

出國報告（出國類別：考察）

區域發展與飛航流量管理 之相關研究

服務機關：民用航空局飛航服務總臺

姓名職稱：么煥昇 主任管制員

派赴國家：比利時 英國 荷蘭 德國及盧森堡

出國期間：112年5月1日至112年9月3日

報告日期：112年10月24日

摘要

飛航服務總臺於 2021 年底成立飛航流量發展小組，並於次年 10 月成立飛航流量發展辦公室，開始進行飛航流量管理(Air Traffic Flow Management ,ATFM)系統開發及作業推廣，為取得飛航流量管理的相關知識及經驗，透過此計畫考察比利時歐洲飛航網絡管理作業中心(Network Manager Operation Center, NMOC)、馬斯垂克高高度區域管制中心(Maastricht Upper Altitude Center, MUAC)、英國飛航服務總部(National Air Traffic Services, NATS)及德國飛航管制公司(Deutsche Flugsicherung GmbH, DFS)等機構，由於歐洲已擁有 30 多年飛航流量管理作業經驗，透過此次考察，深入瞭解歐洲飛航流量管理作業，從資訊數據收集及分析、ATFM 作業流程、系統架構到實際單位間合作模式，利用歐洲流量管制作業方式及經驗，從中找出適合本區 ATFM 發展的方向及模式，這次計畫將有助我國設計飛航流量管理系統及完善本區 ATFM 的作業程序，並提供下一代飛航流量管理系統更清楚的發展模式及作業參考。

目 次

壹、緣起	3
貳、目的	4
參、考察過程及內容	5
一、計畫執行期間	5
二、考察及受訓單位	6
三、英國飛航服務總部(NATS)	7
四、荷蘭馬斯垂克高高度區域管制中心(MUAC)	22
五、比利時歐洲飛航網絡管理作業中心(NMOC)	44
六、德國航空管制蘭根區管中心(Deutsche Flugsicherung GmbH- Langen ACC)	89
七、盧森堡航空訓練中心(Eurocontrol Aviation Learning Zone)	97
肆、心得與建議	108
一、心得	108
二、建議	117
伍、中英文名詞解釋	120

壹、緣起

國際民航組織(International Civil Aviation Organization, ICAO)從 2014 年開始在亞太區域推動飛航流量管理(Air Traffic Flow Management ,ATFM)作業，於推動的初期，亞太各國的航行量較少，對 ATFM 的需求較少，但自 2014 開始亞太區域航行量增長快速，亞洲各國陸續建置 ATFM 系統與成立 ATFM 組織，來推動相關作業，並因各國需求及地理位置的不同，推動 ATFM 的方式和進度皆有差異，也產生區域間不同 ATFM 工作小組的模式。當前亞洲較具規模的 ATFM 區域組織分為南北 2 大部份，本區北面是由日本、韓國和中國組成的東北亞地區流量管理合作小組(Northeast Asia Regional ATFM Harmonization Group, NARAHG)；南面由香港、菲律賓、新加坡、泰國、越南及馬來西亞各國成立的分散式多節點 ATFM 小組(Distributed Multi-Nodal ATFM Group)；目前本區則透過東亞飛航管制協調小組(East Asia Traffic Management Coordination Group, EATMCG)與南北 2 大組織的各會員國一同推動區域內 ATFM 作業。

總臺轄下臺北區域管制中心(Taipei Area Control Center, TACC)的飛航流量管理發展小組(下稱 ATFM 小組)於 2021 年 12 月成立，並於次年 10 月成立飛航流量發展辦公室(下稱 ATFM LAB)，致力於本區飛航流量管理相關事務發展及飛航流量系統建置，並於 2023 年完成飛航流量管理系統發展 5 年計畫，於計畫撰寫過程中，交通部於 2022 年底提供 2023 年前瞻計畫的訓練機會予所屬機關，本總臺有幸得到此次考察歐洲飛航流量管理機構的機會，出訪前也獲得民用航空局(下稱民航局)副局長的指導，由於我國非 ICAO 成員，無正式管道可聯繫歐洲的各飛航管制單位，整個計畫要特別感謝總臺黃總臺長與長官們的大力支持及國際飛航管制員協會亞太區執行副主席陳妍君持續不斷的協助及協調，許多的細部聯繫非想像中簡單，就以英國飛航服務總部(National Air traffic Services ,NATS)為例，ATFM 小組恰好於

執行此計畫前，前往新加坡並透過副主席陳妍君認識民航服務組織(The Civil Air Navigation Services Organization,CANSO) 亞太區主席 Poh Theen Soh 先生，透過他的牽線，才得以進入英國 NATS 考察相關 ATFM，整個計畫是由一大群人的團隊合作才能完成，感謝過程中所有默默給予指導與協助的長官、單位及個人。

貳、目的

ATFM 的宗旨是利用 ATFM 系統預測區域內航行量，配合空域容量評估，透過供需平衡的作法，即時調節航情，使優化航路效率及空域席位安全達到最佳的平衡狀態。

為優化本區民航服務及安全，總臺於 2021 年 12 月成立 ATFM 小組後，便著手進行飛航流量管理系統(Air Traffic Flow Management System,ATFMS)研發及作業發展。由於目前階段由總臺自行研發 ATFMS，同時間去瞭解亞洲各國對 ATFM 作業的需求及進展，此外本區正規劃下一代航管系統，研發 ATFMS 正好讓我們知道銜接下一代系統時 ATFMS 的實際需求，故眼前最需要的是吸收他國 ATFM 實務經驗、創建 ATFMS 的知識、設計的邏輯、ATFM 組織的架構及人力運用等相關資訊，可說此專案來的真是恰到好處。

目前總臺成立的 ATFM 小組成員皆是臺北區域管制中心(TACC)長期參與鄰區協調談判的管制員，與各國在航管及 ATFM 人員皆有較多的接觸，且自 2020 年以來，本區已與鄰近各國開始飛航流量管理的試作，因此對於 ATFMS 應具備的功能、ATFM 區域作業需求及適合本區 ATFM 作業程序等已有相當程度的瞭解，但為了更深入理解實務上各國間的作業模式，期盼透過此次的歐洲飛航流量機構的考察，能讓本區更進一步的吸收歐洲豐富的實戰作業經驗並近距離觀察歐洲使用多年的 ATFMS，作業面希望瞭解歐洲的 ATFM

作業流程、席位配置及單位間溝通協調的方式，系統面則盼此機會得知 ATFMS 的人機介面設計理念、資訊數據串流方式及資料庫資訊分析等知識，最終目的使本區 ATFMS 發展方向更加準確且能於國際接軌，將來更有利於本區及區域間發展。

參、考察過程及內容

為了完成整個計畫，許多的會面與考察機會都是依據考察及訓練單位安排的時間來配合完成，為了讓整體報告能有好的閱讀性，並不會依據考察的時間依序地報告考察內容，而是以閱讀者較容易理解歐洲 ATFM 的作業角度而撰寫，除了知道各歐洲單位的基本資料外，也能快速的瞭解歐洲及英國等國如何實行 ATFM 作業、如何透過 ATFMS 的數據資訊、使用方式及分析功能來建構整個歐洲區域的作業模式，此報告將一步步讓閱讀者能瞭解歐洲實際的 ATFM 運作及系統功能。

一、計畫執行期間：2023 年 5 月 1 日至 2023 年 9 月 3 日。

日期	主要任務	駐留地
2023.5.1	飛抵英國	倫敦
2023.5.2-5.13	至盧森堡訓練中心確認課程，研讀課程內容並參加 ATFCM 課程	盧森堡
2023.5.14-5.19	拜會 NATS(英國航管單位)官員，洽談 NATS 考察事宜	倫敦

2023.5.20-5.31	考察歐洲流量管理中心	布魯塞爾
2023.6.1-6.11	考察德國航空管制蘭根區域管制中心	法蘭克福
2023.6.12-6.20	整理考察相關資訊，並準備馬斯垂克高高度區域管制中心考察資料	盧森堡
2023.6.21-6.27	考察馬斯垂克高高度區域管制中心	馬斯垂克
2023.6.28-7.27	考察英國 NATS(英國航管單位)。	倫敦
2023.7.28-8.9	整理考察相關資訊，著手撰寫專案報告，預習盧森堡訓練課程	法蘭克福
2023.8.10-8.30	整理考察相關資訊、參加 Operational Airspace Management 課程	盧森堡
2023.8.31	結束 Operational Airspace Management 課程抵達比利時	布魯塞爾
2023.9.1	由布魯塞爾回倫敦	倫敦
2023.9.2-9.3	飛抵臺灣	飛機

二、考察及受訓單位：

- (一)、英國飛航服務總部(National Air Traffic Services, NATS)
- (二)、荷蘭馬斯垂克高高度區域管制中心(Maastricht Upper Area Control Centre, MUAC)
- (三)、比利時歐洲飛航網絡管理作業中心(Network Manager Operations Center, NMOC)

(四)、德國航空管制蘭根區域管制中心(Deutsche Flugsicherung GmbH-Langen ACC)

(五)、盧森堡航空訓練中心(Eurocontrol Aviation Learning Zone, ALZ)

三、英國飛航服務總部(NATS)

(一)簡介：

這次考察主要是透過 NATS 國際合作關係項目主管 Alex Rickards(如圖 1 中)的協助及帶領，才能在 NATS 總部內部及考察英國 ATFM 相關的項目，NATS 總部位於英國倫敦西南方 Whiteley，作業單位則設置距總部車程約 10 分鐘的 Swanwick，從倫敦搭火車時間需 2 個多小時才能抵達總部(如圖 2)。

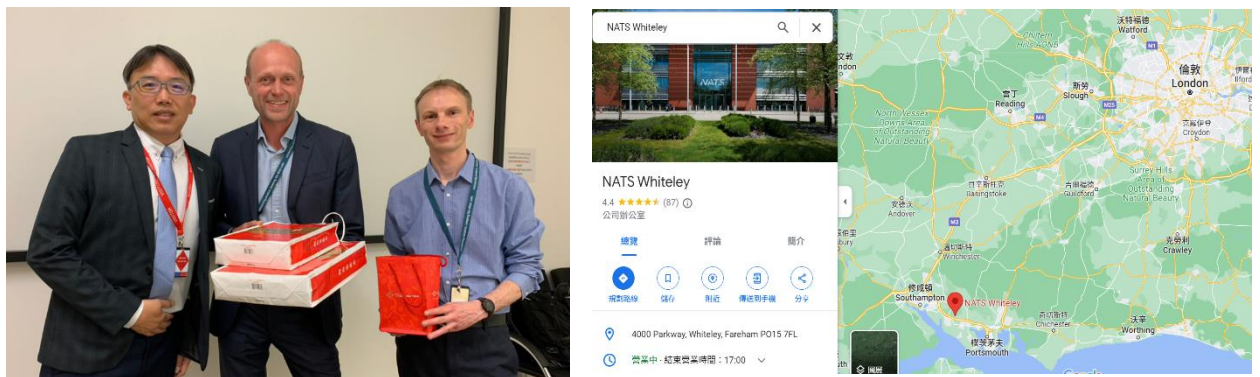


圖 1、與 Alex Rickards 和 NATS 員工的合照 圖 2、NATS 總部 Whiteley 位置圖

NATS 是英國領先的空中交通管制服務提供者。在 Covid 之前，NATS 每年管制將近 250 萬次飛行，讓 2.5 億名乘客在英國和北大西洋地區旅行。這是個相關龐大的數字，除了英國的管制服務之外，NATS 也向國外客戶提供航空交通服務的設計及諮詢，提供服務的對象包括機場、航空公司、航空交通服務提供者及政府。目前在歐洲、中東、北美和亞洲的部分地區都有 NATS 的足跡。

NATS 是英國主要的航管公司，提供了 London Heathrow 等 15 家機場及英國所有高高度空域的航管服務，大約有 4,227 名員工，其中包括 1,652 名飛航管制員，619 名助理管制員，780 名工程師及 1,176 名其他專長人員，其管轄的空域包括 London FIR 及 Scottish FIR，London FIR 的管制中心則為於 Swanwick Centre，至於 Scottish FIR 的管制中心則座落於蘇格蘭的 Prestwick Centre，光是 London FIR 就是整個歐洲空域的 11%，掌管歐洲 25%的航流量，再加上 Whiteley 總部，則是 NATS 所說的三大總部。除此之外還和愛爾蘭共同管轄越洋空域 Shanwick Oceanic Control Area。至於其他的航空服務及技術提供則是遍佈全世界，目前有合約的機場除了在英國以外，還在西班牙和香港等國家，提供相關機場塔臺諮詢服務。

在航管單位及平均航流量方面，Swanwick Centre 轄下有 London ACC(Area Control Center, ACC)、Terminal 中心、軍方管制中心三大管制中心，平均每天處理 4,634 架次，Prestwick Centre 轄下有 Scottish ACC、Manchester ACC 及越洋管制中心三大管制中心，平均每天處理 2,905 架次，特別是 Swanwick Centre 下有著最繁忙的都會型的機場結構，希斯洛 Heathrow 機場有 2 條跑道，平均每天需要處理 1,300 架次，幾乎是桃園國際機場的 2 倍數量，再加上倫敦附近就有 5 座機場，除了大家最熟悉的 Heathrow 機場以外，尚有 London City、Gatwick、Stansted、Luton 等 5 座機場(如圖 3)，所以他們稱倫敦擁有全世界最複雜的空域，因此他們需要更細膩的流控航情，對 ATFM 的需求大，作業包含的層面也相當廣泛。



圖 3、倫敦空域機場分布及航機軌跡圖

NATS 於 2001 年成為一個國家和私人共同經營的公司，股權 49%屬於國家、42%來自於航空相關單位、5%屬於員工、4%屬於希斯洛機場。也因為私有化的影響，他們的業務不局限於英國，反而是放眼全世界，所以他們在香港、新加坡、新德里、杜拜等都設有辦公室。

NATS 認為航班成長無限，但是航管容量卻是有限的，所以如何增加現有的容量是很重要的，所以他們盡可能的透過會議及溝通協調，去增加容量，利用協同決策(Collaborative Decision Making, CDM)的方式，和許多關係人去協調，找出更多的容量，他們有一種工具很好用，就是模擬機場運作的軟體，他們稱之 Digital Twin，他們用此軟體模擬出機場的運作，可以利用航班的真實資料去模擬現有的工作模式、分析現有資訊，然後針對各個因素去調整，模擬實境找出更多的機場容量，他們就是用這個方式去各國的機場，協助國外機場增加運作彈性、機場容量，進而增進該國旅客人數及經濟發展。

(二)ATFM 相關：

1.背景說明

介紹 ATFM 部門的 NATS 員工主要是由空域容量經理 Blain Kelly 負責，還有另一位流量網絡經理 Rupert Fisher 在旁指導，如(圖 4)，講解整個英國的 ATFM 部門運作方式、組織結構和主要目標等項目。英國的 ATFM 部門名稱叫飛航網絡作業 (Network Operations)部門，類似 Eurocontrol 的結構，可能也是脫歐的關係，他們作業相當類似歐洲 NMOC 總部的作業方式。還有一個和亞洲各情報區使用名稱上的不同是，他們都是以飛航流量及容量管理(Air Traffic Flow & Capacity Management, ATFCM)的名稱來取代 ICAO 文件中的 ATFM，在英國和之後其他歐洲的國家都是採取一樣的方式來命名，而且在考察和實際作業上都可以看到他們針對容量的調整和施力，他們都會在採取流量限制前，先針對自己的容量做調整，真的不行時，才會使用流量管理的方式來限制航機，難怪他們將容量的因子加入 ATFM，而改稱之為 ATFCM，可謂是當之無愧，在後續的介紹中會看到更詳細的解釋。

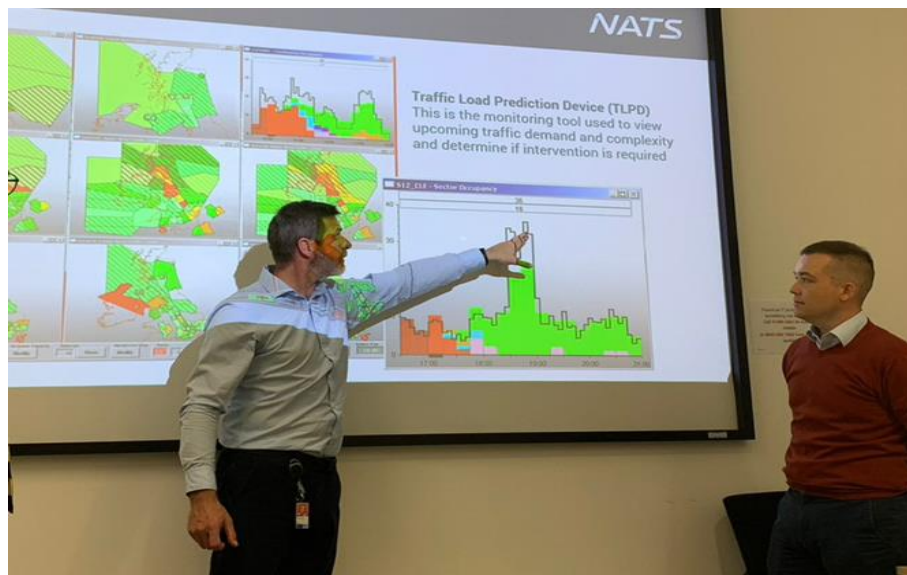


圖 4、ATFM 部門員工 Blain Kelly 右、Rupert Fisher 左

2.組織架構

組織分為 4 大部門：

- (1)策略計畫部門：有 1 位飛航網絡發展經理帶領 5 位專員及 1 位飛航網絡計畫執行主管帶領 4 位策略及戰術前經理。
- (2)空域管理及飛航網絡執行部門：有 1 位經理帶領 2 位專員。
- (3)戰術及戰術前流量管理部門：有 1 位經理帶領 8 位空域容量經理及 10 位飛航網絡作業專員。
- (4)作業後分析部門：有 1 位飛航網絡表現及改進經理帶領 5 位資深的飛航網絡作業執行專員。

3.ATFCM 作業流程

他們把 ATFCM 作業分成 4 個階段，由不同的人員執行，歐洲國家和英國都是照著下列的架構來進行作業，4 個階段分別是(如圖 5)：

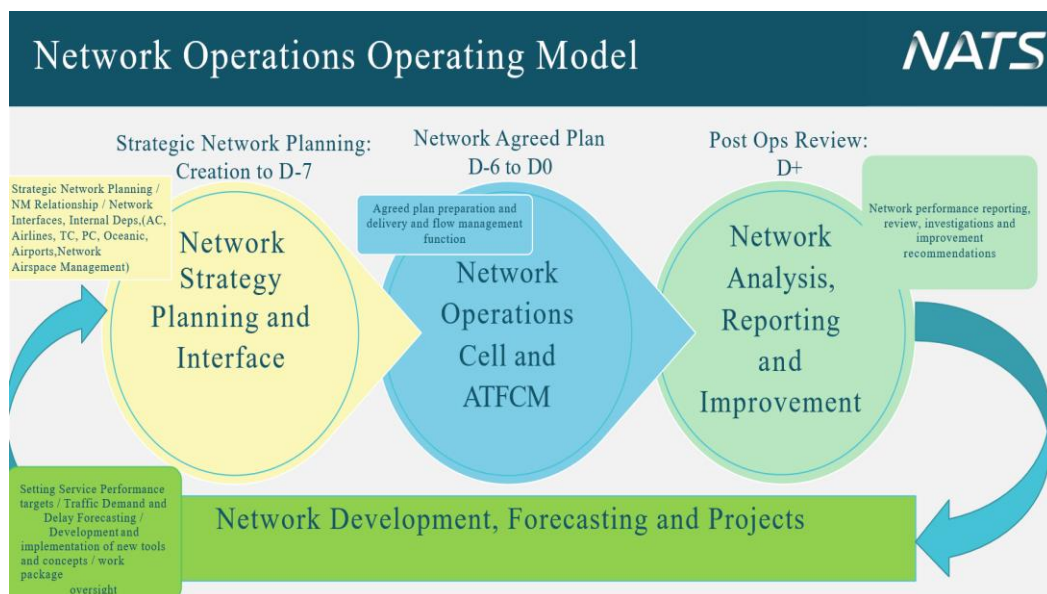


圖 5、ATFCM 作業流程

(1)策略規劃階段(Strategic Planning Phase)：一年前到作業日前 7 天(某些大計畫甚至早於一年前就開始)

策略階段的同仁主要是事前的收集資料研究，並確認重大的事件，並依照整體飛航網絡制定的大方向發展計畫及預測來做基底，然後分析許多因素及事件，如空域改變、更換系統、國定假日、機場容量、人力變動或軍方演訓時，他們都會調出一、二年前的航情資訊來分析事件發生時會有多少的航情、相關的影響因子、當時使用的流控方式、當日或是相關時間的日誌(LOG)及事後分析報告等留存的資料，當作策略制定時的背景資料，針對過去的軌跡來規劃未來，例如某些航空公司航班過於密集、機場的容量降低太多或是軍方演訓影響的空域大小，也會找尋增加容量的方式，如增加管制員、席位或機場增加停機坪，跑道等，都會在這個階段統整。在執行時主要分成二個階段，一是中期到長期階段，主要是處理較複雜且需要長時間規劃的作業計畫及預測；二是中期到短期階段，主要是延續上個階段計畫，配合實際面的作業支援，將此階段的計畫更具體化的呈現後，交至戰術前階段。這個階段處理的事情較為大方向的規劃及預測，雖然處理時間長，但生成的產品需要收集很多資料才能完成，例如 2 年或 5 年的飛航網絡計畫書等，需要大量的資訊和人力才能完成此階段的作業。英國在此階段與歐洲其他各國稍微不同的是策略規劃階段所制定的是每季計畫(Seasonal Plan)，但是在 NMOC 制定的則是飛航網絡作業計畫(Network Operation Plan, NOP)。

(2)戰術前階段(Pre-Tactical Phase)：作業前 6 日到前 1 日

此階段的同仁主要的工作是持續的規劃並開始較細部的溝通協調，從策略階段部門拿到相關的資料後，繼續優化策略計畫，在作業前 6 日會得到 Eurocontrol NMOC

提供的航情更新資料，分析 DCB 後找出需要事先協調的單位，透過 CDM 來協調內部各個 ACC 的 FMP、外部單位如航空公司及 NMOC 等。此時目標則依流量及容量平衡的方式，依操作單位最好的表現來滿足客戶的需求，此階段在 D-2 或 D-1 時內部部門會完成飛航流量及容量每日計畫(ATFCM Daily Plan, ADP)，透過飛航流量及容量管理通報訊息(ATFCM Notification Message, ANM)發送給內部單位，至於 NMOC 對外則會在 D-1 時完成最初飛航網絡計畫(Initial Network Plan, INP)，配合 NMOC 提供的 NOP 網頁(如圖 6)於作業前 1 天或當日與外部單位溝通及分享訊息，由於 NOP 網頁的資訊較多，容後於 Eurocontrol 的章節再行詳細解說。最終的 ADP 及 INP 再轉交於戰術階段的同仁，此時如果覺得 ADP 仍有機會讓席位或單位承受風險，就會和內部單位會談讓內部單位瞭解風險所在，再商討有無需要額外的措施可達流量及容量的平衡。

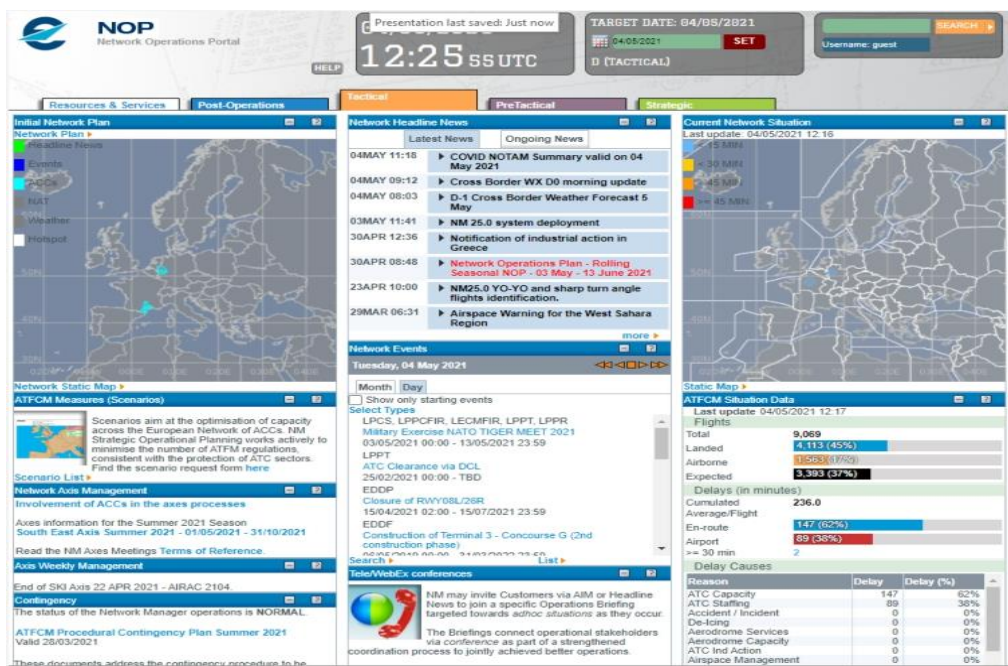


圖 6, 飛航網絡作業計畫網頁(Network Operations Plan Portal)

(3)戰術階段(Tactical Phase)：作業當日

戰術階段時，ADP 和 INP 就會交給第一線的同儕，他們統稱這個位置叫流量管理席位(Flow Management Position, FMP)，此席位會找尋當日的最適方案，當天可能會發生一些額外的狀況，如火山爆發、設備問題、人員短少等預期的狀況，FMP 就得處理，至於平日在 FMP 席位觀察到的實際作業做法是，FMP 會觀察每小時甚至每個繁忙席位每分鐘的航行量，透過系統的航行量預測工具(Traffic Load Prediction Device, TLPD)，(如圖 7)。

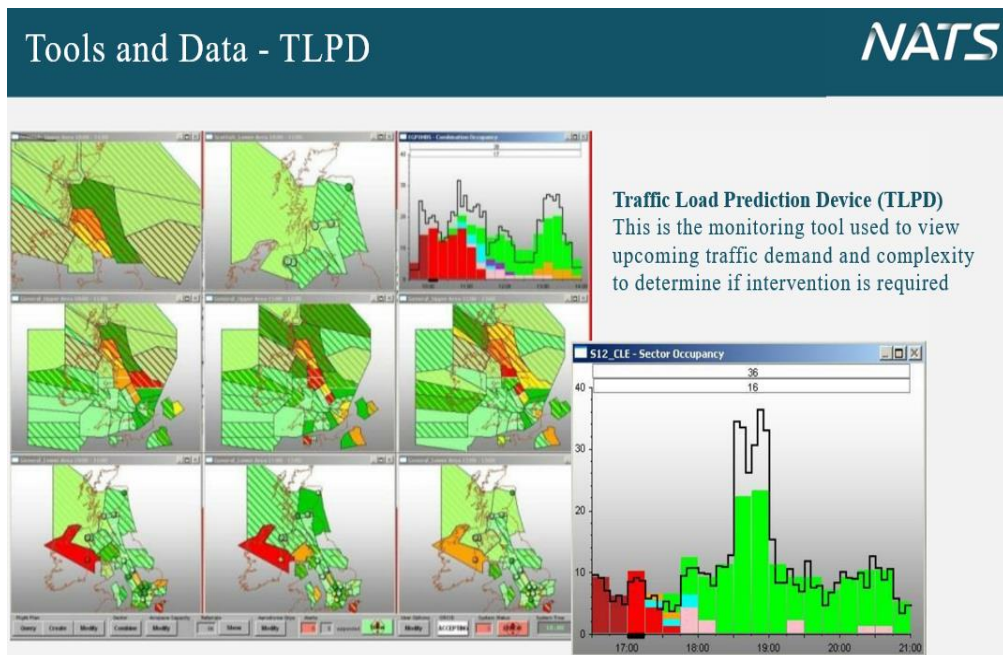


圖 7、航行量預測工具(Traffic Load Prediction Device, TLPD)

雖然有點不可思議，但英國和歐洲的系統就是可以看到每個席位每分鐘的航行量和相關航情的資料，FMP 可以先行判斷高航行量的複雜程度，有時雖然航行量很高，但都是相互不影響的航情，FMP 也可能選擇什麼都不做，如果真需要做干預，通常 FMP 會先和當班督導討論，有沒有增加席位容量的方式，如商借軍方空域，改

航路等方式，如果都沒有，才考慮開席位來處理複雜的航情，如果開席位仍承受不住高航行量時，才會考慮流管措施，此時就會連絡塔臺限制起飛的流量或是協調 NMOC 來執行相關 ATFCM 措施。至於 NATS 針對 FMP 的流量容量平衡(Demand and Capacity Balance, DCB) 作業的做法邏輯於下(如圖 8)。

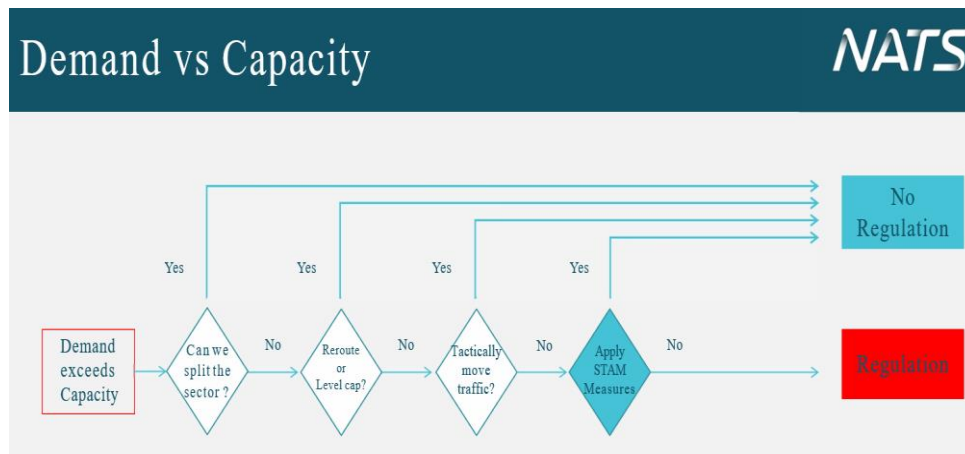


圖 8、FMP 的 DCB 做法流程

(4)作業後分析階段(Post Operation Analysis Phase, POA)：作業後 1 天

首先會由作業部門針對事先規劃的策略及戰術前計畫來審視當天的作業是否滿足需求，並依回饋的意見做為下一次類似事件的參考，此階段會去看分析後的計畫是否符合實際的表現，如果沒有符合預期，會找出原因來改正，以利下次的作業，利用這樣的循環來持續優化 ATFCM 作業。

除了上述四個階段的專門部門及席位外，在 NATS 還配備著一個配合運作的空域管理及飛航網絡管理執行部門(Airspace Management & Network Interface)，配合上述的組織架構說明即可清楚的瞭解，此部門人員處理相關空域管理及飛航網絡中需要對外協調時的事務。

就 NATS 的四個階段來比較本區的做法，本區僅就第三階段著墨較多，也較有作業經驗，策略及戰術前的 2 個階段多半是靠民航局及總臺長官、單位主管及席位督導的經驗來判斷及預防，是本區可多加研究及討論是否有增加人力及單位來增加航空作業穩定性及安全性。

4.其他考察內容補充

(1)延伸性到場管理措施(Extended Arrival Management, XMAN)

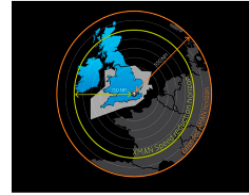
這是一個突破性的觀念及做法，也代表歐洲各國的作業有比較高的整合度及共識，目前本區使用的是 Thales ATMS Eurocat 的到場管理系統，基本作業的原理是在航機即將進入本區的空域之前，由系統提供到場的順序及必須延遲的時間。透過航路管制及終端管制單位的協同作業，減少終端空域的壓力，讓到場航機作業順暢；也就是利用自己的飛航情報區的空域進行到場航機的空速調整或是進行引導，來消耗掉“必須延遲的時間”，以桃園機場的到場而言，本區的空域來說大致上是 200-360 海浬這個距離。

XMAN 的方式是由英國與其他鄰近各國達成協議，將這個範圍擴大到 550 海浬，由於航機還不在英國的空域，操作的方式也很簡單，就是在 Heathrow/Gatwick 機場 DCB 失衡時，需要對航機做速度的調控時，讓境外且距離 Heathrow/Gatwick 機場 550 海浬範圍內的航機，一律減速 0.04 馬赫。

