

出國報告（出國類別：考察及訪問）

參訪標竿機場空側管理與緊急應變實務 報告書

服務機關：桃園國際機場股份有限公司

姓名職稱：航務處李副處長孟佳

航務處林管理師(一)大鈞

航務處陳工程師(四)薇羽

消防大隊蘇消防員韋丞

消防大隊楊消防員謹宇

派赴國家：美國

出國期間：114 年 6 月 15 日至 6 月 23 日

報告日期：114 年 9 月 1 日

內容重點摘要表

計畫編號	C11401190		
計畫名稱	參訪標竿機場空側管理與緊急應變實務		
報告名稱	參訪標竿機場空側管理與緊急應變實務報告書		
出國人員	姓名	服務單位	職稱
	李孟佳	桃園國際機場股份有限公司航務處	副處長
	林大鈞	桃園國際機場股份有限公司航務處	管理師(一)
	陳薇羽	桃園國際機場股份有限公司航務處	工程師(四)
	蘇韋丞	桃園國際機場股份有限公司消防大隊	消防員
	楊謹宇	桃園國際機場股份有限公司消防大隊	消防員
出國國家	美國		
出國類別	考察及訪問		
出國期間	114 年 6 月 15 日至 114 年 6 月 23 日		
報告日期	114 年 9 月 1 日		
關鍵詞	標竿機場、空側管理、緊急應變、AOC、AIOC		
報告摘要	本公司第三航廈北廊廳及新西消完工及啟用在即，為精進空側管理及緊急應變整體策略，派員至美國西岸標竿機場-洛杉磯機場、舊金山機場、西雅圖機場參訪，就空側作業、緊急應變及消防應變等面向進行考察。透過本次考察及訪問，與美西標竿機場航務及消防單位交流最新機場經營、緊急應變規劃、空側安全及消防救援作業，學習有效掌握並整合機場資源，確保應變訓練與演習具標準化及一致性，期透過專業分工及團隊合作，持續改善機場服務品質，打造良好工作環境，提升整體營運效能。		

目次

壹、 目的	1
貳、 過程	2
一、 行程一覽表	2
二、 考察及訪問	3
(一) 洛杉磯機場	3
1. 機場概況	3
2. 空陸側配置總覽	5
3. 航務作業	10
4. 消防作業	18
(二) 舊金山機場	26
1. 機場概況	26
2. 空陸側配置總覽	26
3. 航務作業	28
4. 緊急應變管理	30
5. 消防作業	44
(三) 西雅圖機場	51
1. 機場概況	51
2. 空陸側配置總覽	51
3. 航務作業	53
4. AICC 實地參訪	54
5. 消防作業	55
參、 心得與建議	60
1. 機場合作夥伴專業分工並相互配合	60
(1) 以操作區與活動區作業適度管制與分工為例	60
(2) 以停機坪管理及登機門調度為例	60
(3) 以操作區施工封閉為例	62

(4)	以業者間航班及裝備調度為例	64
2.	緊急應變管理制度高度整合-以舊金山機場為例	65
3.	專業職能分工與跨部門協同合作之 AIOC-以舊金山機場為例	66
4.	空側緊急應變程序-三座機場之比較.....	66
5.	完善的消防人員教育訓練及培訓制度.....	68
6.	消防人員職業安全保障.....	69
7.	明確的職涯發展制度與高昂士氣.....	69

壹、目的

桃園機場第三航廈及新西側消防站啟用在即，為精進空側管理及緊急應變整體策略，派員至美國西岸三座標竿機場-洛杉磯機場、舊金山機場與西雅圖機場，就空側營運、緊急應變與消防應變制度等層面之運作經驗，進行觀摩及交流。美西此三座機場與本場一樣具備高運量及空側作業空間受限等特性，前述三座機場致力於透過機場營運單位、航空公司、地勤、消防等利害關係人間明確之專業分工與橫向溝通機制，維持高效且安全之營運模式，對本公司當前與未來營運挑戰具高度借鏡價值。本次參訪重點包含：

- 一、操作區與活動區作業適度管制與分工
- 二、機場營運方與合作夥伴間專業分工與配合模式
- 三、緊急應變管理
- 四、消防人員訓練、健康檢查、職涯晉升制度規劃
- 五、消防應變及消防模擬訓練設施建置

透過本次實地訪查與交流，期望能精進本公司內部空側管理及緊急應變制度，跳脫舊有處室分組應變模式，有效掌握與整合機場資源，確保應變訓練與演習具標準化及一致性。亦期望能強化本公司與塔臺、航空公司、地勤單位等合作夥伴間之協調與互信機制，建構專業分工、即時通報與彈性協調兼具的空側營運架構，有效提升空側作業彈性與應變效率，同時營造彼此尊重、資訊互通、友善且高效的工作環境，共同打造具國際競爭力之桃園國際機場。

本次參與考察及參訪名單如下：

- 一、航務處：李副處長孟佳、林管理師(一)大鈞及陳工程師(四)薇羽。
- 二、消防大隊：蘇消防員韋丞及楊消防員謹宇。

貳、過程

一、行程一覽表

日期	行程紀要
114 年 6 月 15 日	1. 自桃園國際機場搭機啟程 2. 抵達美國洛杉磯
114 年 6 月 16 日	參訪洛杉磯機場空側、消防站及 ARCC
114 年 6 月 17 日	參訪洛杉磯機場空側及 Ramp Tower
114 年 6 月 18 日	1. 飛往舊金山 2. 參訪舊金山消防站、AIOC 及 EOC
114 年 6 月 19 日	1. 參訪舊金山機場空側 2. 飛往西雅圖
114 年 6 月 20 日	參訪西雅圖航務單位及消防站
114 年 6 月 21 日	參訪西雅圖機場空側
114 年 6 月 22 日	搭機返回桃園國際機場
114 年 6 月 23 日	搭機返抵桃園國際機場

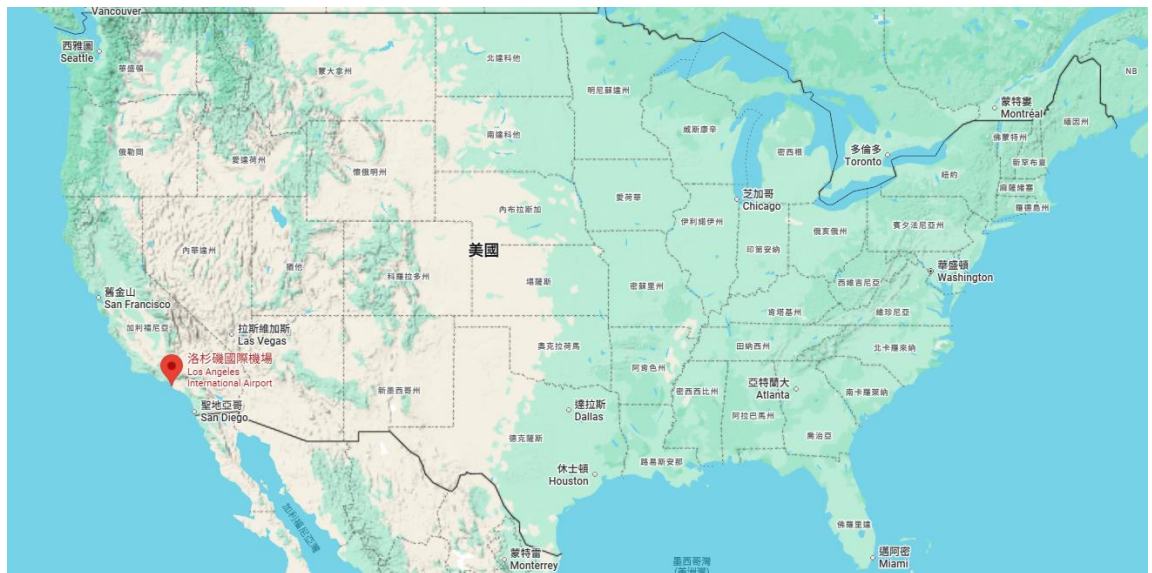
二、考察及訪問

(一)洛杉磯機場

1. 機場概況

本次參訪之洛杉磯國際機場（IATA 代碼：LAX；ICAO 代碼：KLAX），於美國西岸，是加州大洛杉磯地區的主要機場。啟用於 1928 年 10 月 1 日，1937 年被洛杉磯市政府收購成為公營，目前隸屬於洛杉磯世界機場公司（Los Angeles World Airports, LAWA）管理。

洛杉磯機場是聯合航空、美國航空、達美航空、阿拉斯加航空國際與國內航線的主要航點，往來此機場的航班遍及北美洲、拉丁美洲、歐洲、亞洲和大洋洲，為全球主要航空樞紐之一。



洛杉磯國際機場位置(google map,2025)

根據 ACI（國際機場協會, Airports Council International, ACI）統計，洛杉磯國際機場 2023 年旅客量達 7500 萬人次，較 2022 年成長 13.8%；年架次數達 57 萬架次，較 2022 年成長 3.3%；為美國境內第四大繁忙機場。

Rank 2023	Rank 2013	City, Country	Airport code	Passengers 2023	% Change (2023/2022)	% CAGR 2013-2023	% Regional traffic share	+ Passenger (millions)
1	1	Atlanta GA, United States	ATL	104 653 451	11.7	1.0	5.2	+11 m
2	4	Dallas/Fort Worth TX, United States	DFW	81 755 538	11.4	3.1	4.0	+8.4 m
3	5	Denver CO, United States	DEN	77 837 917	12.3	4.0	3.9	+8.6 m
4	3	Los Angeles CA, United States	LAX	75 050 875	13.8	1.2	3.7	+9.1 m
5	2	Chicago IL, United States	ORD	73 894 226	8.1	1.0	3.7	+5.6 m
6	6	New York NY, United States	JFK	62 464 331	13.0	2.2	3.1	+7.2 m
7	16	Orlando FL, United States	MCO	57 735 726	15.1	5.2	2.9	+7.6 m
8	9	Las Vegas NV, United States	LAS	57 666 456	9.4	3.5	2.9	+5 m
9	8	Charlotte NC, United States	CLT	53 445 770	11.9	2.1	2.6	+5.7 m
10	10	Miami FL, United States	MIA	52 340 934	3.3	2.6	2.6	+1.7 m

Source: ACI World Airport Traffic Database, 2024

北美最繁忙機場-旅客量(Annual World Airport Traffic Report, ACI, 2024)

Rank 2023	Rank 2013	City, Country	Airport code	Movements 2023	% Change (2023/2022)	% CAGR 2013-2023	% Regional traffic share	+ Movement (thousands)
1	1	Atlanta GA, United States	ATL	775 818	7.1	(1.6)	2.3	+51.7 k
2	2	Chicago IL, United States	ORD	720 582	1.3	(2.0)	2.1	+9 k
3	4	Dallas/Fort Worth TX, United States	DFW	689 569	5.0	0.2	2.1	+32.9 k
4	5	Denver CO, United States	DEN	657 218	8.1	1.2	2.0	+49.4 k
5	9	Las Vegas NV, United States	LAS	611 806	5.3	1.6	1.8	+30.7 k
6	3	Los Angeles CA, United States	LAX	575 097	3.3	(1.9)	1.7	+18.2 k
7	8	Charlotte NC, United States	CLT	539 066	6.6	(0.3)	1.6	+33.5 k
8	6	New York NY, United States	JFK	481 075	7.2	1.7	1.4	+32.2 k
9	10	Miami FL, United States	MIA	461 792	0.7	1.5	1.4	+3.3 k
10	11	Phoenix AZ, United States	PHX	454 665	8.5	0.4	1.4	+35.8 k

Source: ACI World Airport Traffic Database, 2024

北美最繁忙機場-架次數(Annual World Airport Traffic Report, ACI, 2024)

2. 空陸側配置總覽

洛杉磯國際機場設有四條平行跑道、八座國內線航廈及一座國際線航廈，共設有超過 130 個登機門。

2.1. 航廈配置

(1) 國內線航廈

- T1：服務 Frontier、Southwest 等航空公司。
- T2：服務 Virgin Atlantic、West Jet 等航空公司。
- T3：服務 Delta、Aeromexico 等航空公司。
- T4：服務 American 航空公司。
- T5：服務 American、JetBlue、Spirit 等航空公司。
- T6：服務 Air Canada、Alaska、Hawaiian 等航空公司。
- T7、8：服務 United、United Express 航空公司。

(2) 國際線航廈 Tom Bradley International Terminal：服務國際線航班。



航廈配置圖(LAX 官網, 2025)

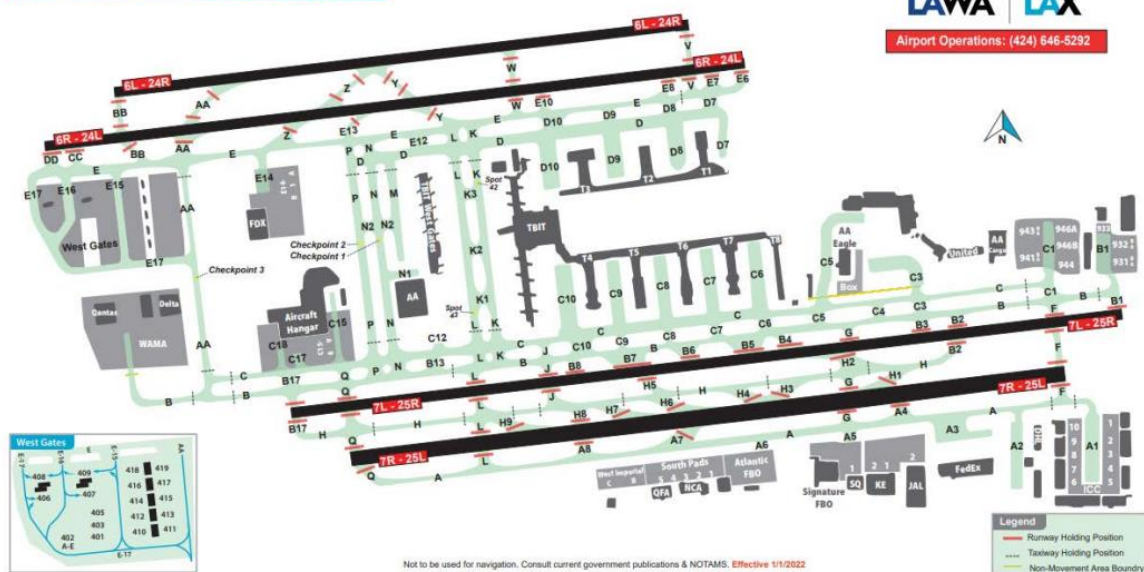
2.2. 空側配置

(1) 跑道配置

配有四條平行跑道，依機場位置由北至南分別為 06L/24R(外側)、06R/24L(內側)、07L/25R(內側)、07R/25L(外側)。跑道使用方向原則依據噪音敏感時段有所不同，整理如下表：

時段(當地時間)	跑道方向	使用原則
0700-2200L	降落：24R / 25L 起飛：24L / 25R	外側跑道：供降落 內側跑道：供起飛
2200-0700L	起降多以 24L / 25R 為主	盡量集中使用內側跑道
0000-0630L	降落：06R 起飛：25R	起降皆朝西(面向太平洋)

LAX Movement Area Map 2022 v1



空側配置圖(LAX 官網, 2025)

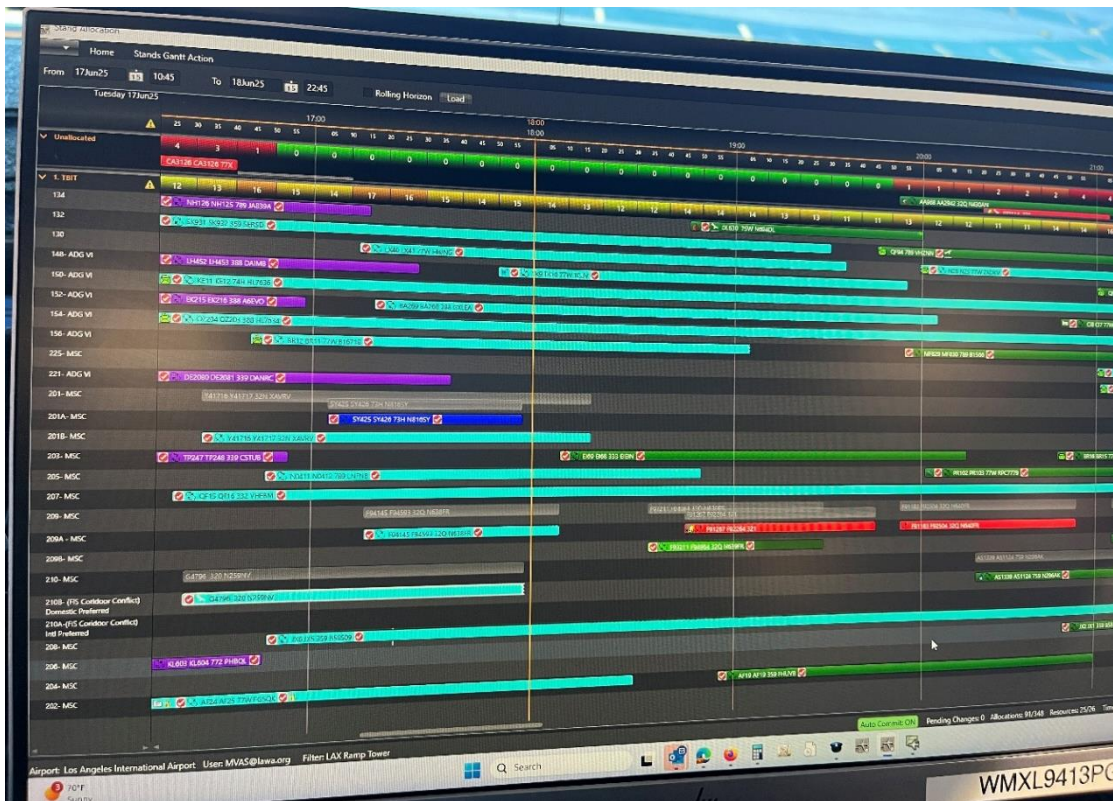
(2) 塔台配置

配有 FAA Control Tower 及 Ramp Tower 雙塔台協作模式，因 FAA Control Tower 無法目視部分 Taxilane，為有效提升地面運作效率與飛航安全，LAWA 於 2021 年啟用 Ramp tower，由 LAWA 員工擔任管制員，負責管制之區域包含 Taxilane K (TWY C-D 之間)、L (TWY C-D 之間)、M(TWY D- Gate 202 之間)。

