國家運輸安全調查委員會
Transportation Safety Board

人員疲勞分析
於重大運輸事故調查之應用

報告編號：TTSB-SSR-26-10-001

報告日期：民國 115 年 10 月

本頁空白

目錄

圖目錄 iii

表目錄 iv

常用中英（外）文名詞暨縮寫對照表 v

第 1 章 緒論 1

第 2 章 疲勞與睡眠 3

2.1 疲勞的定義、原因與症狀 3

2.2 睡眠 6

2.3 短期與長期睡眠不足 13

2.4 持續清醒時間 13

2.5 生理時鐘的影響 14

2.6 睡眠障礙 18

2.7 醫學與心理狀況、疾病和藥物 20

2.8 工作負荷 21

第 3 章 疲勞管理 23

3.1 規範性管理方法 23

3.2 績效性管理方法 25

3.3 疲勞生物數學模式 30

3.4 個人疲勞因應策略 31

第 4 章 疲勞分析方法 33

4.1 疲勞原因分析 33

4.2 疲勞症狀與影響分析 37

4.3 疲勞管理機制分析 40

第 5 章 疲勞相關事故調查案例 44

5.1 跨時區越洋航線飛航組員疲勞案例 44

5.1.1 事故經過 44

5.1.2 分析與調查發現 46
5.1.3 改善建議與執行成果 49
5.2 直昇機緊急救護任務飛航組員疲勞案例 50
5.2.1 事故經過 50
5.2.2 分析與調查發現 52
5.2.3 改善建議與執行成果 54
5.3 遊覽車客運業駕駛員疲勞案例 56
5.3.1 事故經過 56
5.3.2 分析與調查發現 58
5.3.3 改善建議與執行成果 61
第 6 章 結論與建議 63
6.1 結論 63
6.2 建議 64
參考文獻 66
附錄 1 人員疲勞相關重大運輸事故案例列表 68

圖目錄

圖 2-1　睡眠階段之週期變化 8
圖 2-2　睡眠各階段之腦電波圖 9
圖 2-3　小睡與疲勞指數之實驗數據 10
圖 2-4　睡眠與年齡之關係 11
圖 2-5　睡眠與生理時鐘關係圖 16
圖 2-6　日班轉換夜班之生理時鐘適應過程 16
圖 3-1　ICAO 之疲勞危害識別方法 26
圖 3-2　加拿大運輸部之疲勞危害控管模型 28
圖 5-1　航機機腹蒙皮損害情形 46
圖 5-2　事故航機飛航軌跡 51
圖 5-3　事故航機墜海前 4 分鐘之雷達紀錄 51
圖 5-4　事故過程影像紀錄 57
圖 5-5　事故現場圖 57
圖 5-6　事故駕駛員事故當月之出車與出勤紀錄 60

表目錄

表 4-1　疲勞自我評估表 38
表 4-2　疲勞症狀指標例舉 39

常用中英（外）文名詞暨縮寫對照表

ATSB	Australian Transport Safety Bureau	澳洲運輸安全局
BAC	Blood Alcohol Concentration	血液中酒精濃度
BMM	Bio-mathematical Models	疲勞生物數學模式
CCTV	Closed-Circuit Television	閉路電視攝影機
CFP	Computer Flight Plan	電腦飛航計畫
CM	Crew Member	飛航組員
CRM	Crew Resource Management	組員資源管理
DME	Distance Measuring Equipment	測距儀
EEG	Electroencephalography	腦電波圖
FAR	Federal Aviation Regulations	美國聯邦航空法
FMS	Flight Management System	飛航管理系統
FRMS	Fatigue Risk Management System	疲勞風險管理系統
HEMS	Helicopter Emergency Medical Service	直昇機緊急救護任務
ICAO	International Civil Aviation Organization	國際民航組織
NDB	Non-Directional Beacon	歸航臺
NREM Sleep	Non-Rapid Eye Movement Sleep	非快速動眼期睡眠
NTSB	National Transportation Safety Board	美國國家運輸安全委員會
RAM	Runway Analysis Manual	跑道分析手冊
RAS	Runway Analysis System	跑道分析系統
REM Sleep	Rapid Eye Movement Sleep	快速動眼期睡眠
SMS	Safety Management System	安全管理系統
SWS	Slow Wave Sleep	慢波期睡眠
TSB	Transportation Safety Board	加拿大運輸安全委員會
V1	Takeoff Decision Speed	起飛決定速度
V2	Take-Off Safety Speed	安全起飛速度

VR	Rotation Speed	仰轉速度
WASO	Wakefulness After Sleep Onset	睡眠中清醒次數

第1章　緒論

運輸業多為每週 7 天/24 小時之運作型態，使得運具運作有關人員須面對較長或不固定的執勤期間，或須在夜間執勤，因此，人員執勤時的疲勞（Human Fatigue）風險一直是運輸業關注的安全議題之一。

疲勞是一個會降低人類多項行為表現能力的危害因子，國家運輸安全調查委員會(以下簡稱本會)自改制前之飛航安全調查委員會時期起，即於多起飛航事故調查中提出有關飛航組員疲勞與管理之調查發現（詳附錄 1）。

為協助本會調查人員蒐集人員疲勞相關事實資料、應用科學方法分析疲勞對事故時運具運作有關人員行為表現的影響、檢視業者[1]疲勞管理與主管或監理機關所訂規範與督導機制之有效性，並據以提出運輸安全改善建議，本會改制前，於民國 99 年完成「疲勞調查與風險評估指南」初版，後續亦持續更新。過程中除參考調查實務經驗外，亦持續蒐集與檢視疲勞相關研究、參考其他國際或國外組織疲勞調查與管理相關技術文件、派員參加國外疲勞調查、疲勞風險管理與人為因素相關專業訓練，以及諮詢相關之醫師與學者。另將該指南之發展與應用發表於國內與國際相關研討會與刊物。

本會改制後，除航空外，亦於其他運輸類別之事故調查中發現駕駛員、船員或引水人疲勞與管理相關議題（詳附錄 1）。因此，本會於民國 115 年使用文獻分析法，重新檢視前揭指南與相關參考文獻中，有關疲勞議題調查所需之基礎知識、資料蒐集與分析時可用之參考資

[1] 本研究所稱之業者，除運輸業外，亦包括第一線提供運具運作所需服務之有關機關(構)。

訊，並整理本會調查涉及人員疲勞與管理議題之事故案例，以研究報告形式公布於本會官網供外界參閱，可作為業者或監理機關執行運輸安全事件調查時，檢視疲勞議題之參考，並期許藉此與相關單位交流疲勞分析之方法與經驗，促進運輸業持續重視疲勞對運輸安全之影響。

本研究共包括 6 章，重點如下：

第 1 章 緒論：說明本研究之緣起、目的、方法與內容架構。

第 2 章 疲勞與睡眠：介紹疲勞與睡眠相關的基礎知識，包括：疲勞的定義、原因與症狀；睡眠的定義、機制、結構與需求、微睡眠、睡眠慣性與睡眠障礙；短期與長期睡眠不足；持續清醒時間；生理時鐘的影響與時差；醫學與心理狀況、疾病和藥物的影響；工作負荷等。

第 3 章 疲勞管理：介紹規範性與績效性疲勞管理方法、疲勞生物數學模式的應用與限制，以及個人疲勞因應策略。

第 4 章 疲勞分析方法：介紹疲勞分析三步驟，包括：檢視受評對象於事故時是否存在疲勞形成條件、是否存在疲勞症狀與對事故之影響，以及受評組織是否具備有效的疲勞管理機制等。

第 5 章 疲勞相關事故調查案例：介紹本會所調查較具代表性的事故應用案例，包括：跨時區越洋航線飛航組員疲勞案例、直昇機緊急救護任務飛航組員疲勞案例，以及遊覽車客運業駕駛員疲勞案例。

第 6 章 結論與建議：總結本研究之結論與建議事項。

第2章　　疲勞與睡眠

2.1　疲勞的定義、原因與症狀

參考國際民航組織（International Civil Aviation Organization，以下簡稱 ICAO）疲勞管理方法指導手冊（Manual for the Oversight of Fatigue Management Approaches, ICAO Doc 9966，以下簡稱 ICAO Doc 9966），疲勞係指人類因睡眠不足、持續清醒時間過長、生理時鐘或工作負荷（包括心理或/及身體活動），使其處於身體或心理表現能力衰退狀態，進而削弱警覺力及安全執行任務之能力[2]。此定義包含三個要素：（1）疲勞原因：如睡眠不足、持續清醒時間過長、生理時鐘的影響與工作負荷等；（2）疲勞症狀：如身體或心理表現能力衰退；（3）疲勞產生之後果：如警覺力及安全執行任務能力下降。此三個要素可做為疲勞調查的基本方向。

許多因素可能直接或間接產生疲勞。參考 ICAO Doc 9966 與加拿大運輸安全委員會（Transportation Safety Board，以下簡稱 TSB）疲勞調查指南[3]，直接產生疲勞的原因可包括：（1）短期睡眠不足（Acute Sleep Disruption）；（2）長期睡眠不足（Chronic Sleep Disruption）；（3）持續清醒時間（Continuous Wakefulness）過長；

---

[2] 原文定義如下：「*A physiological state of reduced mental or physical performance capability resulting from sleep loss or extended wakefulness, circadian phase, or workload (mental and/or physical activity) that can impair a crew member's alertness and ability to safely operate an aircraft or perform safety-related duties*」。

[3] Transportation Safety Board of Canada (TSB Canada). (2014). Guide to investigating sleep-related fatigue (2nd ed.).

（4）生理時鐘的影響（Circadian Rhythm Effects）;（5）睡眠障礙（Sleep Disorders）;（6）醫學與心理狀況、疾病和藥物（Medical and Psychological Conditions, Illnesses and Drugs）影響；（7）過高或過低之工作負荷（Workload）等。其中第（1）至（6）項與睡眠需求未獲滿足或睡眠驅力增加有關，可稱為睡眠相關之疲勞風險因子（Sleep-Related Fatigue Risk Factors）。

工作負荷與疲勞之關係，在於工作負荷可能會加劇人員的疲勞程度，但兩者非簡單的線性關係。低工作負荷情況，如大貨車駕駛員夜間因車流量少且長時間在高速公路使用自動巡航駕駛，可能使其覺得無聊或出現睡意。另外，隨著疲勞程度增加，會降低人員安全執行任務的能力，當面對高工作負荷狀況，如飛航組員在強風大雨中執行落地操作，疲勞會降低其應對能力，增加安全風險。此外，在高強度作業後往往需要時間平復情緒，進而影響後續的睡眠。

其他產生疲勞之間接因素[4]例舉如下：

1. 個人因素

時差或輪班工作調適能力不佳、缺乏或未能正確使用個人疲勞因應策略。

2. 家庭與生活因素

因照顧年幼子女或生病的家人而影響睡眠；家庭需求、社交活動與飲食習慣等造成非工作期間之休息時間安排不當；家庭或住宿地點睡眠環境不佳；長時間通勤需求影響正常睡眠等。

3. 組織因素

---

[4] (1)Transport Canada (TC). (2007). Fatigue Risk Management System for the Canadian aviation industry. Fatigue management strategies for employees (Report No. TP 14573E). Ottawa, Ontario；(2) SKYbrary. (n.d.). Fatigue. https://skybrary.aero/articles/fatigue

（1）**工作環境與設施**：工作場所或休息室的噪音、溫度、照明不佳，以及缺乏適當的休息設施。

（2）**派遣或排班**：如班表不固定、臨時更改，使員工無法規劃充足的休息;不當的班次轉換,如逆時針方向之輪班(如由早班轉晚班)、連續安排多個夜班且無足夠恢復期；班與班間隔時間不足、當班執勤期間無適當之休息機會等。

（3）**營運需求與人力**：為滿足營運需求或裁減人員導致剩餘員工負荷過重，或在人員不足時強制加班。

（4）**組織文化與訓練**：缺乏有效的疲勞管理機制與相關之員工訓練、組織文化使員工不敢報告因疲勞而不適合執勤。

疲勞症狀可概分為 3 類[5]，分述如下：

1. **身體症狀（Physical Symptoms）**：如打哈欠、眼皮沈重，頻繁揉眼睛、不自覺的點頭動作與打瞌睡(微睡眠[6])等。

2. **認知症狀(Cognitive Symptoms)**:如難以專注當下任務、恍神、不記得或遺忘要執行之事情、未能傳達重要的資訊、判斷或預判失誤、做了錯誤的事情或事情未做好等。

3. **情緒症狀（Emotional Symptoms）**：如較平時表現更消極或退縮、缺乏能量或動機、情緒不穩定、出現煩躁或脾氣暴躁等行為。

---

[5] Transport Canada (TC). (2007). Fatigue Risk Management System for the Canadian aviation industry. Fatigue management strategies for employees (Report No. TP 14573E). Ottawa, Ontario.

[6] 詳細內容可參考本研究 2.2 節有關微睡眠之介紹。

2.2 睡眠

依 ICAO Doc 9966，睡眠（Sleep）係指一種可逆狀態，其特徵在於大腦意識控制的中斷，以及對環境感官資訊處理的極小化。此時大腦進入「離線」模式，用以分類與儲存當日的經歷，並修復因清醒活動而耗損的關鍵生理系統[7]。

睡眠機制

人類的睡眠由 2 類機制管理：（1）晝夜變動機制（Circadian Oscillator）：係指影響每日睡眠或清醒時機的機制。實際睡眠若能配合晝夜變動機制，則易獲得有效睡眠，進而維持良好的睡眠品質；（2）睡眠與清醒之平衡機制（Homeostatic State）：係指睡眠驅力隨持續清醒時間而增加。相對地，實際睡眠時間越長，清醒驅力越大，清醒後能保持警覺的時間亦相對增加。

睡眠結構

睡眠共分 2 種型態，分述如下：

1. **快速動眼期睡眠（Rapid Eye Movement Sleep，以下簡稱 REM Sleep）**：人類於此睡眠階段可見眼球快速轉動，常伴隨作夢，腦部活動量大。

2. **非快速動眼期睡眠（Non-Rapid Eye Movement Sleep，以下簡稱 NREM Sleep）**：人類於此睡眠階段腦部活動少，體溫降低，代謝降低。可再分 3 個階段：第 1、2 階段為淺眠期，第 3 階段為深睡或慢波期睡眠（Slow Wave Sleep，以下簡稱 SWS），為身

[7] 原文定義如下：「*A reversible state in which conscious control of the brain is absent and processing of sensory information from the environment is minimal. The brain goes "off-line" to sort and store the day's experiences and replenish essential systems depleted by waking activities*」。

體休養及恢復期間。

正常睡眠的過程，通常先從清醒進入 NREM Sleep 第 1 階段，此階段易被喚醒，失眠者處於此階段的時間較長；接序進入第 2 與第 3 階段，再從第 3 階段返回第 2 階段，再進入 REM Sleep。以睡眠週期而言，由清醒進入第 1 階段、第 2 階段、第 3 階段再回到第 2 階段，最後進入 REM Sleep，為一個完整睡眠週期。每 1 週期約 90 分鐘，8 小時睡眠約有 5 個週期[8]，如圖 2-1。然而，若個體由清醒直接進入 REM Sleep 階段，則可能存在睡眠和清醒調控機制之生理問題。

以各週期比例而言，前 2 週期有較多深層睡眠，故入睡後前 3 個小時較難被喚醒；不過，睡眠結構隨入睡時間轉變為以第 2 階段睡眠為主，且整體比例亦以第 2 階段睡眠比例最高，約占總睡眠 45%至 60%，故第 2 階段睡眠又稱基礎睡眠（Baseline Sleep）。後期睡眠則可見 REM Sleep 的時間比例增加。睡眠品質不佳係指睡眠週期或各週期內每個睡眠階段之比例受到影響。因此，即使睡眠時數相同，產生之恢復性效果卻不佳。

睡眠階段可用腦電波圖（Electroencephalography, EEG）之波形判斷（如圖 2-2）。其中，人類清醒時以 Beta 波（13 至 30 赫茲）為主，於進入第 1 階段 NREM Sleep 初期以 Alpha 波（7 至 13 赫茲）為主，隨時間逐漸轉換為 Theta 波（4 至 7 赫茲）；第 2 階段 NREM Sleep 除 Theta 波外，尚會出現一種較快之波形，稱之睡眠紡錘波（Sleep Spindles）與 K 複合波，臨床上常藉此兩種波形判斷人類已進入睡眠；NREM Sleep 第 3 階段之波形，其頻率變慢（0.5 至 4 赫茲）但振幅變高，屬 Delta 波，又稱慢波期，為身體休息、修復及中

[8] Carra, M. C., Balagny, P., & Bouchard, P. (2024). Sleep and periodontal health. Periodontology 2000, 96(1), 42-73.

樞神經系統成熟之重要階段，生長激素之分泌亦發生於此階段[9]。

至於 REM Sleep 階段，其腦電波圖波形則與清醒腦波類似，反映大腦處於高度活化狀態，以 Alpha 波和 Beta 波為主，惟人類於此階段仍處於睡眠狀態，故 REM Sleep 又稱矛盾睡眠或活化睡眠（Active Sleep）。REM Sleep 為身體生長及中樞神經系統發育之重要階段，負責整合日間學習與記憶。

醫學上除採用腦電波作為人類不同睡眠階段之黃金判斷標準（Gold Standard），亦可同時輔以其他生理指標作為判斷參考。例如在 REM Sleep 階段，人類在腦電波除呈現與清醒狀態相似之 Alpha 與 Beta 波，亦有明顯的快速眼動（Rapid Eye Movement）與骨骼肌肉之張力降至全然鬆弛（Muscle Atonia）之特徵。另外，自主神經系統在 REM Sleep 階段之活動，如心率、血壓及呼吸速度等亦存在較大變異性[10]。

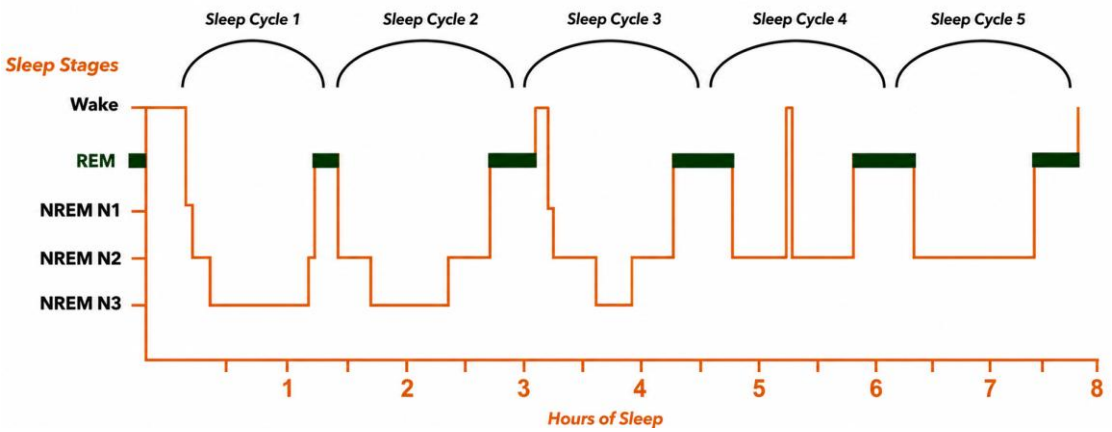


圖 2-1　　睡眠階段之週期變化

[9] Stevens, L. (Ed.). (2020). Introduction to psychology & neuroscience. Dalhousie Libraries Digital Editions.

