

TAOYUAN

走讀桃園機場

25篇你不可不知道的
飛航小知識



桃園國際機場股份有限公司
出版發行

Taoyuan International Airport

TAOYUAN

走讀桃園機場

25 篇你不可不知道的飛航小知識



桃園國際機場股份有限公司
出版發行

Taoyuan International Airport

CONNECTING THE WORLD WITH HEART

用 心 連 接 世 界





桃園機場公司董事長

Taoyuan International Airport / Chairman

林國顯

LIN, KUO-SHIAN

用心 連接世界

很高興籌備許久的專書即將出版，希望透過《走讀桃園機場 25篇你不可不知道的飛航小知識》帶領讀者更進一步認識航空產業，以及你所不知道的桃園國際機場。

桃園國際機場自1979年2月26日正式開航，由中華航空CIB24航班出境、國泰航空CX411入境，迄今營運已超過40餘年。在桃園機場，每一架飛上天空的航機，幕後都有機場大聯盟成員服務的身影，在這裡的每個人秉持著各自專業，默默地站在自己的崗位貢獻所長，缺一不可，團隊合作提供了安全、迅速有效率的飛航服務。

為讓社會大眾更加了解桃園機場的日常營運以及未來藍圖，機場公司近年來於報章上推出一系列「桃機小教室」連載，從科普的角度深入淺出說明機場及航空產業各項運作內容，在稍具雛型後現集結成冊出版，內容羅列〈飛行之中〉、〈空側幾何〉、〈飛行環境〉、〈機場百工〉、〈第三航廈〉等五大篇章，從基礎的航空公司及航機機型識

別，到施工中的第三航廈未來展望，涵蓋各面向。這本書收錄的內容不單只是專業名詞的解釋，而也同時呈現機場各單位為成就民眾任何一趟飛行航程，所付出的專業與辛勞，期望藉由本書為開始增進社會大眾對桃園機場的了解與認識，這也是出版《走讀桃園機場 25篇你不可不知道的飛航小知識》的最大目的，也是身為機場公司經營者的責任及使命。

桃園國際機場自2010年11月1日從交通部民用航空局「桃園國際航空站」改制為國營事業「桃園國際機場公司」迄今10餘年，一路看著機場公司從公務機關蛻變為服務導向的企業，感謝國人、全球旅客與機場園區兩百多家公民營單位、3萬多名工作夥伴的鼓勵與支持。面對未來的營運需求，機場公司已積極推動第三航廈、第三跑道與貨運園區等基礎設施整建。期許桃園機場不僅是一個大家的公司，更是一個品牌、一個足以代表台灣活力、經濟實力、多元文化的象徵。機場公司也會秉持「用心 連接世界」的精神，繼續張開雙手敞開大門，為大家服務！



我們這書中邀請國內三大航空公司經營者來導讀，過程中要特別感謝每一個接受我們採訪的單位與個人，你們都是桃園機場邁向永續發展的引擎核心。我們在2019年全年旅客量有4,869萬人，但在全球新冠肺炎衝擊之下，過去三年相當辛苦，對桃園機場發展也是一段意想不到的歷程，2021年更經歷史上全年運量最低的一年，全年只有90萬人。不過在全公司一心的努力下，磨難會過去，榮耀的果實會留下。這三年桃機公司經過疫情的洗禮，將更為強韌，更能承擔重責大任。我期望這本書能再次凝聚團隊共識，行者常至，為者恆成，方向正確不懈努力，一步步達成願景。

書中篇幅有限，無法將機場的所有細節在書中全數呈現，但每一個單位的專業累疊起來，塑造出現在大家熟知的桃園國際機場。期盼桃園國際機場公司秉持設立初衷並持續展現國門新面貌，以更良好的營運效率，協同機場所有夥伴，持續不間斷地提升並提供旅客更貼心的服務，也繼續擔負我國連接世界的重任，實現「我們用心，讓大家連接世界」的企業願景。

4	序文 用心 連接世界
6	目錄

01 飛行之中

10	引言—高空中的溝通大師	18	無線電通話程序
14	航空公司與機型識別	20	飛機動力來源—航空燃油作業
16	飛航管制	22	五邊飛行

02 空側幾何

26	引言—完美的飛行協奏曲	36	桃園機場停機坪
30	桃園機場跑道	40	桃園機場助航燈光設備
34	桃園機場滑行道	42	儀器降落系統

目次

CONTENTS

03 飛行環境

46	引言—移動城堡的控風掌舵術	54	融入生態管理的鳥擊防制作業
50	氣象觀測	56	起降時間隨季節調整的冬夏班表
52	濃霧影響航班	58	雷暴(雨)作業

04 機場百工

62	引言—機場就是一座不眠百工城	72	與旅客關係密切的CIQS通關團隊
66	特殊勤務車輛	74	守護桃園機場的火鳳凰
68	飛航守護者	76	各司其職的航運守護者
70	「護國神犬」守護產業安全及國人健康		

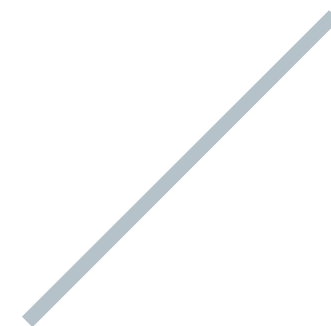
05 第三航廈

82	引言—獻給未來的永續機場	92	飛航與軌道的穩基石
86	出自世界頂尖建築師之手的第三航廈	94	未來航廈的現在進行式
90	臺灣門戶新意象的設計與實現		

01

飛行之中

ON THE FLY



引言—高空中的溝通大師

1-1 航空公司與機型識別

1-2 飛航管制

1-3 無線電通話程序

1-4 飛機動力來源—航空燃油作業

1-5 五邊飛行

IT'S ALL ABOUT COMMUNICATION



MODERATOR

高星潢 KAO, SHING-HWANG

中華航空總經理
China Airlines / President



高空中的溝通大師

隨著科技和經濟的發展，以及各國密切的往來與交流，乘坐飛機前往他國進行商務或旅遊，對今日的國人而言，已是一種相當普及的經驗，但若要論駕駛飛機這般非經過專業訓練否則不可行之事，仍留屬於專業的領域。當年因一念決定報考中華航空公司而進入航空業服務，轉眼已度過了36個年頭。在飛行之中所累積的經驗與回憶，點滴在心頭，有幸擁有這一份特殊的職業，讓我一直都特別珍惜自己的工作。

最初，我只是抱持著想存錢出國唸書的想法，希望能找到一份同時也能磨練外語能力的工作，於是在成大交管系畢業並完成兵役之後，於1986年考進華航擔任空服員。而空服員的兩年服務期轉眼就過，原本想依規劃出國念書，剛好遇上1988年華航首次自訓機師，平日看前艙教官飛行，覺得這是一份有趣又有挑戰性的工作，在

航醫中心人員的鼓勵下應試，便很順利地成為華航的第一期培訓機師。在公司的安排下，我前往美國北達科他州接受專業訓練，經過嚴實的訓練和考核後，在同一年成為華航第一期的自訓機師。從一開始負責飛行的A300-B4機種，我也陸續接受了A300-600R、A340、A330等機型的飛行訓練，也取得了747-400機型執照。

在諸多具有挑戰性的工作項目中，飛行仍是我的心之所向，因此除了處理公司營運和管理的諸多事務之外，我仍定期執行飛航任務，與機組人員共事或是與乘客共同締造的回憶，讓每一趟飛行都成為獨一無二的回憶。而我們在飛行中經常得處理各種不同的狀況，每一次都讓大家更加體會地勤與空勤團隊合作的重要性。

例如，有一次在自溫哥華回臺的航班上，

我們曾處理過乘客突然身體不適的緊急狀況。彼時飛機正飛行至阿拉斯加與日本之間，機上突然有一位旅客昏倒，此事攸關生命安危，需要立即應變，於是我立刻撥打衛星電話請求遠距醫療機構支援。值勤醫師了解旅客狀況後，建議我飛往北海道尋求醫療協助，正著手安排相關事宜時，旅客在機上逐漸好轉、沒有大礙，班機也不需要轉降，有驚無險地抵達目的地。而過去也曾遇機上有旅客身體不適而需要塔臺協助，讓飛機於最快時間能夠落地，以給予旅客最及時的醫療協助。即時拯救旅客寶貴的生命，身為機長深感驕傲與欣慰。

像這樣的事件，總能讓我深刻感受到地面專業團隊之於飛行的必要性。我們在空中飛行並非孤立無援，在地面工作的各種專業人員就是我們最好的後盾，而飛行員得懂得靈活運用手邊的資源，在危急的時刻冷靜地判讀由地面傳來的資料並視情況應變，以做出最佳決策。

要使飛機順暢地翱翔於天際，看似僅需賴飛行員操控機械組件，實際上卻是一連串極度仰賴溝通的過程。塔臺之於機師就

如同燈塔之於船長，是相輔相成的合作關係。塔臺的職責是提供機師安全有效的指引，飛機無論在地面滑行或起飛降落，機師都需遵循塔臺指示安全而有秩序地移動。每次在降落前看到桃園機場的塔臺，便有回到家的親切感。

就臺灣的航空環境而言，我們的業者是以ICAO（International Civil Aviation Organization國際民航組織）所屬規範為主，並以FAA（Federal Aviation Administration美國聯邦民航局）規範為輔，制定相關法規及程序，以確保與全球各地民航機構運作的一致性。桃園國際機場的塔臺服務，全程都使用流利的英語，提供專業的引導與服務，在軟硬體設備方面，也都符合國際的標準，能夠提供即時精準的天氣資訊，無論是颱風天或是低能見度的大霧天，都能讓機師有良好的操作與判斷，同時更會主動提供重要的訊息，如突然改變的天氣危害及周圍航機動向等，讓機師能做出更安全準確的決定。

然而，在全球統一的規範原則下，不同的國家或地區，還是可能有不同的要求，而我們都必須遵守各區域或國家的不同規定。例如，機場天氣報告能見度的使用單位ICAO為公制(公里/公尺)，在美國FAA則使用英制(英里/英呎)。此外，FAA規範的機場環繞進場的保護區比ICAO小了2.8公里。所以，機師飛到採用不同規範的機場時，都得仔細研讀當地的規定，並了解其不同處，以免產生混淆。

平日難有機會向外界解釋機組員和塔台的工作，這本《走讀桃園機場 25篇你不知道的飛航小知識》專書出版，無疑為外界打開了一扇理解航空業的窗。在〈飛行之中〉的章節之下，本書詳盡地以〈航空公司與機型識別〉、〈飛航管制〉、〈無線電通話程序〉、〈飛機動力來源—航空燃油作業〉和〈五邊飛行〉共五篇文章，內容涵蓋航行作業及程序，為讀者如實呈現了機師與塔臺工作人員平日工作的方式。

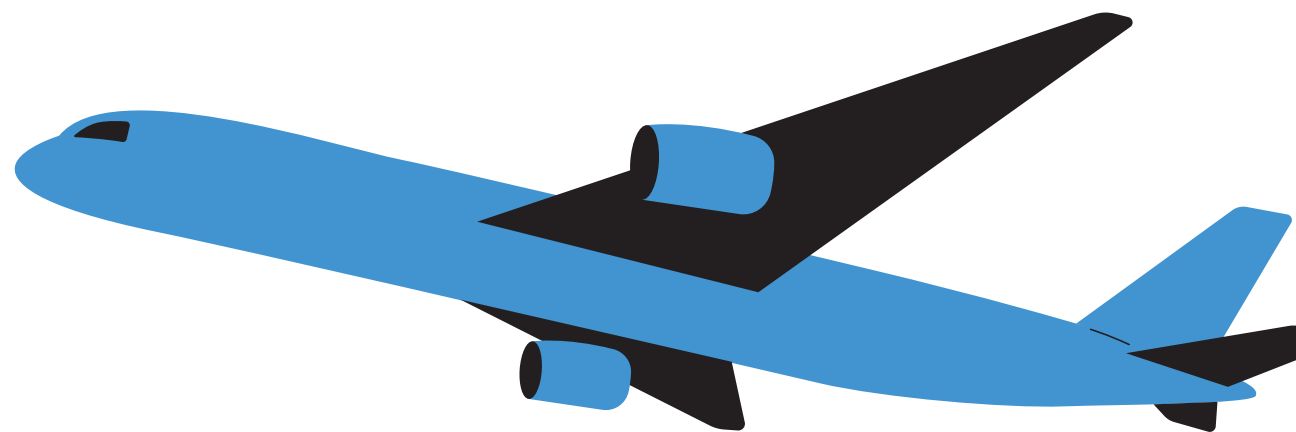
盼望讀者可以透過這些深入淺出的文字，了解飛行中機師所需處理的事務，以及機師與塔臺工作人員工作的不易。無論是機師或是塔臺的航管人員，皆以「飛行安全第一」的觀念和嚴守法規的態度操作飛機及引導飛航，有時候在旅程中的延誤，可能源自於不得已的安全考量。例如，遇颱風來襲或霧季，航空公司會選擇取消或調

整航班，這些情況都是因為天氣情況超過了飛機的限度與法規規範，雖然會造成搭機旅客的不方便，但飛安是無價的，希望乘客能了解與理性地看待。機師正如同擺渡人一樣，是有福報的工作，永遠載著旅客快快樂樂的安全抵達目的地，這就是我們的天職。

中華航空總經理

China Airlines / President

高星邁



AIRLINE & AIRCRAFT TYPE



1-1 航空公司與機型識別

機場是飛機的家，也是旅客往來必經之地，旅客能夠平安完成旅程，幕後有整個團隊共同努力付出。

飛機是航空公司提供旅客及貨物運輸服務的工具，桃園機場2019年的統計顯示，總計有103家客運及貨運航空公司營運，飛往全球164個機場，全年飛航26萬架次，營運量龐大。國人比較熟悉的國籍航空包括中華航空、長榮航空、台灣虎航及星宇航空等，以桃園機場為大本營，各家飛機的塗裝展現在機隊垂直尾翼上，華航的「紅梅揚姿」、長榮航空的「綠地球與羅盤」標誌都展現企業特色。這兩家航空公司飛機的新舊塗裝有些許差異，讀者可以深入辨識一下，分辨華航紅梅揚姿塗裝是「紅裡透白」

▼桃園機場南機坪停放的各航空公司客機。



▲(上)中華航空波音B777-300ER型客機。(下)長榮航空波音B777-200F型全貨機。

或「白裡透紅」，數一數梅花的花蕊有幾枚？長榮機身主體的白色「純白」或者「珍珠白」有何差別？

航空公司營運代碼，區分為國際航空運輸協會(IATA)或國際民用航空組織(ICAO)代碼，前者由2個英文字母或數字組成，後者由3個英文字母組合。例如中華航空的IATA代碼是「CI」，長榮航空為「BR」，台灣虎航「IT」、星宇航空「JX」，後面再編列數字，成為這班飛機獨一無二的航班編號。在航空公司飛航運作上，包括擬定飛行計畫、空中交通管制程序等，則是使用國際民用航空組織(ICAO)賦予的三碼代號，中華航空代碼為「CAL」，長榮航空「EVA」，台灣虎航「TTW」、星宇航空「SJX」，後面連接的航班數字不變。航空公司有代碼，機場同樣有代碼識別。桃園機場IATA代碼「TPE」會出現在旅客從國外回國託運行李的掛牌上；而ICAO的代碼是「RCTP」，兩者都是沿用原先松山機場的代碼，代表臺北。現在松山機場的代碼為「TSA」及「RCSS」。

按照飛機功能區分，大致有客機、貨機及客貨機的區別，顧名思義客機是上層載客、腹艙載貨；客貨機則是上層前段載客、後段與腹艙載貨；貨機就是全部載貨。近年來客機及客貨機的界線卻逐漸模糊，尤其疫情影響期間，跨國旅行旅客數量減少，國際間有許多航空公司以客機腹艙載貨方式飛航，甚至連客艙都載貨，以爭取更多的營收。

機種部分，在桃園機場出現的航機以美國波音(Boeing)及歐洲空中巴士(Airbus)兩大飛機製造體系為大宗。波音客機機種包括B777系列、B787系列、B737系列，都屬於雙發動機構型，貨機B747-400F或B747-8F兩種機型則是四發動機種。空中巴士除了最大的A380型機有4個發動機，其他A350系列、A330系列、A320系列都是雙發動機配置。

有機會搭機或到桃園機場觀賞飛機起降時，可以嘗試辨別飛機的機型，例如波音B777與空中巴士A350-1000的2個主起落架各有6條輪胎，其他中型機則只有各4條輪胎；波音B787與空中巴士A350有相似的機鼻構型，如何分辨？波音B737與大小相近的空中巴士A320外觀有何差異？



AIR TRAFFIC CONTROL



1-2 飛航管制

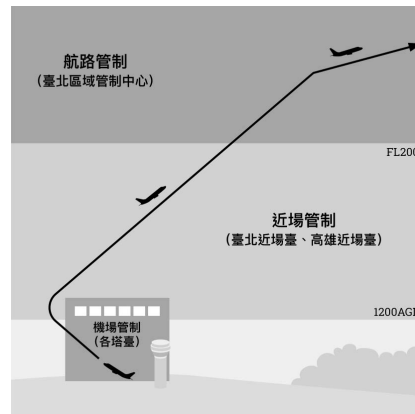
飛機在空中飛翔，和地面車輛一樣有交通規則，機師必須按照空中交通規則安全地把乘客及貨物送到目的地，執行空中交通規則任務就落在各國飛航管制員（Air Traffic Controller）身上。不論是軍用或民用飛機，飛上天就要受到飛航管制。軍航作業簡稱「戰管」，民航作業稱為「航管」，依照軍、民空域劃分，全天候24小時監控、管理天上的飛機。

航管程序分為機場管制、近場管制、區域管制三大區塊。機場管制（俗稱塔臺）以目視方式搭配場面搜索雷達等輔助工具，管制機場周邊5浬（海浬、每浬等同1,852公尺）至7浬範圍，高度3,000呎以下航機，也監管地面航機後推、滑行、起降動態，以及在跑道與滑行道活動的勤務車輛。

近場管制範圍為距離機場半徑50至60浬以及2萬呎以下的航機，稱為近場臺，負責航機離場爬升或到場下降，隔開高度及距離確保安全，讓飛機依先來後到順序排隊起降。航路管制單位稱為區域管制中心，負責飛航情報區內2萬呎以上航機隔離管制，與鄰近飛航情報區相鄰的區管中心交接，讓航機繼續往返目的地。

三大類航管作業，配置了多個管制席位，每個席位管制員透過專屬的無線電頻率與航機通聯傳達指示。整個飛行過程，機師會接受10個以上或更多不同席位管制員的指令。

機場管制分工由許可頒發席、地面管制席、機場管制席三類管制席位執行。旅客及貨物登機後，機師會呼叫許可頒發席取得航管許可，管制員口述核准的飛航計畫內容，從

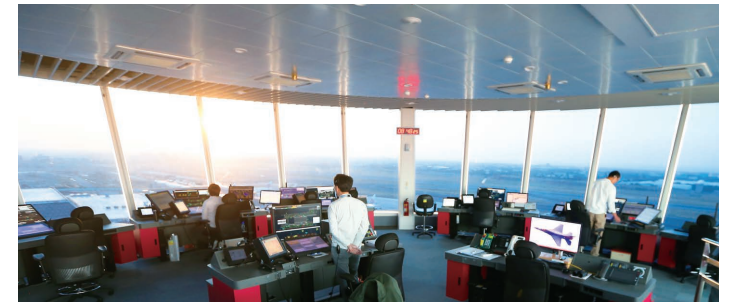


▲航管程序示意圖



▲左側為桃園國際機場新塔臺(2019年12月啟用)。右側為桃園國際機場舊塔臺(1979年啟用至2022年拆除)。

▼(上)裝設在桃園機場北跑道旁的終端雷達。(下)桃園機場E滑行道旁的場面搜索雷達，被機場工作人員暱稱為「竹蜻蜓」。



▲桃園機場新塔臺內部景觀。

哪一條航路、飛行高度多高、飛往哪一個機場，最後配賦1組由4個數字組成的電碼，成為這架飛機在航管系統內身分識別工具。在新一代的航機中，也具備數位化的航管許可傳送設備，管制員與飛行員可不用透過語音，以類似通訊軟體的介面，更有效率地完成航管許可的頒發與確認。