這個方法雖不精準但效果顯著，Heathrow/Gatwick 機場到場航機因此程序，在法國中部或德國西北的空域就可以開始速度調整，大幅減少在空停留的時間。Heathrow/Gatwick 機場分別從 2015、2019 年即執行此措施，效果相當顯著(如圖 9)

Extended arrivals management (XMAN):

- Transfers some excess delay away from holding stacks into more fuel-efficient en route and descent phases by asking neighbouring ANSPs to slow down aircraft when excess arrival delay predicted
- Deployed at Heathrow in 2015 and Gatwick in 2019
- Pre-Covid benefits: Heathrow - saves 8000 tonnes fuel and reduces stack holding by 132,000 mins; Gatwick – saves 1200 tonnes fuel and 27,000 minutes



XMAN HMI:

- NATS is required to support overseas airport XMAN procedures
- We currently support Paris CDG by procedure
- Technical solution planned for deployment in 2024 to support Paris CDG, Dublin, Amsterdam and Brussels



NATS Private

圖 9、XMAN 的做法及效果說明

NATS 亦會反向協助巴黎等機場，進行 XMAN 作業程序，在 2024 年 NATS 會支援法國巴黎機場、愛爾蘭都柏林機場、荷蘭阿姆斯特丹機場及比利時布魯塞爾機場等。以往我們與鄰區的作業協定裡沒有這樣的程序，這樣的協調程序在東亞似乎存在可行的機會，因為進行一致的速度調整肯定比建立每分鐘一架的流管措施來得容易實施，所以被鄰區接受的可能性是比較高的。唯就流管實施者而言，幾分鐘一架肯定是更有利的工具，所以 XMAN 可視為較柔性的操作手法，但仍具備相當價值，可跟鄰區進行討論推廣此一做法。

(2)到場串流(Arrival Streaming)

第二個做法是 SESAR 推廣的到場串流(如圖 10)，SESAR 是歐洲單一天空空管研究(Single European Sky ATM Research, SESAR)，SESAR 扮演的角色，主要在發展新一代航管系統，並為下一個 30 年提供安全流暢的航空運輸而努力的單位。

SESAR Arrival Streaming:

- Objectives:
 - Preserve or increase linear holding fuel saving (current XMAN)
 - *And also* to stream arrivals (debunch) to improve numbers of aircraft that can fly a continuous descent from cruise to TMA, and also to facilitate route merging in the TMA
- Used an industrial prototype (Frequentis Orthogon)
- Results: fuel savings delivered by current XMAN preserved and arrival bunches reduced by 40%
- *But:* still not mature enough to progress to deployment; further R&D required



圖 10、SESAR 的到場串流

SESAR 推廣的方案，事實上美國也有這項機制，而且做得更精細，Arrival Streaming 一部分除了做到 XMAN 的功能，達到省油及管制上紓緩密集的到場問題外，也解決多條到場 flow 交會衝突的問題，但此做法仍需時間研究，尚未在歐洲執行。

作法是類似發給航機某一航點的計算後過點時間(Calculated Time Over, CTO)，指定不同的時間讓航機錯過衝突，可減少航管處理衝突及採取措施建立前後到場隔離的需要，自動讓多條到場的航路，因 CTO 的派發而變成單一的串流，最完美的模式甚至可以讓到場航機依自己喜好的下降模式，自行決定下降時機，降低航管干預且更加環保省油。

不過這種機制能在美國出現或是未來在歐洲出現，是建立在單一天空的共同作業機制下，在東亞或東南亞目前是不具備這個條件，不過之前在區域內有討論過多重計算後起飛時間(Calculated Take Off Time, CTOT)或是 CTO 的議題，類似 Arrival Streaming 的議題，未來仍會被討論到，只是時間的問題。

(3)到場時間隔離(Time-Based Separation, TBS)

這是一項有效提升進場效率、又能確保進場隔離安全的工具，其基本概念是以時間隔離來取代距離隔離，因為同樣的前後距離會因為風向風速的因素，影響到實際飛行的時間，造成容量的高低波動，特別是在頂風的進場狀況，會大大減損到場容量。

這項工具提供視覺的標記(Guidance)，進場管制員依據這個動態的標記位置，引導及調整航機速度，讓航機的位置與標記相同或不超前，就能保持安全的進場前後隔離，就好像是把飛機帶到座位上坐好，前後隔離已經由系統幫管制員算好了，跟著系統指引管飛機就好。

系統是依據航機機尾亂流的等級，當時的風向風速，系統自動產出兩個標記間的距離，所以距離間隔不是固定的，這項工具特別是在頂風的進場狀況下，可有效地提升進場的效率，這項工具於 2018 年開始在 Heathrow 機場使用，在如此進場效率已經是非常高的機場，利用這項工具後，還可以每小時增加 4 個進場架次，實屬不易，後續該功能亦會運用於倫敦 Gatwick 機場。

此工具經過實際證明能有效改善到場容量，且符合安全的輔助工具，其參數如果是可以依據區域差異進行調整，是值得考慮引進使用。(如圖 11)

Heathrow Pairwise Time-Based Separation



Heathrow Baseline:

- Enhanced TBS (deployed 2018)
- Increases resilience in strong head winds
- Additional 4 movements per hour compared with no TBS, saving 90,000 minutes holding and 15,000 tonnes of fuel per annum
- Uses RECAT EU wake vortex categories, Optimised Runway Delivery (deceleration profile inside 4nm) and Runway Occupancy Time

Pairwise TBS:

- R&D Simulation: a further 2 movements per hour are possible
- Simulation using Intelligent Approach industrialised prototype - Mar 23
- Uses pairwise wake vortex categories (over 100 aircraft types) and runway occupancy time
- Accounts for vortex, runway occupancy and minimum radar separation



圖 11、Heathrow 機場的到場時間隔離

除提升到場容量外，此工具應可直接消除管制員管制能力差異的效果，因為 TBS 的標記並不會考慮管制員能力的差異，管制員就是不間斷地去引導飛機去符合螢幕上的標記，所以管制員的能力會被自然地激發，而能力不足的管制員可以容易被識別，管制員能力評估也變得很容易，這是第二個好處；由於這個工具直接消除管制員管制能力差異，到場容量的表現就會相當穩定，漸漸符合系統預算的到場容量，這是第三個好處。

後續在 Gatwick 機場在 2024 的前半年及 2025 年還會陸續推出進階版和優化版的 TBS 模式供管制員使用，預計可以為 Gatwick 機場增加每小時最多到 4 個的到場容量(如圖 12)。在此可以看的出來，NATS 在硬體無法短期擴充的情況下，則會盡可能的利用現用的環境去改進做法來增加機場的到場容量，為了將來持續增加的到場航班做準備，他們會認為主要機場的跑道容量會對當地經濟有正面的效果，所以持續的研究和增加跑道容量是值得投資的項目。

Gatwick Mixed Mode TBS – Advanced Mixed Mode and Optimised Mixed Mode

NATS

Advanced Mixed Mode (AMM):

- Due in service first half of 2024
- Aircraft separated using a time value based upon wind, RECAT-EU wake vortex categories and arrival aircraft runway occupancy times to calculate the required standard departure gap
- Expected to improve the landing rate by up to 1-2 movements per hour

Optimised Mixed Mode (OMM):

- Due in service in 2025
- Replaces use of a 'standard' departure gap with a gap based upon runway occupancy time of the departing aircraft
- Requires exchange of data between the Tower and Approach Electronic Flight Progress Strips systems
- Expected to improve the landing rate by up to 2 further movements/hr

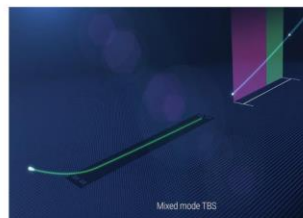


圖 12、Gatwick 機場 TBS 的未來發展

總結一下在 NATS 收到的簡報，以其運營資料來看，他們的操作績效是無庸置疑的，其發展的工具及程序也是實用性高，他們會有持續創新除了作業需求外，其總公司令人羨慕的工作環境，也的確容易發展出這樣的文化。

NATS 除提供航管服務外，亦提供各 ANSP 各式各樣的改進及諮詢服務，也許民航局或總臺可視需求，諮詢其相關的服務。

四、荷蘭馬斯垂克高高度區域管制中心(MUAC)

(一)簡介：

荷蘭馬斯垂克高高度區域管制中心(Maastricht Upper Area Control Centre, MUAC)位於荷蘭東南部馬斯垂克(如圖 13)，中心的位置是在德國亞琛機場旁，此處屬於荷蘭、德國和比利時交界的地方，也造就 MUAC 的一個特殊的存在，MUAC 是一家國際非營利性空中導航服務提供者，替四個國家在高高度的空域營運空管服務，四國指的是比利

時、德國、盧森堡和荷蘭。主要是在高高度空域（從飛航空層 245 到飛航空層 660）提供多國民用和軍用空中導航服務。

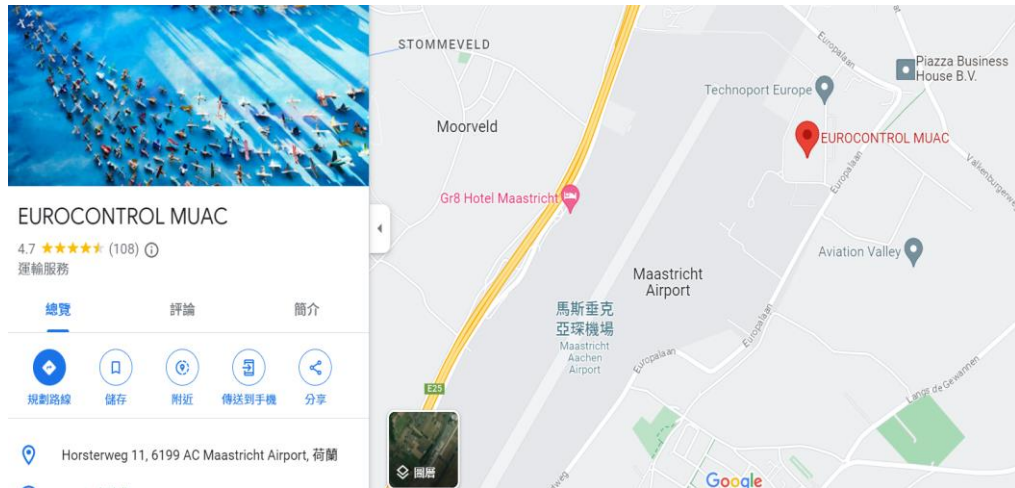


圖 13、MUAC 的地理位置

此次的 MUAC 考察訪問，主要是由航管協會 EVP-Frederic Deleau(如圖 14、右)的協助完成，期間還有作業單位主管 Niels Lokman(如圖 14、左)和作業容量主管 Roel Huurdeman 幫我快速瞭解 MUAC 的組織架構、運作模式、人力運用以及實務的 ATFCM 作業等。

MUAC 開始於 1960 年代，當時由於大眾旅遊和商務旅行，航空旅行開始變得非常流行。MUAC 的建立是泛歐願景的一部分，即在整個歐洲大陸建立共同的航管設施，以確保以共同願景且更有效的方式提供飛航管制服務，以滿足繁榮的航空業需求。所需要的是一個超越國界又可相互通聯的控制系統，這便是邁向單一歐洲天空目標的第一步。

從 1986 年 11 月 MUAC 才正式的根據 Eurocontrol 的航管服務和設施協定，在馬斯垂克的高高度空域提供航管服務。設立是為確定四個國家（比利時、德國、盧森堡和荷蘭）在與 MUAC 空中交通服務營運有關的共同立場來提供決策。Eurocontrol 已將日常運營責任委託給 MUAC 主任，可以四個國家各自保留自己的監管許可權，這也在 Niels 的解說中，聽得出推動政策時的難處。



圖 14、左 Niels Lokman、右 Frederic Deleau

至於空域的取得也是一步一步才變成現在的組成，1964 年 Eurocontrol 常設委員會正式決定在荷蘭領土上建立第一個國際管制設施。同年 3 月，布魯塞爾高高度情報區 (FL195 以上)此空域包含比利時和盧森堡的高高度空域也交由 Eurocontrol 負責，當時是在布魯塞爾機場的一個臨時設施中作業。MUAC 於 1974 年由於 Eurocontrol 得到德國所托，在漢諾威高高度情報區提供空中交通服務。1975 年，德國西北部的軍事飛行也開始由德國空軍進入 MUAC 的空域中。這代表著軍民合用的空中交通服務就此展開，後

續空中服務便高速的成長，MUAC 也漸漸變成歐洲最為繁忙的空域之一，因此他們自豪地說著他們在很多地方都是領先於其他國家，1980 年系統採用短期衝突警報(Short Term Conflict Alert, STCA)功能; 1992 年，電子管制條取代紙本管制條; 1995 年，啟動 Eurocontrol 空中/地面數據鏈試驗的初步測試，開啟了管制員/機師資料鏈結通訊 (Controller-Pilot Data Link Communications, CPDLC)的發展等，一直到 2017 年 MUAC 陸續加入荷蘭空軍在高高度空層的航管服務，服務範圍再擴大。

MUAC 提到 Eurocontrol 的組織架構有 6 大部門，MUAC 是其中一個，6 大部門分別是：

- 1.飛航網絡管理(Network Management)
- 2.歐洲綠色天空部門(European Green Sky)
- 3.馬斯垂克高高度管制中心(MUAC)
- 4.收費及財務部門(Central Route Charges Office & Finance)
- 5.人力資源服務部門(HR & Services)
- 6.軍民合作部門(Civil Military Cooperation)

至於 MUAC 的組織結構，因為有跨國合作和管制作業的連結，就分的更細且更複雜(如圖 15)，至於紅色框框的單位是屬於 ATFM 的單位，所以在下個章節，我們再提及各部門的工作項目。

MUAC Organisation

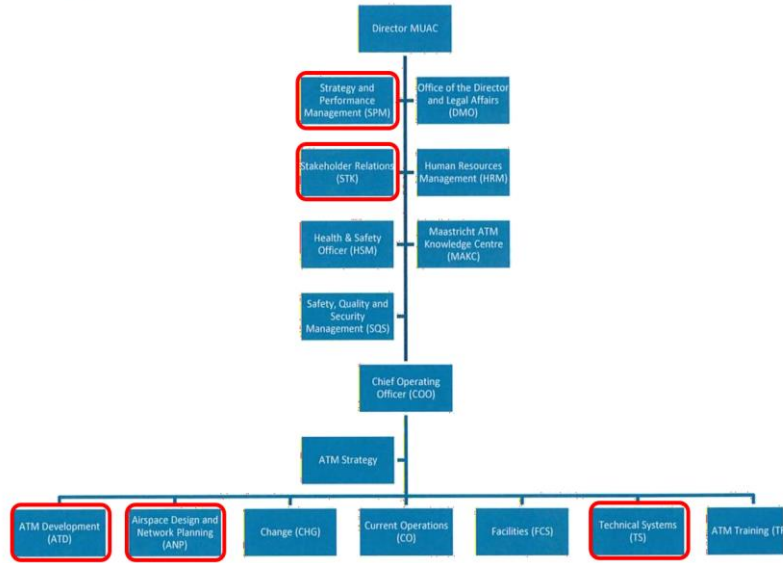


圖 15、MUAC 的組織架構

MUAC 的團隊是跨國且具備多方面人才，共計 784 位員工，其中包括來自 34 個國家的 332 位合格飛航管制員、60 位訓練中的飛航管制員、148 位工程師、149 位其他作業員工及 95 位支援及管理員工所組成(如圖 16)。

784 MUAC employees

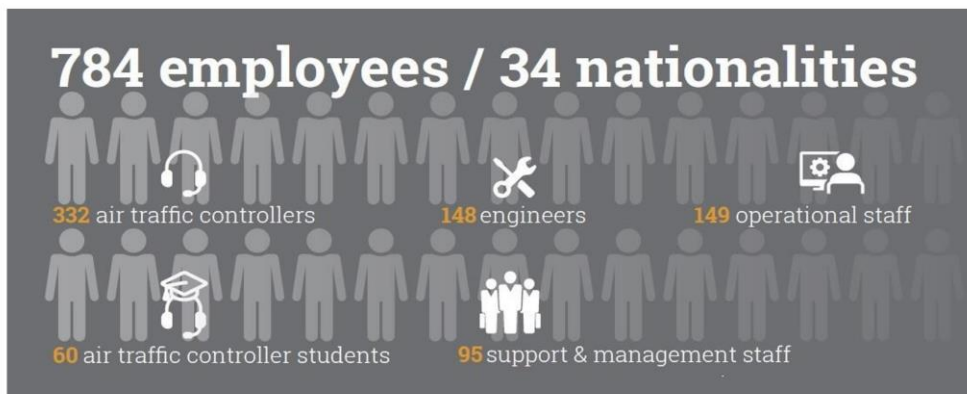


圖 16、MUAC 員工人數分布

至於 MUAC 空域是包含比利時（布魯塞爾高高度情報區）、盧森堡（布魯塞爾高高度情報區）、荷蘭（阿姆斯特丹高高度情報區）和德國西北部（漢諾威高高度情報區）等 4 大區塊，共計 21 個席位(如圖 17)，光是每日分合席位的方式就高達 100 多種的組合(如圖 18)，也造就 MUAC 在人員分配及席位運用的細膩做法，在這個地方才瞭解為何他們稱自己的模式是 ATFCM，而不僅是 ATFM，他們針對容量的控制是真的花了不少精力和時間。

至於疫情前最大航行量為當日 5,702 架次，2022 年測的最高架次為當日 5,221 架次，與臺北區管中心作比較，MUAC 大致上是我們 3 倍多的航行量，也配備了 3 倍多的管制員，另外還配備了 149 名其他作業人員及 148 名工程師，後來詢問後才知道 MUAC 雖然系統主體是使用了西班牙 Indra 的航管系統，但是買斷了技術，所以有自我維護與再開發的能力，系統操作介面是 Thales 提供，也是買斷了技術，所以這部分 MUAC 也擁有自我維護與再開發的許可及能力，也就是這個自我研發能力，讓我在考察訪問時，容量作業主管提到他們可以在創意出現時，與工程師進行討論如何改進現有系統或軟體，一段時間就可以有令人興奮的工具可以使用，他們自己有一個航管系統開發部門(ATM Development, ATD)，是專屬於 MUAC 自己的發展部門，可以發揮各式各樣的創意，除此之外，MUAC 也會用航管員來從事相關軟體設計及行政支援的事務，一樣給航管的服務時數，所以航管員會相對的願意來支援，設計出來的軟體或是作品更符合終端使用者的需求。

Flight Sectors OPS SECTORS				NM	Normal	NM	Normal
				Volume	TMV	Volume	TMV
				DFL 335		DFL 355	
Ruhr_H Ruhr_L HRL	Munster_H Munster_L HML	Solling_H Solling_L HSL	Celle_H Celle_L HCL	4.1	MASHRHR 53/60 MASHMNS 65/60 MASHSOL 62/60 MASHCEL 65/60	4.1	MASHRHR 53/60 MASHMNS 65/60 MASHSOL 62/60 MASHCEL 65/60
<i>Included in WHITE list</i>							
Ruhr_H Ruhr_L HML	Munster_H Munster_L HML	Solling_H HSH Solling_L HSL	Celle_H Celle_L HCL	4.2.3	MASHWST 60/60 MASH3EH 64/60 MASH3SL 45/60 MASH3CL 54/60	4.2.5	MASHWST 60/60 MASH3EH 64/60 MASH3SL 45/60 MASH3CL 54/60
<i>Included in WHITE list</i>							
Ruhr_H Ruhr_L HML	Munster_H Munster_L HML	Solling_H HSH Solling_L HSL	Celle_H Celle_L HCL	4.3.3	MASHWST 60/60 MASH3SH 54/60 MASH3SL 45/60 MASHCEL 65/60	4.3.5	MASHWST 60/60 MASH3SH 54/60 MASH3SL 45/60 MASHCEL 65/60
<i>Included in WHITE list</i>							
Ruhr_H Ruhr_L HRL	Munster_H HMH Munster_L HML	Solling_H Solling_L HSL	Celle_H Celle_L	4.4.3	MASH3WH 60/60 MASH3RH 55/60 MASH3ML 45/60 MASHEST 62/60	4.4.5	MASH5WH 60/60 MASH5RH 55/60 MASH5ML 45/60 MASHEST 62/60
<i>Included in WHITE list</i>							
Ruhr_H Ruhr_L HRL	Munster_H HMH Munster_L HML	Solling_H Solling_L HSL	Celle_H Celle_L	4.5.3	MASHRHR 53/60 MASH3RH 55/60 MASH3ML 45/60 MASHEST 62/60	4.5.5	MASHRHR 53/60 MASH3RH 55/60 MASH3ML 45/60 MASHEST 62/60
<i>Included in WHITE list</i>							
Ruhr_H Ruhr_L HML	Munster_H Munster_L HML	Solling_H Solling_L HSL	Celle_H Celle_L HCL	4.6.3	MASHWST 60/60 MASHSOL 62/60 MASHSCH 60/60 MASH3CL 54/60	4.6.5	MASHWST 60/60 MASHSOL 62/60 MASHSCH 60/60 MASH3CL 54/60

圖 17、MUAC 空域及席位配置圖

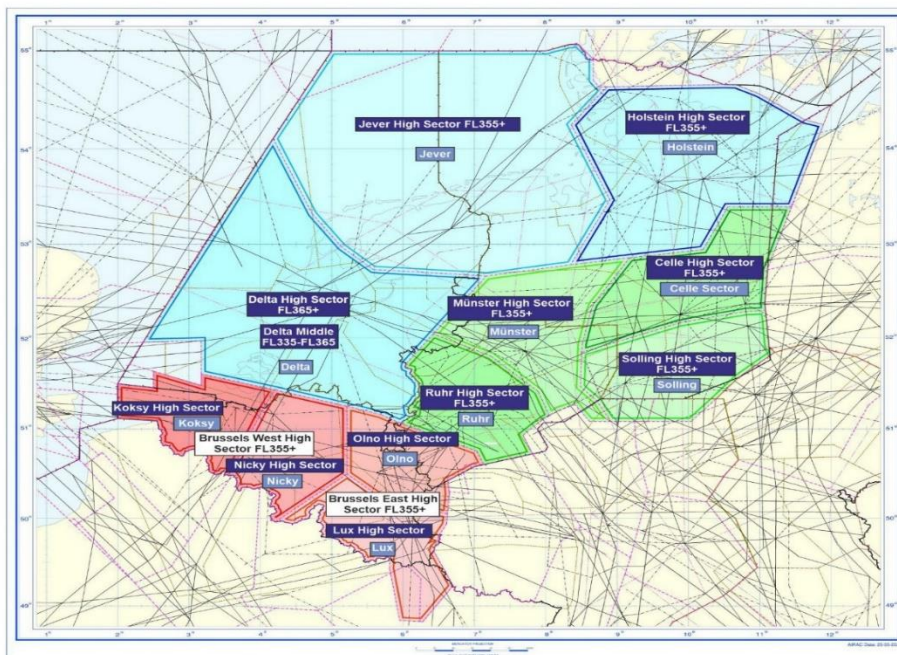
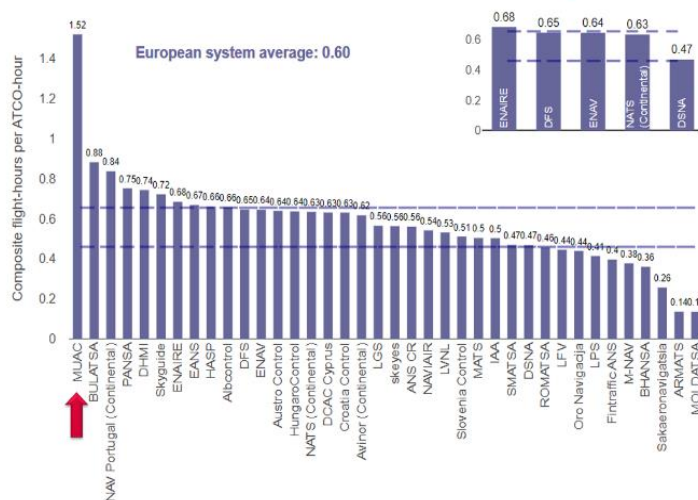


圖 18、席位分合配置示意圖

MUAC 補充，他們以每天 5,000 多架次的航行量，事實上他們是有充足獲利，所以他們提供極佳的工作環境、休閒設施及其他福利，他們都以 MUAC 的員工生產力為業界之冠為傲(如圖 19)，其創新與管理能力是他們有優異表現的主因，還有他們的企業文化及彈性化的人力運用及班表及席位配置(如圖 20)，看他們呈現的工具及數字都是實證，的確是有其過人之處。

此外在航管員培訓上面，他們在 Covid 期間做的也是比歐洲其他的 ACC 來的好，像德國在疫情期間就停止訓練，且有裁減員工的動作，所以現在德國每日能處理航班的容量都無法回復到疫情前的水準，航訓所也是都用最大的訓練量在培訓新人，至於 MUAC 比較像臺北的做法，這個期間仍有新人招募和訓練，只是數量降低，航行量低下時，也是利用模擬機的方式來培訓，他們甚至利用模擬機來做最終的測驗，不過現在航行量都已回復，已經可以用實作來做測驗，也因為很彈性的保留訓練動能，所以疫情結束後，他們的人力是充足且能應付快速回升的航行量(如圖 21)。

Air Traffic Controller/hour productivity



Source: ATM Cost-Effectiveness (ACE) 2021 Benchmarking Report. Performance Review Commission, December, 2022

圖 19、歐洲各管制單位管制員每小時生產力比較



圖 20、MUAC 管制員生產力的來源

MUAC and COVID-19 – Traffic and delay trends (2010-2022)

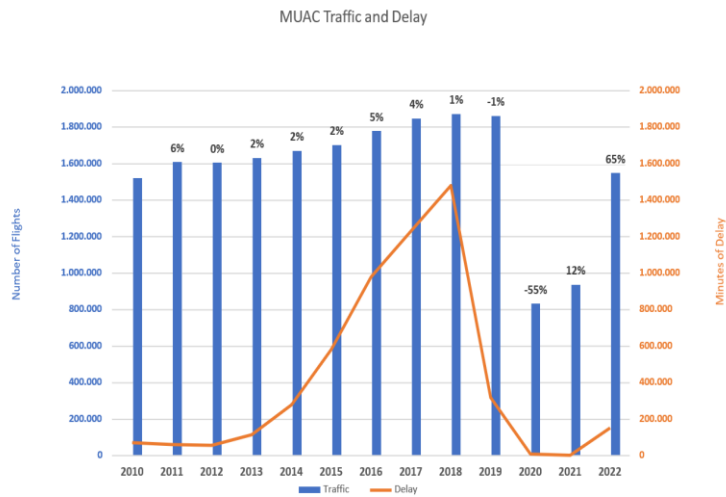


圖 21、MUAC 在疫情期間航行量變化及整體航班延誤的時間

(二)ATFM 相關：

1.背景說明

考察期間主要是由 Frederic 帶領至作業室瞭解 ATFCM 的作業方式，他們 ATFCM 的作業流程也是和 NATS 一致，分策略、戰術前、戰術及作業後分析等階段，所以這部份就不再重覆說明。MUAC 的考察重點則落在實務席位的配置及如何以 ACC 的角度和 Eurocontrol 的 NMOC 相互作業的方式，加上他們引以為傲的人力運用及班表安排的說明為主。

2.組織結構

由於此專案是針對 ATFM 為主，所以我只提及 ATFM 相關的部門。MUAC 架構中有下列幾個單位是主要從事 ATFM 事務的，主要有 5 個：

(1)策略及表現管理部門 Strategy and Performance Management

此部門主要就負責一年甚至二年前至作業日前 7 日的策略規劃，以及作業日後的資訊整理和分析報告。

(2)利害關係人協調部門 Stakeholder Relation

這個部門如同 NATS 組織中的飛航網絡管理執行部門(Network Interface)，在策略走入戰術前或是純粹的戰術前階段，都有許多溝通協調、開會說明等事務要和相關利害關係人一起處理的事務，其實這個部份有很多工項，考察時透過詢問

才知，他們如果有新的策略或是做法，都會透過這個部門去處理相關業務，每年也會召開關係人大會，也許是宣導，也許是公關，他們有很多時候的策略是改航路或請客戶直接將航班延後或取消，也有可能希望航機採取低高度通過某些航點的模式來解決問題，這些都需要此部門平時或事前的溝通協調，當事情發生時，才不需要再來解釋，此部門是做好 **ATFCM** 中不可或缺的一環。這部份也是本區較少著墨的一部份，就以往的國際會議的經驗，日、韓當局如果要走什麼新的策略時，也會先辦說明會，獲得客戶認可或是說服客戶接受策略後再執行，此部門就是在做相同的事務，說明、取得共識、協調、執行政策。

(3)空域設計和飛航網絡規劃部門 **Airspace Design and Network Planning**

空域設計是增加席位或機場容量不可忽視的一環，至於 **Network Planning** 就是處理戰術前階段的部門。

(4)航管系統開發部門 **ATM Development**

(5)技術部門 **Technical System**

至於第(4)、(5)部門，則是在執行 **ATFCM** 相關事務時，相關系統支援的主要 2 大部門，先前有提及航管系統開發部門是 **MUAC** 很重要的一個部門，他們需要瞭解 **ATM** 系統，從系統獲取相關資料用於分析及參考航機的相關數據及各席位的航機數量等，是軟體設計和系統優化不可或缺的 2 大部門。

3.ATFM 相關

(1)航班管理席(Flight Management Position)

在 MUAC 的考察時，最主要就是坐在席位，看 FMP 席位配置、實際的工作情況、運作方式及席位 HMI 等，MUAC 是與 Eurocontrol NMOC 合作的 43 個國家的 68 個 ACC 的其中一個，對 NMOC 來說，要與任何一個 ACC 進行協調，必須要於瞭解 ATFCM 的人對話，協調效率才高，ACC 與 NMOC 協調時，也須與之有共同的語言，兩邊的席位都受過 ATFCM 訓練，使用相同或類似的工具，解讀相同資訊，說相同的語言，去達成彼此協議好的目標，在 MUAC 的 FMP 席，是由有經驗的管制員來擔任，如果在席位上看到流量大於容量時，有需要時就會協調 ACC 督導席適當地開席位或是採取增加容量的做法，例如商借軍方空域或是暫停或延後訓練機飛行等。

在歐洲這個龐大的航管體系，ACC 必須配備 FMP，MUAC 當然也有，請看下圖標示位置紅線的部分(如圖 22 及 23)，MUAC 的 FMP 就在灰色的位置上，紅色虛線框起來的區域坐著四位人員，分別是：

- 流量管理席(FMP)
- 容量管理督導席(Capacity Management Supervisor, CAPSUP)
- 戰術執行督導席(Tactical Supervisor, TactSUP)
- 軍方督導席(Military Supervisor, MilSUP)

由 4 個席位分別透過 ATFCM 系統所顯示的數據資料來分析接下來的幾個小時應採取的戰術手段來協助席位度過高峰值的航行量，並解決突如其來的事件等。

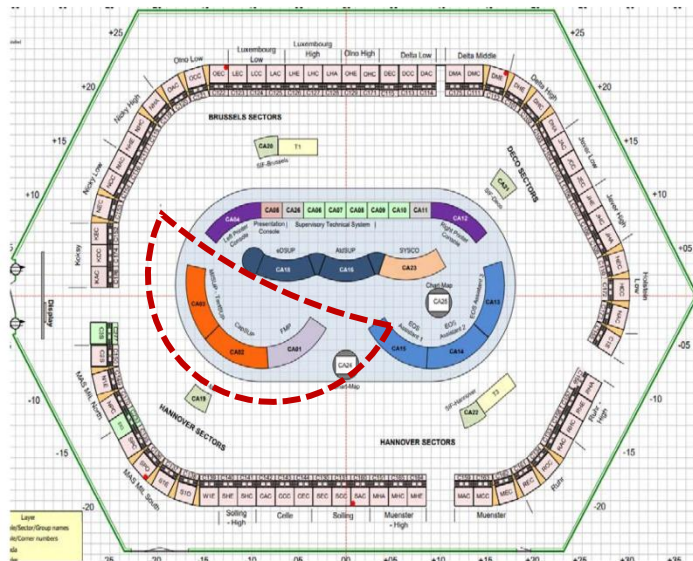


圖 22、MUAC ATFCM 席位配置平面圖

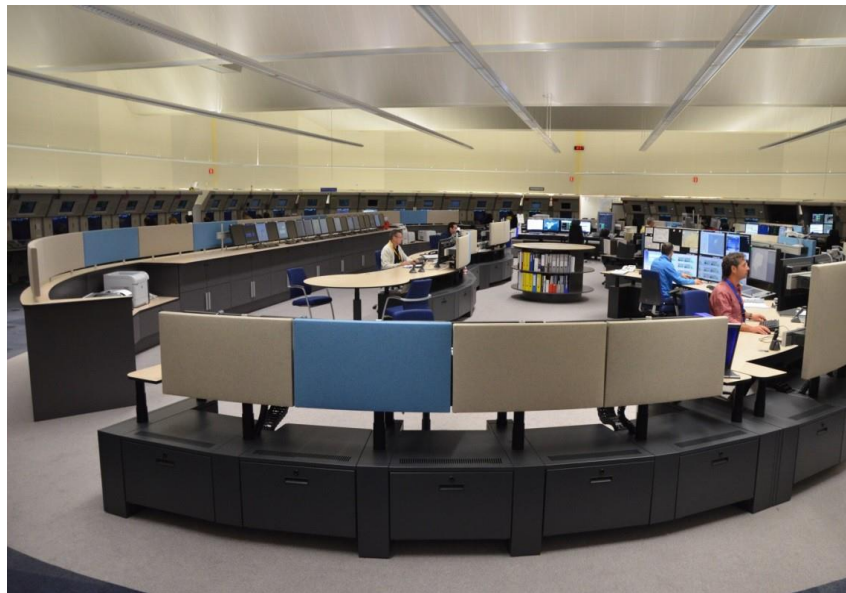


圖 23、MUAC 席位配置實景對照圖(右下紅衣管制員即是 FMP 席位)

