

# 出國報告（出國類別：訓練）

## 台北 IATA 訓練中心 FRMS 訓練課程 結訓報告

服務機關及姓名職稱：

飛航服務總臺 徐偉倫 課長  
中華航空 陳函郁 管理師  
長榮航空 陳昶明 課員  
德安航空 李弘道 副機長  
桃園機場公司 蕭力文 管理師  
飛安基金會 劉川鼎 業務員

派赴國家：

中華民國

出國期間：

2026 年 4 月 27 日至 4 月 29 日

報告日期：

2026 年 5 月 30 日

## 摘要

財團法人中華民國台灣飛行安全基金會（以下簡稱飛安基金會）配合民航安全政策，每年持續薦選航空業界相關從業人員參與國際專業訓練，以擴大產業視野、強化風險治理能力，並協助國內航空體系接軌國際標準。本次薦選飛航服務總台、中華航空、長榮航空、德安航空、桃園機場公司、及飛安基金會等單位人員共 6 員，參加自 2026 年 4 月 27 日至 4 月 29 日 IATA 於台北訓練中心辦理之疲勞風險管理系統(Fatigue Risk Management System, FRMS)課程。

本次課程由講師 Mike Hutchinson 帶領學員認識並深入疲勞風險管理系統的全貌，課程內容涵蓋疲勞成因、睡眠科學、生理時鐘、輪班與跨時區作業風險、法規時數限制、疲勞報告機制及 FRMS 建置程序。講師以案例研討、小組討論及實務經驗分享，引導學員從管理角度理解疲勞對飛航與地面作業安全之影響，並認識以科學資料、風險評估、績效監測及持續改善為基礎之疲勞管理模式。整體而言，疲勞管理並非單純個人休息問題，而是涉及排班規劃、人力配置、營運壓力、組織文化與跨部門協作之系統性安全管理課題。本次訓練有助於提升國內航空單位對疲勞風險之辨識、評估與管控能力，並可作為後續推動制度化疲勞管理、強化安全文化及提升飛航與地面作業營運韌性之重要參考。

# 目錄

摘要 .....	1
目錄 .....	2
壹、目的 .....	3
貳、課程規劃 .....	4
一、授課講師 .....	4
二、課程表 .....	4
三、教學方式 .....	5
四、評分標準及完訓資格 .....	5
參、課程內容 .....	6
一、簡介與課程概述 Course Introduction .....	6
二、疲勞風險管理概述 Introduction to Fatigue Risk Management .....	6
三、睡眠科學與睡眠不足 Sleep Science and Sleep Loss .....	7
四、晝夜節律 Circadian Rhythm .....	13
五、工作負荷 Workload .....	16
六、疲勞風險管理兩種取徑介紹 Introduction to Two FRM Approaches .....	17
七、規範性管理方法 Prescriptive Approach .....	18
八、疲勞風險管理系統運作構成要素及疲勞因素調查方法 FRMS Operational Components and How to Investigate Fatigue .....	21
九、疲勞風險管理系統取徑－組織層面 FRMS Approach–Organizational Components .....	23
十、疲勞風險管理系統之導入與實施 Implementing FRMS .....	24
肆、心得與建議 .....	26
伍、附錄 .....	28

## 壹、目的

疲勞風險管理已成為現代航空安全管理的重要課題。隨著航空運輸型態持續發展，機組員及相關作業人員常面臨輪班、夜間勤務、長程飛行、跨時區作業及不規則排班等挑戰，疲勞不再只是個人休息不足的問題，而是可能影響警覺性、判斷力、反應時間、溝通協調與整體作業品質之營運風險。若僅以固定工時或值勤限制作為管理基礎，未必能完整反映實際作業情境中疲勞風險的變化，因此有必要導入更具科學基礎、資料導向及持續改善精神的管理架構。

本次參與 IATA 疲勞風險管理系統(Fatigue Risk Management System, FRMS)課程，目的在於透過系統化訓練，強化航空業從業人員對疲勞成因、睡眠科學、生理時鐘、晝夜生理低谷期、時差反應及輪班作業影響之理解，並進一步認識 FRMS 在風險辨識、風險評估、報告制度、監測機制、政策文件、教育推廣及安全保證等面向之實務運作。藉由課堂講授、案例研討與小組討論，協助學員從管理制度及第一線作業雙重角度，掌握如何將疲勞風險納入組織安全管理系統之中。

期能透過本次訓練，提升國內航空相關單位對疲勞風險之辨識、溝通與控管能力，促進管理階層、機組員及相關部門共同承擔疲勞管理責任，並逐步建立以事證為基礎、兼顧安全與營運彈性的疲勞風險管理文化，進而強化我國航空營運之安全韌性與國際接軌能力。

## 貳、課程規劃

### 一、授課講師

本次講師 Mike Hutchinson 為澳洲航空安全管理、人為因素與整合式安全管理系統領域的專業顧問及講師。Mike 早年服役於澳洲皇家空軍(Royal Australian Air Force, RAAF) 28 年，並曾以 C-130 及 波音 B707 檢定與訓練飛航工程師身分執行任務；退役後曾任澳洲民航安全局(CASA)安全系統分部之「安全管理及人為因素」經理，長期投入安全管理系統(SMS)、人為因素、疲勞風險管理及航空安全文化推廣等工作。其專業經驗涵蓋監理政策、業界訓練、SMS 評估與組織風險管理，並曾代表 CASA 參與國際安全管理合作相關工作。近年則以 BAVS Consulting 及 Swinburne University of Technology 講師身分，持續推動航空安全、風險管理及無人機作業 SMS 之教育與實務應用。

### 二、課程表

本次課程自 115 年 4 月 27 日至 4 月 29 日，為期三天。每日上課時間為上午 9 時至下午 5 時，每日 8 小時，共計 24 小時。

課程安排			
行程	4/27 (星期一)	4/28 (星期二)	4/29 (星期三)
0900 1000	模組 1	模組 5	模組 8
	簡介與課程概述	疲勞風險管理兩種取徑介紹	疲勞風險管理系統取徑－組織層面
1000 1010	休息		
1010 1100	模組 2	模組 6	模組 8
	疲勞風險管理概述	規範性管理方法	疲勞風險管理系統取徑－組織層面
1100 1110	休息		
1110 1200	模組 3	模組 7	模組 8
	睡眠科學與睡眠不足	疲勞風險管理系統運作構成要素	疲勞風險管理系統取徑－組織層面
1200 1300	午休時間		
1300 1400	模組 4	模組 7.1	模組 9
	晝夜節律	疲勞風險管理系統運作構成要素	疲勞風險管理系統之導入與實施

1400 1410	休息		
1410 1500	模組 4.1	模組 7.2	模組 9
	工作負荷	疲勞風險管理系統運作構成要素及 疲勞因素調查方法	疲勞風險管理系統之導入與實施
1500 1510	休息		
1510 1700	每日課程演習	每日課程演習	分組討論
	分組討論	分組討論	期末測驗

### 三、教學方式

本次課程採實體授課方式辦理，課程內容結合理論講授、案例解析、分組討論及課堂分享，使學員能在面對面互動中理解課程重點，並將所學概念與實際工作經驗相互連結。講師除透過簡報說明核心知識外，亦安排不同情境案例，引導學員從各自單位及職務角度進行分析，藉此提升學員對課程議題之實務理解與應用能力。

課程進行期間，學員依小組方式參與討論及練習，針對指定題目提出觀察、判斷及可能改善作法，並於課堂中進行成果分享。透過不同航空相關單位人員之交流，可使學員瞭解同一議題在不同作業環境下可能面臨之挑戰，進而培養跨部門溝通、風險辨識及問題解決能力。實體教學亦有助於講師即時掌握學員學習狀況，並依課堂反應適時補充說明或修正觀念，使課程內容更貼近實際作業需求。整體而言，本課程藉由講授、討論與實作並重之方式，強化學員對專業知識之吸收，並提升其將課程內容落實於日常業務之能力。

### 四、評分標準及完訓資格

學員需達到 70% 以上的成績方視為通過，達到 90% 以上者將被認定為以優異成績通過。若成績低於 70%，將視為未達標，需重新參與相關訓練。

課程評核內容如下：

評分項目	內容	佔比
期末測驗	選擇題 30 題	40%
團隊練習	分組報告及練習	50%
出席率	課堂出席與參與率	10%

## 參、課程內容

### 一、簡介與課程概述 Course Introduction

本次課程旨在協助學員建立對疲勞風險管理系統 (Fatigue Risk Management System, FRMS) 之整體認識，了解疲勞對航空作業安全、工作表現及決策品質可能造成之影響。課程內容由疲勞基本概念出發，逐步說明睡眠科學、生理時鐘、輪班作業、夜間勤務、跨時區飛行及晝夜生理低谷期等因素，如何影響人員警覺性、反應能力與操作表現。

