

出國報告（出國類別：考察）

參訪香港赤鱗角國際機場 出國報告

服務機關：交通部

桃園國際機場股份有限公司

姓名職稱：王技正世寧

孫處長宏彬

莊科長智堯

戴助理工程師世傑

徐助理工程師智楓

林助理工程師曾瑞

鄭技術員舜元

陶技術員致均

派赴國家：香港

出國期間：108 年 12 月 18 至 12 月 21 日

報告日期：109 年 3 月 19 日

出國報告審核表

出國報告名稱： 參訪香港赤臘角國際機場					
出國人姓名 (2人以上，以1人為代表)		職稱		服務單位	
林曾瑞		助理工程師		桃園國際機場股份有限公司	
出國類別		☒ 考察 ☐ 進修 ☐ 研究 ☐ 實習 ☐ 視察 ☐ 訪問 ☐ 開會 ☐ 談判 ☐ 其他_____			
		(出國類別請依預算書之計畫預算類別填列)			
出國期間： 108年12月18日至108年12月21日				報告繳交日期： 109年3月18日	
出國人員自我檢核	計畫主辦機關審核	審 核 項 目			
☒	☒	1.依限繳交出國報告			
☒	☒	2.格式完整(本文必須具備「目的」、「過程」、「心得及建議事項」)			
☒	☒	3.無抄襲相關資料			
☒	☒	4.內容充實完備			
☒	☒	5.建議具參考價值			
☒	☒	6.送本機關參考或研辦			
☐	☐	7.送上級機關參考			
☐	☐	8.退回補正，原因： (1)不符原核定出國計畫 (2)以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 (3)內容空洞簡略或未涵蓋規定要項 (4)抄襲相關資料之全部或部分內容 (5)引用相關資料未註明資料來源 (6)電子檔案未依格式辦理			
☐	☐				
☐	☐				
☐	☐				
☐	☐				
☐	☐				
☐	☐				
☒	☒	9.本報告除上傳至公務出國報告資訊網外，將採行之公開發表： (1)辦理本機關出國報告座談會（說明會），與同仁進行知識分享。 (2)於本機關業務會議提出報告 (3)其他 <u>置於本公司內網供參</u>			
☐	☐				
☐	☐				
☐	☐				
☐	☐	10.其他處理意見及方式：			
出國人簽章 （2人以上，得以1人為代表） 助工程師 林曾瑞		計畫主辦機關審核人 副處長 戴銘	一級單位主管簽章 副總經理 范孝倫		
		機關首長或其授權人員簽章 副總經理 范孝倫			

說明：

- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「公務出國報告資訊網」為原則。

公務出國報告提要表

出國目的	參訪香港赤鱗角國際機場
服務機關	交通部、桃園國際機場股份有限公司
出國人員	王世寧、孫宏彬、莊智堯、戴世傑、徐智楓、林曾瑞、鄭舜元、陶致均
人員職稱	技正、處長、工程師兼任科長、助理工程師、助理工程師、助理工程師、技術員、技術員
出國類別	☐ 實習(訓練) ☐ 其他(☐ 研討會 ☐ 會議 ☒ 考察、觀摩、參訪 ☐ 進修)
出國地區	香港
出國期間	108.12.18~108.12.21
報告日期	109.3.18
關鍵詞	
報告書頁數	40 頁
報告內容摘要	為提升機場設施設計規劃相關專業能力，參訪考察鄰近標竿機場跑、滑行道維護機制及行李輸送系統相關工程技術、柔性跑道預防性刨鋪作業及該機場第 3 跑道新建工程等項目，藉由與標竿機場互相交流學習，精進臺灣桃園國際機場道面維護品質及管理作為，並為即將執行之本機場南北跑道預防性刨鋪作業及第 3 跑道新建工程之各項工程技術作業 (包含土建及助導航燈光)與工程管理制度，學習標竿機場寶貴經驗。

目錄

<u>出國報告審核表</u>	1
公務出國報告提要	2
壹、 目的	4
貳、 行程	5
參、 參訪內容	6
一、 機場 1 號客運大樓建天際走廊	6
二、 三跑道工程	7
三、 道面維護工程	10
四、 燈光設施維護工程	20
五、 行李輸送系統工程	32
肆、 心得與建議	39

壹、 目的

本公司近年於機場園區內多處進行大型公共工程之施作，除第三航廈規劃及工程、第三跑道規劃及工程、空側跑道滑行道整建規劃及工程、停機坪規劃及工程等工作項目逐步進行中，除藉各項規劃及工程培養公司內工程人員之現場施工經驗外，汲取世界各機場規劃及整建經驗有利於各項規劃及工程順遂推動；考量香港國際機場為亞洲先進機場之一，且近期正進行三跑道系統之興建，與桃園機場之情形極為相似，是桃園機場學習的對象。故安排參訪香港國際機場。

	
行政大樓大廳等候區	櫃台接待處
	
進出刷卡管制	行政大樓樓層配置

↑ 本次參訪簡報地點:香港國際機場行政大樓

貳、 行程

日期	時間	行程
(12/18) 第一天	上午	去程：(10:10 出發-12:10 抵達) 搭乘長榮 BR867 班機前往香港赤鱗角國際機場
	下午	交流討論： 香港機場第 3 跑道工程項目
(12/19) 第二天	上午	交流討論： 助航燈光維護
	下午	交流討論： 香港機場空側設施 (跑道、滑行道、停機坪、助導航設施)
(12/20) 第三天	上午	實地參訪： 助航燈光維護
	下午	交流討論及實地參訪： 行李輸送系統
(12/21) 第四天	上午	回程：(11:15 出發-13:00 抵達) 搭乘長榮 BR852 班機返回臺灣桃園國際機場

參、 參訪內容

一、 機場 1 號客運大樓建天際走廊

香港國際機場興建一條連接一號客運大樓與北衛星客運廊行人天橋。機管局指，行人天橋「天際走廊」長 200 米，淨空高度超過 28 米，淨跨距超過 130 米，足夠讓最大型雙層客機 A380 通過，落成後，旅客可徒步來往兩座大樓，需時約 5 至 10 分鐘，較乘搭接駁巴士快 10 分鐘。

天橋造價約 9 億多港元，工程於 2018 年年初展開，預計於今年 6 月完成驗修，最快暑假可啟用。走廊兩端設有玻璃地板，可看到飛機在腳下穿梭，天橋又設置瞭望台和餐廳等設施，將 24 小時運作。

為避免影響機場運作，天橋採用預製組件製造方法，主橋分為三節預製組件，合共超過 5000 噸，在廣東中山市組合後，經海路送至機場西岸碼頭，再由陸路送至機場中場範圍完成最後工程。

因平常接駁巴士需讓飛機經過，令乘車時間增加，且太多巴士亦會影響其他機場服務，天橋落成後，可便利旅客和加強機場服務，來往兩處將不受天氣影響，又預計接駁巴士會因此減少 10 萬班次。



二、 三跑道工程

1. 三跑道系統規劃緣起

香港國際機場自 1998 年起客貨運及航機起降逐年增長，至 2018 年止，每日超過 120 家航空公司連接全球超過 220 個航點，並提供約 1,100 班航班，擴大跑道之容量需求急迫，遂規劃興建三跑道系統。

2. 三跑道系統概要

(1) 三跑道系統並不只是興建一條新跑道，除了跑道本身外，尚包括相關連接滑行道及其範圍內之其他附屬設施

甲、**三跑道**：因香港國際機場目前已無多餘用地可供興建，故規劃於現有機場園區之北側海域約 650 公頃的面積，以填海拓地方式興建，新跑道規劃長度為 3800 公尺。

乙、**三跑道客運大樓**：於現有北跑道及三跑道間興建三跑道客運大樓，樓地板面積約 283,000 平方公尺，可提供 57 個停機位（F 類航機 14 個、E 類航機 23 個及 C 類航機 20 個）。

丙、**旅客捷運系統**：建置地下捷運系統，連接現有二號客運大樓及三跑道客運大樓，以建立完善之機場園區內運輸系統，平均每 2.5 分鐘一班車，列車車長 12 公尺，車速最高可達 80 公里/小時。

丁、**高速行李處理系統**：配合捷運系統管道設置，具有獨立行李盤系統，運送速度達 7~10 公尺/秒，首件行李送抵行李轉盤預估約 20 分鐘，每小時可處理 9600 件行李。