[10] Blumberg, M. S., Lesku, J. A., Libourel, P. A., Schmidt, M. H., & Rattenborg, N. C. (2020). What is REM sleep?. Current biology, 30(1), R38-R49.

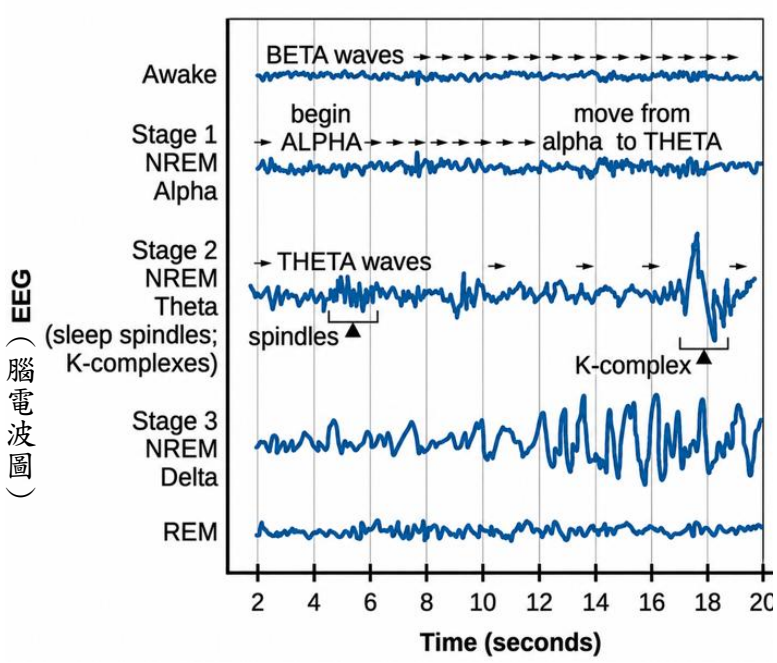


圖 2-2 睡眠各階段之腦電波圖

睡眠慣性

睡眠慣性（Sleep Inertia）係指人類清醒時所處於一種暫時性認知能力不佳之狀態[11]。睡眠慣性是正常的生理現象，影響時間通常在清醒後 30 分鐘內，最長可達 2 小時，特別當人類已有睡眠不足、於深睡期或生理時鐘低谷期清醒時，睡眠慣性持續時間較久。因此，人員在待命勤務期間入睡或休息結束後，應避免於睡眠慣性影響下工作。

圖 2-3 是小睡（Nap）與疲勞指數之實驗數據[12]。縱軸之 fatigue(20-pt)為英國 QinetiQ 研究單位使用的警覺度分數，分數越低代表警覺度越低(疲勞程度越高)；橫軸為時間，以分鐘為單位。粉色線為受試者於小睡 10 分鐘後清醒，隨時間變動的疲勞指數；淺藍色線為小睡 60 分鐘後清醒；深藍色線則代表未小睡者（控制組）之疲

11 原文定義如下：「*The temporary disturbance in performance that often occurs immediately following awakening.*」。

12 Civil Aviation Authority. (2005). Aircrew fatigue: a review of research undertaken on behalf of the UK Civil Aviation Authority. CAA Paper 2005/04. Norwich, UK: Stationery Office.

勞指數變動情形。虛線則指小睡者的清醒時間始點。

英國 QinetiQ 的實驗數據顯示，受試者於小睡後清醒，短時間內其疲勞指數高於未小睡者；小睡 1 小時後清醒的受試者，短時間內之疲勞指數高於小睡 10 分鐘後清醒者，代表睡眠慣性產生之影響。另外，受試者於小睡 1 小時期間因已進入深睡期，清醒後之睡眠慣性影響較大且持續時間較久。然而，當人員從睡眠慣性影響中恢復後，小睡 1 小時者之疲勞減緩效果則優於小睡 10 分鐘者。

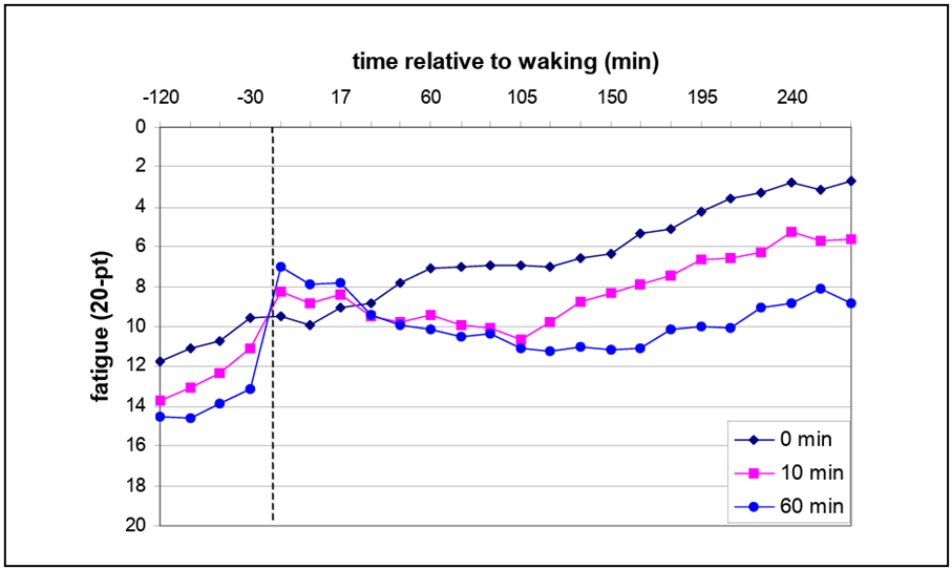


圖 2-3 小睡與疲勞指數之實驗數據

年齡與睡眠[13]

不同年齡族群之總睡眠時數不同。依據圖 2-4 之年齡與睡眠關係圖（縱軸為睡眠的總分鐘數，橫軸為年齡），兒童總睡眠時數最長，接著為成人與老年人。以睡眠階段而言，各年齡族群在 REM Sleep 的睡眠時數差異較小，NREM Sleep 之各階段時數差異較大。進一步檢

[13] Itao, K., Komazawa, M., Luo, Z., & Kobayashi, H. (2017). Long-term monitoring and analysis of age-related changes on autonomic nervous function. Health, *9*(2), 323-344.

視可發現：兒童 SWS 時間較長，老年人較短。第 1 階段 NREM Sleep 睡眠時數則隨年齡增加，睡眠中清醒次數亦較多（Wakefulness After Sleep Onset, WASO）。

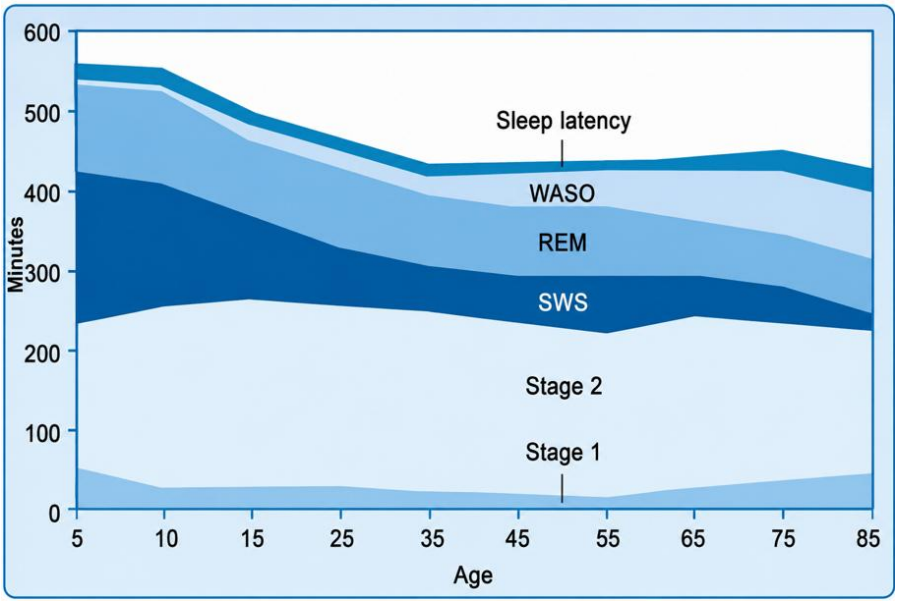


圖 2-4　睡眠與年齡之關係

睡眠剝奪

熬夜、睡眠短少後會改變接續的睡眠結構，通常睡眠短少後的第 1 晚睡眠，深睡期比例較正常高；第 2 晚睡眠之 REM Sleep 比例較正常高；第 3 晚睡眠結構則恢復正常。因此，可依此判斷是否由熬夜影響中恢復，惟應留意若有時差尚未適應者，可能需更長之恢復期。

光照與睡眠

人類的生理時鐘是由內、外在因素所決定，內在因素係指控制生理時鐘的基因，外在因素則包括光線及非光線刺激。光線可透過刺激人類視網膜產生神經傳導，並傳遞至控制生理時鐘的視交叉上核（Suprachiasmatic Nucleus），再發出神經傳導至松果體而影響褪黑激素（Melatonin）分泌。人類在照光後，會造成褪黑激素減少，進而影響生理時鐘。

光線經前揭歷程影響生理時鐘後，可造成睡眠相位移動（Phase Shift）。相位移動程度則與光線暴露量大小、暴露時間點及時間長短有關。此外，不同波長的光線對生理時鐘影響亦有明顯差異。研究指出[14]人類生理時鐘對短波長之藍光相較長波長的紅光，產生之褪黑激素的抑制與睡眠相位延遲效果更強。

實務應用上，夜間工作者建議可於白天回家路上戴太陽眼鏡避光，於房間裝設厚重窗簾阻擋光線，可幫助白天睡眠。另白天工作者如早上醒來精神不濟，則可考慮睡前將窗簾拉開，讓隔日早上陽光照進室內，可增進醒來時之精神狀態。再者，個體要維持夜間有好的睡眠，建議宜降低夜間藍光暴露，以維持正常之褪黑激素分泌與睡眠相位。

睡眠需求與個別差異

不同個體每日睡眠需求與生理時鐘相位存在差異。個人睡眠需求係指個體於良好睡眠品質下所需之特定睡眠時數，使其清醒後感覺精神良好，可維持警覺至下一個睡眠。以睡眠需求而言，雖然人類每日睡眠需求平均值為 7 至 8 小時，但考量個體差異後，一般正常的睡眠需求分布為 6 至 9 小時[15]。以生理時鐘而言，有人相位較正常提早，有人延遲。疲勞調查時應盡可能取得受評對象之最佳睡眠需求，如無法取得，則可參考學理提出之每日睡眠需求 7.5 小時。

微睡眠

微睡眠（Micro-sleep）係指人類在無法控制下進入短暫的睡眠狀態，時間可持續數秒至約 30 秒，是人類處於高度疲勞狀態下所出現

[14] Brainard, G. C., Sliney, D., Hanifin, J. P., Glickman, G., Byrne, B., Greeson, J. M., ... & Rollag, M. D. (2008). Sensitivity of the human circadian system to short-wavelength (420-nm) light. Journal of biological rhythms, 23(5), 379-386.

[15] Hirshkowitz, M., et al. (2015): National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: methodology and results summary. Sleep Health: Journal of the National Sleep Foundation.

之疲勞身體症狀。ICAO Doc 9966 將其定義為「大腦在極短的時間內（僅數秒）自外界環境抽離，停止處理視覺與聲音訊息，並不受控制地進入淺層非快速動眼期之睡眠。微睡眠是極度生理性嗜睡之徵象」。

2.3 短期與長期睡眠不足

睡眠不足可分為短期（Acute Sleep Disruption）與長期（Chronic Sleep Disruption）睡眠不足。

短期睡眠不足係指在過去 3 天內，個體實際的睡眠品質或時間，未能滿足其睡眠需求。當睡眠時間減少至少 30 分鐘時，可視為睡眠時間的短少。即使總睡眠時間不變，若深層睡眠少於 10%至 20%或 REM 睡眠少於 15%至 20%，則可視為睡眠品質下降。常見成因包含環境干擾（如噪音）、食物選擇（如咖啡因、酒精）、心理壓力、或起床/就寢時間的改變等。

長期睡眠不足係指睡眠時間或品質的干擾持續超過 3 個連續日。即使每晚僅減少 15 分鐘的睡眠，連續數晚累積下來也會增加疲勞程度，此被稱為「睡眠債（Sleep Debt）」。慢性的睡眠品質受損，如船員長期在狹小、吵雜的船艙中生活，會改變睡眠週期結構，惟當事人往往難以察覺這種變化。

2.4 持續清醒時間

人類隨持續清醒時間（Continuous Wakefulness）越長，睡眠需求越高，疲勞程度亦越高。研究上[16]將持續清醒時間以血液中酒精濃度（Blood Alcohol Concentration，以下簡稱 BAC）對比。當持續清

[16] Dawson, D., & Reid, K. (1997). Fatigue, alcohol and performance impairment. Nature, *388*(6639), 235-235.

醒時間達 17 小時，其對人體之影響相當於 BAC 約 0.05%，將出現手眼協調能力顯著下降；當持續清醒時間達 22 小時，則相當於 BAC 約 0.08%，可視為持續清醒時間之極限值，研究顯示多數人於此時將出現微睡眠與清醒狀態不穩之情形（Wake State Instability）。

另應留意的是，持續清醒時間長度在日夜間存在的差異。夜間人類可持續清醒的時間較日間更短，亦更快出現疲勞狀況。例如，當夜班人員連續工作時間達 10 小時且含夜間生理時鐘低谷期，可能已達高度疲勞水準。

2.5 生理時鐘的影響

生理時鐘（Biological Clock）亦稱生理節律（Circadian Rhythms），係指人類每日多項生理功能或運作隨晝夜變化的機制，例如睡眠或清醒、消化作用（Digestion）、荷爾蒙分泌（Hormone Production）、體溫（Body Temperature）等。人體生理時鐘並非 24 小時，而是介於 23.8 至 27.1 小時為一次循環。人類夜晚想睡，白晝精神佳且較不易入睡，即為生理時鐘的影響。因此，當生活作息與生理時鐘不協調，則易產生疲勞或導致睡眠品質不佳。

生理時鐘低谷期（Circadian Rhythm Trough）於夜間介於 2230 時至 0430 時（加/減 1.5 小時）[17]，於午後（Post-Lunch Dip）位於約 1400 時（加/減 0.75 小時）[18]，為人類每日整體認知能力較低的時期。

---

[17] 進一步資訊可參考：Duffy, J., Dijk, D., Klerman, E., Czeisler, C. (1998). Later endogenous circadian temperature nadir relative to an earlier wake time in older people. American Journal of Physiology, 275, R1478-R1487.

[18] Monk, T. (2005). The post-lunch dip in performance. Clinical Sports Medicine, 24, e15-e23.

生理時鐘可藉由測量睡眠結構或人體直腸核心溫度以評估是否恢復正常。圖 2-5 紅線為人類核心體溫平均值。以 8 小時睡眠而言，核心體溫約在入睡後 5 小時到達最低點，自此開始上升並於通過最低點之 3 小時後清醒，清醒後 3 小時內，因生理時鐘運作將使人難以入睡[19]。因此，夜班工作者於夜班結束返家後常難以入睡或睡眠時間受限。另在夜間入睡前數小時內亦存在一段難以入睡的時間（Evening Wake Maintenance Zone），此為早班工作者為翌日早起上班而於前一晚提早就寢卻難以入睡的原因。

人類因排班由日班（0900 時至 1700 時）轉換夜班（2200 時至 0600 時），其生理時鐘可能需更長時間調整。研究指出[20]人員由日班轉換夜班可能需連續 15 日夜班後，其工作期間之平均認知能力水準才能達正常之 90%以上（如圖 2-6）。再者，生理時鐘對組員於機上休息品質亦有影響。組員若處於生理時鐘較不利睡眠之時段（如 1600 時至 2000 時）休息，即使組織有提供機上睡眠設施（如睡鋪），實際能睡著之時間仍有限。

---

19 International Civil Aviation Organization (ICAO). (2016). Doc 9966: Manual for the oversight of fatigue management approaches (2nd ed.).

20 Miller, J. C. (2005). A fatigue checkcard for mishap investigations (Report No. ADA498520). Air Force Research Laboratory, Human Effectiveness Directorate, Biodynamics and Protection Division..