透過本課程，學員將學習如何以科學化及風險導向方式辨識、評估及管理疲勞風險，並了解規範性管理方法與 FRMS 之差異。課程亦將說明 FRMS 的主要組成，包括疲勞風險評估、疲勞報告制度、安全績效監測、政策文件、教育訓練、溝通機制及持續改善流程，使學員能掌握系統導入與實務運作之重點。完成訓練後，學員應能將課程所學應用於日常營運、排班規劃、異常事件分析及安全管理作業中，協助組織建立更具前瞻性與韌性的疲勞風險管理機制。

### 二、疲勞風險管理概述 Introduction to Fatigue Risk Management

國際民航組織 (ICAO) 對疲勞之定義為：疲勞是一種因睡眠不足、長時間清醒、生理時鐘階段，或工作負荷，包括心理及身體活動所造成之生理狀態，會降低個人心理或身體表現能力，進而影響組員警覺性，以及安全操作航空器或執行安全相關勤務之能力。

疲勞的形成，主要來自清醒期間身體與心理活動所產生的消耗，與透過睡眠恢復之間失去平衡。當工作時間過長、睡眠時間不足、睡眠品質不佳，或作業時段與人體自然生理節律不一致時，疲勞便會逐漸累積。航空作業中常見的夜間勤務、清晨報到、長時間值勤、跨時區飛行、待命、輪班及高工作負荷，皆可能使人員處於較高疲勞風險之中。

造成疲勞的因素相當多元，通常並非單一原因所致，而是多項因素相互累積或交互影響。常見原因包括非工作相關因素、個人身心狀況、睡眠不足、睡眠品質不佳、工作環境、勤務長度、工作排程、任務型態、工作過量或重複性過高等。以航空作業而言，若人員長時間處於高度專注狀態，又缺乏足夠休息與恢復機會，便可能導致警覺性下降及操作錯誤風險上升。

疲勞的症狀可分為身體、情緒及心理三個層面。身體層面可能出現頭暈、打瞌睡、眼皮沉重、協調能力下降、頭痛或視覺受影響；情緒層面可能表現為易怒、缺乏動機、退縮或精神不振；心理層面則可能出現溝通困難、警覺性降低、注意力不集中、容易出錯、決策困難及思考彈性下降等情形。若疲勞長期未獲管理，亦可能進一步造成腸胃不適、心血管疾病、慢性壓力、憂鬱、社交疏離、持續性注意力下降、風險承擔傾向增加及溝通能力降低等問題。

在航空安全面向上，疲勞會使作業標準下降，增加遺漏錯誤及未依程序執行的可能性。例如，組員或安全相關人員可能忘記或忽略正常檢查程序、回到過去習慣性的操作方式、漏看或放錯任務順序、過度專注於單一任務而降低整體監控能力，或未能察覺設備異常徵兆。這些影響不僅限於飛航組員，也可能發生於維修人員、簽派人員、旅客服務人員及地勤作業人員等各類航空安全相關職務。

因此，疲勞管理的第一步，是承認疲勞本身即為一項安全危害，並進一步評估其對實際作業所造成之風險。若疲勞未被妥善管理，可能導致嚴重後果；反之，若能透過制度化方式辨識疲勞來源、評估風險程度、建立緩解措施並持續監控成效，即可降低疲勞對航空

安全的影響。疲勞風險管理並非僅靠個人自覺即可完成，因為個人主觀評估往往無法準確反映自身警覺性及工作表現下降程度，必須結合組織制度、科學資料、報告機制與持續監測，才能形成有效的管理架構。

此外，課程中特別指出數項常見誤解，例如認為動機、訓練、專業精神或薪資可克服疲勞，認為單一方法可適用於所有人員、機型與班表，或認為休假時間必然等於有效睡眠。實務上，疲勞風險仍須依不同人員、勤務型態、作業環境及組織條件進行評估。即使未發生事故，也不代表不存在疲勞風險；即使已有飛時與值勤時間限制，也無法完全消除疲勞對安全之影響。

整體而言，疲勞風險管理的核心，在於以科學及實務經驗為基礎，辨識疲勞危害、評估其對作業安全的影響，並透過適當措施降低風險及監測改善成效。對航空業而言，疲勞管理不只是人員健康議題，更是安全管理系統中不可或缺的一環，目的在於確保相關人員於執行勤務時能維持足夠警覺性與判斷能力，進而提升整體航空安全水準。

### 三、睡眠科學與睡眠不足 Sleep Science and Sleep Loss

睡眠是維持身心運作的重要生理機制，透過睡眠可以恢復大腦功能（記憶力、注意力、問題解決能力）、維持認知功能正常運作、協助身體修復、成長、維持生理機能（肌肉、骨骼、皮膚、器官等），同時修復並活化免疫系統。

#### （一）、體內平衡系統 (Homeostatic System)

睡眠的驅動力是由人體「體內平衡系統」調控，一個人保持清醒的時間愈長，體內平衡調節系統累積的睡眠壓力愈大，意即清醒的時間越久，想睡的衝動就越大。

#### （二）、睡眠結構與週期

睡眠是由多個週期組成，主要分為非快速動眼期（Non-REM 或睡眠階段 N1、N2、N3）與快速動眼期（REM 或睡眠階段 N4）兩大類。睡眠週期次數和持續時間因人而異，平均而言，一個成年人通常會經歷 4 到 6 次完整的睡眠週期，一個完整的睡眠週期大約持續 90 分鐘，其中包含約 60 分鐘非快速動眼期睡眠與 30 分鐘快速動眼期睡眠。

非快速動眼期睡眠約佔總睡眠時間的四分之三（66-75%），進入非快速動眼期，腦波活動會逐漸減慢，身體主要進行肌肉生長與受損組織修復。非快速動眼期睡眠可分為三個睡眠階段，其中 N1、N2 為淺層睡眠，在此期間容易被外界聲音驚醒，醒來後人員的警覺性通常較高。N3 又稱為慢波睡眠（Slow-Wave Sleep, SWS），為深層睡眠，在這個階段不易被喚醒，或是被叫醒後通常會感到昏沉。

快速動眼期約佔總睡眠時間的四分之一（25-34%），通常需要入睡 90 分鐘後才會發生。在快速動眼期階段，大腦活動極度活躍，腦波頻率與清醒期間非常相似，此時除了控制眼球與呼吸的肌肉維持正常運作外，全身肌肉會進入暫時性麻痺狀態（Atonia），眼球在眼皮下的快速運動正是此階段的主要生理特徵。



圖一、正常睡眠周期



圖二、整夜的睡眠周期

## The Sleep Cycle

Sleep Stages	Type of Sleep	Other Names	Normal Length
Stage 1	NREM	N1	1-7 m
Stage 2	NREM	N2	10-25 m
Stage 3	NREM	N3, slow-wave sleep (SWS), delta sleep, deep sleep	20-40 m
Stage 4	REM	REM Sleep	10-60 m

圖三、睡眠周期的四個階段

### (三)、睡眠慣性 (Sleep Inertia)

研究顯示，從 N3、N4 深層睡眠階段中被喚醒，短時間內心智運作能力會下降，這種慣性睡眠最長會持續 30 分鐘。睡眠慣性的現象直接影響駕駛艙小睡 (copick napping) 的安全性，因此需要建立重返勤務的程序規範，保留足夠的緩衝時間消弭睡眠慣性帶來的影響已降低安全風險。

### (四)、睡眠影響因子

睡眠品質建立於完整、不中斷的睡眠週期（非快速動眼期/快速動眼期），而擁有良好的睡眠品質需要適當的環境條件才能自然地引導身體進入每一個睡眠階段。

在民航作業環境中，組員的睡眠品質會受到各種外在與內在因素的干擾，睡眠影響因子與其風險如下表說明：

睡眠影響因子	風險說明
年齡	隨年齡增長，慢波睡眠（深層睡眠）逐漸減少，睡眠結構趨於破碎；尤其以男性或 50 - 60 歲以上族群較易發生。 機組員通常需要更長的時間入睡，總睡眠時間較短、睡眠更易遭受干擾。
近期睡眠模式	長期、持續的睡眠不足、不規律的睡眠模式，會破壞正常的睡眠週期循環。
壓力	高壓或焦慮情緒會導致難以放鬆、不易入睡，同時也會增加夜間清醒的次數。
心理健康因素	憂鬱、焦慮、創傷後壓力症候群（PTSD）等心理狀態會干擾睡眠模式並導致失眠。
身體健康因素	各類疾病（如慢性疼痛、呼吸系統或胃腸道問題等）引發的疼痛和不適感會影響睡眠。
藥物	特定藥物（如興奮劑或抗憂鬱藥等）會對睡眠造成干擾。
咖啡因和酒精	咖啡和酒精（尤其是接近睡覺時間），會破壞正常睡眠模式。 酒精和某些其他藥物會改變睡眠結構，例如：酒精在上半夜會減少快速動眼期睡眠；但隨著酒精代謝消退，反而會導致快速動眼期睡眠延長。
飲食	暴饮暴食、攝取油膩或辛辣的食物，或空腹上床就寢，都會影響睡眠品質。
運動	規律的運動有助於改善睡眠；但運動時間過於接近睡覺時間，反而因興奮效果會干擾入睡。
輪班工作	因作時間和生理時鐘不一致，輪班或值夜班的人員普遍存在睡眠障礙問題。
睡眠障礙	睡眠呼吸中止症、不寧腿症候群（RLS）或其他導致夜間多次醒來的狀況，會中斷正常的睡眠週期。
環境因素	光：黑暗環境有助於產生睡意（可利用加厚窗簾或眼罩遮光）。 音：適度的白噪音可有聲遮蔽突發噪音。 溫：較涼爽的室溫（攝氏 18-20 度）有助於降低體溫幫助入睡。
機上睡眠品質	執勤中所獲得的睡眠品質通常不如家中正常環境。機組人員常指出影響機上睡眠的干擾因素包括：隨機噪音、雜念、主觀上不覺得疲累、亂流、飛機環境噪音以及不舒適的寢具等。
待命	預期被叫醒會干擾睡眠。研究指出，預期會被叫醒的受試者入睡所需時間較長，且夜間清醒時間增加。

