

出國報告（出國類別：其他）

「臺灣桃園國際機場第三航站區主體航廈機電工程」先進目視導引系統廠驗報告

服務機關：桃園國際機場股份有限公司

姓名職稱：陳薰智資深工程師代理副處長
劉俊成工程師

派赴國家/地區：瑞典/馬爾默

出國期間：114 年 5 月 3 日至 5 月 11 日

報告日期：114 年 7 月 4 日

目錄

壹、 目的	2
貳、 過程	3
一、 行程規劃	3
二、 廠驗人員名單	3
三、 ADB SAFEGATE 公司介紹	4
四、 本次廠驗設備項目	5
五、 設備檢查標準	5
六、 廠驗內容	6
七、 廠驗結果	14
參、 心得及建議	16

壹、目的

桃園國際機場為我國對外重要門戶，隨著國際航線持續拓展及國人出國需求日益殷切，旅運量亦呈穩定成長趨勢，未來桃園國際機場第三航廈，將肩負起重要旅客進出功能，配合政府推動亞太航空樞紐之政策，提升桃園機場整體運輸效率與服務品質，達到國際機場運營之高標準與智慧化發展。

隨著航空業發展日新月異，航空公司班機調度之效率與精準度，日漸仰賴機場智慧化系統輔助，特別是飛機滑行與停靠作業之自動化需求持續提高。其中，先進目視導引系統 (Advanced Visual Docking Guidance System, AVDGS) 即為確保飛機安全、準確停靠登機門之關鍵設施。傳統人工引導方式不僅需人力投入，且於氣候惡劣或視線不良條件下可能影響作業安全。故為強化航廈智慧化基礎設施，並提升飛機靠橋作業之效率與安全性，爰規劃第三航廈導入 AVDGS 系統。

本次派員赴瑞典廠區進行 AVDGS 系統廠驗 (Factory Acceptance Test, FAT)，主要目的為確認廠商所製造之設備，是否符合原設計規範及技術需求。透過實地檢驗與測試，可預先發現潛在問題，確保設備品質與功能完整，並作為日後安裝及系統整合之基礎。本次廠驗項目包括但不限於：雷射掃描器功能測試、顯示器功能測試、模擬航班導引測試、操作面板功能測試、緊急停止設備測試等。此外，廠驗過程中亦實際了解設備之安裝方式、操作流程及維修保養要點，作為未來系統正式啟用後維運之依據，減少操作不熟所導致之故障風險，亦有助於日後系統升級或擴充之相關規劃。

本次廠驗地點設於瑞典 **ADB SAFEGATE** 製造基地，為確保作業程序嚴謹且驗證數據完整，由本公司、總顧問及設計監造代表共同組成廠驗小組，依據契約規範執行各項檢驗流程。經過完整測試及確認無誤後，將作為設備交運及後續安裝施工之依據。透過本次廠驗作業，除可有效掌握設備性能，亦為後續安裝與系統整合奠定堅實基礎，確保整體工程如期如質完成，進而促進桃園機場設施朝國際智慧機場標準邁進。

貳、過程

(一) 行程規劃

日期	行程紀要	夜宿地點
114/5/3(星期六)至 114/5/4(星期日)	去程： 自桃園機場搭乘班機至杜拜轉機前往丹麥哥本哈根機場	夜宿機上
114/5/5(星期一)至 112/5/9(星期五)	辦理廠驗 ADB SAFEGATE 工廠導覽、設備測試介紹 AVDGS 雷射掃描與顯示模組測試 機構穩定性與模擬導引流程 安全機制與最大條件測試 導引精準度與容錯功能驗證 測試成果紀錄	瑞典馬爾默
114/5/10(星期六)至 114/5/11(星期日)	回程： 自哥本哈根機場搭乘班機至杜拜轉機返抵臺灣桃園國際機場	夜宿機上

(二) 廠驗人員名單

單位	職稱	姓名
桃園機場股份有限公司工程處	資深工程師代理副處長	陳薰智
桃園機場股份有限公司工程處	工程師(一)	劉俊成
總顧問	標案經裡	簡清鈺
設計顧問	監造主任	周冠汶
士林電機廠股份有限公司	資深經理	尤仁孝
士林電機廠股份有限公司	工程師	林紀佑