航機完成準備，無線電轉到地面管制席申請後推、開車、滑行許可，滑行途中交接給機場管制席位（俗稱塔臺）進跑道滾行起飛。起飛後依序交接給近場臺、區管中心等不同席位，抵達目的地前的程序則反序交接，直到降落停妥。

飛航管制服務最主要的工具是雷達及無線電，雷達分為終端雷達及航路雷達，桃園機場南、北各有一座終端雷達。為了因應能見度不佳天候，還有一座場面搜索雷達，輔助塔臺管制員無法目視地面狀況時的不足。

有關飛行路徑（航路）各航空公司可以自行規劃，但飛行高度卻無法自行決定，因為牽涉到不同的區管中心權責，只有在申請飛航計畫時盡量爭取較有利的飛行高度，俗稱的「要高度」。較高的高度相對有利，拿到高空層的飛行高度，通常氣流較平穩，可以達到舒適、省油的飛行效果。不過，飛機能飛多高也受到載重的影響，長程班機載油多，飛機重，剛起飛時只能飛較低的高度，但隨著航程油漸漸消耗，重量越來越輕，就會請求爬升到越高的高度，所以一趟航程不見得是同一個巡航高度飛到底喔！

航機飛行幕後依賴龐大的作業體系支援，最重要就是準時，萬一延誤起飛，原先申請的飛行高度就可能會取消，後續連鎖效應會如滾雪球般擴大。下次搭飛機時務必準時或提前抵達登機門口上飛機，因為一旦延誤，可能會影響整個飛行作業的舒適度與安全性。✚

WIRELESS CALL



1-3 無線電通話程序

航管作業中，航機起降、地面車輛在機場空側執行勤務，無線電通聯是傳達指令的重要工具，數十年來發展出一套成熟的通話程序，許多專用術語外人如鴨子聽雷，以下向各位讀者介紹。

無線電通聯方式為使用者操作無線電機以特定的頻率發送語音信號，接收者收到後回覆，多次來回對話完成語音傳達目的。同一頻率中允許多臺無線電機參與操作，形成無線電通話網，每具無線電須賦予個別「呼號」，或者稱為「臺號」，讓大家知道是誰在說話、要找誰、誰在答話。無線電通話有「單工」運作限制，網內只有一臺能發話，這時其他臺只能收話，發話結束後才能換另一臺發話。如同時按下發話鍵信號重疊，會完全聽不到彼此內容。

無線電通話量頻繁，必須盡量縮短發話的時間，達成最高通話量，使用人必須熟練通話程序及術語，達到精簡、確實傳達、不重複的目標，也毋須加「聽到請回答」等贅語。通話程序開頭，要把被呼叫者放在前面，例如桃園機場公司航務師申請巡視滑行道的無線電對話：

航務師發話：「塔臺、黃車么兩兩。」塔臺回覆：「黃車么兩兩、塔臺回答。」航務師發話：「黃車么兩兩在Alfa玖機坪後方，申請進入November Papa巡視至Delta么洞。」塔臺回覆：「黃車么兩兩許可進入November Papa巡視至Delta么洞。」航務師發話：「Roger 黃車么兩兩許可進入November Papa巡視至Delta么洞。」

▼桃園國際機場公司航務處航務師肩負桃園機場空側運作安全重責大任，在機動作業要求下，無線電通話成為重要執勤工具。



▲桃園機場航機起降，無線電通聯是傳達指令的重要工具。

這段對話中，「黃車122」的無線電呼號，在無線電術語中變成「黃車么兩兩」。中文數字0到9的無線電術語，念成「洞、么、兩、三、四、五、六、拐、八、九」，避免誤聽後重複確認，浪費時間。「Alfa玖」是指A9機坪，「November Papa」是指NP滑行道，「Delta么洞」是指D10機坪。每個英文字母都有特別挑選出來的簡單詞做為這個字母專屬發音，例如念「Delta」就想到字母D，這套國際無線電通話語音字母為ICAO認可全世界通用，避免按照原字母讀音念出來，N、M混淆，或者B、D分不清。（英文字母標準發音如附圖）

英文字母的念法在通話程序中算是一道難題，操作無線電機的人員沒有捷徑，只有硬背熟記。某個機場勤務單位人員，特別把字母發音用自己熟悉的中文字寫出來背誦，A成為「阿爾發」，R成為「羅密歐」，長久運用下來也通行無阻。在無線電通話中常聽到的「Roger」這個字，原本是在英文字母標準發音中代表R字，實際運用久了，各方認為「Roger」拿來代表「收到」比較習慣，R的標準讀音詞改成了「Romeo」，由於兩個都是男性名字，出現了「Romeo」不敵「Roger」的說法。「Roger」在中文通話術語中代表是「抄收」，表示已經收到指令或訊息。另一個英文術語「Wilco」也是「抄收」的意思，不過「Wilco」還有「抄收、照辦」的含意。✚

國際無線電通話拼寫字母

Alphabetic	I India	R Romeo
A Alpha	J Juliet	S Sierra
B Bravo	K Kilo	T Tango
C Charlie	L Lima	U Uniform
D Delta	M Mike	V Victor
E Echo	N November	W Whiskey
F Foxtrot	O Oscar	X Xray
G Golf	P Papa	Y Yankee
H Hotel	Q Quebec	Z Zulu

▲英文字母標準發音表。

AVIATION FUEL



1-4 飛機動力來源 航空燃油作業

航機飛上天空要靠發動機燃燒提供動力來源，桃園國際機場公司航務處航油科與廠商，每年供應約300萬公秉的航空燃油給各航空公司班機，專責檢測油料的品質，兼顧燃油不能混入水氣，確保每一滴加入飛機油箱的燃油都符合規範。

桃園機場在貨運園區入口旁的專用油庫，設有4座容量8,000公秉（每公秉1,000公升），以及4座容量6,000公秉的儲油槽，每天由台灣中油及台塑化石油兩家公司經由地下油管，輸送單一種類煤油型航空燃油Jet A-1進入油槽，隨時保持4天發油存量。航空燃油屬於煤油類油料，揮發性較低，特性與車用汽油高揮發性不同，一小罐Jet A-1若在室溫下丟入一根燃燒的火柴棒，是不可能點燃的，必須要有火力強、溫度更高的熱源讓航空燃油大量揮發才點得著。過去電影中出現用打火機點燃噴射機燃油的畫面，在真實狀況下不可能發生。（航空燃油屬於高危險油類，處理時須符合安全規範）



▲桃園國際機場公司航務處航油科設在貨運園區入口處附近的8座儲油槽，右側4座每座容量8,000公秉，左側4座容量6,000公秉。



▲加油廠商的油栓車替航機加油，右下方可以看到油管一端連上地下加油坑的管口，另外一端接到飛機主翼中段的受油口。



▲油栓車替長榮航空的波音B777-300ER型客機加油。

2019年新冠肺炎疫情爆發之前，桃園機場每天供油量都超過9,000公秉，連續4年的年度總供油量都超過320萬公秉，最高為2019年的340萬公秉；以每公升浮動油價約15元估算，價值約500億元。2020年受到新冠肺炎疫情影響航班減少，供油量減至約226萬公秉。

要把油料加入飛機油箱，油庫內17座加壓幫浦是輸油心臟，經過12.5公里長的地下油管，連接至停機坪的175個地下加油坑。飛機需要加油時，航空公司通知合約加油廠商，出動油栓車開到飛機旁邊，油管一端連上地下加油坑的管口，另外一端接到飛機主翼中段的受油口，完成接地線裝設等安全程序，把航空燃油送進飛機的油箱。每班飛機使用的油量由航空公司簽派員根據班機航程、負載、天候、備降機場位置等因素計算出來，經過機長認可後通知加油人員。例如飛往美國的越洋航線班機，耗用油料超過10萬公升，油栓車加油程序約需40分鐘。

加油程序存在風險，地勤作業規定加油時客艙內不能有旅客，有特別因素旅客登機後飛機需要補充油料，地勤人員會通知消防車到機邊警戒，預防萬一也保障安全。為了維護燃油品質，桃園機場公司航油科工作人員除了要求供油商提供品質檢驗報告外，燃油送進儲油槽會靜置沉澱24小時，接著檢查透明度、導電度等特性，通過全球主要油品供應商組成的聯合檢查團(Joint Inspection Group, JIG)規範後才能送出。輸油系統設計有許多巧思，每一滴燃油從供應端到加進飛機油箱，經過好幾階段的過濾。為避免油槽或管路中的水氣混入燃油，利用水比油重會沉到底處的特性，抽油時從油槽最上層開始抽，避免抽到底層的水；地下油管埋設也設計淺「V」型的坡度，萬一有水氣侵入會沉積在油管內低處，工作人員定期檢查抽離。原油從地下開採出來，輸送、煉製、成品在輸送過程中都不會「曝光」。航空燃油進入飛機發動機燃燒，產生推力推動飛機飛行，才從發動機後方噴流中「現身」。



►航空燃油從開採、煉製都不會「曝光」，進入飛機經過發動機燃燒，產生推力推動飛機飛行，才從發動機後方噴流中「現身」。

AIRFIELD TRAFFIC PATTERN



1-5 五邊飛行

航機擔負疏運旅客及貨物的任務，起飛後多半直接飛往目的地，看到航機在機場繞行飛航，多次起降，代表在執行「機場航線（Airfield Traffic Pattern）」程序，圈內人常常稱呼為「五邊飛行」。五邊飛行為機師飛行技術重要訓練考核項目，也是航管單位規劃的離、到場程序之一。

五邊飛行又稱為繞場飛行，依據機場跑道規劃出來航機起降程序的一部份。從機場跑道延伸呈現一個矩形航路，有5個階段，稱五邊飛行。桃園機場的機場航線位置位於機場西側（往海上），以航機05L跑道為例，起飛後要逆時針方向飛4個左轉90度的飛行路線。起飛後爬升階段為第一邊（Upwind）頂風起飛爬升，航向與使用跑道的磁方位相同，接著左轉90度至第二邊（Crosswind）進入側風飛行。二度左轉加入第三邊（Downwind）順風飛行，風向從機尾吹來，航機改平飛經過05L跑道正側方。通過05L跑道頭約1至2哩第三度左轉90度進入第四邊（Base）側風下降，在能夠對正跑道的位置第四度左轉加入第五邊（Final）逆風準備降落，持續在五邊航路對正跑道、減速、降高度、落地。

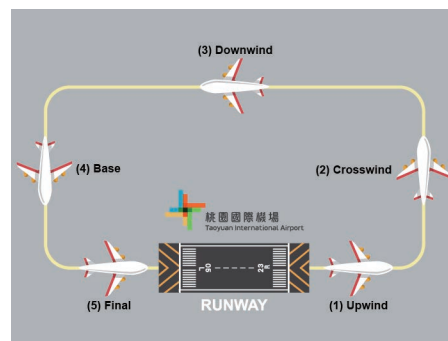
如果風向改變使用23R跑道，五邊飛程序改為順時針方向4個90度右轉飛行。五邊飛行操作是新進機師技術的基本考驗，過程中程序多，能夠檢驗出機師訓練成效，機師必須腦、手、眼、腳協調順暢，細膩穩定操作才能達標。航機從跑道頭加速起飛，維持鼻輪在中心線上滾行，達到仰轉速度（VR Rotation Speed）抬機頭起飛，至轉入第二邊、第三邊過程中收起落架（Landing Gear）及襟翼（Flap），維持穩定爬升率與速度。經過直線第三邊飛



▲一架航機在夕陽中加入桃園機場05L跑道第五邊（Final），對正跑道準備著陸。



▲一架中華航空公司波音777F貨機正從桃園機場05L跑道起飛，進入第一邊（Upwind）起飛爬升階段。



▲桃園機場05L跑道規劃的五邊飛行示意航路，航機起飛後要飛4個左轉90度的航路，繞行本場後重新降落。

行，轉第四邊至第五邊的操作程序，集飛行程序最困難項目之大成，機師邊轉彎邊減速、降高度，後續放襟翼、起落架，對正跑道維持穩定的下滑角度及速度，直到降落。

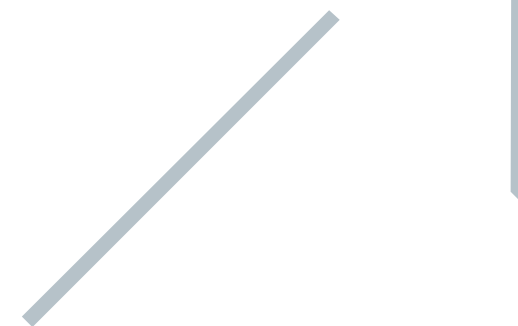
五邊飛行為航機起降的基本程序及規範，飛航服務總臺的航管員再從基本程序擴增離、到場程序，區隔並引導先來後到的航機，讓機師及航管員遵循。在機場天氣良好時，航管員也可以提早引導飛機進入機場三邊，可以在符合隔離規範之條件下，減少到場航機所需飛航的距離，達到省油與提升機場效率的效果。執行五邊飛行訓練，通常會向航管單位申請多次起降，依照訓練課目需求申請觸地重飛（Touch and Go）、低空進場（Low Approach）、全停（Full Stop），其中觸地重飛與低空進場為訓練或航測飛行專屬程序，觸地重飛運用次數最多，低空進場大都在倒數第二次執行，最後一次落地就全停脫離跑道。航機降落桃園機場，若受到天候、出現跑道異物（FOD）、機師認為無法穩定安全降落、塔臺指揮等因素需要重飛（Go-Around），機師誤失進場（Missed Approach）程序與觸地重飛或低空進場程序相似。重飛也是旅客搭機可能會碰到的情況之一。為何桃園機場的五邊飛行只能使用西北邊（05L跑道左轉、23R跑道右轉）靠海的空域？主要是桃園機場東南方有松山機場10跑道進場航路，為了安全區隔，限制了東南方域使用。

桃園機場在2019年爆發疫情前平均每天有700至800架次航機起降，疫情後銳減到200至300架次，且以貨機起降為主力。為了維持航機的適航與機師的訓練，桃園機場配合航空公司及國內機師訓練機構（訓練中心），充分利用空檔安排航機在桃園機場起降，熟悉本場起降及航路飛航程序。2021年全年度訓練架次為327次，較疫情前的2019年212架次成長54%；測試飛行架次達429架次，較2019年的42架次，更是成長9.2倍。雖近年模擬機的發展技術已接近百分之百擬真，航空公司對飛行特殊、異常狀況處置課目大都以模擬機執行訓練，以降低風險，但起降科目仍舊要以實機、實地、實際天候執行五邊飛行來檢驗成果。故疫情期間桃園機場與航空公司各項訓練及旅客服務皆不中斷，以維持相關服務品質。

02

空側幾何

THE AIRSIDE



引言—完美的飛行協奏曲

2-1 桃園機場跑道

2-2 桃園機場滑行道

2-3 桃園機場停機坪

2-4 桃園機場助航燈光設備

2-5 儀器降落系統

MANAGING A TEAM LIKE CONDUCTING A SYMPHONY ORCHESTRA



MODERATOR

孫嘉明 SUN, JIA MING

長榮航空總經理
EVA Air / President



完美的飛行協奏曲

航空運輸是人類智慧的結晶，無論是飛機、飛航技術、營運管理方式，或是機場建設，都會隨著尖端科技的進步、全球的經濟脈動、人類的移動速度、社會的變遷而日新月異，是一個兼具現代與國際面向的產業。從業人員必須跟隨時代脈動永無止境地學習，而這正是航空業迷人的地方。

1986年自大學畢業後，我於當時世界名列前茅的「長榮海運」貨櫃船公司任職，於營業及企劃部門有所歷練。1989年，長榮集團張榮發總裁成立長榮航空，陸續徵詢海運各領域對於航空產業有興趣、有意願接受挑戰的同仁調任至航空部門。我對飛行亦有所嚮往，因而在1991年長榮航空開航時加入營運團隊。

30多年來，藉出差開會、派駐海外或私人旅行的機會，造訪過的機場已超過數

十座，每一座機場都是國家以及城市的門面。無論是重現傳統東京街景「江戶小路」的羽田機場、充滿泰國宗教及文化元素的曼谷蘇凡納布機場、奢華貴氣的杜拜國際機場，都各具特色。而新加坡樟宜機場的設計，至今仍為典範，除了眾人熟知的「星耀樟宜」漩渦瀑布之外，建築內大量運用太陽的自然光線照射，並特別精心規劃種植各式植物的綠牆，徹底打破機場挑高、充滿鋼架及玻璃帷幕的冰冷印象。除此之外，樟宜機場運用大量的人工智慧與現代科技，有效縮短機場報到及通關程序上耗費的時間及人力，讓旅客有更多時間在機場內體驗各項設施及休憩，這樣的觀念應該是未來各地機場建設的新趨勢，也翻轉民眾對於「機場」的傳統概念與定義。

桃園機場是臺灣飛向世界的門戶，「長榮航空」作為長期的合作夥伴，體察這

些年來桃園機場總是持續不懈地以實際行動，與國際趨勢接軌。有鑑於溫室氣體排放量快速上升，世界各地發生極端氣候的情況逐年明顯加遽，因此，放眼全球，有效降低碳排放已經是刻不容緩的工作。桃園機場公司在發展高效、便利、友善、智慧化機場的同時，更以積極的態度，帶領機場各夥伴公司攜手發展永續綠色機場，一起重環保愛地球。例如，桃園機場已規劃出「既有耗能設備汰舊換新」、「作業車輛電動化」及「設施智慧化管理」三大主軸推動多項節能減碳專案，致力於達成2050淨零碳排放的長遠目標。長榮航空也會跟隨桃園機場公司的腳步，共同加速朝向將桃園機場打造成為節能減碳、綠色永續機場的目標邁進。例如，桃園機場公司2017年完成「橋氣橋電汰舊換新」專案，長榮航空停靠在空橋機位作業的班機，即改為使用空橋附設的橋電、橋氣設施，達到兼顧環保節能以及效能提升的雙贏成果。

為了讓每個旅客都能愉悅享受旅行之樂，無論是機場經營方或各家航空公司，都付出了相當的努力。旅客進出機場，多數時間是在屬於陸側（land-side）的航廈內活動。當航機在航廈以

外的空側區域（airside）執行停靠、滑行、起降等運作的時候，旅客都已就坐在客艙內，自然也就不容易注意到航機在空側區域（airside）進行的各種動作。然而，這些環節對於飛行而言都至關重要，牽一髮動全身。《走讀桃園機場 25篇你不可不知道的飛航小知識》考慮一般大眾並非航空專業人員，省去專業術語，以貼心的科普表達方式，介紹桃園機場運作，特闢〈空側幾何〉章節，為讀者揭開空側區域的神祕面紗，引領讀者進入航機在機場運作的核心區域—空側區域（airside），介紹機場跑道、滑行道、停機坪、助導航設備以及燈光設備的運作機制，實屬難得。

