



國家運輸安全調查委員會

重大運輸事故 事實資料報告

中華民國 108 年 3 月 24 日

Scot Tigerair TR996 班機

Airbus A320-232 型機

國籍標誌及登記號碼 9V-TAU

於下降過程客艙壓力高度過高

報告編號：TTSB-FRP-19-10-001

報告日期：民國 108 年 10 月

目錄

目錄	i
表目錄	iii
圖目錄	iv
英文縮寫對照簡表	v
第 1 章 事實資料.....	1
1.1 飛航經過.....	1
1.2 人員傷害.....	3
1.3 航空器損害情況.....	4
1.4 其他損害情況.....	4
1.5 人員資料.....	4
1.5.1 駕駛員經歷	4
1.5.1.1 正駕駛員	5
1.5.1.2 副駕駛員	6
1.5.2 駕駛員事故前 72 小時活動	7
1.6 航空器資料.....	8
1.6.1 航空器與發動機基本資料	8
1.6.2 維修資訊	9
1.6.3 客艙加壓系統	10
1.6.3.1 客艙加壓系統控制面板	11
1.6.3.2 客艙加壓控制系統 ECAM 頁面.....	12
1.6.4 載重與平衡	15
1.7 天氣資料.....	16
1.8 助、導航設施.....	16
1.9 通信	16
1.10 場站資料.....	16
1.11 飛航紀錄器.....	17
1.11.1 座艙語音紀錄器	17

1.11.2	飛航資料紀錄器	17
1.12	航空器殘骸與撞擊資料.....	20
1.13	醫療與病理.....	20
1.14	火災.....	20
1.15	生還因素.....	20
1.16	測試與研究.....	20
1.16.1	艙壓系統元件檢測	20
1.17	組織與管理.....	26
1.17.1	酷航	26
1.17.2	飛航操作相關資訊	27
1.17.3	客艙加壓系統故障操作程序	28
1.17.4	客艙壓力高度過高操作程序	32
1.17.5	APU BLEED 使用限制	35
1.18	其他資料.....	36
1.18.1	訪談資料	36
1.18.1.1	正駕駛員訪談摘要	36
1.18.1.2	副駕駛員訪談摘要	38
1.18.2	事件序	40

表目錄

表 1.5-1 飛航組員基本資料表	5
表 1.6-1 航空器基本資料	8
表 1.6-2 發動機基本資料	9
表 1.6-3 載重及平衡相關資料表	15
表 1.16-1 CPC NVM 紀錄事件順序	23
表 1.18-1 事件順序表.....	41

圖目錄

圖 1.1-1 事故機之飛航軌跡	3
圖 1.6-1 艙壓系統控制面板	11
圖 1.6-2 ECAM CAB PRESS 頁面.....	13
圖 1.6-3 重心限制範圍.....	15
圖 1.11-1 航機下降階段之飛航資料繪圖	19
圖 1.16-1 外流閥表面汙染（圖左外觀，圖右受汙染處放大圖）	24
圖 1.16-2 電位器 X 光檢視（圖左外觀，圖右 X 光片）	25

英文縮寫對照簡表

AFM	Airplane Flight Manual	飛航手冊
APU	Auxiliary Power Unit	輔助動力單元
ATPL	Airline Transport Pilot Licence	民航運輸業駕駛員
BEA	Bureau d'Enquêtes et d'Analyses	法國航空失事調查局
BFU	Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung	德國聯邦飛機事故 調查局
CMM	Component Maintenance Manual	零組件維護手冊
CPC	Cabin Pressure Controller	艙壓控制器
CVR	Cockpit Voice Recorder	座艙語音紀錄器
DAR	Digital AIDS Recorder	數位航機資料整合 系統紀錄器
ECAM	Electronic Centralized Aircraft Monitor	飛機電子集中監視 系統
FCOM	Flight Crew Operating Manual	飛航組員操作手冊
FDR	Flight Data Recorder	飛航資料紀錄器
FL	Flight Level	飛航高度
FMGS	Flight Management and Guidance System	飛航管理導引系統
IAE	International Aero Engine	國際航空發動機公 司
ICAO	International Civil Aviation Organization	國際民航組織
MAC	Mean Aerodynamic Chord	平均空氣動力弦長
MEL	Minimum Equipment List	最低裝備需求手冊
NVM	Non-Volatile Memory	非揮發性記憶體
OFV	Out Flow Valve	外流閥

PC	Proficiency Check	適職性考驗
PF	Pilot Flying	操控駕駛員
PM	Pilot Monitoring	監控駕駛員
PT	Proficiency Training	適職性訓練
QRH	Quick Reference Handbook	快速參考手冊
TLB	Technical Log Book	維護工作紀錄簿
UTC	Coordinated Universal Time	世界協調時間

第 1 章 事實資料

1.1 飛航經過

西元 2019 年 3 月 24 日，新加坡 Scoot Tigerair Pte Ltd.（以下簡稱酷航）定期載客班機 TR996，機型空中巴士 A320-232，國籍標誌及登記號碼 9V-TAU，於 0848¹時自新加坡樟宜國際機場（以下簡稱樟宜機場）起飛，執行飛往桃園國際機場（以下簡稱桃園機場）之飛航任務。機上載有正、副駕駛員各 1 人、客艙組員 4 人、乘客 178 人，共計 184 人。該機於下降過程，約 1254 時，高度約 14,000 呎，於桃園機場西南方約 28.8 海浬，發生艙壓高度過高之緊急狀況。飛航組員使用氧氣面罩，施放客艙氧氣面罩，並持續下降高度，1311 時於桃園機場 05 左跑道落地，人員平安。

事故航班由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）。飛航組員表示，事故航班起飛及爬升過程都正常，當航機位置接近臺南時，飛航組員觀察到在飛行管理系統中落地時燃油量大約為 5.9 至 6.0 噸，預估落地時航機的重量可能會有超重落地的風險，故決定以在空中開啟輔助動力單元（auxiliary power unit, APU）的方式來增加燃油的消耗量。

依據飛航資料紀錄器（flight data recorder, FDR）、座艙語音紀錄器（cockpit voice recorder, CVR）、CPC NVM²下載資料及訪談紀錄，1234:15 時，航機高度約 27,000 呎，副駕駛員啟動 APU。因要準備超重落地，副駕駛員按下輔助動力單元供氣（APU Bleed）按鈕，12 秒後，駕駛艙儀表出現 APU Bleed 之供氣警示。飛航組員了解 APU Bleed

¹ 除非特別註記，本報告所列時間皆為臺北時間（UTC (coordinated universal time) +8 小時）。

² 艙壓控制器非揮發性記憶體（cabin pressure controller non-volatile memory）。

在當時的高度無法使用後，副駕駛員就再按一次 APU Bleed 按鈕解除 APU 供氣。當航機高度低於 20,000 呎後，副駕駛員再次打開 APU Bleed，則無出現警示。

1242:06 時，航機下降至 19,732 呎，駕駛艙儀表出現客艙加壓系統 1 號故障 (CAB PR SYS 1 FAULT) 訊息，飛航組員將飛機電子集中監視系統 (Electronic Centralized Aircraft Monitor, ECAM) 訊息清除後繼續飛行。當時因航機穿過雲層，副駕駛員開啟發動機防冰系統。

1251:20 時，正駕駛員指示將發動機防冰系統保持在開啟狀態，將 APU Bleed 關閉。1252:32 時，副駕駛員按鈕解除 APU Bleed。1252:42 時，航機在 Jammy 等待航線等待，高度 14,748 呎，駕駛艙儀表出現客艙加壓系統 1 號及 2 號故障 (CAB PR SYS 1+2 FAULT) 警示訊息，當時艙壓高度約在數百呎，飛航組員依照程序，將客艙壓力控制模式開關選在手動 (MAN)，並使用手動艙壓控制 (MAN V/S CTL) 撥動開關控制客艙壓力高度。約 1253:39 時，航機高度下降至 14,296 呎，客艙壓力高度升高至約 4,000 呎，副駕駛員指出客艙壓力高度在增加，正駕駛員即表示要將外流閥 (out flow valve, OFV) 打開，接著指示只要打開一些。此時副駕駛員表示要向下按 (DN) 手動艙壓控制撥動開關，約 4 秒後，正駕駛員表示要向上按 (UP)。1253:59 時，客艙壓力高度升高至約 6,000 呎，正駕駛員問到「為什麼增加那麼快？」，11 秒後，正駕駛員再指示繼續將外流閥打開，副駕駛員回答「好，盡速打開」。

1253:20 時，航機高度下降至 13,956 呎，客艙壓力高度已上升到 9,680 呎，1 秒後，駕駛艙出現艙壓高度過高 (EXCESS CAB ALT) 警告。飛航組員依照程序戴上氧氣面罩，且看到客艙壓力高度值變為紅色，副駕駛員按壓乘客氧氣面罩按鈕，放下客艙氧氣面罩。因當時航機已在 13,000，且正以 1,600 呎/分下降率下降，故未執行緊急下降程序，直接向航管要求下降高度到 10,000 呎。

約 1301:49 時，航機高度到達 6,680 呎，正駕駛員廣播通知客艙組員及乘客航機遭遇之狀況。航管隨後導引航機攔截桃園機場 ILS 05 左跑道進場落地。事故機自 18,000 呎至落地期間之飛航軌跡如圖 1.1-1。