(三)ADB SAFEGATE 公司介紹

ADB SAFEGATE 由 Adrien de Backer 於 1920 年代創立，最初專注於航空場地面照明技術，多年來積極透過收購與內部研發擴展產能，從照明與停靠領域的專家，逐步發展為塔台、登機門以及維護服務的全方位專業團隊。

ADB SAFEGATE 在瑞典設有製造與測試廠區，為全球機場地勤設備領導品牌之一，所研發之 AVDGS 系統已於世界多個主要國際機場成功建置，具備高可靠性與操作靈活性，並可與現有橋載系統、飛航資料整合系統（FIDS）及地勤作業系統相互整合，大幅提升機場營運效率。

ADB SAFEGATE 的產品與服務組合涵蓋機場效能的各個層面，從進場、跑道與滑行道照明，到塔台交通管制系統與智慧登機門與停靠自動化，全面整合機場交通引導與處理流程。ADB SAFEGATE 擁有業界規模最大的設備安裝基礎，服務遍及全球超過 2,500 座機場，涵蓋民用機場、軍用機場以及直升機場，目前已在全球 175 個國家佈局，生產據點涵蓋比利時、德國、美國與中國，並於奧地利設有軟體研發中心。2025 年推出 Airside 4.0 智慧機場平台，結合 AI、LiDAR 等技術，打造雲端連結的空側運作生態系統。透過將空側資產數位化、系統化與即時連結，協助機場實現智慧決策、強化營運效率、提升安全性，並致力於打造更智慧、高效與環保的空側生態系統，朝向永續發展邁進。



圖片來源：ADB 官網

(四) 本次廠驗設備項目

先進目視停靠飛機導引系統 (含顯示單元、控制盤、緊急停止按鈕及安裝) 5 套，測試設備如下：

1	雷射掃描器功能測試
2	顯示器遮陽罩效果測試
3	顯示器亮度調整測試
4	遮光罩牢固性檢測
5	模擬航班導引測試
6	操作面板外觀與功能確認
7	步行模擬導引測試
8	緊急停止按鈕測試 (E-Stop)
9	最大能見度測試
10	步行偏移量測試
11	超速提醒測試
12	偏移精度測試

(五) 設備檢查標準

依照契約規範第 16916 章先進目視停靠導引系統之 2.1.2 功能要求及 2.1.3 系統設計性能需求，辦理測試項目共 3 項：外觀檢視、功能測試及步行測試，並記錄測試結果。

(六) 廠驗內容

(一) 廠測前行程

1. 行前會議：由 ADB SAFEGATE 公司代表，介紹團隊成員、公司相關產品介紹，與本次廠驗設備項目、流程及查驗內容。
2. 工廠導覽：透過實地觀察研發、生產、測試與品管等部門，全面瞭解 A-VDGS 系統從設計規劃、零件組裝、軟體開發到成品驗證的完整流程，包括雷射掃描器、顯示模組與控制系統，深入掌握其功能原理及設計理念。此過程有助於建立對系統架構與實際應用場景的整體認識，為後續測試與驗證作業奠定基礎。