國際機場起降設施的規劃，需要考慮的因素包含有天氣、航機運作需求以及周遭環境等，必須因地制宜。例如，若機場所在的地理區域可能發生季節性濃霧，航機需要在低能見度的環境下執行航機降落，機場跑道配置的儀器導引降落系統都必須升級，才能確保航機在低能見度的時候可以安全降落。跑道、滑行道與停機坪是三個空側區域的關鍵組成要素，搭配讓讀者仿若身臨其境的現場實照，供讀者在閱讀時可以參照圖片進行比對，有助理解並充分吸收航空知識，日後搭乘飛機與閱讀航空資訊，當有不同的體驗與見解。

「一日之所需，百工斯為備。」每一架飛機的起降都是人類智慧與經驗的成果，每一個專業的判斷，都疊加著前一代人所累積的知識、專業、勞力和汗水，而我們這一代的工作者也在同一條道路上，不斷地為人們的飛航夢想付出己力。

旅客登機之前，機長早已預先確認沿途的天氣狀況、從停機坪滑行到跑道的路線及飛行航路，並根據飛機的重量、跑道長度、地面溫度等資料，完成跑道分析工作，以此決定適當的起飛推力。待航機關上艙門，即能依照塔臺的指引完成後推，讓飛機平穩地滑行至跑道頭，在確保所有細節無虞的狀況下，安全起飛；當旅客抵達目的地時，跑道上的燈光則可指引航機

對準跑道，讓航機以適當的下滑角度降落，依照滑行路線滑進規劃好的停機坪，讓旅程畫下完美的句點。

透過閱讀〈空側幾何〉章節內的文章，大眾可以瞭解航機如何利用機場完善且合規的起降設施，達成每一次安全完美的準點起降，從而感受飛安必須構築於每一個作業環節的落實與執行。有著這樣的認知，讀者再次搭乘航機時，他/她對機場的每一刻都會有不同的體認。其實，每一趟旅程都似一首精準演奏的協奏曲，皆需透過許多人的努力與合作才能達成。這時，空側也就不再只是機窗外的風景了。



長榮航空總經理
EVA Air / President

孫嘉明

AIRPORT RUNWAY



2-1 桃園機場跑道

跑道 (Runway) 是每一座機場最重要的設施。形容機場運作靠天吃飯並不為過，為了符合「逆風起降」飛行需求，跑道規劃方向必須配合機場所在地盛行風的方向，才能夠在大部分的日子讓航機得到適合起降的風向。

飛行理論博大精深，簡略來說，基本飛行原理「空氣動力學」結合升力、阻力、推力、重力等4個「力」。飛機本體重量是重力，流體力學介質空氣是阻力，飛機靠著發動機產生往前的動能是推力，當推力大於阻力，再結合機翼上下氣流速度差異產生升力，把飛機拉抬上天。

巡航期間飛機在4個「力」維持均衡，降落時減少推力，阻力增加，飛機靠重力降低高度，機師精準操控速度與角度降落跑道。機師駕馭飛機理論看似簡單，卻是一門深奧的藝術。

▼2020年桃園機場北跑道刨鋪完成，打開所有跑道燈檢測(左)，時任交通部長林佳龍率隊視察(右)。



▲2021年桃園機場南跑道完成道面刨鋪，王國材部長(中)、航政司長何淑萍(左2)、機場公司董事長林國顯(左3)、機場公司時任總經理但昭璧(右2)等皆肯定機場跑道工程如期如質完成整建。

飛機起降依賴前方吹來的風(逆風)才容易達到起飛需要的速度；降落前逆風方便維持最低安全空速，縮短起飛或降落使用跑道距離。

機場動工前需要5年以上風向調查，數據統計出來才能決定跑道座向。符合7成以上盛行風向，規劃與風向平行的跑道，如桃園機場配置；部份機場的風向會因季節而有顯著差異，此時便會設計成交叉跑道，或增設側風跑道，例如美國舊金山國際機場的配置。

桃園機場秋冬季吹東北季風時間長，夏季常吹西南風，兩個盛行風向時間超過一年2/3的時間，建機場時選擇東北、西南走向平行跑道配置。

跑道與街道一樣需要命名，桃園機場跑道規劃座向分別是磁方位角053度與233度，取360度方位角前2位數，命名為「05/23」，兩條不同跑道加上左與右區別，跑道全名分別是「05L/23R」與「05R/23L」，一般稱為「北跑道」、「南跑道」。

街道只有一個名字，為什麼同一條跑道卻有兩個名稱？是因為風向會變，飛機起降以風向方位(逆風)來決定，同一時間跑道只會使用一個方向，航管下達給航機的指令也只有一個跑道名稱，不會重複。桃園機場南側觀景臺的角度看，夏季吹西南風，航機使用23L跑道從北往南飛，航管下達使用23L跑道指令，05R呼號不會出現。冬季吹東北風，航機用05R跑道起降，航機從南往北，也不會有23L呼號。

桃園機場北跑道長3,660公尺，南跑道長3,800公尺，寬度都是60公尺，使用瀝青混凝土柔性鋪面，單獨一條跑道使用1萬3,176立方公尺的瀝青，可以鋪設4線道高速公路超過17公里。兩條跑道造價分別是25億元及30億元。

跑道要承受飛機對跑道施予的壓力強度，壓力不僅是飛機重量，也與輪胎數量及接地面積有關，輪胎數多、接地面積大，施加的壓力強度反而較輕。

國際民航組織（ICAO）標準，用在跑道的稱為鋪面分類號碼（PCN值），飛機的稱為航機分類號碼（ACN值），當PCN值大於ACN值時，航機起降便不會造成鋪面的損壞。

全世界最大的空中巴士A380型客機，最大起飛重量約570噸，22個輪胎，ACN值62；小一點的波音B777-300ER機型，最大起飛重量約350噸，14個輪胎，ACN值為71。桃園機場北跑道PCN值75，強度足夠承載這兩型飛機。

跑道平均5年刨鋪一次，每條面積約28萬平方公尺，耗資3億8,000餘萬元。2020年刨鋪完成的北跑道，所有燈光數量1,960顆，總價6億元。跑道長又寬，標誌、標線也巨大無比，好讓機師看得清楚。位在跑道頭的每個字母，字長9公尺、寬3到4公尺，堪稱全臺灣最大的街名標示。✈

▼桃園機場S9滑行道旁的跑道標示牌，使用紅底白字顯眼的顏色，讓機師能夠明確分辨。



▲（上）中華航空公司的波音B747-400F全貨機剛降落桃園機場05R跑道，圖下方的「S」字樣為標示通往「S滑行道」的方向指引。（下）桃園機場05R跑道頭的標示，每個字母長9公尺，寬3到4公尺，堪稱全臺灣最大的街名標示。

● 小教室便利貼1

你知道機場為什麼需要兩種跑道鋪面嗎？航機於靜止、停等或準備要起飛的時候，對道面的壓力會來得比較大，因此在跑道起飛的區域，會採剛性鋪面來承受這樣的壓力，而航機在降落的時候因為浮力的關係，只需要提供平整且有足夠摩擦力的路面供它減速，所以跑道中段的部分便採用柔性道面，讓航機降落。桃園機場每天至少會進行4次的跑道檢視，並有例行性關閉維護的時段，或是另有施工封閉已進行修復作業的期間。一般而言，機場每5年左右會進行面層的刨鋪作業，20年左右會將跑道挖除重建。

【影片：你不知道的跑道秘密】



● 小教室便利貼2

坐上飛安巡查車，跟著航務處教官一起巡視南跑道！

【影片：360°跑道巡場GO】



AIRPORT TAXIWAY



2-2 桃園機場滑行道

機場跑道比喻為交通幹道，滑行道（Taxiway）就屬於支線，擔負連接跑道與停機坪的重任。桃園機場滑行道總長度超過27公里，是維繫航機運作的任督二脈。

滑行道同樣有名字，依照國際間的習慣，與跑道平行的主滑行道，使用單一英文字母命名。桃園機場南側與南跑道同長的滑行道命名「S」，靠近航廈的滑行道命名「Q」；與平行滑行道連接之滑行道則以該平行滑行道名稱加一數字命名，例如「S1」、「N11」等。

滑行道標線為黃色。設於中間的稱為中心線，並設有綠色燈光供夜間或能見度不佳時識別。轉彎處則輔以藍色邊燈或藍色反光棒。當航機滑行時，航機會將鼻輪要壓在中心線上前進。

▼(左)美國優比速航空貨運公司的波音B747-8F全貨機降落桃園機場後，滑行前往停機坪，滑行道黃色的中心線及綠色中心線燈清晰可見。(右)桃園機場滑行道標示牌，黑底黃字內容為現在所在位置，黃底內容為前方或左右方的滑行道名稱。



▲（上）行駛在桃園機場南側交通道上各種地勤勤務車輛，駕駛人持用B類機坪駕照。（下）桃園機場北側靠近D區停機坪的P滑行道，黃色的中心線旁邊還漆成黑色加強辨識度。

● 小教室便利貼

跑道跟滑行道有什麼不同呢？滑行道負責連接跑道與停機坪，桃園機場滑行道總共超過50條，總長度超過27公里，是維繫航機運作的任督二脈，它們的外觀也有很大的差異，60米寬的跑道中心線是白色的，而滑行道只有25米寬，中心線是黃色，機長可以參考中間位置，避免飛機偏離出跑道。跑道的中心線兩側有白色的著陸區標線與著陸點，是航機降落時主輪碰觸跑道的參考位置，還有可以使用的距離。跑道上的燈光系統可以輔助航機，在夜間或日間能見度不佳的時候可以安全降落，進場燈系統是最先看到的第一組燈號，輔助機長預先對準跑道的方向，著陸區燈設於跑道中線兩側，會提供明顯的著陸區標示。精確進場滑降指示燈簡稱PAPI燈，位置在跑道進場著陸區的左側，協助機長判定下滑的角度是否正確，當出現兩白兩紅的時候，就代表符合降落的標準。從飛機窗戶看出去，旅客會看到藍色的滑行道邊緣標記，前方的綠色燈則是滑行道的中心線燈，如果你看到這些色燈，就代表飛機正行駛在滑行道上前往停機坪。

【影片：你沒看過的機場視角—跑滑道篇】



滑行道沒有紅綠燈，航機滑行由塔臺管制員管制，指揮走哪一條滑行道、在哪轉彎、在哪等待，飛行員不能任意行走。滑行道不單飛機走，車輛也會通過或穿越，順序以起降航機優先，拖空飛機移位的拖車其次，地面車輛最後。滑行道交叉口旁有路標作用的標示牌，黑底黃字是現在位置，黃底黑字為前方或左右方滑行道名稱。

在桃園機場空側開車要考機坪駕照，空側交通監理由桃園機場公司航務處主管，交通違規不歸警察管，航務師開單處罰。機坪駕照分A至E類，A類（例如航機引導車、拖車）可以通行跑道、滑行道等所有區域，行駛於該等區域之車輛必備警示燈、無線電對講機與廣播式車輛位置自動回報系統（ADS-B），讓塔臺管制員透過目視或地面監控雷達了解車輛位置及動向。而目前桃園機場以發行B類駕照數量為最多，此類可通行通道及機坪等區域，C類通行勤務道路及行李處理場，D類環場道，E類限倉棧業者使用。



AIRPORT APRON



2-3 桃園機場停機坪

機場是飛機的家，停機坪（Apron）是飛機的起居室或工作間，飛機停放機坪讓旅客及貨物上下，維修機坪執行飛機保養維修，完成整備迎接下一趟旅程。

桃園機場共有110個停機位，包括38個客運機位（有空橋），15個遠端機位（無空橋），25個貨運機位，32個維修機位。第三航廈啟用後，將再新增21個靠站機位及6個遠端機位。

桃園機場38個客運機位空橋，其中30個為雙橋設計，6個機坪只有單橋，2個配合空中巴士A380型客機使用的機坪各有3座空橋。15個遠端機坪沒有空橋，旅客上下機仰賴扶梯車，再搭接駁車進出長廊。

飛機滑行進入停機位，機長仰賴導引系統或人工導引。桃園機場客運機坪裝設目視停靠導引系統（Advanced Visual Docking Guidance System, A-VDGS），機長操作飛機進入停機位時先確認機型，照系統顯示的信號偏左或偏右修正滑行路線；停機前導引系統顯示減速，最後亮燈指示機長煞停在鼻輪停止線上。

遠端機坪由人工導引機長停機；進出維修機坪的飛機掛上拖車移位，拖車駕駛負責操作路線及停放位置，沒有導引問題。飛機發動機燒油產生推力飛上天，燃油是飛機飛行的重要資源。國籍航空較普遍的波音B777-300ER型客機，最大燃油容量超過18萬公升，小客車50公升油箱可以加滿3,600百輛。



▲長榮航空波音B787-10型客機由機長操作滑行進入桃園機場C7停機位，目視停靠導引系統的顯示幕上的操作資訊，最上方「B78X」字樣為機型。

這麼大量的燃油有飛機專用油栓車，從每一個停機位上的加油口，把油庫送來的航空燃油抽進機翼油箱，經過機內幫浦分送到機身油箱等處。

飛機完成加油作業後，接下來是飛行途中的旅客餐點、枕頭、毛毯等機上用品，還有旅客託運行李及運載的貨品要送上飛機。這時空廚及航勤的餐車，以及裝卸專用升降車靠近機邊並升起，把各類用品裝進機艙。

● 小教室便利貼

飛機進場，機坪上的工作人員準備開工了！（影片：機坪作業360°開麥拉）



▲桃園機場C6停機位的航勤作業人員，準備迎接一架空中巴士A330-300型客機進入停放。



▲復興空廚的餐車（右）及星宇航空公司的裝卸升降車（左），為準備載客飛行的星宇航空客機上餐飲及裝載貨物。



▲停放在桃園機場停機坪的長榮航空客機，連接橋氣（右側空橋下方橘黃色管線）、橋電（鼻輪旁彎折的黑色纜線）展開地勤作業。空橋下方支柱右側的長方形箱狀物內裝橋氣設備，支柱左方較小型的盒狀物內為橋電設備。

飛機上下旅客，空橋、扶梯車、接駁車為主力裝備，為了節能減碳，提供飛機未發動引擎而需要進行地勤作業時的電力及空調，桃園機場客運機坪裝設了供應設備，簡稱橋氣、橋電，加上純電動拖車頭及充電站等綠能設備，獲得2019年亞太綠機場認證。

飛機停妥關閉引擎後，機內空調、燈光及裝卸貨物的電力，可由機尾輔助動力單元（Auxiliary power unit, APU）提供，但是耗費燃油且排放廢氣。使用桃園機場裝設的橋氣、橋電設備，該設備使用率約75%，2019年減碳效益推估達2.59萬公噸二氧化碳當量，成果顯著。

桃園機場的桃園航勤、長榮航勤和星宇自辦航勤目前共有75輛純電動拖車頭，搭配桃園機場公司設置的43座充電站，共86支充電槍，4小時可充滿電池，有效節約燃油消耗及減少廢氣汙染。讀者有機會到桃園機場，可以看看哪些是純電動車輛。

空橋的運作也會受到強風的影響，若風力過強，空橋可能會傾斜甚或碰撞飛機造成損害，危害安全。為了掌握即時風力狀況，桃園機場設置了6座機坪風速計，瞬間最大陣風達到每小時48海浬（相當時速88公里）停用空橋，每小時55海浬（相當時速101公里）就需要把空橋降到最低並捆綁固定，以策安全。✚



▲桃園機場C6停機位的航勤作桃園機場設置的43座純電動車充電站之一，拖車頭正在充電。



▲星宇航空扶梯車。

AIRPORT LIGHTING



2-4 桃園機場助航燈光設備

桃園機場與航機起降有關的助航燈光設備有14類、多達8,000多盞，每個月電費約百萬元，其維護人員全天候24小時監控守護，點亮顏色、角度、亮度不同燈具，協助機師於起降或場面移動時正確辨識位置，確保飛航安全。

桃園機場公司統計，2021年8月底助航燈光系統共有8,397盞燈光，受到場面工程進度影響，會微幅增減。跑道燈光顧慮易遭雷擊損壞，使用鹵素燈泡，數量超過一半的滑行道中心線燈則使用較省電的LED燈，每個月平均耗電800kW，電費約100萬元左右。

跑道是機場最主要設施，裝設在跑道上及兩頭的燈光有11類、2,700多盞，包括中心線燈、邊燈、進場燈系統等。從機師的視角來看好像五彩繽紛的耶誕樹，位置及顏色都顯示不同意義。系統燈光從跑道頭向外延伸900公尺，由進場燈、順序閃光燈、跑道頭燈、著陸區燈等組成進場燈系統，讓機師在接近跑道頭的低空，能夠依照精確進場規範的決定高度（Decision Height）之前目視跑道，操縱航機安全降落，如果機師在決定高度無法目視跑道，就要重飛以策安全。

中心線燈沿著跑道中心線布設，依照第二類精確進場標準每15公尺一盞，跑道頭至末端前900公尺都是白色，900公尺至300公尺為白紅燈相間，最後300公尺全部都是紅色，搭配跑道末端一橫排紅色的末端燈，告訴機師跑道已至盡頭。跑道邊燈優於規範標準沿著跑道兩側每30公尺一盞，除了末端600公尺為黃色，其他段邊燈為白色。2020年桃



▲從機師的視角看桃園機場05R跑道頭系統燈光，好像一棵五彩繽紛的耶誕樹。



▲機場跑道燈光設備說明圖

▼(上)桃園機場燈光系統監控席位，可以掌握全部8,437盞燈光的工作狀態。(下)桃園機場最貴的跑道警戒燈（圖左），每組要價20萬元，滑行道轉彎處的藍色反光棒（圖右二）每支也要8,000元。



▲航機凌空飛過桃園機場05R跑道頭的高架進場燈（圖下方），準備降落。

園機場北跑道全面翻修，1,385盞跑道相關燈具要先移除再裝回復舊；2021年為南跑道翻修，移除裝回的燈具超過1,400盞，工程浩大。滑行道為了與跑道燈光區隔，滑行道中心線燈為綠色，桃園機場所有滑行道中心線燈總數達4,498盞，超過場面燈光數的一半。

桃園機場的燈光完全依照國際民航組織（ICAO）規範裝設，妥善率接近100%，亮度、顏色也會定期檢測符合標準。整個燈光系統有5段亮度選擇，依照跑道視程（Runway Visual Range, RVR）及日夜明暗不同，由塔臺管制員控制亮度，讓機師目視時不會太暗看不清楚，也不會過亮太刺眼。

以燈光種類來區分，最貴的燈光為跑道警戒燈，每組價值20萬元，裝設在進入跑道前的滑行道旁邊，黃色單向閃光燈設計，提醒機師沒有獲得塔臺許可不能超越停等線。另外滑行道轉彎處設置的藍色反光棒，雖然為輔助性質，每支也要8,000元，所費不貲。

這麼龐大的燈光系統，桃園機場公司配置專責團隊24小時全天候監控及維護，不定時舉行模擬系統異常狀況搶修演練，做好萬全的準備。燈光監控系統能夠精確的顯示故障燈光位置，以及供電系統異常等狀況，讓維修人員先準備好更換器材，待命到現場即時更換。

桃園機場跑道全天候開放使用，燈光系統維修不論颶風、下雨、大太陽，任何時間工程師都要上場。一般時段利用每天早上及下午各一次聯合巡場機會，30分鐘內如同作戰般打帶跑，搶時間完成巡檢維修工作；較花時間的維修就要利用凌晨航機起降離峰時段完成，讓燈光系統全天候提供完整的服務。