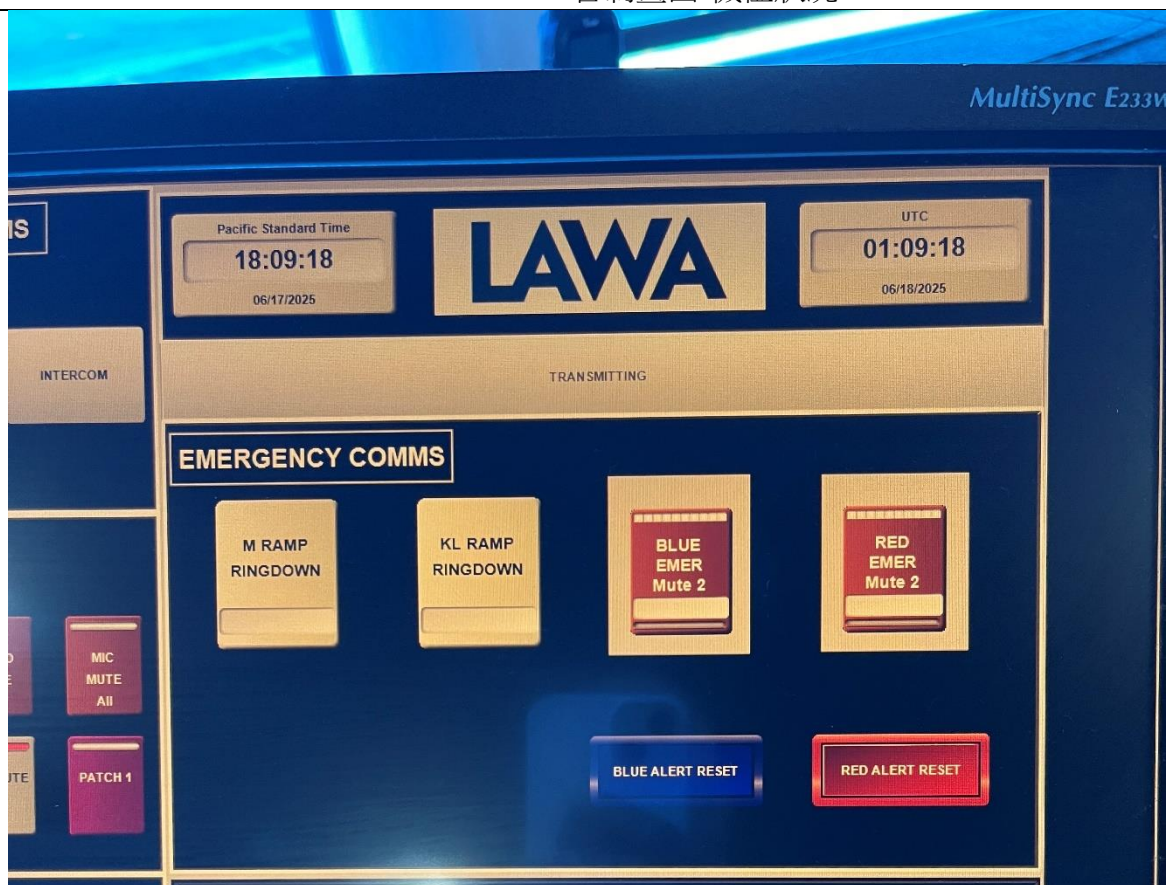
Ramp Tower 管制台畫面配有機坪監視器、機位狀況、航管系統等畫面，供管制員了解航機作業狀態，以利及時因應並增加管制彈性。



RAMP TOWER 視野



RAMP TOWER 管制畫面-機位狀況



RAMP TOWER 管制畫面-Emergency Alert

2.3. 擴建計畫

洛杉磯機場 Transforming LAX 計畫總預算 181 億美金，涵蓋航廈、停車、公共交通、租車、警察局等基礎建設，目標提升旅客效率與體驗，並為 2026 年 FIFA 世界杯及 2028 年奧運需求做準備，下表整理刻正進行中的重點計畫：

項目	簡述	預計完成
Automated People Mover (APM)	全長約約 3.6 公里，設有 6 個車站，串聯航廈、租車中心、西停車場、地鐵站	2026 年初
Consolidated Rent-A-Car Facility (ConRAC)	5 層樓，容納約 21,000 輛車	2024 年 10 月開始營運，預計 2025 年全面啟用
Midfield Satellite Concourse South	新設 8 座窄體機登機門	2025 年底

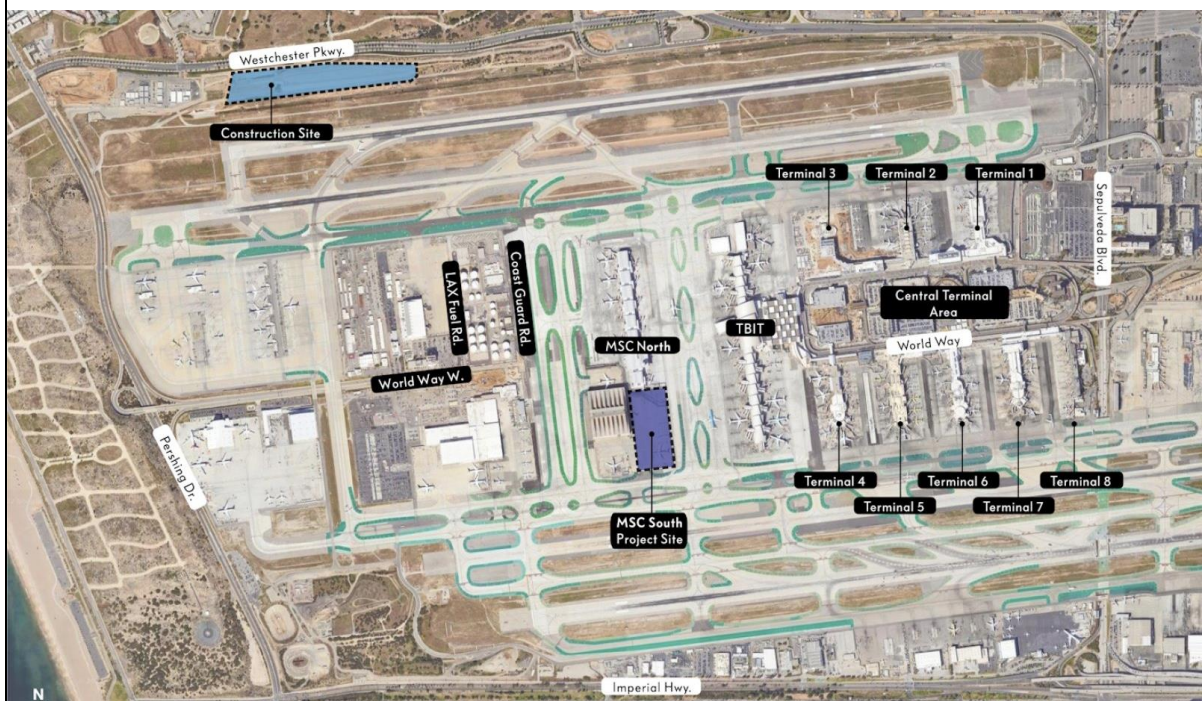


LAX Automated People Mover (APM)示意圖



Consolidated Rent-A-Car Facility (ConRAC)

Midfield Satellite Concourse South 位置



Midfield Satellite Concourse South 示意圖

3. 航務作業

3.1 工作內容

洛杉磯機場航務員主要負責空側的安全及營運效率，平時工作內容簡述如下：

- (1) 空側巡檢
- (2) 空側緊急事件應變
- (3) 協調空側施工作業
- (4) 推動並監督空側安全文化
- (5) Ramp Tower 航管作業
- (6) 部分停機位安排
- (7) 提供遠端機坪及航廈間接駁車服務
- (8) 確保空側作業及相關規範符合聯邦航空條例 FAR 第 139 條規定

3.2 空側及 ARCC 實地參訪

- (1) 空側駕駛/裝備操作訓練及換證機制

LAWA 為空側人員（如空側駕駛、操作區駕駛、移機人員、航管人員、航機加油人員與緊急應變人員等）制定了完整的訓練與換證機制。相關人員需依照下表所列完成指定課程與測驗，且通過後才可在其管制區通行證上取得相應圖示。各項資格均有不同有效期限，且需定期更新。為方便查核，洛杉磯機場通行證上會印製對應的權限圖示。

 AIRPORT OPERATIONS & EMERGENCY MANAGEMENT BADGE ICONS						
ICON	 AOA Familiarization (AOA)	 Aircraft Surface Movement (ASM)	 Air Traffic Control (ATC)	 Restricted Area Driver (RAD)	 Aircraft Fueling	 Critical
FOR WHOM	- Airport employees and contractors who work adjacent to AOA	- Airport employees who taxi or tow aircraft a distance of > 1,500 feet	- Airport/Bus OPS - Select LAWA MTCE - Select LAFD - Select FAA	- GRN : All airside drivers - BLK : Airport Police	- All airside drivers who also fuel an aircraft	- Designated airport tenant employees who respond to incidents
BY WHOM	- Requested by the AS via Fingerprint Application or Icon Request Form, course is then assigned in CBT	- Requested by the AS via Fingerprint Application or Icon Request Form, course is then assigned in CBT	- Requested by the AS via Fingerprint Application or Icon Request Form - Must be approved by OPS to be in CBT	- Requested by the AS via Fingerprint Application or Icon Request Form, course is then assigned in CBT	- Requested by the AS via Fingerprint Application or Icon Request Form - Complete required TRN (supervisor & employee) and checklist	- Request icon to EM via Critical-Icon@lawa.org - EM will approve or deny upon review
HOW TO GET	- Take CBT course and pass final exam	- Take CBT course and pass final exam - RAD also required	- Take CBT course and pass final exam - RAD also required	- Take CBT course and pass final exam - Include 8-hr log for initial badge with RAD icon	- Fuel Supervisor submit TRN & checklist to OPS - Present documents to SBO when rebadging - RAD also required	- Present EM approval to SBO when rebadging
VALID FOR	- 24 months from date of final exam	- 12 months from date of final exam	- 12 months from date of final exam	- 24 months from date of final exam	- 24 months from date of TRN certificates or RAD date	- EM approval required every badge renewal
AOA – Air Operations Area AS – Authorized Signer CBT – Computer Based Training EM – Emergency Management FAA – Federal Aviation Administration LAFD – Los Angeles Fire Department MTCE – Maintenance OPS – LAX Airport Operations SBO – Security Badge Office TRN – Training						

通行證圖示及取證說明(LAX 官網,2025)



通行證正反面

(2) 航班調度原則概覽

- a. 航班時間帶管理 (Airport Capacity Management) : LAX 並非屬於 IATA 認定的 Level 3 (協調機場) , 但機場於尖峰時段仍顯擁擠, 因此實務上仍會透過協調機制與 FAA 流量管理以減緩航班壅塞。
- b. FAA Air Traffic Flow Management (ATFM) , FAA 負責管理全國空域流量 (NAS) , 透過以下措施協助 LAX 調度 : Ground Delay Program (GDP) 、 Ground Stop (GS) 、 Airspace Flow Program (AFP)
- c. 航班時段規劃與協調 (Schedule Coordination) :
 - c.1 自願性協調機制 (Voluntary Schedule Coordination) : LAX 與航空公司進行非強制性協商, 避免高峰時段出現過多航班擁擠。
 - c.2 高峰時間管理 (Peak Period Management) : 根據運作經驗與歷史資料, LAX 高峰通常在 : 06:30–09:30 、 傍晚 : 17:00–20:00 , 建議航空公司於申請時避開高峰期, 提升航班準點率與地面資源利用率。
- d. 航廈與登機門分配 (Gate & Terminal Assignment)
 - d.1 以航空公司為主體的航廈分配 : 每家航空公司依據協議使用特定航廈 (例如 : 美航 T4 、 達美 T2/T3 、 國際航班主要集中於 Tom Bradley International Terminal) 。
 - d.2 航班調度與登機門調配 : 若登機門不足, LAX 會實施 Remain Overnight (RON) 停機規劃、Remote Stand Operations (遠端停機

位接駁)。

- e. 特殊情況應變措施 (Contingency & Irregular Ops) :惡劣天氣或突發狀況時，由 FAA 協調航班間隔與進出場順序。機場另設有「Irregular Operations Plan (IROPS)」，包含旅客接送、備降航班、資源重分配等。

(3) 機場合作夥伴專業分工與互助合作精神-以停機位安排及車位分配為例

洛杉磯機場由 LAW A 負責統籌營運與登機門調度。為增加登機門使用彈性與效率，LAW A 與航空公司簽訂協議，將部分登機門交由航空公司管理，同時保留「公用登機門」由 LAW A 統一指派，以供多家航空公司共同使用。為避免各航廈因作業流程不同而造成混亂，LAW A 亦訂定了航機調度、行李處理與旅客動線的統一標準，透過清楚的專業分工與跨單位合作，確保整體地面運作順暢有序。

作為全球最繁忙的國際機場之一，洛杉磯機場空側作業空間相對有限，空側營運除了仰賴機場官方的統籌與協調外，也高度依賴各業者間的密切配合。當地各業者空側作業人員多為資深員工，經驗豐富，對空側整體運作及現場狀況具備高度熟悉度，得以在既有規則下靈活調整，提升空側使用彈性。另以國際航廈之停車位分配為例，LAW A 原則上分配各業者兩個固定停車位，若有額外需求，業者可主動與其他業者協調部分時段暫放或是轉讓，展現出高度成熟的運作彈性與夥伴合作精神。

(4) 標線及設施維護自主管理，強化即時應變能力

洛杉磯機場在空側設施維運方面具備高度自主性與即時應變能力。LAW A 設有專責團隊，負責空側區域之標線畫設、燈光及指示牌維修及更換作業，並備有相關施工機具與備品，能依實際運作需求及時應變並彈性調整。除日常維護外，LAW A 亦定期檢視標線狀況，安排加強重畫作業，以確保標示清晰，提升空側地面作業安全性，有效降低因標示模糊或設施老化而可能產生的風險。



分配予業者之停車位標示

STOP BARS / NOSE WHEEL MARKINGS GATE 204 (ADG- V)			
A	A350-1000 B777-300ER	B787-10	
B	A350-900 B767-400		
C	A330-300 B757-300	A330 NEO 8/9 B767-300	A340-300 B787-9
D	B747-400	B777-200	
E	A330-200 B787-8		
F	A321/NEO B757-200	B737 MAX ALL	
G	A320/NEO		
H	B737NG ALL		
I	A319/NEO		

