

出國報告（出國類別：開會）

參加「國際疲勞風險管理研討會」

## 出國報告

服務機關：飛航安全調查委員會

姓名職務：鄭永安／副飛安調查官

楊啟良／工程師

派赴國家：大陸地區

出國期間：民國 107 年 11 月 7 日至 11 月 10 日

報告日期：民國 108 年 1 月 17 日

## 目次

壹、目的

貳、過程

參、心得

肆、建議

## 壹、目的

本會為執行「精進飛安與科技研析」計畫之「建立民航人員疲勞風險評估分析」項目，業於民國 106 年採購由英商疲勞風險管理科技有限公司 (Fatigue Risk Management Science Limited Company, FRMSc) 開發之軟體，並逐步建立我國疲勞風險評估與分析能量，現已應用於事故調查之中。

FRMSc 公司每年定期主辦旨揭研討會，提供各國軟體使用者資訊交流平台，相互學習經驗並共享使用心得。本會執行計劃人員擬藉由參與該活動之機會，蒐集相關資訊，研擬精進策略，以期提昇應用成效。

## 貳、過程

### 1. 行程

本屆研討會於大陸地區廣州市舉行，日期為民國 107 年 11 月 8 日至 9 日，行程共計 4 日，詳如下表所示。

月	日	起訖地點	行程紀要
11	7	台北－廣州	起程
11	8-9	廣州	研討會
11	10	廣州－台北	返程

### 2. 參與人員

本次研討會共計有來自世界各地之百餘位人員出席，與會者背景包括民航運輸業者之航務部門或安全部門、學術研究機構、各地區飛行員協會、民航主管機關及事故調查機關等，研討會情形如圖 2.1 所示。



圖 2.1 研討會情形

### 3. 議程

本次研討會為期二日，詳細之議程表如下所示。

**Day 1 –8<sup>th</sup> November 2018 at China Hotel, Guangzhou, China.**

**09:00** 1. Welcome. **Douglas Mellor**. FRMSc Limited, United Kingdom

**09:15** 2. Fatigue Management and Mitigation. **Captain Li Ke**. China Southern Airlines

**10:00** 3. Fatigue management inside of prescriptive limits using FRMS principles.  
**Nina McGrath** Manager, FRMS Cathay Pacific Hong Kong

**10:30** 4. Fatigue Investigation Experiences **Danny Cheng**. Associate Aviation Safety  
Investigator, Aviation Safety Council, Taiwan

**11:00** BREAK

**11:30:** 5. Panel Session – exploring high levels of exposure to fatigue in scheduling.  
Moderator **Dr Barbara Stone**. FRMSc Limited

**12:00** 6. Review of the fatigue risk survey in ATC and Pilots and our future work.  
**Li Tong PhD**. Associate Professor and SMS Consultant

**12:30** LUNCH

**14:00** 7. Panel discussion: What differentiates good from bad pairings:  
**Captain Darrell Myers**, President Luxembourg Pilots' Union and  
**Captain George Karambilas**, Pilot Representative FSAG Cargolux Airlines

**14:30** 8. Operational and human performance fatigue data and how that data can be used  
in the management of fatigue risk. **Jesus Rubio** Director, Data and Digital Content, IATA

**15:00** 9. Working toward an FRMS in Helicopter Operations in Australia  
**Captain Matt Shrimpton** FRMS Manager, HNZ Group, Australia

**15:30** BREAK

**16:00** 10. Risk and Management of 2 pilot crew on red eye flights.  
**Captain Yang Ku**. China Southern Airlines

**16:30** 11. FRMS Approach at Sun Express Germany,  
**Markus Kauth**, Pilot & FRMS Manager, SunExpress Germany

**17:00** FINISH

**19:30 Networking Dinner**. A networking dinner has been arranged at the hotel and is  
included in the conference package for all delegates.

**Day 2 – 9<sup>th</sup> November 2018**

**09:00** 12. Welcome back. **Douglas Mellor**. FRMSc Limited, UK.

**09:15** 13. Challenges in regulating fatigue within Denmark  
**Mads Eklund** Chief Inspector and Cabin Safety CAA Denmark

**10:00** 14. Fundamental research for implementation of FRMS in China. **Ruishan Sun**.  
Professor, Executive Deputy Director of National Key Laboratory of Air Traffic Operation  
Safety Technology; Director of Research Institute of Civil Aviation Safety at Civil Aviation  
University of China

**10:30** **BREAK**

**11:00** 15. The interface between fatigue and human performance  
**Ms Kathryn Jones**. Human Factors. UK Civil Aviation Authority

**11:30** 16. Coping with fatigue. **Captain Darrell Myers**, President Luxembourg Pilots' Union

**12:30** **FINISH AND LUNCH**

**14:00** **FRMS Forum Annual General Meeting**

# 參、心得

會議心得與重點擇要整理如下：

## 1. 疲勞風險管理系統論壇

「疲勞風險管理系統論壇 (FRMS Forum)」係由全球航空公司、監理機關、疲勞相關學者組成之會員制團體每年度舉辦之常態性大型研討會，主要針對民航業界疲勞管理發展所遭遇之問題、技術發展及運作經驗等議題進行交流。

FRMS Forum 起始於 2009 年，其後每年舉辦 1 至 2 次；2018 年與中國民航飛行員協會合辦，地點位於大陸地區廣州市。

本會於 2018 年首度參加此研討會，主要目的係為瞭解國際民航業界推動疲勞管理所面臨之課題、解決之道及應考慮因素。我國中華航空公司飛航組員派遣部與醫務室亦派 4 員參加此次研討會。

本會飛安組鄭永安副飛安官於本次研討會中發表「疲勞調查經驗分享 (Fatigue investigation experiences sharing)」英語簡報，內容分為 4 個部分，分述如下：

- (1) 疲勞潛在原因討論；
- (2) 飛安會疲勞調查指引介紹；
- (3) 疲勞調查架構；
- (4) 復興航空 GE222 飛航事故疲勞因素調查案例分享。