INSTRUMENT LANDING SYSTEM



2-5 儀器降落系統

機場設置助航、導航系統關係到航機起降安全與運作順暢，其中最重要的當屬儀器降落系統（Instrument Landing System, ILS）。桃園機場兩條跑道目前歸類為第II類（CAT II）精確進場跑道，未來05L跑道計畫提升至第III A（CAT IIIA）類儀降標準。

航機降落考驗著機師操作技巧，天候良好能見度佳，風速、風向平穩，可以達到所謂「穩定進場降落」。一旦能見度降低，又受到側風或風切等異常天候干擾，儀器降落系統可以適時支援提供機師資訊，確保航機安全落地。

儀器降落系統主要由左右定位臺（Localizer）及滑降臺（Glide Path）組成。左右定位臺顧名思義，功能是讓機師確認航機位置在跑道中心線的左側或右側，並按照數據修正接近跑道的方向。左右定位臺天線裝設在跑道末端中心線向外延伸約300公尺處，由一整排天線群組成，依照跑道中心線，在兩側發射出不同頻率經過調變無線電信號，航機上的接收設備從40公里外就可以收到信號。

滑降台裝設在跑道著陸點側邊，模擬飛機下降期間最佳的3度角為基準，發射出高低兩組不同頻率經過調變無線電信號。航機接收到跑道左右定位臺與滑降臺的信號，會顯示在駕駛艙姿態儀上，兩組信號對正姿態儀十字線



▲（左）桃園機場23R跑道的左右定位臺天線群。（右）桃園機場05R跑道右側的滑降臺天線。



中央，代表航機已經對正跑道，下降率也符合標準，可以穩定精確地降落在跑道著陸區。

滑降臺的天線在使用跑道頭降落點的側邊，左右定位臺的天線則是在跑道另一端。例如桃園機場冬季常使用05L跑道，左右定位台天線在23R跑道端外側，讓信號可以覆蓋整條跑道，萬一能見度降低，航機落地後機師仍舊可以接收到左右定位臺信號。

除了儀器降落系統之外桃園機場還有許多設施，跑道頭側邊的精確進場滑降指示燈（Precision Approach Path Indicator, PAPI）為其中之一，由4盞發光角度高度不同的紅色及白色燈光組成。機師降落途中如果看到2紅燈、2白燈，代表高度正確；如果看到超過兩盞白燈，代表高度過高；如果看到超過兩盞的紅燈，代表高度過低有危險，必須減少下降率。

滑降臺下滑角標定的跑道著陸點，為了讓機師在空中清楚的看到位置，兩塊白色標線長度達到45至60公尺，寬度也有6至10公尺，是全機場最大一塊標線。能見度降低或夜間，一系列的進場燈、著陸區燈等也是重要輔助工具。

桃園機場兩條跑道（4個使用跑道方向）儀降系統都具備第II類（CATII）精確進場標準，在跑道視程（RVR）不低於300公尺，航機決定高度（機師目視跑道最低高度）100呎，讓航機安全降落。目前飛桃園機場航機99%具備第II類儀降能力。未來發展規劃，05L跑道計畫提升到第III A（CAT IIIA）類儀降標準，只要緊鄰跑道的視程儀偵測的視程距離高於175公尺，縱使外面茫茫一片，都適合備有相對應系統的航機降落。✚



▲美商優比速航空貨運（UPS）波音B747-8F全貨機準備降落05R跑道，跑道降落區的燈光系統清晰可見。左下角可以看到4盞精確進場滑降指示燈（PAPI），因為攝影角度視角位置偏低，全部呈現紅色。

▼長榮航空波音B777-300ER客機穿越05R跑道頭前方的進場燈準備降落。



03

飛行環境

THE FLIGHT ENVIRONMENT



引言—移動城堡的控風掌舵術

3-1 氣象觀測

3-2 濃霧影響航班

3-3 融入生態管理的鳥擊防制作業

3-4 起降時間隨季節調整的冬夏班表

3-5 雷暴(雨)作業

WIND AND HELM OF THE MOVING CASTLE



MODERATOR

李中寧 LEE,CHUNG-NING

星宇航空航務處副總經理及A350機長
STARLUX Airlines / Executive Vice President & A350 Captain



移動城堡的控風掌舵術

李白嘗詩云：「俱懷逸興壯思飛，欲飛青天攬明月。」不論是闖龍宮鬧天庭，騰雲駕霧恣意逍遙的齊天大聖；抑或是夜夜心繫碧海藍天，悔恨偷食靈藥的羿妻嫦娥——空中翱翔一直是人類自古以來朝乾夕惕的嚮往。

1903年萊特兄弟自行研製的「飛行者一號」創下人類歷史上首次固定翼航空器在能受控制下成功飛行的紀錄，不僅是20世紀最重大的發明之一，更是現代航太發展的濫觴。姑且不論流體力學的白努利定律，也將進壓爆排的往復式內燃機暫且擱置一旁；機組旅客的舒適安全，兩地聯繫的浪漫歡樂之餘，且讓我們平心靜氣、閉目試想：北美東岸夜航經費爾班往西航班，置身於或綠、或紫、或藍的瀾漫性歐若拉；漫漫長夜的南太平洋上毫無光害的滿天星空，一覽無遺的帶狀銀河與南十字星；函館山上做程序轉彎儀飛進場，百萬

夜景反覆全景盡入眼簾；亞歐間航行類駝峰航線，伴隨綿延數百里白皚皚的最高山脈；日出曙光、日落彩霞、積雨雲群、凝結尾跡、索爾發威、天象變化……等等現象都是3萬英呎高空的視野與體會。

世人問君何能爾？錙銖點滴在心頭！

如鴻鵠般一舉千里地穿遊雲端是人類共同的夢想，只要有過飛行經驗的人，都會對萬呎高空超然塵俗的美景，以及由上帝視角俯瞰壯闊大地的經驗留下深刻的印象。這種必得藉由駕駛或乘坐飛機才能取得的體驗，超於日常，總引人一再地渴求下一趟的旅程，吾也有幸，能抱持著自己對於飛行的嚮往和初心，在這般難能僅有的工作條件下，度過了數載寒暑。

然而，不可諱言，駕駛飛機亦是一項高度

仰賴專業的工作，執掌航向的機師在座艙前端儘管可以視線無遮蔽的方式享盡寰宇奇景，一方面也肩負著百萬旅客的生命安全。飛行環境因各國環境和季節都有所不同，多年來吾人總秉持著戰戰兢兢的心情，完成每一趟的飛行。

航空業其實是一個非常視天氣狀況吃飯的行業，飛機靠著氣流的作用力升空，卻也可能因為氣流的擾動面臨險境。機師必須知曉如何應變各種天候狀況。專業飛行人員的養成不易，嚴謹的職前訓練，以及實際飛航經驗的累積，都能加深機師緊急應變的能力。然而近年氣候變遷，對於機師而言更是一大挑戰。無論是亂流、氣旋、風切，甚至雷雨，與當年甫任職之初已有顯著的變化。

猶記數年前一趟內蒙古的飛行，機場天氣已有強陣風氣象報文且風速臨界飛機的側風限制。當航機第一次試圖降落時遭到側風劇烈變化而偏離中心線，為了安全而選擇重飛。第二次嘗試進場時已做好轉降的準備，如無法落地即毫不猶豫往備降場站前去。第二次嘗試落地時，雖然風速強勁，但風向變化趨緩，航機終得安全降落，機場卻也因為強陣風影響而被迫關閉數小時。

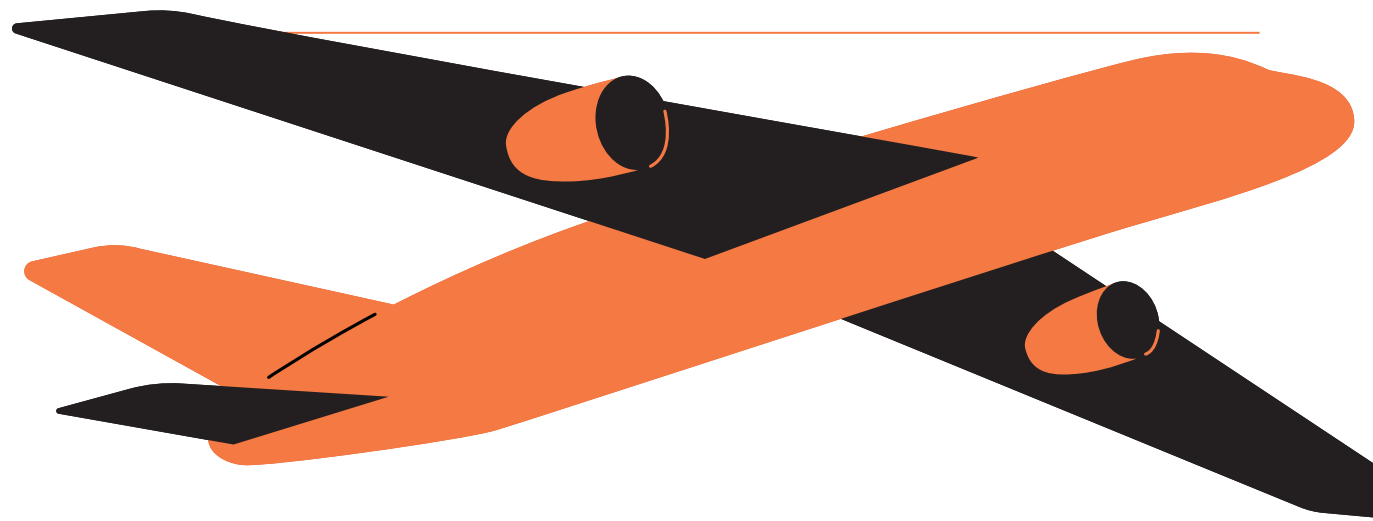
事後回想，能夠在如此劇烈天氣中平安起降，除了些許的運氣之外，應歸功於平時模擬機的扎實訓練與資深教官的經驗分享及討論，彼此在飛行路上相互砥礪，做好身為擺渡人的本分。

以臺灣天候條件而言，本島夏季天氣炎熱冬天東北季風盛行，這兩種天氣條件本就要求飛行員擁有一定程度的應對能

力，但目前逐漸嚴峻的極端天氣演變，卻讓起降產生越來越大的挑戰，每一趟安全落地的背後需要更多細膩的操作。而安全落地之前的準備作業，天氣條件的獲取都需仰賴桃園機場提供的自動中端情報服務（Automatic Terminal Information Service）以及地面風切預報（Wind shear Alert），唯有精確的天氣氣象不斷的更新，才能提供飛行員一切落地性能的全面考量。

回顧航客空業近年的發展，自冠狀病毒病（COVID-19）疫情於2020年初爆發以來，對各國都造成了極大的影響，在營運單位減班縮編的狀況下，一度顯得蕭條，然而飛行員面對天候的挑戰依然存在，每一個職守崗位的人員，仍秉持著至始不變的謹慎態度面對每一趟的航程、全力以赴，以確保每一位旅客都能擁有安全舒適的搭乘經驗。而2022年隨著全球疫情逐步趨緩、國境解禁，航班逐量增加，旅客數也緩步回升，桃園機場因應反應所進行的相關配套服務工作量隨之提升。機師身為航行第一線的從業人員，深知唯有透過航空公司與桃園機場的相互配合，才能減少班機誤點使整個飛航運作順遂圓滿，提供旅客最好的服務。

在航空業因疫情而面臨嚴峻挑戰的此時，特別欣見這一本論及航空業各個面向的《走讀桃園機場 25篇你不可不知道的飛航小知識》付梓出版，這對相關從業人員而言，不啻給予了正向且積極的肯定。除此之外，外界對於牽涉多種管理面向、流程複雜的航空運輸業總抱持著神祕的印象，本書透過專業撰文的脈絡梳理，以深入淺出的方式帶領讀者入門，不僅為有意探索飛航相關領域的人，提供了無論就知識和觀點



都能符合當代現況的優良參考書，也讓一般的旅客有機會了解一趟旅程可能觸及的各種環節，以此體認每一次飛行都得仰賴一群精良的專業人員以合作無間的相互支持方能完成。在對等的認知水平之上，亦有助航空公司與旅客雙方的理解與溝通。

在〈飛行環境〉這個章節中，包含了〈氣象觀測〉、〈濃霧影響航班〉、〈融入生態管理的鳥擊防制作業〉、〈起降時間隨季節調整的冬夏班表〉，以及〈雷暴(雨)作業〉等不同的面向，這些因素各自成篇，但在一趟實際的航程中，都有可能交錯發生，也是身為機師者必須面對的日常。飛機既然是在空中飛，天氣當然是很重要的環境因素；在起飛落地時的能見度、雲高、風向風速；在高空中的氣流穩定度、晴空亂流、噴射氣流等，都是影響飛行安全的氣候因素。桃園機場內有一組隸屬民航局飛航服務總臺的氣象觀測員，自始便以24小時輪班的方式，駐守於塔臺上的氣象觀測室，為機師提供即時氣象報告、天氣預報、氣象警報等資訊，在旅客視線所未及之處，守護著眾人。

時至今日，全球暖化導致氣候變異，極端氣候不斷發生，而在空中飛行的鳥禽，也

受到此影響，導致遷移型態改變，其飛行路徑與飛機航路的互相衝突，造成飛機引擎、結構的損壞，也可能嚴重影響飛安。這種前所未有的狀況，不但加重了氣象觀測員的負擔，也一再挑戰飛行員的專業技術及飛機的性能。期待讀者們能藉由用心撰寫的文章，了解天候環境對於飛安可能造成的各種影響，從而理解遵守機上專業機艙組員所給予的安全指示的重要性，並且進一步地關切目前已切實地影響生活各個層面的氣候變異問題。地球暖化並不是一個抽象的議題，它已經讓我們真實有感知地影響了飛行，期待每個人都能從維護自身周邊的永續環境做起，共同為環境的穩定性盡己之力，希望未來的每一位旅客都能在安全無虞的前提下開心啟程，並帶著美好的回憶返家。

星宇航空航務處副總經理及A350機長
STARLUX Airlines / Executive Vice President & A350 Captain

李中寧

METEOROLOGICAL OBSERVATION



▲長榮航空公司波音B777-300ER客機降落在桃園機場05R跑道，機尾右側設施為氣象園區。

3-1 氣象觀測

機場是飛機的家，也是旅客往來必經之地，旅客能夠平安完成旅程，幕後有整個團隊共同努力付出。本文介紹桃園機場空側（Airside）設施與飛航作業過程，揭開神祕面紗，讓大家更瞭解機場運作。

跟飛航有關的行業靠天吃飯，氣象觀測服務非常重要。桃園機場內有一組隸屬民航局飛航服務總臺的氣象觀測員，與飛航管制員一樣駐守在塔臺上的氣象觀測室，全天24小時輪班堅守崗位，提供即時氣象報告、天氣預報、氣象警報等資訊，在旅客看不到的幕後，默默地守護著飛航安全。

航空氣象臺觀測員的工作區分觀測、報告及預報、警報三大類。每30分鐘發布一次的機場天氣報告，項目包括風向、風速、能見度、雲高、溫度、露點、氣壓等與飛航關係密切的氣象資訊。天氣變化達到特定條件時，發布機場特別天氣報告，也會發布未來2小時天氣預報，給航管及航空公司擬定管制方案或飛航計畫參考。

警報種類有雷暴、低空風切、颱風等，這些名詞是氣象專

業用語，氣象觀測工作列為「顯著危害天氣守視」，換成大眾熟知的名稱就是打雷、閃電、強風、颱風。發布雷雨當空警報或陣風強風風速過高，這些劇烈的天氣變化依規定暫停地面作業，確保航機及地勤人員安全，然而可能造成航班起降或行李處理時間延誤。航空氣象臺觀測資料，於每天01時、07時、13時、17時，發布桃園機場未來1小時至6小時的起飛氣象預報，包括風向、風速、溫度、氣壓等資料，提供給航空公司簽派員及機師，規劃計算飛航班次合理載重、所需浮力，讓飛行更加安全舒適。設在桃園機場的氣象觀測設備包括都卜勒氣象雷達、低空風切警報系統等，大部分設施集中在桃園機場兩條跑道旁的6個氣象園區。

飛航作業靠天吃飯，機場風向決定使用哪一條跑道。冬季盛行吹東北風，桃園機場常使用05L或05R跑道起降。風速的變化是否達到風切等級，也必須即時提供給機師參考。

風向與跑道垂直必須側風起降，各航空公司或不同機型對側風的標準不一樣，可能出現有些航機能降落、有些不能降落的差異，搭機旅客不明瞭規範情形之下容易誤解。其次，能見度（Visibility）關係到航機能否降落。出現濃霧能見度低於1,500公尺，塔臺管制員會通報跑道視程（Runway Visual Range, RVR）數據，由機師根據各航空公司的作業規範決定起降與否。桃園機場的跑道視程儀裝設在兩條跑道的側邊，距離跑道中心線120公尺，跑道落地段、中段、尾段各有一組，觀測數據直接連接到塔臺管制員操作面板上，由管制員即時通報給機師。以桃園機場為例，低能見度航機起飛標準為RVR175公尺，使用第二類儀器降落程序下，航機降落標準為RVR300公尺。✚



▲裝設在桃園機場05L跑道北側的都卜勒氣象雷達，左上角為23R跑道左右定位臺天線。



▲裝設在桃園機場05R跑道落地段旁的跑道視程儀。

DENSE FOG



3-2 濃霧影響航班

機場運作看天吃飯，濃霧是干擾飛機起降的天候因素之一。冬季與春季冷暖交替時節，桃園機場易受平流霧籠罩，旅運延誤或中斷，搭機旅客或接送機民眾若看到桃園機場公告「濃霧影響航班」的資訊，須請瞭解並配合。

霧是空氣中水氣呈現的方式之一，成為水氣增加達到飽和，或者空氣降溫至露點（dew point）以下，細微又密集的水滴懸浮在接近地表處，水平方向能見度低於1,000公尺稱為霧，200公尺以下為濃霧。氣象學上霧的種類區分為平流霧、輻射霧、上坡霧、蒸氣霧、鋒面霧等。桃園機場靠近海邊，臺灣海峽西南邊溫暖潮濕空氣，以水平模式吹往臺灣北部陸地，遇到溫度較低的地表凝結成平流霧。平流霧不受日夜影響，暖濕空氣持續吹襲，霧不容易散開；在夜晚出現的輻射霧，太陽升起照射，地面溫度升高就會散掉。



▲桃園機場受到濃霧籠罩，停機坪的燈光照亮飛機的機尾。

▼桃園機場受到濃霧籠罩，一架波音B747-400型客機準備降落，機身及機翼上下充滿水氣。



▲受到濃霧籠罩，航機起降或地勤作業均會增加困難度。

當視線不清時，容易增加航機起降或地勤作業的困難與風險。桃園機場運用科技對抗濃霧，儀器降落系統、地面搜索雷達，搭配維護作業安全的低能見度作業規範，塔臺管制員執行航機區塊隔離管制，減少濃霧對航機運作影響。機場能見度低於1,500公尺，會提報跑道視程（Runway Visual Range，簡稱RVR）數據。桃園機場兩條跑道都提供第二類儀降設備，降落RVR不低於300公尺，起飛RVR不低於175公尺，起降標準為全國各機場最優。

地面搜索雷達也是對抗利器，對於場面狀況的掌握除了雷達掃描地面之外，要進入跑道、滑行道具A類通行證車輛均裝設與飛機同級的車載式位置自動回報監視-廣播系統（Automatic dependent surveillance - broadcast, ADS-B），運作模式與機載式ADS-B相同，讓塔臺管制員在顯示幕上清楚掌握場面所有飛機及車輛位置，過去航機或車輛因濃霧迷路的風險可以大幅減少。