停機位停止線機型標示牌



停機位停止線機型標示



機坪旁共用停車位標示



停機位停止線機型標示



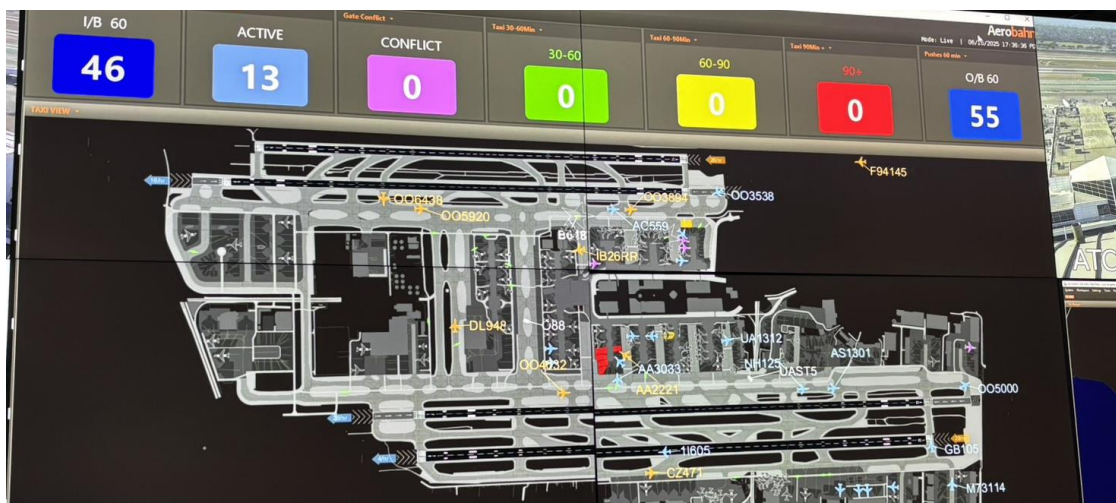
標線畫設及航機消防救援練習場



指示牌備品倉庫



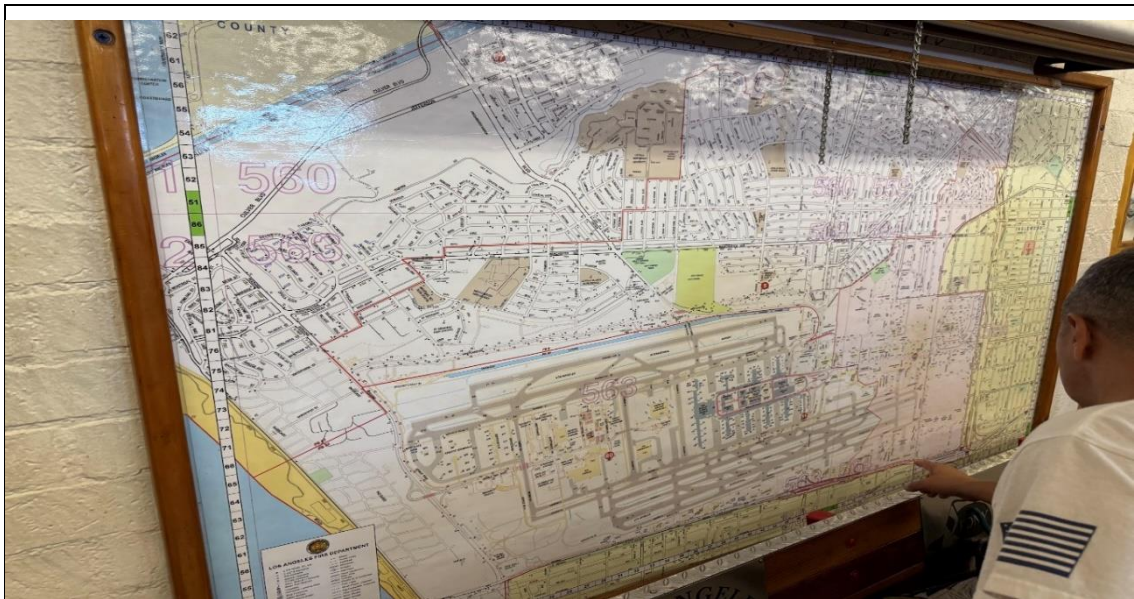
指示牌備品倉庫



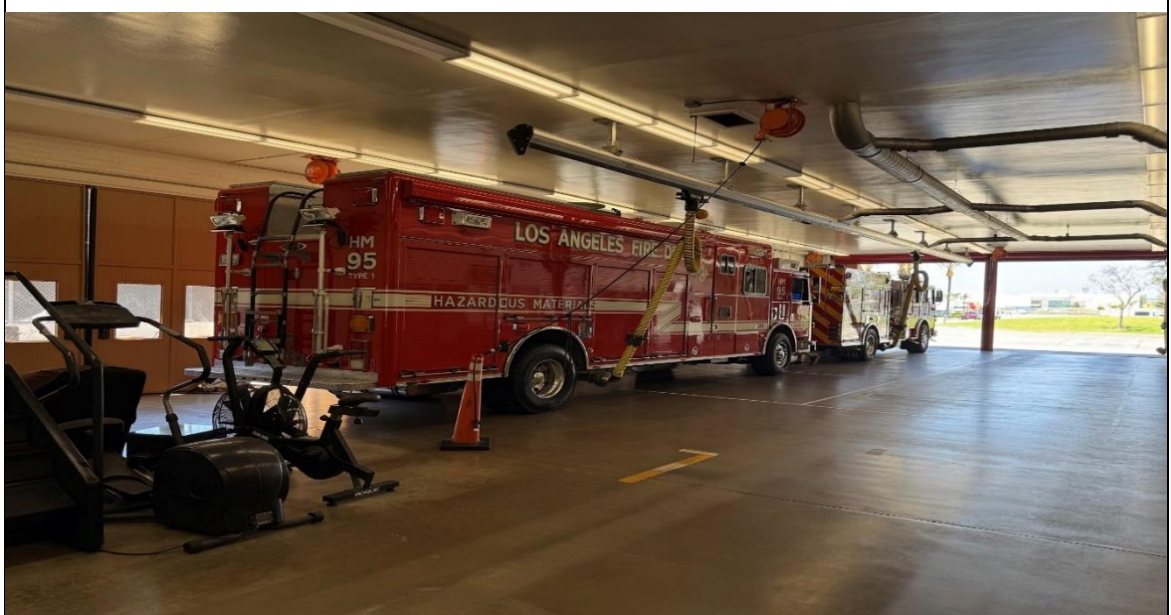
4. 消防作業

4.1 空陸側消防勤務運作機制

洛杉磯國際機場空側區配置 51 號及 80 號消防站，其中 6 輛機場專用泡沫消防車均集中在 80 號消防站，主要應對航機勤務；51 號消防站配置雲梯車、幫浦車及救護車，主要負責航機事故外各項勤務。陸側區為 95 號消防站負責，95 號消防站亦配置 HAZMAT(毒化災)專責隊，前述 3 個消防站均隸屬於洛杉磯市政府消防局第 4 大隊(共有 8 個消防站)，各式消防勤務均由洛杉磯消防局勤務指揮中心派遣，第 4 大隊消防車輛及人員均具有機場空側通行證及駕駛資格，平時可隨時進出機場進行勤務或演習。



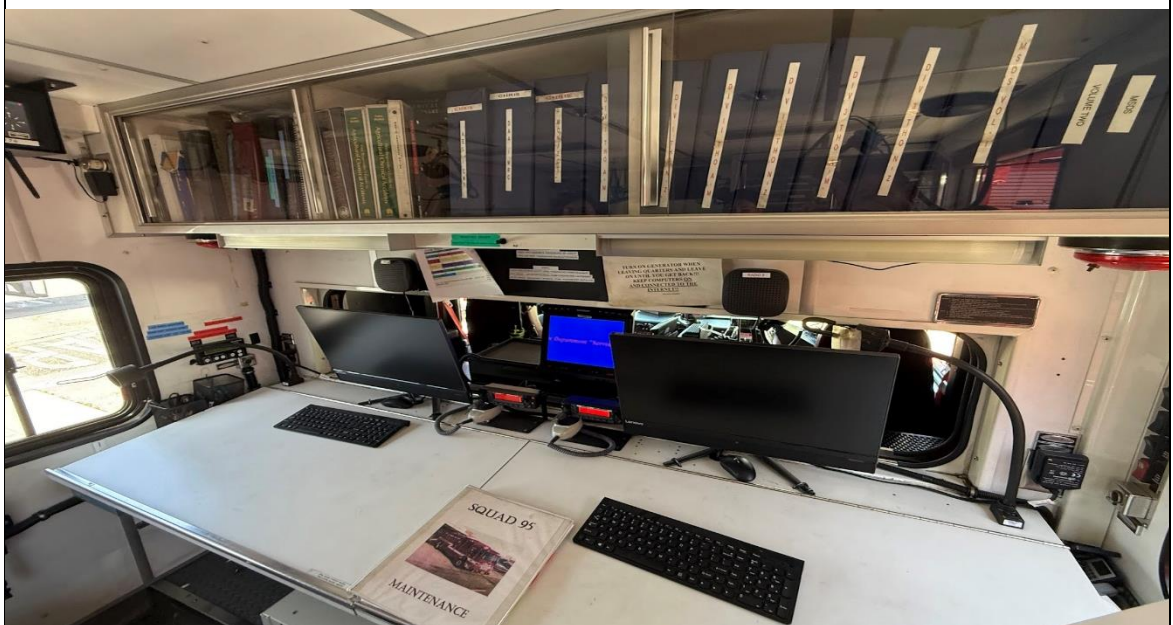
洛杉磯機場空陸側及鄰近地區消防戰力部屬圖



參觀 95 號消防站



95 號消防站消防員介紹 HAZMAT 車及裝備



HAZMAT 車內指揮及各項資訊系統

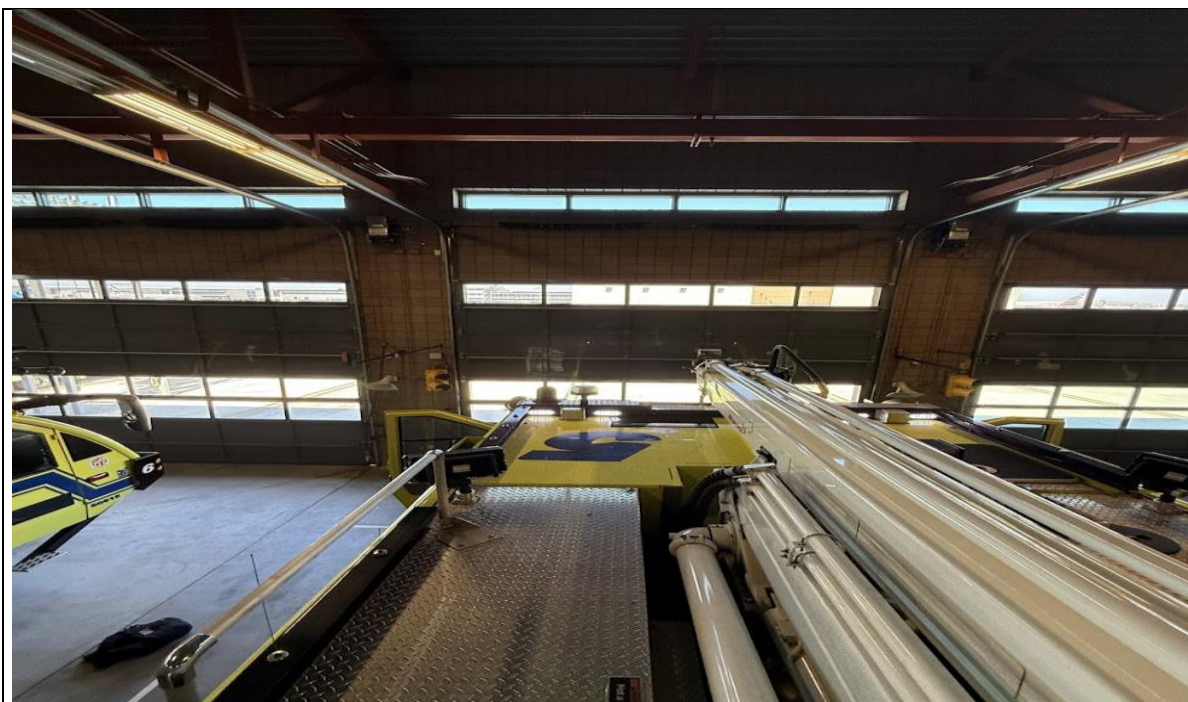


95 號消防站人員於候機室執行救護勤務

4.2 封閉式消防站及車庫通風排氣設施

自 1990 年起，因治安因素及恐怖攻擊盛行，美國各地消防機關陸續為消防站安裝車庫鐵捲門，落實人員及車輛進出管制，消防站安裝鐵捲門優點如下：

- (1) 落實人員進出管制，人員進出均須經過消防站管制門(通常在值班台前)，由值班人員確認身分才可進入。
- (2) 財產保全，消防車輛及庫房均配置眾多高單價救災器材裝備，車庫鐵捲門可確保外部人員無法進入車庫進行竊盜或破壞。
- (3) 延長車輛及裝備使用年限，桃園國際機場消防大隊消防車輛因日曬情形，造成大量車輛附屬裝備有脆化及故障情形，導致現有精密裝備(如熱顯像儀)均放置在辦公室，避免長時間日照損壞，出勤時人員須先至辦公室拿取，造成不便，車庫鐵捲門可有效預防如長時間日照造成車輛裝備脆化或潮濕造成鏽蝕等故障情形；另洛杉磯機場消防隊現有 6 輛盧森堡泡沫消防車(均有延伸臂及刺針系統)為 2015 年購置(本隊 8 輛 MORITA 泡沫消防車為 2009-2013 年購置)，車輛年份與本大隊相近，因封閉式消防站設計，車輛外觀及整體性能等車況均大幅度優於本大隊消防車輛，此設計可大幅降低車輛維修情形，保持消防救援車輛良好車況及性能。
- (4) 保持環境整潔，車庫鐵捲門可有效阻擋如風沙及飛禽類等進入車庫，造成環境髒亂等情形。
- (5) 消防站車庫排水設施，因消防車輛水系統管線眾多，每日車輛保養或各式勤務後無法於短時間內將管線內部水源排空，導致消防車輛停放於車庫內仍有滴水情形(為正常現象，非故障造成)，為避免車庫濕滑造成危險，新建消防站車庫均有設置地面排水系統。
- (6) 消防車輛因性能要求均使用柴油車(近期部分為電動車)，因柴油車引擎運轉廢氣易造成消防員肺部疾病，1970 年起美國新建消防站均依照 NFPA(美國國家消防協會)、OSHA(職業安全衛生局)及 FEMA(聯邦安全總署)建議安裝排氣設施，減少消防人員風險。



洛杉磯機場 80 號消防站車庫



洛杉磯機場消防車輛上精密裝備(熱顯像儀、氣體偵測器、防爆手電筒)



各式儀表板及精密裝備均保持良好



洛杉磯機場 80 號消防站車庫(內部環境整潔)



洛杉磯機場 80 號消防站車庫鐵捲門



洛杉磯機場 80 號消防站車庫內通風排氣設施



洛杉磯國際機場 80 號消防站車庫地面排水設施



95 號消防站車庫排氣設施(可直接連接消防車排氣管)



95 號消防站車庫排氣設施

(二)舊金山機場

1. 機場概況

本次參訪之舊金山國際機場（IATA 代碼：SFO；ICAO 代碼：KSFO），位於美國加州舊金山以南約 21 公里（13 英里）的聖馬刁郡，啟用於 1927 年，目前隸屬於舊金山市與郡政府（City and County of San Francisco）共同管理的 San Francisco Airport Commission，為美國西岸最繁忙的國際航空樞紐之一，連接亞洲、歐洲及北美主要城市，亦為聯合航空（United Airlines）主要機場之一。



舊金山國際機場位置(google map,2025)

根據機場官方與 FAA 統計，舊金山國際機場 2024 年旅客量超過 5,200 萬人次，較 2023 年成長約 4.1%，起降量近 39 萬架次，為美國第 12 大繁忙機場。

2. 空陸側配置總覽

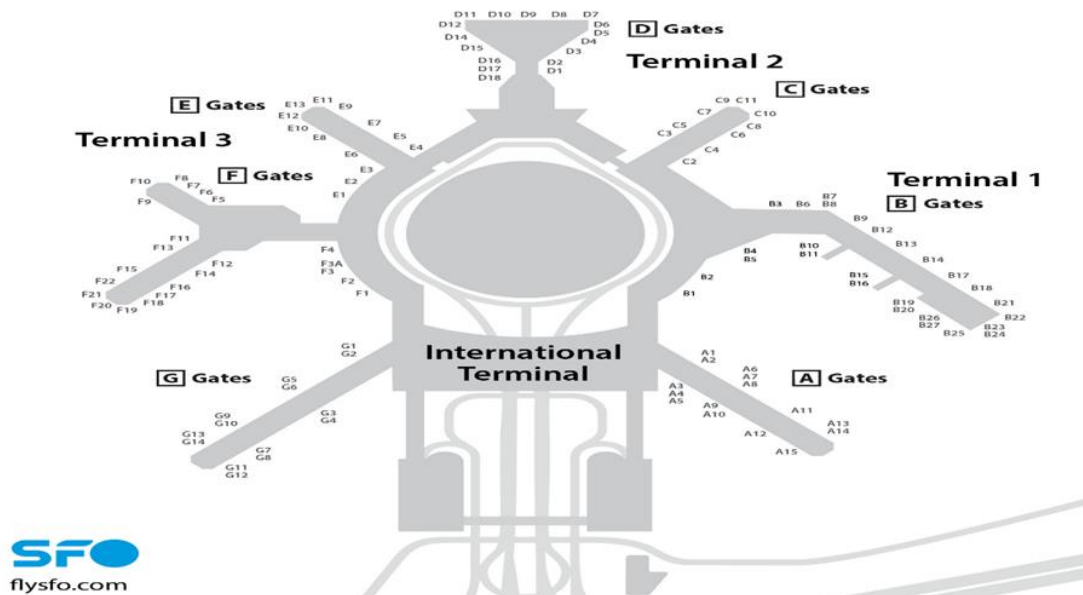
舊金山國際機場 4 條跑道(分屬 2 組相交的平行跑道)，3 座國內線航廈及一座國際線航廈，共設有超過 121 個登機門。

2.1 航廈配置

(1) 國內線航廈

- T1：服務 American、Southwest、JetBlue、Frontier、Spirit 等航空公司。
- T2：服務 Alaska、Delta 等航空公司。
- T3：United Airlines，為聯合航空的主力基地（United Hub）。