簡報結束後，包括：紐西蘭大學 Philippa Gander 教授、日本 ANA 航空疲勞風險管理主管、日本飛行員協會會員、盧森堡飛行員協會貨運代表、泰國民航局標準組代表、香港快運航空安全管理部經理、中國民航管理學院李彤博士及大陸地區民航醫學中心航空體檢醫師楊劍先生…等人，皆對本會疲勞調查指引及復興航空 GE222 飛航事故疲勞調查案例深感興趣，希望本會能分享相關資訊，並表達未來相互交流之意願。

## 2. 大陸地區疲勞管理概況

本次研討會中，來自中國民航飛行員協會的多位民航駕駛員代表，及來自中國民航大學的多位教授，分別針對大陸地區相關法規、實務運作經驗與研究成果發表疲勞管理相關簡報，依據其簡報內容分為下列三點進行介紹：

- (1) 大陸地區最新之大型民用航空運輸業航空公司飛航駕駛員飛時與休時法規，係訂定於「大型飛機公共航空運輸承運人運行合格審定規則 (CCAR-121-R5)」第 P 章－機組成員值勤期間限制、飛行時間限制和休息要求。

第五版法規係於 2017 年 9 月 30 日發布，同年 10 月 10 日起實施，提供之緩衝期最多為 5 年。亦即大陸地區民航總局將依各航空公司規模大小，給予不同程度之緩衝期，例如規模最大之中國南方航空公司可獲得較長之緩衝期，緩衝期間第四版與第五版皆是有效法規，亦即當航空公司尚未準備好執行第五版法規時，仍可依據第四版法規進行飛航組員派遣。

第五版法規之特色在於，最大飛行時間與最大飛行值勤期間可能會因為報到時間、飛行航段數、休息設備等級之不同而有所差異，主要是將生理時鐘、工作負荷及睡眠品質等疲勞可能因素納入法規進行管理，詳如表 3-1、3-2 與 3-3 所示。

表 3-1 大陸地區標準飛航組員最大飛行時間限制

報到時間	最大飛行時間(小時)
00:00—04:59	8
05:00—19:59	9
20:00—23:59	8

加強飛航組員（3 位飛航組員）派遣最大飛行時間限制為 13 小時；雙飛航組員（4 位飛航組員）派遣最大飛行時間限制為 17 小時。

表 3-2 大陸地區標準飛航組員最大飛行值勤期間限制

報到時間	根據航段數量確定的飛行機組成員 最大飛行值勤期(小時)			
	1 至 4 个 航段	5 个航段	6 个航段	7 个航段 或以上
00:00—04:59	12	11	10	9
05:00—11:59	14	13	12	11
12:00—23:59	13	12	11	10

表 3-3 大陸地區擴編飛行機組最大飛行值勤期間限制



报到时间	根据休息设施和飞行员数量确定的 最大飞行值勤期(小时)					
	1 级休息设施		2 级休息设施		3 级休息设施	
	3 名 飞行员	4 名 飞行员	3 名 飞行员	4 名 飞行员	3 名 飞行员	4 名 飞行员
00:00—23:59	18	20	17	19	16	18

- 1 級休息設施係指：獨立於駕駛艙與客艙，可平躺之鋪面或平面，機組成員可控制光線與溫度，不受打擾與噪音之環境。
- 2 級休息設施係指：飛機客艙內之座位，可平躺或接近平躺，可利用隔幕與乘客分隔，並能夠遮蔽光線與降低噪音。
- 3 級休息設施係指：飛機客艙內或駕駛艙之座位，最少可斜躺 40 度，並可提供腳部支撐。

另外，第五版法規規定，任一日曆年之飛行時間限制為 900 小時；任一日曆月之飛行時間限制為 100 小時；任何連續 7 個日曆日之最大飛行值勤期間限制為 60 小時；任一日曆月最大飛行值勤期間限制為 210 小時。

大陸地區民航總局目前尚未訂定 FRMS 法規，尚未同意民航業者針對特許之航線或任務以 FRMS 取代飛時與休時法規；此部分我國民航局亦同。

- (2) 大陸地區航空公司尚未使用疲勞生物數學模式對飛航組員班表進行疲勞程度分析，預測式疲勞管理機制尚未普及；我國籍航空公司包括：華航、台灣虎航、長榮與立榮皆已導入疲勞生物數學模式。

另外，大陸地區之飛航事故調查仍著重於飛時與休息之法規符合性檢查，鮮少針對飛航組員疲勞進行深入之系統性調查，並缺乏具體之調查流程與方法；因此，中國民航管理學院與大陸地區民航醫學中心與會代表皆對本會所發展，可提供調查員系統性疲勞調查之指引與工具深感興趣，希望未來能對此進行技術交流；再者，本會於復興航空 GE222 飛航事故調查中，深入探討飛航組員短缺、營運與機隊擴張以及高層主管之不安全決策…等組織與管理議題，亦讓大陸地區與會代表留下深刻印象。

整體而言，我國民航業界較大陸地區民航業界重視疲勞管理，並願意積極導入系統性管理方法。

- (3) 大陸地區於飛航組員與管制員之疲勞研究領域，較我國更具計畫性。中國民航管理學院於 2012 年起即展開一系列疲勞研究計畫，包括：飛航組員與管制員之疲勞研究調查、疲勞評估方法與工具開發，以及疲勞風險預測模式建構

等，並有初步成果。

中國民航管理學院李彤博士建議，航空業者推動疲勞管理可依序採取以下 4 個階段：

- i. 執行線上人員疲勞研究調查：除可藉此讓線上人員瞭解組織對疲勞管理之重視，亦可藉由研究調查掌握組織人員疲勞程度、疲勞徵候、疲勞影響等，作為後續管理之基礎；
- ii. 分析組員班表疲勞風險：識別高疲勞風險之排班類型、出現頻率、時機與可能原因等，作為後續改善與發展疲勞管理安全績效指標之參考；
- iii. 發展疲勞管理安全績效指標：依據前述階段之結果，開始發展相關安全績效指標，以持續監控組織疲勞風險與相關管理措施之有效性；
- iv. 制定組織整體性疲勞管理政策與規劃資源，以長期推動疲勞管理。