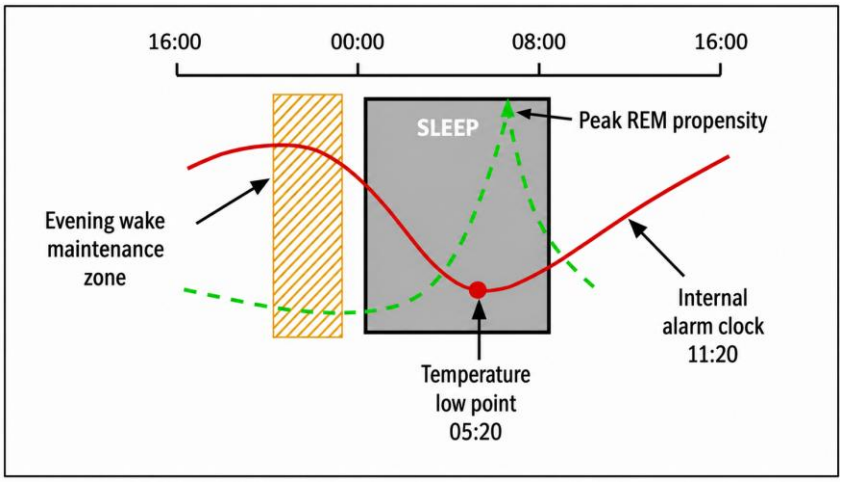


圖 2-5　睡眠與生理時鐘關係圖

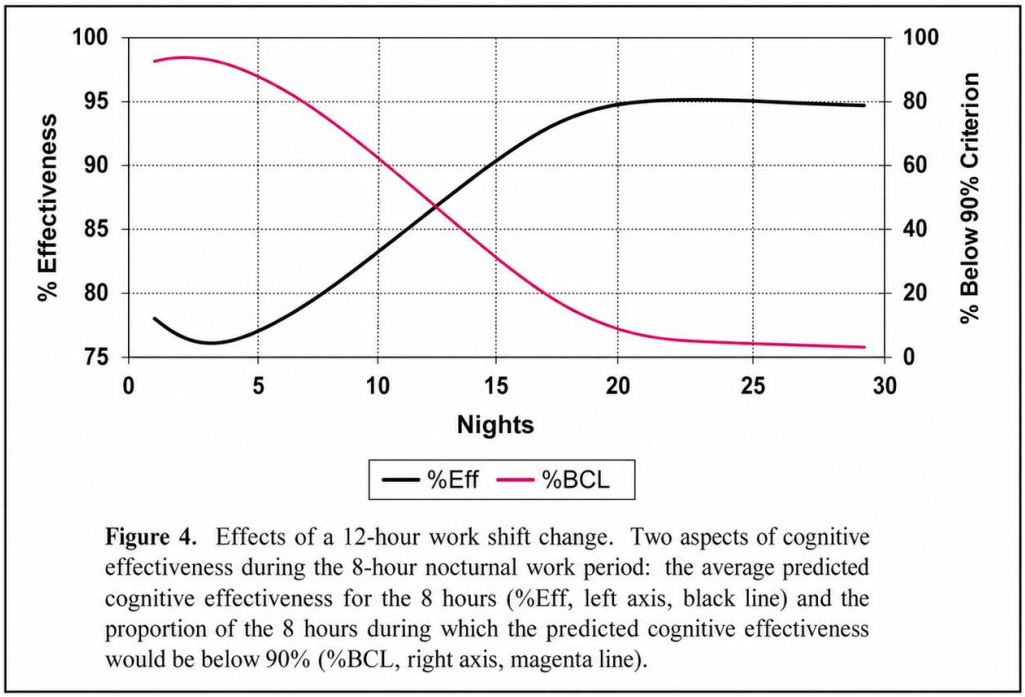


圖 2-6　日班轉換夜班之生理時鐘適應過程

時差

依 ICAO Doc 9966，時差(Jet Lag)[21]係指跨經度飛行導致體內

[21] 原文定義如下：「*Desynchronization between the circadian body clock and the day/night cycle caused by transmeridian flight (experienced as a sudden shift in the day/night cycle). Also results in internal desynchronization between rhythms in different body functions. Resolves when sufficient time is spent in the new time zone for the circadian body clock to become fully adapted to local time.*」。

生理時鐘未能與外界日夜循環同步，以及體內各項生理節奏失序（Internal Desynchronization）。由於生理時鐘對光線極為敏感，當在新的時區停留足夠時間，生理時鐘才會完全適應當地時間。在適應期間常見症狀包括：在不符當地作息的時間想進食或睡覺、消化問題、身心作業表現下降與情緒波動等。

生理時鐘具每日重新調整之能力，惟每日可調整能力有限，跨越的時區愈多，通常需要愈長的時間適應。人類對延長生理時鐘之調整能力較佳，故跨越相同時區時，向西飛行（相位延後）的適應速度通常快於向東飛行（相位提前）。然而，當跨越 6 個以上時區的向東飛行後，生理時鐘可能往相反方向調整（例如向西移 18 小時而非向東移 6 小時）。此時，體內某些生理節奏向東移，另一些向西移，導致適應過程異常緩慢。

執行跨經度任務的組員，在目的地通常僅停留 1 至 2 天，鮮少有足夠時間完全適應當地時間。然而，不同的班表模式會產生不同的影響。例如：短期駐留時，若僅在目的地停留 1 至 2 天後隨即返回基地[22](Home Base Airport)，生理時鐘幾乎不會發生適應行為；如執行連續多趟長程跨時區飛航任務時，生理時鐘可能會轉變為一種接近其本週期的「非 24 小時」模式。這通常發生在重複跨時區且睡眠/清醒模式紊亂時，導致生理時鐘失去對 24 小時日夜線索的同步能力。

由於組員很少能完全適應目的地時間，外站睡眠常呈現分段睡眠，一部分在當地的夜晚睡，另一部分則配合基地的夜晚時間睡。對於無法在機上輪休的組員，長程執勤往往伴隨長時間的清醒。若組員在外站停留較久，例如在飛回基地前，先在外站鄰近區域進行數天跨時區變動小的區域飛行，生理時鐘會開始適應外站時間，這可能有助於改

[22] 經航空器使用人指定，為組員開始與結束一個或數個勤務之特定地點。

善外站睡眠。然而，當返回基地時，則需要額外的天數重新適應基地的時間。

2.6 睡眠障礙

依精神疾病診斷與統計手冊第 4 版，睡眠障礙（Sleep Disorder）係指個體存在睡眠異常之持續時間長達 1 個月以上，造成主觀感受疲累或焦慮等症狀，並造成工作效率降低或社會與工作功能受損[23]。當個體患有睡眠障礙，即使花費足夠時間嘗試睡眠，仍可能難以獲得足夠之恢復性睡眠，進而影響工作時的精神狀態。

實務上睡眠障礙不一定可從運具運作有關人員之體格檢查紀錄獲知，受評對象亦未必知道自己患有睡眠障礙，惟患有睡眠障礙者卻常造成其工作時存在高度疲勞，並可能出現身體性疲勞症狀。常見睡眠障礙分述如下：

失眠

失眠（Insomnia）為最常見之睡眠障礙，全球盛行率約 26.8%[24]。失眠可分為入睡困難、睡眠維持困難、清醒再入睡困難等，亦可依持續時間分為暫時性失眠（持續幾天）及慢性失眠（持續 1 至 3 個月）。

暫時性失眠多與生活壓力相關，壓力消失後，通常失眠問題即漸緩解。慢性失眠則與日夜節律失調、睡眠環境不良、內科疾病、神經系統疾病或精神疾病、藥物與不明原因等有關。慢性失眠會造成免疫

---

23 美國精神醫學會（2000）。精神疾病診斷與統計手冊第 4 版。孔繁鐘（編譯）。合記出版社。

24 Chalet, F. X., Albanese, E., Egea Santaolalla, C., Ellis, J. G., Ferini-Strambi, L., Heidbreder, A., ... & Olopoenia, A. (2024). Epidemiology and burden of chronic insomnia disorder in Europe: an analysis of the 2020 National Health and Wellness Survey. Journal of Medical Economics, 27(1), 1309-1320.

力變差，生活品質下降，生產力下降，意外事件增加等。

治療失眠先要釐清失眠原因並加以矯正，再考慮施予心理或藥物治療。藥物治療包括治療潛在內科或精神疾病，例如以精神科藥物治療憂鬱症及焦慮症，以消炎鎮痛藥物治療風濕疾病、以多巴胺接受體制效劑治療週期性下肢抽動（Periodic Limb Movement）[25]，以及使用輔助性藥物改善睡眠。

睡眠呼吸中止症

睡眠時的生理變化包括呼吸驅動力下降，氣道阻力增加及肌肉收縮力下降，當變化程度超過正常生理範圍則會造成睡眠呼吸中止。睡眠呼吸中止症（Sleep Apnea）可分為中樞型和阻塞型，前者為中樞神經系統之呼吸驅動力下降，導致呼吸量異常；後者為上呼吸道肌肉張力於睡眠時大幅下降，造成上呼吸道塌陷，產生氣流阻滯及血氧降低。中樞型睡眠呼吸中止症較少見，可能原因包括心衰竭及中樞神經系統病變。阻塞型睡眠呼吸中止症相對普遍，約 4%的男性及 2%的女性有此症狀。常見風險因子為：年齡介於 40 至 60 歲、男性、身體質量指數（BMI）高於 30 之肥胖者、頸圍大於 43 公分、習慣性打鼾（每週超過 3 晚），以及高血壓患者等。

睡眠呼吸中止症之臨床症狀包括：經常性打鼾、嗜睡、注意力不集中、夜尿、高血壓、被目睹呼吸中止，以及睡醒時出現口乾、疲倦及頭痛等症狀。通常有習慣性打鼾，鼾聲很大，以及經常被目睹睡眠呼吸中止者患有中重度睡眠呼吸中止症之可能性為一般人的 3 至 4 倍。

睡眠呼吸中止症之標準診斷方法為對患者施行整夜睡眠多項生理檢查（Overnight Polysomnography）。藉由偵測腦電波、胸腹活動、

[25] 可參考本節有關週期性下肢抽動相關介紹。

呼吸氣流、血氧與心電圖等，記錄患者在睡眠中各項生理變化。該項檢查可協助醫師評估患者的睡眠結構及其對睡眠之影響原因，有助於正確診斷睡眠呼吸中止症，另對週期性下肢抽動之診斷亦有幫助。

阻塞型睡眠呼吸中止症之治療方式視症狀嚴重度而定，一般先由戒酒、戒煙、減重及側睡開始。輕度患者若日間嗜睡症狀不明顯，可透過施予局部手術將鬆弛的軟組織切除，以使上呼吸道直徑擴大；另亦可戴牙套將下顎往前推，以避免在睡眠時上呼吸道塌陷。對於症狀明顯或嚴重之呼吸中止症患者，則應接受連續性正壓呼吸器治療[26]。

週期性下肢抽動

週期性下肢抽動（Periodic Limb Movement）係患者之腿部、手臂肌肉於睡覺時出現週期性、無法控制之抽動，使患者於無意識下短暫清醒，進而破壞睡眠結構，導致患者日間易感到疲勞與嗜睡，亦可能造成患者焦慮與沮喪。一般可藉藥物或心理治療改善睡眠。

2.7 醫學與心理狀況、疾病和藥物

許多未能適當處置或管理之醫學與心理狀況、疾病或身體疼痛等皆可能導致疲勞，例如，患有糖尿病、憂鬱症等疾病之員工可能因夜間睡眠質量不佳，造成白天嗜睡或精神恍惚等情形；身體疼痛、焦慮、壓力引發之心理狀況等亦可能影響睡眠。

藥物之作用包含主作用、副作用與協同作用。主作用係指該藥物主要的治療效果；副作用為藥物在主作用外可能伴隨之效果；協同作用則指藥物與其他物質合併使用可能產生之效果。

當服用藥物後，如產生不利睡眠或在工作期間出現嗜睡等副作用，

[26]衛生福利部（2019）。阻塞型睡眠呼吸中止症患者的好眠小幫手－陽壓(正壓)呼吸器。https://www.mohw.gov.tw/cp-4256-47842-1.html。

亦可視為疲勞形成原因。常見具嗜睡且不宜在服用後執行高風險工作之藥物包括降血壓藥、過敏、鼻塞及流鼻涕使用之抗組織胺藥物、安眠藥、鎮靜劑、暈車藥、麻醉藥、抗憂鬱、抗焦慮藥物等。上述藥物之效果亦可能在同時飲用酒精或同時服用其他藥物，如鴉片類藥物、神經阻滯劑、苯二氮平類等藥物[27]而增強。

一般有助於提振精神之藥物或成份，如感冒藥中之偽麻黃鹼（Pseudoephedrine）、尼古丁、咖啡因等，亦應注意使用時機及副作用，以避免因利尿、增加焦慮、睡眠困難等副作用影響睡眠，使個體在清醒時面臨更高的疲勞風險。主要係咖啡因（如咖啡、能量飲）、尼古丁（吸菸）等興奮劑會刺激大腦，延長入睡時間，破壞睡眠結構且容易中斷睡眠。另外，酒精會影響後半段睡眠結構，造成 REM 睡眠減少，影響睡眠品質。

2.8 工作負荷

ICAO Doc 9966 於「疲勞」的定義中，將工作負荷列為導致個體疲勞的原因之一，並將其描述為「心理或/及身體的活動」。然而，工作負荷與疲勞間的關聯性，尚未得到充分且完整的研究。工作負荷是一個複雜的概念，尚無一致且公認的定義，但可藉由以下三個維度識別工作負荷：

1. **工作的性質與工作量**：包含工作所需的身體與心理作業需求、任務的複雜性與強度。
2. **時間限制**：包含任務持續時間、作業節奏受任務需求所驅動、任務時間受外部因素或個人所驅動。例如：列車駕駛員於列車進站

[27] 交通部路政及道安司（2024）。安全駕駛一定『藥』知道」懶人包。https://168.motc.gov.tw/theme/package/post/2406131753893。

時須在短距離內精準對準月台門，其加減速、煞車等操作節奏係由列車速度與距離決定（作業節奏）；相較公路客運駕駛員工作時間受交通狀況與乘客上下車等外部因素影響，物流駕駛員則可依自身狀態，決定送完此站後立即前往下一站，或先靠邊停下休息再出發。

3. **影響個人作業能力之因子**：包含個人的經驗、技術水平、投入程度、睡眠狀況，以及作業時的晝夜節律。以勤務執行時間而言，同為長途駕車勤務，相較日間駕車，在凌晨 3 點（生理時鐘低點，入睡傾向高）駕車，其產生之工作負荷感受較高。

針對不同的營運型態，都必須個別考量其工作負荷的組成因子，以及工作負荷所產生的後果。這些要素在不同作業情境間，往往存在顯著差異。例如：飛航管制員與飛航組員的工作負荷本質便截然不同；即便都是管制員，雷達管制員與塔台管制員亦存在差異，或是短程航線與長程航線的飛航組員，其面臨的工作負荷亦各具特性。

第3章　疲勞管理

多數的運輸業為每週 7 天/24 小時的作業型態，第一線的運具運作有關人員，如駕駛員、船員、引水人、管制員、維修員、客艙組員、列車長等多須面對較長或不固定的執勤期間、或夜間執勤等狀況，如涉及國際運輸，則另需克服時差。因此，疲勞一直是運輸業關注的安全危害因子之一，需要運輸主管或監理機關、業者與運具運作有關人員共同承擔疲勞管理責任。運輸主管或監理機關應制定疲勞管理相關規範，並督促與輔導業者有效管理疲勞風險；業者應提供員工疲勞管理教育訓練、安排能確保人員安全執勤的工作班表，並建立識別與管理疲勞危害的機制。運具運作有關人員則應妥善利用休息期間獲得充分睡眠，以適任狀態執勤並主動提報疲勞危害。

疲勞管理應依據科學原理與知識，以及業者的營運經驗，建立相關管理機制，以識別容易導致人員疲勞的作業情境與疲勞可能產生的安全風險，再藉由疲勞預防與緩解等風險管理策略，以及安全確保機制，將人員執勤時的疲勞危害降低至可接受之程度，以確保運輸安全。

3.1　規範性管理方法

相對其他運輸業，航空業之疲勞管理方法較為成熟嚴謹。依據 ICAO Doc 9966，疲勞管理方法可分為規範性與績效性管理方法。規範性管理方法(Prescriptive Approach)主要是藉由執勤與休息時間相關規範，以及業者所建置之安全管理系統(Safety Management System，以下簡稱 SMS)來管理疲勞危害。

最基本的疲勞管理方式就是藉由主管機關制定執勤時間限制與勤務間最小休息時間之保障，並要求業者確實遵守。此方式的目的在於降低長時間執勤可能造成的疲勞風險，以及保障員工於勤務間可獲得恢復性睡眠的機會。以我國為例，除勞基法訂有一般工時規範，民航如航空器飛航作業管理規則、交通部民用航空局輪班輪休人員服勤實施要點；水路如船員法；鐵道如鐵路行車規則；公路如汽車運輸業管理規則等，皆有制定各自的運具運作有關人員執勤與休息時間相關規範。部分業者則會以法規為基礎再制定更嚴格的內部管理規定。

制定執勤與休息時間相關規範應依據科學原理與知識。參考 ICAO Doc 9966，建議可納入以下考量因素：

1. **提供充足的睡眠機會**：確保運具運作有關人員在執勤前，有足夠的機會獲得高品質睡眠。
2. **限制工作時間長度並規範最低休息時間**：明確限制單次執勤時間的上限，並規定非工作期間的最小值，以確保人員獲得充分恢復。
3. **防止累積性疲勞**：針對定義的時段，如週、月、年，限制連續作業天數與總工作時數。
4. **考量執勤開始時間的影響**：將一日之中不同時段（如清晨、深夜或下午）開始執勤對疲勞構成不同程度影響納入考量。
5. **考量時區變動**：若涉及跨時區作業，須考量時區轉換的次數與方向（東行或西行）對生理時鐘的干擾。
6. **考量生理時鐘低谷期**：針對在生理時鐘低谷期執行的任務，應考慮其對風險的加成作用。
7. **區分單人與多人作業**：考量任務是由單一操作人員執行，還是有備援或可輪休的團隊執行。

8. **納入工作負荷影響**：考量執勤期間任務的強度與複雜度對疲勞產生的衝擊。

9. **避免長時間保持清醒**：指派非預定任務（如待命）時，應避免讓人員在執勤前已長時間處於清醒狀態。

執勤與休息時間相關規範雖是有用的疲勞管理方式，惟無法保證能有效消除或降低所有的疲勞風險，例如：相關規範雖可保障勤務間最小的休息時間，提供員工睡眠的機會，但員工可能因個人因素(如年齡、生理時鐘、壓力、病痛等)與家庭因素，使其於休息期間無法獲得有效的睡眠。

當在符合規範限制下仍於執勤時存在疲勞風險，則應考量實施疲勞風險緩解措施，例如：減少連續夜班、增加勤務間的休息時間、避免在生理時鐘低谷期安排高工作負荷任務等排班調整措施；增加人員配置，並允許在執勤中輪休；提供適當的休息環境，以提高睡眠品質與效果；以及鼓勵並支持員工善用個人疲勞因應策略等。