(2) 國際線航廈：共 29 個登機門，服務國際線航班。

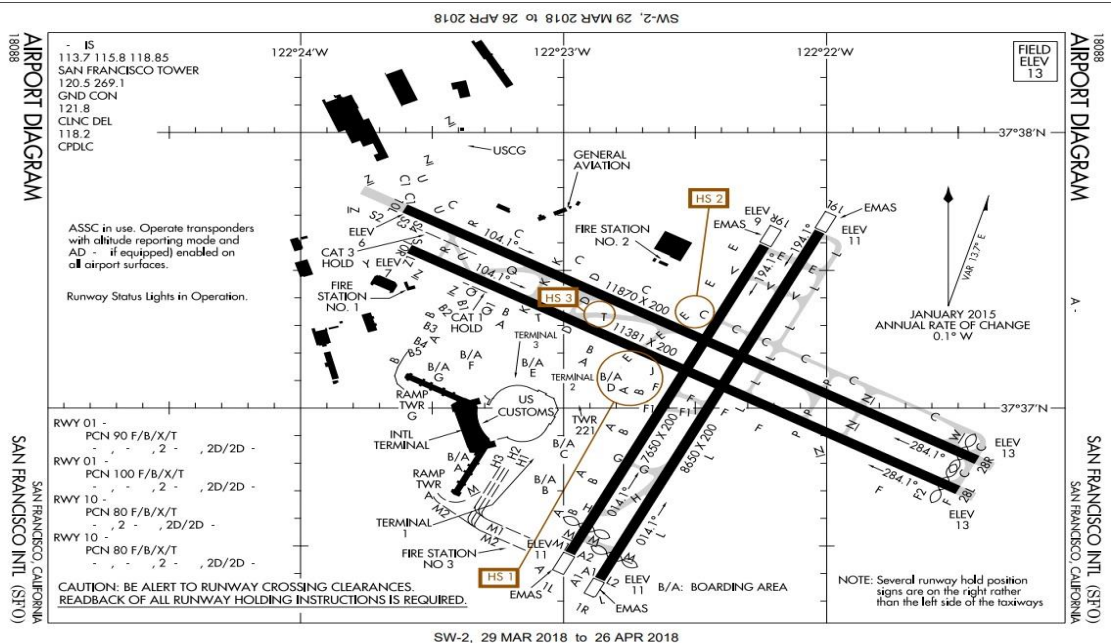


航廈配置圖(SFO 官網, 2025)

2.2 空側配置

(1) 跑道配置

配有兩組平行跑道，依氣流與能見度調整起降方位，分別為 10L/28R、10R/28L、1R/19L、1L/19R；為降低夜間噪音影響，該機場訂定夜間優先跑道使用計畫（Nighttime Preferential Runway Use Program）1:00AM–6:00AM 期間最大化飛機飛越水域以降低噪音，優先使用 10L/10R 跑道起飛，除非風向或其他條件不允許。



空側配置圖(SFO 官網)

2.3 擴建計劃

Terminal 3 現代化計畫 (Terminal 3 Modernization)，於 2024 年 8 月開工，航廈西側現代化預計於 2027 年秋季完工，東側現代化預計於 2029 年完工，翻新 Terminal 3 西半段，包含 65 萬平方英尺空間，新增約 20 萬平方英尺商店、餐飲與登機設施，計畫亦涵蓋防震加固、登機大廳變革、自助行李托運、航廈連接走道、航空公司貴賓室與辦公大樓等相關設施，總預算約 26 億美金。

3. 航務作業

3.1 工作內容

舊金山機場航務員主要負責空側的安全及營運效率，平時工作內容簡述如下：

- (1) 空側及圍籬巡檢
- (2) 協調空側施工作業並引導操作區車輛及人員移動
- (3) 空側緊急事件應變
- (4) 推動並監督空側安全文化
- (5) 部分停機位安排
- (6) 野生動物防制

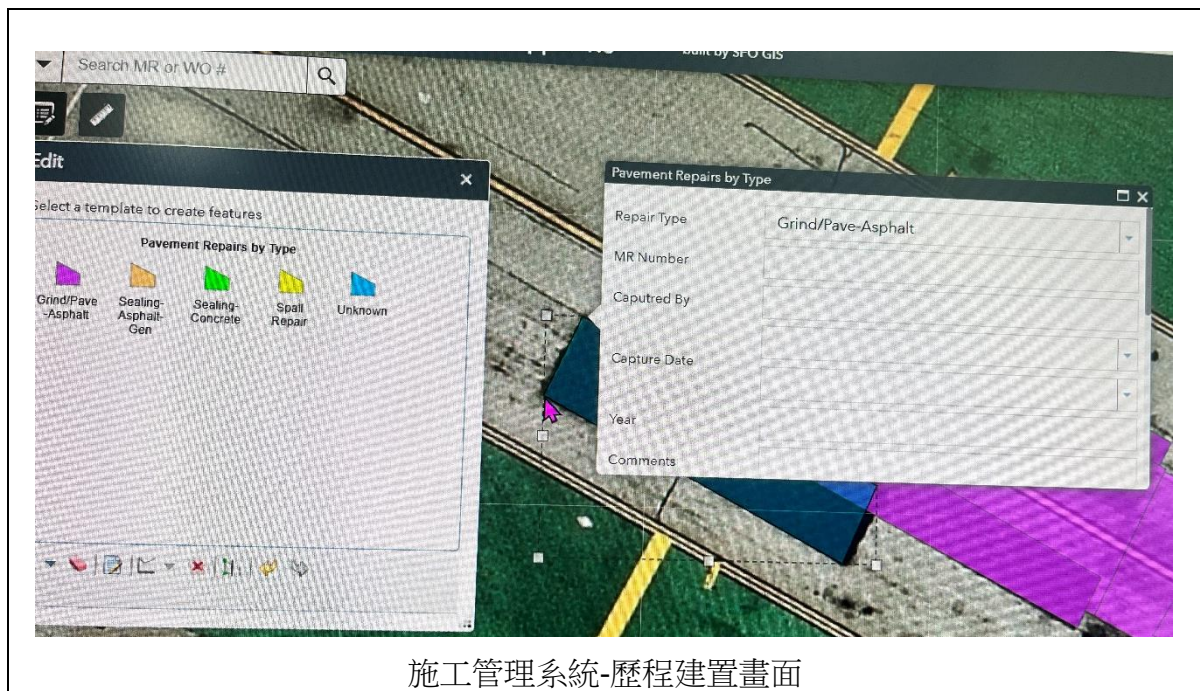
3.2 空側實地參訪

- (1) 運用軟體有效監管施工歷程

舊金山機場建有施工管理系統，道面修補後會有人員將修補範圍、時間等資訊更新至系統裡，未來期與巡場系統整合，簡化人工手動輸入作業，並更有效地監管施工歷程，並推算未來修補需求。



施工管理系統-道面修補歷程畫面



(2) 航務處人力充足分工明確

舊金山機場為確保空側操作區施工安全性，白天配有 9-10 個場面席監督操作區施工現場並引導車輛及人員移動。另辦公室配有多位行政人員及主管專門負責訓練、長期施工規劃、短期施工協調等較繁雜且須密切與不同部門溝通的作業。

以施工規劃為例，長期施工規劃通常會由一位經理主責，並提前 1~2 年開始規劃。舊金山預計於 2026 年 4 月執行 01R 跑道整修計畫，為期 30 週分階段整修。主責人員負責綜整施工單位、業者航情、塔台管制等需求，與相關單位共同擬訂計畫並監督實際作業時程。短期施工的規劃及協調由另一位行政人員主責，每週彙整需要修補的工項，並於每週五與相關單位開會討論後發佈飛航公告。





分享施工規劃及管理方式

(3) 機場合作夥伴專業分工-以停機位安排為例

舊金山機場將停機位安排交由各航空公司負責，航務處僅負責遠端機坪之安排，業者如有需求會向航務處督導提出，由督導指派遠端機位。此舉使業者更注意自家航班作業進度以提高機坪周轉率，亦減少旅客將改停機位究責於機場之件數。不過舊金山機場航務處人員提到，機場方有計畫未來自行管理停機位安排，停止交由航空公司自行安排，加強機坪整體調度彈性。

4. 緊急應變管理

緊急應變業務隸屬於安全與保安服務部門，團隊成員共 5 名，含 1 名經理、1 名物料保管員及 3 名應變協調員。緊急應變管理團隊主要任務如下：

- (1) 更新及管理機場應變計畫。
- (2) 緊急物資整備與確保資源充足。
- (3) 緊急應變中心（Emergency Operations Center, 簡稱 EOC）和前進指揮車（Mobile Command Vehicle, 簡稱 MCV）之管理，包含訓練制度及相關程序制訂。
- (4) 協調跨部門及各利害關係人之緊急應變整備及培訓業務，包含機場團隊緊急應變小組（Airport Community Emergency Response Team, 簡稱 ACERT）專案。
- (5) 規劃及執行年度全演習、多項訓練及演練。
- (6) 驗證緊急應變整備情形，以取得 FAA 年度認證。
- (7) 代表舊金山機場參與地區和州政府之緊急管理體系。



SFO EOC

4.1 機場緊急應變機制

設有消防、海上緊急救援、大量傷患等專責單位，亦仰賴其他政府各部門，包含警察、調查局、海關、邊境管理等單位之相互合作；另與其他市政府則訂有支援協定，以利事件發生之即時調度與支援。

SFO 遵循美國聯邦緊急事務管理署（FEMA）制定標準啟動等級，應變機制共分三級：

- (1) 第三級「穩定狀態」：正常營運，例行監控及預警。
- (2) 第二級「部分啟動」：啟動部分必要機制，以監控及支援潛在或發展中之事件
- (3) 第一級「全面啟動」：召集所有支援人力、物力，以因應重大事件或威脅

EOC 未有足夠資源執行第三級監控作業，端賴機場整合營運中心(AIOC)負責日常營運監控與訊息傳遞，因此 AIOC 已成為常設第三級 EOC。當發生第二級或第一級事件時，EOC 仍為主要指揮中心；AIOC 則派代表進駐 EOC，保持雙向溝通管道，並將所需資訊提供予事件指揮官與 EOC 團隊。

此外，當第二級或第一級應變機制啟動時，即遵循事件指揮系統（Incident Command System，簡稱 ICS）原則，統一指揮調度（Unity of Command）、模組化組織（Modular Organization）、標準化溝通（Standardized Communication）、明確職責分工（Clear Roles and Responsibilities）、具備可擴展性（Scalability）等，透過標準化指揮與協調之應變組織架構，有效進行資源、人力、物力之整合，提升應變效率與安全性。

ICS 組織架構	
單位	職責
指揮單位 (Command)	整體應變決策、設立目標與策略
行政單位 (Administration/Finance)	成本控制、紀錄、經費等
後勤單位 (Logistics)	資源、人力、設備、後勤支援
行動單位 (Operations)	執行應變任務
計畫單位 (Planning)	資訊收集、情資評估、行動計畫

本次參訪交流過程，舊金山機場不僅在應變資源整備設想周全，更以全員災防角度思考各航廈應有設備、空間及動員團隊。另為因應緊急事件，緊急應變中心(EOC)、機場整合運行中心(AIOC)及航廈營運中心(Terminal Operations Center, 簡稱 TOC)更建立一套協作及支援機制。



SFO 應變演練



應變指揮車外觀



應變指揮車內裝

4.2 機場整合營運中心（Airport Integrated Operation Center, AIOC）

舊金山機場（SFO）AIOC 於 2024 年 1 月成立，是營運部門最新成立單位，預計 2025 年 12 月正式投入 24 小時全天候營運。AIOC 作為一個營運協調、即時決策與高度協作之核心樞紐單位，整合安全、營運、資訊等功能，並與消防（911）、航空保安（SOC）與應變中心（EOC）等單位，藉由協同合作、資源共享，維持機場持續營運。

AIOC 組織架構係由營運規劃、既有營運、旅客解決方案及矩陣模式等四大功能性團隊組成。與機場其他營運中心不同，AIOC 明確定位以「旅客」為中心之神經中樞，著重於提供旅客最順暢且優質的機場體驗。因此，AIOC 的矩陣整合營運

模式極為重要，來自空側營運、航廈系統、設施維護與清潔服務部門的團隊成員，成為 AIOC 與各作業單位間專責協調溝通窗口，協助處理影響旅客服務之各項問題。

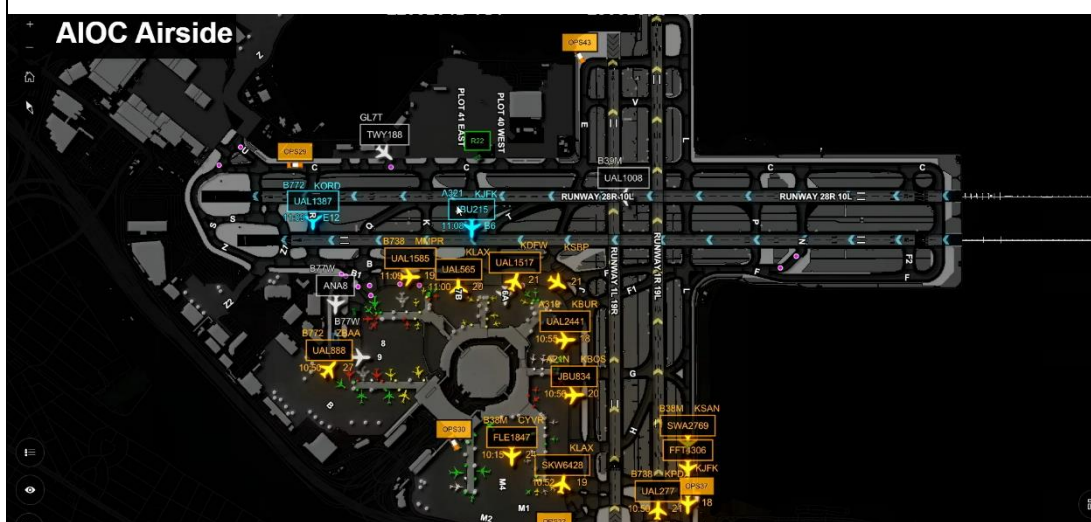
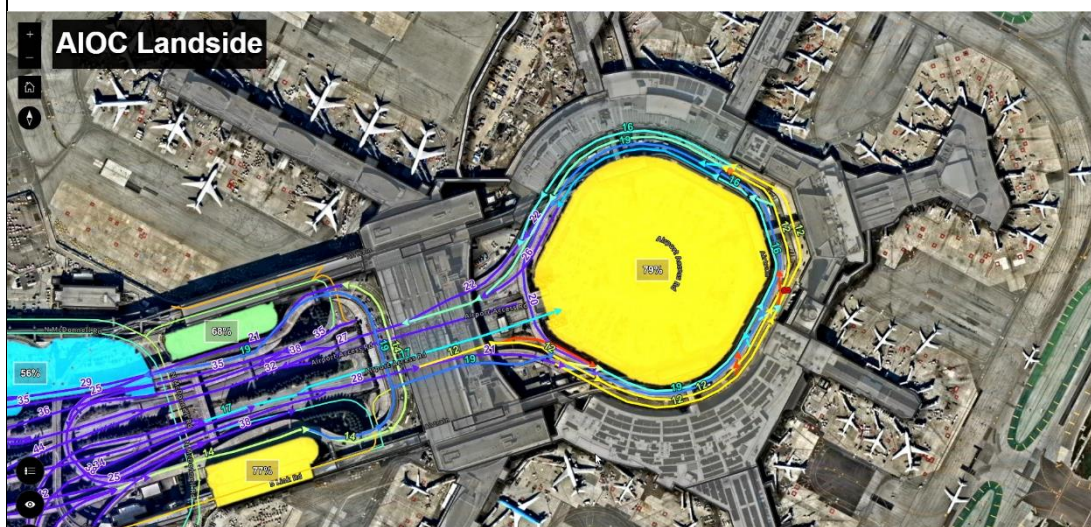
SFO 長期與英國顧問公司合作，投入大量時間與心思製作「旅程地圖」，針對每位旅客來到機場會體驗到的每個服務環節，建立檢核點。在旅客服務體驗有三個關鍵績效指標，包含陸側聯外交通（交通流量每小時 12 英里）、通關（安檢等待時間少於 20 分鐘）及航機滑行時間（不超過 30 分鐘），稱之「12/20/30」報告。

AIOC 以預測性觀察及主動管理等方式，透過即時影像監控，輔以大量資訊科技，並開發戰力儀表板，達到資源最佳化及營運效率最高化；同時，提供全天候、多管道之支援服務，確保有效溝通與即時處理，實現無縫且完善之旅客體驗服務。



SFO 旅客服務關鍵指標-12/20/30（資料來源：SFO YouTube）

SFO 作為西岸主要疏運機場之一，每日服務超過 10 萬旅客量。AIOC 可稱之「機場資訊中心」，作為機場營運現況「單一資訊來源」總窗口，SFO 團隊不斷地精進資訊整合應用，其背後更有一個強大團隊支援。該團隊約自 10 多年即前著手網路及設施地圖之繪製，導入地理資訊系統（Geographic Information System, 簡稱 GIS），整合建築資訊模型（Building Information Modeling, 簡稱 BIM），並從 2D 升級至 3D 場景畫面，藉由定期掃描，進行圖面更新作業。相關數據資料充分運用於 AIOC 之空陸側營運，對於聯外交通、報到櫃臺、通關安檢、行李處理、登機門、停機坪等項資訊，均可即時顯示最新狀態，亦可做營運管理效率與指標分析。



充分運用圖資與資料整合強化空陸側營運效率
 (上列三張圖像資料來源：ESRI 16TH July 2025 SFO 資料
https://mediaspace.esri.com/media/t/1_3xex042j)

本次感謝 SFO 團隊安排，我們有機會參觀即將完工的 AIOC 辦公室。目前 AIOC 與 EOC 共用辦公空間，預計 2025 年第四季，AIOC、SOC 與 911 一同搬遷

至新大樓「關鍵營運樓層」，成為關鍵營運部門的三大核心支柱。

AIOC 規劃設置 67 職位，負責執行 24 小時日常營運。關鍵營運部門（AIOC、SOC、911）之編制總計 69 席：AIOC 設有 36 個營運席、8 個規劃席；911 團隊每班預計配置 3 名主管、12 名接線服務員；SOC 則由 2 名主管與 8 名分析員組成。