MUAC 服務荷蘭、比利時、盧森堡及德國西北部，空域下有不少機場及終端管制區，自己本身就需要人力去管控，所以不是只靠 FMP 這個席位，只是 FMP 除了做 DCB 外，主要是由他與 NMOC 做聯繫，一旦 MUAC 或任何一個 ACC 決定需要採取 ATFCM 的措施時，會由該 ACC 的 FMP 通知 NMOC，由 NMOC 進行動作，除非雙方有協議，某些

ATFCM 措施可以由 FMP 自行處理，也就是說，即使 NMOC 發現有容量與需求不平衡的狀況時，如果該 ACC 決定自己採取行動或完成不採取行動，NMOC 也不會做動作，就是保持觀察，除非 NMOC 覺得有風險才會詢問 ACC 是否要採取任何措施，但是主動權仍在 ACC。

會有這樣的機制主要有幾個原因：

- 由於 NMOC 要監控下面有太多的管制中心，要一個一個 ACC 的去追蹤容量與需求的平衡需要非常多的人力，顯然不可行。
- 每個 ACC 都想保有其作業的獨立，亦想保有獨立處理問題的能力，所以各 ACC 才設有容量管理的相關席位，這部分在其他單位訪問時也得到相同的答案。

下面是他們使用的工具可以參考一下，都是他們自己開發的，各式各樣用於不同目的，先看容量管理用於 Tactical、Pre-Tactical、Strategy 及 OPA 的工具，他們也是運用大約是 50 吋左右的高解析大螢幕，將資訊整合到一個畫面，這與本區 ATFM 小組 ATFM 的設計是相同概念，主要原因是負責的席位/空域實在是太多了，沒有把資訊擺在一起，沒辦法做比對確認，事實上在席位觀察時發現，即使用這種大螢幕，資訊還是顯得太小(如圖 24)，因為他們同時間有太多席位，所以利用紅色的條狀圖來區分是否需要注意，可以很快的分辨出每分鐘的航情動態，各 ACC 會有席位分合，如有變動時，系統也會顯示席位變動後的資訊給席位人員參考，如 ATFCM 席位的人覺得有問題，可以去看每分鐘航情資料的細項，若真有風險，就會啟動後續的協調機制。

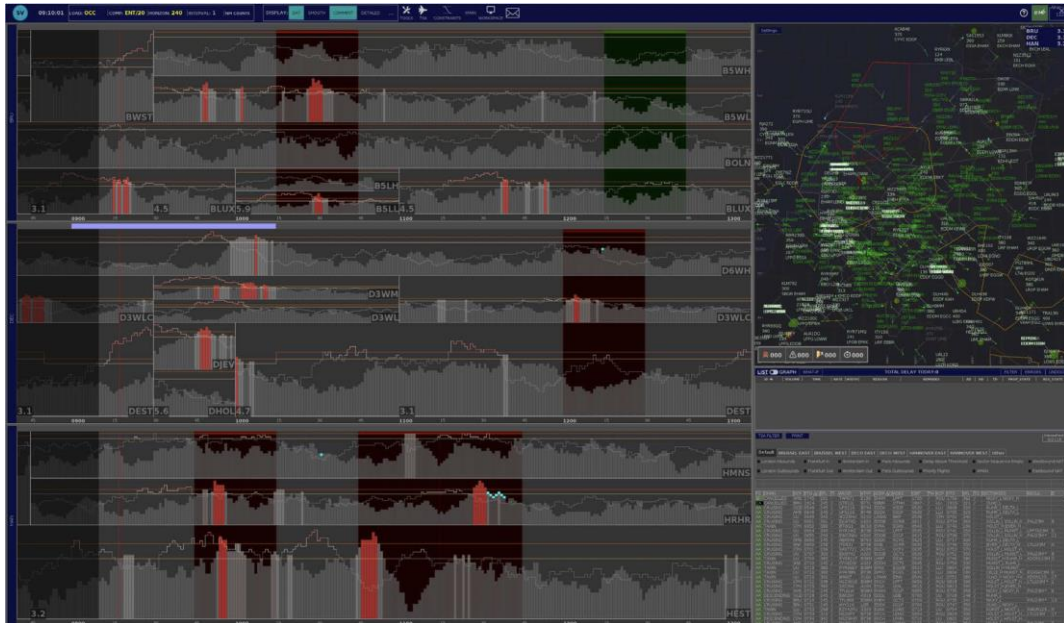


圖 24、各 ACC 席位每分鐘的航情動態整合 (戰術用)

各個 HMI 的選項真的太多，除非在席位考察時遇到事件需要處理，席位人員在操作時才能瞭解每個細項的功能，還好這些軟體的目的是顯而易見的，透過詢問就能瞭解主要的使用功能，在考察席位時有特別詢問當班的 FMP，到底有幾個軟體工具是經常會使用，得到的答案是約有 6 個，分散在三個螢幕，這些是 Tactical 工具，其他不同的軟體用在不同的階段，只能說他們的 ATFCM 系統很強大，分析工具可以依需求來訂定，在策略、戰術前和戰術時及作業後都可以利用同一套資料庫來取得相關數據，其他作業管理與規劃的軟體工具後面還會看到，真的是很強大且完整的資料庫。

接下來看到的 HMI 是有關改航路時使用的，當 FMP 預見某個席位的航行量過高，如果時間充足的情況下，就會使用 What-If 的功能來看，如果將某時段的航路關閉，讓航情改走別的航路時，最終的結果會是什麼？可以設定某個時段的航路關閉，系統會自行運算最佳方案，便可以看到被更改的航班會跑去哪些航路，最終效果會不會比較好，因為有可能改走別的航路，反而造成更多席位的航行量爆表，或是航空公司因為

需要花過多油料而不願意配合等，都是考量的因素。此時 FMP 就能利用這個 HMI 來預見未來(如圖 25)，主要使用的階段會落在戰術前及戰術時這 2 個階段，此功能很強大，它可以模擬 2D 及 3D 的航路圖，以利使用者瞭解，改航路後的變化，做為 FMP 做決策時的參考，執行時仍是由 ACC 提出需求，由 NMOC 來執行，雙方都可以透過同一軟體看到處理後的結果。

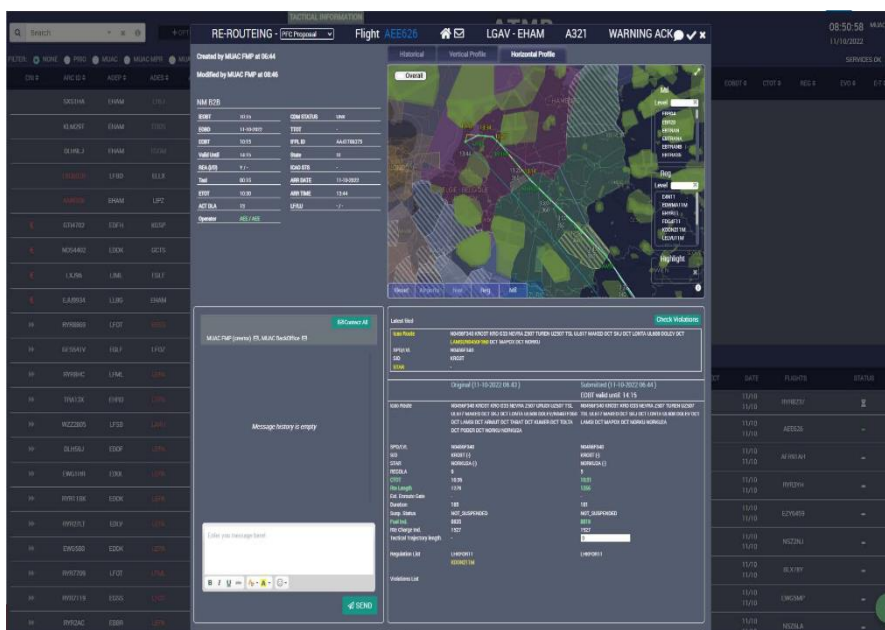


圖 25、ATM-P 航班 Rerouting 評估 (戰術前及戰術階段使用)

(2)人力規劃、排班及輪值

這是 MUAC 最令人驚奇的一項技術，主要是由 MUAC 設計及執行，再分享其技術和軟體給 NMOC，但是為了配合不同的單位使用，想要使用此一人力規劃軟體，就要付錢給 MUAC 來做修改，以符合不同的單位需求，MUAC 的方法很彈性，依歷史資料來預測一年後同一天的航班數量，知道該日何時需要開啟幾個席位，然後算出每個席位需要幾個管制員，還可依管制員的偏好，有一些真的是完全沒辦法想像的，MUAC

可依管制員偏好，可依偏好日班、夜班、長班、短班、假日班、非假日班、連班、不連班甚至可以設定上班時數等需求，系統都能在不違法排班的原則下，儘可能的依管制員偏好及席位需求去做人力規劃及排班，MUAC 有專門在人力資源 HR 部門下設置一個規劃人力和排班的部門(Planning and Roster Office)去做這事，難怪他們要稱之為 ATFCM，而不是只稱為 ATFM，因為在容量的處理上，他們真的是下足成本的，但是要能達到如此彈性的排班，主要是有下列幾個原因：

1.人力成本的控管

還記得之前提到 MUAC 以自己的員工生產力自豪，但是生產力是以數字表現，這是如何產出的？加上歐洲管制員薪資高，在尊重員工福利及作業安全的天平下，如何做到很好的管理呢？這需要好的工具協助，如此也容易得到員工的理解，避免衝突。

2.員工數量多、福利佳導致排班的型態複雜

歐美國家員工的福利好，人權得到充足的保護與尊重，因此員工可以依自身生活的需求來排班，可以制定個人化的班表，也有專門的換班工具，但我覺得最大的一個重點是人數夠多，員工需求多樣仍可各取所需。

3.必須對作業需求進行預測，人力規劃也是容量的一環。

還記得之前提到當需求超過容量時，增開席位便可以增加部分容量，這也是為什麼 ATFCM 除忙碌於預測需求量，還需要控管及規劃人力以提供適足的容量。

4.每年有 13 個左右的彈性上班日

為了應付變化莫測的航行量增長和突發事故，每個航管員每個月都有約 1 個彈性的上班日，需要在家等待，是有給薪的，如果單位有需要時，一通電話就要回到席位工作的。

接下來就來說明他們排班的邏輯和方式，首先他們有一張開啟席位時間表 (Sector Opening Timetable, 下稱 SOT)，使用的做法如下(如圖 26)：

- 在執行完畢後(即昨日的 SOT)，剔出異常因素後，例如有人遲到早退或是請假等，依原需求留存進入 BASE SOT，供明年同日使用。
- 再依據每年的航情增長預測，進行調整後產出 Master SOT。
- Master SOT 在作業日的 9 個月前，會開始加入員工休假計畫因素及特殊事件等因素，產出 Planning SOT。
- 在 D-13 及 D-6 時在依據經驗調整，並在 D-1 進行最後調整，產出 Pre-Tactical SOT。
- 在 D-1 的當地時間 1800L 送出給作業室，成為明日作業的席位輪值表(Tactical SOT)。

由於在前 9 個月加入員工休假資料，照 Frederic Deleau 的說法，他在 9 個月之前就知道他 9 個月後的輪值表。一直到上班日的前約 1 個禮拜，上哪個班輪值何席位，幾乎都確定了。

SOT planning



- At D+1, Executed SOT is 'cleaned' from any impact of special events, WX, etc.
→ **Base SOT** (D-364) for same day next year
- Predicted traffic increase, knowledge of AO schedules etc. injected into Base SOT
→ **Master SOT**
- Master SOT used for leave deconfliction at M-9
Special events etc. taken into account
→ **Planning SOT**
- At D-13 and D-6, experience from day of operations used to fine-tune, with final fine-tuning on D-1
→ **Pre-tactical SOT**
- At D-1 18:00LT handed over to Tactical ATFCM process in CSS

圖 26、SOT 的製作流程

接下來看圖 27，這個軟體是在戰術前階段有了 NMOC 來的預定的航行量時，設定好目標日期後，會有過去三個同 **Weekday** 的歷史資料可以做參考，點選 **BASE**、**MASTER** 或 **PLANNING** 就可以觀看不同階段的 SOT 安排，當然也可以作為作業後分析之用，總之分不同階段不斷地微調，一直到執行日前一天再交給作業室使用，並產出席位輪值表。

這樣大費周章完成一張當天作業的 SOT 聽起來似乎是不可思議，比起本區前一個月下旬完成下個月的班表，每天套用固定的席位輪值表，相較簡單的機制，差異真的很大，不過許多亞洲國家，例如日本、韓國、香港等等也是這樣處理，所以仍需思考上述 MUAC 的做法是否完全適合於臺灣，畢竟許多客觀條件不一樣。

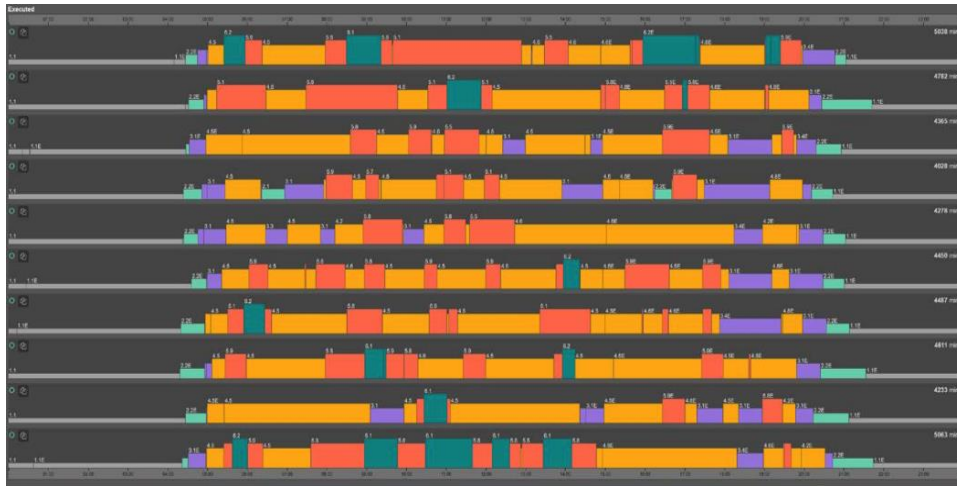


圖 29、執行日席位開啟表(SOT on operation Day)



圖 30、分時航情一覽表

而當天席位的開合都會留下紀錄(如上圖 29、30)，被留存下來的紀錄可以作為後續安排人力席位之參考，例如圖 30 如果過多紅色，就代表流量大於容量過多，很容易看出人力安排的好壞，這樣做是為了後續在規劃席位人力時，能有更精準的預測。再來看下圖 31，這是不同週的每一個禮拜一的席位開合紀錄，可以自行設定拿什麼階段的數字來比較，可以很簡單的進行作業後分析，可以知道預劃的執行結果是否符合營運日當天的需求，只需幾個按鍵的時間，系統就可以提供分析結果。



圖 31、同日各週分析比較圖

其他還使用一些預測航行量的工具(如下圖 32、33、34)，圖 32 的軟體可以設定日期，系統會依目前資料庫所有的航班資料給予預測，也同時將過去實際的航行量同時表現在表格上；圖 33 的軟體可以看出 MUAC 本身的預測與 NMOC 的預測比較，最後再拿實際的航行量來比較，可以在預測人力和席位開啟的需求上給予席位人員更多的參考；圖 33 的軟體可設定同月的某一個週間日，會列出不同資料庫的數據，使用

者可以設定不同比例的容量下，每個小時是否會超過席位負荷，紅色越多代表席位的壓力也越大。這些工作都有專責辦公室人員進行這一系列工作，投入的軟體研發工程浩大，規劃預測、歷史資料留存、席位安排、人力規劃、排班、換班等等，這是本區可以思考的方向，MUAC 認為人是最大的資源，也是處理航情最重要的資源，透過席位的開合去配合航情的高低，透過航情的預測，開啟適合的席位數去服務客戶，是他們首先做的事，真的做不來才去考慮其他的流管措施或是協調，而且不論是在 MUAC 或是 NMOC 都會分析並利用歷史資料來做參考，為了得到更好的未來預測，這是本區較少著墨的一塊，對於數據資料的留存和再利用，也是需要多花點時間來思考，畢竟在大數據和 AI 的時代，擁有越多資訊且越趨向真實的單位，就能得到更好的預測，基於好的預測，才能提前制定對應措施來解決未來的難題，歐洲航管單位提供了一個新眼界，供亞洲管制單位一些思考的方向和未來努力的願景。

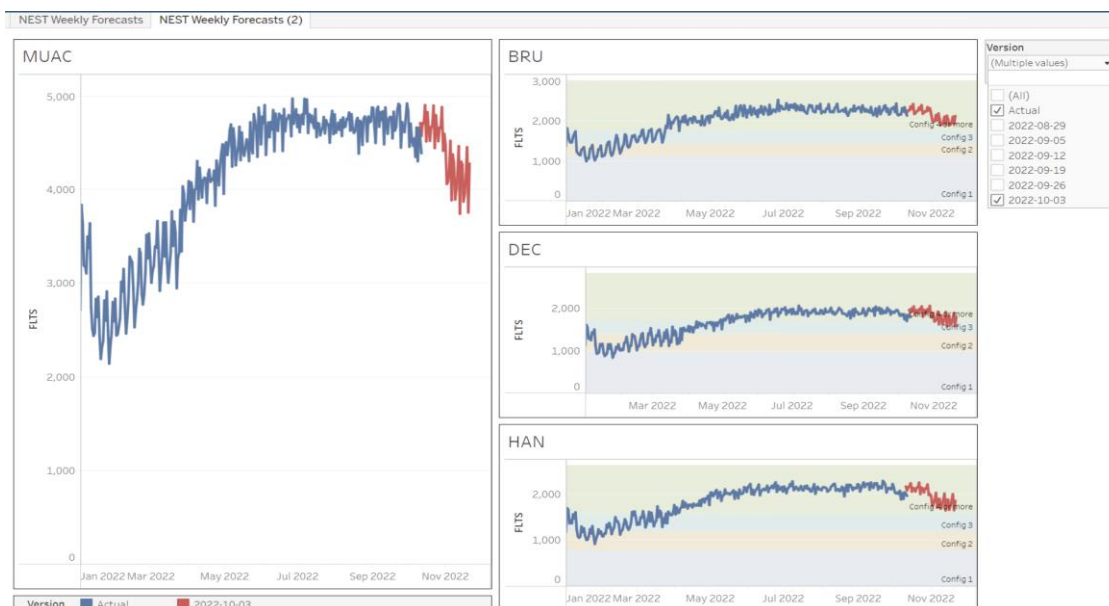


圖 32、分 ACC 的航行量預測圖

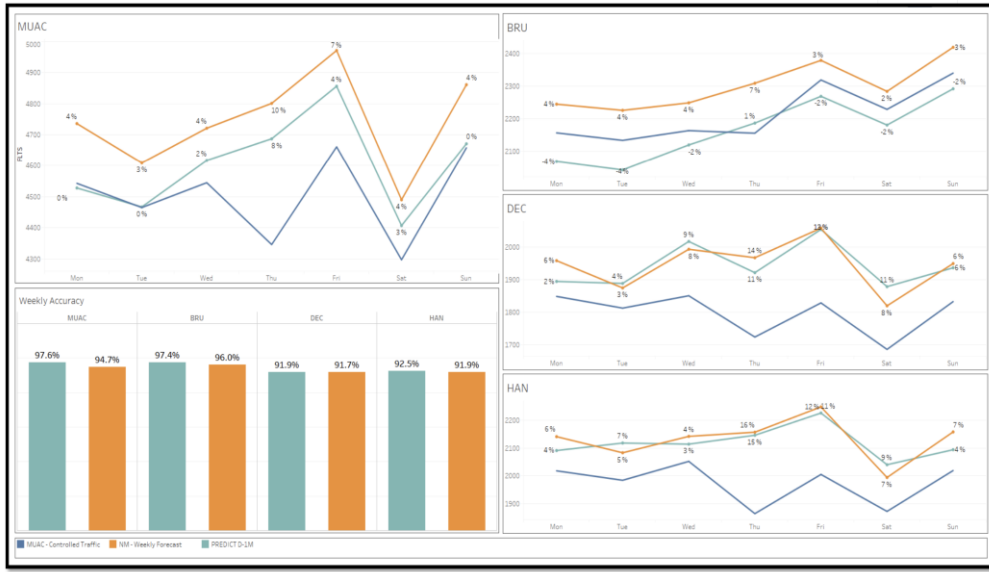


圖 33、MUAC 和 NMOC 及實際航行量的比較圖

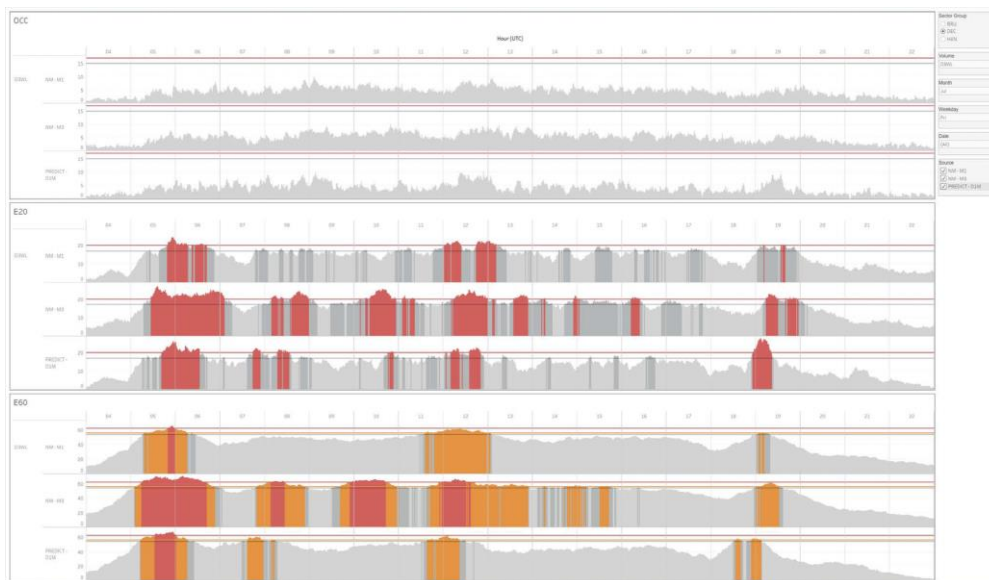


圖 34、依不同資料庫來源的席位分時架次

五、比利時歐洲飛航網絡管理作業中心(NMOC)

(一)簡介：

比利時歐洲飛航網絡管理作業中心(Network Manager Operations Center,NMOC)位於比利時布魯塞爾(如圖 35)，中心的位置是在比利時布魯塞爾機場的西南邊，NMOC 的 Eurocontrol 中的一個部門，身為歐洲的航管的統整中心，Eurocontrol 真的像是擁有許多寶藏般地存在，希望能透過這次的考察，能好好一窺究竟(如圖 36、37)。

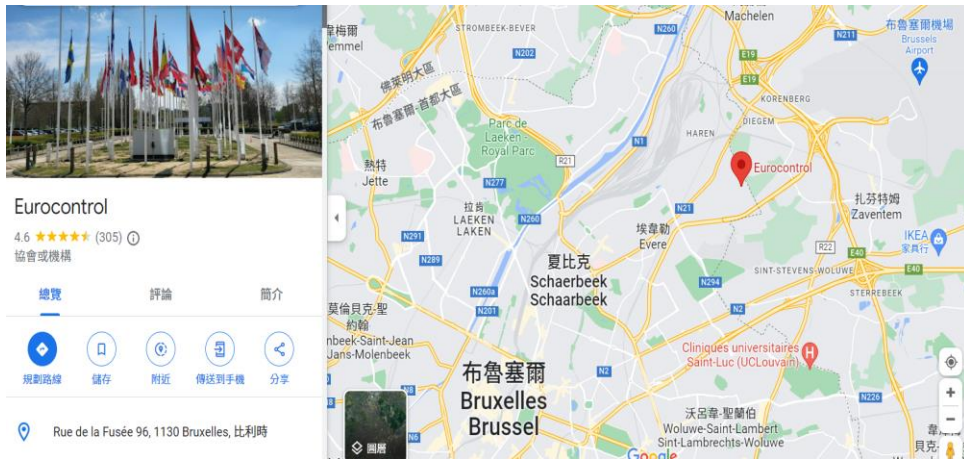


圖 35、NMOC 的位置圖



圖 36、Eurocontrol 大樓

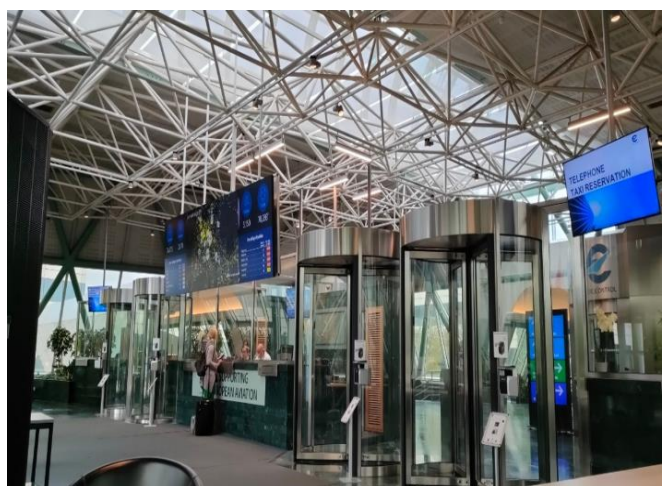


圖 37、Eurocontrol 入口

此次的 MUAC 考察訪問，主要是由航管協會 EVP-Frederic Deleau 居中安排，Eurocontrol 主要負責接待的是 Slavi Stoyanov(如圖 38 右)，擔任的職務是作業部經理，專業熱情，所有的部門聯繫和生活日常都是由 Slavi 協助，相當感謝他的協助。考察的過程中協助的還有國際關係部門資深顧問 Philippe Joppart(如圖 38 左)、NMOC 國外關係服務助理 Nathalie Bossiroy 和作業後分析部門經理 Stuart Green 等人。

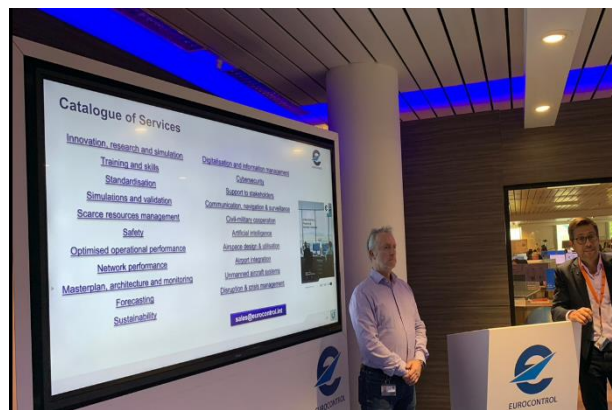


圖 38、Eurocontrol 員工，左 Philippe Joppart、右 Slavi Stoyanov

在歐洲 Europe Single Sky Policy 的推動下，歐洲希望將整個空域整合為一，原先期待整合成一個單一的管制單位，但是由於參與的國家太多，這個願景目前仍沒辦法完成，但是還是建立了 EASA、SESAR 及 Eurocontrol 等單位，作為歐洲區域管制的整合協調單位，Eurocontrol 雖然沒能成為整個歐洲的飛航管制單位，但是還是在下建立了一個服務荷蘭、比利時、盧森堡及德國西北部部分空域的 MUAC 和這次考察最主要目的的歐洲飛航網絡管理中心 NMOC，顧名思義 NMOC 最主要工作是管理歐洲這整片天空的容量及需求。

Eurocontrol 共管理 41 個國家外加 2 個全面協議的國家摩洛哥及以色列，整個飛航網絡包含 68 個航路管制中心、280 個終端管制單位、2,353 個管制席位、525 個機場、60 個 FMP、疫情前有 17,794 名管制員、2019 年最高每日航行量為 37,000 個航班(如圖 39)，所以 NMOC 需要有很慎密的計畫才能整合如此多的單位，花很多的時間才能將 ATFCM 的做法落實於歐洲，光想就覺得相當不可思議，不過也是因為有歐盟的存在，有一個同樣的願景才有可能一步步的走到現在。



圖 39、Eurocontrol 基本資料

Eurocontrol 有四大中心大樓，分別是布魯塞爾總部，NMOC 即在此辦公大樓中，再來就是之前提及位於荷蘭的 MUAC，是 Eurocontrol 唯一一個飛航管制作業單位，第 3 個是此次專案主要的訓練場地，位於盧森堡飛航訓練中心，許多訓練課程和新的程序和概念都是從這裡傳播出去，讓這麼多歐洲的飛航相關人才可以在這裡學習，至於最後一個是位於法國的創新研發中心，ATFCM 的其中一個資料庫就位於這所中心(如圖 40)，在此專案我就跨足其中 3 個中心，可見 Eurocontrol 的對航管的重要性，所有飛航相關的事情都和 Eurocontrol 有關。

EUROCONTROL Offices



BRUSSELS
Headquarters
 Rue de la Fusée 96,
 B-1130 Brussels, Belgium
 Phone: +32 2 729 90 11



MAASTRICHT
 Maastricht Upper Area Control
 (MUAC) Centre
 Horsterweg 11,
 NL-6199 AC Maastricht,
 Netherlands
 Phone: +31 43 366 1234



BRÉTIGNY
 EUROCONTROL
 Innovation Hub
 Centre du Bois des Bordes
 CS 41 005,
 FR-91222 Brétigny-sur-
 Orge, France
 Phone: +33 1 69 88 75 00



LUXEMBOURG
 EUROCONTROL Aviation
 Learning Centre
 rue Antoine de Saint-Exupéry 12,
 LU-1432 Luxembourg,
 Luxembourg
 Phone: +352 43 60 61 1

圖 40、Eurocontrol 四大中心

再來談一下他們一直說很多人都會把歐盟和 Eurocontrol 劃上等號，其實不然，可以從下圖 41 可以清楚地看出許多不是歐盟的國家也都加入 Eurocontrol，因為統一的做法和規定其實真的對區域發展有絕對的幫助。

