

## 出國報告(出國類別：訓練)

### 英國 AMS 公司航機移離裝備訓練



服務機關：交通部桃園國際機場股份有限公司  
姓名職稱：消防分隊長洪英傑、消防分隊長黃建誌  
消防小隊長陳宥濤、消防小隊長洪嘉隆  
消防員洪靖宸、消防員武宣廷  
派赴國家：英國  
出國期間：111 年 11 月 5 日至 111 年 11 月 13 日  
報告日期：111 年 12 月 20 日

# 目 次

壹、	目的 .....	1
貳、	課程內容 .....	2
一、	訓練地點.....	2
二、	講師介紹.....	3
三、	課程安排.....	4
肆、	過程 .....	6
一、	航機移離搶救現場安全.....	6
二、	航機移離救援理論及各項航機移離裝備操作應注意事項.....	8
三、	地錨鍊栓裝備及航空器救援空氣昇舉袋操作.....	11
四、	航空器救援吊索舉昇演練.....	16
五、	航空器搶救耐力複合板實務鋪設及使用航空器救援拖索組拖曳故障航機移離演練.....	18
六、	使用航空器緊急移置系統平台車模組，進行救援運用說明.....	21
伍、	心得與建議 .....	22
陸、	附錄照片 .....	23

# 圖 表 目 錄

圖 1：Cotswold Airport 俯視照.....	2
圖 2：講師 Gavin Watts 先生.....	3
圖 3：講師 Brian Deacon 先生.....	3
圖 4：建立搶救現場警戒區(線)及指揮所選定示意圖.....	6
圖 5：地錨鍊栓裝備及航空器救援空氣昇舉袋操作示意圖.....	12
圖 6：波音 737 之航機移離文件 (ARD)，左圖為鍊栓位置；右為鍊栓角度及負重荷載.....	13
圖 7：航空器救援空氣昇舉袋操作示意圖.....	14
圖 8：波音於航空器移離手冊中空氣昇舉袋放置位置及接觸面壓力.....	15
圖 9：鉛錘線裝置使用示意圖.....	16
圖 10：AMS 航空器救援吊索說明書－波音 787 組裝示意.....	17
圖 11：航空器搶救耐力複合板鋪設及航空器救援拖索組拖曳移離組合示意圖.....	19
圖 12：航空器救援拖索組組裝示意圖.....	19
圖 13：使用航空器救援拖索組移離廣體飛機時，增加擴展鋼欄系統示意圖- 以 A380 為例.....	20
圖 14：航空器緊急移置系統平台車配合空氣昇舉袋操作示意圖.....	21
圖 15：航空器緊急移置系統平台車配合 50 噸移離轉盤操作示意圖.....	21
表 1：行程暨課程表.....	4
表 2：航空器移離成本範本－取自交通部民用航空局”故障航空器移離作業應注意事項”.....	9
附錄圖 1：地錨固定.....	23
附錄圖 2：索帶固定.....	23
附錄圖 3：索帶固定.....	23
附錄圖 4：鉛錘線測量.....	23
附錄圖 5：空氣昇舉袋內部.....	23
附錄圖 6：千斤頂固定.....	23
附錄圖 7：拖索.....	24
附錄圖 8：拖索暨拉力感測器.....	24
附錄圖 9：拖索.....	24
附錄圖 10：耐力複合板鋪設.....	24
附錄圖 11：耐力複合板鋪設.....	24
附錄圖 12：耐力複合板鋪設.....	24
附錄圖 13：吊索作業.....	25

附錄圖 14：吊索作業.....	25
附錄圖 15：吊索作業.....	25
附錄圖 16：吊索作業.....	25
附錄圖 17：吊索作業.....	25
附錄圖 18：吊索作業.....	25

# 摘要

隨著航空運輸量成長之新機需求與舊客機汰換後之新機遞補的驅動下，牽動全球航空產業鏈的發展，相對機場上活動的航空器亦日益更新，使故障航空器移離作業逐漸變得棘手。然而多數機場基於經濟效益的考量，所備置的故障航機移離所需之裝備仍然有限。如何在有限裝備下完成航機移離作業，的確對執行移離作業人員是為極大之挑戰。

AMS Aircraft Recovery Ltd 成立於 1988 年，是一家位於英國的工程公司，專門從事航機移離各項系統的設計、開發和製造。AMS 於 2013 年在科茨沃爾德機場(Cotswold Airport )開設了第一所專門的培訓機構(本次訓練地點)，也是全程使用全尺寸實體航空器作為課程基本教材的專門培訓機構，使參訓學員能夠在現代機型中進行紮實的理論及實務培訓。

對於干擾機場正常運作的故障航空器移離作業已是世界各國機場重點課題之一。有鑑於此，本次訓練除了了解航機移離相關理論及移離搶救目的與價值外，並以實體航機實際執行航機移離作業課程，讓所有參訓學員在執行作業中充分感受到真實感，且讓錯綜複雜的移離作業，經規劃整合後，變的井然有序，使其完成整個移離作業。

## 壹、 目的

隨著航空運輸量成長之新機需求與舊客機汰換後之新機遞補的驅動下，牽動全球航空產業鏈的發展，相對機場上活動的航空器亦日益更新，使故障航空器移離作業逐漸變得棘手。然而多數機場基於經濟效益的考量，所備置的故障航機移離所需之裝備仍然有限。如何在有限裝備下完成航機移離作業，的確對執行移離作業人員是為極大之挑戰。

AMS Aircraft Recovery Ltd 成立於 1988 年，是一家位於英國的工程公司，專門從事航機移離各項系統的設計、開發和製造。AMS 於 2013 年在科茨沃爾德機場(Cotswold Airport )開設了第一所專門的培訓機構(本次訓練地點)，也是全程使用全尺寸實體航空器作為課程基本教材的專門培訓機構，使參訓學員能夠在現代機型中進行紮實的理論及實務培訓。

對於干擾機場正常運作的故障航空器移離作業已是世界各國機場重點課題之一。有鑑於此，本次訓練除了了解航機移離相關理論及移離搶救目的與價值外，並以實體航機實際執行航機移離作業課程，讓所有參訓學員在執行作業中充分感受到真實感，且讓錯綜複雜的移離作業，經規劃整合後，變的井然有序，使其完成整個移離作業。航機移離作業目的是將一架無法利用自己本身的動力移動或無法透過拖車和拖桿移動的航空器順利移至安全且不影響機場運作之適當地點，而在移離作業中亦不造成航空器的二次傷害(損壞)。