在規範性管理方法下，業者另應考量提供運具運作有關人員、排班人員及管理階層適當的疲勞管理教育訓練，可包含初訓與複訓，以促進疲勞風險之預防。訓練內容可包含疲勞與睡眠相關科學原理、個人疲勞因應策略、組織之疲勞管理政策與機制（例如：何種狀況應提出疲勞報告、可用之報告管道與後續處理方式等），以協助組織內相關人員對預防疲勞有正確的觀念與知識，以及熟悉個人與組織管理疲勞風險之方式。

3.2 績效性管理方法

績效性管理方法(Performance-based Approach)是藉由持續蒐集運具運作有關人員的疲勞與績效表現相關資料來管理疲勞風險。規範性管理方法著重於員工執勤及休息期間之合法性，以及員工疲勞時

應自行提出；績效性管理方法則強調業者應主動評估並確保員工不會因為疲勞而無法安全執行勤務。

相較於規範性管理方法對於識別疲勞危害與控管疲勞風險的侷限性，績效性管理方法則包含多重的疲勞危害識別機制。ICAO 將疲勞危害識別區分為預測式（Predictive）、主動式（Proactive）與被動式（Reactive）識別方法，如圖 3-1，並分述如下：

預測式疲勞危害識別方法：係指在排班時識別可能會影響睡眠與產生疲勞的因素，例如：應用疲勞生物數學模式、過去的營運經驗，或依據科學、實證研究或專家意見所建立的排班規則等。

主動式疲勞危害識別方法：係指在正常營運過程中，量測或識別人員的疲勞程度或危害，常見之方式包括：睡眠監測、認知表現測試、疲勞程度自我評估與睡眠紀錄、疲勞自願報告、預排班表與實際執勤期間之差異分析、疲勞問卷調查等。

被動式疲勞危害識別方法：係指發生安全事件或事故後，分析人員疲勞的存在性與影響性。此方法常見於前一節所提之規範性管理方法，可藉此找出符合規範但於執勤時出現疲勞的情況。不過，採用規範性管理方法之業者，仍可考量其自身之作業情境與疲勞風險，發展預測式與主動式之疲勞風險識別方法。

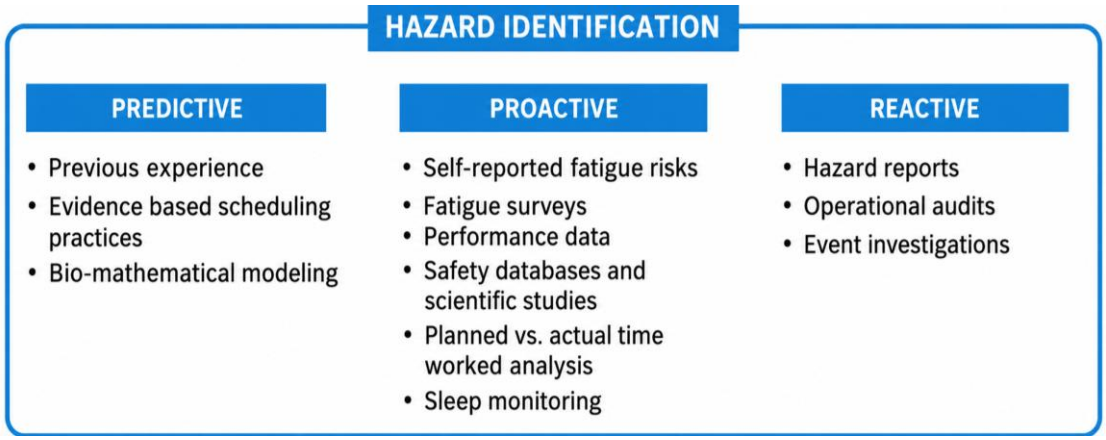


圖 3-1　　ICAO 之疲勞危害識別方法

除了 ICAO Doc 9966 所提供的預測式、主動式及被動式的疲勞危害識別方法外,加拿大運輸部提供的 5 層級疲勞危害控管模型[28](圖 3-2)亦可作為檢視組織疲勞管理機制之參考，簡述如下：

層級 1 提供睡眠的機會 (Sleep Opportunity)：確保組織排定的工作班表，得以讓員工有足夠的睡眠機會。常見的控管機制包括：確保班表符合執勤與休息規範,以及藉由疲勞生物數學模式預先識別高疲勞程度之勤務，並予以調整。

層級 2 確認實際獲得的睡眠(Sleep Obtained)：確認員工在擁有休息機會時，是否真的獲得足夠的睡眠。常見的控管機制包括：鼓勵員工執行睡眠/清醒時間記錄與自我檢核，以檢視執勤前是否存在睡眠不足或持續清醒時間過長之狀況。

層級 3 識別疲勞症狀(Fatigue-related Symptoms)：即使有足夠的睡眠時數，員工仍可能因生理時鐘、睡眠品質不佳或身體不適、藥物影響等其他因素而於執勤時感到疲勞。此層級旨在識別員工報到與執勤時的疲勞症狀並設法緩解。常見的控管機制包括：員工填寫疲勞症狀檢查表、員工疲勞主動報告機制、即時生理監測等，以藉由科技、員工自我檢視或同仁間交互檢視等，識別疲勞症狀並予以緩解。常見緩解措施如重新安排工作、增加勤務中休息機會或支持員工應用個人疲勞因應策略等。

層級 4 緩解疲勞相關疏失(Fatigue-related Errors)：當疲勞已形成並導致人為疏失時,透過防禦策略防止疲勞相關疏失演變為安全事件或事故。常見的控管機制包括：高疲勞風險階段實施雙重確認機制、建置警告或自動化系統以識別疏失並予以修正、持續蒐集及分析

---

[28] Transport Canada (TC). (2007). Fatigue Risk Management System for the Canadian aviation industry. Fatigue management strategies for employees (Report No. TP 14573E). Ottawa, Ontario.

員工因疲勞所犯之疏失，並據以擬定防禦策略。

層級 5 調查疲勞相關事故(Fatigue-related Incidents)：當人為疏失未能及時被識別與修正，進而導致安全事件或事故發生時，透過人為因素調查檢視疲勞的存在性與影響性，以及找出疲勞管理機制之不足或失效的原因，並予以改善。

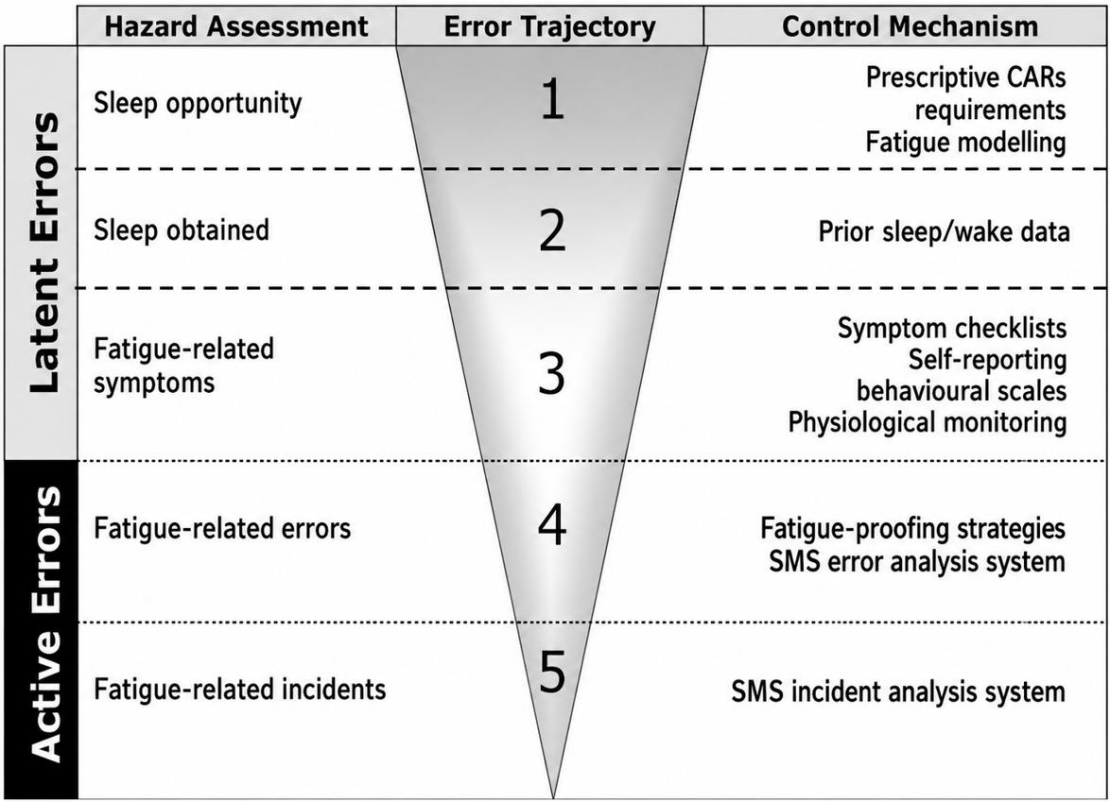


圖 3-2　　加拿大運輸部之疲勞危害控管模型

績效性管理方法在 ICAO 規範中係指「疲勞風險管理系統(Fatigue Risk Management System，以下簡稱 FRMS)」。ICAO 將 FRMS 定義為一套藉由資料蒐集與分析以持續監視與管理疲勞風險的管理方法。系統的運作須依科學理論、知識及營運經驗。系統建置目的是為確保運具運作有關人員能在足夠的清醒程度下執行勤務[29]。

[29] 原文定義如下：「*A data-driven means of continuously monitoring and managing fatigue-related safety risks, based upon scientific principles and knowledge as well as operational*

在 ICAO 的規範下，業者可藉由建置 FRMS，依據科學原理、知識與運作經驗，自行制定適合其特定營運型態的執勤與休時限制，以及相關配套措施，並證明可等同或優於遵守規範性法規的安全水準，經主管機關核准後，則可取代規範性法規之限制。

國際民航公約第六號附約第一部附錄 7 中，詳述有 FRMS 之基本要求。依該附錄，FRMS 由 4 大構面所組成，概述如下：

1. **FRMS 之政策與文件**：業者應明確訂定有關 FRMS 之政策、安全目標、作業流程、作業程序、組織、人員權責與職掌、訓練與宣導計畫等，並藉由文件加以具體規範，且須定期檢視相關文件以確保其適當性。

2. **疲勞風險管理流程**：業者應先選定要執行疲勞風險管理流程之任務，針對該任務特性蒐集相關資料，並使用預測式、主動式及被動式的危害識別方法，找出對人員可能造成的疲勞危害，並對各危害進行風險評估，再依據風險等級訂定風險緩解策略並據以執行。

3. **FRMS 安全確保流程**：業者應選定適當的安全績效指標，用以監視與評估風險緩解策略之有效性。另應建立適當機制，用以評估組織發生營運環境改變、組織內部調整、新的工具或技術出現等重大改變時，對 FRMS 產生之影響程度，以及持續強化 FRMS 整體運作績效。

4. **FRMS 推動流程**：業者應對 FRMS 相關人員提供適當的教育訓練，以及訂定與執行推動 FRMS 所需之宣導計畫，包括對所有利害相關人員介紹 FRMS 之政策、程序與人員職責等，以及說明

---

experience that aims to ensure relevant personnel are performing at adequate levels of alertness.」

FRMS 相關資料蒐集與分享之方式與管道。

3.3 疲勞生物數學模式

疲勞生物數學模式(Bio-mathematical Models,以下簡稱 BMM)係指依科學上對疲勞原因的瞭解所發展的電腦程式,用以預測平均而言,人員班表可能存在的疲勞風險[30]。

許多 BMM 已發展為商業化的班表疲勞風險評估工具[31]。組織可於員工執勤前,藉由 BMM 先行識別可能之高疲勞風險勤務,以輔助組織決策,例如:調整班表、加派組員、高疲勞時段前安排替換組員、任務中安排小睡或加強交互檢查等。BMM 屬於預測式(Predictive)的疲勞危害識別方法,最佳之使用方式是藉由 BMM 比較不同排班結果間疲勞風險的相對差異。

市面上有多種 BMM 商業化產品,部分產品有將時差納入考量,可適用於跨時區飛航任務之飛航或客艙組員;部分產品則適用一般輪班工作者;亦有產品可與排班系統整合。選用時應注意各 BMM 產品之侷限性。此外,當 BMM 預測之班表疲勞風險低時,亦不代表員工實際執勤時不存在疲勞風險,組織仍應考量發展其他疲勞管理工具,例如:員工執勤報到時之疲勞評估、任務中同仁間相互之疲勞症狀識別與溝通、疲勞自願報告等。有關 BMM 常見的限制列舉如下:

1. **預測群體而非個人**:模式預測的是「群體平均」的疲勞程度,無

---

30 原文定義如下:「*A computer program designed to predict aspects of a schedule that might generate an increased fatigue risk for the average person, based on scientific understanding of the factors contributing to fatigue*」。

31 常見之 BMM 商業化工具比較可參考:Civil Aviation Safety Authority (CASA). (2014). Biomathematical fatigue models: Guidance Document 以及 Civil Aviation Safety Authority. (CASA). (2024). Fatigue management resources guide: Publications and Applications. (Report No. CASA-04-6376).

法反映特定個體因睡眠需求、年齡或健康狀況產生的差異。

2. **未納入排班以外之因素**：模式多未納入工作負荷、個人生活壓力或工作環境對疲勞的影響。

3. **不考慮個人疲勞因應策略**：模式多未納入個體使用疲勞因應策略，如：攝取咖啡因、運動或小睡等之影響。

4. **預測結果不等同於安全風險**：模式無法預測疲勞對特定作業環境帶來的安全風險，例如：相同的疲勞程度在降落階段與巡航階段安全風險可能存在差異。

3.4 個人疲勞因應策略

個人疲勞因應策略係指個體用來降低自身疲勞風險的方法，並包含非執勤期間與執勤期間可用之策略。參考 ICAO Doc 9966，常見的個人疲勞因應策略例舉如下：

1. 睡眠環境與方式優化

高品質的睡眠是預防疲勞的關鍵，個體應優化睡眠環境以確保不間斷的睡眠週期。睡眠時應儘量維持房間黑暗，可使用遮光簾或眼罩來阻擋光線。理想的睡眠室溫在攝氏 18 至 20 度間，涼爽的環境有助於降低核心體溫並誘發睡眠。突然的噪音則會打斷睡眠結構，可使用如風扇聲或調頻電台間的雜音等白噪音來遮蔽干擾。睡眠時宜採用仰臥且有舒適支撐的平面，比傾斜坐姿更具恢復功能。

2. 策略性小睡

小睡是短期內維持警覺的有效緩解策略，但需注意其限制。當已知執勤會涵蓋深夜或清晨時，上班前進行小睡可有效維持執勤時的工作表現。執勤期間可在公司安排的休息時段小睡，以提高後續執勤之

警覺性與反應速度。小睡時應注意「睡眠慣性」，剛從睡眠中醒來時會感到遲鈍與不適，建議睡醒後至少預留 10 至 15 分鐘讓大腦恢復清醒，再執行安全關鍵任務。此外，不要因小睡而減少平常的睡眠量，否則會抵消小睡的益處。

3. 策略性使用咖啡因

咖啡因是執勤期間常見的疲勞因應方法，但應有策略地攝取以發揮最大效益。咖啡因攝取後約 30 分鐘生效，效果可持續約 5 小時。應避免在警覺性良好的執勤初期使用，應留在預期疲勞程度較高時（如深夜執勤後期或清晨）使用。咖啡因僅能暫時遮蔽疲勞感，不能取代睡眠，長期頻繁攝取會產生耐受性，導致個體在缺乏咖啡因時反而感到更疲累。另外，避免在臨睡前攝取咖啡因、尼古丁或酒精。尼古丁是興奮劑會干擾入睡；酒精雖然會讓人昏昏欲睡，但會破壞睡眠後半段的 REM 睡眠，降低睡眠品質。

4. 其他疲勞因應策略

工作環境中暴露於強光有助於短暫提高警覺性。執勤中安排適度的運動或伸展，有助於暫時緩解疲勞，以及減緩因高工作負荷導致的績效衰退。工作時如感到疲勞，應利用檢查表、增加與同僚的溝通、或在工作交接時更加謹慎，以降低因認知能力下降而犯錯的機率。

每位員工皆有責任以「適任(Fit For Duty)」的狀態報到，包括在非執勤期間做出最佳休息規劃。當發現自己過度疲勞而不適任時，應主動向組織回報。若患有影響睡眠或執勤狀態之疾病，應尋求醫學治療並主動管理病情，以降低疲勞風險。

第4章　疲勞分析方法

疲勞分析應以證據為基礎，針對所蒐集之事證與資料，參考學理、研究、法規或實務原則，評估事故時受評對象與組織可能存在之疲勞風險，再據以提出改善建議。

本會依據調查實務經驗、ICAO Doc 9966，以及美國國家運輸安全委員會（NTSB）、TSB 與澳洲運輸安全局（ATSB）等運輸事故調查機關之疲勞調查相關技術文件[32]，將疲勞分析分為三個步驟：（1）受評對象於事故時是否存在疲勞形成條件（疲勞原因分析）；（2）受評對象事故時是否存在疲勞症狀與其對事故的影響（疲勞症狀與影響分析）；（3）受評組織之疲勞管理機制是否有可精進或加強之處（疲勞管理機制分析）。以下分節介紹各步驟之意涵、資料蒐集項目與常用的分析指標。

4.1 疲勞原因分析

疲勞原因分析係指評估事故時受評對象是否存在短期睡眠不足、長期睡眠不足、持續清醒時間過長、生理時鐘影響、未有效處置之睡眠障礙、醫學與心理狀況、疾病和藥物，以及過高或過低之工作負荷等疲勞形成條件。

資料蒐集

為分析上述疲勞形成條件，可蒐集以下與受評對象相關之資料：

[32] (1) National Transportation Safety Board. (2006). Methodology for investigating operator fatigue in a transportation accident；(2) Transportation Safety Board of Canada. (2014). Guide to investigating sleep-related fatigue (2nd ed.)；(3) Australian Transport Safety Bureau (ATSB). (2001). Fatigue investigation checklist.