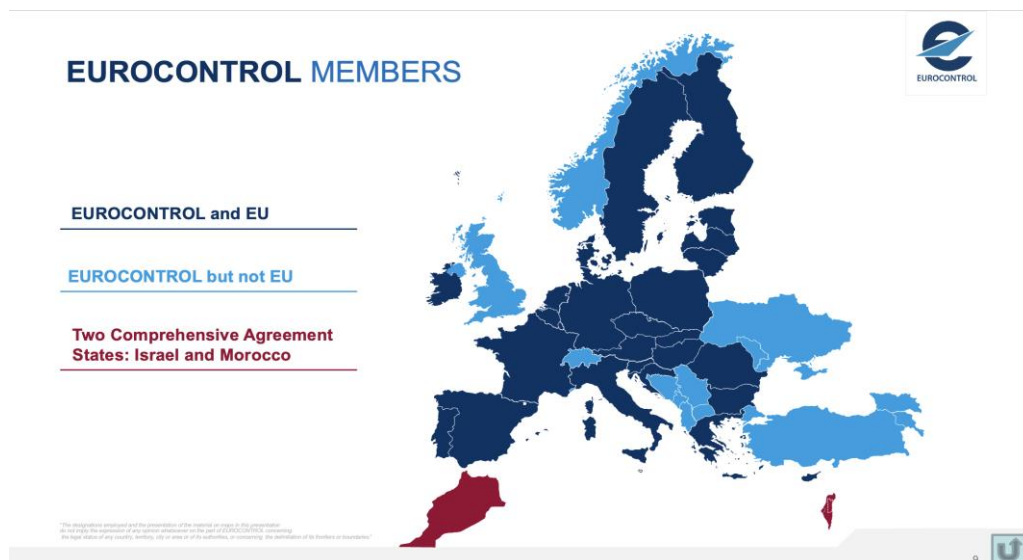


圖 41、Eurocontrol 會員涵蓋

既然提到統一做法，在 Eurocontrol 下的 NMOC 到底是在做些什麼？NMOC 有約 140 個員工，24 小時的工作環境，每年要處理 1 千 1 百萬的航班，主要就是協助乘客在飛行時不受到延遲、機師能使用最短最有效的航路並避開軍方空域、航管員能在安心的環境下管制適當的航行量並盡一切努力減少在歐洲飛航時遭遇的突發事件或危機造成的影響，所以 NMOC 的存在是相當中立的，並不是只顧及飛航中相關人員任何一方的利益，而是整體的考量，讓多方能享受同一片天空的好處，至於他們的遠景則是提供安全、可預測性且可運行性的便捷同時要對環境友善且考慮降低成本的做法。

至於 NMOC 也不是一步就走到目前的規模，一開始 1980 年代歐洲飛航起飛，航班數量激增，各國各自利用流管措施，造成當時航班嚴重的延誤，聽起來就很像疫情前的亞洲，到了 1988 年運輸部長決定創立中央流管單位(Central Flow Management Unit, CFMU)，就是 NMOC 的原型，1995 年 CFMU 開始第一次的戰術作業，1999 年 CFMU 遭遇第一次危機處理，直到 2011 年歐洲理事會才提名 Eurocontrol 做為歐洲的飛航網絡經理(Network Manager)，NMOC 就此沿用至今(如圖 42)。

The story about Network Manager

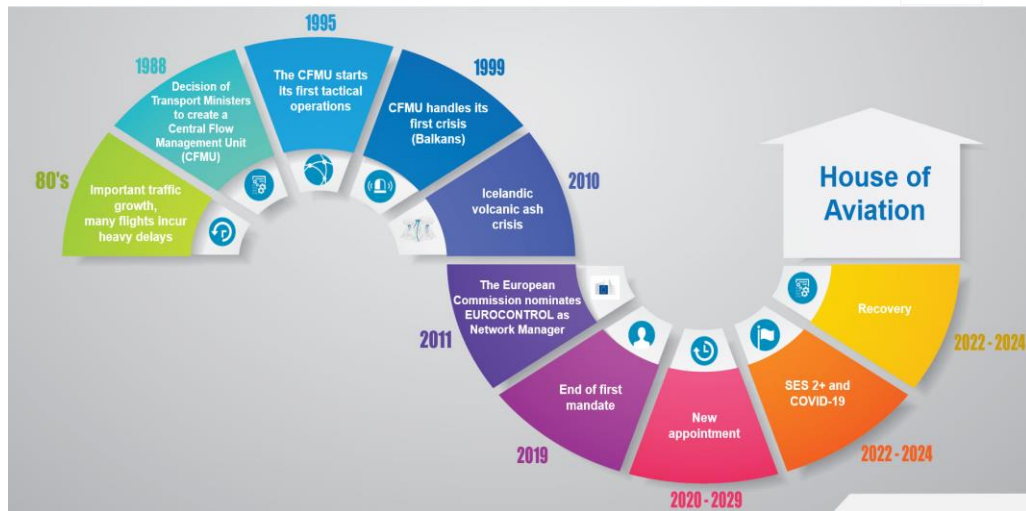


圖 42、NMOC 的歷史軌跡

(二)ATFM 相關:

1.背景說明

考察期間都由 Slavi 安排相關細節，他很細心的安排各單位的優秀人才來和我們解說，從 Eurocontrol 的服務、組織結構、ATFCM 的作業流程及單位間的協調模式、內部單位配置至各席位的考察，都相當系統化，甚至領我去看他們最近的辦公大樓，為了讓報告的閱讀性更好，本報告會加入一些訓練所得到的資訊加上實務的考察資料，會更容易、更深入地瞭解 NMOC 和 Eurocontrol，就讓我們一起走進 NMOC 吧(如圖 43)。



圖

43、NMOC 辦公室

2.組織結構

Eurocontrol 因為管轄的範圍廣大，所以部門分的也很細，NMOC 是被歸類在作業部門(Operations)下的其中一個單位，至於網絡策略部門則是被劃分在空域及容量管理部門(Airspace & Capacity)(如圖 44)，由於策略部門需要有更遠觀的視野，所以將其設於空域設計至容量管理的部門，可以得到更多未來計畫的資訊，有利於在撰寫長年計畫時可以瞭解轄下各單位的容量變化及未來策略，再配合資料庫的航行量及增長預估，許多大計畫就比較容易產出。

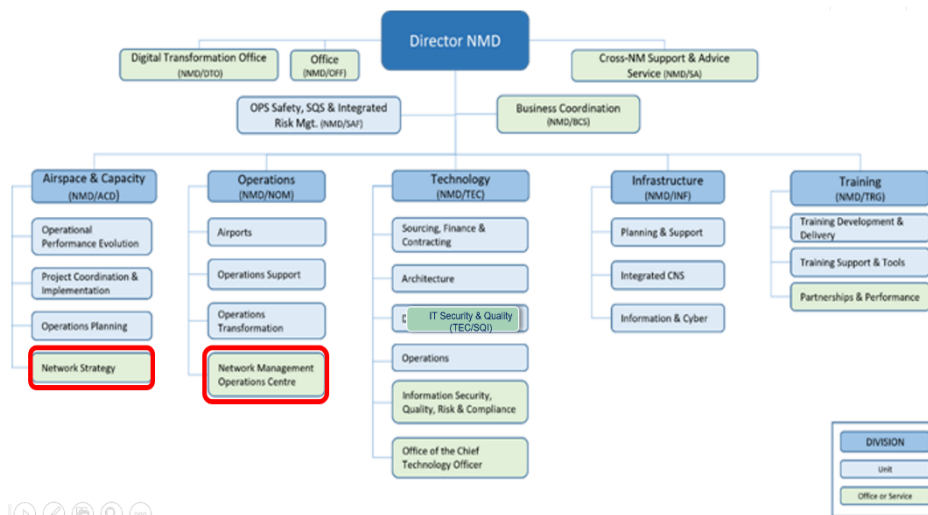


圖 44、Eurocontrol 組織結構

3. 飛航流量及容量管理 ATFCM

(1) Eurocontrol 為何選擇 ATFCM

如果從整個歐洲來看，經濟活動自然起伏不定，有時會導致某些時期或某些地點的空中交通激增。這些激增對飛航網路的需求增加，空中交通流量和容量管理旨在提供一種平穩機制，以避免航行量超過負荷並且以最大限度地的方式來使用有限的空域。

所以 ATFCM 延伸出兩個主要目標(如圖 45)：

第一個是保護空中交通管制免受航行量超載的影響。

第二個是優化可用容量。它透過平衡需求和容量(Demand and Capacity Balance, DCB)來實現這一點。容量是在指定時間內，通常以 1 小時為基準，在一定時間內可以安全有效地處理的航班數量、容量的數字由各地的 ANSP 提供。需求是打算在特定時

段內在某個航段飛行的航班數量。需求量則是基於已提交的飛航計畫。如果需求超過容量，則需要調整容量或需求。NMOC 就會提供相關管理，並透過各地的 FMP 提出容量修改或需求調整建議，為其提供替代方案。至於 FMP，通常位於大多數區域管制中心，作為當地專家，提供建議，並優化平衡容量和需求，並擔任協作決策（CDM）流程中在地協調的角色。

通常遇到需求大於容量時，NMOC 可能會提議增加容量，但有時無法增加容量，此時 NMOC 將嘗試調整需求。

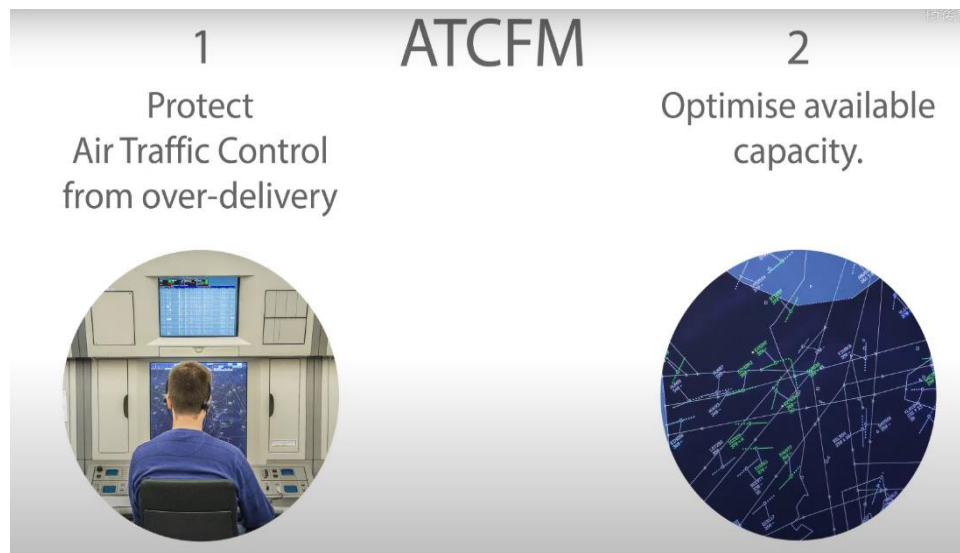


圖 45、ATCFM 的 2 大目標

(2) ATCFM 的網絡分佈

ATCFM 地區是指從 NMOC 獲得全面 ATCFM 服務的國家。還有 ATCFM 鄰近區域，其中包括直接毗鄰 NMOC 區域的飛航情報區，NMOC 也可提供有限的 ATCFM 服務。

這時僅會在邊境點或機場，以 ATFCM 的流控方式處理，且僅適用於在 ATFCM 區域內出發的航班(如圖 46)。

下列綠色的情報區都是 ATFCM 涵蓋的區域

- 藍色是鄰近的情報區：

BI:冰島(Iceland)

UM:白俄羅斯(Belarus)

OL:黎巴嫩(Lebanon)

HE:埃及(Egypt)

DT:突尼西亞(Tunisia)

DA:阿爾及利亞(Algeria)

- 紅色的部份是有加入飛航資料交換的鄰近情報區：

UB:亞塞拜然(Azerbaijan)

LL:以色列(Israel)

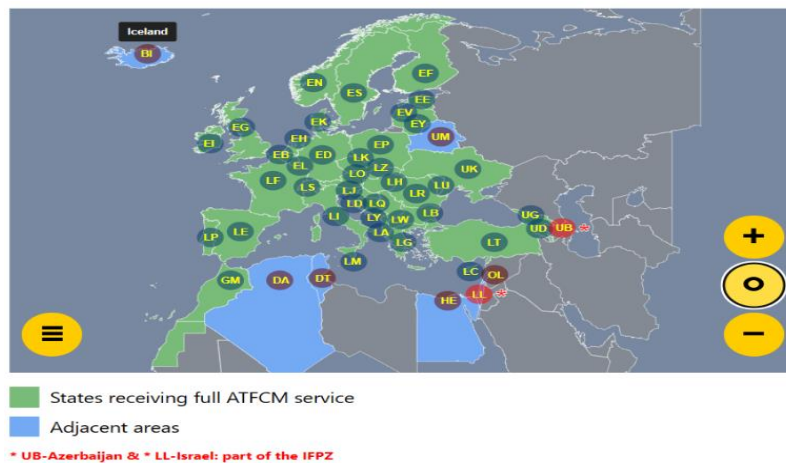


圖 46、ATFCM 涵蓋範圍

(3)整合後起始飛航計畫處理系統(Integrated Initial Flight Plan Processing System, IFPS)

分布區域

下圖 47 顯示了飛航計畫和訊息(Flight Plans and Messages, FPM)交換的分布區域。它們被稱為 IFPS 區域。這是 NMOC 負責向 ATC 發布飛航計畫和相關訊息的區域。

- 綠色情報區：IFPS 情報區
- 藍色情報區：僅接收 IFPS 訊息的情報區；UM:Belarus(白俄羅斯)；UPR:Rostov(羅斯托夫)

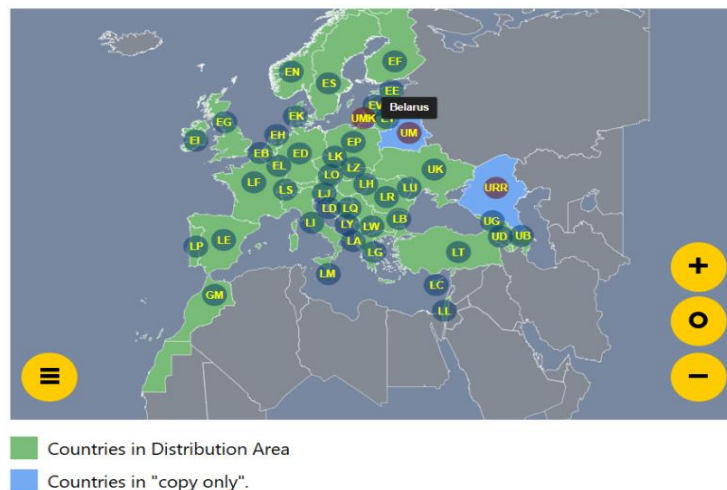


圖 47、IFPS 涵蓋範圍

(4)何種航班需接受 ATFCM 約束？

所有打算在 NMOC 運作區域內運營的儀器飛行普通航空器航班都必須提交飛航計畫（通知 NMOC）。NMOC 則會使用這些飛航計畫來比較需求和容量：

下列圖檔解釋何類航班會被納入 NMOC 計算並受 ATFCM 管制：

- 從 NMOC 的 ATFCM 區域內飛往任何地方的航班(如圖 48)：

從 LTBA 至 LFPG 的航班需要接受 ATFCM 措施的約束。

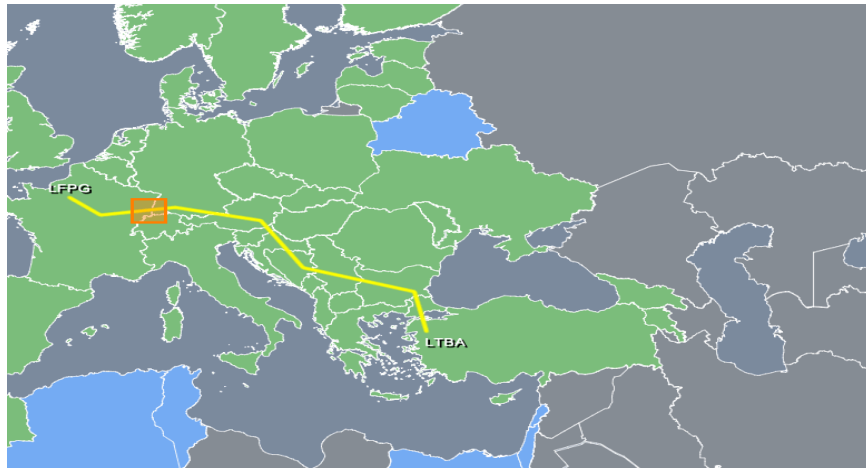


圖 48、受 ATFCM 控制的案例說明一

- 從鄰近 NMOC 的 ATFCM 區域的飛行情報區出發並進入 ATFCM 區域的航班(如圖 49) 從 DTTA 至 EDDF 的航班需接受 ATFCM 措施的約束。

從 DTTA 至 EDDF 的航班需接受 ATFCM 措施的約束。

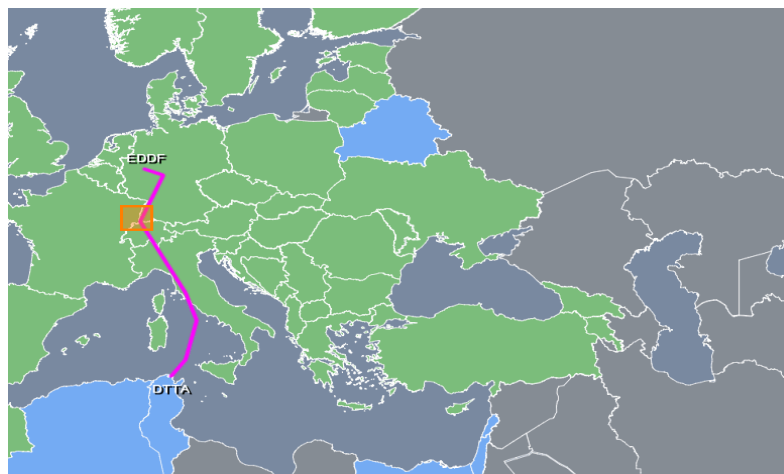


圖 49、受 ATFCM 控制的案例說明二

- 從緊鄰 NMOC 的 ATFCM 區域的 FIR 起飛的航班，未進入 ATFCM 區域(如圖 50)

從 DTTA 至 OEJN 則不需要接受 ATFCM 措施的約束。



圖 50、不需接受 ATFCM 約束的案例一

- 從 NMOC 的 ATFCM 區域和緊鄰的 FIR 之外飛往任何地方的航班(如圖 51)

從 RJAA 到 LIMC 則不需要接受 ATFCM 措施的約束。

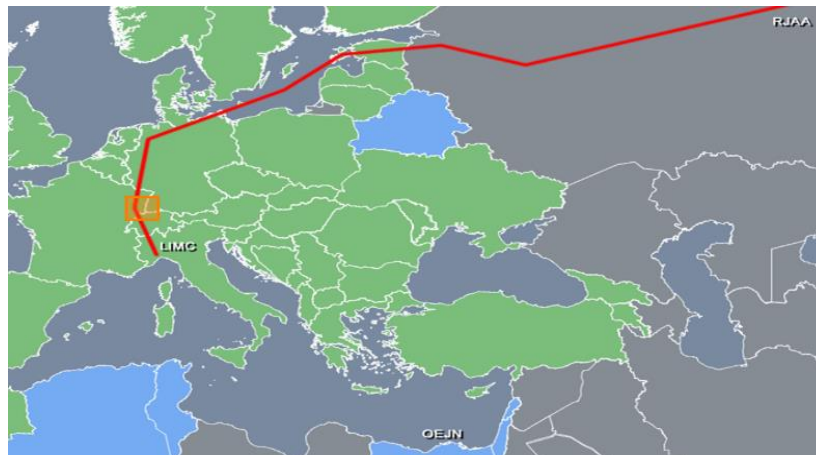


圖 51、不需接受 ATFCM 約束的案例二

(5)NMOC 作業系統概念及數據串流介紹

A.飛航計畫如何進入系統及 NMOC 與 FMP 的協調邏輯

NMOC 要運作的基本概念就是要從事流量及容量的平衡，容量由各地的 ANSP 來決定，可是流量則要以航空公司所簽的飛航計畫來決定數量。

歐洲簽飛航計畫的單位主要是經由飛行器操作者(Aircraft Operators, AOs)及飛航服務提報處(ATS Reporting Offices, AROs)，(如圖 52)。計畫簽出之後由 NMOC 的計畫資料作業部門(Flight Data Operations, FDO)審查。

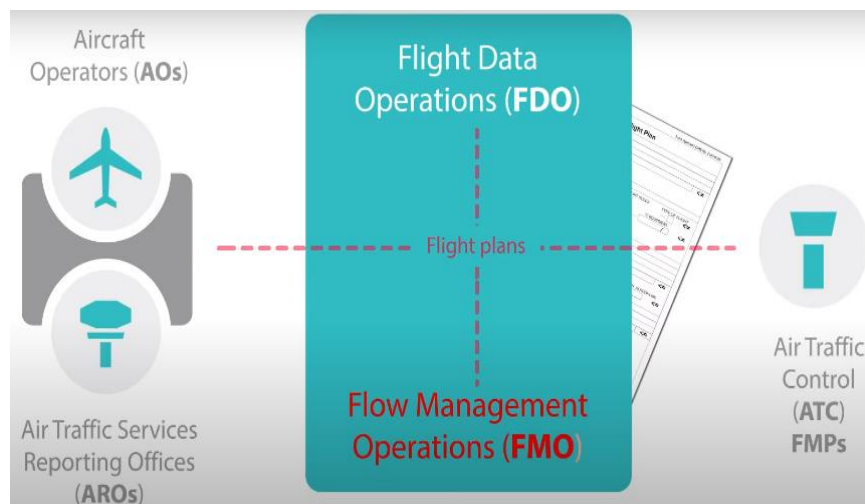


圖 52、飛航計畫簽訂及審查

飛航計畫由 AOs 或 AROs 發送給 FDO，一旦飛航計畫經過 FDO 的檢查和驗證完成，就會將其副本發送到相關的飛航管制中心和 FMP 及流量管理作業室(Flow Management Operations, FMO)，發送給 FMO 的飛航計畫是用於計算特定時刻的流量需求(如圖 53)。

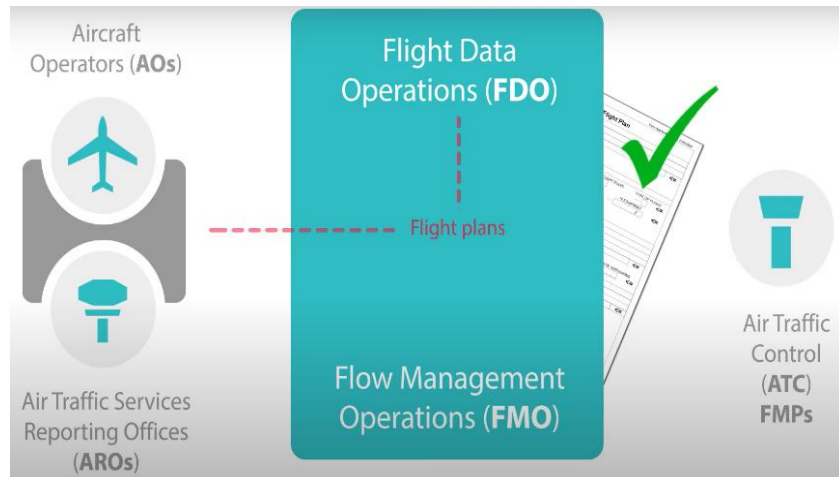


圖 53、飛航計畫審查和如何進入系統

作業上會要求各 ACC 中的 FMP 針對空域的需求與容量間存在不平衡時，向 NMOC 通報，NMOC 則會和 FMP 之間討論 ATFCM 措施。措施種類有很多種，多半會依下列的順序來處理(如圖 54)：

- 增加席位容量的可能性
- 協調飛航計畫的發起者，航班重新安排離場時間或改航路
- 執行 ATFCM 措施

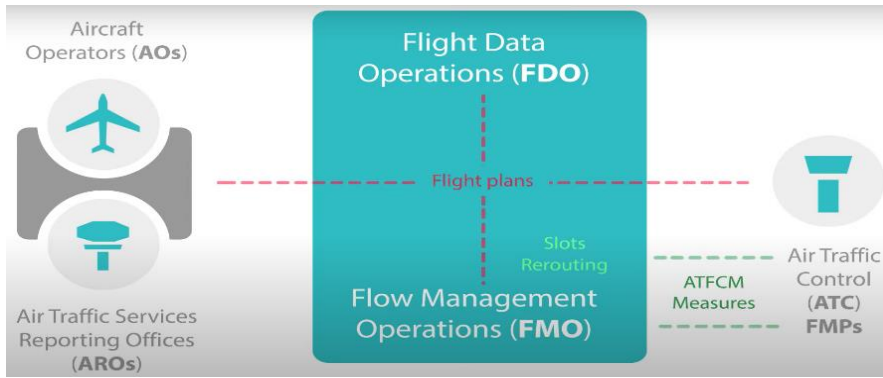


圖 54、FMP 和 NMOC 的協調和處理邏輯

上述的處理邏輯在報告中一直都有出現，各地的 FMP 會先看 DCB，容量不夠時，一定是先想辦法能否增加自己的容量，開席位、協調軍方空域等，如果都沒辦法解決，才會找 NMOC 去協調 AOs 看可否讓航機晚點起飛、低高度飛過某航點或改航路。如果都沒辦法雙方才會考慮使用 CTOT 的策略改變容量中航機所佔的位置(SLOT)或其他 ATFCM 措施(如圖 55、56)。

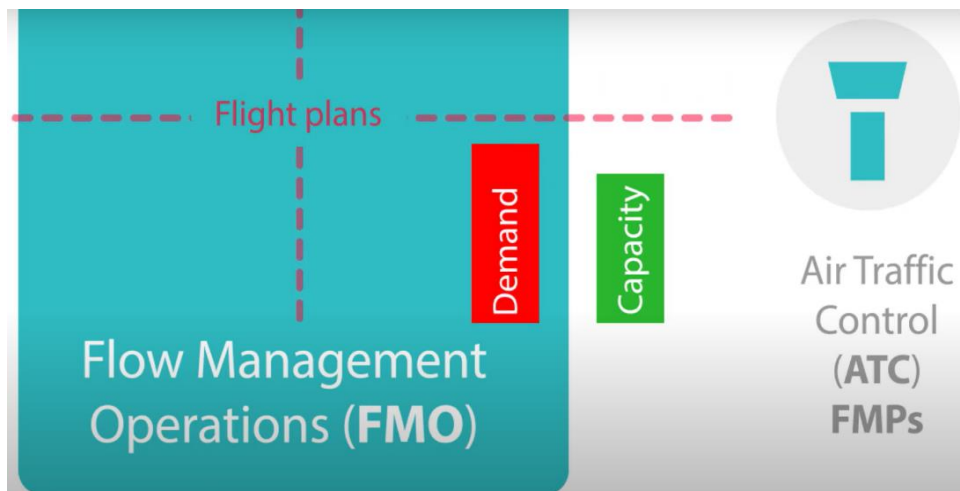


圖 55、FMP 和 NMOC 協調採取何種 ATFCM

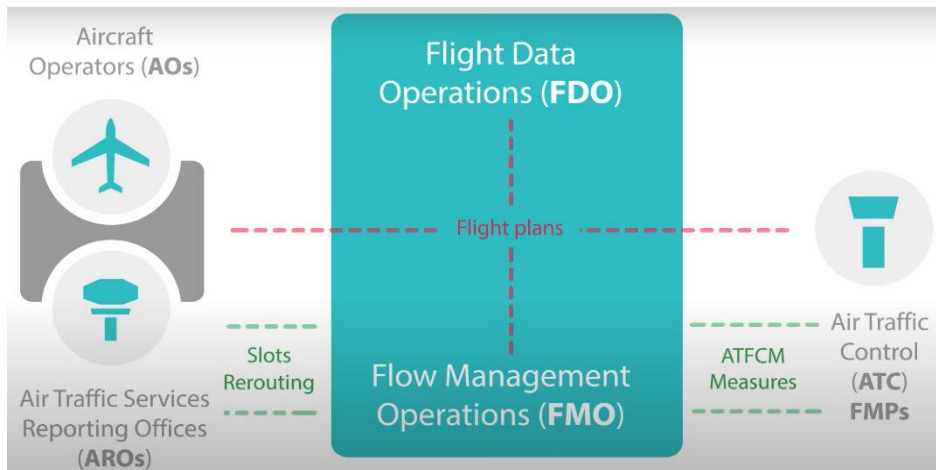


圖 56、NMOC 可以透過系統和席位和 AOs 溝通

NMOC NM 也會要求 FMPs 傳達實際交通狀況和部門容量的任何更新，並於 ATFCM 措施後提供作業後分析報告，以供下次類似作業的參考。

B. 飛航計畫數據串流

飛航計畫被發送到整合初始飛航計畫處理系統(IFPS)(如圖 57)，這套系統就是處理飛航計畫最重要的一套系統，整個系統的航情運算，就靠此系統來更新最近的飛航計畫。配合上章節的飛航計畫審查，當 AOs/AROs 提交飛航計畫就會進入此系統，此系統有自我審查機制，如果遭遇航路簽錯進入軍方空域或是禁航區、重覆呼號等問題，會主動退件給 AOs/AROs 並於退件註明原因，如果 AOs/AROs 不瞭解原因或許客服才會致電至 NMOC 的 IFPS 部門來解決問題。這套系統真的很複雜，Eurocontrol 會員國都需要透過這套系統來簽訂飛航計畫，考察過程也遇上韓國的 ATFM 成員，他便是 NMOC 專門研究這套系統。



圖 57、整合初始飛航計畫處理系統 IFPS

IFPS 業務主要設置在兩個地點進行，IFPS1 位於比利時的布魯塞爾(Brussels)，IFPS2 位於法國東部的布雷蒂尼(Bretigny)，此處也是 Eurocontrol 四大中心的其中之一，2 套系統可以互為備份。長期飛航計畫系統在每次飛行的預計後推時間(Estimated Off-Block Time, EOBT)前 20 小時，生成飛航計畫，將計畫發送給原始簽訂飛航計畫的單位，但是和席位確認後，現行作業很少簽送長期計畫，都是在 EOBT 前 3 小時發送，如果航空公司沒有依規定作業，系統會登錄該計畫是太晚登錄者(Late Filer)，如果需要透過 CTOT 流控或需要排序航班時，Late Filer 就無法得到較好的排序，當 AOs 致電來協調時，NMOC 席位人員便可用此原因拒絕給予較好的離場時間，時間久了，AOs 也不敢遲交飛航計畫。

原始簽訂飛航計畫的單位可利用作業回覆訊息(Operational Reply Message)，例如拒絕(REJ)、手動變更計畫(MAN)或確認(ACK)等訊息在系統內相互溝通。當計畫發起者回覆訊息是確認(ACK)時，IFPS 收到訊息後，會主動生成飛航計畫(如圖 58)。

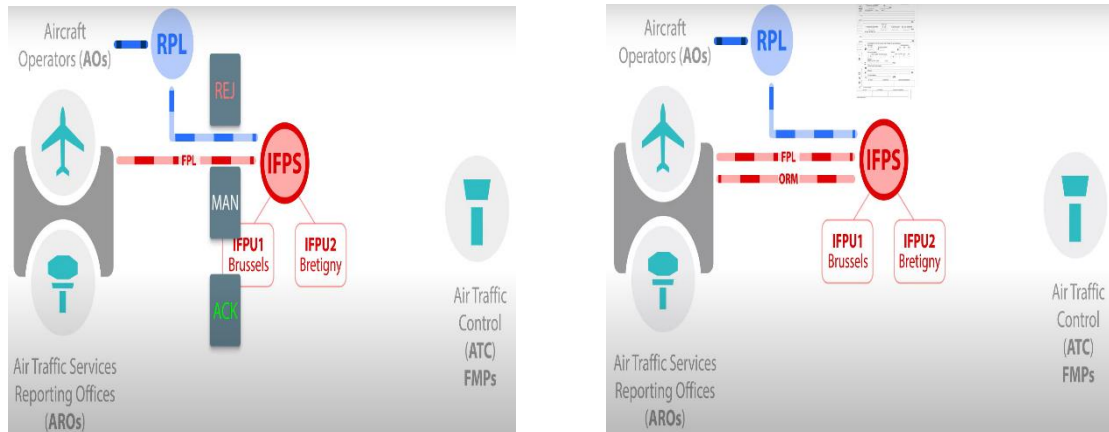


圖 58、飛航計畫如何在 IFPS 中自動生成

接下來，IFPS 就會將正確的飛航計畫副本發送到 FMP 並於內部發送到強化戰術管理系統(Enhanced Flow Management System, ETFMS)，前述提及正確的飛航計畫會送至 NMOC，在數據串流中就是由 IFPS 送至 ETFMS 及 FMPs 各自的 ATM 系統(如圖 59)。

