作單位之自我督察檢查表。

安管室對航務業務之檢查包括：法規之符合、手冊之符合、公告、緊急應變處置程序、飛安業務、人員考驗及訓練紀錄等。

安管室自我督察檢查表之項目含：

- 安全報告及事件調查；
- 安全績效有效性評估程序；
- 自願報告系統有效性；
- 風險辨識、分析及控管系統；
- 風險控管有效性；
- 公司安全檢查、改正程序之成效；
- 提出安全建議及向高階主管建議改正措施等。

#### 自我督察紀錄檢視

安管室於本次事故前，曾於民國 102 年 3 月、6 月、9 月及 12 月，以及 103 年 1 月、5 月及 6 月各執行一級自我督察 1 次。

安管室曾於民國 102 年 7 月 17 日及 12 月 31 日各執行二級自我督察，無查核發現。本次事故前，安管室曾於民國 103 年 5 月 22 日執行航務處二級自我督察 1

次，無查核發現。

檢視航務處與安管室之自我督察檢查表單紀錄，查核員多於檢查情況欄勾選滿意、不滿意或未實施，無查核標準說明及客觀之佐證資訊。

### 訪談摘要

安管室經理之訪談結果顯示，安管室對航務處之自我督察檢查表內容仍不適當，例如：未包括對航務處之風險評估、管理及有效性評估之檢查項目，以及未包括航務處自我督察計畫及 SOA 計畫之有效性評估。

## **1.17.9 安全資訊分享**

### **1.17.9.1 政令與技術通告**

復興航務處係使用政令或技術通告提供飛航組員航務作業與安全相關資訊，飛航組員可藉由航務處內部網路取得上述通告。

政令通告內容包括：

- 一般安全相關公告；
- 飛航安全相關公告；
- 航務處例行會議紀錄；
- 航務處飛航安全會議資料；
- 航務處主管之安全提示。

航務處協理與 ATR 總機師於民國 103 年 4 月與 5 月期間，曾發布政令通告，提醒飛航組員即使面對工作負荷增加、人力減少及營運需求增加等狀況，仍應確遵標準作業程序，並以安全為第一要務。

技術通告內容包括：

- FOQA 事件檢視之發現；
- 教師駕駛員會議結論；
- 復興安全相關事件之改正措施；
- 民航局檢查員之查核發現；
- 飛行安全落實小組會議紀錄。

### 1.17.9.2 安全資訊更新

復興安管室建置一內部網站，藉以提供員工安全相關資訊。然安管室並未定期更新該網站之安全資訊。調查小組檢視該網站後，發現如下：

- 飛航事故調查報告更新至民國 94 年之 GE028 飛航事故；
- 飛安季會與安全委員會相關資訊更新至民國 101 年第 4 季；
- 安全公告更新至民國 102 年。

### 1.17.10 過去事故調查發現與改善作為

民國 101 年 5 月 2 日，復興航班編號 GE515，一架 ATR72-500 型機曾於爬升過程中發生發動機火警飛航事故。本會於民國 102 年 5 月發布之調查報告中，建議復興加強飛航組員依 SOPs 執行 ILS 進場，包括進場提示、進場航道設定、適當調整進場速度及標準呼叫。

報告中所有對復興提出之飛安改善建議，亦同時建議民航局督導該公司進行改善。民航局於民國 102 年 8 月之回覆表示，復興 SOA 檢查員會特別於執行 SOA 時，觀察飛航組員對於進場操作程序及標準呼叫之執行情形。

本次事故調查過程中，調查小組檢視復興相關紀錄後發現，無資料顯示復興曾於 SOA 時特別觀察飛航組員之進場操作及標準呼叫。

安管室主管於訪談時表示，GE515 飛航事故後之改善作為已於檢視後提交民航局，相關調查發現與結論亦由總機師轉達飛航組員。

ATR 總機師係負責航務相關之飛安改善措施，其於訪談時表示，曾看過飛安會所調查之兩起復興飛航事故<sup>75</sup>調查報告草案，但不清楚公司於調查報告發布後之後續追蹤措施。至於先前兩件飛航事故之安全改善作為部分，已依據報告所提出之飛安改善建議，調整相關的作業程序，並於模擬機中加強訓練。該員另表示，標準呼叫部分原本即是 SOA 之檢查項目，但未於日常 SOA 時特別觀察進場操作程序以及相關標準呼叫之執行情形。

## 1.18 其他

### 1.18.1 飛機操作程序

與本次事故有關之飛航操作手冊與程序內容摘錄如下：

#### 1.18.1.1 航務手冊

##### 第二章 定義與簡字

##### 2.1 定義

最低下降高度：指於非精確進場或環繞進場時，如無所需之目視參考，不應再行下降之高度，此高度係參考平均海平面所得之高度。

##### 第七章 飛航程序

##### 7.1 標準作業程序

##### 7.1.11 進場

##### 1. 一般：

---

<sup>75</sup> 民國 102 年 7 月 1 日復興另有一件 GE5111 航班 ATR72 型機飛航事故。

b. 除非符合下列條件，否則航空器不得繼續進場而低於 DA/DH 或 MDA：

(a) 航空器能從開始下降點以正常的下降率及正常的操作持續進場至落地；

(b) 飛航能見度符合標準儀器進場程序所規定的能見度；以及

(c) 飛航組員能清楚地目視且辨別跑道的目視參考項目之一：

- 進場燈 (但低於著陸區上方高度 100 呎時，進場燈不得用作參考)；
- 跑道頭；
- 跑道頭標誌；
- 跑道尾識別燈；
- 目視下滑道指示；
- 著陸區，或著陸區標誌；
- 著陸區燈；
- 跑道或跑道標誌；
- 跑道燈。

低於 DH/DA 或 MDA 後，如果 PF 無法保持目視這些項目，即必須立即按照迷失進場程序執行重飛，並通知航管。

4. 實施儀器進場及降落作業，應依下列規定辦理：

(a) 於精確進場通過最後進場點前，或於非精確進場實際高度不低於三百公尺 (一千呎) 前，如依最新獲得之天氣報告，顯示該機場之能見度或跑道視程低於其最低飛航限度時，航空器應中止其進場作業。

(b) 於精確進場通過最後進場點後，或於非精確進場實際高度低於三百公尺 (

一千呎)後，如依最新獲得之天氣報告，顯示該機場之能見度或跑道視程低於其最低飛航限度時，得繼續進場下降至決定高度、決定實際高度、最低下降高度或最低下降實際高度。但於任何情況下通過該特定高度後，將違反該機場之操作限度時，航空器不得繼續進場及降落作業。

(c) 第(a)項及第(b)項之跑道視程(RVR)，除其他國家另有規定外，係指落地點之跑道視程(RVR)。

#### 7.1.14 重飛

1. 由於不符合穩定進場條件或任何突發狀況，而不確定可完成一次成功的落地，任一操作飛航組員或航管單位指示重飛時，應毫不猶豫操作重飛（穩定進場條件詳7.1.11 之7）。
2. 重飛是正常程序，相關部門不予責任追究。任何不正常狀況下，PF 實施重飛，航務部門僅問明原委，記錄、分析俾利爾後訓練改進之參考。特殊重飛狀況可透過「安全異常報告」報備；一般重飛狀況可註記於「Aircraft Flight Log and Simplified Operational Flight Plan」空白處。
3. 誤失進場通常在迷失進場點 (Miss Approach Point) 或其上即開始執行，惟若於其後出現能見度驟降、風向風速突變或其他影響飛航安全之情形，飛航組員 (PF/PM) 應斷然執行重飛程序，以確保飛航安全。

#### 7.5.10 交互與監控檢查

13. 飛行時，任一組員發現飛航軌跡、高度、速度及狀態偏離正常設定時，應適時 Callout 相互提醒，標準呼叫方式如下: Course! ; Localizer! ; Altitude! ; Speed! ; Attitude! 。

#### 1.18.1.2 ATR72-212A 正常檢查表

| APPROACH BRIEFING                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Weather information</li> <li>• Rwy cond. (dry, wet ...), lighting sys.</li> <li>• Landing performance <ul style="list-style-type: none"> <li>– Landing distance available</li> <li>– Actual landing distance</li> </ul> <p><b>Note:</b> add 15% to the In-flight LDG Dist. except in emergency.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Go-around climb gradient</li> </ul> </li> <li>• Rwy excursion risk assessment</li> <li>• Sudden occurrence handling proc.</li> <li>• Abnormal A/C sys or NAV status</li> <li>• Approach chart (date, no. , App. Type)</li> <li>• Transition Level, MSA</li> <li>• Primary App. NAV freq. and course</li> <li>• Approach route course</li> <li>• FAF (or FAP) altitude</li> <li>• DH or MDA and missed approach point <ul style="list-style-type: none"> <li>– Missed approach procedure <ul style="list-style-type: none"> <li>* Alternate</li> <li>* Extra &amp; Divert fuel</li> </ul> </li> <li>– Go around procedure</li> </ul> </li> </ul> |

| DES/APP                  | ANS               |
|--------------------------|-------------------|
| DECENT CLEARANCE         | OBTAIN PF         |
| PA                       | COMPLETED PF      |
| CCAS                     | RECALL 1          |
| FUEL QUANTITY            | CHECKED 1         |
| LDG DATA BUG, DH/MDA SET | SET & X'CHECK 1/2 |
| ALTIMETER                | SET & X'CHECK 1/2 |
| G/A TQ. SET              | CHECKED PF        |
| CABIN ALT                | CHECKED PF        |
| LDG. ELEV.               | CHECKED PF        |
| ANTI ICING               | AS RQRD PF        |
| SEAT BELTS               | ON PF             |
| APP. BRIEFING            | COMPLETED PF      |
| DES/APP C/L              | COMPLETED PM      |

### 1.18.1.3 ATR72 飛航組員操作手冊

|                                                                                   |                                              |         |     |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------|-----|--------|
|  | <b>PROCEDURES AND TECHNIQUES</b><br><br>AFCS | 2.02.04 |     |        |
|                                                                                   |                                              | P 7     | 001 |        |
|                                                                                   |                                              |         |     | JUL 98 |

AA

- NON PRECISION APPROACH

Use of auto-pilot is recommended with :

- NAV mode for VOR approach (see 2-01-05 p3),
- HDG mode for ADF approach,
- VS or IAS mode for descent.

- GO AROUND

When reaching decision height, or missed approach point after level off at MDA, if required references are not established, a go-around must be initiated.

The following procedure is recommended :

| PF                          |                                        | PNF                                 |  |
|-----------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|--|
| (if no contact)             |                                        | - Announce minimum                  |  |
| - Announce "GO AROUND"      |                                        |                                     |  |
| - Depress GA pbs on PLs     |                                        |                                     |  |
| - Advance PLs to ramp       |                                        |                                     |  |
| R                           | - Call "FLAPS one notch" and rotate to | - Retract FLAPS one notch           |  |
| R                           | GO AROUND pitch attitude               | - Check NP= 100 %, adjust           |  |
| R                           | - Follow FD bars and cancel            | if necessary                        |  |
| R                           | AP Disconnect Alarm                    | When positive rate of climb is      |  |
| R                           | - Accelerate to or maintain            | achieved :                          |  |
| R                           | VGA (2-02-01 p4)                       | - Announce "Positive climb"         |  |
|                             |                                        | - Set gear up                       |  |
| - Command "GEAR UP"         |                                        |                                     |  |
| When climb is stabilized :  |                                        |                                     |  |
| - Command "HDG/LO BANK/IAS" |                                        | - Engage HDG, BANK and IAS on       |  |
| Engage AUTO PILOT           |                                        | AFCS panel (IAS will synchronize on |  |
|                             |                                        | actual speed)                       |  |

**Note :** GO AROUND mode gives (as a FD mode only):

- on pitch axis, a target attitude compatible with single engine performance.
- on roll axis, a steering command to maintain heading followed at GA engagement.

As soon as climb is firmly established, use of HDG/IAS mode (which will then be accepted by AP) is recommended.

|                                                                                   |                                              |         |     |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------|-----|--------|
|  | <b>PROCEDURES AND TECHNIQUES</b><br><br>AFCS | 2.02.04 |     |        |
|                                                                                   |                                              | P 9     | 050 |        |
|                                                                                   |                                              |         |     | SEP 10 |

AA  
R

Maximum demonstrated crosswind:

|           | AutoPilot |
|-----------|-----------|
| Headwind  | 30 kt     |
| Tailwind  | 10 kt     |
| Crosswind | 15 kt     |

► **TASK SHARING**

The philosophy of the task sharing is based on the following considerations:

- **PF**(1) task is **aircraft flying** during all the approach, he is in charge of speed control. Approaching DH + 100ft, he looks outside to acquire external visual references.

He **makes decision** for landing or go-around.

- **PNF**(2) task is **approach monitoring** with permanent reference to the instruments.

(1)**PF**, pilot flying,

- Monitors the A/C position, the flight path parameters and the AP.
- Controls the speed.
- Requests checklist, flaps setting and gear extension.
- Selects the modes and announces changes.

(2)**PNF**, pilot non flying,

- Is in charge of radio communications.
- Monitors the flight path, the speed, the mode changes, the systems and the engines.
- Reads the checklist.
- Selects flaps setting and gear extension.

► **NORMAL APPROACH AND LANDING SEQUENCE**

■ Prior to approach

- DESCENT procedure (PF / PNF):
  - Last weather information reviewed (destination and alternate).
  - Landing data collecting and ASI and TQ bugs setting (refer to 2.03.14 p1 for bugs setting description).
  - Approach briefing stating runway in use, MSA, DH, missed approach procedure, radio aids setting...
- APPROACH procedure (PF / PNF):
  - AP/FD coupled PF side.
  - Speed references set (VAPP, VGA, VmLB).
  - Markers volume set.
  - DH setting confirmed.

... / ...

Mod : 1112

|                                                                                   |                                              |         |     |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------|-----|--------|
|  | <b>PROCEDURES AND TECHNIQUES</b><br><br>AFCS | 2.02.04 |     |        |
|                                                                                   |                                              | P 10    | 050 |        |
|                                                                                   |                                              |         |     | SEP 10 |

AA  
R

■ Before capture

- **PF** has to perform the following tasks:
  - NAV set to ILS frequency, ADF set as required.
  - CRS set to final approach course.
  - APP armed.
  - IAS as required.
- **PNF** has to perform the following task:
  - NAV and ADF set as required

■ From capture to decision height

Note: The call-outs are written in bold with "...".

| CAT 2 events                                                     | Tasks and call- outs                                                                          |                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                  | PF                                                                                            | PNF                                                                                                                 |
| Localizer capture                                                | <b>"LOC STAR"</b>                                                                             | - Set runway HDG<br>- Set ILS on NAV & CRS<br>- Check CAT 2 on ADU                                                  |
| Glide slope capture                                              | <b>"GS STAR"</b><br><br>Check GA altitude                                                     | Set GA altitude                                                                                                     |
|                                                                  | Request normal sequence for LDG configuration                                                 | Set LDG configuration in sequence                                                                                   |
| (1): Outer marker or equivalent position (not lower than 1000ft) | Check altitude on RA and altimeter, and if aircraft is stabilized<br><br><b>"WE CONTINUE"</b> | <b>"OUTER (1) ALTITUDE CHECKED, STABILIZED(2)"</b><br>Check altitude on RA and altimeter and if aircraft stabilized |
| 800 ft RA (3)                                                    | Check dual coupling and no star on LOC and G/S modes<br><br><b>"CHECK"</b>                    | <b>"800 FT, DUAL CPL, NO STAR"</b><br>Check dual coupling and no star on LOC and G/S modes                          |
| 500 ft RA                                                        |                                                                                               | <b>"500"</b>                                                                                                        |
| DH + 100 ft RA                                                   | Looks outside for visual references                                                           | <b>"100 ABOVE"</b><br>Monitors the instruments                                                                      |
| DH / auto call-out                                               |                                                                                               | <b>"DECISION"</b>                                                                                                   |

(2): Stabilized means:

- On the final approach segment flight path.
- Landing flaps selected, VAPP reached.
- Final checklist completed.

(3): **Any failure that is not completely treated before 800ft AGL, or that occurs below 800ft AGL shall always lead to a missed approach.**

Mod. : 1112

|                                                                                   |                                              |         |     |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------|-----|--------|
|  | <b>PROCEDURES AND TECHNIQUES</b><br><br>AFCS | 2.02.04 |     |        |
|                                                                                   |                                              | P 11    | 100 |        |
|                                                                                   |                                              |         |     | SEP 10 |

AA

R

■ If visual references sufficient

| CAT 2 events | Tasks and call- outs         |             |
|--------------|------------------------------|-------------|
|              | PF                           | PNF         |
| Visual at DH | <b>“LANDING”</b>             |             |
| 80 ft RA     |                              | <b>“80”</b> |
| 50 ft RA     | Disconnect AP                | <b>“50”</b> |
| 20 ft RA     | Reduce PL and flare visually | <b>“20”</b> |

■ If visual references insufficient

| CAT 2 events           | Tasks and call- outs                                                                                            |                                                                                              |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|                        | PF                                                                                                              | PNF                                                                                          |
| No visual at DH        | <b>“GO AROUND, SET POWER, FLAPS ONE NOTCH”</b><br>- Press GA pb<br>- Advance PL to the ramp<br>- Follow FD bars | - Retract flaps one notch<br>- Adjust power                                                  |
| Positive rate of climb | - Request gear retraction<br>- Request HDG, low bank, IAS, VGA<br>- Request AP engagement                       | <b>“POSITIVE CLIMB”</b><br>- Retract gear<br>- Select HDG, low bank, IAS, VGA<br>- Engage AP |

Mod : 0069 + 1112

### 1.18.1.4 事故航班飛航組員遵守標準作業程序（SOPs）情形

經調查小組比對事故飛航組員各階段操作與復興 ATR72 型機 SOPs 之差異，與程序不符或疏漏之處，如表 1.18-1 所示。

表 1.18-1 事故航班飛航組員遵守 SOPs 情形

| 項次 | 階段  | 組員操作                                                                                                           | 復興 SOPs 規定                                                                                               |
|----|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 起飛後 | PF 未呼叫“Flap Zero”與“AFTER TAKE OFF CHECKLIST”，但 PM 宣告“flap zero set after takeoff checklist”                    | PF: “FLAPS ZERO”<br>PM: “FLAPS ZERO” “FLAPS ZERO SET”<br>PF: “CHECKED”<br>PF: “AFTER TAKE OFF CHECKLIST” |
| 2  | 巡航  | 在執行巡航檢查時，PM 讀出“ALTIMETER 999”，PF 回應“999 set”                                                                   | PM 應該讀出“ALTIMETER, SPEED AND ALTITUDE”，PF 及 PM 應回應“SET & CROSSCHECK”                                     |
| 3  | 下降  | 請求馬公機場 20 跑道 VOR 進場後，未執行進場提示                                                                                   | 當離開巡航高度時，應該執行進場提示                                                                                        |
| 4  | 進場  | 未執行 DESCENT/APPROACH CHECKLIST                                                                                 | 當接獲下降許可應執行 DESCENT/APPROACH CHECKLIST                                                                    |
| 5  |     | 於距離 FAF 0.3 哩前 PF 呼叫“FLAPS 15”，於距離 FAF 0.1 哩前 PM 設定“FLAPS 15”                                                  | 應於距離 FAF 3 哩前開始執行此項作業                                                                                    |
| 6  |     | 航機通過 FAF 0.5 哩後、自動駕駛儀接上情況下，PF 未呼叫“BEFORE LANDING CHECKLIST”，但 PM 在未得到 PF 回應下獨自執行並完成此項程序                        | PF 與 PM 應於航機通過 FAF 0.5 哩前，交互檢查並確認“Before Landing Checklist”                                              |
| 7  |     | 當航機為於 FAF 時，PF 與 PM 未交互檢查高度與位置是否符合進場圖                                                                          | 當航機為於 FAF 時，PF 與 PM 應交互檢查高度與位置是否符合進場圖                                                                    |
| 8  |     | 於接近 FAF 前，PM 提醒 PF MDA 並設定 MDA 高度；但 PF 於通過 FAF、到達誤失進場點（missed approach point, MAPt）前，選擇低於 MDA 之高度，並下降低於 MDA 高度 | 決定下降低於 MDA 高度前，PF 應先獲得所需之目視參考<br>PM 應對於 PF 之非標準操作提出反對意見                                                  |
| 9  |     | 於 MDA 之上 100 呎時，PM 未呼叫“APPROACHING MDA”，PF 未回應“CHECKED”                                                        | 於 MDA 之上 100 呎時，PM 應呼叫“APPROACHING MDA”，PF 應回應“CHECKED”                                                  |

| 項次 | 階段 | 組員操作                                                                                                                  | 復興 SOPs 規定                                                                                                                                                                                |
|----|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10 | 進場 | 由於 PF 將高度設定於 MDA 之下，致 MDA 高度不會被攔上，故 PF 未發起“SET MISSED APPROACH ALTITUDE”程序，PM 未執行，PF 也未檢查                             | 若攔上 MDA 高度情況下<br>PM:呼叫“ALTITUDE CAPTURE”<br>PF:確認高度維持於 MDA，呼叫“CHECKED”“SET MISSED APPROACH ALTITUDE _____”<br>PM:設定誤失進場高度“MISSED APPROACH ALTITUDE _____ SET”<br>PF:確認誤失進場高度設定正確“CHECKED” |
| 11 |    | 當航機位於 MAPt 時：<br>PM 未呼叫“MISSED APPROACH POINT, RUNWAY NOT IN SIGHT, GO AROUND”，當航機通過 MAPt 時，PF 詢問 PM 是否看到跑道而非發起誤失進場程序 | 當航機位於 MAPt 時：<br>PM:呼叫“RUNWAY NOT IN SIGHT, GO AROUND”，(或“MISSED APPROACH POINT, RUNWAY CLEAR”)<br>PF:呼叫“GO AROUND”，(或“LANDING”)                                                          |
| 12 |    | PF 於解除自動駕駛前未呼叫                                                                                                        | 為建立組員資源管理，飛航組員之溝通應基於標準呼叫之上<br><br>除了其他特別的規定，PF 及 PM 在改變任何旋鈕、開關及飛航模式時，應依據相對應的程序進行標準呼叫                                                                                                      |
| 13 |    | 偏航穩定器解除前，組員未呼叫                                                                                                        |                                                                                                                                                                                           |

### 1.18.1.5 標準作業程序 (SOPs) 之重要性

SOPs 提供飛航組員一個有順序與步驟的操作指引，以確保組員能以可預測的、一致的且安全的方式執行飛航操作。SOPs 亦是在正常與異常情況下得以確保飛航安全的最重要因素之一。

研究顯示<sup>76,77</sup>，航空、海事與核能等複雜的社會科技 (socio-technical) 工業，在組員或操作員所導致的事故類別當中，偏離程序乃是比例最高的肇因。Degani 與 Weiner 於民國 86 年對航空公司作業程序的研究結論如下：

<sup>76</sup> Perrow, C. (1984). Normal accidents. New York, NY: Basic Books.

<sup>77</sup> Trager, E. A. (1988). Special study report: Significant events involving procedures (Office for Analysis and Evaluation of Operational Data AOED/S801). Washington, DC: Nuclear Regulatory Commission.

設計良好的程序，其對於各細項步驟執行順序之明確規定，有助於確保飛航組員在執行主要的工作項目時，皆能以符合邏輯、有效率及預防錯誤的方式執行<sup>78</sup>。

Lautman 與 Gallimore 於民國 76 年發現<sup>79</sup>，在 66 年至 73 年間發生的 93 件航空器全毀飛航事故中，肇因為組員導致者係以駕駛員違反 SOPs 為主因。一份以 37 件 NTSB 所調查之飛航事故為對象之研究指出，程序錯誤在飛航組員所有錯誤當中佔比 24%，是最主要的因素<sup>80</sup>。

### 1.18.1.6 違規

組織安全程序的制定乃是為了使得機器或設備能夠安全或有效率的運作與維護<sup>81</sup>，而違規<sup>82</sup>係指蓄意的偏離組織的安全程序<sup>83</sup>。廣義的說，違規是個人為了遂行其目的，於計劃或執行上，程度不一的偏離了某些程序。違規通常反映的是社會現象與動機，而非在資訊處理過程中出現問題。

違規的定義重點在於「蓄意」，許多個人的行為雖然可能涉及未符合程序，但判斷屬違規的關鍵在於是否為有意的不遵守規定。雖然違規是蓄意的違反規定，但意圖可能是良善的，例如意欲幫助公司達成目標<sup>84</sup>。

違規通常不是事故發生序列中最後的事件，但由於違規降低了容錯空間及對

<sup>78</sup> Degani, A., and Wiener, E. L. (1997). Procedures in complex systems: The airline cockpit. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 27(3), 302-312.

<sup>79</sup> Lautman, L., and Gallimore, P. L. (1987, April-June). Control of the crew caused accident: Results of a 12-operator survey. *Boeing Airliner*, 1-6.

<sup>80</sup> 美國運輸安全委員會(NTSB) (1994). A review of flightcrew-involved major accidents of U.S. air carriers, 1978 through 1990. (Safety study, NTSB/SS-94/01). Washington, DC: Author.

<sup>81</sup> Health and Safety Executive. (1995). *Improving compliance with safety procedures*. London: HSE Books.

<sup>82</sup> 此部分內容參考 Walker, M. (2010). Topic 2: Individual actions. *ATSB human factors course* (pp.1-18). Canberra, ACT: ATSB.

<sup>83</sup> 「程序」與此處尚包含規定、指令、規則等。

<sup>84</sup> Mason, S. (1997). Procedural violations—causes, costs and cures. In F. Redmill & J. Rajan (Eds.), *Human factors in safety-critical Systems*. Oxford: Butterworth.

環境的理解力，因而增加了後續錯誤發生的風險<sup>85</sup>。違規是一個非常重要的安全議題，因為其破壞了安全管理系統中「程序是會被遵守」的基本假設。有些違規難以被查覺，因為員工為了避免遭受懲罰，必然盡可能地掩飾。違規是個重要議題，因為可以藉此瞭解一個組織，藉由違規的嚴重程度，以及員工與主管面對違規的態度，可歸納出組織整體的安全文化。

在安全管理中，以下三種違規類型特別受到關注<sup>86, 87</sup>。

例行違規（routine violations）：此類型的違規已成為員工在工作環境中正常的作業方式，多屬技術層面上的便宜行事，通常是因為員工為了省事、求輕鬆，或缺乏事故風險意識。管理階層的放任與容忍亦是其中的原因。

優化違規（optimizing violations）：此類型的違規係員工藉由達成與工作目的無關的動機或目標，以滿足其改善工作狀況的渴望。舉例來說該等動機包括：在無趣的工作中尋求刺激、想令人刮目相看，或好奇心驅使。此類意欲優化非功能性目標的傾向，便成為某些人的工作風格，優化違規通常發生於規則層面，並伴隨較低的事務風險意識。

情境違規（situational violations）：此類違規是在特殊情況下，為完成工作不得不違反程序。換句話說，員工需要處理現實狀況與程序規定不協調之處。情境違規通常是規則層面上的表現，但有少數例外是屬於知識層面。相較於例行違規，情境違規者係有較高之事故風險意識，但情況若一直持續，則員工的行為可能會演變成例行違規。

### 1.18.2 非技術性技能訓練

技術性技能固然重要，但近幾十年來，其他被稱之為人為因素或非技術性技

---

<sup>85</sup> Hudson, P. (2000). Non-adherence to procedures: Distinguishing errors and violations. Proceedings of the 11th Airbus Human Factors Symposium, Melbourne.

<sup>86</sup> Reason, J. (1997). Managing the risks of organisational accidents. Aldershot, UK: Ashgate.

<sup>87</sup> Reason, J., & Hobbs, A. (2003). Managing maintenance error: A practical guide. Aldershot, UK: Ashgate.

能之駕駛員應具備的技能，已被認為亦是導致飛航事故之重要因素，包含組員資源管理（crew resource management, CRM）及威脅與疏失管理（threat and error management, TEM）。

### 1.18.2.1 組員資源管理

多組員作業的駕駛艙環境中，人為因素乃是關注的重點，用以確保組員工作時，不論是相互間，與飛機系統間，以及與更廣泛的航空系統間皆能有良好的互動，傳統上稱此為組員資源管理（CRM）。CRM 一般被定義為「有效的運用人員、裝備與資訊等各種資源以達到安全及有效率之操作」<sup>88</sup>。有效的 CRM 係指組員間以團隊的方式運作，而非每個組員各行其事。

復興採用了以下的 CRM 定義：CRM 是指整合所有的知識、技能及角色分工，以有效地管理、掌控與運用所有可用資源，達成提升飛航安全及效率的目的。

復興所訂定的 CRM 政策摘錄如下：

1. CRM 以及促進團隊運作的能力，是挑選組員時的標準之一。
2. CRM 的觀念及作法，將整合於各類飛航操作訓練中。
3. 每次任務前，所有組員應共同分擔責任以建立一彼此互信與相互承諾的環境，並相互鼓勵以說出與接受對於確保所託付之乘客與設備安全之責任。「什麼是對的，不是誰是對的」是所有復興組員之座右銘。
4. 若有任何可能危害航空器或影響組員表現之不利因素存在時，每位飛航組員皆有責任告知機長。

依據復興飛航訓練管理手冊，每次機種轉換訓練及初始訓練都應包含 CRM 之學科及模擬機課程。CRM 之地面學科複訓每 3 年進行 1 次，CRM 之模擬機訓

---

<sup>88</sup> Lauber, J. K. (1984). Resource management in the cockpit. Air Line Pilot, 53, 20-23.

練每年進行 1 次<sup>89</sup>，CRM 之講師則須接受專門的人為表現與人為因素訓練。

復興飛航組員、客艙組員以及簽派員均須完成 CRM 聯合訓練。

### 1.18.2.2 威脅與疏失管理

威脅與疏失管理 (TEM<sup>90</sup>) 是一種能讓飛航組員識別並降低可能會危害飛航安全之風險與疏失的方法。TEM 的概念源自於美國德州大學人為因素研究計畫之線上安全查核系統 (line operations safety audit, LOSA)<sup>91</sup>，LOSA 執行的方式是由接受特殊訓練之查核員於駕駛艙內記錄飛航組員在非技術領域之表現，其觀察的重點乃是組員對於威脅與疏失的識別與管理。

TEM 模式有三個基本的要素：威脅、疏失與非預期的航機狀態。

**威脅**是指不直接影響飛航組員之事件或疏失，然而會增加作業的複雜性，須加以管理使得航機運作能夠維持在安全裕度<sup>92</sup>內。當威脅未被查覺、管理或處置不當，則會導致疏失，甚至會進入非預期的航機狀態。

**疏失**是指駕駛員應做而未做，或做了不應做的行為，導致其結果偏離了組織或駕駛員的意圖或期望<sup>93</sup>。當疏失未被查覺、管理或處置不當，則會導致進入非預期的航機狀態。

**非預期航機狀態**是指航機偏離應有的狀態或存在不當的外型設定，使得飛航

---

<sup>89</sup> 以線上導向飛行訓練 (line oriented flight training, LOFT) 型態執行。

<sup>90</sup> 參考資料為 Australian Transport Safety Bureau (2009), Threat and error management: Attitudes towards training and the applicability of TEM to general aviation and low capacity air transport operations (Aviation Research and Analysis AR-2006-156(1)). Canberra, ACT: Author.

<sup>91</sup> Helmreich, R.L., Kline, J.R., & Wilhelm, J.A. (1999). Models of threat, error, and CRM in flight operations. In Proceedings of the Tenth International Symposium on Aviation Psychology (pp. 677-682). Columbus, OH: The Ohio State University.

<sup>92</sup> Maurino, D. (April, 2005). Threat and Error Management (TEM). Paper presented at the meeting of the Canadian Aviation Safety Seminar (CASS), Vancouver, BC.

<sup>93</sup> Maurino, D. (April, 2005). Threat and Error Management (TEM). Paper presented at the meeting of the Canadian Aviation Safety Seminar (CASS), Vancouver, BC.

運作的安全裕度顯著的降低<sup>94</sup>。非預期的航機狀態是發生事件或事故前的最後一個狀態，因此，管理非預期的航機狀態係為飛航組員避免發生不安全後果的最後機會。

TEM 模式各要素間的因果關係，雖非線性，但基本的概念是，不當的威脅管理會導致疏失，不當的疏失管理會導致非預期航機狀態，最後導致非預期的結果。

若駕駛員意欲於狀況惡化前識別出潛在的威脅，以降低相關的安全風險，則須有效的觀察與評估存在於環境中之各項徵兆，對當下的狀況充分理解，並能識別出任何變動的產生。此外，為了確保維持最高安全水準，飛航組員必須小心的監控飛機的路徑與系統，亦須主動交互檢查彼此的行為。有效的組員監控與交互檢查乃是最後一道安全防線<sup>95</sup>。

民國 99 年舉辦的第一次泛美航空安全高階會議中即指出監控任務的重要性<sup>96</sup>。依據 LOSA 的評估結果，有效的組員監控與交互檢查可消弭 19%的疏失與 69%的非預期航機狀態。

民國 95 年 ICAO 將 TEM 納入有關駕駛員給證之標準與建議措施中<sup>97</sup>。ICAO 有關 TEM 的飛航組員訓練與給證要求可進一步參考 ICAO 第 1 號附約-人員給證。

復興已發展並實施飛航組員 TEM 訓練計畫，但尚未實施 LOSA 計畫。

### 1.18.2.3 駕駛艙權力梯度

<sup>94</sup> Maurino, D. (April, 2005). Threat and Error Management (TEM). Paper presented at the meeting of the Canadian Aviation Safety Seminar (CASS), Vancouver, BC.

<sup>95</sup> Sumwalt, R.L., Thomas, R.J., & Dismukes, K. (2002). Enhancing flight-crew monitoring skills can increase flight safety. Paper presented at the 55th International Air Safety Seminar, Dublin, Ireland.

<sup>96</sup> Curzio, J. C. G. & Arroyo, C. (2010). Pilot monitoring training. Presentation at the First Pan American Aviation Safety Summit 2010, Sao Paulo, Brazil.

<sup>97</sup> International Civil Aviation Organization (2006). Annex 1 to the Convention on International Civil Aviation – Personnel Licensing (10th ed.). Montréal, Quebec: Author.

駕駛艙權力梯度係指預期每一位組員在操作上所能做出的貢獻程度方面之差異。權力梯度受駕駛員經驗、授權程度、國家文化、公司文化，以及視自我為單獨作業的個體或團隊運作的一份子等因素影響。若上述因素未能適當地取得平衡，則會干擾駕駛艙內訊息的有效傳遞，並對航機的安全操作產生不利影響。一位有經驗又年長的正駕駛員與較無經驗又年輕的副駕駛員間若存在高權力梯度，將使得副駕駛員不願意與正駕駛員溝通重要的資訊，或提醒其不合乎規定之行爲。

最佳的駕駛艙權力梯度是對正駕駛員的指揮權有充分的認知，同時亦鼓勵副駕駛員參與組員的決策過程。最佳的駕駛艙權力梯度亦可促進溝通，形成參與式領導，塑造團隊文化，並可加強組員狀況警覺，上述觀念乃是 ICAO 人為因素訓練手冊中 CRM 訓練教材的一部分<sup>98</sup>。

### 1.18.3 機場運作最低限度

為符合國際民航組織國際安全監督稽察計畫（universal safety oversight audit program, USOAP）之要求標準，民航局於民國 98 年決定將原先參考美國聯邦航空總署終端儀器程序（terminal instrument procedure, TERPS）所訂定之我國儀器飛航程序，轉換成參考國際民航組織之航空導航程序-航空器操作（procedures for air navigation services-aircraft operations, PANS-OPS）。民國 98 年 11 月 12 日舉行 2 次會議及 99 年 1 月 25 日舉行 1 次會議以討論法規之轉換後，民航局於航空公報（aeronautical information circular, AIC）02/10 中宣告該轉換於 99 年 8 月 13 日正式生效。

依據國際民航組織第 8168 號文件 PANS-OPS 第 I 冊飛航程序第 4 節，障礙物間隔高度/障礙物間隔實際高度（obstacle clearance altitude/height, OCA/H）與降落運作最低限度（operating minima）之關係如圖 1.18-1 所示。

<sup>98</sup> International Civil Aviation Organization. (1998). Human Factors Training Manual (Doc683-AN/950). Montreal, Canada: ICAO.

依據訪談紀錄，民航局標準組航務科主管表示，當由 TERPS 轉換為 PANS-OPS 規範時，航管組有責任據以修訂各進場圖之設計，此乃我國飛航指南以 OCA/H 替代吉普生（Jeppesen）航圖中標註的決定高度（決定實際高度）/最低下降高度（最低下降實際高度）（DA(H)/MDA(H)）之原因。另外，關於機場最低運作限度部分，國際民航公約第 6 號附約第 4.2 節指出，航空器操作人所隸屬之國家應要求航空器操作人建立所使用各機場之最低運作限度標準，並應審核該標準的決定方法。除非通過該國的特別核准程序，航空器操作人所訂定的標準不應低於任何該機場所在國家訂定的最低標準。航務科主管表示，我國航空器飛航作業管理規則第 28 條亦有規定，而該機場所在國家並不一定需要訂定該機場運作最低限度。

航空器操作人應在公司手冊中如：操作規範、操作手冊、航路手冊、吉普生航圖及飛航指南等加入前述規定之內容。航空器操作人亦應要求駕駛員操作航空器時符合手冊最低限度標準，且此最低限度標準應適用於起飛、進場及落地。

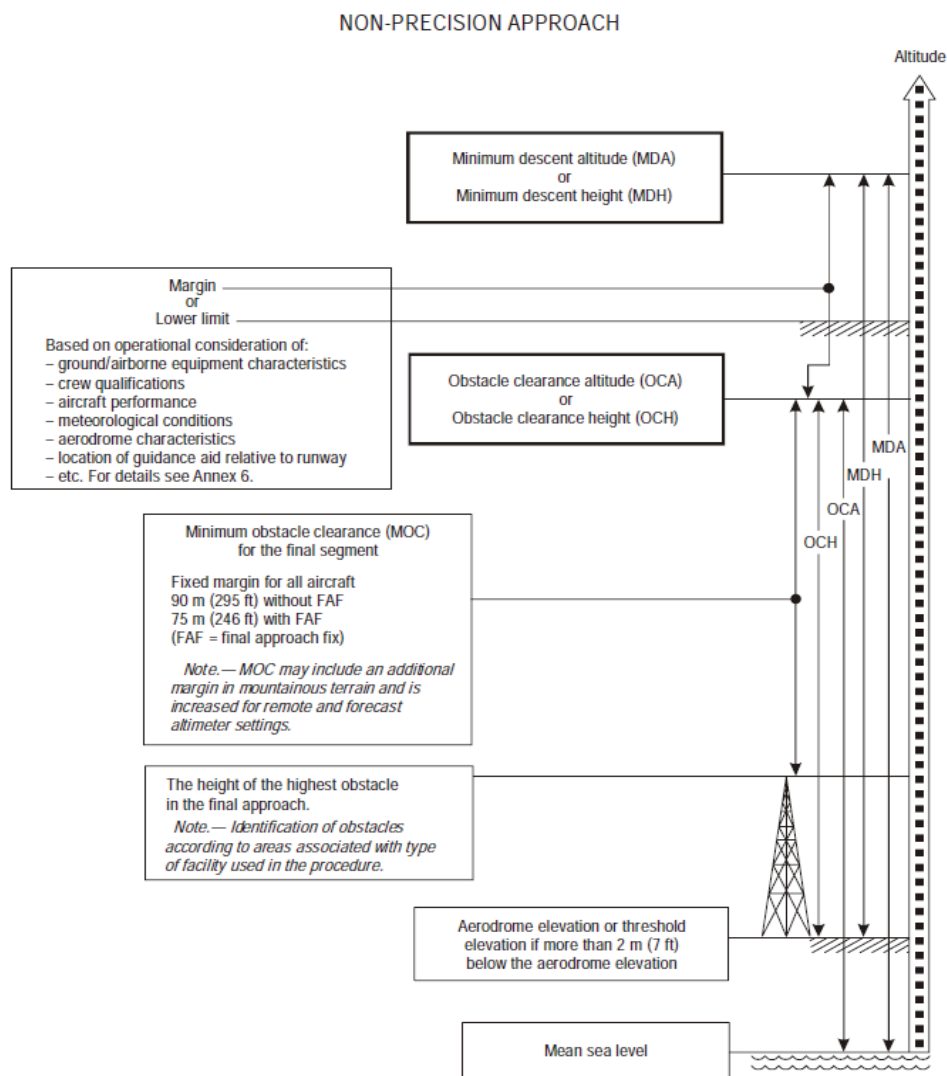


Figure I-4-1-3. Relationship of obstacle clearance altitude/height (OCA/H) to minimum descent altitude/height (MDA/H) for non-precision approaches (example with a controlling obstacle in the final approach)

圖 1.18-1 國際民航組織 PANS-OPS 非精確進場 OCA(H)及 MDA(H)關係圖

#### 1.18.4 馬公 VOR RWY20 航圖

復興提供駕駛員吉普生航圖，圖 1.18-2 為吉普生 RCQC VOR RWY20 航圖(20 Jun 2014)。

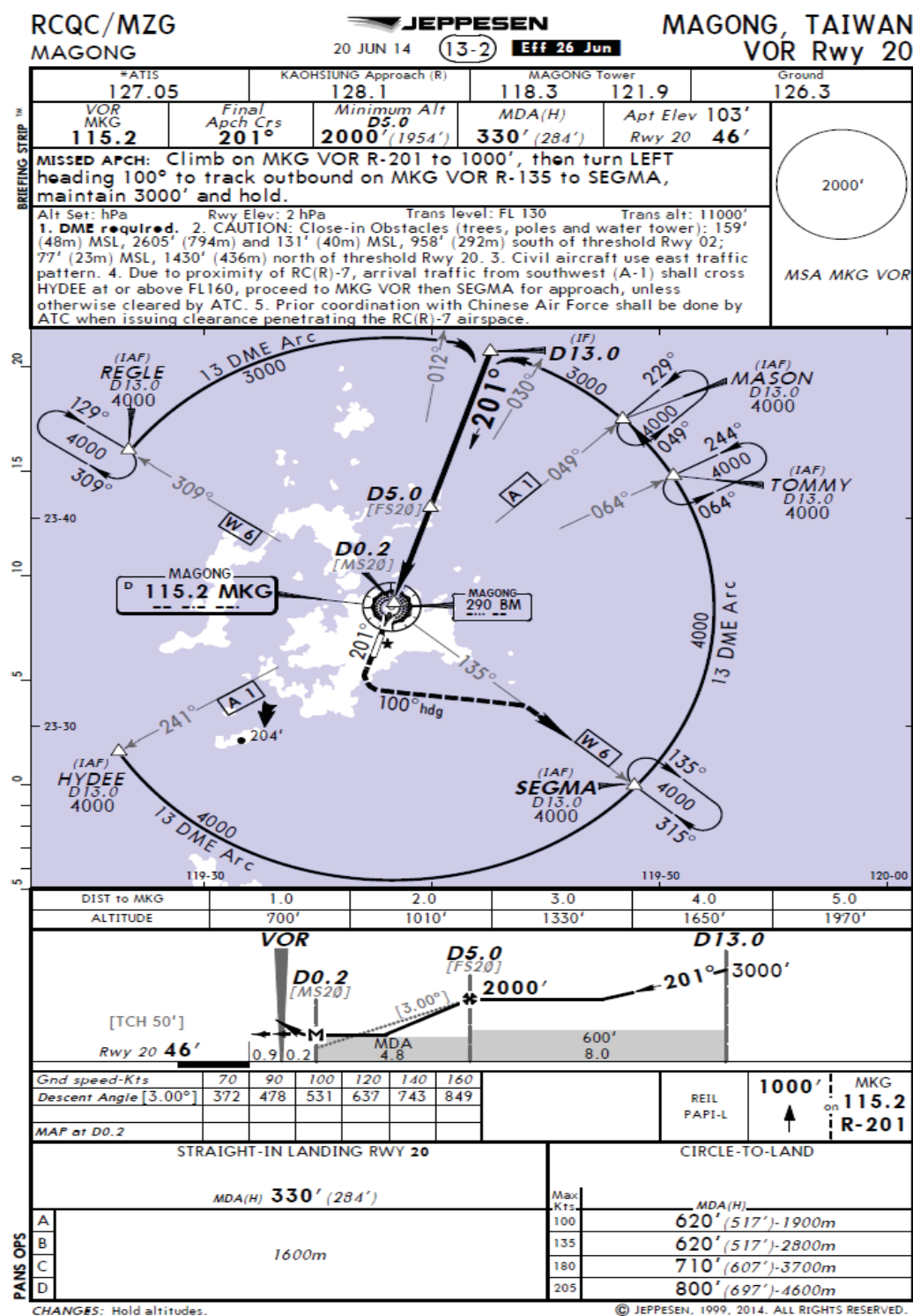


圖 1.18-2 吉普生 RCQC VOR RWY20 航圖

### 1.18.5 馬公機場使用跑道的選擇

「飛航管理程序 (air traffic management procedures, ATMP)」第 3 章，第 3-5-1 節，選擇：

a. 跑道使用選擇

1. 航空器通常逆風落地及起飛，但考量安全、跑道配置、天氣狀況及可用儀器進場程序或航情狀況等條件而認為不同方向較合宜時，可選擇另一方向跑道。選擇使用跑道時，機場管制單位除地面風之風速及風向外，尚應考量其他相關因素，如機場航線、跑道長度以及可用之進場及落地設施。
2. 名詞「使用跑道」，應指跑道或是多條跑道，特別是於特定時間，機場管制塔臺考量為航空器落地或是起飛所用。
3. 如果使用跑道被認為不適合起降，飛航組員可能會請求使用另一跑道，如果情況允許，應依其許可。

- b. 除非另有規定，當風速為 5 浬或以上時，應使用與風向一致之跑道。當風速低於 5 浬時可使用「靜風」跑道。除非有下列情形時，可使用另一條跑道：

註一如駕駛員希望使用的跑道異於指定的跑道，駕駛員應告知航管單位。

1. 有作業上的便利。
2. 駕駛員請求。

- c. 當指示航空器使用之跑道異於廣播中的「使用跑道」時，應說明使用跑道。

「馬公機場管制臺業務手冊」第 3 章，第 3.3 節，馬公機場使用跑道程序<sup>99</sup>：

- 3.3.1 跑道使用選擇，依 ATMP 3-5-1 規定，當風速為 5 浬或以上時，使用與風向一致之跑道。
- 3.3.2 天駒部隊進駐期間，順風超過 (不含) 5 浬均應逆風起降更換跑道，跑道更換前應先協調進駐部隊高勤官。
- 3.3.3 使用跑道不適合時，駕駛員可要求反跑道起降，但於天駒進駐期間，因警戒需求，除有特殊原因外，不可使用反跑道。
- 3.3.4 除因天氣突變，塔臺於更換跑道前，應先考量當時航情，預留 10 分鐘予飛管及相關車輛檢視攔截裝備及跑道狀況，俟飛管及相關車輛檢視完畢回報無問題後，方得宣佈跑道更換完畢。

#### 1.18.6 天氣資訊及編報

「飛航管理程序」第 2 章，第 8 節，跑道能見度報告—終端：

##### 2-8-1 提供跑道視程值

當以跑道視程為起降最低標準時，祇要跑道視程裝備工作正常，不論助航或目視設施後來工作與否，均應按照 2-8-3「術語」之規定使用跑道之跑道視程值。

##### 2-8-2 離到場跑道能見度

a. 頒發使用跑道著陸區之現行跑道視程，當：

註—當在跑道頭附近或上方之跑道視程為 1,500 公尺或以下且最低天氣標準以跑道視程為準時，其跑道視程數值均在氣象報告(METAR)中

<sup>99</sup> 原文為中文，英文報告之內容為中翻英。

能見度之後。

1. 能見度 1,500 公尺或以下時，不論其指示值是多少。
2. 跑道視程指示為一可報值時，不論能見度值多少。

註—可報值係指跑道視程在 2,000 公尺或以下。

- b. 當中間及末端的任一跑道視程低於 600 公尺時，且著陸區之跑道視程大於中間或末端的任一跑道視程，應頒發中間及末端的跑道視程。
- c. 機場管制席應在航空器到場或離場前，按 a. 項及 b. 項之規定對個別航空器頒發現行跑道視程。

「飛航管理程序」第 3 章，第 3-10-2 節，於最後進場階段更新資料：

- a. 塔臺自近場管制接管航空器後，儘速告知下列資料：
  1. 跑道。
  2. 高度表撥定值。
  3. 風向及風速之顯著變化。

註—

平均逆風：10 浬/時。

平均順風：2 浬/時。

平均側風：5 浬/時。

4. 任何在最後進場區域之風切及亂流之最新資料。
5. 能見度低於 10 公里之現行能見度，或條件適用時，預定使用跑道之跑道視程數值。

b. 於最後進場階段，立即告知航空器下列資料：

1. 突然出現的危害(例如：跑道上未經授權之相關航情)。
2. 現行地面風的顯著變化，以最小及最大值方式表示。
3. 跑道道面狀況之顯著變化。
4. 所需之目視及非目視助航設施其運作狀態之變化。
5. 觀測到的跑道視程數值或能見度之變化。

「空軍氣象觀測手冊」第4章第5節跑道視程測報時機與規定：

一、當編報盛行能見度 VVVV 低於 1,500 公尺或使用中降落跑道 RVR 值低於 1,500 公尺時，即測報 RVR。所編報 RVR 值代表正使用中降落跑道著陸地帶的跑道視程。

二、RVR 編報等級：

(一) 於 400 公尺以下時，以 25 公尺增量編報。

(二) 介於 400 與 800 公尺之間時，以 50 公尺增量編報。

(三) 於 800 公尺以上時，以 100 公尺增量編報。

三、任何觀測到 RVR 值若介於 2 個可報數值之間時，以無條件捨去法，近似至較低可報數值編報。例如：觀測到 RVR 為 780 公尺，則編報為 750 公尺。

四、編報 RVR 以 50 公尺為下限，2,000 公尺為上限。當超出上述範圍時，得以 M0050 表示 RVR 低於 50 公尺，或以 P2000 表示 RVR 超過 2,000 公尺。

五、當一跑道 RVR 變化顯著，且在觀測前 10 分鐘內，1 分鐘平均極端值超

過 10 分鐘平均值 50 公尺以上，或超過 10 分鐘平均值 20% 以上時（選取較大者），則編報 1 分鐘平均極小值與極大值，以取代 10 分鐘平均值。

六、若使用中降落跑道 RVR 視程儀故障，或尚未裝置 RVR 視程儀者，不編報該跑道 RVR。

### 1.18.7 可控飛行撞地飛航事故

可控飛行撞地（control flight into terrain, CFIT）意指飛行中非蓄意且非失控情況下撞擊地障、水面或障礙物。造成 CFIT 事件有許多不同的因素，包括飛航組員失去狀況警覺、失去地障警覺、未遵守 SOPs、於儀器天氣情況（instrument meteorological conditions, IMC）下未充分準備即倉促實施進場程序，以及飛航於低雲幕及/或低能見度地區<sup>100</sup>。

荷蘭國家航太實驗室（Netherlands National Aerospace Laboratory, NLR）針對民國 77 年至 83 年期間 156 件商用航空業者之 CFIT 事件進行研究<sup>101</sup>。報告指出約有 70% 之事故案例係發生於下降與進場落地階段，其結論並指出，全球趨勢明顯顯示，商用飛機於非精確進場之事故風險較精確進場高出 5 倍。

世界飛安基金會（Flight Safety Foundation, FSF）於 1993 年成立一致力於降低 CFIT 事件之國際性任務小組，成員包括飛機製造商、飛航訓練組織、飛機裝備製造商、航空公司、飛行員組織、政府機關及監理機構。「FSF CFIT 任務小組」做出以下結論：

- 建立並遵守適當之 SOPs 及飛航組員決策過程，以改善進場及落地安全；
- 未能認知誤失進場之必要性，及未能及時執行誤失進場，是造成進場落

<sup>100</sup> Australian Transport Safety Bureau. (2007). CFIT: Australia in context 1996-2005 (Aviation Research and Analysis Report B2006/0352). Canberra, ACT: Author.

<sup>101</sup> Khatwa, R., & Roelen, A. L. C. 9(1997). Controlled flight into terrain (CFIT) accidents of air taxi, regional and major operators. (National Aerospace Laboratory NLR TP 977270). Netherlands, NLR.

地事故主要肇因之一；

- 不穩定進場是造成進場落地事故的原因；
- 在低度照明導引設施及低能見度下實施進場操作，增加進場落地事故風險；
- 有效使用無線電高度表對防止進場落地事故有所助益；
- 全球航空資訊共享將可降低進場落地事故風險<sup>102</sup>。

任務小組隨後發展出一套數據導向之 CFIT 訓練輔助教材，稱之為降低進場與落地事故（approach-and-landing accident reduction, ALAR）工具。ICAO 亦建議民航主管機關應採納 CFIT 任務小組之建議，並充分利用其訓練教材。

FSF 於 2010 年更新進場落地事故（approach-and-landing accidents, ALAs）分析數據，以確定 ALAs 事故率是否逐年降低，以及 ALAs 事故的促成因素是否隨時間改變。最初的研究報告中，於 1980 至 1996 年期間，共有 287 件致命 ALAs 事件，更新後之資料涵蓋 1995 至 2007 年期間，包括 1,007 件致命及非致命之 ALAs 事件。近期數據顯示，許多開發中國家有高於世界平均值的 ALAs 事故率。由最初的研究至今，主要的 ALAs 可能肇因並未改變，僅於排序上些微變換。近期最常被提到之肇因為：「行為疏漏/不適當之行為」，接著是「欠缺專業判斷/飛行員素養」，再次為「缺乏 CRM」。其他一般環境因素<sup>103</sup>包括天氣、低能見度及跑道狀況。即便 CFIT 事件已有減少，但仍常占據 ALAs 事件的前 10 名<sup>104</sup>。

### 標準作業程序（SOPs）

SOPs 詳細規範於操作手冊中，用以確保飛航操作能有一致性且安全的執行，

<sup>102</sup>Flight Safety Foundation. (1996). An analysis of controlled-flight-into-terrain (CFIT) accidents of commercial operators 1988 through 1994. Flight Safety Digest, 15 (4/5), 1-45.