地面作業安全措施，RVR低於550公尺（或者無RVR值但能見度800公尺時），桃園機場啟動「低能見度作業程序」，細分為RVR低於500公尺、300公尺、175公尺3階段，作業的因應措施包括暫停施工、遠端停機坪暫停地勤作業、確認助航燈光妥善等，RVR值低於300公尺時僅航機引導車、飛安巡查車等必要車輛能進入跑道、滑行道特定區域，減少風險因子。

濃霧中航機滑行移動，塔臺管制員執行「區塊隔離」限制，機場所有滑行道劃分多個區塊，同一區塊空間只准許一架航機移動，讓航機安全隔離，航機通過核對點機師都要向塔臺回報位置，確認後才能繼續移動。科技條件及管制措施使航機起降作業受到的干擾降低，跑道、滑行道能夠容納飛機運作數量仍會減少，延誤無法避免。起飛航機可以在地面等候，到場降落航機受到備用油料限制等因素，無法在天空盤旋久候，必須轉降備降機場，然而這些都是為了安全的必須。

當濃霧籠罩桃園機場期間運作航班減少時，待疏運旅客量不會憑空消失，濃霧退散航機陸續飛回，大量航班擠在短時間湧入，容易出現塞機陣痛期，旅運延誤無可避免，工作人員努力紓解，旅客的體諒與鼓勵就是最佳動力。✚

BIRD STRIKE



3-3 融入生態管理的

鳥擊防制作業

大自然鳥類翱翔天空的時間超過千百年，18世紀載人熱氣球實現了人類的飛行夢後，百餘年來人與鳥爭奪「空權」，各國機場鳥擊事件時有所聞，鳥擊防制成為維護飛航安全重中之重。桃園機場近年引進生態管理，減少鳥擊事件。

「鳥擊」是航機在各個飛行階段中撞擊到飛鳥的簡稱，超過九成的鳥擊發生在飛機起降階段的低空，又有接近一半是發動機吸入飛鳥。航機在低空遭到鳥擊導致機件損壞，機師應變的時間與空間都有限，威脅到飛航安全。而桃園機場2022年1月至10月止，鳥擊通報數為18起，實際確認鳥擊事件則為0。

國際上鳥擊危害最有名事件於2009年1月15日在美國紐約發生，當天全美航空（US Airways）的US1549航班從拉瓜地亞機場起飛後遭到鳥擊，雙發動機失效，靠著機長薩利優異的飛行技術，6分鐘後迫降哈德遜河河面，全機155人全數獲救。事後調查發現，飛機撞擊的是一群加拿大黑雁，每隻重約3至6公斤。

鳥擊事件後通常會留下一些跡證，包括遺留在跑道上、發動機內部的鳥骸、羽毛，或飛機外部撞擊點留下血漬，不過也有過離奇的鳥擊事件。數年前一架外籍航空飛機降落桃園機場時發生鳥擊，事後完全沒有找到任何跡證，機長強調飛機絕對撞到鳥隻；所幸機務人員不放棄徹夜檢查，



▲（左）桃園機場05L跑道頭架設的垂直鳥網，防止鳥類進入跑道操作區。（右）桃園機場05L跑道頭排水明溝上方裝設的紗網，阻隔航機起降頻繁區域的鳥類活動。

● 小教室便利貼

全世界的大小機場，每天都會面臨鳥擊的挑戰。以桃園機場為例，周圍的埤塘、濕地、樹林和草生地，提供了良好又舒適的棲息條件，而吸引許多鳥類久居或過境。但一味的驅趕治標不治本，深入了解鳥類與環境的關係，就能預期特定鳥類出現的季節和時間，及早擬定因應方式，依時發出公告，提醒航空業者可能威脅飛安的鳥種、活動區域、出沒時間與飛行高度等資訊，可減少鳥擊的發生。以兼顧生態環境和鳥類習性的方式進行防制，不但能加強飛航安全，也能讓鳥兒避開危險區域與人類共享美好天空。

（影片：鳥擊防制不停歇）



▲（上）桃園機場公司裝置在滑行道旁標示牌上方的防鳥刺，讓鳥類無法停留。（下）桃園機場南側環場道旁排水溝上方裝設的紗網，讓鳥類無法至排水溝喝水、覓食。

天亮前總算在機鼻旁空速管內找到鳥骸並清理乾淨，讓航機次日平安離場執勤，事後機務對鳥隻為何會撞進細細的空速管且不留痕跡百思不解。機場的環境是鳥類生活的天堂，有蟲類及水源顧肚子，草地、樹木可以躲藏棲息繁殖，寬廣無阻礙的空間適合飛翔。大上幾百倍的飛機對鳥類來說彷彿是「同類」，不需要害怕，經常出現驅鳥的人類才是最大的敵人。鳥擊防制作為讓工作人員傷透腦筋。桃園機場每日共執行4次以上的驅鳥作業，用傳統方式使用燈光、聲響等方式驅離在機場內外飛翔的鳥隻，但「你趕我飛、你走我回」，經常在玩捉迷藏遊戲。

近年來桃園機場公司與桃園市野鳥協會等單位專家合作，引進鳥類生態管理模式，觀察並紀錄桃園機場鳥相資料庫，每個月在桃機官網發布鳥類活動預告，例如12月場內主要活動鳥種為白尾八哥、黑翅鳶、野鴿等，分析預告鳥類活動區域、時間、高度等資訊，同步刊載在飛航公告內通報航空公司。不單是鳥相調查，2021年8月起專家展開機場空側蟲相研究調查，了解鳥類食物鏈在機場內分布狀況，作為調整鳥擊防制措施擬定策略參考。桃機根據勘查鳥類生態發展出防制鳥擊硬體設施，包括找出鳥類水源、覓食區域、棲息繁殖地等資料，相對應架設垂直鳥網，排水明溝上方覆蓋紗網，跑道與滑行道周邊草地定期修剪，滑行道旁指示牌上方架設「防鳥刺」。桃園機場公司種種鳥擊防制措施讓「鳥類不能來覓食、無法棲息停留繁殖」，期望在兼顧生態保育與飛航安全下，使鳥擊事件造成傷害與損失降至最低確保飛行安全。✚

SUMMER & WINTER SCHEDULE



3-4 起降時間隨季節調整的

冬夏班表

3月最後一個星期日，國際民航班機起降時間調整為夏季班表。夏季、冬季班表轉換，主要是越洋飛行受到噴射氣流強弱影響使飛行時間差距大；每年2次班表更動，也牽動桃園國際機場整體運作及旅客服務。航機往返兩地距離相同，沒有外在因素干擾，理論上飛行時間應該相同。飛機在空中飛行的介質是空氣，大氣條件不同影響飛行速度，順風快、逆風慢。短程區域航線影響較輕，越洋航班飛行時間可能出現1至3小時差距。越洋往返飛行時間差距，是北半球中緯度區域有一股從西往東吹的噴射氣流（Jet Stream）；南半球同緯度也有噴射氣流，因飛航班次相對較北半球少，影響程度較輕。噴射氣流高度從2萬3,000呎至4萬呎，約在對流層頂端與平流層之間，是民航機主要巡航高度；寬度數百公里，出現的緯度、路徑受到大氣環境牽扯，會往高、低緯度偏移，位置不固定。

噴射氣流速度對航機飛行影響最大，隨季節變化，夏季風速約每小時100哩（185公里）左右，冬季風速可以超過每小時200哩（370公里）以上，相當強勁。比超級跑車速度還快的尾風吹著前進，讓航機如虎添翼。航機順風飛行能節省油料縮短飛行時間，航空公司簽派員會利用氣象預報資料，結合飛行計畫系統軟體，選擇最佳航路讓往東飛的航機



▲桃園國際機場依據IATA規定，實施冬夏季班表，以全球一致的時間進行航班調度並提供旅客服務。



▲（上）航機依照桃園機場指示停放以利執行地勤作業。（下）桃園機場第二航廈北側停機位停放的航機，正在執行地勤作業。

搭上「順風車」，好好利用噴射氣流的利多；如果往東飛的航機比表訂時間提早抵達目的地，多半是因順風比較強。

以熱門的桃園至洛杉磯航線來說，夏季桃園飛往洛杉磯飛行時間約需12小時，冬季噴射氣流增強，縮短到11小時甚至更短。故桃園機場公司根據冬夏季班表密集性不同，協調旅客報到櫃檯及空側機位調度。若航機因氣候原因提前或延誤時，則須依實際情形彈性規劃相關作業。

順風讓飛行更快，卻也有缺點。航機如果遇到瞬間風速變化大的氣流，例如亂流，機身上下顛頗，影響旅客搭乘的舒適度；假使飛過的大氣環境更糟糕，出現晴空亂流（Clear Air Turbulence），更可能威脅到飛航安全。這也是航空公司貼心提出飛安小叮嚀原因，提醒旅客在座位上或睡眠休息時最好繫上安全帶，確保自身安全。因為晴空亂流往往來得又快又猛，民航機上現有氣象雷達等科技設備，仍無法提前發現並及時提出警告。臺灣飛往北美航機藉助噴射氣流「順風車」節省時間，回程同樣的路徑要逆風飛行，費時又耗油，成為航空公司夢魘。解決之道就是繞路，航空公司簽派員選擇不同航路，規劃偏北經過較高緯度靠北極的阿拉斯加往西飛，或採用南航路，通過夏威夷北邊橫越北太平洋飛回臺灣。從北美啟程東往西飛的繞道航線雖遠，效益卻比較高，不會和噴射氣流硬碰硬正面「衝突」。如果能夠提前抵達桃園機場，不是因為順風的關係，多半是航路上逆風較弱。

桃園飛往洛杉磯需時11至12小時，從洛杉磯飛回桃園要13至14小時，往返飛時差距1至3小時，航機沒有照表訂時間抵達，提前或延誤都會干擾機場運作。北美航點飛至桃園機場的航班若提前降落，桃園機場公司航務處原本安排的停機位，可能前一架飛機還沒有離場，航務師要臨時改機位，或等前面航機空出機位；航機晚到，後續使用這個機位的航機也要等，航務師同樣要調度，提高效率並順暢機場運作。國際航空運輸協會（IATA）規範，每年夏季班表從3月最後一個星期日起，到10月最後一個星期六止，冬季班表從10月最後一個星期日，到次年3月最後一個星期六止。



THUNDERSTORM



3-5 雷暴(雨)作業

季節進入夏季，大氣擾動頻率增加，伴隨出現雷雨，閃電雷擊出其不意，威脅機場地面作業安全，曾發生混凝土道面遭雷擊受損事件。桃園機場公司根據天候觀測數據，訂定相關地面作業準則，確保安全。

雷暴(雨)屬於顯著天氣變化之一，常發生在夏季午後，其他季節偶發。夏季太陽照射地面氣溫升高，地面水氣隨熱氣流上升，至高空低溫環境凝結成固態冰晶，當冰晶越來越重上升氣流無法支撐就會下墜，若冰晶體積大直接墜地成為冰雹，冰晶體積小墜落途中溫度升高溶化成降雨。這些大氣擾動，伴隨出現亂流（Turbulence）、風切（Wind Shear）、微爆氣流（Microburst）、閃電（Lightning）、冰雹（Hail）、強降雨（Heavy Rainfall）等異常天候，都是危害機場地面作業及飛航安全的危險因子。機場空曠環境出現雷雨夾雜著閃電、雷擊，威脅地面作業人員人身安全，也可能造成機場助導航設備損壞。

▼(左)桃園機場公司在停機坪裝設的雷擊警報系統，由閃光警示燈、擴音喇叭及LED字幕板組成，依據氣象觀測數據發出雷雨接近、雷雨當空警報。(右)航務處人員可透過雷擊系統控制停機坪裝設的警示設備，圖為桃園機場公司雷擊系統畫面。



● 小教室便利貼

雷擊預警燈號是為了確保地勤作業人員安全的必要措施，每當氣象臺發佈雷雨當空警報時，若持續進行地面作業，工作人員將有可能遭遇雷擊。桃園機場會在第一時間於航廈廣播，並且在機場內螢幕和官方網站發出公告，除了特殊狀況之外，地面作業如都需暫停。因此，諸如裝置行李、送餐、加油等工作都會受到影響，雖然難免造成延遲，但這樣的等候是為了保護地勤人員，請乘客給予體諒並支持喔！

【影片：桃園機場飛行日常—雷雨當空篇】



桃園機場飛航服務總臺氣象觀測人員，從目視閃電至聽到雷聲的時間差，加上都卜勒氣象雷達、低空風切警報系統數據，以及中央氣象局新一代劇烈天氣監測系統（QPEP-Plus）民航局客製化版提供的資料，綜合辨識雷雨區的遠近，即時發出警報。為了維護地面作業安全，桃園機場公司裝設避雷針等防護設施，也規劃設置了雷暴(雨)警報系統。雷暴(雨)訊息傳遞至桃園機場公司航務處，立即轉發給航空公司、地勤作業等單位應變。

雷暴(雨)警報分兩階段，機場指定參考點8公里至3公里範圍有雷雨，發出「雷暴(雨)接近警報」，術語為TS或TSRA。雷雨區移至距離機場3公里以內，發出「雷暴(雨)當空警報」，術語為TS (OVHD) 或TSRA (OVHD)。

而桃園機場公司為觀測雷暴(雨)現象，於停機坪架設並定期檢查之設施設備包含警示燈、擴音器、LED字幕板等，利用閃燈、字幕顯示「雷擊預警」、擴音器發出警報聲及語音警示方式，依不同階段警報向地面作業人員發出警示，以確保機場設施與人員安全。當雷暴(雨)等惡劣天候出現時，旅客常不解為何有的航空公司航機不飛，有的照常起降？主因是各航空公司訂定起降標準不一，例如側風起降風速限制等條件。航管員把天候訊息通報給機長，由航空公司及機長評估是否能安全降落，或在空中盤旋等待，或需轉往備降機場，所有的評估及決定都是以旅客安全為優先考量。受影響之航班透過航空公司通知後，桃園機場公司可視情形調度停機位外，也可將異動資訊同步顯示在官方網站及航廈內航班資訊顯示系統（Flight Information Display System, FIDS）螢幕，讓搭機旅客與接送機民眾能夠接收到即時資訊，盡量將旅客受影響程度降至最小。



▲桃園機場公司航務師正以畫面監控停機位狀況，並依據實際情形進行各項調度。

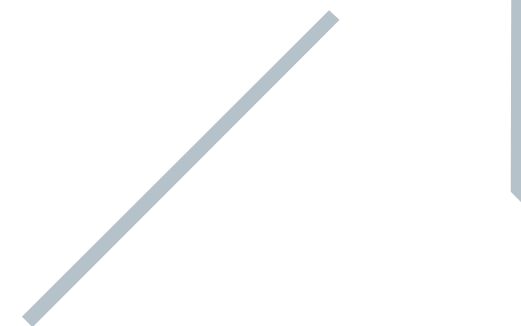
雷暴(雨)不僅干擾機場地面作業，也影響航機起降作業，亂流、風切使航機飛行時上下顛頗易造成旅客不適。強勁的風速、風向變化如微爆氣流，或者降冰雹、強降雨、低能見度等天候，威脅飛航安全。雷暴(雨)形成到消散時間數10分鐘至數小時不等，地勤人員切身經驗感受到自己是遭遇「天打雷劈」的高危險群之一，即使停止作業，閃電的亮光及雷擊的巨大聲響近距離出現，說心裡沒有壓力是騙人的。桃園機場及相關地面作業人員期盼，如果受雷暴(雨)天候干擾造成航班延誤或託運行李晚到等情形，請旅客及接送機民眾能多體諒。



04

機場百工

AIRPORT PROFESSIONALS



引言—機場就是一座不眠百工城

4-1 特殊勤務車輛

4-2 飛航守護者

4-3 護國神犬守護產業安全及國人健康

4-4 與旅客關係密切的CIQS通關團隊

4-5 守護桃園機場的火鳳凰

4-6 各司其職的航運守護者



A CITY NEVER SLEEPS



MODERATOR

范孝倫 FAN, SIAO-LUN

桃園機場公司總經理

Taoyuan International Airport / President & CEO



機場就是一座不眠百工城

航向無垠的飛機常能予人無限幻想並寄託希望，桃園機場在第二航廈所設的南北側觀景臺，總吸引許多民眾前來觀賞飛機起降。而這些令觀景者心生嚮往的畫面，對於桃園機場工作人員來說，不僅早已是日常的一部分，更是責無旁貸的職責所在。仰望浩瀚天際觀時變化，每日只要看到於桃園機場起降的班機都能如常運行，便能讓人感到平安至福，而這一切都有賴機場百工的密切配合。

過去，我曾在民航局擔任場站組組長兼任機場擴建工程處處長，有過數年歷練之後，轉任民航局民航人員訓練所所長，直至2019年才到桃園機場公司就職。在擔任航訓所長的6年期間，讓我深刻體認到每一個職務皆有其不易，而在所有機場相關人員的訓練中，管制員、航務員和消防隊的考核與選聘，因其職務要求又顯得特別嚴格。

管制員和航務員皆屬民航特考項目，獲聘的同仁雖同以公務員身份執業，但管制員負責的是飛機在空中的飛行事務，駕駛百人客機的機長得聽其指揮，眾人安危繫於一人，我們希望管制員總能給予穩定的引導。因此，通過筆試的候選者也還得歷經11個月的養成訓練，並通過嚴格的審核，才能正式赴任。訓練內容，除了包含前5個半月的課堂訓練，通過第一階段考核的學員，還得進行5個半月的On Job Training，意即在教官的帶領下進入塔臺進行訓練。在最後的模擬機考核過程中，考官會觀察學員實際操作的狀況。管制員的反應不能太慢，亦不能魯莽行事，我們會讓不適任的學員了解問題所在，並讓對方了解他們對於民航的熱情，不一定非要透過指揮飛機才能達成。

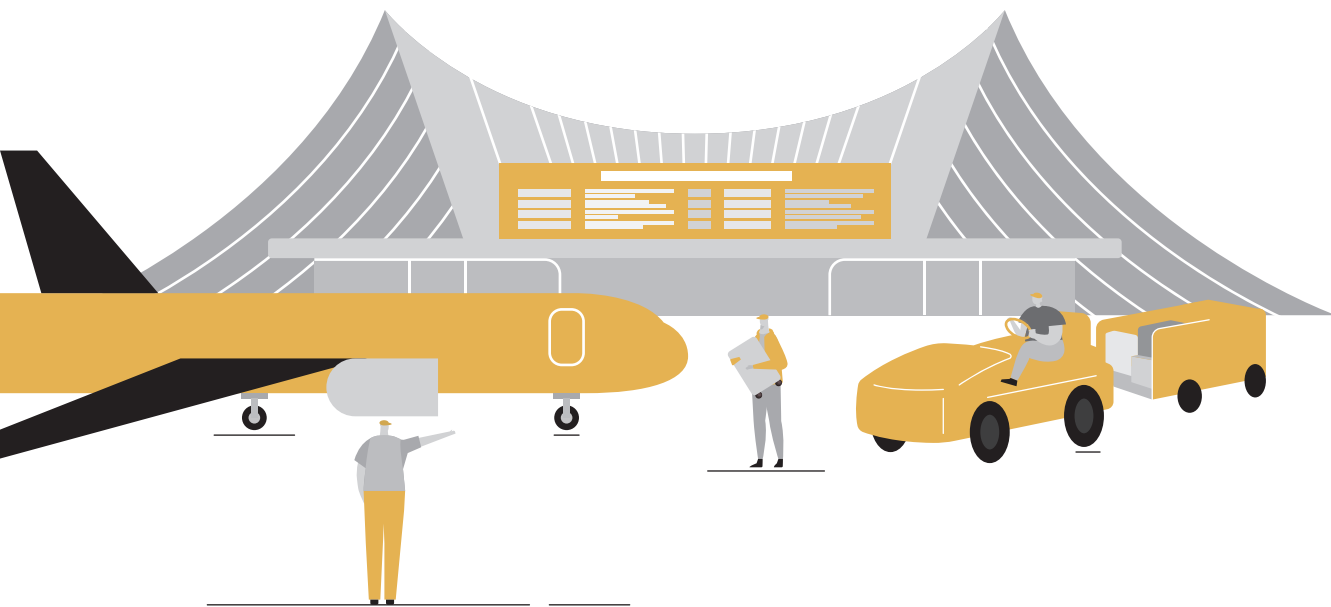
飛機落地之後，由於飛體龐大，機長在駕駛座上的視野有限，地面上的移動便需交

由航務員協助進行。航務員的工作內容則包括安排飛機停靠登機門、通知相關單位與地勤的作業安排，為了要讓一切能夠順暢進行，他們須於民航人員訓練所接受6個月的學科教育，並至工作現場進行6個月的術科訓練，才能獨當一面。機場的消防隊則是我們希望備而不用的單位，按照國際規範，機場應依其等級配置相應的消防能量，我們除了擁有足夠的設備，機場的消防隊員處理的是飛機的狀況，也得擁有比一般消防隊員更佳的體能狀態，平常也需要維持訓練。