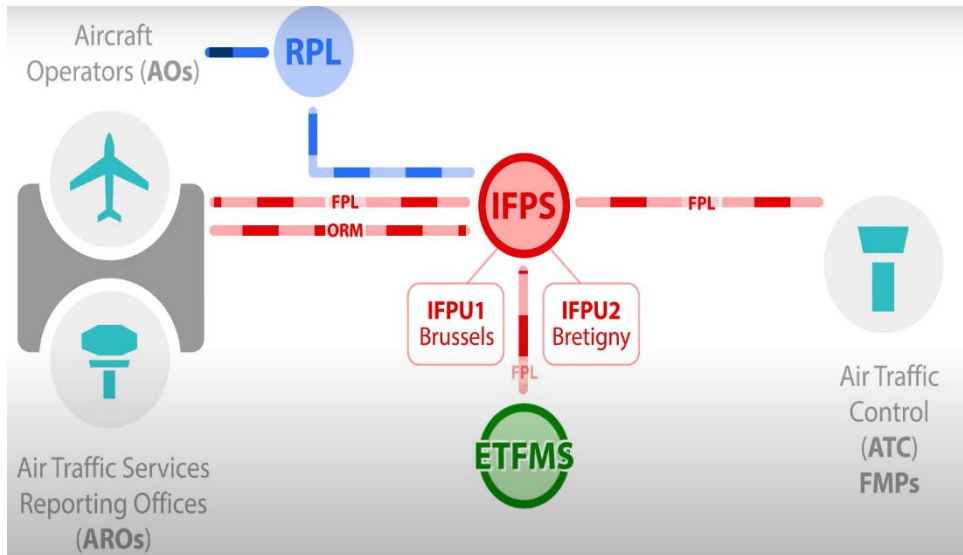


圖 59、飛航計畫由 IFPS 進入 ETFMS 及 FMPs 的系統

如果已經起飛的航班並未包含某些重要數據或起飛航班有任何需要在空中更改計畫時，飛航管制中心必須通知網絡管理作業中心。飛航管制中心會使用航管員飛航計畫提案訊息(ATC Flight Plan Proposal Message)來執行此修正操作，席位僅需在計畫修改，系統會透訊息去更改 IFPS 的資料，由 IFPS 再更新 ETFMS(如圖 60)。

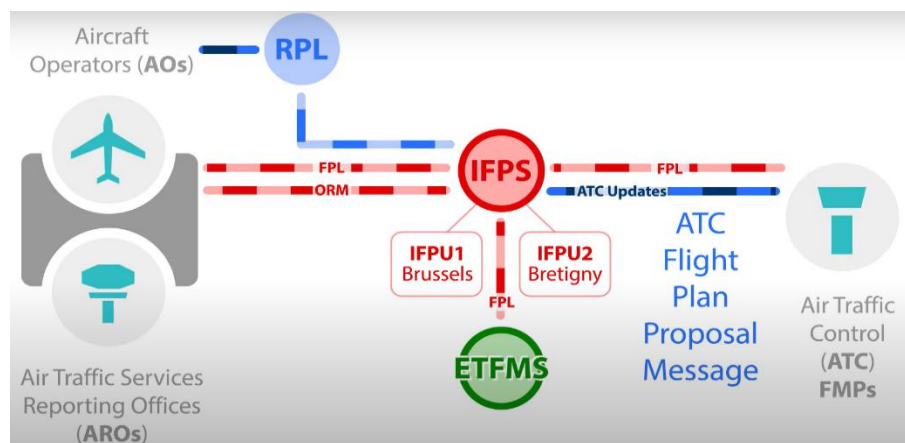


圖 60、空改飛航計畫時，系統間數據移動方式

最終航班的順序是由 FMPs 確認的，如遇流量及容量失去平衡，協調 NMOC 重新規劃與共由 NMOC 與飛航計畫發起人溝通。還有任何關於實際情況的 ATC 更新都將由 ACC 透過 FMPs 向 NMOC 的 ETFMS 回報(如圖 63)。

ETFMS 就是大家常說的 ATFM 系統，主要功能有二個：

- 利用 IFPS 提供的飛航計畫，去計算 NMOC 空域下每一個席位的航情需求。
- 系統順位分配(Computer-Assisted Slot Allocation, CASA): 當 FMP 及 NMOC 決定要做 ATFCM 措施時，運算出給予航班限制的 SLOT，也是亞洲區在使用的 CTOT 的運算機制，最後利用系統傳送出去。

為了要達成上述二個目標，ETFMS 有幾個功能：

- 資訊收集服務 Data Collection Service

透過航空公司、機場及航管單位的支持，當航機還在地面時就能有精準的航機動態及更新，或是航機一旦起飛就能掌握其精準的到場時間。

- 航班啟動掌控 Flight Activation Monitoring

這個功能是來監控離場航情需求(pre-departure traffic demand)，針對還在地面但即將離場的航機進行監控，對於沒有在預計離場時間(ETOT)離場的航機，調整其飛航計畫，或是一個航班因為狀況產生不確定的延遲時(flight suspension)，讓相關航管單位得到通知，調整其需求預期，進而也達到活化 ATFM Slot 的效果。

- 進口及席位航行量顯示 Entry and Sector Occupancy Counts

ETFMS 每小時會提供給每個席位一次進入每個席位的航機資料(entry counts) , 每分鐘提供一次每個席位目前航機數量(sector occupancy counts) , 這些監控資料可在進行地面延遲計畫 GDP (Ground Delay Program, GDP) 或者短期航情調整措施(Short Term ATFCM measures, STAM)時使用。

- 航班飛行路線計算 Flight Profile Calculations

ETFMS 每 6 個小時從氣象單位收到氣象數據，這組數據包括未來 36 小時，以每 6 小時為一組的天氣預測，資料包括風向及風速，用以計算航機的飛行 profile，這跟我們 ATMS 算 trajectory 是一樣的道理，利用高空風得出精準的過點時間。

- 資訊發布服務 Data Distribution Service

當航班動態有大的改變時，ETFMS 會將修正資料送給航管單位、機場及航空公司，FMP 就可以持續地更新及監控整日的航情動態，在需求大於容量時採取措施，對整體 CDM 有很大的幫助。

不管是 Data Collection service、Flight Activation Monitoring、Entry and Sector occupancy Counts、Flight Profile Calculation 或是 Data Distribution Service 都是一個共同的目的，讓歐洲這片擁有 2,353 個席位及 525 個機場的空域，都能持續更新航機動態，掌握需求，並善用容量，確保容量需求平衡，這是 SESAR Dynamic Demand Capacity Balancing 概念的實踐，需要航空公司、機場及航管單位共同支持，投入大量資源來達到這個目的，這是 Eurocontrol 六十年持續努力的成果，相當龐大的網絡。

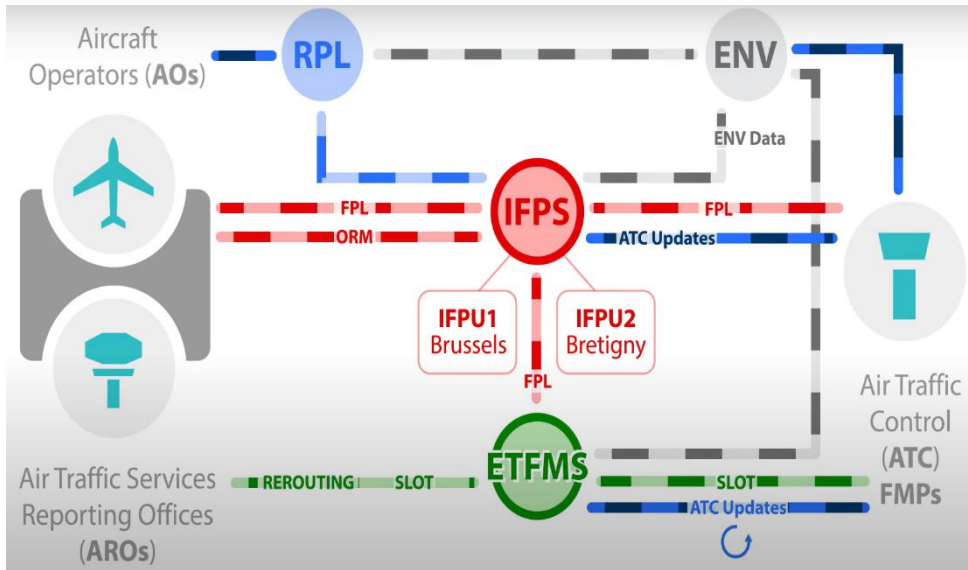


圖 63、航管單位回報更新及容量不足時，數據流動的方式

更新的資訊會由 ETFMS 回報給環境資料庫，環境資料庫再信息轉給 PREDICT 預測系統。

PREDICT 系統就是 NMOC 和 FMPs 在 ATFCM 戰術前作業期間(Pre-tactical operations)使用的資料。該系統將歷史需求與預測的容量和席位配置進行比較，來預測是否需在第二天採取 ATFCM 措施(如圖 64)。

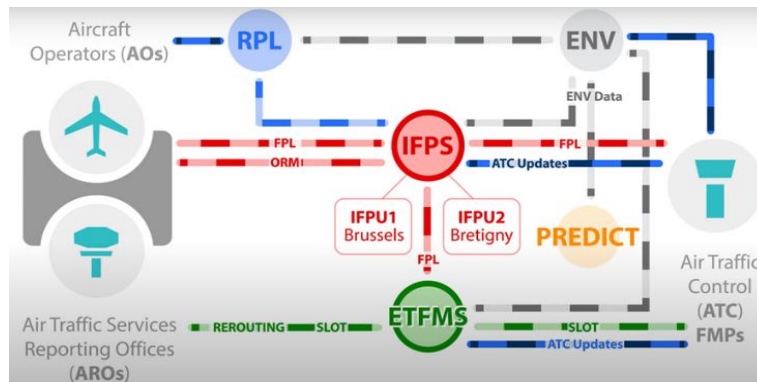


圖 64、PREDICT 預測系統的數據來源

該規則可預先輸入到系統中，以便在 ETFMS 應用之前評估其影響。根據這種評估，創建了 ATFCM 日常計畫(ADP)。該計畫是在作業前一天建立的，它由與所有相關合作夥伴協商後，才建立的 ATFCM 措施。ADP 的發布和亞洲不同，亞洲通常是在當天的早上 8-9 點左右，透過氣象人員的氣象資訊，各個單位宣佈自己的容量後才會發布 ADP 給鄰近國家，歐洲則是由戰術前階段，依照 PREDICT 預測的航行量和單位發布的容量相比較後，事先由 FMP 和 NMOC 協調後於作業前 1 日發布。ADP 透過 ATFCM 通知訊息的發布，也可以從 NOP(Network Operation Portal)上進行查詢(如圖 65)。

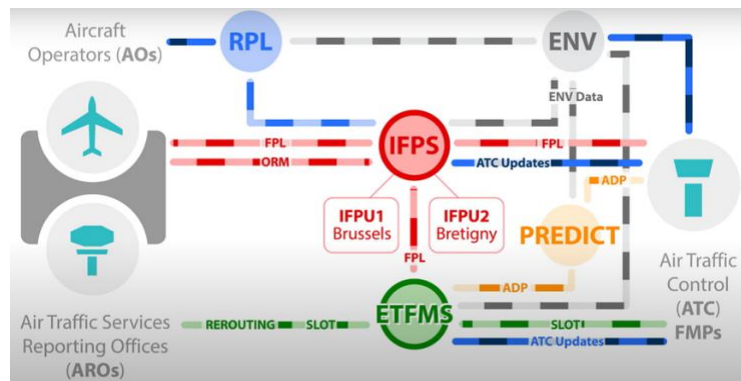


圖 65、ADP 發布及數據分享方式

再來要說 NMOC 系統中的航路分類資料庫(Route Catalogue Database, RCAT)，它是 ETFMS 的一個子系統，是由 NMOC 維護的數據庫。它可以被“假設”重新規劃航班飛行路線的功能(如圖 66)，以便透過更改航路的假設，來計算流量，它也可以透過 B2B 的模式在 FMP 的系統中使用，以方便雙方能看見一樣的協調結果。

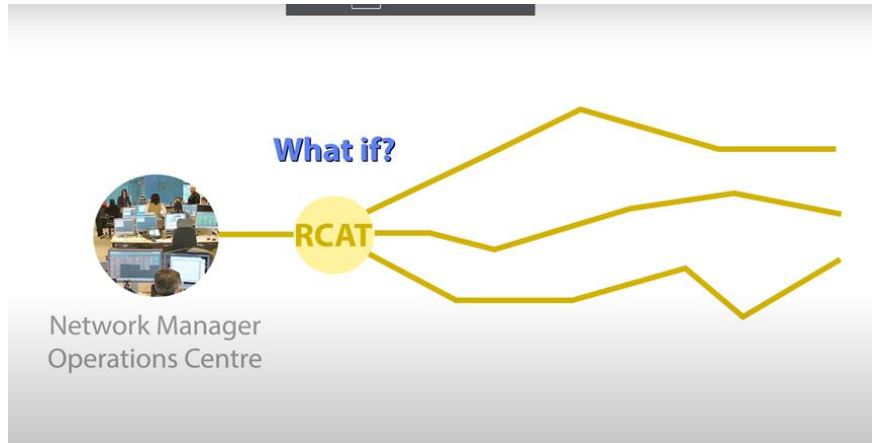


圖 66、航路分類資料庫 RCAT

最後是飛航網絡管理數據倉庫(Network Management Data Warehouse, DWH)也就是資料的存檔作業，它用於儲存歷史資料，以便將其使用在核心系統(即 ETFMS、IFPS 和環境數據庫)的歷史數據。

DWH 還儲存了策略、戰術前和戰術時決策制定時相關的統計數據和關鍵性能指標。此外它會在實際操作日前 7 天開始向 PREDICT 系統提供參考數據，以利 PREDICT 運算時能有最近歷史資料作參考(如圖 67)。

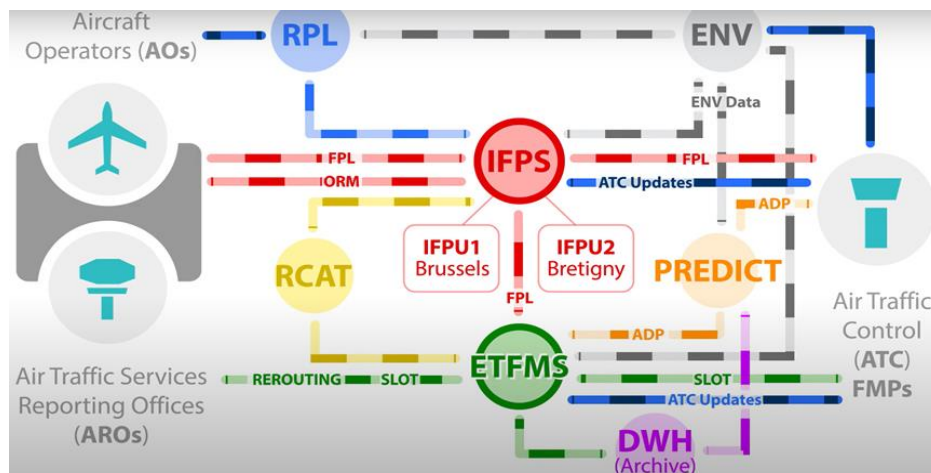


圖 67、飛航網絡管理數據倉庫 DWH

透過資料處理的數據串流，配合 NMOC 與 FMP 之間的配合就比較瞭解他們是怎麼得到預測的數據，又是依據什麼來執行 ATFCM 措施。

3.NMOC 辦公室席位配置

NMOC 的辦公室配置主要分為下列 5 個區塊(如圖 70)：

(1)飛航網絡經理(Network Manager)-藍色框區域：除了 3 位 Network Manager 的席位外，還配有一個航空公司協調席，如果有需要改航路或者航空公司來電協調起飛時間時，都會透過此席位和 NM 協調再加上 Pre-Tactical Planning 的人員也會在此區域工作，有問題時會互相幫助(如圖 68)。



圖 68、NM 席位

(2)飛航計畫規劃服務(Flight Planning Services)-綠色框區域：主要處理 IFPS 業務，需要審查飛航計畫以及處理有問題的飛航計畫(如圖 69)。



圖 69、Flight Planning Service 席位

(3)空域規劃(Airspace Data)-紅色框區域：主要處理 Eurocontrol 區域內空域的資料更新，各個 FMP 會整理相關更新資料交給此部門，部門人員會將資料鍵入系統，以利系統運算航行量時，能保有高度的準確度。

(4)作業後分析部門(Post Operation Analysis, POA)標誌區域：每天會針對作業後的 ATFCM 措施和 FMP 及相關利害關係人討論措施的有效性及是否需改進的地方。

(5)其他區域：

- 其他區域包含創新部門-左下方區域
- FDO 人員訓練區域-創新部門的右邊
- 空域模擬區-右上黃框區域
- 值班督導-中間深藍區域

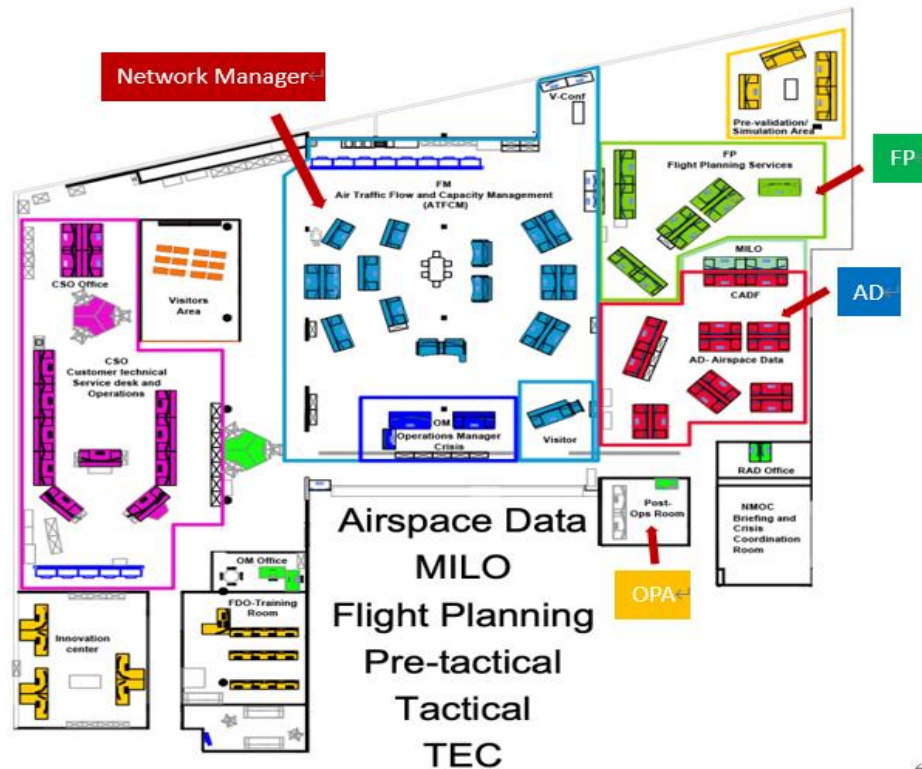


圖 70、NMOC 辦公室席位配置

4. 飛航網絡 Network Operation Portal

ATFCM 的作業中有一個核心觀念是協同決策(Collaborating Decision Making, CDM) , CDM 是指在作業中任何一個利害關係人都可以透過 CDM 的方式來參與，不管是瞭解 ATFCM 的做法或參與決策的過程等，而 NOP 就提供一個平臺來讓所有的利害關係人來加入，瞭解問題、參與過程、一同解決。以外部人員看到的部分就已經很精彩豐富，背後實際作業的資訊，更能提供所有帳號使用者更完整的資訊，投入的人力及資源相當多，本區目前的 ATFM Portal 主要目的是給塔臺、機場及航空公司 CTOT、ADP 及鄰區限制資訊，是以作業為主的簡易網站，如果要做 NOP 這類的網站，可能必須另外架設，

不過根本的能力是必須建立自己的 **ATFM Data Center**，才足以有如此豐富的功能，相反的，這種的網站也是 **ATFM Data Center** 發揮價值的主要工具。

進入 **NOP** 網頁後(如圖 71)，首先呈現的就是戰術階段(**Tactical**)的頁面，都要先於紅框 1 輸入想要查詢的日期，按下 **SET** 鍵就可以看見下列資訊：

(1)原始飛航網絡計畫 **Initial Network Plan**(紅框 2)：這個區塊提供的文件在亞洲就是 **ATFM Daily Plan**，在 **ATFCM** 地圖上出現鮮藍色的 **ACC** 圖形和圓點(指的是熱點)，就代表這些區域需要在某些時段實施 **ATFCM** 措施，可以點選 **Network Plan** 就會出現當天的計畫，它包含所有當天預計執行的 **ATFCM** 及對熱點區域的警告，告知經過這區域的航情要有被 **Delay** 的準備。

(2)**Network Headline News**(紅框 3)：就類似公告欄的功能，會依日期、公佈時間及內容在首頁公告，和自己有關的資訊，就可以直接點選。像公告欄中就有針對今天的戰術階段的更新文章、明天的 **Initial Network Plan**、還有一些重要的公告會保留一段時間，像烏克蘭空域不能使用。

(3)**Current Network Situation**(紅框 4)：這張圖在 **NMOC** 的大型電視牆上也看的到，一旦系統有新的資料加入就會及時更新，顯示的是需要流管的區域、航情平均被 **Delay** 的時間分類，例如紅色就代表要 **Delay** 大於等於 45 分鐘，它有一個功用就是，航空公司自己看到這個問題，如果有接飛或準點到的問題話，就要考慮是否改航路或是接受 **NMOC** 其他的建議等。

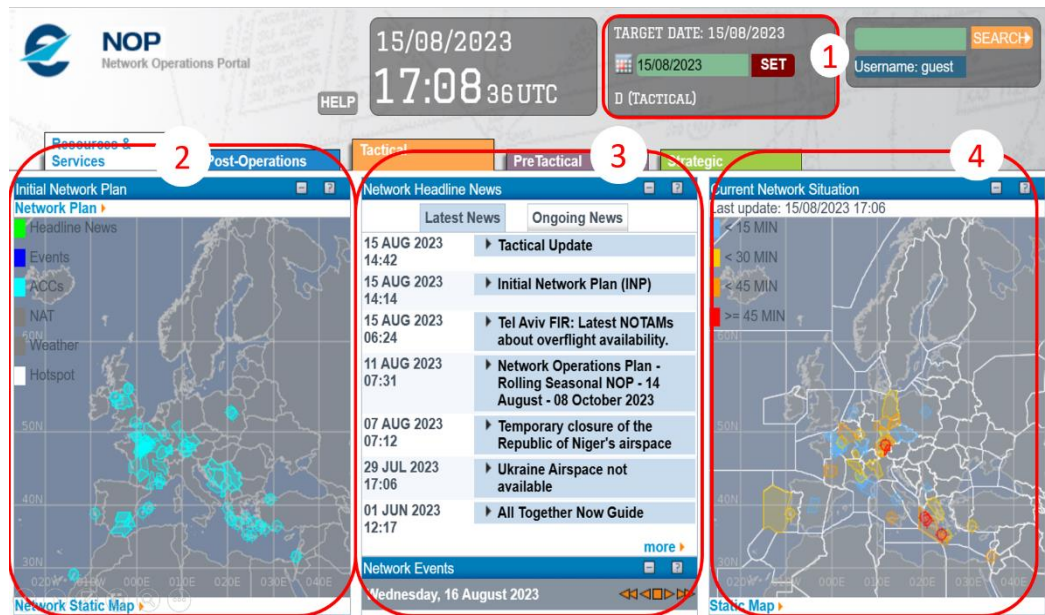


圖 71、NOP（戰術階段頁面一）

(4)ATFCM 措施探討區域(紅框 5)：這是給利害關係人和 NMOC 間互動的平臺，可以提出 ATFCM 措施的問題，透過網頁提交，NMOC 會回覆相關的問題，告知你原因和下次有沒有更好的做法(如圖 72)。

(5)FMP 每週的管理分析 Axis Weekly Management(紅框 6)：這也是只能給各區域 FMP 進來使用的欄位，進來之後可以有很多的分析報表可以自己設定自己想要看的報表，例如週間的 ATFCM 起因的比率、航班準點和延誤的比率等(如圖 73)。

(6)飛航網絡事件 Network Events(紅框 7)：這個區塊會以月會以日的方式列出各區域發生的事件，例如 ATM 系統更換、機場維修、軍事演習或是世界杯足球賽等。

(7)ATFCM 現況數據 ATFCM Situation Data(紅框 8)：此區塊將當天航班的動態、延誤的原因及分鐘數列出，可以很清楚地知道當天的狀態。

(8)線上會議室 Tele/WebEx Conferences(紅框 9)：NMOC 會先通知與會人員的邀請，時間到時就可以利用這個功能做線上會議，如需緊急開會也能直接開始線上會議，有需要的人就直接可以上線加入會議，相當好的功能區塊。

戰術頁面再往下是一些文件的連結，需要的人可以直接下載使用，就省略不再贅述。

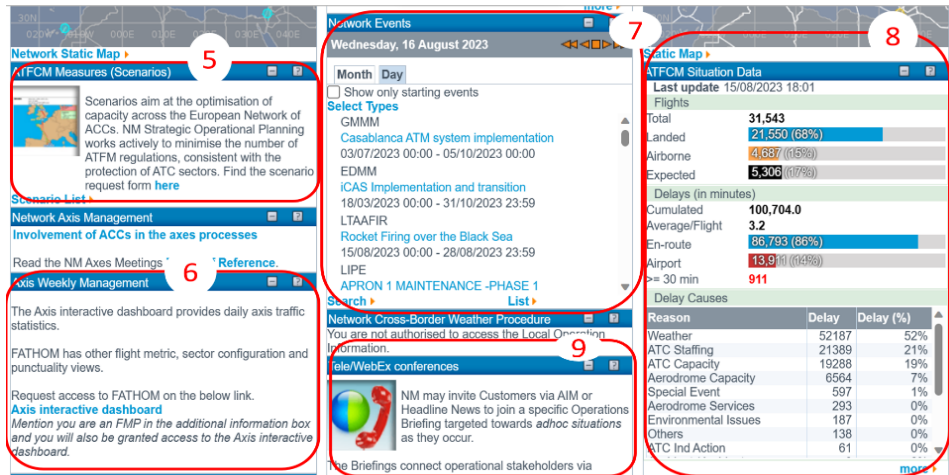


圖 72、NOP(戰術階段頁面二)

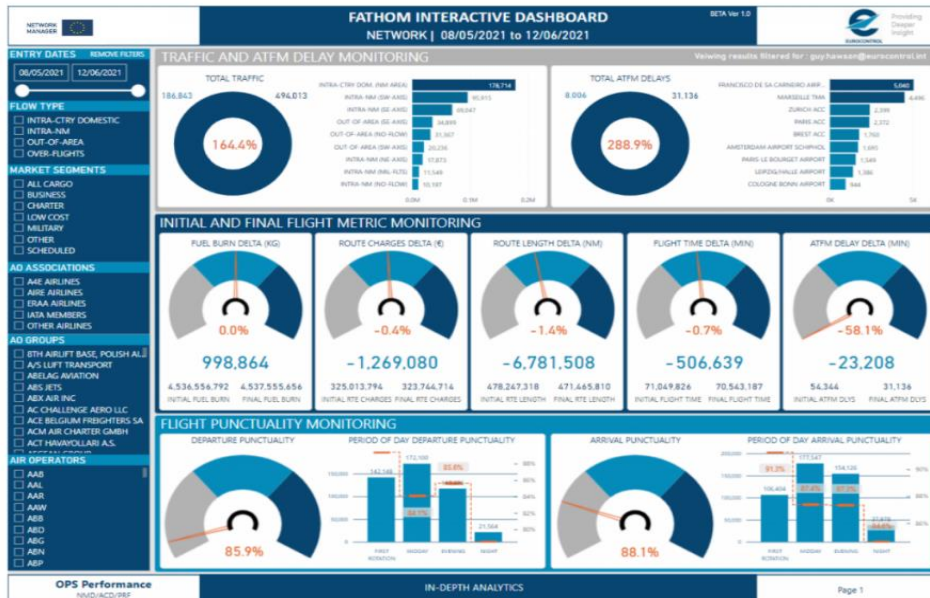


圖 73、NOP 中的分析報告

再來我們在首頁點選 Pre-Tactical 頁面(如圖 74)，一樣在紅框 1 處鍵入想要看的日期，這時頁面就有顯示是 D-1(PRE-TACTICAL)的字樣，顯示你進入這個頁面，而且你只能選明天以後的日期觀看，如果選擇大後天的日期，也不會有 Initial Network Plan 出現，因為它只在前一天才公布。至於頁面中相同的資訊欄位就不再重覆敘述，只說明有變化的區塊。

原始飛航網絡計畫 Initial Network Plan(紅框 2)：這裡展示的圖就是戰術前的圖形，一樣展示出有需要 ATFCM 措施的區域和熱點的提醒。

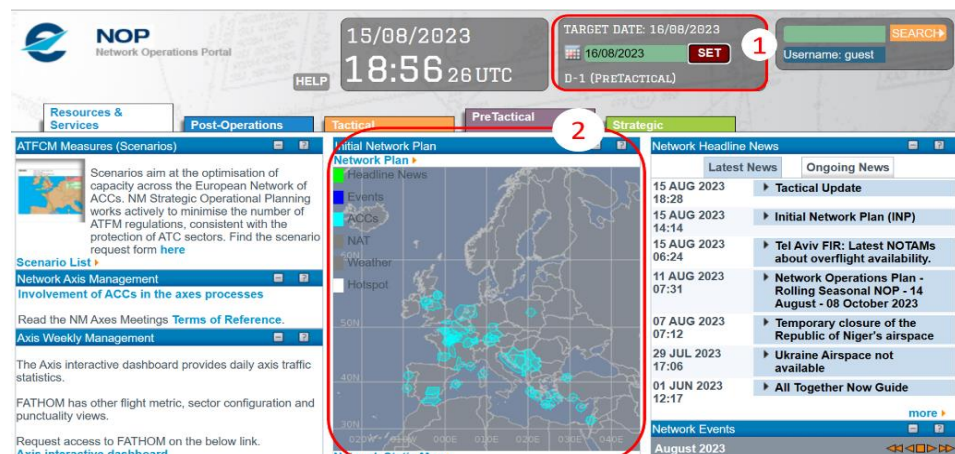


圖 74、NOP 戰術前的頁面

接下來看 Strategy 頁面(如圖 75)一樣在紅框 1 處鍵入想要看的日期，這時頁面就有顯示是 D-7(PRE-TACTICAL)的字樣，顯示你進入這個頁面，此時只能點選 7 天之後的日期才看的到策略階段的資料。

- (1)空域及航路結構 Airspace and Route Structure(紅框 2)：這個區塊提供的文件在是有關空域及航路結構性變化的相關資訊，這類型的改變通常都曠日費時，所以被列入這個頁面很容易理解。
- (2)飛航網絡作業計畫更新 NOP Updates(紅框 3)：提供 Eurocontrol Network Operation Plan 的文件，此類文件都是屬於大型的規劃文件，常常都是 4-7 年的計畫，同個區塊也提供機場的事件提醒文件，例如跑道關閉維修，機坪關閉等消息的公告。
- (3)飛航網絡待改變事件 Planning Network Changes(紅框 4)：這裏提供的資料是各管制中心的 ATM 系統維護、更新或完全改版時的消息，因為伴隨的是容量的大幅降低。
- (4)飛航網絡發布資料公告欄 NM Release Information(紅框 5)：這個區塊提供的是 NMOC 如果有功能發布或更新及程序的變動需要解釋時，會將文件在此公告，如果需要詳細說明或是訓練，就會在文件中通知說明會和訓練日期供相關人員參考。

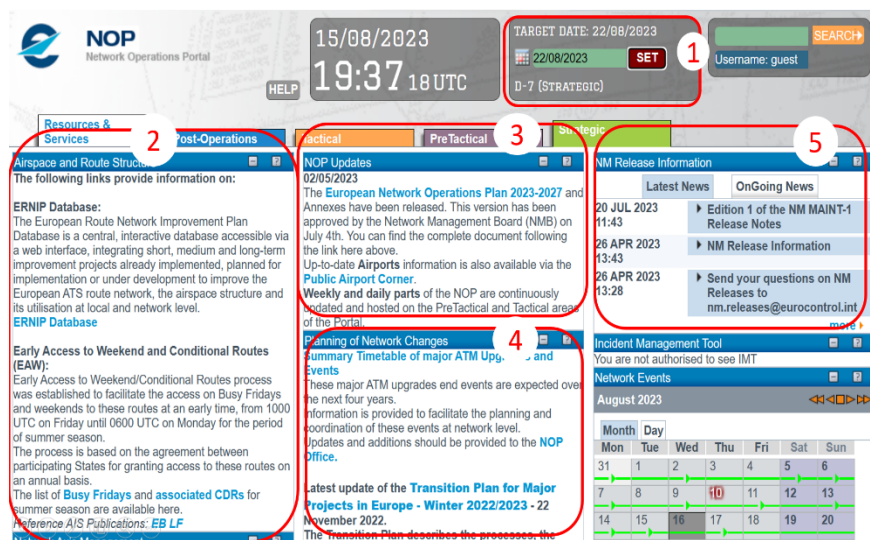


圖 75、NOP 策略頁面

至於 **Post Operations** 的頁面顯示的資訊就是過去的資料，可以看的到很客觀的資訊，幾乎欄位都是前面介紹過的就不再重覆說明，如果需要分析資料，也都是可以自己設定找到自己想要的分析資料。