### (五)、睡眠不足與睡眠障礙

在進一步探討睡眠不足的成因及其潛在風險前，受測者可先透過下表進行自我檢視，以評估是否正暴露於睡眠不足之風險中。若對其中一項或多項問題之回答為「是」，即顯示現階段的睡眠量可能不足以維持每日最佳狀態，亦或可能為潛在睡眠障礙之警訊。

因此，除需重新檢視並調整日常作息中之睡眠優先順序外，亦有必要進一步釐清導致失眠的不良習慣及成因。

問題	是	否
上床後不到 5 分鐘就睡著？		
總是想睡小睡一下/睡午覺？		
吃完飯後會感到昏昏欲睡？		
看電視或開會時會睡著？		
無聊、乏味的活動會讓你昏昏欲睡？		
休假時會比平常多睡一兩個小時？		
如果不喝咖啡就幾乎無法工作？		
工作時感到眼皮沈重或下垂？		
在飛行或執行較乏味的行政任務時，你是否發現自己會周期性地點頭（打瞌睡）？		

睡眠需求因人而異，且具有年齡差異。一般而言，嬰兒每日需睡眠 14-16 小時，2 至 12 歲需 10 小時，13 至 23 歲需 9 小時，23 歲以上的成人每日平均睡眠需求約為 7-8 小時。然而，成年人的個體差異大，有些族群即使每日僅睡 5 小時仍能保持健康，有些族群可能需要多達 10 小時的睡眠時間。



圖四、各年齡推薦睡眠長度

## (六)、睡眠不足

睡眠不足可以由下幾項數據觀察、計算，包括實際獲得睡眠 (Sleep Achieved)、急性 (短期) 睡眠不足 (Acute Sleep Loss)、累積睡眠不足 (Accumulative Sleep Loss)。

急性睡眠不足是指一個人在相對較短的時間內，睡眠量短暫且突然減少。與慢性睡眠不足不同之處在於，慢性睡眠不足往往持續較長時間，對個人的身心健康帶來更具長遠的影響。而累積睡眠指一個人在較長時間內（例如數晚至數週）實際獲得的總睡眠量。此概念反映個體隨時間累積的睡眠時數，並涵蓋睡眠品質好與不好的夜晚。

由下表可以看出因為睡眠具有累積性，在每天睡眠不足 2 小時的情況下，第 4 天會達到缺少一天（8 小時）的睡眠量。下圖實驗結果也顯示睡眠不足具有累積效應，並影響作業表現，每天睡 3 小時的受測者反應速度顯著低於較每天睡 9 小時的受測者；此外，當睡眠不足已發生，給予充足的睡眠時間（第七天後睡滿 8 小時），受測者的反應速度顯著提升。意即累積睡眠不足顯著影響工作表現，但立即補充適當睡眠，雖然無法恢復至有充足睡眠之情形，已可快速大幅改善。

每個人忍受睡眠不足的能力差異很大。整體而言，當睡眠受到限制時，其風險在於，相較於簡單的日常作業，需要較高心智負荷的複雜任務（如決策與溝通）通常會受到更顯著的影響。此外，必須注意的是，累積連續數日的睡眠不足，人們往往會高估自身狀態，難以準確評估自身的警覺性與實際工作表現。而且，當睡眠不足持續累積，睡意最終可能變得難以抗拒，進而導致無法自主控制的微睡眠（micro-sleep）發生。

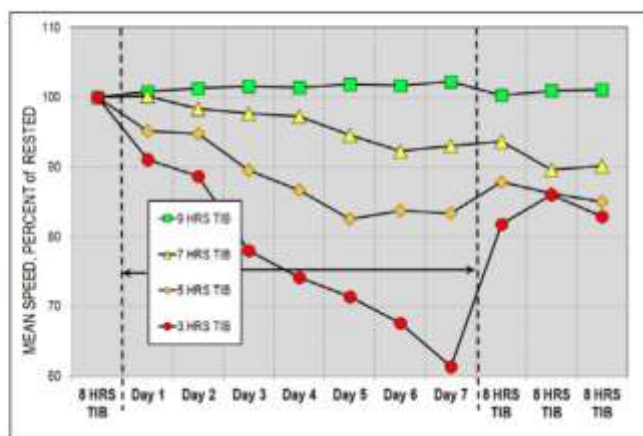
### Sleep Loss Table

	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4
Req Sleep	8	8	8	8
Sleep Ach	6	6	6	6
Acute Loss	-2	-2	-2	-2
Accum Loss	-2	-4	-6	-8

-8 = 1 full night sleep lost

圖五、睡眠不足圖表

### Time in Bed vs. Performance



圖六、睡眠與作業表現圖表

### (七)、持續清醒時間

除了累積睡眠不足影響作業表現外，持續過長的清醒時間也會引發表現下降的情形。一般生理常態為一天睡眠 8 小時及清醒 16 小時，研究顯示，持續輕響時間超過 16 小時及 22 小時，其認知與反應受損程度分別等於血液酒精濃度達 0.05% 及 0.10%。

### (八)、睡眠障礙

目前已知的睡眠障礙已超過 100 種，如失眠、睡眠呼吸中止、打呼、週期性肢體抽動症、不寧腿症候群等，上述症狀引發頻繁從睡眠中清醒，嚴重影響睡眠品質。

對組員而言，其可用的睡眠時間有限，睡眠障礙具有高度安全危害風險。而從睡眠科學角度，緩解睡眠不足或睡眠障礙可以從褪黑激素使用及落實睡眠衛生著手。

### (九)、褪黑激素

褪黑激素 (Melatonin) 又稱「德古拉荷爾蒙」，是一種由人體松果體自然分泌的荷爾蒙。松果體約為豌豆大小，位於大腦中央偏上的位置，在白天通常處於較不活躍的狀態。當日落、環境逐漸變暗時，視交叉上核 (SCN) 會啟動松果體，促使其開始分泌褪黑激素並釋放至血液中。

褪黑激素的分泌大約於晚上 9 點左右開始明顯上升，血液中的濃度快速增加，使人逐漸感到警覺性下降並產生睡意。褪黑激素濃度通常會維持約 12 小時的高峰，直到早上 9 點左右逐漸降低至白天的低水平。

研究指出，若於適當時間補充褪黑激素，有助於改善時差反應以及輪班工作所造成的睡眠問題。然而，褪黑激素仍有副作用，包括嗜睡、血壓輕微變化、生動夢境及早晨昏沉感等，若一次服用過量，可能出現頭痛、噁心、頭暈或易怒等反而造成干擾睡眠品質的情形。

### (十)、睡眠衛生 (Sleep Hygiene)

在許多情況下，睡眠品質不佳往往與不良的睡眠衛生 (sleep hygiene) 有關。所謂睡眠衛生，是指有助於維持良好睡眠品質的生活習慣與環境管理，而不良的日常習慣則可能干擾睡眠，影響入睡與休息效果。建立良好的睡眠衛生，除了需要規律的作息，也包含睡眠環境、飲食習慣、壓力管理與睡前行為等多方面的調整。透過改善日常習慣，有助於提升睡眠品質、降低疲勞感，並維持白天的警覺性與工作表現。

睡眠衛生建議事項
<ul style="list-style-type: none"><li>·保持規律的睡/醒時間表；保護睡眠時間。</li><li>·臥室僅用於睡眠；避免在臥室工作、想事情或看電視。</li><li>·在臥室以外的空間解決日常難題。</li><li>·養成並練習固定的睡前儀式。</li><li>·創造安靜舒適的睡眠環境。</li><li>·睡前如果餓了，吃點輕食；睡前不要大吃大喝。</li><li>·不要一直看時鐘。</li><li>·睡前 4 小時內不攝取咖啡因。</li><li>·不要用酒精幫助人睡。</li></ul>