<sup>103</sup>FSF 對環境因素定義為：一事件或事項，它並非直接屬於事件肇因環節之一，但對事故的發生應該有影響。

<sup>104</sup>Flight Safety Foundation. (2010). Killers in aviation: An update. Flight Safety Foundation ALAR Tool Kit Update (pp. 1-24). Alexandria, VA: Author.

並避免人爲錯誤。有效的組員協調合作與功能發揮取決於組員之間能夠在每項操作中都能共享思維模式。這種思維模式其實就是基於 SOPs。ALAR 工具之提示要點中將 SOPs 的重要性視爲是一個可以降低 CFIT 事件至最低的重要風險管控。提示要點陳述如下：

遵守 SOPs 是防止 ALAs 的有效方法，亦包含與 CFIT 相關之案例。遵守 SOPs 方能有效發揮 CRM 功能。

FSF ALAR 任務小組發現，1984 至 1997 年期間全世界 76 件進場落地事故當中，「行爲疏漏/不適當行爲（疏忽大意而偏離 SOPs）」佔主要肇因的 72%。

任務小組另發現「蓄意不遵守程序」在所有類型的故事肇因中，占比 40%。

ALAR 提示要點中，包含一駕駛艙標準作業程序範本，並爲美國聯邦航空總署（US Federal Aviation Administration, FAA）AC120-71 所採納。該範本主題包含進場原則（包含以穩定進場作爲基準，規範穩定進場及重飛最低限制），不同類型進場必備之資訊（包含襟翼/起落架伸放，標準呼叫及操作程序），以及重飛操作的發起。

### **非精確進場**

由 FSF ALAR 提示要點、恆定下滑角度非精確進場，以及訓練及線上飛行操作之經驗與回饋中得知，導致組員於執行非精確進場時之表現能力降低，原因如下：

- 太晚的下降前準備；
- 不完整的進場提示；
- 操控駕駛員/監控駕駛員之間相互檢查確認與支援不足；
- 太晚建立外型；
- 到達最後進場點時空速不符合穩定進場條件；

- 最後進場點的位置未能正確識別；
- 過早下降至下一高度限制（執行階梯下降時），或甚至下降低於最低下降高度。

FSF ALAR 提示要點亦指出成功的非精確進場，其基本要素如下：

- 完整的進場提示；
- 有計畫地逐步建立外型；
- 下降過程中保持密切監控；
- 在進場中及最後進場時，有效控制飛機能量；
- 在未到達下一進場點之前，不下降低於現有之高度限制；
- 確認最後進場時之正確下滑角度（垂直速率）；
- 在正確位置開始下降。

### **CFIT 風險評估**

風險管理是 SMS 的組成要件，它包含辨識、分析和評估風險，也包含了設計和運用風險處理，或結構化流程管制。一旦經由管制、減緩或處理，風險就應持續受到監控以確保風險處理過程是有效的。風險很少保持靜態不變，而操作環境的改變將造成不同的風險呈現，或變為不同的風險等級。當運作環境不論何種原因被改變時，那些能夠影響被改變目標結果的風險事件應該被確認、分析、評估和處理。

CFIT 事件幾乎篤定會造成災難性結果，而其風險性也必然極高，因此必須被評估，一旦被識別出來就必須予以控管。FSF 設計公布之 CFIT 檢查表用以評估風險及採取行動以衡量 CFIT 風險，以減低對航機、組員及乘客等造成之風險。目前已發行阿拉伯文、中文、英文、法文、俄文及西班牙文版本。

FSF 有意以該檢查表來評估某些特定航班之 CFIT 風險，確認某些足以識別

風險的因素，並加強飛行員對 CFIT 的風險認知。CFIT 檢查表設計由飛行員/航空業者對各種 CFIT 風險因素加以評分，藉由這些風險值，進一步分析並決定降低風險之策略。

針對管理 CFIT 風險，FSF 建議應特別關注下列事項：

- 標準作業程序、標準呼叫程序及檢查表之運用；
- 下降進場提示之內容與執行；
- 組員資源管理；
- 對駕駛艙干擾及分散注意力等事務之處理對策與程序；
- 氣壓高度表與無線電高度表程序；
- 下降與進場的計畫與操控；
- 對地形與障礙物之警覺；
- 穩定進場之執行；
- 非精確進場採用持續下降方式。

無證據顯示復興曾針對 CFIT 事件進行風險評估，記錄相關發現，執行 CFIT 風險管控並確認相關作為之有效性。

## 1.18.8 訪談摘要

### 1.18.8.1 立榮航空 B7 642 飛航組員

受訪者於事故前執行 B7 642 飛往馬公之載客任務。航程中，依據機載氣象雷達顯示，天氣狀況非常不佳。該機依航管指示曾於空中等待約 40 分鐘。航機大部分時間都在雲中飛行。等待時，該機曾向航管請求執行 02 跑道 ILS 進場，依當時 ATIS 播報內容，天氣狀況符合 ILS 進場標準，然而卻未能獲得進場許可。後來執行馬公機場 20 跑道進場過程中，下降至高度約 1,000 呎時，受訪者已可目視跑道

。進場過程中曾遭遇亂流，但未曾遭遇下降氣流。航機落地後，能見度突然惡化，當航機停靠於 2 號停機位時，開始下起強烈雷雨，乘客因此須於機上等候。待乘客幾乎全數下機時，受訪者看到消防車於跑道旁待命，當時尚不知道 GE222 已失事。

雖然其他飛行員曾對馬公機場天氣預報提出不滿意報告，但受訪者認為其正確性應已足夠。受訪者另表示，VOR 之訊號良好，雖然偶會短暫失效，但指示仍正確。

### 1.18.8.2 復興飛航組員

調查小組於事故後訪談復興 ATR 機隊 15 名駕駛員，包括：航務處協理、ATR 機隊總機師、檢定駕駛員 1 名、教師駕駛員 1 名、正駕駛員 5 名，以及副駕駛員 6 名。綜整上述人員之訪談紀錄如下：

#### 飛航組員任務派遣

大部分受訪者表示，復興是以最精簡人力經營，造成飛航組員高飛行時數與起降次數。此情況已多次向管理高層反應，但未獲重視。民國 103 年以來人力短缺情況更為嚴重，相較於其他航空公司之國內線駕駛員，復興駕駛員每日須執行之航班較多，最多達 8 次起降。一般而言，每日 4 次起降屬正常可負荷，6 次起降則勉強可負荷，8 次起降則接近無法負荷。每日執行的航班增多時，則會覺得疲累，不易集中精神。

#### 標準作業程序遵守情況

大部分受訪者表示，通常是在當日任務屬多次往返相同機場，或覺得疲累時，較會出現未確實遵守標準作業程序之狀況，例如：未確實執行交互檢查，程序執行時未呼叫，執行檢查時未持卡執行，或省略部分程序步驟等。

部分受訪者表示，執行任務時，不同正駕駛員對於副駕駛員遺漏標準呼叫會

有不同的反應，例如：有些正駕駛員會補呼叫，有些正駕駛員則沒有反應。

對於進場到達最低下降高度（MDA）時，飛航組員之判斷與決策部分，若 MDA 為 330 呎，有的組員會在高度 400 呎進行決策，若無法目視跑道即重飛；有的組員會於高度到達 MDA 時進行決策。有些組員可能在未看到目視參考的情況下，仍持續下降至低於 MDA。若可目視部分跑道或進場燈光，或僅目視地面狀況，就可能會繼續進場。

### 對於復興近年來飛航事故原因之瞭解

部分受訪者表示，知道復興於民國 101 年發生之 GE515 事故與 102 年發生之 GE5111 事故原因，以及公司相關改善作為；部分駕駛員則表示不清楚。

### 對 GE222 飛航組員看法

大部分受訪者表示，GE222 正駕駛員是位很好相處的同事，且飛行技術佳。部分受訪者表示，GE222 正駕駛員於不良天氣下之落地技巧甚佳，某些狀況下其他駕駛員會選擇重飛，但 GE222 正駕駛員會繼續進場並以其優異的飛行技術順利降落。

復興航務處協理表示，他知道 GE222 正駕駛員的飛行習性；過去亦曾與公司資深駕駛員溝通，其中包括 GE222 正駕駛員，提醒他們不要執行危險的降落，資深駕駛員都回應不會這樣做。

大部分受訪者表示，GE222 副駕駛員於任務中，會配合正駕駛員之操作習性，不太會質疑正駕駛員的落地決策。公司許多新進副駕駛員都會傾向配合正駕駛員，此狀況已有改善，但仍存在。

### **1.18.8.3 民航局主任航務檢查員**

受訪者自民國 88 年起任職於民航局，97 年起負責復興之航務檢查業務。

受訪者係按民航局航務檢查員手冊訂定年度查核計畫。然而，實際查核頻率、時程及工作項目可能會依需求而調整。以駕駛艙航路檢查為例，每年實際查核時數一般會高於規劃的時數。

對於航路檢查之查核發現有限，受訪者表示，國內線航程短，檢查項目未必有時間完全按程序執行；再加上當檢查員坐於駕駛艙內，多數飛航組員都會盡力表現良好。但不敢保證檢查員不在場時，組員日常操作依然如此。

受訪者認為，國內線短程時間壓力下之飛航環境對新進駕駛員而言，因為經驗不足的關係，要完全按照 SOPs 操作比較困難，但大多數的飛航組員應該有能力遵守 SOPs。受訪者認為本次事故飛航組員未遵守 SOPs 應屬個案。

受訪者表示，飛安業務督導檢查及安全管理效能等兩個工作項目每月都會執行。另外，民航局無制式規定與業者間之聯合會議形式。受訪者係利用上述每月例行查核的機會監督及與復興人員進行溝通。

當深度查核發現技術方面的缺點，受訪者會視需要執行駕駛艙航路檢查或於模擬機訓練時進行觀察，以評估是否需要後續的監理作為。

受訪者會檢視航務處各項風險管理指標之統計結果，當數據有惡化之趨勢時會進一步與航務處討論，但並未深入瞭解各項指標之產生與評估方式。

受訪者認為復興 SOA 所發現之缺點確實偏少，但安全管理有效性之確保是業者的職責，因此未干預。受訪者表示，受限於工作時間與人力，檢查員無法督導業者航務運作的所有面向。

受訪者每月會檢視復興 FOQA 事件統計報告，並會對某些安全相關事件進行更深入的了解。受訪者認為復興 FOQA 工作小組人力不足，進而影響其運作績效、有效性及計畫應有之安全效益。

受訪者表示，復興飛航組員月平均飛時約 80 至 90 小時，某些飛航組員月飛

時甚至超過 100 小時，顯著高於其他業者。他認為是人力不足所造成，亦曾向復興高層提出警告。然而，因為飛航組員薪資不具競爭力，留不住好的人才，情況依然未能解決。

民航局於首次安全管理系統專案檢查中對復興安全管理手冊之評估結果為「未通過」，須於民國 103 年底前進行為改善，以執行第二次檢查。

#### 1.18.8.4 民航局標準組航務科主管訪談

不同於日常檢查，主基地檢查與深度檢查的廣度與深度會不一樣，且民航局會組織一工作小組執行檢查，動員的檢查人力也較多。有關主基地檢查與深度檢查相關查核缺點之後續追蹤，仍是由負責該公司日常檢查之檢查員負責，透過民航局之 FSMIS 系統追蹤與記錄業者後續改善作為。檢查員另可藉由該系統之資料，辨識出業者的安全警訊與趨勢變化，以助於檢查員更加瞭解並找出受檢業者之不安全指標與變動。

民航局有明確要求檢查員須與航空公司適當部門舉行業務協調會，受訪者並不清楚與復興之協調會是否有會議紀錄或會議紀錄由誰製作。業務協調會的目的應是讓民航局與業者有一個開放的溝通管道，會議的型式則因航空公司規模大小而有所不同。

受訪者表示，民航局曾組成專案小組進行 SMS 專案檢查與評估，檢查結果會提供給負責該公司之主任航務檢查員。受訪者認為專案檢查的發現是屬於可以改進的項目。對民航局與業者而言，執行 SMS 是一個仍持續學習的過程。重要的是，業者要瞭解 SMS，且有意願改善公司的 SMS。航空公司 SMS 的安全績效管理指標則是業者自己負責訂定，而非民航局。現行民航法規係要求航空公司應依據國家航空安全計畫訂定其 SMS 計畫。事故發生時，尚未有法規要求業者應建置完成 SMS。飛安管理是一種持續精進的過程，沒有速成的捷徑。

有關民航局對復興之駕駛艙航路檢查幾乎沒有任何發現部分，受訪者認為這

可能與檢查流程的正確性、或者是檢查員的能力有關，但亦可能與檢查員不同的檢查立場、觀察的重點不同，或是每次航查時的任務環境不同有關。受訪者認為，即使某檢查員發現的缺點較其他檢查員少，也是可以接受的。檢查缺點多與寡不是重點，重點的是檢查員能將觀察所見反映給民航局。另外，民航局要求檢查員僅記錄下屬於不符規定或違規的查核發現，而非檢查員個人的主觀意見。

受訪者表示，民航局航務檢查員並非皆隸屬於航務科，檢查員年度績效表現評估主要仍是由其所屬之科室主管評量。航務科主管可藉由參與航務檢查作業與檢視查核紀錄，來瞭解檢查員之表現。

### 1.18.8.5 馬公天氣中心

#### 天氣室預報長

約 1824 時左右塔臺來電詢問能見度，因為有一架飛機已經在上空盤旋 25 分鐘，能見度好的話可以來試降，受訪者回答能見度還是在 800 公尺，10 分鐘後能見度會好一點，再過 10 到 20 分後還會有另一波雷達回波進來，能見度會再下降，所以能見度目前維持 800 公尺；受訪者有出去實際觀測天氣，能見度不是很好。後來電話詢問守視室能見度，氣象士即出去觀測，印象中氣象士回覆能見度為 1,600 或 2,400 公尺，受訪者便請氣象士將能見度回升的特別天氣報出來；那時上空的雷達回波為綠色，強度大約是 20-25dBz，後面一波進來後，能見度又往下掉。

#### 守視室地面天氣觀測席

受訪者值班時間為當天 1800 時至隔天 0800 時，接班時雨勢很大，約 1837 時左右雨勢轉小，能見度約 2,000 公尺，當時天氣報告能見度為 1,600 公尺。因為要供應 1900 時的 METAR，1855 時曾出去觀測，能見度仍維持在 1,600 公尺，之後進行塔臺、天氣室及其他相關單位的天氣報告傳報作業，約於 1902 時完成。沒多久突然有一陣大雨，便出去做能見度判別，約於 1904 時或 1905 時預報長來電，

告知能見度已經降到 800 公尺，但因尚在觀測中，通話結束後又再續實施觀測，因為做特別觀測需要有 3 分鐘做傳報，所以在 1910 時編發。做盛行能見度測報時，也會參考 AWOS。

### 守視室督導

受訪者於當天早上 0800 時接班，1730 時解除颱風警報後離開守視室。

新 AWOS 比舊系統多了氣壓、落雷及 RVR，RVR 因為儀器的限制，有時顯示的數據和人工觀測會不太一樣，例如大雨時能見度的鏡頭可能會有雨打在鏡頭上，或鏡頭有髒汙，和人工觀測就會有些差距，一發現這些狀況就會請修護人員處理，或是天氣室將 AWOS 重開機就會恢復正常。RVR 是用能見度儀的讀數再加上背景光的換算，能見度的鏡頭處理後，RVR 也會恢復。

當天下午曾發生 METAR 中的能見度和 RVR 都是 800 公尺，但是 AWOS RVR 的數值是大於 2,000 公尺的情況，依據手冊是以 AWOS 的 RVR 顯示為主，但是 RVR 儀器敏感度很高，顯示的變動率比較大，依實際情況及安全考量，當能見度不好，而 AWOS 的 RVR 數值較高時，例如氣象士觀測能見度在 600、800 公尺時，AWOS 的 RVR 顯示 2,000 公尺，氣象士就會捨棄 AWOS 數值，而用人工判斷調整，但是當 RVR 數值較能見度低時，依據觀測手冊規定直接以 RVR 十分鐘平均值做為 METAR/SPECI 數值編報。且能見度 1,600 公尺以下軍方禁航，所以在能見度 1,600 公尺以下，氣象士編報的天氣會比較保守。

### **1.18.8.6 高雄近場管制塔臺**

#### **1800 時至 1900 時馬公席**

受訪者於 1800 時至 1900 時輪值馬公雷達席，該時段曾管制 7 架航機，其中 4 架航機等待。當天航行量為一般的情況，因為天氣不好，許多航機要求改變航向或高度，通話量較正常多，但是工作量可以接受。

等待落馬公的航機中，第 1 架是 B7647、第 2 架是 GE222、第 3 架是 FE3055、第 4 架是 GE5113，都想知道天氣狀況有沒有機會好轉，1821 時受訪者告知立榮 647 雷雨還要持續一小時。後來由塔臺得到風的資訊後就廣播，1830 時 B7647 請求 ILS 02 跑道進場，受訪者便向塔臺申請。因為一直等不到申請結果，在 1842 時得到最新天氣，能見度提升到 1,600 公尺，受訪者先告知 B7647。B7647 轉而申請 RNAV 20 跑道進場後，GE222 請求 VOR 20 跑道進場，受訪者即以雷達引導進場，於該機攔上最後進場航道前交班下席位。

### **1900 時至事故時馬公席**

受訪者於 1900 時開始輪值馬公雷達席，一接班時該機距機場約 11 哩，高度 2 千多呎，該機看起來沒甚麼異常，在航道上，高度下降也正常。後來塔臺呼叫重飛時，看到該機剛通過馬公 VOR，高度約 300 呎，之後該機消失。受訪者表示，一般像這種低高度雷達訊號會不穩定、不可靠；馬公起飛的航機，尤其是復興 ATR 經常是 1,000 多呎才看的到。

### **班務督導**

1830 時馬公席協調員請受訪者與馬基隊高勤官協調反跑道落地。當天原來也和往常一樣由馬公塔臺協調，但馬公塔臺回覆高勤官不同意。因為席位上沒有對高勤官的專線，協調員便請受訪者以軍線與高勤官協調。

因為 20 跑道只有 VOR 和 RNAV 進場，當時能見度 800 公尺低於落地標準，而 02 跑道有 ILS 進場，能見度符合落地標準，所以 B7647 便請求 02 跑道落地。受訪者和高勤官討論很久，重點是高勤官基於兩點未同意受訪者，第一是高勤官一直強調問過守視室，20 跑道的天氣是可以的；第二是 02 跑道順風過大。在協調過程中，協調員告知能見度恢復到 1,600 公尺，20 跑道恢復落地標準，B7647 請求 RNAV 20 跑道進場，便停止與高勤官協調。

### **1.18.8.7 馬公基地高勤官**

1740 時解除颱風警報，防颱措施隨之解除，戰備任務回復。但是當時還有下雨，天氣室在解除颱風警報的同時，也發布危險天氣警報至晚上 2100 時。約 1830 時，受訪者接獲戰情室電話，係塔臺轉知在空機申請反跑道落地，因為這和機場運作規定的條件衝突，所以受訪者請戰情官回覆塔臺無法立即作答覆，須進一步詳細了解。受訪者掛電話後立刻打電話到天氣室，詢問目前的天氣，當受訪者瞭解天氣後，認為申請反跑道落地應該是有緊急狀況。掛上電話即接到高雄近場臺督導為申請反跑道落地之來電。在答覆之前，受訪者和督導進行跑道情況的討論，過程中督導告知在空機已取消申請反跑道降落，即結束通話，時間約為 1840 時。

關於申請反跑道，受訪者表示風向風速為主要考量，軍用機場是由高勤官決定跑道使用的方向，原則是要逆風起降。

#### **1.18.8.8 馬公機場管制臺**

##### **1800 時至 1900 時機場席**

受訪者於 1800 時至 1900 時值機場席，事故當日 1840 之前，能見度為 800 公尺，低於 20 跑道之落地標準，但符合 02 跑道 ILS 之落地標準。當時約有 4、5 架在空機，向高雄近場臺詢問天氣之最新趨勢，經詢問後天氣室表示 1830 分前不會改善。過一段時間後在空機再次要求問天氣，天氣室預報長表示天氣會有一段短暫之改善，但不會更改觀測之數值，維持 800 公尺。受訪者看到 AWOS 02 頭的風比較小，覺得在空機有可能使用 02 跑道落地，所以當時提供近場臺轉知在空機兩頭風之資訊，請他們自行做決定；後來有航機要求反跑道落地，因馬公是軍民合用機場，使用跑道之決定權在天駒的高勤官，所以塔臺協調請求反跑道落地。因軍方一直沒有回應，所以不停催促。1840 時天氣報告改為能見度為 1,600 公尺，已無需申請反跑道落地。

軍方在編報 RVR 值時似乎會使用人工校準的方式，常常報過來的 RVR 值 8、9 成與能見度相同，然而塔臺 AWOS 上之 RVR 值顯示常常都是大於 2,000 公尺，

與報文之數值有差異，因此有疑慮時塔臺會依守視室所報為準，例如事故當天能見度 800 公尺時，RVR 還是顯示 2,000 公尺。

### **1900 時至事故時機場席**

受訪者於 1900 時開始值機場席，交接完成後管制兩架航機，一架遠東 082 已頒發起飛許可，因天氣不好，遠東滑得很慢，受訪者從塔臺看不到跑道頭，只能看到 K3 滑行道。GE222 約於 1901 時，5 邊 8 至 9 浬與塔臺構聯。

受訪者頒發 GE222 落地許可時，該機大約在 5 邊 5 至 6 浬，從雷達上可看到航機接近及下降，後來高度停留在 300 呎左右；約於 1、2 浬時，聽到該機呼叫重飛，受訪者告知該機執行誤失進場程序，但未有回應。

AWOS RVR 有數值出現時會提供給航機，但是依據受訪者在馬公塔臺一年的經驗，馬公機場發生低能見度的機會很少。過去曾經發生天氣很好，能見度大於 10 公里，但是 RVR 數值跳出來，覺得很不合理，便和氣象單位確認是否為系統故障或鏡頭髒掉，並做記錄；有時重開機即可，有時則需清潔鏡頭，恢復正常後，氣象單位會通知塔臺。

接席位大約是 1900 時，看到 AWOS RVR 約 1,600 公尺，和 METAR 的能見度差不多。當天沒有提供 RVR，是因為傍晚 5、6 點左右，當時的機場席對於 RVR 值存疑，打電話給臺長，臺長表示相信氣象單位的專業，所以當天的 RVR 就先以氣象單位報來的報文作為作業依據，也就是報文如果有 RVR，就提供給航機。

因為 20 跑道 VOR 最低進場標準是能見度 1,600 公尺，所以受訪者特別注意能見度有沒有變化。1901 時收到氣象單位提供 1900 時的 METAR，能見度是 1,600 公尺，沒有 RVR，和 1840 時的報文相同，只有 QNH 由 996 變成 997，所以立即提供 QNH 給復興航機。因為視線不太好，所以受訪者一直注視雷達和場面，注意遠東和復興的相對位置；遠東換至近場臺時，復興大約在五邊 4、5 浬左右的位置，那時候受訪者再瞄一遍風向風速，發現沒甚麼明顯改變。復興到了五邊 3、4

湮時，受訪者雖然看不到航機，但一直注意雷達上航機的高度、地速有無不合理之處，或是有無重飛的跡象。當時看受訪者在查看 AWOS 風向風速有無明顯改變時，印象中 RVR 值有跳動現象，但是不記得確實的跳動值，因為當時最主要的工作是負責隔離和注意航機進場的動態。

### 臺長

新的 AWOS 啓用後，有針對 ATMP 的相關章節對同仁說明，但空軍沒有提供操作手冊。在塔臺 AWOS 主要是看風向風速和 RVR，其他如 QNH、能見度、雲高等項目是根據守視室所報的內容為準。與航機構聯時管制員會看 AWOS，若是天氣比較不穩定，或是要換跑道時，就會多注意 AWOS。

事故當天下午機場席曾來電，談到對於 RVR 的質疑，因為看到 AWOS 的 RVR 值比較高，大於 2,000 公尺，而天氣中心報文的 RVR 是 800 公尺；他曾問預報長 AWOS 的 RVR 可不可以用，預報長說可用，但是他還是有疑問。因為做為一個管理者，必須考慮到各種狀況和可能。RVR 是儀器瞬間觀測值，比較容易跳動，並且可能受到外界如蜘蛛網、鳥糞、水氣及鹽份的影響汙染，受訪者設想到所有這些可能影響因素。因為作業都是根據 ATMP，ATMP 2-8 的前半段說明當離到場的最低起降標準是用 RVR 時，且裝備正常，才要提供 RVR 數值。20 跑道的進場最低標準是根據能見度 1,600 公尺，沒有 RVR，不像 02 跑道的最低落地標準有能見度和 RVR，所以基於這些因素綜合及安全考量，受訪者請同仁相信氣象單位的專業，以他們所報的 RVR 值為作業依據。

## 第二章 分析

### 2.1 概述

事故航班飛航組員持有民航局頒發之有效證照，飛航資格符合民航局與公司要求。無證據顯示於事故航班中，有足以影響飛航組員操作表現之醫療因素。事故航機之適航與維護符合民航局及公司相關規範，無證據顯示發動機、航機系統及結構於事故前曾發生故障。

本分析主要著重於飛航組員操作能力表現，復興航務與安全管理，以及民航局對航空公司之監理。分析亦討論人為因素於事故扮演之角色、天氣因素、機場、助導航設施以及航機系統等。

### 2.2 事故經過

#### 2.2.1 進場

事故當時，馬公機場正受麥德姆颱風外圍雲雨帶影響。當事故航機接近澎湖群島時，因馬公機場能見度低於最低進場限制，故航管導引該機進入等待航線等待。

於等待約 34 分鐘後，天氣報告顯示 20 跑道能見度提升至 1,600 公尺。1845 時，GE222 飛航組員請求 20 跑道 VOR 進場，高雄近場臺隨後給予雷達導引並許可其下降高度。

##### 2.2.1.1 最後進場

CVR 抄件顯示，高雄近場臺許可該機執行馬公機場 20 跑道 VOR 進場後 (1845:04.2)，飛航組員並未實施進場提示，亦未按公司政策及標準作業程序 (SOPs) 要求，執行下降/進場檢查表。飛航組員雖未正式實施下降前提示或討論進場航圖之相關細節，但副駕駛員曾於進場過程中提醒正駕駛員有關高度及距離等限制，相關對話內容如表 2.2-1 所示：

表 2.2-1 飛航組員與進場航圖相關之對話

| 時間         | 聲源 (CVR) | 內容                    | 氣壓高度 (呎) |
|------------|----------|-----------------------|----------|
| 18:55:34.9 | 副駕駛員     | v-o-r 兩洞              | 2,908    |
| 18:55:36.3 | 正駕駛員     | 喔                     | 2,905    |
| 18:55:39.7 | 副駕駛員     | 五哩兩千 通過五哩我們可以下降三三零    | 2,904    |
| 18:59:09.9 | 副駕駛員     | 教官 preset 下一個三四零嘛 還四百 | 2,033    |
| 18:59:14.2 | 副駕駛員     | preset 下一個高度四百        | 2,029    |
| 18:59:14.3 | 正駕駛員     | 喔                     | 2,029    |
| 18:59:17.3 | 副駕駛員     | 五哩才可以下 四百             | 2,027    |
| 18:59:18.3 | 正駕駛員     | 嗯好好好 四百               | 2,023    |
| 18:59:58.8 | 正駕駛員     | 五哩兩千 嗯                | 2,019    |
| 19:00:01.2 | 副駕駛員     | 通過五哩才可以下              | 2,022    |
| 19:00:03.4 | 正駕駛員     | 喔                     | 2,024    |
| 19:02:40.7 | 副駕駛員     | 噢我五哩放外型               | 1,989    |
| 19:02:57.6 | 副駕駛員     | 剛好通過五哩                | 1,931    |
| 19:02:58.1 | 正駕駛員     | 好 flap fifteen        | 1,925    |
| 19:05:37.9 | 副駕駛員     | 我們要到零點二哩              | 249      |

飛航組員之對話內容符合進場航圖中之重要資訊，例如：「通過 FAF<sup>105</sup>之前不得低於 2,000 呎」、「MDA<sup>106</sup>為 330 呎」以及「MAPt<sup>107</sup>位於馬公 VOR 電台之前 0.2 哩」，顯示飛航組員全然瞭解進場程序中必須知道之訊息。

當該機保持 2,000 呎高度定向機場繼續進場時，副駕駛員於徵得正駕駛員同意下，預設下一個下降高度至 400 呎（1859:15 時），隨後該機便以 700 呎/分之下降率開始下降（1902:50 時）。根據當時天氣資料及 CVR 收錄風檔雨刷加快之聲音研判，該機當時可能正進入雷暴之強降雨區。駕駛艙「500 呎高度自動呼叫」播報 3 秒後（1905:12.4 時），航機正下降通過 450 呎時，下降高度被重設至 300 呎。當航機下降通過 344 呎時，下降高度被重設至 200 呎並持續下降高度（1905:25.7 時）。飛航組員決定繼續下降高度至低於 MDA 之相關對話過程如表

<sup>105</sup>最後進場定位點。

<sup>106</sup>最低下降高度。

<sup>107</sup>誤失進場點。

2.2-2 所示，該機班進場剖面如圖 2.2-1。

表 2.2-2 飛航組員決定下降高度至低於 MDA 繼續進場之相關對話

| 時間         | 聲源      | 內容           | 氣壓高度 (呎) | 選擇高度 (呎) |        |
|------------|---------|--------------|----------|----------|--------|
| 19:05:09.4 | CAM     | five hundred | 479      | 400      |        |
| 19:05:11.2 | 副駕駛員    | 嗯            | 456      |          |        |
| 19:05:12.4 | 正駕駛員    | 嗯三百          | 450      |          |        |
| 19:05:12.6 | 副駕駛員    | alt star 三百  | 450      |          |        |
| 19:05:15.9 | 正駕駛員    | 唉            | 432      | 300      |        |
| 19:05:25.7 | 正駕駛員    | 唉唉唉唉 兩百      | 344      |          |        |
| 19:05:28   |         |              | 330      | 200      | 低於 MDA |
| 19:05:35.9 | 副駕駛員    | alt star     | 273      |          |        |
| 19:05:37.5 | captain | 嗯            | 249      |          |        |

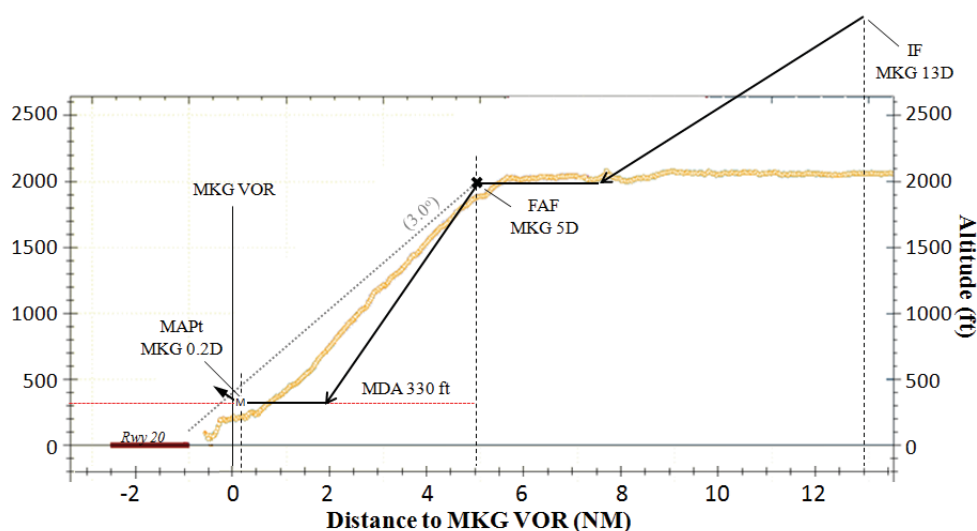


圖 2.2-1 事故航班進場剖面

正駕駛員為操控駕駛員，操控該機持續下降並低於 MDA 前，組員之間並未討論是否已獲得必要之目視參考。副駕駛員身為監控駕駛員，負有監控航機之責，對於正駕駛員違反 SOPs 之決定，非但未提出反對或質疑，反而配合其持續下降至低於 MDA 之操作。

當該機下降通過 249 呎時，副駕駛員呼叫：「我們要到零點二哩」，用以提示 MAPt 位置。正駕駛員於 1905:44、高度 219 呎時，解除自動駕駛，並於 4 秒後呼

叫：「保持兩百啊」。後續 10 秒期間，正駕駛員操作該機維持高度於 168 呎至 192 呎間（如表 2.2-3）。飛航組員蓄意操作飛機低於 MDA，嘗試保持 200 呎高度，以期能夠目視跑道，進而落地。

表 2.2-3 飛航組員於儀器天氣下最後進場蓄意操作飛機低於 MDA

| 時間                                | 聲源   | 內容         | 氣壓高度<br>(呎) | 選擇高度<br>(呎) | DME 1*<br>(哩) | 自動<br>駕駛<br>解除 |
|-----------------------------------|------|------------|-------------|-------------|---------------|----------------|
| 19:05:37.9                        | 副駕駛員 | 我們要到零點二哩   | 249         | 200         |               |                |
| 19:05:43                          |      |            | 204         |             | 0.5           |                |
| 19:05:44.1                        | CAM  | (自動駕駛解除聲響) | 219         | ←           |               |                |
| 19:05:45.8                        | 副駕駛員 | disengaged | 219         |             |               |                |
| 19:05:47                          |      |            | 214         |             | 0.3           |                |
| 19:05:48.5                        | 正駕駛員 | 保持兩百啊      | 208         |             |               |                |
| * DME 1：與馬公 VOR 電台之距離，「0」代表通過電台上空 |      |            |             |             |               |                |

CVR 抄件中，組員間雖未有與 MAPt 相關之對話，但正駕駛員於該機通過 MAPt 時（1905:57.8 時，通過 MAPt 後 0.1 哩）詢問副駕駛員「看到跑道了嗎」，幾乎同一時間，偏航穩定器在沒有任何呼叫情況下被解除。

兩位飛航組員未依公司 SOPs，於航機到達 MAPt 前或到達 MAPt 時執行重飛，反而花費 13 秒時間試圖尋找跑道。就在同時，機場上空強烈雷爆之降雨活動增強，雨量最大達到每分鐘 1.8 毫米，能見度因此下降至 500 公尺<sup>108</sup>。早於事故航機數分鐘前落地之立榮航班飛航組員於訪談時表示，當時降雨突然增強，能見度隨之惡化<sup>109</sup>。降低之能見度妨礙了事故飛航組員目視尋找跑道之能力。

通過 MAPt 後，在自動駕駛解除情況下，該機高度、航向及姿態均開始明顯偏離原有設定及飛航組員原本之預期。FDR 資料（如表 2.2-4 及圖 2.2-2）顯示該機坡度由機翼近乎水平到向左傾斜至最大 19 度，而後再回到向左 4 度；航向由 207 度改變至 188 度，顯示該機左轉偏離正確進場軌跡；高度也從原先保持之 200

<sup>108</sup>參照 1.7 節天氣資訊。

<sup>109</sup>根據 1.11.3.2 節，1857:25 時立榮航空 B7647 航班於馬公機場 20 跑道落地。該航班組員訪談摘要可參閱 1.18.8.1 節。

呎開始降低，俯仰角由 0.4 度向上，降到 9 度向下，再回到 5.4 度向下，導致該機自 179 呎高度下降至 72 呎。

表 2.2-4 飛航組員試圖目視尋找跑道期間之航機狀態

| 時間         | 聲源：CVR 抄件         | 選擇/實際<br>高度(呎) | 選擇/實際<br>航向(度) | 俯仰角<br>(度) | 滾轉角<br>(度) | DME<br>1 (哩) |            |                 |
|------------|-------------------|----------------|----------------|------------|------------|--------------|------------|-----------------|
| 19:05:51   |                   | 200 / 176      | 201 / 207.1    | -1.0       | -0.7       | 0.2          | 通過<br>MAPt |                 |
| 19:05:55   |                   | 200 / 180      | 201 / 206.7    | 1.2        | -1.8       | 0.1          |            |                 |
| 19:05:57.8 | 正駕駛員：看到跑道了嗎       |                |                |            |            |              |            | 解除<br>偏航<br>穩定器 |
| 19:05:58   |                   | 200 / 179      | 201 / 207.4    | 0.4        | 0.7        |              |            |                 |
| 19:05:59   |                   | 200 / 192      | 201 / 206.4    | 0.5        | -2.5       | 0            |            |                 |
| 19:06:00   |                   | 200 / 175      | 201 / 205.3    | 1.1        | -10.5      |              |            |                 |
| 19:06:00.7 | 副駕駛員：跑道           |                |                |            |            |              |            |                 |
| 19:06:01   |                   | 200 / 167      | 201 / 203.6    | 0.3        | -15.5      |              |            |                 |
| 19:06:01.8 | 正駕駛員：嗯            |                |                |            |            |              |            |                 |
| 19:06:02   |                   | 200 / 169      | 201 / 201.1    | 0.0        | -16.2      |              |            |                 |
| 19:06:03   |                   | 200 / 162      | 201 / 197.6    | 0.2        | -19.3      | 0            |            |                 |
| 19:06:04   |                   | 200 / 157      | 201 / 195.1    | 0.6        | -18.6      |              |            |                 |
| 19:06:04.9 | 正駕駛員：唉 哇哈哈        |                |                |            |            |              |            |                 |
| 19:06:05   |                   | 200 / 166      | 201 / 193      | 0.1        | -17.2      |              |            |                 |
| 19:06:06   |                   | 200 / 170      | 201 / 190.2    | -1.6       | -16.9      |              |            |                 |
| 19:06:06.8 | 副駕駛員：沒有           |                |                |            |            |              |            |                 |
| 19:06:07   |                   | 200 / 161      | 201 / 189.2    | -4.1       | -13.7      | 0.1          |            |                 |
| 19:06:07.6 | 正駕駛員：沒有           |                |                |            |            |              |            |                 |
| 19:06:08   |                   | 200 / 164      | 201 / 188.8    | -7.7       | -10.9      |              |            |                 |
| 19:06:09   |                   | 200 / 131      | 201 / 189.2    | -9.0       | -12.3      |              |            |                 |
| 19:06:09.8 | 副駕駛員：教官沒有         |                |                |            |            |              |            |                 |
| 19:06:10   |                   | 200 / 99       | 201 / 189.5    | -7.6       | -8.8       |              |            |                 |
| 19:06:10.4 | 正駕駛員：好 好 okay     |                |                |            |            |              |            |                 |
| 19:06:11   |                   | 200 / 72       | 201 / 188.1    | -5.4       | -3.9       | 0.3          |            |                 |
| 19:06:11.1 | 副駕駛員：go around    |                |                |            |            |              |            |                 |
| 19:06:11.4 | 正駕駛員：go around    |                |                |            |            |              |            |                 |
| 19:06:12   |                   | 200 / 47       | 201 / 186      | -1.5       | -1.8       |              | 撞及<br>樹叢   |                 |
| 19:06:13   |                   | 200 / 39       | 201 / 183.2    | 2.2        | 0          |              |            |                 |
| 19:06:13.3 | CAM: 不明聲響持續 1.5 秒 |                |                |            |            |              |            |                 |
| 19:06:14   |                   | 0 / -48        | 0 / 180.7      | 2.9        | -2.5       |              |            |                 |
| 19:06:15   |                   | 0 / 43         | 45 / 180.7     | -1.1       | -4.6       | 0.4          |            |                 |



圖 2.2-2 飛航組員試圖目視尋找跑道期間航機高度與航向偏離

正駕駛員向左操縱方向盤及強烈右側風（風向 252 度，32 至 34 浬/時）之影響下，該機向左轉並偏離正常儀器進場航線。此外，受正駕駛員推機頭之操縱及可能之中度亂流複合影響，使該機機頭向下，以致高度低於原先所欲保持之 200 呎。

後續 10 秒期間，該機位置與軌跡似乎未受到監控，直至通過 MAPt 0.5 浬後、高度 72 呎時，正、副駕駛員始下達決心呼叫重飛。CVR 抄件顯示，飛航組員曾觀察機外試圖尋找目視參考地標。就在組員呼叫重飛後 2 秒，該機撞擊 20 跑道頭東北方 850 公尺之樹叢。

正駕駛員背離頒布之 20 跑道 VOR 非精確進場程序，在未獲得任何目視參考情況下，逕自操控航機下降低於 MDA 高度。該機又因多項因素導致其向左偏離儀器進場航線，然事故飛航組員並未察覺並予以改正。副駕駛員對於正駕駛員低於 MDA 之違規行為未提出質疑，事故組員飛行於最低下降高度以下之決定，使改正操作無緩衝餘地，亦大幅增加可控飛行撞地（CFIT）之風險。飛航組員未識

別出此種進場方式之危害，也因此無法管控隨之而來的風險。

### 2.2.2 該機撞擊後之結構失效順序

根據現場量測資料，該機通過防風林後，以磁航向 183 度、上仰及左坡度<sup>110</sup>之姿態撞擊第一棟民宅。該民宅屋頂遭受轉動中之螺旋槳撞擊損壞。

該機右機翼亦撞擊該民宅北側外牆，其後該機航向約為 170 度，接續與數棟民宅發生碰撞後停止移動。圖 2.2-3 顯示該機最後飛航軌跡、主殘骸與空照影像之套疊圖。

---

<sup>110</sup>最後一筆 FDR 紀錄：仰角 12.7 度，左坡度 4.9 度。

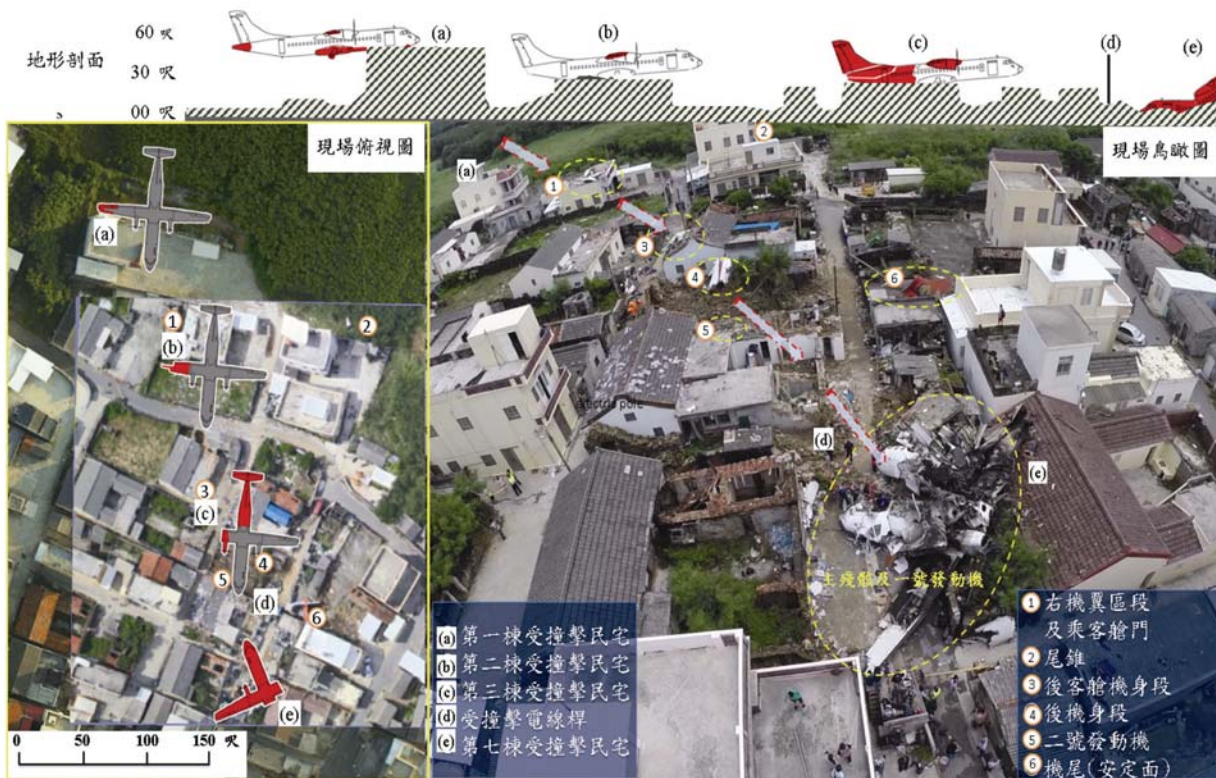


圖 2.2-3 事故航機最後飛航軌跡、主殘骸與空照影像之套疊圖

## 2.3 標準作業程序之遵守

### 2.3.1 事故航班未遵守標準作業程序情形

航空業者運用標準作業程序作為飛航組員操作航機時依循之基本架構。藉由程序提供之準則，以確保飛航組員之操作係於可預測、一致及安全的模式下進行。因此，標準作業程序是確保飛航安全的重要因素。然而本次事故中，飛航組員於執行馬公機場進場及下降之操作明顯未遵守程序，甚至於儀器天氣情況下，違反頒布之儀器進場及誤失進場程序，而為肇致本次事故之主要因素。

事故飛航組員遵守程序之程度，已低落至不足以確保飛航安全。開始下降前正駕駛員未執行馬公機場進場提示，CVR 抄件亦顯示副駕駛員對此程序之遺漏未

提出不同意見，因此喪失了原本可提供組員檢視進場風險之機會<sup>111</sup>。後續下降進場過程中，亦未按照公司 SOPs 執行各項檢查表。

世界飛安基金會（FSF）降低進場與落地事故（ALAR）任務小組研究發現，不充分的進場提示，是導致進場落地階段事故因素之一。任務小組明確表示進場提示應包含下列要項：

- 最低安全高度；
- 地形及人造障礙物；
- 天氣狀況及跑道狀況；
- 其他進場相關危險（視實際狀況）；
- 最低限制（雲幕、能見度或跑道視程）；
- 穩定進場高度；
- 最後進場下降梯度及垂直下降速度；
- 重飛高度及誤失進場實施步驟。

復興進場提示檢查表雖已包含大部分前述要項，然而事故飛航組員違反公司操作程序，未針對任何一項提出討論或提示。調查結果認為，由於這些項目未被逐一提示，以致組員警覺性不足，無法對於進場及落地相關安全因素有所認知，CFIT 風險因而顯著增加。

正駕駛員接著蓄意降低飛機高度至低於 MDA 限制。如果進場時能夠按照儀器程序，不低於頒布之 MDA 限制直到確認獲得目視參考，則 CFIT 事件風險將大

---

<sup>111</sup>美國聯邦航空總署（FAA）Advisory Circular (AC) 120-74B (dated 30 July 2012), Flightcrew Procedures During Taxi Operations, Appendix 2 之內容指出，一個有效的近場提示能特別指出一些需要特別給予關注及考量的潛在地方，因而提升組員的表現。

為降低。於儀器天氣狀況（IMC）下，非常接近地面時，繼續下降低於 MDA，意味著 CFIT 事件風險已升高至不可接受且無法挽回的程度，撞擊地障幾近無可避免。

倘若飛航組員遵照民航局或吉普生進場圖實施 20 跑道 VOR 進場程序，高度保持於 MDA 之上，並按照頒布之誤失進場程序實施重飛，本次事故將可避免。證據顯示，事故飛航組員並未因遭遇緊急情況，迫使其必須忽略或偏離各項飛航程序。

### 2.3.2 復興 ATR 機隊不遵守 SOPs 現象

為進一步瞭解事故航班中所發現之諸多習慣性不遵守 SOPs 的現象，係單一個案，亦或復興 ATR 機隊之系統性問題，調查小組執行一系列駕駛艙線上飛行觀察，所獲發現列於本報告 1.16.4 節中之表 1.16-1。

由駕駛艙線上飛行觀察及復興航務處人員訪談結果，印證 ATR 機隊對於不遵守程序之操作具有容忍度。換言之，對於常態性之程序違規，已習以為常。事故飛航組員實施儀器進場時，在獲得必要目視參考前就下降低於限制高度，在過去即曾發生。如該公司實施飛行線上安全查核（LOSA）程序，應已可辨識出公司内部習以為常的不遵守 SOPs 現象所其發生之頻率與嚴重性。

除此之外，本會曾於復興過去事故調查報告中，提出該公司飛航組員於正常或不正常操作中，皆有不遵守 SOPs 之情形<sup>112</sup>。復興雖提出多項改正措施，並由民航局負責後續督導，然而由習慣性不遵守 SOPs 之情況仍持續未減緩之情況研判，改正措施與督導工作成效不彰。本會的調查提供進一步事證，顯示例行性違規對該公司飛航組員而言，係為常態。

### 2.3.3 不遵守 SOPs 相關之組織因素

---

<sup>112</sup>民國 101 年 5 月 2 日，GE515，ATR72-500，爬升中發動機火警。民國 102 年 7 月 1 日，GE5111，ATR72-500，起飛後電力系煙霧。

人為因素研究<sup>113</sup>指出，除了個人心理與生理因素外，工作與組織因素亦可能直接或間接導致第一線作業人員不遵守 SOPs。例如，不一致的 SOPs、過重的工作負荷、不良的訓練與考驗、不佳的士氣、無效的安全管理，以及不適當的營運目標等，均可能使得不遵守 SOPs 成為組織內的普遍現象。

檢視復興航務與安全管理之組織架構與運作，發現以下影響 ATR 機隊普遍存在不遵守 SOPs 行為之組織因素：

- 標準與訓練部門之功能；
- 飛航組員之訓練與考驗；以及
- ATR 飛航組員之高飛行時數與起降次數。

### 2.3.3.1 標準與訓練部門之功能

標訓部最高主管為副理，該員不具飛行背景。GE222 事故前，標訓部無標準駕駛員之設置以督導 ATR 飛航組員確遵 SOPs，處理飛航操作品質保證（FOQA）系統中與 SOPs 相關之事件，以及飛航組員標準作業程序檢查（SOA）之執行情形。

標訓組設有訓練主任一員，復興雖指派教師駕駛員協助其作業，然因高飛行時數及繁重的教學工作，訓練主任本身與教師駕駛員亦無足夠的時間支援，包括：SOPs 檢視、訓練督導、稽核，以及作業安全風險評估等工作。此外，缺乏標準駕駛員亦可能是導致 FOQA 與 SOA 未能有效識別不符合 SOPs 行為的原因之一。

### 2.3.3.2 飛航組員之考驗與訓練

1.16.5 節之表 1.16-2 顯示，在復興模擬機訓練課程中觀察到許多缺失，其中

---

<sup>113</sup> 【“Human factors that lead to non-compliance with standard operating procedures” research report by Health and Safety Executive, UK, 2012.】 【ICAO Safety Management Manual, the third edition, 2013.】 【“A human error approach to aviation accident analysis, Dr. Wiegmann and Shappell, 2003.”】

未遵守 SOPs 且未被糾正之情況，顯示出不遵守 SOPs 的行為被容許而成為常態，亦顯示出鄉愿及無效的訓練與考驗系統，及不適當的航務督導與管理。

模擬機訓練是一個理想機會，讓資深飛行教官及考試官來型塑出一種遵守程序又有效率的安全行為模式，並確保飛航組員瞭解及複製必要之作業標準。當組員在接受訓練或考驗時，若有發現不依照必要之標準安全行為模式，包含不遵守 SOPs 之情形，應該即時予以糾正並且利用機會示範，教導正確的行為模式。此外，標準化是訓練出能夠安全操作且技能純熟飛航組員的基礎。然而，由接受飛航操作上的錯誤行為，可看出復興 ATR 機隊訓練考驗系統容許飛航組員不遵守紀律。另一方面，調查小組經由模擬機觀摩可發現上述缺失，然而，民航局在事故前所執行之查核工作卻未能檢視出類似問題。甚至在復興已歷經飛機重大事故後，飛航組員於接受調查小組模擬機觀察時，仍表現出明顯不遵守 SOPs 的行為。

### 2.3.3.3 ATR 機隊之高飛行時數與起降次數

根據飛航組員班表資料，以及大多數 ATR 駕駛員之訪談內容，可看出隨著飛航任務增加，飛航組員之飛行時數與起降次數亦顯著增加。民國 103 年 5 月至 7 月間，57.7% 的 ATR 駕駛員飛行時數超過 270 小時，顯著地高於 102 年的同期與暑假旺季期間，分別僅有 7.4% 與 26.3% 的飛航組員飛行時數超過 270 小時。每日最高的飛航班次亦增加到 8 航次，已達到許多飛航組員認為非常疲累的程度。

許多 ATR 駕駛員於訪談時表示，認同疲勞時比較容易產生偏離 SOPs 的行為，尤其以當日飛航任務後段之航班更趨明顯。雖然飛航組員曾向管理階層反應，航務處亦曾對此提出警示，然而，管理高層並未於決策制訂的過程中執行正式的風險評估。

當公司已出現疲勞程度增加所帶來之風險，以及潛在不遵守 SOPs 行為時，復興卻未能運用安全管理程序，有效評估擴張營運所衍生之安全風險。

## 2.4 人為因素議題及組員合作

### 2.4.1 組員資源管理及威脅與疏失管理

多組員作業之航空器中，特別是在高工作負荷下工作，需要兩位駕駛員相互間的協調合作與有效溝通。當組員間協調或溝通不良時，可能會導致工作負荷分配不當，交互檢查時遺漏重要資訊且未能識別錯誤，及/或產生不正確或不及時的資訊傳遞。

許多因素影響事故航班飛航組員溝通與協調合作之有效性，分述如下：

- 兩位飛航組員在年齡、經驗與公司職位方面有相當程度的差距，使其可能存在過大的駕駛艙權力梯度；
- 正駕駛員過去存在有不安全之飛航操作行為；以及
- 事故副駕駛員與公司其他資淺副駕駛員，通常不太提出建議。

當駕駛艙存在過大的權力梯度，若沒有適當地運用組員資源管理（CRM）技巧，則可能會降低副駕駛員對正駕駛員的決定與行為表達意見的可能。此亦會增加正駕駛員決策過程中，不去徵詢副駕駛員意見之可能性。

事故航機撞擊地障是正駕駛員操控航機下降至低於 20 跑道 VOR 進場程序公告之 MDA 所造成的後果。除此之外，此亦為飛航組員規劃不當、CRM 以及威脅與疏失管理（TEM）未能發揮其效果所造成的結果。該機進場落地過程中，飛航組員之行為使得發生 CFIT 的風險逐漸增加至極限。然而，直至該機撞擊地障前 2 秒鐘，飛航組員似乎並未意識到撞擊地障幾乎已無法避免。

正駕駛員須對飛航組員、客艙組員、乘客以及航空器之安全負責，並被授予全權控制與管理航機運作之權限；副駕駛員則有責任與義務確保飛航作業安全。然而，副駕駛員對於該機最後飛航階段之不安全運作卻表現出順從或不質疑的態度。該機飛航組員並未有效地履行其對航機運作所應承擔的責任，即使正駕駛員於事故航段擔任操控駕駛員，當正駕駛員偏離標準作業程序的行為影響到航機運

作安全時，副駕駛員仍有責任對正駕駛員提出警示。然而，CVR 資料顯示，副駕駛員於該機最後飛航階段並未積極主動地確保航機運作安全。

TEM 原則的有效應用可降低安全風險。雖然該機飛航組員已接受 TEM 訓練，但在事故當日卻未能評估與管理安全風險。

復興已實施 TEM 訓練計畫。TEM 以及 CRM 之整合，可提供組員一個管理威脅、疏失以及航空器非預期狀況之有效方法。然而，由復興安全方面所存在之系統性問題，顯示其 TEM 訓練計畫未能發揮應有的效果，否則應能夠預先認知到組員於事故當日所面臨的風險因子。該等風險包括：

- 正駕駛員遭遇中等程度之疲勞，可能會影響其於航機進場階段之飛航操作表現；
- 航機進場提示未能將辨識與減輕威脅之內容納入，因此，包括使用及可用之跑道、非精確進場、可控飛行撞地風險，以及軍民合用機場天氣資訊之提供等相關議題，未被認定為潛在的威脅；
- 不遵守 SOPs 係破壞安全保證的重大威脅。

#### 2.4.2 組員監控與交互檢查

飛航組員不適當的監控與交互檢查已被視為一項影響飛航安全之問題。為確保最高等級的安全水準，每一位飛航組員必須仔細監控航空器的飛航路徑及系統運作，並積極地對其他組員之行爲執行交互檢查。此項監控功能在所有飛航階段都是必要的工作，尤其是在 CFIT 最常發生的進場與降落階段<sup>114</sup>。

GE222 航班於最後進場期間，存在多項飛航組員監控與交互檢查相關之不安全行爲，包括：

---

<sup>114</sup>美國聯邦航空總署（FAA）民航通告 AC120-51E, “Crew Resource Management Training”, 1/22/2004.