1. **個人睡眠需求**：透過訪談或問卷蒐集受評對象休假期間、無工作或無其他事務影響時之睡眠時段，以及維持良好精神狀態之睡眠量，以了解受評對象個人之睡眠需求。

2. **實際睡眠與清醒資料**：透過訪談或取得受評對象之睡眠紀錄、通聯紀錄、社群軟體使用紀錄、公司內部網站使用紀錄、公司宿舍電話使用紀錄、房間進出與監視錄影、消費紀錄等，以蒐集事故前受評對象實際之睡眠與清醒資料。睡眠資料包含睡眠時數與睡眠品質相關資料。建議至少蒐集事故前 3 晚之睡眠與清醒時間資料，如受評對象可回想更久前之作息，則蒐集自前次連續 2 晚自覺有足夠睡眠起，或最近 1 次放假日至事故時之睡眠與清醒資料。另外，睡眠品質則可區分為優（Excellent）、良（Good）、可（Fair）及差（Poor）等 4 個等級進行蒐集。睡眠與清醒資料一般多藉由人員訪談取得，應儘早執行，以免受評對象因時間久遠而遺忘。

3. **健康相關資料（含睡眠障礙、醫學與心理狀況、疾病與藥物）**：透過訪談了解受評對象事故前是否有生活或工作相關之重大改變與壓力事件，以及事故前身心狀況、睡眠環境、飲食與物質使用（品名、劑量與使用時間）等資訊。另亦可蒐集受評對象之體檢、醫療、藥物檢測等紀錄中有關睡眠障礙、身心健康或用藥之客觀資料，必要時應尋求醫師或專家協助確認。

4. **工作負荷相關資料**：蒐集受評對象事故前數日至數月之實際工作時間與執勤紀錄、休息時間、工作環境、任務屬性，以及運具運作環境（如駕駛室相關影像紀錄）、天氣資訊、異常狀況紀錄等資料。

評估指標

1. **短期睡眠不足**：係指受評對象過去 3 天或事故前 3 個主要睡眠時段存在睡眠量不足或睡眠品質不佳之情形。

- **睡眠量不足**：係指受評對象存在顯著少於其個人睡眠需求之狀況；若無法取得個人睡眠需求時數或其睡眠需求不固定，可使用學理提出之每日睡眠需求 7.5 小時為評估參考。評估時另應檢視受評對象之睡眠時段是否有被分段之情形（Fragmented Sleep）並了解分段的原因。若其一日累加數段之睡眠量達到需求量，應考量分段睡眠之實際效果不等同一次連續性睡眠。

- **睡眠品質不佳**：係指受評對象自評事故前之睡眠不佳，或存在未能熟睡、經常醒來、或睡眠環境存在影響睡眠品質之狀況等。

2. **長期睡眠不足**：係指受評對象存在睡眠量不足或品質不佳的期間超過 3 日。另若受評對象主要睡眠期間醒來頻率較平時高、持續時間較長、或長期存在影響睡眠之因素，如家中有新生兒或長期有睡眠中被吵醒之條件，皆可納入受評對象存在長期睡眠不足之評估條件。

3. **持續清醒時間過長**：持續清醒時間係由事故時往回推算至最近 1 次主要睡眠時段結束止。當持續清醒時間越長，存在疲勞之可能性越高。當受評對象持續清醒時間超過 17 小時，則可視為已存在疲勞形成條件。然而應注意持續清醒時間若含夜間時段，則可接受之持續清醒時數會減少。另考量一般入睡後約 30 至 45 分鐘始進入深睡期，因此，即使受評對象表示事故前有短於 1 小時之小睡，仍應將其納入持續清醒時數之計算。

4. **生理時鐘的影響**：包括生理時鐘低谷期與生理時鐘不協調之兩類影響，說明如下：

   - **生理時鐘低谷期**：係指事故時間介於一般生理時鐘低谷期，包括夜間低谷期介於 2230 時至 0430 時之間（加/減 1.5 小

時），以及午後低谷期於 1400 時（加/減 0.75 小時）。

- **生理時鐘不協調**：係指受評對象事故前之睡眠與清醒時段出現經常性的短時間變動（約 1 至 3 小時）或一次性長時間變動（3 小時以上）。當受評對象為飛航組員且執行重複跨時區之飛航任務，或輪班人員由日班轉換夜班執勤時，應評估將睡眠與清醒紊亂產生之生理時鐘不協調納入疲勞形成條件。

5. **未有效處置之睡眠障礙**：係指受評對象之醫療紀錄顯示有 2.6 節介紹之睡眠障礙或存在與睡眠障礙相符之症狀，且未接受有效處置與管理時，則可考量可能存在睡眠障礙之疲勞形成條件。

6. **醫學與心理狀況、疾病和藥物**：係指受評對象事故前患有可能會產生疲勞症狀或影響睡眠品質之心理因素或疾病因素，或服用可能會產生疲勞症狀或影響睡眠品質之藥物（內容詳第 2.7 節）。

7. **過高或過低之工作負荷**：係指事故時存在可能致使受評對象產生疲勞症狀之作業或環境因素，例如事故時遭遇異常狀況、持續在能見度不佳或惡劣的環境下操作運具、或長時間處於低工作負荷之狀況（內容詳第 2.8 節）。

當執行疲勞原因分析時，並無固定公式可歸納疲勞原因存在與否，需依據各疲勞形成條件之存在性與強度，作出綜合評估。然而，當有直接證據證實受評對象事故時確實處於疲勞狀態，如影像紀錄拍到受評對象已睡著，或其他員工表示看到受評對象已睡著等，則可依據相關證據做出結論。另外，考量完整取得疲勞相關資料之困難性，當調查資料品質不佳、無法取得或不足時，亦可考量將該等狀況描述於調查報告之結論。

4.2 疲勞症狀與影響分析

疲勞症狀與其對事故之影響性分析係指評估受評對象事故時之行為、外觀、人為績效表現等是否存在疲勞症狀，以及疲勞症狀如何影響受評對象之不安全行為，並探究其與事故發生之關聯。

資料蒐集

為分析上述疲勞症狀與影響，可蒐集之資料包括：受評對象對於事故過程與狀況的理解、自身行為、操作、決策與自身狀態之敘述；目擊者訪談有關事故時對受評對象之外觀、行為舉止或/及操作表現等之觀察；以及運具操作紀錄、駕駛室之聲音或/及影像紀錄等客觀資料。

另可使用表 4-1「疲勞自我評估表」蒐集受評對象事故時之疲勞程度。該表係參考 Samn-Perelli 疲勞指標[33]，供受評對象於事故後自我評估事故時之疲勞程度。由於 Samn-Perelli 疲勞指標係設計供受評者評估當下之疲勞程度，如有需要應盡早執行。然而，疲勞自我評估有其侷限性，當疲勞程度極高時，通常很難不察覺自己已疲累，但在輕度或中度疲勞階段，要精準判斷自己的疲勞程度反而比較困難，且易受作業環境刺激強度的影響，例如：面對緊急狀況、閃爍的燈光、巨大的噪音等環境刺激時，可能會低估自己真實的疲勞程度，誤判自己於疲勞狀況下之能力。

[33] Samn-Perelli 疲勞指標可參考：https://developers.frmsc.com/concepts/results_breakdown/。

表 4-1　　疲勞自我評估表

自評者姓名（Your Name）： 填寫日期及時間（Answer Date and Time）：	
填答說明：請圈選下列最能代表您事故時精神狀態之敘述（*Circle the number of the statement which describes how you feel around the occurrence happened*）	
1	警覺力處於最佳狀態；完全清醒的；感覺活力充沛 （Fully Alert; Wide Awake; Extremely Peppy）
2	精神狀態雖非最佳，然仍相當良好，對外界刺激能迅速反應 （Very Lively; Responsive, But Not At Peak）
3	精神狀況普通，還算正常，足以應付任務 （Okay; Somewhat Fresh）
4	精神狀況稍差，有點感到疲累 （A Little Tired; Less Than Fresh）
5	有相當程度的疲累感，警覺力有些鬆懈 （Moderately Tired; Let Down）
6	非常疲累，注意力非常難以集中 （Extremely Tired; Very Difficult To Concentrate）
7	極度疲累，無法有效率地執行工作，快要睡著 （Completely Exhausted; Unable To Function Effectively; Ready To Drop）
請自行描述您事故時之疲勞程度（*Describe your fatigue level around the occurrence happened by your own words*）：	

評估指標

疲勞症狀分為身體、認知與情緒等三類。參考本會調查實務經驗、ICAO Doc 9966 與 TSB 疲勞調查技術文件，例舉各類疲勞症狀評估指標如表 4-2，可作為評估受評對象事故時是否存在疲勞症狀之參考。

表 4-2　疲勞症狀指標例舉

類別	評估指標
身體症狀	**清醒程度** ● 不自覺進入微睡眠或長時間之睡眠； ● 身體自動產生的操作動作或反應（Automatic Behavior Syndrome）。 **生理影響** ● 講話含糊不清、速度變慢； ● 操作之靈巧度、敏捷度及手眼協調能力降低、按鍵輸入或開關選擇錯誤增加。
認知症狀	**注意力與警覺度** ● 漏看或看錯程序中之某步驟； ● 程序執行出現順序錯誤； ● 可專注於主要任務，但對次要任務之注意力降低； ● 專注於較不重要的問題而忽略更重要的問題； ● 心裡持續想著某一事物； ● 未注意到自己不佳之行為表現； ● 使用舊有的習慣或方式執行任務； ● 未能察覺情況之危險性； ● 未能預判可能之危害。 **記憶力** ● 忘記某一步驟或任務有關之事情； ● 忘記任務或事情之順序； ● 記錯任務有關之事情； ● 將資訊短暫儲存並使用之困難增加，可從受評對象重複要求相同資訊、頻繁查閱參考資料、需他人頻繁提醒等行為觀察。 **反應時間** ● 反應太慢，較正常需更長時間處理訊息、決策及行動； ● 面對正常、異常或緊急狀況之各種刺激共同或相繼出現時不知如何反應。 **問題解決能力** ● 出現錯誤的決策邏輯； ● 面對算數或幾何相關問題之計算出現困難； ● 使用不恰當之改正動作； ● 未能正確解讀所面臨的狀況或問題；

類別	評估指標
	● 狀況處置缺乏彈性，或即使證據顯示欲使用之處置方式無效仍執著執行之； ● 不佳之距離、速度或時間判斷。
情緒症狀	**情緒** ● 與正常時相比，較不愛交談； ● 不想執行需求較低之工作，或對任務執行之動機降低； ● 較易怒、煩躁； ● 易因小事而分心。 **態度** ● 出現對風險接受度變高之心態； ● 刻意忽略正常的檢查作業或執行步驟； ● 出現蠻不在乎之心態。

調查時可依據訪談紀錄、受評對象疲勞自我評估、運具操作資料、聲音與影像紀錄等，判斷受評對象事故時之操作表現、行為舉止、或/及外觀等是否存在上述疲勞症狀，如判斷可能具疲勞症狀，可進一步分析疲勞症狀對受評對象人為績效表現之影響，以及與事故之關聯。

然而，即使受評對象事故時存在疲勞症狀，未必代表疲勞就是導致事故發生之原因，亦應考量受評對象事故時之不安全行為與相關之不安全事件是否為其他因素所致，如不佳之人機介面、程序設計不良等。

4.3 疲勞管理機制分析

疲勞管理機制分析係指檢視受評組織之疲勞管理機制，如排班或派遣作業、疲勞預防、緩解與風險確保等之執行情形，以及是否有可精進或加強之處。此外，考量組織在人力供給難以滿足營運需求時，易出現高疲勞風險之排班型態，或使人員長期處於高工時情況，故調查時亦可考量檢視組織之人力資源與營運需求管理情形。

資料蒐集

為分析受評組織之疲勞管理機制，可蒐集之資料例舉如下：

1. 適用於運具運作有關人員之執勤時間與休息時間相關規範；
2. 疲勞管理政策與目標；
3. 疲勞管理訓練制度；
4. 排班或輪班規則文件；
5. 識別高疲勞風險班表之機制，以及員工調班規則；
6. 員工報到與執勤時之疲勞識別機制；
7. 員工提報疲勞風險之安全報告系統或機制；
8. 疲勞訪查(Fatigue Survey)與內部安全事件調查機制與相關報告與紀錄；
9. 組織提供之休息設施與環境，以及其他疲勞因應對策；
10. 人力資源與營運政策與管理。

評估指標

參考 ICAO Doc 9966 與 TSB 疲勞調查技術文件，疲勞管理機制分析可從排班作業、疲勞預防、疲勞緩解及疲勞風險確保等 4 個面向進行評估，評估時之參考指標例舉如下。

1. 排班作業

- 班表與派遣是否符合執勤與休息相關規範？
- 班表與派遣是否存在不易使人員獲得適當睡眠之風險因子（如班表臨時變動性高、頻繁日夜交替、班表變更未及早提供給員工、逆時鐘方向輪班、班與班間休息時間不足等）？
- 是否有機制或措施識別高疲勞風險之班表並據以調整，以及

運作成效？

2. 疲勞預防

- 提供之疲勞管理訓練是否完整且適當？包括訓練內容、頻率與評核方式是否足以使主管、督導、排班人員與運具運作有關人員具備疲勞管理所需知能，並熟悉（1）組織之疲勞管理政策與機制；（2）個人應承擔之疲勞管理責任；（3）個人疲勞因應策略等。
- 是否提供運具運作有關人員適當之疲勞因應策略、休息設施與工作環境？
- 運具運作有關人員之工作輪調或輪休是否適當且有效？

3. 疲勞緩解

- 運具運作有關人員報到與執勤時之疲勞識別，包含相關工具或機制之建置與運作（如：疲勞症狀檢查表、即時狀態監測工具等）是否適當且有效？
- 運具運作有關人員主動報告疲勞後之處理機制是否適當且有效？
- 運具運作有關人員高疲勞風險作業階段是否有適當且有效的人為疏失管理措施（如：實施雙重確認機制、建置警告或自動化系統）？
- 是否持續蒐集及分析運具運作有關人員因疲勞所犯之疏失，並據以擬定預防策略？

4. 疲勞風險確保

- 內部安全事件調查是否有效調查疲勞相關議題，包含找出疲勞管理機制之不足或失效原因，並予以改善？

- 是否藉由疲勞訪查機制以確保疲勞管理機制之有效性？
- 是否建立適當且有效之疲勞管理相關安全績效指標並持續檢視？
- 是否藉由安全查核機制，檢視組織之疲勞管理機制有效性，並因應組織重大改變持續滾動檢討與精進？

對受評組織之疲勞管理機制進行分析時，可先檢視排班與派遣是否符合我國適用之法規與組織內部規則，再檢視組織疲勞預防、緩解及風險確保等管理機制之適當性與有效性，必要時亦可參考國際或國外相關法規、指引與建議措施，以提出疲勞管理精進措施。

本會執行重大運輸事故調查時，視需要會將運輸主管或監理機關所訂疲勞管理規範之適當性，以及督促與輔導業者落實執行之具體作為等納入資料蒐集與分析之範疇。

第5章　疲勞相關事故調查案例

重大運輸事故多涉及多重肇因，以下整理3件本會應用疲勞分析方法探討人員疲勞相關議題之事故案例，並分別說明事故經過、疲勞原因、疲勞症狀與影響及疲勞管理議題等之分析內容與調查發現，以及相關改善建議與執行成果。其中，改善建議執行成果係依調查報告中受建議單位已完成之改善措施，以及對改善建議所提出之分項執行計畫解除列管時之辦理情形。完整調查報告可自本會網站查詢。

5.1 跨時區越洋航線飛航組員疲勞案例[34]

5.1.1 事故經過

民國99年3月4日[35]，我國籍航空公司（以下簡稱A公司）一架波音747-400貨機執行美國安克拉治國際機場(以下簡稱安克拉治）飛往桃園國際機場（以下簡稱桃園機場）之飛航任務。機載3名飛航組員，機長（Crew Member 1，以下簡稱CM1）坐於左座，巡航駕駛員（Crew Member 2，以下簡稱 CM2）坐於右座，副駕駛員（Crew Member 3，以下簡稱CM3）坐於觀察員座位。

該機飛航組員於安克拉治執行起飛前準備程序時，CM1 於輸入

34 完整調查報告可自本會官網查詢，網址如下：https://www.ttsb.gov.tw/media/3524/asc-aor-11-05-001.pdf。

35 本調查案例採用臺北時間，採24小時制。

跑道分析系統（Runway Analysis System，以下簡稱 RAS）所需資料過程中，錯看電腦飛航計畫（Computer Flight Plan，以下簡稱 CFP）中落地總重 596,741 磅為起飛總重（實際為 828,233 磅），復 CM 2 未交叉確認輸入資料之正確性，於取得 RAS 輸出之起飛性能數據後，飛航組員又未確實檢視所有數據，致未發現輸入錯誤之起飛總重，造成起飛推力、起飛參考速度及起飛外型等之計算結果錯誤。

CM2 按 RAS 所計算之錯誤起飛推力輸入飛航管理系統（Flight Management System，以下簡稱 FMS），該系統因而未能計算出起飛參考速度，致起飛速度頁面之起飛決定速度 V1（Takeoff Decision Speed）、仰轉速度 VR（Rotation Speed）、安全起飛速度 V2（Take-Off Safety Speed）欄位皆顯示“- - -”，與正常應顯示 FMS 計算之起飛參考速度值不同。CM1 徵詢機務人員後曾重置系統但狀況未變，重新核對相關欄位資料仍未找出原因。期間 CM3 曾查閱飛航組員操作手冊亦未發現相關內容。CM1 於徵詢 CM2 及 CM3 同意後，最終決定以 RAS 計算之起飛參考速度輸入 FMS。

滑行過程中，CM1 指示 CM3 查閱跑道分析手冊（Runway Analysis Manual，以下簡稱 RAM），確認 RAS 計算之起飛參考速度是否正確。惟 CM3 使用之「起飛總重」來源為 RAS 輸出之錯誤數據，而非載重平衡表或 CFP，致未發現 RAS 計算之起飛參考速度明顯小於該機應使用之速度值。CM1 因而認為 RAS 計算之起飛參考速度應在合理範圍內遂繼續滑行。