本次前往英國除了接受 AMS 公司培訓機構為期五天的專業訓練外，並針對桃園國際機場現有的移離裝備加以訓練，以得更精進的操作方法及強化其熟稔度。在訓練期間，亦與該機構教官們相互分享航機移離搶救經驗，從中了解建立移離作業中的指揮機制及落實自我安全檢查表，以確保現場作業人員安全的重要性。

## 貳、 課程內容

本次前往英國期間為 111 年 11 月 5 日至 11 月 13 日，於 11 月 5 日台灣桃園國際機場啟程，並經曼谷轉機後，抵達英國倫敦希斯洛機場(Heathrow Airport)，飛行時間共 17 個小時。回程時間飛行時間共 15 個小時，於 11 月 13 日 21：45 抵達台灣桃園國際機場，扣除前後為路程時間，主要訓練天數為期 6 天。

### 一、 訓練地點

本次訓練地點在 AMS 公司位於英國西倫賽斯特的科茨沃爾德機場 (Cotswold Airport) 設置的訓練基地。該機場原為肯布林機場興建於 1936 年為英國軍方所使用，直到 2001 年 3 月英國政府出售民間。並於 2009 年更名為科茨沃爾德機場，該機場有一個停機跑道，可以容納 747 等大型飛機。科茨沃爾德機場也是 AIR SALVAGE INTERNATIONAL 公司的營運基地，該公司為歐洲第一大的退役飛機回收及拆解處理公司，也因此科茨沃爾德機場又被稱為飛機的墳場。此外，機場還多角化經營還設置飛行學校及飛行俱樂部提供飛行玩家駕駛輕航機翱翔天際。



圖 1：Cotswold Airport 俯視照

## 二、講師介紹



圖 2：講師 Gavin Watts 先生

具 30 年的消防及救援  
經歷，並擔任西薩賽  
克斯郡的消防總長。

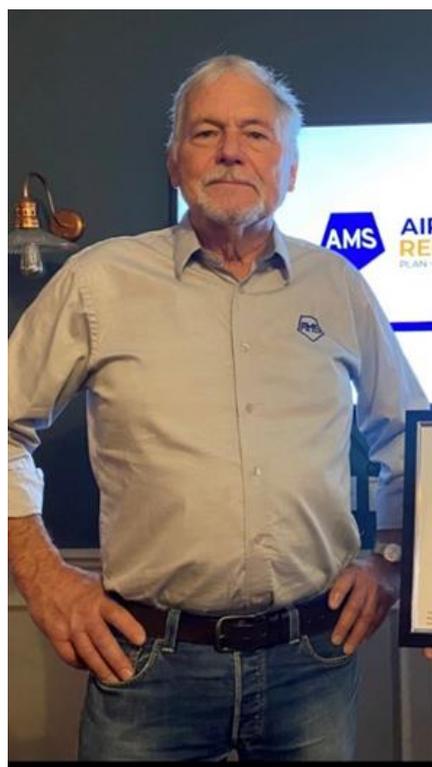


圖 3：講師 Brian Deacon 先生

為 EASA 執照工程師，  
在航空司營運、飛機  
維護計畫、航空器事  
故移離等各面擁有豐  
富經驗，並於英國航  
空服務 43 年，在英國  
航空最後一個職務維  
英航首席維護經理，  
退休後被 AMS 公司延  
攬擔任航機移離培訓  
講師。

### 三、課程安排

本次訓練在科茨沃爾德機場(Cotswold Airport )AMS 培訓機構舉行，詳細訓練時間及訓練項目由 AMS 培訓機構所排定(請參閱下表)。

表 1：行程暨課程表

行程暨課程表		
日期	時間	項目
11 月 5 日 (星期六)	08：50	BR67 桃園國際機場起飛，並經曼谷轉機。
	19：20 (英國當地時間)	抵達倫敦希斯洛機場。 (Heathrow Airport)
11 月 6 日 (星期日)	10：00～11：50	訓練課程說明
	12：00～13：30	午餐
	13：40～15：00	訓練場地各項安全規定說明
	15：20～16：40	航機移離搶救演練現場安全說明
11 月 7 日 (星期一)	09：00～10：10	航機移離救援理論教學及航機原廠移離搶救手冊說明(一)
	10：20～11：50	航機移離救援理論教學及航機原廠移離搶救手冊說明(二)
	12：00～13：30	午餐
	13：40～15：00	訓練機構各項航機移離裝備介紹與操作講解(一)
	15：20～17：30	訓練機構各項航機移離裝備介紹與操作講解(二)
11 月 8 日 (星期二)	09：00～10：10	訓練現場各項移離裝備實務操作說明
	10：20～11：50	地錨鍊栓裝備實務操作演練
	12：00～13：30	午餐
	13：40～17：30	使用航機救援頂舉氣囊及相關裝備，執行航機鼻輪實務鋪設與充氣頂舉救援演

		練。
11月9日 (星期三)	09:00~11:20	航空器救援吊索之頂部擴展鋼欄實務組合說明與演練。
	11:40~13:30	午餐
	13:30~17:50	使用航空器救援吊索並配合吊車，執行故障航機鼻輪處實務舉昇救援演練。
11月10日 (星期四)	09:00~11:30	航空器搶救耐力複合板實務鋪設演練。
	11:40~13:30	午餐
	13:40~17:50	使用航空器救援拖索組，於鬆軟地面執行實務拖曳故障航機移離演練。
11月11日 (星期五)	09:00~11:30	使用航空器緊急移置系統平台車模組，進行救援運用說明。
	11:40~13:30	午餐
	13:50~15:30	裝備清理及庫儲重置
	15:40~17:40	演練課程內容檢討與討論
	17:50~18:10	頒發結訓證書。
11月12日 (星期六)	21:20 (英國當地時間)	BR68 倫敦希斯洛機場起飛，並經曼谷轉機。
11月13日 (星期日)	21:45	抵達台灣桃園國際機場

## 肆、 過程

### 一、 航機移離搶救現場安全

#### (一) 建立搶救現場警戒區(線)

航機移離作業現場周圍，應劃定警戒區，限制人車進入，並進而了解誰在警戒範圍內及為何在警戒區內？必要時疏散或強制疏散於警戒區內人車。在劃定警戒區時，需考量現場地形、航機損壞情形、對現場人員及裝備可能危害之程度等因素來決定警戒區範圍大小，並且讓所有作業人員了解警戒區界及撤離信號(如鳴笛等)，以確保現場作業人員安全。