- 副駕駛員建議落地前檢查由其自行完成，無須正駕駛員交互檢查，並獲得正駕駛員的許可，不符合標準作業程序。交互檢查具有安全確保的功能，但卻被組員蓄意的屏除；
- 當航機已在最後進場定位點時，正駕駛員與副駕駛員未對航機之高度及位置進行交互檢查；
- 當航機高度下降至約高於 MDA 100 呎時，正駕駛員與副駕駛員未對航機已接近 MDA 進行交互檢查；
- 副駕駛員不但未質疑正駕駛員低於 MDA 飛行之決定，反而毫不猶豫地配合正駕駛員之操作。

有效的組員監控與交互檢查乃是預防事故發生之最後防線，然而，在 GE222 飛航事故中，此項功能並未發揮其效果。飛航組員非但未改正對方不安全的行為或決定，反而互相協助合作，有意的以不安全的方式操控飛機。此類未符合程序要求的行為在過去復興 ATR 型機飛航事故中出現過，本事故後之模擬機觀察與訪談亦有相同發現，顯示復興 ATR 機隊存在不佳之安全文化。

### 2.4.3 過度自信

過度自信是一種危險的態度，並可能造成不安全的情況。過度自信亦指個人處於過度高估自身、其他人、航空器/車輛或設備之能力的一種不良心理狀態<sup>115</sup>。過度自信通常亦伴隨著不佳的安全風險評估。

復興 ATR 駕駛員於訪談時表示，事故正駕駛員的飛行技術極佳。部分受訪駕駛員進一步指出，正駕駛員先前曾因其純熟的技術於惡劣天候下安全降落，然而對某些駕駛員來說，同樣的情況可能會選擇重飛。訪談紀錄顯示，正駕駛員對其飛行技術是相當有自信的。這或許可以解釋，正駕駛員為了能夠目視跑道，敢飛

---

<sup>115</sup> “Department of Defense Human Factors Analysis and Classification System”, DOD, USA, January 11, 2005.

低於 MDA 並嘗試將航機保持在高度 200 呎飛行的因素之一。

復興航務主管已察覺到正駕駛員的飛行習性，亦曾與正駕駛員面談，並發布數則提醒組員確遵標準作業程序之安全通告，但顯然未發揮效果。

設計完善的 SOPs 與任務規劃可減低程序不被遵守的機率。然而，即使是適切的 SOPs 亦會有不被遵守的時候。此類不被接受的行為通常都存在社會性或動機性的問題，以及組織內可能存在隱性誘因所致。不遵守 SOPs 的程度，以及員工與管理者處理此類行為的方式，則提供一個瞭解組織整體安全文化的良好途徑。對於持續違反設計完善之 SOPs 及/或表現出不安全行為之飛航組員，則須依據「公正文化（Just Culture）」及符合比例與一致性之原則來加以管理。

#### 2.4.4 疲勞

疲勞是一重要的航空人為因素危害因子，因為它會削弱飛航組員的績效表現<sup>116</sup>。

下列的分析對於證實疲勞的存在及其影響十分重要：

- 判斷飛航組員是否存在疲勞的形成條件；
- 評估事故時飛航組員的表徵、績效及行為是否與受到疲勞的影響一致<sup>117, 118</sup>。

調查小組針對文獻<sup>119</sup>所指出可能造成疲勞的因子對事故飛航組員進行評估。依據正駕駛員之醫療紀錄與毒物檢驗報告，無證據顯示正駕駛員因用藥或健康問題影響其表現；事故時並非一般生理時鐘人為績效表現較差之時期；睡眠問題所

<sup>116</sup> “Fatigue Risk Management System Implementation Guide for operators”, published by IATA, ICAO and IFALPA, July 2011.

<sup>117</sup> 國際上許多事故調查機關，包括：NTSB、TSB 及 ATSB 等都採用此方式調查疲勞因子。

<sup>118</sup> 【“Methodology for Investigating Operator Fatigue in a Transportation Accident”, NTSB, 2006.】【“Guide to Investigating Sleep-Related Fatigue”, TSB, 2014.】

<sup>119</sup> “Methodology for Investigating Operator Fatigue in a Transportation Accident”, NTSB, 2006; “Guide to Investigating Sleep-Related Fatigue”, TSB, 2014.

導致之疲勞，包括短期睡眠不足、長期睡眠不足及清醒時間過長等，因無法取得正駕駛員事故前之清醒/睡眠資料而無法評估。

空勤組員疲勞評估系統 (SAFE) 生物計量模式對事故航班兩位飛航組員所計算之績效表現指標顯示，事故時正駕駛員存在輕度的疲勞，副駕駛員則沒有受到疲勞的影響。然而，由於無法取得兩位飛航組員實際的睡眠/清醒資料，因此，應特別注意模式計算時是使用保守的睡眠假設，未必能代表事故前實際的睡眠量。另外，SAFE 生物計量模式顯示，正駕駛員與副駕駛員事故前兩個月的班表多次顯示出，執行任務時之疲勞程度，已達到足以顯著降低其飛航操作表現之水準。

事故航班飛航組員係屬於國內區域型短程航線駕駛員，依據其班表顯示，常見的疲勞產生因素係早值勤及/或晚下班的班表型態，短程駕駛員會因此類班表的型態而逐步的損失更多睡眠時間<sup>120, 121</sup>。短程航班駕駛員疲勞研究結果顯示，若值勤開始時間早於 0900 時，每提前一小時即會失去約 15 分鐘的睡眠。此外，疲勞自我評量最高值為當地時間 0400 時至 0500 時開始值勤的班型，最低值為當地時間 0900 時至 1000 時開始執勤的班型。因此，GE222 飛航組員因其班表造成之睡眠量減少情形，可能比 SAFE 生物計量模式所估算的更為嚴重。

依據事故前 3 個月的飛行時間及航班次數紀錄，兩位飛航組員的工作負荷相當高。CVR 亦記錄有顯著的徵兆指出，正駕駛員實際的疲勞程度高於 SAFE 的評估結果。依據 CVR，正駕駛員任務時曾表示非常疲累，並記錄到正駕駛員打哈欠的聲音。此外，正駕駛員對於航管無線電通話內容的遺漏，不正確的 VOR 進場航道選定，未能正確記憶航管所提供有關風之資訊，以及自動飛航控制系統 (AFCS) 模式選擇不正確，使得副駕駛員必須多次提供協助等情形，顯示正駕駛員的行為表現符合注意力不足、警覺力降低，以及風險知覺能力降低等疲勞影響

---

<sup>120</sup>Roach, G. D., Sargent, C., Darwent, D., & Dawson, D. (2012). Duty periods with early start times restrict the amount of sleep obtained by short-haul airline pilots. *Accident Analysis & Prevention*, 45, 22-26.

<sup>121</sup>Drury, D. A., Ferguson, S. A., & Thomas, M. J. (2012). Restricted sleep and negative affective states in commercial pilots during short haul operations. *Accident Analysis & Prevention*, 45, 80-84.

徵兆。

疲勞分析結果顯示，正駕駛員於事故時，可能因疲勞而降低其績效表現，而疲勞並非影響副駕駛員表現之因素。

雖然未有規定要求復興須依據 ICAO、國際航空運輸協會（international air transport association, IATA）及國際民航駕駛員協會（international federation of air line pilots' associations, IFALPA）所聯合頒布之航空業者疲勞風險管理系統（FRMS）建置指引，建置 FRMS 以管理飛航安全相關之疲勞因子。然而，復興若建置一以數據為導向之 FRMS 或發展一個有效的安全管理機制，應有助於降低 ATR 機隊駕駛員之疲勞程度及對操作表現的負面影響。

## 2.5 復興安全管理

有效的安全管理乃是以系統性的方法管理安全，包括必要的組織架構、責任、政策與程序等。安全管理系統（SMS）則是一種計劃性、有文件可佐證，以及可受檢驗的方法，用以管理危害因子及相關風險。

復興之 SMS 並未發揮其應有的效果，對於確保飛航作業安全之某些安全管理能力與流程有所限制。此次事故調查識別出數個造成該等限制的原因，分述如下：

- 組織架構、能力及資源；
- 風險管理流程；
- FOQA 計畫之限制；
- 自我督察；
- 安全績效監控；
- 安全教育。

### 2.5.1 組織架構、能力及資源

安全委員會（safety committee）負有檢視整體飛安績效之責任，安管室為委員會成員之一，經理為委員會之執行秘書。然而，除了航空保安落實小組外，安管室成員並未參與包括飛航安全落實小組在內之其他落實小組，使得安管室失去與各相關部門對安全議題進行深度研討與評估之機會。檢視安全落實小組會議紀錄，通常缺乏具體的安全資訊，且未包含過去與當前事故中已辨識出之安全議題。

安管室的資源與能力有限，難以執行其職責範圍內之所有工作，包括：飛安與保安報告處理、飛安與保安事件調查、建置 SMS、負責飛安月會之議程與紀錄、FOQA 分析、航務、客艙與地勤/機場運作之自我督察、作業安全風險評估之推動及紀錄，及執行安全教育與推廣活動等。自我督察相關稽核人員訓練不足，檢查表亦未包含風險評估項目。此外，依民航局查核報告，FOQA 受限於資源不足，致系統能量未被完全發揮，使得復興未能有機會深入了解其航務作業之風險。很明顯的，安管室被要求執行的業務職責繁重且複雜，已超出其可因應之程度，致未能建置有效之安全管理系統。

### 2.5.2 危害辨識及風險管理

危害辨識是安全風險管理的首要步驟，藉由危害辨識的流程，得以辨識及管理組織的危害因子，確保安全不被妥協。

本調查依據復興之企業文化、飛航標準、危害意識、訓練、過往事故、駕駛艙航路觀察，及訪談等資訊，並使用飛安基金會之 CFIT 檢查表評估與事故航班有關之風險因子。評估結果顯示，事故當日之天氣條件下，復興 ATR72 型機使用馬公機場非精確進場，輔以飛航組員未遵守標準作業程序，造成 CFIT 風險達到「重大威脅」的程度。若要將此風險等級降低至可接受之水準，復興需改善其運作方式、飛航標準、訓練及危害意識等。

設法降低 CFIT 已是 ICAO 及 FSF 重點工作項目之一，並共同合作發展出飛安基金會減低進場與降落失事工具書（FSF ALAR tool kits）。藉由應用當今之技術與裝備、建置並遵守有效的標準作業程序，及執行有效的飛航操作品質保證系統計畫，以確保作業程序持續被遵行等，應可降低 CFIT 的潛在風險。而所謂飛航操作品質保證系統計畫則包括：飛航資料分析、以文件佐證之作業風險評估、定期飛安稽核，及發展有效的組員決策下達及威脅與疏失管理流程等。此外，藉由依實際運作資料為基礎所建置之安全管理系統、品質保證系統，及確遵作業規定，應可降低航空公司之作業安全風險。

復興已建置與維護一被動式之安全異常事件報告系統，該系統結合強制與自願報告系統。然而其自願報告系統在運作與管理上之成效不足，使得復興失去另一個辨識與評估其安全風險的機會。此外，復興作業風險評估係以內部資料為主要來源，未能擴大其危害識別來源至外部資料，如此亦失去一個由其他業者事故經驗中學習的機會。

復興自民國 100 年以來即未更新其風險因子資料庫，亦尚未正式採用主動性之 CFIT 風險評估。該公司之 SMS 運作成效仍不佳，且尚未符合 ICAO 安全管理手冊之要求。

### 2.5.3 復興飛航操作品質保證（FOQA）計畫

飛航操作品質保證（FOQA）計畫提供一種辨識潛藏安全風險的方法，並可藉由調整公司之風險控管措施，如標準作業程序、駕駛員訓練計畫與排班等以降低安全風險。

依據英國民航局發布之 CAP 739 號飛航資料監控文件，飛航資料監控計畫能夠辨識出績效表現的重大變化或偏離可接受績效水準之情形。另外，除了可作為事故調查的工具外，FOQA 的主要目的係藉由常態性的飛航資料分析，辨識或預測飛航操作的潛在風險，例如：不穩定進場、不正常之儀器進場，及不符合標準

作業程序之情形等。

### **FOQA 工作成員**

依據 ICAO 編號 Doc 10000 號文件-飛航資料分析計畫 (FDAP) 手冊之陳述，要能精確的解讀 FOQA 數據，FOQA 工作小組應包括對公司標準作業程序及航空器操作特性有豐富知識及經驗之航務與技術專家。此等專家需藉由 FOQA 數據分析，以辨識操作危害因子。此外，若能有一位獨立且不具管理職之駕駛員參與工作小組，擔任 FOQA「守門員 (gatekeeper)」的角色，並能代表安管室於保密條件下與 FOQA 事件組員聯繫、討論並釐清事件經過與背景因素，則會對 FOQA 運作更有助益。

復興安管室之 FOQA 工作小組並無上述之航務或技術專家。對於復興 FOQA 工作人員而言，缺少上述專家的支援，要能夠由飛航操作面理解與分析 FOQA 數據係有其困難。訪談紀錄顯示，ATR 機隊總機師通常會與事件駕駛員一同檢視 FOQA 資料，總機師/機隊經理雖能夠理解 FOQA 數據，然而，FOQA 事件駕駛員或許會因為可能要遭受的負面後果，而不願意以開放的態度與資深管理職機師進行討論，也因此使得復興失去另一個正確識別與評估操作風險的機會。

### **FOQA 事件處置**

不遵守 SOPs 將使航務運作處於高風險狀態，因此，需要及時予以識別並改正。

檢視復興民國 103 年 1 月至 6 月之 FOQA 數據後發現，有數件與飛航組員未遵守 SOPs 有關之事件，例如：超重落地、太晚設定襟翼、不穩定進場、太晚收回起落架、高度低於 500 呎時出現偏高之下降率等。雖然有些 FOQA 事件資料曾送至標訓部及總機師執行相關改正措施，然而，亦有部分 FOQA 事件未能依循公司程序處理，造成 FOQA 資料未能被有效運用，以辨識及降低飛航操作風險。

### **FOQA 趨勢分析**

有效的 FOQA 趨勢分析將能辨識出系統性的事件類別。

檢視復興民國 102 年 1 月至 103 年 6 月之 FOQA 資料月分析報告後發現，重覆發生的 FOQA 事件包括長平飄、500 至 1,000 呎高度間出現地面接近警告系統（GPWS）警告，及落地滾行期間航向偏離等，但無證據顯示，安全會議中曾討論該等事件或 FOQA 趨勢分析結果。安管室雖有發布通告予飛航組員略述 FOQA 資料，但未提供任何技術性的建議或說明資訊。此外，安管室並未監控 FOQA 趨勢分析資料，因此當有明顯的 FOQA 負面趨勢出現時，安管室無法對航務處提出相關安全議題。

復興 FOQA 計畫並未做為辨識未遵標準作業程序事件之有效工具，亦未能提供相關資訊作為航務加強訓練之用。此外，其 FOQA 計畫並未發揮應有的功能，而未能提供系統化的工具以主動辨識危害、評估及降低相關風險。

#### 2.5.4 自我督察

民航局於民國 91 年 7 月 1 日所發布之航務自我督察民航通告（AC-230-002A），將自我督察定義為組織內部之航務運作品質保證系統，旨在持續監控法規、政策及程序之符合性。自我督察設計之重點在於對系統進行自我評估、分析及改正，而非僅是對作業結果進行抽檢。自我督察提供公司一個機會，辨識不符合標準作業程序之頻率與程度。另外，當航空公司發生重大意外事件及其他如違規、機隊變動或擴充及人力資源短缺等可能增加潛在風險之事件時，則須執行特別之自我督察。

依據復興自我督察紀錄顯示，事故發生前，民國 102 年至 103 年之自我督察僅有極少的查核發現；督察的方式絕大多數是以抽查的方式進行，而非系統督察或系統自我評估。由於復興自我督察未能辨識與解決於先前事故已辨識之安全缺失，及已知的航務管理問題，包括：不符合標準作業程序之行爲、缺乏標準化之駕駛員考驗及訓練，及 ATR 機隊飛航組員高飛行時數與起降次數等，顯示復興自

我督察未能發揮應有的成效。

此外，無證據顯示復興於先前 ATR72 飛航事故後<sup>122</sup>，及復興引進 ATR72-600 型機時，曾執行特別的自我督察。另外，復興並未將包括過去之自我督察、民航局監理查核，及飛航事故調查所辨識之飛安議題/或建議納入年度督察計畫中以進行評估。復興自我督察計畫未能符合民航局民航通告 AC-120-002A 之指引。

### 標準作業程序檢查 (SOA)

復興 SOA 計畫乃航務處自我督察計畫的一部分。SOA 的主要功能為監控日常飛航操作是否符合 SOPs，及辨識航務運作之作業風險。SOA 計畫亦包括飛航組員對任務危害之自我評估。

復興未提供 SOA 檢查員有效且足夠之訓練。訪談紀錄指出，除了風險管理基礎訓練外，復興並未提供額外或特定之訓練與督導，以確保 SOA 檢查員具備辨識航務運作安全風險之技能。

復興查核紀錄顯示，自民國 102 年 1 月 1 日至 103 年 7 月 31 日間，復興 SOA 檢查員對 ATR 機隊執行 163 次 SOA，僅有 3 次辨識出未符合 SOPs 之紀錄，且未有對應之改正措施，亦未納入 SOA 之月統計報告中。

於實施 SOA 時，飛航組員未確實執行自我評估。依先前飛航事故調查改善建議所規劃之特別 SOA 亦未落實，以致未能確保改善措施已有效執行。而由於 SOA 未能辨識與解決於先前事故調查與 FOQA 資料已辨識之安全缺失，及已知的航務管理問題，顯示其未能發揮應有的效果。此外，SOA 月統計報告以及累計前 12 個月 SOA 所發現之不符合項目與次數並不正確，且未能反映出 SOA 查核報告之發現。

---

<sup>122</sup>民國 102 年 GE5111 飛航事故。

### 2.5.5 安全績效監控

航務處實施兩項綜合風險指標，分別是直接風險指標（DRI）及平均風險指標（ARI），以對航務運作中所存在的風險進行整體評估。然而，該等風險指標之評估結果並未正確地反映出復興航務運作實際的風險水準。也就是說，原本應用於監控安全績效之風險評估措施不但未能有效呈現航務運作的關鍵性安全風險，甚至造成誤導。

DRI 所包括的其中 13 項評估項目，如未遵守 SOPs、疲勞、CRM 等，其衡量是使用飛航組員自我狀況評估之結果。然而，民國 102 年 1 月 1 日至 103 年 7 月間復興對空中巴士及 ATR 機隊所執行的 379 次 SOA 當中，僅完成 24 次的自我評估。此外，某些 DRI 評估項目之衡量結果並未反映出 ATR 機隊實際的狀況，例如：DRI 項目關於人力評估之評分顯示 ATR 機隊並未有駕駛員短缺的問題。然而，實際上 ATR 機隊在飛航事故發生時至少短缺 8 名駕駛員<sup>123</sup>。也就是說，DRI 並未有效反映出實際的飛安風險，其原因係使用的自我評估資料不足及/或不正確所造成。

ARI 的計算是使用各風險等級之危害因子數量。危害因子係於系統建置初期，復興內部藉由員工腦力激盪所產生，並依據航務運作資料進行修訂至民國 100 年 3 月止。此後，危害因子即未再被修正或重新評估。也就是說，ARI 計算所輸入的資料並非即時且正確的航務運作資料。而 ARI 自民國 100 年起其評估值即未曾變動，顯示它在飛航事故發生時，並不是一個可靠、有效或有意義的安全風險指標。

復興的安全績效監控系統未能為公司航務運作提供一個可反映現況、可靠或

---

<sup>123</sup>依據復興所訂定 6:1 之 ATR 駕駛員與航空器數量比例，民國 103 年 5 月至 7 月間，10 架 ATR 航空器應有 60 位駕駛員，然而，此期間復興僅有 52 位 ATR 駕駛員。

有效的安全風險指標。此外，民航局亦未能辨識出復興真正的安全風險水準。

### 2.5.6 安全教育

復興安管室建置有內部網站，以利於公司內部傳遞安全資訊。然而，此網站並未定期更新，如民國 101 年及 102 年復興 ATR72 飛航事故之調查報告與安全經驗學習等最新安全資訊即未在其內。由 ATR 飛航組員訪談中顯示，許多受訪組員並不清楚飛安會於該 2 件事務調查報告中所提出，有關遵守 SOPs 的事故可能肇因及飛安改善建議。

復興缺乏有效的安全資訊與教育系統，使得飛航組員未能進一步認識航務運作所存在的安全風險，特別是有關未遵守 SOPs 所衍生的風險。

## 2.6 復興 SMS 發展與民航局監理作為

### 2.6.1 SMS 建置計畫

民航局民航通告 AC-120-32C 建議國籍航空公司應於民國 101 年 12 月 31 日前完成 SMS 建置<sup>124</sup>。

民航局 AC-120-32C 指出 SMS 建置計畫為建立有效 SMS 之基礎<sup>125</sup>。然而，復興並未訂定 SMS 建置計畫，使其未能以有組織、系統化且完整的方式建立安全管理所需的能量與功能，及確保各組成要素之有效性。不佳之 SMS 建置規劃造成復興在管理高層參與、安全數據之質量、安全會議之有效性，及對安全建議之處置、查核、風險評估能力、安全指標監控、安全教育等各方面存在重大缺陷。

ICAO 與美國聯邦航空總署（FAA）提出民航監理機關應以核准或核備的方

---

<sup>124</sup>請參閱民用航空局民航通告 AC-120-32C 民國 100 年 1 月 25 日版。民航局 AC-120-32D，民國 103 年 10 月 20 日版，將 SMS 建置完成日期延展至 105 年 12 月 31 日。

<sup>125</sup>SMS 建置計畫為發展 SMS 過程之必要項目，共包含達成不同組成要素之時間表與目標。另應由航空公司高階主管，包括權責主管（CEO）簽名背書，定期審查並視需要予以更新。

式，評估與檢視業者之 SMS 建置計畫<sup>126、127</sup>。然而，民航局並未要求業者提供其 SMS 建置計畫予以核准或核備。此外，民航局亦未將復興未訂定 SMS 建置計畫視為 SMS 監理之重點項目，使得民航局失去在復興 SMS 建置初期發現並改正其缺失的機會。

## 2.6.2 SMS 專案檢查後續處置

民航局航務檢查員手冊指出，負責復興航務監理查核之主任航務檢查員，於民航局 SMS 專案檢查小組對該航空公司提出 SMS 建置缺點後，應負責後續追蹤事宜。

民國 102 年，民航局 SMS 專案檢查小組對復興提出共計 24 項 SMS 缺點，內容係有關危害辨識之資料來源、風險管理於管理高層決策過程之應用，及缺乏 SMS 效能評估之適當工具等。民航局要求復興針對專案檢查結果提出改善計畫，然而復興並未提出改善計畫。此外，民航局負責復興航務檢查作業之檢查員亦未追蹤復興是否提出改善計畫，造成已識別之 SMS 缺點持續存在於復興。

## 2.7 民航局航務監理作業

民航法規明確規範擁有營運許可之業者（air operating certificate, AOC）應確保其作業安全。相對的，作為監理機關之民航局亦負有監理擁有營運許可業者飛航作業之責任，包括審核業者之營運許可與其他各種許可之申請，及執行航空器使用人相關作業之查核。

然而，民航局在審核業者營運許可之申請及查核作業上之能力仍有所限制，執行上述作業時亦有時間上的限制。監理機關之監督作業係以抽樣方式執行，無法全面檢視航空業者所有營運活動，亦無法辨識出相關作業之所有限制。營運許

---

<sup>126</sup>International Civil Aviation Organization. (2012). Safety management manual (3rd ed.) (DOC 9859-AN/474). Québec, CAN: ICAO.

<sup>127</sup>“Safety management systems for aviation service providers”, FAA Advisory Circular No. 120-92B,1/8/15.

可之審核及監督之重點在於符合法規，意指提供適法性之檢核及要求其達成最低安全標準，民航局亦負有監督航空公司安全管理作業之責任。

儘管存在前述之限制因素，民航局與復興仍有密切之互動，經由執行定期深度檢查及駕駛艙航路檢查，監督航空公司以落實包括監理查核或飛安事故所見缺失之改善措施，安全管理系統評估，及其他審核作業。經由這些互動，民航局已發現復興在 SMS、飛航組員訓練、程序與實際作為，及 FOQA 計畫等方面仍有改善空間。然而，民航局並未察覺到復興於飛航作業上存在一些有關風險管理的基本問題，例如：飛航組員未遵守標準作業程序之系統性問題，駕駛員訓練及考驗作業標準化不足，安管室組織架構及能量，及管理階層對安全方面之承諾等。

有鑑於復興已存在之明顯問題以及民航局與復興之互動頻率，民航局應可及早發現某些上述之問題。下列安全因素是調查小組認為民航局為何未能發現復興前述問題之可能原因：

- 民航局在監理作業與其政策、程序及指引上之一致性；
- 管理系統之評估指引；
- 營運變動之風險評估；
- SMS 建置與法規符合性之評估；
- 航空器使用人風險概況之評估流程。

民航局在評量航空公司組織管理系統時，必須仰賴檢查員作出專業的評斷。民航局須確保其檢查員有適當的技能以對管理系統進行評斷，或提供檢查員足夠的指引協助並確保檢查員作出適當判斷。然而，民航局提供協助檢查員評估管理系統的指引仍有限。民航局設有 SMS 專案檢查小組，成員不包括負責該航空公司日常查核之檢查員。惟若檢查員於執行 SMS 日常檢查時，能有機會由 SMS 專案小組陪同執行，將更有助於檢查員了解該航空公司所面臨之安全挑戰。

雖然部分民航局檢查員可能具有足夠的背景與技能執行上述評估作業，然而，民航局提供之指引並不能確保所有檢查員皆有此能力。也就是說，民航局未能確保其檢查員皆有能力對管理系統之關鍵項目進行有效的檢驗。民航局對復興下列項目所需的評估指引仍有不足之處：

- 組織架構與人力資源評估；
- 關鍵人員適職性評估；
- 組織變動評估；
- 風險管理程序評估。

在評估航空公司之管理系統與能量時，民航局檢查員需考慮其組織架構適宜與否，以及足夠的人力履行該組織應有的功能。儘管檢查員必須確保組織擁有適量的人員，以及關鍵人員之工作負荷是否過量，這項評估工作非常重要，然而，民航局提供予檢查員以執行該等工作之指引是有限的。

在組織架構適宜性方面，民航局檢查員手冊僅提供有基本的指引。雖然不同組織之規模大小、架構及複雜度不一，檢查員手冊不可能提供檢查員所有可能情況之詳細指引。然而，如能以例舉指出何謂適當與不適當，以及詳列評估準則供檢查員使用，則應為可行的方式。民航局可基於其過往的經驗、其他監理機關之經驗、與主要的業界團體共同討論，及參考各種不同領域及組織行為研究結果等，發展檢查員所需之指導文件。

### 2.7.1 組織變動之評估指引

復興正經歷營運方面的顯著成長與變動，包括引進新型 ATR72-600 航機以及成長之航運量。同時，復興亦面臨了飛航組員短缺的情況，並使得飛航組員飛行時間及工作時間大幅增加。但是民航局檢查員能取得之評估指引或方法卻有限，難以全面檢視這些事件所造成的影響，或指導檢查員如何進行評估。即使每一次

變動都曾取得民航局的核准，每一次單獨變動本身亦看似合理，僅造成最低程度的影響，但一連串組織活動之變動加總後卻可能造成重大影響。

由於監理機關未必能在核准階段做出評斷，因此須仰賴後續之監督程序以發現與修正問題。然而，檢查員用於檢視組織變動管理程序之指引仍有限。現有指引著重於指出變動為何，而未能協助檢查員評估組織變動管理程序之適當性。

### 2.7.2 風險管理程序之評估指引

SMS 要求應訂定程序以進行危害辨識、風險分析、風險處理，及評估風險控管或處置之有效性。民航局亦應在執行 SMS 監理作業時，評估航空業者訂定與執行該等程序的能力。惟民航局提供予負責民航業者日常查核之檢查員有關風險管理程序評估之指引有限。此外，雖然民航局 SMS 專案檢查小組執行復興 SMS 專案檢查時，識別出某些風險管理流程方面的缺失，但民航局之 SMS 監理對於評估復興既有程序之品質或有效性部分仍不夠深入。

### 2.7.3 安全管理系統之法規要求

民航局 AC 120-32C 指出，航空器使用人應於民國 101 年 12 月 31 日前完成 SMS 建置。該民航通告僅屬建議，或示範符合民航法規的一種方式（並非唯一）。此外，除了特定的 SMS 規定外，民航法規亦要求民航局須確保航空業者之飛航作業安全。

民航局 SMS AC 120-32C 所涵蓋的內容範疇，足以使民航局協助業者提升其安全，以及督導業者對應有之安全作為有所因應。復興的安全管理系統仍未發揮應有的效能。而民航局亦未能確保復興對於民航局所提出之安全缺失及改善措施，有效地作出回應，逐漸降低了系統安全保證之水準，致使航空公司未能承擔應負之安全責任。

### 2.7.4 風險概況評估流程

民航局未採用一完備之安全風險趨勢指標評估系統，評估業者之相對風險水準。然而，民航局檢查員係仰賴業者所建置之風險評估指標。以復興來說，其風險評估指數並不即時、可靠或有效；但民航局檢查員可用以評估業者風險指數之真實性，或獨立計算業者安全風險指數之方法是有限的。若民航局已建置安全風險趨勢評估指標系統，應能早已由下列議題辨識出復興處於高風險狀態，並啟動對業者之特別檢查，如：顯著的營運擴張、ATR 飛航組員短缺、先前所發生之重大意外事件、未能回應飛安會所提出之改善建議或無有效作為、未能回應內部自我督察及外部民航局查核之改善措施或無有效作為、效果不佳之風險管理流程與評估、效果不佳之安全會議、令人質疑的管理高層安全承諾、安管與航務部門資源不足、飛航組員之考驗及訓練未能標準化，以及不遵守程序與不安全行為等。

### 2.7.5 飛安會過去之調查

民國 102 年 5 月 20 日，飛安會提出編號 ASC-ASR-13-05-014 之飛安改善建議，建議民航局督導復興加強飛航組員確實遵守 SOPs，包括在進場時執行標準呼叫。民航局於 102 年 9 月 18 日函復飛安會，說明復興將於執行額外之 SOA 時，將特別著重於進場作業及標準呼叫。上述飛安改善措施因此獲得接受。

經複查復興 SOA 紀錄後發現，無證據顯示復興確實依其回覆民航局所述，針對航空器進場操作是否符合標準作業程序而執行 SOA，民航局檢查員亦未追蹤復興是否落實其安全改善措施。前述事故調查所發現飛航組員不遵守標準作業程序之缺失因此未能改正，飛航作業之危害依然存在。

### 2.7.6 民航局查核作業之有效性

雖然民航局負責復興查核作業之檢查員曾發現復興存在某些安全缺失，然其查核作業並未針對重點執行或/及未能發揮應有的效果。舉例來說，復興 ATR72 機隊於民國 101 年及 102 年皆曾發生重大意外事件，民航局應對復興執行特別檢查但未執行。雖然過去飛安會之調查報告已指出復興飛航組員未遵守標準作業程

序，及訓練與考驗方面之缺失，民航局卻未能追蹤前述缺失。此外，對於復興已被識別出之安全議題，民航局檢查員往往過早將其結案，並未檢視是否確實執行改善措施或改善措施之有效性。直至 GE222 飛航事故發生後，民航局始對復興執行特別檢查，並發現諸多嚴重的安全缺失。

### 2.7.7 風險為基礎之監理方式

在安全管理的環境下，可對安全績效的動態變化，提供一個更佳的評估方法。一般而言，民航主管機關之監理計畫，可依據業者實際的安全績效調整其檢查的範圍與頻率。此種以風險為基礎的監理方式，係基於風險、重要性或需求程度之不同，對有限的監理資源進行分配。監理機關所訂定之檢查計畫，應以數據為基礎，使其資源的分配重點與優先順序得以針對安全風險或安全顧慮最高的部分執行。

在過去，民航局監理作業主要係藉由直接對民航業者之航空器、人員、紀錄與其他系統等進行檢查，以確認其符合相關法規。檢查員係依據檢查員手冊中之指引，針對手冊之各個工作項目訂定檢查計畫並據以執行。然而，隨著航空業者與監理需求的增加，檢查工作量亦大幅增加。伴隨著檢查員人數短缺的情形，造成民航局檢查員工作負荷大增，亦可能影響檢查員之績效表現。

SMS 導入後，已使得民航監理機關在評估業者安全水準方面產生重大的改變。航空公司應負責建置有效的風險管理程序與做法，監理機關則應負責確保該等程序與做法之健全性、有效性以及可達成高度之安全保證。民航監理機關不能因為業者有實施安全管理系統，而免於承擔確保業者飛航作業安全之責任。

在航空運輸系統日益複雜與不斷變動之狀況下，民航監理機關需要展現出對安全的領導力。民航局若能採用以針對風險為基礎的監理方式評估業者之安全績效，其監理作為將更為有效。民航局可參考其他民航監理機關之作法以重新訂定其監理模式，調整內部結構，及重新評估未來監理能量之需求。監理資源有限，

應排定優先次序，並將資源著重於重大的安全議題。

## 2.8 天氣

### 2.8.1 麥德姆颱風外圍雨帶

事故時，馬公機場受麥德姆颱風外圍雨帶影響，由自動氣象觀測系統(AWOS)及雷達資料顯示該雨帶類似於颱風線。雷達回波圖(圖 2.8-1)顯示事故前及事故時有兩波雨帶通過馬公機場，第一個弓狀回波於 1738 時至 1803 時影響馬公機場，第二個於 1901 時至 1945 時影響馬公機場。該等弓狀回波可能造成風向風速的顯著變化及大陣雨。

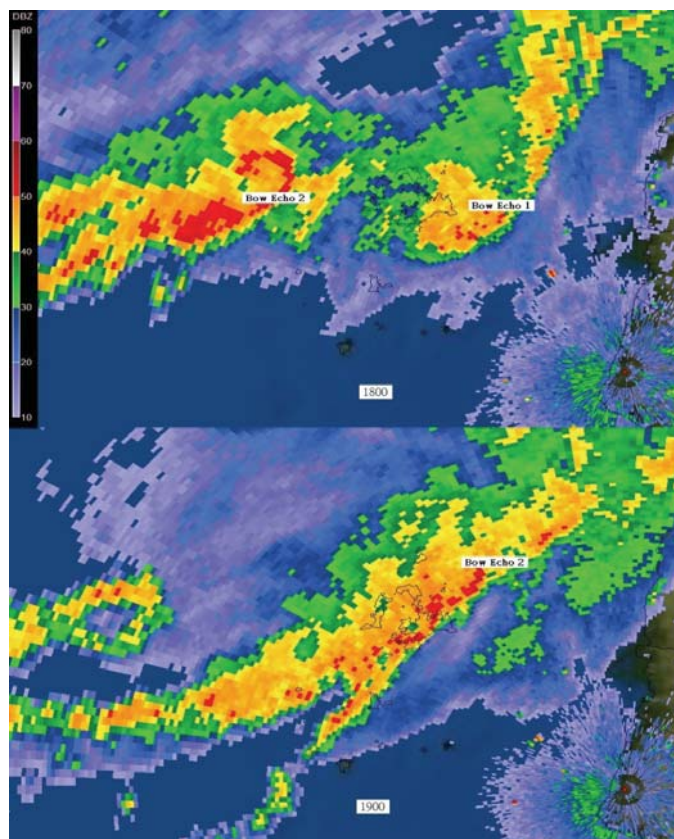


圖 2.8-1 事故前馬公地區之雨帶活動變化

### 2.8.2 地面天氣測報

依據雷達及 AWOS 資料，1803 時至 1901 時馬公機場降雨強度為中等；1835

時至 1900 時降雨強度降低，雷達回波強度低於 20-25 dBZ。表 2.8-1 為 1859 時至 1908 時之 1 分鐘平均跑道視程(RVR)。當第二波雨帶於 1901 時接近馬公機場時，雷達回波強度約於 50-55 dBZ，隨後雨勢增強，RVR 則快速下降。

表 2.8-1 馬公機場 AWOS N 1 分鐘平均 RVR

| 時間          | 1859        | 1900  | 1901 | 1902 | 1903 | 1904 | 1905 | 1906 | 1907 | 1908 |
|-------------|-------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| RVR<br>(公尺) | 大於<br>2,000 | 1,800 | 800  | 650  | 600  | 650  | 600  | 500  | 450  | 550  |

電話錄音顯示 1821:59 時塔臺詢問預報長能見度，預報長回答能見度會好一點，但是另一波天氣即將到達，能見度會再下降。1824 時至 1825 時間，塔臺兩度詢問預報長能見度，預報長回覆 10 分鐘後能見度會好一點，但是過 10 到 20 分後能見度會再下降，因此能見度報告維持 800 公尺。

1838:35 時預報長詢問地面天氣觀測席（以下簡稱觀測席）實際能見度，預報長表示印象中觀測席回覆能見度為 1,600 或 2,400 公尺，隨後觀測席於 1840 時發布能見度回升至 1,600 公尺之特別天氣報告，GE222 於 1843 時請求 20 跑道進場。AWOS 資料顯示 1900 時至 1901 時 RVR 迅速轉差，由 1,800 公尺降至 800 公尺，低於 VOR 20 跑道進場之最低落地標準。

依據「空軍氣象觀測手冊」，特別天氣觀測應於天氣發生時刻 3 分鐘內完成；手冊並說明進行夜間觀測能見度之前，需在黑暗中停留 3 至 5 分鐘，待眼睛適應後再行觀測。電話錄音顯示觀測席於 1901 時對塔臺傳報 1900 時之例行天氣報告，於 1902:02 時及 1904:24 時接到電話並提供能見度資訊。觀測席完成天氣觀測後，於 1910 時發布能見度降低至 800 公尺之特別天氣報告。

### 2.8.3 跑道視程報告

#### 2.8.3.1 提供航空器更新之天氣資料

依據「飛航管理程序」，塔臺由近場管制接管航空器後，應儘速告知能見度或跑道視程數值；另於最後進場階段，應立即告知航空器觀測到的跑道視程數值或

能見度之變化。1901 時至 1906 時間，馬公塔臺接管 GE222，該機係於 20 跑道最後進場階段，而此時段內跑道視程由 800 公尺降至 500 公尺。

1901:13 時 GE222 與馬公塔臺構聯，管制員提供使用的跑道及高度表撥定值，但未告知跑道視程為 800 公尺；1903:39 時管制員許可該機落地，並提供風向風速資訊，但未告知跑道視程為 600 公尺。若管制員有提供駕駛員更新的跑道視程，此資訊可能會影響駕駛員繼續進場的決定。

事故當天馬公塔臺及天氣中心無 AWOS RVR 異常紀錄，1804 時預報長曾回覆管制員 AWOS RVR 是可使用的。比對 AWOS RVR、AWOS 雨量紀錄及機場監視錄影畫面，事故當天 AWOS RVR 數值合理，並與天氣的變化一致。

訪談紀錄顯示，塔臺管制員說明未提供跑道視程的原因乃是事故前 1 小時，天氣報告的 RVR 與 AWOS RVR 數值有差異。管制員對 AWOS 資料的正確性有所質疑，經與塔臺臺長討論後，使用天氣報告中的能見度與 RVR，係 1,600 公尺。

### 2.8.3.2 METAR/SPECI 之 RVR

「空軍氣象觀測手冊」指出，當觀測能見度或 RVR 低於 1,500 公尺時，須編報 RVR。

1830 時之 METAR<sup>128</sup>顯示觀測能見度與 RVR 皆為 800 公尺，然而 1804 時至 1859 時之 1 分鐘平均 AWOS RVR 紀錄皆大於 2,000 公尺，依據該手冊，1830 時之 METAR，其 RVR 應編報為大於 2,000 公尺。

守視室督導於訪談中陳述，當 AWOS RVR 數值高於觀測能見度時，會考量實際情況及安全問題，例如氣象士觀測能見度為 800 公尺而 AWOS RVR 顯示 2,000 公尺，報告之 RVR 會與能見度相同；但是當 AWOS RVR 數值較觀測能見度低時，METAR/SPECI 會直接以 AWOS RVR 數值編報。

---

<sup>128</sup>METAR 編報之 RVR 為 10 分鐘平均值，但 AWOS 僅儲存 1 分鐘平均 RVR。

馬公機場為軍民合用機場，空軍天氣中心於新 AWOS 設置後並未提供民航塔臺 AWOS 操作手冊。此兩單位對於 RVR 報告的要求與實際作業間之溝通不足。

#### 2.8.4 使用跑道之選擇

GE222 飛航過程中，馬公機場考量風向風速係使用 20 跑道。1824 時至 1828 時 02 跑道平均風速降至 5 至 7 浬/時，低於 10 浬/時的落地尾風限制；1827:38 時高雄近場臺將 02 跑道的風資訊轉知在空中等待的航機，部分駕駛員隨後請求使用 02 跑道 ILS 進場。

馬公機場使用跑道程序指出當軍機進駐馬公軍民合用機場，使用反跑道之申請需由進駐部隊高勤官核可。

由於能見度低於 20 跑道落地標準，3 架在空機請求 02 跑道 ILS 進場，1833:35 時空軍基地高勤官接獲反跑道落地申請，當此申請仍在協調時，1840 時天氣報告的能見度上升至 1,600 公尺，符合 20 跑道落地標準，駕駛員即更改請求，選擇使用 20 跑道。

#### 2.8.5 馬公軍民合用機場之協調機制

馬公軍民合用機場在事故時，軍、民雙方對於天氣資訊與使用跑道之協調機制未能發揮應有的效果，特別是有關航機進場時，機場能見度相關資訊出現不一致或差異之議題未能獲得解決。此外，塔臺管制員亦未提供事故航機快速變化的 AWOS RVR 數值。上述不一致處使得民航管制員、軍方天氣測報人員與飛航組員間之溝通、協調與決策間出現問題，導致事故飛航組員於進場時未能充分察覺迅速惡化的 RVR，且該 RVR 很有可能不足以供該機落地。若該機進場時塔臺管制員提供更新的 RVR，飛航組員或許對於是否繼續進場可以有更佳的決斷。

### 2.9 最後進場期間的大氣環境

#### 2.9.1 事故航機行為表現

依據 FDR 資料及 ATR 原廠提供之技術資訊，計算該機最後進場期間於自動駕駛解除後之下降率、控制桿位置及控制盤位置，計算結果依序詳如圖 2.9-1 所標註之「VS\_SM\_5PT」、「CCP\_derived」與「CWP\_derived」。

1906:05 時至 1906:10 時期間，該機升降舵呈現推頭向下，此係源自於正駕駛員之操作輸入，最大俯角為 9 度，下降率約由 150 呎/分增為 1,600 呎/分。另外在此下降高度期間，該機伴隨左副翼及左舵輸入使航機向左轉。顯示此期間該機之行爲表現與操控面之輸入一致。

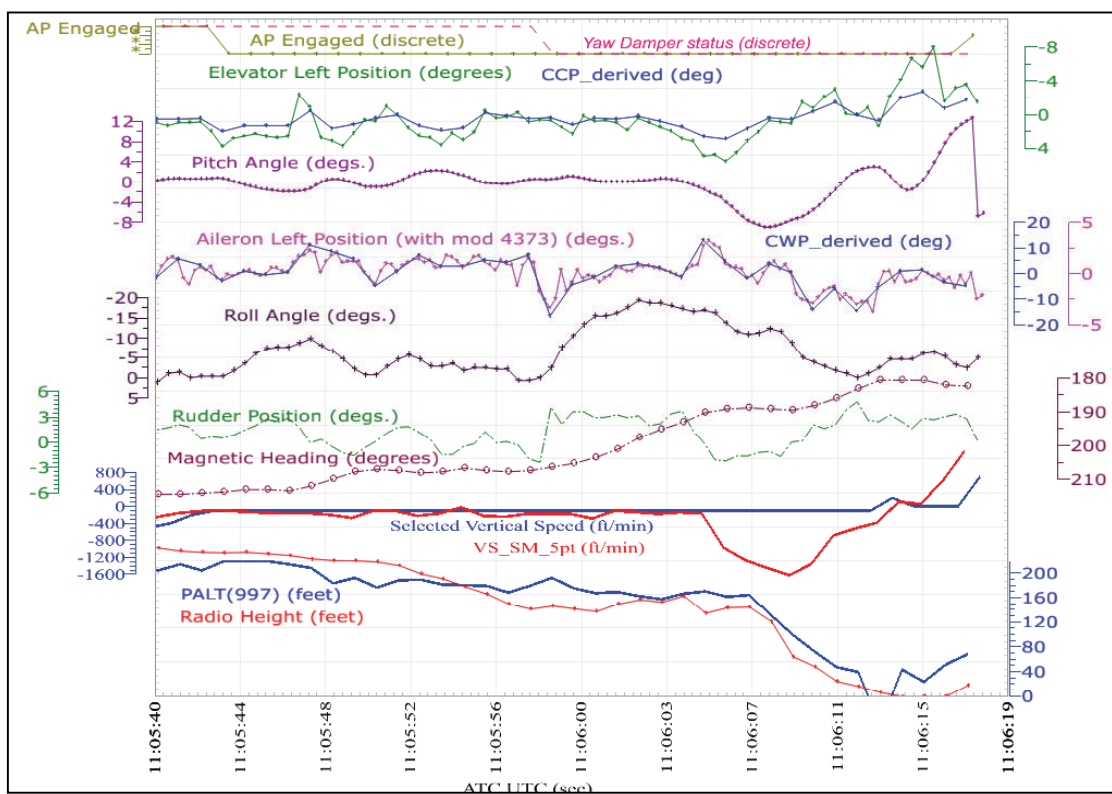


圖 2.9-1 GE 222 解除自動駕駛後之航跡及姿態變化圖

## 2.9.2 風切

檢視事故航班及前一航班於馬公落地之 FDR 資料，無證據顯示事故航機遭遇

風切<sup>129</sup>或微爆氣流<sup>130</sup>等天氣現象。

1906:00 時至 1906:12 時期間，事故航機 FDR 紀錄之風速資料顯示，其逆風由 19 哩/時減為 15 哩/時；右側風由 27 哩/時增為 30 哩/時。據此，該機最後進場期間無遭遇風切之特性。

### 2.9.3 亂流

亂流（turbulence）係由航空器與周遭氣流間之相對運動所造成。亂流的強度區分為三級：輕度、中度、嚴重。本節使用兩種方法來分析亂流強度，包括：垂向加速度擾動（vertical acceleration peak threshold）及渦流消散率（eddy dissipation rate, EDR），相關門檻值詳表 2.9-1。

表 2.9-1 亂流強度之等級及門檻值

| 亂流強度 | 垂向加速度擾動<br>(取 FDR 8 Hz 資料) <sup>131</sup>  | 渦流消散率<br>(取 1 公里平均值) <sup>132</sup> |
|------|--------------------------------------------|-------------------------------------|
| 輕度   | 0.51g's ~ 1.49 g's                         | 0.1 ~ 0.40                          |
| 中度   | 0.00 g's ~ 0.50 g's<br>1.50 g's ~ 1.99 g's | 0.41 ~ 0.70                         |
| 嚴重   | <= 0.00 g's<br>>= 2.00 g's                 | >= 0.70                             |

圖 2.9-2 顯示該機最後 2 分鐘的垂向加速度及渦流消散率的變化，1906:08 時以前，垂向加速度之擾動介於 0.8 g's 至 1.2 g's 之間。1906:08 時，最小垂向加速度達 0.72g's。垂向加速度的減少可能與航機的推機頭操作有關。當飛航組員決

<sup>129</sup>根據 ICAO 低空風切手冊（DOC 9817），風切為風速或及風向的變化，包括上升氣流（updraft）及下沉氣流（downdraft）。低空風切是指離地高度 1,600 呎以下快速的風速或及風向變化，它嚴重影響航空器起降階段之安全。該手冊指出當航空器遭遇逆風或順風變化超過 15 哩/時（含）以上，風切的可能性高，達 30 哩/時（含）以上則屬於微爆氣流（microburst）。

<sup>130</sup>微爆氣流（microburst）是一種局部性的強烈下爆氣流（downburst），它是雷雨內的小尺度且強烈的下沉氣流（downdraft）所形成。

<sup>131</sup>Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation, 2010 updated, World Meteorological Organization.