戊、**擴建既有二號客運大樓**：既有二號客運大樓目前樓地板面積約

140,000 平方公尺，且僅提供旅客報到，出入境仍需由一號客運大樓進；在擴建完成後，樓地板面積提升至約 300,000 平方公尺，並增加 216 個旅客報到櫃台，8 個行李轉盤，可提供出入境及全面旅客服務。

（2） 施工計畫

甲、2016 年 8 月：開始施工

乙、2020 年中：填海工程完成

丙、2022 年：新北跑道落成

丁、2024 年：三跑道系統完成

3. 填海工程簡介

香港國際機場自 2016 年開始填海拓陸工程之施工，為降低施工期間對周遭海洋生態的影響，全面採用非疏浚式填海方法，且因應不同區域之海域分採不同施工方式，

- （1） 針對跑道下方及海床較為軟弱之區域，採以先進之深層水泥拌合法；另因部分區域位於航道下方，施工機具高度受限，採以低淨空高度深層水泥拌合法。
- （2） 剩餘區域則以預製疏水豎管/碎石樁工法施作。

另為避免施工期間造成既有北跑道之運作，香港國際機場嚴格要求施工廠商需隨時監控作業高度，於每艘作業船隻皆配有即時淨空高度監察系統。

為確保施工期間不會污染周邊海域，香港國際機場更要求每艘深層水泥拌合工程船範圍需配有淤泥屏障系統；並在施工期間對周遭海域之水質做監測，監控參數包括：溶解氧、酸鹼值、溫度、鹽度、混濁度、懸浮固體、總鹼度及重金屬等數值。

同時為確實掌控所有施工船隻之動向，香港國際機場特別設立海上交通控制中心（MTCC），主要職掌業務係針對（1）劃定航線（2）劃定入口（3）船速限制（4）良好海上實務共 4 項做監察及追蹤、日常統籌、合規檢查、外界聯絡、記錄、報告及支援等任務。

香港機場管理局建築工程部 黃少銓高級經理 講解香港機場三跑道工程



三、 道面維護工程

1. 簡介

香港機場道面維護工程之項目為鋪面檢測方式、道面維修方式，另香港機場是以柔性道面為主，而桃園機場南、北跑道是屬柔性道面，香港機場與桃園機場亦屬相當繁忙之機場，其道面維護方式可做為桃園機場之參考與學習效法之對象。

2. 香港機場之鋪面檢視方式

香港機場發現其道面檢視方式與桃園機場相似，主要為目視檢查、道面狀況指數(PCI)測量、輪廓儀測量、跑道表面抗滑性測量、重錘式彎沈儀測量；另經整理該機場各設施之檢查及維護頻率如下表：

項目	資產任務	頻率
1	目視檢查	每週一次
	跑道、出口滑行道、滑行道	兩週一次
	停機坪與其他區域	兩週一次
	通風井與側風口	每季度一次
2	道面狀況指數(PCI)測量	每年一次
3	輪廓儀測量	每年一次
4	重錘式彎沈儀測量	每兩年一次
5	跑道表面抗滑性測量	每 10 天一次
6	空側道面修補	按需
7	空側道面裂縫填封	按需
8	清除橡膠殘留	由空側決定
9	空側標誌(北跑道和南跑道)	由空側決定

針對跑道部分經整理香港機場與桃園機場道面健康狀況監測頻率比較如下：

健康指標	監測操作	香港機場頻率	桃園機場頻率
表面狀況	1.目視檢查	每周 2 次	每日 4 次
道面狀況指數(PCI)	2.道面狀況指數(PCI)測量	每年 1 次	每年 1 次
結構完整性，鋪面等級編號(PCN)	3.使用重錘式彎沉儀(HWD)測量	每 2 年 1 次	每兩年 1 次
跑道輪廓	4.使用輪廓曲線儀測量及平整度分析	每年 1 次	每年 1 次
瀝青老化情況	5.對芯樣中的再生結合料進行流變分析	每年 1 次	X
抗滑性	6.抗滑性測量	每 10 天 1 次	每周 1 次

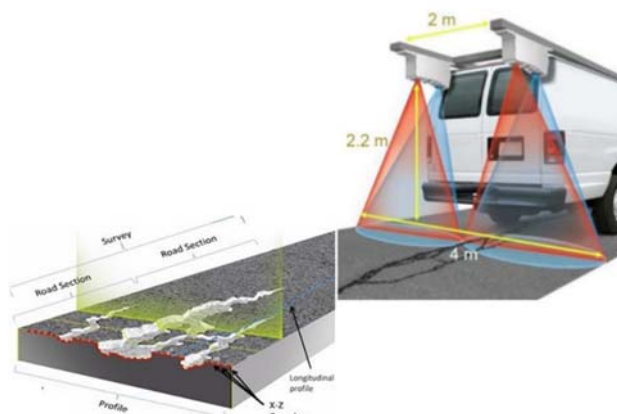
3. 香港機場之鋪面自動化檢測系統

本次參訪香港機場使用之設備為新加坡 Samwoh 公司開發之，裂縫激光測量系統(LCMS)，該系統能自動測量道面狀況指數(PCI)，香港機場根據其機場手冊，每年進行一次檢測。

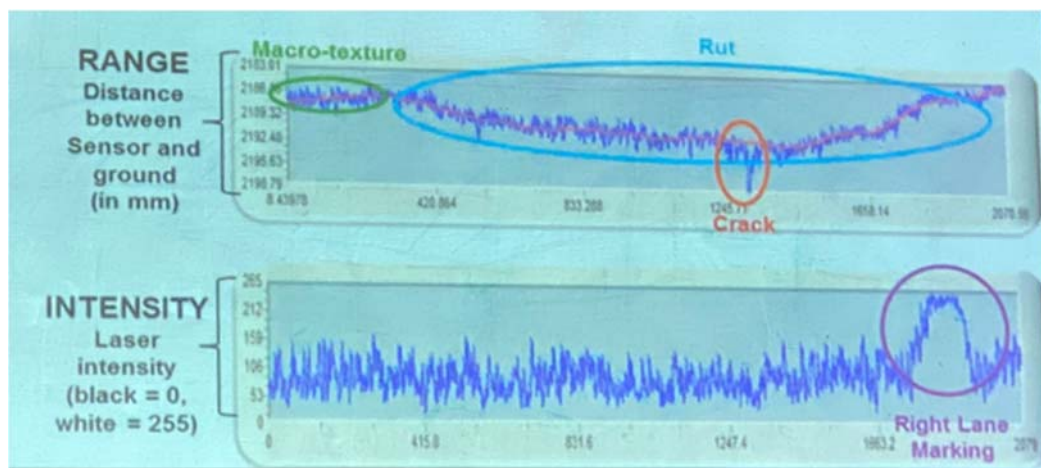
香港機場於 2014 年之前使用傳統的目視檢查，期檢查方式耗時且主觀，2014 年開始採用激光裂縫測量系統(LCMS)自動測量道面狀況指數(PCI)，LCMS 作道面檢查之採集數據方式及主要特徵為，每條車道 4m 寬，每隔 1.0 mm 取樣一次橫向輪廓，時速達至每小時 40 公里。使用 LCMS 作道面檢查-採集分析，根據激光投影儀和傳感器獲得的距離和強度信息識別損壞情況。

使用 LCMS 作道面檢查可更高效，可在各種明條件下進行，不論是白或黑夜高分辨率圖像可實現高度可靠的自動分析，並收集的數據可進行地理參考，從而將數據鏈接到現有的 GIS 或將結果導出到 Google Earth，以實現最佳可視化；存儲的數據可以形成數據庫，用於將來的智能

資產管理。使用 LCMS 作道面檢查數據檢查與存儲可以將圖像組合，以便於檢查。



↑ 激光裂縫測量系統(LCMS)示意圖



↑ 根據激光投影儀和傳感器獲得的距離和強度信息識別損壞情況。



↑ 新加坡 Samwoh 公司開發之，裂縫激光測量系統(LCMS)