桃園國際機場因為是國門，除了以上的職務，也有包含海關(Customs)、證照查驗(Immigration)、檢疫(Quarantine)、安全檢查(Security)等我們簡稱為CIQS通關團隊的公部門人員進駐；旅客出國會經過的免稅店商家、各單位工程及清潔維護人員也全都是我們的夥伴，機場內公、私部門

加起來超過200個單位。而我們的作業採24小時三班制，除了短期或臨時工作人員之外，固定發出的機場工作人員有效識別證大概在3萬3,000張以上，人員組成的規模跟一個小城鎮沒有兩樣。每個單位各有分工，大家的工作性質、專業性都不一樣，桃園機場公司則扮演大平臺的角色，我們會固定召開會議，邀集場內各單位參與，進行定期檢討工作，並針對各部門需要相互配合或協助的部分予以協調。

一般民眾都期待能以愉悅的心情進出機場，大家在過程中享受到的都是各種服務的成果，這些服務則是由我們所談到的各種專業人員經由共同的努力和合作才得以完成。我一向鼓勵同仁適性發揮，希望大家也都能將機場各部門的成員視為自己的夥伴，經由彼此的分工合作讓機場發揮最大效益，這是我們大家共同的機場！



作為管理人員，除了維持日常的營運，也常要因應不同的變化，並且持續思考未來的發展方向，因而機場的工作其實總有新鮮事，讓我能持續擁有面對這份工作的熱情。

《走讀桃園機場 25篇你不可不知道的飛航小知識》付梓之際，適逢第三航廈起造，而這一座新航廈無論對於桃園國際機場或是桃園機場公司而言，都是一個轉骨的契機。航廈主體加上南、北兩廳的樓板總面積達到58萬平方公尺，相當於第一航廈加上第二航廈的量體規模，就營運管理或維護工作而言，都是非常大的挑戰，我們等於開設了一座超級旗艦店，過程中我們都會對各部門進行持續性的溝通工作，讓大家都能朝著共同的目標努力。

一個航廈的營運並非端賴硬體設施的建構

即可達成，各單位得先盤點未來因應新航廈營運所需增加的人力數量。而未來所需的人員必得提前晉用，確保所有崗位上的工作者在新航廈開幕時都已操作無礙。就國際上的經驗來看，以第三航廈如此龐大的營運規模而言，約需於開幕的6個月前進入營運準備期，屆時所有的工作人員都得提前進入新機場、熟悉環境。經由〈機場百工〉篇章的職務介紹，讀者除了可藉豐富的圖文內容一窺機場日常，進而理解每一趟旅程都得靠多種身份的工作人員於不同的崗位上不懈付出才得以實現，也更能體會桃園機場新階段所面臨的挑戰。

桃園機場公司仍會持續努力，希望讀者未來來到機場之時，看見所有工作人員的付出，也能以理解的心彼此相待，旅途心情勢必更加美好。

桃園機場公司總經理

Taoyuan International Airport / President & CEO

SPECIAL SUPPORT VEHICLE



4-1 特殊勤務車輛

桃園機場地勤車輛種類數十種，旅客較少接觸的飛安巡查車（黃車）、摩擦係數測試車、消防車及大量傷患救護車屬於特殊車輛，在幕後守護機場整體運作安全。

黃車是桃園機場航務師的機動作業站，奔馳於空側全區，萬一地面出現異常，必須靠航務駕駛黃車到現場了解、評估並做出處置。

摩擦係數是飛機降落時重要數據，係數若低於標準，飛機輪胎的抓地力不足，可能危害到飛航安全。摩擦係數測試車造價數十萬元，由其他車輛拖行檢測，車載500公升水，行進間噴在檢測輪前方，模擬跑道鋪面遇雨溼滑形成水膜，造成水漂的狀態。

因為飛機降落，輪胎在跑道上高速磨擦，在道面上會形成一道道的「胎屑」，過厚就會影響摩擦係數，若係數低於標準，就會配合進行清除胎屑作業。依照國際民航組織（ICAO）規定，每日超過210架飛機降落的跑道，最少每兩個月需進行一次清除胎屑作業。桃園機場自我要求更嚴格，每條跑道每個月都會至少清洗一次胎屑。



▲桃園機場黃車是航務師的機動作業站，空側區域任何狀況，都由黃車前往現場了解、評估並做出處置。



▲（左）摩擦車特寫。依美國聯邦航空總署（FAA）及國際民航組織（ICAO）規範，沿著跑道中心線兩邊3到5公尺檢測時，檢測儀器設定自動灑水，產生1mm厚度水膜，模擬跑道道面上留存的雨水。（右）桃園機場共有8輛機場專用泡沫消防車，每輛造價3,200萬元，消防能量符合國際民航組織最高等級規範。

桃園機場的消防能量達到ICAO規範最高等級，若遇異常狀況時第一輛消防車能夠在3分鐘內到達現場，噴出車上一半的泡沫滅火。機場專用泡沫消防車每輛造價3,200萬元，桃園機場8輛車分散在4個消防站。車上兩具引擎，一具提供車輛驅動力，一具驅動噴射幫浦，車輛移動時也能噴射泡沫。

桃園機場也有國內唯一的大量傷患救護車，在大客車底盤裝設氧氣等醫療設備，車上可放置擔架及輪椅，一次就能夠送10多名傷患就醫，曾在八仙塵爆時出動救援，爭取搶救時效。✚

▼桃園機場專用泡沫消防車平時支援航空公司首航噴水禮，「順便」讓消防車機件運作一下，保持最佳狀態。



GROUND OPERATION



4-2 飛航守護者

旅客飛行能夠安全、舒適抵達目的地，幕後有一群飛機守護者在崗位上默默付出，除了系列中介紹的航管、氣象觀測，還有航空公司簽派員、飛機修護、裝載管制、航勤、空廚等，如果缺少任何一個環節，飛機就動彈不得。

航空公司的「航空器簽派員」是機師的耳目，也是和飛行員一樣需要經民航局認證並派執照才能作業的航空人員，工作是擬定飛行計畫與航情守望。飛機還沒有起飛就超前部署，蒐集最新的起降機場天氣、航路天氣、備降機場天氣，以及各國發布的飛航公告，包括軍事演習、火砲射擊、火山警報等彙整，向機長提出簡報。

飛行計畫是每一趟飛行前，航空公司必須提出並經核准的文件，內容包括飛機載多少旅客、多少貨物（包含行李）、多少油量、經過那些航路、飛行高度、備降機場等。擬定飛行

▼(左)桃園機場維修棚廠機務人員把飛機的衝壓空氣渦輪風扇（Ram Air Turbine, RAT）放下執行維修工作。留下罕見的畫面。
(右)桃園機場航勤服務人員駕駛勤務車輛執行裝卸作業。



● 小教室便利貼1

當旅客等待登機的同時，地勤人員也在跟時間賽跑。在航機抵達前10分鐘，地勤部管制中心會通報，相關人員會至指定機坪待命，裝卸組負責航機的貨物跟行李的裝載和卸載，當航機停妥、路障擺設完成之後，就會開艙門作業。為了在40到60分鐘內完成貨物的卸載與裝載，地勤人員得各司其職，讓行李能夠跟著旅客環遊世界。一架班機一般行李量多為100多件，一年的運輸量約有10萬件以上，窄體客機高度不夠，地勤人員得採蹲姿或跪姿進行搬運，才有辦法完成作業。地勤會遭遇最辛苦也最危險的狀況是雷暴(雨)天，他們必須在雨中工作，但是當氣象站發布雷雨當空警報時，為了安全地勤人員，機場會宣布停止作業。



【影片：桃園機場百工—裝卸篇】

● 小教室便利貼2

忙碌的地勤補給作業機坪英雄

任務包含：

空橋作業—讓旅客快速安全的上下飛機

行李卸載—讓行李迅速到達旅客手中

空廚補給—讓飛行中可享受美味餐點

油料補給—為下一段旅程加滿油

加水補給—為下一趟旅程補充甘甜好水

清廁車作業—讓旅人享受清潔暢快的飛行

侍應品配送—讓旅程中使用的物品供應無虞

客艙清潔—為航機提供乾淨舒服的空間

行李貨物裝載—將下趟旅程的行李貨物裝載上機



【影片：機坪英雄】



▲一架長榮航空航機在夜色中準備降落桃園機場，把旅客及貨物平安載回國內。

計畫時有電腦軟體協助，但最終決定權還是在簽派員手上，依照專業經驗作些修改，達到安全、省油、舒適的目標。例如抵達目的地機場天候狀況不佳，可能碰到在空中盤旋排隊等待降落情況，會建議機長是否要多帶備用油料應變。雖然簽派員通常在航空公司的簽派中心工作，但需要顧全的事情卻不比飛行員少，因此也有人稱呼他們為「地面上的飛行員」。

簽派員工作最大障礙首推氣象，颱風季國人可能只關心颱風是否侵襲臺灣？有沒有放颱風假？簽派員不管颱風吹到哪裡都要全程緊盯，颱風路徑上以及侵襲地的航班都可能要調整；冬季至春季交替時霧也會影響飛航。「大風吹」、「視茫茫」等不利條件下做好飛機調度，考驗簽派員應變能力。

航機維修也是旅客不容易見到的機場空側工作。飛機製造公司訂有完整維修程序，飛行多少個小時、執行過幾次起降、發動機運轉多少小時，都要執行不同級別的維修程序，消耗性零組件即使沒有損壞也要更換。幾個週期A級、B級的維修後，會花一個月左右時間把整架飛機拆開來，執行徹底的C級（或更高級）檢修。大檢修期間，機務人員必須鑽進飛機油箱等狹窄的空間工作，夏天30幾度的高溫，飛機內部艙間溫度更高，通風不佳，整身工作服濕透是家常便飯，需要注意隨時補充水分防止中暑。冬天東北季風強勁，威脅高空作業安全；從機艙內走出馬上會吹到冷風，暖冷交替非常容易感冒。

裝載管制主要是集中飛機載運旅客人數、行李重量、貨物重量等資訊，規劃出裝載順序，達到飛機載重平衡點，不能頭重腳輕或腳重頭輕，確保順利飛航。除了航機本身，周遭還有許多單位必須配合，提供整個飛航過程中的各項需求。航勤服務，負責飛機拖行、後推、清廁、添加飲用水、毛毯枕頭等用品裝卸、貨物行李裝卸、機艙清潔、行李搬運、旅客輪椅等服務工作，空廚人員裝卸飛機上所有餐飲，每一項都是維繫飛航的環節。

每架飛機放飛前，簽派員、飛機修護員、裝載管制員等人，都要在自己負責的工作範圍內確認並簽名，簡稱「簽放」，代表對這架飛機的適航性負責，也對旅客、機組員、貨物負責，讓大家平安順利到達目的地。✚

QUARANTINE DETECTOR DOG



4-3 「護國神犬」

守護產業安全及國人健康

境外動植物病蟲害威脅國內農畜產業，毒品侵入危害國人健康。位處國門第一線的桃園機場，配置了檢疫犬隊、緝毒犬隊，國境線上的「護國神犬」保護產業安全及國人健康。

「護國神犬」必備條件是「好吃」或「貪玩」，犬隻不具備這兩項條件之一就無法入列。反觀人類就業市場，應徵者若提出這兩項專長，相信主考官絕對沒有勇氣錄用，犬與人天差地別。農委會動植物防疫檢疫局所屬的檢疫犬隊全國共有56隻，桃園機場所在的防檢局新竹分局配置28隻，佔了一半。值勤地點包括桃園機場航廈及快遞貨物倉儲區，全天24小時分成三班，除協助檢疫員稽查旅客行李及空運快遞貨物是否夾藏水果或肉類等動植物檢疫物外，也要借用其生動形象宣導民眾應切實遵守我國檢疫管制規定。

要入選檢疫犬，好吃是頭號條件，數量較多的米格魯種檢疫犬，原生種是獵犬，天生具備追蹤氣味的特長，加上好吃，訓練牠們嗅出夾藏的動植物檢疫物，聞到之後領犬員會給予餅乾作為獎賞。

為了維持檢疫犬健康，防檢局購置了狗狗跑步機，由受過犬隻體適能指導訓練之領犬員，引導檢疫犬定時上跑步機活動筋骨，鍛鍊核心肌群，保持狗狗的身材，強化執勤

● 小教室便利貼

檢疫犬組自2002年成軍以來，查獲超過656公噸的農畜產品，攔截到象鼻蟲、果實蟲等等危害性極大的檢疫害蟲。桃園機場會多半會前往收容所進行犬隻的遴選，除了觀看狗的走路姿勢和牠的外觀是否正常，也要測前狗的食慾，有如另類星探。檢疫犬的養成需要人力與時間投入，檢疫犬至少經過半年的訓練才能獨當一面，目前全台共有47組檢疫犬隊，派駐在桃園機場、貨運站和港口等地，下次看到正在執勤的工作犬，別忘了跟牠們說聲辛苦囉！

【影片：靈犬出巡 疫網打盡】



▲(上)農委會動植物防疫檢疫局新竹分局的檢疫犬，穿著制服背心在桃園機場第二航廈行李轉盤旁值勤。(下)關務署臺北關緝毒犬Kitty穿上紅色背心及腳套，準備至桃園機場航廈值勤。

▼農委會動植物防疫檢疫局新竹分局的檢疫犬由領犬員帶領，在訓練室專用跑步機活動筋骨。



時跳上跑下所需要的體力。檢疫犬靈敏的嗅覺提升檢疫效率，但偶而還是會有「凸槌」的意外。過去曾發生檢疫犬在桃園機場航廈行李轉盤旁旅客的行李中聞到異狀，受檢旅客從背包中拿出一顆蘋果，檢疫犬冷不防跳起來一口把蘋果咬住，旅客及領犬員都嚇了一跳。按照程序處理完之後，領犬員把狗狗帶回複訓，讓牠知道不能有這種突兀的舉動，目前已經不再有這種情形發生。

關務署臺北關管轄的緝毒犬隊則有11隻緝毒犬值勤，為了維持緝毒犬的專注力，以高風險地區入境旅客及貨物為主要稽查對象，海關將上述行李或貨物集中在一個區域，緝毒犬每次上場嗅聞5至10分鐘。海關緝毒犬中心培育訓練拉不拉多幼犬成為緝毒犬的條件是活潑愛玩，經過挑選及嚴格的訓練並激發牠們喜歡玩的天性，努力去嗅出藏匿之毒品。正確聞到毒品後領犬員會丟出毛巾綁製的模擬骨頭玩具，緝毒犬就能與領犬員玩互動遊戲作為獎勵。名叫Kitty的緝毒犬，執行例行嗅聞稽查工作中並沒有聞到毒品，領犬員把牠帶開途中，Kitty突然轉身跑向不在稽查對象之內的另一個貨箱，嗅聞後在旁邊坐下，顯示聞到毒品的反應。領犬員及海關關員開箱詳細檢查，果然在箱中找到一罐大麻油，建功的Kitty馬上得到遊戲獎勵。

海關領犬員認為，緝毒犬聞不到毒品也會有失落、無聊的感覺，這時候領犬員就必須激發牠意猶未盡的潛能，讓狗狗有玩得到毛巾骨頭（值勤）的動力。檢疫犬或緝毒犬值勤時會在旅客身邊打轉，常吸引愛犬人士逗弄或要求合照。提醒大家，這時狗狗穿著制服背心代表正在值勤，外來干擾狗狗容易分心、分神，領犬員會婉拒這類要求，希望大家留待檢疫犬或緝毒犬扮演親善大使等公開活動之時，再與狗狗親近。✚

CIQS SERVICES



4-4 與旅客關係密切的

CIQS 通關團隊

桃園機場是中外旅客出入國門重要關口，由桃園機場公司協調公部門、航空公司、民間廠商等數萬名工作人員，全天24小時提供旅客優質服務。

旅客出入境通關則由海關（Customs）、證照查驗（Immigration）、檢疫（Quarantine）、安全檢查（Security）等單位，取英文字之首，簡稱CIQS通關團隊，執行把關工作。旅客易混淆通關團隊職掌，通關流程全稱呼為「海關」。

其實海關屬財政部關務署，負責課稅及毒品、槍砲刀械等違禁品查緝。每位旅客攜帶行李物品免稅額為2萬元，超額時須課稅，完成後予以放行，隱匿未申報可處沒入、罰鍰等處罰。為提升通關效率，海關設置紅線（申報）、綠線（免申報）檯。旅客易疏忽攜帶超量菸酒、現鈔、黃金珠寶、精品等，應先了解法令規範，保障自身權益。

內政部移民署的國境事務大隊移民官則是執行出入境旅客身分核對與護照查驗，審查簽證及資格，依司法、財政列管案件，執行入出境管制。另設置第三代自動通關e-Gate系統，運用生物辨識科技提供快速且優質安全的通關服務。護照為國際旅行重要證件，出國前應注意護照效期等



▲衛生福利部疾病管制署設在桃園機場的發燒篩檢站，監測旅客體溫，執行人員檢疫。

● 小教室便利貼1

桃園機場的發燒篩檢站曾成功攔截了第一例茲卡病毒以及屈公熱的病毒，在第一線阻絕了後續台灣社區型的感染，當世界發生重大的疫情如H7N9、MERS-CoV（中東呼吸症候群冠狀病毒傳染症），或Covid-19新冠，桃園機場都會加強警戒。桃園機場檢疫24小時全年無休，面對每天平均超過五萬名旅客入境的運量，身為防疫第一線的桃園機場服務人員，以專業且親切的態度贏得全球旅客的信任，也為國人健康把關。

【影片：防堵傳染病入境的防線】



▼內政部移民署國境事務大隊在桃園機場設置自動通關eGate櫃檯，運用生物辨識科技增進查驗速度與品質。



● 小教室便利貼2

移民署國境事務大隊特殊勤務隊設有專員派駐桃園機場，當機場出現人蛇（偷渡）班機、國人遣返或急病通關等臨時狀況，都會交由特殊勤務隊處理。鑑識調查隊則在機場設了一面護照牆，提供護照防偽比對，專員必須練就好眼力，在看來正常的偽造護照中發現異常處。經由所有人員的努力，桃園國際機場曾拿下機場界的奧斯卡獎SKYTRAX世界最佳機場服務人員和國際機場協會全球分組雙料冠軍，也讓全球旅客見證，桃園機場的專業與美好。