<sup>132</sup>ICAO 第三號附約-國際空中航行氣象服務。

定重飛時其垂向加速度開始增加，於 1906:13 時達最大值 1.51 g's，此時該機與樹林發生碰撞。

按照 ICAO 第三號附約相關內容，EDR 是一項不需要航空器的亂流量度方法。EDR 的計算式已考量航空器的種類、質量、構型及空速等，計算結果詳圖 2.9-2。該機最後 2 分鐘的 EDR 值多數小於 0.2。1906:00 時，EDR 開始增加並於碰撞樹林時達最大值 0.65。

該機於 1906:00 至最後期間之 FDR 資料，俯仰角及滾轉角有大量的變化。可能是亂流及航空器操控的組合因素導致垂向加速度及 EDR 的增加。據此，該機最後 2 分鐘的亂流應屬「輕度至中度」等級。

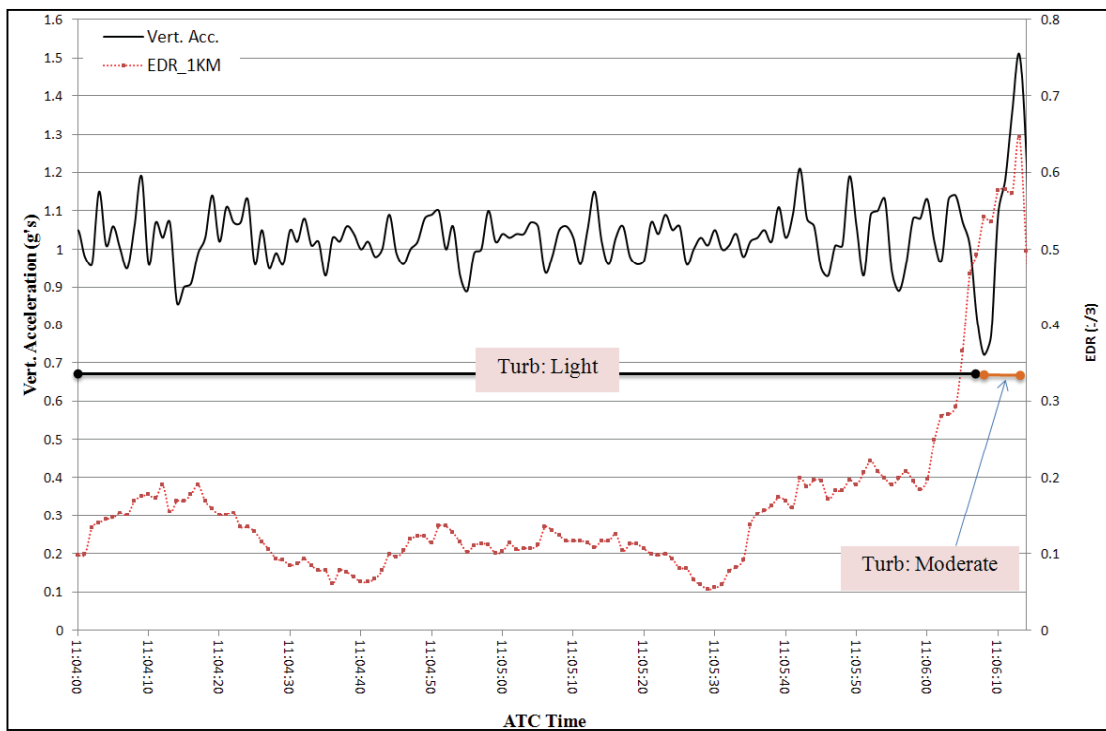


圖 2.9-2 GE 222 航班之垂向加速度及渦流消散率變化圖（最後 2 分鐘）

## 2.10 航空器系統

### 2.10.1 航空器適航

證據顯示事故航機符合有關適航指令及服務通告之要求，航機於高雄小港機場放飛時航空器無故障。事故前 6 個月維修紀錄顯示，航機導航系統、自動駕駛系統及飛航控制系統無不正常之報告。FDR 及 CVR 資料顯示於事故航班飛航過程，無航空器系統及發動機之故障。

殘骸檢視顯示航空器結構損傷係由撞擊所造成。事故後發動機主要元件檢視，亦無不正常發現。基於既有證據，於航空器撞擊前，航空器系統、發動機及結構無不正常之狀況。

### 2.10.2 增強型地面接近警告系統

CVR 抄件、FDR 資料及增強型地面接近警告系統（EGPWS）電腦之非揮發性記憶體（non-volatile memory, NVM）資料均顯示，在撞擊地障前，該機於進場過程中 EGPWS 未發出警告。

EGPWS 之功能主要係航空器有接近/撞擊地障的危險時能提供駕駛員警告。然而在實務上，包括避免不合理的警告、以及系統設計與開發時科技的成熟度等因素會限制 EGPWS 之警告範圍。

調查測試與模擬結果顯示，事故航班之進場軌跡係於 EGPWS 警告範圍之外，亦即事故過程中，飛航組員並不會收到航空器即將撞地之危險警告。

### 2.10.3 新型 EGPWS 電腦

調查過程中，EGPWS 製造廠提供專案調查小組有關新型 EGPWS 電腦之軟體更新相關資訊，其中「跑道地面間距（runway field clearance floor, RFCF）」及「地障地面間距（terrain clearance floor, TCF）」之警告範圍已有新的修訂。製造廠表示在與事故航機相同之飛行路徑下，此新型 EGPWS 電腦之更新版軟體應會產生「太低地障（too low terrain）」警告。

此新版軟體（-022）係一重大進展，但並不適用裝置於 ATR72-500 型機之

EGPWS 電腦硬體，且現行安裝於 ATR72-500 被檢定認可之 EGPWS 電腦硬體 (965-1216-XXX<sup>133</sup>) 亦無法升級為可安裝新型軟體 (-022) 之電腦。最新版 EGPWS 軟體 (-022 或更新版) 改進地障地面間距模式之警告，能比現有版本 (-011) 提早一些時間提供警告。

為了使 ATR72-500 型機能夠安裝不同於其原始檢定給證時所用之 EGPWS 軟體/硬體，航空器製造廠 ATR 提供以下可能之解決方案：

- ATR 為該型機之型別檢定證 (type certificate, TC) 擁有者，ATR 可啟動型別檢定證變更。為此，ATR 將須發展航空器改裝與其相關之服務通告。此外，此改裝亦須執行相關之認證工作。
- 可啟動補充型別檢定給證 (supplemental type certificate, STC) 程序，即指由國家航空監理機關核准對現行之型別檢定證航空器進行改裝。STC 可由非航空器原製造廠負責開發，換句話說，STC 可由航空業者或者其他服務提供者來開發，再由相關之國家航空監理機關授權核可。相關的改裝亦可由 ATR 負責執行，同樣地 STC 亦須執行相同的認證工作。

在遭遇與事故航班類似之情況下，若航機配備使用製造廠最新一代增強型地面接近警告系統 (EGPWS)，應可提供駕駛員更進一步之警告。

## 2.11 FDR 相關議題

該機 FDR 記錄 35 小時 41 分 7 秒之資料，飛航參數計 180 項。該 FDR 符合我國與國際對於飛航紀錄器應具備記錄最近 25 小時飛航資料之要求，亦符合我國民航局所規定 15 項 (ICAO 為 16 項)<sup>134</sup>必要參數之規範。以下探討 FDR 解讀文件與復興 FOQA 系統設定之相關議題。

---

<sup>133</sup> 事故機 EGPWS 電腦硬體為 965-1216-011。

<sup>134</sup> ICAO Annex 6 Part 1- 6.3.2.4 All aeroplanes of a maximum certificated take-off mass of over 5,700 kg, up to and including 27,000 kg, for which the individual certificate of airworthiness is first issued on or after 1 January 1989, shall be equipped with a Type II FDR.

### 2.11.1 解讀文件

依據 ICAO 之標準及我國民航局之規定<sup>135</sup>，航空器製造商應提供以下紀錄器系統資訊予有關機關：(a) 操作指導，設備限制及安裝程序；(b) 飛航參數之訊號源，原始資料轉換為工程單位的公式（如有）；(c) 航空器製造商的測試報告。

本事故調查發現，ATR 原廠的 FDR 解讀文件中對於數項非必要紀錄參數存在三大類問題：

#### 1. 正/負號定義錯誤

「左滾轉調整位置 (left roll trim position)」與「偏轉調整位置 (yaw trim position)」之正/負號定義錯誤。

#### 2. 兩項參數混為一項參數

依據 FDR 解讀文件，FDR 未記錄「下降率 (vertical speed)」，僅記錄「選定之下降率 (selected vertical speed)」。調查員發現選定之下降率有兩種意義，駕駛員使用垂直速度模式時，其為目標下降率；當垂直速度模式未作動時，該參數為實際的下降率。

#### 3. 部份參數之說明不清楚

依據 FDR 解讀文件，「測距儀 1 (DME 1)」與「測距儀 2 (DME 2)」僅於 2B/Config.3 之版本才有記錄 (GE222 為 2B/Config.1 版本)，而實際上，GE222 FDR 有記錄「測距儀 1 (DME 1)」與「測距儀 2 (DME 2)」兩項參數且數值皆正確。調查中亦發現部分參數的作動條件說明不清楚，如：「偏航穩定器之狀態 (yaw damper status)」。

只有 2B/Config.3 版本有記錄駕駛艙內導航裝備的選定頻率、EFIS 的模式及

---

<sup>135</sup> ICAO 第六號與第八號附約及 CAA 07-02A 航空器飛航作業管理規則附件 12。

狀態、以及氣象雷達模式及狀態，若有記錄該等參數將有助於 GE222 事故調查。經查證，為記錄更多的飛航參數，ATR 公司已發布兩服務通告<sup>136</sup>，可將 2B/Config.1 版本升級到 2B/Config.3 版本。

綜上所述，ATR 之 FDR 解讀文件未清楚或未正確說明某些參數之狀態、正/負號、以及作動條件，且對於「選定之下降率 (selected vertical speed)」參數之實際記錄內容易使人混淆，影響事故調查效率。ATR 公司如能參考 ED-112A<sup>137</sup> 文件，改善解讀文件之複雜性，將有助於未來的飛航事故調查。

### 2.11.2 復興 FOQA 事件設定

FOQA 計畫係藉由常態性的蒐集與分析飛航資料，以提供飛航作業中所存在的安全風險相關資訊。FOQA 計畫可提供客觀性的資訊以強化飛航安全、訓練有效性及操作程序等。FOQA 事件係將原始數據轉換為飛航參數後，經對比民航業者所訂定的門檻值，或/及常態性的監控項目後所產生。FOQA 分析主要針對超出正常作業範圍之事件，而所謂的正常作業範圍之標準係由民航業者所制定。

復興係依據航空器製造商的建議設定其 FOQA 事件的門檻值。依據復興之 FOQA 系統設定，事故當日 GE 220 航班會觸發三項紅色事件：高度低於 500 呎時，航向偏離大於 20 度、24 秒的 GPWS 警告、高度低於 1,400 呎平飛超過 10 秒。GE 222 事故航班則會觸發兩項紅色事件：最後進場高度低於 100 呎時航機坡度超限、進場高度 500 呎至 50 呎期間下降率高，詳圖 2.11-1。

然而，傳統 FOQA 系統在缺乏更深入分析之情況下，尚無法很容易地識別出不遵守 SOPs 之操作，如航空器下降至低於最低安全高度之違反進場程序行為。現今 FOQA 系統尚未能整合必要的資料，使其得以辨識出違反某些 SOPs 之操作行為。

<sup>136</sup>ATR72 服務通告：ATR72-31-1069 (Rev.4), ATR72-31-1070 (Rev.5), 2013/10/08.

<sup>137</sup>ED-112A Minimum Operational Performance Specification for Crash Protected Airborne Recorder Systems.

歐洲管理當局所成立之飛航資料監控工作小組(EAFDM<sup>138</sup>)已對飛航資料監控事件提出一系列的標準指標。以避免 CFIT 及飛行中失控(loss of control in flight, LOC-I) 為例, EAFDM 建議除了監控觸發警告時的航機高度及警告持續時間外, 亦應建立嚴重度指標(severity index), 即是將周遭地形及飛航組員的操作行為列入考量。此外, 亦應整合飛航相關背景資料, 如時間、能見度條件、當地天氣情況、航機載重與平衡等。EAFDM 對於事件嚴重度指標亦建議應考量航空器的操作限制、飛航組員的決策下達、飛航組員對警告或警示的反應時間、遵守 SOPs 執行重飛、航機外型與推力設定, 及導航模式之設定等。

復興航務處及安管室應建置更先進之 FOQA 計畫, 包括相關訓練與具備必要專業技能之人員, 以修訂現有系統設定, 並提供更有意義的資料分析。

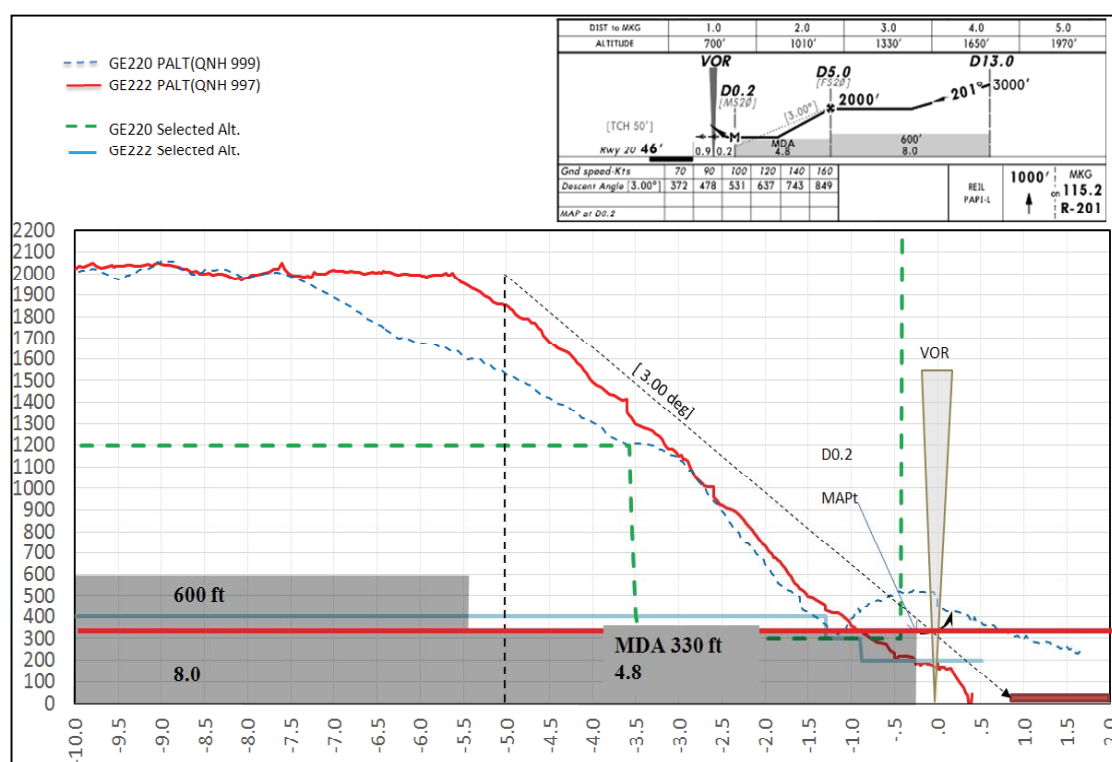


圖 2.11-1 GE220 及 GE222 航班之進場剖面變化

<sup>138</sup>Guidance for National Aviation Authorities Setting up a national Flight Data Monitoring Forum (EAFDM, 2012, Oct.) ; Developing Standardized FDM-Based Indicators (EAFDM, 2013, Dec.)

## 2.12 機場因素

### 2.12.1 20 跑道進場燈光系統

跑道進場燈光系統可以協助駕駛員目視及辨認跑道環境狀況，使航機得以對正跑道並保持在規定的進場航道上。

依民航局「民用機場設計暨運作規範<sup>139</sup>」第 5.3.4.1 節規定：如實際可行，準備供夜間使用之非精確進場跑道應設置符合 5.3.4.2 至 5.3.4.9 各節中所規範之簡式進場燈光系統，除非該跑道僅供能見度良好時使用，或已提供足夠之其他目視導引。

馬公機場 20 跑道為一非精確進場且能供夜間使用之跑道，由跑道中心線向外延伸至少有 500 公尺之可利用土地。依前述規範，可設置一長 420 公尺之簡式進場燈光系統，以協助駕駛員目視及辨認 20 跑道。惟事故當時，該機場並未裝設符合要求之進場燈光系統。民航局表示係以裝設於 20 跑道頭之跑道頭識別燈（runway end identifier lights, REIL）做為「其他目視輔助設施」以替代簡式進場燈光系統。

跑道頭識別燈亮度為 22,500 燭光，而簡式進場燈光系統亮度為 10,000 燭光，依亮度及照度<sup>140</sup>分析，跑道頭識別燈應較簡式進場燈光系統更能讓駕駛員在進場階段目視發現 20 跑道位置。

然而依民航局「民用機場設計暨運作規範」第 5.3.4.1 節<sup>141</sup>註 3 之規定：當簡式進場燈光系統因周圍燈光而難以在夜間識別時，解決方案可為在該系統靠外端之部分加裝順序閃光燈。

<sup>139</sup>「民用機場設計暨運作規範」內容幾乎與國際民航公約第 14 號附約相同。

<sup>140</sup>在 20 跑道誤失進場點 MAPt 位置（距跑道頭約 2,000 公尺），20 跑道頭識別燈之照度（illumination）為 0.005625，若裝設簡式進場燈光系統，其最外側燈光（距跑道頭 420 公尺）之照度為 0.004。

<sup>141</sup>註 3—當簡式進場燈系統因周圍燈光而難以在夜間識別時，可在該系統靠外端之部分加裝順序閃光燈來解決。

若 20 跑道裝設有簡式進場燈光系統並加裝順序閃光燈，其亮度或照度<sup>142</sup>將高於跑道頭識別燈。

20 跑道 VOR 進場的誤失進場點約距 20 跑道頭 2,000 公尺處，而允許駕駛員進場落地之最低能見度限制為 1,600 公尺。有相當高的機率在能見度剛好高於最低限度時，事故駕駛員飛經誤失進場點時無法目視跑道。

裝設具有順序閃光燈之簡式進場燈光系統，將可在未來於能見度降低情況時，增加駕駛員能夠目視跑道之機率。

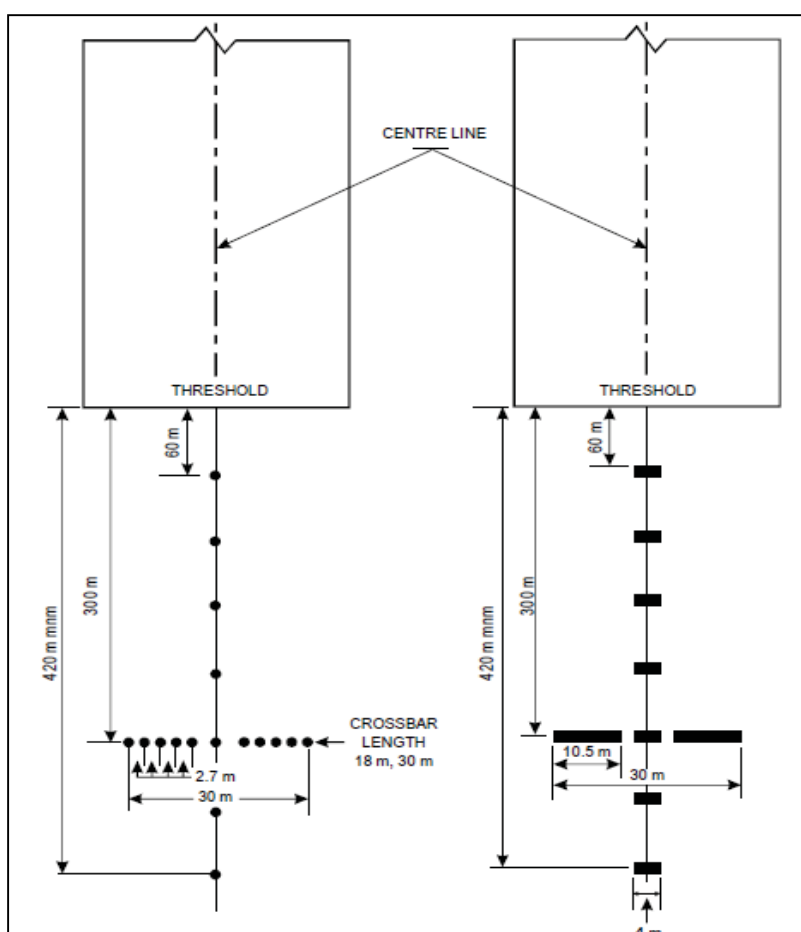


圖 2.12-1 典型的簡式進場燈光系統

<sup>142</sup> 在 20 跑道誤失進場點 MAPt 位置（距跑道頭約 2,000 公尺），若裝設簡式進場燈光系統，其最外側順序閃光燈（距跑道頭 420 公尺）之照度為 0.009。

## 2.12.2 機場最低運作限度的訂定

馬公機場 20 跑道 VOR 進場最初是依美國聯邦航空總署 TERPS 標準訂定，然為符合國際民航組織之標準，民航局決定改用 PANS-OPS 設計其儀器飛航程序。民航局於完成重新設計儀器進場航圖後，在民國 99 年 8 月 13 日的台北飛航情報區飛航公告中解釋 TERPS 及 PANS-OPS 之差異性，並說明航圖轉換的進程。

PANS-OPS 於航圖設計使用 OCA/H (obstacle clearance altitude/height) 取代原航圖的 MDA/H 及 DA/H。另外，依國際民航組織編號 8168 文件-航空器操作，民航局並非一定要發布每一機場之能見度最低運作限度。然而，考量航空器使用人及航管系統仍習慣使用民航局訂定的機場能見度最低運作限度，民航局仍依 TERPS<sup>143</sup> 儀器進場程序之能見度限制指南頒布機場能見度最低運作限度，如表 2.12-1 為 HAA (height above airport) /HAT (height above touchdown) 所影響之能見度最低運作限度表。

依飛航情報指南，20 跑道 VOR 進場之 OCH 為 284 呎，因此依參數 VOR/DME 非精確進場、B 類進場、無進場燈光系統 (no approach lighting system, NALS) 及無垂直向引導查表，機場能見度最低運作限度為 1,600 公尺。

表 2.12-1 HAA/HAT 所影響之能見度最低運作限度表

| Table 3-7. Minimum Visibility/RVR for Nonprecision Approach Procedures<br>(i.e., No Vertical Guidance). Category B |                     |     |      |      |       |      |      |       |      |      |       |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----|------|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|
| NDB, VOR, VOR/DME, TACAN, LOC, LOC/DME, LDA, ASR, LP, and LNAV                                                     |                     |     |      |      |       |      |      |       |      |      |       |      |
| HAT/HAA                                                                                                            | LIGHTING FACILITIES |     |      |      |       |      |      |       |      |      |       |      |
|                                                                                                                    | FALS*               |     |      | IALS |       |      | BALS |       |      | NALS |       |      |
|                                                                                                                    | RVR                 | SM  | M    | RVR  | SM    | M    | RVR  | SM    | M    | RVR  | SM    | M    |
| 250-740                                                                                                            | 2400                | 1/2 | 800  | 4000 | 3/4   | 1200 | 4000 | 3/4   | 1200 | 5500 | 1     | 1600 |
| 741-950                                                                                                            | 4000                | 3/4 | 1200 | 5500 | 1     | 1600 | 5500 | 1     | 1600 | 8000 | 1 1/4 | 2000 |
| 951 and above                                                                                                      | 5500                | 1   | 1600 | 6000 | 1 1/4 | 2000 | 6000 | 1 1/4 | 2000 |      | 1 1/2 | 2400 |

\*RVR 單位為呎；SM:英哩；M:公尺

<sup>143</sup>FAA Order 8260.3B United States Standard for Terminal Instrument Procedures (TERPS).

### 2.12.3 誤失進場點位置設計

依據飛航指南，20 跑道誤失進場點係距 20 跑道頭 1.1 哩（約 2,037.2 公尺），如圖 2.12-2，該距離大於宣告的機場見度最低運作限度 1,600 公尺。

非精確進場程序中最後進場階段始於最後近場定位點（FAF），終於誤失進場點（MAPt）。進場中的航機在此階段須下降並維持不低於 OCA/H，並對正跑道。若駕駛員於誤失進場點位置未能目視及辨識跑道環境，則應立即執行誤失進場程序。

依據國際民航組織編號第 8168 文件第 2 冊第一部第 4 節之第 6.1.5.2 段：誤失進場點的最佳位置為跑道頭，若有需要，誤失進場點位置可向最後近場定位點移動。實務上，儀器進場程序設計者會以最低 OCA 來設計誤失進場點位置。

民航局使用 PANS OPS Designer 軟體來計算馬公 20 跑道 VOR 進場的最低 OCA。民航局程序設計者指出若以該機場障礙物環境，誤失進場點設於 20 跑道頭，則 OCA 為 394 呎；若誤失進場點設於距 20 跑道頭 1.1 哩，則 OCA 最低為 328 呎。經調查團隊要求於設計軟體中將誤失進場點向 20 跑道頭靠近，如距 20 跑道頭 0.8 哩處（1,460 公尺），結果發現 OCA 最低仍為 328 呎。

因此，在同是最低 OCA 的目標下，誤失進場點位置若能設計較為接近跑道頭，或許能增加駕駛員未來目視及辨識跑道的機率。

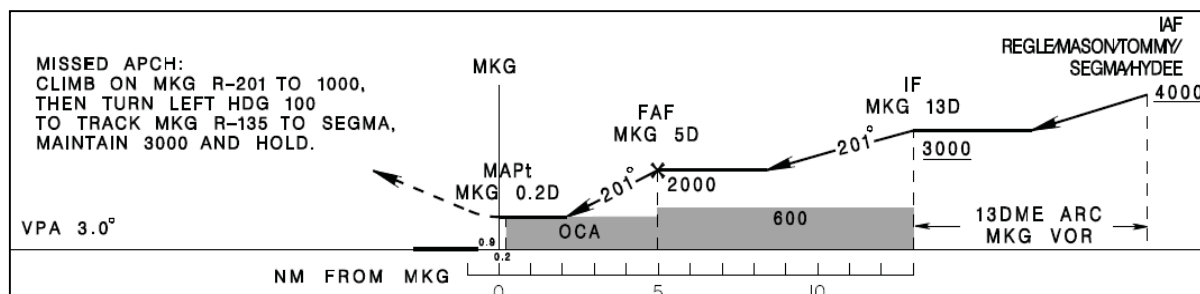


圖 2.12-2 馬公 20 跑道 VOR 進場程序及誤失進場點位置

本頁空白

## 第三章 結論

本章中依據調查期間所蒐集之事實資料以及綜合分析，總結以下三類之調查發現：「與可能肇因有關之調查發現」、「與風險有關之調查發現」及「其他調查發現」。

### 與可能肇因有關之調查發現

此類調查發現係屬已經顯示或幾乎可以確定為與本次事故發生有關之重要因素。其中包括：不安全作為、不安全狀況或造成本次事故之安全缺失等。

### 與風險有關之調查發現

此類調查發現係涉及飛航安全之風險因素，包括未直接導致本次事故發生之不安全作為、不安全條件及組織與整體性之安全缺失等，以及雖與本次事故無直接關連但對促進飛安有益之事項。

### 其他調查發現

此類調查發現係屬具有促進飛航安全、解決爭議或澄清疑慮之作用者。其中部分調查發現為大眾所關切，且見於國際調查報告之標準格式中，以作為資料分享、安全警示、教育及改善飛航安全之用。

## 3.1 與可能肇因有關之調查發現

### 飛航操作

1. 事故航機於馬公機場進場時，飛航組員未遵照已頒布之 20 跑道非精確儀器進場程序，亦即有關最低下降高度（MDA）之要求。正駕駛員（操控駕駛員）於儀器天氣情況（IMC）下，未獲得所需之目視參考，操控該機下降低於 330 呎之最低下降高度。（1.1、1.18.1.4、2.2.1.1、2.3.1）
2. 事故航機通過誤失進場點（MAPt）前後，高度維持約 168 至 192 呎之間。兩位

駕駛員花費約 13 秒時間試圖目視尋找跑道環境，而未依已頒布之程序於通過誤失進場點或在此之前，執行誤失進場程序。(1.1、2.2.1.1)

3. 事故航機下降低於最低下降高度 (MDA) 後，因駕駛員操作及天氣狀況之因素，向左偏離進場航道並增加下降率。飛航組員於進場最後階段對該機之位置喪失狀況警覺，未及時察覺並改正該機危險之飛行路徑，以避免撞擊地障。(1.1、1.11.4.2、2.2.1.1、2.9)
4. 事故航機最後進場階段，雷雨情形加劇，最大雨量達每分鐘 1.8 毫米，跑道視程 (RVR) 隨之下降至 500 公尺。此一能見度之降低，對於飛航組員於進場階段為了辨識跑道環境而獲得所需目視參考之可能性，具有顯著影響。(1.1、1.11.4.2、2.2.1.1、2.9)
5. 飛航組員之協調、溝通以及對威脅與疏失之管理皆有不當，危及該航班之飛航安全。副駕駛員對於正駕駛員將航機下降至低於最低下降高度 (MDA) 之操作，未表示異議或提出質疑，反而配合正駕駛員進行低於最低下降高度之進場。此外，副駕駛員未察覺該機偏離已頒布之儀器進場航道，或意識到偏離程序的操作可能增加可控飛行撞地 (CFIT) 事故之風險。(1.1、1.18.7、2.2.1.1、2.3.1、2.4.1、2.4.2、附錄三)
6. 飛航組員於該機高度 72 呎、飛越誤失進場點 0.5 哩時，始決定重飛，致無法避免飛機撞擊地障。(1.1、1.18.1.4、2.2.1.1)
7. 重飛決定下達後 2 秒，該機於飛航組員操控下撞擊馬公機場 20 跑道頭東北方 850 公尺處之樹叢，航機受損後撞毀於附近民宅區。強烈撞擊力道及隨後引發之火勢，導致組員與大多數乘客罹難。(1.11.4.2、1.12.1、1.13、2.2.1.1)
8. 飛航紀錄器資料顯示，事故航班中，飛航組員之操作屢屢違反標準作業程序 (SOPs)。飛航組員屢屢不遵守標準作業程序之行爲形成一種操作文化，對高風險之操作司空見慣，並習以為常。(1.18.1.4、2.3.1)

9. 飛航組員未遵守標準作業程序（SOPs）之作法，致該機喪失與障礙物應有之隔離，亦使進場程序所設想之安全考量及風險管控失去效用，提高可控飛行撞地（CFIT）之風險。（1.18.7、2.2.1.1、2.3.1）

## 天氣

10. 事故當時馬公機場受麥德姆颱風外圍雨帶影響，天氣狀況為大雷雨，能見度及風向風速有顯著之變化。（1.7、2.2.1、2.8）

## 3.2 與風險有關之調查發現

### 飛航操作

1. 正駕駛員未依標準作業程序（SOPs）執行下降與進場提示，副駕駛員亦未對省略提示作出質疑，致飛航組員錯失對進場落地相關之操作風險進行評估與管控之機會。（1.1、1.18.1.4、2.2.1.1、2.3.1、附錄三）
2. 正駕駛員可能對自身飛行技術過度自信，導致其決定持續進場至低於最低下降高度（MDA），而未考量此一決定涉及安全風險。（1.18.8.2、2.4.3）
3. 疲勞分析結果顯示，事故當時，正駕駛員可能受事故前單日須飛航多航段，及每月高飛行時間、高值勤時間所累積之疲勞影響，導致工作表現下降。（1.5.5、1.17.3.2.1、2.3.3.3、2.4.4）
4. 事故發生後，根據調查團隊於復興駕駛艙線上觀察，以及與航務處人員之訪談內容，顯示復興 ATR 機隊常容忍飛航組員不遵守標準作業程序。（1.16.4、1.18.8.2、2.3.3）
5. 事故發生後，調查團隊於復興模擬機訓練中發現，飛航組員有未遵守標準作業程序（SOPs）之情形，但教師駕駛員並未指正。復興對於飛航組員不遵守標準作業程序之行爲，呈現容忍及習以爲常的現象，顯示該公司的考驗及訓練系統本身欠缺效能，而航務管理部門也未能對之作出適切的監督。（1.16.5、2.3.3.2）

6. 根據飛安會過去對復興 ATR 飛航事故調查報告、駕駛艙線上觀察、模擬機訓練觀察、內/外部查核報告，以及包括航務主管在內之航務人員訪談皆顯示，復興 ATR 機隊飛航組員未遵守標準作業程序（SOPs）之情形非僅見於事故航班，而是一再發生。不遵守標準作業程序之行爲係屬持續存在之系統性問題，並已形成復興 ATR 機隊不良之安全文化。（1.16.4、1.16.5、1.17.1.1、1.17.8.2.1、1.17.10、1.18.8.2、2.3.2、2.4.2）

### 航空公司安全管理

7. 復興之風險管理程序及評估不當、安全會議成效不彰、安全風險指標不精準也不正確、管理高層安全承諾令人質疑、安全宣導不充分、飛航操作品質保證（FOQA）系統未臻健全、航務與安管部門之資源與能力不足等因素，致使復興之安全管理系統未能發揮應有之功能。（1.17.4、1.17.5、1.17.6、1.17.7、1.17.9、1.17.10、2.3.3.1、2.3.3.3、2.5）
8. 復興未能針對航務運作之重大改變，有效評估與降低相關之安全風險，例如 ATR 機隊擴張、飛航組員人力短缺、飛行時數及起降次數增加造成飛航組員因疲勞而生之潛在風險。（1.17.3.2.1、2.3.3.3）
9. 過去飛安會於復興 ATR 飛航事故之調查報告中，已指出 ATR 機隊飛航組員未遵守標準作業程序（SOPs）之調查發現。然而，復興並未落實相關之飛安改善建議。（1.17.10、2.3.2、2.7.5）
10. 復興之自我督察機制多以抽樣檢查方式執行，而非系統性之督察或系統性之自我評估，故自我督察未能確實指出並處理以下安全缺失，包括飛航組員不遵守標準作業程序之行爲、駕駛員考驗及訓練缺乏標準化作業，以及 ATR 機隊之高飛行次數。在之前發生之事故及查核作業中業已指出該等缺失，且航務管理高層亦認爲該等缺失確實爲須處理之問題。（1.17.8、2.5.4）
11. 復興年度督察計畫未針對前次督察發現之安全問題、監理機關查核發現，或事

故調查之飛安改善建議，評估其實施計畫或改善措施是否有效執行。復興之自我督察計畫不符合民航通告 AC-120-002A 之指引。(1.17.8、2.5.4)

- 12.復興尚未訂定安全管理系統 (SMS) 建置計畫，使其未能有組織、有系統、完整及有效地發展其安全管理系統，不利於復興建立健全且具應變能力之安全管理能量與功能。(1.17.2、2.6.1)
- 13.民航局安全管理系統評估小組已指出復興在安全管理系統上之諸多缺失，但復興未能呼應民航局之要求予以改善，以致錯失在各項運作上提升飛安保證水準之機會。(1.17.2、2.6.2)
- 14.復興未建置以數據為評估基礎之疲勞風險管理系統 (FRMS)，或其他替代措施，管理機隊擴充及其他運作因素所導致飛航組員疲勞而衍生之操作安全風險。(1.17.3.2.1、2.4.4)
- 15.GE222 事故前，航務部門未設置 ATR 標準駕駛員，以督導標準作業程序(SOPs)之落實、處理飛航操作品質保證 (FOQA) 系統所發現之標準作業程序遵守相關事件，以及執行標準作業程序檢查 (SOA)。(1.17.3.1、1.17.6.3、2.3.3.1、2.5.3)
- 16.復興安管室受限於資源與能力，未能有效達成其被賦予之安全管理職責。(1.17.4.2、2.5.1)
- 17.復興安管室未指派人員參加飛行安全落實小組 (FSAG)，使得該公司錯失能夠更有效地識別、分析及降低飛航作業安全風險之機會。(1.17.4.1.1、2.5.1)
- 18.復興之安全管理系統過度仰賴內部非主動且非定期之報告體系，以致未能對安全風險產生充分之警覺性。復興也未善加運用外部安全資訊資源，因而限縮了安全管理系統識別及評估安全風險之能量。(1.17.5、1.17.7.1、2.5.2)
- 19.復興之飛航操作品質保證 (FOQA) 系統參數設定與分析能力，仍不足以快速地識別出於進場過程中，或可能於其他飛航階段，發生不遵守標準作業程序

(SOPs)之安全事件。飛航操作品質保證系統對於該等事件之分析能力與有效性不足，導致若干飛航操作過程中之安全問題無法被辨識或被改正。復興亦未進一步調查經由飛航操作品質保證系統趨勢分析所識別出之飛航組員績效表現與安全水準下降之問題。顯然飛航操作品質保證系統未被有效地應用在具有主動性之作業安全風險評估。(1.17.6、2.5.3)

### 民航局監理作業

20. 民航局對復興之監理未能辨識及/或督導改正若干重要之航務安全缺失，諸如飛航組員未遵守操作程序、未達標準化之訓練作業，以及不符合要求之安全管理作業。(1.17.1、1.17.2.2、2.7)
21. 民航局未強制要求復興訂定及維護安全管理系統(SMS)建置計畫，使得監理機關錯失評估與確保該公司有能建置健全安全管理系統之機會。(1.17.2.2、2.6.1)
22. 過去飛安會調查報告已指出復興飛航組員未遵守標準作業程序(SOPs)，以及駕駛員訓練與考驗之缺失，然而民航局未監控復興是否落實飛安會所提出的飛安改善建議，導致未能確保復興已採行適當措施，以降低風險。(1.17.10、2.7.6)
23. 民航局提供檢查員之指引，不足以幫助渠等有效及持續評估業者管理系統之關鍵項目，包括組織架構及人力資源、主要管理人員之適職性、組織變動，以及風險管理程序。(1.17.1、2.7)
24. 民航局未制定系統化之作業程序，以認定航空公司之風險值。(1.17.1、2.7)

### 飛航服務與空軍

25. 馬公機場之機場例行天氣報告及機場特別天氣報告中，跑道視程(RVR)之測報，不符合「空軍氣象觀測手冊」之要求。(1.7.2、1.18.6、2.8.3.2)
26. 天氣報告與自動氣象觀測系統(AWOS)兩者關於跑道視程(RVR)值並不一

致，導致管制員對於自動氣象觀測系統之跑道視程資料之可靠性感到疑惑。

(1.18.8.6、2.8.3.1)

27.最後進場期間，管制員未將 20 跑道之跑道視程 (RVR) 由 1,600 公尺降至 800 公尺，再降低約為 500 公尺之資訊提供予事故飛航組員。該等資訊可能會影響組員是否繼續進場之決定。(1.7.4、2.8.3.1)

### 3.3 其它調查發現

1. 飛航組員相關飛航證照與資格，符合民航局及復興之要求。無證據顯示，飛航組員因既有之健康因素，對事故當時之表現發生不利影響。(1.5、1.13、2.1)
2. 事故航機之適航與維修符合現行民航法規。航空器系統、結構及發動機並無不正常之狀況，以致影響航空器之正常運作。(1.12、2.1)
3. 所有可得之證據，包含測試與模擬，均顯示機上增強型近地警告系統 (EGPWS) 之功能正常。(1.6.3、1.16.1、1.16.2、2.10.2)
4. 若航機配備使用製造廠最新一代增強型近地警告系統 (EGPWS)，在遭遇與事故航班類似之情況時，應可提供駕駛員更進一步之警告。惟事故機型須經核可改裝，方能安裝使用最新一代增強型近地警告系統。(1.6.3、1.16.2、2.10.3)
5. 依民航局規範，馬公機場應裝設一套長 420 公尺之簡式進場燈光系統，以協助駕駛員辨識 20 跑道環境。民航局表示已裝設白色閃光跑道頭識別燈系統，以替代簡式進場燈光系統。(1.10.2、2.12.1)
6. 以飛航操作的角度來看，事故時馬公機場 20 跑道 VOR 之誤失進場點 (MAPt) 位置並非最佳設計。在相同障礙物間隔高度下，若誤失進場點設計位置向跑道頭方向接近，可增加駕駛員以目視辨識到跑道之可能性。(1.18.3、1.18.4、2.12.3)
7. 事故航機駕駛員於空中等待時，在接獲 02 跑道平均風速低於落地之尾風限制後，請求 02 跑道儀器降落系統 (ILS) 進場。當空軍基地高勤官仍在考量反跑

道落地申請時，天氣報告顯示能見度已提升至 1,600 公尺，符合 20 跑道進場之落地標準，駕駛員即更改請求，選擇使用 20 跑道。(1.1、1.18.5、2.8.4)

8. 馬公軍民合用機場之軍、民人員，在事故時對於天氣資訊交換及使用跑道之協調效率可再加強。(1.18.8.6、1.18.8.7、2.8.3.2)

9. ATR 飛航資料紀錄器 (FDR) 解讀文件包含不明確之資訊，影響本事故調查之效率。(1.11.2、2.11.1)

## 第四章 飛安改善建議

本章中，4.1 節為依調查結果而提出之飛安改善建議。各相關機關（構）於調查過程中已完成或進行中之改善措施，列於 4.2 節，惟本會並未對其所提列之飛安改善措施進行驗證，故相關之飛安改善建議仍列於 4.1 節中。

### 4.1 改善建議

#### 致復興航空公司

1. 執行有效安全措施，以改正過去飛安會飛航事故調查報告、復興內部查核、民航局外部查核，及本事故調查報告所發現之諸多安全缺失，以降低公司面臨之安全風險。（ASC-ASR-16-01-010）
2. 澈底檢討公司安全管理系統及飛航組員訓練計畫，包括組員資源管理（CRM）、威脅與疏失管理（TEM）、內部查核人員專業訓練、及安全管理系統（SMS）相關訓練等，並採取系統化之措施以確保：
  - 飛航組員考驗與訓練標準化；
  - 所有飛航組員遵守標準作業程序（SOPs）；
  - 查核人員接受適當之專業查核訓練；
  - 所有員工及高階管理主管接受完整之安全風險評估與管理之安全管理系統相關訓練；
  - 依據公正文化（Just Culture）之精神，訂定符合比例且一致性之規定，以防止飛航組員違反設計完善之標準作業程序，及/或從事不安全之行爲。（ASC-ASR-16-01-011）
3. 慎密地檢討公司之安全管理系統（SMS），以改正下述項目中之重大缺失：
  - 安全管理系統建置計畫之訂定；
  - 組織架構、能力與資源；

- 風險管理流程與運作成效；
- 飛航操作品質保證（FOQA）系統之限制及其運作，包括分析資料能力之不足；
- 安全管理相關會議；
- 自我督察系統；
- 安全績效與風險指標之監控；
- 安全推廣；
- 管理高層對安全之承諾。

（ASC-ASR-16-01-012）

4. 改善存在於航務與安管室之人力資源問題，包括：

- 飛航組員人力短缺；
- 飛航標準與訓練部門之技術支援人力不足，包括缺乏標準駕駛員及組員協助航務作業風險評估；
- 安全管理人員須具備飛航操作、安全與飛航資料分析、安全風險評估與管理、人爲因素，及安全調查等專業。

（ASC-ASR-16-01-013）

5. 檢討並改善公司內部遵守規範之督導與查核系統，並建置一套有效之公司規範遵守及品質保證系統，以確保相關督導作業能夠提供應有之安全保證水準，與承擔應有之安全責任。（ASC-ASR-16-01-014）

6. 建立並執行有效之安全管理程序，例如以數據為基礎之疲勞風險管理系統（FRMS），以管理與飛航組員疲勞相關之飛安風險。（ASC-ASR-16-01-015）

7. 提供飛航組員適當之疲勞管理教育與訓練，包括執行任務時，管理疲勞與表現之有效策略。（ASC-ASR-16-01-016）

8. 在公司安全管理系統（SMS）中建置有效之變動管理系統，以確保重大之作業變

動發生時，如新飛機引進、營運量顯著提升，或增加營運點等，相關安全風險評估與控管被確實執行，並詳實記錄。(ASC-ASR-16-01-017)

9. 建置更精進之飛航操作品質保證 (FOQA) 計畫，提供工作小組成員適當之訓練及技術支援，以確保其能開拓系統之分析能力，俾使工作小組成員能更有效地辨識及管理航務運作中之操作安全風險。(ASC-ASR-16-01-018)

10. 執行有效監控飛航組員是否遵守標準作業程序 (SOPs)，建置如線上安全查核 (LOSA) 計畫，以協助辨識航務運作之威脅及減低相關之風險。此監控系統之功能應採取以數據為基礎之方式，評估組織對於相關系統風險之應變能力，並能發現習慣性不遵守標準作業程序 (SOPs) 之問題。(ASC-ASR-16-01-019)

#### **致交通部民用航空局**

1. 加強針對復興航空飛航組員紀律及遵守標準作業程序 (SOPs) 之監理。  
(ASC-ASR-16-01-020)

2. 建置一套更健全之監理流程或機制，以識別航空業者航務作業之安全相關系統缺失，並確保航空業者能滿足並維持應有之安全標準。(ASC-ASR-16-01-021)

3. 提供檢查員評估航空業者安全管理系統 (SMS) 有效性所需之詳盡指引，包括：

- 風險評估與管理；
- 變動管理；
- 飛航操作品質保證 (FOQA) 系統及相關資料分析；
- 安全績效監控。

(ASC-ASR-16-01-022)

4. 提供檢查員完整之訓練及發展，以確保所有檢查員有效執行風險監理業務及航務查核作業。(ASC-ASR-16-01-023)

5. 加強檢查員之督導與績效評估，以確保所有檢查員有效執行監理業務，及有能力辨識關鍵性之安全議題，並向其主管提出該等問題，進行溝通。

(ASC-ASR-16-01-024)

6. 強化對於航空業者之監理，促使其將傳統安全管理提升至安全管理系統。

(ASC-ASR-16-01-025)

7. 建立系統化之流程，以認定航空業者之安全風險水準。(ASC-ASR-16-01-026)

8. 檢討現行之監理計畫，以建置一套較為聚焦、以風險為基礎之模式，評估航空業者之安全機制。(ASC-ASR-16-01-027)

9. 確保航空業者對於飛航事故調查機關所提之所有飛安改善建議均已執行。

(ASC-ASR-16-01-028)

10. 建立並提供航空業者詳細指引，俾利其執行有效之疲勞風險管理流程與訓練。

(ASC-ASR-16-01-029)

11. 依各跑道之助導航設施，檢討現有跑道進場燈光系統設計，確保駕駛員有適當之引導，得以目視辨識跑道環境，特別是在能見度不佳及夜間環境下。

(ASC-ASR-16-01-030)

12. 檢討誤失進場點位置之設計程序，於不損及最低障礙物間隔高度原則下，提高駕駛員目視辨識跑道環境之可能機率。(ASC-ASR-16-01-031)

13. 要求塔臺管制員依據飛航管理程序(ATMP)之規定，於航機最後進場時提供飛航組員更新之資料。(ASC-ASR-16-01-032)

14. 與空軍司令部進行協調，以檢討及改善馬公機場民航航管與軍方人員雙方之天氣資訊交換及使用跑道協調事宜。(ASC-ASR-16-01-033)

### **致 ATR 飛機製造公司**

1. 評估改裝之可行性，使 ATR72-500 型飛機能夠安裝新型之增強型近地警告系統(EGPWS)。(ASC-ASR-16-01-034)

2. 重新檢視飛航資料紀錄器(FDR)解讀文件中之錯誤資訊，並及時提供修訂手冊

予航空業者及事故調查機關。(ASC-ASR-16-01-035)

#### **致國防部空軍司令部**

1. 協調民航局以確保自動氣象觀測系統 (AWOS) 中，跑道視程 (RVR) 感應器及其數據之可靠性和有效性。(ASC-ASR-16-01-036)
2. 依據空軍氣象觀測手冊之規定，進行跑道視程 (RVR) 之報告作業。(ASC-ASR-16-01-037)
3. 與民航局進行協調，以檢討及改善馬公機場民航航管與軍方人員雙方之天氣資訊交換及使用跑道協調事宜。(ASC-ASR-16-01-038)

## **4.2 已完成或進行之改善建議**

### **4.2.1 交通部民用航空局**

交通部民用航空局於民國 104 年 10 月 6 日提供該局針對 GE222 飛航事故已完成或進行之改善措施，該等資料未經本會確認，置於「附錄五之四 交通部民用航空局對調查報告草案之回復」。

### **4.2.2 復興航空公司**

復興航空於民國 104 年 12 月 18 日提供該公司針對 GE222 飛航事故已完成或進行之改善措施，該等資料未經本會確認，置於「附錄五之五 復興航空公司對調查報告草案之回復」。

本頁空白

## 附錄一 飛航服務之天氣通訊歷程

| 時間      | 內容                                                                                      |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1700    | 馬公 1700 時 METAR (ATIS I)：風向 200 度，風速 18 浬/時，陣風 28 浬/時；能見度 2,400 公尺；雷雨；雷雨當空              |
| 1724:23 | 空軍馬公天氣中心預報長告知高勤官 1730 時本島解除颱風警報，馬公機場同時會發佈危險天氣警報至 1930                                   |
| 1728:58 | GE222 由高雄塔臺得知馬公機場雷雨當空，決定繼續離場                                                            |
| 1740    | 馬公 1740 時 SPECI (ATIS K)：風向 190 度，風速 21 浬/時，陣風 31 浬/時；能見度 800 公尺；雷雨；雷雨當空                |
| 1741:03 | 守視室告知塔臺 1740 時 SPECI                                                                    |
| 1742:42 | GE222 由高雄塔臺地面管制席得知馬公機場天氣低於落地標準，決定繼續離場                                                   |
| 1743:26 | 預報長告知塔臺改為 1740 時解除颱風警報，同時發布危險天氣警報至 1940 時                                               |
| 1745:35 | 預報長告知守視室氣象士 1740 時解除颱風警報，同時發布危險天氣警報至 1940 時，氣象士告知能見度低於 1,200 公尺，預報長回答有甚麼報甚麼             |
| 1750:51 | 預報長告知高勤官解除颱風警報時間更正為 1740 時，同時發布危險天氣警報至 1940 時                                           |
| 1753:54 | 馬公塔臺管制員詢問預報長能見度在短時間內是否不會回升至 1,600 公尺以上，預報長回答是                                           |
| 1756:28 | 高雄近場臺告知 GE222 馬公機場天氣低於落地標準，指示該機加入 SEGMA 等待航線                                            |
| 1756:56 | 高雄近場臺廣播馬公機場危險天氣警報                                                                       |
| 1759:36 | 守視室告知塔臺 1800 時 METAR                                                                    |
| 1800    | 馬公 1800 時 METAR (ATIS L)：風向 220 度，風速 17 浬/時，陣風 27 浬/時；能見度 800 公尺；大雷雨；雷雨當空               |
| 1803:52 | 高雄近場臺告知 GE222 目前馬公為 Lima 報                                                              |
| 1804:10 | 馬公塔臺機場管制席詢問預報長，守視室說天氣報的 RVR 值會參考儀器，及人工作校正，塔台 AWOS 即時 RVR 數值是正確，可以報給飛行員使用的嗎？預報長回答「對，沒有錯」 |
| 1816:50 | GE222 向高雄近場臺請求馬公機場天氣                                                                    |
| 1816:55 | 高雄近場臺請馬公塔臺詢問天氣是否會轉好                                                                     |
| 1817:21 | 馬公塔臺詢問預報長天氣是否會有變好的趨勢，預報長回答稍待                                                            |
| 1818:27 | 預報長回電給塔臺告知這波雨大概再 1 小時，能見度不會提升                                                           |
| 1818:53 | 預報長撥電話至守視室，守視室氣象士告知目前能見度有回升，但是後面還有一波。預報長回答能見度先不要升                                       |
| 1820:26 | 馬公塔臺告知高雄近場臺預報長說大概要一個小時雷雨才會離開，能見度沒有改變的趨勢，近場臺請塔臺再詢問能見度                                    |
| 1821:42 | 高雄近場臺廣播馬公機場雷雨會再持續 1 小時                                                                  |

| 時間      | 內容                                                                                                                                     |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1821:59 | 馬公塔臺詢問預報長能見度，預報長回答能見度目前有好一點，但是後面還有一波，預計那波下來之後能見度會很差，所以能見度不會升。塔臺又問能見度於期間是否有升高的機會，預報長回答要的話就是現在，並詢問飛機位置，塔臺回覆飛機都在機場上空等待                    |
| 1824:00 | 高雄近場臺轉知馬公塔臺 GE222 詢問有沒有短暫的好天氣，塔臺回答預報長說天氣好一下可能又會再變壞                                                                                     |
| 1824:30 | 馬公塔臺詢問預報長能見度什麼時候會升高，預報長回答 10 分鐘後升高，持續約 10 到 20 分鐘                                                                                      |
| 1824:56 | 馬公塔臺告知高雄近場臺，預報長說能見度 10 分鐘後升高，持續約 10 到 20 分鐘，近場臺要求詢問能見度及雲幕高的數值                                                                          |
| 1825:27 | 馬公塔臺詢問預報長能見度升高到多少，預報長回答實際能見度會好一點，但是在數值上能見度就是報 800 公尺不動，因為這 10 分鐘過去之後又會降下來。塔臺並詢問風的變化，預報長回答目前 20 跑道風速 17 哩/時、陣風 27 哩/時，幾分鐘內會降到 12-15 哩/時 |
| 1826:42 | 馬公塔臺告知高雄近場臺，預報長說狀況會變好可是不會調數值。另外塔臺告知平均風速 17 哩/時、最大 27 哩/時，02 跑道即時風向風速為 210 度、5 哩/時、最大 11 哩/時，20 跑道即時風向風速為 190 度、11 哩/時、最大 15 哩/時        |
| 1827:00 | 預報長告知守視室剛才提供塔臺之天氣資訊，且因能見度的關係，機場上空有數架飛機正在等待                                                                                             |
| 1827:24 | GE222 更換波道至馬公塔臺詢問天氣                                                                                                                    |
| 1827:38 | 馬公塔臺回覆 GE222 預報能見度維持 800 公尺，10 分鐘平均風向風速為 220 度、17 哩/時、最大 27 哩/時，02 跑道即時風向風速為 210 度、6 哩/時、最大 11 哩/時，20 跑道即時風向風速為 200 度、12 哩/時、最大 16 哩/時 |
| 1827:39 | 高雄近場臺廣播 02 跑道風向風速為 210 度、5 哩/時、最大 11 哩/時，20 跑道為 190 度、11 哩/時、最大 15 哩/時，能見度 800 公尺，會好一點但不會調整數值                                          |
| 1829    | B7647 與 GE222 請求雷達引導 02 跑道 ILS 進場                                                                                                      |
| 1829:44 | 高雄近場臺協調員請馬公塔臺向空軍申請反跑道落地                                                                                                                |
| 1829:58 | 馬公塔臺告知飛管有 3、4 架飛機因為能見度低，請求 02 跑道的反跑道落地                                                                                                 |
| 1830    | 馬公 1830 時 METAR (ATIS M)：風向 200 度，風速 14 哩/時，陣風 24 哩/時；能見度 800 公尺；大雷雨；雷雨當空                                                              |
| 1830:19 | 守視室氣象士告知馬公塔臺 1830 METAR                                                                                                                |
| 1831:05 | 飛管室轉知戰情室塔台通知有 3 到 4 架的航機因為能見度的關係請求反跑道落地                                                                                                |
| 1833:35 | 戰情室告知高勤官，塔臺通知有 3 架民航機在空中因為能見度的關係要申請反跑道降落，目前使用 20 跑道。高勤官請戰情室詢問是能見度還是裝備的問題，想知道真正原因是甚麼                                                    |
| 1833:41 | 高雄近場臺協調員請馬公塔臺儘速向空軍申請反跑道落地                                                                                                              |

| 時間              | 內容                                                                                                                   |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1834:55         | 高勤官詢問天氣室本場能見度，氣象官回覆 800 公尺。高勤官並詢問風向風速及雲幕高，氣象官回覆風向 200 度、風速 14 浬/時、陣風 24 浬/時、雲幕高 600 呎，高勤官回答現在使用 20 跑道 OK             |
| 1834:56         | 飛管轉告塔臺，高勤官詢問航機申請反跑道是否皆為能見度的關係，塔臺回答皆為能見度的關係，02 ILS 落地標準是能見度 750 公尺 20 VOR 的落地標準是 1,600 公尺                             |
| 1835:09         | B7647 向高雄近場臺請求馬公機場 METAR                                                                                             |
| 1836:05         | 戰情室轉告高勤官塔台回覆 02 跑道的能見度標準較低，所以要使用反跑道；高勤官回答方才問天氣室，能見度是 800 公尺合規定                                                       |
| 1836:21         | 高雄近場臺提供馬公 Mike 報為能見度 800 公尺雷雨、雷雨當空、稀雲 200 呎、疏雲 600 呎、積雨雲稀雲 1,200 呎、裂雲 1,600 呎                                        |
| 1836:27         | 馬公塔臺告知高雄近場臺高勤官尚未同意反跑道申請，高雄近場臺協調員請馬公塔臺提供高勤官電話號碼                                                                       |
| 1836:51         | B7647 請求雷達引導 02 跑道 ILS 進場                                                                                            |
| 1836:55         | 高雄近場臺管制員告知反跑道尚在申請中                                                                                                   |
| 1837:15         | 飛管轉告馬公塔臺高勤官認為 20 跑道也符合進場的標準，塔臺回答現在能見度是 800 只有 02 跑道可以符合                                                              |
| 1837:24         | 高雄近場臺詢問馬公塔臺申請結果，塔臺回答還在協調中                                                                                            |
| 1837:45-1849:32 | 高雄近場臺督導與馬基隊高勤官通聯，請求反跑道落地（督導於 1843:20 時告知 20 跑道能見度已達進場標準，取消反跑道落地申請）                                                   |
| 1838:35         | 預報長詢問守視室實際能見度，隨後請守視室氣象士先發布能見度轉好的天氣報告，等變差再報下一個（錄音中間有部分有中斷，依據訪談，氣象士接到指示後，未掛電話便出去觀測能見度，印象中氣象士回覆能見度為 1,600 公尺或 2,400 公尺） |
| 1838:49         | 預報長告知塔臺目前守視室還在觀察，等一下會把能見度升起來                                                                                         |
| 1839:26         | 守視室詢問天氣室能見度直接發 2,400 公尺還是 1,600 公尺，天氣室回答標準 1,600 公尺就可以降落，先報 1,600 公尺，因為後面還有一波，等一下天氣還會變差                              |
| 1840            | 馬公 1840 時 SPECI (ATIS N)：風向 190 度，風速 13 浬/時，陣風 24 浬/時；能見度 1,600 公尺；雷雨；雷雨當空                                           |
| 1840:14         | 預報長告知塔臺能見度升至 1,600 公尺                                                                                                |
| 1840:58         | 馬公塔臺詢問守視室什麼時候會發 1,600 公尺能見度的 SPECI，守視室回答 1840 時                                                                      |
| 1841:00         | 馬公塔臺告知高雄近場臺能見度 1,600 公尺的天氣報告即將發布                                                                                     |
| 1842:04         | 馬公塔臺告知高雄近場臺 1,600 公尺能見度的 SPECI 於 1840 時生效，雷雨當空持續到 1940 時                                                             |
| 1842:25         | 高雄近場臺告知 B7647 馬公機場能見度 1,600 公尺，並詢問其意向                                                                                |
| 1842:32         | 守視室提供馬公塔臺 1840 時 SPECI                                                                                               |