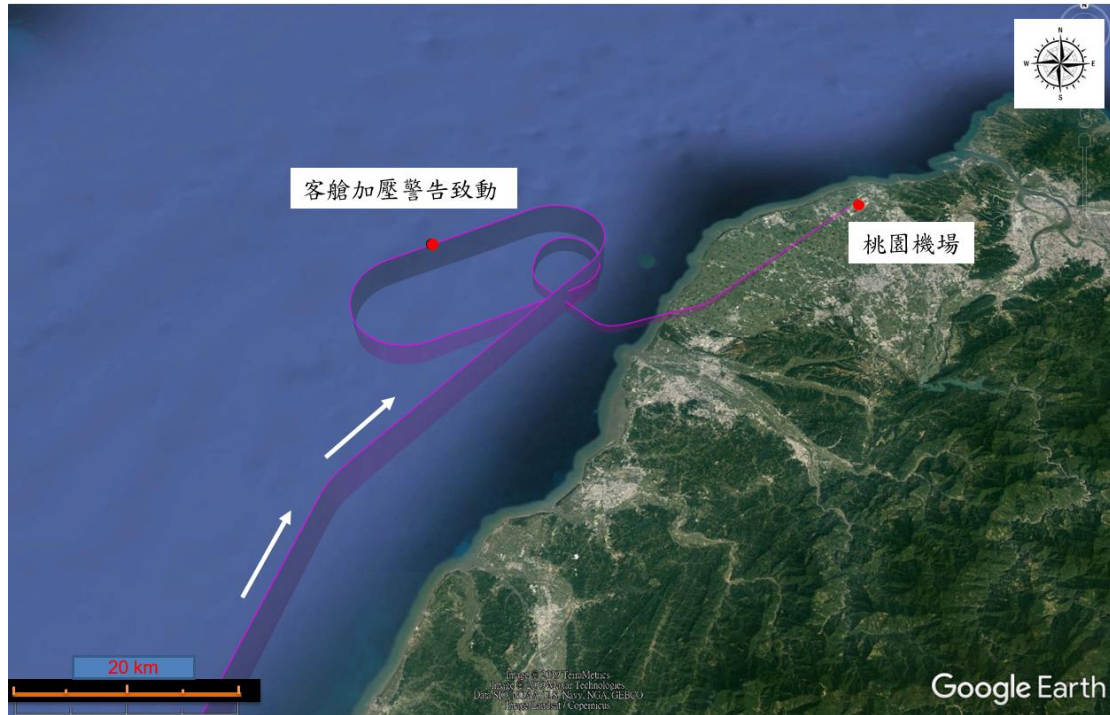


圖 1.1-1 事故機之飛航軌跡

1.2 人員傷害

無人員傷亡。

1.3 航空器損害情況

航空器無損害。

1.4 其他損害情況

無其他損害。

1.5 人員資料

1.5.1 駕駛員經歷

飛航組員基本資料如表 1.5-1。

表 1.5-1 飛航組員基本資料表

項 目	正 駕 駛 員	副 駕 駛 員
性 別	男	男
事 故 時 年 齡	45	41
進 入 公 司 日 期	西元 2011 年 7 月	西元 2016 年 12 月
航 空 人 員 類 別	飛機民航運輸駕駛員	飛機民航運輸駕駛員
檢 定 項 目	Beechcraft-Baron 58 Airbus-A319/A320	Beechcraft-Baron 58 Learjet-45 Boeing-B747-400 Airbus-A320 Airbus-A319
發 證 日 期	西元 2017 年 6 月 30 日	西元 2017 年 6 月 12 日
終 止 日 期	西元 2019 年 7 月 31 日	西元 2019 年 6 月 30 日
體 格 檢 查 種 類	Class ONE	Class ONE
終 止 日 期	西元 2019 年 7 月 31 日	西元 2019 年 6 月 30 日
總 飛 航 時 間 ³	6,693 小時	6,792 小時 48 分
事 故 型 機 飛 航 時 間	6,650 小時	3,062 小時 12 分
最 近 90 日 內 飛 航 時 間	194 小時 25 分	237 小時 55 分
最 近 28 日 內 飛 航 時 間	50 小時 13 分	50 小時 59 分
最 近 7 日 內 飛 航 時 間	12 小時 26 分	26 小時 49 分
事 故 前 24 小 時 飛 航 時 間	6 小時 15 分	4 小時 43 分
派 飛 事 故 首 次 任 務 前 之 休 息 期 間 ⁴	16 小時	48 小時

1.5.1.1 正駕駛員

正駕駛員為新加坡籍，持有新加坡飛機民航運輸業駕駛員 (Airline Transport Pilot Licence (Aeroplanes), ATPL) 證照。檢定項目

³ 本表所列之飛航時間，均包含事故航班之飛行時間，計算至事故發生當時為止。

⁴ 休息期間係指組員在地面毫無任何工作責任之時間。

包括：

1. AIRCRAFT RATING (S)：可擔任 Beechcraft-Baron 58、Airbus-A319/A320 等型機之 ATPL 機長。
2. AIRCRAFT RATING (S) – PPL PRIVILEGES：可擔任最大總重小於 5,700 公斤單/多發動機，及前述型機之飛機私人駕駛員 (*Private Pilot Licence (Aeroplanes), PPL*) 機長。
3. INSTRUMENT RATING：單/多發動機，及 Airbus-A319/A320 型機之儀器飛航檢定。正駕駛員於 2009 年 8 月 6 日取得國際民航組織 (International Civil Aviation Organization, ICAO) Level 6 無線電溝通英語專業能力。

正駕駛員最近一次 A320 複訓 (recurrent training) 於西元 2018 年 10 月 21 日完成，評語及訓練結果欄內無不正常紀錄；最近一次適職性考驗 (base/proficiency check) 於西元 2019 年 1 月 5 日完成，考驗結果為：「*PROFICIENT*」；最近一次組員資源管理訓練 (crew resource management, CRM) 於西元 2018 年 7 月 10 日完成。

正駕駛員體格檢查種類為 Class ONE，上次體檢日期為西元 2018 年 7 月 6 日，體檢及格證限制欄內註記為：「*NIL*」(無)。該機於桃園機場落地後，正駕駛員酒測結果為零。

1.5.1.2 副駕駛員

副駕駛員為新加坡籍，持有新加坡飛機民航運輸業駕駛員證照。檢定項目包括：

1. AIRCRAFT RATING (S)：可擔任 Beechcraft-Baron 58、Learjet-45、Boeing-B747-400、Airbus-A320、Airbus-A319 等型機之 ATPL 機長。

2. AIRCRAFT RATING (S) – PPL PRIVILEGES：可擔任最大總重小於 5,700 公斤單/多發動機，及前述型機之飛機私人駕駛員 (Private Pilot Licence (Aeroplanes), PPL) 機長。

3. INSTRUMENT RATING：單/多發動機、Learjet-45、Boeing-B747-400、Airbus-A320、Airbus-A319 等型機之儀器飛航檢定。副駕駛員於 2007 年 12 月 12 日取得 ICAO Level 6 無線電溝通英語專業能力。

副駕駛員最近一次 A320 複訓於西元 2018 年 11 月 3 日完成，評語及訓練結果欄內無不正常紀錄；最近一次適職性考驗於西元 2019 年 1 月 6 日完成，考驗結果為：「*PROFICIENT*」；最近一次組員資源管理訓練於西元 2018 年 12 月 20 日完成。

副駕駛員體格檢查種類為 Class ONE，上次體檢日期為西元 2018 年 5 月 22 日，體檢及格證限制欄內註記為：「*NIL*」(無)。該機於桃園機場落地後，副駕駛員酒測結果為零。

1.5.2 駕駛員事故前 72 小時活動

正駕駛員：

3 月 22 日： 0530 時起床，0730 時報到執行飛航任務，0840 時起飛，1255 時返回新加坡機場。2200 時就寢。

3 月 23 日： 0430 時起床，0630 時報到執行飛航任務，0745 時起飛，1455 時返回新加坡機場。2200 時就寢。

3 月 24 日： 0530 時起床，0720 時報到執行事故航班飛航任務，0830 時起飛。

副駕駛員：

3 月 22 日： 當日休假，0800 時起床，2300 時就寢。

3 月 23 日： 當日休假，0830 時起床，2200 時就寢。

3 月 24 日： 0600 時起床，0720 時報到執行事故航班飛航任務。

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統計至西元 2019 年 3 月 26 日，如表 1.6-1。

表 1.6-1 航空器基本資料

航空器基本資料表（統計至西元 2019 年 3 月 26 日）	
國 籍	新加坡
航 空 器 登 記 號 碼	9V-TAU
機 型	A320-232
製 造 廠 商	AIRBUS
出 廠 序 號	4561
出 廠 時 間	西元 2011 年 2 月 25 日
接 收 日 期	西元 2011 年 2 月 25 日
所 有 人	Falcon Aircraft Ltd.
使 用 人	Scot Tigerair Pte Ltd.
國籍登記證書編號	S.403
適航登記證書編號	AWC.686
適航證書生效日	西元 2019 年 2 月 18 日
適航證書有效期限	西元 2020 年 3 月 24 日
航空器總使用時數	30,474.27
航空器總落地次數	12,645
上次定檢種類	A24
上次定檢日期	西元 2018 年 3 月 14 日

上次定檢後使用時數	122.27
上次定檢後落地次數	44
最大起飛重量	77,000 公斤
最大著陸重量	64,500 公斤

事故航機裝有 2 具國際航空發動機公司(International Aero Engine, IAE) 之 V2500 型發動機，資料統計至西元 2019 年 3 月 26 日，詳表 1.6-2。