另外，由中國民航大學負責運作之大陸地區國家層級飛安自願報告系統-SCASS，針對疲勞議題設計專用表單，用以蒐集飛航組員疲勞相關報告；並建置疲勞風險管理資訊網站，提供民航從業人員相關知識與安全資訊。

### 3. 疲勞風險管理系統建置經驗分享

國際航空運輸協會（IATA）、國際民航組織（ICAO）與國際飛行員協會（IFALPA）於 2015 年共同發布民用航空運輸業航空公司疲勞管理指引第 2 版（Fatigue Management Guide for Airline Operators）；國際民航組織另於 2016 年發布編號 9966 之疲勞監理手冊第 2 版（Manual for Oversight of Fatigue Management Approaches）。上述兩項文件可作為監理機關發展疲勞管理法規與相關監理機制之參考，以及航空公司建置疲勞管理機制所需的理論知識、系統架構、建置程序與疲勞管理工具。

然而，推動疲勞管理之過程中，仍有許多實務上遭遇的狀況需要理解與克服，這也是 FRMS Forum 設立之目的。本次有三家航空業者分享疲勞風險管理系統建置經驗，分別是經營國際民用航空運輸之香港國泰航空、經營直升機離岸載客業務之澳洲 HNZ 航空以及經營歐洲／亞洲／北非地區客貨運航線之土耳其 Sun Express 航空。

香港國泰航空乃是以遵行飛時與休時相關規定為前提下，應用 FRMS 之原則與方法，以強化其民航駕駛員之疲勞管理，其經驗適用於我國民航業者。澳洲 HNZ 與土耳其 Sun Express 則是因應營運需求，積極推動針對特定營運任務或航線發展 FRMS，並爭取獲得監理機關之核准後，以維持同等或更高水準之安全績效下，取代現行飛時與休時相關法規限度，目前我國民航法規尚未開放此一做法。

上述三家航空業者實際推動 FRMS 之過程中，不約而同皆強調以下三項重點：

- (1) 業者應針對營運現況進行分析，瞭解自身營運特性與主要的疲勞危害型態，並設法緩解。

營運特性通常與飛航組員疲勞息息相關，例如：紅眼航班之比例、連續紅眼航班次數、超過 10 小時飛航執勤期間之派遣比例或連續早班之比例等。

業者亦可藉由大規模之內部飛航駕駛員疲勞調查研究 (fatigue survey)，瞭解飛航組員普遍性睡眠品質與睡眠量、疲勞程度、疲勞徵候以及疲勞影響等。

(2) 內／外部研討與溝通之重要性，包括：

- 瞭解發展 FRMS 之技術需求，通常需要外部專家協助，例如：澳洲 HNZ 航空尋求紐西蘭大學協助；
- 說服監理機關接受藉由 FRMS 取代飛時與休時法規之需求，並應瞭解監理機關所訂定之 FRMS 建置流程；
- 評估推動 FRMS 所需之財務成本與效益，例如：可藉由建置 FRMS 說服保險公司降低保險費用；藉由強化疲勞管理增加公司對外招募之吸引力，藉此招募高素質飛航駕駛員；藉由降低飛航駕駛員流動率，降低訓練成本。
- 說服財務單位或高層主管，使其充分瞭解並接受推動 FRMS 之高成本效益；
- 說服飛航組員排班相關人員，並提供疲勞相關知識，使其有能力並願意共同建置 FRMS；
- 說服飛航駕駛員接受以 FRMS 取代現行法規，願意投入並配合 FRMS 之建置。

(3) 疲勞管理初訓與複訓之重要性，包括：第一線飛航駕駛員、排班人員、管理者、營運決策者與作業風險管理人員及疲勞安全行動小組 (FSAG) 成員等，皆須依據各自疲勞管理職責接受相關訓練。各類人員適合之訓練內容詳圖 3-1 所示。

Prescriptive Approach	FRMS
<b>Target Group: Individual operational personnel</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• The scientific principles that underpin fatigue management.</li> <li>• Individual responsibilities and those of the Service Provider, for managing fatigue.</li> <li>• Causes and consequences of fatigue in the operation(s) in which they work.</li> <li>• How to identify fatigue in themselves and others.</li> <li>• How to use fatigue reporting systems, including how to report that they are too fatigued to undertake safety-critical duties.</li> <li>• Personal strategies that they can use to improve their sleep at home and to minimize their own fatigue risk, and that of others, while they are on duty.</li> <li>• Sleep disorders and their treatment, where to seek help if needed, and any requirements relating to fitness for duty.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• An overview of the FRMS structure and how it works in the Service Provider's organization, including the concepts of shared responsibility and encouraging effective reporting.</li> <li>• Their responsibilities and those of the Service Provider, in the FRMS.</li> <li>• The scientific principles that underpin FRMS.</li> <li>• Causes and consequences of fatigue in the operation(s) in which they work.</li> <li>• FRM processes in which they play a vital role, particularly in the use of fatigue reporting systems and implementing mitigations.</li> <li>• The importance of accurate fatigue data (both subjective and objective).</li> <li>• How to identify fatigue in themselves and others.</li> <li>• Personal strategies that they can use to improve their sleep at home and to minimize their own fatigue risk, and that of others, while they are on duty.</li> <li>• Sleep disorders and their treatment, where to seek help if needed, and any requirements relating to fitness for duty.</li> </ul>
<b>Target Group: Personnel involved in schedule (roster) design and management</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• The scientific principles that underpin fatigue management.</li> <li>• How scheduling affects sleep opportunities and can disrupt the circadian biological clock cycle, the fatigue risk that this creates, and how it can be mitigated through scheduling.</li> <li>• Use and limitations of any scheduling tools and bio-mathematical models or other algorithms that may be used to predict an individual's fatigue across a schedule/roster.</li> <li>• How to identify fatigue in themselves and others.</li> <li>• How fatigue reports are generated and analysed.</li> <li>• Personal strategies that they can use to improve their sleep at home and to minimize their own fatigue risk, and that of others, while they are at work.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• An overview of the FRMS structure and how it works in the Service Provider's organization, including the concepts of shared responsibility and encouraging effective reporting.</li> <li>• The scientific principles that underpin FRMS.</li> <li>• How scheduling affects sleep opportunities and can disrupt the circadian biological clock cycle, the fatigue risk that this creates, and how it can be mitigated through scheduling.</li> <li>• Use and limitations of any scheduling tools and bio-mathematical models or other algorithms that may be used to predict the levels of an individual's fatigue across rosters/schedules.</li> <li>• Their role in the FRMS in relation to fatigue hazard identification and risk assessment.</li> <li>• Processes and procedures for planned schedule changes, including: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ assessing the potential fatigue impact of planned changes;</li> </ul> </li> </ul>