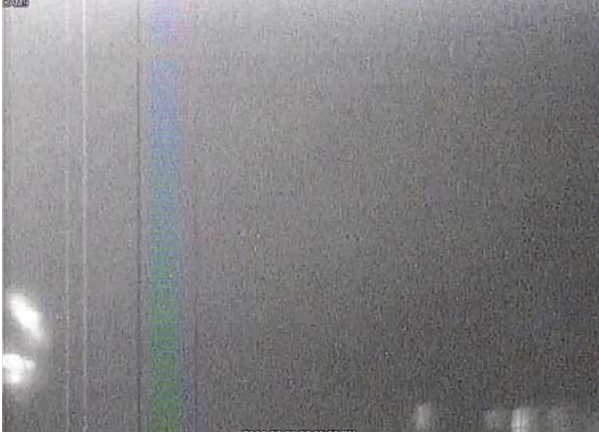
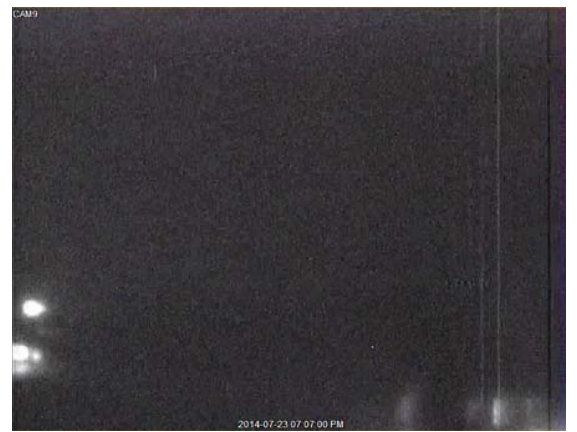
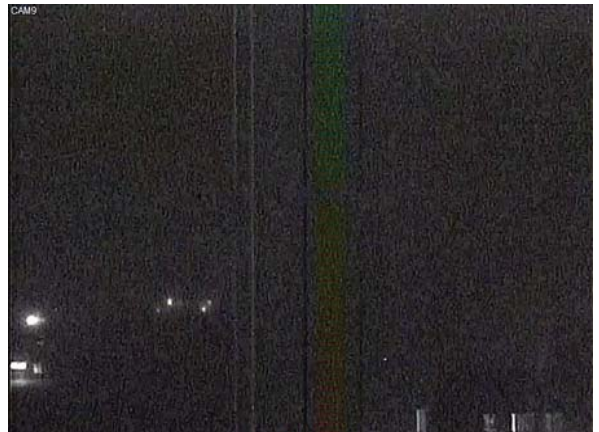
| 時間      | 內容                                                                         |
|---------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1843:08 | B7647 請求 20 跑道進場                                                           |
| 1843:34 | 馬公塔臺提供高雄近場臺 1840 時 SPECI                                                   |
| 1844:59 | GE222 請求 20 跑道 VOR 進場                                                      |
| 1845:32 | 高雄近場臺許可 B7647 20 跑道 RNAV 進場                                                |
| 1846:00 | FE3055 請求 20 跑道 VOR 進場                                                     |
| 1848:08 | 高雄近場臺告知 B7647 高雄 QNH 為 1000、馬公為 996                                        |
| 1848:45 | GE5133 請求 20 跑道 VOR 進場                                                     |
| 1852:02 | B7647 攔截最後進場航道後，高雄近場臺指示 B7647 聯絡馬公塔臺                                       |
| 1853:03 | 馬公塔臺提供 B7647 風及 QNH 資訊後許可落地                                                |
| 1855:09 | 高雄近場臺許可 GE222 20 跑道 VOR 進場                                                 |
| 1856:16 | 高雄近場臺告知 GE222 高雄 QNH 為 1000、馬公為 996                                        |
| 1858    | B7647 於馬公機場落地                                                              |
| 1900    | 馬公 1900 時 METAR (ATIS O)：風向 220 度，風速 11 浬/時，陣風 21 浬/時；能見度 1,600 公尺；雷雨；雷雨當空 |
| 1901:01 | 守視室提供馬公塔臺 1900 時 METAR                                                     |
| 1901:04 | GE222 攔截最後進場航道後，高雄近場臺指示 GE222 聯絡馬公塔臺                                       |
| 1901:13 | GE222 聯絡馬公塔臺，馬公塔臺提供 QNH 為 997                                              |
| 1902:02 | 天氣室聯絡守視室關於能見度電碼發報                                                          |
| 1902:05 | 馬公塔臺許可 FE082 起飛                                                            |
| 1903:39 | 馬公塔臺告知 GE222 風向 250 度，風速 19 浬/時，許可落地                                       |
| 1904:04 | 馬公塔臺指示 FE082 聯絡高雄近場臺                                                       |
| 1904:24 | 預報長聯絡守視室詢問能見度，氣象士回答 800 公尺                                                 |
| 1905:05 | 馬公塔臺告知高雄近場臺新的 METAR 為 Oscar 報，能見度不變                                        |
| 1906:15 | GE222 告知馬公塔臺重飛                                                             |
| 1906:21 | 馬公塔臺告知高雄近場臺 GE222 重飛                                                       |
| 1910    | 馬公 1910 時 SPECI (ATIS P)：風向 230 度，風速 23 浬/時，陣風 33 浬/時；能見度 800 公尺；大雷雨；雷雨當空  |
| 1913:38 | 守視室提供馬公塔臺 1910 時 SPECI                                                     |

附錄二 馬公機場監視錄影擷取畫面

|                                                                                     |                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| No. 7 18:30.00                                                                      | No. 7 18:40.18                                                                       |
|    |    |
| No. 7 18:58.11                                                                      | No. 7 18:59.00                                                                       |
|   |   |
| No. 7 19:01.00                                                                      | No. 7 19:02.09                                                                       |
|  |  |

|                                                                                                                                         |                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>No. 7 19:03.01</p>  <p>2014-07-23 07:03:01 PM</p>   | <p>No. 7 19:05.30</p>  <p>2014-07-23 07:05:30 PM</p>  |
| <p>No. 7 19:07.01</p>  <p>2014-07-23 07:07:01 PM</p>  | <p>No. 7 19:09.33</p>  <p>2014-07-23 07:09:33 PM</p> |
| <p>No. 7 19:13.03</p>  <p>2014-07-23 07:13:03 PM</p> | <p>No. 7 19:22</p>  <p>2014-07-23 07:22:00 PM</p>   |

|                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>No. 9 18:30.00</p>  <p>CAM9<br/>2014-07-23 06:30:00 PM</p>   | <p>No. 9 18:40.00</p>  <p>CAM9<br/>2014-07-23 06:40:00 PM</p>   |
| <p>No. 9 18:50.05</p>  <p>CAM9<br/>2014-07-23 06:50:05 PM</p>  | <p>No. 9 18:59.01</p>  <p>CAM9<br/>2014-07-23 06:59:01 PM</p>  |
| <p>No. 9 19:01.00</p>  <p>CAM9<br/>2014-07-23 07:01:00 PM</p> | <p>No. 9 19:02.00</p>  <p>CAM9<br/>2014-07-23 07:02:00 PM</p> |

|                                                                                                                                         |                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>No. 9 19:03.00</p>  <p>2014-07-23 07:03:00 PM</p>   | <p>No. 9 19:05.30</p>  <p>2014-07-23 07:05:30 PM</p>   |
| <p>No. 9 19:07.00</p>  <p>2014-07-23 07:07:00 PM</p>  | <p>No. 9 19:09.34</p>  <p>2014-07-23 07:09:34 PM</p>  |
| <p>No. 9 19:14.00</p>  <p>2014-07-23 07:14:00 PM</p> | <p>No. 9 19:20.00</p>  <p>2014-07-23 07:20:00 PM</p> |

### 附錄三 座艙語音紀錄器抄件

RDO : 來自事故航機之無線電通話  
 CAM : 來自座艙區域麥克風之錄音或對話  
 INT : 組員通話系統  
 PA : 客艙廣播  
       (RDO, CAM, INT, PA) -1 : 正駕駛員的聲音  
       (RDO, CAM, INT, PA) -2 : 副駕駛員的聲音  
       (RDO, CAM, INT, PA) -3 : 客艙組員 1 的聲音  
       (RDO, CAM, INT, PA) -4 : 客艙組員 2 的聲音  
 APP : 高雄近場臺  
 TWR\_M : 馬公塔臺  
 TWR\_K : 高雄塔臺  
 B7 647 : 立榮航空 B7 647 航班之發話  
 OTH : 其他航班之發話  
 GC : 地面人員  
 ... : 無法辨識的聲音  
 ( ) : 備註或翻譯  
 \* : 與飛航操作無關的對話

| hh                    | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                              |
|-----------------------|----|-------------------|--------|------------------------------------------------------|
| 17                    | 39 | 09.4              |        | ( GE 222 CVR 紀錄開始 )                                  |
| 1739:09.5 ~ 1906:18.9 |    |                   |        |                                                      |
| 17                    | 39 | 09.4              | CAM-2  | oil pressure rising n-h forty five starter light off |
| 17                    | 39 | 17.5              | INT-1  | 可以拆外電源後推煞車鬆向東                                        |
| 17                    | 39 | 19.6              | GC     | ...頭朝東                                               |
| 17                    | 39 | 20.8              | CAM-2  | i-t-t drop ... normal start                          |
| 17                    | 39 | 32.7              | CAM-2  | 四洞分                                                  |
| 17                    | 39 | 34.1              | CAM-1  | 嗯 好                                                  |
| 17                    | 39 | 35.3              | INT-1  | 開二號解鎖                                                |
| 17                    | 39 | 36.6              | GC     | okay 二號解鎖                                            |
| 17                    | 39 | 38.2              | CAM    | ( 客艙呼叫聲響 )                                           |
| 17                    | 39 | 38.9              | INT-3  | cabin is ready                                       |
| 17                    | 39 | 41.4              | INT-2  | 好 謝謝                                                 |
| 17                    | 39 | 42.4              | CAM-1  | 嗯                                                    |