該機於安克拉治 25L 跑道起飛時，CM1 於 0650:35 時開始帶桿，3 秒後該機仰角開始增加，0650:43 時鼻輪離地，2 秒後主輪離地，由於實際之仰轉速度 149 浬/時低於正確值 166 浬/時，未獲離地所需升力，離地仰角與攻角過大，致機尾觸地。該機於 0650:48 時駕駛盤抖動開始作動，CM1 減低駕駛盤壓力並手動將油門手柄推至最大位置

[36]，該機隨後離地起飛。

該機起飛後，飛航組員曾討論機尾觸地之可能性，於空中檢查艙壓及發動機儀表無不正常顯示後，因無具體之機尾觸地資訊，最終 3 位組員皆同意繼續飛往桃園機場。1648 時該機於桃園機場落地後，機務人員檢查發現機腹蒙皮有摩擦痕跡（如圖 5-1）。

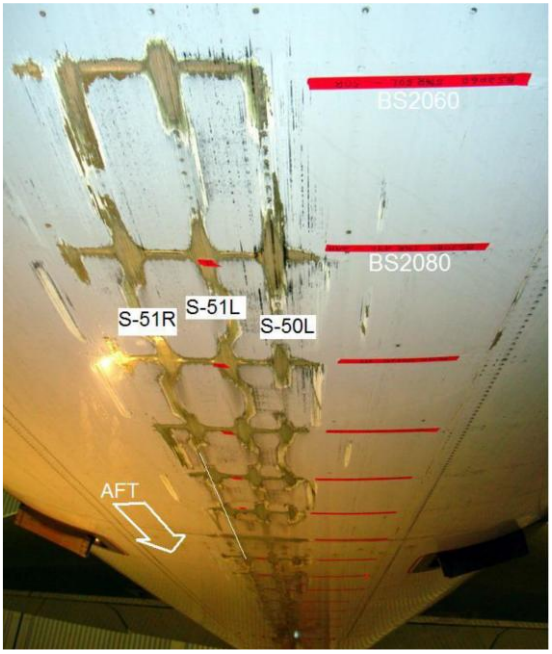


圖 5-1　　航機機腹蒙皮損害情形

5.1.2 分析與調查發現

本事故 CM1 與 CM3 於民國 99 年 2 月 28 日執行一趟桃園機場飛往安克拉治[37]之國際航線後，於 3 月 1 日至 2 日執行安克拉治往返紐約[38]之區域航線，再於 3 月 4 日由安克拉治飛回桃園機場（事故航

36 飛航資料紀錄器記錄該機發動機 N1 轉速於 0650:51 時開始由 90%增至 104%。

37 臺北時間較當地時間快 17 小時。

38 臺北時間較當地時間快 13 小時。

班)。CM2 於 3 月 1 日至 3 日間執行安克拉治與桃園機場往返任務後，於 3 月 4 日執行事故航班。

調查報告指出 3 位飛航組員於事故前之任務派遣，包含飛航時間、執勤期間及休息期間皆符合 A 公司及民航法規相關規定。惟 CM1 與 CM3 可能存在不同程度之疲勞原因與症狀，並可能因疲勞影響其執行事故航班時的行為表現，相關分析如下。

疲勞原因

CM1 自 2 月 28 日 0342 時執行桃園機場飛往安克拉治之航班起，至事故當日 3 月 4 日 0510 時搭車前往安克拉治報到止，正常應有 4 夜之睡眠中，累積睡眠時數約 17 至 19 小時，低於其正常所需睡眠時數 28 小時[39]，顯示 CM1 有顯著之短期睡眠不足，且 CM1 表示存在因時差造成不易入眠及睡眠中醒來之狀況，外站休息期間鮮少可連續睡眠超過 5 小時。CM3 自 2 月 28 日起與 CM1 一同派遣，執行本次事故航班前累積睡眠時數約 28 小時，略少於理論所需之 30 小時睡眠時數[40]，雖亦存在短期睡眠不足但情形較 CM1 輕微。

疲勞症狀與影響

CM1 於事故當日執行起飛前準備程序時，誤認 CFP 中落地總重為起飛總重，進而誤將錯誤的起飛總重輸入 RAS，此行為表現可能屬注意力不集中之疲勞症狀。另其於事故機型機隊已有 17 年資歷，當輸入錯誤之起飛總重 597,000 磅時（實際為 828,233 磅）未對此偏低數據產生懷疑，此行為表現可能為警覺性降低之疲勞症狀。CM1 輸入錯誤起飛總重之疏失，於後續 CM1 與 CM2 交互檢查輸入資料與 CM3 查閱 RAM 確認起飛參考速度正確性等防禦機制皆失效後，促使 CM1

39 CM 1 表示其正常每日睡眠需求約 7 小時，4 日計約需 28 小時。

40 CM 3 於自述時表示其每日睡眠需求不固定，故採理論值每日 7.5 小時計。

於該機起飛仰轉速度不足下帶桿，造成該機機尾觸地。

CM3 自述為因應事故航班在機上輪休為第 1 段休息而於事故前調整作息，以免無法入眠，惟可能促成事故當日於駕駛艙準備階段呈現「*蠻想睡的*」之精神狀態。另於該機滑行過程中查閱 RAM 起飛性能資料時發生看錯數據，此行為表現可能為注意力不集中之疲勞症狀。

綜上所述，CM1 有較明確之疲勞原因及症狀，以及因疲勞而影響其行為表現之情形；CM3 之疲勞原因及症狀相對 CM1 而言較不顯著，然仍存在因疲勞而影響其行為表現之可能性。

疲勞管理議題

為有效管理疲勞危害，航空公司可建立多重的疲勞危害控管機制，例如：排定之班表使得飛航組員執勤前有睡眠的機會、檢視飛航組員休息期間實際之作息情形與報到時之適任性、識別與分析飛航組員執勤期間出現之疲勞症狀與相關人為疏失，以及調查飛航組員疲勞與飛安事件之關聯等並據以擬定因應與改善措施等。調查報告指出 A 公司雖建立有部分之飛航組員疲勞危害控管機制，惟考量當時國際民航組織仍在持續發展疲勞管理方法，建議 A 公司應持續關注並精進公司之疲勞管理。調查報告另指出，民航局頒布之組員資源管理（Crew Resource Management，以下簡稱 CRM）民航通告[41]中，包含組員疲勞因應相關課程，應可做為 A 航空公司強化飛航組員教育訓練之參考。

41 交通部民用航空局（2004）。組員資源管理（Crew Resource Management, CRM）民航公告。（AC 120-005B）。

5.1.3 改善建議與執行成果

本會於調查報告中建議 A 公司持續關注國際上有關疲勞管理趨勢，藉以提升疲勞危害控管機制；另建議強化飛航組員有關疲勞因應及狀況警覺等組員資源管理相關訓練[42]。

A 公司為減少飛航組員執勤疲勞風險已採取之措施包括：(1) 不定期檢視班表、盡量平均分配紅眼航班[43]，並以加派組員、增加休時或增加任務中輪休機會等，減少疲勞發生機會；(2) 執勤後給予組員之休時大於法定最低休時；(3) 執行與臺北時差大於 6 小時之任務後給予之休時可確保組員有連續 8 小時睡眠機會；(4) 尊重並接受組員自評不適飛行而請假休息；(5) 鼓勵組員反映疲勞班表與任務，除給予即時回應亦納入班表調整參考。另為強化飛航組員之疲勞因應及狀況警覺，A 公司亦強化 CRM 訓練中有關工作負荷與疲勞管理之相關內容。

本會於調查報告中建議民航局輔導航空公司持續關注國際上有關疲勞管理之趨勢，以提升其疲勞危害控管機制[44]。民航局後續已依國際民航組織第 6 號附約建議，辦理疲勞管理相關法規修訂作業。

---

42 參閱調查報告改善建議編號 ASC-ASR-11-05-007、ASC-ASR-11-05-008。

43 起飛地時間午前二時至五時之飛航任務。

44 參閱調查報告改善建議編號 ASC-ASR-11-05-010。

5.2 直昇機緊急救護任務飛航組員疲勞案例[45]

5.2.1 事故經過

民國 98 年 7 月 9 日我國籍航空公司(以下簡稱 B 公司)一架 BK-117 型直昇機，執行金門縣政府委託之直昇機緊急救護任務（Helicopter Emergency Medical Service，以下簡稱 HEMS），於 2347 時自金門尚義機場（以下簡稱尚義機場）起飛，7 月 10 日 0136 時降落於臺北榮民總醫院直昇機停機坪，隨後飛至臺北松山國際機場（以下簡稱松山機場）補充油料後，0253 時自松山機場起飛，依契約規定返回尚義機場，機上載有正、副駕駛員及救護技術員 1 名。正駕駛員考量副駕駛員隔日尚有正駕駛員升等考驗，於該機通過後龍時接手擔任操作駕駛員，並告知副駕駛員多休息。

臺中近場管制臺於 0356 時許可該機執行尚義機場 NDB/DME（Non-Directional Beacon/Distance Measuring Equipment）儀器進場[46]後繞場至 06 跑道落地，並告知尚義機場能見度為 3,500 公尺，無雲幕。隨後該機移轉至尚義機場塔臺管制後，塔臺於 0411 時頒發該機落地許可。該機執行 NDB/DME 進場於通過 SANDY 初始進場定位點後，航跡持續北偏（如圖 5-2），最大偏差量為 38 度，依據座艙語音紀錄器之語音紀錄，副駕駛員未提醒正駕駛員航跡偏離。正駕駛員目視跑道後採目視飛行，航機下降至高度約 500 呎時，因疏雲遮蔽視線無法目視整個機場，重新爬高並調整航向，爬升至約 1,000 呎時再次下降。第二次下降時，正駕駛員邊避開疏雲，邊辨識機場燈光以找尋

45 完整調查報告可自運安會官網查詢，網址如下：https://www.ttsb.gov.tw/media/3519/asc-aor-11-03-001.pdf。

46 NDB/DME 儀器進場係指藉歸航臺（NDB）和測距儀（DME）之導航設施，引導航機進行儀器進場落地程序。

落地點，隨後在正駕駛員無預期情況下該機觸及海面，隨之左傾，海水進入機艙後沉入海中。本事故最終造成正駕駛員重傷，副駕駛員及救護技術員死亡，航機全毀。該機於 0415 時至 0419:30 時之雷達紀錄如圖 5-3。

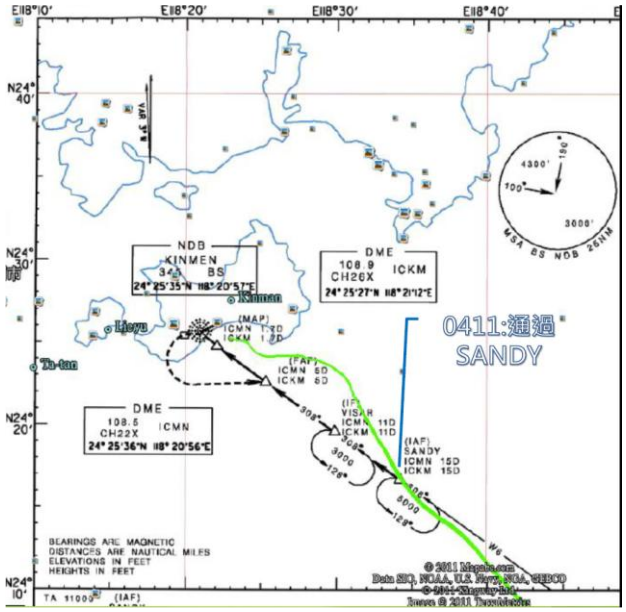


圖 5-2　　事故航機飛航軌跡

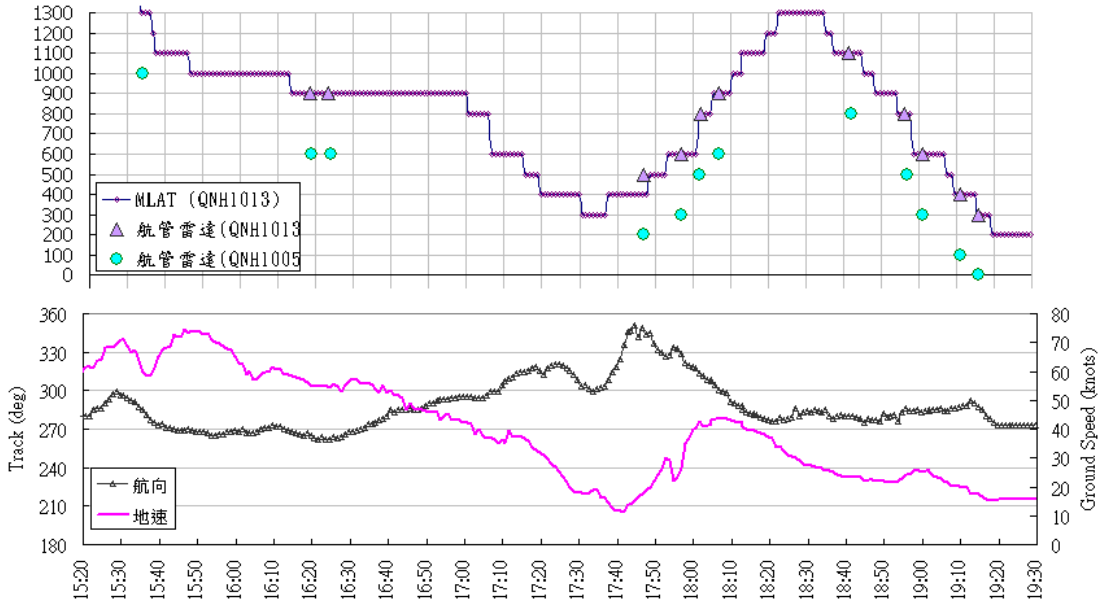


圖 5-3　　事故航機墜海前 4 分鐘之雷達紀錄

5.2.2 分析與調查發現

本事故案例為金門縣政府委託 B 公司之 HEMS 飛航任務，B 公司派遣一組（2 位）飛航組員進駐金門執行 HEMS 待命任務，每 6 日換班為原則，無任務時留宿 B 公司安排之宿舍。

事故飛航組員於民國 98 年 7 月 6 日進駐金門，B 公司基於組員宿舍待命時，除須隨時接聽任務電話外未被指派任何工作，故將待命期間認定為法定休息期間，民航局亦接受此認定。因此，事故飛航組員於接獲事故任務時之法定連續休息時間為超過 24 小時，未違反事故時航空器飛航作業管理規則第 282 條第 2 款及 B 公司航務手冊有關連續休息時間之規定。本事故調查報告所探討之飛航組員疲勞相關議題整理如下。

疲勞原因

正駕駛員執行事故 HEMS 任務時，於 0253 時自松山起飛至約 0419 時墜海期間為其正常睡眠時段[47]，亦為一般生理時鐘低谷期，且至事故時已持續清醒約 14 小時，存在生理時鐘影響與持續清醒時間較長之疲勞原因。另正駕駛員自後龍後單獨操控，且受直昇機噪音與震動等環境影響，亦可能存在高工作負荷之疲勞形成原因。

副駕駛員於事故中罹難，依正駕駛員訪談紀錄顯示，副駕駛員一般於 2300 時至 0000 時就寢，顯示事故發生期間為副駕駛員正常睡眠時段，亦為生理時鐘低谷期。另副駕駛員事故前正準備正駕駛員升等考驗，事故前幾日睡眠時間可能較少，亦可能存在短期睡眠不足之疲勞原因。

疲勞症狀與影響

[47] 正駕駛員自 7 月 6 日飛抵金門待命起，睡眠時段約為午夜至中午。

正駕駛員操作航機執行 NDB/DME 儀器進場時，未能保持航機於進場航跡上、目視進場時未注意高度表之監控及過量操作航機之高度變化等行為，可能與注意力降低、判斷與反應能力減弱、空間定向能力變差、視覺功能及手眼協調能力降低之疲勞症狀有關。副駕駛員於航機進場過程中閉合眼睛，座艙語音紀錄器無副駕駛員聲音紀錄，顯示副駕駛員可能因疲勞於進場過程中處於休眠狀態，未能監視儀表及向正駕駛員提示該機航向偏離、高度偏低及下降率過劇之情形。

疲勞管理議題

B 公司在派遣飛航組員執行 HEMS 飛行任務時，存在以下疲勞管理機制議題：

- 未區隔待命與休息期間：ICAO、英國及澳洲民航相關法規或技術指引指出，待命期間不等於任務前休息期間，惟 B 公司基於航空器飛航作業管理規則未定義及限制待命期間，故將待命期間認定為休息期間。然而，此種認定方式使組員長期處於待命狀態，影響睡眠時間安排。
- 派遣方式未有效管控夜航疲勞：本次事故前雖有數名飛航組員向公司反映執行夜間 HEMS 飛行任務之疲勞問題，並建議調整任務派遣方式，如有組員建議夜間執行 HEMS 任務飛抵臺北後，若無其他任務可於天亮後再返回金門。然而，B 公司以合約要求未予接受，夜航疲勞風險未能有效控管。
- 任務前風險管理效果有限：B 公司要求飛航組員任務前填寫任務風險評量表，其中 1 題為疲勞與否之題項，由正、副駕駛員於任務前各自填寫，2 人加總分數超過（包含）2 分時，須與簽派室或航務主管聯繫，以判定該飛航任務可行性。因此，即使其中 1 名飛航組員於任務風險評量表勾選疲勞，在無勾選其他項目下，總分仍未達判定任務可行性之門檻。
- 缺乏疲勞管理教育訓練：經檢視 B 公司 BK-117 飛航組員訓

練手冊，B 公司未提供疲勞管理相關教育訓練，不利於疲勞風險之預防。

調查報告指出：我國航空器飛航作業管理規則第 282 條第 2 款之訂定，係參考美國聯邦航空法（Federal Aviation Regulations，以下簡稱 FAR）135.271 部分條文之立法精神，訂定 HEMS 駕駛員飛航時間限度為 10 小時，惟高於美國該法規範之 8 小時飛航時間限度。飛航時間限度之訂定未充分考量 HEMS 之性質、飛航環境及駕駛員可能因任務（如夜航）產生之疲勞危害。