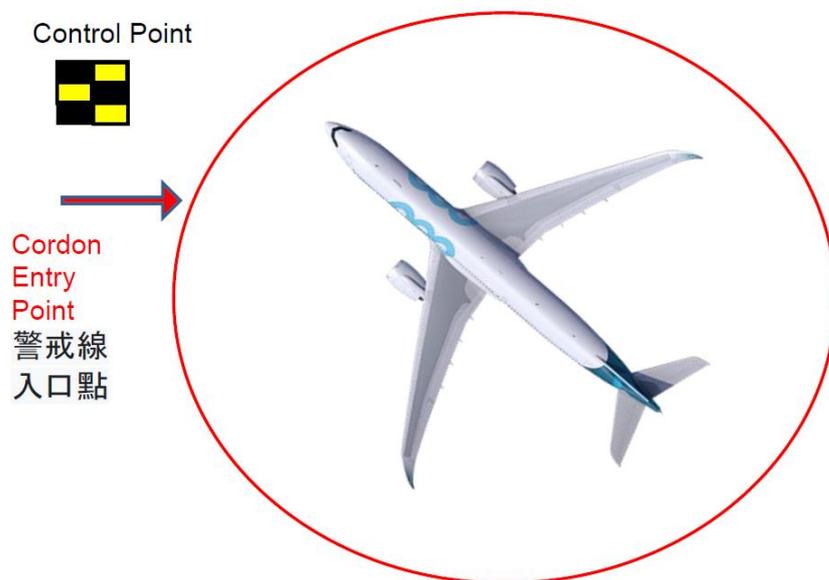


圖 4：建立搶救現場警戒區(線)及指揮所選定示意圖

#### (二) 指揮所選定

設置指揮所的目的是為能即時掌握事故現場最新狀況，就近統籌、監督、協調、指揮、調度及處理應變相關事宜。而指揮所位置選定原則應為居上風處、視界清楚、交通便利且不易受緊急狀況干擾。

#### (三) 搶救過程風險評估

整個航移離作業現場基本上是危險區域，應建立完整指揮機制，如建立區域或小組指揮官，指揮官須釐清及掌握整體狀況，隨時

觀察作業流程與作業細節，給予該區域或該小組成員安全作業環境，盡可能將危害風險降至最低，才能有效確保現場所有作業人員安全。

(四) 貨物清單

為使航機移離更加順利，減輕航機重量是必然作業，但在卸下燃料及貨物時，會影響航機重心。因此在減輕航機重量作業時，務必了解貨物清單及擺放位置，使在卸貨過程中能隨時注意航機重心，以避免航機卸貨不均而發生無法控制的移動。

(五) 機上危險品資訊

事故現場作業前須詢問航空器所有權人/使用者的聯絡資訊以了解該航空器內有那些危險物品，並予以清除。

(六) 航空器結構完整性

執行航機移離前，需記下所有明顯且肉眼看得見之損害，並予以紀錄。其檢查重點為機體、機翼表面面板及扣件等是否有皺摺、破裂、變形、磨損、掉落等狀況及機體、機翼面其他零組件是否過熱的跡象，如有掉落之虞及過熱現象，均應排除後再行移離。

(七) 環境條件

現場土壤狀況的評估及目前和未來天候狀況預測均影響移離作業進行，例如土壤與底層的型態、近期是否挖掘、地面是否遭破壞、雨水過多及排水等問題都須列為考量。

(八) 確保航空器的穩定性

航空器的穩定不僅基於現場安全考量，也有助於減少無預期移動所造成的航空器二次損害及作業人員安全。使用栓繩和支柱是穩定航空器最常見的方式，以預防航空器發生不受控制的移動。而使航空器搖晃或移動最常見原因是風速和風向。

航空器垂直安定翼所受的風力會影響航空器穩定性，且動搖力之強弱取決於風速和風向。而風向及風速亦是決定所要使用的拴繫

型態和量水平調整/吊掛舉昇設備可能增加航空器動搖而使現場產生危害影響。因此，航機移離作業現場必須監測風速，以確保不超過 ARM 對水平調整/吊掛作業的限制。

(九) 洩漏

除飲用水外，均必須找漏洩源頭，且盡快經過堵塞或容納處理，例如使用吸收材料或容器等阻絕液體。

(十) 電氣

如果結構損壞明顯，則應進一步檢查電氣系統。除非認為絕對必要，否則不應斷開飛機電池的連接，因為這會阻礙除其他活動之外的任何燃料排放過程，如航空器於供電狀況下，有助於航空器及時卸油的能力。

(十一) 起落架

先找出堪用的起落裝置，並安裝起落裝置安全插銷（**down-lock pins**）將起落裝置固定住。如在環境允許下，亦可嘗試修理或更換起落裝置，因現場修理或更換起落裝置會比使用拖車移動航空器較為省時，且使用拖車移動航空器可能會增加二次損害的可能性。

## 二、航機移離救援理論及各項航機移離裝備操作應注意事項

(一) 衝偏出跑道／滑行道事件（**Runway/taxiway excursion**）

在 ICAO 中，衝偏出跑道定義為航機起飛或降落時，衝出或偏出跑道範圍。發生這種情況之後，航機無法獨立運作。國際航空運輸協會 IATA 發布最新 2021 年全球航空運輸安全報告中，衝偏出跑道／滑行道事件於全球近五年（2017-2021）中為民用航空運輸業最常見的事故類型，約占所有事件類別的 24%，也是每年最常見的事故類型。衝偏出跑道／滑行道事件在全球平均每週發生兩次，有機率性伴隨起落架塌折或故障，需花費大量時間將航空器移除，而交通部民用航空局 - 故障航空器移離作業應注意事項中，

將航空器移離成本區分為航空公司成本及機場成本，除人力、設備及清潔成本外，在跑道關閉時減少的航班收入損失占比甚鉅，會因航空器移離時間而增加。因此，為了盡速開啟跑道，必須快速將航空器從跑道中移離。

### 航空器移離成本範本

表 2：航空器移離成本範本－取自交通部民用航空局”故障航空器移離作業應注意事項”