調查/檢測方式	優點	缺點
人力目視調查	1.可立即於現場辨識出損壞類型及嚴重程度。 2.搭配經驗豐富之調查人員，可進行損壞成因之初步判斷。	1.現場作業所需時間較長。 2.須另行將現場調查記錄轉為可供進一步分析所需要之資訊。
自動化檢測設備	1.可縮短現場作業所需時間。 2.經判斷之損壞資訊，可較為快速進行相關指標計算。	1.須後端處理現場蒐集而得之影像或雷射掃描資訊。 2.無法完整辨識全數用以計算 PCI 指標之損壞類型。

↑ 人力目視調查與自動化檢測設備之優缺點比較表

4. 香港機場道面類型分析

香港機場之道面分為柔性道面、剛性道面、塊料道面；柔性道面、剛性道面在桃園機場普遍被應用，另塊料道面是屬為因應地層下陷地形而應用之特殊工法，經整理分析上述三種道面之特性如，香港機場道面類型分析表；另整理其三種道面所需施作為護之方式如，香港機場維修保養分類表：

	柔性道面	剛性道面	塊料道面
是否能夠適應不均勻沉降	√		√
行駛質量與舒適度	√		
耐燃油洩漏		√	√
能夠承受高噸位靜荷載		√	√
易於保養及維修	√		
設計壽命	較短(約 20 年)	較長(約 40 年)	較短(約 20 年)
用途	填海土地上的跑道及大部分滑行道	堅實的天然土地上的停機坪和停機位	填海土地上的停機坪和停機位
大約的工程造價(2016 年)	1,700 港幣/平方米	3,000 港幣/平方米	1,000 港幣/平方米

↑ 香港機場道面類型分析表

維修保養工作	柔性道面	剛性道面	塊料道面
	(跑道、滑行道、停機坪、機場管制區道路)	(停機坪、機場管制區道路)	(停機坪、機場管制區)
1.清除橡膠	√		
2.裂縫密封	√		
3.填補裂縫		√	
4.小塊修補	√		
5.挖槽	√		
6.大規模重鋪	√		
7.清除油脂		√	
8.更換接縫處的填縫料		√	
9.修復碎裂路面		√	
10.塊料道面重新密封			√
11.修復凹陷變形			√
12.修復沉降問題			√

↑ 香港機場維修保養分類表

5. 香港機場重鋪瀝青道面之目標

香港機場計畫移除並更換老化的瀝青材料，並修復道面表面破損，修復不均勻沉降導致的道面凹凸不平(重塑道面)，改善道面的抗滑性，跑道和滑行道的現行重鋪辦法，並以 7-10 年為周期性重鋪。其透過 PCI 檢測指數判斷道面重鋪之合理性，如下表，經香港機場測量結果證明近期批准的道面重鋪合約是合理的：

年份	道面狀況指數(PCI)		
	平均	最小	最大
2014	97.9	67.8	100
2015	95	81.3	100
2016	90	69	100

↑ 香港機場道面狀況指數(PCI)表

經評估道面需重鋪後即進行規劃並安排施工流程，經本次參訪了解香港機場是利用夜間離峰時間於一晚內完成下列流程 a-f 流程，並重複施作如下：

a.臨時移除空側地面燈號>b.刨除現有瀝青>c.噴塗黏合層>d.鋪設新的聚合物改性瀝青磨耗層並壓實>e.重新安裝空側地面燈號>f.對到面標誌進行重新塗漆，以及進行最終檢查。

經了解香港機場 2017-2027 年間之跑道滑行道維修計畫安排如下：

2017 重鋪南跑道更換瀝青承重層>2019 滑行道重鋪>2021 重鋪北跑道更換瀝青承重層>2023 滑行道道肩重鋪(2024 三跑道開始運作)>2025 南跑道重鋪。

6. 設於香港國際機場的現場瀝青工廠

香港機場 2006 年之前是採，承包商在自己區外的工廠內生產瀝青後，運送至機場；2006 年機場管理局允許承包商在機場島上建立瀝青廠；2011 年香港機場管理局在 M680 號合約中增加了一項選擇權 “買回” 現場瀝青廠以及其相關附屬設施；2016 年機管局買回瀝青廠；2016-2017 重鋪瀝青道面的合約的承包商可使用機管局之瀝青廠設備。

在機場內生產熱拌瀝青之優勢為，在空側道面維修時確保瀝青供應，瀝青品質控制更加，減少緊急情況時的應變時間，通過減少瀝青的拖運距離從而減少了碳排放，促進了投標商之間的競爭:吸引有經驗的海外承包商、運費降低使得投標價格更低。

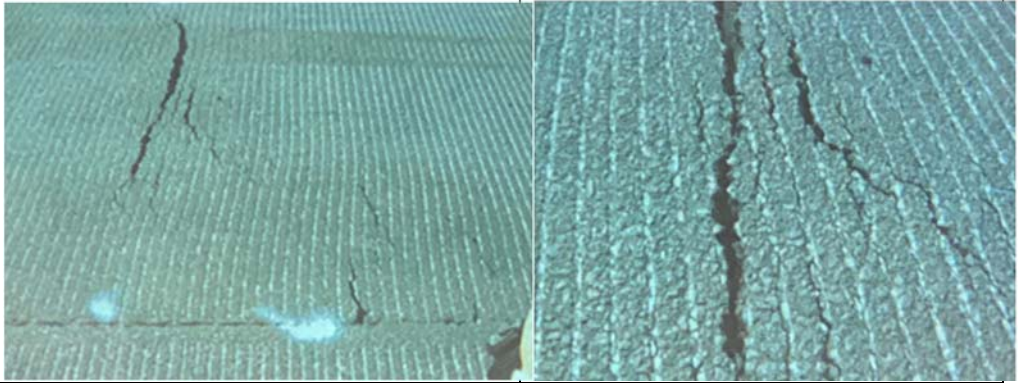
時間	內容
2006 年之前	承包商在自己的工廠內生產瀝青
2006 年	根據 M979 號合約，機管局允許承包商在機場島上建立現場瀝青。
2011 年	在 M680 號合約中增加了一項選擇權-機管局有權在承包商的合約結束時 “買回” 現場瀝青廠以及聚合物改性瀝青環拌設施。
2016 年	機管局行使了 M680 號合約中 “買回” 瀝青廠的選擇權。現場瀝青廠以及聚合物改性瀝青攪拌設施成為機管局的財產。
2016-2017 年	重鋪瀝青道面的 T16VV005 號合約的承包商被允許使用機管局的現場瀝青廠以及聚合物改性瀝青攪拌設施，生產聚合物改性瀝青磨耗層。

↑ 設於香港國際機場的現場瀝青工廠歷程

7. 香港機場柔性道面工程過往經驗教訓

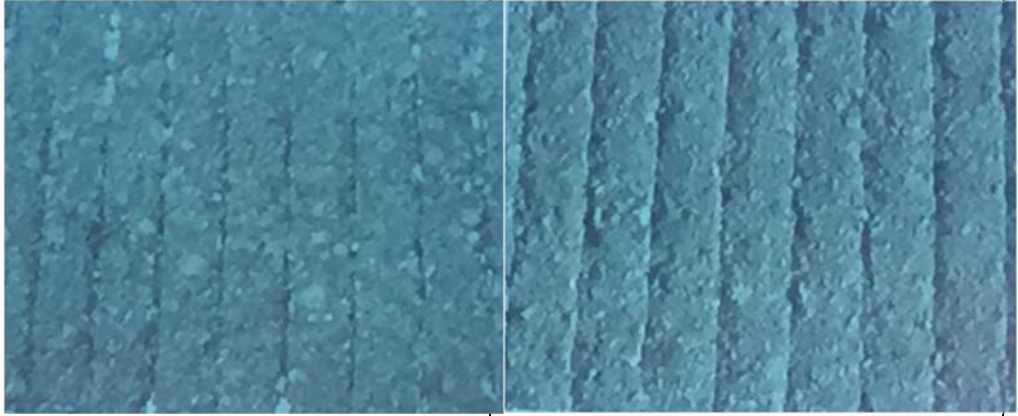
香港機場說明柔性道面工程過往失敗的案例，主要皆為瀝青黏結度低造成，經整理如下表：