此外，民航局於事故前已知悉組員夜航疲勞問題並要求 B 公司組員執行夜間 HEMS 由金門飛抵臺北後，待日間再返回金門，然經 B 公司與委託該案之縣政府溝通後未獲縣府同意。調查報告指出，其他國家如美國，為有效降低 HEMS 勤務性質之事故率，建置政府機關、HEMS 業者、民間組織、研究單位等長期合作計畫，以將 HEMS 之勤務風險降至可接受程度；遂提出我國可參考國外做法，建立民航局、HEMS 業者及具 HEMS 需求之機關間有效的溝通、協調與合作機制，當發現可能影響飛安危害時，民航局可藉該機制提出專業觀點供相關機關（構）參考，有助我國 HEMS 之飛航安全，亦可保障離島民眾就醫權益與安全。

5.2.3 改善建議與執行成果

本會於調查報告中建議 B 公司強化駕駛員疲勞管理訓練及風險評估機制；另檢視 HEMS 駕駛員派遣方式之合理性，並考量待命與休息期間之差異，以降低駕駛員疲勞危害[48]。相關改善建議由民航局

[48] 參閱調查報告改善建議編號 ASC-ASR-11-03-001 與 ASC-ASR-11-03-002。

督導辦理。

本會於調查報告中建議民航局：(1)加強對 HEMS 業者之查核作業，督導其建立適當之駕駛員任務派遣、任務風險評估及駕駛員疲勞訓練機制；(2)檢視 HEMS 飛航時間限度訂定之方式與程序，納入駕駛員意見及疲勞相關研究或調查，考慮修訂飛航時間限度之可能[49]。

民航局已加強查核並督導業者於夜間執行 HEMS 限 1 架次、確實依法派遣待命人員、明確律定班表上待命人員「休息」時間、邀集專家對夜航疲勞相關議題授課。另配合 ICAO 有關航空人員執勤與休息期間之修訂，重新檢視我國相關法規。

本會於調查報告中建議衛生署邀集民航局、HEMS 業者及學術或研究單位，建立 HEMS 相關之飛航安全議題溝通、協調與合作機制[50]。

衛生署後已邀集行政院飛航安全委員會、行政院國家搜救指揮中心、交通部民用航空局、內政部空中勤務總隊、德安航空股份有限公司、中興航空股份有限公司及衛生署空中轉診審核中心等相關單位召開「建立直升機緊急救護任務業務相關之飛航安全議題溝通、協調與合作機制」討論會議，決議每年至少召開 1 次飛安議題討論會議，以建立意見交換溝通平台，必要時併請地方政府參與。

---

49 參閱調查報告改善建議編號 ASC-ASR-11-03-010、ASC-ASR-11-03-012。

50 參閱調查報告改善建議編號 ASC-ASR-11-03-015。

5.3 遊覽車客運業駕駛員疲勞案例[51]

5.3.1 事故經過

民國 112 年 10 月 21 日，事故駕駛員駕駛一輛 C 通運公司（以下簡稱 C 公司）營業遊覽大客車（以下簡稱事故大客車）於 0515 時自新北市深坑區停車場出發，執行新竹至雲林 1 日旅遊載客任務。0722 時於新竹縣竹北市載客，除事故駕駛員外，另載有隨團服務人員 1 名及乘客 40 名。

0813 時事故大客車至苗栗泰安服務區休息約 22 分鐘；0942:00 時以約 95 公里/小時之速度行經國道 3 號南向古坑路段 262K+100 處外側車道，右方向燈顯示閃爍並持續至事故發生時皆未關閉；0942:00 時至 0942:44 時事故大客車靠左偏移占用部分中線車道又回到外側車道；0942:44 時（如圖 5-4）事故大客車再次左偏往中線車道，0942:47 時持續偏往內側車道；0942:48 時碰撞左後方一輛自用小客車並於 2 秒後往左撞擊內側護欄，使車身向左傾斜、車頭右轉後向右前方行駛；0942:53 時撞擊右側自用小客車並將其擠壓至外側護欄；0942:55 時事故大客車右側車尾撞擊外側護欄與隔音牆，隨後車身向右傾斜，車頭左轉約 45 度往左前方行駛，致車頭撞擊內側護欄；0943:02 時車身轉正後停止於 263K+880 處（如圖 5-5）。本次事故造成 2 車共 4 人死亡、22 人輕重傷。

51 完整調查報告可自運安會官網查詢，網址：https://www.ttsb.gov.tw/media/8292/1121021 健全遊覽車國道 3 號往南古坑路段側撞事故調查報告.pdf。

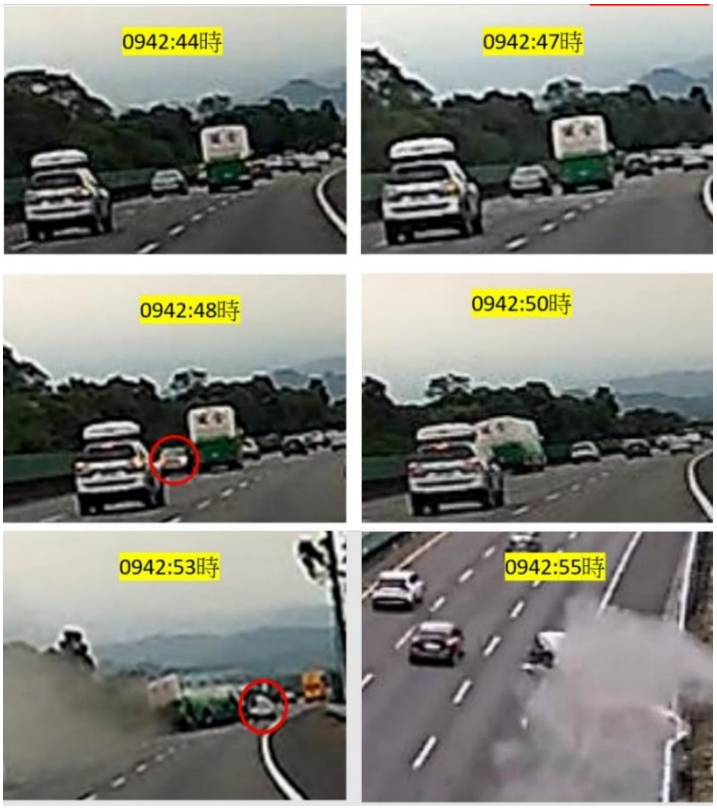


圖 5-4 事故過程影像紀錄[52]



圖 5-5 事故現場圖

52 依據後車行車紀錄器及高速公路局國道 3 號南向 263K+760 處斗六路段閉路電視攝影機（Closed-Circuit Television, CCTV）影像。

5.3.2 分析與調查發現

事故駕駛員係以固定路線之交通車駕車任務為主，週一至週五約0530時自深坑住所附近停車場發動事故大客車，駕車前往松山車站，執行往返臺北市松山區與位於桃園市楊梅區之 D 公司交通車任務。抵達桃園市楊梅區之目的地後，因無其他工作或訓練安排，屬駕駛員休息時間，直至約1545時，駕駛事故大客車至D公司載客返回臺北市松山區，再駕車返回停車場後返家。除交通車駕車任務外，事故駕駛員另接受C公司派遣執行其他遊覽車租車業務之駕車任務。

事故駕駛員於事故前1日上午除執行交通車駕車任務，另參加教育訓練，下午交通車駕車任務因路況壅塞延遲於1900時結束，另於晚間再執行一趟臺北市北投區至宜蘭縣羅東鎮之臨時載客任務，至2318時將事故大客車停放後返家。返家後於事故當日0000時就寢，0030時入睡，0430時起床，0515時開始執行事故任務。

事故駕駛員事故前1日之工作時間（含車輛發動時間約10.5小時、教育訓練時間約1.5小時）計約12小時，其中駕車時間約9小時，此部分符合事故時勞動基準法第32條及汽車運輸業管理規則第19-2條之相關規定，惟事故前連續11日出勤工作部分不符勞動基準法第36條之規定，以及事故任務前之休息時間不足6小時，不符合汽車運輸業管理規則第19-2條之連續兩個工作日間應有連續10小時以上休息時間之規定。

事故駕駛員於事故後雖自評精神狀況不錯，惟檢視事故前睡眠、駕車任務與用藥狀況，存在疲勞形成條件，事故前不安全駕車操作亦可能與疲勞症狀有關，相關分析如下。

<u>**疲勞原因**</u>

事故駕駛員於事故前1日之駕車任務，除例行交通車駕車任務，

尚安排有教育訓練與臨時遊覽車租車任務，其中一趟交通車駕車任務因路況壅塞延遲結束，致整體工作負荷明顯高於日常任務安排，存在高工作負荷之疲勞原因。事故前 1 段主要睡眠時數 4 小時，較自述睡眠需求約 7.5 小時明顯短少 3.5 小時，存在短期睡眠不足之疲勞原因。

事故駕駛員於事故前 2 年曾因失眠、焦慮等症狀就醫 5 次，醫師開立其中 2 種處方用藥含苯二氮平類成分（鎮靜安眠劑），服用此類藥物可能出現嗜睡、精神恍惚、動作反應遲緩等副作用，應避免使用危險性機器或駕駛汽車。就醫紀錄顯示，事故駕駛員自事故前 1 年起未再就醫，自述醫師開立藥物僅於需要時使用，事故前仍留有醫師開立的處方用藥。

事故駕駛員於事故當日 0000 時就寢時自述服用 2 顆「非苯二氮平類」安眠藥，惟考量其有未依醫囑服藥習慣、事故後接受檢察官訊問時無法自行回憶服用之藥物及名稱，以及事故後尿液檢驗無法完全排除有服用苯二氮平類成分藥物之可能，可能影響其駕車時之精神與警覺度。

疲勞症狀與影響

事故駕駛員於事故任務中存在恍神、數秒無法睜開眼睛、短暫無法專注於道路環境及車輛操作等疲勞認知與身體症狀，致事故大客車在右方向燈閃爍情況下，操作事故大客車自外側車道偏左往內側車道偏駛，撞及一自用小客車後再撞擊內側護欄。隨後可能受疲勞症狀之影響，無法立即明確辨識周邊環境與其他車輛位置並做出適當處置，而出現過度向右轉向之操作，使車頭朝約 45 度方向駛向外側車道並擠壓到另一外側之自用小客車，後續車頭碰撞外側護欄，車尾受到向右慣性之影響亦碰撞外側護欄及隔音牆。

疲勞管理議題

調查報告指出：C 公司之駕駛員排班與駕車任務管理機制未能充分掌握駕駛員實際駕車情況並確保其工作、駕車與休息時間符合法規，相關議題如下。

- C 公司利用公路局遊覽車客運動態資訊管理系統與車輛之全球衛星定位系統彙整報表，記錄個別駕駛員駕車時間與任務狀況，惟上述兩種方式僅能獲得車輛動態資料，無法藉此識別實際駕車執勤之駕駛員身分，難以有效管控駕駛員之工作與駕車時間。
- C 公司利用「出車紀錄表」與「出勤紀錄表」作為駕駛員駕車任務管理文件，惟兩項表格之紀錄存在差異（圖 5-6）；事故後 C 公司始得知原本安排執勤之駕駛員因故無法執勤，私下與事故駕駛員換班，致事故駕駛員有連續 11 日出勤工作而不符勞動基準法之規定。

出車紀錄表

日期	經營型態	駕駛員
10 月 1 日	休息	
10 月 2 日至 6 日	學校或團體交通車	事故駕駛員
10 月 7 日至 10 日	休息	
10 月 11 日至 13 日	學校或團體交通車	事故駕駛員
10 月 14 日	土城-板橋	其他駕駛員
10 月 15 日	苗栗通宵一日	其他駕駛員
10 月 16 日至 20 日	學校或團體交通車	事故駕駛員
10 月 21 日	劍湖山一日	事故駕駛員

出勤紀錄表

日期	駕駛員	出勤時間[34]	下勤務時間	駕駛時間	實際工時[35]
10 月 1 日	無紀錄				
10 月 2 日	事故駕駛員	05:56	18:42	03:25	3 時 55 分
10 月 3 日		05:53	19:47	03:12	3 時 42 分
10 月 4 日		05:52	18:48	03:53	4 時 23 分
10 月 5 日		06:04	18:27	03:57	4 時 27 分
10 月 6 日		05:47	19:17	04:08	4 時 38 分
10 月 7 日至 10 日	無紀錄				
10 月 11 日	事故駕駛員	05:47	18:45	03:26	3 時 56 分
10 月 12 日		05:49	18:43	03:01	3 時 31 分
10 月 13 日		05:29	19:02	04:27	4 時 57 分
10 月 14 日		14:57	17:11	03:26	3 時 56 分
10 月 15 日	無紀錄				
10 月 16 日	事故駕駛員	06:05	18:36	03:37	4 時 07 分
10 月 17 日		05:55	18:39	03:42	4 時 12 分
10 月 18 日		05:42	18:36	03:49	4 時 19 分
10 月 19 日		05:46	18:30	03:33	4 時 03 分
10 月 20 日		05:53	22:20	06:13	6 時 43 分
10 月 21 日		05:15	09:43	04:21	4 時 51 分

圖 5-6 事故駕駛員事故當月之出車與出勤紀錄[53]

53 表格相關說明可參調查報告第 1.14.1 節業者經營管理中任務安排紀錄之內容。

公路局對於遊覽車客運業駕駛員駕車時間之監管，係藉平時執行業者安全考核，確認駕駛員駕車時數是否符合汽車運輸業管理規則之規定；另安全考核時若無當地勞政單位會同辦理，基於駕駛員工作時間非公路局業管範圍，監理所站人員至多透過行車紀錄卡、派車單等方式初步檢視駕駛員是否有連續駕車超過 7 日等可能違反勞動基準法情形，並將相關資料提供勞政單位處理。

公路局平時另可藉遊覽車客運動態資訊管理系統之訊息通知，獲取並監管業者所屬車輛之行車時間是否符合法規，惟該系統僅提供車輛動態資料，無法識別駕駛員身分，難以藉此管控駕駛員駕車時間是否符合法規。

5.3.3 改善建議與執行成果

本會於調查報告中建議 C 公司落實駕駛員管理制度，當發現駕駛員休息時間不足時，應主動調派其他適任之駕駛員替代任務，確保駕駛員能有符合法規之休息時間及足夠之睡眠時間，並確實掌握駕駛員執勤狀況，妥善派遣駕車任務[54]。相關改善建議由公路局督導辦理。

本會於調查報告中建議公路局強化遊覽車客運業駕駛員駕車時間管理機制，避免業者所屬駕駛員發生連續 2 個工作日間休息時間不符合法規要求之情形[55]。公路局已規劃於遊覽車客運動態資訊管理系統新增駕駛人休息時間異常紀錄報表，以檢核駕駛人兩個工作日間的休息時間，俾利各區監理所掌握所轄業者調派駕駛人異常案件之風險

54 參閱調查報告改善建議編號 TTSB-HSR-25-04-001。

55 參閱調查報告改善建議編號 TTSB-HSR-25-04-002。

程度。

本會於調查報告中建議交通部推動遊覽車裝設駕駛身分識別設備，以強化遊覽車客運業者與監理機關對於駕駛人駕駛時間與休息時間之管理[56]。交通部已於民國 114 年 5 月 9 日修正發布「汽車運輸業管理規則」第 19 條之 4，明定自 115 年 1 月 1 日起，遊覽車客運業車輛應增加裝置具有駕駛識別功能設備，並應維持正常運作及提供駕駛人資訊介接至公路主管機關之指定資訊平台。

56 參閱調查報告改善建議編號 TTSB-HSR-25-04-003。

第6章　結論與建議

6.1 結論

1. 疲勞可能影響運具運作有關人員執勤時之行為表現與認知能力，乃是航空、水路、鐵道與公路運輸領域皆須面對之安全議題。調查人員應熟悉疲勞分析所需之基礎知識與分析方法，預先建立疲勞相關資料之蒐集與分析工具及參考文獻，以增進調查效率與品質。

2. 疲勞分析應以證據為基礎，探討受評對象事故時是否存在疲勞形成條件、疲勞症狀與影響，以及受評組織疲勞管理機制之有效性等。本會已將疲勞分析方法應用於重大運輸事故調查，協助調查人員有系統地蒐集相關事證與資料，並參考學理、研究、法規與實務原則，分析事故時受評對象與組織可能存在之疲勞風險，並提出調查發現與改善建議。

3. 為瞭解事故時是否存在致使受評對象產生疲勞的原因，可評估其是否存在短期睡眠不足、長期睡眠不足、持續清醒時間過長、生理時鐘影響、未有效處置之睡眠障礙、醫學與心理狀況、疾病和藥物影響，以及過高或過低工作負荷等疲勞形成條件，惟分析時無固定公式可歸納疲勞原因存在與否，需依據各項疲勞形成條件存在與否及強度，作出綜合判斷。

4. 當識別受評對象事故時存在疲勞形成條件時，應進一步檢視其在事故時之行為、外觀、作業表現等是否存在身體、認知與情緒性疲勞症狀，以及疲勞症狀如何影響受評對象之不安全行為，並探

究其與事故發生之關聯。即使受評對象事故時存在疲勞症狀，亦應考量受評對象事故時之不安全行為是否為其他因素所致。

5. 除評估受評對象事故時是否存在疲勞形成條件與症狀，亦應考量檢視受評組織之排班與派遣是否符合適用的法規與內部規定，並評估疲勞預防、緩解及風險確保等管理機制之有效性，以及人力資源與營運需求對人員排班之影響等。另可參考國際或國外相關法規、指引與建議措施，對比組織現有之疲勞管理機制，以提出疲勞管理精進措施。本會執行重大運輸事故調查時，視需要會再檢視主管或監理機關制定之工、休時限制與疲勞管理規範，以及輔導與督促業者落實執行之相關作為。

6. 本會之重大運輸事故調查結果顯示，即使駕駛人之派遣符合適用之執勤與休息時間相關規範仍可能存在疲勞風險，主要係因規範亦需依據科學原理、知識與實施狀況等持續精進，以及規範本身可能存在侷限性，難以考量與管理所有的疲勞危害，因此，業者仍需依據其營運特性與人力資源狀況，評估建置所需的疲勞管理機制。

6.2 建議

1. 為避免受評對象因時間久遠而難以正確回想事故前實際的睡眠時段、睡眠品質、清醒時之活動等疲勞原因分析所需資料，疲勞調查應盡早蒐集易流失資料。受評對象之健康相關資料，如睡眠障礙、醫學與心理狀況、疾病與藥物使用等亦為疲勞原因分析所需資料，調查人員如不具相關專業，應於資料解讀時主動尋求專業醫師或專家的協助。

2. 疲勞風險之有效管理需要主管與監理機關、業者與運具運作有關人員共同承擔與合作。主管與監理機關負責制定疲勞管理相關規

範，其中包含規範性與績效性管理規範，並輔導與督促業者落實執行；業者提供員工疲勞管理教育訓練、規劃有助於預防人員疲勞的工作班表，以及建立識別與管理疲勞危害的機制並持續精進；運具運作有關人員則應妥善利用休息時間獲得充分睡眠，以適任狀態報到執勤，熟悉並有效應用個人疲勞因應策略並主動提報疲勞危害。

3. 本「人員疲勞分析於重大運輸事故調查之應用」研究報告，係屬本會事故調查之參考文件，業者如使用本研究所整理之資訊時，須自行判斷與評估是否適用於組織之作業特性，以及確認是否有更具參考價值或更新之技術文件或參考文獻。

參考文獻

1. 美國精神醫學會(2000)。精神疾病診斷與統計手冊第 4 版。孔繁鐘(編譯)。合記出版社。

2. 交通部民用航空局（2004）。組員資源管理（Crew Resource Management, CRM）民航公告。(AC 120-005B)

3. 行政院飛航安全委員會（2011a）。中興航空公司 B-77088 金門尚義機場墜海事故調查報告。(ASC-AOR-11-03-001)

4. 行政院飛航安全委員會（2011b）。中華航空公司 CI5233 航班於美國安克拉治國際機場跑道起飛階段機腹觸地事故調查報告。(ASC-AOR-11-05-001)

5. 衛生福利部(2019)。阻塞型睡眠呼吸中止症患者的好眠小幫手－陽壓(正壓)呼吸器。https://www.mohw.gov.tw/cp-4256-47842-1.html。

6. 交通部路政及道安司（2024）。安全駕駛一定『藥』知道」懶人包。https://168.motc.gov.tw/theme/package/post/2406131753893。

7. 國家運輸安全調查委員會（2025）。1121021 健全遊覽車國道 3 號往南古坑路段側撞事故調查報告。(TTSB-HOR-25-04-001)

8. Australian Transport Safety Bureau (ATSB). (2001). Fatigue investigation checklist.

9. Blumberg, M. S., Lesku, J. A., Libourel, P. A., Schmidt, M. H., & Rattenborg, N. C. (2020). What is REM sleep?. Current biology, 30(1), R38-R49.