航空公司直接成本	工時	成本\$	總數\$
移離成本：			
人力工時			
指揮官工時			
特定移離設備租金：			
- 統一價			
- 按日計			
- 運輸成本			
重型設備租金：			
- 統一價			
- 按日計			
緊急應變清理，燃油濺出			
將事故現場恢復成正常狀態			
<b>直接費用總計</b>			
航空公司間接成本			
環評			
環境清理			
航空器使用損失			
航空器轉降費用			
由於跑道關閉而減少的航班			
<b>間接費用總計</b>			
<b>航空公司移離成本總計</b>			

機場成本	成本\$
航班減少所產生的收入損失	
額外發生的人力成本	
額外發生的設備成本	
<b>機場成本總計</b>	

#### (二) 故障航空器移離責任歸屬

英國主要大致包含單位有監管機構（CAA 英國民用航空管理局、EASA 歐盟航空安全總署、AAIB 英國航空事故調查局）、航空器所有權人/使用者、保險評估員、飛機維修機構、警方、機場當局、機場消防救援。而每個國家有不同的責任歸屬單位，在本國遵照交通部民用航空局故障航空器移離作業應注意事項中，機場當局須指派人員協調故障航空器移離作業及制定故障航空器移離計畫，若航空器所有權人/使用者無法執行移離作業之責任時，機場當局得接手或將移離作業委託第三人；監管機構為行政院飛航安全調查委員會，進行拍照和記錄完成後，可要求航空器所有權人/使用者取出飛行資料記錄器（FDR）和駕駛艙語音記錄器（CVR），航空器所有權人/使用者始能移動航空器，並持續記錄因移離造成的二次傷害；航空器所有權人/使用者除須承擔移離作業之責任外，同時亦須通知所屬保險代表，另須訂有含相關單位或人員之聯絡電話之航空器移離程序書供機場當局建檔；保險公司為航空器所有權人/使用者派員，並判斷航空器是否有維修價值，協助航空器移離有關事宜，同時在移離作業過程中，須盡力避免航空器及事故現場受到進一步損害。

### （三）航空器移離手冊（ARM）或航空器移離文件（ARD）

當衝偏出跑道/滑行道事件發生時，航空器陷入於如爛泥、沙地、雪地等鬆軟道面，一個或多個起落架損毀或失去功能，且其航空器尚有經濟修復效益時，該如何安全、正確將航空器移離，為航機移離手冊或航機移離文件之內容包含移離前調查準備、重量和平衡、固定及穩定航空器、減輕燃油及貨物重量、調整水平和頂昇、移動航空器等。波音公司稱為航機移離文件，而空中巴士、巴西航空工業公司將其稱航機移離手冊。在航空器出廠時，飛機製造商以結構上的不同，依照不同機型出版對應航空器移離手冊或文件，必要參照此文件進行航空器移離，而在本次 AMS 公司所

製造之移離設備均有符合航空器移離手冊。

(四) 航機移離作業成功要素

衝/偏出跑道或滑行道事件中，每一次的事件的發生皆為單獨事件，對於每次事件中成功的定義會有所不同，但皆包含訓練有素的員工、正確的移離設備、參照航空器移離手冊（ARM）或文件（ARD）。訓練有素的員工對於擬定移離計畫，有效率的操作移離設備、持續依據現場狀況做移離計畫調整。正確的移離設備可確保操作人員安全及減少航空器移離的二次傷害。參照航空器移離手冊或文件可確保整體航空氣移離計畫，以及航機移離設備擺放位置和限制荷重。

(五) 計算重量及重心的重要性

在航空器移離過程參雜許多不同因素，了解航空器重心點可確保航空器在移離過程中保持穩定，並計算空氣昇舉袋或吊索設備升舉點所需要的升力，另外也確保所有的設備達到所需的起重能力。當重心點偏移或不穩定時，可以卸下發動機或貨物、燃料等，或是使用燃料作為素材以利航空器平衡。計算所需升力可使用轉動力矩平衡：順時針方向的力矩 = 逆時針方向的力矩做計算。

(六) 各項航機移離裝備操作應注意事項

航機移離裝備主要分為兩大類—頂升設備及移動設備，AMS 公司的頂升設備有航空器救援空氣昇舉袋、航空器救援吊索系統；移動設備為航空器救援拖索系統、航空器緊急移置系統平台車及協助穩定地面之航空器搶救耐力複合板。在操作各項航機移離裝備時應遵守 AMS 裝備操作手冊，並依照各機型中航空器移離手冊中頂升/拖曳位置及限制荷重使用。

### 三、地錨鍊栓裝備及航空器救援空氣昇舉袋操作

地錨鍊栓設備主要使用時機於強風狀態，地錨鍊栓需搭配索帶，將航機固

定於地面，防止航空器因強風或側風造成偏移或吹起；航空器救援空氣昇舉袋為頂昇設備，需搭配空氣壓縮機使用。當航空器（波音 747-400 及以下機型）發生傾斜故障、衝出跑道、起落架折斷等特殊情況時，利用空氣昇舉袋可以快速將故障航空器頂升復位或抬高。其軟性結構可以避免救援事故中造成二次傷害並且體積小、質量輕、便於運輸和操作。使用航空器救援空氣昇舉袋操作時為防止重心偏移，則必搭配地錨鍊栓裝備。