圖 3-1 各類人員所需之疲勞管理訓練內容

Prescriptive Approach	FRMS
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ early engagement of the FSAG in the planning of changes with significant potential to increase fatigue risk; and</li> <li>○ implementing changes recommended by the FSAG.</li> <li>● How to identify fatigue in themselves and others.</li> <li>● Personal strategies that they can use to improve their sleep at home and to minimize their own fatigue risk, and that of others, while they are at work.</li> <li>● Basic information on sleep disorders and their treatment, and where to seek help if needed.</li> </ul>
<b>Target Group: Executive decision-makers and operational risk managers</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● The scientific principles that underpin fatigue management</li> <li>● An overall understanding of crew member or controller fatigue and the safety risk that it represents to the organization.</li> <li>● The responsibilities and accountabilities of different stakeholders in fatigue management, including themselves.</li> <li>● Linkages between fatigue management and other parts of the Service Provider's safety management system.</li> <li>● Regulatory requirements for fatigue management.</li> <li>● How to identify fatigue in themselves and others.</li> <li>● Personal strategies that they can use to improve their sleep at home and to minimize their own fatigue risk, and that of others, while they are at work.</li> <li>● Basic information on sleep disorders so they can make organizational decisions about how to manage affected individuals.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● An overall understanding of the scientific principles that underpin FRMS and the safety risk that fatigue represents to the organization.</li> <li>● An overview of the FRMS structure and how it works, including the concepts of shared responsibility and an effective reporting culture, and the role of the FSAG.</li> <li>● The responsibilities and accountabilities of different stakeholders in the FRMS, including themselves.</li> <li>● An overview of the types of fatigue mitigation strategies being used by the organization.</li> <li>● FRMS safety assurance metrics used by the organization.</li> <li>● Linkages between the FRMS and other parts of the Service Provider's safety management system.</li> <li>● Linkages between the FRMS and other parts of the organization, for example the scheduling department, operational sections, medical department, safety department, etc.</li> <li>● Regulatory requirements for the FRMS.</li> <li>● How to identify fatigue in themselves and others.</li> <li>● Personal strategies that they can use to improve their sleep at home and to minimize their own fatigue risk, and that of others, while they are at work.</li> <li>● Basic information on sleep disorders, their treatment, and where to seek help if needed, so they can make organizational decisions about how to manage affected individuals.</li> </ul>
<b>Target Group: FSAG members</b>	
Not Applicable	<ul style="list-style-type: none"> <li>● All FRMS components and elements.</li> <li>● The responsibilities and accountabilities of different stakeholders in the FRMS.</li> <li>● Linkages between the FRMS and other parts of the Service Provider's SMS.</li> <li>● Linkages between the FRMS and other parts of the organization, for example the scheduling department, flight operations, medical department, safety department, etc.</li> <li>● Regulatory requirements for the FRMS.</li> <li>● The scientific principles that underpin FRMS.</li> </ul>

圖 3-1 各類人員所需之疲勞管理訓練內容（續）

#### 4. 組員配對與駕駛艙控制下睡眠

本次有多位講員提及「組員配對 (crew pairing)」與「駕駛艙控制下睡眠 (controlled rest on the flight deck)」兩項疲勞因應策略，重點分述如下：

#### (1) 組員配對

若以疲勞管理的角度思考組員配對，一般可利用疲勞生物數學模式（亦即疲勞評估軟體）或人工方式檢視班表，事先評估組員於任務中可能之疲勞風險程度，以便排班時盡可能避免將高疲勞風險之飛航組員配對執行任務。

#### (2) 駕駛艙控制下睡眠

多位大陸地區飛航駕駛員於簡報時呼籲大陸民航總局，希望能開放駕駛艙控制下睡眠；目前我國民航局亦未同意此一疲勞因應方法。

英國民航局人為因素專家 Kathryn Jones 女士表示，駕駛艙控制下睡眠主要適用於標準飛航組員派遣，因駕駛員無法至客艙或臥鋪進行機上輪休，若其中一位駕駛員可於適當時機於駕駛艙中小憩，將可幫助其於關鍵飛航階段（如進場時），得以維持足夠之清醒程度。

但執行時須注意睡眠慣性之影響。所謂睡眠慣性係指人類由睡眠中清醒時，所處於一種暫時性認知能力水準不佳的狀態，此乃正常生理現象，其影響時間通常是清醒後的 30 分鐘內，最長可達 2 小時；睡眠慣性之影響尤以睡眠不足、熟睡期或生理時鐘低點清醒時最為顯著，因此如待命勤務、機上輪休後，應避免仍處於睡眠慣性影響下工作。

另外，駕駛艙控制下睡眠不應作為常態性或計畫性之疲勞管理方法，而僅作為狀況性或臨時性之因應策略。當機長瞭解與評估組員狀態，發現有非預期性疲勞時，可於高工作負荷期前之適當時機安排控制下睡眠，且持續時間應以 20 分鐘為主，不應超過 40 分鐘，以免進入深睡期後，清醒時之睡眠慣性影響擴大。

另外，航空業者應建立適當機制，要求飛航組員實施駕駛艙控制下睡眠後提報，以便公司分析使用頻率，避免飛航組員過度依賴駕駛艙控制下睡眠，因而忽視任務前之休息準備；公司亦應藉此瞭解是否存在特定因素，影響飛航組員任務前休息，因而使得組員需採取駕駛艙控制下睡眠。

理論上，駕駛艙控制下睡眠是因應非預期性疲勞的有效方法，但實務上難以被一般社會大眾所接受。如業者決定實施駕駛艙控制下睡眠，應訂定適當的執行程序指引，相關內容如圖 3-2 所示。執行時應注意避免兩位飛航組員同時睡著，可藉由客艙組員適時提醒來達成。

## APPENDIX C. PROCEDURES FOR CONTROLLED REST ON THE FLIGHT DECK

Controlled rest on the flight deck is an effective fatigue mitigation for flight crews. It should not be used as a scheduling tool, but used in conjunction with other fatigue countermeasures, as needed, in response to unanticipated fatigue experienced during operations.