總結一下，**NOP** 的網頁設計就是按照 **ATFCM** 的作業流程來設計，將各個部門搜集的資料，透過網路的方式發送出去，也有互動式的功能，例如分析功能的網頁(**Interactive Dashboard**)、線上會議及提問等功能，並提供隨時更新的 **ATFCM** 資訊，讓整個平臺能及時的發布訊息並與所有的使用者互動。要做到及時的 **CDM**，提供最及時的資訊，**NOP** 真的是最好的選擇。

5.補充資料

(1)特殊事件準備 **Event Preparation**

特殊事件，例如運動賽事、重大的集會、政治活動、空域改變、軍事活動、系統的興建、更新等等都會對飛航作業造成衝擊與影響，由於這些事情都有預先指定的時程日期，所以 **NATS**、**MUAC** 及 **NMOC** 都會針對該事件的衝擊做預先的準備。

基本上這種資訊的掌握是越早越好，**Eurocontrol** 的程序(如圖 76)，通常是在實施日 7 天之前，所以也算是 **Strategy Planning Phase**，期間最重要的步驟是進行 **stakeholders** 的 **CDM (Collaborative Decision Making)**，共同討論完成 **Transition Plan** 及 **Mitigation Plan** 作為應對的方案，再交由 **NMOC** 及相關區域 **FMP** 執行，結束後要做 **Post-Op Analysis** 來進行改善，被影響的 **ACC** 和單位都要寫 **POA** 並提供建議和意見，期待在未來相同或類似事件發生時，有較好的執行方案。

這部分倒是本區未來實施 ATFM 時，在 Strategic Planning Phase 或是 Pre-Tactical Phase 比較可能實踐的項目，因為 Event Preparation 的資料可見度高，執行有明確的標的及需要性，再加上案例的經驗可持續的再使用，是必須進行的項目，只是如何建立好用的工具，幫助呈現各種分析以便於決策，這是需要思考的地方。

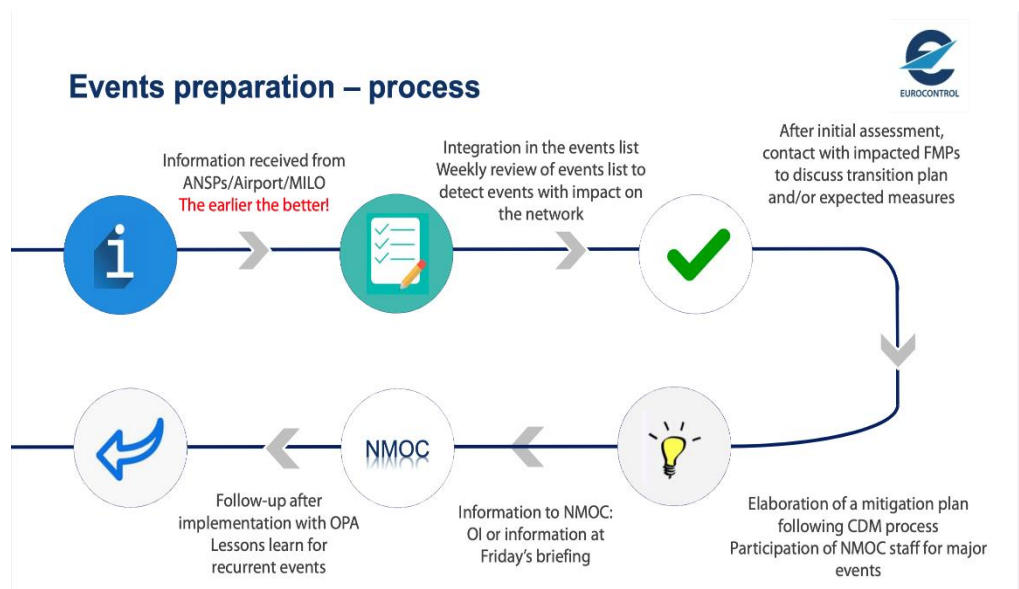


圖 76、特殊事件準備流程

(2)ATFCM 會議

在 NMOC 的早上 11 點左右，Operation Analysis (OPA)的人會出來主持簡短的會議，考察時參與了會議，主持會議的是 Stuart Green，他是這個部門的主管，除了詢問 Tactical 部門的員工，當日的作業外，Pre-Tactical 席位的人也參與會議來協助說明(如圖 77)。



圖 77、NMOC 內部的 ATFCM 會議

(3)飛航流量管理每日計畫(ATFM Daily Plan, ADP)的發布

ADP 的發布，在歐洲發布的就是最初飛航網絡計畫(Initial Network Plan, INP)，在亞洲不管是 Multi-Nodal ATFM 或者是 NARAHG 都是在每天的早上、中午、甚至傍晚發布今日的資訊，但是 NMOC、MUAC 及 NATS 都是在前一天發布，詢問 NMOC 如果前一天的天氣預報如果不精準，就會影響到作業計畫，他們的答覆是，歐洲天氣相對穩定，沒有亞洲這邊的颱風、熱帶低壓、季節雲雨帶或是當地強烈的積雲生成，加上機場與空域多，資訊量大，各方都需要時間消化資料，所以提早前一天發出 ADP，是比較適合他們的做法，之後如果需要更新計畫就會再發更新飛航網絡計畫(Rolling Network Plan)來提供新的計畫。

(4)作業前簡報

作業當天，並不是每一個單位都有每日作業前的簡報，雖然這已經是臺灣及許多國家的作業規範，且成效是正面的，管制員依靠這個作業前簡報取得該班作業的各式各樣資訊，為今天的工作做準備，督導們也可以加速交接。

但是由於歐洲在管制人力的運用的方式很不同，人員不會是同時到達，加上前置的 Pre-Tactical Planning 做得確實，處置也提早協調過，所以沒有進行每日作業前的簡報。

(5) NMOC 資訊牆面

在 NMOC 辦公室中，首先映入眼簾的便是資訊牆面(如圖 78)，簡直就是臺北 ATFM 小組夢寐以求的電視牆面，其中包含的資訊很充足，有氣象資訊、軍事活動區域資訊、航情散佈圖、總航情分析列表、航情延誤一覽表等，如果有外賓來要展示某些簡報或是新的系統，也可以隨意的置換上面的資訊。

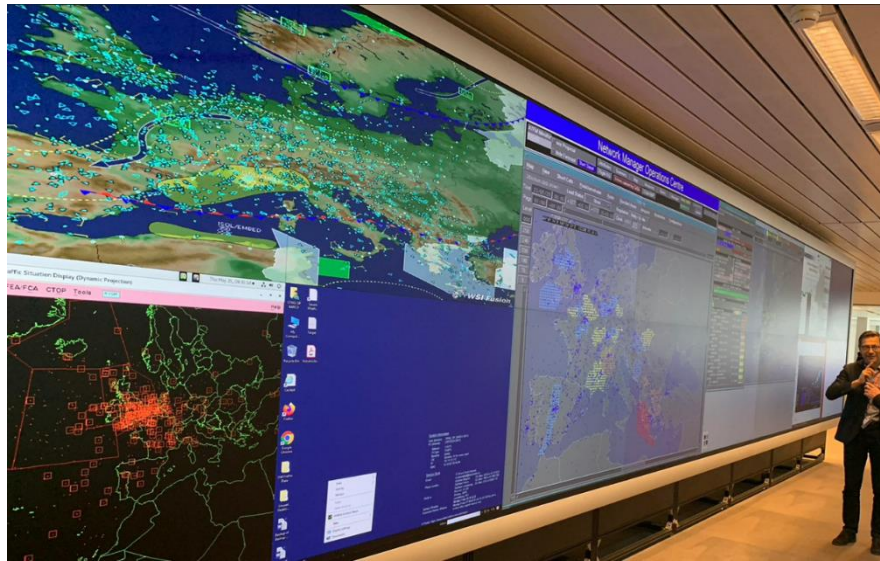


圖 78、NMOC 的資訊牆面

資訊牆面不可少的就是氣象預測資訊，氣象資訊的來源是由德國取的，更新的頻率和準確度是多數歐洲國家認可的(如圖 79)，從圖中可以看出鋒面滯留在歐陸的

南側，歐陸上也有一塊天氣往西南方移動，基本上很容抓住氣象的重點及何處較容易受到氣象的影響而導致容量下降。



圖 79、氣象資訊牆

接下來看到的是航情延誤的一覽表，用顏色來區分程度，紅色代表航班平均延誤大於 45 分鐘、橘色代表平均延誤大於 30 分鐘、黃色代表平均延誤大於 15 分鐘、藍色代表平均延誤小於等於 15 分鐘(如圖 80)，就可以清楚得知希臘是最航班延誤最多的地方。



圖 80、航班延誤一覽表

知道延誤的區域後，就會想要掌握延誤的實質內容及原因，NMOC 就將及時的延誤分析數據就列入分析表中(如圖 81)，很容易就能瞭解當日的情況。

分析表中可以看見當天預計的航班數量、落地的航班數量、載空的航班數量、延誤的原因及各原因所造成的延誤時間、按 CTOT 時間帶起飛的航班有多少架次、晚於時間帶起飛的架次及各個區域處理的航班數量及總延誤時間，都一一的列在這個圖表中。

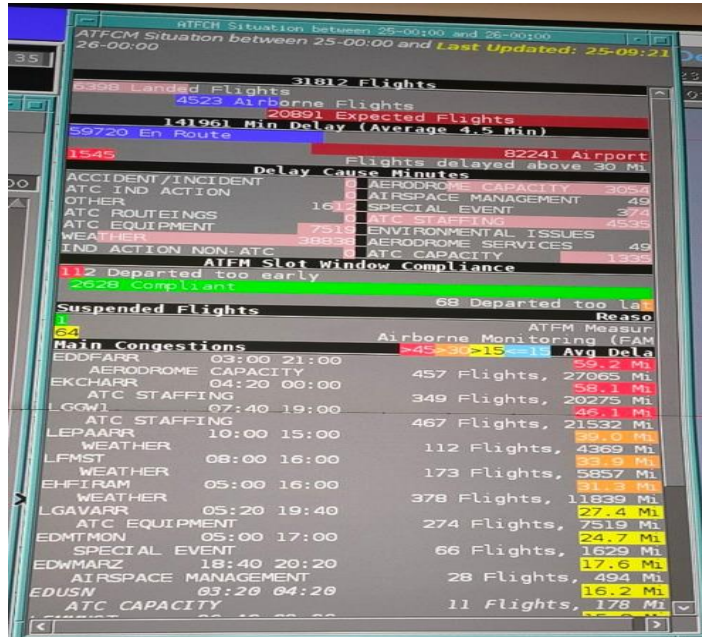


圖 81、當日航班分析表

(6)CTOT 列表

圖 82 是 NMOC 的 CTOT 列表，是針對其中一個 ACC 使用的措施，可以在同一個畫面中得知受控的航班列表，清楚的知道航班的內容，CTOT 的時間、實際的起飛時間、被延誤的時間、最後接受的指示種類等。

Slot List For Regulation LPIES25

Display Segment Various Regulation Traffic Volume Ref. Location

Criteria All Colour By Flight Delay Sort By Ato

Other Regulation
 <15 minutes
 >15 minutes
 >30 minutes
 >45 minutes

Slot Information Time SR Aircraft ADEP ADES Kind REL XFR ETOT CTOT ATOT ETO STD CTO EET ATO AET Delay Regs Last Mfg

Time	SR	Aircraft	ADEP	ADES	Kind	REL	XFR	ETOT	CTOT	ATOT	ETO	STD	CTO	EET	ATO	AET	Delay	Regs	Last Mfg	
25-11:40																				
11:40	AN	EXS38C	GRRR	EGNM	Act	.....	F.	10:40	10:43	10:42	11:40	11:40	11:43	50	11:42	50	(3)	2	sam
11:41	AN	TFL8YA	LPMA	EHAM	Act	.....	F.	10:33	11:02	10:59	11:15	11:15	11:44	47	11:42	50	(29)	3	SRM
11:45	AN	EXS94RD	GRRR	EGSS	Act	.....	F.	10:35	10:45e	10:48	11:35	11:35	11:45e	19	11:45	19	(0)	2	SRM
11:43	AN	EXS16YG	GCTS	EGSS	Act	.....	F.	10:30	10:30	10:36	11:40	11:40	11:40	42	11:45	41	0	2	SRM
11:50	AN	XADAB	MMTO	LEMD	Act	.....	F.	02:10		10:25	11:38	11:38		36	11:49	36		1	
11:49	AN	EXS9KR	GRRR	EGBB	Act	.....	F.	10:47	10:55F	10:52	11:47	11:47	11:55F	50	11:50	50	5	2	SRM
11:47	JAN	RVR48R	GCTS	EGSS	Act	.....	F.	10:24	10:40e	10:41	11:37	11:37	11:53e	39	11:50	39	(6)	2	SRM
11:54	JAN	VLG368R	LEBL	GCLP	Act	.....	F.	10:16		11:02	11:39	11:39		15	11:51	15		1	
11:52	AN	TAP089	LPPT	SBGR	Tac	.....	F.	11:39	11:40	11:40	11:51	11:40	11:52	22	11:52	22	1	1	SRM
11:58	AN	RVR3514	GCTS	EGGW	Act	.....	F.	10:44	10:44	10:46	11:57	11:57	11:57	44	11:55	44	0	2	SRM
11:56	AN	N691GA	LPPT	KTEB	Fp1	.....	R	11:26	11:48		11:36	11:16	11:58	28			22	1	SAM
12:00	AN	TAP173	LPPT	SVMI	Fp1	.....	R	11:40	11:48	11:49	11:51	11:51	12:00	28	12:00	28	6	1	SRM
12:01	AN	UAL943	LPPT	KIAD	Fp1	.....	I	11:33	11:49		11:44	11:44	12:01	30			16	1	sam
12:03	AN	EZY368K	GCFV	EGKK	Act	.....	F.	10:31	10:59	10:56	11:39	11:39	12:08	22	12:05	22	18	2	rea
12:05	AN	TAP081	LPPR	SBGR	Fp1	.....	I	11:45	11:55		11:54	11:54	12:05	35			10	1	SRM
12:07	AN	AWA014	SKCL	LEMD	Act	.....	F.	04:00		10:46	12:04	12:04		32	12:09	32		1	
12:10	AN	DAL125	LPPT	KBOS	Fp1	.....	F.	11:47	12:00		11:57	11:57	12:10	25			13	1	SRM
12:09	JAN	R20150	LPHR	LPPT	Act	.....	F.	10:30	10:30	10:37	12:09	12:09	12:09	37	12:12	37	0	1	sam
12:12	AN	PUE701	LEMD	SVMI	Fp1	.....	F.	11:16	11:33		11:55	11:55	12:12	31			17	1	SRM
12:14	AN	EXS69PU	GCTS	EGBB	Act	.....	F.	10:39	11:06	11:01	11:51	11:51	12:12	51	12:13	51	21	2	rea
12:16	AN	VLG8PX	LEBL	DCXO	Act	.....	F.	10:44	10:47	10:51	12:07	11:37	12:10	15	12:17	15	3	1	sam
12:18	AN	CFG5HK	EDDL	GCTS	Act	.....	F.	09:45		11:00	12:03	12:03		19	12:18	19		1	
12:20	AN	TAP69KM	LPPD	LPPT	Act	.....	F.	10:45	11:11	11:09	11:55	11:55	12:21	34	12:22	34	21	1	rea
12:21	AN	RVR115R	GCTS	EINN	Act	.....	F.	10:44	11:09	11:06	11:56	11:56	12:21	38	12:22	37	25	2	rea
12:25	AN	UAL145	LPPR	KEMR	Fp1	.....	I	11:50	12:17		11:57	11:57	12:25	28			23	2	SAM
12:23	AN	TOM8AV	GRRR	EINN	Tac	.....	F.	11:02	11:25W	11:26	12:02	12:02	12:25W	49	12:26	49	23	2	SRM
12:27	AN	R20183	LPPR	LPLA	Fp1	.....	I	11:50	12:17		11:59	11:59	12:27	32			27	1	SAM
12:29	AN	R204012	LPPT	LPAZ	Fp1	.....	I	11:52	12:17		12:03	12:03	12:29	29			25	1	SRM
12:30	AN	TOMS461	GRRR	EGKK	Tac	.....	F.	11:00	11:27	11:27	12:03	12:03	12:30	53	12:30	53	27	2	SRM
12:32	AN	EXS80DM	GCTS	EGCC	Act	.....	F.	10:50	11:11W	11:14	12:04	12:04	12:25W	47	12:31	48	21	2	SRM
12:34	AN	AZU8753	LPPT	SBKP	Fp1	.....	F.	12:13	12:25		12:22	12:22	12:34	34			12	1	SRM
12:43	JAN	EXS49P	GCFV	EGNM	Act	.....	F.	11:07	11:33	11:29	12:14	12:14	12:40	48	12:35	48	18	2	rea
12:36	AN	OCN1MW	EDDF	GCTS	Act	.....	F.	10:22	10:22	10:27	12:35	12:30	12:35	35	12:37	35	(0)	1	SRM
12:38	AN	RVR927E	GRRR	EIDW	Fp1	.....	I	11:25	11:38		12:25	12:25	12:38	49			13	2	SRM
12:41	AN	TAP277	LPPT	MMUN	Fp1	.....	F.	12:27	12:27		12:38	12:38	12:38	30			0	1	SRM
25-12:40																				

圖 82、單一措施中受 CTOT 流控航班的列表

(7)席位開啟時間表和壓力顯示

圖 83 中可以清楚看到不同 ACC 中，開啟的席位名稱、時間長短、開啟席位 DCB 情況一覽表。

The screenshot displays a complex grid interface for flight operations. The grid is organized by airline/flight number (e.g., UAL145, TAP173, R20183) and shows various data points including flight status, seat opening times, and DCB (Direct Carrier Balance) information. The interface includes multiple columns and rows, with color-coded cells indicating different operational states or pressures. The top of the screen shows menu options and system information.

圖 83、席位航情一覽表

然後在上圖 83 有紅色顯示的席位，就是需要注意的，可再點選該席位去看席位的航行量變化，瞭解數量的因素後，還可再點選看到該時段該席位的航班內容，FMP 就會利用本身的經驗來判斷該席位是不是真的需要被幫助(如圖 84)。

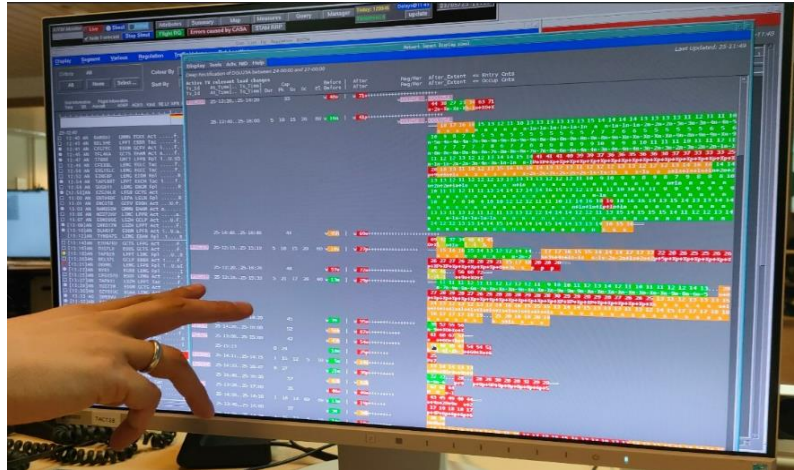


圖 84、席位的流量和容量平衡表

除此之外，他們還有一個功能就是系統可以分析該航班的飛行的預計軌跡圖，航班起飛後需要低飛先經過軍事空域之後才能爬高，之後需要飛經幾個席位，各空域有沒有限制，都能從下圖 85 看到，利於 FMP 分析席位壓力及協調時使用。

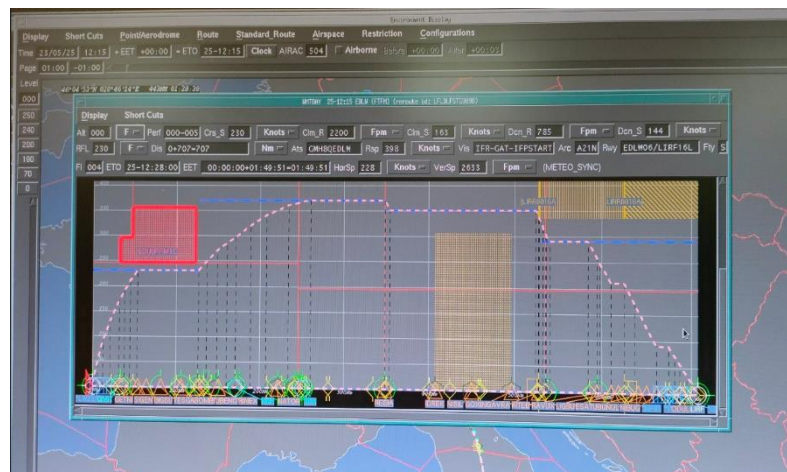


圖 85、航班軌跡圖

(8) NMOC 新作業大樓

2023 年 11 月，NMOC 將迎來期待已久的新作業大樓，是一棟嶄新獨立的作業空間，本次有幸在 Slavi 的帶領下參觀了一下，規劃得很完善，最主要特色如下(如圖 86、87、88)：

- 整合的系統：將現有分散的功能整合為一個系統
- 所有的席位皆具備相同的功能，不再是嚴格的職務區分。
- 更大的作業空間，提供了更好的擴充，各部門結合得更好。
- 完善的應變中心建立在二樓，提供充足的空間及資訊系統。



圖 86、NMOC 新作業大樓外觀

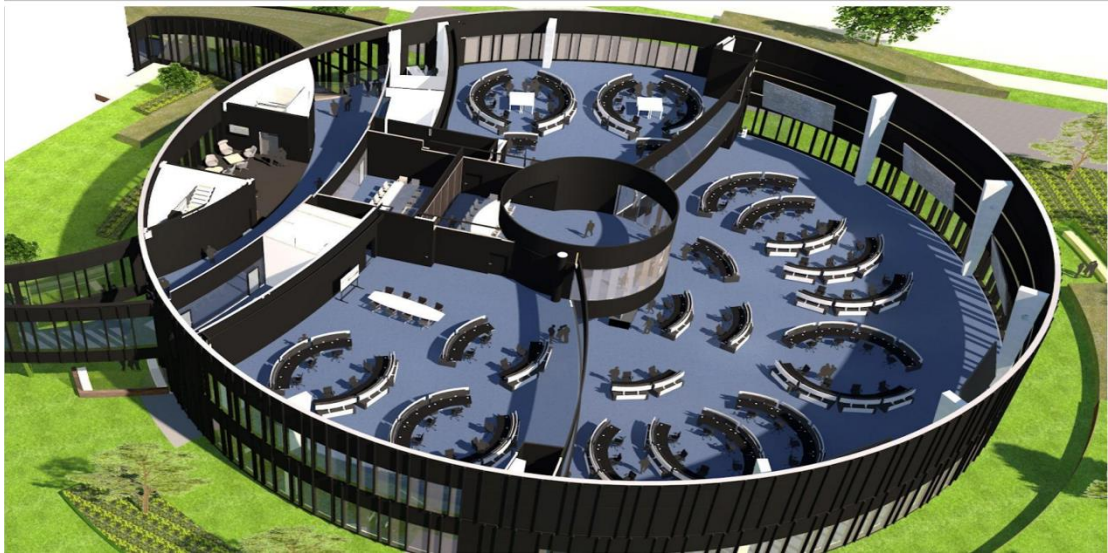


圖 87、NMOC 作業室設計圖

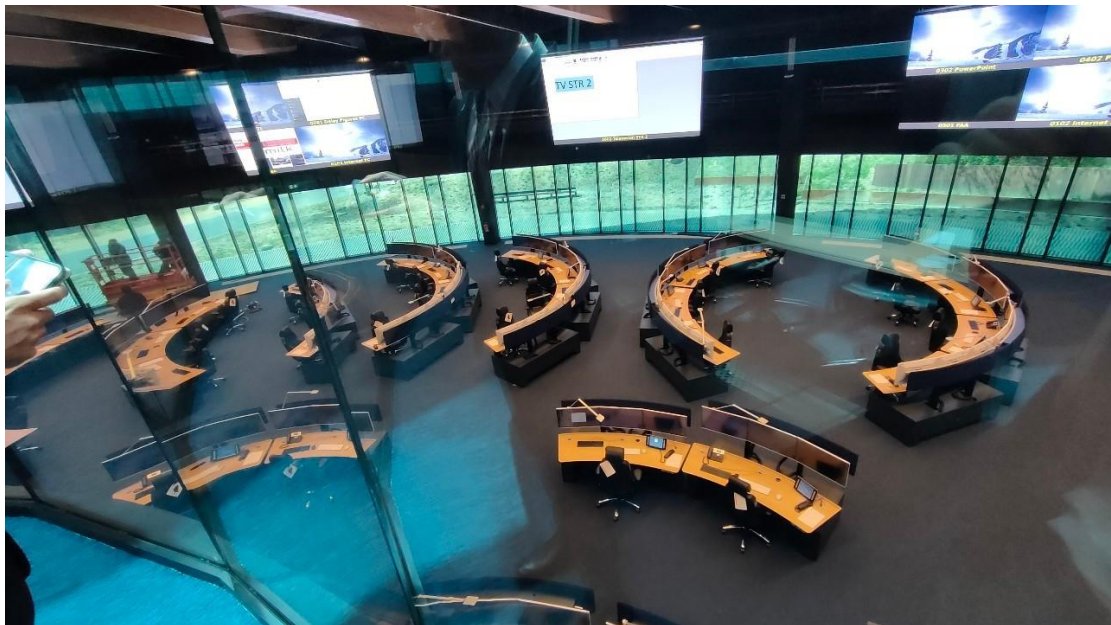


圖 88、NMOC 新作業室鳥瞰圖

考察期間 Eurocontrol 的大廳一直都有外賓來訪，進入後有一個看板，上面列出了今天重要的會議、考察及行程，一直覺得他們平時的事務就很繁忙，還能接待那麼多的訪客，而且在考察的過程中可以感受到他們分享的喜悅和歡迎同業來一起學習成長的那種心態，真的是完美展現泱泱大國的風範及世界一家的開放性，

NMOC 電視牆上持續提供目前空域內的動態及延遲狀況，站在歐洲航空管制的中心點學習著這些事務，真的要感謝一路上幫忙的長官和夥伴。

NMOC 歷經了幾十年的演進，不斷地發展出現在完整的體系，實屬不易，誠如 Slavi 所說，Eurocontrol 有 43 個老闆，事情的演化速度很慢，需要很多時間協調，但是面對不斷增加的航情，他們一直保持開放的心，也不斷一步步地往前進，這一點在亞洲也是一樣的，彼此眼神透露出認可的訊息，都瞭解很多好的政策都需要時間慢慢建立，不容易一步到位的，期許著彼此能夠互相學習一同進步。謝謝 Eurocontrol 及 NMOC 的接待。

六、德國航空管制蘭根區管中心(Deutsche Flugsicherung GmbH-Langen ACC)

(一)簡介：

德國的考察主要是透過 DFS ATFCM 專家暨流管經理 Oliver Wessollek(如圖 89)的協助及帶領，才能在 DFS Langen ACC 內部考察及考察德國 ATFCM 相關的項目，DFS 總部位於法蘭克福市區的西南邊，坐捷運約 20 分鐘可以抵達 Langen-Flungsicung 車站，步行 5 分鐘左右即可抵達 DFS 總部 (如圖 90)。



圖 89、DFS 的流量管理經理 Oliver Wessollek



圖 90、DFS 總部及 Langen ACC

德國 DFS 在歐洲這片天空擁有相當複雜的空域，Oliver 提供一個數據，歐洲的飛機中，平均每 3 架飛機就有 1 架需要使用到德國的空域，雖然德國的空域只佔歐洲空域的百分之 3，就可以知道德國的空域有多麼重要，畢竟德國的地理位置就是在歐陸的中間。DFS 每年要管制 3 百 30 萬航班，疫情前最高紀錄是 1 天管制 11,000 架航班，每年約有 2 億 5 千萬的乘客在德國的機場中穿梭和無數的貨物和郵件透過空中運輸(如圖 91)。

DFS moves Germany – and half of the world

In 2019, prior to the Covid-19 pandemic, DFS logged more than 3 million flights under instrument flight rules in German airspace – almost 40% of these were overflights.

Around 250 million passengers and 4.9 million tonnes of freight and mail were handled at airports in Germany.