(二) 雷射掃描器功能測試

測試過程：

使用模擬航機進場路徑進行定位與距離測試，確認雷射能準確辨識飛機機型與鼻輪位置，並即時回傳數據至控制系統。測試包括不同進場速度與角度的模擬情境，評估其判讀精度。



(三) 顯示器遮陽罩效果測試

測試過程：

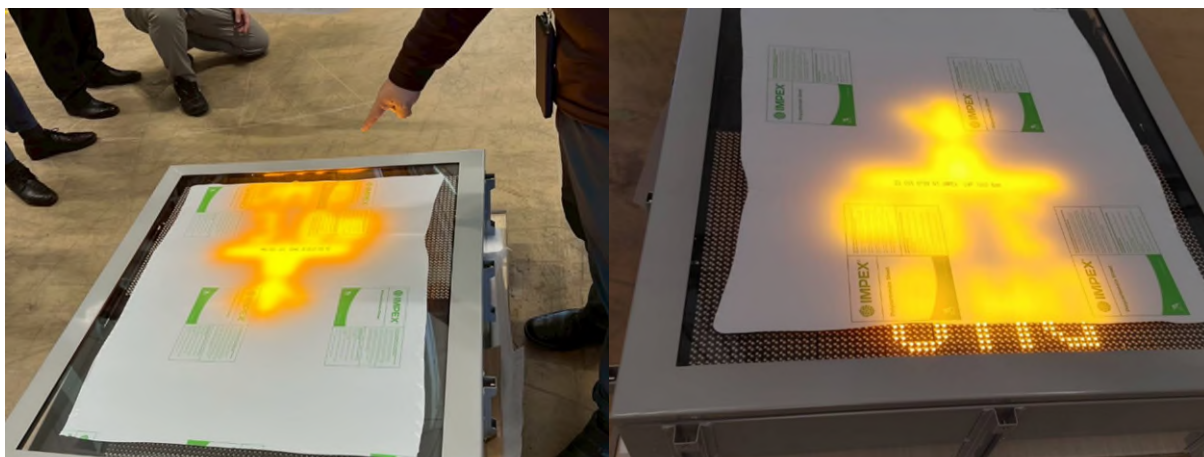
模擬日照強烈環境下，檢驗顯示器加裝遮陽罩後的可讀性。團隊觀察多角度視線與距離範圍內的辨識情況，確保顯示內容於實際機坪作業中不受光線干擾。



(四) 顯示器亮度調整測試

測試過程：

驗證顯示器是否能根據環境光自動或手動調整亮度，以符合不同時段與天候狀況下的可視需求。



(五) 遮光罩牢固性檢測

測試過程：

透過人工施力及模擬戶外環境（風速、震動等），確認遮光罩結構是否穩固、螺絲與卡榫無鬆動現象，確保長期戶外安裝安全。



(六) 模擬航班導引測試

測試過程：

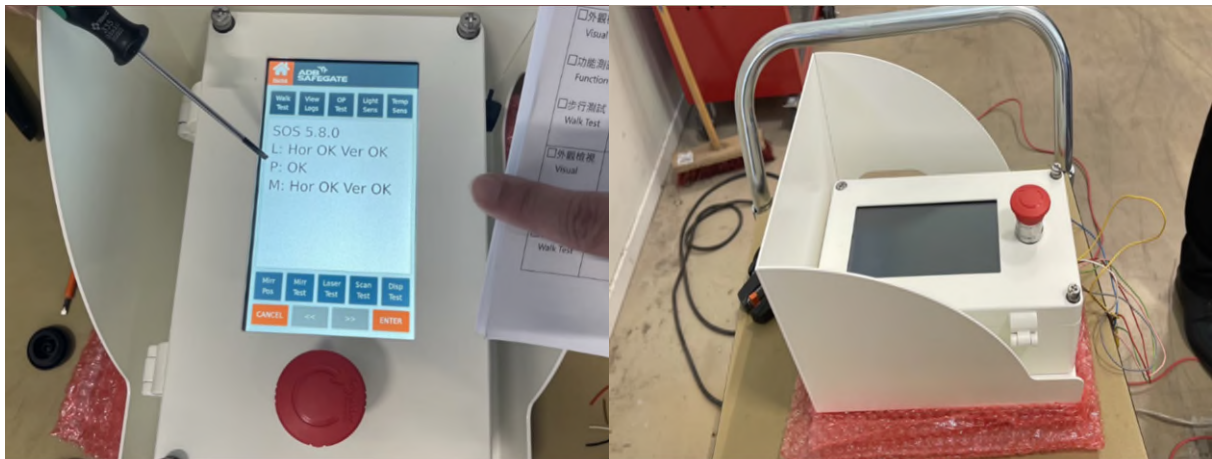
透過虛擬飛機模擬不同型號（如 B737、A350）之停靠過程，檢驗系統是否正確辨識並導引至指定停止點，並同步測試錯誤狀況（偏移、速度異常）下的系統警示反應。