### （一） 地錨鍊栓裝備

#### 1. 裝備諸元：

機身專用索帶、鋼索絞鍊、絞盤、3 米環形連結帶、0.5 米環形連結帶、馬蹄環、鉚釘、鉚釘用地面固定片、拉力負載指示裝置。

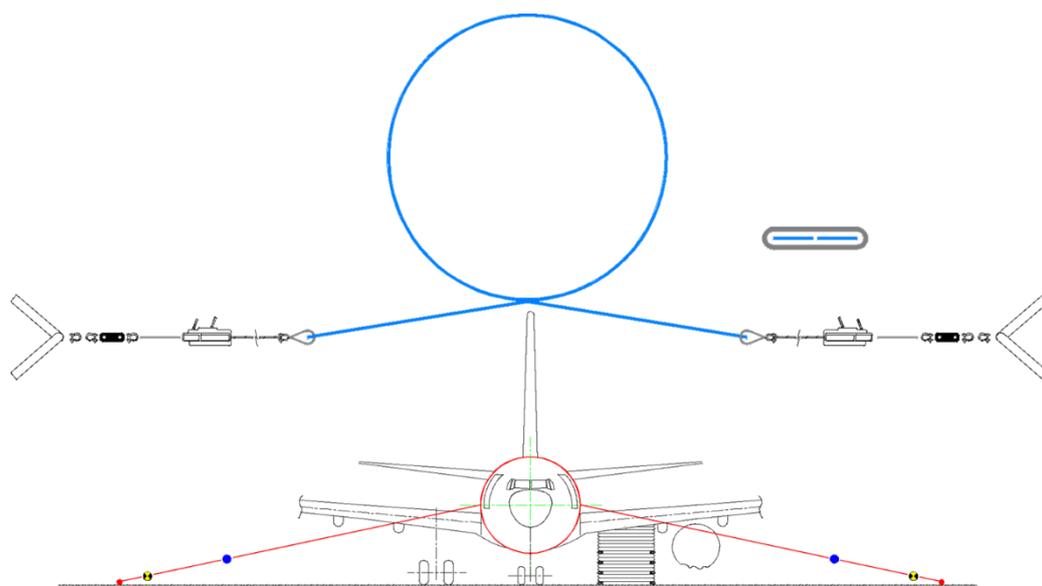


圖 5：地錨鍊栓裝備及航空器救援空氣昇舉袋操作示意圖

#### 2. 索帶於航空器鍊栓位置、角度及航空器拉力承重荷載：

索帶的固定位置於駕駛艙後、機尾、機翼等位置，而詳細位置又依航機型號有所不同，應參照航空器移離手冊（ARM）或航機移離文件（ARD）內圖示及詳細說明索帶於航空器鍊栓位置、角度及拉力負重荷載。鍊栓位置以機身骨架上編號做為明確的標號，圖示繪有機身窗戶或逃生門等，可做為鍊栓位置的二次確認特

徵。而鍊栓角度、負載荷重於航空器各部位也有所不同，必須詳照航機移離手冊操作搭配拉力負載指示裝置，以在不破壞航空器下達到最佳阻風錨定效果。

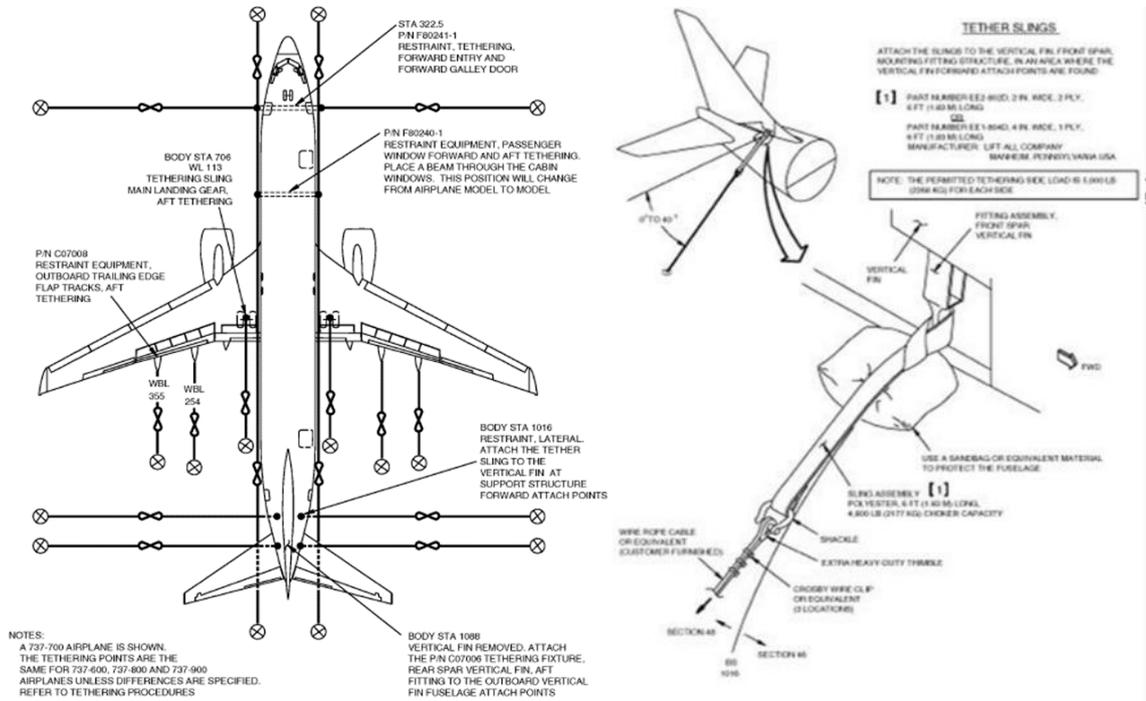


圖 6：波音 737 之航機移離文件（ARD），左圖為鍊栓位置；右為鍊栓角度及負重荷載

### 3. 地錨鍊栓裝備操作：

以駕駛艙後鍊栓位置作為範例，也是此次受訓練栓操作位置—首先，將鍊栓索帶拋越航空器駕駛艙後，於航空器下方交叉，兩側索帶參照航空器移離手冊中的固定距離進行錨定，並由機頭前指揮官指揮雙邊操作同步進行栓緊作業。

### 4. 地錨鍊栓裝備使用注意事項：

地錨鍊栓的使用目的為航空器抵禦強風以及穩定航空器，兩側的平衡及穩定十分重要，需要良好的溝通，但作業時兩側相隔距離甚遠，位於機頭前之指揮官的觀察及指揮極為關鍵，指揮官在鍊栓前明確任務分配、與操作手一致口號和指揮手勢、敏銳的觀察，皆為重要關鍵。