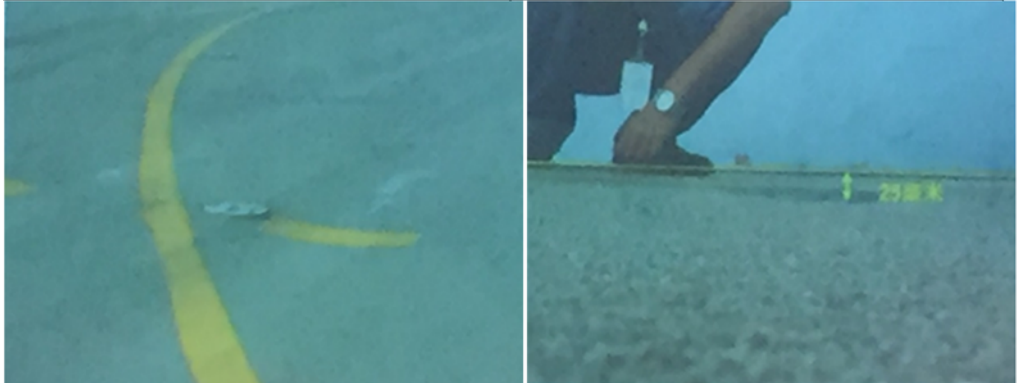
位置	北跑道
缺陷	滑動裂紋
日期	2004 年 11 月
材料	多級瀝青
主要原因	馬歇爾瀝青磨耗層(MAWC)與馬歇爾瀝青承重層(MABC)之間的黏合太弱



位置	北跑道
缺陷	龜裂
日期	2004 年 5 月
材料	多級瀝青
主要原因	老化變硬，材料疲勞



位置	北跑道
缺陷	凹槽閉合及凹槽邊緣磨損
日期	1999 年初
材料	針入度瀝青
主要原因	瀝青黏度低
	

位置	西滑行道
缺陷	車轍
日期	2007 年 8 月
材料	針入度瀝青
主要原因	瀝青黏度低
	

8. 小結

香港機場道面維護方面，除採專業人員目視檢測外，亦搭配自動化檢測設備輔助，增進檢測效率，進行刨鋪決策均有經過縝密之數據量測評估，以及完整的施工規劃安排，且開放維護廠商在機場園區內設置瀝青工廠，確保瀝青品質及減少運送時間；另助導航燈光維護管理方面，係以智慧化、高效化設備取代傳統人力維運，如智能監測自動掃描及檢查系統、燈光檢測車等，除能排除人為失誤，縮短關閉跑道、滑行道的時間提升使用率外，也能提升檢測之正確性、確實性，該等作法，應為確保道面維護效率及服務品質之關鍵。

香港機場管理局空側地面維修大樓外合影



四、 燈光設施維護工程

1. 簡述：

- (1) 香港國際機場有南、北兩條跑道，均長 3,800 米，寬 60 米，依儀器降落系統精確進場類別，跑道 07R/25L/07L 屬第 II 類，25R 則第 IIIA 類，可供飛行員在跑道視程 Runway visual range (RVR) 只有 200 米的情況下著陸。兩條跑道的最終容量為繁忙時段每小時 68 架次起降。現時，香港國際機場採用獨立分隔起降模式，北跑道（07L/25R）只給飛機降落；南跑道（07R/25L）則主要是給飛機起飛，間隔可供飛機降落。
- (2) 香港國際機場自遷往赤鱗角以來，一直躋身全球最繁忙機場之列。於 2018/19 年度，機場再次刷新紀錄，客運量增加 2%至 7510 萬人次，飛機起降量上升 1.3%至 4,28,870 架次(每日約 1,100 架次)，貨運總量則達 506 萬公噸，國際機場貨運總量世界第一。
- (3) 耗資過千億港元興建的機場第三跑道系統，有七項核心工程及設施，包括填海拓地約六百五十公頃，興建一條全長三千八百米的新跑道及滑行道系統，全新三跑道客運大樓及停機坪，並擴建二號客運大樓，興建新的旅客捷運系統及行李處理系統，以及完善道路網及交通設施。



地點	面積
一號航站樓	570,000 平方米
二號航站樓	140,000 平方米
中場客運大樓	105,000 平方米
北衛星客運廊	20,000 平方米
海天客運碼頭	16,500 平方米
客運大樓總面積	> 850,000 平方米

停機位	數目
總客運停機位	106
一號航站樓	49
中場客運大樓	20
北衛星客運廊	10
遠端停機位	27
貨運停機位	43
長期及維修停機位	33
總數	182

2. 助導航燈光電力系統：

- (1) 機場能否安全運作與電力供應之品質息息相關，完整的電力供應系統包括一迴路或多迴路市電、一部或多部的自備發電設備及包含變壓器及開關設備之配電網路，於規劃機場電力系統時必須將其他許多機場設施之電力需求納入考量，第 II/III 精確進場或起飛跑道之日視輔助設施如進場燈系統等應符合 1 秒最大允許燈光切換時間，故助航燈光之供電系統之穩定性攸關飛航安全甚重。
- (2) 香港機場電力上游是從香港發電廠提供的，採用進口燃料來發電，包括燃煤和天然氣，部份也從內地核電站供電，供電穩定。
- (3) 香港機場北跑道北跑道供電系統進行第 II/III 類儀錶著陸系統運作，轉換時採用同步無斷電源轉換系統轉換電源 (2 x 1200KVA 發電機)，南跑道北跑道供電系統進行第 II 類儀器降落精確進場運作前，即提前採用 2 x 1000KVA 發電機運轉供電；之所以在 CAT II 儀錶著陸系統運作時使用發電機作為主要電源，是為了在緊急情況下可以少於 1 秒切換至 city power，如果在 CAT II 儀錶著陸系統運作時使用 city power 作為主要電源，緊急情況下需要等待 15 秒啟動發電機供電，不符合國際民航組織 ICAO 的要求。
- (4) 香港機場 CAT II 儀錶著陸系統運作時是以發電機為主要供電，這個方法可以降低設備數量，但是增加發電機燃料成本，和需要時刻確保發電機的可靠性，亦即，發電機可靠性的要求極高。
- (5) 本機場除每條跑道有 4 台 625KVA 發電機外，另具備主流使用 4 台 500KVA 不斷電系統，發電機只在市電中斷時自動切換供電，運轉時數較少，故障風險低。

3. 恆流變壓器 **Constant Current Regulator** (以下簡稱 **CCR**)

- (1) CCR 乃助航燈光系統運轉之心臟，其特點在輸出採用定電流方式，因此只要在不超出設備容量之前提下同一迴路上所有工作正常之燈具燈泡顯現之亮度均可達到一致。此外燈光迴路上所連結之助航燈光燈具亮度之調節、負載是否過載、迴路是否斷路等之偵測皆可由恆流變壓器本體所達成，以方便維護人員執行預維及檢修
- (2) 香港機場有 190 個 CCR(採用 ADB 和 DIAM4100 兩廠牌)，約本機場 110 個 1.7 倍(採用 ADB 廠牌)，空側場面燈光迴路總數 329 個約本機場 110 個的 3 倍。CCR 具備迴路選擇器可 1 對多迴路，場面迴路數多代表相同面積可細分多個小區，迴路故障影響而關閉範圍縮小，場面查修故障排除時間可縮短，且監控系統故障時可以手動控制的彈性大(如低能見度作業時配合航管作業使用的停止線燈 Stop Bar)，但迴路數多場面管線複雜增加建置及維護成本；建議第三跑道設計時可考量此設計優勢，降低營運風險。
- (3) 香港機場管理局於 2013 年與廠商共同開發並取得固定電流調節器測試平台專利，一個可移動測試平台用於測試維修後的 CCR 其於各個段數及運作條件下真實負載及設備可靠度驗證，確保設備功能正常，避免直接投入營運中的空側場面燈光迴路，造成下游燈具、控制原件或迴路損壞；並可於任何氣候，隨時進行跑滑道燈亮度的穩定測試及基本故障檢測提升維修效率。
- (4) 香港機場空側停機位眾多，且腹地寬廣，局部整建時可一次完整的處理數個區段，影響空側營運較少；本機場因機位較少且航機量繁忙航管等因素，於整建時受限僅能 1 次關閉 2 到 3 個機位，拉長整體施工整建期程，且施工難度較高，必須一直更改回路，燈光迴路無法一次換新。