【影片：守護國境的鑑識達人】



內容，提前辦妥手續才不會在機場遭攔阻，耽誤旅程。

機場檢疫可區分為動植物及旅客，其中動植物檢疫由農委會防檢局執行，近期重點為非洲豬瘟防治，旅客攜帶豬肉或豬肉製品被查出都要沒入並罰鍰。動植物檢疫還涵蓋其他動物、植物及產製品，保護國內農林漁牧產業及生態。衛福部疾病管制署則執行入境旅客檢疫，以及近年來因疫情設置的邊境檢疫、落地採檢、後送隔離等防疫勤務，阻絕病毒入侵。

內政部警政署航空警察局負責安全檢查，維護飛航安全。旅客託運、隨身行李以及旅客本人，都要經過X光機、斷層掃描等檢查，確保沒有攜帶危害飛安物品。通關團隊雖隸屬不同，值勤時仍相互支援。桃園機場公司協調各團隊，因應實務滾動式檢討通關動線及檢查程序，包括停機位、候機室、通關場域、路線規劃調整，隨時遞補支援，服務旅客，讓CIQS團隊發揮職務最大價值。

FIRE BRIGADE



4-5 守護桃園機場的火鳳凰

航機起降潛在風險，桃園機場公司依據國際民航組織（International Civil Aviation Organization, ICAO）規範，設置專責專職航機救援與消防救護的消防大隊，這群實力堅強的火鳳凰，確保桃機消防能量達到ICAO最高第10級的規範，默默地守護桃園機場安全。

ICAO第14號附約對機場第10級消防能量規範，需求萬一航機在空側活動區發生事故，第1輛（批）消防車必須在2分鐘、不超過3分鐘內抵達現場，同時噴出規範量50%的泡沫；為確保滅火劑之連續噴灑，第2波消防車也須在第1輛（批）抵達現場後1分鐘內到達現場。

消防車要快速到達現場，是因為航機攜帶許多油料，若沒有在事故初期用大量泡沫壓制，災害可能擴大，增加搶救困難度。桃園機場為單一跑道備有4輛主力泡沫消防車，每輛主力泡沫消防車容量1萬2,000公升，消防能量可在3分鐘可以派遣4輛消防車到場噴出全部泡沫，後續有更多消防車、水庫車及其他裝備投入救災。因應消防車到現場嚴格時間要求，桃機消防大隊將主力泡沫消防車及水庫車等車輛，分散在4座消防站，編制有超過150名消防員24小時輪值，任一時段待命消防員35人以上，確保任何時間都能及時派出人車。

以桃園機場05L跑道頭無預警緊急測試演練，首輛消防車從消防西站出發1分17秒就可以抵達指定地點，消防北站車輛則可以在2分半內抵達符合國際消防標準。為了搶時間，機場消防員會以現有服裝上車，由駕駛開車後，其他消防員在車上著裝，此與地區消防員先著裝再出勤程序有些差異。

● 小教室便利貼

桃園機場的消防隊主要針對航空器事故的搶救，市區消防隊則是針對一般建築，因為搶救對象不一樣，主要的訓練也有所不同。桃園機場消防人員個個臥虎藏龍，除了有體能優異的運動好手，更多的是來自各行各業，心中懷抱消防使命的人。當事故發生的時候，有限的消防人員體力負荷是非常嚴苛的，因而得以高要求進行訓練。桃園機場消防隊是飛航安全的最後一道防線，全方位守護國門，讓進出機場的旅客都能安心的完成每一趟旅程。

〔影片：一探桃園機場消防日常〕



▲桃機消防大隊於航空公司新飛機返國機會，派出消防車在停機坪待命，飛機通過時噴出水門慶祝，增添喜氣，也讓消防員熟悉車輛裝備操作，一兼二顧。

桃園機場配備專為機場需求設計的機場專用主力泡沫消防車（簡稱主力泡沫消防車），具有2具引擎，分別提供車輛移動與噴灑泡沫幫浦動力來源，可以邊移動邊噴泡沫，車載1萬2,000公升泡沫於2分鐘噴完，被視為「消防車中的超跑」。日前桃園市某輪胎公司倉庫發生火災事件，起火點封鎖住出入口，桃機消防大隊支援2輛消防車，抵達後噴灑泡沫，數分鐘內壓制火勢，讓人車順利進入火場全面灌救，減少損失。

體能是擔任火鳳凰基礎條件，桃園機場公司消防大隊招考方式分體能測驗、筆試、面試3階段徵選，錄取後每一季測驗，依年齡區分為4組標準，每天安排電動跑步機、無動力跑步機、單槓、舉重、啞鈴等重訓器材自主訓練，且於體能活動期間無線電不離身，隨時保持機動待命。

專業訓練以建立航機事故消防能量為主軸，每一位消防員都要熟習桃園機場空側場面環境，磨練航機意外消防救護戰術，定期對輻射物、化學物等危險品辨識及訓練專業消防技能，每年舉行大規模消防演習。因應大量傷患救援需求，桃機消防大隊消防員全部取得初級救護技術員（EMT-1）資格，超過1/3隊員具備中級救護技術員（EMT-2）證照，皆依規定複訓，維持嫻熟救護技能。

另外值得一提的是桃機消防大隊有項特殊勤務，應航空公司請求於新飛機返國，或者開闢新航線的機會，會派出消防車在停機坪待命，飛機通過時噴出水門慶祝，增添喜氣，也讓消防員熟悉車輛裝備操作，一兼二顧。✚



▲桃園國際機場消防大隊消防員駕駛消防車進入跑道，實地磨練航機事故消防戰術，建立國際民航組織（ICAO）最高第10級消防能量。

AIRPORT CREW



4-6 各司其職的航運守護者

桃園國際機場曾在2019年創下總運量4,868萬9,372人次的紀錄，平均每日旅運量（含轉機）為13萬3,396人次，全年起降航班數為26萬5,625架次，平均每天727架次。面對如此龐大的旅客數、航班數，「桃園國際機場股份有限公司」編制內的22個處室各司其職，並與200多個派駐在場內的公、私單位合作，共同維護機場運作。

桃園國際機場的管理單位前身為「桃園機場航空站」，2010年11月1日正式由航空站改制為「桃園國際機場股份有限公司」（以下簡稱「機場公司」）；機場公司在機場營運部分可以簡單分為營運安全、旅客服務、建置維護、貨運及智慧機場等面向。

營運安全部分，機場營運分為陸側與空側，負責陸側安全的部門為營運控制中心OCC（Operation Control Center）及營運安全處，空側安全由航務處負責；但桃園機場內外各場域架設的維安設備、保全事項，則另由權責單位內政部警政署航空警察局（以下稱「航警局」）負責檢核評估。

營運控制中心OCC有如機場大腦，24小時維護機場運作及營運安全；20多位同仁日夜輪班，透過機場園區內3,000多支攝影機和巡場哨員回報，掌握各類突發事件並且立即判斷、處置；舉凡航廈內的人流動線、監管機場界圍安全、旅客身體不適等各種突發狀況，都由OCC整合及調度保全人員前往處理。

陸側營運部分又分為管制區內、管制區外，進入管制區的人員一定要有通行證，經過授權才能進入這個區域，



▲OCC透過機場園區內3000多支攝影機，維護場內安全。

營運安全處配合航警局制訂相關規定，並透過合約請保全公司協勤，同時發包定進行履約管理。

空側部分的安全由航務處一肩扛起，機場跑滑道場面巡邏、鳥擊預防、安排停機位、影響飛航安全事項之通報及處理，還有風災、空難、爆裂物、飛安事故及航班技障等突發事件進行應變處置。此外，航務處還要協調時間帶、抽測飛航組員酒精含量，以及查報、處理影響飛航安全之事項。

航務處除上述業務外，當每一架降落桃園國際機場的航空器都會被收取降落費，航空器在地面停留時使用空橋、停機位等設備，以及安檢、行李處理服務之費用，也由航務處計算。同時，航務處也負責監控機場內航機用油的儲存量，並且管理機場消防大隊。



▲維護處負責各項設備與設施的維護工作，確保機場能運如常。



▲免稅店或餐廳等商業伙伴的管理，屬業務處的日常工作之一。

旅客服務部分，幾乎由機場公司業務處包辦，業務處的工作內容雜如牛毛，當旅客進入機場後，除了待在飛機上的時間都看得到業務處服務的身影。從進入機場園區的聯外道路標誌、號誌及動線規劃開始，乃至機場捷運、客運巴士、排班計程車、租賃車停放的位置，園區內停車場業者的招標、管理，還有旅客入出境的CIQS（海關、移民署、檢疫、安檢）便利通關協調。

除此之外，協調機場內各航空公司、地勤業者、空運物流存棧，以及免稅商店、餐廳等商業伙伴的管理、簽約，還要收取權利金、租金、旅客服務費及機場服務費等費用；旅客存關行李服務、公共藝術、觀景台、標誌系統、禁菸宣導、旅客座椅、動線圍欄採購、會議室租借、第3航廈建設工程協調協助、航廈內的行李手推車、預辦登機等等，甚至連續假期時的疏運準備，都是業務處的管轄範圍。

在新冠肺炎疫情期間，全球航空貨運需求暢旺，2019年至2021年桃園機場貨運量分別為218萬、234萬及281萬噸，其中2021年貨運量成長率高達20%，名列世界總貨運量機場排行第7位；如果僅計算國際貨運量，桃園機場排名更高達第4位，僅次於香港、上海浦東及韓國仁川。

因應航空貨運發展，機場公司於2020年將貨運處改制為物業開發處，其核心工作重點是航空貨運管理及未來貨

運用地開發，並推動新興航空物流發展；同時協調航空貨運集散棧業者的履約管理以及海關、航警跟業者間的運作。桃園航空城區段土地徵收後的規劃跟開發，則是未來新增的重點業務。

機場建置維護由工程處負責第三航廈、變電站及第三跑道等機場內各項重大新建工程之規劃、興建；工程完成後，後續維護、修繕就交給維護處負責。

桃機第一、第二航廈內光是各式燈具就多達6萬多盞，遑論機場內外供應各單位使用的高壓電纜長達40萬米，還有200多間廁所、268座電梯、電扶梯及電走道，各式設備不勝枚舉。維護處為方便管理，建立「電子巡檢」系統，利用大數據分析，依照各種設備的特性、汰換週期進行「預防性維護」，並搭配多種科技設備提高維護效率。

資通處則負責桃園機場資訊安全的防護，同時推動智慧機場。隨著5G技術的發展，資通處以旅客角度發展智慧化創新科技服務，推廣網路報到、自助行李託運、臉部辨識通關、機器人服務、無人自駕車接駁等創新服務。為了更精準、有效率地即時統合機場內公部門及航空公司等業者營運的各項數據，資通處積極建立數位資訊整合平台，盼能無時差地查詢各項營運數據，以利評估機場營運趨勢與預警。

迄今機場公司已成立十餘年，透過機場公司各處室與機場服務大聯盟的合作，將持續用心守護桃園機場營運及飛航安全。✚

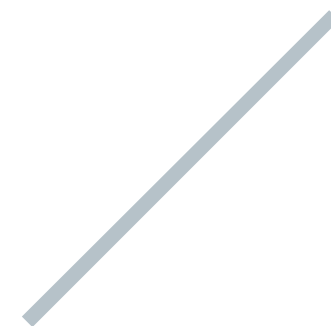


▲業務處管轄範圍非常廣，排班計程車動線也交由他們規劃。

05

第三航廈

TERMINAL 3



引言—獻給未來的永續機場

5-1 出自世界頂尖建築師之手的第三航廈

5-2 臺灣門戶新意象的設計與實現

5-3 飛航與軌道的穩基石

5-4 未來航廈的現在進行式

A SUSTAINABLE AIRPORT BUILT FOR FUTURE TRAVELERS



MODERATOR

Andrew Tyley

RSHP建築師
RSHP Architect



獻給未來的永續機場

桃園機場作為迎接每年4,500萬名旅客的國門，無論就地域位置的重要性和運輸吞吐量而言，已有舉世公認的地位。RSHP對於能有機會參與第三航廈的設計與建構，感到非常榮幸。我們為這座新航廈挹注了過往在世界各地設計機場的經驗，秉持著「這座航廈將是首座專為亞洲需求所設計的新一代航廈」的理念進行設計，除了專注航廈使用者的需求，亦將機場所在地的場域特色納入考量，因而能在各方精銳同場競圖的過程中，取得這項殊榮。

機場的主要本質為建築系統，但我們始終沒有忘記，建築設計應以人為本，機場終究目的是服務於旅客。除了通關空間之外，機場同時也匯集了環境管控系統，政要、商務接待和行李處理系統，為保障機場順暢運作，除了設備系統之外，航廈的建築設計至關重要。

RSHP以旅客體驗與使用便利為目標，為旅客和使用者提供最高品質的航廈空間，以接續下一段旅程，因此我們所規劃的機場空間，不只是入出境的通道，更是多種交通工具的轉運中心。除此之外，我們也意識到機場設計應該考慮環境脈絡，以及後碳排放世界的永續旅行方式，以避免過去郵輪港口慘遭淘汰的命運。

桃園機場第三航廈施工期間，適逢亞洲航空業遭遇後疫情時代的轉變時期，歷經過去數年疫情封城的世界正逐漸邁入正常化時代，亞洲也將有上百萬人再次開始享受消費的樂趣。遙想60年代歐美的中產階級消費者第一次搭飛機時，儘管身處較為狹小的座椅空間，多數人並不會覺得有任何不便，但今日有愈來愈多累積豐富經驗的亞洲旅客，他們不但講究飛行過程的舒適度也強調品味，這群人也正成為21世紀的主要客群。新一代飛機專為滿足這些高期

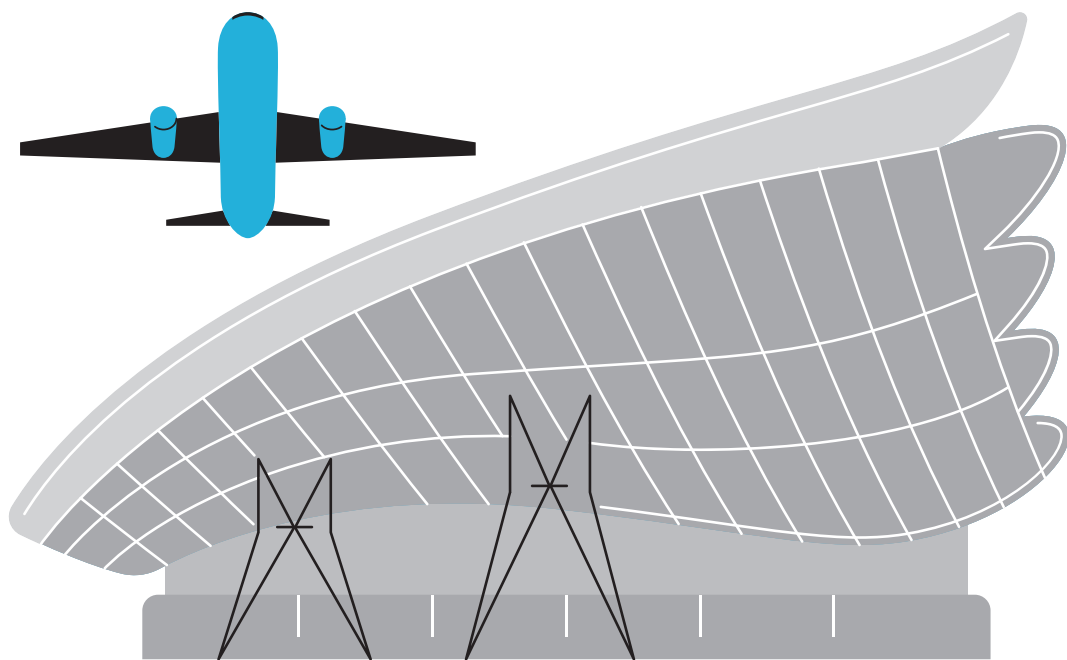
望旅客而設計，以提高放鬆度、身心妥適感、幸福感和工作效率為目標，新航廈的設計也必須有所因應。桃園機場第三航廈將是首座以新一代服務理念設計的航廈，而推動這項變革的助力之一便來自飛機的更新換代。

這次的設計集RSHP過去設計機場的經驗之大成，融合了英國倫敦「希斯羅第五航廈」靈活的單跨箱型空間，以及西班牙馬德里「巴拉哈斯第四航廈」室內空間的溫潤和質感，打造了容易適應未來變化的基礎功能，特別重視旅行的精神。航廈明確的空間規劃以及合宜的尺度，將能提供旅客舒適的旅行體驗。

第三航廈的造型既獨特又奔放，同時兼具了功能性的考量。我們以打造「臺灣門戶新意象」為目標，波浪狀起伏的屋頂設

計，靈感來自臺灣的山稜線和雲海，原設計上方嵌入的天窗，則象徵臺灣傳統客家建築屋頂瓦片上的「壓瓦石」。我們期待這樣的設計，能為往返臺灣的旅客，留下深刻的視覺印象。

旅客的行前時光，也是我們設計提案的重點所在。想像一下，跳下計程車走進城市廣場，然後在登機前抓把報紙買杯咖啡的那種流暢感。這是所有鐵道客都很熟悉的體驗，但卻在現代繁忙的航空旅行中消失了，我們希望能在新一代的主航廈中，透過流暢的動線設計，讓大家重拾這種體驗。建築配置的初衷，即為讓所有旅客能輕易就找到方向，因此我們利用雲頂天花的高低變化劃分私密和開放性空間，創造空間焦點。這樣的設計不但能串起視覺上的空間連續性，也利於日後因應各種旅客通行機能需求時進行擴充，為未來的翻新需求預留了解決方案。



安靜的環境，有利於旅客在途中得到充分的休息，因此登機廊廳的候機室被設計得更像VIP休息室，按區域功能提供不同軟硬度的座椅供人坐臥，每個休息室還有桌椅，提供筆電和手機插座。除此之外，航廈內亦設有兒童專屬區域，避免其他旅客受嬰孩啼哭的干擾，幼童也能於專屬的區域自在活動。室內溫度和空氣品質則是保持旅客高度舒適和健康的主要因素，新穎和先進的環境控制系統可營造高換氣又暢通的環境。第三航廈的環境系統按照最高標準設計，以達到由美國綠建築協會核定的LEED(能源與環境領先設計Leadership in Energy and Environmental Design)黃金級認證。

除此之外，新捷運線也將改變旅客進入航廈的目的和體驗。一般而言，機場附近的人流，會不斷地改變當地與週邊區域的互動關係，規劃新航廈也必須將交通方式納入考量。隨著搭乘捷運前來的旅客越來越多，前庭廣場不再只是外圍基礎設施，而成為可供民眾活動的公共空間，甚至可能成為航廈和多功能大樓(MFB)之間的城市廣場。

因此，我們的總體佈局，在桃園機場新航廈與既有建築之間創造出城市的連續性，陸側的建築佈局也回應現有建築的量體和位置，以提供獨有的高品質公共空間。因此我們利用公共空間和連續性的景觀整合多棟獨立建築，並以綠化和永續的概念，營造舒適的城市印象。在這樣的前提下，出境前庭被設定為多功能大樓和航廈之間的公共廣場，並以臺灣的原生樹種和低矮景觀植物，營造專屬於本地的景觀氛圍。這樣的設計不僅消除了傳統機場航廈前庭硬鋪面所予人的冰冷印象，峽谷般的景觀綠堤柔化了航站南北路，也隱藏航廈和登機廊廳的勤務作業空間，給人有若置身城市綠園的舒心體驗。