## （二）航空器救援空氣昇舉袋

1. 裝備諸元：

航空器救援空氣昇舉袋、中央空氣操控系統、訊號歧管、遙控控制器、空氣軟管、空氣分佈器、充氣閥門、洩壓閥門。

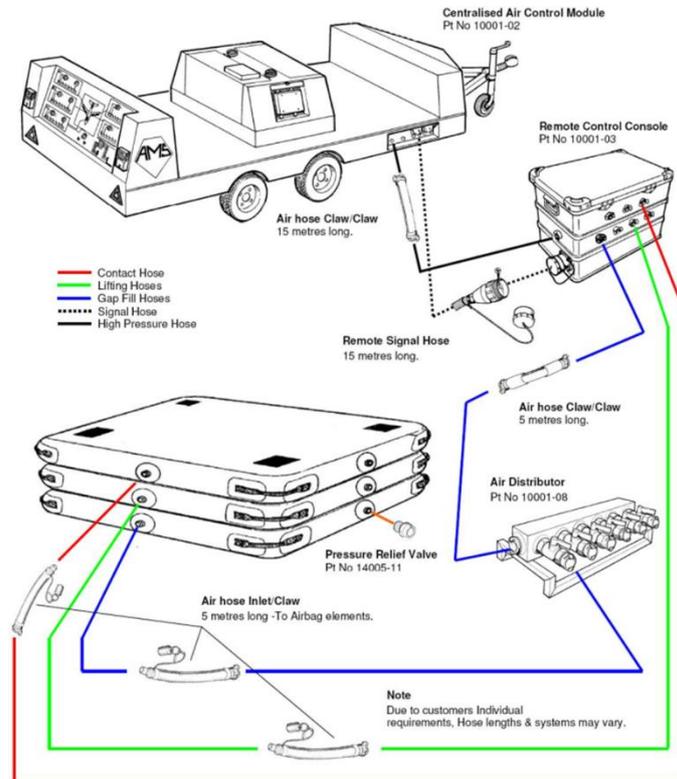


圖 7：航空器救援空氣昇舉袋操作示意圖

2. 空氣昇舉袋於航空器頂升位置及航空器承重荷載：

空氣昇舉袋放置位置參照航空器移離手冊內圖示及說明，以機身強度高的位置進行頂升；空氣昇舉袋雖為單片及多片式進行販售，但皆為單片製造，而航空器移離手冊提供最高壓力，則為空氣昇舉袋接觸航空器單片之規定，以確保航空器不因移離而對機身或蒙皮造成二次傷害。

3. 空氣昇舉袋操作使用：

在空氣昇舉袋操作使用前，必須先將道面整平及穩定，若遇有爛泥地或沙地等，可鋪設鋁板枕木於地面加固。接著計算出包含航空器至地面距離，並加上欲頂昇之高度，得到所需要的空氣昇舉袋數量，將整疊的空氣昇舉袋依照航空器移離手冊放置位



況發生。

- (4) 洩壓閥門僅為保險氣囊安全，勿常態使用於充氣洩壓用。
- (5) 於頂昇作業前，需通知航空公司機務將航空器鼻輪鎖固，防止鼻輪持續貼於地面。
- (6) 若同時使用多組空氣舉昇袋，應同時頂昇，並使用鉛錘線裝置於機頭，保持灌充舉昇平衡。

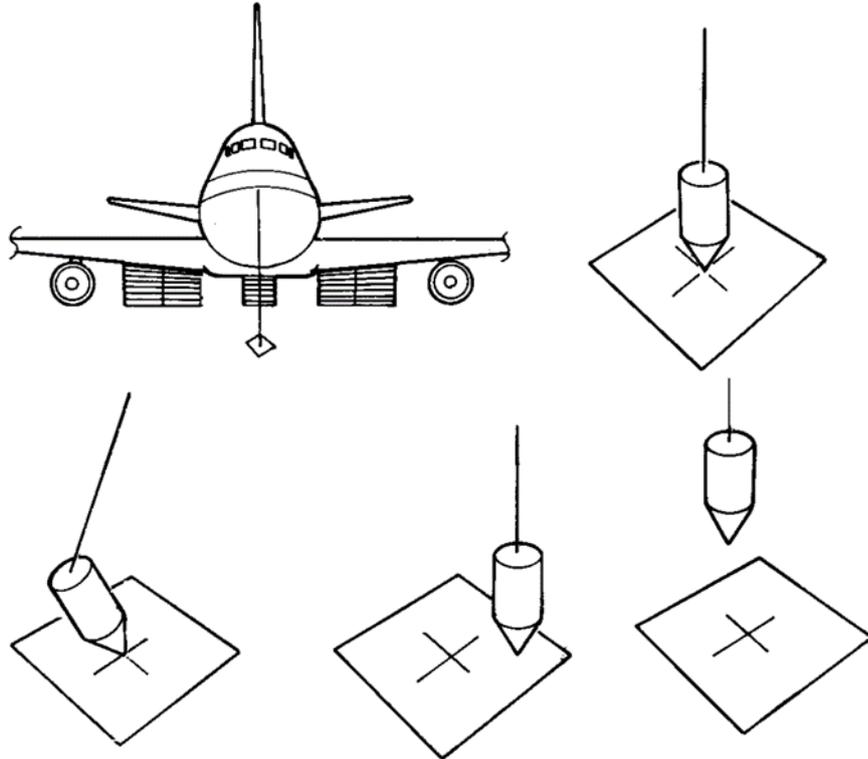


圖 9：鉛錘線裝置使用示意圖

#### 四、航空器救援吊索舉昇演練

航空器救援吊索為頂升設備，需搭配吊車使用，當航空器（適用於 B-747 及 B-777 等以下機型）發生起落架損壞或未正常開啟等情況下降落時使用。航空器救援吊索組與五十噸移離轉盤及平台車或其他標準平板車輛組合用時，可有效地將航機移離至安全處所進行檢整與維修。