- 如果晚上睡不著，白天不要午睡。
- 睡前不要抽煙。
- 睡前不要進行劇烈運動。
- 使用放鬆技巧。
- 如果 30 分鐘內沒睡著就起床。

#### 四、晝夜節律 Circadian Rhythm

依循安全管理系統與疲勞管理的精神，除了睡眠科學之外，理解生理時鐘如何運作、其對人體表現能力的影響，是落實危害辨識的重要面向之一。

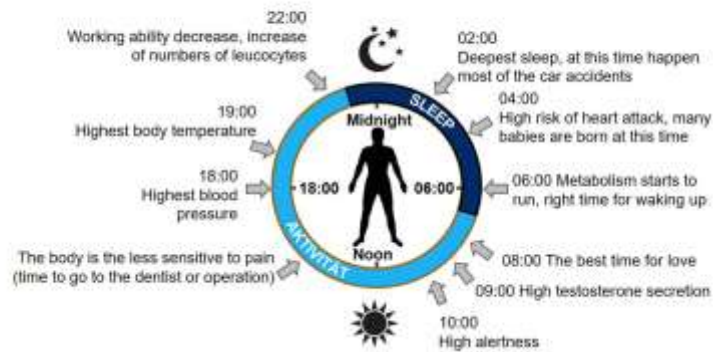
晝夜節律每天會受到授時因子 (Zeitgebers)，包括日光、社交活動、運動、飲食及環境溫度等外在訊號的影響而調節生理機能，使身體維持在約 24 小時的循環週期中，負責協調人體每日的睡眠與清醒狀態、體溫變化、消化功能、荷爾蒙分泌及各項表現，因此也會導致人在執行任務時的作業表現會呈現高低起伏、週期性的變化。

人類在生物學上已被編碼為夜間睡眠、白天清醒的生物模式，人體在 24 小時內，各項生理指標與工作表現能力會隨著時間產生顯著變化。其中 06:00 時新陳代謝開始啟動，為適合醒來的時間；10:00 進入高警覺性狀態；22:00 起工作能力開始下降，且白血球數量增加，隨後褪黑激素 (Melatonin) 開始釋放，促使身體進入睡眠狀態；一般狀況下，02:00 時進入最深層的睡眠（此時也是大多數汽車交通事故發生的時間）；04:00 是心臟病發作風險較高的時段。



圖七、晝夜節律

# Circadian Rhythm Cycle



圖八、晝夜節律週期

每天早上 03:00-05:00 間，人體核心體溫達到每日的最低點，這段期間被稱為「晝夜節律低谷期 (Window of Circadian Low, WOCL)」，而核心體溫的每日起伏與組員的睡眠及醒來時機有著密切的生理關聯。

通常睡眠開始會發生在核心體溫達最低點的 5 小時前；在核心體溫達到最低點後，人體進入快速動眼期的速度最快，此時的快速動眼期持續時間最長、程度最劇烈；而醒來通常發生在核心體溫達最低點後 3 小時後，同時體溫開始上升；醒來的高峰約出現在體溫最低點後的 5-6 小時（例如接近中午前的上午時段），此時受到生理時鐘的影響，在此之後很難再入睡或維持睡眠。

此外，依據經驗，在核心體溫達最低點前 6-8 小時間，人體很難入睡，這段期間又稱為睡前清醒期 (Evening Wake Maintenance Zone)，大約落在 18:00-22:00 間、持續 3 至 4 小時的區間。

## 核心體溫與睡眠/醒來時機之關聯

	特徵/風險
人體核心體溫最低點- 6-8 小時	睡前清醒期，難以入睡
人體核心體溫最低點- 5 小時	睡眠開始
人體核心體溫最低點 (03:00-05:00)	快速動眼期持續時間最長、程度最劇烈
人體核心體溫最低點+ 3 小時	開始醒來
人體核心體溫最低點+ 5-6 小時	醒來高峰，難以入睡或維持睡眠

雖然人類屬於晝行性物種，但個體間仍存在差異，有人是清晨最清醒、能展現最佳表現的「百靈鳥型 (Morn-types)」，也存在很難在早晨醒來、在傍晚或夜間最具生產力的「貓頭鷹型 (Evening-types)」。

### (一)、輪班工作

輪班工作是指任何需要組員在正常睡眠時間保持清醒並執行勤務的工作模式。在正常情況下，人體的生理時鐘與睡眠自我調節機制，會隨著晝夜循環、日常活動、飲食與休息模式定期同步。然而，不規律的工作時間、夜間航班、清晨勤務或跨時區航班等輪班工作特性，可能迫使人員偏離正常的作息，導致生理時鐘失調。

## (二)、早班勤務

早班勤務的疲勞風險在於前一天晚上需要入睡的時間會落在一般人的睡前清醒期(就寢前的幾個小時)，導致極難提早入睡，是短程航線組員睡眠受限與疲勞風險增加的主因。

## (三)、夜班勤務

夜班勤務的疲勞風險在於睡眠被延後至早晨，而早晨因核心體溫上升，體內維持清醒的驅動力增加，使組員在上午及午後極難入睡或維持睡眠，是夜間貨機組員睡眠受限與疲勞風險增加的主因。

## (四)、長程航線

當勤務/休息週期與組員的晝夜節律不同步時，體內的生理時鐘與睡前清醒期會干擾的機上睡眠及外站過夜睡眠。其他風險包括在晝夜節律低谷期 (WOCL) 執勤、在晝夜節律低谷期起飛與進場、機上輪休安排等。

長程航線機組員與客艙組員在外站停留期間，通常沒有足夠時間能完全適應當地時區。人體生理時鐘對每跨越一個時區的調整，通常需要超過一天的時間，且恢復速度會受到飛行方向影響。當「長時間執勤」搭配僅有 1 至 2 天的外站休息時，工作與休息週期無法維持規律的 24 小時模式，致生理時鐘難以穩定同步。

因此，對於僅有 24 至 48 小時、尚不足以讓生理時鐘完全適應當地時間的外站休息，通常建議機組員先評估是否有必要調整至當地時區。若停留時間僅為 1 至 3 天，較建議維持出發地時區的作息模式。同時，應盡量依照身體原有生理時鐘所預期的時間進食與休息，並確保獲得與平時相近的總睡眠量，必要時可透過較長時間的小睡 (long naps) 來補充睡眠，以降低疲勞與時差對身心狀態的影響。

## (五)、時差

跨時區飛行會使人體生理時鐘突然面臨晝夜節律的改變，而人體生理時鐘因對光線敏感，同時受到社交活動與生活作息影響，通常仍會逐漸適應新的時區。

當體內睡眠/清醒節律與預期或被要求的作息模式產生失調時，將導致慢性睡眠障礙，甚至出現入睡困難 (Sleep Onset Insomnia)，在應該入睡或已準備好休息時時卻無法入睡的情況，這類的問題常見於輪班工作者與部分空勤組員。

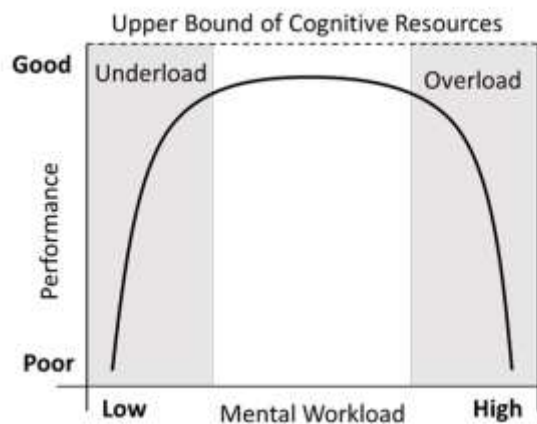
時差反應的恢復時間通常與跨越的時區數量有關，跨越的時區愈多，人體生理時鐘所需的調整時間也愈長。然而，不同個體之間的適應速度存在差異，其中「貓頭鷹型」(夜型)的人，通常比「百靈鳥型」(日型)的人更容易適應時差。此外，相較於向東飛行，向西飛行(作息時間延後)或勤務時間逐漸延後時，人體通常能更快適應，因為人類整體的生理週期普遍略長於 24 小時。

時差適應能力也會隨年齡增加而下降；若在出發前已累積睡眠不足或睡眠債則可能進一步加劇時差症狀的嚴重程度。另一方面，若能盡早接觸當地時間的環境訊號，例如日光照射、當地作息與飲食時間等，通常有助於加快生理時鐘與新時區同步的速度。

## 五、工作負荷 Workload

工作負荷是指在特定時間段內能夠執行的工作量，它決定了人類行為表現，不論是過高或過低的工作負荷，都可能導致作業上的錯誤。工作負荷是一個高度主觀的指標，取決於許多不同的心理或身體因素，包括工作特性、時間限制以及個人的表現能力。