表 1.6-2 發動機基本資料

發動機基本資料表 (統計至西元 2019 年 3 月 26 日)		
製造廠商	International Aero Engines AG	
編號 / 位置	Engine #1/左	Engine #2/右
型別	V2527-A5	V2527-A5
序號	V15575	V15745
製造日期	西元 2010 年 8 月 8 日	西元 2011 年 1 月 22 日
上次維修廠檢修後使用時數	5,164.97	2,611.82
上次維修廠檢修後使用週期數	2,322	1,113
總使用時數	28,957.65	27,904.55
總使用週期數	12,207	11,397

1.6.2 維修資訊

查閱該機事故前三個月內飛機及發動機定檢工單，無與事故相關系統之維修及異常登錄。檢視事故機適航指令無應執行未執行項目。查閱該機事故前三個月內飛機維護紀錄簿，發現於西元 2019 年 2 月 20 日執行自新加坡飛往吉隆坡落地後之航班，有一筆空調系統 ATA⁵ 21-31 之維修紀錄，當班維修人員依據最低裝備需求清冊 (minimum equipment list, MEL)，將該故障缺失移轉至延遲改正項目 (deferred

⁵ ATA (Air Transport Association) 指美國航空運輸協會規範

items)，記述內容摘要為落地機場海拔高度選項自動功能（*landing elevation selection AUTO function*）異常，而該缺失於當日次班返回新加坡之航班落地後，維修人員進行故障排除後簽署確認修復，之後未再出現該故障紀錄。

1.6.3 客艙加壓系統

客艙加壓系統從航機起飛、爬升、巡航、下降至落地等飛航過程，調整客艙氣壓及變化率，以提供乘客在高空飛行舒適的環境。客艙壓力控制模式包含自動控制及手動控制，自動控制模式下，客艙壓力由艙壓控制器依所接收到的外部狀況自動調節艙壓。當艙壓控制器無法自動調整艙壓時，駕駛員可透過艙壓控制面板上之操作開關，手動控制外流閥伺服馬達調整艙壓高度。

客艙加壓系統包含 2 具艙壓控制器（Cabin Pressure Controllers, CPC）、1 具殘壓控制單元（Residual Pressure Control Unit, RPCU）、1 具外流閥組零件、1 具控制面板及兩個安全閥。

外流閥位於航機機身右側貨艙後方，外流閥具有三個電動馬達（包含 2 個自動控制馬達及 1 個手動控制馬達），皆能獨立控制外流閥門。當艙壓控制系統為自動模式時，其中一個控制器為作動狀態，自動控制艙壓，另一個控制器為待命狀態，當作動的控制器失效時，艙壓控制會自動轉換至另一個待命的控制器，繼續自動控制艙壓。正常情況 2 套艙壓控制器每次落地後，致動的艙壓控制器會自動切換至另一個艙壓控制器。艙壓控制相關的訊息會提供至飛機電子集中監視系統（electronic centralized aircraft monitoring, ECAM），駕駛員可由艙壓（CAB PRESS）頁面監視艙壓相關參數。

1.6.3.1 客艙加壓系統控制面板

艙壓系統控制面板如圖 1.6-1，功能由左至右說明如下：



圖 1.6-1 艙壓系統控制面板

(1) MAN V/S CTL (手動垂直速度控制撥動開關)

此開關具有彈簧當離手時會自動回到中間位置，當 MODE SEL 按壓開關選在 MAN 位置時，此開關控制手動控制馬達操作外流閥位置。

UP (上)：此開關往上推，外流閥往開啟方向移動

DN (下)：此開關往下推，外流閥往關閉方向移動

(2) MODE SEL (模式選擇按壓開關)

AUTO：客艙壓力控制系統平常運作時為自動模式，即由兩套客艙壓力控制器其中一套控制外流閥調整艙壓。

MAN：駕駛員按壓模式選擇開關後，可使用面板左側之撥動開關 (MAN V/S CTL)，手動控制客艙壓力系統來控制外流閥。

FAULT (故障燈)：當兩套客艙壓力自動控制器都出現故障時，會出現琥珀色故障燈，而且 ECAM 警示

(caution) 燈亦會亮起。

(3) LDG ELEV (落地機場海拔高度旋鈕)

AUTO：旋鈕在 AUTO 位置時，艙壓控制器使用飛航管理導引系統 (flight management and guidance system, FMGS) 數據構建優化的艙壓變化行程，自動控制艙壓在各種不同飛行過程之艙壓。

其他位置：將旋鈕拉出，可退出 AUTO 模式，轉動旋鈕手動選擇目標落地機場之海拔高度，此時艙壓變化行程不使用 FMGS 的著陸高度，而是使用通過此旋鈕選擇的著陸高度 (從-2 000 到+14 000 ft) 作為參考。

(4) DITCHING (水上迫降按鈕)

ON：當按下到 ON 的位置，系統會送出關閉的訊號到外流閥、緊急衝壓進氣口、空調流量控制閥、航電裝備通風進氣口及抽氣閥。

1.6.3.2 客艙加壓控制系統 ECAM 頁面

CAB PRESS (艙壓參數) ECAM 頁面如圖 1.6-2，說明如下：

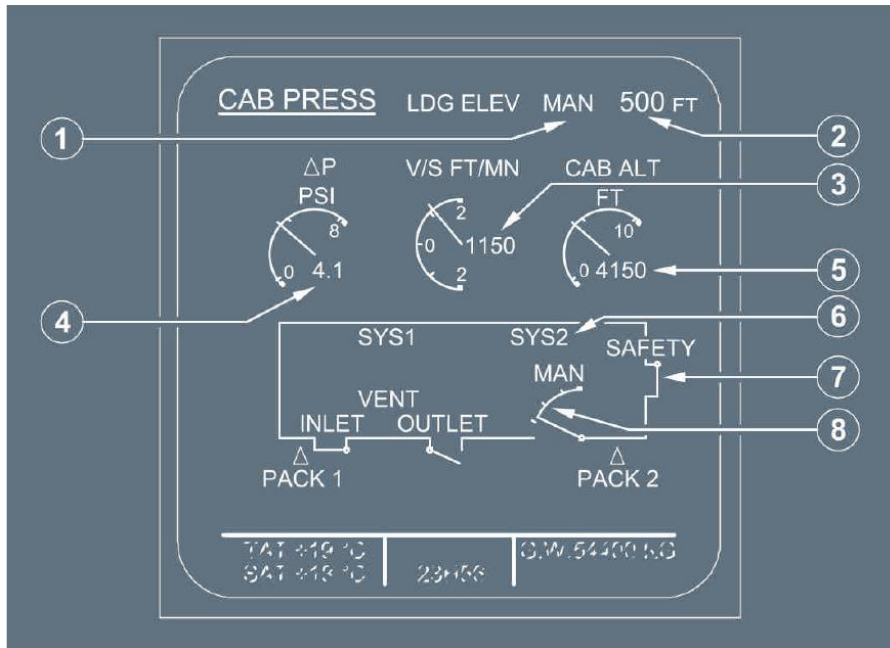


圖 1.6-2 ECAM CAB PRESS 頁面

(1) LDG ELEV AUTO/MAN (落地海拔自動/手動):

LDG ELEV AUTO：顯示為綠色，表示 LDG ELEV 選擇開關在 AUTO 的位置。

LDG ELEV MAN：顯示為綠色，表示 LDG ELEV 選擇開關不在 AUTO 的位置。

(2) landing elevation (落地海拔):

落地海拔高度顯示為綠色，由 FMGS 自動選擇或由駕駛員手動選擇，但當 MODE SEL 按鈕開關在 MAN 位置時不顯示。

(3) V/S FT/MIN (艙壓高度垂直速度 呎/分):

當 V/S 處於正常範圍時，類比和數位顯示以綠色顯示。當 V/S > 1,750 ft/min 時，數字顯示閃爍，回到 1,650 ft/min 以下則停止閃爍。

(4) ΔP PSI (客艙內外壓差 PSI⁶):

當 ΔP 處於正常範圍時，類比和數位顯示以綠色顯示。當 $\Delta P \leq -0.4$ PSI 或 ≥ 8.5 PSI 時，顯示為琥珀色。

(5) CAB ALT FT (艙壓高度/呎)

在正常範圍內，類比和數位顯示以綠色顯示。如果艙壓高度超過 9,550 呎，則顯示為紅色。如果艙壓高度等於或高於 8,800 呎（重置為 8,600 呎），則數字顯示會閃爍。

(6) active system indication (致動系統指示)

顯示可能是 SYS 1, SYS 2 或 MAN，當 SYS 1 或 SYS 2 在致動時顯示為綠色，在出現故障時顯示為琥珀色。當任一系統處於非致動狀態時，其標題不會出現。當 MODE SEL 開關位於 MAN 時，MAN 顯示為綠色。

(7) safety valve position (安全閥位置)

當兩個安全閥完全關閉時，SAFETY 顯示為白色，圖示顯示為綠色。當任一閥門未關閉時，安全和圖示顯示為琥珀色。

當客艙內外壓差介於 8.2 和 8.9 PSI 之間時，安全閥打開。

(8) outflow valve position (外流閥位置)