##### （一） 裝備諸元：

四條式吊索組、組合式擴展鋼樑、雙邊吊帶擴展裝置、環狀索帶、馬蹄環。

(二) 航空器救援吊索於航空器吊升位置及承重荷載：

航空器救援吊索放置位置及荷重參照航空器移離手冊內圖示及說明，並配合 AMS 航空器救援吊索說明書依航機型號組合鋼樑，放置吊帶於對應飛機骨架進行吊升。

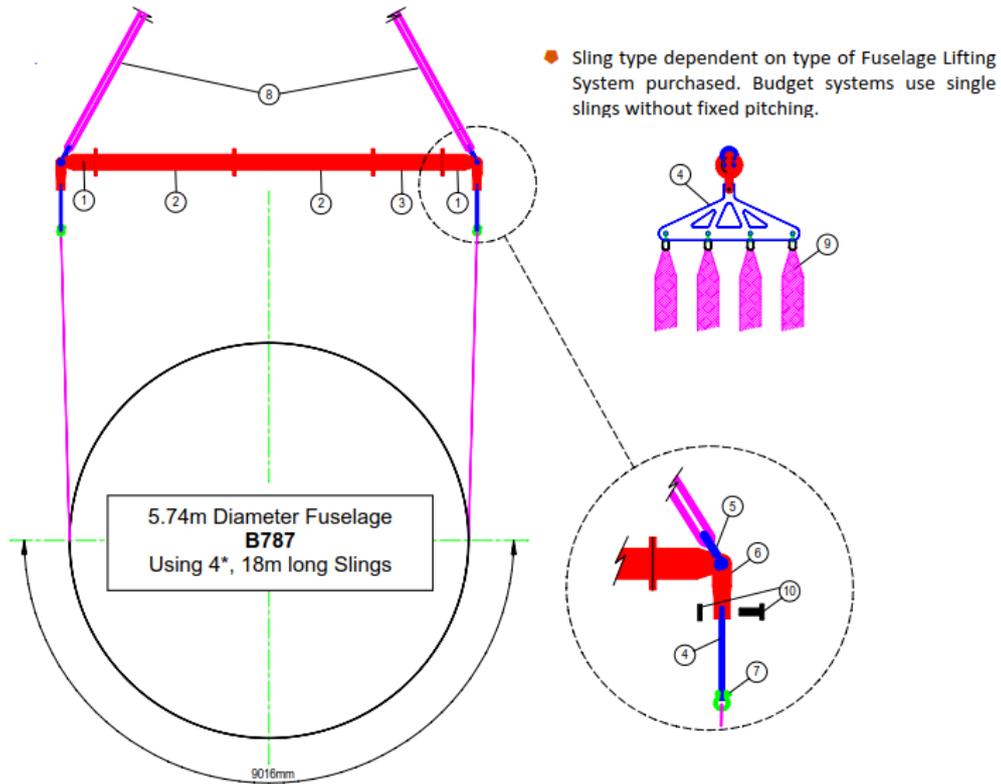


圖 10：AMS 航空器救援吊索說明書－波音 787 組裝示意

(三) 救援吊索組操作使用：

當航空器鼻輪塌折時，首先計算吊升作業位置重量，請求足夠承重之吊車以及移離用平台車盡速到場。就緒後，依型號機身寬度參照 AMS 航空器救援吊索說明書組裝組合式擴展鋼樑，依序裝入環狀索帶及馬蹄環，並由指揮官站於機頭前指揮吊車，將救援吊索上半部吊起至胸前操作高度，左右側裝上雙邊吊帶擴展裝置，並由兩側綁上安全繩防止組合式擴展鋼樑的轉動。接著，使用航空器移離手冊找出對應航空器骨架，並將四條式吊索組放置於航空器對應位置下方，依序將吊索組藉由馬蹄環連接雙邊吊帶擴展裝置。銜接完整救援吊索組後，左右兩側拉稱安全繩作為確保，

由指揮官指揮吊車作業，期間持續觀察航空器及現場狀況，直到航空器到達吊升高度並置於平台車。

(四) 救援吊索組使用注意事項：

1. 救援吊索組操作使用必搭配更高等級承重吊車，以確保人員及吊車、航空器安全，機場應向周遭吊車公司簽屬合作同意書，並調查吊車公司最大起重重量，當航空器需使用救援吊索組時，能以最快速度請求吊車配合。
2. 指揮官分配任務及確保現場安全外，與吊車操作駕駛擬定手勢信號，在無線電使用下則擬定一致的溝通信號。
3. 為確保人員安全，吊車操作時所有人員需遠離懸吊物下方
4. 在吊車吊升吊索組時，將吊索組對準於航空器骨架上，避免航空器二次傷害，以人員保持吊索位置時需小心手指夾傷。

## 五、航空器搶救耐力複合板實務鋪設及使用航空器救援拖索組拖曳故障航機移離演練

航空器救援拖索組屬於移動設備，將航空器脫離鬆軟道面及移至可供航空器滑行道面，當航空器（Airbus A380 及以下機型）發生衝出跑道、落於軟質道面等無法自行移動時，利用飛機移離拖索組可以將航空器脫離。而在任何航空器移離作業中，創造適合於航空器移離的道面為首要目標。當航空器陷於泥濘土質或沙地時，輕巧的航空器搶救耐力複合板每平方米僅 12 公斤，可快速放置於此軟質道面上，耐力複合板每平方米承重 350 噸，提供航空器救援拖索組拖曳時強而穩固的道面。

(一) 航空器搶救耐力複合板：

1. 裝備諸元：耐力複合板、拆卸桿
2. 耐力複合板操作使用：鋪設道面時需先規劃移離路線，將移離路線上原本泥濘的土質平整，可放置枕木提高高度及穩定，並鋪設耐力複合板於移離路線上。
3. 耐力複合板注意事項：

- (1) 耐力複合板以寬度分為兩米及三米，兩米寬適用於窄體飛機主輪及寬體飛機鼻輪，而三米寬適用於以上外，可適用於寬體飛機主輪。
- (2) 組裝使用需兩人，將一個複合式板放在地面上，並將第二個面板的黃色前緣與第一個面板成 45 度角，嵌入溝槽。
- (3) 耐力複合板以三片組合為一組依序交疊，以防止”弓形波”產生，造成航空器移離阻礙及移離路線偏移。



圖 11：航空器搶救耐力複合板鋪設及航空器救援拖索組拖曳移離組合示意圖

(二) 航空器救援拖索組：

1. 裝備諸元：拖車拖曳索、連接拖曳索、起落架拖曳索、馬蹄環、無線拉力感測器、拉力接收顯示器。



圖 12：航空器救援拖索組組裝示意圖

2. 航空器救援拖索於航空器拖曳位置及拉力荷載：救援拖索組承受

拉力為 50 公噸，主要纏繞於航空器起落架上，而每個起落架的拖曳索確切位置及拉力荷載仍需透過航空器移離手冊確認。

3. 救援拖索組操作使用：移離路線耐力複合板鋪設完成後，將起落架拖曳索纏繞於起落架確切位置，確認起落架拖曳索等長。接著依照 AMS 航空器救援拖索說明書以馬蹄環串聯連接拖曳索、拉力感測器及拖車拖曳索，最後將拖車拖曳索連結拖車。航空器左右兩側需各兩位操作人員，一位手持拉力接收顯示器，監看拉力是否超過荷載，另一人手持輪檔於起落架旁，隨時放置輪檔確保安全。
4. 救援拖索組使用注意事項：
  - (1) 若移離 A350/A380 等廣體飛機，需增加擴展鋼欄系統，以防止起落架拖曳索遭主輪扭力臂捲入。