恆流變壓器 Constant Current Regulator



4. 智能監測自動掃描及檢查系統：

- (1) 空側地面燈號是香港國際機場的重要資產之一。以人手目視檢查跑滑道燈號是常用方法，但由於空側的維修時間有限，因此要經常在短時間內檢查超過 14500 個地面燈號，實在是一大挑戰。機場管理局與香港科學園一間軟件公司合作，成功研發空側地面燈號自動掃描及檢查系統，更成為全球首個應用於這類工作的自動系統。這套系統包括安裝在車上的先進高流量掃描器，以及遙距電腦伺服器，可以快速掃描空側地面燈號，然後將數據傳送到伺服器處理。這項設計可減省人力及改善人手檢查效率不足的問題，更為準確度高的機械檢查開創嶄新方案。這項設計已在香港取得短期專利，並正準備在其他國家申請專利權。
- (2) 香港機場管理局以往依靠人工檢查空側的地面信號燈，一條跑道耗時近 90 分鐘，為提高檢查及維修效率，機管局與香港本地創科公司合作，耗資 700 萬元港幣研發空側地面燈光自動掃描及檢查系統，將檢查每條跑道的時間縮短至 15 分鐘，是全球首個機場採用檢查跑道燈的自動系統。據報導，機場跑道及滑行道的地面燈光，在夜間、天氣不良或能見度低的情況下，為飛行員提供起降方向及指引十分重要。香港每日有約 1100 個航班起降，而飛機起降或滑行時，時而會壓壞或破壞信號燈。

- (3) 為安全起見，香港機管局的工程團隊需每天於凌晨跑道關閉時檢查燈光。為提高檢查效率，機管局與香港本地創科公司研發檢查空側地面燈光自動掃描及檢查系統，利用速拍技術及人工智慧，節省人力及縮短檢查時間。該系統先在檢查燈光車後安裝速拍機，並連接至遠端電腦伺服器，當工作人員駕駛經過各條跑道，實時拍下影像，然後將數據傳送到伺服器處理，並實時通過電子平板電腦提醒人員維修損壞的跑道燈。
- (4) 機管局工程及維修總經理湯遠敬表示，機管局以往依靠人工檢查空側的地面燈光，單是一條跑道就要花近 90 分鐘，新檢查系統可將每條跑道的檢查時間縮短至 15 分鐘，即便工作人員長時間工作都會出現疲勞，系統更可改善人工檢查效率不足的問題。

智能監測自動掃描





5. 助航燈光監控系統 Airfield Ground Lighting Control & Monitoring

System(以下簡稱 ALCS)：

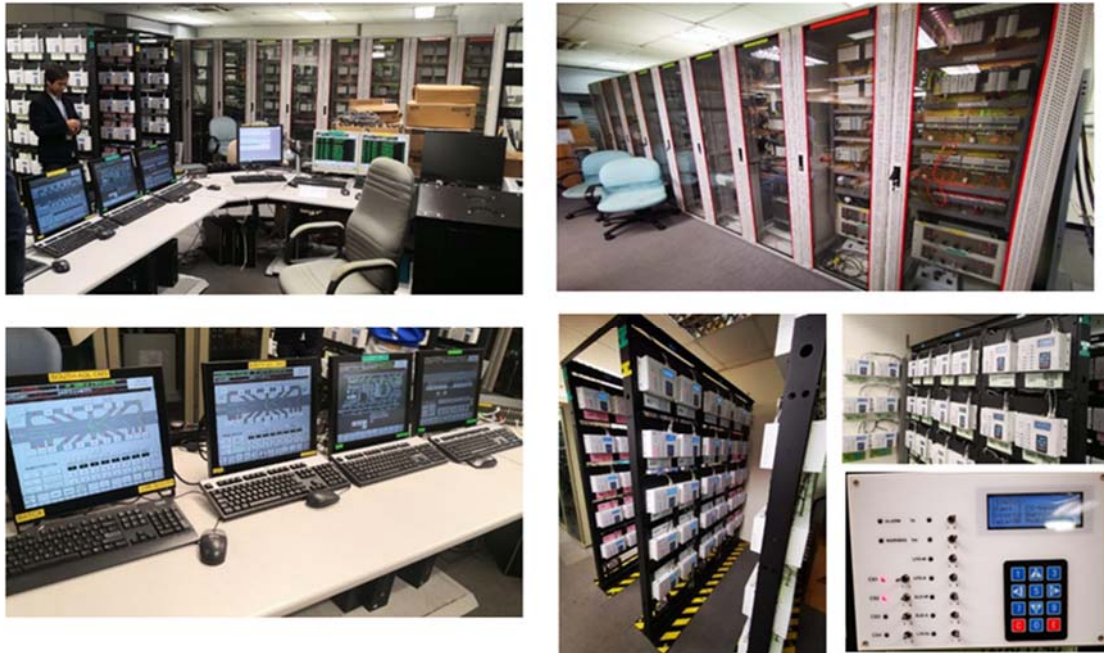
- (1) 塔台管制員透過 ALCS 依據天候狀況、能見度 RVR、風向、機師需求等條件進行場面燈光分布及亮度等控制，以達到順利導引航機起降及至停機坪之目的。
- (2) 香港機場空側助航燈光統分為南、北跑道兩個完全獨立運作的控制系統(如遇系統故障將僅影響單一跑道)，和本桃園機場南北跑道均同一燈光控制系統不同，兩台伺服器皆位於 05R 變電站，無法分散風險，後續將規劃將其中 1 台移設至他站。另南、北跑道同時規劃分開整建，使用於同一網路迴路，同 1 條光纜，僅使用不同芯數，無法分散風險，後續規劃雙迴路；建議新建第三跑道可使用獨立燈控系統。
- (3) 定址器部分香港機場有國內廠商共同開發監控系統與定址器(SAFEGATE 單燈僅針對跑道停止線燈、數條滑行道燈、進場燈)，場面僅部分單燈監控因定址器數量少相對較為穩定，惟無法即時查覺燈光故障，僅靠人員及

設備巡檢，1天巡場約4次。本機場採用ADB原廠系統(定址器約6100顆)，設計建置為場面上全部單燈監控，俾與先進導引系統連接操控，監控系統與定址器目前無國內廠商共同開發，因定址器數量多相對設備可靠度要求較高，監控系統可即時查詢燈光狀態，惟尚未整建完成區域仍無搭配定址器。

- (4) 香港機場有建置一套完全獨立的本地全備援助航燈光監控系統，可於新軟體更新或新控制條件設定上線使用前，進行系統驗證，避免直接上線使用之影響及風險，並可於線上系統發生故障時即時抽換故障設備，減少系統故障影響空側營運時間；本機場雖具備伺服器模擬上線狀態，但無百分之百控制系統設備全備援。香港機場具備監控系統備份件獨立網路連線測試中心，所有程式及設定皆與線上使用中系統一致，包含：監控系統伺服器、網路交換器、工作站電腦、PLC 控制器/連線介面卡/輸出輸入單元/電源卡、CCR 連線介面單元等，舉凡所有監控系統連線所需套件，優點如下：

- 甲、線上品故障時可即時抽換，免設定免測試
- 乙、前已作完設定及測試，降低高階人員搶修
- 丙、縮短維修時間，最快讓線上系統恢復正常
- 丁、採購備份件交貨後之可靠度測試
- 戊、獨立連線測試中心可提前監測網路健康狀況

本地全備援助航燈光監控系統



6. 助導航燈光檢測車：

- (1) ICAO ANNEX14 10.5.5 應針對第 II 或 III 類精確性進場跑道之進場與跑道燈光系統之燈光強度、光束範圍及照射方向，以足夠精確之移動式測量裝備進行量測並分析每個燈具之特性。
- (2) ICAO ANNEX14 10.5.5 對第 II 或 III 類精確性進場跑道之燈光測試的頻率或次數，應依據交通密度、當地污染程度、燈光裝備之可靠性、連續場面檢測報告之評估結果等因素來決定，然在任何情況下，嵌入式燈具每年至少應執行兩次檢查，其他燈具每年至少應執行一次檢查。
- (3) 香港機場與本機場均具備助航燈光檢測車，並於夜間空側跑道、滑行道關場時，根據 ICAO 規範要求內容及頻率進行檢測驗證；為達更好的服務水平，本機場於 108 年購置新型燈光檢測車並已投入線上運作中。