新大樓之內裝設計與配置、作業區域、辦公設備、值班人員待勤/生活空間等皆有完善規劃。SFO 團隊也說明，在規劃與裝修過程中，工程、維護部門、AIOC 及進駐單位皆透過多次討論、修改與調整，更有來自高層的力挺、財務會計等單位資金支持，才有目前看到友善、明亮、充滿設計感的辦公區域。

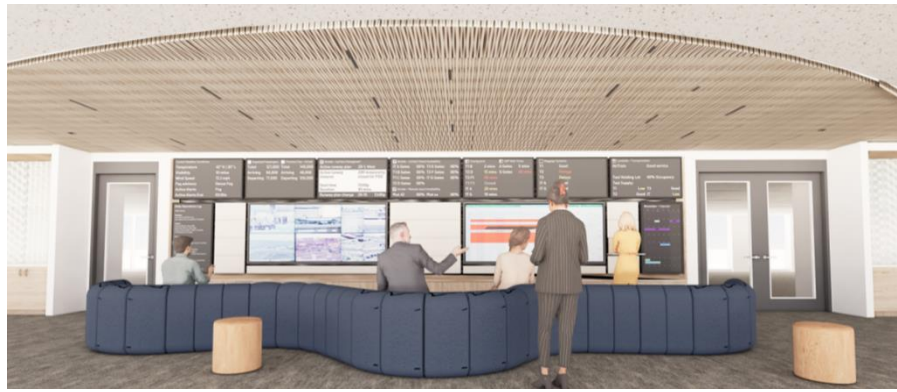
我們也注意到，AIOC 新辦公區規劃係以專業職能分組劃分。各專業小組各司其職，也協同合作。同時，每個席位採用多螢幕設計，充分導入科技資訊，讓每位值班人員均可多面向、多工處理業務。



AIOC 新大樓



AIOC 新大樓



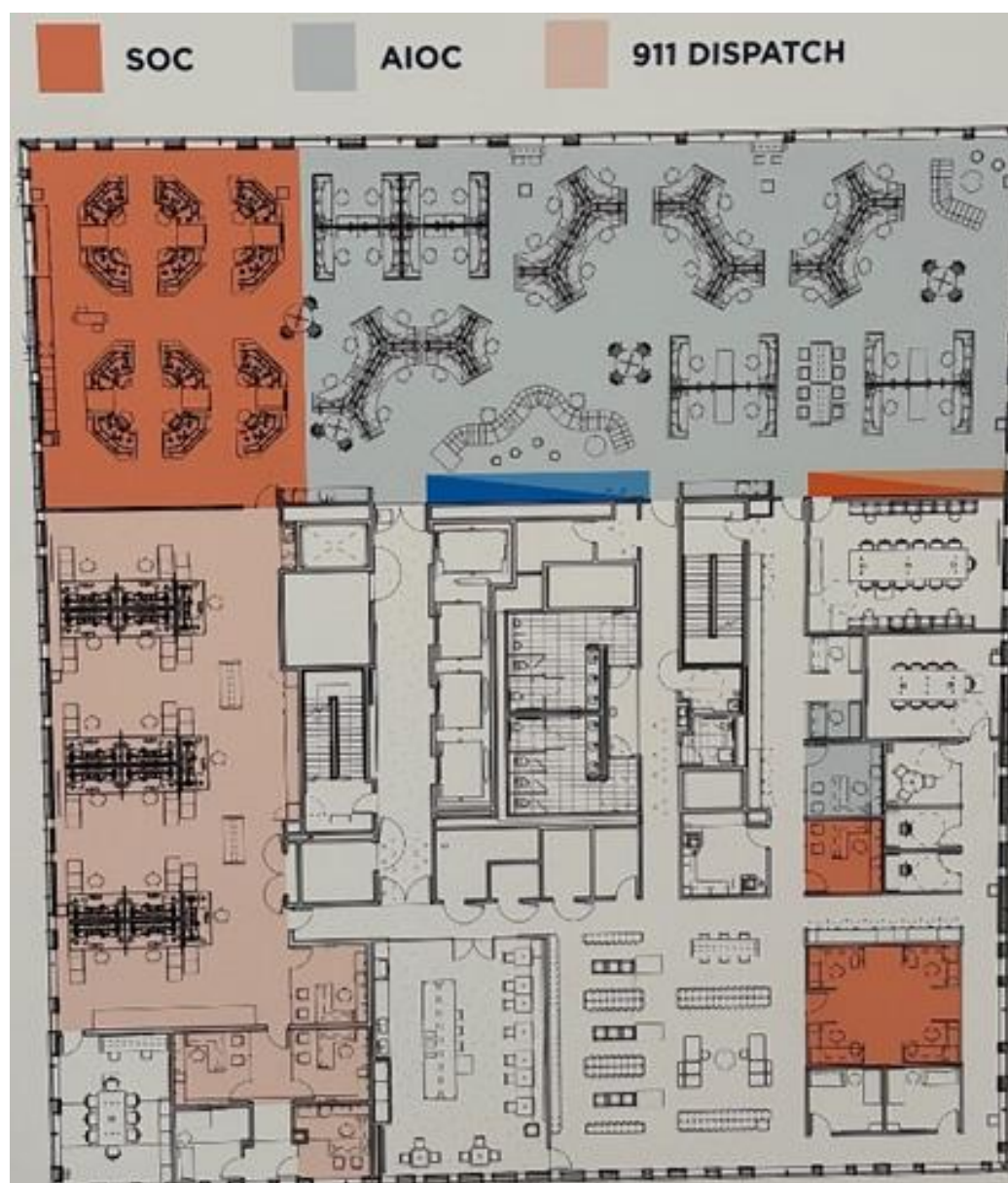
AIOC 新辦公空間示意圖



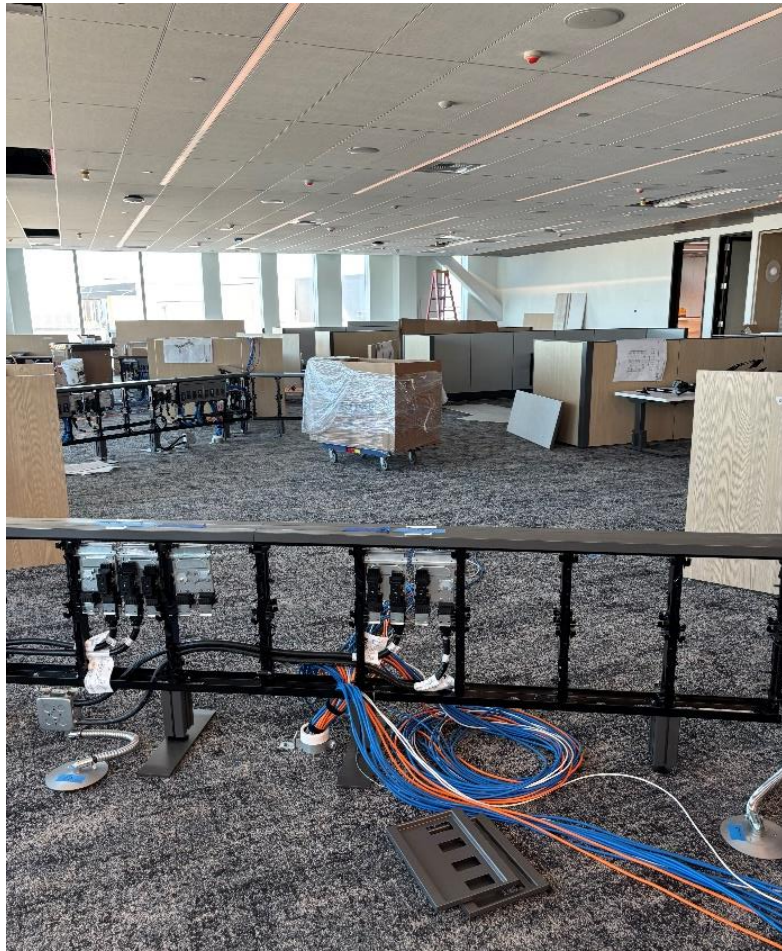
AIOC 新辦公空間示意圖



多工螢幕設計與符合人體工學之升降桌



AIOC 空間配置



線路完整收納於線槽



備餐區設有洗碗機



備餐區大型冰箱與中島設計



整體性之置物櫃設計

4.3 航廈營運中心（TOC）

TOC 可視為機場各航廈之中心管理系統，設有緊急插座、電話線路，不受停電影響，其特性係在緊急情況發生時啟動，即時提供緊急狀況作業。

舊金山機場每個航廈均設有 TOC。國內線三座航廈，指定一處為主要 TOC，另兩處屬備援性質。國際線航廈 A 及 G 兩側各有指定 TOC 空間。

考量災害或事件發生後，AIOC 與 EOC 之量能與負荷，TOC 之啟動有助於橫向及對外資源協調與調度，並可傳達關鍵性或主要資訊供救災人員或 EOC 知悉。EOC、AIOC、TOC 於緊急事件發生之分工明確，EOC 負責提供策略建議及溝通協調，並指定相關部門人員至 EOC 協同處理，以做出相關決策。AIOC 持續透過監控作業及資訊整合，將掌握之最新情況與資料提供給 EOC。TOC 則負責收集各航廈資訊，包含餐飲調度等，並扮演居中協調角色，隨時為 EOC 提供支援。

惟舊金山機場並未指定特定專責人員管理 TOC，而是藉由機場團隊緊急應變小組（ACERT）計畫啟動經專業培訓之機場員工進駐。鑑於每個 TOC 特性與操作介面仍有些許差異，因此於人員訓練與基本要求、甚至人力配置均有所不同。另 TOC 第一時間乃依靠現場工作人員來啟動及運作，如事件發生於非上班時間，支援人力較少，也是各機場目前面臨問題。

4.4 空陸側設置緊急/疏散儲物櫃

考量機場區域幅員廣大，航廈及機場內建築物動線複雜，為避免災難發生或有緊急救護需求時消防急救人員無法及時到場協助，舊金山機場設有兩種不同類型儲物櫃，即緊急儲物櫃及疏散儲物櫃。緊急儲物櫃共有 226 餘個，主要設置在航廈、旅客或員工動線或活動等區域，內含 AED、創傷處理包、長背板、搬運椅、保暖毯、安全頭盔、飲用水等各式緊急救護應變器材；也配置平面圖，以供工作人員及旅客清楚瞭解相關位置，得以在緊急狀況下提供醫療與救護之相關設備，在消防單位抵達前由接受過訓練之機場從業人員進行初步處理，提升搶救時效。

至疏散儲物櫃則設於機坪區域，供緊急疏散至空側區使用。機場員工包含 ACERT 成員，均接受相關訓練，於事件發生時，可即時開啟儲物櫃取用相關設備。



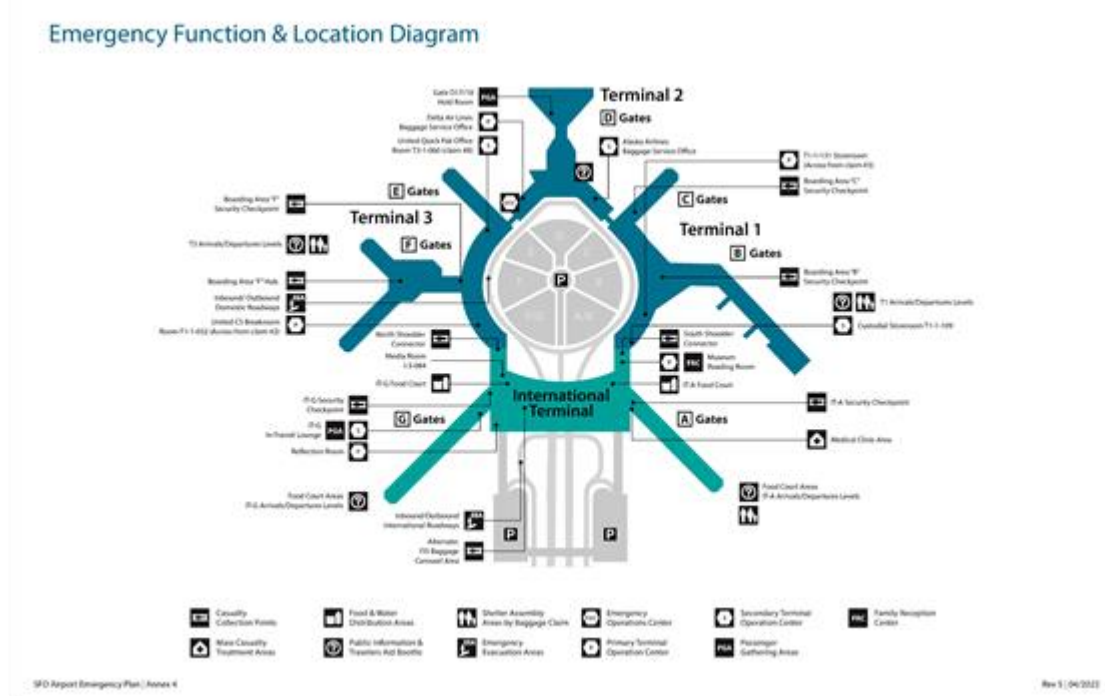
航廈內緊急醫療及災害應變裝備櫃介紹

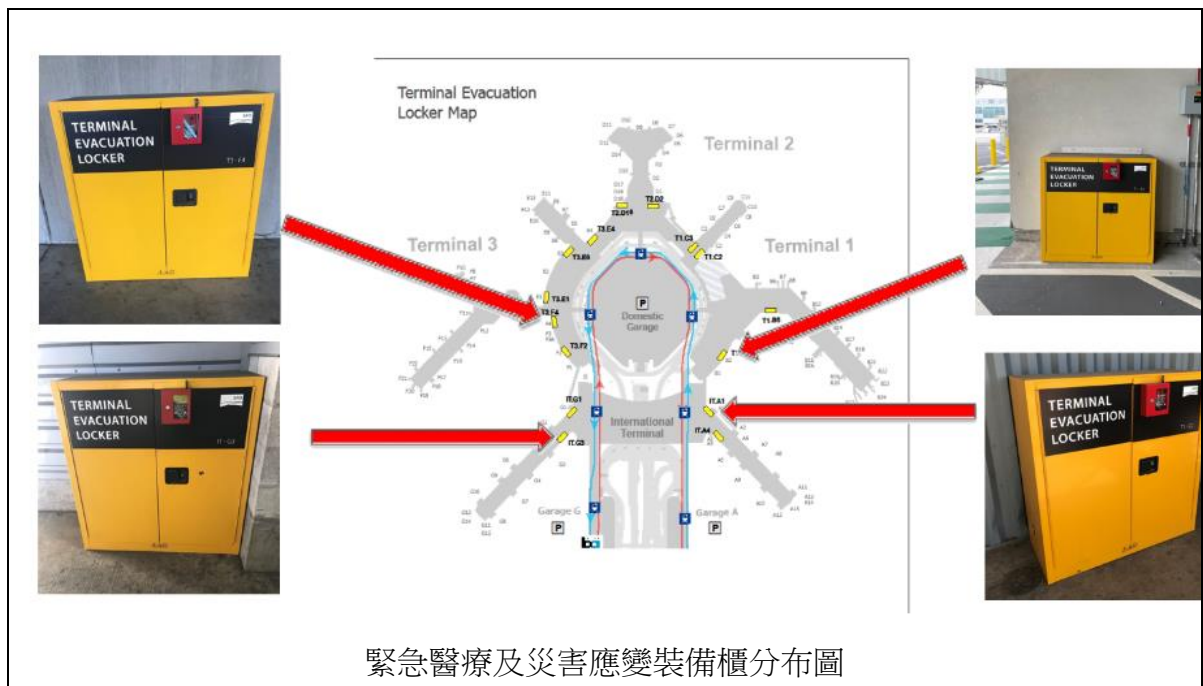


航廈內緊急醫療及災害應變裝備櫃



緊急醫療及災害應變裝備櫃-裝備







舊金山國際機場 1 號消防站



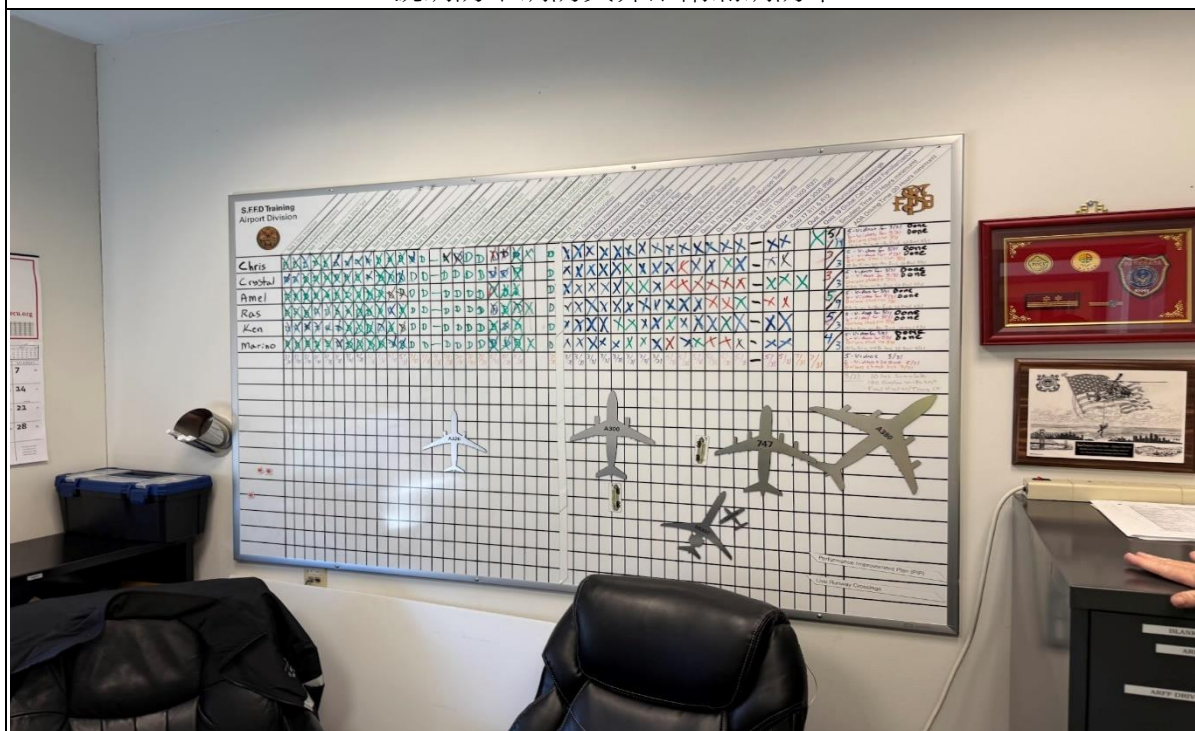
舊金山國際機場泡沫消防車(延伸臂刺針型)