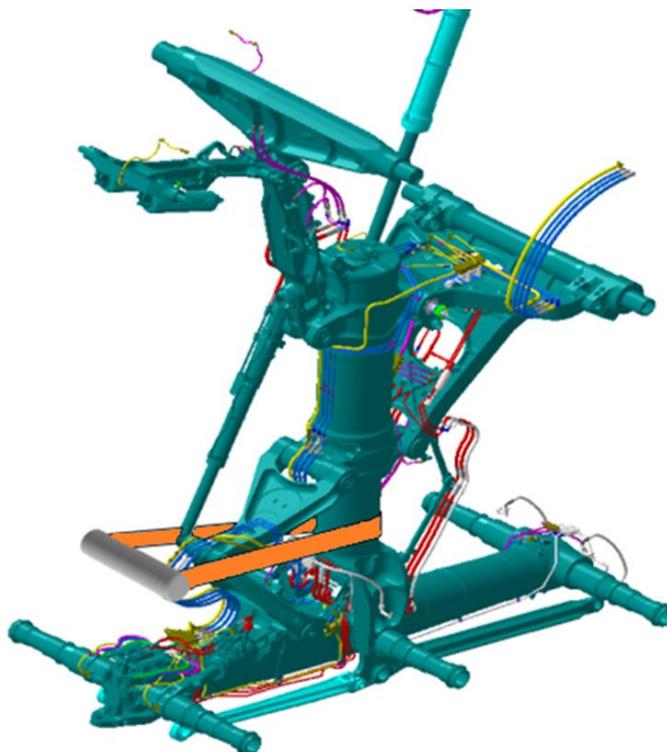


圖 13：使用航空器救援拖索組移離廣體飛機時，增加擴展鋼欄系統示意圖-以 A380 為例

- (2) 當使用一台拖車同時拖曳兩組救援拖索組時，需確保航空器

移離中拖索不被輪子捲入。

- (3) 使用無線拉力指示裝置作業時，請確保操作者與之保持足夠的安全距離，但不要超出無線傳輸訊號之傳輸範圍及方向。

## 六、使用航空器緊急移置系統平台車模組，進行救援運用說明

平台車可用於代替折損或掉落的主起落架和前起落架，可配合空氣昇舉袋或 50 噸移離轉盤使用。其牽引桿可以安裝在運輸車的任一側，而下方輪組可 45 度調整一次角度，這在將運輸車放置在飛機下方時具有更大的靈活性。另外，AMS 公司開發可調角度平台車，可調整高度及接觸面角度，便利且有更好的搭配性。

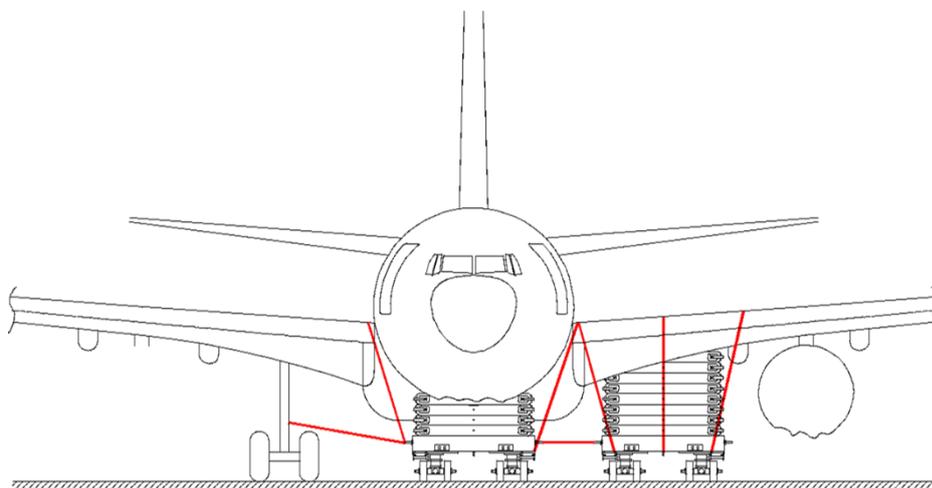


圖 14：航空器緊急移置系統平台車配合空氣昇舉袋操作示意圖



圖 15：航空器緊急移置系統平台車配合 50 噸移離轉盤操作示意圖

## 伍、 心得與建議

- 一、 AMS 公司具 34 年歷史，為 IATA 會員，專精於航空器移離設備設計、製造及訓練課程，具豐富航機移離經驗，可高度保障桃機公司故障航空器之移離安全。
- 二、 此英國移地訓練課程於理論及務實並重，提升消防大隊對於航機移離設備之專業、安全及效率，可預期當航機衝／偏出跑道發生時，有效降低桃機公司關場所造成的損失。
- 三、 Cotswold 機場為實際操作演練地點，在不熟悉的場域需現場反應航機救援策略，且訓練時晴雨交加，天氣十分不穩定，充分展示惡劣狀況下，進行航機移離搶救作業的真實狀況及感受。
- 四、 航機持續推陳出新，航機構造也有所不同，為確保不造成航機二度傷害，減少桃機公司與航空公司糾紛，建議更換新式航機救援用吊索頂部擴展鋼欄（拼接式），可符合大多數機型之航機移離手冊或文件中對應吊索鋼欄對應長度。
- 五、 航機移離手冊(Aircraft Recovery Manual)或航機移離文件(Aircraft Recovery Document)為必要用於航機移離，建議抽查航空公司是否備有所屬機型之 ARM/ARD 以確保本機場旅客與航機的安全。
- 六、 「臺灣桃園國際機場故障航空器之移離程序」中，消防大隊僅負責基本移離裝備與人員之提供。而故障航空器之航空公司負責現場指揮，可建議航空公司派員受訓，與桃機公司溝通一致外，以確保航空器移離過程中人員、航機、場地、機場設備之安全。

## 陸、 附錄照片



附錄圖 1：地錨固定



附錄圖 2：索帶固定



附錄圖 3：索帶固定



附錄圖 4：鉛錘線測量



附錄圖 5：空氣昇舉袋內部



附錄圖 6：千斤頂固定



附錄圖 7：拖索附



錄圖 8：拖索暨拉力感測器



附錄圖 9：拖索



附錄圖 10：耐力複合板鋪設



附錄圖 11：耐力複合板鋪設



附錄圖 12：耐力複合板鋪設



附錄圖 13：吊索作業



附錄圖 14：吊索作業



附錄圖 15：吊索作業



附錄圖 16：吊索作業



附錄圖 17：吊索作業



附錄圖 18：吊索作業