閥門正常工作時，圖為綠色。飛行期間當閥門打開超過 95% 時，圖示變為琥珀色。

⁶ 磅每平方英寸 (pound per square inch 或 pound-force per square inch)，縮寫 psi。

1.6.4 載重與平衡

依據事故航機本次飛航之載重平衡表及飛航計畫，其載重及平衡相關資料如表 1.6-3。重心限制範圍如圖 1.6.3。

表 1.6-3 載重及平衡相關資料表

最大零油重量	61,000 公斤
實際零油重量	58,500 公斤
最大起飛總重	77,000 公斤
實際起飛總重	75,700 公斤
起飛油量	17,200 公斤
航行耗油量	11,700 公斤
最大落地總重	64,500 公斤
實際落地總重	64,000 公斤
起飛重心位置	28.6% MAC
MAC : mean aerodynamic chord, 平均空氣動力弦長	

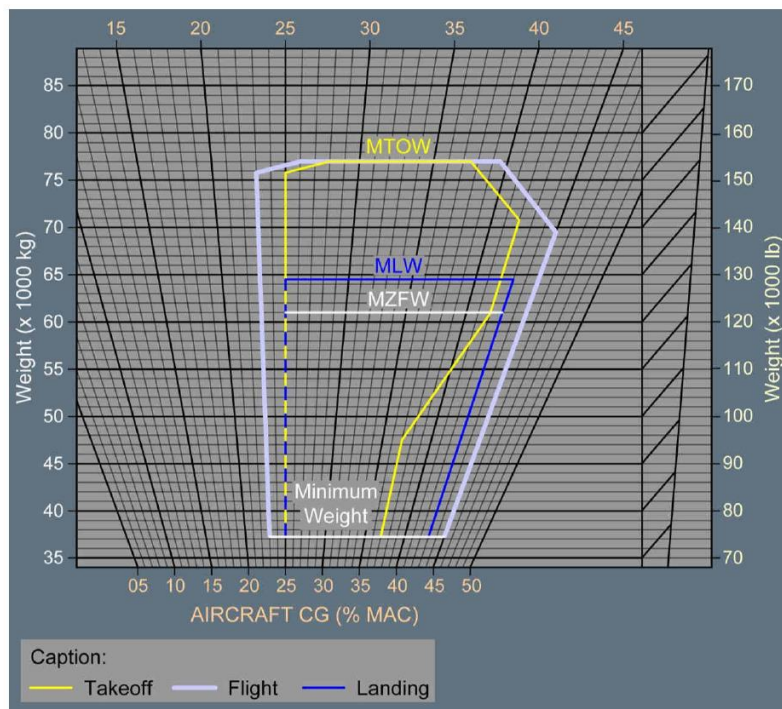


圖 1.6-3 重心限制範圍

1.7 天氣資料

事故當日桃園機場地面天氣觀測紀錄如下：

1330 時：風向 090 度，風速 11 浬/時；能見度大於 10 公里；小雨；稀雲 1,200 呎、疏雲 2,500 呎、裂雲 3,000 呎；溫度 18°C，露點 15°C；高度表撥定值 1017。

1300 時：風向 090 度，風速 10 浬/時；能見度大於 10 公里；小雨；稀雲 1,200 呎、疏雲 2,500 呎、裂雲 3,000 呎；溫度 19°C，露點 15°C；高度表撥定值 1018。

1230 時：風向 070 度，風速 9 浬/時；能見度大於 10 公里；小雨；稀雲 1,200 呎、疏雲 2,500 呎、裂雲 3,000 呎；溫度 18°C，露點 15°C；高度表撥定值 1018。

1.8 助、導航設施

無相關議題。

1.9 通信

無相關議題。

1.10 場站資料

無相關議題。

1.11 飛航紀錄器

1.11.1 座艙語音紀錄器

該機裝置固態式 CVR，製造商為 Honeywell 公司，件號及序號分別為 980-6022-001 及 CVR120-14805。該座艙語音紀錄器具備 2 小時記錄能力，其中 3 軌語音資料含 30 分鐘高品質錄音，聲源分別來自正駕駛員麥克風、副駕駛員麥克風、廣播系統麥克風，另 1 軌為 2 小時高品質錄音，聲源來自座艙區域麥克風。CVR 另有 1 軌 2 小時混軌錄音，包含來自正駕駛員麥克風、副駕駛員麥克風及廣播系統麥克風之聲源。

該 CVR 下載情形正常，錄音品質良好。CVR 所記錄之語音資料共 125 分 2.5 秒，包含該班機巡航、進場時發生事故及後續落地等過程。紀錄資料時間同步係根據 CVR 與 FDR 記錄之關鍵事件參數，與臺北近場管制塔臺提供之錄音抄件比對後，將紀錄器資料與航管時間同步。調查小組針對本事故製作了約 25 分鐘的抄件。

1.11.2 飛航資料紀錄器

該機裝置固態式 FDR，製造商為 Honeywell 公司，件號及序號分別為 980-4700-042 及 SSFDR-18958。事故發生後，本會依據酷航提供之 Airbus 解讀文件⁷進行解讀，該飛航資料紀錄器儲存 26 小時 39 分鐘 53 秒資料，共記錄約 863 項參數。本會另取得該機數位航機資料整合系統紀錄器 (digital AIDS⁸ recorder, DAR) 之解讀資料。

本事故之時間基準係根據 CVR 與 FDR 所記錄之關鍵事件參數將 CVR 時間與 FDR 同步。FDR 資料經下載解讀後與 DAR 資料進行

⁷ Airbus Flight Data Recording Parameter Library SA v2.0.21.

⁸ AIDS : aircraft integrated data system.

比對，摘錄飛航相關資料（以下時間均為 UTC 時間）如下：

1. 0048:34 時，空速 170 浬/時，磁航向 22 度，航機起飛。
2. 0441:54 時，氣壓高度 19,944 呎，空速 250 浬/時，艙壓高度 2,192 呎，APU bleed 開關由關（off）改為開（on），4 秒後 APU bleed valve 由開關由不開（not open）改為開（open）。
3. 0452:32 時，氣壓高度 14,828 呎，空速 230 浬/時，艙壓高度-32 呎，APU bleed 開關由開（on）改為關（off），10 秒後（0452:42 時）APU bleed valve 開關由開（open）改為不開（not open），同時 master caution 致動。0452:32 時至 0452:42 時期間，艙壓高度最低降至-400 呎，隨後逐漸上升。
4. 0452:58 時，氣壓高度 14,624 呎，空速 229 浬/時，艙壓高度 768 呎，APU bleed 開關由關（off）改為開（on），4 秒後 APU bleed valve 由開關由不開（not open）改為開（open）。
5. 0454:21 時，氣壓高度 13,944 呎，空速 229 浬/時，艙壓高度 9,840 呎，客艙加壓警告（cabin pressurization warning）致動，2 秒後主警告（master warning）致動。
6. 0455:11 時至 0455:24 時，氣壓高度由 13,548 呎降至 13,428 呎，艙壓高度達到最高 13,760 呎，此期間隨後艙壓高度開始下降。
7. 0511:14 時，空速 134 浬/時，磁航向 55 度，航機落地。
8. 事故機下降階段相關飛航資料圖示，如圖 1.11-1。