- Use of controlled rest on the flight deck should result in a fatigue report to enable the FSAG or Safety Management System process (as applicable) to evaluate whether existing mitigation strategies are adequate.
- It is only intended to be used during low workload phases of flight (e.g., during cruise flight) at times when it does not interfere with required operational duties.
- It should not be used as a method for extending crew duty periods.
- Procedures for controlled rest on the flight deck should be published and included in the fatigue training programme.

The following recommended procedures are based on a survey of major air carriers. They represent considerable experience in many regions of the world and include options reflecting variations between different types of operations.

Note: This is not intended to be an all-inclusive list, nor are all of these procedures necessarily required. Each operator should work with its regulator to define appropriate procedures.

### C1. PLANNING

- Only one pilot may take controlled rest at a time in his/her seat. The harness should be used and the seat positioned to minimize unintentional interference with the controls.
- Controlled rest on the flight deck may be used at the discretion of the captain to manage both unexpected fatigue and to reduce the risk of fatigue during higher workload periods later in the flight.
- It should be clearly established who will take rest, and when it will be taken. If the captain requires it, the rest may be terminated at any time.
- The captain should define criteria for when his/her rest should be interrupted.
- Hand-over of duties and wake-up arrangements should be reviewed.
- Flight crews may only use controlled rest if they have completed the appropriate training.
- Some operators involve a third crew member (not necessarily a pilot) to monitor controlled flight deck rest. This may include a planned wake-up call, a visit to be scheduled just after the planned rest period ends, or a third crew member on the flight deck throughout controlled rest.
- Controlled rest should only be planned during the cruise period from the top of climb to 30 minutes before the planned top of descent. This is to minimize the risk of sleep inertia, and allow sufficient time for operational briefings and increasing workload prior to commencing descent.
- A short period of time should be allowed for rest preparation. This should include an operational briefing, completion of tasks in progress, and attention to any physiological needs of either crew member.
- During controlled rest, the non-resting pilot shall perform the duties of the pilot flying and the pilot monitoring, and cannot leave his/her seat for any reason, including physiological breaks.
- A sufficient period of time should be allowed following the controlled rest to overcome the effects of sleep inertia and allow for adequate briefing.

圖 3-2 駕駛艙控制下睡眠

- The planned rest period should be no longer than 40 minutes, to facilitate enhanced alertness but not detract from operations.
- Personal equipment (such as eye shades, neck supports, ear plugs, etc.) is permitted for the resting pilot.

## C2. RECOMMENDED RESTRICTIONS

- The autopilot and auto-thrust systems (if available) should be operational.
- One pilot shall be fully able to exercise control of the aircraft at all times and maintain situational awareness.
- Only one operating flight crew member may rest on the flight deck at a time.
- Both operating pilots should remain at their stations.

圖 3-2 駕駛艙控制下睡眠（續）

## 5. IATA 與 ICAO 疲勞管理安全績效指標

### IATA

IATA 於 2014 年發表疲勞管理安全績效指標指引「Fatigue Safety Performance Indicators(SPIs) : A Key Component of Proactive Fatigue Hazard Identification」，提供航空公司發展疲勞管理 SPI 之參考。多位講員皆提及此一指引，建議可參考使用。

疲勞管理 SPI 是由航空公司內部所成立之疲勞安全行動小組（Fatigue Safety Action Group, FSAG）負責設計與監控。FSAG 之職責包含：識別疲勞危害因子、風險評估、訂定疲勞緩解策略與有效性監控等。IATA 建議航空公司應發展多樣性的 SPI，以便廣泛且全面性的檢視疲勞對公司飛航作業之影響程度。

IATA 提供 SPI 類型如下：

#### (1) 組員排班（Roster Metrics）

例如：每月飛航時間總數與平均時數、每月執勤期間總數與平均時數、排班導致病假占所有班次之比例等。

#### (2) 疲勞報告（Fatigue Reporting Metrics）

航空公司可設計疲勞報告表單，提供組員於任務過程中若感到疲勞，可於任務結束後提報；公司並設計指標進行分析，例如：疲勞報告數量占全體組員人數之比例、疲勞報告中各式疲勞原因之比例、不同飛航趟次之疲勞報告比例、疲勞報告中主觀性疲勞程度評分之平均、疲勞報告中之任務前平均睡眠時數與持續清醒時間長度。

疲勞報告表單至少應包含下列項目：

- 疲勞任務前，最少 72 小時之睡眠與工作時間資料；



- 感到疲勞之時間點；
- 通勤的方式與時間長度；
- 疲勞程度主觀評估；
- 可能之疲勞原因；
- 對所遭遇疲勞狀況之開放性敘述。

(3) 主觀性疲勞調查研究 (Subjective Fatigue Survey Metrics)

藉由設計疲勞問卷並鼓勵組員填寫，可快速收集大量疲勞資料，經由統計分析技巧，識別受訪者可能的疲勞型態或需要進一步採取客觀性評估之部分。疲勞問卷可包含下列問題：

- 人口統計變項；
- 任務時主觀之疲勞程度感受或對其他組員疲勞程度之評估；
- 任務時最易感到疲勞之時機或狀況；
- 管理或緩解疲勞的方式或技巧；
- 居住地區與通勤時間或方式之相關問題；
- 睡眠或生活習慣之相關問題，例如：每日睡眠需求、運動習慣、飲食習慣等。