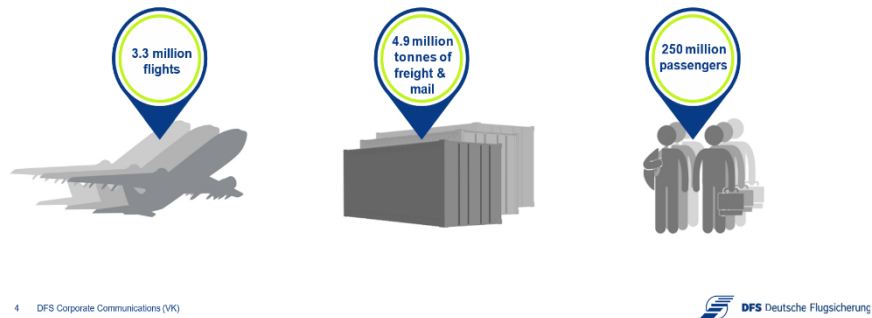


圖 91、DFS 的航班及空運量能

管制的最大航行量也是在 Covid 疫情前抵達高點，2020 年航行量降至 1 百 50 萬架次(如圖 92)，當時由於航行量變少，DFS 有進行人員縮減，所以現在航訓所就需火力全開的招募及訓練新的管制員，以應付突然回歸的航行量，之所以可以進行人員縮減是因為現在 DFS 的國有私營的體制，很多地方都會考量經營利潤，當時才會進行縮減。

Air traffic over the past years

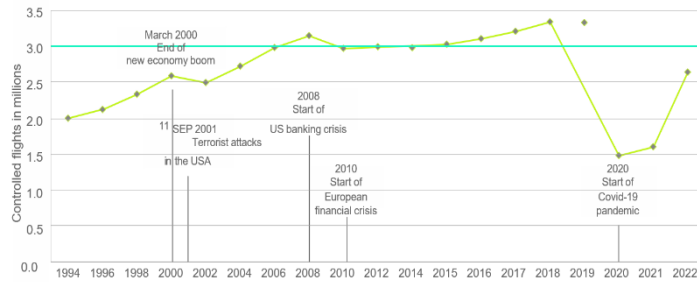


圖 92、DFS 過去約 30 年的航行量變化

導致目前的員工人數中，管制員有 1,924 名，訓練中的學員卻高達 414 名，目的就希望能儘快的補足缺額，否則航班處理的容量一直都無法拉高，至於其他行政、技術人員及 ATFCM 人員小計 1,022 名，目前員工總數 3,360 名(如圖 93)。

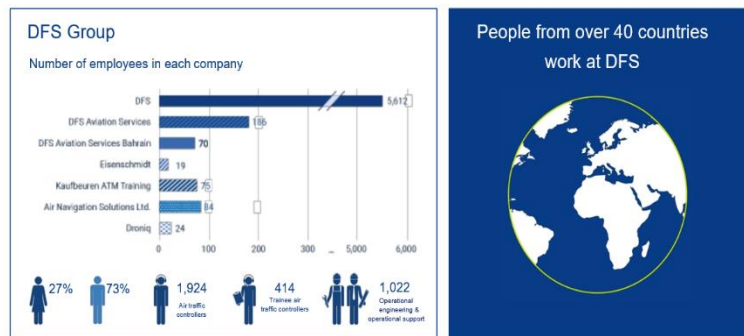


圖 93、DFS 集團員工人數統計表

(二)ATFCM 相關：

1、德國空域和單位配置

德國總共分為 5 個管制中心，2 個高高度管制中心、3 個低高度管制中心，2 個高高度管制中心分別是南邊的卡爾斯魯爾高高度管制中心(Karlsruhe UACC)和前面考察過的在德國北邊的馬斯垂克高高度管制中心(MUAC)；至於 3 個低高度管

制中分別是布萊梅管制中心 Bremen ACC、慕尼黑管制中心 Munchen ACC 及此次考察的蘭根管制中心 Langen ACC 如圖 94)。

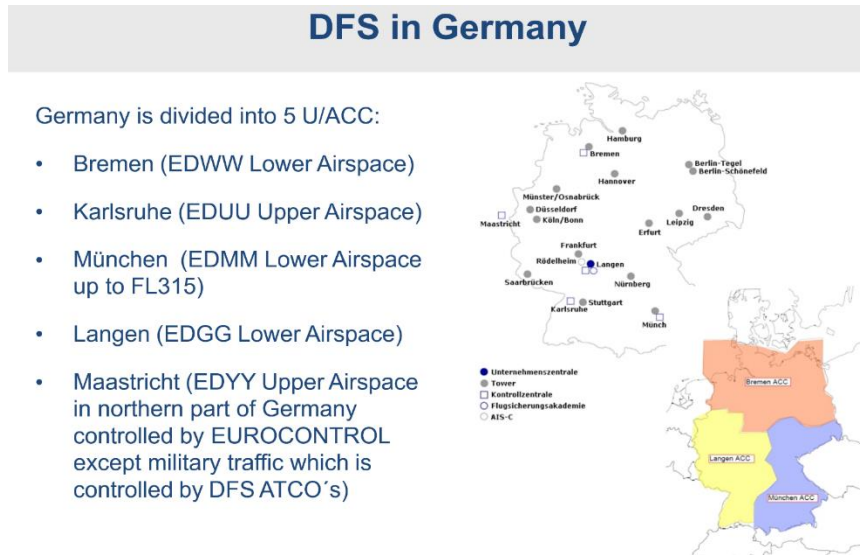


圖 94、德國空域和單位配置

至於蘭根 ACC 共管制 16 個民用機場及 2 個軍用機場，所有的 ATFCM 分由 2 位 FMP 來負責，各自分配的空域(如圖 95)。



圖 95、Langen ACC FMP 負責的空域

2、DFS 的 ATFCM 組織結構

DFS 和其他 Eurocontrol 會員國的管制單位一樣，位於比利時 Eurocontrol NMOC 是所有流管單位的主管機關，接下來才是為於蘭根總部的 ATFCM 總部，由於 MUAC 是 Eurocontrol 底下的機構，所以 DFS 底下的另外 4 個 ACC，都配置有 FMP 的職務(如圖 96)。

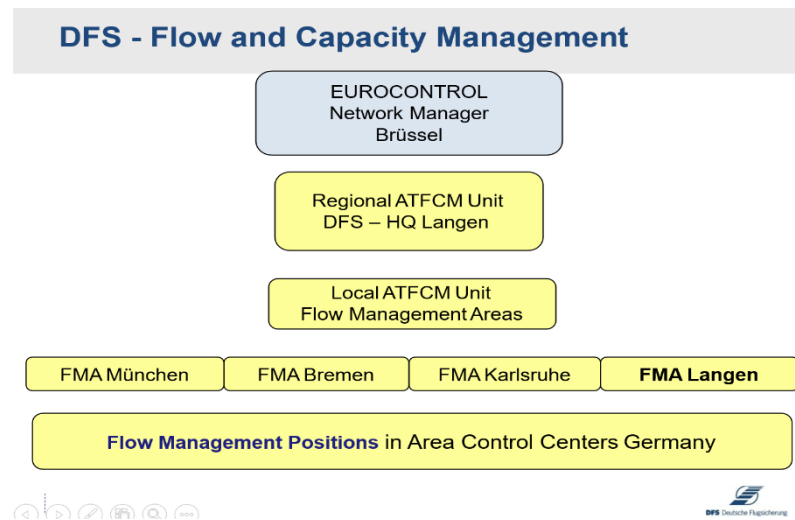


圖 96、DFS 流管單位的組織結構

3、ATFCM 作業流程和 FMP 職務和協調程序

由於 DFS 在 ATFCM 的作業流程和其他單位一致，所以就不再此重覆說明，在考察期間，由於有較長的時間和 DFS 輪值 FMP 一同上席位，帶領的 FMP，相關熟稔各席位的航管作業，當遭遇席位流量超過容量時，FMP 都會透過系統去看 DCB 失衡時段該席位的航情資料，在旁熟悉作業時，FMP 可以一架一架的解釋不同的航班帶給席位的影響且能很快地判斷不同的航班組合會不會造成席位過大壓力。如果 FMP 判斷流量大於容量而且航班的組合是會造成風險時，就會協調督導席，將自己的判斷和建議告知當班的督導，由當班的督導決定是否要

開啟額外的席位或決定要不要協調 NMOC 執行其他的 ATFCM 措施來壓低航班的數量。

4、FMP 席位 HMI

在 FMP 席位上實作時，最常用的就是主要操作介面(Collaborated Human Machine Interface, 下稱 CHMI)這個軟體，可以依特定的時段來搜尋個別席位的流量，可依每 1、10、20、30、60 分鐘來設定間隔，很容易找出流量和容量不平衡的時段(如圖 97)。

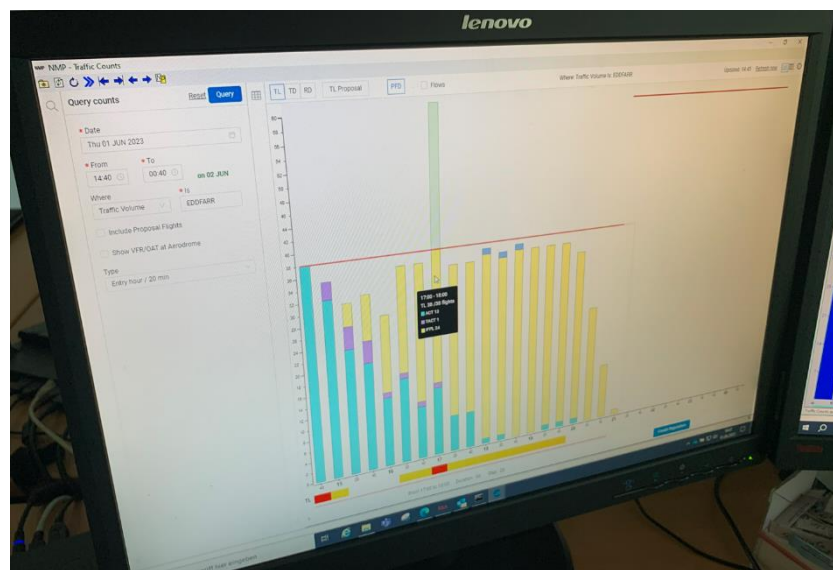


圖 97、席位流量和容量的檢查

一旦找到需要處理的時段，直接按壓柱狀圖就可以看到該時段會經過席位的所有航機一覽表(如圖 98)，然後 FMP 就可以從中去判斷航情的組合是否會造成席位壓力，一旦決定需要干預，就會啟動協調機制。

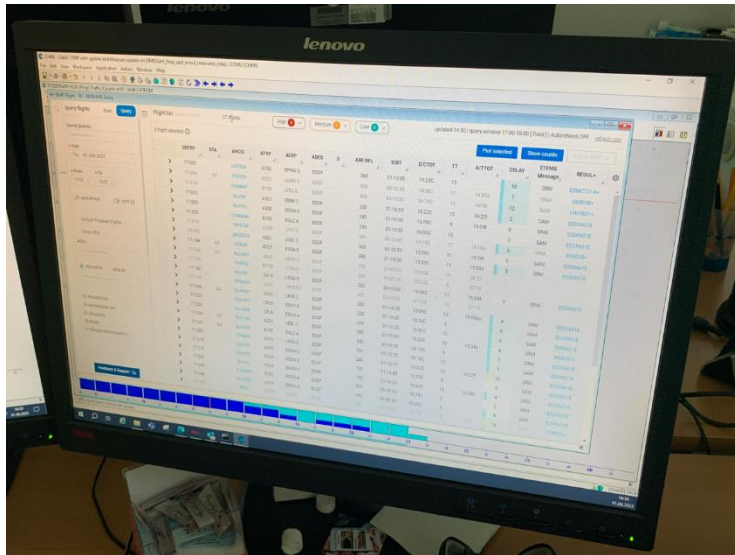


圖 98、經過某一席位的航機一覽表

如果需要看更細部的航情資料就可從圖 98 中點選任一航班的呼號，就可以看到詳細的航班動態，例如基本資料，何時後推、滑行時間、起飛時間、飛行時間、過點時間、預計落地時間，還有如果有 CTOT 的限制，在動態中都看的到(如圖 99)。

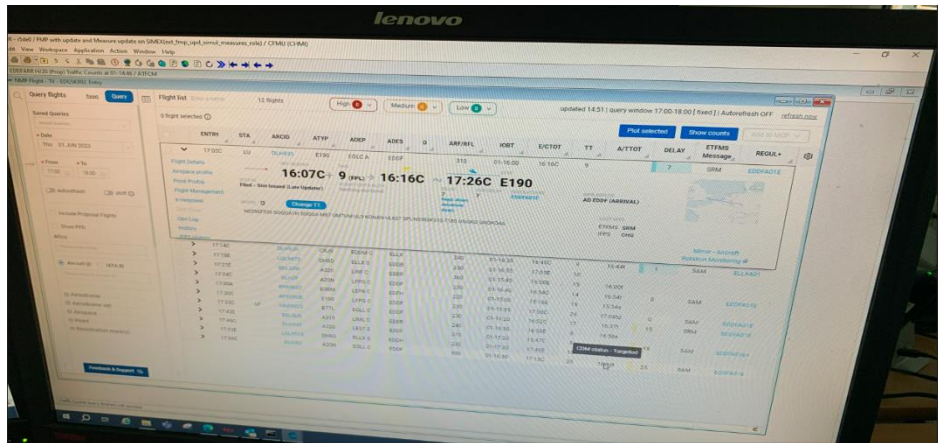


圖 99、航機細部資料呈現

5、其他單位考察

除了去看 ATFCM 的作業以外，透過另一位訓練所的資深教官 Jans Lehmann 的幫忙，安排我去看他們訓練所和塔臺 360 度環繞模擬機(如圖 100)。除了實際的觀看他們塔臺的模擬作業以外，也提到了 DFS 也有無人塔臺的操作，看來無人塔臺在未來會是一個趨勢，另外在訓練所考察時，發現到 DFS 因為有高高度和低高度區管中心的關係，他們的系統竟然因不同的需求而延伸出 4 個版本，在訓練所就有 2 種不同版本，訓練結束後到了單位，有可能會遇上不同版本的 ATMS，相當不可置信。當時 Jans 有提到，雖然系統版本不同，但管制技巧和空域概念都是一樣的，只有少數人機介面會因版本而有所不同，轉換單位後，實務在職訓練(OJT)前都會安排相對應的課程，來熟悉不同的系統，基本上不會有問題。



圖 100、DFS 塔臺 360 度模擬機

七、盧森堡航空訓練中心(Eurocontrol Aviation Learning Zone)

(一)簡介：

此次行程的最後是來到 Eurocontrol 航空訓練中心，它位置是在盧森堡的東北面，從市區搭捷運約 20 分的路程(如圖 101)，訓練中心離盧森堡芬德爾國際機場不遠，訓練中心主要供 Eurocontrol 會員國的學員，透過網路申請來參加課程，會員國的學員，可以選擇自己想要上的課程，幾乎都是免費的。訓練中心允許其參加成員可以在此流覽不同的目錄資料並註冊相關的課程、在此培訓及學習新的或是需要的課程。目前已有成千上萬的個人用戶來過訓練中心學習，目前也有提供不少線上課程，可供有興趣的學員直接在線上上課，是個擁有許多學習資源的機構。

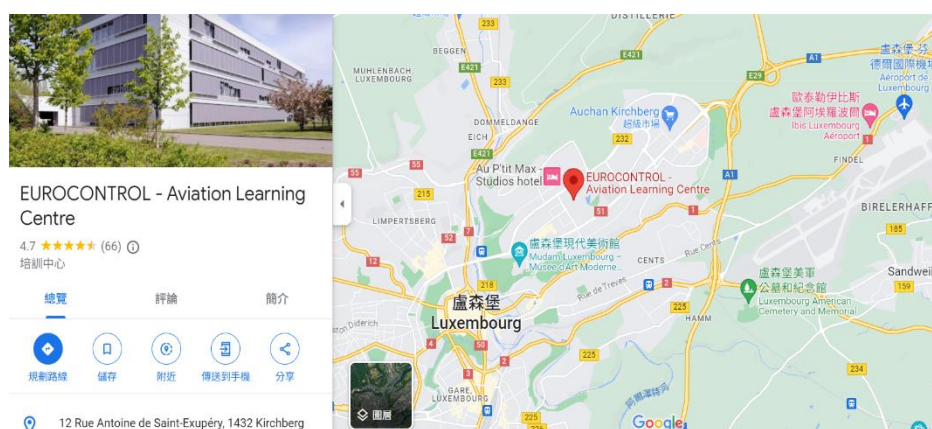


圖 101、盧森堡 Eurocontrol 航空訓練中心

此次的在訓練中心上了 2 堂課程，分別是 ATFCM 介紹及作業空域管理，ATFCM 介紹已在先前的章節和考察的內容一同介紹過了，接下來就針對歐洲作業空域管理的課程，向大家報告一下此次的學習經過和內容，此次的授課老師是來自 NMOC 的軍民合作部門中的 Jan Scholz，老師是軍方管制員出身，後來加

入空域管理計畫並協助歐洲發展目前正在使用的空域管理系統，此堂課程利用三天的時間來指導歐洲作業空域管理的相關知識(如圖 102)

Course Timetable



Day/Time	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
Monday								
Tuesday		Course Introduction	Introduction to ASM	Lunch	Operational Requirements	ASM Definitions and Process		
Wednesday	ASM Toolbox			Lunch	Short-term developments	AMC Exercise 1		
Thursday	AMC Exercise 2			Lunch	ASM Support Tools	Course conclusion		
Friday								

圖 102、作業空域管理課程

(二)上課內容：

1、目的

作業空域管理(Operational Airspace Management, ASM)，就 ATFCM 的角度來說就是在有效運用空域，來增加容量，所以如何有效運用限有的空域便是 ASM 主要的目的，Eurocontrol 在 2017 年 5 月有針對所有空域做過調查，軍方空域加上危險區、禁航區及限航區如果同時被使用的時候，佔所有歐洲空域的 37%，而當時的每日航行量達 3 萬多架次，所以要如何有效運用這些空域來增加容量就是 ASM 最主要的目的。由於各類型的航空器有不同的需求，除了一般的民用航空運輸和載客的需求外，還有國家航空器、軍用航空器等需求，例如搜救、偵察照相、天氣探測、太空活動、軍事演練、實彈訓練、試飛和現在很熱門的無人機等，太多各式各樣的航空需求，需要不同的空域去完成飛行及執行任務，所

以如何在限有的空域下，配合如此多的飛行需求的同時又要去規劃更多的容量來管制日益增長的民用航空器，空域其實就變成一件需要被管理的事情。

2、空域使用的公告方式

通常在空域的公告方式，不外乎是經由 AIP、AIP Amendment、AIP Supplement、NOTAM、AIRAC 等方式，但是多半這些方式都需要較長的準備時間來公告，即便是 NOTAM，如果按照 ICAO 的做法也需 7 天前就公告並無法滿足空域充分利用的這個想法，所以 Eurocontrol 在希望能快速有效地利用空域的想法下，想出一種能動態式滿足需求也能確保安全的情況，有效運用空域的方式，他們稱之彈性使用空域(Flexible Use of Airspace, FUA)公告，主要使用在擁有主權的空域及區域性海域，是利用每天公告空域使用計畫(Airspace Use Plan, AUP)來公告被使用空域名稱、時間、空域範圍及影響的航路、空域等資訊(如圖 103)，AUP 公告後，各單位仍能依需求，在作業的當天，戰術性透過更新空域使用計畫(Updated Airspace Use Plan, UUP)來更新需求，UUP 可以在作業日當天每 30 分鐘發布一次，使得 FUA 公告變的更彈性和有效率(如圖 104)。

Type EAUP												
Valid WEF 31/08/2023 06:00												
Valid TL 01/09/2023 06:00												
Released On 30/08/2023 14:22												
ATS Route and CDR Type 1 Closure			RSA Allocations			AUP RAD Activations						
RSA	NOTAM	REMARK	MNM FL	MAX FL	MNM FT	MAX FT	WEF	UNT	FUA/EU	RS	FIR	UIR
▶ EBRD4			000	105			06:00	15:00	EBRD4R		EBBU, EDGG	
▶ EBTRANA			045	095			06:30	15:30	EBTRANARA, EBTRANARB, EBTRANARC		EBBU, EHAA	
▶ EBTRANA			095	195			06:45	07:00	EBTRANARA, EBTRANARB, EBTRANARC		EBBU, EHAA	
▶ EBTRANA			095	195			07:00	09:45	EBTRANARA, EBTRANARB, EBTRANARC		EBBU, EHAA	
▶ EBTRANA			095	195			08:45	10:00	EBTRANARA, EBTRANARB, EBTRANARC		EBBU, EHAA	
▶ EBTRANA			095	195			11:25	11:40	EBTRANARA, EBTRANARB, EBTRANARC		EBBU, EHAA	
▶ EBTRANA			095	195			11:40	13:45	EBTRANARA, EBTRANARB, EBTRANARC		EBBU, EHAA	
▶ EBTRANA			095	195			13:45	14:00	EBTRANARA, EBTRANARB, EBTRANARC		EBBU, EHAA	
▶ EBTRANB			195	245			06:45	07:00	EBTRANBR		EHAA	EBUR
▶ EBTRANB			195	245			07:00	09:45	EBTRANBR		EHAA	EBUR
▶ EBTRANB			195	245			08:45	10:00	EBTRANBR		EHAA	EBUR
▶ EBTRANB			195	245			11:25	11:40	EBTRANBR		EHAA	EBUR
▶ EBTRANB			195	245			11:40	13:45	EBTRANBR		EHAA	EBUR
▶ EBTRANB			195	245			13:45	14:00	EBTRANBR		EHAA	EBUR
▶ EBTRANB			245	999			11:25	11:40	EBTRANBR		EHAA	EBUR
▶ EBTRANB			245	999			11:40	13:15	EBTRANBR		EHAA	EBUR
▶ EBTRASA			045	095			06:30	16:00	EBTRASAR		EBBU, LFFF	
▶ EBTRASA			095	195			15:30	15:45	EBTRASAR		EBBU, LFFF	
▶ EBTRASA			095	195			06:45	07:00	EBTRASAR		EBBU, LFFF	

圖 103、EAUP 的公告方式

Type EUUP Valid WEF 01/09/2023 06:00 Valid TIL 02/09/2023 06:00 Released On 31/08/2023 15:59																
ATS Route and CDR Type 1 Closure			RSA Allocations			AUP RAD Activations										
RSA	NOTAM	REMARK	MNM	FL	MAX	FL	MNM	FT	MAX	FT	WEF	UNT	FUA/EU	RS	FIR	UIR
EBR04			000		105						06:00	15:00	EBR04R		EBBU, EDGG	
EBTRANA			045		095						06:30	15:30	EBTRANARA, EBTRANARB, EBTRANARC		EBBU, EHAA	
EBTRANA		CIVILIAN BUFFER	095		195						07:10	07:25	EBTRANARA, EBTRANARB, EBTRANARC		EBBU, EHAA	
EBTRANA			095		195						07:25	09:30	EBTRANARA, EBTRANARB, EBTRANARC		EBBU, EHAA	
EBTRANA		CIVILIAN BUFFER	095		195						09:30	09:45	EBTRANARA, EBTRANARB, EBTRANARC		EBBU, EHAA	
EBTRANA			095		195						11:25	11:40	EBTRANARA, EBTRANARB, EBTRANARC		EBBU, EHAA	
EBTRANA		CIVILIAN BUFFER	095		195						11:40	15:30	EBTRANARA, EBTRANARB, EBTRANARC		EBBU, EHAA	
EBTRANA			095		195						15:30	15:45	EBTRANARA, EBTRANARB, EBTRANARC		EBBU, EHAA	
EBTRANB			195		245						07:10	07:25	EBTRANBR		EHAA	EBUR
EBTRANB		CIVILIAN BUFFER	195		245						07:25	09:30	EBTRANBR		EHAA	EBUR
EBTRANB			195		245						09:30	09:45	EBTRANBR		EHAA	EBUR
EBTRASA			045		095						06:30	16:00	EBTRASAR		EBBU, LFFF	
EBTRASA		CIVILIAN BUFFER	095		195						15:30	15:45	EBTRASAR		EBBU, LFFF	

圖 104、EUUP 公告方式

至於 FUA 的基本原則，就是空域不再是專門設計給民方和軍方使用，而是根據使用者的需求，一同考量該如何有效使用空域。老師在課堂上說，這是很重要的理念，如果軍民雙方沒有相同的共識，很難執行 FUA 公告。

3、空域管理作業流程

基本上和 ATFCM 的流程類似，但只分為策略、戰術前和戰術三個階段(如圖 105)，差別是在時間。

(1)策略階段：

是在作業日前 1 個月可以延伸 1 年至 2 年端看案子的大小和複雜程度，通常由高層機關如國防部和交通部等官員設定策略目標，並確認需要使用的空域、使用的時間、限制及是否需要是完全隔離的空域等。

(2)戰術前階段：

是在作業日前 1 日至作業日前 1 個月，主要是由各國 AMC 來整合各國的空域需求，有時活動會跨國，所以多個 AMC 需要選出主導 AMC 回報給 NMOC，或是輪流當主導 AMC 也可以。由軍民雙方的管制單位提出需求，由最終的主

導 AMC 來決定最終的 AUP，並於作業前 1 日的 1600UTC 由 NMOC 將 AUP 在 NOP 上公布。

(3)戰術階段：

是在作業日當天，各國 AMC 仍會通過不同的需求利用 UUP 的方式去更新當天的空域安排，如當天有新的空域需求，也是透過協調看有沒有可能得到，但是通常較大的案子不可能當天才安排，除非是特殊的軍方需求，否則大部份的活動都會提早就安排在 AUP，此外他們有一個 P3(Procedure 3)的規定，一旦讓出空域後，如果作業日當天要拿回空域的話，需要給對方 3 個小時的緩衝時間，才能完整拿回空域。

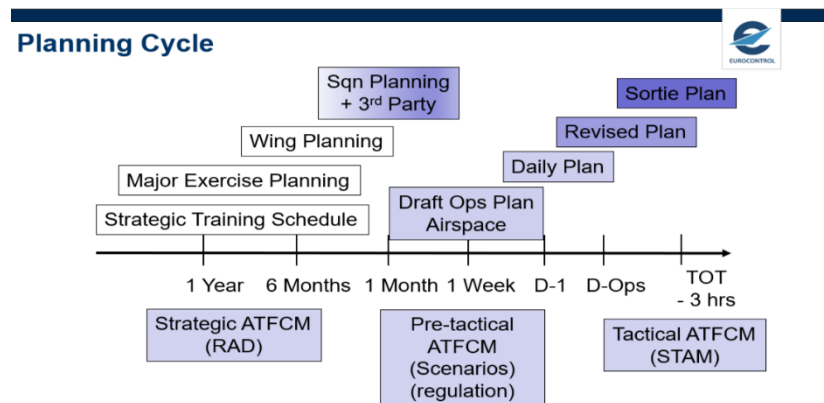


圖 105、空域管理的三階段

4、ASM 空域規劃的決策過程

主要透過下對上的申請模式進行，各國都設有空域管理單位 (Airspace Management Cell, AMC)，統整溝通各國軍民雙方的空域需求，各國的 AMC 在 Eurocontrol 的系統下組成空域管理小組 (Airspace Management Sub-Group, ASM-SG)，如果有新的空域規劃案，則需透過 AMC 提到 ASM-SG 來，此規劃案透過小

組的審查後，就會上提經過 NMOC 及飛航網絡管理理事會同意，同意後新的空域規劃就會進入系統，待需要的單位來提出需求。

5、ASM 支援單位及使用的系統工具

ASM 在 Eurocontrol 的統整單位仍位於 NMOC(如圖 106)，主要是由中央空域資料功能部門(Centralized Airspace Data Function, CADF)及軍方協調辦公室(Military Liaison Office, MILO)共同合作管理會員國設置的 AMC 所提出的需求。他們會利用在 ATFCM 系統中的空域管理協調介面(Collaborative Interface for Airspace Management, CIAM)和區域性空域管理系統(Local Sub-Regional Airspace Management System, LARA)這 2 個系統來彈性的預定空域和讓出空域，讓需要的一方可以有效利用空域，然後製定好的 AUP 和 UUP 都會經 NMOC 整合後，利用 NOP 統一的公布在網路上(如圖 107)，一般民眾和相關航空關係者都可以很簡單的看到空域使用的現況。

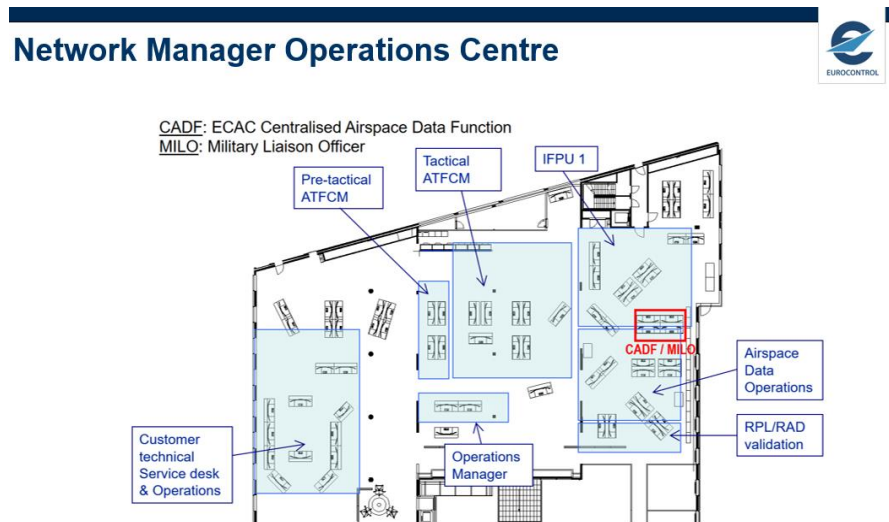


圖 106、NMOC 中的 CADF/MILO 部門

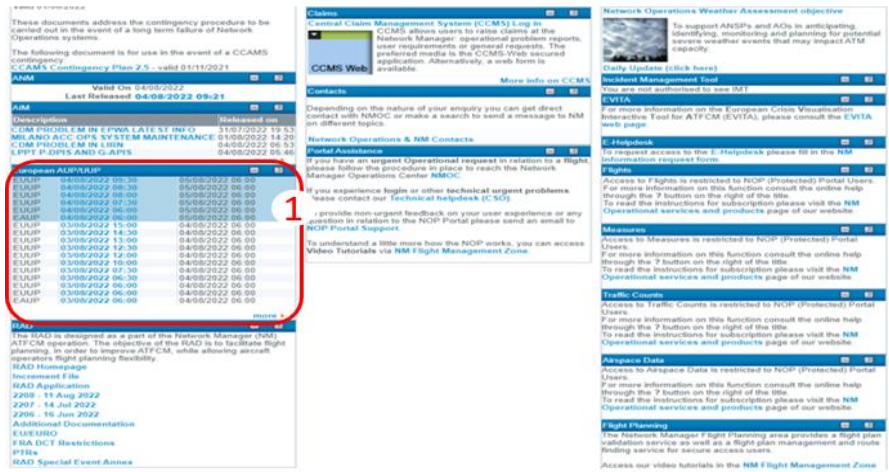


圖 107、AUP、UUP 於 NOP 的公佈位置

除了上述提到的 LARA 和 CIAM 以外，從下圖 108 還可以看的出各階段會使用的系統工具，在執行 AUP 或 UUP 時，可能會有軍民雙方的航情，此時可以透過軍民航情協調工具(Civil and Military ATM Coordination Tool, CIMACT)軍民雙方的管制員都能看見彼此的航情資料，合作上更順暢，最後可以利用泛歐洲資訊儲存系統支援軍民活動指標(Pan-European Repository of Information Supporting civil-Military key performance indications, PRISMIL)將作業後的資料儲存起來，供下次類似活動的參考。

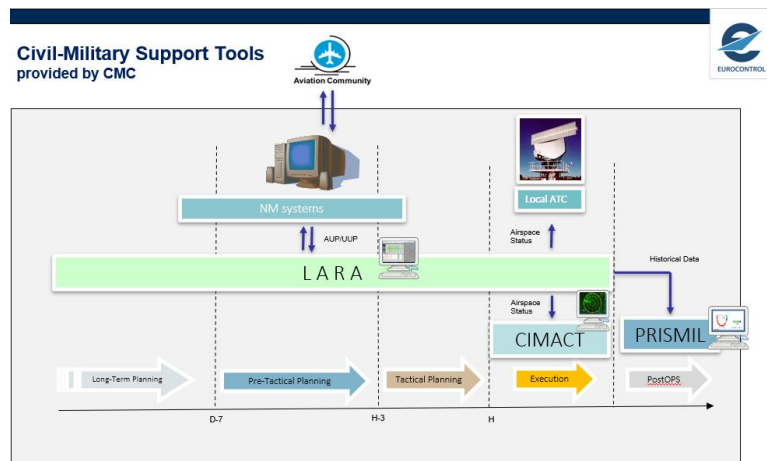


圖 108、軍民作業支援工具

6、FUA 架構下的空域種類

歐洲 FUA 的空域主要分為五種：

主要排除那些完全無法使用的空域，如無法被使用的限航區和危險區等。只要是可以被安排的空域都會在 FUA 的架構下被彈性的使用。

(1)暫時性被保留的空域(Temporary Reserved Airspace, TRA)

首先此空域屬於某一管制單位，由所屬單位決定使用或不使用此空域，不使用時，其他單位即可來申請使用，多半某些空域活動較為簡單且容易被管制時，活動單位就會去申請 TRA，使用時的特色就是可以透過協調讓別的航空器在軍民雙方的管制員許可下，進入此空域。

(2)暫時性被隔離的空域(Temporary Segregated Airspace, TSA)

空域屬於某一管制單位，由所屬單位決定使用或不使用此空域，不使用時，其他單位即可來申請使用，此類空域的特色就很鮮明，沒有灰色地帶，當空域是利用 TSA 的方式使用時，其他單位的航情是完全不能進入的，通常就是軍事活動、戰機纏鬥、實彈射擊等活動。

(3)跨國境空域(Cross Border Areas, CBA)

這類空域應該是歐洲獨有的，在統一天空的政策下，才能出現的產物，2 國在邊境上各自規劃部份空域，2 塊空域在一起的使用，可能是用於軍事合作或是特別繁忙的空域，利用這個方式簡化作業的流程。

(4)空域管理單位可管理的限航區(AMC Manageable Restricted Areas)

就如上所述，各國的 AMC 會整理出可管理的限航區空域，交由 NMOC 和空域理事會同意後，就會將此空域納入 FUA，軍方不使用，民方就可以使用。

(5)空域管理單位可管理的危險區(AMC Manageable Danger Areas)

各國的 AMC 會整理出可管理的危險區空域，交由 NMOC 和空域理事會同意後，就會將此空域納入 FUA，當危險活動不執行時，軍民雙方就可以使用。

然後在 AMC 設定上述 5 類空域屬性時，可以設定要一直使用或是一直不使用，在歐洲較重視民航的國家都半都是設定為一直不使用，如此一來航空公司比較願意簽計畫經過此區。

7、AUP/UUP 的製作流程

經由上述得知可以預定的空域後，就來瞭解預定空域及各單位協調的流程，主要角色有 3 種，一是空域使用者、二是 AMC、三是 NMOC，首先由空域使用者提出需求後，由各國的 AMC 先行統整並決定空域要如何運用，利用系統將 AUP/UUP 的草案提交給 NMOC，NMOC 即會加入策略前的航情考量後提出統一性的做法，在 AUP 定案以前，就會在三方間不斷的透過溝通協調，在作業前 1 日將 AUP 完成，由 NMOC 發布的 AUP，即稱為 EAUP(Eurocontrol AUP)，透過 NOP 公布後，所有空域使用者就可以利用被使用的空域狀態來簽訂飛航計畫(如圖 109)。