(七) 操作面板外觀與功能確認

測試過程：

檢查控制面板材質、排列設計、按鍵與觸控反應是否正常，並模擬人工介入流程（如手動復位、錯誤解除），確保操作邏輯清楚、人因工程良好。



(八) 步行模擬導引測試

測試過程：

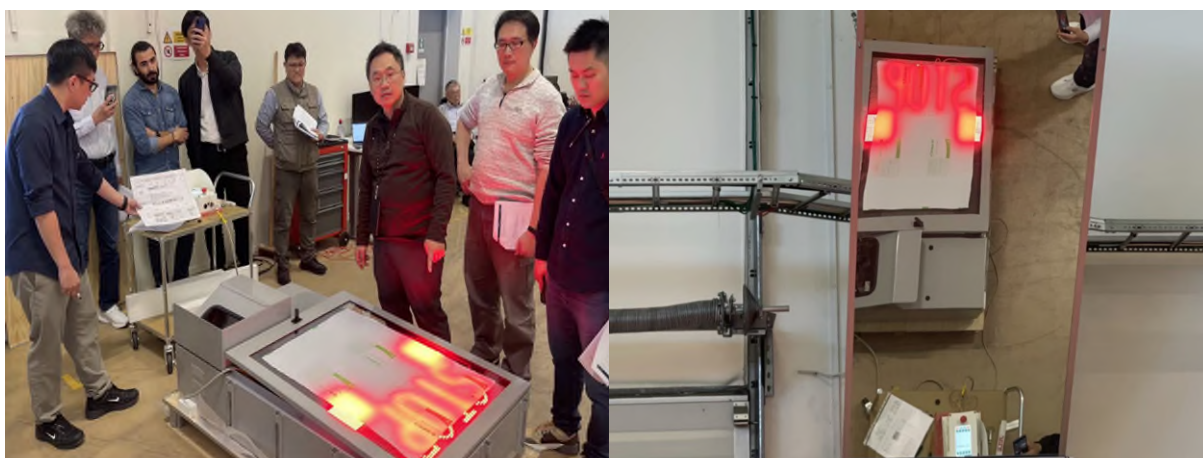
由人員持定位標誌模擬飛機接近與停靠路徑，觀察系統對於速度變化、軌跡偏移的追蹤準確性與即時反應。



(九) 緊急停止按鈕測試 (E-Stop)

測試過程：

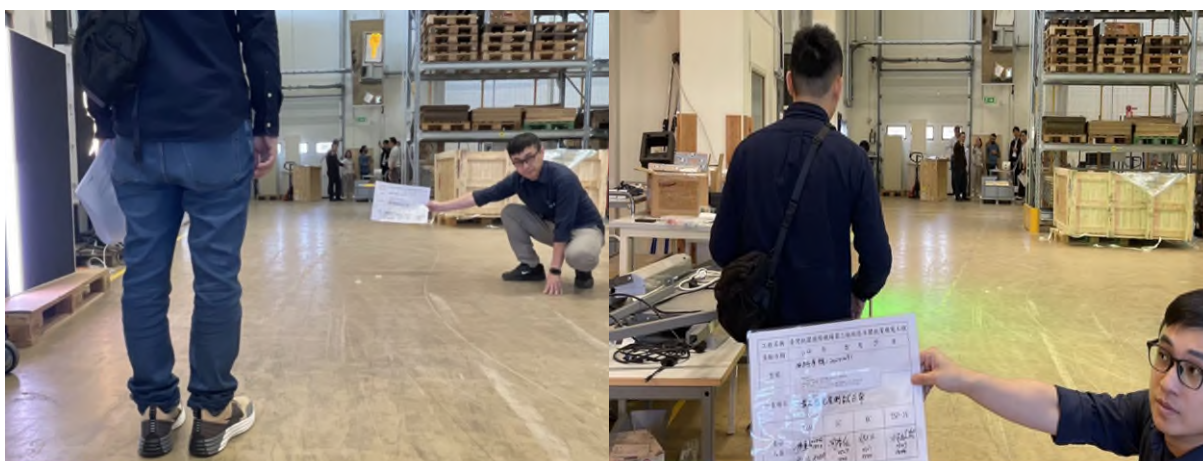
模擬異常狀況發生時操作緊急停止裝置，確認是否能即時中斷導引並觸發系統警報，符合航空地勤安全需求。