<sup>144</sup> 本抄件時間以 ATC 時間作為基準。

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                                                              |
|----|----|-------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 17 | 39 | 43.0              | CAM-2  | ready 了 好快啊                                                                          |
| 17 | 39 | 44.2              | CAM-1  | 嗯好                                                                                   |
| 17 | 39 | 45.8              | CAM-2  | oil pressure rising i-t-t rising n-p rising                                          |
| 17 | 39 | 50.2              | CAM    | (single chime)                                                                       |
| 17 | 39 | 52.1              | CAM-2  | oil pressure rising n-h forty five starter light off                                 |
| 17 | 40 | 04.5              | CAM-2  | i-t-t drop and stable normal start                                                   |
| 17 | 40 | 08.8              | CAM-1  | after start check                                                                    |
| 17 | 40 | 10.5              | CAM-2  | after start check down to the line packs and bleeds one and two                      |
| 17 | 40 | 12.3              | CAM-1  | on                                                                                   |
| 17 | 40 | 13.5              | CAM-2  | prop brake                                                                           |
| 17 | 40 | 14.1              | CAM-1  | released                                                                             |
| 17 | 40 | 14.7              | CAM-2  | a-d-u heading lo bank                                                                |
| 17 | 40 | 16.2              | CAM-1  | check                                                                                |
| 17 | 40 | 16.3              | CAM-2  | 么么拐 拐千 flaps                                                                         |
| 17 | 40 | 17.4              | CAM-1  | fifteen                                                                              |
| 17 | 40 | 18.1              | CAM-2  | anti skid test                                                                       |
| 17 | 40 | 18.6              | CAM-1  | check                                                                                |
| 17 | 40 | 19.1              | CAM-2  | radar                                                                                |
| 17 | 40 | 19.6              | CAM-1  | standby                                                                              |
| 17 | 40 | 20.2              | CAM-2  | after start checklist down to the line complete                                      |
| 17 | 40 | 25.0              | CAM-1  | (咳嗽聲)                                                                                |
| 17 | 40 | 26.7              | CAM-1  | (咳嗽聲)                                                                                |
| 17 | 40 | 35.6              | CAM-1  | (咳嗽聲)                                                                                |
| 17 | 40 | 37.5              | CAM-2  | single channel                                                                       |
| 17 | 40 | 42.1              | RDO-2  | transasia two two two request taxi                                                   |
| 17 | 40 | 43.0              | GC     | 教官請煞車                                                                                |
| 17 | 40 | 45.0              | INT-1  | 煞好請撤離                                                                                |
| 17 | 40 | 45.7              | GC     | byebye...                                                                            |
| 17 | 40 | 46.5              | GND    | transasia two two two taxi via golf sierra foxtrot holding point runway two seven    |
| 17 | 40 | 51.3              | RDO-2  | taxi via golf sierra foxtrot holding point runway two seven<br>transasia two two two |
| 17 | 40 | 55.2              | CAM-2  | golf sierra foxtrot 兩拐許可滑出了                                                          |
| 17 | 40 | 57.4              | CAM-1  | 嗯                                                                                    |
| 17 | 40 | 58.2              | GC     | okay 教官撤離綳                                                                           |
| 17 | 40 | 58.4              | CAM-2  | after start below the line con lever one and two                                     |
| 17 | 40 | 59.2              | INT-1  | 好綳                                                                                   |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                                                                         |
|----|----|-------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17 | 41 | 02.6              | CAM-1  | 嗯 standby                                                                                       |
| 17 | 41 | 04.8              | CAM-2  | hydraulic pressure normal                                                                       |
| 17 | 41 | 05.9              | CAM-1  | uh normal                                                                                       |
| 17 | 41 | 07.2              | CAM-2  | taxi golf sierra foxtrot 兩拐 gear pin inside after start<br>check complete right side clear      |
| 17 | 41 | 11.3              | CAM-1  | 好                                                                                               |
| 17 | 41 | 15.4              | CAM-1  | taxi check please                                                                               |
| 17 | 41 | 16.7              | CAM-2  | taxi check taxi light                                                                           |
| 17 | 41 | 17.9              | CAM-1  | on                                                                                              |
| 17 | 41 | 18.2              | CAM-2  | com hatch                                                                                       |
| 17 | 41 | 19.0              | CAM-1  | closed                                                                                          |
| 17 | 41 | 19.7              | CAM-2  | brakes test                                                                                     |
| 17 | 41 | 20.4              | CAM-1  | normal                                                                                          |
| 17 | 41 | 20.7              | CAM-2  | right side checked oxygen probes wind heating                                                   |
| 17 | 41 | 22.4              | CAM-1  | on                                                                                              |
| 17 | 41 | 23.1              | CAM-2  | flight instruments                                                                              |
| 17 | 41 | 23.6              | CAM-1  | check normal                                                                                    |
| 17 | 41 | 24.5              | CAM-2  | right side checked takeoff config test                                                          |
| 17 | 41 | 27.4              | CAM-2  | m-p-c 四六點三 set                                                                                  |
| 17 | 41 | 29.9              | CAM-2  | takeoff briefing sosan one tango                                                                |
| 17 | 41 | 32.5              | CAM-1  | 嗯 taxi checklist complete                                                                       |
| 17 | 42 | 29.0              | GND    | transasia two two two ground                                                                    |
| 17 | 42 | 31.6              | RDO-2  | transasia two two two                                                                           |
| 17 | 42 | 33.2              | GND    | transasia two two two now magong airdrome on is below<br>landing minimum say intention          |
| 17 | 42 | 40.1              | CAM-1  | uh hold on seg segma hold on mason                                                              |
| 17 | 42 | 42.5              | RDO-2  | hold on segma                                                                                   |
| 17 | 42 | 44.7              | CAM-1  | mason                                                                                           |
| 17 | 42 | 45.1              | RDO-2  | oh mason transasia two two two                                                                  |
| 17 | 42 | 47.8              | GND    | transasia two two two roger                                                                     |
| 17 | 42 | 59.5              | GND    | transasia two two two holding request approved and<br>contact tower one one eight decimal seven |
| 17 | 43 | 05.6              | RDO-2  | contact tower transasia two two two                                                             |
| 17 | 43 | 08.9              | CAM    | 嘟 (無線電波道切換提醒聲響)                                                                                 |
| 17 | 43 | 12.2              | RDO-2  | kaohsiung tower good afternoon transasia two two two<br>taxi on sierra                          |
| 17 | 43 | 16.8              | TWR_K  | transasia two two two kaohsiung tower roger                                                     |
| 17 | 43 | 27.0              | TWR_K  | transasia two two two runway two seven wind two zero                                            |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                                               |
|----|----|-------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------|
|    |    |                   |        | zero degree one four knots gusting two five knots cleared for takeoff |
| 17 | 43 | 34.7              | INT-1  | cabin crew cleared for departure                                      |
| 17 | 43 | 35.7              | RDO-2  | cleared for departure transasia two two two                           |
| 17 | 43 | 37.5              | CAM-2  | 兩洞洞十四 gust 兩五                                                         |
| 17 | 43 | 39.8              | CAM-1  | (咳嗽聲)                                                                 |
| 17 | 43 | 39.9              | PA-3   | (客艙廣播至 1743:49.8)                                                     |
| 17 | 43 | 40.1              | CAM-2  | 許可起飛                                                                  |
| 17 | 43 | 49.4              | CAM-1  | flight control check                                                  |
| 17 | 43 | 50.1              | CAM-2  | left side spoiler light on                                            |
| 17 | 43 | 52.5              | CAM-2  | right side spoiler check spoiler up                                   |
| 17 | 43 | 54.0              | CAM-1  | 欸 恩 沒看到 喔好好 晚一點                                                       |
| 17 | 43 | 56.8              | CAM-2  | flight control left side spoiler light on                             |
| 17 | 43 | 57.8              | CAM-1  | un light on                                                           |
| 17 | 44 | 00.4              | CAM-2  | complete before takeoff checklist runway 兩拐 verify                    |
| 17 | 44 | 03.9              | CAM-1  | 兩拐                                                                    |
| 17 | 44 | 04.4              | CAM-2  | flight controls                                                       |
| 17 | 44 | 05.2              | CAM-1  | normal                                                                |
| 17 | 44 | 05.8              | CAM-2  | right side checked c-cas                                              |
| 17 | 44 | 06.9              | CAM-1  | takeoff inhibit                                                       |
| 17 | 44 | 08.4              | CAM-2  | transponder                                                           |
| 17 | 44 | 09.4              | CAM-1  | altitude                                                              |
| 17 | 44 | 09.7              | CAM-2  | 么么拐 lights                                                            |
| 17 | 44 | 11.0              | CAM-1  | on                                                                    |
| 17 | 44 | 11.5              | CAM-2  | cabin crew                                                            |
| 17 | 44 | 12.1              | CAM-1  | advised                                                               |
| 17 | 44 | 12.8              | CAM-2  | b air flow                                                            |
| 17 | 44 | 13.4              | CAM-1  | normal                                                                |
| 17 | 44 | 13.9              | CAM-2  | rudder cam                                                            |
| 17 | 44 | 14.7              | CAM-1  | center                                                                |
| 17 | 44 | 15.3              | CAM-2  | heading course                                                        |
| 17 | 44 | 16.1              | CAM-1  | ...                                                                   |
| 17 | 44 | 18.3              | CAM-2  | ... set takeoff clearance received before takeoff checklist complete  |
| 17 | 44 | 23.5              | CAM-1  | check                                                                 |
| 17 | 44 | 25.0              | CAM-2  | final runway clear                                                    |
| 17 | 44 | 28.5              | CAM-2  | 四十四分                                                                  |
| 17 | 44 | 35.1              | CAM    | (發動機轉速提高聲響)                                                           |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                                                                                                     |
|----|----|-------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17 | 44 | 35.4              | CAM-1  | 唉嘿 嗯                                                                                                                        |
| 17 | 44 | 36.1              | CAM-2  | timing                                                                                                                      |
| 17 | 44 | 39.8              | CAM-2  | a-t-p-s armed                                                                                                               |
| 17 | 44 | 40.8              | CAM-1  | notch check ...                                                                                                             |
| 17 | 44 | 42.3              | CAM-2  | power set engine instrument check                                                                                           |
| 17 | 44 | 44.2              | CAM-1  | (咳嗽聲)                                                                                                                       |
| 17 | 44 | 45.4              | CAM-2  | normal                                                                                                                      |
| 17 | 44 | 46.3              | CAM-1  | 等一下                                                                                                                         |
| 17 | 44 | 47.2              | CAM-2  | seventy                                                                                                                     |
| 17 | 44 | 48.0              | CAM-1  | check i have control                                                                                                        |
| 17 | 44 | 49.1              | CAM-2  | you have control engine instrument check                                                                                    |
| 17 | 44 | 51.4              | CAM-1  | check                                                                                                                       |
| 17 | 44 | 53.1              | CAM-2  | normal                                                                                                                      |
| 17 | 44 | 53.9              | CAM-1  | check                                                                                                                       |
| 17 | 44 | 57.9              | CAM-2  | v one v r                                                                                                                   |
| 17 | 44 | 58.9              | CAM-1  | rotate                                                                                                                      |
| 17 | 45 | 03.1              | CAM-2  | positive climb                                                                                                              |
| 17 | 45 | 03.8              | CAM-1  | gear up yaw damper on                                                                                                       |
| 17 | 45 | 04.6              | CAM-2  | gear up yaw damper on                                                                                                       |
| 17 | 45 | 07.9              | CAM    | (pitch trim 聲響)                                                                                                             |
| 17 | 45 | 08.2              | CAM-1  | 啊 autopilot on                                                                                                              |
| 17 | 45 | 09.4              | CAM-2  | autopilot on                                                                                                                |
| 17 | 45 | 17.2              | CAM-2  | 加速高度                                                                                                                        |
| 17 | 45 | 21.5              | CAM-1  | nav on                                                                                                                      |
| 17 | 45 | 22.9              | CAM-2  | check                                                                                                                       |
| 17 | 45 | 28.8              | TWR_K  | transasia two two two contact departure one two four decimal seven                                                          |
| 17 | 45 | 32.2              | RDO-2  | contact departure one two four decimal seven transasia two two two good day                                                 |
| 17 | 45 | 36.3              | CAM    | 嘟 (無線電波道切換提醒聲響)                                                                                                             |
| 17 | 45 | 40.1              | RDO-2  | kaohsiung approach good evening transasia two two two passing one thousand two hundred sigang one sosan one tango departure |
| 17 | 45 | 44.0              | CAM    | (pitch trim 聲響)                                                                                                             |
| 17 | 45 | 46.7              | CAM-1  | 嗯 roger                                                                                                                     |
| 17 | 45 | 47.1              | APP    | transasia two two two kaohsiung approach roger climb and maintain seven thousand                                            |
| 17 | 45 | 50.9              | RDO-2  | climb maintain seven thousand transasia two two two                                                                         |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                                                                                                                                                                  |
|----|----|-------------------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17 | 45 | 52.9              | CAM-2  | 拐千爬高保持                                                                                                                                                                                   |
| 17 | 45 | 53.9              | CAM-1  | check                                                                                                                                                                                    |
| 17 | 45 | 54.3              | CAM    | (pitch trim 聲響)                                                                                                                                                                          |
| 17 | 45 | 55.1              | CAM-2  | flap zero set after takeoff checklist                                                                                                                                                    |
| 17 | 45 | 56.5              | CAM-1  | 嗯                                                                                                                                                                                        |
| 17 | 45 | 57.2              | CAM-2  | gears up flap zero power management climb con lever auto n-p ... taxi lights off anti icing off seat belts on bleed and air flow high approach brief uh after takeoff checklist complete |
| 17 | 46 | 16.5              | APP    | transasia two two two squawk ident                                                                                                                                                       |
| 17 | 46 | 20.4              | RDO-2  | ident passing one thousand niner hundred transasia two two two                                                                                                                           |
| 17 | 46 | 25.1              | APP    | two two roger now radar contact two miles west of the airport climb and maintain seven thousand                                                                                          |
| 17 | 46 | 29.9              | RDO-2  | climb and maintain seven thousand transasia two two two                                                                                                                                  |
| 17 | 46 | 32.9              | CAM-2  | 爬高保持拐千                                                                                                                                                                                   |
| 17 | 46 | 34.4              | CAM-1  | 嗯                                                                                                                                                                                        |
| 17 | 46 | 37.3              | CAM-1  | 嗯                                                                                                                                                                                        |
| 17 | 46 | 50.1              | OTH    | (復興 2082 與 ATC 對話)                                                                                                                                                                       |
| 17 | 46 | 54.4              | APP    | (與復興 2082 對話)                                                                                                                                                                            |
| 17 | 47 | 00.3              | OTH    | (復興 2082 與 ATC 對話)                                                                                                                                                                       |
| 17 | 47 | 04.5              | APP    | (與復興 2082 對話)                                                                                                                                                                            |
| 17 | 47 | 06.3              | CAM-2  | 喔 sosan approach 航向三么洞                                                                                                                                                                   |
| 17 | 47 | 09.0              | OTH    | (復興 2082 與 ATC 對話)                                                                                                                                                                       |
| 17 | 47 | 12.4              | APP    | two two two direct magong v-o-r                                                                                                                                                          |
| 17 | 47 | 15.2              | RDO-2  | roger direct to magong v-o-r transasia two two two                                                                                                                                       |
| 17 | 47 | 18.0              | APP    | (與港龍 432 對話)                                                                                                                                                                             |
| 17 | 47 | 19.4              | CAM-2  | 好馬公 v-o-r                                                                                                                                                                                |
| 17 | 47 | 21.0              | CAM-1  | check                                                                                                                                                                                    |
| 17 | 47 | 21.5              | OTH    | (港龍 432 與 ATC 對話)                                                                                                                                                                        |
| 17 | 47 | 23.1              | CAM-2  | ...                                                                                                                                                                                      |
| 17 | 47 | 24.0              | CAM-1  | 好                                                                                                                                                                                        |
| 17 | 47 | 28.0              | CAM-1  | mason 啊 ... 洞四九                                                                                                                                                                          |
| 17 | 48 | 04.6              | CAM-1  | 那 有沒有 mason 啊                                                                                                                                                                            |
| 17 | 48 | 07.1              | CAM-2  | 好教官加一個 mason                                                                                                                                                                             |
| 17 | 48 | 09.8              | CAM-1  | magong                                                                                                                                                                                   |
| 17 | 48 | 10.8              | CAM-2  | 好 先 magong                                                                                                                                                                               |
| 17 | 48 | 12.0              | CAM-1  | m-a-s-o-n 嗯                                                                                                                                                                              |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                                                                                                                               |
|----|----|-------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17 | 48 | 19.0              | APP    | (與復興 2082 對話)                                                                                                                                         |
| 17 | 48 | 22.9              | OTH    | (復興 2082 與 ATC 對話)                                                                                                                                    |
| 17 | 49 | 01.5              | CAM    | 嘟嘟 (客艙安全帶提示聲響)                                                                                                                                        |
| 17 | 49 | 17.2              | APP    | (與復興 2082 對話)                                                                                                                                         |
| 17 | 49 | 26.8              | OTH    | (復興 2082 與 ATC 對話)                                                                                                                                    |
| 17 | 49 | 33.1              | APP    | transasia two two two traffic at your two o'clock five miles southeast bound same company a-t-r leaving eight thousand four hundred to eight thousand |
| 17 | 49 | 43.2              | RDO-2  | information looking transasia two two two                                                                                                             |
| 17 | 49 | 44.8              | CAM    | (高度提示聲響)                                                                                                                                              |
| 17 | 49 | 46.4              | CAM-1  | (咳嗽聲)                                                                                                                                                 |
| 17 | 49 | 46.9              | CAM    | (高度提示聲響)                                                                                                                                              |
| 17 | 49 | 47.1              | CAM-2  | one thousand to go                                                                                                                                    |
| 17 | 49 | 47.9              | CAM-1  | check                                                                                                                                                 |
| 17 | 49 | 49.5              | CAM-2  | 兩點鐘五湮八千四下到八千                                                                                                                                          |
| 17 | 49 | 54.5              | CAM    | (不明聲響數聲至 1750:00.7)                                                                                                                                   |
| 17 | 50 | 00.9              | PA-4   | (客艙廣播至 1752:48.9)                                                                                                                                     |
| 17 | 50 | 12.6              | APP    | (與復興 2082 對話)                                                                                                                                         |
| 17 | 50 | 16.1              | OTH    | (復興 2082 與 ATC 對話)                                                                                                                                    |
| 17 | 50 | 37.4              | APP    | (與復興 2082 對話)                                                                                                                                         |
| 17 | 50 | 40.6              | OTH    | (復興 2082 與 ATC 對話)                                                                                                                                    |
| 17 | 50 | 50.7              | CAM-2  | altitude star                                                                                                                                         |
| 17 | 50 | 52.0              | CAM-1  | 對七千                                                                                                                                                   |
| 17 | 51 | 01.8              | CAM-2  | altitude check 拐千                                                                                                                                     |
| 17 | 51 | 06.8              | CAM-1  | check                                                                                                                                                 |
| 17 | 51 | 27.4              | CAM-1  | cruise check                                                                                                                                          |
| 17 | 51 | 28.1              | CAM-2  | cruise check power management                                                                                                                         |
| 17 | 51 | 29.0              | CAM-1  | cruise                                                                                                                                                |
| 17 | 51 | 29.6              | CAM-2  | altimeter 九九九                                                                                                                                         |
| 17 | 51 | 30.7              | CAM-1  | 九九九 set                                                                                                                                               |
| 17 | 51 | 32.1              | CAM-2  | altitude 拐千                                                                                                                                           |
| 17 | 51 | 33.1              | CAM-1  | check                                                                                                                                                 |
| 17 | 51 | 33.3              | CAM-2  | 速度么九四加速中 cruise check complete                                                                                                                        |
| 17 | 51 | 35.1              | CAM-1  | check 好                                                                                                                                               |
| 17 | 51 | 36.6              | CAM-2  | 我聽 a-tis                                                                                                                                              |
| 17 | 51 | 37.7              | CAM    | (ATIS information kilo)                                                                                                                               |
| 17 | 51 | 55.5              | APP    | (與復興 2082 對話)                                                                                                                                         |
| 17 | 51 | 58.6              | OTH    | (復興 2082 與 ATC 對話)                                                                                                                                    |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                                                             |
|----|----|-------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 17 | 52 | 45.2              | CAM-1  | ... check 那 broken 是 broken 是多少                                                     |
| 17 | 52 | 46.2              | CAM    | ( 嘯 )                                                                               |
| 17 | 52 | 47.9              | CAM-2  | 六百                                                                                  |
| 17 | 52 | 48.7              | CAM-1  | 六百喔                                                                                 |
| 17 | 52 | 49.5              | CAM-2  | 對                                                                                   |
| 17 | 52 | 50.3              | CAM-2  | scatter 兩百 broken 六百 few c-b 是一千二 overcast 是一千六                                     |
| 17 | 52 | 53.9              | CAM-1  | 喔                                                                                   |
| 17 | 52 | 54.6              | CAM-2  | 然後二十四度二十二 九九三                                                                       |
| 17 | 52 | 56.4              | CAM-1  | 喔                                                                                   |
| 17 | 52 | 57.4              | CAM-2  | 能見度在八百呎 r-a thunder visibility thunderstorm                                         |
| 17 | 52 | 59.2              | CAM-1  | 喔                                                                                   |
| 17 | 53 | 01.6              | CAM-1  | 喔                                                                                   |
| 17 | 53 | 01.9              | CAM-2  | below minimum 么九洞二十一 gust 三兩                                                        |
| 17 | 53 | 05.5              | CAM-1  | 喔                                                                                   |
| 17 | 53 | 10.1              | CAM-1  | 啊 (咳嗽聲)                                                                             |
| 17 | 53 | 19.4              | APP    | ( 與復興 2082 對話 )                                                                     |
| 17 | 53 | 22.4              | OTH    | ( 復興 2082 與 ATC 對話 )                                                                |
| 17 | 53 | 25.3              | APP    | ( 與復興 2082 對話 )                                                                     |
| 17 | 53 | 26.4              | CAM    | ( 客艙安全帶提示聲響 )                                                                       |
| 17 | 53 | 33.1              | OTH    | ( 復興 2082 與 ATC 對話 )                                                                |
| 17 | 53 | 33.8              | PA-4   | ( 客艙廣播至 1753:54.9 )                                                                 |
| 17 | 54 | 17.9              | OTH    | ( 國泰航機對話 )                                                                          |
| 17 | 54 | 25.3              | OTH    | ( 廈航 863 與 ATC 對話 )                                                                 |
| 17 | 54 | 33.0              | APP    | ( 與廈航 863 對話 )                                                                      |
| 17 | 54 | 44.8              | OTH    | ( 廈航 863 與 ATC 對話 )                                                                 |
| 17 | 54 | 58.1              | CAM-1  | ( 打哈欠聲 )                                                                            |
| 17 | 55 | 04.1              | CAM-1  | 嗯九九六嘛喔                                                                              |
| 17 | 55 | 05.2              | OTH    | ( 復興 2293 與 ATC 對話 )                                                                |
| 17 | 55 | 06.5              | CAM-2  | 九九三                                                                                 |
| 17 | 55 | 07.2              | CAM-1  | 九九三啊                                                                                |
| 17 | 55 | 12.4              | APP    | ( 與復興 2093 對話 )                                                                     |
| 17 | 55 | 16.6              | OTH    | ( 復興 2093 與 ATC 對話 )                                                                |
| 17 | 55 | 19.9              | APP    | transasia two two two contact kaohsiung approach one two eight decimal one good day |
| 17 | 55 | 23.4              | RDO-2  | contact kaohsiung approach one two eight decimal one good day transasia two two two |
| 17 | 55 | 26.8              | CAM    | 嘯 (無線電波道切換提醒聲響)                                                                     |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                                                                                                                         |
|----|----|-------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17 | 55 | 27.0              | APP    | (與立榮 647 對話)                                                                                                                                    |
| 17 | 55 | 36.4              | RDO-2  | kaohsiung approach good evening transasia two two two south east four two d-m-e direct to magong v-o-r maintain seven thousand information kilo |
| 17 | 55 | 49.2              | APP    | uh transasia two two two kaohsiung approach roger now direct segma initially                                                                    |
| 17 | 55 | 56.7              | CAM-2  | check squawk                                                                                                                                    |
| 17 | 55 | 57.5              | APP    | transasia two two two kaohsiung                                                                                                                 |
| 17 | 55 | 59.4              | RDO-2  | uh transasia two two two direct to segma trans two two two                                                                                      |
| 17 | 56 | 04.8              | CAM-2  | segma                                                                                                                                           |
| 17 | 56 | 06.0              | OTH    | (立榮 647 與 ATC 對話)                                                                                                                               |
| 17 | 55 | 09.6              | APP    | (與立榮 647 對話)                                                                                                                                    |
| 17 | 56 | 11.3              | CAM-2  | e-g-m-a                                                                                                                                         |
| 17 | 56 | 14.4              | CAM-2  | g                                                                                                                                               |
| 17 | 56 | 15.5              | OTH    | (立榮 647 與 ATC 對話)                                                                                                                               |
| 17 | 56 | 17.1              | CAM-2  | 喔                                                                                                                                               |
| 17 | 56 | 18.0              | APP    | transasia two two two for your information magong airport now below landing minimum                                                             |
| 17 | 56 | 23.4              | RDO-2  | copy that request hold at segma transasia two two two                                                                                           |
| 17 | 56 | 27.9              | APP    | transasia two two two roger maintain seven thousand direct segma join holding pattern report join                                               |
| 17 | 56 | 34.5              | RDO-2  | maintain seven thousand direct to segma and join holding pattern report join transasia two two two                                              |
| 17 | 56 | 41.6              | CAM-2  | 好 segma report                                                                                                                                  |
| 17 | 56 | 42.8              | CAM-1  | segma 么三五                                                                                                                                       |
| 17 | 56 | 46.3              | CAM-2  | 么三五                                                                                                                                             |
| 17 | 56 | 48.7              | CAM-1  | 哇                                                                                                                                               |
| 17 | 56 | 50.2              | CAM-2  | 教官我們右偏了喔                                                                                                                                        |
| 17 | 56 | 50.7              | APP    | 復興兩兩兩遠東三洞伍伍高雄                                                                                                                                   |
| 17 | 56 | 56.8              | APP    | 最新的顯著危害天氣在馬公機場接下來的兩小時能見度大約是么千兩百公尺有 有雷雨有霧裂雲兩百                                                                                                    |
| 17 | 57 | 09.7              | CAM-2  | 喔                                                                                                                                               |
| 17 | 57 | 11.4              | RDO-2  | 復興兩兩兩抄收                                                                                                                                         |
| 17 | 57 | 12.9              | APP    | 謝謝各位                                                                                                                                            |
| 17 | 57 | 14.8              | CAM-2  | 兩個小時能見度一千二 有雷雨 有霧                                                                                                                               |
| 17 | 57 | 19.1              | CAM-1  | 喔                                                                                                                                               |
| 17 | 57 | 19.8              | CAM-2  | 然後裂雲 這個 scatter 兩百                                                                                                                              |
| 17 | 57 | 25.5              | CAM-1  | 一千二 我們要一千六                                                                                                                                      |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                          |
|----|----|-------------------|--------|----------------------------------|
| 17 | 57 | 27.7              | CAM-2  | 報告教官 是                           |
| 17 | 57 | 34.3              | APP    | (與立榮 895 對話)                     |
| 17 | 57 | 43.5              | OTH    | (立榮 647 與 ATC 對話)                |
| 17 | 57 | 48.6              | APP    | (與立榮 647 對話)                     |
| 17 | 57 | 52.3              | OTH    | (立榮 647 與 ATC 對話)                |
| 17 | 58 | 01.6              | APP    | (與立榮航機對話)                        |
| 17 | 58 | 08.8              | OTH    | (其他航機對話)                         |
| 17 | 58 | 13.8              | CAM-1  | 看起來好像還好                          |
| 17 | 58 | 14.1              | APP    | (與遠東 3055 對話)                    |
| 17 | 58 | 17.5              | CAM-2  | 就是那 那一塊啊                         |
| 17 | 58 | 17.7              | CAM-1  | 欸 欸                              |
| 17 | 58 | 19.7              | APP    | (與遠東 3055 對話)                    |
| 17 | 58 | 19.9              | CAM-2  | 紅色的很糟 後面好像還好                     |
| 17 | 58 | 29.1              | CAM-1  | segma                            |
| 17 | 58 | 29.4              | APP    | (與華信 786 對話)                     |
| 17 | 58 | 31.5              | OTH    | (華信 786 與 ATC 對話)                |
| 17 | 58 | 36.2              | APP    | (與華信 786 對話)                     |
| 17 | 58 | 41.7              | OTH    | (華信 786 與 ATC 對話)                |
| 17 | 58 | 42.7              | CAM-2  | segma 是飛                         |
| 17 | 58 | 43.6              | APP    | (與華信 786 對話)                     |
| 17 | 58 | 47.5              | CAM-2  | 一分鐘我們是要跟他申請 要不要十哩                |
| 17 | 58 | 50.6              | OTH    | (華信 786 與 ATC 對話)                |
| 17 | 58 | 52.5              | CAM-1  | 嗯嗯                               |
| 17 | 58 | 53.7              | CAM-2  | 啊                                |
| 17 | 58 | 54.2              | CAM-1  | 沒關係等一下他                          |
| 17 | 58 | 55.2              | APP    | (與華信 786 對話)                     |
| 17 | 58 | 55.6              | CAM-2  | 好                                |
| 17 | 58 | 58.5              | CAM-1  | 啊直接加入                            |
| 17 | 58 | 59.4              | OTH    | (華信 786 與 ATC 對話)                |
| 17 | 59 | 00.4              | CAM-2  | 教官我們加入是 是那個                      |
| 17 | 59 | 03.1              | CAM-1  | 直接加入 我知道 你 ...                   |
| 17 | 59 | 05.3              | CAM-2  | 知道                               |
| 17 | 59 | 05.5              | CAM-1  | holding 待命邊啊                     |
| 17 | 59 | 06.7              | CAM-2  | 知道 holding 是要 hold 一分鐘還是 hold 距離 |
| 17 | 59 | 09.0              | CAM-1  | hold 啊 hold 距離                   |
| 17 | 59 | 10.4              | CAM-2  | hold 距離 那我跟他申請                   |
| 17 | 59 | 13.7              | CAM-1  | 喔五哩                              |
| 17 | 59 | 14.4              | CAM-2  | 五哩 好                             |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                        |
|----|----|-------------------|--------|--------------------------------|
| 17 | 59 | 23.1              | CAM-1  | segma 十三                       |
| 17 | 59 | 25.6              | CAM-1  | 等一下再申請                         |
| 17 | 59 | 26.7              | CAM-2  | 喔喔 (笑聲)                        |
| 17 | 59 | 27.0              | APP    | (與立榮 647 對話)                   |
| 17 | 59 | 30.2              | OTH    | (立榮 647 與 ATC 對話)              |
| 17 | 59 | 34.2              | APP    | (與立榮 647 對話)                   |
| 17 | 59 | 37.2              | OTH    | (立榮 647 與 ATC 對話)              |
| 17 | 59 | 38.0              | CAM-2  | 等一下                            |
| 17 | 59 | 38.1              | OTH    | (華信 786 與 ATC 對話)              |
| 17 | 59 | 41.2              | CAM-2  | ... 應該就是這一條 thunderstorm 過來就好了 |
| 17 | 59 | 42.0              | APP    | (與華信 786 對話)                   |
| 17 | 59 | 46.2              | CAM-1  | 喔                              |
| 17 | 59 | 47.1              | CAM-2  | 現在是吹西南風 吹過去                    |
| 17 | 59 | 47.1              | OTH    | (華信 786 與 ATC 對話)              |
| 17 | 59 | 50.9              | APP    | (與華信 786 對話)                   |
| 17 | 59 | 56.1              | APP    | (與華信 786 對話)                   |
| 18 | 00 | 04.4              | APP    | (與立榮 895 對話)                   |
| 18 | 00 | 16.6              | CAM-1  | mason mason mason              |
| 18 | 00 | 20.4              | APP    | (與立榮 647 對話)                   |
| 18 | 00 | 24.0              | OTH    | (立榮 647 與 ATC 對話)              |
| 18 | 00 | 28.3              | CAM-1  | 四九                             |
| 18 | 00 | 30.9              | CAM-1  | 唉 (咳嗽聲)                        |
| 18 | 00 | 36.3              | CAM-1  | 請求在 mason 待命喔                  |
| 18 | 00 | 37.9              | APP    | (與遠東 3055 對話)                  |
| 18 | 00 | 39.5              | CAM-2  | 好                              |
| 18 | 00 | 41.2              | CAM-1  | 等一下喔                           |
| 18 | 00 | 45.1              | CAM-2  | 等一會你說要我我再 我再講好了                |
| 18 | 00 | 46.4              | CAM-1  | 好                              |
| 18 | 00 | 46.8              | APP    | (與遠東 3055 對話)                  |
| 18 | 00 | 55.6              | APP    | (與遠東 3055 對話)                  |
| 18 | 00 | 58.4              | CAM    | 嘟 (無線電波道切換提醒聲響)                |
| 18 | 01 | 00.9              | CAM    | (ATIS information lima)        |
| 18 | 01 | 08.1              | APP    | (與其他航機對話)                      |
| 18 | 01 | 10.8              | CAM-2  | 在換天氣了                          |
| 18 | 01 | 11.8              | APP    | (與華信 786 對話)                   |
| 18 | 01 | 16.5              | OTH    | (華信 786 與 ATC 對話)              |
| 18 | 01 | 19.5              | APP    | (與華信 786 對話)                   |
| 18 | 01 | 20.3              | APP    | (與遠東 3055 對話)                  |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                                                                 |
|----|----|-------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 18 | 01 | 49.1              | APP    | (與立榮 6295 對話)                                                                           |
| 18 | 01 | 53.4              | CAM-1  | 好 我們請求請求定向 mason mason 待命                                                               |
| 18 | 01 | 55.0              | APP    | (與遠東 3055 對話)                                                                           |
| 18 | 01 | 57.1              | CAM-2  | 好 定向五哩                                                                                  |
| 18 | 02 | 00.0              | CAM-1  | 欸對                                                                                      |
| 18 | 02 | 02.0              | RDO-2  | transasia two two two request direct to mason and join holding pattern at five mile leg |
| 18 | 02 | 10.5              | APP    | confirm far eastern tree zero five five                                                 |
| 18 | 02 | 12.3              | RDO-2  | negative transasia two two two                                                          |
| 18 | 02 | 14.4              | APP    | transasia two two two roger approved as requested maintain seven thousand               |
| 18 | 02 | 18.2              | RDO-2  | maintain seven thousand direct to mason transasia two two two                           |
| 18 | 02 | 20.5              | CAM    | (ATIS information lima)                                                                 |
| 18 | 02 | 25.8              | APP    | (與其他航機對話)                                                                               |
| 18 | 02 | 39.5              | APP    | (與立榮 647 對話)                                                                            |
| 18 | 02 | 44.1              | OTH    | (立榮 647 與 ATC 對話)                                                                       |
| 18 | 03 | 00.3              | CAM-2  | 好 information lima                                                                      |
| 18 | 03 | 02.4              | CAM    | 嘟 (無線電波道切換提醒聲響)                                                                         |
| 18 | 03 | 03.2              | CAM-2  | lima 還是一樣 能見度八百                                                                         |
| 18 | 03 | 05.0              | OTH    | (華信 786 與 ATC 對話)                                                                       |
| 18 | 03 | 11.6              | APP    | (與華信 786 對話)                                                                            |
| 18 | 03 | 15.0              | OTH    | (華信 786 與 ATC 對話)                                                                       |
| 18 | 03 | 17.5              | APP    | (與華信 786 對話)                                                                            |
| 18 | 03 | 19.6              | OTH    | (華信 786 與 ATC 對話)                                                                       |
| 18 | 03 | 21.9              | APP    | (與立榮 6295 對話)                                                                           |
| 18 | 03 | 29.0              | APP    | (與立榮 6295 對話)                                                                           |
| 18 | 03 | 39.4              | APP    | (與立榮 647 對話)                                                                            |
| 18 | 03 | 44.1              | OTH    | (立榮 647 與 ATC 對話)                                                                       |
| 18 | 03 | 46.7              | APP    | (與立榮 647 對話)                                                                            |
| 18 | 03 | 50.3              | OTH    | (立榮 647 與 ATC 對話)                                                                       |
| 18 | 03 | 52.4              | APP    | transasia two two two information lima                                                  |
| 18 | 03 | 54.6              | RDO-2  | good day information lima transasia two two two 謝謝                                      |
| 18 | 03 | 58.9              | CAM-2  | lima                                                                                    |
| 18 | 03 | 59.7              | CAM-1  | 喔 lima                                                                                  |
| 18 | 04 | 01.3              | OTH    | (復興 2093 與 ATC 對話)                                                                      |
| 18 | 04 | 05.6              | APP    | (與復興 2093 對話)                                                                           |
| 18 | 04 | 05.7              | CAM-1  | (咳嗽聲)                                                                                   |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                                                                                                           |
|----|----|-------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 18 | 04 | 10.7              | OTH    | (復興 2093 與 ATC 對話)                                                                                                                |
| 18 | 04 | 14.3              | APP    | transasia two two two descend and maintain six thousand<br>transasia two two two                                                  |
| 18 | 04 | 14.4              | CAM-1  | 嘿呀                                                                                                                                |
| 18 | 04 | 18.9              | RDO-2  | descend and maintain six thousand transasia two two two                                                                           |
| 18 | 04 | 20.6              | PA-1   | 各位女士各位先生 下午好 這是機長報告 歡迎您搭乘本班機從高雄到澎湖 目前通過台南外海 飛行高度七千英尺 平均速度每小時 欸 三百公里 因為馬公 現在目前的天氣是低於起降 我們預計在馬公的北面待命 有進一步的天氣消息我們會再向您報告 祝您身體 身體健康 謝謝 |
| 18 | 04 | 24.7              | CAM    | (高度提示聲響)                                                                                                                          |
| 18 | 04 | 26.4              | CAM-2  | one thousand to go                                                                                                                |
| 18 | 04 | 29.5              | APP    | (與其他航機對話)                                                                                                                         |
| 18 | 04 | 55.9              | APP    | (與立榮 647 對話)                                                                                                                      |
| 18 | 04 | 57.7              | CAM-2  | 航向保持六千 ...速度在一百八                                                                                                                  |
| 18 | 04 | 58.6              | OTH    | (立榮 647 與 ATC 對話)                                                                                                                 |
| 18 | 05 | 01.1              | CAM-1  | 好                                                                                                                                 |
| 18 | 05 | 01.8              | CAM-2  | no change                                                                                                                         |
| 18 | 05 | 03.7              | CAM-1  | yah i have control                                                                                                                |
| 18 | 05 | 04.5              | CAM-2  | you have control                                                                                                                  |
| 18 | 05 | 05.0              | APP    | (與立榮 647 對話)                                                                                                                      |
| 18 | 05 | 08.1              | OTH    | (立榮 647 與 ATC 對話)                                                                                                                 |
| 18 | 05 | 13.3              | APP    | (與立榮 647 對話)                                                                                                                      |
| 18 | 05 | 15.3              | OTH    | (立榮 647 與 ATC 對話)                                                                                                                 |
| 18 | 05 | 18.8              | APP    | (與立榮 6295 對話)                                                                                                                     |
| 18 | 05 | 23.5              | CAM-1  | 兩兩九 啊 平行 平行加入好了喔                                                                                                                  |
| 18 | 05 | 25.2              | OTH    | (立榮 6295 與 ATC 對話)                                                                                                                |
| 18 | 05 | 31.7              | CAM-2  | 兩兩九                                                                                                                               |
| 18 | 05 | 31.9              | APP    | (與立榮 6295 對話)                                                                                                                     |
| 18 | 05 | 38.0              | OTH    | (立榮 6295 與 ATC 對話)                                                                                                                |
| 18 | 05 | 46.9              | OTH    | (立榮 786 與 ATC 對話)                                                                                                                 |
| 18 | 05 | 51.5              | APP    | (與立榮 786 對話)                                                                                                                      |
| 18 | 05 | 54.4              | OTH    | (立榮 786 與 ATC 對話)                                                                                                                 |
| 18 | 05 | 57.2              | CAM    | (高度提示聲響)                                                                                                                          |
| 18 | 05 | 59.7              | PA-1   | cabin crew turbulence                                                                                                             |
| 18 | 06 | 01.4              | OTH    | (復興 2093 與 ATC 對話)                                                                                                                |
| 18 | 06 | 04.9              | APP    | (與復興 2093 對話)                                                                                                                     |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                 |
|----|----|-------------------|--------|-------------------------|
| 18 | 06 | 07.5              | OTH    | (復興 2093 與 ATC 對話)      |
| 18 | 06 | 08.5              | PA-4   | (客艙廣播至 1806:30.1)       |
| 18 | 06 | 11.5              | CAM-2  | 這個 有紫色的                 |
| 18 | 06 | 13.5              | CAM-1  | 欸奇怪怎麼 看起來沒看到東西啊         |
| 18 | 06 | 16.8              | CAM-2  | 對啊                      |
| 18 | 06 | 19.3              | CAM-2  | altitude star           |
| 18 | 06 | 20.5              | CAM-1  | check set               |
| 18 | 06 | 24.2              | OTH    | (華信 786 與 ATC 對話)       |
| 18 | 06 | 27.8              | APP    | (與華信 786 對話)            |
| 18 | 06 | 30.8              | OTH    | (華信 786 與 ATC 對話)       |
| 18 | 06 | 38.7              | CAM-2  | altitude capture 六千     |
| 18 | 06 | 41.0              | CAM-1  | check                   |
| 18 | 06 | 47.2              | CAM    | (不明聲響)                  |
| 18 | 06 | 50.7              | CAM-1  | 欸 (咳嗽聲)                 |
| 18 | 07 | 04.2              | OTH    | (華信 786 與 ATC 對話)       |
| 18 | 07 | 08.4              | APP    | (與華信 786 對話)            |
| 18 | 07 | 10.9              | OTH    | (華信 786 與 ATC 對話)       |
| 18 | 07 | 12.4              | APP    | (與華信 786 對話)            |
| 18 | 07 | 17.8              | OTH    | (華信 786 與 ATC 對話)       |
| 18 | 07 | 21.5              | APP    | (與華信 786 對話)            |
| 18 | 07 | 24.1              | OTH    | (華信 786 與 ATC 對話)       |
| 18 | 07 | 29.8              | APP    | (與立榮 647 對話)            |
| 18 | 07 | 33.0              | OTH    | (立榮 647 與 ATC 對話)       |
| 18 | 07 | 36.3              | APP    | (與立榮 647 對話)            |
| 18 | 07 | 55.1              | CAM-1  | 嗯                       |
| 18 | 08 | 06.1              | APP    | (與遠東 3055 對話)           |
| 18 | 08 | 32.6              | CAM-1  | (咳嗽聲)                   |
| 18 | 08 | 38.0              | CAM-1  | 剛剛看 mason 還不錯 怎麼* 吹過來了  |
| 18 | 08 | 41.2              | CAM-2  | 風吹進來嘛                   |
| 18 | 08 | 42.1              | CAM-1  | 喔                       |
| 18 | 09 | 01.4              | APP    | (與立榮 692 對話)            |
| 18 | 09 | 05.3              | OTH    | (立榮 692 與 ATC 對話)       |
| 18 | 09 | 08.3              | APP    | (與立榮 692 對話)            |
| 18 | 09 | 11.3              | OTH    | (立榮 692 與 ATC 對話)       |
| 18 | 09 | 14.8              | APP    | (與立榮 692 對話)            |
| 18 | 09 | 19.0              | OTH    | (立榮 692 與 ATC 對話)       |
| 18 | 09 | 31.6              | CAM-2  | 喔兩兩九                    |
| 18 | 09 | 32.7              | CAM-1  | 喔來我們請求那個航向三兩洞加入那個馬公的兩洞么 |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                                                                                                                             |
|----|----|-------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |    |                   |        | 的十三哩 待命 好就                                                                                                                                          |
| 18 | 09 | 39.1              | CAM-2  | okay                                                                                                                                                |
| 18 | 09 | 40.5              | APP    | (與遠東 3055 對話)                                                                                                                                       |
| 18 | 09 | 46.5              | RDO-2  | transasia two two two request heading tree two zero and join correction tree one zero turn left heading and join magong two zero one one tree d-m-e |
| 18 | 09 | 50.3              | CAM-1  | tree one zero                                                                                                                                       |
| 18 | 10 | 01.5              | APP    | transasia two two two approved as requested                                                                                                         |
| 18 | 10 | 05.0              | CAM-2  | 三么洞                                                                                                                                                 |
| 18 | 10 | 05.1              | APP    | (與遠東 3055 對話)                                                                                                                                       |
| 18 | 10 | 06.7              | CAM-1  | 三么洞                                                                                                                                                 |
| 18 | 10 | 15.2              | CAM-2  | 啊                                                                                                                                                   |
| 18 | 10 | 15.8              | APP    | (與遠東 3055 對話)                                                                                                                                       |
| 18 | 10 | 17.7              | CAM-1  | 啊啊 * 我好累啊                                                                                                                                           |
| 18 | 10 | 28.4              | CAM-2  | 教官那要在這邊做                                                                                                                                            |
| 18 | 10 | 30.4              | CAM-1  | 對                                                                                                                                                   |
| 18 | 10 | 30.9              | CAM-2  | right orbit 還是 left orbit                                                                                                                           |
| 18 | 10 | 32.5              | CAM-1  | 沒有沒有 那個 這麼做 做做 右轉的 待命航線                                                                                                                             |
| 18 | 10 | 37.3              | CAM-2  | okay                                                                                                                                                |
| 18 | 10 | 38.2              | APP    | (與立榮 692 對話)                                                                                                                                        |
| 18 | 10 | 40.5              | CAM-2  | 兩洞么                                                                                                                                                 |
| 18 | 10 | 44.2              | OTH    | (立榮 692 與 ATC 對話)                                                                                                                                   |
| 18 | 10 | 51.1              | RDO-2  | transasia two two two ah request magong two zero one one tree d-m-e right pattern                                                                   |
| 18 | 10 | 59.7              | APP    | transasia two two two approved as requested                                                                                                         |
| 18 | 11 | 02.0              | RDO-2  | thank you                                                                                                                                           |
| 18 | 11 | 03.0              | CAM-1  | 唉                                                                                                                                                   |
| 18 | 11 | 04.5              | APP    | (與復興 2093 對話)                                                                                                                                       |
| 18 | 11 | 08.3              | OTH    | (復興 2093 與 ATC 對話)                                                                                                                                  |
| 18 | 11 | 11.6              | CAM-2  | 噢加入我跟他報                                                                                                                                             |
| 18 | 11 | 13.4              | CAM-1  | 好                                                                                                                                                   |
| 18 | 11 | 16.7              | RDO-2  | transasia two two two join uh holding pattern request five mile leg                                                                                 |
| 18 | 11 | 17.7              | CAM-1  | 嗯                                                                                                                                                   |
| 18 | 11 | 21.3              | APP    | transasia two two two approved as requested                                                                                                         |
| 18 | 11 | 23.5              | CAM-1  | 對                                                                                                                                                   |
| 18 | 11 | 23.9              | RDO-2  | thank you transasia two two two                                                                                                                     |
| 18 | 11 | 25.4              | APP    | (與其他航機對話)                                                                                                                                           |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                          |
|----|----|-------------------|--------|----------------------------------|
| 18 | 11 | 25.4              | CAM-2  | 好                                |
| 18 | 11 | 36.6              | CAM-1  | 嗯                                |
| 18 | 11 | 42.1              | CAM-1  | 噢 一下子就吹掉                         |
| 18 | 11 | 46.0              | CAM-2  | 嗯                                |
| 18 | 11 | 47.4              | APP    | (與其他航機對話)                        |
| 18 | 11 | 50.7              | CAM-2  | 五哩的 leg                          |
| 18 | 11 | 52.1              | CAM-1  | 唉                                |
| 18 | 11 | 53.7              | APP    | (與遠東 3055 對話)                    |
| 18 | 12 | 08.5              | CAM-1  | 啊 十三哩三千 五哩的兩千                    |
| 18 | 12 | 13.1              | CAM-2  | 么八 么八也是五哩                        |
| 18 | 12 | 15.0              | CAM-1  | 嗯 嗯啊                             |
| 18 | 12 | 16.3              | CAM-2  | 沒有我說我們 holding 的話是 十 十八哩的時候再右轉回來 |
| 18 | 12 | 16.5              | APP    | (與復興 5133 對話)                    |
| 18 | 12 | 24.9              | CAM-1  | 唉 兩洞么噢                           |
| 18 | 12 | 27.9              | CAM-2  | course 是兩洞么                      |
| 18 | 12 | 29.1              | CAM-1  | 好 洞兩 這是洞兩么的噢                     |
| 18 | 12 | 31.7              | CAM-2  | 教官 我現在先設 兩洞么 因為我們現在是風修嘛<br>噢     |
| 18 | 12 | 34.5              | CAM-1  | 好                                |
| 18 | 12 | 35.2              | CAM-2  | 我們現在做風修啊                         |
| 18 | 12 | 39.3              | CAM-1  | 欸                                |
| 18 | 12 | 43.4              | CAM-1  | 喔這樣喔                             |
| 18 | 12 | 54.0              | CAM-2  | 等一下要轉到 多少 兩三么吧 風那麼大              |
| 18 | 13 | 04.3              | CAM-1  | 嗯                                |
| 18 | 13 | 12.2              | CAM-2  | 好教官五哩到                           |
| 18 | 13 | 14.2              | CAM-1  | 好                                |
| 18 | 13 | 25.7              | APP    | (與立榮 6295 對話)                    |
| 18 | 13 | 34.7              | APP    | (與立榮 6295 對話)                    |
| 18 | 13 | 38.1              | CAM-2  | 兩三么 我看看                          |
| 18 | 13 | 50.2              | APP    | (與遠東 3055 對話)                    |
| 18 | 14 | 12.8              | APP    | (與華信 786 對話)                     |
| 18 | 14 | 24.0              | OTH    | (華信 786 與 ATC 對話)                |
| 18 | 14 | 29.5              | APP    | (與華信 786 對話)                     |
| 18 | 14 | 31.4              | OTH    | (華信 786 與 ATC 對話)                |
| 18 | 14 | 36.4              | APP    | (與復興 2093 對話)                    |
| 18 | 14 | 40.9              | OTH    | (復興 2093 與 ATC 對話)               |
| 18 | 14 | 43.6              | APP    | (與立榮 6295 對話)                    |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                 |
|----|----|-------------------|--------|-----------------------------------------|
| 18 | 14 | 53.9              | CAM-1  | 看一下                                     |
| 18 | 15 | 02.6              | CAM-2  | 快要 嗯 thunderstorm 快要吹過來了                |
| 18 | 15 | 06.0              | CAM-1  | 喔                                       |
| 18 | 15 | 06.6              | CAM-2  | 對啊所以馬公 可能我們就第一架下去了                      |
| 18 | 15 | 12.3              | CAM-1  | 嗯啊                                      |
| 18 | 15 | 13.9              | OTH    | (華信 786 與 ATC 對話)                       |
| 18 | 15 | 19.7              | APP    | (與華信 786 對話)                            |
| 18 | 15 | 25.6              | OTH    | (華信 786 與 ATC 對話)                       |
| 18 | 15 | 34.0              | APP    | (與復興 5133 對話)                           |
| 18 | 15 | 37.0              | OTH    | (長榮航機間通話)                               |
| 18 | 15 | 41.5              | OTH    | (其他航機通聯)                                |
| 18 | 15 | 48.2              | OTH    | (其他航機通聯)                                |
| 18 | 15 | 52.8              | OTH    | (其他航機通聯)                                |
| 18 | 15 | 57.9              | CAM-1  | 躲它一下好了                                  |
| 18 | 15 | 58.3              | OTH    | (其他航機通聯)                                |
| 18 | 15 | 59.9              | CAM-2  | 抄收                                      |
| 18 | 16 | 01.4              | APP    | (與立榮 786 對話)                            |
| 18 | 16 | 03.2              | CAM-2  | 那我們剛好跟他錯開啊 右邊這一塊剛好錯開                    |
| 18 | 16 | 07.1              | CAM-1  | 喔                                       |
| 18 | 16 | 07.8              | CAM-2  | 對啊                                      |
| 18 | 16 | 18.4              | APP    | (與遠東 3055 對話)                           |
| 18 | 16 | 20.5              | OTH    | (長榮 758 與 ATC 對話)                       |
| 18 | 16 | 22.2              | APP    | (與遠東 3055 對話)                           |
| 18 | 16 | 28.6              | APP    | (與遠東 3055 對話)                           |
| 18 | 16 | 36.5              | CAM-1  | 來問一下天氣有沒有轉好 我們請求繼續進場                    |
| 18 | 16 | 41.5              | CAM-1  | 有沒有 tempo 喔                             |
| 18 | 16 | 42.8              | APP    | (與華信 786 對話)                            |
| 18 | 16 | 43.5              | CAM-2  | 好                                       |
| 18 | 16 | 46.5              | OTH    | (華信 786 與 ATC 對話)                       |
| 18 | 16 | 50.4              | RDO-2  | 高雄復興兩兩兩 嗯 check 馬公天氣是否好轉可以的話<br>我們就申請進場 |
| 18 | 16 | 54.4              | CAM-1  | tempo 的天氣                               |
| 18 | 16 | 55.9              | APP    | 好的我幫你申我幫你詢問一下                           |
| 18 | 16 | 58.1              | CAM-1  | 短暫的好天氣                                  |
| 18 | 17 | 00.5              | CAM-2  | 好                                       |
| 18 | 17 | 15.4              | APP    | (與遠東 3055 對話)                           |
| 18 | 17 | 20.4              | OTH    | (長榮 758 與 ATC 對話)                       |
| 18 | 17 | 29.9              | CAM-2  | 好教官十三哩到 我們 要再轉一個 holding 喔              |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                                 |
|----|----|-------------------|--------|---------------------------------------------------------|
| 18 | 17 | 35.1              | CAM-1  | 對啊那呢要轉 那就左轉喔                                            |
| 18 | 17 | 38.3              | CAM-2  | 左轉 orbit                                                |
| 18 | 17 | 39.6              | CAM-1  | 好                                                       |
| 18 | 17 | 40.8              | RDO-2  | transasia two two two request left turn orbit one orbit |
| 18 | 17 | 45.3              | APP    | transasia two two two approved as requested             |
| 18 | 17 | 48.1              | RDO-2  | left turn one orbit transasia two two two               |
| 18 | 17 | 50.2              | CAM-2  | 好左轉 one orbit                                           |
| 18 | 17 | 56.4              | CAM-1  | 看樣子啊 看 看起來都已經好了                                         |
| 18 | 17 | 58.8              | CAM-2  | 要過了啊                                                    |
| 18 | 17 | 59.9              | APP    | (與遠東 3055 對話)                                           |
| 18 | 18 | 04.1              | CAM-2  | 教官我聽一下好了                                                |
| 18 | 18 | 05.4              | CAM-1  | 好                                                       |
| 18 | 18 | 06.5              | CAM    | 嘟 (無線電波道切換提醒聲響)                                         |
| 18 | 18 | 06.6              | CAM    | (ATIS information lima)                                 |
| 18 | 18 | 08.1              | APP    | (與遠東 3055 對話)                                           |
| 18 | 18 | 12.3              | CAM-2  | 還是 lima 沒變                                              |
| 18 | 18 | 16.3              | APP    | (與遠東 3055 對話)                                           |
| 18 | 18 | 20.9              | CAM    | 嘟 (無線電波道切換提醒聲響)                                         |
| 18 | 18 | 21.7              | CAM-2  | 教官 lima 沒變                                              |
| 18 | 18 | 23.1              | CAM-1  | 喔喔                                                      |
| 18 | 18 | 24.4              | CAM-2  | 嗯討厭耶                                                    |
| 18 | 18 | 40.5              | B7 647 | approach 立榮 嗯 六四拐請問現在要往 馬公的航機<br>有幾架在待命                 |
| 18 | 18 | 46.1              | APP    | 有四架 包含您是四架 您是第一架                                        |
| 18 | 18 | 49.5              | B7 647 | 了解                                                      |
| 18 | 18 | 51.4              | APP    | 教官請問您的意向                                                |
| 18 | 18 | 54.0              | B7 647 | 要等你們給我們天氣我們再做判斷                                         |
| 18 | 18 | 56.8              | APP    | 好的我們已經請塔台去 詢問了謝謝                                        |
| 18 | 19 | 00.4              | CAM-2  | 天氣 天氣都不好 (笑聲)                                           |
| 18 | 19 | 00.5              | B7 647 | 謝謝                                                      |
| 18 | 19 | 21.3              | APP    | (與華信 786 對話)                                            |
| 18 | 19 | 25.1              | OTH    | (華信 786 與 ATC 對話)                                       |
| 18 | 19 | 29.4              | APP    | (與華信 786 對話)                                            |
| 18 | 19 | 32.4              | OTH    | (華信 786 與 ATC 對話)                                       |
| 18 | 19 | 35.5              | APP    | (與華信 786 對話)                                            |
| 18 | 19 | 44.4              | CAM-2  | 那要轉多少                                                   |
| 18 | 19 | 46.3              | CAM    | 嘟 (無線電波道切換提醒聲響)                                         |
| 18 | 19 | 46.9              | CAM-2  | 好                                                       |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                                                           |
|----|----|-------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 18 | 19 | 47.6              | CAM-1  | 守聽一下                                                                              |
| 18 | 19 | 48.6              | CAM-2  | okay                                                                              |
| 18 | 19 | 52.3              | APP    | (與遠東 3055 對話)                                                                     |
| 18 | 19 | 57.1              | CAM-1  | 唉                                                                                 |
| 18 | 19 | 58.2              | APP    | (與遠東 3055 對話)                                                                     |
| 18 | 20 | 14.5              | APP    | (與遠東 3055 對話)                                                                     |
| 18 | 20 | 35.5              | CAM-1  | 那就這樣亂轉喔 躲天氣就亂轉囉                                                                   |
| 18 | 20 | 39.1              | CAM-2  | 反正 orbit 就是我們的啊 這個空域都是我們的啊                                                        |
| 18 | 20 | 42.0              | CAM-1  | 好                                                                                 |
| 18 | 20 | 51.1              | CAM-1  | 看樣子是蠻好的                                                                           |
| 18 | 20 | 54.5              | CAM-2  | 嗯                                                                                 |
| 18 | 20 | 59.5              | CAM-1  | 嗯好                                                                                |
| 18 | 20 | 59.9              | APP    | (與復興 5133 對話)                                                                     |
| 18 | 21 | 01.7              | CAM-2  | 快過完了啊 那個 thunderstorm 就快過完了                                                       |
| 18 | 21 | 04.7              | CAM-1  | 對啊                                                                                |
| 18 | 21 | 12.8              | APP    | (與華信 786 對話)                                                                      |
| 18 | 21 | 17.5              | CAM-2  | 繼續跟他要嗎 繼續跟他要 orbit 喔                                                              |
| 18 | 21 | 18.0              | OTH    | (華信 786 與 ATC 對話)                                                                 |
| 18 | 21 | 23.1              | CAM-1  | 嗯對                                                                                |
| 18 | 21 | 25.9              | RDO-2  | transasia two two two ah request left orbit at two zero one radial one tree d-m-e |
| 18 | 21 | 33.3              | APP    | confirm transasia two two two                                                     |
| 18 | 21 | 34.8              | RDO-2  | affirmative                                                                       |
| 18 | 21 | 35.7              | APP    | transasia two two two approved as requested                                       |
| 18 | 21 | 37.6              | RDO-2  | thank you transasia two two two                                                   |
| 18 | 21 | 39.1              | CAM-2  | 好 我們就在這邊么三 么三 么 么三哩                                                               |
| 18 | 21 | 39.2              | APP    | 立榮六四拐高雄                                                                           |
| 18 | 21 | 41.4              | B7 647 | 嗯請講                                                                               |
| 18 | 21 | 42.4              | APP    | 教官塔臺報告雷雨大概還要持續一個小時 嗯能見度我們還在詢問                                                     |
| 18 | 21 | 50.0              | B7 647 | 好謝謝                                                                               |
| 18 | 21 | 51.3              | APP    | 復興兩兩兩教官 confirm 你抄收                                                               |
| 18 | 21 | 54.3              | RDO-2  | 抄收復興兩兩兩                                                                           |
| 18 | 21 | 56.8              | CAM-2  | 唉一個小時                                                                             |
| 18 | 21 | 57.4              | APP    | (與遠東 3055 對話)                                                                     |
| 18 | 21 | 59.7              | APP    | (與復興 5133 對話)                                                                     |
| 18 | 22 | 05.9              | APP    | (與復興 5133 對話)                                                                     |
| 18 | 22 | 10.8              | APP    | (與復興 5133 對話)                                                                     |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                                                 |
|----|----|-------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------|
| 18 | 22 | 11.7              | APP    | (與遠東 3055 對話)                                                           |
| 18 | 22 | 15.9              | APP    | (與遠東 3055 對話)                                                           |
| 18 | 22 | 20.0              | CAM-2  | 好 ... 那我們轉囉 orbit                                                       |
| 18 | 22 | 22.1              | CAM-1  | 好                                                                       |
| 18 | 22 | 30.1              | RDO-1  | 嗯復興兩兩兩請問有沒有短暫的好天氣                                                       |
| 18 | 22 | 34.9              | APP    | 教官我們正在問如果有我們馬上跟您報                                                       |
| 18 | 22 | 38.1              | RDO-1  | 好謝謝                                                                     |
| 18 | 22 | 39.2              | APP    | 不客氣                                                                     |
| 18 | 22 | 58.4              | CAM-1  | 唉唉唉                                                                     |
| 18 | 23 | 31.7              | CAM-1  | 唉唉唉                                                                     |
| 18 | 23 | 48.1              | CAM-2  | 那我看一下距離喔                                                                |
| 18 | 24 | 07.1              | CAM-2  | 對啊應該都已經開了啊                                                              |
| 18 | 24 | 08.9              | CAM-1  | 嘿壓                                                                      |
| 18 | 24 | 09.1              | CAM-2  | *怎麼又來了                                                                  |
| 18 | 24 | 33.3              | CAM-1  | 唉 (咳嗽聲)                                                                 |
| 18 | 24 | 44.1              | CAM-1  | 沒有了嗎                                                                    |
| 18 | 24 | 45.7              | CAM-2  | 沒有了                                                                     |
| 18 | 24 | 48.3              | CAM-1  | 應該好了                                                                    |
| 18 | 24 | 51.7              | CAM-1  | 唉唷                                                                      |
| 18 | 25 | 06.6              | CAM-2  | 唉                                                                       |
| 18 | 25 | 17.3              | APP    | (與其他航機對話)                                                               |
| 18 | 25 | 21.5              | APP    | (與其他航機對話)                                                               |
| 18 | 25 | 25.1              | APP    | (與遠東 3055 對話)                                                           |
| 18 | 25 | 30.4              | CAM-2  | (笑聲) ...拐千隨便你了 (笑聲)                                                     |
| 18 | 25 | 36.3              | APP    | (與其他航機對話)                                                               |
| 18 | 25 | 57.4              | CAM-1  | 唉 ... 好了                                                                |
| 18 | 26 | 25.4              | CAM-1  | ...                                                                     |
| 18 | 27 | 04.4              | CAM-2  | 要接上嗎                                                                    |
| 18 | 27 | 05.6              | CAM-1  | 啊 等一下喔                                                                  |
| 18 | 27 | 07.3              | CAM-2  | 好                                                                       |
| 18 | 27 | 12.1              | CAM-2  | 還是要問馬公 tower                                                            |
| 18 | 27 | 19.3              | CAM-1  | 好我來問他                                                                   |
| 18 | 27 | 20.2              | CAM-2  | 好教官                                                                     |
| 18 | 27 | 23.9              | RDO-1  | 馬公塔台復興兩兩兩 請問有沒有短暫好天氣 我們看起來還不錯啊                                          |
| 18 | 27 | 38.2              | TWR_M  | 復興兩兩兩塔台 欸教官我們剛剛在跟天氣室作天氣的確認 目前的預報是 數 能見度的數值應該會維持八百 那地面風的狀況 十分鐘平均風力 是風向風速 |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                                                                                                                                                           |
|----|----|-------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |    |                   |        | 是兩兩洞的么拐湮 最大兩拐湮 洞兩跑道頭的即時風向風速是兩么洞的六湮 最大么么湮 兩洞頭的即時風速是兩洞洞的么兩湮最大么六湮                                                                                                                    |
| 18 | 27 | 38.4              | APP    | 高雄 approach 廣播 馬公預報長報告十到 十 二十分鐘 能見度會好一點但是... 洞兩跑道的風會兩么洞風的五湮 最大風么么湮 兩洞跑道的風么九洞風的么么湮 最大風么五湮 confirm 抄收 立榮六四拐                                                                         |
| 18 | 28 | 05.0              | APP    | glory six four seven 高雄                                                                                                                                                           |
| 18 | 28 | 07.5              | B7 647 | 六四拐回答 請問洞兩的跑道 洞兩的跑道風向風速再報一次                                                                                                                                                       |
| 18 | 28 | 12.0              | APP    | 洞兩跑道風 兩么洞風五湮最大么么湮 兩洞跑道風么九洞風么么湮最大么五湮                                                                                                                                               |
| 18 | 28 | 18.6              | RDO-1  | 抄收謝謝                                                                                                                                                                              |
| 18 | 28 | 20.2              | TWR M  | 教官不會                                                                                                                                                                              |
| 18 | 28 | 21.9              | CAM-2  | 好教官切過去囉                                                                                                                                                                           |
| 18 | 28 | 22.5              | B7 647 | 那他現在能見度 他沒有報能見度嗎                                                                                                                                                                  |
| 18 | 28 | 24.3              | CAM    | 嘟 (無線電波道切換提醒聲響)                                                                                                                                                                   |
| 18 | 28 | 25.6              | APP    | 他們 預報長說不會調整數值 但是他說天氣會好一點點                                                                                                                                                         |
| 18 | 28 | 25.9              | CAM-2  | 都在八百                                                                                                                                                                              |
| 18 | 28 | 32.2              | B7 647 | 那現在數值多少                                                                                                                                                                           |
| 18 | 28 | 34.0              | CAM-2  | 八百                                                                                                                                                                                |
| 18 | 28 | 34.2              | APP    | 現在 我幫你查一下                                                                                                                                                                         |
| 18 | 28 | 37.1              | CAM-2  | 還是八百                                                                                                                                                                              |
| 18 | 28 | 42.6              | APP    | 立榮六四拐 教官 現在 馬公的 metar 報告能見度是八百公尺                                                                                                                                                  |
| 18 | 28 | 58.1              | RDO-1  | approach 兩兩兩 請問那個洞兩跑道的 跑道頭風向風速                                                                                                                                                    |
| 18 | 29 | 04.8              | APP    | 嗯 洞兩 洞兩的風兩么洞風的五湮 最大么么湮 兩洞跑道么九洞風么么湮 最大么五湮                                                                                                                                          |
| 18 | 29 | 15.2              | CAM-1  | 抄收了嗎 洞兩跑道                                                                                                                                                                         |
| 18 | 29 | 18.0              | RDO-2  | please say again 復興兩兩兩                                                                                                                                                            |
| 18 | 29 | 20.6              | APP    | transasia two two two runway zero two wind two one zero degrees five knots maximum one one knots runway two zero wind one niner zero degrees one one knots maximum one five knots |
| 18 | 29 | 32.4              | RDO-2  | copy standby transasia two two two                                                                                                                                                |
| 18 | 29 | 34.7              | CAM-2  | 那我猜一下 i-l-s 洞兩的能見度                                                                                                                                                                |
| 18 | 29 | 38.3              | B7 647 | 高雄 approach glory 六四拐 請求雷達引導 i-l-s 洞兩跑                                                                                                                                            |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                                                      |
|----|----|-------------------|--------|------------------------------------------------------------------------------|
|    |    |                   |        | 道進場                                                                          |
| 18 | 29 | 39.4              | CAM-1  | 那就可以                                                                         |
| 18 | 29 | 39.8              | CAM-2  | 能見度八百可以 洞兩可以                                                                 |
| 18 | 29 | 44.3              | CAM-2  | 真敢 * 他們要下了                                                                   |
| 18 | 29 | 44.8              | APP    | 我幫你申請一下                                                                      |
| 18 | 29 | 46.4              | CAM-2  | 被他們搶了 教官那我們也要喔                                                               |
| 18 | 29 | 46.7              | B7 647 | 好                                                                            |
| 18 | 29 | 48.3              | CAM-1  | 好                                                                            |
| 18 | 29 | 50.3              | RDO-2  | 高雄 transasia two two two request radar vector to i-l-s runway zero two       |
| 18 | 29 | 55.4              | APP    | transasia two two two roger standby for coordination with magong tower       |
| 18 | 29 | 59.8              | RDO-2  | thank you standby transasia two two two continue left orbit                  |
| 18 | 30 | 03.4              | CAM-1  | (咳嗽聲)                                                                        |
| 18 | 30 | 03.5              | APP    | roger                                                                        |
| 18 | 30 | 04.6              | CAM-2  | 教官我們繼續轉 orbit 吧                                                              |
| 18 | 30 | 06.3              | CAM-1  | 好                                                                            |
| 18 | 30 | 08.1              | CAM-2  | 他在聯絡塔台幫我們帶                                                                   |
| 18 | 30 | 10.2              | CAM-1  | 好的                                                                           |
| 18 | 30 | 11.0              | CAM-2  | 兩么洞五哩 maximum 么么 尾風沒超限                                                       |
| 18 | 30 | 14.5              | CAM-1  | 好                                                                            |
| 18 | 30 | 15.1              | CAM-2  | 能見度八百 i-l-s 洞兩可以下                                                            |
| 18 | 30 | 17.5              | CAM-1  | 好                                                                            |
| 18 | 30 | 35.1              | CAM-2  | (咳嗽聲)                                                                        |
| 18 | 30 | 38.3              | CAM-1  | 請求航向么八洞向南飛                                                                   |
| 18 | 30 | 41.9              | RDO-2  | transasia two two two request heading one eight zero and to south            |
| 18 | 30 | 46.9              | APP    | transasia two two two roger approved as requested and heading one eight zero |
| 18 | 30 | 51.1              | RDO-2  | heading one eight zero transasia two two two                                 |
| 18 | 30 | 53.6              | CAM-2  | 航向么八洞許可                                                                      |
| 18 | 30 | 54.8              | CAM-1  | 好的                                                                           |
| 18 | 30 | 56.6              | CAM-1  | 嗯 落地是 ...                                                                    |
| 18 | 30 | 58.7              | CAM-2  | 一樣 落地是用洞八么三三六六么 我們現在尾風不加了                                                    |
| 18 | 31 | 03.6              | CAM-1  | 好                                                                            |
| 18 | 31 | 37.8              | CAM-1  | 請求么六洞 唉                                                                      |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                                                           |
|----|----|-------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 18 | 31 | 39.7              | CAM-2  | 么六洞                                                                               |
| 18 | 31 | 40.6              | CAM-1  | 嘿么六洞                                                                              |
| 18 | 31 | 42.1              | RDO-2  | transasia two two two request heading turn left one six zero                      |
| 18 | 31 | 46.9              | APP    | transasia two two two heading one six zero approved                               |
| 18 | 31 | 49.5              | RDO-2  | one six zero thank you transasia two two two                                      |
| 18 | 31 | 52.3              | APP    | transasia two two two any deviation is approved maintain ah maintain six thousand |
| 18 | 31 | 57.6              | RDO-2  | maintain six thousand thank you transasia two two two                             |
| 18 | 32 | 00.2              | APP    | welcome sir                                                                       |
| 18 | 32 | 01.3              | CAM-2  | 好 隨便我們飛啦 六千保持就好了                                                                  |
| 18 | 32 | 03.9              | CAM-1  | 好                                                                                 |
| 18 | 32 | 07.2              | CAM-2  | 教官打一個 q-c 洞兩 a 下去了                                                                |
| 18 | 32 | 09.3              | CAM-1  | 好                                                                                 |
| 18 | 32 | 12.8              | CAM-1  | 好 航向么八洞啊                                                                          |
| 18 | 32 | 14.4              | CAM-2  | 隨便 他說隨便了                                                                          |
| 18 | 32 | 15.2              | CAM-1  | 隨便 隨便喔                                                                            |
| 18 | 32 | 16.5              | CAM-2  | 他說隨便了 any deviation (笑聲)                                                          |
| 18 | 32 | 19.7              | CAM-1  | (咳嗽聲)                                                                             |
| 18 | 32 | 21.1              | CAM-1  | a-d-m ...                                                                         |
| 18 | 32 | 22.9              | CAM-2  | 啊                                                                                 |
| 18 | 32 | 23.2              | CAM-1  | 他說怎麼樣                                                                             |
| 18 | 32 | 24.0              | CAM-2  | 他說 any deviation                                                                  |
| 18 | 32 | 25.4              | CAM-1  | any deviation...                                                                  |
| 18 | 32 | 26.3              | CAM-2  | any deviation approved maintain six thousand 就是隨便我們了                              |
| 18 | 32 | 27.2              | CAM-1  | 喔喔喔 好好好 okay 好                                                                    |
| 18 | 32 | 32.4              | CAM-2  | 因為他也懶得管了 反正現在這個空域沒有飛機了                                                            |
| 18 | 32 | 35.4              | CAM-1  | 喔                                                                                 |
| 18 | 32 | 39.6              | CAM-1  | 唉                                                                                 |
| 18 | 32 | 57.9              | CAM-2  | 教官現在變成那個風是小了嘛                                                                     |
| 18 | 33 | 00.2              | CAM-1  | 嘿啊                                                                                |
| 18 | 33 | 00.9              | CAM-2  | 對啊變成五哩了嘛                                                                          |
| 18 | 33 | 02.6              | CAM-1  | 嘿啊                                                                                |
| 18 | 33 | 02.7              | CAM-2  | maximum 十一啊 剛還在十七 gust 兩拐啊                                                        |
| 18 | 33 | 06.0              | CAM-1  | 喔                                                                                 |
| 18 | 33 | 06.6              | CAM-2  | 現在風都變小了                                                                           |
| 18 | 33 | 08.0              | CAM-1  | 喔                                                                                 |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                                                               |
|----|----|-------------------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 18 | 33 | 33.7              | B7 647 | kaohsiung approach glory six four seven how about the weather ... how about situation |
| 18 | 33 | 39.4              | APP    | 立榮六四拐教官還在詢問耶                                                                          |
| 18 | 33 | 42.2              | B7 647 | 嗯 okay                                                                                |
| 18 | 33 | 48.1              | CAM-2  | 風有了能見度八百 應該就可以了                                                                       |
| 18 | 34 | 00.7              | CAM-2  | (咳嗽聲)                                                                                 |
| 18 | 34 | 06.1              | CAM-1  | 洞兩兩喔 ...                                                                              |
| 18 | 34 | 07.3              | CAM-2  | 洞兩兩么洞九么                                                                               |
| 18 | 34 | 14.0              | CAM-1  | 是剛剛 現在到哪裡去了                                                                           |
| 18 | 34 | 23.7              | CAM-2  | 教官要放大一點看嗎                                                                             |
| 18 | 34 | 25.7              | CAM-1  | 啊                                                                                     |
| 18 | 34 | 26.5              | CAM-2  | 嗯嗯我說                                                                                  |
| 18 | 34 | 27.3              | CAM-1  | 哇* 這邊還有一架 * 拿四千的                                                                      |
| 18 | 34 | 29.5              | CAM-2  | 四千的 我說 range range 要不要放大一點 我看一下我們在哪裡                                                  |
| 18 | 34 | 35.6              | CAM-2  | 對啊                                                                                    |
| 18 | 34 | 36.7              | CAM-1  | 嘿啊                                                                                    |
| 18 | 34 | 40.5              | CAM-2  | 教官我這邊可以參考好了                                                                           |
| 18 | 34 | 42.1              | CAM-1  | 好 好                                                                                   |
| 18 | 34 | 44.3              | CAM-2  | 對                                                                                     |
| 18 | 34 | 48.6              | CAM-1  | 好                                                                                     |
| 18 | 34 | 51.3              | CAM-1  | 現在* 看一下地圖就知道啊                                                                         |
| 18 | 34 | 54.1              | CAM-2  | 教官等於是馬公在我們的右手邊啊                                                                       |
| 18 | 34 | 57.6              | CAM-1  | 喔                                                                                     |
| 18 | 34 | 58.5              | CAM-2  | 現在應該是 嗯差不多將近兩拐洞要九點鐘方向了馬公 v-o-r                                                        |
| 18 | 35 | 04.7              | CAM-1  | 喔                                                                                     |
| 18 | 35 | 10.0              | B7 647 | 高雄立榮六四拐 請問三洞分的馬公 那個 metar 是多少                                                         |
| 18 | 35 | 18.3              | APP    | 我幫你詢問一下                                                                               |
| 18 | 35 | 19.9              | B7 647 | 好                                                                                     |
| 18 | 35 | 25.1              | CAM-2  | 還沒有放嘛                                                                                 |
| 18 | 35 | 26.0              | CAM-1  | 嗯                                                                                     |
| 18 | 35 | 30.6              | CAM    | 嘟 (無線電波道切換提醒聲響)                                                                       |
| 18 | 35 | 30.7              | CAM    | (ATIS information lima)                                                               |
| 18 | 35 | 37.9              | CAM    | 嘟 (無線電波道切換提醒聲響)                                                                       |
| 18 | 35 | 38.4              | CAM-2  | 還沒變                                                                                   |
| 18 | 35 | 52.8              | CAM-2  | 所以它是往外飛 它飛外圍                                                                          |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                                                                                      |
|----|----|-------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 18 | 35 | 55.6              | CAM-1  | 喔                                                                                                            |
| 18 | 35 | 56.2              | CAM-2  | 我們在內圈啊 可是它高度比我們低                                                                                             |
| 18 | 35 | 58.7              | CAM-1  | 欸                                                                                                            |
| 18 | 36 | 14.3              | CAM-1  | 才剛過馬公 v-o-r                                                                                                  |
| 18 | 36 | 16.0              | CAM-2  | 欸 馬公 v-o-r 已經 現在在我們的 兩洞 一九洞                                                                                  |
| 18 | 36 | 22.1              | APP    | 立榮六四拐教官 現在 information 是 mike 報告 啊 mike 報 能見度是八百公尺 有雷雨雷陣雨 嗯雷雨當嗯然後還是雷雨當空的 稀雲是兩百 疏雲是六百 稀雲的 c b 是么千兩百 嗯裂雲是么千的六百 |
| 18 | 36 | 47.8              | B7 647 | 請問馬公有宣布關場嘛                                                                                                   |
| 18 | 36 | 50.4              | APP    | 嗯我們沒有關場                                                                                                      |
| 18 | 36 | 51.3              | B7 647 | okay 好雷達引導的 i-l-s 洞兩跑道 準備進場                                                                                  |
| 18 | 36 | 54.6              | CAM-2  | 風向啊                                                                                                          |
| 18 | 36 | 55.3              | APP    | 好的教官我們 因為現在馬公是使用兩洞跑道 那如果使用洞兩跑道的話需要由馬基隊同意 我們已經幫您申請了 但是他們還在申請當中 請您稍待一下                                         |
| 18 | 37 | 08.3              | B7 647 | 了解                                                                                                           |
| 18 | 37 | 10.3              | CAM-2  | 我跟他說同樣喔                                                                                                      |
| 18 | 37 | 12.7              | CAM-1  | 嗯不用 我們已經知道了 嘿 我們剛剛已經跟他講了                                                                                     |
| 18 | 37 | 13.5              | CAM-2  | 不要講了                                                                                                         |
| 18 | 37 | 16.0              | CAM-2  | 好好好                                                                                                          |
| 18 | 37 | 17.6              | CAM-2  | 馬基隊是不是就是空軍那個啊                                                                                                |
| 18 | 37 | 19.7              | CAM-1  | 嘿呀 馬公基地                                                                                                      |
| 18 | 37 | 21.6              | CAM-2  | 喔 馬基隊 哈哈哈哈哈                                                                                                  |
| 18 | 37 | 23.9              | CAM-1  | 基勤中隊                                                                                                         |
| 18 | 37 | 25.0              | CAM-2  | 嘿嘿嘿嘿 (笑聲)                                                                                                    |
| 18 | 37 | 26.5              | CAM-1  | 他們要去換那個                                                                                                      |
| 18 | 37 | 28.3              | CAM-2  | 網子還是甚麼                                                                                                       |
| 18 | 37 | 29.6              | CAM-1  | 對啊                                                                                                           |
| 18 | 37 | 30.0              | CAM-2  | 可是這種天氣*戰機也會起來才怪咧 對不對 * 他們根本不肯 不會起來啊                                                                          |
| 18 | 37 | 54.8              | APP    | 立榮六四拐教官請您稍待 現在塔台已經跟馬基隊提出三次申請了 請您稍待一下                                                                         |
| 18 | 38 | 01.9              | CAM-2  | 教官好像這邊比較好 隨便我們飛了 (笑聲)                                                                                        |
| 18 | 38 | 02.4              | B7 647 | 了解謝謝                                                                                                         |
| 18 | 38 | 31.7              | APP    | (與復興 5133 對話)                                                                                                |
| 18 | 38 | 35.0              | OTH    | (復興 5133 與 ATC 對話)                                                                                           |
| 18 | 38 | 43.3              | CAM-2  | five one tree tree                                                                                           |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                                                                                                                      |
|----|----|-------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 18 | 38 | 59.9              | CAM-2  | *                                                                                                                                            |
| 18 | 39 | 00.5              | OTH    | (復興 5084 與 ATC 對話)                                                                                                                           |
| 18 | 39 | 06.1              | CAM-2  | 唉唷                                                                                                                                           |
| 18 | 39 | 06.5              | APP    | (與復興 5084 對話)                                                                                                                                |
| 18 | 39 | 13.5              | OTH    | (復興 5084 與 ATC 對話)                                                                                                                           |
| 18 | 39 | 17.3              | APP    | (與復興 5084 對話)                                                                                                                                |
| 18 | 39 | 23.1              | OTH    | (復興 5084 與 ATC 對話)                                                                                                                           |
| 18 | 39 | 28.1              | APP    | (與復興 5084 對話)                                                                                                                                |
| 18 | 39 | 33.8              | OTH    | (復興 5084 與 ATC 對話)                                                                                                                           |
| 18 | 39 | 38.6              | CAM-2  | 我跟他 check 一下 q-n-h 剛剛是給他報一千                                                                                                                  |
| 18 | 39 | 42.7              | RDO-2  | transasia two two two check magong q-n-h                                                                                                     |
| 18 | 39 | 45.8              | APP    | transasia two two two kaohsiung q-n-h one zero zero zero and magong q-n-h uh magong q-n-h niner niner five                                   |
| 18 | 39 | 54.9              | CAM-1  | 喔                                                                                                                                            |
| 18 | 39 | 55.2              | RDO-2  | q-n-h one zero zero zero magong airport niner niner five transasia two two two thank you                                                     |
| 18 | 40 | 00.6              | CAM-2  | 好么洞洞洞                                                                                                                                        |
| 18 | 40 | 04.0              | CAM-2  | 馬公九九五唉                                                                                                                                       |
| 18 | 40 | 13.7              | CAM-2  | 三 油量三 三六四                                                                                                                                    |
| 18 | 40 | 19.4              | CAM-1  | 唉                                                                                                                                            |
| 18 | 40 | 29.8              | CAM-2  | 三七三唉                                                                                                                                         |
| 18 | 40 | 40.3              | APP    | (與復興 5084 對話)                                                                                                                                |
| 18 | 40 | 43.8              | OTH    | (復興 5084 與 ATC 對話)                                                                                                                           |
| 18 | 40 | 48.4              | APP    | (與復興 5084 對話)                                                                                                                                |
| 18 | 40 | 52.9              | OTH    | (復興 5084 與 ATC 對話)                                                                                                                           |
| 18 | 41 | 08.0              | CAM-1  | 唉                                                                                                                                            |
| 18 | 41 | 13.4              | OTH    | (復興 5084 與 ATC 對話)                                                                                                                           |
| 18 | 41 | 18.6              | APP    | (與復興 5084 對話)                                                                                                                                |
| 18 | 41 | 21.3              | OTH    | (復興 5084 與 ATC 對話)                                                                                                                           |
| 18 | 42 | 28.3              | APP    | glory six four seven now magong runway two zero visibility one thousand six hundred meters however still thunderstorm overhead say intention |
| 18 | 42 | 41.0              | CAM-2  | *一千六變我們兩洞可以下去了                                                                                                                               |
| 18 | 42 | 42.1              | B7 647 | standby                                                                                                                                      |
| 18 | 42 | 43.1              | APP    | roger                                                                                                                                        |
| 18 | 42 | 44.4              | APP    | transasia two two two say intention                                                                                                          |
| 18 | 42 | 46.6              | CAM-1  | ahhh                                                                                                                                         |
| 18 | 42 | 47.9              | RDO-1  | request runway zero two i-l-s approach                                                                                                       |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                                                                                                                    |
|----|----|-------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 18 | 42 | 54.0              | APP    | confirm transasia two two two request runway zero two                                                                                      |
| 18 | 42 | 57.5              | RDO-1  | affirm transasia two two two request runway zero two for i-l-s approach                                                                    |
| 18 | 43 | 01.8              | APP    | transasia two two two roger standby coordination with the military office                                                                  |
| 18 | 43 | 06.7              | RDO-1  | okay                                                                                                                                       |
| 18 | 43 | 07.9              | CAM-2  | 如果兩洞的話就不用了                                                                                                                                 |
| 18 | 43 | 09.3              | B7 647 | okay glory six four seven request runway two zero approach                                                                                 |
| 18 | 43 | 13.7              | APP    | glory six four seven roger cancel holding clearance and fly heading ... cancel holding clearance heading two eight zero radar vector v-o-r |
| 18 | 43 | 25.5              | B7 647 | confirm left turn or right turn                                                                                                            |
| 18 | 43 | 27.8              | APP    | right turn                                                                                                                                 |
| 18 | 43 | 29.2              | B7 647 | okay right turn heading two eight zero glory six four seven                                                                                |
| 18 | 43 | 43.8              | APP    | (與復興 5084 對話)                                                                                                                              |
| 18 | 43 | 48.0              | OTH    | (復興 5084 與 ATC 對話)                                                                                                                         |
| 18 | 43 | 51.9              | APP    | glory six four seven descend and maintain two thousand                                                                                     |
| 18 | 43 | 54.7              | B7 647 | descend and maintain two thousand glory six four seven                                                                                     |
| 18 | 43 | 55.6              | CAM    | (pitch trim 聲響)                                                                                                                            |
| 18 | 43 | 59.3              | CAM-1  | 哇那要等它落地了*                                                                                                                                  |
| 18 | 44 | 01.5              | CAM-2  | 它是要用兩洞的 我們洞兩要等那個馬基隊的                                                                                                                       |
| 18 | 44 | 05.4              | APP    | glory six four seven continue right turn heading tree four zero                                                                            |
| 18 | 44 | 09.2              | B7 647 | right turn tree four zero request direct to pinit                                                                                          |
| 18 | 44 | 13.7              | APP    | glory six four seven roger maintain four thousand direct to uh correction maintain four thousand heading two eight zero standby pinit      |
| 18 | 44 | 22.4              | B7 647 | ... four thousand uh heading tree four zero                                                                                                |
| 18 | 44 | 28.2              | APP    | heading two eight zero thank you glory six four seven                                                                                      |
| 18 | 44 | 30.5              | OTH    | (其他航機與 ATC 對話)                                                                                                                             |
| 18 | 44 | 31.9              | OTH    | (復興 5084 與 ATC 對話)                                                                                                                         |
| 18 | 44 | 35.6              | APP    | (與復興 5084 對話)                                                                                                                              |
| 18 | 44 | 37.9              | OTH    | (復興 5084 與 ATC 對話)                                                                                                                         |
| 18 | 44 | 49.2              | CAM-1  | 嗯                                                                                                                                          |
| 18 | 44 | 52.5              | RDO-1  | transasia two two two confirm ah number two                                                                                                |
| 18 | 44 | 56.5              | APP    | transasia two two two affirm ah number two say intention                                                                                   |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                                                                             |
|----|----|-------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 18 | 45 | 00.5              | RDO-1  | roger request runway two zero for v-o-r approach                                                    |
| 18 | 45 | 04.2              | APP    | transasia two two two roger ah fly heading ah zero two ah tree six zero radar vector v-o-r approach |
| 18 | 45 | 10.7              | RDO-2  | right turn heading tree six zero radar vector v-o-r runway two zero transasia two two two           |
| 18 | 45 | 14.7              | CAM-2  | 右轉航向 三六洞                                                                                            |
| 18 | 45 | 17.9              | CAM-1  | 嗯                                                                                                   |
| 18 | 45 | 19.0              | CAM-2  | 唉 v-o-r 洞 兩洞                                                                                        |
| 18 | 45 | 21.6              | CAM-1  | roger                                                                                               |
| 18 | 45 | 22.9              | CAM-2  | 兩洞么                                                                                                 |
| 18 | 45 | 26.7              | APP    | glory six four seven now information november and direct to pinit                                   |
| 18 | 45 | 31.1              | B7 647 | direct to pinit glory six four seven                                                                |
| 18 | 45 | 33.7              | APP    | glory six four seven one six mile from uh pinit cleared r-nav runway two zero approach              |
| 18 | 45 | 35.1              | CAM-1  | uh 先不要下降 ...                                                                                        |
| 18 | 45 | 36.9              | CAM-2  | 我知道...                                                                                              |
| 18 | 45 | 39.0              | B7 647 | clear for r-nav runway two zero approach glory six four seven                                       |
| 18 | 45 | 44.6              | APP    | transasia two two two continue maintain six thousand heading tree six zero radar vector v-o-r       |
| 18 | 45 | 50.8              | RDO-2  | clear maintain present maintain six thousand heading three six zero transasia two two two           |
| 18 | 45 | 52.5              | CAM-1  | 嗯唉                                                                                                  |
| 18 | 45 | 55.6              | CAM-1  | (咳嗽聲)                                                                                               |
| 18 | 45 | 57.0              | APP    | (與遠東 3055 對話)                                                                                       |
| 18 | 45 | 02.5              | CAM-2  | ...                                                                                                 |
| 18 | 46 | 03.9              | APP    | (與遠東 3055 對話)                                                                                       |
| 18 | 46 | 05.8              | CAM-1  | 所以叫他下雨千他還不下啊                                                                                        |
| 18 | 46 | 08.4              | CAM-2  | 對啊                                                                                                  |
| 18 | 46 | 09.3              | CAM-1  | 唉呀呀阿                                                                                                |
| 18 | 46 | 10.8              | CAM-2  | 受不了他                                                                                                |
| 18 | 46 | 11.9              | OTH    | (復興 5084 與 ATC 對話)                                                                                  |
| 18 | 46 | 16.5              | APP    | (與復興 5084 對話)                                                                                       |
| 18 | 46 | 20.8              | OTH    | (復興 5084 與 ATC 對話)                                                                                  |
| 18 | 46 | 30.9              | CAM-1  | 那請求航向洞三洞                                                                                            |
| 18 | 46 | 32.1              | APP    | (與復興 5133 對話)                                                                                       |
| 18 | 46 | 41.8              | CAM-1  | 算了                                                                                                  |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                                                                                                      |
|----|----|-------------------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 18 | 46 | 42.0              | OTH    | (復興 5133 與 ATC 對話)                                                                                                           |
| 18 | 46 | 43.6              | CAM-2  | 不用噢                                                                                                                          |
| 18 | 46 | 44.5              | CAM-1  | 不用                                                                                                                           |
| 18 | 46 | 50.5              | CAM-2  | 他們到底 前面的那架立榮真的是 * 很慢耶                                                                                                        |
| 18 | 46 | 56.5              | CAM-1  | ...                                                                                                                          |
| 18 | 46 | 57.6              | CAM-2  | 叫他們下 給他們帶了 * 還那邊慢吞吞的 不懂耶                                                                                                     |
| 18 | 47 | 03.2              | CAM-1  | 現在...叫它下兩千啊                                                                                                                  |
| 18 | 47 | 04.5              | B7 647 | kaohsiung approach glory six four seven due to weather request direct to mause                                               |
| 18 | 47 | 08.7              | CAM-2  | * r-nav 啊                                                                                                                    |
| 18 | 47 | 09.1              | APP    | glory six four seven can you accept after one zero mile for mause                                                            |
| 18 | 47 | 17.6              | B7 647 | affirm glory six four seven                                                                                                  |
| 18 | 47 | 19.0              | CAM-2  | 五哩後給他們                                                                                                                       |
| 18 | 47 | 19.6              | APP    | ... glory six four seven roger continue present heading descend and maintain tree thousand radar vector to mause             |
| 18 | 47 | 27.2              | B7 647 | present heading three thousand ah standby at mause glory six four seven                                                      |
| 18 | 47 | 33.6              | CAM-2  | 他們要飛十哩去 mause                                                                                                                |
| 18 | 47 | 51.4              | CAM-2  | 有帶開一點                                                                                                                        |
| 18 | 47 | 52.2              | CAM-1  | 唉                                                                                                                            |
| 18 | 48 | 04.6              | CAM-2  | okay ...                                                                                                                     |
| 18 | 48 | 05.3              | B7 647 | kaohsiung approach glory six four seven confirm local q-n-h                                                                  |
| 18 | 48 | 08.3              | CAM-2  | 他把它關掉                                                                                                                        |
| 18 | 48 | 09.4              | APP    | glory six four seven kaohsiung q-n-h one zero zero zero magong q-n-h niner niner six                                         |
| 18 | 48 | 17.7              | B7 647 | niner niner six one zero zero zero glory six four seven                                                                      |
| 18 | 48 | 18.3              | CAM    | (客艙呼叫聲響)                                                                                                                     |
| 18 | 48 | 21.1              | CAM-1  | 好等一下航向洞四洞啊                                                                                                                   |
| 18 | 48 | 21.8              | APP    | transasia two two two turn right heading zero two zero descend and maintain five thousand                                    |
| 18 | 48 | 27.3              | CAM-1  | 等一下 zero four zero 恩                                                                                                         |
| 18 | 48 | 29.1              | RDO-2  | right turn heading zero two zero and request heading zero four zero descend and maintain five thousand transasia two two two |
| 18 | 48 | 36.4              | APP    | transasia two two two heading zero four zero approved maintain five thousand                                                 |
| 18 | 48 | 40.4              | RDO-2  | heading zero four zero five thousand transasia two two                                                                       |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                                                                                               |
|----|----|-------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |    |                   |        | two                                                                                                                   |
| 18 | 48 | 40.5              | CAM    | (高度提示聲響)                                                                                                              |
| 18 | 48 | 43.1              | APP    | (與復興 5133 對話)                                                                                                         |
| 18 | 48 | 43.2              | CAM-2  | 好我們進去                                                                                                                 |
| 18 | 48 | 50.3              | APP    | (與復興 5133 對話)                                                                                                         |
| 18 | 49 | 06.9              | OTH    | (復興 5084 與 ATC 對話)                                                                                                    |
| 18 | 49 | 11.3              | APP    | (與復興 5084 對話)                                                                                                         |
| 18 | 49 | 17.8              | OTH    | (復興 5084 與 ATC 對話)                                                                                                    |
| 18 | 49 | 21.6              | B7 647 | kaohsiung approach glory six four seven due to weather request left turn direct to mause                              |
| 18 | 49 | 26.3              | APP    | glory six four zero direct to mause approved and position six miles from mause cleared r-nav runway two zero approach |
| 18 | 49 | 33.5              | B7 647 | cleared for r-nav runway two zero approach glory six four seven                                                       |
| 18 | 50 | 11.2              | CAM-1  | 好 heading zero two zero ... zero tree zero 好了                                                                         |
| 18 | 50 | 16.9              | CAM-2  | 洞三洞                                                                                                                   |
| 18 | 50 | 17.5              | CAM-1  | 好洞三洞                                                                                                                  |
| 18 | 50 | 19.2              | RDO-2  | transasia two two two request turn left heading zero tree zero                                                        |
| 18 | 50 | 22.8              | APP    | transasia two two two heading zero tree zero approved and descend and maintain four thousand                          |
| 18 | 50 | 27.1              | RDO-2  | heading zero tree zero descend and maintain four thousand transasia two two two                                       |
| 18 | 50 | 30.9              | CAM-2  | 好四千洞三洞                                                                                                                |
| 18 | 50 | 31.9              | APP    | (與遠東 3055 對話)                                                                                                         |
| 18 | 50 | 37.5              | CAM-1  | 嗯唉                                                                                                                    |
| 18 | 50 | 38.4              | APP    | (與復興 5133 對話)                                                                                                         |
| 18 | 50 | 58.9              | CAM    | (高度提示聲響)                                                                                                              |
| 18 | 50 | 59.2              | CAM-2  | oh one thousand to go                                                                                                 |
| 18 | 51 | 01.0              | CAM-1  | 唉嗯                                                                                                                    |
| 18 | 51 | 08.3              | OTH    | (華信 1831 與 ATC 對話)                                                                                                    |
| 18 | 51 | 13.9              | APP    | (與華信 1831 對話)                                                                                                         |
| 18 | 51 | 17.6              | OTH    | (華信 1831 與 ATC 對話)                                                                                                    |
| 18 | 51 | 26.3              | OTH    | (華信 1831 與 ATC 對話)                                                                                                    |
| 18 | 51 | 33.0              | OTH    | (華信 1831 與 ATC 對話)                                                                                                    |
| 18 | 51 | 37.6              | APP    | (與華信 1831 對話)                                                                                                         |
| 18 | 51 | 41.0              | OTH    | (華信 1831 與 ATC 對話)                                                                                                    |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                                                                |
|----|----|-------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 18 | 51 | 44.4              | APP    | (與華信 1831 對話)                                                                          |
| 18 | 51 | 50.4              | OTH    | (華信 1831 與 ATC 對話)                                                                     |
| 18 | 51 | 53.1              | APP    | another traffic say again                                                              |
| 18 | 51 | 58.6              | APP    | are there any traffic calling kaohsiung                                                |
| 18 | 52 | 03.0              | B7 647 | kaohsiung approach glory six four seven established final                              |
| 18 | 52 | 06.2              | APP    | glory six four seven contact magong tower one one eight decimal tree see you           |
| 18 | 52 | 09.1              | B7 647 | contact tower see you glory six four seven                                             |
| 18 | 52 | 11.7              | APP    | transasia two two two turn left heading two niner zero                                 |
| 18 | 52 | 14.3              | RDO-2  | turn left heading two niner zero transasia two two two                                 |
| 18 | 52 | 17.3              | CAM-2  | 兩 左轉航向兩 兩九洞                                                                            |
| 18 | 52 | 18.9              | CAM-1  | 好 嗯                                                                                    |
| 18 | 52 | 22.6              | CAM-1  | up five mile up five mile                                                              |
| 18 | 52 | 25.2              | CAM-2  | five mile                                                                              |
| 18 | 52 | 25.8              | CAM-1  | 喔 up up five mile 五哩以後                                                                 |
| 18 | 52 | 27.3              | CAM-2  | okay                                                                                   |
| 18 | 52 | 29.1              | RDO-2  | transasia two two two request another five mile and turn left heading two niner zero   |
| 18 | 52 | 34.3              | APP    | transasia two two two approved as requested descend and maintain tree thousand         |
| 18 | 52 | 37.7              | RDO-2  | descend maintain tree thousand approved five mile two niner zero transasia two two two |
| 18 | 52 | 42.5              | CAM-2  | 好現在保持三千 五哩後 兩九洞                                                                        |
| 18 | 52 | 44.2              | CAM-1  | 嗯                                                                                      |
| 18 | 52 | 45.7              | APP    | (與復興 5133 對話)                                                                          |
| 18 | 52 | 50.2              | CAM    | (不明聲響)                                                                                 |
| 18 | 52 | 54.7              | APP    | (與復興 5133 對話)                                                                          |
| 18 | 52 | 58.3              | CAM    | (高度提示聲響)                                                                               |
| 18 | 53 | 00.6              | CAM-2  | one thousand to go                                                                     |
| 18 | 53 | 19.1              | CAM-2  | 教官這是 basic mode                                                                        |
| 18 | 53 | 21.1              | CAM-1  | 喔 唉                                                                                    |
| 18 | 53 | 24.0              | CAM-2  | okay 謝謝                                                                                |
| 18 | 53 | 25.9              | APP    | (與遠東 3055 對話)                                                                          |
| 18 | 54 | 02.4              | CAM    | (安全帶提示聲響)                                                                              |
| 18 | 54 | 04.5              | CAM-1  | heading two nine zero 哦                                                                |
| 18 | 54 | 06.2              | CAM-2  | 對 two nine zero                                                                        |
| 18 | 54 | 06.3              | APP    | (與其他航機對話)                                                                              |
| 18 | 54 | 08.8              | PA-3   | (客艙廣播至 1854:52.3)                                                                      |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                                                                                                                                                                                                   |
|----|----|-------------------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 18 | 54 | 44.1              | CAM-1  | 我要兩四洞                                                                                                                                                                                                                     |
| 18 | 54 | 46.5              | CAM-2  | ...                                                                                                                                                                                                                       |
| 18 | 54 | 47.4              | CAM-1  | heading 兩四洞喔                                                                                                                                                                                                              |
| 18 | 54 | 47.4              | RDO-2  | transasia two two two request left turn heading two four zero                                                                                                                                                             |
| 18 | 54 | 51.1              | APP    | transasia two two two heading two four zero approved                                                                                                                                                                      |
| 18 | 54 | 53.2              | RDO-2  | heading two four zero transasia two two two                                                                                                                                                                               |
| 18 | 54 | 55.0              | CAM-2  | 兩四洞許可了                                                                                                                                                                                                                    |
| 18 | 54 | 56.5              | CAM-1  | 唉                                                                                                                                                                                                                         |
| 18 | 54 | 56.6              | CAM-2  | altitude check 三千                                                                                                                                                                                                         |
| 18 | 55 | 04.4              | CAM-1  | 唉                                                                                                                                                                                                                         |
| 18 | 55 | 05.4              | CAM-2  | 剛剛這一塊 吹過去馬公都開啦                                                                                                                                                                                                            |
| 18 | 55 | 09.7              | APP    | transasia two two two position two five miles northeast of magong airdrome turn left heading two three zero descend and maintain two thousand till establish final approach course cleared v-o-r runway two zero approach |
| 18 | 55 | 19.9              | RDO-2  | turn left heading two three zero descend maintain two thousand until establish cleared v-o-r runway two zero approach transasia two two two                                                                               |
| 18 | 55 | 27.7              | CAM    | (高度提示聲響)                                                                                                                                                                                                                  |
| 18 | 55 | 28.0              | APP    | (與遠東 3055 對話)                                                                                                                                                                                                             |
| 18 | 55 | 30.4              | CAM-2  | one thousand to go                                                                                                                                                                                                        |
| 18 | 55 | 31.9              | CAM-2  | 兩三洞攔上許可                                                                                                                                                                                                                   |
| 18 | 55 | 34.9              | CAM-2  | v-o-r 兩洞                                                                                                                                                                                                                  |
| 18 | 55 | 36.3              | CAM-1  | 喔                                                                                                                                                                                                                         |
| 18 | 55 | 39.7              | CAM-2  | 五哩兩千 通過五哩可以下降 三三零                                                                                                                                                                                                         |
| 18 | 55 | 42.5              | APP    | (與遠東 3055 對話)                                                                                                                                                                                                             |
| 18 | 55 | 58.6              | CAM-1  | 唉                                                                                                                                                                                                                         |
| 18 | 56 | 08.6              | RDO-2  | transasia two two two check q-n-h for approach                                                                                                                                                                            |
| 18 | 56 | 12.8              | APP    | transasia two two two say again                                                                                                                                                                                           |
| 18 | 56 | 14.7              | RDO-2  | 哦教官我們 check q-n-h                                                                                                                                                                                                         |
| 18 | 56 | 17.2              | APP    | 嗯復興兩兩兩教官 roger 高雄高度表么洞洞洞 馬公高度表九九六                                                                                                                                                                                         |
| 18 | 56 | 23.2              | RDO-2  | 好么洞洞洞九九六謝謝 復興兩兩兩                                                                                                                                                                                                          |
| 18 | 56 | 27.3              | APP    | 教官不要客氣攔上報告                                                                                                                                                                                                                |
| 18 | 56 | 29.8              | RDO-2  | 攔上報告                                                                                                                                                                                                                      |
| 18 | 56 | 31.1              | CAM-2  | 好九九六攔上報告                                                                                                                                                                                                                  |
| 18 | 56 | 33.1              | CAM-1  | 嗯                                                                                                                                                                                                                         |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context               |
|----|----|-------------------|--------|-----------------------|
| 18 | 56 | 34.5              | CAM-2  | 耶教官不是                 |
| 18 | 56 | 39.9              | APP    | (與遠東 3055 對話)         |
| 18 | 56 | 45.4              | APP    | (與復興 5133 對話)         |
| 18 | 56 | 51.6              | OTH    | (立榮 8297 與 ATC 對話)    |
| 18 | 56 | 59.6              | CAM-1  | 唉嗯                    |
| 18 | 57 | 00.7              | APP    | (與立榮 8297 對話)         |
| 18 | 57 | 02.9              | CAM    | (高度提示聲響)              |
| 18 | 57 | 04.0              | OTH    | (立榮 8297 與 ATC 對話)    |
| 18 | 57 | 08.2              | CAM-2  | altitude star         |
| 18 | 57 | 09.1              | CAM-1  | check                 |
| 18 | 57 | 25.2              | CAM-2  | alt captured 兩千       |
| 18 | 57 | 26.8              | CAM-1  | check                 |
| 18 | 56 | 31.3              | CAM-1  | 唉嗯                    |
| 18 | 57 | 37.6              | CAM-1  | (咳嗽聲)                 |
| 18 | 57 | 54.0              | APP    | (與復興 5133 對話)         |
| 18 | 58 | 34.6              | CAM-1  | ... nav 嘛             |
| 18 | 58 | 34.5              | CAM-2  | 兩洞么                   |
| 18 | 58 | 40.5              | OTH    | (立榮 8297 與 ATC 對話)    |
| 18 | 58 | 44.2              | APP    | (與立榮 8297 對話)         |
| 18 | 58 | 47.2              | OTH    | (立榮 8297 與 ATC 對話)    |
| 18 | 58 | 49.6              | APP    | (與遠東 3055 對話)         |
| 18 | 58 | 57.4              | CAM-2  | 我們 course 兩洞么         |
| 18 | 59 | 58.6              | CAM-1  | 嗯 course 兩洞么啊         |
| 18 | 59 | 01.5              | CAM-2  | yes sir               |
| 18 | 59 | 03.3              | CAM    | (安全帶提示聲響)             |
| 18 | 59 | 09.9              | CAM-2  | 教官 preset 下一個三四零嘛 還四百 |
| 18 | 59 | 13.5              | CAM-1  | 啊                     |
| 18 | 59 | 14.2              | CAM-2  | preset 下一個高度四百        |
| 18 | 59 | 14.3              | CAM-1  | 喔                     |
| 18 | 59 | 15.7              | CAM-2  | 五哩                    |
| 18 | 59 | 15.8              | CAM-1  | ...個高度 嗯              |
| 18 | 59 | 17.3              | CAM-2  | 五哩才可以下 四百             |
| 18 | 59 | 18.3              | CAM-1  | 嗯好好好 四百               |
| 18 | 59 | 19.9              | APP    | (與遠東 3055 對話)         |
| 18 | 59 | 43.2              | APP    | (與遠東 3055 對話)         |
| 18 | 59 | 50.4              | APP    | (與遠東 3055 對話)         |
| 18 | 59 | 58.8              | CAM-1  | 五哩兩千 嗯                |
| 19 | 00 | 01.2              | CAM-2  | 通過五哩才可以下              |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                                                                                   |
|----|----|-------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 19 | 00 | 03.4              | CAM-1  | 喔                                                                                                         |
| 19 | 00 | 04.1              | CAM-2  | 好                                                                                                         |
| 19 | 00 | 11.4              | CAM-2  | 風怎麼那麼大啊 唉                                                                                                 |
| 19 | 00 | 15.5              | CAM-2  | 兩四拐三十五 歪著飛不進去 (笑聲)                                                                                        |
| 19 | 00 | 20.7              | CAM-1  | 啊...就這樣                                                                                                   |
| 19 | 00 | 20.8              | OTH    | (其他航機與 ATC 對話)                                                                                            |
| 19 | 00 | 21.9              | APP    | station calling say again                                                                                 |
| 19 | 00 | 23.6              | CAM-2  | 風那麼大 原則飛不進去啦                                                                                              |
| 19 | 00 | 25.6              | CAM-1  | 嘿                                                                                                         |
| 19 | 00 | 26.9              | APP    | (與立榮航機對話)                                                                                                 |
| 19 | 00 | 34.3              | CAM-2  | 噢喔教 ...來了                                                                                                 |
| 19 | 00 | 36.5              | CAM-1  | 來了嗎 對啊                                                                                                    |
| 19 | 00 | 55.7              | CAM-1  | 嗯                                                                                                         |
| 19 | 01 | 01.5              | CAM-2  | v-o-r star runway heading                                                                                 |
| 19 | 01 | 03.2              | CAM-1  | 嗯嗯嗯                                                                                                       |
| 19 | 01 | 03.4              | RDO-2  | transasia two two two established                                                                         |
| 19 | 01 | 05.8              | APP    | two two two contact tower one one eight decimal three good day                                            |
| 19 | 01 | 08.4              | RDO-2  | contact tower good day transasia two two two 謝謝喔                                                          |
| 19 | 01 | 11.2              | APP    | good day                                                                                                  |
| 19 | 01 | 12.1              | CAM    | 嘟 (無線電波道切換提醒聲響)                                                                                           |
| 19 | 01 | 13.2              | RDO-2  | magong tower good evening transasia two two two eight miles for v-o-r runway two zero                     |
| 19 | 01 | 19.9              | TWR_M  | transasia two two two good evening magong tower runway two zero q-n-h niner niner seven continue approach |
| 19 | 01 | 26.7              | RDO-2  | runway two zero q-n-h niner niner seven continue transasia two two two                                    |
| 19 | 01 | 31.3              | CAM-2  | 九九拐兩洞繼續進場                                                                                                 |
| 19 | 01 | 32.8              | CAM-1  | roger                                                                                                     |
| 19 | 01 | 38.8              | CAM-1  | 啊雷達關了喔                                                                                                    |
| 19 | 01 | 39.9              | CAM-2  | 好教官雷達關                                                                                                    |
| 19 | 01 | 53.8              | TWR_M  | (與遠東 082 對話)                                                                                              |
| 19 | 01 | 57.7              | OTH    | (遠東 082 與 ATC 對話)                                                                                         |
| 19 | 02 | 00.0              | TWR_M  | (與遠東 082 對話)                                                                                              |
| 19 | 02 | 02.5              | OTH    | (遠東 082 與 ATC 對話)                                                                                         |
| 19 | 02 | 05.7              | TWR_M  | (與遠東 082 對話)                                                                                              |
| 19 | 02 | 12.3              | OTH    | (遠東 082 與 ATC 對話)                                                                                         |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                                                                                                                                             |
|----|----|-------------------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 19 | 02 | 14.9              | CAM-2  | 啊么四哩么么八                                                                                                                                                             |
| 19 | 02 | 18.0              | CAM-1  | 么么八啊                                                                                                                                                                |
| 19 | 02 | 18.9              | CAM-2  | 我先加十哩 因為兩洞                                                                                                                                                          |
| 19 | 02 | 21.1              | CAM-1  | 喔                                                                                                                                                                   |
| 19 | 02 | 26.1              | CAM-1  | 嗯                                                                                                                                                                   |
| 19 | 02 | 36.2              | CAM-2  | 嗯 我                                                                                                                                                                 |
| 19 | 02 | 37.8              | PA-1   | 組員準備落地                                                                                                                                                              |
| 19 | 02 | 39.0              | CAM-1  | 嗯                                                                                                                                                                   |
| 19 | 02 | 40.7              | CAM-2  | 噢我五哩放外型                                                                                                                                                             |
| 19 | 02 | 48.7              | PA-3   | (客艙廣播至 1902:59.2)                                                                                                                                                   |
| 19 | 02 | 57.6              | CAM-2  | 剛好通過五哩                                                                                                                                                              |
| 19 | 02 | 58.1              | CAM-1  | 好 flap fifteen                                                                                                                                                      |
| 19 | 02 | 59.8              | CAM-2  | speed check                                                                                                                                                         |
| 19 | 03 | 05.1              | CAM    | (pitch trim 聲響)                                                                                                                                                     |
| 19 | 03 | 05.6              | OTH    | (遠東 082 與 ATC 對話)                                                                                                                                                   |
| 19 | 03 | 07.8              | TWR_M  | (與遠東 082 對話)                                                                                                                                                        |
| 19 | 03 | 08.1              | CAM    | (pitch trim 聲響)                                                                                                                                                     |
| 19 | 03 | 21.1              | CAM-1  | 嗯 嗯 嗯                                                                                                                                                               |
| 19 | 03 | 27.3              | CAM-2  | flap fifteen set                                                                                                                                                    |
| 19 | 03 | 28.3              | CAM-1  | 好                                                                                                                                                                   |
| 19 | 03 | 29.9              | CAM-1  | ...                                                                                                                                                                 |
| 19 | 03 | 31.0              | CAM-2  | speed check                                                                                                                                                         |
| 19 | 03 | 31.9              | CAM    | (起落架艙門開啓聲響)                                                                                                                                                         |
| 19 | 03 | 32.7              | CAM    | (客艙播放音樂)                                                                                                                                                            |
| 19 | 03 | 36.1              | CAM    | (疑似雨刷加速聲響)                                                                                                                                                          |
| 19 | 03 | 38.7              | TWR_M  | transasia two two two runway two zero wind two five zero degree one niner knots cleared to land                                                                     |
| 19 | 03 | 44.8              | RDO-2  | copy runway two zero runway two zero wind copy cleared to land transasia two two two                                                                                |
| 19 | 03 | 45.5              | CAM    | (高度提示聲響)                                                                                                                                                            |
| 19 | 03 | 50.6              | CAM-2  | 啊許可落地                                                                                                                                                               |
| 19 | 03 | 51.2              | CAM-1  | flap thirty                                                                                                                                                         |
| 19 | 03 | 52.3              | CAM-2  | speed check gear down ...                                                                                                                                           |
| 19 | 03 | 54.4              | CAM-2  | 好教官我做你飛                                                                                                                                                             |
| 19 | 03 | 56.0              | CAM-1  | 好                                                                                                                                                                   |
| 19 | 03 | 57.0              | CAM-2  | before landing check landing gear down three green flaps thirty thirty t-l-u ... on control auto 一百 power management takeoff lights on icing a-o-a light off runway |