舊金山國際機場雲梯車及器材車



1 號消防站消防員介紹幫浦消防車



大隊部訓練官辦公室紀錄隊員訓練及測驗情形

5.2 空陸側區緊急救護勤務

舊金山國際機場消防隊消防員均有 EMT(緊急救護技術員)證照，少數消防員擁有 PARAMEDIC(高級救護技術員)資格；當有緊急救護需求時，指揮中心會同步派遣機場消防單位(下圖中黃色 EMS 車，兩名 EMT 或 PARAMEDIC)及 Sanmatia County 簽約私營救護車(下圖白色救護車 American Medical Response，AMR，兩名 PARAMEDIC)出勤，現場是患者實際狀況及就醫需求將患者送醫

(American Medical Response 負責送醫，僅進行初步評估及治療)。



舊金山國際機場救護勤務



舊金山國際機場救護人員與私營救護車公司同步處理救護勤務

5.3 2013 年 AAR214 空難搶救過程及應變計畫

(1) AAR214 空難事件搶救時間軸

時間 (PDT)	過程
11:27:49	飛機機尾撞擊防波堤，墜毀於跑道 28L 起始處，機身解體後冒出濃煙與小火。
11:28:00~11:30	塔台通報失事、啟動緊急應變程序，SFO ARFF 在事故發生後不到 3 分鐘抵達現場，符合 FAA Part 139 要求的 3 分鐘標準。

11:30~11:45	機場消防與救難人員展開初步救援、控制火勢、開始從左側滑梯與破損機身中救出乘客。
11:45~12:00	火勢轉強，集中於機身左側與中段，消防車輛開始進行泡沫滅火操作，使用車載泡沫砲施灑大量 AFFF 泡沫以覆蓋起火區域。
12:00~12:15	大多數乘客已逃離機艙，少數仍被困機身尾部與右側，醫護人員進場進行初步檢傷與傷患分流（triage）。
12:15 後	初步控制火勢，進入全面搜救階段，包括殘骸區域與滑梯外圍草地。此階段發現部分乘客仍躺在飛機周圍，包括後來被泡沫掩蓋的 Ye Meng Yuan。

(2) 搶救資源

當日共動員 20 輛(70 名消防人員)消防車、56 輛救護車及 2 輛巴士，由 Sanmateo County 及鄰近地區支援緊急救護服務，重傷者由空中醫療專責單位(2 輛救護直升機)送醫。

(3) 事後檢討及改進

美國國家運輸安全委員會（英語：National Transportation Safety Board，簡稱：NTSB）調查此次事故後提出建議如下：

a. 加強患者辨識流程及納入泡沫遮蔽下的實戰演練

建議 FAA 與機場消防制定程序，以協助消防人員以紅外線熱顯像或夜視設備辨識被泡沫或煙霧掩蔽的患者，並強烈建議於機場應變演練中加入“泡沫覆蓋下搜尋患者”的情境，提升救援效率。

b. 防止車輛壓傷患者

提出改善機場消防車輛駕駛視野設計與低速駕駛警示系統，避免救援過程中誤壓人員，如紅外線及熱顯像儀，近期新購車輛均已安裝。

c. 設立倖存者定位與登記系統

建議機場採用反光背心、RFID、條碼或標示工具，用於快速辨識患者、助於搜救統計管理。

d. 機場消防與多機構指揮協調訓練

強化整合 Incident Command System（ICS），強調多機構（如消防機關、醫療單位）共同參與大型事故演練。

e. 強化泡沫消防車延伸臂刺針系統滅火及消防人員進入機艙滅火搜

救訓練

此次空難發生後約 17 分鐘機場消防車輛才使用延伸臂刺針系統進行滅火，快速準確壓制火勢，故建議盡早使用該系統際行初期滅火；另事故發生後約 10 分鐘，有三位消防員攜帶水線由 2L 滑梯進入機艙，向機首與機尾分頭搜索，機尾 C 區當時仍有受困乘客，其中數人被卡在座椅下，消防員後續由機尾破口進入協助脫困，因此建議加強如何快速部屬人員進入機艙滅火及搜救訓練。



分享 AAR214 搶救經驗



分享 AAR214 事故應變

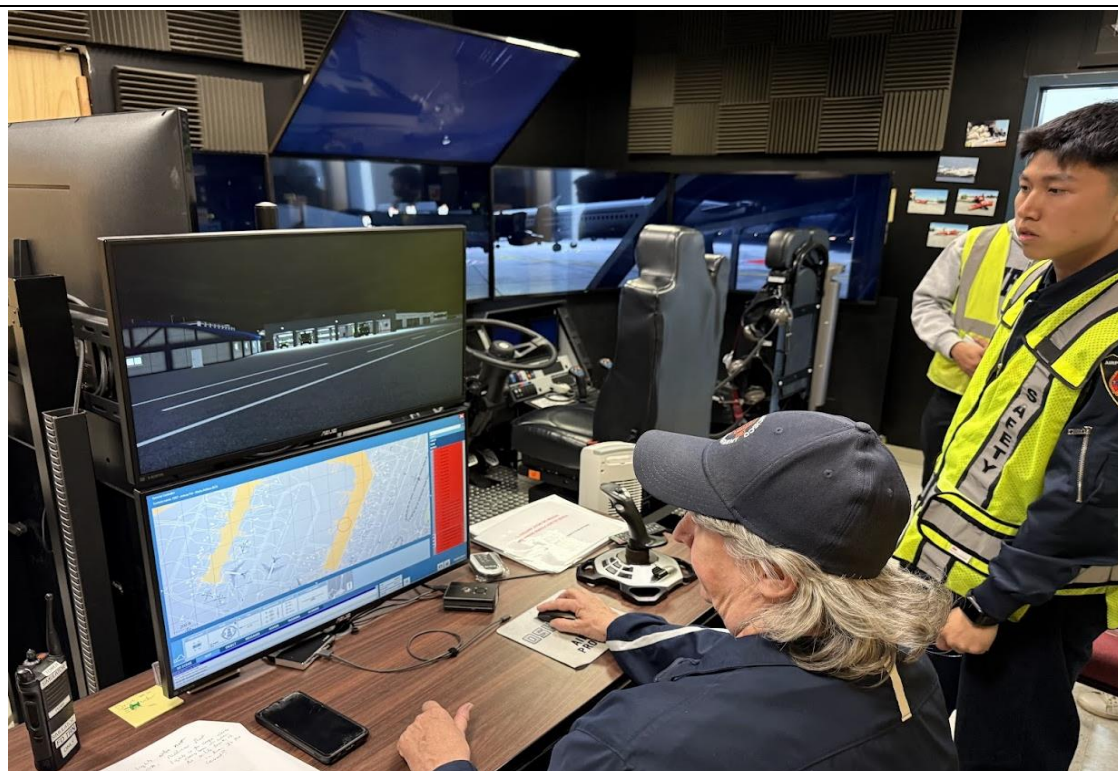
5.4 消防搶救模擬設施

舊金山國際機場配置 5 部機場專用泡沫消防車(美國 Oshkosh 製造)，為此

特別引進 ARFF 模擬駕駛訓練系統(如下圖)，該系統可完全模擬 Oshkosh Striker 駕駛艙及滅火系統操作，結合舊金山國際機場 3D 圖資，使消防員平時即可透過模擬系統進行機場內各地區及航機不良天候及災難情境訓練，該系統亦作為舊金山機場消防隊定期測驗項目。



消防搶救模擬設施-航機起火模擬即駕駛視角



消防搶救模擬設施-情境設定

(三) 西雅圖機場

1. 機場概況

本次參訪之西雅圖-塔科馬國際機場（英語：Seattle-Tacoma International Airport，IATA 代碼：SEA；ICAO 代碼：KSEA；FAA 代碼：SEA）是美國西北最大的機場，也是全美第 8 大繁忙的機場，2023 年旅客流量約 5,000 萬人次，機場的主要目的地包括北美、歐洲和東亞地區，阿拉斯加航空和達美航空以該機場作為樞紐機場。



西雅圖國際機場位置(google map, 2025)

2. 空陸側配置總覽

西雅圖國際機場設有三條平行跑道，三座航廈，共設有 115 個登機門。



航廈配置圖(SEA 官網, 2025)

2.1 航廈配置

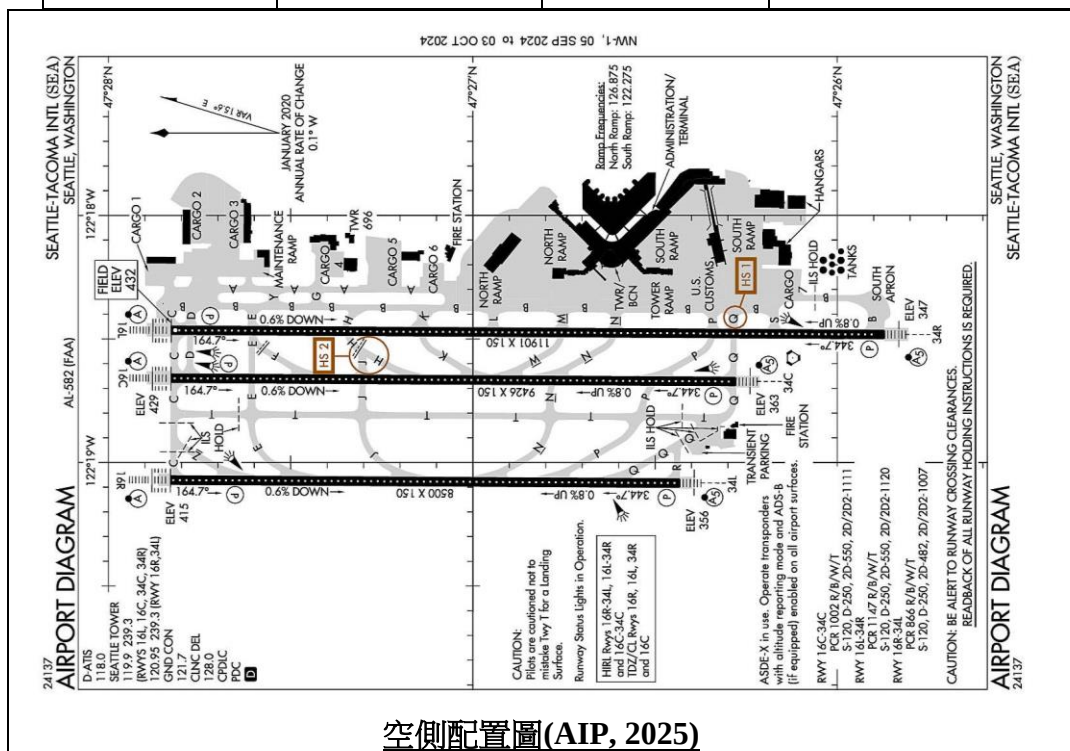
- (1) 中央航廈 (Main Terminal)：國內航線主要出發及抵達區，包含 A、B、C、D 四條主航廈，集中辦理票務、安檢、行李提領與商店服務。
- (2) 北衛星航廈 (North Satellite Concourse)：連接北邊 N gates，主要為 Alaska Airlines 提供 20 個登機門。
- (3) 南衛星航廈 (South Satellite Concourse)：國際航班登機區，設有美國海關與邊境保護局 (CBP) 設施。

2.2 空側配置

- ### (1) 跑道配置

具備三條平行跑道，可全天候獨立起降，並配備 ILS CAT III 降落系統，已因應濃霧、陰雨頻繁的西雅圖天候。主要材質為高強度混凝土與瀝青鋪面，2008–2009 年間進行重鋪維護，提高承載能力及使用壽命。

跑道編號	長度 (公尺)	寬度(公尺)	材質
16L/34R	3,627 m	46 m	瀝青
16C/34C	2,591 m	46 m	瀝青
16R/34L	2,853 m	46 m	瀝青



(2) 塔台配置

西雅圖機場共配有兩座塔台，主塔台（Seattle Tower）與西側塔台。主塔台（Seattle Tower）負責管制跑道 16L/34R 與 16C/34C 的地面與空中。通訊頻率包括 119.900 MHz（東側）、239.3 MHz 多路頻率，塔台管制涵蓋航機起降與地面航情。b. 西側塔台負責跑道 16R/34L 的進場與離場，通訊頻率 120.950 MHz，專司西向飛機通場與運作。

3. 航務作業

3.1 工作內容

西雅圖機場航務員主要負責空側的安全及營運效率，平時工作內容簡述如下：

- (1) 空側巡檢
- (2) 空側緊急事件應變
- (3) 協調空側施工作業
- (4) 推動並監督空側安全文化
- (5) 部分停機位安排
- (6) 確保空側作業及相關規範符合聯邦航空條例 FAR 第 139 條規定

3.2 空側實地參訪

- (1) 機場合作夥伴專業分工-以停機位安排為例

西雅圖機場由 Port of Seattle 負責統籌營運與登機門調度。為增加登機門使用彈性與效率，Port of Seattle 與航空公司簽訂租賃與營運協議 (Signatory Lease and Operating Agreement, SLOA)，將部分登機門(稱為優先登機門)交由航空公司管理，同時保留「公用登機門」由 Port of Seattle 統一指派，以供多家航空公司共同使用，透過清楚的專業分工與跨單位合作，確保整體地面運作順暢有序。登機門使用說明及優先順序說明如下：

公用登機門使用優先順序(依序如下)		
簽署協議	已排入航班表	1. FIS 國際航班（指機上載有需經機場聯邦檢查服務機構清關的乘客和／或貨物的國際航班。） 2. 國內航班（有優先登機門但被次要使用者或機場安排取代） 3. 國內航班(無優先登機門) 4. 國內航班(有優先登機門)

		5. 其他國內航班
	未排入航班表	6. FIS 國際航班 7. 國內航班（有優先登機門但被次要使用者或機場安排取代） 8. 國內航班(無優先登機門)
未簽署協議	已排入航班表	9. FIS 國際航班 10. 國內航班
	未排入航班表	11. FIS 國際航班 12. 國內航班
*同一優先等級內的排序依據：Turnaround Flight > Departure Only > Arrival Only *其他排序細則：座位數較多的航班優先、準點航班優於延誤航班、若皆延誤則 ETA/ETD 較接近 STA/STD 者優先。		
優先登機門使用規則		
1. 擁有優先登機門的航空公司，可在「可用時間段」內新增航班，須提前 90 天書面通知機場。 2. 若新增航班時間與次要使用者的航班衝突，須提前 90 天通知機場，若機場無法安排登機門予次要使用者，原航空公司須配合登機門空檔調整自家航班時間。 3. 機場有權指派次要使用者使用優先登機門，安排原則如下：次要使用者可於登機門完成地面作業（不得超過可用時間段）、若超時則可能被機場要求移至其他登機門後再繼續完成地面作業（拖機費用由業者自行負責）、欲新增航班時，須提前 90 天書面通知機場，機場會盡力安排，但不保證提供所需登機門。		

4. AICC 實地參訪

西雅圖機場 ACC(Airport Communications & Control Center)為機場核心運作指揮中心，目前正規劃邀集相關單位進駐，未來將轉型為 AICC(Airport Integrated Communications & Control Center)，負責統籌以下工作：

- (1) 監控與管制(監管出入口、監視器等)
- (2) 航廈營運(報到櫃台、聯外道路、行李輸送帶、緊急應變等)
- (3) 空側營運(航班等待時間、FOD 偵測、野生動物防制、登機門安排、緊急應變等)
- (4) 緊急應變