工作負荷如同同一枚硬幣的兩面，可以分為超載 (Overload) 與低載 (Underload)，兩者都會對人的表現能力造成負面影響。超載是指任務的心理和身體需求大於該專業人員所能提供的能力，這會直接導致行為表現惡化。超載的情況可能逐漸發生，也可能在瞬間發生，並且會影響到所有的航空專業人員。相對地，當工作負荷過低時則稱為低載，此時任務的心理和身體需求低於維持參與感所需的門檻。這意味著沒有足夠的事情發生，讓專業人員無法在工作中保持警覺，進而引發缺乏警惕、無聊以及注意力不集中的情形，夜班勤務就是一種典型的低載情境。



圖九、工作負荷與工作表現曲線圖

為了在工作負荷超載與低載之間取得平衡，這通常仰賴經驗的累積、精進的訓練、落實標準作業程序、調配完成任務的時間、合理運用自動化系統以及設計合適的工作班表以達到管理工作負荷的目的，常見的緩解策略包括：

1. 遵守標準作業程序、落實雙重檢查、覆誦呼叫。
2. 主動參與談話，而不要只是點頭傾聽。
3. 進行身體活動，例如伸展、屈膝、站立或在機艙內走動。
4. 提高照明強度。
5. 改變姿勢和座椅位置。
6. 使用 100% 的純氧 (Blast of 100% oxygen)
7. 在報到執勤時應確保沒有累積或僅有最少量的睡眠債。
8. 執勤前妥善規劃睡眠和小睡。
9. 控制咖啡因攝取。
10. 透過規律的睡眠、運動與飲食來維持身心健康。
11. 在外站應盡量維持在出發地時區。
12. 執勤時感到疲倦，應主動提出並管理疲勞。

工作負荷的評估方式大致可分為表現指標 (Performance measures)、主觀評估 (Subjective assessment) 及神經生理學評估 (Neuro-physiological assessment) 三類。表現指標主要透過反應時間、錯誤次數、任務完成度與問題解決成效等量化數據反映工作負荷；主觀評估則由受試者自行評估工作負荷程度，常見工具包括即時自我評估 (Instantaneous Self-Assessment, ISA) 及 NASA 任務負荷指數 (NASA Task Load Index, NASA-TLX)；神經生理學評估則利用生理儀器監測大腦活動、皮膚電導率、心率及眼動追蹤等客觀生理反應。綜合考量實務操作性、執行成本及推動可行性，以主觀評估工作負荷是較為可行的調查工具。

## 六、疲勞風險管理兩種取徑介紹 Introduction to Two FRM Approaches

本章節中節錄了兩種由 IATA 概述的主要風險管理途徑，分別為規範性導向以及成效性導向 (FRMS)，雖然這兩種方法在執行面上有所不同，但都是基於科學原理，作業經驗以及監管機關，航空業者和組員之間共同責任分擔來執行。

### (一)、兩種疲勞風險管理途徑

航空業者必須至少採用其中一種途徑來管理疲勞所造成的風險

#### 1. 規範性導向的途徑

航空業者必須嚴格遵守由主管機關所訂定的執勤時間上限，經由 SMS 將疲勞當作一般風險中的一部份加以管理。

#### 2. 績效導向途徑 (疲勞風險管理系統)

航空業者發展出一套疲勞風險管理系統 (FRMS)，並且經由主管機關核可。

#### 3. 共同的核心架構

不管是哪一種途徑，所有的疲勞管理都需要包含以下三個要素：

- 以科學理論和實際作業經驗當基礎
- 必須由監理機關，航空業者和所有相關人員共同承擔責任
- 一套有效的疲勞報告系統

### (二)、責任共享模式

有效率的疲勞風險管理需要三種主要利益關係人的共同積極參與：

#### 1. 國家 (監理機關)

根據 ICAO SARPs (標準與建議措施) 發展疲勞管理的架構與規範。

確保航空業者減輕風險，保持安全。

#### 2. 航空業者 (公司)

提供有效的資源與疲勞管理教育訓練。

實施一套能將疲勞控制在可接受範圍的班表。

發展出一套健全的報告系統並對疲勞相關報告有所回應。

#### 3. 組員 (個別人員)

報到時處於適合工作的身心狀態並且妥善規劃下班時間獲得足夠休息。

管理自己的疲勞狀態並解發揮個人的管理職責 (例如機長所下達之決定)。

利用官方管道報告疲勞風險事件。

### (三)、疲勞報告與風險辨識

“報告”是以上兩種疲勞管理途徑的基石，因為疲勞是極不容易察覺的所以企業必須發展出一種受到鼓勵並不用擔心會有其他後果的報告文化。

ICAO SARPs 報告系統：

1. 建立一套完整流程讓組員知道在太疲勞以致影響工作表現時該如何處理。
2. 維持報告的匿名性並與安全系統整合。
3. 給予明確回覆讓報告人知道基於他的報告做了甚麼改變。

#### (四)、監管架構：ICAO SARPs

SARPs（標準與建議措施）是 ICAO 提供給各國來發展航空規範。

1. 演進：一直到 2011 年為止都只有以飛行時間來做規範，疲勞管理系統的出現是希望能在執行面提供更多彈性並保持或增加安全等級。
2. 相關附件：疲勞管理 SARPs 最初出現在附件 6 與附件 11。
3. 輔助文件：關鍵指引包括 ICAO Doc 9966（監管疲勞管理途徑手冊）。

#### (五)、IATA 所扮演的腳色與人因工程工作小組 (HFTF)

IATA 的人因工程工作小組（舊稱疲勞風險管理系統工作小組）藉由辨識疲勞問題與發展緩解方案來推動產業需求。

1. 組成：開放給所有會員國與非會員國，但只有會員國有投票權。
2. 所提供工具：人因工程工作小組已發展出的一些資源包括了疲勞風險管理系統白皮書，對數據蒐集的流程與如何使用生物數學疲勞系統。

#### (六)、總結

選擇使用哪種疲勞管理途徑取決於操作業務的複雜性與環境以及監管機關的規範政策。要讓任何一種疲勞管理途徑成功，都必須依賴成熟的安全文化，並透過主動通報與科學監督，持續監測各種營運環境因素所產生的變數。

## 七、規範性管理方法 Prescriptive Approach

### (一)、疲勞管理之規範性作法

國際民航組織 (ICAO) 頒布的 Doc 9966《疲勞管理方法監督手冊》(Manual for the Oversight of Fatigue Management Approaches)，明確界定疲勞管理之規範性作法：「國家（主管機關）應負責制定疲勞管理的規範性限制與要求，並負責監督服務提供者，確保其透過現有的安全管理體系 (SMS) 流程，將疲勞風險管理在可接受的程度之內。」茲就其架構詳述如後。

### (二)、疲勞管理之規範性作法架構

根據國際民航組織 (ICAO) 規範，疲勞管理之規範性作法係指民航主管機關(State) 透過制定法定之執勤限度 (Prescribed Limits)，要求服務提供者 (Service Provider) 在該限度內進行作業排班。其核心架構包含以下三個層級之權責分屬：

1. **服務提供者之責任**：必須在國家定義的執勤限度內，根據特定之作業情境與潛在風險進行班表 (Roster) 設計，安排勤務與休息。班表安排的重點在於「所有的規範限度僅係底線」，業者仍須將其組織內之作業繁忙度、複雜度及人員組成納入考量。
2. **安全管理系統 (SMS) 之整合**：服務提供者須透過其內部之 SMS 程序，主動、評估與緩解疲勞危害。這意味著單純「合乎法規」並不同於「安全」，必須輔以各種資料監控（如疲勞報告）來管理剩餘風險 (Residual Risk)，採取緩解措施。

3. **國家/主管機關 (State) 之監理**：主管機關負責審核並監督服務提供者的實務作業，確保其在法規限制內將疲勞風險控制在「可接受的程度 (Acceptable Level of Safety, ALoS)」。

演進邏輯：



### (三)、疲勞危害識別與風險評估機制

參照組織既有之安全管理原則，建立有效之疲勞管理機制，首要應明確危害識別之標的，再藉由風險評估工具 (Risk Matrix) 決定緩解策略：

#### 1. 典型疲勞危害識別之標的

- 作業能力受損：管制員完成整段勤務，但其專注力、反應速度或協調能力於過程中顯著下降。
- 執勤中斷：因疲勞導致管制員無法持續席位運作（如因極度疲勞申請臨時換班或請假）。
- 環境不利因素：諸如因設備故障或修護致使臨時席位合併，或受突發雷雨影響導致驟增之工作負荷等。
- 排班設計不當：勤務組合安排違背人體晝夜節律，或因休息時間不足，致使人員無法獲得完整之睡眠週期。

#### 2. 典型的風險評估程序

風險評估應結合「可能性」(Probability) 與「嚴重性」(Severity)。在飛航管制情境下，雖然疲勞導致重大事故的可能性較低，但一旦發生，其嚴重性往往不可估計。因此，在評估疲勞風險時應採「保守預防」原則。