7. 跑道、滑行道道面刨鋪作業：

- (1) 夜間施工燈光假定有兩處工作面，一為刨鋪前之燈具拆除，一為前晚鋪築完成之燈具安裝；道面刨鋪設計顧問規劃夜間施工排程 21:30~隔日 07:30(8.5hr);有關燈光復舊時間規劃嚴重不足，以目前規劃時程當日無法復舊任何燈具，除非延後開場場面燈光迴路數及恆流變壓器多，於故障時影響範圍較少，但較複雜且維護成本較高。建議燈具安裝需待降溫至 50 度 C 以下，且施工需 4~6 小時/盞(膠固化時間)，如無法於預定時間內降溫，燈光即無法展開施作，將導致燈光服務降等，或施作將影響跑道開放時間，施工介面務實規劃密切配合，當日及隔日天候為嚴重影響燈光復舊施工決定及應變之關鍵因素。
- (2) 施工中發生不可預期、另一條跑道臨時無法提供服務或天候(下雨)因素造成無法施作時，工序不可逆，無替代方案，導致跑道無法提供服務之營運風險與損失；建議預防性刨鋪規劃作業應審慎考量天候及能見度因素與風險評估，且必須和航管、航務及上級單位密切配合(飛航公告)，優先考量為確保飛航安全，另一條跑道應預強化維護能量。
- (3) 燈光介面規劃須整體考量，應依燈具高/中/低密度區域，燈具復舊能量決定每晚每段刨鋪施作面積，跑道頭高密度區可考慮連續封閉施工，跑道不供降落使用；建議土木及燈光介面規劃整體考量完妥確立及招標策略擬定後，方可進行後續招標作業(應將施工所有可能面臨之風險同步考量)，香港機場經驗約每晚復舊約 8~10 盞(燈具建置已考量刨鋪)。
- (4) 依刨鋪區域連動助航燈光設施復舊汰換工程，粗估燈光價金量小 (1 條跑道預算約 2 千萬元僅為土木預算約 10%)，且配合工期較長，恐有發包不易及分案管理介面問題，基於同案採購目的與效益，為避免後續各別獨立招標，將衍生有相互銜接不上風險，應整體考量朝減少施工介面方

式辦理；建議將燈光工程技術服務規劃設計及監造，納入創鋪專案工程技服範疇，俾土木及燈光於設計規劃及施工整體考量。

8. 人力資源：

香港機場管理局約有 2,100 名員工(不含消防隊)，工程及維護人力約 300 人(不含專案人力，如第三跑道另案額外需求人力約 300 人)。其中，機管局所屬土木工程、公共設施工程、維護及改善工程單位(專案新建工程另有他單位)，除負責空側及陸側一般性建築物公共設施外，另將旅客運輸系統(PMS)、行李處理系統(BHS)、航空地面燈光系統(AGL)三大特殊系統，依屬性獨立分開管理，同一級單位下，資源互通較能支援互補。

本公司約有 600 名員工(含消防隊)，工程及維護人力約 120 人(含 T3 人力)。其中，桃機公司目前維護處業管 PMS 及 BHS 維護暨既有設施個案改善工程，工程處業管 AGL 維護、設施改善及新建工程，工程處另需負責 T3 新建專案，及空側與陸側所有新建工程。後續第三航廈、第三條跑道及相關客貨園區，新建設施設備陸續完成啟用後，均須轉入維護階段以維持營運水準。以現行桃園機場服務規模及員工人數，建議後續應再考量與調整，特殊機電系統應列入核心技術，整合管理資源相互支援。

9. 維護策略：

香港機場以預防性維護為主，故障矯正性維護為輔，耗材壽命時數到達前整批更換(預防性維護包含機場道面健康狀況監測，各項指標數據分析研判)，預防性維護費用極高，預測性積極管理，降低營運風險。採用 Smart Maintenance 智能維護，夜間利用高速影像掃瞄系統，進行助航燈光燈具固鎖檢查，降低 FOD 發生風險。

桃園機場目前以故障矯正性維護為主，預防性維護為輔，利用每日定期或機動巡場時段，檢查跑道及滑行道場面助航燈光，發現故障時進行檢修；此外，電力及監控設備維護預防保養依每週、月、半年及年度計畫執行。2018 年引進燈光檢測車，每半年使用儀器檢查跑道燈光色度。

土木道面與燈光系統互為界面無法完全切開，維護策略應整體一併考量，善用自動化設備提高效率，為精進維護飛航安全及樽節維護預算費用，針對重要性關鍵設備，建議逐步提升預防性及智能維護佔比，與土木界面應強化空側整體維護協調，未來配合維護管理系統建置專案執行，增進核心自主維護能量。

10. 小結：

香港機場在設備的選擇理念上，是以高飛航風險設備簡單化、高度可靠度的考量建設，所以在助航燈光監控系統部分除分南北跑之獨立系統外，定址器部分也僅控制停止線燈及少量滑行道，並具備備援監控系統；而本機場考量先進場面導引控制系統(A-SMGCS; Advanced-Surface Movement Guidance Control Systems)之 Follow the green 功能，所以具備約 6,000 顆大量的定址器已達到單燈控制功能，大幅增加燈光控制系統複雜度，因多涉軟體程式、資料庫網路等技術，且現存人力皆為電機專業，強烈建議本公司於助航燈光團隊應增加具備相關資訊工程人員人力以確保技術傳承及營運安全無虞。

香港機場在設備的維運的管理上，是以智慧化、高效化設備取代傳統人力維運，如智能監測自動掃描及檢查系統、燈光檢測車等，除能排除人為失誤，縮短關閉跑道、滑行道的時間提升使用率外，也能提升檢測之正確性、確實性，並保有相關檢測數據。

在新建工程方面香港機場預計 2020 年完成填海作業，2022 年先完成第三跑道建設啟用，2024 年完成第三航廈及周邊設施建設啟用；與本機場新建第三跑道及第三航廈時程近似可參考其相關工程技術作為日後發包參考之寶貴經驗，如助航燈光系統場面燈光因柔性道面採用深筒或淺筒施工、是否採用全定址器的單燈控制或是僅停止線燈使用定址器、燈光控制系統設備配置、燈光電力系統 1 秒不中斷新供電系統設備配置等考量。

香港機場預計完成第三跑道建設啟用後，再進行中跑道之整建，並新增跑道頭兩端端繞滑行道，俾三條跑道航機滑行順暢相互運作，有計畫的規劃工程進行；本機場刻正進行滑行道強化工程，於第三跑道建設完成前即可能進行跑道刨鋪作業，香港機場已刨鋪數次可參考其工程經驗。

香港機場在新建工程執行前的工程可行性評估作業，有關填海造地部份邀請世界各先進國家專業團隊進行實地海底鑽探作業，評估其人員及設備之專業作業能量，並參考日本關西機場經驗，確認可行才執行後續發包作業，可避免發包過程相關問題外，也可確保後續實際工程執行之順利。

五、 行李輸送系統

1. 簡介

香港國際機場處理行李量眾多，其旅客輸運量至 2019 年統計為 7150 萬人次，機場及業務夥伴共超過 78,000 人員緊守崗位，為旅客帶來難忘的機場體驗，其中，行李處理是機場服務重要的一環，香港國際機場擁有高度自動化且先進的行李處理系統（Baggage Handling System, BHS），配合 1 維 360 度條碼掃描器（Bar-code Scanner）以及無線射頻辨識（Radio Frequency Identification, RFID），以高效率且精準讀取方式輸送旅客的行李，其主要行李輸送系統位於一號客運大樓的地下行李處理場，該系統利用 8 個分揀系統、超過 24,000 米長的輸送帶，執行抵港、離港和轉機行李之行李輸送作業。而條碼掃描器及無線射頻辨識將負責讀取標準國際航空運輸協會的行李條碼，並運送至指定的離港、轉機上櫃輸送帶上供行李處理人員將行李搬運至櫃車上。就抵港部分，大部份行李會在航機降落後 20 分鐘、卸貨後四分鐘送到 12 條抵港旋轉行李輸送帶。

2. 離境行李處理

於 2019 年，香港國際機場每月輸送的離境及轉機行李多達約 750 萬件，即是每天平均處理多達 25 萬件行李，在旅客辦理登機手續的一刻，須要託運的行李已經進入機場龐大的行李處理系統，系統由機場員工 24 小時實時監察確保運作暢順，行李處理系統所在的行李處理大堂，面積約有 5 萬平方米，每小時可以處理多達 16,000 件行李。離境