(十) 最大能見度測試

測試過程：

模擬低照度至高亮度條件下，驗證 A-VDGS 顯示器資訊在不同光情境下的辨識度與遠距視讀表現，符合 ICAO 相關規範。



(十一) 步行偏移量測試

測試過程：

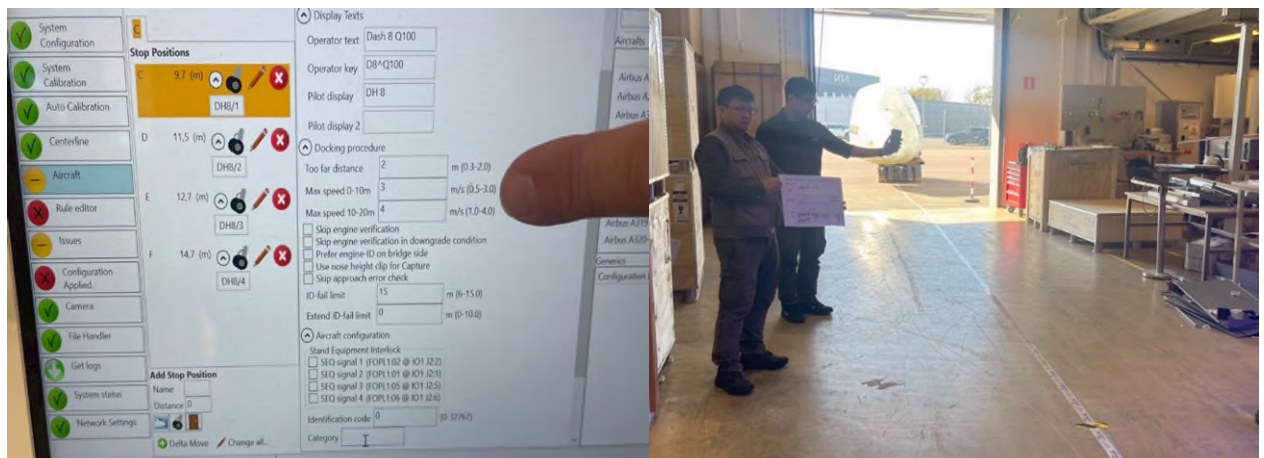
透過步行模擬方式，人為製造輕微偏移狀況，觀察系統是否能準確判讀機身與中心線的偏差距離，並進行誤差記錄比對。



(十二) 超速提醒測試

測試過程：

模擬飛機接近停機位時的速度過快情境，檢查系統是否即時顯示超速警示，協助飛行員或地勤介入控制。



(十三) 偏移精度測試

測試過程：

利用精密測距儀器確認系統在機鼻至停止點導引距離控制的精確程度，驗證是否在可接受公差範圍內（一般為 $\pm 10 \sim 15$ 公分）。



(七)廠驗結果

- (一)檢查雷射掃描器是否正常運作:雷射掃描器運作正常。
- (二)顯示器應以遮陽罩覆蓋，防止陽光直射；並檢視顯示器(含遮陽罩尺寸)是否與送審資料相符:(尺寸:1547x958x428mm)-650mm 為遮陽罩高度；另遮陽罩廠驗時發現有變形，將於設備進場前更換。
- (三)顯示器可因應現場亮度而自動調節 LED 光強度:顯示器可依現場亮度自動調整。
- (四)檢查遮光罩牢固性，並可藉由安裝傾斜支架來避免眩光:遮光罩完整故定，並可避免眩光。
- (五)以電腦模擬中央操作系統提供預定進場飛機資訊，展示長榮及華航各一筆航班於顯示器上:可顯示模擬長榮及華航之航班資訊。
- (六)任一先進目視停靠導引系統單元均需單獨配備操作面板:每一 A-VDGS 設備均配獨立操作面板。
- (七)藉由步行測試模擬飛機停靠過程中，顯示器應提供準確且明確的指示；A.飛機類型、B.放位導引、C.停止距離、D.緊急停止、E.正確的停止位置及 F.過度移動:可藉由步行測試顯示規範需求資訊，詳廠驗報告內容。
- (八)藉由步行測試模擬飛機停靠過程中，按下緊急停止按鈕指示航機需立即停止。在此情況下，除顯示先進目視停靠導引系統故障信息外，應無任何信息顯示:可藉由步行測試模擬飛機停靠過程中，按下緊急停止按鈕指示航機需立即停止，在此情況下，除顯示先進目視停靠導引系統故障信息外，無任何信息顯示。
- (九)依工廠測試場域之最大距離測試顯示器能見度，於現場單機運轉測試時，再測試於 150m 之能見度:可依工廠最大距離測試顯示器能見度。