(5) 保安



5. 消防作業

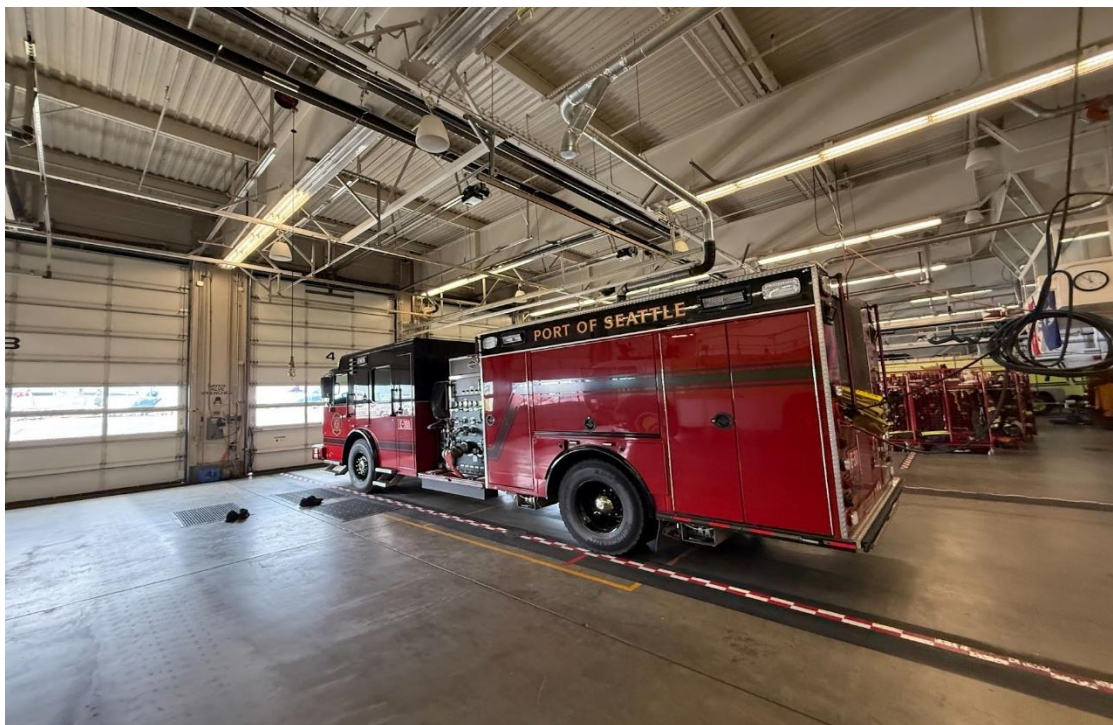
5.1 消防站動線及人員配置規劃

西雅圖機廠共設有兩座消防站。

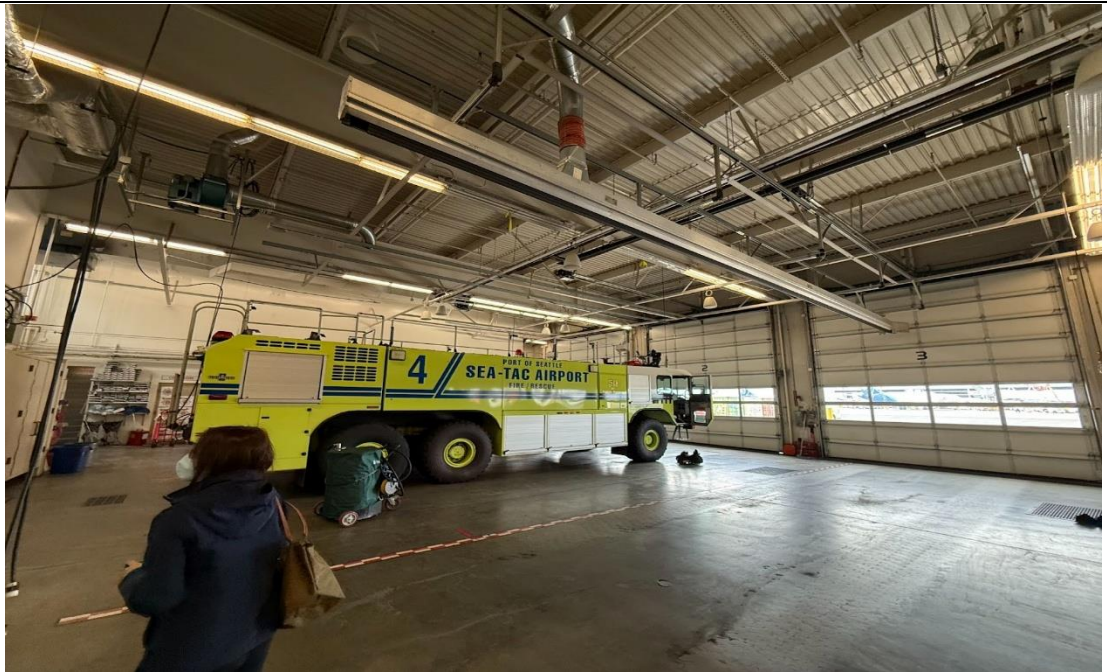
-Station 1(主站):最低人力 13 人，共配有 2 台 ARFF 車、2 台消防車、1 台 Aid Car、1 部大隊長指揮車。

-Station 2(跑道對側):最低人力 5 人，共配有 2 台 ARFF 車、1 部分隊長車。

車種	最低人數
建築物消防車	1 名分隊長 + 2 名消防員
Aid Car	2 名消防員（須符合年資資格）
ARFF 車輛	每台 2 名消防員
每日最低人力配置 18 人（2 個分隊合計）	



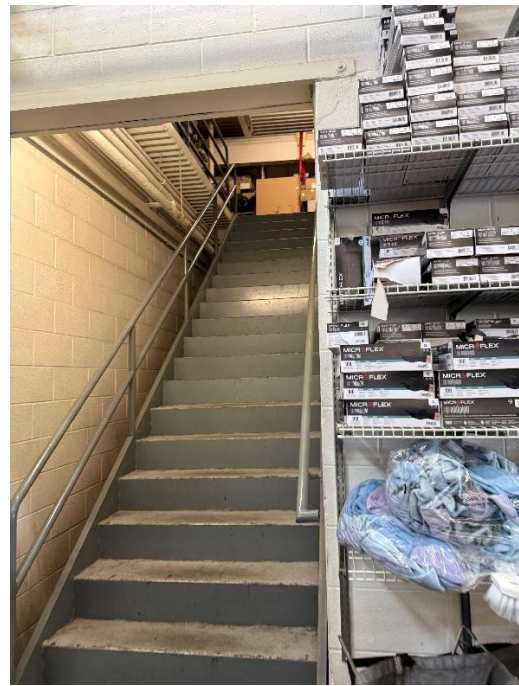
車輛出勤動線



電動滑門可保持駐地密閉，避免有害氣體進入駐地內造成隊員吸入，隊員健康長期會受影響，也可避免消防車輛長期受太陽曝曬，減短使用壽命，也可避免非消防隊人員隨意進出駐地，保障隊員自身及財產安全。



出勤動線-二樓至車庫之滑竿



出勤動線-二樓至車庫之樓梯

5.2 到院前緊急醫療處置

(1) 通報

機場 EMS 案件通報由 TSA、航空公司地勤、或旅客透過 911 撥打進

入 King County Dispatch 中心，再由其分派至機場消防隊。若航廈內 AED 啟動，將同步啟動 EMS 出動程序。

(2) 現場處置

- a. 若為 BLS 案件，如輕傷或輕微病症(例：嘔吐、噁心)，由機場消防隊 Aid Car 處置及送醫，車上配置 2 名消防員，其中一人須滿 3 年且非試用期。
- b. 若為 ALS 案件，會同步派遣 King County Medic One 共同處置，並由 Medic One 後送至醫院。



Aid car in POSFD



King County Medic one

5.3 空陸側消防救援協調機制

空側消防單位(西雅圖機場消防隊-Station 1&2)與陸側應變單位(如城市消

防局、EMS、警察、TSA 等)之間的通訊、指揮、進出路線與職責劃分之制度化流程。

(1) 事故發生初期 (0~3 分鐘)：

由 ARFF 現場指揮官統一指揮，依 ICAO 紅色警報程序調度。駐守於機場對側的第 2 分隊 (Station 2)，為初期事故指揮官 (Initial IC)，如遇飛機事故，擔任外部火災攻擊的總指揮。

(2) 陸側單位到達後 (3~10 分鐘)：

建立 Unified Command (統一指揮)，由 ARFF + 城市消防/EMS 聯合決策。

(3) 現場擴大成為 MCI (大量傷患事件)：

成立 Incident Command Post (現場指揮所)，明訂責任區與進出路線。

5.4 消防人員培訓的項目與平時職務訓練

(1) 所有現役消防員皆具備以下認證：

- a. IFSAC FF1(火搶初級班)
- b. IFSAC FF2(火搶進階班)
- c. ARFF (機場救援消防)
- d. Hazmat Operations 級(毒化災初級)
- e. EMT (緊急醫療技術員)

(2) 任職滿三年以上的消防員均具備：

- a. IFSAC Driver/Operator (駕駛／操作員) 認證
- b. 西雅圖機場消防局無配置 Paramedic (高級救護技術員)
- c. 進階生命救援 (ALS) 皆由 King County Medic One 支援。

(3) 訓練分類制度 (Training Categories)：部門根據課程性質，將訓練分為三個等級

類別	訓練安排與補助內容
A 類訓練	1. 部門支付課程費用、出勤的加班費 (OT) 及所有差旅費用 (如住宿、交通)，並安排人員代班 (backfill)。 2. 課程舉例： 事故指揮課程 (Incident Command) 安全官訓練 (Safety Officer) 領導課程 (Leadership)

	進階實火訓練（Live Fire）
B 類訓練	1. 部門支付課程及費用並安排人員代班，不支付加班費。 2. 課程舉例： ARFF 工作小組研討會（ARFF Working Group Conference）類似與業務密切相關的專業論壇
C 類訓練	1. 部門僅支付課程費用，差旅費自費，且需自行安排班表調度（shift trade）。 2. 課程舉例：對個人有益但對部門效益較小的課程
升遷與指定課程 （Promotion- Required Classes）	消防局內部有明訂升遷需完成的課程清單，包括指揮與領導課程、專業技能進修等，絕大多數列為 A 類或 B 類支援課程。

5.5 消防人員汰除機制

(1) 訓練學員(OJT)評估（Recruit Academy）

在訓練學院期間，對新進學員實施每週評估（Weekly Evaluations），若有表現不佳或行為問題，當下即會處理與矯正。

(2) 正式輪班後評估（On-Shift Evaluation）

當學員進入正式班組服勤後，進行每月評估（Monthly Evaluations），若有任何表現或態度問題，即時進行紀錄與輔導處理

(3) 試用期內可隨時淘汰（At-Will Termination）

試用期為一年（1 year probation）：在這一年內即使已加入工會，仍屬 at-will employee（任意雇用），可因任何原因遭到解除職務，過去數年內已有數人被淘汰

(4) 通過試用期後的保障

西雅圖機場消防局屬於 IAFF（國際消防員工會）成員單位，從聘用第一天起即加入工會成為會員，一旦通過試用期後，享有工會保障，要解除職務必須有重大違紀或違法行為，解雇程序嚴格，難以執行。

參、心得與建議

1. 機場合作夥伴專業分工並相互配合

本次參訪洛杉磯機場、舊金山機場、西雅圖機場，皆屬航情繁忙且空側作業空間有限之機場，效率及安全仰賴機場營運方與合作夥伴間專業分工及相互配合。

(1) 以操作區與活動區作業適度管制與分工為例

三座機場領有進出跑道、滑行道操作區證照之航務及消防單位人員，於每日使用車輛進行滑行道例行巡檢或出勤時，因機場管理單位與 FAA 管制塔臺有簽訂協議，故車輛駕駛均不需以無線電獲得塔臺路線許可。僅限於車輛進出跑道時，須以無線電獲得塔臺許可。

此一措施，不僅可適時減輕 FAA 塔臺管制員話務量，亦為航務單位每日巡檢勤務節省大量時間。以桃園機場為例，若遇有滑行道上有紙屑等 FOD 需撿拾，航務車輛不僅須先行駛機坪交通車道以求盡速抵達鄰近需撿拾 FOD 滑行道地點，亦須進入滑行道前等候管制員回應路線許可。若於航班尖峰時間，航務人員往往因等候管制員回應而須目視紙屑繼續飄散，甚而有往跑道或其他航機飄散之情形。影響巡檢或緊急應變勤務之效率。

三座機場每日航班起降架次均在 1200-1500 架間，其中僅洛杉磯機場腹地較大，舊金山及西雅圖機場擴建空間極為有限。故其操作區航機滑行頻率亦相當繁忙。經與三座機場航務單位討論此一風險管理，其均表示航務及消防單位概為受訓合格且對場面動線及航機動態至為熟稔之專精人員，評估影響航機動線之風險甚低。且實務上塔臺管制員亦因航情負擔甚重，實無法再分心引導航務或消防車輛，故採取此一行之有年之專業分工合作，不以絕對管制為目的，從而使空側整體運作上展現效率與專業。

前述專業分工亦體現在航機緊急狀況發生時，出勤之消防單位可直接以無線電與該班機機組員聯繫，勿需再透過塔臺管制員通聯。若有需要再由航務單位予以協助。

(2) 以停機坪管理及登機門調度為例

三座機場均與主要航空公司互相配合，就航廈管理及登機門進行分區規劃管理。地勤公司則歸屬由航空公司管理。其機坪作業區分主要為「機翼上」(Beyond the wing)與「機翼下」(Below the wing)，與桃園機場熟悉以活動空橋為界之「空側」(Airside)、「陸側」(Landside)方式不同。

原則上，「機翼下」之各式靠機作業，如靠機裝卸載、航機加油、航機機務維

修、拖移機、航機後推與進 BAY 乃至於各式地勤裝備停放均由各航廈或停機坪所配屬之航空公司統一管理與調度。以西雅圖機場為例，達美航空為西雅圖機場主要營運航空公司，其以西雅圖機場為其樞紐機場，故獲西雅圖機場分配 18 個停機坪供其每日約 150 個航班使用。

達美航空為此成立一個營運控制中心，內部配屬約 20 位人員負責管理調度所有「機翼下」作業。其硬體設施亦配置登機門調度管理系統、航班動態系統、氣象資訊系統及機坪監視畫面等。人力及設備齊全，使達美航空除管理其配屬停機坪外，亦會協助其他航空公司或地勤公司如裝備調度借用等事務。遇有緊急情況，達美航空亦備有可接待旅客之適當處所，緊急應變程序與演練亦均具備，其緊急應變能力具有相當程度。故達美航空其於各方面協助西雅圖機場管理單位甚多，使西雅圖機場管理單位可聚焦於整體航廈與空側管理。

相較於桃園機場，由機坪勤務道路標誌改善、停機坪作業管理、巡查及至空域整體營運均由航務處負責，相較西雅圖機場人力與業務負擔差異甚大，亦較難聚焦。

擁有 9 座航廈之洛杉磯機場亦由 FAA、機場管理單位與航空公司互相配合，以使用每日高達 1500 班起降、26 萬人次之機場營運順遂(如下表)。洛杉磯機場與西雅圖機場管理模式相同，除國際線航廈航班調度由機場航務單位主責外，其餘航廈由配屬於各主要航空公司協同管理。遇有空側資源調度問題，再由機場航務單位予以協助。

未來桃園機場除有第三航廈外，仍有規劃於第三跑道區域設置第四航廈，屆時空側區域將再擴大，配合航班作業之地勤車輛裝備亦將隨之增長。若以目前管理模式，空側跑道、滑行道及停機坪管理概由機場公司航務處主責，未來人力配置及業務能量是否能夠負擔，實須及早因應。建議可借鑑美國機場營運模式，讓機場各利害關係人多加參與並了解機場空側營運管理層面。

洛杉磯機場航廈與航空公司對照表	
航廈別	主要營運航空公司
第一航廈 (T1)	西南航空
第二航廈 (T2)	達美航空、墨西哥航空、西捷航空、維珍航空
第三航廈 (T3)	達美航空、墨西哥航空

湯姆布萊德利國際航廈 (TBIT)	國際線航空公司（大韓航空、全日空、阿聯酋航空、英國航空、漢莎航空、卡達航空、新加坡航空等）
第四航廈 (T4)	美國航空(國際線與國內線)
第五航廈 (T5)	美國航空（國內線）、捷藍航空
第六航廈 (T6)	阿拉斯加航空 Alaska Airlines（樞紐）、加拿大航空 Air Canada、Boutique Air
第七航廈 (T7)	聯合航空 United Airlines
第八航廈 (T8)	聯合航空

西雅圖機場航廈與航空公司對照表	
航廈/大廳	主要營運航空公司
主航廈北衛星廊廳 (N Gates)	阿拉斯加航空、國際線航班
主航廈南衛星廊廳(S Gates)	國際線航空公司，如：長榮、華航、星宇、日航、全日空、大韓、阿聯酋、卡達等
Concourse A	達美航空、邊疆航空
Concourse B	西南航空、精神航空、達美
Concourse C	阿拉斯加航空、聯合航空
Concourse D	阿拉斯加航空、美國航空、捷藍航空