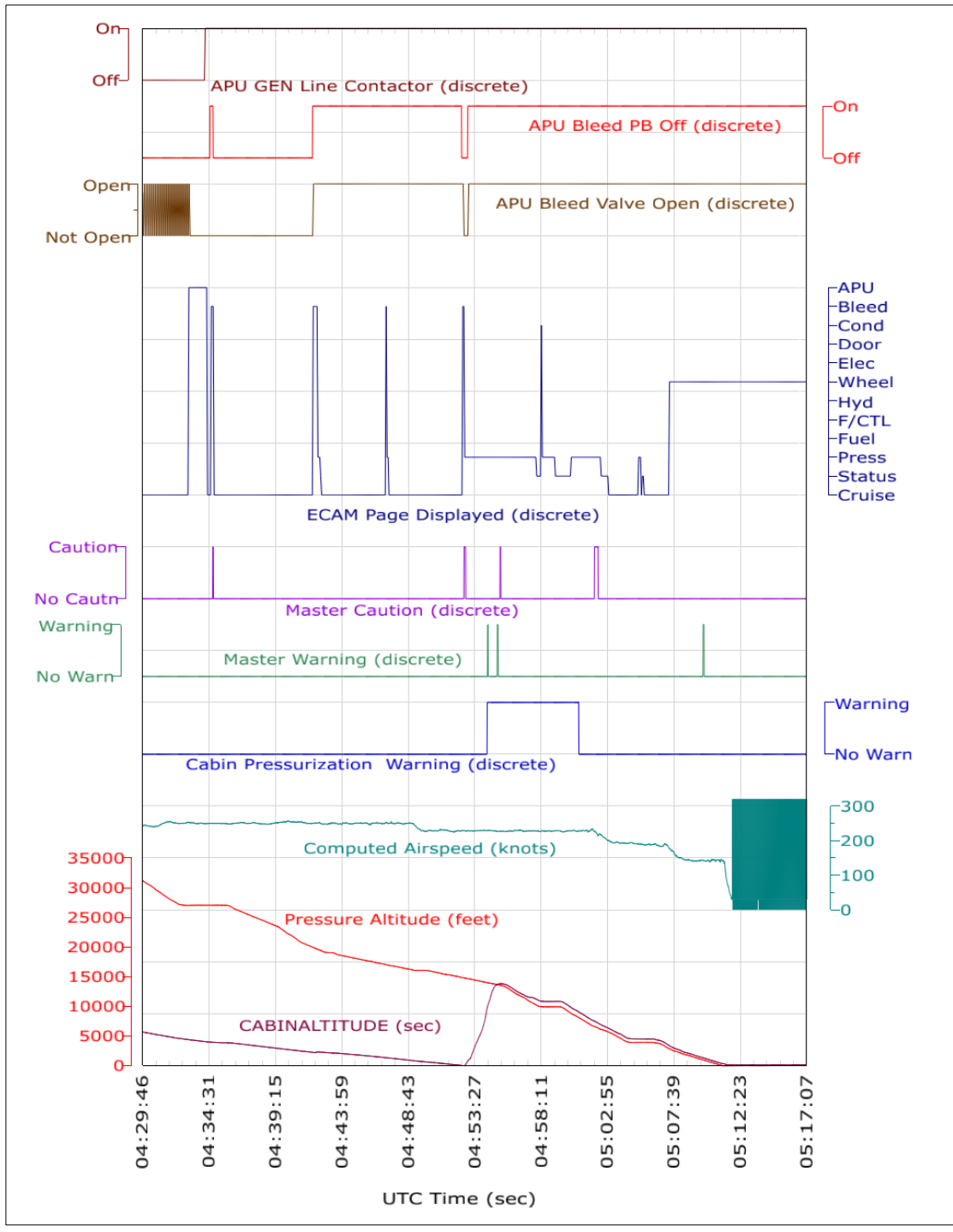


圖 1.11-1 航機下降階段之飛航資料繪圖

1.12 航空器殘骸與撞擊資料

無相關議題。

1.13 醫療與病理

無相關議題。

1.14 火災

無相關議題。

1.15 生還因素

無相關議題。

1.16 測試與研究

1.16.1 艙壓系統元件檢測

事故機艙壓控制系統與本案相關之元件，包含外流閥（out flow valve, OFV, 件號為 20790-03AC，序號為 10116395）及 2 具 CPC（件號為 20791-13AC，CPC1 序號為 1054901，CPC2 序號為 1054914），於西元 2019 年 4 月 24 日送至德國製造廠（Nord-Micro GmbH & Co. OHG a part of Collins Aerospace，以下簡稱 Nord-Micro），製造廠於西元 2019 年 5 月 6 日及 5 月 7 日，在德國聯邦航空事故調查局（Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung, BFU）及飛機製造廠（空中巴士公司）之見證下進行檢驗及測試，於 5 月 8 日德國聯邦航空事故調查局提供該次測試之會議紀錄，Nord-Micro 並於 9 月 20 日提供該

公司之調查報告⁹。依該次測試之會議紀錄及該公司之調查報告，摘錄重點中譯如下：

會議紀錄重點摘要

測試及發現

CPC2 接頭保護蓋遺失。

CPC1 及 CPC2 之檢測項目如下：

- 目視檢查
- 電路絕緣測試及連續性測試
- 非揮發性記憶體 (non-volatile memory, NVM) 資料下載及解讀
- 進廠功能性檢查

OFV 檢測項目如下：

- 目視檢查：檢查外流閥外觀，其下游閥門蓋顯示陳積髒污
- 進廠功能性檢查

CPC 測試結果：

- CPC1 及 CPC2 經測試均無故障 (no fault found, NFF)。
- NVM 故障碼包含 FC078 (CPC1) 及 FC081 (CPC2)。
- FC078 故障碼代表 OFV_SENSOR_RANGE_FAIL，紀錄內容顯示發生故障時，OFV 實際位置為-6°。

⁹ Investigation Report, Scoot A320 REG 9V-TAU (MSN N04561) Depressurisation, Event Date 2019-03-24

- FC081 故障碼代表 OFV_LOOP_CLOSURE_FAIL，觸發此故障時，OFV 實際位置為- 13 °，指令位置為 16 °，紀錄時間為 UTC 04:52:39 (±3 s)。

OFV 測試結果：

- OFV 在第一次開啟閥門時發生測試失效，是因為電流過大，第二次測試則無故障。
- 該故障是因為該閥門封蓋表面有黏滯現象，黏滯的情況在後續的測試也可觀察到，但較不嚴重。
- 黏滯的液體出現在閥門的封蓋和後封蓋的外側上。
- 以外掛 25 公斤重物做重複性測試，此為模擬在閥門封蓋上之機械負載，每一個 channel 都做 20 次，測試結果無故障。
- 手動模式測試也是以外掛 25 公斤重物做測試，測試結果無故障。
- 可變電位器同步測試，此測試比對手動模式的電壓和自動模式 (auto1 及 auto2) 之電壓，測試結果無故障。
- 在閥門完全關閉之後，可看到和聽到閥門有黏滯的狀況。

初步分析：

- 有關 channel 1 發生 FC078 OFV_SENSOR_RANGE_FAIL 之故障，可能是因為從電位器至 EBOX1 之線路、EBOX1 內部電路、或電位器內部之滑動接點因灰塵造成接觸不良。
- 有關 FC081 OFV_LOOP_CLOSURE_FAIL 之故障，可能是在供氣較少時，OFV 完全關閉，當轉換到發動機供氣

時，供氣突然增加，OFV 要打開，因為閥門黏滯現象造成故障。

- 初步分析故障現象，此 2 個故障應分屬 2 個互相獨立的原因。
- 艙壓高度過高警告 (EXC_CAB_ALT) 發生 CPC2 故障後 2 分鐘，操作模式為手動模式。

事件序如下表：

表 1.16-1 CPC NVM 紀錄事件順序

來源	時間 UTC [h:m:s]	事件	OFV 位置 [%]	艙壓高 度 [ft]	艙壓高度變 化率 [SLft/min]
N V M	04:42:06	CPC1 fault	faulty	2,242	741
ECS19	04:51:35	CPC2 in control	0	208	-250
N V M	04:52:36	CPC2 fault	11.7	-387	-3,021
P F R	04:52	CPC1 and CPC2 fault			
ECS19	04:52:50	manual mode	14	304	+2,400
ECS19	04:53:05	manual mode	14	1,072	+3,100
ECS19	04:53:20	manual mode	14	2,384	+5,400
ECS19	04:53:35	manual mode		3,856	+5,400
ECS19	04:53:50	manual mode	13	5,168	+4,700
ECS19	04:54:05	manual mode	18	6,848	+5,800
ECS19	04:54:20	manual mode EXC_CAB_A LT	25	9,680	+6,350

註：

ECS19：記錄於 CPC 特別格式報告。

PFR：上一段飛行報告 (Post flight report)。

艙壓高度負值表示客艙的壓力高於 1 個標準大氣壓力。

製造廠調查報告重點摘要

外流閥進廠檢查 (OFV Incoming test)

進廠檢查之作業依據零組件維護手冊 (Component Maintenance Manual, CMM) CMM 21-31-33 Rev. 10 之恢復可用測試程序執行，在目視檢查時，發現閥門下游呈現髒污，如圖 1.16-1。

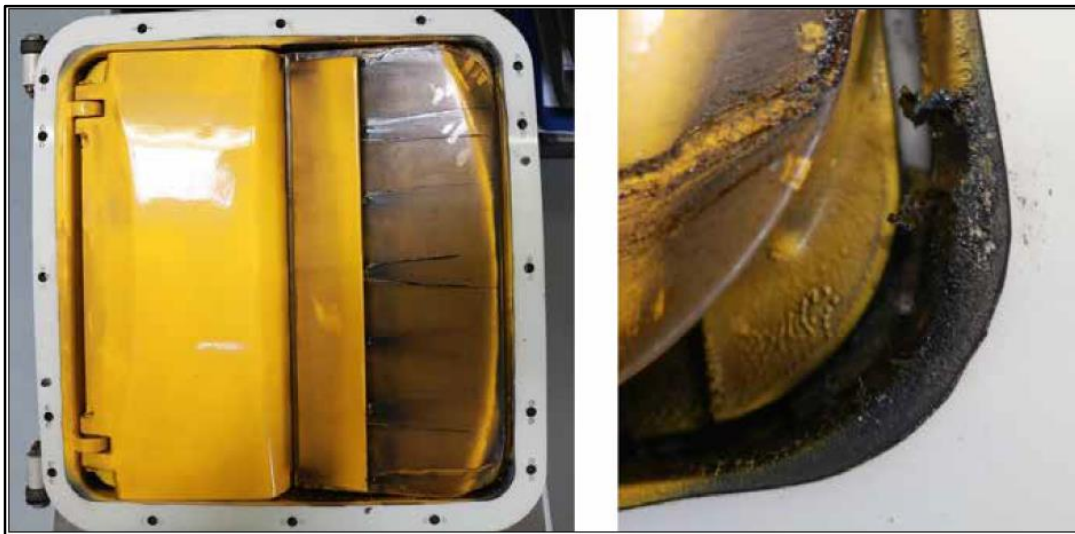


圖 1.16-1 外流閥表面汙染 (圖左外觀，圖右受汙染處放大圖)

外流閥功能測試：測試項第 21 項「功能測試系統 1-電流消耗測試」未通過測試。可以觀察到，當外流閥完全關閉並在打開動作開始時，會發生電流過大。這兩個閥門黏在一起一會兒，然後發出很大的聲音 (bang)。閥門的粘滯導致開啟扭矩需求增加，使電流過大超過限制。這種情況可以重複測試，但是黏滯效果比第一次測

試弱，後續之測試電流亦未超過限制。

外流閥電位器測試 (OFV Potentiometer tests)

電位器從外流閥齒輪箱拆下並進行測試，此電位器具有 3 通道的電位器，可以提供三個艙壓控制系統之獨立的位置測量。測試以下的狀況，

- 比較所有三個電位計通道的高精度電壓測試
- 30°C 的常溫測試
- 70°C 的高溫測試
- -40°C 的低溫測試
- 電位計內部機件 X 光分析
- 分解電位計目視檢視電位器內部污染狀況