(十)步行測試至指定位置，其偏移量應符合下列數據:各區間偏移量符合規範需求。

導引資訊 Information		測試位置與停止線的距離 Distance from testing position to stop line			
		0 m	9 m	15 m	25m
垂直於 中心線 Vertical the centerline	規範值 Specification	±250mm	±340mm	±400mm	±500mm
	測試值 Test result	mm	mm	mm	mm
平行於 中心線 Parallel the centerline	規範值 Specification	±500mm	±1,000mm	±1,300mm	N/A
	測試值 Test result	mm	mm	mm	

(十一)步行測試至指定區段，超過其速限應顯示 SLOW: 各區間速度超過速限，均會顯示 SLOW。

導引資訊 Information	測試位置與停止線的距離 Distance from testing position to stop line		
	25m→20m	20m→10m	10m→0m
速度限制 Speed limit	4 m/s	3 m/s	2 m/s
超速顯示 Show[SLOW]			

(十二)步行測試至指定區段，顯示器倒數距離的精度應符合下列數據:步行測試至指定區段，顯示器倒數的精度均符合規範要求數值。

導引資訊 Information	測試位置與停止線的距離 Distance from testing position to stop line	
	15 m → 3 m	3 m → 0 m
精度 Accuracy	1 m	0.1 m
測試值 Test result		

(十三)檢測結果:本次先進目視導引系統(AVDGS)廠驗項目 2.1-2.12 均符合契約規範規定。

參、心得及建議

相較於傳統需由地勤人員手持導引器協助飛機停靠的方式，A-VDGS 可透過自動化引導機制，有效降低對人力的依賴，減輕地勤調度壓力，進而優化人力資源配置。自動導引系統同時能提升停機坪調度效率、縮短航機周轉時間，增加整體運量，並強化地面作業的安全性。

對航空公司而言，精準的停靠可有效避免誤停或偏位等狀況，減少設備損耗與延誤風險，提升航班準點率，並有助於降低維修與營運成本。對旅客來說，飛機能快速準確停靠，將使登機橋銜接更順利，有效提升上下機流程效率與整體搭機體驗，進一步增強對機場服務的滿意度。

此次驗證過程提供了對 A-VDGS 實際應用狀況的初步觀察，系統在精度與穩定性方面展現出良好表現。然而亦發現部分模擬測試情境未涵蓋極端氣候、通訊異常或突發停電等狀況，建議後續驗證流程應納入更多例外情境模擬，以強化系統在特殊情境下的可靠性與應變能力。

桃園機場第三航廈未來將承接大量國際長程與轉機航班，對於地面作業的效率與穩定性提出更高挑戰。在高運量與複雜作業流程並存的情境下，導入高效且自動化的停靠系統，將成為提升機場營運韌性與維持運作順暢的關鍵。為因應未來營運需求並發揮 A-VDGS 系統最大效益，建議可從以下五個面向著手強化：

（一）強化永續與節能效益

A-VDGS 可有效減少飛機滑行等待時間與地面作業重工，降低航機碳排放與能源耗損，有助於機場朝向節能減碳與 ESG 永續治理目標邁進。

（二）提升轉機與旅客服務品質

系統提升停靠準確度與效率，將同步加快登機橋銜接與清艙時程，對於轉機時間緊湊的旅客來說，能有效縮短等待時間，改善轉機體驗，進而強化桃園機場作為亞太區轉運樞紐的競爭優勢。

(三) 加強異常狀況下的備援能力

為提升系統在實際應用中的可靠性，建議進一步納入極端天候、通訊中斷、突發停電等特殊情境的模擬與備援測試，確保面對突發狀況時仍能穩定運作。

(四) 推動人機協作與跨單位訓練

雖然 A-VDGS 屬自動化系統，但實際運作仍需依賴地勤、航務等單位的緊密配合。建議透過跨部門協同演練與標準作業流程整合，提升人機協作效率，避免誤判或資訊落差。

(五) 建構數據回饋機制與智慧營運模型

系統蒐集之運作數據可納入機坪營運分析與管理模型建構中，藉此掌握趨勢與瓶頸，進一步支撐未來智慧化營運決策依據。