行李處理程序主要分為五個部分，分別是：



自 2019 年 11 月 29 日起，香港國際機場一號客運大樓啟用擴建設施，擴建部分將新增旅客登記行段 L，設有 48 個旅客登記櫃檯，另一號客運大樓的旅客登記櫃檯總數增至 369 個。設於擴建後的一號客運大樓離港層的智能登記櫃檯亦將增至超過 100 部。

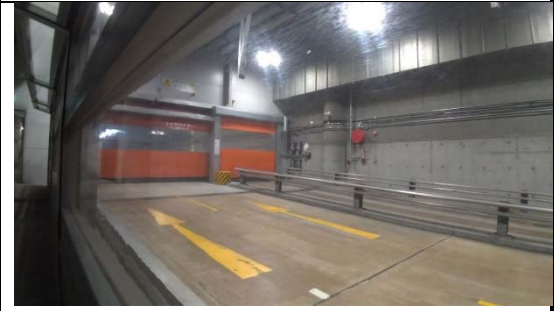
目前旅客在香港離境時，可選擇數台智能自助報到機（Common-Use Self-Service, CUSS）及自助行李託運櫃台（Self-Bag Drop, SBD），縮短了旅客報到及掛行李的時間，而位於報到櫃檯旁的行李磅秤，更為旅客提供更為方便之行李重量查詢。

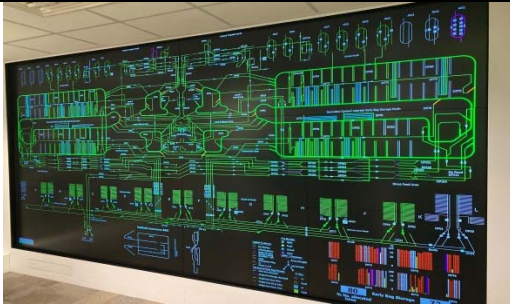
旅客離港託運行李時，地勤人員會為行李掛上標籤，為確保行李運送準確、可靠，目前香港國際機場除了使用傳統條碼技術外，亦同時採用無線射頻識別技術（RFID）來處理行李，每一件離境行李的行李標籤上皆植入識別晶片，內有行李的資料，例如旅客姓名、航班資料、座位編號、航班目的地以及行李重量等等可用資訊，以供行李處理系統紀錄及追蹤行李位置。

體積過大、過小、或過重及過輕的行李可能會影響或損壞系統，甚至影響行李在系統內的處理程序，這類行李不會直接進入行李處理系統，而會由專人在特大行李登記處，直接運送到行李處理大堂，而在行李安檢問題上，系統設有保安檢查功能，讓每件行李必須通過保安檢查方可運上飛機，所有行李首先會進行 X 光檢查，如果未能通過，會交由保安人員進行檢查，如果行李仍然未能通過檢查，則會通知旅客確認，並由更為精密的儀器再作分析。

離港行李通過保安檢查後，就會進入分揀程序，分揀程序主要由主分揀器及副分揀器執行，當中各有四組裝有感應器的行李盆，行李送上分揀器行李盆後，系統會以感應器控制行李的運送路線，根據行

李的情況自動運送到所需地方，在不同情況之下，行李亦會以不同方式處理，例如有些旅客在所屬航班的登機手續開始前，已經提早辦理登機手續及託運行李，這些行李完成保安檢查後，會放置於暫存行李區，目前行李處理系統內設有 8 個暫存行李區，最多可容納 5,500 件暫存行李，這些行李會在所屬航班的旅客登機程序開始後，自動送到系統進行分揀作業，而當旅客行李分揀至指定輸送帶上時，香港機場與國際公司 Vanderlande INC 為地勤人員安裝新式省力裝置 (STACK@EASE)，而此省力裝置亦安裝了 RFID 讀取器，使地勤人員將行李搬運上櫃作業時，更加輕鬆舒適、降低職業安全之風險且保留高精度之行李追蹤狀態。

	
櫃台旁行李磅秤	旅客自助報到設備
	
自助行李託運指引	自助行李託運櫃台
	
地下行李處理場管制	地下行李處理場室內化

	
控制中心系統狀態	控制中心參訪合影
	
省力裝置教學	省力裝置實際使用狀況
	
行李處理場現場	行李標籤(內含 RFID)及轉機專用標籤
	
員工(不同職責穿不同顏色)	櫃車駛離行李處理場

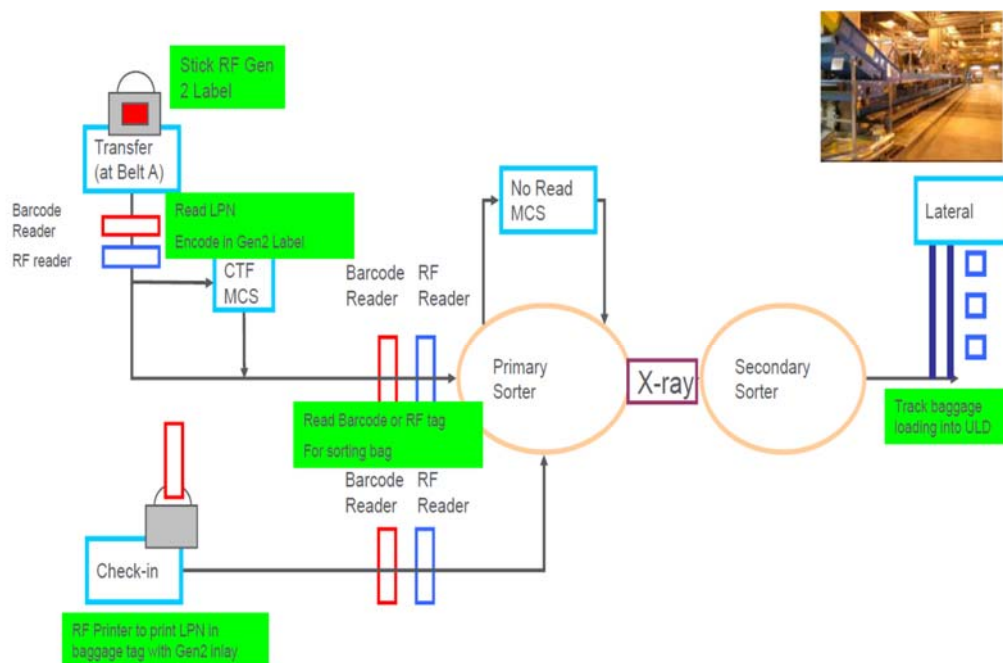
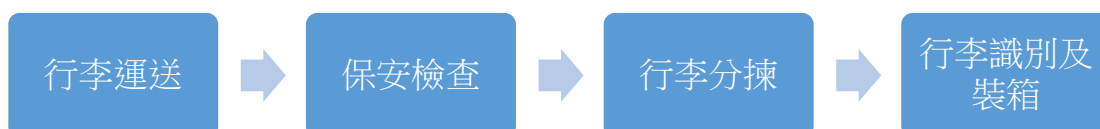


圖 2.3.1 香港機場行李追蹤輸送流程

3. 轉機行李處理

機場亦都處理大量轉機行李，處理量每月平均超過 95 萬件，佔總行李量四成以上，轉機行李處理程序主要分為四個部分：



大部分轉機行李會在停機坪卸下，直接運送到行李處理大堂，然後進入中央轉口處理系統，如果轉機時間緊迫，卸下的行李會立即運送到停機坪的急轉行李處理區，進行保安檢查及分揀，機場運作高效迅速，即使旅客抵港後轉機時間只有 50 分鐘，行李都能夠完成所需處理程序，送到下一程航機上，每件進入中央轉口處理系統的轉機行李，除原有的條碼行李標籤外，操作人員會貼上無線射頻識別系統（RFID）的標籤，行李處理系統首先以掃描器從不同角度讀取行李條碼的資料，然後利用射頻識別系統讀寫器將行李資料重新整理，寫入無線射頻標籤內再運送至相關的分揀器，行李送上分揀器前同樣須要通過保安檢查，分揀器根據不同的情況自動分配行李到所屬航班的裝箱帶暫存行李區或未核准行李區，最後，與所有離境行李一樣，裝箱