以上所有測試的結果均無故障發現。

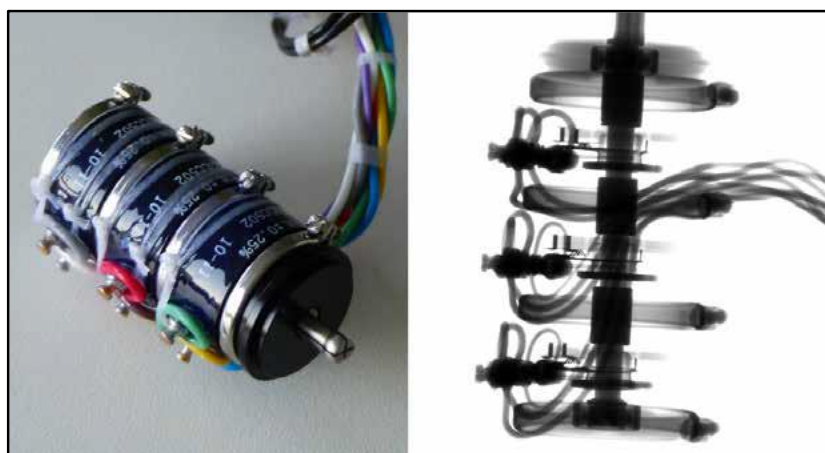


圖 1.16-2 電位器 X 光檢視 (圖左外觀，圖右 X 光片)

摘要與結論：

測試和分析顯示兩套艙壓自動控制系統失效之根本原因如

下，

- 本次事件先失效之艙壓自動控制系統 (Channel no.1)，其失效代碼為 FC078 OFV_SENSOR_RANGE_FAIL。會觸發這個故障是因為 OFV 電位計的電壓超出正常工作範圍，本次故障之電位器輸出電壓低於 0.25V。這可能是因為電位計之滑動接點接觸不良所引起，例如在滑動接點和電阻器表面之間有污染顆粒。這個故障在實驗室測試中無法重新複製，雖已對此 OFV 與電位器進行多次重複測試，這個故障都未再出現。此電位器將在 OFV 維修時，做預防性地更換。
- 第一套自動控制系統失效後 10 分鐘，另一套艙壓自動控制系統 (Channel no.2) 失效，其失效代碼為 FC081 OFV_LOOP_CLOSURE_FAIL。在 OFV 的進廠檢查時，閥門在完全關閉位置，發現兩個閥門封蓋均有沾黏的現象。這個沾黏使閥門在測試時延遲開啟。在進一步測試中，沾黏的程度已經降低，但是沾黏的現象仍然存在。工程測試顯示，當進入機艙的空氣流量發生變化 (從 0% 到 120%) 時，沾黏的問題會導致 OFV_LOOP_CLOSURE_FAIL，飛行員已報告機艙進氣的改變。造成 OFV 沾黏的根本原因，是在下游閥門蓋上所發現的異物。

1.17 組織與管理

1.17.1 酷航

酷航為一新加坡的低成本航空公司，西元 2011 年 5 月成立，母公司為新加坡航空公司。西元 2017 年 7 月，酷航與欣豐虎航合併，

事故發生時，擁有 28 架 A320、 2 架 A319 及 18 架 B787 型機。

1.17.2 飛航操作相關資訊

自航機開始下降至落地的過程中，飛航組員所遭遇之不正常及緊急狀況之相關處置程序，及 APU bleed 之使用限制，節錄如下。

超重落地

依據酷航西元 2019 年 3 月 11 日修訂之 A320 快速參考手冊(quick reference handbook, QRH)，超重落地相關程序節錄如下：


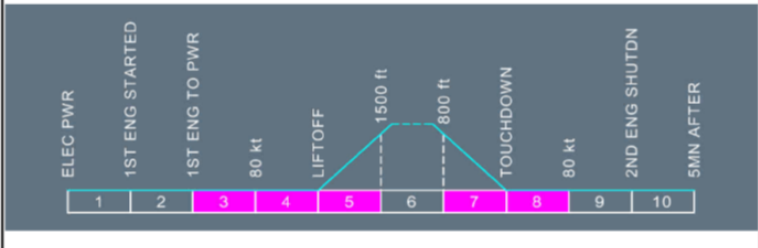
OVERWEIGHT LANDING								
USE CONF FULL FOR LANDING UNLESS SPECIFIED BY ABN PROC OR LIMITED BY LANDING PERF								
MAX WEIGHT (1 000 kg) FOR LANDING IN CONF FULL (GO AROUND IN CONF 3 CLIMB GRADIENT 2.1 %)								
OAT °C	AIRPORT ELEVATION (feet)							
	0	2 000	4 000	6 000	8 000	10 000	12 000	14 000
<10	83	81	78	74	71	66	62	58
15	83	81	78	74	71	66	62	58
20	83	81	78	74	71	66	61	56
25	83	81	78	74	70	64	59	
30	83	81	78	73	67			
35	83	81	76	70	65			
40	83	80	73	67				
45	82	76	70					
50	79	73						
55								

● If aircraft weight above maximum weight for landing in conf FULL: USE FLAP 3 FOR LANDING
 LDG DIST.....CHECK
 ● For approach:
 PACK 1+2.....OFF OR SUPPLIED BY APU
 ● If landing conf other than FULL: USE CONF 1+F FOR GO AROUND
 SPEED AT RUNWAY THRESHOLD: VLS
 MINIMIZE V/S AT TOUCHDOWN
 ● At main landing gear touchdown: USE MAX REVERSER
 ● After nosewheel touchdown: APPLY BRAKES AS NECESSARY
 ● When landing completed:
 BRAKE FANS ON

1.17.3 客艙加壓系統故障操作程序

依據酷航西元 2019 年 1 月 20 日修訂之 A320 飛航組員操作手冊 (flight crew operating manual, FCOM), 客艙加壓系統 1 套故障 (CAB PR SYS 1 (2) FAULT) 及客艙加壓系統 2 套故障 (CAB PR SYS 1+2 FAULT) 相關程序節錄如下：

客艙加壓系統 1 套故障 (CAB PR SYS 1 (2) FAULT) :

 A319A320 FLIGHT CREW OPERATING MANUAL	PROCEDURES ABNORMAL AND EMERGENCY PROCEDURES CAB PR
CAB PR SYS 1(2) FAULT	
Applicable to: ALL	
Ident.: PRO-ABN-CAB_PR-U-00017326.0001001 / 21 MAR 16	
ANNUNCIATIONS Triggering Conditions: This alert triggers when the cabin pressure controller is failed. Flight Phase Inhibition:	
	
Ident.: PRO-ABN-CAB_PR-U-00010756.0001001 / 25 FEB 14	
Crew awareness.	
Ident.: PRO-ABN-CAB_PR-U-00010758.0001001 / 05 AUG 10	
STATUS INOP SYS CAB PR 1 (2)	

TGW A319A320 FLEET
FCOM

H

PRO-ABN-CAB_PR P 14/16
12 DEC 18

客艙加壓系統 2 套故障 (CAB PR SYS 1+2 FAULT) :

CAB PR SYS 1+2 FAULT

Applicable to: ALL

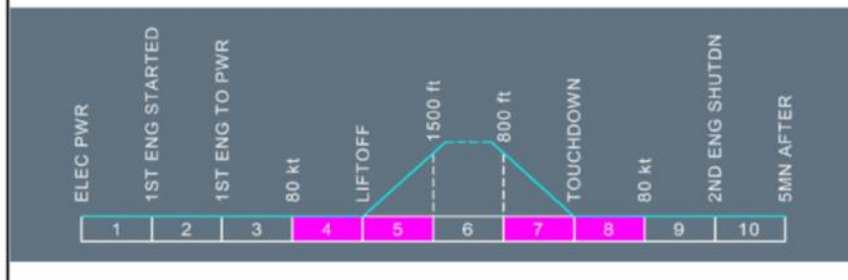
Ident.: PRO-ABN-CAB_PR-V-00017319.0001001 / 21 MAR 16

ANNUNCIATIONS

Triggering Conditions:

- ② This alert triggers when both cabin pressure controllers are failed.

Flight Phase Inhibition:



Ident.: PRO-ABN-CAB_PR-V-00010759.0001001 / 05 AUG 10

- ② Due to the slow closure of the outflow valve in manual pressurization mode and depending on the failure, the following procedure may not avoid the depressurization.

① **MODE SEL**..... **MAN**
MAN V/S CTL..... **AS RQRD**

- ② - It may take 10 s in manual mode before the crew notices a change of the outflow valve position. Use the cabin V/S indication to confirm the outflow valve operation.
- Monitor cabin V/S and CAB ALT frequently and adjust as necessary. Maintain aircraft altitude at or above cabin altitude.
- The two safety valves limit ΔP to 8.6 PSI.