這個專案匯集了民眾、業主、政府、施工廠商等多方的密切合作，第三航廈將成為臺灣最高品質的國家門戶，為每位旅客帶來愉悅的使用體驗，並使桃園國際機場成為亞洲的世界級樞紐。當今世界，全球各地緊密相連，我們的航廈設計不僅僅為臺灣，也會為將來的航空需求提供了彈性發展空間，我們期待這座航空新廈能為大家營造更美好的旅行記憶。

RSHP建築師

RSHP Architect

BOUTIQUE TERMINAL



5-1 出自世界頂尖建築師之手

的第三航廈

桃園機場第三航廈工程，由羅傑斯史達克哈伯建築師事務所（RSHP）合夥建築師安德魯·泰利（Andrew Tyley）主導，讓大家引頸期盼這座「精品航廈」的誕生。

英國籍的建築大師理查·羅傑斯（Richard Rogers），2007年獲得有建築界諾貝爾獎的「普立茲克獎」榮譽，曾參與英國倫敦希斯洛機場第五航廈、西班牙馬德里巴拉哈斯機場航廈設計，以及高雄捷運紅線中央公園站計畫，空間使用效率及綠能建築是他的專長，桃園機場第三航廈是該事務所的代表作之一。

▼桃園機場第三航廈屋頂融入臺灣壯麗山脈稜線、海洋波浪及雲海等意象，令人驚豔。



▲建築團隊於道路兩邊設計的綠色造景，象徵臺灣茶園和梯田文化，同時營造清新感、綠意盎然的氛圍。



▲RSHP合夥建築師們合照於辦公室，右三為理查·羅傑斯；左六為安德魯·泰利。

外國人要如何透過建築物詮釋臺灣意象特色？安德魯·泰利表示，他來自英國，英國與臺灣一樣也是島嶼國家，他非常喜愛臺灣獨特的自然風貌，包括臺灣特有的山稜線與雲海，在臺灣時也時常從下榻的飯店到信義區爬象山，這些所見都收入設計元素，化身第三航廈的雲頂天花板；山區樹海及梯田景觀也注入第三航廈入口綠牆，打造綠意盎然的環境。

桃園機場第三航廈是人流出入量龐大的公共建築，安德魯·泰利說明，RSHP事務所擅長用顏色來引導人流，這在西班牙馬德里機場、高捷中央公園站都呈現很好的效果，便利旅客順暢流動，很容易就找到想要去的地方。桃機第三航廈設計也特別突顯設計團隊這方面的強項。

國際機場航廈空間設計潮流朝向「自明性」與「視線互動」概念發展，桃園機場第三航廈跟隨趨勢，大廳等區域利用天花板高低差，讓旅客容易感受到行止快慢差別，移動動線交互運用「視線互動」，讓旅客感受航廈的忙碌熙攘；並安排航廈正面景觀、簷下雲瀑意象、側面綠牆植栽等景觀映入旅客眼簾，留下美好印象。航廈整體空間設計以人本為出發點，傳遞便利、無壓力的搭機感受。

所謂「自明性」是在旅客可能停留較久的區域，設計挑高天花板以及寬敞空間，使視野通透以降低壓迫感，讓旅客自然而然地放慢腳步，這些空間包括出境大廳報到櫃檯

區、貴賓室區、免稅商店區、長廊候機室等區。

反之，出境大廳的安檢、證照查驗等區域，則透過降低天花板高度的方式讓人產生壓迫感，好似水流通過狹窄區域時流速加快，旅客可產生應趕快通過檢查線不要久留的感覺。當旅客通過檢查進入免稅商店或航空公司貴賓室等區域後，天花板再度升高，空間的置換讓旅客可以放鬆心情，從容至免稅店享受購物樂趣或休息候機。

「視線互動」概念則是透過硬體建設及動線安排，把最佳視野呈現給旅客。資料顯示，超過5成旅客搭乘小客車、計程車、租賃車至機場搭機，第三航廈3樓出境大廳外路緣供小型車臨停下客，小型車車道外9個大型車月臺，讓團體或乘坐國道客運旅客下車；大、小型車下車處，正是航廈正面景觀及上方雲頂意象屋頂最佳視角。

安德魯·泰利表示，以往機場設計常安排入境旅客於較低的樓層進入航廈，視野容易受限且具有壓迫感；未來第三航廈旅客自高樓層入境，雲頂天花板與整個航廈空間直接映入眼簾，讓旅客與桃園機場、臺灣迅速產生連結。從下車到登機，整個出境旅客動線都在3樓同一平面層，不需



▲樓層通透的設計，旅客在行進間可透視樓層間的空間景物，讓移動過程不再感到枯燥乏味。

▼入境層可俯視航廈其他空間，以開闊、具臺灣意象的空間設計歡迎入境旅客。



▲通透的外牆，讓室內外景觀接續，空間感受更加自由無拘束、室外造景也為室內增加自然的氣息。

要垂直移動，打造身障旅客友善環境。航廈內視野開闊，對一般旅客移動相對友善，容易識別登機路線或找到意欲前往的場所。

入境旅客下機後在長廊及航廈停留的時間相對較短，希望旅客通關後盡速離開機場，大部分入境動線空間具壓迫感，因此在第三航廈的設計上也輔以「視線互動」概念讓旅客解壓。

採用玻璃圍欄或是大面積開窗創造透視感，出境或入境旅客動線雖有區別，仍可以看見四周環境；通透的外牆，讓室內、室外景觀接續，視線能夠相互穿插，空間感受更加自由無拘束。

入境旅客下機至長廊後先上4樓，沿途可觀賞第三航廈從B1層至3樓的整片綠堤植栽，進入航廈後展現在眼前的則是雲頂意象天花，讓剛落地的旅客留下國門印象。旅客完成檢疫及護照查驗，搭電梯或電扶梯下樓至1樓行李轉盤處準備提領行李，途中穿過3樓出境大廳樓面，旅客視線隔著玻璃帷幕與出境大廳寬闊景觀交錯。

RSHP合夥建築師安德魯·泰利認為第三航廈建築案非常具有挑戰性，很高興能夠參與這件建築師夢想中的建築案，為臺灣打造國家大門。✚

MOUNTAIN & CLOUD



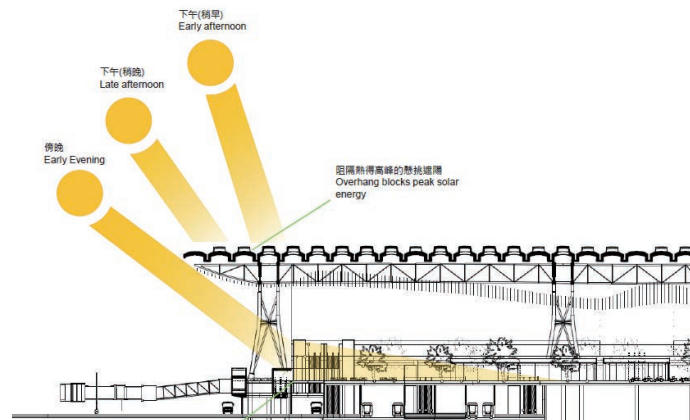
5-2 臺灣門戶新意象的設計

與實現

由羅傑斯史達克哈伯建築師事務所（RSHP）所設計的桃園機場第三航廈，以打造「臺灣門戶新意象」為目標，曲面波浪屋頂靈感來自臺灣的山稜線與雲海；同時在波浪屋頂嵌入天窗，象徵臺灣傳統客家建築屋頂瓦片上的「壓瓦石」。

第三航廈天花板則有大量金屬圓管下垂裝飾（像素），表彰「雲的律動感」意象，不會呈現「裸天花板」粗糙外觀。天花板裝飾工程規劃9乘9公尺見方，以鋼網懸掛113支像素的模組化施工方式，增進效率且易於維護，總計將有共835個模組吊升到屋頂與結構組合。

▼（左）建築團隊簡化天窗設計，讓結構輕量化，同時保留原來雲頂波浪造型意象。（右）空間配置考量了當地日照特性，以降低空調耗能。



▲第三航廈天花板以「雲的律動感」意讓旅客感受到開闊明亮的空間內涵。

針對出境大廳，RSHP團隊也發揮設計巧思，調整裝飾距下方設施的高低曲線，讓天花板呈現「紋理地圖」，旅客聚集的報到櫃檯前裝飾升高，旅客少的櫃檯本體區域裝飾降低，除營造雲的律動感外，預期此一「紋理地圖」的天花板曲線也能發揮動線引導效果。

安德魯·泰利認為，智慧建築不單僅注重科技設備，重要的是彈性的空間設計。未來第三航廈巨柱南北向跨度為72米、南北向為54米，可讓報到櫃檯能夠因應未來科技的進步而調整，甚或改變成全自助的空間，預留設備升級與接納新科技的可能性。

桃園機場第三航廈為國內近年預算最高的建築工程案，除了建造顯現本土意象的國門外，也要履行飽能減碳及對環境友善的承諾。由財團法人台灣建築中心主辦的黃金級綠建築標章評估，評量指標包括綠化量、節能、CO2減量在內的9個項目。第三航廈設計階段必須衡量各種條件，取得平衡才能達標。

綠化量為綠建築其中一項重要指標，設計團隊發揮智慧與巧思，利用車道至航廈四樓之間最高約22公尺的空間，在外牆上分層規劃了植栽區，顯現臺灣梯田及林園意象，另外搭配各式植栽分布室內外，綠意盎然呈現在旅客眼前。然而，機場綠化，植栽樹種選擇也有挑戰，得須排除可能會「招蜂引蝶」的樹種，避免創造出吸引鳥類聚集的生態系統，危害飛安。

視覺通透則是第三航廈的設計主軸，大量採用玻璃帷幕材質，要兼顧節能減碳成為難關。設計團隊選用價格高但具低輻射率的Low-E玻璃，由兩層玻璃合組，內側鍍膜，中間灌入惰性氣體，容許可見光波通過，阻擋紅外線熱輻射波，減少熱輻射效能達四成，隔熱隔音，為節能利器。

綠電、綠水設備也是綠建築標章的一環。第三航廈南、北登機廊屋頂規劃太陽能光電板，發電量峰值約800KWP（千峰瓦），相當於供應800支吹風機運作1小時，電力儲存後併入供電系統提供照明等用途。污水處理廠的過濾系統，可以回收45%的污水成為再生水，用在空調冷卻水及澆灌植栽等用途。

SHIELD TUNNELING METHOD



5-3 飛航與軌道的穩基石

桃園機場第三航廈基礎開挖時，機場捷運A14第三航廈站及捷運隧道已經完成，施工期間不能干擾捷運行駛，並使新舊工程結構融合為完整地基，成為工程團隊挑戰。而機場捷運為國內首件穿越卵礫石之潛盾隧道工程，並穿越桃園機場第三航廈工區長度達113公尺。機捷在第三航廈下方結構區以潛盾隧道和明挖覆蓋兩種工法施工，圓滿融合才能維繫彼此百年基業。

潛盾隧道為柔性結構，與周圍的土壤保持壓力平衡，第三航廈的剛性基礎不能直接與隧道體結合，設計上規劃出在兩條潛盾隧道旁及隧道中間共打下90根基樁，開挖時維護隧道的穩定。後續施作第三航廈基礎時，這些保護基樁就變身為承重樁，把上方第三航廈基礎結構重量分散到地下，使剛性的航廈結構不會直接對潛盾隧道產生壓力。明挖覆蓋法的剛性機捷結構，周邊先前打了一圈保護基樁，基樁與結構體之間也有防水膜包覆，確保機捷地下結構不會受到周邊土方壓力及地下水滲透損害。

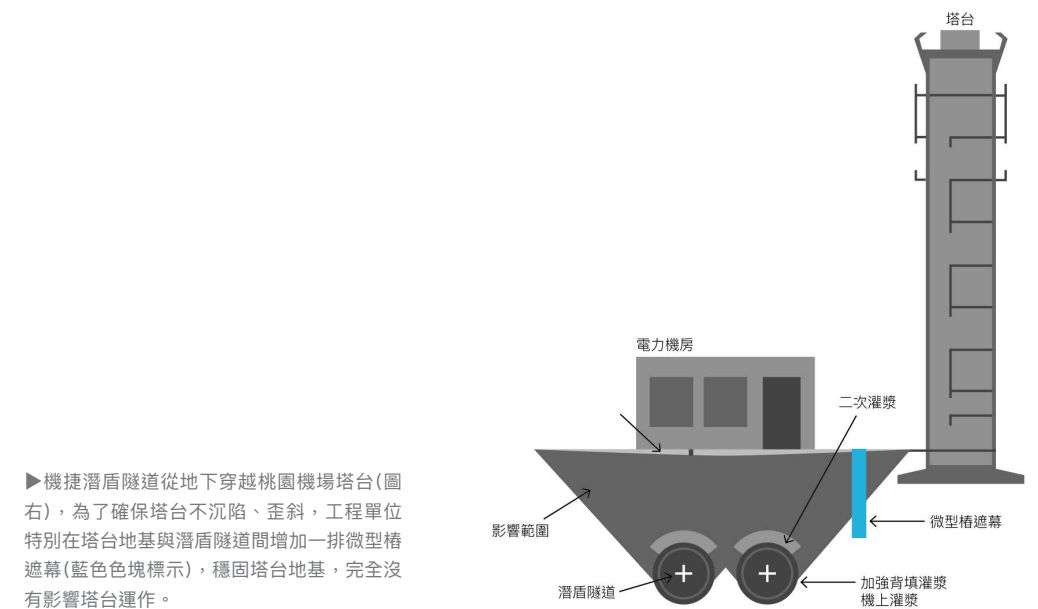
第三航廈基礎土方開挖後，機捷原保護基樁及防水膜外露，作業人員首先敲除基樁，特別注意不能傷到防水膜與機捷本體結構，也不能造成機捷結構空間位置變化。施工人員逐根拆除機捷保護基樁，把新的第三航廈基礎底部防水膜和機捷的防水膜黏合在一起，一直延伸至第三航廈基礎下方及周邊，再新建第三航廈基礎結構與機捷結構靠攏，讓兩個結構融為一體。

除此之外，第三航廈基礎地下水位高，表土往下4至5公尺

就有地下水，施工團隊在工區挖掘祛水井(抽水井)抽水，設水位觀測井及監測儀，24小時監控地下水位變化，基礎工程往下開挖到地下19公尺，維持水位在開挖面以下1公尺的標準，開挖區域土壤維持乾燥。施工期間，機捷列車每天通過隧道及尚未營運A14第三航廈站，為保障機捷營運安全，桃園機場公司特別舉辦監測標，請廠商專業技師在機捷隧道及A14車站建物內外裝設各類儀器，監測隧道結構體內空間變形量、軌道變形量等資訊。

大臺北地區捷運隧道施工，監測警戒值約訂為10mm，也就是1公分以上的變化才需要人為強制介入，然機捷隧道變形量警戒值訂為5mm，行動值為8mm，超過10mm為危險值，立即停工檢討因應。過去曾發生監測數據超過警戒值，顯示機捷結構有上浮跡象，桃園機場公司啟動機制緊急下令停工。經過桃園機場公司施工團隊多次研擬討論，決定將工區畫分為11個小區域，採取小區域的逐步施工方式。自此，機捷結構變化沒有超過3mm，機捷列車營運完全沒有中斷。第三航廈基礎土方挖掘工程共挖出一百二十萬立方公尺土壤，將供第三跑道整地填方使用。

第三航廈基礎工程團隊克服對機捷結構的影響，累積了國內唯一基礎工程對應地下隧道上浮的施工經驗。包括土木工程學會、大地工程學會、臺北市捷運工程局等單位人員，都曾經到工地參訪交流，交換工程經驗。



TERMINAL 3 IS UNDERWAY



5-4 未來航廈的現在進行式

萬丈高樓平地起。桃園機場第三航廈正全面施工，從第二航廈南北擴建區高處遠眺，盤基永固的基礎工程已經完成，工地鋼柱、鋼樑結構正持續增高，設計的雛形逐漸顯現。

桃園機場第三航廈規模宏大，波浪形屋頂長414公尺，寬242公尺、總樓地板面積(含南北登機廊廳)達58萬平方公尺；台北101大樓高448公尺，總樓地板面積大約37萬平方公尺。第三航廈主體相當於三座橫放的台北101大樓，樓地板面積達約1.6倍。

臺灣位處地震帶，夏季有颱風，第三航廈設計有最大跨度72公尺的大跨徑鋼結構，耐震、抗強風需求採最高標準，共計使用約8萬9,000噸鋼柱、鋼樑，材質符合國際規範。混凝土用量達65萬立方公尺，約為台北101大樓混凝土用量的3倍。

第三航廈土建及機電標於2021年決標前，桃園機場公司已先進行第三航廈基礎工程，過去看到工區內的混凝土平面，是第三航廈B2層的基礎板，土建團隊從這層基礎板往上蓋，構成第三航廈樑、柱、樓板、屋頂，以及帷幕等主要構造。

吊裝大跨徑鋼結構，設計階段規劃採建置「構臺」方式施作，即在樓地板上增設一層鋼構與混凝土建成的臨時施工



▲(左)萬丈高樓平地起，桃園機場第三航廈正全面施工。(右)2021年9月1日首支鋼柱組立後，經過兩個多月的施工，第三航廈工區鋼樑結構正持續增高，雛形逐漸顯現。

大平臺，以承載自走式吊車等重型機具及吊裝結構的總重量，施工完畢再拆除這層「構臺」，故需考量建置、拆除「構臺」的工時及費用。

施工團隊於投標時提出國內少見的「移動式平臺工法」，把「構臺」面積縮減到最小，並在各個柱頭間架設軌道，讓小「構臺」可以在預置的軌道上靈活移動，大幅縮短施工時間，節省建置、拆除「構臺」的費用。✚

▼2021年7月11日時任行政院長蘇貞昌視察第三航廈建設工程。





走讀桃園機場

25篇你不可不知道的飛航小知識

出版發行 桃園國際機場股份有限公司
地址 33758 桃園市大園區航站南路9號
發行人 林國顯
總策畫 范孝倫

企劃執行 聯合文學出版社股份有限公司
主編 林佳蕙
文稿提供 陳嘉寧
文字整理 林佳蕙、翁珮恒、曾冠樺
設計 周昀叡 @賴佳韋工作室

出版 2023年3月
版次 初版一刷
定價 200元
GPN 1011200181
ISBN 978-986-531-484-2

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

走讀桃園機場：25 篇你不可不知道的飛航小知識 / 林佳蕙主編。-- 初版 --
桃園市：桃園國際機場股份有限公司，2023.03
面；公分
ISBN 978-986-531-484-2（平裝）

1.CST: 航空 2.CST: 航空運輸管理 3.CST: 通俗作品

557.9

112001655

著作管理權訊息

著作管理權人為桃園國際機場股份有限公司，本書保留所有權利，
欲利用本書部分或全部內容者，需求著作財產權人同意或授權。

版權所有・翻印必究 Printed in Taiwan

Taoyuan
International
Airport



乘坐飛機翱翔天際

人們藉此一探自身對於遠方的浪漫想像

但這跨越七洲五大洋的豪情

得仰賴許多專業知識的累積

與從業人員的分工

才得以達成

Taoyuan International Airport



你可知道為什麼街道只需有一個名字，同一條跑道卻標上兩種名稱？為了防止鳥類干擾飛行，機場得進行什麼樣的防治措施？在機場空側穿梭的黃車並不是計程車，它又有什麼樣的特別任務？

這些看似冷僻的知識，卻與飛航安全極度相關，每一次的航行都是人類智慧文明的極致展示，《走讀桃園機場 25篇你不可不知道的飛航小知識》以深入淺出的方式，帶大家了解航行的奧秘，讓我們對每一趟飛行更有感。

NT 200

ISBN 978-986-531-484-2