10. Brainard, G. C., Sliney, D., Hanifin, J. P., Glickman, G., Byrne, B., Greeson, J. M., ... & Rollag, M. D. (2008). Sensitivity of the human circadian system to short-wavelength (420-nm) light. Journal of biological rhythms, 23(5), 379-386.

11. Carra, M. C., Balagny, P., & Bouchard, P. (2024). Sleep and periodontal health. Periodontology 2000, 96(1), 42-73.

12. Chalet, F. X., Albanese, E., Egea Santaolalla, C., Ellis, J. G., Ferini-Strambi, L., Heidbreder, A., ... & Olopoenia, A. (2024). Epidemiology and burden of chronic insomnia disorder in Europe: an analysis of the 2020 National Health and Wellness Survey. Journal of Medical Economics, 27(1), 1309-1320.

13. Civil Aviation Authority (UK CAA). (2005). Aircrew fatigue: a review of research undertaken on behalf of the UK Civil Aviation Authority. CAA Paper 2005/04. Norwich, UK: Stationery Office.

14. Civil Aviation Safety Authority (CASA). (2014). Biomathematical fatigue models: Guidance Document.

15. Civil Aviation Safety Authority (CASA). (2024). Fatigue management resources guide: Publications and applications. (Report No. CASA-04-6376).

16. Dawson, D., & Reid, K. (1997). Fatigue, alcohol and performance impairment. Nature, 388(6639), 235-235.

17. Duffy, J., Dijk, D., Klerman, E., Czeisler, C. (1998). Later endogenous circadian temperature nadir relative to an earlier wake time in older people. American Journal of Physiology, 275, R1478-R1487.

18. Hirshkowitz, M., et al. (2015). National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: methodology and results summary. Sleep Health: Journal of the National Sleep Foundation.

19. International Civil Aviation Organization (ICAO). (2020). Doc 9966: Manual for the oversight of fatigue management approaches (2nd ed.Ver.2).

20. Itao, K., Komazawa, M., Luo, Z., & Kobayashi, H. (2017). Long-term monitoring and analysis of age-related changes on autonomic nervous function. Health, 9(2), 323-344.

21. Miller, J. C. (2005). A fatigue checkcard for mishap investigations (Report No. ADA498520). Air Force Research Laboratory, Human Effectiveness Directorate, Biodynamics and Protection Division.

22. Monk, T. (2005). The post-lunch dip in performance. Clinical Sports Medicine, 24, e15-e23.

23. National Transportation Safety Board (NTSB). (2006). Methodology for investigating operator fatigue in a transportation accident.

24. SKYbrary. (n.d.). Fatigue. https://skybrary.aero/articles/fatigue

25. Stevens, L. (Ed.). (2020). Introduction to psychology & neuroscience. Dalhousie Libraries Digital Editions.

26. Transport Canada (TC). (2007). Fatigue Risk Management System for the Canadian aviation industry. Fatigue management strategies for employees (Report No. TP 14573E). Ottawa, Ontario.

27. Transport Canada (2026, January 15). Fatigue Risk Management for Employees [PowerPoint slides]. https://tc.canada.ca/en/aviation/commercial-air-services/fatigue-management-aviation/fatigue-risk-management-employees

28. Transportation Safety Board of Canada (TSB Canada). (2014). Guide to investigating sleep-related fatigue (2nd ed.).

附錄1 人員疲勞相關重大運輸事故案例列表[57]

重大飛航事故

序號	案名	事故簡述	發生時間	發生地點	運具種類	事故類別	結案時間
1	中興航空B-77088直昇機距金門尚義機場1浬處外海墜毀事故	98年7月10日，中興航空公司一架BK117型直昇機，機載正、副駕駛員及醫護員共3人，執行醫療後送任務後，於臺北時間0253時自松山機場起飛返回金門尚義機場；約0419時呼叫塔臺要求通過跑道落地，隨即失去聯繫，金門航空站啟動失事警鈴並通報相關單位，0527時國軍搜救中心確認該機墜落於金門機場南方外海約1浬處。本次事故正駕駛員生還，副駕駛員及醫護員死亡	98/07/10	機場外/金門機場南方外海約1浬處	BK117型直昇機	可控飛行撞地	100/03/16

[57] 整理本會於改制前之飛安會時期起，自民國98年8月1日至民國113年9月30日止之重大運輸事故調查資料。

序號	案名	事故簡述	發生時間	發生地點	運具種類	事故類別	結案時間
2	UH-1H 型直昇機於屏東縣三地門鄉隘寮北溪附近山崖墜毀事故	98 年 8 月 11 日，內政部空中勤務總隊一架 UH-1H 型直昇機，機載 3 名飛航組員，於臺北時間約 1520 時執行莫拉客颱風水患救災任務。該機自屏東內埔農工操場起飛至東北方之伊拉部落執行物資運補工作，約於 1522 時發現墜落於距伊拉部落西方之隘寮北溪左岸，殘骸散落該處邊坡，部分殘骸掉落溪流。本次事故造成 3 名飛航組員死亡。	98/08/11	機場外/屏東縣三地門鄉	UH-1H 型直昇機	可控飛行撞地	100/02/25
3	中華航空 CI5233 班機於美國安克拉治國際機場跑道起飛階段機腹觸地事故	99 年 3 月 4 日，中華航空公司 CI5233 班機，一架 B747-400 型貨機，機載 3 名飛航組員，於 0638 時（當地時間 3 月 3 日 1338 時）由美國安克拉治國際機場起飛，目的地中華民國桃園國際機場。該機於起飛仰轉離地時，駕駛盤抖動開始作動，操控駕駛員減低駕駛盤壓力並手動將油門手柄推至最大位置，該機隨後離地起飛。飛航組員於空中檢查艙壓儀表及發動機無不正常顯示，1648 時落地後維修人員檢查發現後段機腹蒙皮有實質損害。	99/03/04	安克拉治國際機場	BOEING/B747-400 型機	不正常跑道接觸	100/05/27
4	飛特立航空 B-95995 商務專機誤降於未經授權	103 年 3 月 25 日，飛特立航空公司一架 Hawker 400xp 型機，機載 2 名飛航組員及 6 名乘客，執行金門尚義機場至馬祖南竿機場之包機載客任務。該機飛航組員於飛行途中誤認馬祖北竿	103/03/25	馬祖北竿機場	Hawk/400XP 型機	跑道入侵	104/04/30

序號	案名	事故簡述	發生時間	發生地點	運具種類	事故類別	結案時間
	之馬祖北竿機場事故	機場為馬祖南竿機場並於臺北時間 1028 時操作該機降落於未經授權之馬祖北竿機場，人機均安。					
5	復興航空 GE222 班機於馬公機場 20 跑道進場時撞及地障墜毀於住宅區事故	103 年 7 月 23 日，復興航空 GE222 班機，一架 ATR-72 型機，機載 2 名飛航組員、2 名客艙組員及 54 名乘客，由高雄小港機場起飛前往澎湖馬公機場。該機執行澎湖馬公機場 20 跑道特高頻全向導航臺非精確進場，約於臺北時間 1906 時墜毀於馬公機場 20 跑道頭附近之湖西鄉西溪村，造成機上 48 人死亡、10 人受傷，另有地面居民 5 人受傷。	103/07/23	機場外/澎湖縣湖西鄉	ATR72 型機	可控飛行撞地	105/01/29
6	凌天航空公司 BELL-206B 型直昇機於花蓮縣豐濱鄉執行空拍作業時墜毀事故	106 年 6 月 10 日，凌天航空一架 Bell-206B 型直昇機，機載 1 名飛航組員及 2 名乘客，約於臺北時間 1046 時由臺東池上起飛執行空拍前場景空勘任務。該機於當日執行第 3 批空拍任務期間，約於 1154 時墜落於花蓮縣豐濱鄉協進農場內。該機起火焚毀，造成機上 3 名乘員死亡。	106/06/10	機場外/花蓮縣豐濱鄉	Bell-206B 型直昇機	可控飛行撞地	107/10/31

序號	案名	事故簡述	發生時間	發生地點	運具種類	事故類別	結案時間
7	德安航空公司 DA7012 落地時偏出跑道事故	107 年 4 月 23 日，德安航空公司 DA7012 班機，一架 Viking Air DHC-6-400 型機，機載 2 名飛航組員及 15 名乘客，於臺北時間 1655 時由七美機場起飛，目的地高雄機場。該機於 1722 時降落高雄機場 09 跑道時偏出跑道，人機均安。	107/04/23	高雄國際機場	Viking Air DHC-6-400 型機	衝偏出跑道	108/04/19
8	台灣虎航 IT237 於桃園國際機場落地後飛航組員短暫失能事故	112 年 8 月 7 日，台灣虎航 IT-237 班機，一架空中巴士 A320 型機，機載 2 名飛航組員，4 名客艙組員及 168 名乘客，於臺北時間 1123 時自日本函館機場起飛，目的地桃園國際機場。該機約於 1440 時在桃園國際機場落地後，副駕駛員失去意識，航機由正駕駛員滑行至停機坪停機後，副駕駛員恢復意識並送醫檢查。	112/08/07	臺灣桃園國際機場	Airbus/ A320 型機	醫療	113/12/26

重大水路事故

序號	案名	事故簡述	發生時間	發生地點	運具種類	事故類別	結案時間
1	信福 1 號雜貨船尖山港	108 年 8 月 21 日，基隆港籍信福航業股份有限公司所屬一艘總噸 4,750、船名「信福 1 號」雜貨船，該船靠泊澎湖龍門尖	108/08/21	澎湖龍門尖山港	雜貨船	工安意外	109/09/16

序號	案名	事故簡述	發生時間	發生地點	運具種類	事故類別	結案時間
	外海人員傷亡事故	山港，於臺北時間 0740 時船上水手調整輸送帶時，左手不慎被絞入滾輪內，造成左手自上臂處斷裂，送醫後不治。					
2	東方德班(OOCL DURBAN)貨櫃船高雄港觸碰事故	110 年 6 月 3 日，一艘巴拿馬籍貨櫃船 OOCL DURBAN（東方德班），總噸位 876971，於高雄港領航靠泊 66 號碼頭過程碰撞 70 號碼頭永明輪及岸上一座橋式起重機崩塌，一座橋式起重機損壞，1 人輕傷。	110/06/03	高雄港	貨櫃船	觸碰	111/11/22
3	詔維(FEDERAL SW)散貨船和平港碰撞事故	111 年 7 月 10 日，巴拿馬籍一艘船名「詔維(FEDERAL SW)」貨船，於和平港領航進港靠泊時，左船艏觸碰水下消波塊導致擱淺，造成詔維輪船艏前尖艙及壓載水艙破損進水。	111/07/10	和平港	散裝船	觸碰	112/05/05
4	HYUNDAI TOKYO 貨櫃船於高雄港觸碰 77 號碼頭事故	112 年 3 月 20 日，塞普路斯籍一艘船名「HYUNDAI TOKYO」貨櫃船，於高雄港領航進港靠泊時，船艏觸碰 77 號碼頭，造成 HYUNDAI TOKYO 球型艏及碼頭損壞。	112/03/20	高雄港	貨櫃船	觸碰	113/04/10

序號	案名	事故簡述	發生時間	發生地點	運具種類	事故類別	結案時間
5	WAN HAI 312 貨櫃船於高雄港出港時觸碰南護岸事故	112 年 7 月 10 日，一艘新加坡籍「WAN HAI 312」貨櫃船，總噸位 27800，約於 1955 時高雄港二港口迴船池領航右轉出港時，船體觸碰護岸，本事故無人員傷亡及無油污染情事。	112/07/10	高雄港	貨櫃船	觸碰	113/08/09
6	華航 1 號貨櫃船於高雄港出港時觸碰碼頭事故	113 年 5 月 20 日，一艘中國籍貨櫃船，船名為「華航 1」，總噸位 6387，船舶長度 130.20 公尺，船寬 18.00 公尺，貨櫃總裝載量為 664TEU，於高雄港 42 號碼頭領航離泊過程中，船艉碰觸 43 號碼頭造成船艉及碼頭受損，本次事故未造成人員傷亡及環境污染。	113/05/20	高雄港	貨櫃船	觸碰	114/04/30

重大公路事故

序號	案名	事故簡述	發生時間	發生地點	營運類別	事故類別	結案時間
1	和致通運 QAE-976	108 年 8 月 24 日，和致通運公司所屬 QAE-976 號營業小貨車，臺北時間約 0640 時行經事故路段，駕駛員因酒後駕車且行經彎道有超速情形，造成車輛失控撞擊道路右側之 4 名環保	108/08/24	桃園市蘆竹區大竹路 288	汽車貨運業	造成死傷事故	109/09/17

序號	案名	事故簡述	發生時間	發生地點	營運類別	事故類別	結案時間
	重大運輸事故	志工及 1 名行人，並碰撞 4 輛停於路邊之自小客車，造成 2 名志工及 1 名行人送醫後不治，另 2 名志工、駕駛員及乘客受傷。		巷與上竹路口			
2	通勇丙酮混合物聯結車國道 1 號竹北路段翻覆事故	112 年 6 月 14 日，通勇貨運公司 1 輛營業貨運曳引車聯結載運丙酮混合物之半拖車，於臺北時間 0444 時在國道 1 號北向竹北路段 90K+412 處擦撞右側護欄後翻覆，造成車上載運物品洩漏起火燃燒及駕駛員受傷。	112/06/14	國道 1 號北向 90.4 公里處	汽車貨運業	對人民生命財產有重大影響、重複發生或情況特殊事故	113/12/26
3	健全遊覽車國道 3 號往南古坑路段側撞事故	112 年 10 月 21 日，健全通運公司所屬一輛營業遊覽大客車，車載 42 名乘員，包含 1 名駕駛員、1 名隨團服務人員及 40 名乘客;於臺北時間 0942 時行經國道 3 號南向 263K+788 處（古坑路段，速限 110 公里/小時）撞擊右側一輛自用小客車，事故小客車上載有 1 名乘客及 1 名駕駛員，後將其擠壓至外側護欄，事故大客車右側車尾撞擊外側護欄與隔音牆。本次事故造成 2 車共 4 人死亡、2 人重傷、20 人輕傷。	112/10/21	國道 3 號南向 263.7 公里處	遊覽車客運業	造成死傷事故	114/04/17

序號	案名	事故簡述	發生時間	發生地點	營運類別	事故類別	結案時間
4	石富砂石車台 9 線往北新澳隧道追撞停等車陣事故	112 年 10 月 24 日，石富通運公司所屬一輛總聯結 35 噸重之營業貨運曳引車附掛半拖車，於臺北時間 1341 時行經台 9 線新澳隧道北向 117K+960 處以車速約 56 公里/小時(速限 40 公里/小時）撞擊前方 1 輛停等之自用小客車後，再往前推撞其他車輛。本次事故共涉及小客車 13 輛、大貨車 3 輛、重型機車 1 輛，造成 1 人死亡、12 人受傷。	112/10/24	台 9 線新澳隧道北向 117K+960 處	汽車貨運業	造成死傷事故	114/04/30
5	忠原遊覽車宜專 1 線往北太平山林道翻覆事故	112 年 11 月 5 日，忠原交通企業公司所屬一輛營業遊覽大客車於臺北時間 1514 時在宜專 1 線北向 5.3 公里處翻覆，本次事故造成 1 人死亡及 16 人重傷、23 人輕傷。	112/11/05	宜專 1 線北向 5.3 公里處	遊覽車客運業	造成死傷事故	114/04/17
6	楓滿遊覽車高雄市仁武區水管路往東自撞國道涵洞事故	113 年 3 月 20 日，一輛楓滿遊覽汽車公司之營業遊覽大客車，於臺北時間 2023 時行經高雄市仁武區水管路往東向之慢車道涵洞時，車輛前上方撞擊高速公路橋梁主梁。本次事故造成 1 人死亡、6 人重傷、10 人輕傷，車體結構破損。	113/09/30	高雄市仁武區水管路 19-3 號前	遊覽車客運業	造成死傷事故	114/09/30