Continued on the following page



A319A320
FLIGHT CREW
OPERATING MANUAL

PROCEDURES
ABNORMAL AND EMERGENCY PROCEDURES

CAB PR

CAB PR SYS 1+2 FAULT (Cont'd)

Ident.: PRO-ABN-CAB_PR-V-00018107.0003001 / 21 MAR 16

L12

STATUS

MAN CAB PR CTL

TGT V/S : CLIMB 500 FT/MIN
TGT V/S : DESC 300 FT/MIN

A/C FL

390
350
300
250
< 200

CAB ALT TGT

8 000
7 000
5 500
3 000
0

INOP SYS

CAB PR 1+2

● **DURING FINAL APPR :**

V/S CTL..... FULL UP


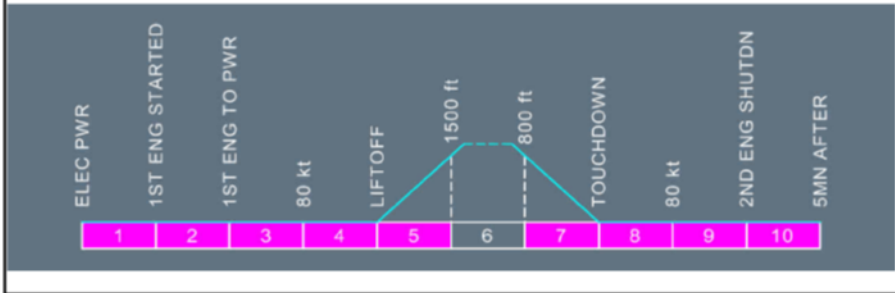
When on intermediate approach (below airfield pressure altitude +2 500 ft), adjust $\Delta P = 0$.

CAUTION

Check that ΔP is zero before opening the doors.

1.17.4 客艙壓力高度過高操作程序

依據酷航西元 2019 年 1 月 20 日修訂之 A320 FCOM，客艙壓力高度過高（EXCESS CAB ALT）相關程序節錄如下：

 A319A320 FLIGHT CREW OPERATING MANUAL	PROCEDURES ABNORMAL AND EMERGENCY PROCEDURES CAB PR
CAB PR EXCESS CAB ALT	
Applicable to: 9V-TAQ, 9V-TAS, 9V-TAU, 9V-TAX, 9V-TAZ, 9V-TNA, 9V-TNB, 9V-TRC, 9V-TRE, 9V-TRO, 9V-TRP, 9V-TRQ, 9V-TRR, 9V-TRS, 9V-TRT, 9V-TRU, 9V-TRV	
Ident.: PRO-ABN-CAB_PR-T-00017316.0005001 / 21 MAR 16	
ANNUNCIATIONS	
<u>Triggering Conditions:</u> This alert triggers when: <ul style="list-style-type: none"> - In climb or descent, the cabin altitude is above the higher of: <ul style="list-style-type: none"> • 9 550 ft, or • 1 000 ft above the airfield pressure altitude. - In cruise, the cabin altitude is above 9 550 ft. 	
<u>Flight Phase Inhibition:</u>	
	

Continued on the following page

CAB PR EXCESS CAB ALT (Cont'd)

Ident.: PRO-ABN-CAB_PR-T-00018066.0005001 / 20 DEC 16

Rely on the CAB PR EXCESS CAB ALT warning even if not confirmed on the CAB PRESS SD page. The warning can be triggered by a cabin pressure sensor different from the one used to control the pressure and display the cabin altitude on the SD.

- **If above FL 100:**
CREW OXY MASKS..... USE
 - **If below FL 160:**
DESCENT..... INITIATE
CABIN CREW..... ADVISE
MAX FL..... 100/MEA-MORA
 - **If above FL 160:**
SIGNS..... ON
EMER DESCENT:
DESCENT..... INITIATE
 - **If A/THR is not active:**
THR LEVERS..... IDLE
 - L2 *If the A/THR is active, check A/THR is at IDLE on the ED.*
- L1 **SPD BRK**..... FULL
 - L2 *Extension of speedbrakes will significantly increase VLS.
In order to avoid autopilot disconnection and automatic retraction of speedbrakes due to possible activation of angle of attack protection, allow the speed to increase before starting to use speedbrakes.*
- L1 **SPD**..... MAX/APPROPRIATE
 - L2 *Descend at maximum appropriate speed. However, if structural damage is suspected use the flight controls with care and reduce speed as appropriate. The landing gear may be extended. In this case, speed must be reduced to VLO/VLE.*
- L1 **ENG MODE SEL**..... IGN
ATC..... NOTIFY
 - L2 *Notify ATC of the nature of the emergency, and state intention. The flight crew can communicate with the ATC using voice, or CPDLC when the voice contact cannot be established or has a poor quality.*
- L1 **EMER DESCENT (PA)**..... ANNOUNCE
 - L2 *The flight crew must inform the cabin of emergency descent on the PA system.*

Continued on the following page



A319A320
FLIGHT CREW
OPERATING MANUAL

PROCEDURES
ABNORMAL AND EMERGENCY PROCEDURES

CAB PR

CAB PR EXCESS CAB ALT (Cont'd)

[L1] XPDR 7700.....CONSIDER

[L2] Squawk 7700 unless otherwise specified by ATC.

Note: To save oxygen, set the oxygen diluter selector to N position.
With the oxygen diluter left to 100 %, oxygen quantity may not be sufficient for the entire descent profile.
Ensure crew communication is established with oxygen masks. Avoid continuous use of the interphone to minimize the interference from the oxygen mask breathing noise.

[L1] MAX FL..... 100/MEA-MORA

● **IF CAB ALT > 14 000 FT:**

PAX OXY MASKS.....MAN ON

[L2] This action confirms that the passenger oxygen masks are released.

Note: When descent is established and if time permits, check that the **OUTFLOW VALVE** is closed on the **CAB PRESS SD** page. If it is not closed and ΔP is positive, select the other CPC. If the **OUTFLOW VALVE** is still not closing set the cabin pressure **MODE SEL pb** to **MAN** and the **V/S CTL sw** to full down.
Notify the cabin crew when the aircraft reaches a safe flight level, and when cabin oxygen is no more necessary.


Ident.: PRO-ABN-CAB_PR-T-00010755.0002001 / 22 DEC 14

STATUS

MAX FL..... 100/MEA-MORA

1.17.5 APU BLEED 使用限制

依據酷航西元2019年1月20日修訂之A320 FCOM, APU BLEED 之使用限制節錄如下：

 A319A320 FLIGHT CREW OPERATING MANUAL	LIMITATIONS AUXILIARY POWER UNIT
---	---

Ident.: LIM-APU-20-00021771.0001001 / 04 JUL 17

Applicable to: 9V-TAN, 9V-TAO, 9V-TAQ, 9V-TAS, 9V-TAU, 9V-TAV, 9V-TAX, 9V-TAZ, 9V-TRA, 9V-TRB, 9V-TRC, 9V-TRD, 9V-TRE, 9V-TRH, 9V-TRI, 9V-TRK, 9V-TRL, 9V-TRM, 9V-TRN, 9V-TRO, 9V-TRP, 9V-TRQ, 9V-TRR, 9V-TRS, 9V-TRT, 9V-TRU, 9V-TRV, 9V-TRW, 9V-TRX

APU BLEED

Max altitude to assist engine start..... 20 000 ft
 Max altitude for air conditioning and pressurization (single pack operation)..... 20 000 ft
 Max altitude for air conditioning and pressurization (dual pack operation)..... 15 000 ft
 Use of APU bleed air for wing anti-ice is not permitted.

1.18 其他資料

1.18.1 訪談資料

1.18.1.1 正駕駛員訪談摘要

此航班出發前帶了 17.5 噸的燃油，預計在桃園機場落地時，航機總重是 64 噸。該機零油重量為 58.5 噸，最大落地重量是 64.5 噸。

約 1225 時，航機位置在臺南附近，正駕駛員觀察到在飛行管理系統 (FMGC) 中呈現落地時燃油量大概有 6 到 6.1 噸，加上零油重量後，預計落地時的重量約為 64.5 至 64.6 噸。航機可能會有超重落地的風險，因此查閱了超重落地的檢查表。依照公司的程序，在空中耗油的方式包括提早建立落地外型、提早下降高度、或是提早放下起落架。但這些方法可能會造成乘客的不適。因此正駕駛員考慮使用在空中開啟 APU 來消耗燃油的方式，以避免超重落地。正駕駛員表示高度 41,000 呎以下就可以使用 APU，這是第一次使用這種方式增加油耗。

航機高度約 23,000 呎時，正駕駛員指示副駕駛員啟動 APU。因準備超重落地程序，約在高度 22,000 呎時按下 APU Bleed 按鈕，當時 ECAM 中出現警示。正駕駛員查閱 EFB (electronic flight bag) 中 APU 使用範圍圖，但是並沒有繼續往下看到最下方的描述：「APU bleed 無法在 20,000 呎以上使用」；在 20,000 呎至 15,000 呎間，APU bleed 僅供單一空調系統 (pack) 運作。當了解在當時的高度無法使用 APU bleed 後，就再按了 APU bleed 按鈕，將 APU bleed valve 關掉。航機繼續下降低於 20,00 呎 0 後，就再度開啟 APU bleed，未再有警示出現。當時並未意會到 APU bleed 只能供應單一空調系統運作。正駕駛員也不記得當客艙加壓系統 1 及 2 號 (CAB PR SYS 1+2) ECAM 訊息出現時，是否曾經將 APU bleed 關掉後再打開。

於 19,000 呎到 17,000 呎間，出現 CAB PR SYS 1 FAULT ECAM 警示訊息。此訊息是提醒性質，且當時還有第二套系統可用，故將 ECAM 訊息清除後就繼續飛行。

約 1250 時，高度 15,000 呎，飛機在 Jammy 等待航線進入第 2 圈的等待，前方約有 3 至 4 架飛機在等待進場。當時出現客艙加壓系統 1 及 2 號故障 (CAB PR SYS 1+2 FAULT)，就依照 ECAM 程序執行檢查表，將 MODE SEL 放在手動 (MAN)，並手動控制客艙壓力升降速率 (V/S)。當時很快地看了一下系統顯示頁面，客艙壓力高度大概在幾百呎左右的壓力高度。