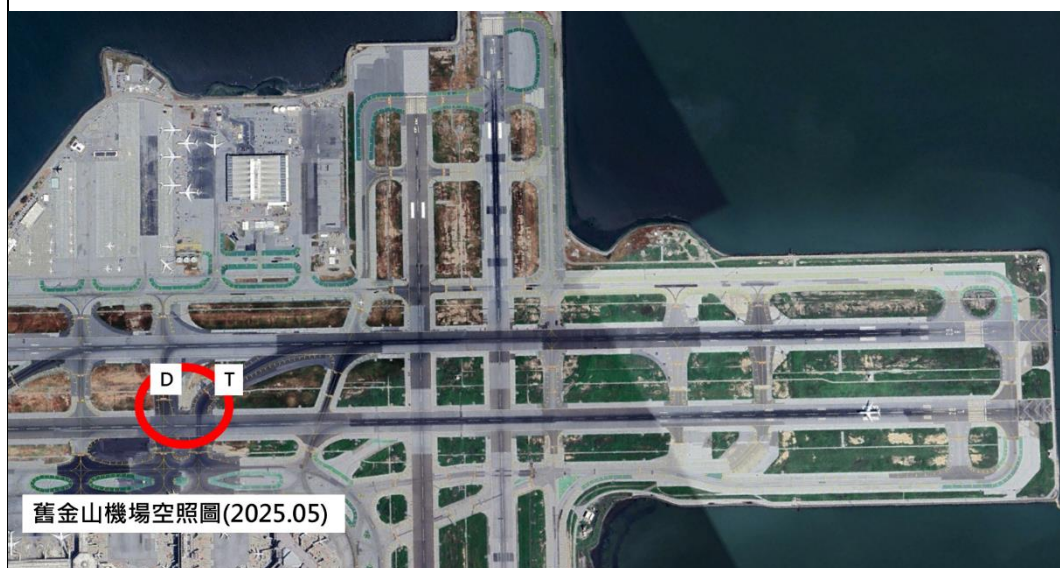
(3) 以操作區施工封閉為例

美西三座機場及桃園機場的空側巡檢及操作區開放與否屬皆屬航務處判斷權責，面對例行性操作區巡檢及臨時性鋪面修補，FAA 塔臺及業者皆願意配合。針對較長期的施工封閉，機場會與相關單位開會討論，機場方負責綜整各合作夥伴建議並擬訂計畫，計畫涵蓋施工範圍、期程、替代滑行路線、航班時間待調整等內容，合作夥伴通常皆能全力配合。

以舊金山機場滑行道改善計畫一案為例，為使航機落地後能更順暢、安全地脫離跑道，舊金山機場於 2024 年 1 月關閉 28L 跑道五個月（2024.1.16-2024.07.01），拆除舊有滑行道 D 及滑行道 T，並將其重建為兩條獨立、不相交的滑行道，以提高作業安全及效率。跑道關閉期間，舊金山所有到場航班使用 28R 跑道降落，由於關閉跑道將影響機場整體跑道流量，機場方於官網上提醒旅客航班可能會延誤，當時預計國內和國際航班皆可能受到影響，約三分之一的航班可能會出現 30 至 60 分鐘的延誤，尤其是在離到場高峰時段會更為嚴重，為減少航班延誤，航空公司及美國聯邦航空管理局亦配合調整航班時刻表。

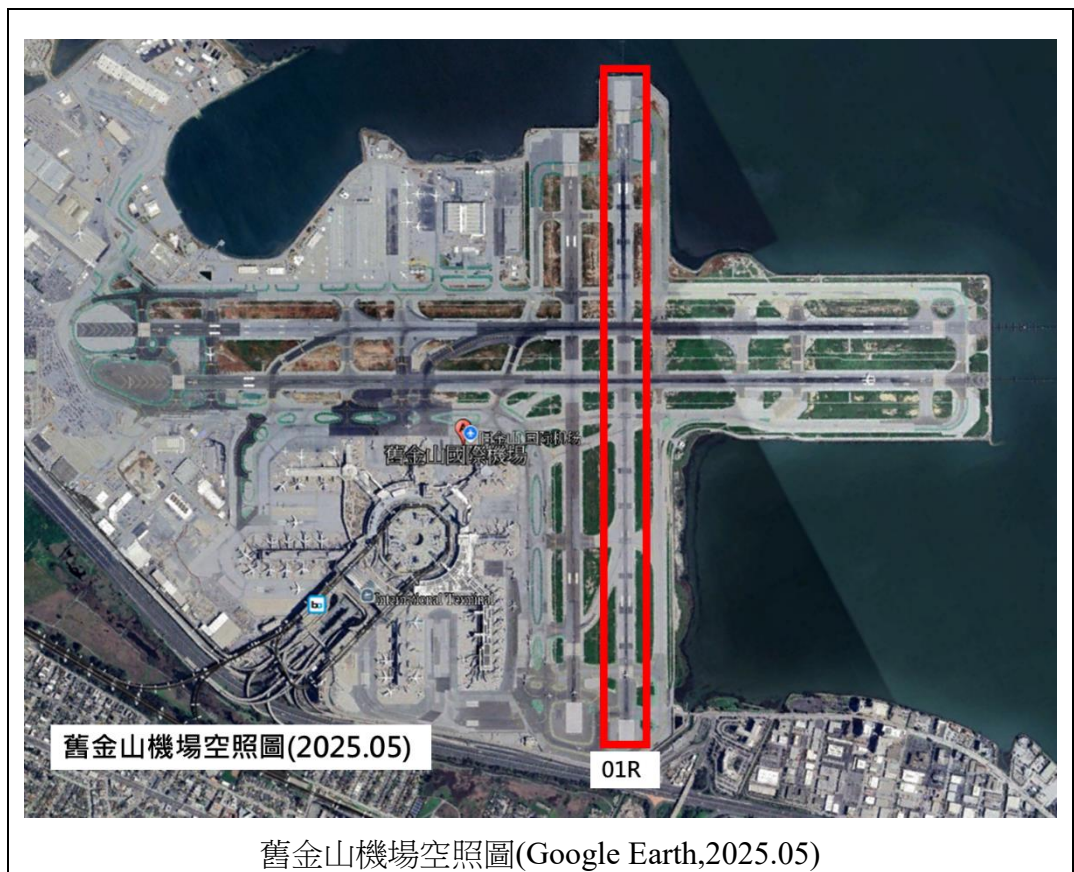


舊金山機場空照圖(Google Earth,2024.07)



舊金山機場空照圖(Google Earth,2025.05)

舊金山機場 2026 年將進行為期 30 周的 01R 跑道整修計畫，該計畫原定 2026 年 3 月執行，經與塔台、航空公司、施工廠商等相關單位開會討論後，配合航情需求改為 4 月起執行，塔台會配合施工調整滑行路徑，業者亦將配合調整航班。



鋪面及設施維護雖會影響營運效率，但確實為機場維持營運安全之必要工程，建議本公司向外界加強宣導施工維護之必要性，並預告影響範圍，應尊重工程及航務人員之專業判斷，共同維護飛航安全，同時避免民眾因資訊落差而客訴，影響本公司觀感。

另，本公司每日皆有空橋保養、玻璃清洗等短期工項需施作，各耗時 2 至 4 小時不等。本機場航班平均每日 700 多架次，停機位吃緊，目前因半夜維護人力有限，前述工項需安排於 08:30-17:00 期間施作，影響停機位調度彈性，建議要求廠商增加維護人力，於本場相對離峰之 03:00-05:00 期間施作日常保養。

(4) 以業者間航班及裝備調度為例

作為全球最繁忙的國際機場之一，洛杉磯機場空側作業空間相對有限，當地業者空側作業人員多為資深員工，經驗豐富，對空側整體運作及現場狀況具備高度熟悉度，得以在既有規則下靈活調整，提升空側使用彈性。以國際航廈之停車位分配為例，LAWA 原則上分配各業者兩個固定停車位，若有額外需求，業者可主動與其他業者協調部分時段暫放或是轉讓，展現出高度成熟的運作彈性與夥伴合作精神。



LAWA 分配予業者之停車格

為使本場空側相關單位合作溝通順暢，本公司設有空側協調平台，並邀集各業者值班席、主管、一線人員等加入。作業人員除可於該平台獲得空側最新動態外，如發現異常或有需與其他業者協調事項亦能於該平台發言，簡化通報流程，縮短異常排除時間，目前成效良好。

另本公司邀請塔台管制人員每年春、秋兩季會至空側進行場面熟悉，期透過實地參訪及人員交流，使塔台管制人員了解本公司空側巡檢、施工規劃、現場困難。期望能持續透過增加跨單位間的互動，進而打造互相尊重、勇於通報、主動排除異常、共好的工作環境。

2. 緊急應變管理制度高度整合-以舊金山機場為例

舊金山機場之緊急應變業務由安全與保安服務部門所轄，專責團隊共 5 人，雖人力規模不大，卻肩負應變計畫更新、資源整備、指揮車與 EOC 管理、跨部門協調與訓練等多項關鍵任務，並主導演練與 FAA 認證驗證作業。其依照美國 FEMA 標準設立三級應變啟動機制，並配合「事件指揮系統 (ICS)」原則，確保於發生緊急事件時能快速、有效整合各方資源，並清晰區分指揮與執行單位之角色與責任。

相較於桃園機場，緊急應變業務之行政窗口為營運安全處，通報窗口為營運控制中心，而各項應變作業程序、教育訓練、演習、演練，及 EOC 之開設等項，則由各程序業管處室負責。另本機場應變計畫雖參考 ICS 應變分組，實際運作上仍難以跳脫舊有處室分組應變模式。本公司未來於組織面、業務面及實務面或可參考舊金山機場作法，採單一窗口之規劃，除可有效掌握與整合機場資源，亦能確

保應變訓練與演習具標準化及一致性。

3. 專業職能分工與跨部門協同合作之 AIOC-以舊金山機場為例

SFO AIOC 甫於 2024 年初成立，預計 2025 年正式投入 24 小時營運。成立之初即明確定義其核心理念與目標，亦預劃組織及人力分階段到位。藉由空陸側單位及跨政府部門團隊整合，打造營運及決策能力兼具之機場神經中樞。

為強化整體營運效能，SFO 組成專責團隊，負責資通系統介面整合。藉由先進資訊科技導入及大數據分析，有助於預警性管理。輪值席位亦採專業職能分工模式，每席位配置 4-8 螢幕，透過科技輔助，提升值班人員多工處理效能，亦有效降低人力成本。

桃園機場現有 OCC 之主要功能係以通報、日常監控及緊急應變單一聯絡窗口為主。又內部設備多屬獨立系統，尚未全面整合，且無友善操控面板與介面，使用便利性較低。機場公司新辦公大樓刻正興建中，亦同步規劃 AOC 專案，可汲取 SFO 經驗，參採其友善辦公環境規劃、系統介面整合、資源共享、席位配置與人力運用、部門分工及合作機制等項，透過分階段規劃方式，強化 AOC 功能、制度與配置。

4. 空側緊急應變程序-三座機場之比較

本次參訪三座機場均有整合運作之應變中心，且可因應事件嚴重程度，提升有應變層級。另外日常作為協調應變中心時，均可全盤掌握空陸側整體運作，包含停機位調度協調。此三座機場之程序依據皆源自 FAA Part 139 中要求所有取得美國機場營運許可執照之機場，必須維護一份機場緊急應變計畫（AEP, Airport Emergency Plan）。計畫內容須涵蓋航空器事件、燃油火災、危險物質（HAZMAT）外洩、建築火警、炸彈威脅、天然災害及安全事件等。每年進行兵棋推演（Tabletop Exercise），每三年舉辦一次全規模演習（Full-scale Drill）。以下就三座機場各自緊急應變架構加以說明：

(1) LAX-洛杉磯機場

- a. Airport Response Coordination Center (ARCC)機場應變協調中心，遇有重大意外事件時則轉為 Emergency Operations Center (EOC)：洛杉磯機場設有 EOC 緊急應變中心，統籌所有機場緊急事件。
- b. 空側應變團隊：
 - b.1 機場營運(航務)部門：第一時間通報事故並於現場主責。
 - b.2 航空器救援與消防（ARFF）：由洛杉磯市政府消防局（LAFD）80 號消防站負責。

b.3 機場警察：負責安全維護、群眾管制及周界保護。

c. 特殊管理作為：

c.1 使用整合式無線電系統，於事件發生當下，整合機場營運、消防、警察間通訊。

c.2 另外設有聯合資訊中心（JIC），在重大事件期間負責媒體管理。

d. 基本應變流程如下：

d.1 接獲 FAA 管制塔臺或機場營運部門事件通報。

d.2 機場消防站於 FAA 標準應變時間(3 分鐘內到達跑道中點)出勤。

d.3 機場營運部門於必要時啟動 EOC。

d.4 封鎖現場，完成救援及危害排除後進入調查階段。

(2) SFO-舊金山國際機場

a. Airport Integrated Operation Center (AIOC)負責日常營運協調，遇有重大意外事件時轉為 Emergency Operations Center (EOC)

b. 航空器救援與消防(ARFF)：由舊金山消防局機場分隊(消防站 2、3、10)負責。

c. 特殊管理作為：

c.1 由於跑道位於海灣旁，具備完善的海上救援能力。

c.2 與當地醫院及舊金山急救系統(SF EMS)整合大量傷患事故(MCI)計畫。

d. 基本應變流程：

d.1 接獲 FAA 塔臺或機場營運部門事件通報。

d.2 機場消防站出勤，必要時請求外部支援。

d.3 啟動 EOC，由新聞發言人與市府單位協調媒體應對。

d.4 事故後恢復作業由機場值班經理負責。

(3) SEA-西雅圖塔科馬國際機場

a. Airport Communications Center (ACC)：依據美國國家事件管理系統(NIMS)。

b. 航空器救援與消防(ARFF)：西雅圖港務局消防局主責，設有機場消防站空側(Station 1)。

c. 統一指揮架構：由機場營運部門、航空公司、消防站、港務警察等代表共

同協調。

d. 主要程序：

d.1 防範重點在 冬季運行危害（冰雪造成的事故）。

d.2 可直接調度 普吉特灣地區(Puget Sound region)危害物處理與醫療單位。

d.3 所有緊急事件由 西雅圖港務局通訊中心 統一派遣。

e. 訓練：每季進行消防演練，並與金郡（King County）機構進行多機構聯合演習。

三座機場空側應變架構比較表			
項目	洛杉磯機場	西雅圖機場	舊金山機場
消防單位	洛杉磯市政府消防局 80 號消防站	西雅圖港務局 消防局	舊金山消防局 機場分隊
EOC/ECC	EOC 與 JIC	ICS 與港務通訊中心	ECC 與市府整合
特殊重點	大規模多機構協調	冬季作業與地區 HAZMAT	海上救援與 MCI 計畫
地理風險	運量高、航廈多	冰雪與側風跑道	跑道鄰近海域

目前本機場為因應 T3 啟用，刻正進行 AOCC 營運控制中心規劃計畫，應有符合目前機場發展趨勢。

5. 完善的消防人員教育訓練及培訓制度

(1) 職前訓練

美國機場消防員新進人員須前往地區消防學院接受為期 22 週的專業訓練，內容涵蓋 EMT-B（相當於我國中級救護技術員）、毒化災基礎課程、火災搶救初級及進階訓練（含繩索救援訓練）等多項專業技能。相較之下，我國機場消防員目前僅接受為期 1 週的初級救護技術員訓練及 2 週的火災搶救基礎課程（且為 104 年後新進人員始納入此訓練），建議可強化職前訓練內容與時數，以全面提升基礎戰力。

(2) 大隊訓練及考核制度

目前我國消防大隊日常訓練與考核多由各分隊或單位主管負責，可能導致標準不一。美國則普遍於大隊層級設立訓練官及考核官制度，以確保全隊訓練品質與標準一致。

以西雅圖機場消防部門為例，其訓練部門由一位大隊長擔任主管，並下

轄三位分隊長，分別負責火災搶救、緊急救護、毒化災應變與繩索救援等領域的訓練與測驗。此制度有助於確保專業一致性並提升整體實戰能力。

(3) 模擬訓練設施

三座機場消防站皆設有完整模擬訓練設施，包括：

- a. 消防車駕駛艙救援模擬器：可模擬駕駛狀況並進行滅火操作訓練。
- b. 消防搶救訓練塔：可進行繩索救援及建築物火災應變訓練。
- c. 航機實火模擬器：用於機艙內部滅火及消防車協同作業等複合式訓練。

此類設施有助於提升訓練真實性與應變能力，建議日後規劃新消防站時可參考導入。

6. 消防人員職業安全保障

(1) 消防工作環境優化

本次參訪多處消防站，皆設有車庫排氣系統，為建築法規及職業安全法所強制規定，能有效排除消防車輛啟動時產生之有害廢氣，維護人員健康。此外，美方消防站普遍配置車庫捲門，具備控管人員進出、遮蔽日曬雨淋及防止廢氣入侵等功能，建議我方未來新建消防站時納入此類設計，提升安全與作業效能。

(2) 健康檢查制度健全

消防員長期暴露於高壓與危險環境，癌症、心血管疾病與肺功能異常為常見職業風險。美方機場（如洛杉磯與舊金山）消防部門皆落實年度定期健康檢查制度，以早期發現潛在健康問題並及時介入，值得我方借鏡。

7. 明確的職涯發展制度與高昂士氣

(1) 職涯晉升路徑清晰

本次參訪發現，美國機場消防機關普遍具備完善且透明的職涯發展制度，從消防員晉升至幹部（如小隊長、分隊長、大隊長）皆有明確的考核標準與任職資格。例如西雅圖與機場消防隊採用專業訓練＋績效考核＋消防學院測驗之晉升制度，讓每位消防員對職涯發展有所期待與準備。

(2) 鼓勵專業進修與內部培訓

為提升人員專業能力與未來競爭力，美國機場消防部門鼓勵員工參與各類進階訓練與專業課程，如高階 EMT 訓練、指揮官課程、危害物質處理進階班等。更重要的是，參訓表現將直接納入年度考核，作為晉升及輪調的重要依據，建立起明確的「學習即成長、努力即有回報」的正向循環。

(3) 士氣高昂、向心力強

因晉升制度公開透明、學習資源充足、專業受到重視，參訪過的多數消防員普遍展現出高度的榮譽感與投入感，隊員普遍表示對機關政策具有高度認同，並視服務於消防部門為一項長期穩定且具成就感的職業。此種正向氛圍不僅促進團隊合作，也有助於整體戰力的提升。