(4) 主觀性警覺／疲勞程度 (Subjective Alertness／Sleepiness Assessment Metrics)

有多種主觀性警覺或疲勞程度評估表單可供選擇，航空公司可針對有興趣之航線或航段，邀請組員於不同時間點快速地對自我警覺或疲勞程度進行評估，例如：報到時、下降前、報離時或每次睡眠前與睡眠後。

(5) 主觀性睡眠／清醒活動紀錄 (Subjective Sleep／Wake Diary Metrics)

主要蒐集組員睡眠習性（上床時間、睡著時間、醒來時間、下床時間等）、需求、品質、影響或干擾睡眠之因素等。

(6) 客觀性績效評估 (Objective Performance Metrics)

相較於主觀性警覺／疲勞程度評估，亦可使用客觀性績效評估方式，例如：反應力評估-PVT (Psychomotor Vigilance Test)，代表組員於評估時之警覺或疲勞程度。

(7) 客觀性睡眠／清醒活動紀錄 (Objective Sleep Metrics)

相較於主觀性睡眠／清醒作息資料蒐集，亦可使用客觀性記錄工具，例如：手腕動計（Actigraphy），以便更精準地蒐集資料。

#### (8) 疲勞模式指標（Fatigue Model Metrics）

若航空公司採用組員班表疲勞風險評估軟體，則可依據評估結果設計安全績效指標，例如：超過疲勞程度門檻值之任務比例、超過疲勞程度門檻值之航段排序等。

檢視上述指標時，航空公司應進一步考量對不同變數進行交叉分析，包括：不同機隊、不同基地、不同職務（如正駕駛員或副駕駛員）、不同營運類型（如客運或貨運）或不同航點與航線組合。

### ICAO

ICAO 於 2016 年發布編號 9966 之疲勞監理手冊第 2 版中，依據資料來源將疲勞安全績效指標分為三種類型：

#### (1) 營運安全績效指標（Operational Safety Performance Indicators）

資料來源為日常的營運資料，通常係將營運特性中可能造成疲勞的條件設為指標，例如：國內短程航線的特性中，較易造成疲勞的特性為多次起降與早班任務，因此可將每月早班且超過 4 次起降以上之任務不得超過 10%作為指標，其他範例如圖 3-3。圖 3-4 為 NASA 於 1994 年所發表之不同任務疲勞原因比較。

#### (2) 組員疲勞安全指標（Crew Fatigue Safety Performance Indicators）

資料來源係組員疲勞評估相關資料，此類資料蒐集所需之時間與成本高於日常營運資料，且較為敏感，通常是為因應某些狀況的發生，才會展開此類資料的蒐集，例如：多位組員反映某一派遣顯著疲勞、意外事件調查發現有疲勞議題或開闢新航線等，圖 3-5 為針對長程與超長程任務所設計之指標範例。

ICAO 提醒組員疲勞指標訂定應符合下列條件：

- 該指標經過科學驗證能夠用來衡量所欲評估的項目；
- 該指標相關資料蒐集過程不得對組員工作有不利影響；
- 該指標於航空業界已廣為使用，以利相互比較。

#### (3) 疲勞生物數學模式指標（Bio-mathematical Model Thresholds SPIs）

生物數學模式所預測之疲勞程度門檻值亦可作為指標，例如：每月超過 SP 值 5.0 分之航班數不得超過 5%，但要注意的是，不同的任務特性，所使用的疲勞指數門檻值亦可能不同。由於現有的疲勞生物數學模式並非專為某種特定任務或派遣之營運環境所設計，因此不能用以其取代 FRMS 之建置。

Safety Performance Indicator	Acceptable Value/Target
How often the maximum scheduled duty day (e.g., 13 hours) is exceeded	Maximum scheduled duty day will not be exceeded on more than 5% of days in any 28-d period
Number of flight duty periods ending 30 minutes later than scheduled	If report time is earlier than 05:00, flight duty period extensions of 30 minutes or more may not occur on more than 10% of days in any 28-d period
How often minimum 10-hour break is reduced	Not acceptable to operate next duty period. Acceptable on no more than 1% of flights in any 28-d period
How often duty periods end in the window of circadian low (WOCL)	For non-augmented crew, no duty period longer than 9 hours will be scheduled to end in the WOCL. Delays acceptable on no more than 1% of flights in any 28-d period
Number of pairings identified as high fatigue risk, e.g., no more than three consecutive night flights scheduled	Target - no exceptions
Number report times earlier than 06:30 on successive days	No more than 2 scheduled. Acceptable on no more than 1% of flights in any 28-d period
Number of reserve crew call-outs for fleet A at base B	Not to exceed 5% in any 28-day period

圖 3-3 營運安全績效指標

Cause of Fatigue Hazard	Type of Operations		
	Short-haul	Night Cargo	Long-haul
Restricted sleep due to short rest breaks	X		
Restricted sleep due to early duty report times	X		
Multiple high workload periods across the duty day	X		
Multiple sectors	X	X	
High density airspace	X		
Long duty days	X		X
Extended wakefulness on duty days			X
High workload during circadian low		X	X
Shorter sleep periods at wrong times in the circadian cycle		X	X
Circadian disruption (due to night work)		X	X
Split sleep patterns and short sleep episodes on layovers		X	X
Circadian disruption (due to crossing multiple time zones)			X
Circadian drift (changes in circadian pattern) following extended trips			X

圖 3-4 不同飛航任務之疲勞原因比較 (NASA 1994)

Measure	SPIs for long range and ultra-long range operations (1 flight per duty period)
sleep/wake history monitored using actigraphy and sleep diaries	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. sleep in the 24 hours prior to duty start time</li> <li>2. time awake at duty start time</li> <li>3. sleep in the 24 h prior to TOD (including in-flight sleep for augmented crews)</li> <li>4. time awake at TOD</li> </ol>
performance measured on the psychomotor vigilance task (PVT)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. pre-flight PVT performance speed</li> <li>2. PVT performance speed in the hour prior to TOD</li> </ol>
subjective fatigue rated on the 7-point Samn-Perelli crew checklist	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. pre-flight fatigue rating</li> <li>2. fatigue rating at TOD</li> </ol>
subjective sleepiness rated on the 9-point Karolinska Sleepiness Scale	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. pre-flight sleepiness rating</li> <li>2. sleepiness rating at TOD</li> </ol>