### (四)、基於科學原則之勤務限度制定

專業執勤限度之制定應非憑空創造，而須遵循以下之嚴謹生理科學原理，以確保航空人員在執行勤務時具備最佳狀態：

#### 1. 睡眠機會與疲勞恢復

法定限度之訂定，旨在保障人員執勤前獲得充分之睡眠機會。有關最低休息時間 (Minimum Rest) 之規範，應確實考量人員往返機場通勤、用餐及身心調節所需之時數，確保其能獲得 8 小時之完整睡眠。針對連續執勤所衍生之累積性疲勞 (Cumulative Fatigue)，應強制核予連續二晚以上之休時，以利執勤人員修復疲勞並重整其生理節奏。

#### 2. 生理時鐘低點 (WOCL) 之影響

按睡眠科學研究，人體生理機制於凌晨 02:00 至 05:59 係屬生理節律低點 (Window of Circadian Low, WOCL)，人員若於此時段報到或執勤，其疲勞程度將呈指數級距驟增。鑑於飛行組員與飛航管制員須維持全天候運作，有關夜班勤務之起迄時點、輪休機制之規劃，以及值勤場域休息設施 (Rest Facilities) 之品質，對維護飛航安全至為關鍵。

### 3. 執勤中休息與小睡規範 (Napping Protocols)

於長時或高負荷勤務後，適度安排勤務期間內之休息 (Breaks) 將有助緩解疲勞。按課程提及之實務重點，具科學實證之「策略性小睡 (Power Nap)」倘規劃得宜 (通常以 20 至 30 分鐘為限度)，其疲勞恢復成效將顯著優於單純靜坐、閱讀、用餐或滑手機等被動式休息。

#### (五)、疲勞管理體系之建立

建立有效之疲勞管理體系前，首要應明確組織內部的管理職責分屬，將疲勞視為核心安全議題，並透過安全管理系統 (SMS) 整合科學與法規要求：

##### 1. 排班設計者之角色定位與知能

排班人員須接受疲勞管理專業培訓，理解並熟悉相關科學原理 (如生理節律與睡眠慣性) 對勤務執行之影響。於符合法規限度之前提下，應衡酌具體作業情境 (Operational Context) 與風險因子進行班表編排，嚴禁盲目套用公式。基層主管 (如班務督導) 應發揮管理階層與第一線同仁間之溝通橋樑功能，並賦予其疲勞風險之即時處置權限；俾利於人員反應疲勞情事時，得依循既定機制彈性調整席位或減緩任務負荷，落實風險控管。

##### 2. 建立「公正文化 (Just Culture)」之溝通管道

完善之疲勞管理，實有賴於第一線管制員之真實反映與回饋。組織應持續精進疲勞反映與通報機制，營造鼓勵同仁如實陳報之氛圍，並承諾不採取負面考核或不利處分，貫徹「公正文化」精神，嚴謹釐清「非故意過失」與「蓄意違規」之界線。透過暢通雙向溝通管道，消弭組織與個人間隔閡，進而達成維護組織穩定與作業安全之目標。

##### 3. 應對外部危機之彈性機制

回顧 COVID-19 疫情期間，航管同仁除須遵循嚴謹之個人防護佩戴規範與分組分流之壓力外，更因航情大幅萎縮，面臨勤務內容重複且單調乏味之挑戰。組織應具備「動態調整規範」之韌性，諸如於極端情境下，視需求彈性縮短每節執勤時段以維持警覺度，或強化休息室之設施之隔離與整備品質，確保同仁於勤務間隙獲得充分調節。

#### (六)、總結

在傳統的疲勞管理架構中，規範性方法就縣市不可碰觸的安全紅線，所有班表排定都必須在界線以內進行。然而，當前的航空安全觀念已不再認為「只要符合法規限度就是安全」。現代的規範性方法要求營運人必須將疲勞視為一種安全危害，並透過 SMS 流程進行動態管理，確保第一線人員在不論任何的作業情況下都能維持足夠的警覺性。

「規範性作法」屬於疲勞管理之根基，其各項法定限度均有嚴謹之科學理論支撐，旨在透過參數化管理建立作業安全之最低門檻。然就實務運作觀之，單位現行之勤務執行雖已落實合規化管理，惟長期觀察發現，單純符合規章限度，實難全然確保疲勞情事之排除，亦無法涵蓋所有動態之疲勞因子。

也因此，疲勞管理之思維由被動之「符合規範」，逐步轉型為動態之「風險識別與預警」。本次訓練有效強化了同仁對於科學數據 (如睡眠債、生理節律之影響) 於排班實務應用之認知。我們應體認到，疲勞管理之核心價值，除守護飛航安全之外，更在於保障同仁之身心安適，俾利其專業價值能於最佳狀態下落實與發揮。

## 八、疲勞風險管理系統運作構成要素及疲勞因素調查方法 FRMS

### Operational Components and How to Investigate Fatigue

此節首先定義何謂疲勞風險管理系統(以下稱 FRMS)，FRMS 係指基於科學原理 (Scientific principle)、知識、實務經驗並以資料為導向 (Data-Driven)、持續監控 (Continuously monitoring) 與管理疲勞有關的方法，目標在於確保相關人員能維持足夠警覺性。此節後續描述何謂 FRMS 以及 FRMS 如何建置，FRMS 不僅是針對飛航時間 (Flight Time, FT)、飛航執勤期間 (Flight Duty Period, FDP) 訂定時限的規範性方法，然較於規範性方法更著重於疲勞風險是否能夠被辨識、評估、控制與持續改善。在建置上需要依循安全管理系統 (SMS) 的架構進行導入，架構上分別為 FRMS Policy & Objectives、FRMS Risk Management、FRMS Assurance、FRMS Promotion。如下附圖



圖十、FRMS 架構

由四大支柱更能夠進一步劃分為組織面 (Organizational) 與營運面 (Operational) 的要素；其中 FRMS Policy & Objectives、FRMS Promotion 屬於組織面而 Fatigue Risk Management、FRMS Assurance 屬於營運面。四者間的關係息息相關，在導入 FRMS 的初始階段，最為重要的是要有具主管承諾的 FRMS Policy & Objectives 才能夠持續去推動與疲勞管理有關的措施、系統與方法，另 Fatigue Safety Action Group (FSAG) 扮演關鍵角色，主要協調航空公司疲勞管理作業、協助建置與執行 FRMS、監督 FRM 過程、並持續推動疲勞管理有關的訓練與溝通，意即航空公司要真正落實 FRMS，不能僅仰賴組員而是同時讓公司內各部門共同參與，進而有效消弭此危害。

在 FRMS 危害辨識 (Hazard Identification) 方面，將其分類為 Predictive、Proactive 與 Reactive 三種辨識方式，這三種方式進而形成一個循環，使組員疲勞不僅僅是事後檢討，而是能達到預警 (Alert)、評估 (Access)、回饋 (Feedback) 等效果；應用上如下表所示

	Predictive	Proactive	Reactive
方式	執行任務前，透過班表、過去經驗預先識別風險。	實際的作業中監測疲勞程度。	事件發生或事故後，分析疲勞是否為肇因。
舉例	Bio-mathematical Model (生物數學模式) Evidence based scheduling Practices Previous experience	Self-reported fatigue risks (疲勞風險報告) Fatigue surveys (疲勞問卷) Planned vs Actual Time worked analysis	Event Investigations (事故調查報告) Hazard Reports (危害報告)

然而透過生物數學模式僅能夠預測組員疲勞程度，但不能取代完整風險評估，生物數學模式無法充分考量個體差異、工作負荷與壓力等，講師特別強調 Not One size fits all，真正成熟的 FRMS 應是藉由數據輔助專業判斷，而不是由數據取代專業判斷。

關於疲勞風險管理系統風險評估項目 (FRMS Risk Assessment Components)，包含 Fatigue hazard identification、Evaluation of fatigue risk、Risk mitigation 以及 Establishing fatigue metrics。執行風險評估的對象為 FSAG 或是航空公司安全部門，在安全管理中的風險通常以 Likelihood 與 Severity matrix 進行評估，但此一方式的缺點在於未必能系統性納入緩解措施。因此，FRMS 的風險矩陣不能僅透過 SMS 的方式進行，而應依照不同的疲勞程度來調整 Likelihood 與 Severity 的分類。針對如何有效緩解組員疲勞風險的方式，像是限制連續夜航、調整組員機上休息設備 (Rest Facilities)、檢視派遣規則 (Scheduling rules)、建立駕艙休息制度 (Controlled Rest) 等。前述緩解組員疲勞風險的方式在於疲勞管理不僅是讓組員認知到睡眠的重要性，更重要的是公司要提供讓組員能恢復睡眠、能夠執勤時不疲勞且勇於報告的環境；若航空公司僅對於第一線同仁進行檢討，卻未檢視現行派遣規則、組員於外站休息的環境、工作負荷等，FRMS 將流於形式。藉由安全績效指標 (Safety Performance Indicator, SPI) 則可以用來監控緩解措施是否有效，如果趨勢指標分析後指出現行措施不足或無法有效達成指標，就必須重新進行流程，持續辨識危害、風險評估與設計新的措施。