帶上的行李，會由航空公司委聘的停機坪飛機服務人員，搬上所屬航機的行李箱內，再將行李箱運往停機坪及所屬航班。

4. 抵港行李處理

抵達香港國際機場的旅客，在下機的同時行李已經開始從飛機卸下，由航空公司委聘的停機坪飛機服務人員，以最快的速度送到行李處理大堂，行李認領大堂共有 12 個行李轉盤及兩條特大行李運輸送帶，並設有清晰標誌，指示旅客認領行李，每個行李轉盤由兩組運輸帶組成，香港國際機場訂立服務水平指標，由飛機停泊妥當起計，首件行李會在 20 分鐘內送到行李認領大堂，最後一件行李亦會在 40 分鐘內送達。

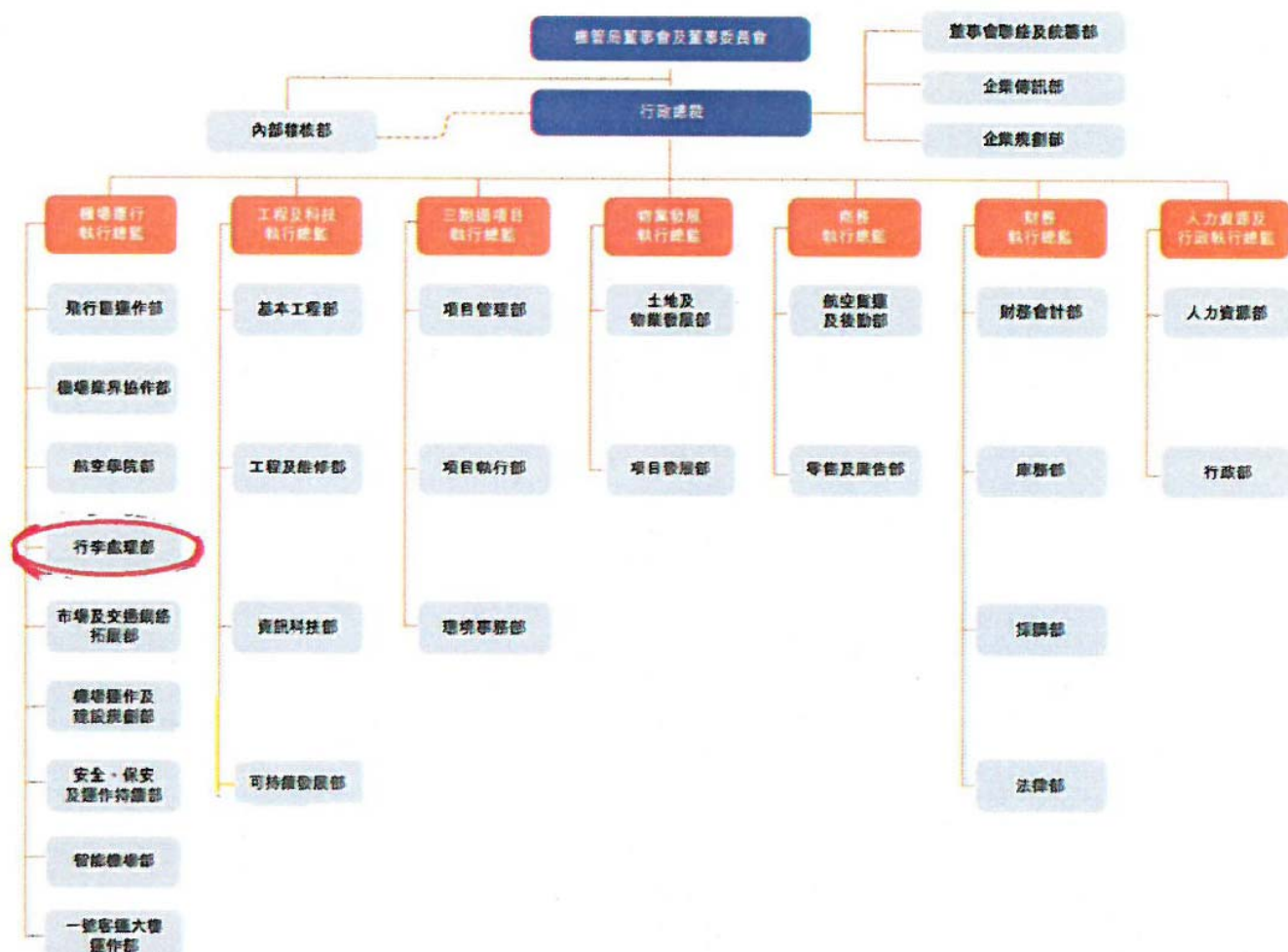
	
特大行李認領處	抵港轉盤及標示
	
抵港轉盤出口設計	行李託盤使用狀況

5. 小結

香港國際機場的行李輸送系統，持續進行旅客服務及地勤作業整合，不斷精進，除目前所擁有的裝置設備，機管局亦向國際公司 Leonado 簽訂合約，預計更換機場第一客運大樓的主要分揀機為新式多重分揀之分揀機，致力成為世界級頂尖的機場，俾於機場管理及拓展相關業務，並奠定國際機場指標性的地位。

本次參訪香港機場行李處理設備以及與機管局同仁了解得知，因行李輸送相關專業及其輸送爭議，經過逐年累月之組織調整及改善後，香港機管局由原有 4~5 人管理躍升至 80~90 人次執行行李輸送及設備管理作業，並於其後將成立獨立專屬之行李處理部門加強控管，皆因行李輸送涉及層面廣闊，且具核心價值；本次將借鏡香港機場之寶貴經驗，對目前本公司所採”契約包商制”執行行李輸送契約管理優化，將更加要求落實廠商回報控管、現場緊急應變及核心業務保安等…，以期勉未來能以更佳可靠及優質方式，執行行李輸送營運。

機管局組織架構



肆、心得與建議

一、參酌香港機場第三跑道招標經驗，研議推動機場重大建設招標策略

香港機場憑藉優越地理位置與繁榮經濟基礎，自 1998 年啟用以來，已為全球最繁忙的機場之一，為因應航空客、貨運量需求續攀升，香港機場啟動第三跑道建設，該建設之關鍵要徑一填海造陸工程，預估填海造陸面積達 650 公頃，填方量達 1 億立方公尺，工程規模龐大且技術門檻高，國際間有能力執行此工程廠商甚為有限，為順遂展開此工程招標作業，香港機場管理局透過預先建立廠商名單及實地考核，並適度拆分標之招標策略，成功結合全球最具規模的 7 家海事工程廠商之能量執行此工程，使工程如期推展。我國桃園國際第三航站區主體航廈工程，亦有工程規模龐大且技術門檻高特性，經檢討降低施工難度及風險後，仍面臨市場上營造能量不足及市場缺乏競爭之問題，為爭取國際廠商參與，建議可參酌類似香港機場管理局所採之招標策略，採取分階段招標及建立標案合格廠商名單方式，增加國外廠商進入我國市場之投標誘因，以及提升國外廠商與國內廠商共同合作參與投標機會，俾改變市場結構，使招標作業順遂完成；另未來桃園國際機場第三跑道、衛星廊廳、高雄機場新航廈等建設亦可適予考量。

二、借鏡香港機場履約管理作法，精進我國機場管理單位技術能力

香港機場管理局針對委外專業技術服務之合約規範層面，除律定特定項目的專業服務外，亦特別重視該專業廠商可提供人才培訓及技術移轉服務，以適時培育人才與累積經驗，為進一步厚植我國機場管理單位技術能力，建議可借鏡香港機場管理局作法，透過專業廠商駐場協助及專案參與的機會，加強人才專業，在合約設計方面，亦可研議擴大技術移轉範疇，以全面提升我國機場管理單位技術能力。

三、 參考香港機場智慧化巡檢方式，進行道面及燈光維護，增進效率

香港機場道面維護方面，除採專業人員目視檢測外，亦搭配自動化檢測設備輔助，增進檢測效率，進行刨鋪決策均有經過縝密之數據量測評估，以及完整的施工規劃安排，且開放維護廠商在機場島設置瀝青工廠，確保瀝青品質及減少運送時間；另助導航燈光維護管理方面，係以智慧化、高效化設備取代傳統人力維運，如智能監測自動掃描及檢查系統、燈光檢測車等，除能排除人為失誤，縮短關閉跑道、滑行道的時間提升使用率外，也能提升檢測之正確性、確實性，該等作法，實為確保道面維護效率及服務品質之關鍵。