圖 3-5 組員疲勞安全績效指標

ICAO 與 IATA 疲勞安全績效指標之比較，如表 3-4 所示。

表 3-4 ICAO 與 IATA 疲勞安全績效指標之比較

ICAO	IATA
(1) 營運安全績效指標	(1) 組員排班
(2) 組員疲勞安全指標	<ol style="list-style-type: none"> <li>(2) 疲勞報告</li> <li>(3) 主觀性疲勞調查研究</li> <li>(4) 主觀性警覺／疲勞程度</li> <li>(5) 主觀性睡眠／清醒活動紀錄</li> <li>(6) 客觀性績效評估</li> <li>(7) 客觀性睡眠／清醒活動紀錄</li> </ol>
(3) 疲勞生物數學模式指標	(8) 疲勞模式指標

## 6. 整合式疲勞調查因子架構圖

整合式疲勞調查因子架構圖乃整合不同層面之疲勞因子與彼此間之關聯，如圖 3-6 所示；藉由此一架構圖，調查人員得以完整瞭解疲勞調查所應考量之因子，即各因子間之影響關係。

架構圖之中間部分顯示，疲勞調查時應檢視操作人疲勞程度、疲勞徵候與疲勞所致之不安全行為與異常事件，以及該等異常事件與事故發生之關聯等。此部分為疲勞調查之核心，需有具體證據支持操作人於事故當下存在顯著疲勞程度，並出現疲勞徵候，始能顯示操作人可能存在疲勞飛行之狀況。再者，調查人員另需評估操作人疲勞狀況與事故中不安全行為之相關性或影響性，以及該等不安全行為是否進一步導致或影響事故過程中關鍵不安全事件之發生，才能進一步評估疲勞飛行於此事故發生所占之重要性程度。

架構圖之下半部提供調查員評估操作人疲勞程度所應考量之疲勞原因，及疲勞徵候之類型。可能之疲勞原因包括：

- (1) 短期睡眠不足 (acute sleep disruption)；
- (2) 長期睡眠不足 (chronic sleep disruption)；
- (3) 持續清醒時數 (continuous wakefulness)；
- (4) 生理時鐘影響 (circadian rhythm effects)；
- (5) 睡眠障礙 (sleep disorders)；
- (6) 藥物影響、心理因素或疾病 (medical, psychological, illnesses and drugs)；
- (7) 工作負荷 (workload)。

可能之疲勞徵候包括：

- (1) 身體性徵狀 (physical symptoms)；
- (2) 認知性徵狀 (cognitive symptoms)；
- (3) 情緒性徵狀 (emotional symptoms)。

架構圖上半部顯示，調查人員應進一步檢視操作人、航空業者與監理機關應承擔之疲勞管理責任。操作人應妥適安排任務前作息，以便於任務前獲得適當睡眠並盡可能維持良好生心理狀態，當有疲勞徵狀時應及時反應，並於任務過程中適時使用疲勞識別與緩解策略。航空業者應實施適當疲勞預防、緩解與風險確保等管理機制，並檢視排班、營運需求、訓練需求與人力資源等可能衍生之疲勞危害。監理機關則應訂定並維持適當的疲勞管理法規，提供業者疲勞管理指引，並監理業者之管理成效等。

針對航空業者之疲勞管理機制說明如下：

(1) 排班作業

- 分析班表是否存在不易獲得足夠且有品質睡眠之風險因子，例如：班表臨時變動性高或未能及早提供給組員、逆時鐘方向輪班、班與班之間休息期間不足等；
- 分析是否存在其他排班相關風險因子，如：過度加班、不當換班；
- 可使用疲勞風險分析評估軟體協助檢視。

(2) 疲勞預防

- 檢視組員疲勞管理訓練內容之完整與適當性；
- 檢視是否提供且許可組員使用疲勞因應對策，如：運動設施、小睡設施、食物與飲品等；
- 檢視工作輪調之適當性與任務中小憩之提供與有效性。

(3) 疲勞緩解

- 檢視業者如何有效協助組員識別疲勞，包含相關工具之提供或機制之建置與運作；
- 檢視組員疲勞主動報告與後續疲勞緩解機制運作狀況。

(4) 疲勞風險確保

- 評估是否有適當的機制檢視班表，以識別出潛藏之疲勞危害；
- 檢視是否適當地保存組員疲勞原因相關報告與分析；
- 檢視業者內部飛安事件是否有效調查疲勞相關議題。

圖 3-7 則進一步強調，當航空業者之人力供給難以滿足營運與訓練需求時，將容易出現高疲勞風險之排班。因此，當調查人員發現航空業者出現高疲勞風險班表時，應考慮進一步蒐集組員人力、營運與訓練需求相關資料，以便評估其對於組員排班之影響。