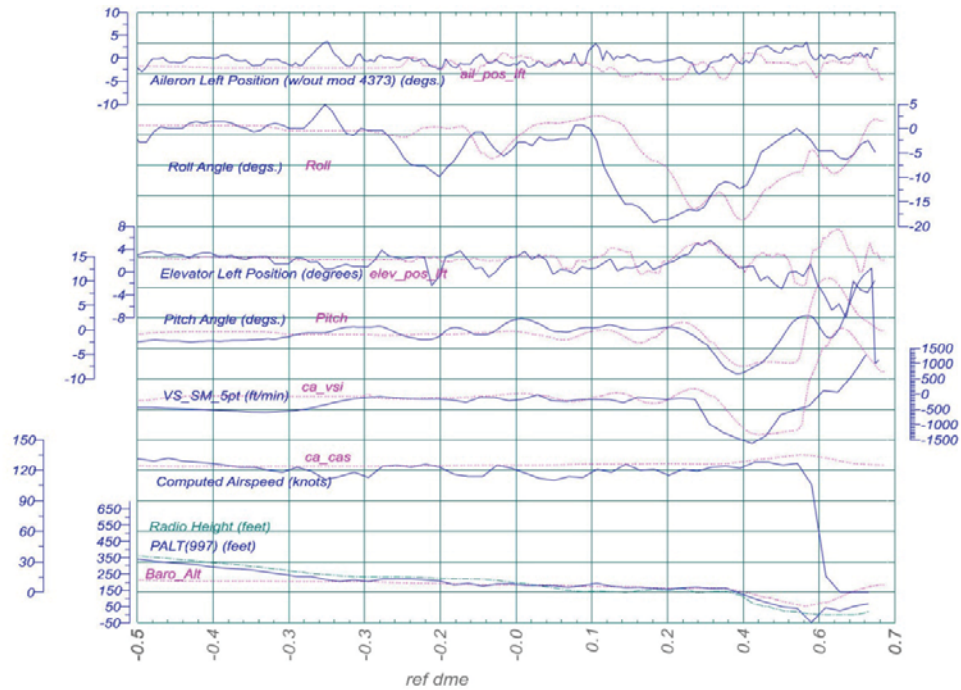
| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context                                                      |
|----|----|-------------------|--------|--------------------------------------------------------------|
|    |    |                   |        | 兩洞 verify landing clearance received before landing complete |
| 19 | 03 | 58.8              | CAM    | (pitch trim 聲響)                                              |
| 19 | 03 | 04.7              | TWR M  | (與遠東 082 對話)                                                 |
| 19 | 04 | 07.8              | CAM-1  | 兩九洞風啊                                                        |
| 19 | 04 | 09.3              | CAM-2  | 兩五洞                                                          |
| 19 | 04 | 10.2              | CAM-1  | 兩五洞                                                          |
| 19 | 04 | 10.8              | CAM-2  | 對                                                            |
| 19 | 04 | 12.5              | CAM-2  | one thousand stable continue                                 |
| 19 | 04 | 14.0              | CAM-1  | check                                                        |
| 19 | 04 | 26.4              | CAM-1  | (打噴嚏聲)                                                       |
| 19 | 04 | 35.3              | CAM-1  | ...                                                          |
| 19 | 04 | 41.0              | CAM-1  | 啊恩                                                           |
| 19 | 05 | 09.4              | CAM    | five hundred                                                 |
| 19 | 05 | 11.2              | CAM-2  | 恩                                                            |
| 19 | 05 | 12.4              | CAM-1  | 恩三百                                                          |
| 19 | 05 | 12.6              | CAM-2  | alt star 三百                                                  |
| 19 | 05 | 15.9              | CAM-1  | 唉                                                            |
| 19 | 05 | 25.7              | CAM-1  | 唉唉唉唉 兩百                                                      |
| 19 | 05 | 35.9              | CAM-2  | alt star                                                     |
| 19 | 05 | 37.5              | CAM-1  | 恩                                                            |
| 19 | 05 | 37.9              | CAM-2  | 我們要到零點二哩                                                     |
| 19 | 05 | 38.1              | CAM-1  | ...                                                          |
| 19 | 05 | 39.7              | CAM-1  | 好                                                            |
| 19 | 05 | 40.5              | CAM-2  | 一點五                                                          |
| 19 | 05 | 42.6              | CAM    | (pitch trim 聲響)                                              |
| 19 | 05 | 43.5              | CAM-1  | 恩                                                            |
| 19 | 05 | 44.1              | CAM    | (自動駕駛解除聲響)                                                   |
| 19 | 05 | 45.8              | CAM-2  | disengaged                                                   |
| 19 | 05 | 46.8              | CAM-1  | 好                                                            |
| 19 | 05 | 48.5              | CAM-1  | 保持兩百啊                                                        |
| 19 | 05 | 57.8              | CAM-1  | 看到跑道了嗎                                                       |
| 19 | 06 | 00.7              | CAM-2  | 跑道                                                           |
| 19 | 06 | 01.8              | CAM-1  | 恩                                                            |
| 19 | 06 | 04.9              | CAM-1  | 唉 哇哈哈                                                        |
| 19 | 06 | 06.8              | CAM-2  | 沒有                                                           |
| 19 | 06 | 07.6              | CAM-1  | 沒有                                                           |
| 19 | 06 | 09.8              | CAM-2  | 教官沒有                                                         |

| hh | mm | ss <sup>144</sup> | Source | Context             |
|----|----|-------------------|--------|---------------------|
| 19 | 06 | 10.4              | CAM-1  | 好 好 okay            |
| 19 | 06 | 11.1              | CAM-2  | go around           |
| 19 | 06 | 11.4              | CAM-1  | go around           |
| 19 | 06 | 13.3              | CAM    | (不明聲響持續 1.5 秒)      |
| 19 | 06 | 15.8              | RDO-2  | go around go around |
| 19 | 06 | 17.2              | TWR_M  | roger               |
| 19 | 06 | 18.0              | CAM    | (不明聲響)              |
|    |    |                   |        |                     |
| 19 | 06 | 18.9              |        | CVR 錄音終止            |

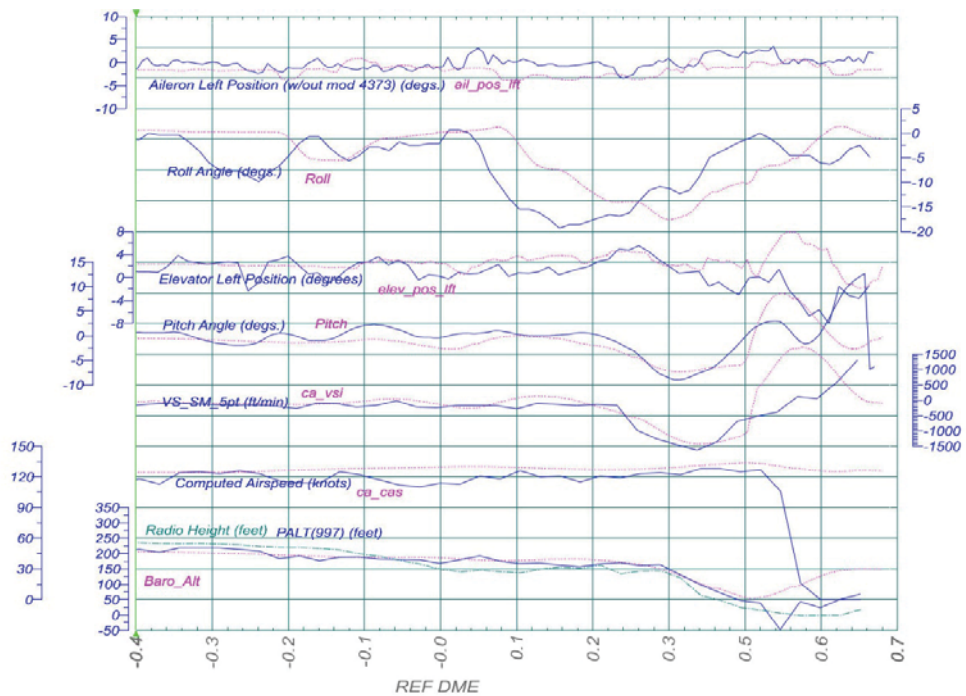
本頁空白

## 附錄四 ATR 原廠模擬機測試一下降率

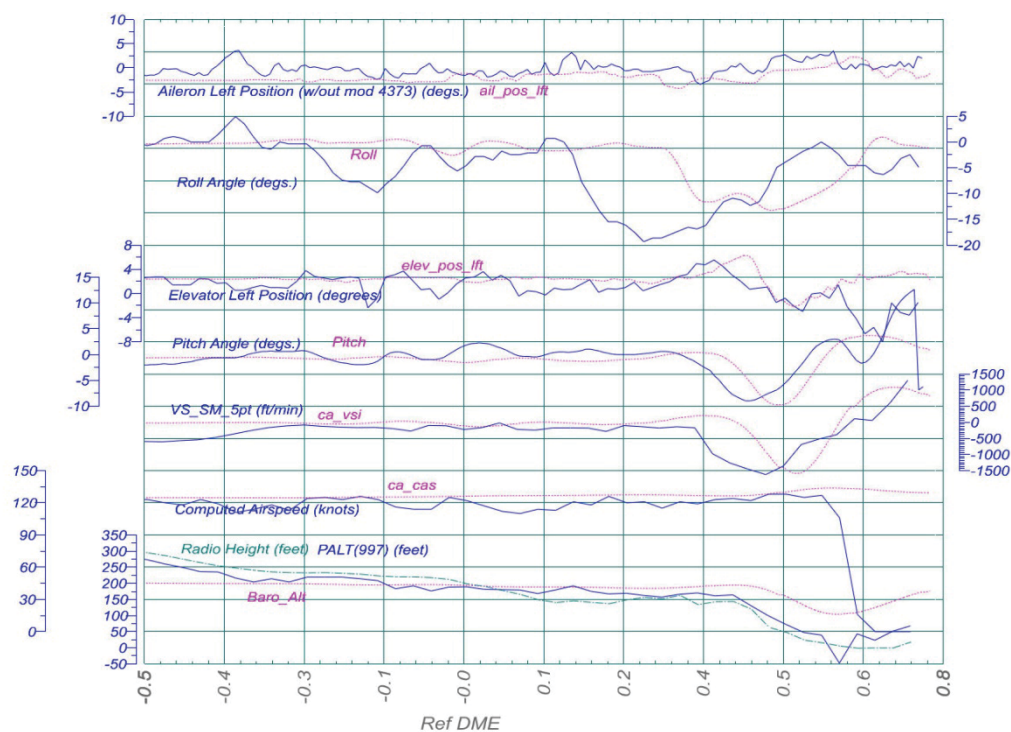
(2014/11/05 案例 1)



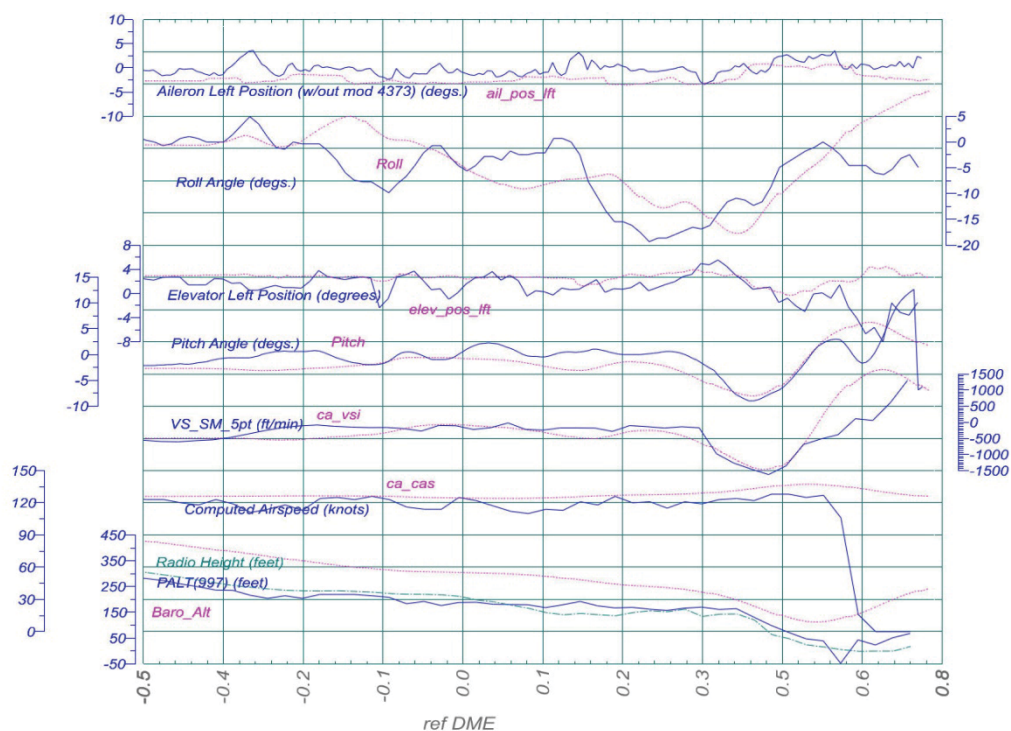
(2014/11/05 案例 2)



(2014/11/06 案例 1)



(2014/11/06 案例 2)



## 附錄五 調查報告草案之回復意見

- 附錄五之一 法國 BEA（Bureau d'Enquêtes et d'Analyses, France）對調查報告草案之回復意見
- 附錄五之二 加拿大 TSB（Transportation Safety Board, Canada）對調查報告草案之回復意見
- 附錄五之三 美國 NTSB（National Transportation Safety Board, USA）對調查報告草案之回復意見
- 附錄五之四 交通部民用航空局對調查報告草案之回復意見
- 附錄五之五 復興航空公司對調查報告草案之回復意見

## 附錄五之一 法國 BEA 對調查報告草案之回復意見



Ministère de l'Écologie,  
du Développement durable  
et de l'Énergie

**BEA**

Bureau d'Enquêtes et d'Analyses  
pour la sécurité de l'aviation civile

Le Bourget, 21 December 2015

Aviation Safety Council  
11F, N°200, Sec 3, Bexing Rd, Xindian District  
New Taipei City 231  
Taiwan (ROC)

N°001390 /BEA/I

Subject: Comments on Final Report related to the accident that occurred to ATR72  
registered B-22810 operated by Transasia Airways

Yr/ref: email December 3, 2015

Copy: ATR-EASA

Dear Sir,

Thank you for giving us the opportunity to review and comment the final report on the accident involving the ATR72-212A, registration B-22810 on 23 July 2014.

I have reviewed the version of the final report provided on 3<sup>rd</sup> December 2015.

I would like to congratulate the ASC on conducting a very thorough investigation that resulted in a comprehensive and excellent report. The report gives an accurate description of the circumstances leading to the event and is fully in line with the BEA's understanding. Therefore, BEA has no comments.

Best regards,

Senior Safety Investigator  
Yann Torres  
French accredited representative

- 1 -

## 附錄五之二 加拿大 TSB 對調查報告草案之回復意見

Transportation Safety Board  
of Canada



Bureau de la sécurité des transports  
du Canada

200 Promenade du Portage  
Gatineau, Quebec  
K1A 1K8

*Our File Reference*  
825-A14F0094

02 October 2015

Steven Su  
Director of Occurrence Investigation Division  
Aviation Safety Council  
11th Floor, 200, Section 3, Beixin Rd., Xindian District, New Taipei City 231  
Taiwan (R.O.C.)

**RE: Canada State Comments – ASC-AOR-15-xx-xxx**  
**Avions de transport régional, ATR72-212A, B-22810**  
**Penghu County, Taiwan, 23 July 2014**

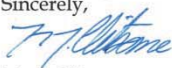
---

Dear Mr. Su,

Thank you for providing Canada, as the State of Design and Manufacture of the occurrence aircraft's engines, with the opportunity to comment on the subject draft Final Report.

The Transportation Safety Board of Canada, Transport Canada and Pratt & Whitney Canada have no comments to make on this report.

We look forward to receiving your Final Report on this investigation.

Sincerely,  
  
Mark Clitsome  
Director, Air Investigations Branch

Attachments: 2

cc: Michel Beland, Acting Director, Policy and Regulatory Services, Transport Canada  
Richard Benoit, Service Investigation Manager, Pratt & Whitney Canada



### 附錄五之三 美國 NTSB 對調查報告草案之回復意見

RE: TransAsia Airways GE222 Investigation final draft report 60 days review

**RE: TransAsia Airways GE222 investigation final draft report 60 days review**

寄件者: Magladry Steve <maglads@ntsb.gov> ;

收件者: wang <wang@asc.gov.tw> ;

副本: Deforge Carolyn <@ntsb.gov> ; Warren Scott <@ntsb.gov> ;

時間: Thu, 13 Aug 2015 15:07:31 +0000

Dear Mr. Wang,

Thank you for the opportunity to review the draft report. We only have two minor typographical comments:

Page 17 – First full paragraph.

If the terrain penetrates the Caution envelope boundary, an aural message "TERRIN AHEAD. TERRAIN AHEAD" is generated with the red "GPWS" alerts illuminated on each pilot's instrument panel. Should be TERRAIN.

Page 123 – First full paragraph.

The report found that the descent and approach phases of landing accounted for about 70 per cent of the accident sample. Should be percent.

Best Regards,

Steve

Steven Magladry  
Aircraft Systems Investigator  
Aviation Engineering Division, AS-40  
National Transportation Safety Board

附錄五之四 交通部民用航空局對調查報告草案之回復意見

## 民航局針對 GE222 調查報告 意見書

報告編號：ASC-AOR-16-01-002

航空公司：復興航空公司

機 型：ATR-72-212A

登記號碼：B-22810

發生地點：馬公機場

發生日期：103 年 7 月 23 日

交通部民用航空局  
中華民國 105 年 1 月

## 目 錄

前言 ..... P. 255

項次 1 - 飛航操作及安全管理系統..... P. 257

項次 2 - RVR 資訊說明..... P.269

項次 3 - 誤失進場點位置..... P.273

項次 4 - 進場燈光系統..... P.277



## 前 言

依據國際民航組織第 13 號附約飛機意外/失事事件調查，民航局針對飛航安全調查委員會（以下簡稱飛安會）有關 GE-222 失事事件之調查報告內容，提出意見書。

飛航事故調查制度，是以發揮調查機關應有之公信力，調查的目的旨在避免類似的飛航事故再次發生。國際民航組織（ICAO）Doc 9756 Part 4「航空器失事及意外事件調查手冊」第 2 節-分析，「要求各國調查機關對其調查所作的之分析推論需具有邏輯性並以證據評估並檢視假設之合理性，無法以證據支持之假設不應存在。如果假設並非基於事實而僅係意見之表達，則應清楚說明。同此，假設真偽判斷過程及所參據資料亦應詳細列出。以開放、有效態度處理不同立場之證據並對事實與因果關係加以識別。分析、討論後所得結果應能支持調查發現及事故直接原因與系統因素。」。是以，飛航事故調查報告必須要有充分明確（Clear）以及無爭議性（Indisputable）的事實資料（Evidence）作為基礎。

感謝飛安會函請民航局對報告草案提供意見的機會，雖然本次飛安會的失事調查成員，包括民航局的飛航標準、飛航管制及儀器飛航進場設計和燈光等領域的有關專業人員共同參與，然而經民航局審視報告內容的事實、分析、結論及飛安建議後，發現本次調查報告需要作出修正、澄清、或加入額外的訊息。再者，民航局非常關切部分有關事證未經完整調查，報告提出的事實內容，及過失和結論部分與事實不符，或是與此事件無關。報告包括了多項飛安改善建議並無相關事證的支持，若執行相關建議恐降低現有之飛航安全標準。

飛安會在報告中有關的多項討論，其調查官應具有安全管理系統建構、飛安監理、飛航管制、儀器飛航程序和燈光等的專業。例如，對民航局推行航空公司建置安全管理系統之監理，如未具備相對的專業人員，其報告將產生無法分析及反映事實之情形。

飛機失事調查的目的在對於事件的證據、狀況、環境作全面性及方法性的調查，以找出事件的原因及影響因素，以避免類似事件重演。調查必須以客觀，不帶成見，且事證由專業人員完整的調查，以決定造成失事的相關議題是偶發性或是確為肇因之一部分。雖然民航局已盡可能地提供相關專業人員參與調查，然而針對報告中的部分內容呈現出錯誤的敘述或解讀、不正確的事實、非法規之要求及非航空業的標準作法等現象，感到疑慮。民航局相當不同意飛安會在報告中有關民航局對航空業者的監管、儀器飛航進場設計、飛航訓練及安全管理系統的分析與結論。因此，民航局提出充分的事實及修正敘述以澄清相關之報告內容。



## 1 項次 1-飛航操作及安全管理系統

### 1.1 摘要

發生在 2014 年 7 月 23 日的不幸事件屬於典型的在惡劣天氣狀況下可操控撞地（CFIT Control Flight Into Terrain）。過去全球發生過許多此類事件，肇因於駕駛員未能遵守法規及公司的相關政策或程序。在這類事件中，監管機構不需要為駕駛員的不當行為負責，也不是事件發生的原因或影響因素。

飛安會之報告草案中有關安全管理部分之敘述，很明顯地，在飛安會的報告中，由事實資料及相關討論顯示，飛安會並不了解民航通告 AC 120-32C 及後續的修訂版 AC 120-32D 屬於建議性文件，並不具法規之強制性要求，就如同該文件之標題所述，「... 通告在介紹安全管理系統（Safety Management System, SMS）之概念，並提供航空服務提供者建構安全管理系統之指引，以符合國際民航組織及民航局的要求。」此外，民航通告的目的在「...提供一可被接受的方法，但並非唯一的方法，以符合航空器飛航作業管理規則第 9 條或航空產品與其各項裝備及零組件維修廠設立檢定管理規則第 27 條以建立並實施安全管理系統」。

此外，飛安會對於航空業者依照民航通告在 2012 年為目標，實施安全管理系統的法規要求產生混淆。飛安會未對民航局協助航空業者作出的努力做說明，也未提供重要的資料，如民航局進行了 2 次安全管理系統評估專案計畫，以了解不同航空公司實施安全管理系統的狀況。經由專案評估計畫，民航局發現航空業者實施安全管理系統的問題；隨即召開了安全管理系統研討會。

### 1.2 事實資料

1.2.1 民航局已於 2013 年執行 6 家民航運輸業之航空公司及 2 家維修廠之安全管理系統之評估，其目的為

- 檢視航空公司及維修廠之安全管理系統符合國際民航組織以及民航局之需求。
- 調整民航局安全策略之提升並輔導業者依據所搜集之資料有效建置安全管理系統。
- 於專案評估中所發現未達要求之項目，民航局將不列於飛安管理系統之缺點，且將未達要求之項目通知航空業者以作為改善安全管理系統之計畫，以及符合民航局建置安全管理系統時間表之依據。

**1.2.2** 民航局於完成安全管理系統專案評估後，並於 2013 年 12 月 4 日舉行航空公司及維修高階主管研討會，會中民航局宣導之安全策略摘要如下

- 從民航局 2013 年之專案評估中，發現部分航空業者未建置安全管理之執行計畫，並建議所有業者應依相關文件建立執行計畫。
- 於 2014 年底前依國際民航組織第 9859 號文件第三版發佈民航通告 120-32D
- 完成安全管理系統建置期限將延至 2016 年年底。
- 民航局將於 2014 年以前提供航空公司之維修廠有關安全管理系統之訓練課程

**1.2.3** 民航局從專案檢查中了解安全管理系統應將執行計畫延至 2016 年底，這個日期與國際民航組織 2013 年 5 月 8 日發布之第 9859 號文件第三版之日期符合，由於當時國際民航組織即將發佈新的附約以及其安全管理手冊的修改，民航局為了將國際民航組織之修訂內容更新至民航通告，因此等到國際民航組織發布新的附約後，始將民航通告 120-32C 修訂為 120-32D。」

## 1.3 分析

### 1.3.1 民航局澄清說明

在調查報告中，飛安會依其分析斷言並總結出民航局要為駕駛員的有意不按公司政策、程序規定及民航法規負責任，因為飛安會認為民航局在訓練及飛航的監管不足。顯然，是因為飛安會在調查過程中所作的訓練觀察，發現駕駛員程序不符而作出如此的結論。因為飛安會的訓練觀察僅為在整個飛航運作中的片斷，如此的結論並不能正確反應復興航空的訓練計畫或民航局的監管作為。

飛安會在報告中論及民航局的安全管理系統計畫，顯示飛安會可能並不完全了解民航局在發展安全管理系統及將該管理系統納入航空業者所作的努力。很遺憾的，報告中將安全管理系統定位為：「假設民航局檢查員受過訓練或有更佳的指導，且復興航空提交執行計畫，安全管理計畫可立即發揮功能，則失事事件不會發生。」

因此，民航局認為有必要提出說明以澄清報告中的部分觀點，特別是在民航局的監管和安全管理系統計畫。

### 1.3.2 民航局針對飛安會報告之修改建議

#### 1.3.2.1 第 3.2 章-與風險有關之調查發現

- 第 20 項：參考調查報告第 3.2.20 節

民航局對復興之監理未能辨識及/或督導改正若干重要之航務安全缺失，諸如飛航組員未遵守操作程序、未達標準化之訓練作業，以及不符合要求之安全管理作業。

#### 修改理由

1. 民航局對國籍航空公司之監理與國際作法相同，在執行面部分指派檢查員以抽檢

方式實施，由於檢查員不可能檢查所有航班，實務上有其限制。

2. 駕駛員之有意違規個案與不遵守標準呼叫（Standard Call Out）之 SOP 之間仍屬不同，但以民航局監理未能辨識之文字過於主觀推斷。
3. 本報告 2.7.3 中「民航局未能確保復興對於民航局所提出之安全缺失及改善措施，有效回應...」，亦表示飛安會認同民航局檢查仍有辨識出安全缺失。

### 建議修正

民航局對復興之監理未能發現復興部分組員未遵守操作程序、未達標準化之訓練作業。（建議移至 3.3）

#### ● 第 21 項：參考調查報告第 3.2.21 節

民航局未強制要求復興訂定及維護安全管理系統（SMS）建置計畫，使得監理機關錯失評估與確保該公司有能建置健全安全管理系統之機會。

### 修改理由

1. 國際民航組織第 19 號附約於 102 年 11 月發布，安全管理系統之建置將分四階段於 5 年內完成。民航局參照 ICAO 前述規範，修訂民航通告，將國籍業者分 4 階段完成安全管理系統的時程訂為於 105 年 12 月 31 日。
2. 經查國際間各國多處於要求業者完成 SMS 建置計畫之階段。我國業者例如中華、長榮等業者亦正建置中。
3. 復興並非「未訂定有 SMS 建置計畫」，復興於 102 年提報其相關建置計畫，惟尚有諸多待改善處，民航局對復興提出共計 24 項之 SMS 改善建議，內容係有關危害辨識之資料來源、風險管理於管理高層決策過程之應用，以及缺乏 SMS 效能評估之適當工具等，民航局並要求復興提出對應之改善計畫，復興尚未回復，相關 SMS 改善建議尚未完成；「未訂定 SMS 建置計畫」與「未完成 SMS 建置計畫」實為不同。

### 建議修正

民航局雖已要求復興訂定及維護安全管理系統（SMS）建置計畫，然復興航空尚未完成安全管理系統之建置使得監理機關無法完整評估該公司建置中之安全管理系統。（建議移至 3.3）

#### ● 第 22 項：參考調查報告第 3.2.22 節

對於過去飛安會調查報告所識別之議題，包括復興飛航組員未遵守標準作業程序、以及駕駛員訓練與考核所存在的缺失等，民航局未能督導該公司落實相關改正措施，以及未能確保適當的風險降低措施已被採行。

### 修改理由

1. 民航局對飛安會歷次的調查報告建議改善措施及執行情況，均依飛航事故調查法相關規定陳報行政院經飛安會確認接受後，始為結案。
2. 有關復興飛航組員未遵守標準作業程序(包含標準呼叫等)以及駕駛員訓練與考核問題，民航局已於當年度派員加強對復興於國外實施駕駛員訓練與考核之檢查，業經飛安會確認並接受後結案，請飛安會惠予查明。
3. 本調查報告中，將過去已結案的建議事項（復興飛航組員未遵守標準作業程序（SOPs），以及駕駛員訓練與考驗之缺失），與本事故飛航組員操作不遵守最低下降高度規定之行爲之關連性建請再酌。

### 建議修正

過去飛安會調查報告之改善建議，包括復興飛航組員未遵守標準作業程序（SOPs），以及駕駛員訓練與考驗所存在之缺失等，民航局應督導該公司落實相關改正措施，以及確保適當措施已被採行。（建議移到 3.3）

#### ● 第 23 項：參考調查報告第 3.2.23 節

民航局提供檢查員之指引，不足以幫助渠等有效及持續評估業者管理系統之

關鍵項目，包括組織架構及人力資源、主要管理人員之適職性、組織變動，以及風險管理程序。

#### 修改理由

1. 民航局檢查員手冊中已編訂實施的安全管理系統工作項目內容及檢查表(工作項目-18)，並有民航通告 AC-120-32D 及 ICAO DOC 9859 等文件作為檢查員之檢查指導文件。
2. 檢查員由本局外籍顧問完成安全管理系統訓練，並有年度複訓維持精進。
3. 民航局事故前對復興執行安全管理系統的評估及建議內容，顯示檢查員的能力符合。

#### 建議修正

民航局應提供檢查員持續更新之指導文件，以有效及持續評估業者航務運作管理系統，包括組織架構及人力資源、主要管理人員適職性評估、組織變動等評量以及風險管理程序評量中有關組織管理變動及風險管理評量等關鍵項目。(建議移至 3.3)

#### ● 第 24 項：參考調查報告第 3.2.24 節

民航局未制定系統化之作業程序，以認定航空公司之風險值。

#### 修改理由

1. 民航局依據國家民用航空安全計畫透過風險管理及安全保證作為，經由經常性查核、強制報告、違規事件、查核資料及深度檢查等作為風險等級評估之基礎，並於每季檢討，作為下一季查核之調整。
2. 調查報告的事實資料中係訪談民航局負責復興航空的航務檢查員有關復興航空航務檢查部分，此為極有限的訪談基礎；倘能進一步全面瞭解民航局整體監理法

規與制度，應不致於推論民航局未制定系統化之作業程序。

### 建議修正

民航局應持續發展系統化判定航空公司風險值之作業程序。(建議移到 3.3)

### 1.3.2.2 第 4.1 章-民航局之改善建議

#### ● 第 2 項：參考調查報告第 4.1 節

適時建置一套更健全之監理流程或機制，以識別航空業者航務作業之安全相關系統缺失，並確保航空業者能滿足並維持應有之安全標準。

建議刪除，刪除理由如下：

1. 民航局法規及相關指導文件已訂定推動及執行安全管理系統之各階段內容及期程。
2. 我國依據 ICAO 之標準規定航空公司應於 2009 年 1 月 1 日起實施安全管理系統，至 2016 年 12 月 31 日前完成 4 階段建置。民航局安全管理系統之指導文件民航通告「AC120-32 安全管理系統」，陸續根據實務運作及 ICAO 相關指導文件之修訂並已修訂至第 4 版。
3. 民航局為了解並協助業者建置安全管理系統，落實安全管理工作，民航局組成專案小組，對民航運輸業航空公司與大型維修廠進行安全管理系統專案評估，檢查所見問題，除發函通知業者改善外，並請局長邀各公司負責人來局溝通，確保能由當責主管負責推動，以達實效。
4. 根據專案評估結果，於 2014 年 8 月 9 月及 2015 年 9 月 10 月辦理 4 梯次安全管理系統訓練課程，協助各公司建置並落實安全管理系統之運作。
5. 為有效引導業者建置安全管理系統並落實，民航局於 104 年 11 月增訂航空公司

飛航作業品保系統指標原則 AC120-050，及安全績效指標 AC120-049 等民航通告供業者遵循。

● 第 3、4 項：參考調查報告第 4.1 節

3.提供檢查員評估航空業者安全管理系統（SMS）有效性所需之詳盡指引，包括：

- 風險評估與管理；
- 變動管理；
- 飛航操作品質保證（FOQA）系統及相關資料分析；
- 安全績效監控。

4.提供檢查員完整之訓練及發展，以確保所有檢查員有效執行風險監理業務及航務查核作業。

建議第 3 項及第 4 項整併，整併理由同 3.2.23 修改理由：

1. 民航局檢查員手冊中已編訂實施的安全管理系統工作項目內容及檢查表(工作項目-18)，並有民航通告 AC-120-32D 及 ICAO DOC 9859 等文件作為檢查員之檢查指導文件。
2. 檢查員由本局外籍顧問完成安全管理系統訓練，並有年度複訓維持精進。
3. 民航局事故前對復興執行安全管理系統的評估及建議內容，顯示檢查員的能力符合。

建議整併為：

持續提供更新之檢查員評估航空業者安全管理系統（SMS）有效性所需之詳盡指引、訓練及發展，包括：風險評估與管理、變動管理、飛航操作品質保證（FOQA）

系統及相關資料分析、安全績效監控，以確保所有檢查員有效執行風險監理業務及航務查核作業建立系統化之流程，以認定航空業者之安全風險水準。

● **第 5 項：參考調查報告第 4.1 節**

加強檢查員之督導與績效評估，以確保所有檢查員有效執行監理業務，及有能力辨識關鍵性之安全議題，並向其主管提出該等問題，進行溝通。

**建議刪除，刪除理由如下：**

交通部已訂有「交通部民用航空局飛航安全檢查及飛航測試執行要點」及民航局檢查員手冊中訂有「航空運輸業管理效能」工作任務項目以供檢查員執行檢查時之指導文件，作為檢查員訓練、派遣、督導、考核等之依據。

● **第 6、7、8 項：參考調查報告第 4.1 節**

6. 強化對於航空業者之監理，促使其將傳統安全管理提升至安全管理系统。
7. 建立系統化之流程，以認定航空業者之安全風險水準。
8. 檢討現行之監理計畫，以建置一套較為聚焦、以風險為基礎之模式，評估航空業者之安全機制。

**建議第 6、7、8 項整併，整併理由同 3.2.24 修改理由：**

1. 民航局依據國家民用航空安全計畫透過風險管理及安全保證作為，經由經常性查核、強制報告、違規事件、查核資料及深度檢查等作為風險等級評估之基礎，並於每季檢討，作為下一季查核之調整。
2. 調查報告的事實資料中係訪談民航局負責復興航空的航務檢查員有關復興航空航務檢查部分，此為極有限的訪談基礎；倘能進一步全面瞭解民航局整體監理法規與制度，應不致於推論民航局未制定系統化之作業程序。

● **第 9 項：參考調查報告第 4.1 節**

確保航空業者對於飛航事故調查機關對所提之所有飛安改善建議均已執行。

建議刪除，刪除理由如下：

1. 現行已有規定，民航局對飛安會歷次的調查報告建議改善措施及執行情況，均依飛航事故調查法相關規定陳報行政院經飛安會確認接受後，始為結案。
2. 有關復興飛航組員未遵守標準作業程序(包含標準呼叫等)以及駕駛員訓練與考核問題，民航局已於當年度派員加強對復興於國外實施駕駛員訓練與考核之檢查，業經飛安會確認並接受後結案，請飛安會惠予查明。

● 第 10 項：參考調查報告第 4.1 節

建立並提供航空業者詳細指引，俾利其執行有效之疲勞風險管理流程與訓練。

修改理由

1. 民航局已制訂有關飛時、執勤時間及休時限度等相關規定。
2. 航局另參考美國 FAA 民航通告，頒布有關疲勞風險管理之民航通告 AC F120-103 Fatigue Risk Management Systems for Aviation Safety.