圖十一、FRMS 風險評估

在此節最後強調疲勞調查的目的在於並不是為責怪個人，而是判斷或找出疲勞是否為事故的肇因，並進一步找出未來如何降低類似事件的可能。要確認疲勞與事件的關聯像是個人或團隊處於疲勞狀態、個人或團隊所採取的特定行動或決策對於發生的問題是否具有因果關係、這些行動或決策與疲勞的個人或團隊通常表現出的行為相符。調查疲勞時，需注意事件發生時間是否在生理低谷期 (Window of Circadian Low, WOCL)、過去 72 小時是否有 Circadian disruption、事件發生時已清醒多久，另清醒時間超過 16 小時可能使疲倦成為因素，這對事故調查非常重要，其他可用證據像是訪談、Data/voice recordings、醫學測試 (Medical Tests)，以及個人電子設備 (Personal Electronic Devices) 等，由上述可知疲勞調查必須檢視多種證據，而不僅能依賴事發當下組員個人的回憶或感受，American Airlines Flight 1420 (AA 1420) 的事故讓上述概念更具象

化，該航班在延誤、長時間執勤、清醒超過 16 小時、夜間接近午夜落地等因素下，發生 Runway overrun，造成當班機長與 10 名乘客過世。這個事故更進一步可以看出組員疲勞往往不是單一原因，但卻是一個容易讓人忽略的因素，進而降低人的警覺性與判斷能力，使組員更容易忽略程序、低估風險或在高壓環境下決策錯誤。

## 九、疲勞風險管理系統取徑－組織層面 FRMS Approach – Organizational Components

疲勞風險管理是一項由組織層級制度主導、操作層級執行，兩者相互配合的系統性管理作業。有效的 FRMS 必須同時涵蓋政策、風險評估、保證機制與推廣溝通，並透過組織活動來引導與支持操作層面，確保達到持續且可稽核的安全成效。

### FRMS Components

- FRMS Policy and Documentation
- FRMS Risk Assessment
- FRMS Assurance
- FRMS Promotion



圖十二、疲勞風險管理系統四項要素

#### (一)、政策

政策須清楚說明服務提供者對疲勞風險管理的承諾與管理方式、定義 FRMS 所有組成要素，每個組織的 FRMS 政策皆具備獨特性，反映該組織的營運型態、組織文化與需求。

FRMS 政策可為獨立文件或納入業者的 SMS 政策中。此外，無論以何種方式，國際民用航空組織航空安全標準與規範 ICAO SARPs (Annex 6, Part I, Appendix 7) 要求疲勞風險管理系統政策須清楚定義疲勞風險管理系統所有要素、易於識別並能夠整體檢視與審查。疲勞風險管理系統政策應明確界定其涵蓋的運作範圍，如未納入疲勞風險管理系統作業均應遵守既有工時及飛航時限法規。其適用範圍可隨著組織成熟度提升逐步擴大，並由主管機關與航空業者之間相互合作才能有效地實施。

制定疲勞風險管理系統政策應包含以下要點：

- 體現管理階層、機組人員與相關人員的共同責任
- 清楚說明疲勞風險管理的安全目標
- 由最高權責主管親自簽署
- 傳達至組織內部的所有相關單位及層級
- 明確聲明管理階層致力於建立有效之安全報告
- 明確聲明管理階層致力於為疲勞風險管理提供資源
- 明確聲明管理階層致力於持續改善疲勞風險管理
- 要求明確管理階層、員工及所有其他相關人員的責任分工
- 要求定期審查以確保其保持相關性和適當性

疲勞風險管理系統係由組織管理層級、利害關係人及機組人員共同承擔之系統性責任，需透過跨部門合作與資訊共享，以有效識別與管理疲勞風險。

## (二)、文件管理與制定

依據國際民用航空組織航空安全標準與規範 ICAO (Annex 6, Part I, Appendix 7) 要求航空業者須建立並維持最新版本之疲勞風險管理系統相關文件並妥善保存，內容應涵蓋：

- 疲勞風險管理系統政策與安全目標
- 疲勞風險管理系統流程與程序
- 針對責任、職責、授權相關之流程及程序
- 組織管理階層、空勤組員與其他人員的持續參與機制
- 疲勞風險管理系統的訓練計畫、訓練要求與出席紀錄
- 排定與實際飛航時間、執勤與休息時間，以及偏離情形與原因
- 疲勞風險管理系統的輸出內容包括取得之資料分析結果、建議事項和已採取之行動

## (三)、推廣

推廣疲勞風險管理系統之主要方式分別為訓練及溝通。透過訓練與溝通支援相關作業單位活動，使政策與文件內容能被理解並且落實於實務之中，確保疲勞風險管理系統持續有效地實施。

### 1. 訓練

所有利害關係人都需接受適當訓練並具備執行 FRMS 職責的能力，業者須保存訓練紀錄、評估訓練成效，ICAO 亦建議 FRMS 訓練講師應具備相應能力標準確保施訓品質。教育訓練內容應依不同角色調整，像是職責、風險影響程度、決策層級等設計訓練差異化內容，並透過多元訓練方式及成效評估機制，例如：實體課程、e-learning、課後測驗等確保人員具備必要能力並支援 FRMS 之有效運作與持續改善。

### 2. 溝通

依據 ICAO Annex 6 規範要求業者應建立疲勞風險管理系統溝通計畫。該計畫透過持續傳遞資訊、有效之溝通及即時回饋機制，確保疲勞風險資訊能被充分蒐集與應用，並支撐 FRMS 之整體運作與決策，同時在適當規模下整合為完整的 FRMS 流程。

## 十、疲勞風險管理系統之導入與實施 Implementing FRMS

疲勞風險管理系統是一項須經主管機關核准並持續監督之風險管理機制，其導入係透過分階段、以數據與科學方法為基礎之安全管理過程，逐步建立、驗證並嵌入航空公司營運體系。

其成功關鍵在於有效的風險評估、績效監控及主管機關的持續監督，以確保疲勞風險被控制在可接受的安全水準內。在建置 FRMS 法規之前，主管機關需確保其擁有健全、明確的法規規範，且這些法規應與其使用環境相應；民航安全檢查員能夠充分監督各項法規規範的執行，包括使用 SMS 流程來管理任何已識別的疲勞風險。FRMS 之導入，實質上為主管機關將監理思維由規範導向轉型為風險導向，其關鍵取決於主管機關及民航安全檢查員之專業能力、科學基礎及持續監督機制。

FRMS 的實施採取分階段推動模式，依據航空公司營運特性進行客製化設計，並以科學證據與營運數據為基礎，建立自主限制與風險控制機制；相較於傳統制度，FRMS 雖提供更高彈性，但亦要求更嚴格的安全論證、監管參與及資源投入，以實現預測性與績效導向的疲勞風險管理。如教材（圖一）所示，已明確定義航空公司(service provider)及主管機關(State)，在各階段之角色分工與責任皆有詳細說明：

- Phase 1 : Preparation (準備)
- Phase 2 : Trial (試行)
- Phase 3 : Launch (正式上線)
- Phase 4 : Continuous Improvement (持續改善)

	Service Provider	State
Approval process	Phase 1. Preparation	Developing FRMS capability
	Phase 2. Trial	Validation of FRMS capability
	Phase 3. Launch	Getting approval
Continued oversight	Phase 4. Maintain and Improve	Embedding FRMS into normal operations
		Assessment of feasibility
		Assessment of FRMS capability
		Approval of FRMS
		Embedding FRMS into normal regulatory oversight

圖十三、疲勞風險管理系統實施四階段

### (一)、準備階段



圖十四、準備階段

FRMS 實施之準備階段主要著重於建立一套經主管機關核可之實施架構與計畫，透過差距分析確認現有系統與 FRMS 要求之落差，並據此規劃資源配置、組織架構（如 FSAG）及相關政策與文件；此階段的重點在於確認業者已具備進入試行階段之基礎能力，為後續疲勞風險管理系統運作奠定關鍵基礎。

### (二)、試行階段



圖十五、試行階段

FRMS 實施之試行階段係在主管機關的監督下，透過實際運作與安全績效指標（SPIs）之持續監測，驗證系統對疲勞風險之控制能力；主管機關除進行審查外，亦提供必要之指導與監督，以確保試行結果具備可信度與安全性，並透過必要之調整機制提升疲勞風險管理系統效能，作為後續核准與正式導入之依據。

### (三)、正式上線階段



圖十六、正式上線階段

FRMS 實施之正式上線階段係在第二階段（試行）成功並經主管機關確認達到可接受安全績效後，正式核准系統運作並全面導入營運；此階段標誌著疲勞風險管理系統由驗證機制轉為正式之安全管理制度，並透過建立持續監督計畫納入例行監理框架，以確保其安全績效之長期維持與持續改善。