組員人力相關資料如下：

- 機隊理想之人／機比例；
- 機隊理想之正駕駛員／副駕駛員比例；
- 每月實際之正駕駛員／副駕駛員人數；
- 每月實際之飛機數量等。

營運與訓練需求相關資料如下：

- 每月營運班次數；
- 每月訓練次數；
- 每月機隊平均飛行時數；
- 每月單日最高飛行趟次。

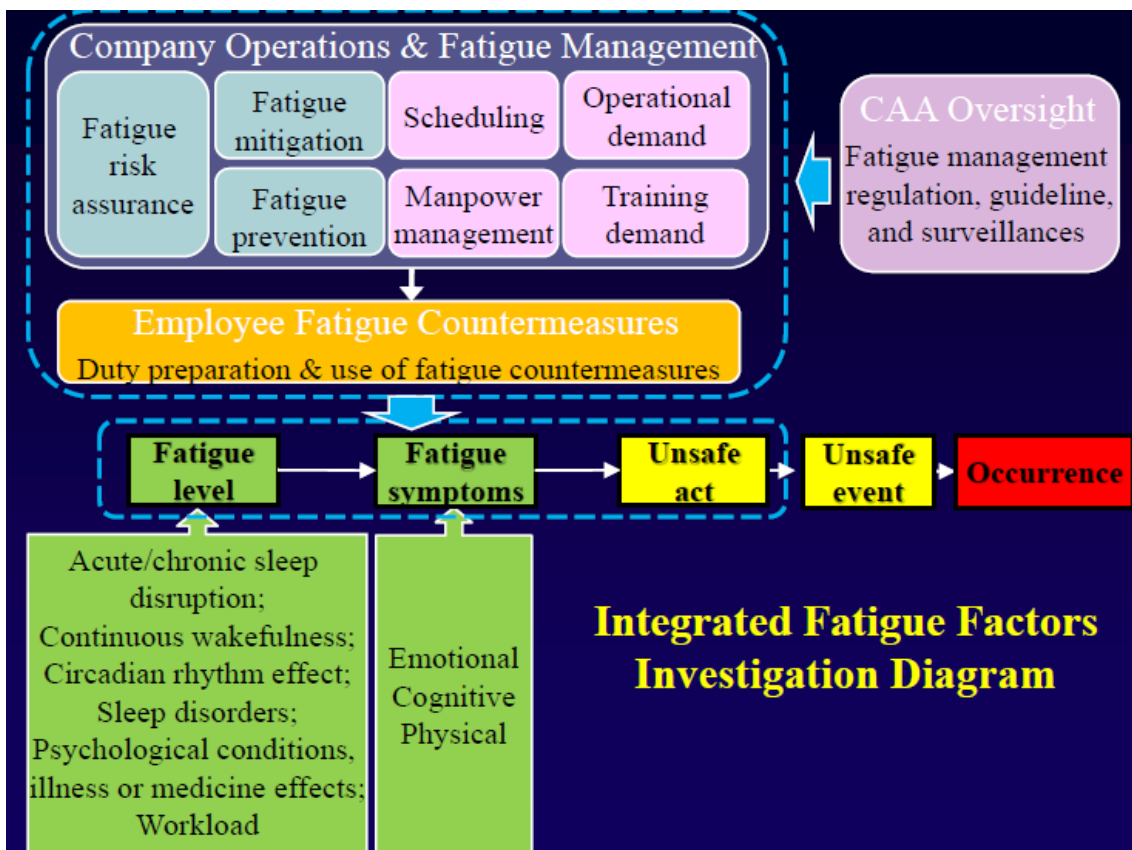


圖 3-6 整合式疲勞調查因子架構圖

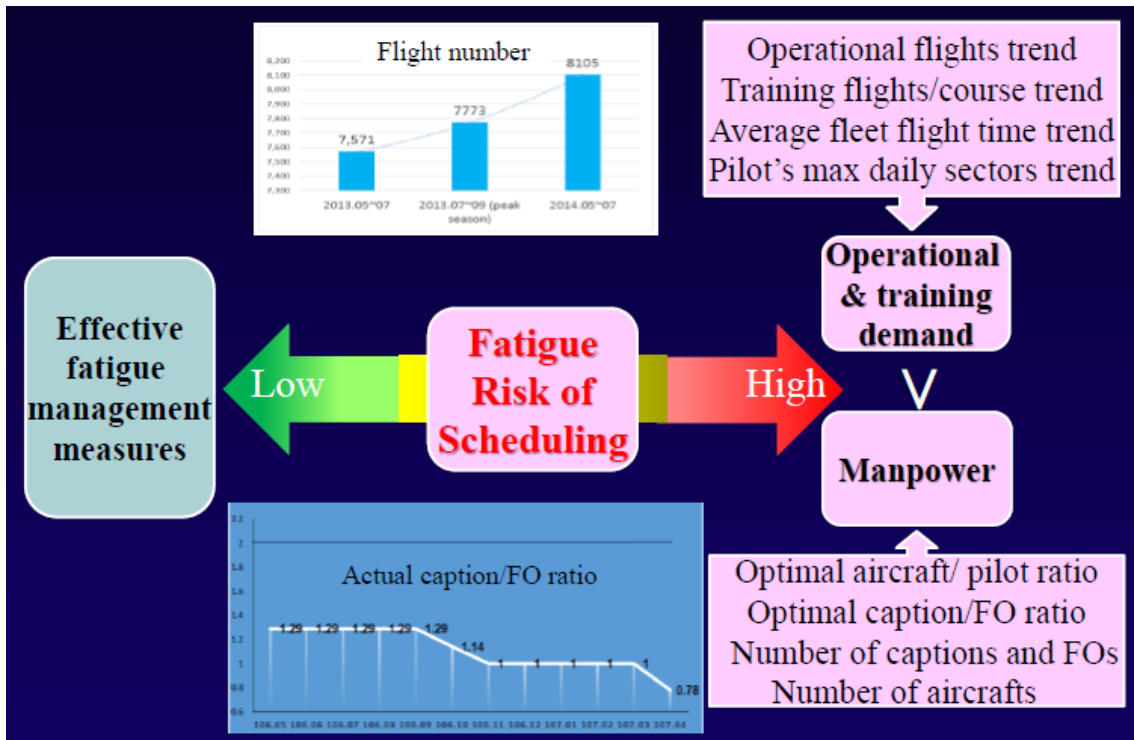


圖 3-7 營運與訓練需求、及飛航組員人力資源供給之比較示意圖



## 肆、建議

1. 依據本次研討會所獲資料與心得，更新本會疲勞調查指引。
2. 持續參與國內外疲勞研討會，學習他人經驗並分享自身心得，藉以提昇本會疲勞調查能量。
3. 持續執行疲勞相關研究，並掌握我國民航業者對於疲勞風險管理系統之發展進度、疲勞風險分析評估軟體之使用狀況，以及民航局對疲勞風險管理系統之相關法制化進度與監理作為。