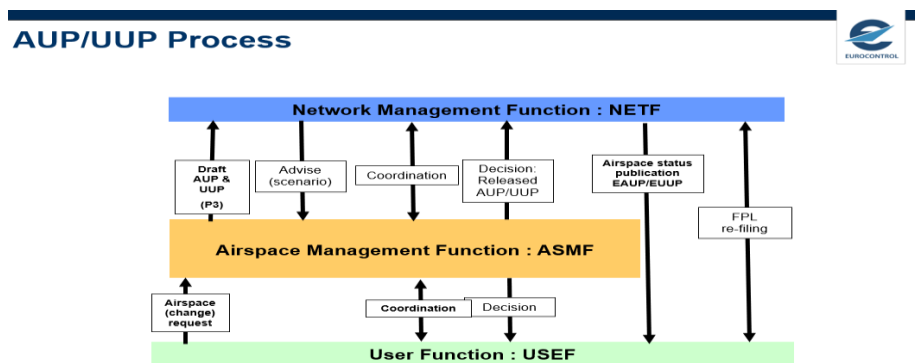


圖 109、AUP/UUP 的製作流程

8、自由航路空域(Free Routes Airspace, FRA)下的 FUA 管理

FRA 在歐美空域漸漸盛行起來，主要的使用方式幾種，第一種是完全沒有限制的空域，使用者可自行選點對點的方式簽飛航計畫，第二種是在 FRA 的邊境和空域內會有航點，使用者可利用進管點和出管點的方式，自行選擇點對點的飛行路徑來簽飛航計畫，第三種是採用前二種的模式外，同時還是給不同的需求的航空器點對點的限制條件，使用者需依限制簽飛航計畫。

但是 FRA 在 FUA 管理上會出現問題，就是航空器為了躲開有活動的空域時，會簽點對點的方式避開活動空域，可是因為省油考量將路徑簽的太過靠近空域，導致飛行時進入活動空域(如圖 110)，所以為了在 FRA 也能使用 FUA，就想出緩衝空域(Buffer Zone)的做法來防止此事的發生(如圖 111)。

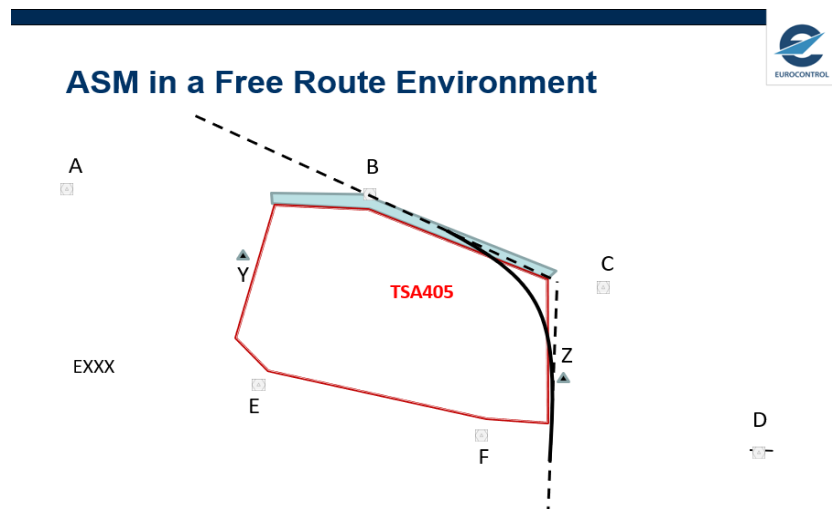


圖 110、FRA 中航機進入 FUA 空域的例子

Flight Plan Buffer Zone (FBZ)

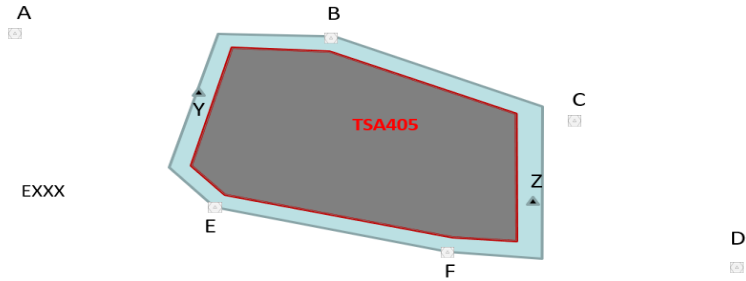


圖 111、緩衝空域

另外還有一種空域也會在 FRA 中遇到，就是不能計畫的空域(No Planning Zone)，通常發生在多個席位交界或是多個國家的交界時，如果航空器因 FRA 而簽直飛路徑時會一次飛過多個席位或國家，需要頻繁地換波道，而且容易有責任歸屬不明的情況，飛安事故也比較容易發生，所以就有此空域的產生，來避免上述的情況發生(如圖 112)。

No Planning Zone

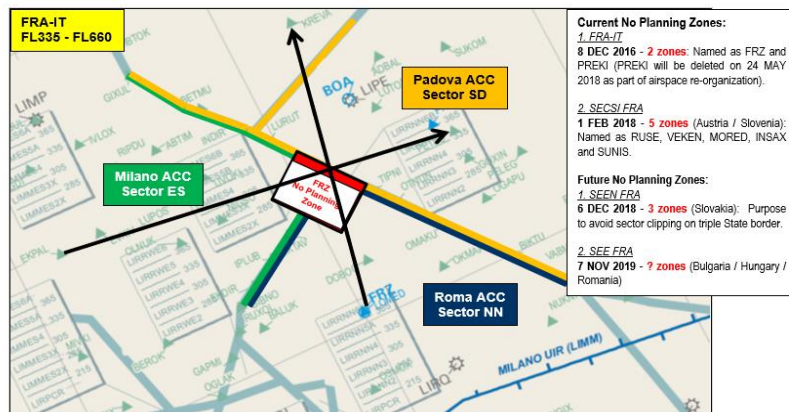


圖 112、不能計畫的空域(No Planning Zone)

肆、心得與建議

一、心得

歷經 4 個月考察及訓練的專題研究行程，考察了英國的 NATS、荷蘭的 MUAC、德國的 DFS、比利時的 NMOC 再加上盧森堡的空域管理課程，對於首次去歐洲和英國的我，整個過程中真的是說不盡的酸甜苦辣，有此難得的機會考察各大管制中心的 ATFCM 作業，心中萬般感謝一路上協助此專案的所有人。

考察過程中為了深入瞭解歐洲和英國，他們究竟是如何管理航情、如何執行 ATFCM 作業，一路上遇見各國屬性不同的管制員、行政與技術人員，透過不同領域的專才引導，看見各個機構擁有各自不同的優點，每每看著他們在介紹自家單位、系統和作業時的神采飛揚，心中總覺得他們的自信應該來自多年的經驗累積和系統發展，想必花了許多人力、物力與時間，才能將這整套的做法做的如此細膩，各部門間的分工也很有條理，系統的完整性及多樣化減輕作業人員許多思考判斷的時間，雖然他們航行量很大，但是系統可提供許多數據資料、分析及協助，所以實際上 ATFCM 席位接到協調電話並不如想像中的多，這些有賴於完善的系統支援、分工方式及單位間事先的溝通協調，整個 ATFCM 作業流程上的人員都瞭解如何運作，所以單位間協調的時間也很短，過程很流暢，實屬不易。

整個考察行程獲得的資訊量很大，花了很多時間將其分類彙整，也閱讀很多的資料，將許多不解的環節慢慢串連起來，再將學習的過程所見所聞寫入此報告。

歐洲與亞洲的 ATFM 作業模式不同，歐洲有 Eurocontrol 統籌，屬於集中式的作業模式，有中央式的流管中心統整轄下各國的資訊，各國依規定提交轄下空域及機場的相關資訊，同時航空公司利用統一的 IFPS 系統提交飛航計畫，資料都交給 NMOC 彙整，至於 ATFM 系統則由 Eurocontrol 負責開發設計並非使用市面上的 ATFM 系統，所以歐洲各國擁有統一的 ATFM 作業系統，利用相同的作業流程並使用一致的人機介面，NMOC 及會員國間的合作模式也是極為類似。至於亞洲屬於分散式的作業模式，各國管理其轄下空域及機場，航空公司需按各國規定及不同的飛航計畫提交程序，簽出飛航計畫，各國各自購買或設計自己的 ATFM 系統，各國的作業流程與彼此間合作模式都不同，所以需要很多的磨合與試作才能找出各國間的合作模式，雖歐洲的作法並不是全都可套用至亞洲，但卻可以提供本區許多參考及啟發，例如：ATFM 系統研發、作業流程、數據處理、人才運用等，皆對臺北飛航情報區未來的 ATFM 發展有所幫助。

為了推動歐洲這麼大的 ATFCM 體系，Eurocontrol 已累積 35 年時間思考研究、逐漸發展出一個完整可行的動態作業系統，至於亞洲的作業模式比較著重在流管的執行與合作模式，亞太區域內 ATFM 單位間的合作模式仍在摸索階段，目前本區除了與鄰區間有多年流管經驗，再透過 ATFM 發展辦公室陸續與亞洲其他 ATFM 單位開始 ATFM 試作，亞洲的 ATFM 整合應該會成為未來主要討論的課題之一，不過目前首要任務仍是建立本區的 ATFM 運作模式，未來才容易與其他國家合作，透過此次考察，看到歐洲許多不錯的做法值得我們思考及學習，我將心得綜整為四點，詳列如下：

(一)統一的 ATFCM 系統及完整的作業程序：

NMOC 自 1988 年開始流量中心，歷經 35 年，才逐漸形成現今的作業程序，主系統配合不同功能的次系統連結，各種的 HMI 應用，才能將各國的管制中心、終端管制、機場、航空公司等串連起來，真的不是一件簡單的任務，首先 NMOC 具備一套完善的 ATFMS 及 IFPS，IFPS 可以讀取空域管理資料庫，協助航空公司簽訂航班的最佳飛航計畫，一旦飛航計畫簽訂完成，較準確的飛航計畫配合歷史資料的飛航計畫，資料即可進入 ATFMS 得到短期的航行量的預測，至於長期的預測，則透過每年設定的航行量預測成長率，就可以得到長期的航行量預測；確認需求後再來就是供給分析及設定，航管容量則需由各個 ACC 評估轄下的機場、空域及席位容量，然後回報給 NMOC，此時系統便可依不同時期執行 DCB 作業，一旦航行量大於容量，各國的 FMP 就會考慮不同 ATFCM 措施來解決需求過大或容量不足的問題，且所有 Eurocontrol 轄下都是使用同一套 ATFCM 系統，所以當 FMP 和 NMOC 協調時，彼此是依相同的數據提出建議，較容易達成共識。

歐洲標準的 ATFCM 作業程序就是分為 4 個階段，策略規劃階段、戰術前階段、戰術階段及作業後分析階段。在每個階段都可以做 DCB 的判斷，也都會有 CDM 的需要，每個階段如發現有需求大於流量的問題，處理的方式各有不同。

1. 策略規劃階段：此階段都是以年為單位的長期計畫，發現航行量大於容量時，通常就會請 ACC 考量提昇容量的準備，例如多僱用管制員、優化空域、開啟新的席位、啟用新的機場、新的跑道、新的機坪、新的 ATMS、創造雷達環境及減少軍事活動等，此外 NMOC 會先確定每年的特殊事件，針對某些會

大幅影響流量的事件，在事件期間先行利用歷史資訊加上成長預測，來做航行量的預估，先作一次 DCB，此時的措施多半都是需要較長期的計畫及準備。

2. 戰術前階段：根據策略階段的計畫，持續執行戰術前階段的規劃，特別是特殊事件的處理是本階段的重點，利用作業前一週的航行量或歷年同一事件的歷史資料來做 DCB 作業，針對戰術當天的狀況，考量有無其他新進事件干擾、各單位的人員配置、席位開啟的狀況，如果有需求大於容量的問題，仍會先以增加容量為考量，如果不行就會利用協調機制去改變航班的航路來避開過度擁擠的空域，如果再不行就會考慮干預的方式去發布 ATFCM 措施，例如低飛避開擁塞空域、CTOT 措施、加大機場起飛航班隔離等方式。
3. 戰術階段：根據戰術前階段的計畫，此階段的飛航計畫會是最及時且準確的資料，航空公司也能透過自動化訊息交換提供飛航計畫的啟用訊息，讓 ATFMS 能及時更新當天的航行量，席位可依更準確的航行量，去觀察 DCB 的狀況。席位人員先依戰術前階段的計畫執行，如當天有突發事件發生，如航空公司罷工、火山爆發、ATM 失效、雷達失效等，各國 FMP 會和 NMOC 討論處理方式，如果沒有開啟額外席位或增加容量的方式時，便會討論使用額外的 ATFCM 措施來解決作業當天供需失衡的狀況。
4. 作業後分析：根據作業日當天的結果做分析，航班總合延誤的狀況比較，針對當天使用的 ATFCM 措施，受影響的航管單位及航空公司得提出回饋，針對當日的作業有無精進的可能，最後將分析資料和當日的 LOG 一同保存，如爾後有類似事件發生時，隨時可以取用當天的分析報告來做未來作業的參考。

這統一的作業程序看似簡單，但實際卻是不容易，因為每階段都要用不同的數據基礎來實施 DCB 作業，所以首先要有航行量和容量的數據，才能做比較，本區現由總臺的 ATFM 小組著手在收集相關歷史資料，並利用現有飛航計畫更新當天的航行量資訊來得到航行量的數據，未來再配合航管容量分析，決定適當的容量數據，即可實施不同階段的 DCB 作業。至於這四階段的流程是否適合本區，長期而言也許仍有機會採用類似模式，惟短期仍持保留的態度。

此外 ATFM 有二個核心的作業理念，一個是 DCB，另一個是 CDM，DCB 就是在航行量和容量之間做平衡，厲害的是要能抓出正確的航行量才能正確的做好判斷，至於 CDM 是協同決策的概念，期盼所有關係人能一同找出問題、一同討論、一同解決，所以 NMOC 便利用 NOP 網站的方式，提供最新且透明的空域管理、流管及分析資料，所有關係人都能看到航情擁塞的空域、預計的延誤概估、航機需要被流控的區域在哪裏...等，如果需要改航路時，航空公司都能事先瞭解原因也比較容易理解及配合，也能透過網站做線上的 CDM 會議，相當方便有效。目前總臺 ATFM 小組也有類似的網頁公布讓各關係人知道 ATFM 措施的時間、影響的航班資訊及 CTOT 的相關資訊等，盼未來 ATFMS 更完善時，可以繼續加強網頁功能，提供本區執行 CDM 的一個空間。

(二)歐洲大數據及資料分析的強大能力：

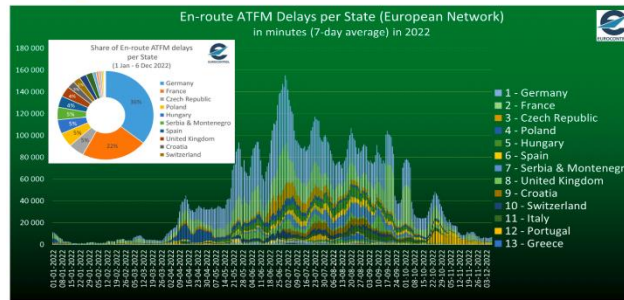
歐洲真的很重視數據資料，他們認為誰掌握了最正確的資料誰就能主導這個舞臺。所以他們在收集數據、更新資訊及分析作業成果上花了重本，這可從系統提供的人機介面皆能讓終端使用者自行設定參數，找到想要的分析數據及資料，感受的到他們的用心及資料庫的完整。

NMOC 在 ATFMS 結構下有一個中央空域及容量資料庫(Central Airspace and Capacity Database, CACD)，所有轄下的單位都要上傳該單位的資料到此資料庫，例如機場資訊、機坪資訊、跑道容量、平均滑行時間、每個跑道的 SID 和 STAR 程序、席位的數量、開啟的時間、席位及空域的容量、航路的基本資料、航點等資訊，如有更新，ACC 都要第一手的提供相關資訊，配合空域管理資料庫，系統便能讀取空域使用的相關資料。

透過上述的資料庫再配合 IFPS 的飛航計畫就能預測航機在空域間的動態，同時利用機場的啟動計畫訊息與起飛報，第一手得知航班的訊息，透過運算就能得到航班飛行的未來軌跡，來做流量的預測。

每日的航班運行的歷史資料及四個階段的計畫最後會保存至 DWH 歷史資料倉庫內，供未來預測航情增長及做階段計畫時使用，且會一直透過數據的型態保存下來，以供未來參考使用。因為累積了大量的數據，Eurocontrol 其實可以被稱作資料中心，每當單位需要做長期計畫時，都能隨時找出相關的資料來做參考及分析(如圖 113、114、115)。

EN-ROUTE ATFM DELAYS



In 2022, so far:

Major contributors were: **Germany** (36% of all en-route ATFM delays), followed by **France** (22%), **Czech Republic** (5%), **Poland** (5%) and **Hungary** (5%).

圖 113、各國航路 ATFM 延誤的比率及時間

OVERALL SITUATION COMPARED TO THE EUROCONTROL TRAFFIC SCENARIOS



- ✗ The last EUROCONTROL Traffic Scenarios were published on 6 April 2022.
- ✗ During **Spring**, actual traffic within the network was in line with the high scenario. Over **Summer**, actual traffic was quite in line with the base scenario. Since **November**, traffic is below the base scenario.
- ✗ For 2022, network traffic is expected to stand at **84%** of 2019 in the base scenario (see [7-year forecast](#)).

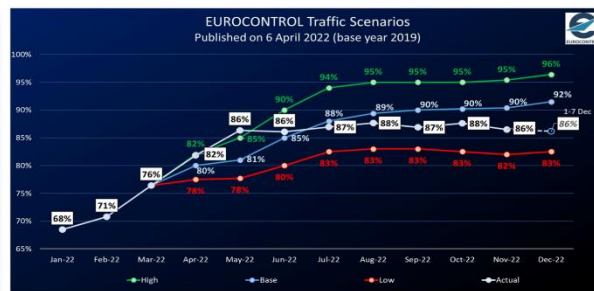


圖 114、以 2019 年為基底依不同走向來預測 2022 年底的航行量

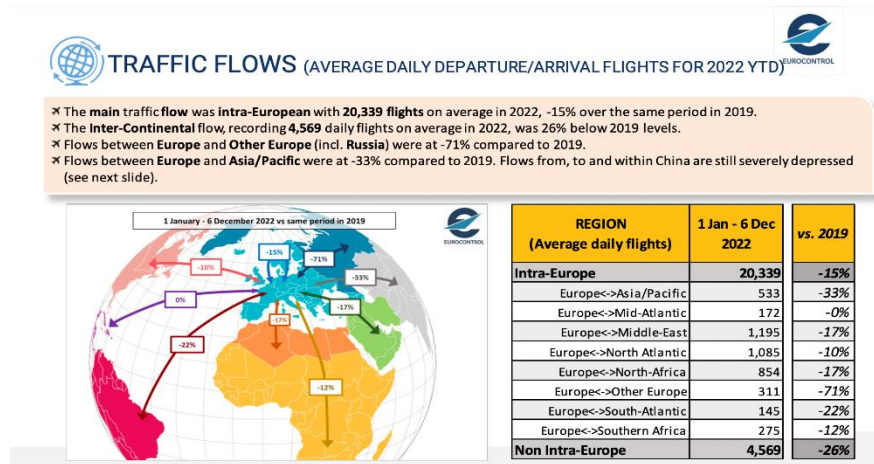


圖 115、依 2019 年為基底的依不同航班型態來比較 2022 年變化比率

(三)活化空域管理增加區域航管容量：

歐洲充分利用 FUA 的概念，可以比使用 NOTAM 公告更有效率地使用空域，加強與軍方合作，歐洲各國傾向將空域開放給軍民雙方彈性使用，在各國成立 AMC 處理軍民方空域需求及管理作業，透過 AMC 的細部協調完成每個國家的 AUP，配合 NMOC 最終的空域管理整合，協調跨國管域合作等，在作業日前一日完成歐洲的 AUP 作業，將 AUP 於 NOP 網頁公布周知所有空域使用者，並且利用 UUP 的方式，在作業當天仍能彈性的使用或更新空域使用狀態，有效增加空域容量。

(四)重視人才及有效運用單位人力：

在歐洲考察時，會感受到以人為主體的企業文化，即便是他們擁有如此完善的系統做後盾，他們提供完善的福利及環境，休息和用餐環境也相當不錯，但印

象最深刻的是他們對人力的運用，在上述 ATFCM 的作業流程中可以略知一二，每當需求大於容量時，他們首先考慮的是如何增加自己的容量，每個 ACC 都有一定的機制去開啟額外的席位，甚至有給薪的安排備用人力在家中等待，緊急需要額外人力的時候，可以隨時增加管制容量。如果管制員願意支援系統改善或行政工作，他們會支付管制員於席位工作時相同的薪水，認為管制員在行政的工作其實比席位的工作更有價值，也相信透過新的科技和作法，才能創造航管更多價值，因此可以在他們的單位內看到 CPDLC 的運用、無航路的空域使用或利用系統輔助工具，使用時間做為隔離標準的系統指標去強化跑道容量等做法。

此外 MUAC 的排班方式也令人印象深刻，MUAC 管制員的數量是臺北區域管制中心的三倍，可能是因為人數夠多，他們可以讓管制員設定自己的上班的偏好，設定好之後，排班軟體可依個人偏好來排班，甚至可以接受低於排班時數的方式來做設定，這在亞洲真的是前所未見，但 MUAC 有許多客觀條件和本區不同，真的很難完全套用相同的排班模式，但是彈性的人力運作來處理預定或緊急的特殊事件，卻是我們可以效法的。

二、建議

就此專案所見所聞的心得，配合本區當前的運作模式，茲將建議分成三方面，詳列如下：

(一)研發本區 ATFM 平臺並優化作業流程：

所有 ATFM 的措施都始於系統的支援，所以持續的投入人力及物力建置 ATFM 系統是首要的工程，建置本區 ATFM 系統時，需依照機場、航點及席位空域的需求，設定不同的航管容量，再透過系統利用現有及歷史的飛航計畫得到不同階段的航情資料，透過系統比對供需狀況，由 ATFM 人員判斷適當的處理方式，適時地透過 GDP 作業調節本區的航行量能，達到有效利用空域及避免管制容量使用過載的最佳平衡。

從此次的考察得知，歐洲 ATFCM 作業程序將程序主要分成四大階段：策略規劃階段、戰術前階段、戰術階段及作業後分析階段。如果在人力和系統支援都到位的情況下，斷然改成四大階段也就只是人力配置及工作分配的問題，但目前本區並未具備這些條件，短期間並不適合此作法，真的需要與時漸進，不可貿然行之。

本區就目前這四個階段的工作項目，原本就有人力在處理相關業務，只是分配在不同部門，例如策略規劃階段的工作內容，多年來是由民航局及總臺規劃相關業務；至於戰術前階段和戰術階段的工作可以整合於未來 ATFM 單位，例如確定影響航情供需的特殊事件，如颱風過後、農曆新年期間、國慶日、漢

光演習等，事先針對此類事件做全盤性的評估，訂定適合的 ATFM 措施，此外 ATFM 作業前，需制訂 ATFM 每日計畫，可利用 CDM 方式整合相關單位的資訊，讓相關作業單位協同完成 ATFM 每日計畫，讓本區的 ATFM 運作更加全面性；至於作業後分析階段，本區已有類似的作業，例如每日 LOG 的上網撰寫及保存、SMS 網站的資料登錄、協調員席位觀察表格及不明機資料登錄等，除繼續保持作業外，可考慮整合及保存資訊的模式，未來 ATFMS 也可新增航情及作業後分析功能，才能透過一次次的實作經驗，每年越做越好，綜上所述，有以下建議：

1. 系統建置方面：

- (1)持續開發 ATFM 系統，使其具備對過去、現在、未來航行量的計算能力。
- (2)依機場的到場容量、航點及席位的空域容量不同，開發相對應的系統功能。
- (3)持續投資並增加 ATFM 網站功能。

2.作業程序方面：

- (1)ATFM 單位需整合戰術前和戰術階段的工作項目：除每日 ATFM 作業外，也需事先規劃某些特殊事件的戰術前計畫、如國慶日軍機演練作業、漢光演習、農曆春節等，針對這些特殊事件，事先做好戰術前的措施。
- (2)協調相關單位，共同完成 ATFM 每日計畫。
- (3)建置 ATFM 作業後分析功能。

(二)數據資料處理：

歐洲考察時，雖在不同的作業單位，都可以看到類似的航情數據顯示，如當日已處理的航行量、當日未處理的航行量、整體航機延誤狀況、天氣預測、

席位航行量變化等，可見不同單位間也能利用自動化傳送及資料分析等方式分享彼此間的數據資料，綜上所述，數據資料處理方面，有以下建議：

1. 配合亞太區域間 ATFM 資訊交換方式，具備與他方系統資訊交換能力，如 ATFN/AMHS Interface Control Document 格式。
2. 配合泛系統資訊管理(System Wide Information Management, SWIM)政策。

(三)人才培訓及人力運用：

每次考察歐洲的機構，對機構的主管們很重視人員的管理及運用感到印象深刻，他們認為人才是企業最大的資產，這也是目前總臺持續推廣的政策之一，針對此項目，有以下建議：

1. 針對系統開發需求，安排 ATFM 發展小組人員參加 Python、Javascript、HTML、C#等程式開發課程。
2. 加強航管及資訊系統部門合作關係，一同開發 ATFM 系統。
3. 於出國經費許可下，持續派員考察歐、美或亞洲等航管與 ATFM 單位，學習新知並建立人脈。

許多企業文化和組織進步都不是一蹴可幾，許多新的想法要實現，還是要看本區的環境適不適合，時機是否恰到好處，這個專案提供寶貴的歐洲 ATFM 考察資訊，對未來設計本區 ATFM 系統、完善 ATFM 作業程序、確認數據交換方式、規劃系統分析功能、建立合作夥伴關係及配合區域 ATFM 發展有極大的幫助，亞洲 ATFM 的發展才要起飛，讓我們攜手一起創造一片更安全、有序的天空。

伍、中英文名詞解釋

- ◆ 民航服務組織(The Civil Air Navigation Services Organization, CANSO)
- ◆ 英國飛航服務總部(National Air Traffic Service, NATS)
- ◆ 飛航流量管理(Air Traffic Flow Management, ATFM)
- ◆ 飛航流量管理系統(Air Traffic Flow Management System, ATFMS)
- ◆ 荷蘭馬斯垂克高高度區管中心(Maastricht Upper Area Control Centre, MUAC)
- ◆ 比利時歐洲飛航網絡管理中心(Network Manager Operations Center, NMOC)
- ◆ 德國航空管制公司(Deutsche Flugsicherung GmbH, DFS)
- ◆ 德國航空管制蘭根區管中心(Deutsche Flugsicherung GmbH-Langen ACC)
- ◆ 盧森堡航空訓練中心(Eurocontrol Learning Zone)
- ◆ 區域管制中心(Area Control Center, ACC)
- ◆ 國際民航組織(International Civil Aviation Organization, ICAO)
- ◆ 東北亞地區 ATFM 合作小組(Northeast Asia Regional ATFM Harmonization Group, NARAHG)
- ◆ 分散式多節點 ATFM 小組(Distributed Multi-Nodal ATFM Group)
- ◆ 地面延遲計畫(Ground Delay Program, GDP)
- ◆ 協同決策(Collaborative Decision Making, CDM)
- ◆ 飛航網絡作業(Network Operations, NO)
- ◆ 飛航流量及容量管理(Air Traffic Flow & Capacity Management, ATFCM)
- ◆ 策略規劃階段(Strategic Planning Phase)
- ◆ 戰術前階段(Pre-Tactical Phase)
- ◆ 飛航流量及容量每日計畫(ATFCM Daily Plan, ADP)
- ◆ 最初飛航網絡計畫(Initial Network Plan, INP)
- ◆ 飛航流量及容量管理通報訊息(ATFCM Notification Message, ANM)
- ◆ 戰術階段(Tactical Phase)
- ◆ 流量管理席位(Flow Management Position, FMP)
- ◆ 航流量預測工具(Traffic Load Prediction Device, TLPD)
- ◆ 流量容量平衡(Demand and Capacity Balance, DCB)
- ◆ 作業後分析階段(Post Operation Analysis Phase, POA)

- ◆ 飛航網絡管理執行部門(Airspace Management & Network Interface)
- ◆ 延伸性到場管理措施(Extended Arrival Management, XMAN)
- ◆ 歐洲單一天空空管研究(Single European Sky ATM Research, 下稱 SESAR)
- ◆ 計算後過點時間(Calculated Time Over, CTO)
- ◆ 計算後起飛時間(Calculated Take Off Time, CTOT)
- ◆ 到場時間隔離(Time-Based Separation, TBS)
- ◆ 短期衝突警報(Short Term Conflict Alert, STCA)
- ◆ 管制員機師資料鏈結通訊(Controller-Pilot Data Link Communications, CPDLC)
- ◆ 航管系統開發部門(ATM Development, ATD)
- ◆ 容量管理督導席(Capacity Management Supervisor, CAPSUP)
- ◆ 戰術執行督導席(Tactical Supervisor, TactSUP)
- ◆ 軍方督導席(Military Supervisor, MilSUP)
- ◆ 開啟席位時間表(Sector Opening Timetable, SOT)
- ◆ 中央流管單位(Central Flow Management Unit, CFMU)
- ◆ 空域及容量管理部門(Airspace & Capacity)
- ◆ 整合後起始飛航計畫處理系統(Integrated Initial Flight Plan Processing System, IFPS)
- ◆ 飛航計畫和訊息(Flight Plans and Messages, FPM)
- ◆ 飛行器操作者(Aircraft Operators, AOs)
- ◆ 飛航服務提報處(ATS Reporting Offices, AROs)
- ◆ 計畫資料作業部門(Flight Data Operations, FDO)
- ◆ 流量管理作業室(Flow Management Operations, FMO)
- ◆ 預計後推時間(Estimated Off-Block Time, EOBT)
- ◆ 作業回覆訊息(Operational Reply Message)
- ◆ 強化戰術管理系統(Enhanced Flow Management System, ETFMS)
- ◆ 航管員飛航計畫提案訊息(ATC Flight Plan Proposal Message)
- ◆ 飛航網絡管理環境資料庫(Network Management Environment Database, ENV)
- ◆ 系統順位分配(Computer-Assisted Slot Allocation , CASA)
- ◆ 離場航情需求(Pre-departure Traffic Demand)

- ◆ 席位目前航機數量(Sector Occupancy Counts)
- ◆ 進行地面延遲計畫(Ground Delay Program, GDP)
- ◆ 短期航情調整措施(Short Term ATFCM measures, STAM)
- ◆ 航路分類資料庫(Route Catalogue Database, RCAT)
- ◆ 飛航網絡管理數據倉庫(Network Management Data Warehouse, DWH)
- ◆ 飛航流量管理每日計畫(ATFM Daily Plan, ADP)
- ◆ 更新飛航網絡計畫(Rolling Network Plan)
- ◆ 主要操作介面(Collaborated Human Machine Interface, CHMI)
- ◆ 作業空域管理(Operational Airspace Management, ASM)
- ◆ 彈性使用空域(Flexible Use of Airspace, FUA)
- ◆ 空域使用計畫(Airspace Use Plan, AUP)
- ◆ 更新空域使用計畫(Updated Airspace Use Plan, UUP)
- ◆ 空域管理單位(Airspace Management Cell, AMC)
- ◆ 空域管理小組(Airspace Management Sub-Group, ASM-SG)
- ◆ 中央空域資料功能部門(Centralized Airspace Data Function, CADF)
- ◆ 軍方協調辦公室(Military Liaison Office, MILO)
- ◆ 空域管理協調介面(Collaborative Interface for Airspace Management, CIAM)
- ◆ 區域性空域管理系統(Local Sub-Regional Airspace Management System, LARA)
- ◆ 軍民航情協調工具(Civil and Military ATM Coordination Tool, CIMACT)
- ◆ 泛歐洲資訊儲存系統支援軍民活動指標(Pan-European Repository of Information Supporting civil-Military key performance indications, PRISMIL)
- ◆ 暫時性被保留的空域(Temporary Reserved Airspace, TRA)
- ◆ 暫時性被隔離的空域(Temporary Segregated Airspace, TSA)
- ◆ 跨國境空域(Cross Border Areas, CBA)
- ◆ 空域管理單位可管理的限航區(AMC Manageable Restricted Areas, R)
- ◆ 空域管理單位可管理的危險區(AMC Manageable Danger Areas, D)
- ◆ 無航路空域(Free Routes Airspace, FRA)
- ◆ 緩衝空域(Buffer Zone)
- ◆ 不能計畫的空域(No Planning Zone)

- ◆ 中央空域及容量資料庫(Central Airspace and Capacity Database, CACD)
- ◆ 泛系統資訊管理(System Wide Information Management, SWIM)