記憶中副駕駛員將手動艙壓控制 (MAN V/S CTL) 撥動開關 (toggle switch) 向前推了兩次，由於系統看起來並沒有反應，就指示副駕駛員將撥動開關撥向 UP 的方向，由於系統還是沒有反應，因此正駕駛員指示「more more」。同時這段期間正駕駛員在操控飛機，因而未能注意 CAB PRESS 顯示頁面上有關客艙壓力的資訊。

航機逐漸下降至約 13,000 呎時，客艙壓力高度開始快速上升，駕駛艙出現艙壓高度過高 (EXCESS CAB ALT) 警告。飛航組員依照程序，將氧氣面罩戴上。當時高度已經低於 16,000 呎，且正以 1,600 呎/分下降率下降，故認為不須執行緊急下降程序，直接向航管要求下降高度到 10,000 呎。正駕駛員記得看到客艙壓力高度值從閃爍的琥珀色變成紅色。顯示之高度值已高過 14,000 呎。副駕駛員按了乘客的氧氣面罩按鈕，放下乘客的氧氣面罩。從 CAB PR SYS 1+2 FAULT 警告出現到放下乘客的氧氣面罩，總共時間約兩分鐘。約 1257 時，航機高度到達 10,000 呎，將操控權轉給副駕駛員後，正駕駛員廣播通知客艙組員及乘客。接著持續下降高度，航管導引在 05 左跑道平安落地，滑行至停機位。

飛機停好後，受訪者至客艙再次向客艙組員及乘客說明事故狀況。落地之後有一個帶著嬰兒的女士表示需要醫生的協助，嬰兒經醫生檢

查後無大礙。

此航班約在高度 22,000 呎時，繫緊安全帶的指示燈就亮起。當在 13,000 呎左右發生警告時，因為已經非常接近 10,000 呎，且航管也指示加入進場航線，考量到應該不會有人會因此而受傷，就沒有向航管宣告緊急狀況。

此次事故應該是公司第一次發生這樣子的事，飛機在起飛前並沒有任何的狀況或系統有問題。

1.18.1.2 副駕駛員訪談摘要

這一趟的飛行一切都正常，當航機位置接近臺南時，副駕駛員觀察到在飛行管理系統中呈現落地時燃油量大概為 5.9 或 6.0 噸，加上零油重量後，預計落地時的重量約為 64.4 至 64.5 噸，航機可能會有超重落地的風險。

副駕駛員了解依公司的程序，在空中耗油的方式包括提早建立落地外型、提早下降高度、或是提早放下起落架。當正駕駛員建議在空中開啟 APU 來消耗燃油時，副駕駛員並無反對意見。因為副駕駛員過去在飛行時，曾經因為要執行如 ETOPS¹⁰ APU 功能測試等原因，在空中開啟過 APU。過去也有航班因目的地機場沒有地面外接氣源可使用，因此整趟飛行 APU 都在運作。

航機高度約於 23,000 呎時，副駕駛員啟動 APU。到達約 22,000 呎時，APU 可使用的訊息出現，因正駕駛員表示要準備超重落地，副駕駛員按下 APU Bleed 按鈕，當時並不認為使用 APU bleed 會有任何問題，因為啟動 APU 後接著打開 APU bleed 這樣的步驟，在執行初

¹⁰ Extended-range Twin-engine Operation Performance Standards 雙渦輪發動機航空器延展航程作業

始駕駛艙準備時，是時常被執行的程序。

當按下 APU bleed 按鈕，ECAM 中出現警示。當了解 APU bleed 在當時的高度無法使用時，就再按一次按鈕解除。當航機高度低於 20,000 呎後，副駕駛員依正駕駛員的建議再次打開 APU bleed valve，未再有警示出現。因為航機位於 20,000 呎以下可以使用 APU bleed，因此當時覺得將 APU bleed 打開很正常。

副駕駛員了解當時的使用限制為 APU bleed 只能提供單一空調系的運作，當從系統頁面上看到 APU bleed 供應第 1 套空調系統(pack 1) 後，就將注意力轉至其他地方，沒有去注意當時 APU bleed 是否有供氣給第 2 套空調系統 (pack 2)。

航機於 19,000 呎到 17,000 呎間，駕駛艙儀表出現 CAB PR SYS 1 FAULT ECAM 警示訊息。此訊息是提醒性質，且當時還有第二套系統可用，故將 ECAM 訊息清除後繼續飛行。記得當時因為航機穿過雲層，正駕駛員指示打開發動機及機翼的防冰系統，副駕駛員沒有開啟機翼防冰系統，因為該系統只能由 engine bleed 供氣，無法使用 APU bleed 供氣。

約 1250 時，航機高度約 15,000 呎，進入等待航線，駕駛艙儀表出現 CAB PR SYS 1+2 FAULT 警示，就依照 ECAM 執行程序，將客艙壓力控制置於手控。當 CAB PRESS 系統顯示頁面出現後，很快地瞄了一下，模糊的記憶當時客艙壓力高度大概在幾百呎左右的壓力高度。壓力差 (different pressure) 及垂直速率 (vertical speed) 的指針都指著 9 點鐘方向，客艙壓力刻度 (cabin pressure dial) 是在 8 點鐘位置。

當時航機持續在下降高度中，約在 15,000 呎至 14,000 呎左右。副駕駛員本能的將手動艙壓控制 (MAN V/S CTL) 撥動開關向前按了兩次，想將外流閥 (OFV) 關起來以避免流失客艙壓力。由於 CAB

PRESS 系統頁面上看起來系統並沒有反應，接著聽到正駕駛員說「up up」，就將撥動開關撥向 UP 的方向 2 次，系統還是沒有反應。就又聽到正駕駛員說「more more」。副駕駛員就又將撥動開關撥向 UP 的方向 2 次，每次大約 2 秒鐘。接著就將手放下。

幾乎在同時，航機高度約於 13,000，當以手動調整客艙壓力以提升客艙壓力的時候，副駕駛員看到 CAB PRESS 系統頁面顯示客艙壓力高度開始快速上升。尚未來得及反應就出現 EXCESS CAB ALT 的警告。副駕駛員依照程序戴上氧氣面罩，看到紅色的警告指示艙壓高度超過 14,000 呎，當時先由攝影機中查看客艙中乘客的氧氣面罩是否有掉下，但因為不是很清楚，就直接按了乘客的氧氣面罩按鈕，讓氧氣面罩下來。

正駕駛員曾口頭提到緊急下降，因當時航機已在 13,000 呎且正以 1,600 呎/分下降率下降，故未執行緊急下降程序，直接向航管要求下降高度到 10,000 呎。副駕駛員認為自手動控制客艙壓力高度到出現 EXCESS CAB ALT 警告，時間約 30 秒。副駕駛員表示，此次事故發生得非常突然，反應時間也很短，高度從 14,000 呎下到 13,000 呎還在執行程序時，忽然客艙壓力高度就飆高突破 14,000 呎。

約 1257 時，航機高度到達 10,000 呎，正駕駛員將操控權轉給副駕駛員後，廣播通知客艙組員及乘客。航管隨後許可航機去攔截 ILS 05 左跑道進場落地。

此航班是由機長擔任操控駕駛員，使用西港 1A 進場程序進場。

1.18.2 事件序

本事故發生之重要事件順序詳細內容如表 1.18-1。

表 1.18-1 事件順序表

時間	資料來源	事件
0848:30	FDR	TR996 自新加坡樟宜機場起飛
1233:05	FDR	APU 啟動
1234:35	FDR	APU BLEED 開關 ON
1234:47	FDR, ECAM	APU BLEED fault, 高度 27,000 呎
1234:49	FDR	APU BLEED 開關 OFF, 高度 27,000 呎
1241:54	FDR	APU BLEED 開關 ON, 高度 19,944 呎,
1242:06	FDR, NVM	CPC1 Fault, FC078 OFV_SENSOR_RANG_FAIL, 艙壓高度 2,241 呎, 高度 19,720 呎
1252:32	FDR	APU BLEED 開關 OFF, 高度 14,828 呎
1252:39	FDR, NVM	CPC2 Fault, FC081 OFV_LOOP_CLOSURE_FAIL, 艙壓高度-387 呎, 高度 14,772 呎
1252:42	ECAM, NVM	CAB PR SYS 1+2 Fault
1253:19	CVR	艙壓高度 2,500 ft, 艙壓控制選擇手動模式
1253:32	CVR	駕駛員手動控制 V/S 撥動開關 (駕駛員說「 manual vs control as required 」)
1253:39	CVR	艙壓高度上升中(副駕駛員說「 okay now it's now increasing 」)
1253:40	CVR	正駕駛員說「 increasing we ok so we need to open it up 」
1253:43	CVR	副駕駛員說「 down ah 」
1253:48	CVR	正駕駛員說「 up bro up ah 」
1253:59	CVR	正駕駛員說「 increasing very quickly why ah 」
1254:20	FDR, CVR, NVM	客艙加壓警告致動, 艙壓高度 9,680 呎, 高度 13,944 呎
1255:11 to 1255:24	FDR, DAR	高度由 13,548 呎降至 13,428 呎, 此期間艙壓高度達到最高 13,760 呎, 此後艙壓高度開始逐漸下降
1311:15	FDR, CVR	桃園機場 05L 跑道落地