#### (四)、持續改善階段



Integrated steps undertaken by SPs (grey) and States (blue) in the implementation of an FRMS

圖十七、持續改善階段

FRMS 實施之持續改善階段係於系統正式導入後，透過納入例行監理程序及運用安全保證機制進行持續監測與績效評估，以維持並提升系統效能；此外，任何 FRMS 適用範圍之擴展，則須重新提出安全論證並再試行，確保其安全水準持續符合主管機關要求，並促進主管機關與業者之雙向持續改善機制。

訓練教材中所附 FRMS 成熟度評估表係用於評估系統實施進展與成熟度之重要工具，其適用於從差距分析、試行驗證至持續監督等各階段，並透過「合規與績效」及「卓越與最佳實務」雙重面向評估架構，全面檢視疲勞風險管理系統之有效性與發展程度，為主管機關與業者提供一致性之評估基準與持續改善依據。

#### 肆、心得與建議

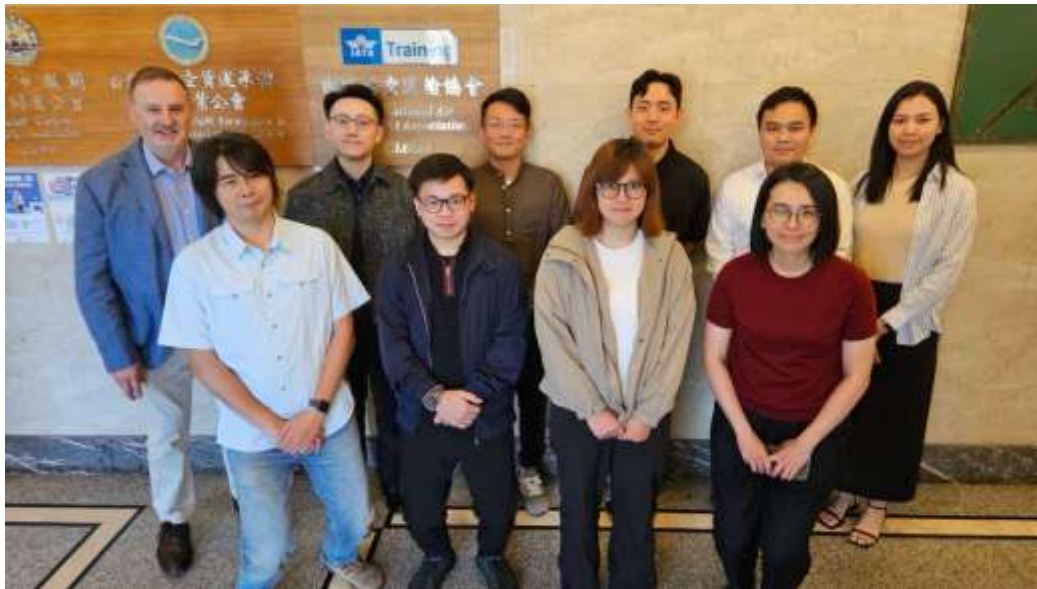
本次參與疲勞風險管理系統 (FRMS) 訓練課程後，對疲勞議題有更全面且深入的理解。課程從睡眠科學、生理時鐘、長時間清醒、晝夜節律低谷期 (WOCL)、工作負荷及作息安排等基礎概念切入，使學員了解疲勞並非單純的個人精神狀態或自我管理問題，而是一項可能直接影響作業安全的人因風險；其中也清楚體認到，真正能有效緩解疲勞的核心方式仍是充足且品質良好的睡眠。透過課程中對 1999 年美國航空 1420 班機事故的討論，更能理解即使組員完全符合工時法規，高強度工作負荷、天候壓力、操作情境及組織因素仍可能持續累積疲勞風險，顯示單靠法規限制執勤時間，無法涵蓋所有實際作業型態與風險細節。因此，疲勞管理不能僅止於規範性作法或法令數據的被動遵循，而應納入既有安全管理系統，以風險管理方式持續辨識、評估與控制疲勞危害。

推動 FRMS 的關鍵不只在制度設計，更在於組織文化的成熟度。疲勞風險若缺乏有效通報，就很難被正確辨識；而有效通報的前提，則是建立公正文化與可信任的溝通環境，使第一線人員願意如實反映實際勤務中的疲勞狀況、計畫與實際執勤之落差，以及法規未能涵蓋的操作風險。尤其在亞洲文化中，基於避免造成他人困擾、擔心被貼標籤或影響考核等因素，疲勞通報的推動可能面臨更多限制，因此需要長期透過管理階層支持、教育訓練及制度設計逐步改變組織文化。同時，FRMS 也必須重視在地化與作業環境差異，不能只是機械式移植國際規範，而應考量各單位的氣候條件、基礎設施、排班型態、人力資源及社會文化背景，發展符合自身需求的疲勞管理模式。

以機場管理單位為例，疲勞管理的關注面向與航空公司有所不同。除機場公司本身空側值班人員外，機場空側作業中受機場管理規範的地勤、維修、航務、保全、施工與其他外包或駐場單位人員，其疲勞狀態也可能影響地面作業安全。這些人員常有輪班、夜間勤務、清晨勤務及不規則作息等工作型態，容易出現睡眠不足、生理時鐘失調與注意力下降等情形。然而，目前多數空側作業人員並無類似飛航組員的專門執勤時數規範，主要仍以勞動基準法作為最低管理標準；且相關人員所屬單位未必由機場公司直接管理，使機場端在制度權責與實際介入範圍上存在限制。這也顯示，若未來機場管理單位要推動疲勞風險管理，應先從教

育訓練、疲勞危害辨識、疲勞通報蒐集、地面安全事件關聯分析，以及與各駐場單位建立合作機制等面向逐步推進。

綜合而言，本次課程最大的收穫，是理解疲勞管理應建立在「科學知識、風險管理、數據分析與公正文化」四項基礎之上。建議各航空相關單位在符合法規最低要求的前提下，將疲勞風險納入既有安全管理系統，透過 FSAG（疲勞安全行動小組）或類似機制，持續分析排班計畫與實際執勤差異、疲勞通報趨勢、特定勤務型態及高風險作業情境，作為人力配置、勤務設計與風險控制措施調整之依據。唯有將組織文化、數據監測與在地實務緊密結合，才能補足單純法規管理的不足，並在合規基礎上建立更具彈性與韌性的疲勞防禦機制，進一步提升整體飛航與地面作業安全。



圖十八、講師與學員合照

# 伍、 附錄



## Certificate of Completion



This is to certify that

**WEI-LUN HSU**

born on Jan 13, has successfully Passed with Distinction the IATA Classroom course

**Fatigue Risk Management Systems (FRMS)**

Course duration: Apr 27, 2026 to Apr 29, 2026

Location: Taipei City, Chinese Taipei

Course Instructor: Mike Hutchinson

Willie Walsh  
Director General, IATA



## Certificate of Completion



This is to certify that

**han yu chen**

born on Dec 30, has successfully Passed with Distinction the IATA Classroom course

**Fatigue Risk Management Systems (FRMS)**

Course duration: Apr 27, 2026 to Apr 29, 2026

Location: Taipei City, Chinese Taipei

Course Instructor: Mike Hutchinson

Willie Walsh  
Director General, IATA





# Certificate of Completion



This is to certify that

## CHANG-MING CHEN

born on Mar 2, has successfully Passed with Distinction the IATA Classroom course

### Fatigue Risk Management Systems (FRMS)

Course duration: Apr 27, 2026 to Apr 29, 2026

Location: Taipei City, Chinese Taipei

Course Instructor: Mike Hutchinson

Willie Walsh  
Director General IATA



# Certificate of Completion



This is to certify that

## Douglas Lee

born on Sep 28, has successfully Passed with Distinction the IATA Classroom course

### Fatigue Risk Management Systems (FRMS)

Course duration: Apr 27, 2026 to Apr 29, 2026

Location: Taipei City, Chinese Taipei

Course Instructor: Mike Hutchinson

Willie Walsh  
Director General IATA





# Certificate of Completion



This is to certify that

**Liwen Hsiao**

born on May 8, has successfully Passed with Distinction the IATA Classroom course

**Fatigue Risk Management Systems (FRMS)**

Course duration: Apr 27, 2026 to Apr 29, 2026

Location: Taipei City, Chinese Taipei

Course Instructor: Mike Hutchinson

Willie Walsh  
Director General IATA



# Certificate of Completion



This is to certify that

**CHUAN-TING LIU**

born on Oct 10, has successfully Passed with Distinction the IATA Classroom course

**Fatigue Risk Management Systems (FRMS)**

Course duration: Apr 27, 2026 to Apr 29, 2026

Location: Taipei City, Chinese Taipei

Course Instructor: Mike Hutchinson

Willie Walsh  
Director General IATA