建議修正

加強航空公司自我評估並發展疲勞風險管理之政策以降低疲勞因素。

## 1.4 結論

- 1.4.1 依飛安會事故調查報告，係歸因於可控飛行撞地 (CFIT)，亦即航空器於適航情況下，因飛航組員缺乏近地警覺之操控，非蓄意撞及地障。飛航組員未遵守標準作業程序 (SOP)，於未獲得所需目視參考前，持續進場並操控該機下降低於最低下降高度 (MDA)。

- 1.4.2 此事件班機的機長所為，不在乎復興航空的駕駛員訓練計畫品質或民航局的監管，且不遵守公司政策，操作程序，及民航法規。這類危險的態度在美國聯邦航空總署美國聯邦航空總署民航通告 60-22 標題為「飛航決心下達」中描述並分類為「反權威」(anti-authority)。對民航局而言，無法知悉此類具有不在乎公司政策，程序，或法規的反權威態度機長。
- 1.4.3 國際民航組織在安全管理標準的進程上，是依據飛航事故所累積的經驗發展，從較早的失事預防計畫、自我督察計畫，再演變到目前的安全管理系统，前述措施都可以符合安全作業的需求。
- 1.4.4 再次重申，航空業者採納安全管理系统，既是一項兼具挑戰及動態的過程。發展並執行有效的安全管理系统且能獲得全體員工完全支持，需要大量的時間與資源；SMS 的執行，航空業者負有主要的責任。民航局發布民航通告 AC 120-32C 作為指導文件以協助航空業者發展其安全管理系统。後續所發布之 AC 120-32D 和其前版相同，屬於非強制性文件；民航通告的性質旨在介紹安全管理系统之概念，並提供航空業者建構安全管理系统之指引，以期所建置之安全管理系统符合 ICAO 與民航局的要求。因為系統的複雜性，美國聯邦航空總署至今仍未針對其航空業者建構安全管理系统而發展有關法規。
- 1.4.5 在調查報告中論及民航局監管作為，某種程度上，調查重點著重在民航局的程序和方法上，很遺憾地飛安會將民航局描繪成能力不足的印象。飛安會認為民航局檢查員缺乏訓練或工作指導有限，所以監管不足或無效。事實上，民航局檢查員手冊提供了大量的政策、程序及範例等資訊及指引予檢查員執行業務，包括駕駛員訓練及考驗，駕駛艙航路檢查，安全管理系统

統執行與監管。然而，要求民航局檢查員持續地觀察業者所有訓練，飛航操作或管理功能是不合理且不可能的。



## 2 項次 2-跑道視程(Runway Visual Range, RVR)資訊提供

### 2.1 摘要

#### 2.1.1

調查報告第 1.7.4 節，表 1.7-1 彙整天氣中心、AWOS 及航管單位提供之能見度、RVR 與其他天氣資訊，最後一欄為 GE222 是否獲得本項資訊。

表 1.7-1 天氣資訊彙整

| 時間   | 來源                     | 內容                                   | GE222 獲得 |
|------|------------------------|--------------------------------------|----------|
| 1700 | METAR                  | 能見度 2,400 公尺、雷雨、雲幕高 600 呎(ATIS I)    | 否        |
| 1700 | AWOS RVR <sup>28</sup> | 大於 2,000 公尺                          | 否        |
| 1728 | 高雄塔臺                   | 馬公機場雷雨當空                             | 是        |
| 1730 | METAR                  | 能見度 2,400 公尺、雷雨、雲幕高 600 呎(ATIS J)    | 否        |
| 1730 | AWOS RVR               | 大於 2,000 公尺                          | 否        |
| 1740 | AWOS RVR               | 1731 時至 1740 時由大於 2,000 公尺至 500 公尺   | 否        |
| 1742 | 高雄塔臺                   | 馬公機場低於落地標準                           | 是        |
| 1751 | GE222 座艙語音紀錄器          | 馬公機場 ATIS K 能見度 800 公尺、大雷雨、雲幕高 600 呎 | 是        |

#### 2.1.2

調查報告第 3.2 節第 27 項，「最後進場期間，20 跑道之跑道視程（RVR）由 1,600 公尺降至 800 公尺，再降至最低達 500 公尺。管制員未將該資訊提供予事故方飛航組員，可能會影響飛航組員是否繼續進場之決定。」

## 2.2 事實資料

## 2.2.1 塔臺管制員提供之氣象資訊

當 GE222 班機與馬公塔臺聯繫時，塔臺管制員即依飛航管理程序（Air Traffic Management Procedure, ATMP）相關規定提供必要資訊予飛航組員。當最新氣象報文中的 QNH 值改變時，塔臺亦立刻將該資訊提供給航機。

## 2.2.2 飛航管理程序（ATMP）相關規定

### 2.2.2.1 ATMP 2-8-1 提供跑道視程值

當以跑道視程為起降最低標準時，只要跑道視程（RVR）裝備工作正常，不論助航或目視設施後來工作與否，均應按照 2-8-3「術語」之規定使用跑道之跑道視程值。

### 2.2.2.2 ATMP 2-8-2 離到場跑道能見度

參考調查報告第 1.18.6 節

### 2.2.2.3 ATMP 3-10-2 於最後進場階段更新資料

參考調查報告第 1.18.6 節

## 2.3 分析

### 2.3.1 天氣資訊彙整表

#### 2.3.1.1

原飛安會網站上已公布之事實資料未有此表格。

#### 2.3.1.2

依 ATMP 相關規定及飛航操作所需，表格內各項天氣資訊並非均需傳遞予 GE222，例如於 1700 時，GE222 未獲得馬公機場 METAR 及 AWOS RVR 資料，

係因 GE222 尚在高雄機場並未起飛；另 GE222 未獲得 AWOS RVR 大於 2000 公尺資訊，係因 RVR 超過 2000 公尺時，管制員無需提供是項資訊。

### 2.3.2 RVR 之可靠性

依調查報告第 3.2 節第 26 項，「天氣報告與自動氣象觀測系統（Automated Weather Observe System, AWOS）中，跑道視程（RVR）值之差異造成管制員對於 AWOS RVR 資料之可靠性產生疑惑。」因此，當日管制員未提供不可靠的 RVR 值。

### 2.3.3 提供飛航組員關鍵天氣資訊

#### 2.3.3.1

VOR 20 跑道進場程序為非精確進場程序，該程序之最低進場限度係依據能見度，而非 RVR。

#### 2.3.3.2

飛航組員從終端資訊自動廣播系統（Automatic Terminal Information System, ATIS）“N”及“O”天氣報獲得能見度資訊，此兩則天氣報告中的能見度皆為 1600 公尺。

#### 2.3.3.3

GE222 班機自 1901 時與塔臺連繫，直到 1910 時為止，氣象報文的能見度皆無改變。

### 2.3.4 民用航空局澄清說明

#### 2.3.4.1

表格 1.7-1 未說明各項天氣資料與 GE222 是否需獲得該項資訊之關聯性，而簡單以「是」或「否」呈現，有錯誤導致外界質疑管制員對天氣資訊提供不確實之疑

慮，且調查報告附錄一已有完整天氣資訊傳遞彙整表格，爰建議刪除表格 1.7-1。

#### 2.3.4.2

當 RVR 裝備工作正常，且以跑道視程為起降最低限度時，管制員提供 RVR 數值予飛航組員，惟馬公機場 20 跑道 VOR 進場係依據「能見度」，事故班機於最後進場階段時，馬公塔臺已將最新之天氣資訊提供予飛航組員。

#### 2.3.4.3

飛安會建議塔臺將不可靠之 RVR 值提供給飛航組員，並認為那些有疑慮的資訊可能影響飛航組員關於是否繼續進場之決定，民航局認為這個建議是沒有根據且無法被接受。天氣資訊係供輔助參考，本案飛航組員在進場過程中，下降至最低下降高度（MDA）時如無法目視跑道環境，應在誤失進場點或之前執行誤失進場程序，而不應下降低於 MDA 並持續花費 13 秒時間試圖尋找跑道環境。

#### 2.3.4.4

管制員已依據規定提供天氣資訊，此項議題不應列為風險有關因子。

### 2.4 結論

調查報告第 3.2 節第 26 項，「天氣報告與自動氣象觀測系統（AWOS）中，跑道視程（RVR）值之差異造成管制員對於 AWOS RVR 資料之可靠性產生疑惑。」，爰管制員因對 AWOS 之 RVR 可靠性感到疑惑，遂依飛航管理程序相關規定未將 RVR 提供予事故飛航組員。

### 3 項次 3-誤失進場點位置

#### 3.1 摘要

飛安會調查報告第 2.12.3 節：在同是最低 OCA 的目標下，誤失進場點位置若能設計較為接近跑道頭，或許能增加駕駛員未來目視及辨識跑道的機率。

飛安會調查報告第 3.3 節：事故時馬公機場 20 跑道之誤失進場點(Miss Approach Point, MAPt)位置並非最佳設計，在相同障礙物間隔高度下，若誤失進場點設計位置向跑道頭方向接近，可能會增加駕駛員可能目視辨識到跑道的機率。

#### 3.2 事實資料

3.2.1 103 年 7 月 23 日，GE222 實施馬公機場 20 跑道 VOR(Very High Frequency Omni-directional Range, VOR)進場，呼叫重飛後於 1906 時墜毀於馬公機場 20 跑道頭東北方。依據飛安會報告，該機於 1905 時通過誤失進場點時，高度為 176 呎；飛安會報告中亦於分析章節識別駕駛員清楚知悉 20 跑道 VOR 進場程序之最低下降高度為 330 呎，駕駛員當時已偏離該進場程序，在未獲得必要之目視參考之前已下降至低於該程序所公布之最低下降高度(參見報告 2.2.1.1 節)。

3.2.2 民航局係依照 ICAO PANS-OPS(8168 號文件)第 2 卷儀器飛航程序設計規範，製作馬公 VOR 20 跑道進場程序，誤失進場點位於距 20 跑道頭 1.1 浬。障礙物間隔高度與實際高度分別為 330/284 呎，進場種類 A 及 B 類航空器之進場能見度限度為 1600 公尺。

#### 3.3 分析

##### 3.3.1 國際實務

按照 ICAO PANS-OPS 精神，儀器飛航程序設計係評估航機與障礙物間之適當

間隔（參見第 2 卷第 1 章 1.3 小節）。對各種進場程序而言，誤失進場點的位置僅係設計過程中的一個參數，與進場能見度限度並無關聯。

誤失進場點設置於不同位置，則可能會得到不同的評估結果。儀器飛航程序設計人員可能會綜合考慮許多因素後才決定誤失進場點最終要設定的位置。ICAO 建議將誤失進場點設置於進場跑道頭，但 ICAO 同時也指出，如有需要，誤失進場點位置可以向最後進場點（Final Approach Fix, FAF）方向調整（參見 8168 號文件第 2 卷第 1 部第 4 節）。

根據 ICAO PANS-OPS 及第 6 號附約，進場能見度限度係以障礙物評估所得之障礙物間隔實際高度（Obstacle Clearance Height, OCH）為基礎，再加上航機性能、組員訓練等諸多因素後所決定。

當航機已低於最低下降高度/實際高度，則儀器飛航程序已無法提供必要之障礙物間隔（Minima Obstacle Clearance, MOC），亦無法確保與障礙物間之安全隔離。此時與障礙物之適當隔離需由駕駛員保持必須之目視參考來達成。

### 3.3.2 民用航空局之做法

民航局係按照 ICAO PANS-OPS 相關規定設計儀器飛航程序。此外，目前係參考美國聯邦航空總署 8260.3B 號技令（Terminal Instrument Procedures, TERPS）之規定，決定相關能見度限度。民航局在此特別指出，不同國家、不同航空公司，甚至不同航圖製作廠商都可能採用不同之能見度限度制定規則。

### 3.3.3 民航局澄清說明

**3.3.3.1** 有關於修改誤失進場點可能會增加本案駕駛員目視辨識跑道之假設，民航局認為並不妥適。由事實資料中可明顯看出本事故飛航組員在進場過程中無法確認其與機場或 20 跑道之相對位置，此點可由座艙語音紀錄器所紀錄之組員對話驗證。在報告中亦可知，組員未能保持適當之進場航向，且明顯向左偏離航道，該航機以低於 MDA 之高度通過既有誤失進場點（距

跑道頭 1.1 哩) 及飛安會建議之誤失進場點 (距跑道頭 0.8 哩) 位置，惟仍無法目視辨識機場或跑道，顯示飛安會於報告中所建議之調整誤失進場點相關假設並不成立。

**3.3.3.2** 馬公機場 20 跑道 VOR 進場程序符合 ICAO PANS-OPS 相關規定，且駕駛員目視跑道之限制並非儀器進場程序設計之參數或評估因素。

**3.3.3.3** 與飛航操作相關之美國聯邦航空總署 Aeronautical Information Manual 甚至強調“非精確進場程序之誤失進場點並非是爲了開始下降而設計，主要目的是考量地障、助航設施位置以及可能之航管因素等。

**3.3.3.4** 飛安會之建議係基於改善飛安目的，惟若要求將誤失進場點一律向跑道頭位置調整，將可能使保持在 MDA 高度之航機，在抵達跑道頭時目視跑道，增加組員試圖降落誘因，衍生衝出跑道之風險，不可不慎。

## 3.4 結論

**3.4.1** 有關飛安會所建議之調整誤失進場點位置將會增加本案駕駛員目視跑道環境之論述已被證明並不成立。

**3.4.2** 依照國際儀器飛航程序設計規範，能見度限度並非設計時之參數。飛安會之建議將使我國相關儀器飛航程序設計作業異於其他國家，未來很可能帶來新的風險及導致責任問題。民航局也無法確定飛安會此種異於實務之做法是否將引進未知的危害因子。

**3.4.3** 民航局於本案調查期間已儘可能配合提出國際間相關規範與實務資料供飛安會參考 (請參閱表 3-1)。民航局亦已邀請國際卓有聲譽之飛安專家檢視民航局所提出之各項論述及資料，確實已呈現了相關國際規範背後之精神並向飛安會說明。民航局也已經提供了諸多其他國家之儀器進場程序資料，證明誤失進場點之位置與能見度限度無關。

表 3-1 國際間 VOR 進場程序，誤失進場點（MAPt）距跑道頭距離大於進場能見度限度實例

| 機場          | 程序             | MAPt 距跑道頭距離    | 能見度限度   |
|-------------|----------------|----------------|---------|
| 日本羽田        | VOR RWY 34L    | 1.2 哩（2225 公尺） | 1500 公尺 |
| 日本鹿兒島       | VOR DME RWY 32 | 2.5 哩（4630 公尺） | 1500 公尺 |
| 日本大阪        | VOR RWY 06R    | 1.1 哩（2037 公尺） | 1500 公尺 |
| 比利時布魯塞爾     | VOR RWY 25     | 1.0 哩（1825 公尺） | 1600 公尺 |
| 西班牙巴塞隆納 GRO | VOR RWY 20     | 1.1 哩（2037 公尺） | 1500 公尺 |
| 紐西蘭威靈頓      | VOR DME RWY 16 | 1.9 哩（3519 公尺） | 1500 公尺 |
| 德國紐倫堡       | VOR RWY 10     | 1.0 哩（1825 公尺） | 1500 公尺 |
| 法屬大溪地       | VOR Z RWY 22   | 1.6 哩（2963 公尺） | 1500 公尺 |

3.4.4 綜上，民航局認為飛安會所提出與調整誤失進場點位置有關之假設論述並不成立，並建議由發現與建議章節中刪除。

## 4 項次 4-進場燈光系統

### 4.1 摘要

飛安會調查報告第 3.3 節第 5 項，「依民航局規範，馬公機場應裝設一長 420 公尺之簡式進場燈光系統以協助駕駛員辨識 20 跑道環境。民航局表示以白色閃光跑道頭識別燈系統替代檢視進場燈光系統。」

飛安會調查報告第 4.1 節第 11 項，「依各跑道之助導航設施，檢視現有跑道進場燈光系統設計，確保飛航組員能有適當之引導以目視辨識跑道環境的目視參考，特別是在能見度不佳及夜間環境下。」

### 4.2 事實資料

4.2.1 「民用機場設計暨運作規範」第 5.3.4.1.B 節「如實際可行，準備供夜間使用之非精確進場跑道應設置簡式進場燈系統，除非該跑道僅供能見度良好時使用或有其他目視輔助設施提供足夠之導引時可以不設。」

4.2.2 馬公機場 20 跑道頭 2 側各裝設有 1 盞跑道頭識別燈（Runway End Identifier Light, REIL），跑道頭識別燈可提供快速及正確辨識跑道端之功能，由同步閃爍之指向性燈光組成，燈具朝向進場方向。跑道頭識別燈光系統提供 3 段以上光強度設定，駕駛員可於日間 3 哩或夜間 20 哩遠之距離視及。

4.2.3 馬公機場 20 跑道距跑道頭 320 公尺處裝設有朝向跑道頭方向之精確進場滑降指示燈（Precision Approach Path Indicator, PAPI），以提供駕駛員進場滑降角度（約 3 度）之目視導引指示，駕駛員可於日間 5 海浬或夜間 25 海浬遠之距離看見此燈光系統。

### 4.3 分析

**4.3.1** 根據美國聯邦航空署（美國聯邦航空總署）的標準，跑道頭識別燈（REIL）可在日間至少 3 海浬和夜間至少 20 海浬遠之距離被識別，而精確進場滑降指示燈（PAPI）則是可在 5 海浬（日間）至 25 海（夜間）遠處被看見。馬公機場 20 跑道 VOR 進場程序之能見度最低操作限制為 1600 公尺，前述目視輔助設施已可提供充分且足夠的視覺導引，以使駕駛員可識別跑道環境，符合本局規範中有關「提供足夠之其他目視導引」設施要求。

**4.3.2** 馬公機場 20 跑道之跑道頭識別燈（REIL）設置存在已超過 10 年以上，航機使用一切正常，且在 GE222 前後的其他航班均安全著陸，證明跑道頭識別燈（REIL）仍能為駕駛員提供足夠的視覺導引。

**4.3.3** 查國際間亦有相多機場採用類同馬公機場 20 跑道建置方式，節錄機場資料如表 4-1。

表 4-1 國際間使用 VOR 進場程序並搭配跑道頭識別燈（REIL）之機場實例  
（節錄）

| 機場             | 程序              | 能見度限度（公尺）          |
|----------------|-----------------|--------------------|
| 優勝美地國際機場(KFAT) | VOR DME RWY 11L | 2200               |
| 里奇蒙國際機場(KRIC)  | VOR RWY 20      | 2000               |
| 查爾斯頓機場(KCHS)   | VOR DME RWY 3   | <b><u>1600</u></b> |
| 麥吉泰森機場(KTYS)   | VOR RWY 23L     | <b><u>1600</u></b> |
| 韋科機場(KACT)     | VOR RWY 14      | 2000               |
| 莫比爾機場(KBFM)    | VOR RWY 14      | 2800               |

#### 4.4 結論

配合相關助導航設施、儀航程序及飛航操作之限制，馬公機場於跑道頭端裝置跑道頭識別燈（REIL），符合民航局相關規範。至於不良天候常夾伴著雷暴雨、低雲等（以本案為例）天氣現象，設置 420 公尺簡式進場燈能否於惡劣天氣下提升跑道辨識，並無事實資料能予佐證，且航機於不良天候進場安全操作之確保，仍主要仰賴飛航組員在無法目視跑道時，即應在誤失進場點（或之前）實行誤失進場程序。

## 交通部民用航空局已完成或進行中改善措施

### 飛航標準組

| 編號 | 改善建議內容                            | 狀態  | 改善措施內容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|-----------------------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 加強針對復興航空飛航組員紀律及遵守標準作業程序（SOPs）之監理。 | 已完成 | <p>CAA's definite supervisory actions after TransAsia Airways GE-222 accident:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.After the accidents of GE-222, CAA implement the in depth inspection of the Airlines, and formulate the short-term, mid-term and long-term targets to improve flight safety.</li> <li>2.The in depth inspection found 24 deficiencies which includes safety management, FOQA, training and check standardization, CRM, fatigue, dispatch etc. CAA required TransAsia to set up plans of improvement. TransAsia made improvement from those deficiencies within allotted date (see attachment 1).</li> <li>3.Review the adverse weather operation to improve the procedures(see attachment 2).</li> <li>4.Enhance the operation inspection, the inspectors had launched 929 inspections since 23RD JUL,2014 until 31st AUG, 2015 and found deficiencies which improved afterwards, the improvement were recheck and confirmed by CAA inspectors(see attachment 3).</li> <li>5.Targets of flight safety of TransAsia:               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1)Short-term                   <ol style="list-style-type: none"> <li>A.Complete ATR-72 fleet's engine system special inspection.</li> <li>B.Complete ATR-72 fleet 55 pilots oral test and proficiency check. 10 pilots didn't pass oral test and 3 pilots proficiency check didn't pass, but all passed recheck after remedial training.</li> <li>C.150 cockpit enroute inspections and proficiency check found normal.</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol> |

| 編號 | 改善建議內容 | 狀態 | 改善措施內容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----|--------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |        |    | <p>D.Enhance pilots'schedule and flight time monitoring(see attachment 4).</p> <p>(2)Mid-term</p> <p>A.Implement A330 and A320/321 pilot's oral test and proficiency check, with the result: 3 of 102 pilots take oral retest and 2 pilots take remedial training after recheck, the pilot proficiency check will finish before 31st DEC,2015.</p> <p>B.Enhance the mechanism to effectively control of mechanical troubles and arranged the main base inspection to verify the implementation.</p> <p>C.SMS implementation, is now in the phase 3 of the plan, and CAA will continue to monitor the implementation accordingly.</p> <p>D.To coordinate with Flight Safety Foundation action team to evaluate safety management of TransAsia Airways, list the priorities of safety related issues and continue to improve those.</p> <p>(3)Long-term(before 31st DEC,2016)</p> <p>A.Complete SMS implementation.</p> <p>B.Supervise the airlines SMS plan.</p> <p>C.Develop the methods of airlines management.</p> <p>6.Works of supervise:</p> <p>(1)Oversee the management of organization and improve the proficiency of employees.</p> <p>(2)Supervise the improvement of safety related issues according the targets.</p> <p>7.Reviews:</p> <p>(1)Except the deficiencies found in the in-depth inspection and targets of safety improvement required by CAA, the recommendations made by ASC , action team and authority of aircraft manufacture are also included in the measure of improvement.</p> <p>(2)Though the TransAsia Airways has</p> |

| 編號 | 改善建議內容                                                          | 狀態  | 改善措施內容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|-----------------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                 |     | <p>improved it's flight safety by measures in all aspect, but leave of employees and change of management still a major concern. The airlines is one of the major domestic carriers, suggest not to increase flight either domestic or international due to the manpower issue. The application of emergency medical service flight will be review and restricted as well.</p> <p>(3)CAA required TransAsia Airways to take actions to improve flight safety after accident. The immediate action to improve were the knowledge and skills, it has been effective improvement and will continue to enhance the performance. As to the organization, company culture, employees etc. are the human factors which is a long-term issues to improve, CAA will continue to oversee performance of the airlines. Due the CAA oversight activities are continuously and persistently, suggest to close the 1st and 2nd ASC recommendations to CAA.</p> |
| 2  | 建置一套更健全之監理流程或機制，以識別航空業者航務作業之安全相關系統缺失，並確保航空業者能滿足並維持應有之安全標準。      | 已完成 | Suggest to close recommendation, the statement same as aforementioned.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 5  | 加強檢查員之督導與績效評估，以確保所有檢查員有效執行監理業務，及有能力辨識關鍵性之安全議題，並向其主管提出該等問題，進行溝通。 | 已完成 | <p>CAA Flight Standards Division holds Operations Section and Airworthiness Inspection Section meeting and Airlines group report meeting monthly. The details of Section meeting includes policies proclaiming、operations and airworthiness inspection work reporting and inspectors performance review, special items of inspection and jobs emphasis in coming months.</p> <p>Airlines groups meeting details includes POI</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

| 編號 | 改善建議內容 | 狀態 | 改善措施內容                                                                                                                                                                                          |
|----|--------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |        |    | work reports and reviews (includes airlines events or deficiencies improvement), emphasis of inspection, recommendations. The interim review meeting of airlines performance are also included. |

### 飛航管制組

| 編號 | 改善建議內容                                                            | 狀態  | 改善措施內容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|-------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11 | 依各跑道之助導航設施，檢討現有跑道進場燈光系統設計，確保駕駛員有適當之引導，得以目視辨識跑道環境，特別是在能見度不佳及夜間環境下。 | 已完成 | The simple approach lighting system of runway 20 of Magong airport was commissioned on March 18, 2015. And the instrument landing system(ILS) of runway 20 was commissioned on June 25, 2015. After the aforementioned facilities are commissioned, the runway operational visibility limitation, has been upgraded from previously 1600 meters down to 1200 meters. |

### 飛航服務總臺

| 編號 | 改善建議內容                                                            | 狀態  | 改善措施內容                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|-------------------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11 | 依各跑道之助導航設施，檢討現有跑道進場燈光系統設計，確保駕駛員有適當之引導，得以目視辨識跑道環境，特別是在能見度不佳及夜間環境下。 | 已完成 | 20 跑道原已設有目視輔助設施跑道識別燈(REIL)使跑道頭更加明顯，符合儀器進場程序需求。另為提昇飛航服務品質，飛航服務總臺已於 104 年 3 月 18 日完成增設馬公機場 20 跑道簡式進場燈系統。                                                                                                                                                                                                             |
| 13 | 要求塔臺管制員依據飛航管理程序(ATMP)之規定，於航機最後進場時提供飛航組員更新之資料。                     | 已完成 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.飛航服務總臺於 103 年 7 月 31 日以航業一字第 1030007601 號函予各航管單位，重申提供即時天氣資料予航空器駕駛員之相關航管作業事宜。</li> <li>2.飛航服務總臺將本案納入 103 及 104 年度航管訓練教材，宣導天氣資訊之重要性及航空器緊急情況之應變處置。</li> <li>3.飛航服務總臺飛航航管員席位查核重點項目原即列有「天氣資料之更新」，以口頭方式通知各航管單位加強查核有關天氣資訊更新之作業。</li> <li>4.飛航服務總臺於 103 年 12 月 23 日以航業</li> </ol> |

| 編號 | 改善建議內容                                            | 狀態  | 改善措施內容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|---------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                   |     | 一字第 1035016256 號函予各航管單位，宣導有關人工錄製 ATIS、天氣資料提供及事件通報程序等相關注意事項。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 14 | 與空軍司令部進行協調，以檢討及改善馬公機場民航航管與軍方人員雙方之天氣資訊交換及使用跑道協調事宜。 | 已完成 | <p>1.飛航服務總臺於 103 年 8 月 21 日邀集空軍單位召開「戰航管工作協議書研討會」，並持續數月與空軍氣象聯隊及空軍第四四三聯隊就相關工作協議書進行研討及修訂。</p> <p>2.有關天氣資訊之交換</p> <p>(1)「空軍氣象聯隊第七基地天氣中心/民用航空局飛航服務總臺高雄近場管制塔臺馬公機場管制臺工作協議書」於 104 年 1 月 1 日完成修訂（附件 3-6），明訂雙方工作項目，以完善馬公機場軍民用航空器飛航所須天氣資料之提供作業，使雙方工作人員於作業時能密切協調配合，確保飛航安全。</p> <p>(2)飛航服務總臺於 103 年 12 月 17 日派員至空軍氣象聯隊第七基地天氣中心，就天氣資訊之交換進行交流與研討，瞭解守視室（天氣觀測室）之觀測、發報作業，並與該中心呂副主任前往本總臺馬公塔臺了解管制員天氣資訊接收、使用情形，研議於塔臺設置該中心守視室氣象報文之即時顯示器，以加速機場天氣報告之傳送。</p> <p>(3)飛航服務總臺復於 104 年 3 月 5 日邀集空軍氣象聯隊召開「軍方提供第七基地天氣中心守視室至馬公塔臺光纖研商會議」，討論本案進行方式。後因國防部資訊安全規定，無法於馬公塔臺設置氣象報文即時顯示器，爰該中心改為透過塔臺 AWOS 顯示器畫面下方欄直接顯示氣象報文，即時提供，並於 104 年 4 月 10 日完成，以減輕航管與氣象雙方作業負擔。</p> <p>3.有關使用跑道之協調</p> <p>(1)「空軍第四四三聯隊/空軍戰術管制聯隊/空軍通信航管資訊聯隊/民用航空局飛航服務總臺 有關馬公基地工作協議書」針對「跑道使用選擇」及作業方式持續溝</p> |

| 編號 | 改善建議內容 | 狀態 | 改善措施內容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----|--------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |        |    | <p>通協調，飛航服務總臺爰分別於 103 年 9 月 25 日及 103 年 11 月 14 日邀集空軍單位召開會議確認文字。</p> <p>(2) 飛航服務總臺與軍方經數月之溝通協調後，於 104 年 1 月 1 日完成「空軍第四四三戰術戰鬥機聯隊/空軍戰術管制聯隊/空軍通信航管資訊聯隊/民用航空局飛航服務總臺/有關馬公基地工作協議書」修訂，律訂天駒部隊（每年 4 至 9 月）進駐馬公基地期間，有關跑道使用選擇及使用另一方向跑道作業程序，並由飛管每日通知塔臺當日上警戒時間及下警戒時間，及遇颱風來襲戰機返臺防颱，飛管通知塔臺撤離及恢復馬公基地警戒時間。</p> <p>(3) 飛航服務總臺於 104 年 3 月 5 日以航業一字第 1045002186 號函請民航局協助於飛航指南新增馬公機場跑道使用相關資訊，內容如次：「每年 4 月 1 日至 9 月 30 日間，除因天氣因素、載重或緊急狀況等特殊情況外，避免申請與航管指定跑道方向不同之跑道」，該項資訊已自 104 年 3 月 11 日起生效。本（104）年遇民航機申請不同方向跑道起降，雙方依規範作業，協調順暢。</p> <p>(4) 飛航服務總臺透過天駒部隊進駐前座談會、進駐座談會，及進駐期間各項協調會議，與天駒部隊持續溝通有關更換跑道之協調作業，目前執行情況良好。</p> <p>(5) 飛航服務總臺馬公塔臺與空軍司令部人員分別於 104 年 6 月 24 及 7 月 13 日進行交流，就本（104）年度天駒部隊及馬基隊進駐期間更換跑道、戰機放行及訓練、異常狀況處理等作業交換意見，雙方均表示協調聯繫良好。</p> |

## 附錄五之五 復興航空公司對調查報告草案之回復意見



# GE222 事件 復興航空陳述意見

## 修正摘要

- 本次陳述意見重點於文字修訂五項、字義修訂一處。
- 於摘要報告中：
  1. Page ii, vi, vii, viii增修五處文字說明
  2. Page v字義修訂一處

- Page ii 第二段建議增加藍字內容，內容如下：
- 本次事故係歸因於惡劣天候下，可控飛行撞地（CFIT），亦即航空器於適航情況下，因飛航組員缺乏近地警覺之操控，非蓄意撞擊地障。飛航組員未遵守標準作業程序，於未獲得辨識跑道環境所需之目視參考下持續進場，並將航機下降低於最低下降高度（MDA）。調查報告指出與事故飛航組員、復興航務作業與安全管理、天氣資訊之提供、軍民合用機場之協調，以及交通部民用航空局（民航局）監理業務有關之因素，以及其他與飛航安全相關之因素。
- 理由：在3.1.3 & 3.1.10均將天候列為3.1節之可能肇因，懇請修訂第二段內容以符合實際情況

 TransAsia 復興航空

## Page ii 修改佐證資料

- 3.1.3該機下降低於最低下降高度（MDA）後，因駕駛員操作及天氣狀況之因素，向左偏離進場航道並增加下降率。飛航組員於進場最後階段對該機之位置喪失狀況警覺，未及時察覺並改正該機危險之飛行路徑，以避免撞擊地障。
- 3.1.10事故當時馬公機場受麥德姆颱風外圍雨帶影響，天氣狀況為大雷雨，能見度及風向風速有顯著之變化。

 TransAsia 復興航空

### 3.2與風險有關之調查發現(一) 飛航操作

建議：刪除紅字內容

6. 根據飛安會過去對復興ATR飛航事故調查報告、駕駛艙線上觀察、模擬機訓練觀察、內/外部查核報告，以及包括航務主管在內之航務人員訪談皆顯示，復興ATR機隊飛航組員未遵守標準作業程序（SOPs）之情形非僅見於事故航班，~~而是~~~~一再發生、屢見不鮮~~。不遵守標準作業程序之行為係屬持續存在之系統性問題，並已形成復興ATR機隊不良之安全文化。

- The non-compliance with standard operating procedures (SOPs) **was not restricted to the occurrence flight but was recurring**, as identified by previous TransAsia Airways ATR occurrence investigations, line observations, simulator observations, internal and external audits or inspections, and interviews with TransAsia Airways flight operations personnel, including managers. The non-compliant behaviors were an enduring, systemic problem and formed a poor safety culture within the airline's ATR fleet.

 TransAsia 復興航空

### 3.2與風險有關之調查發現(二) 航空公司安全管理

建議：增加藍字內容並刪除紅字內容

- 7. 復興之風險管理程序及評估不當、安全會議成效不彰、安全風險指標不精準也不正確、~~雖然~~管理高層有安全承諾但~~令人質疑~~、安全宣導不充分、飛航操作品質保證（FOQA）系統未臻健全、航務與安管部門之資源與能力不足等因素，致使復興之安全管理系統未能發揮應有之功能。
- The TransAsia Airways' inadequate risk management processes and assessments, ineffective safety meetings, unreliable and invalid safety risk indices, ~~questionable~~ senior management commitment to safety **with** inadequate safety promotion activities, underdeveloped flight operations quality assurance (FOQA) system, and inadequate safety and security office and flight operations resources and capabilities constituted an ineffective safety management system (SMS).

 TransAsia 復興航空

### 3.2與風險有關之調查發現(二) 航空公司安全管理

建議：增加藍字內容

- 11. 復興年度督察計畫未針對前次督察發現之安全問題、監理機關查核發現，或事故調查之飛安改善建議，評估其實施計畫或改善措施是否有效執行。復興之自我督察計畫不**完全**符合民航通告AC-120-002A之指引。
- The TransAsia Airways annual audit plan did not include an evaluation of the implementation and/or effectiveness of corrective actions in response to the safety issues identified in previous audits, regulatory inspection findings, or safety occurrence investigation recommendations. The airline's self-audit program was not **fully** consistent with the guidance contained in AC-120-002A.

 TransAsia 復興航空

### 3.2與風險有關之調查發現(二) 航空公司安全管理

建議：增加藍字內容

- 19.復興之飛航操作品質保證（FOQA）系統參數設定與分析能力，仍不足以快速地識別出於進場過程中，或可能於其他飛航階段，發生不遵守標準作業程序（SOPs）之安全事件。飛航操作品質保證系統對於該等事件之分析能力與有效性不足，導致若干飛航操作過程中之**部分**安全問題無法**完全**被辨識或被改正。復興亦未進一步調查經由飛航操作品質保證系統趨勢分析所識別出之飛航組員績效表現與安全水準下降之問題。顯然飛航操作品質保證系統未被有效地應用在具有主動性之作業安全風險評估。

 TransAsia 復興航空

- 19. The TransAsia Airways' flight operations quality assurance (FOQA) settings and analysis capabilities were unable to readily identify those events involving standard operating procedures (SOPs) non-compliance during approach and likely other stages of flight. The FOQA events were not analyzed sufficiently or effectively, **leaving some safety issues in flight operations unidentified and uncorrected.** Some problems with crew performance and reductions in safety indicated in the FOQA trend analyses were not investigated further. Clearly, the airline's FOQA program was not used to facilitate proactive operational safety risk assessments.

- Page v 3.1.8 修改字義較符合事件事實
- 原文為Non-compliance with standard operating procedures (SOPs) was a repeated practice during the occurrence flight. The crew's recurring noncompliance with SOPs constituted an operating culture in which high risk practices were routine and considered normal事故航班中，飛航組員之操作屢屢違反標準作業程序（SOPs）。飛航組員屢屢不遵守標準作業程序之行爲形成一種操作文化，對高風險之操作司空見慣，並習以爲常。
- 建議1.  
修改字義為The crew's recurring non-compliance with SOPs constituted an unsafe **operating climate** in this occurrence flight which high risk practices induced poor situational awareness.飛航組員在此事件中多次不遵守標準作業程序之行爲形成一種不安全的操作環境，導致對高風險之操作失去環境警覺。
- 建議2.  
將3.1.8移至3.2節與風險有關之調查發現中

- 建議：修改字義為The crew's recurring non-compliance with SOPs constituted an unsafe operating climate in this occurrence flight which high risk practices induced poor situational awareness. 飛航組員在此事件中多次不遵守標準作業程序之行為形成一種不安全的操作環境，導致對高風險之操作失去環境警覺。
- 修改理由：
  1. CAA AOR,TNA FOM,ICAO ANNEX 針對航空公司/正駕駛責任與義務已有明確規範。(文件參考以ICAO為主)
  2. 所有研究CFIT事件，都以失去環境警覺為主因。所以規範飛機必須配置EGPWS地面防撞警告系統。(FSF)
  3. 不安全的操作環境與失去環境警覺有密不可分之關係。
  4. 事件組員一直被嚴峻天氣所影響CVR，是否已有 *Preoccupied mind* 而進入 *Tunnel vision* 值得存疑。
  5. 文化需長時間不斷地訓練，教育及發展。在專業領域裡仍然有多方面論述。不安全操作環境包含廣泛，匯集有；人的工作態度，遵守法規及標準作業的態度，群體的社會態度，以及職業道德的態度。
  6. 個人行為在訓練考核時總是按規定展現自己，真實的作為有時是看不見的傷害。(Invisible harm)
  7. 遵守法規是紀律問題而非文化表現。

 TransAsia 復興航空

## FAA Safety Briefing :

### Positive Flight Attitude by FAA Susan

Be AWARE請注意

The airplane's physical attitude is relatively easy to understand. The pilot's mental attitude is more complicated. Attitude can be defined as a complex mental state involving beliefs, feelings, values, and dispositions to act in certain ways. One of the trickiest aspects of mental attitude is that the beliefs, feelings, and values driving our disposition to act in certain ways are often as invisible to us as water is to a fish.

Assuming that safety is one of your primary aviation values, there are things you can do to become more aware of factors that contribute to a positive flight attitude in both senses of the term. These include: Aircraft – Weather – Airspace – Risk Factors – External Pressures.

飛機的姿態很容易理解

飛行員心理的態度卻是錯綜複雜，因為信仰，感情，價值等，面對問題也會有不知不覺程度的影響。常常這種影響卻是不容易察覺。



姿態  
VS  
態度

Editor : Susan Parson is a special assistant in the FAA Flight Standards Service and editor of FAA Safety Briefing. She is an active general aviation pilot and flight instructor

 TransAsia 復興航空

As explained in the *FAA's Risk Management Handbook (FAA-H-8083-2)*, the PAVE checklist is a methodical way to increase your awareness of hazards that might pose a risk for your flight:

- **P** – Although the “P” is primarily intended to spur thinking about hazards associated with the pilot (fatigue, illness, stress, lack of proficiency), it can also represent hazards that might arise from passengers, e.g., distraction to pilot.
- **A** – Use this part of the PAVE checklist to identify hazards related to the aircraft you are flying. Does it have known mechanical issues?
- **V** – Derived from “enVironment,” this part of the checklist reminds you to identify hazards arising from weather, airspace, terrain, and airports.
- **E** – External pressures (discussed below) often pose the most insidious dangers to a pilot. Awareness of these pressures is vital to safety of flight.

#### 外界壓力

常常是致使飛行員不知不覺的對危險喪失警覺，而對壓力的警覺卻是保障飛安的生命



## External Pressures

I speak from personal experience when I say that external pressures can pose the greatest hazard to safety awareness and, as the definition for attitude states, the “disposition to act in certain ways.” A pilot who recognizes a hazard will likely have the disposition to act in a safety-conscious manner. When a hazard goes unnoticed, however, the pilot may instead be disposed to act in ways that, if an accident occurs, inspire fellow aviators to roll their eyes over the “stupidity” of his or her behavior. Because they often arise from those unconscious but powerful beliefs, feelings, and values that we all hold, external pressures can have truly treacherous effects on pilot judgment.

飛行員若是了解危害，自然會產生安全意識的態度。一旦危害不被意識到，飛行員所造成的意外很容易讓專家們認為他/她們的行為愚蠢。這些主要是因為他們不自覺但強而有力的信仰，心理狀態，價值觀等，讓飛行員做了信以為真的判斷。

## No one ever intends to have an accident and many accidents result from poor judgment.

For example, *a pilot flying several trips throughout the day* grows steadily behind schedule due to late arriving passengers or other delays. Before the last flight of the day, the weather starts to deteriorate, but the pilot thinks one more short flight can be squeezed in. It is only 10 minutes to the next stop. But by the time the cargo is loaded and the flight begun, the pilot cannot see the horizon while flying out over the tundra. The pilot decides to forge on since he told the village agent he was coming and flies into poor visibility. The pilot never reaches the destination and searchers find the aircraft crashed on the tundra.

In this scenario, a chain of events results in the pilot making a poor decision. First, the pilot exerts pressure on himself to complete the flight, and then proceeds into weather conditions that do not allow a change in course. In many such cases, the flight ends in controlled flight into terrain (CFIT).

 TransAsia 復興航空

## 結 語

1. 嚴峻天氣
2. 社會風氣壓力
3. 夜間非精確性進場
4. 組員的安全態度
5. 組員對危害辨識警覺能力不足
6. 組員對辨識壓力及管理的警覺不夠

### 形成為不安全的操作環境

 TransAsia 復興航空

- 建議Page v 3.1.8 修改字義為

The crew's recurring non-compliance with SOPs constituted an unsafe operating climate in this occurrence flight which high risk practices induced poor situational awareness. 飛航組員在此事件中多次不遵守標準作業程序之行為形成一種不安全的操作環境，導致對高風險之操作失去環境警覺。

## 復興航空已完成或進行中改善措施

| 編號 | 改善建議內容                                                                               | 狀態  | 改善措施內容                                                                                                                                                                     |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 採取有效安全措施，改正過去飛航事故調查報告、內部查核、民航局查核及本事故調查報告所發現之諸多安全缺失，以降低公司面臨之危害風險。                     | 已完成 | 1.針對查核缺點航務處均改善並回覆。<br>2.SOA 針對進場操作程序及標準呼叫列入觀察項目（如附件）                                                                                                                       |
| 2  | 詳盡檢討公司安全管理系統及飛航組員訓練計畫，包括組員資源管理（CRM）、威脅與疏失管理（TEM）、查核人員專業訓練、及安全管理系統相關訓練等，並採取系統化的措施以確保： |     |                                                                                                                                                                            |
|    | ●飛航組員考驗與訓練標準化；                                                                       | 已完成 | 1.訓練依 FTMM 第 34 版規劃，考驗依教師手冊考驗標準執行。<br>2.2014/10 改版修訂 FTMM（飛航訓練管理手冊）使訓練符合法規，經報民航局核准後實施。<br>3.2014/10 修訂教師手冊，使 IP/CP 對訓練及考核標準有所遵循。                                           |
|    | ●所有飛航組員遵守標準作業程序；                                                                     | 已完成 | 1.檢視各機型 SOP 內容，使一致化，例 ATR 增加 STANDARD CALL OUT、MEMORY、ABNORMAL/EMERGENCY 等章節。<br>2.SOP 修訂完成，所有飛航組員均安排上課，以便熟悉修訂內容。<br>3.在適職性考驗及加強全員 SOP 督考中，全面檢視對 SOP 之遵守。                  |
|    | ●各項安全相關查核人員皆完成專業的查核訓練；                                                               | 已完成 | 1.執行自我督察人員訓練時數由原先 7 小時增加至 50 小時，以增加執行人員適職性。<br>2.E-IOSA 稽核員訓練已於 12 月 7 日至 10 日由 IATA 授權機構 ARGUS/PRO 執行，並完成 25 員合格 E-IOSA 稽核員認證。<br>3.預劃 105 年 1 月執行稽核員職能強化訓練，以提升稽核深度與稽核品質。 |

| 編號 | 改善建議內容                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 狀態  | 改善措施內容                                                                                                                                                                                |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | ●所有員工及高階管理主管皆完成完整的安全風險評估與管理之安全管理系統相關訓練；                                                                                                                                                                                                                                                                   | 已完成 | 高階主管的安全管理訓練已於例行性的安全委員會中實施二次，並記錄在案。                                                                                                                                                    |
|    | ●依據公正文化的精神，訂定依符合比例且一致性的規定，以防止飛航組員違反標準作業程序，及/或從事不安全之行爲。                                                                                                                                                                                                                                                    | 已完成 | 對於蓄意違反 SOP 的飛航組員，經調查屬實後，按公司規定加強懲處並施以再訓練課程，期藉以提醒所有飛航組員務必遵守 SOP 飛行。                                                                                                                     |
| 3  | <p>慎密的檢討公司之安全管理系統（SMS），以改正下述項目中之缺失：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●安全管理系統建置計畫之訂定；</li> <li>●組織架構、能力與資源；</li> <li>●風險管理流程與運作成效；</li> <li>●飛航操作品質保證（FOQA）系統之限制及其運作，包括分析資料能力之不足；</li> <li>●安全管理相關會議；</li> <li>●自我督察系統；</li> <li>●安全績效與風險指標之監控；</li> <li>●安全推廣；</li> <li>●管理高層對安全的承諾。</li> </ul> | 已完成 | 針對民航局 102 年 5 月 20 日 SMS 評估所見，經民航局民國 103 年 11 月 4 日標準一字第 1035015287 號函（本公司收文時間 103 年 11 月 05 日）函文，合併前述二、三、四項函文 於深度檢查項目中列管。本編號各項改善均已於本公司 SMM3-2 TR001 版完成修訂列入執行，並於 104 年 6 月 11 日報局核備。 |
| 4  | 改善存在於航務與安管室之人力資源問題，包括：                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                                                                                                                                                                                       |
|    | ●飛航組員人力短缺；                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 已完成 | 本公司已於本年招募機師 33 員補充人力需求，ATR 人力除新招募 6 員外，ATR500 汰除後人力亦轉換為 ATR600。                                                                                                                       |
|    | ●飛航標準與訓練部門之技術支援人力不足，包括缺乏標準駕駛員及組員協助航務作業風險評估；                                                                                                                                                                                                                                                               | 已完成 | 航務處於 2015 年 5 月組織調整，將標訓發展部分為訓練標考部及計畫發展部；增設訓練標考部各機型標考主任，負責考核標準化業務；各機隊增設技術機師協助處理機師相關業務。                                                                                                 |

| 編號 | 改善建議內容                                                                          | 狀態  | 改善措施內容                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|---------------------------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | ●安全管理人員須具備飛航操作、安全與飛航資料分析、安全風險評估與管理、人爲因素，及安全調查等專業。                               | 已完成 | <p>1.於104年7月於企業安全處下增設資料分析部，含部門主管1員及工程師3員，FOQA工程師及相關人員已於103年11月報到，AIRBUS及Teledyne公司並於104年11月派員至本公司實施爲期一個月的訓練以提升FOQA工程師的判讀能力及實務操作經驗並符合民航法規要求。</p> <p>2.FOQA相關機制已參酌ICAO DOC10000重新撰擬，並納入航務處訓練標考部各機型標考主任（STANDARD PILOT）與企安處共同分析研討。</p>                                          |
| 5  | 檢視並改善公司內部有關法規遵守之督導與查核系統，並建置有效的公司法規遵守及品質保證系統，以確保相關的督導作業能夠提供應有的安全保證水準，與承擔應有的安全責任。 | 進行中 | <p>1.已於104年7月20日核定於企業安全處增設品質保證管理部，統合本公司品保系統與查核系統整體業務，並於104年8月與稽核室及機務品保處完成稽核範圍及權責劃分。</p> <p>2.已於104年10月完成SMS與QMS系統整合規劃工作，並建立Quality Assurance Program（QAP），將品質保證稽核範圍涵蓋公司各航空運作相關部門，以支持Safety Assurance，達成安全目標。</p> <p>3.於104年12月修訂SMS手冊安全保證章節，並增訂品質保證實施辦法爲附錄，以爲品質保證稽核作業依據。</p> |
| 6  | 建立並執行有效的安全管理程序，例如以數據爲基礎之疲勞風險管理系統（FRMS），以管理與飛航組員疲勞相關之安全風險。                       | 已完成 | <p>1.爲避免組員疲勞，已將國內線每日8次起降修正爲6次，後續待人力充足將修訂爲4-6次，以避免組員工作疲勞。</p> <p>2.已完成FRMS導入計畫，分階段於105年實施。</p>                                                                                                                                                                                |
| 7  | 提供飛航組員適當的疲勞管理教育與訓練，包括執行任務時，管                                                    | 已完成 | <p>1.宣導方式告知組員身體不適，不可勉強飛行。</p>                                                                                                                                                                                                                                                |

| 編號 | 改善建議內容                                                                                                                           | 狀態  | 改善措施內容                                                                                                                                                                                                                                              |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | 理疲勞與表現之有效策略。                                                                                                                     |     | 2.外站（高雄）以刷卡方式管制組員，按時進駐休息。                                                                                                                                                                                                                           |
| 8  | 在安全管理系統中建置有效之變動管理系統，以確保重大的作業變動發生時，如新飛機引進、營運量顯著提升，或增加營運點等，相關的安全風險評估與控管能被確實執行並詳實記錄。                                                | 已完成 | SMS 改變管理項目，本公司已於 SMM3-2 TR001 版完成修訂，並已於 104 年 6 月 11 日核備後執行。                                                                                                                                                                                        |
| 9  | 建置更精進之飛航操作品質保證（FOQA）計畫，提供工作小組成員適當之訓練及技術支援，確保他們能開拓系統的分析能力。使得工作小組成員能更有效地辨識及管理航務運作中之操作安全風險。                                         | 已完成 | 配合組織編制 103/10/1 日發布，航務處新設標訓組，FOQA 審查會成員改以安管處與標訓組成員審查，以增進其品質監控。綜合民航局意見，配合全公司安全管理系統之重新檢討，已於 103 年 11 月完成修正 FOQA 運作機制，並修訂於【安全管理手冊】第四章，於 104.03.01 完成手冊 FOQA 章節修訂，104 年 3 月 16 日奉核。FOQA 人員訓練除由原有具資格人員施訓外，另 AIRBUS 原廠於 104 年 11 月派員至本公司實施為期一個月的 FOQA 訓練。 |
| 10 | 建置如線上安全查核（LOSA）計畫，有效監控飛航組員是否遵守標準作業程序（SOP），以辨識航務運作之威脅及減低相關之風險。此監控系統之功能應採取以實際數據為基礎之方式，評估組織對於相關系統風險之應變能力，並能發現那些習慣性不遵標準作業程序（SOP）之問題。 | 進行中 | 1.目前用加強督考方式（適職性考驗、主管督考、SOA）確保組員遵守 SOP 操作。<br>2.將以本公司 SOA 為藍本，發展本公司的類 LOSA 作業。                                                                                                                                                                       |

## 飛航事故調查報告

中華民國 103 年 7 月 23 日，復興航空公司 GE222 班機，ATR72-212A 型機，國籍標誌及登記號碼 B-22810，於馬公機場 20 跑道進場時撞擊地障墜毀於住宅區

編 著 者：飛航安全調查委員會

出版機關：飛航安全調查委員會

電話：(02) 8912-7388

地址：231 新北市新店區北新路 3 段 200 號 11 樓

網址：<http://www.asc.gov.tw>

出版年月：中華民國 105 年 1 月（初版）

GPN：4910500128

ISBN：9789860479393

\*本會保留所有權利。未經本會同意或授權不得翻印。



**飛航安全調查委員會**

231新北市新店區北新路3段200號11樓

電話：(02)89127388

傳真：(02)89127399

網址：<http://www.asc.gov.tw>

ISBN 978-986-04-7939-3



GPN:4910500128