

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

安全問題一直都是航空運輸的最高考量，在一次完整的飛航旅程中，不論是在飛航操作階段或地停整備階段，安全且迅速的服務是航空運輸最重要的使命。

2005年6月6日，聯合航空公司UA830班機發生航空器碰撞空橋，導致機艙門斷裂意外，經過民航局調查，事件之發生肇因為空勤與地勤人員溝通不良。2005年7月19日，復興航空編號GE028的ATR72-200航空器於松山機場落地後滑行時右機翼前緣撞及停機坪照明燈柱後停止，造成右機翼翼尖部位上下蒙皮破裂、前樑及隔艙壁鈹變形。2005年9月3日，北京首都國際機場一輛加油車在為芬蘭航空公司AT052次航班加完油後未按操作程序進行作業，而於駛離時抄近道，結果被卡在機翼下。機坪作業事故的一再發生，不僅造成班機延誤或取消，更使乘客權益受到影響，嚴重地影響飛航服務品質。

機坪為空、陸側的界面，航空器落地後與起飛前停駁的位置，並提供航空公司地勤作業的場所。機坪作業直接影響出入境航空器、旅客、航空公司作業，並牽動所有飛航活動。當機坪作業發生安全事故時，往往會直接造成航空器的損壞、人員或旅客的傷亡與地面作業車輛或地面建築設備的破壞。間接地，事故的發生必然造成航班的延誤，降低準點率，航空器修護期間，更有可能進而影響航空公司的機隊安排，造成延誤時間的擴散與航班網路的干擾。2004年Matthews指出^[1]，機坪事件(Ramp Incident)每年對航空業所造成的直接損失大約將近30億美元。而事件發生後所衍生之額外成本項目如圖1.1所示，包含了旅客之引導安頓、貨物之重新裝載、航空器更換、人員調度與旅客延誤賠償等，甚至包括其他班機延誤與事件調查之成本。

縱觀國內飛安相關研究^[2-10]，大多著重於飛航操作與組員資源管理等航行階段之安全問題，或是航空公司之組織結構、安全文化與飛航安全管理等飛安系統之議題，以及飛航管制系統與飛安查核工作之相關研究，對於機場地面作業安全相關研究之比重較輕。

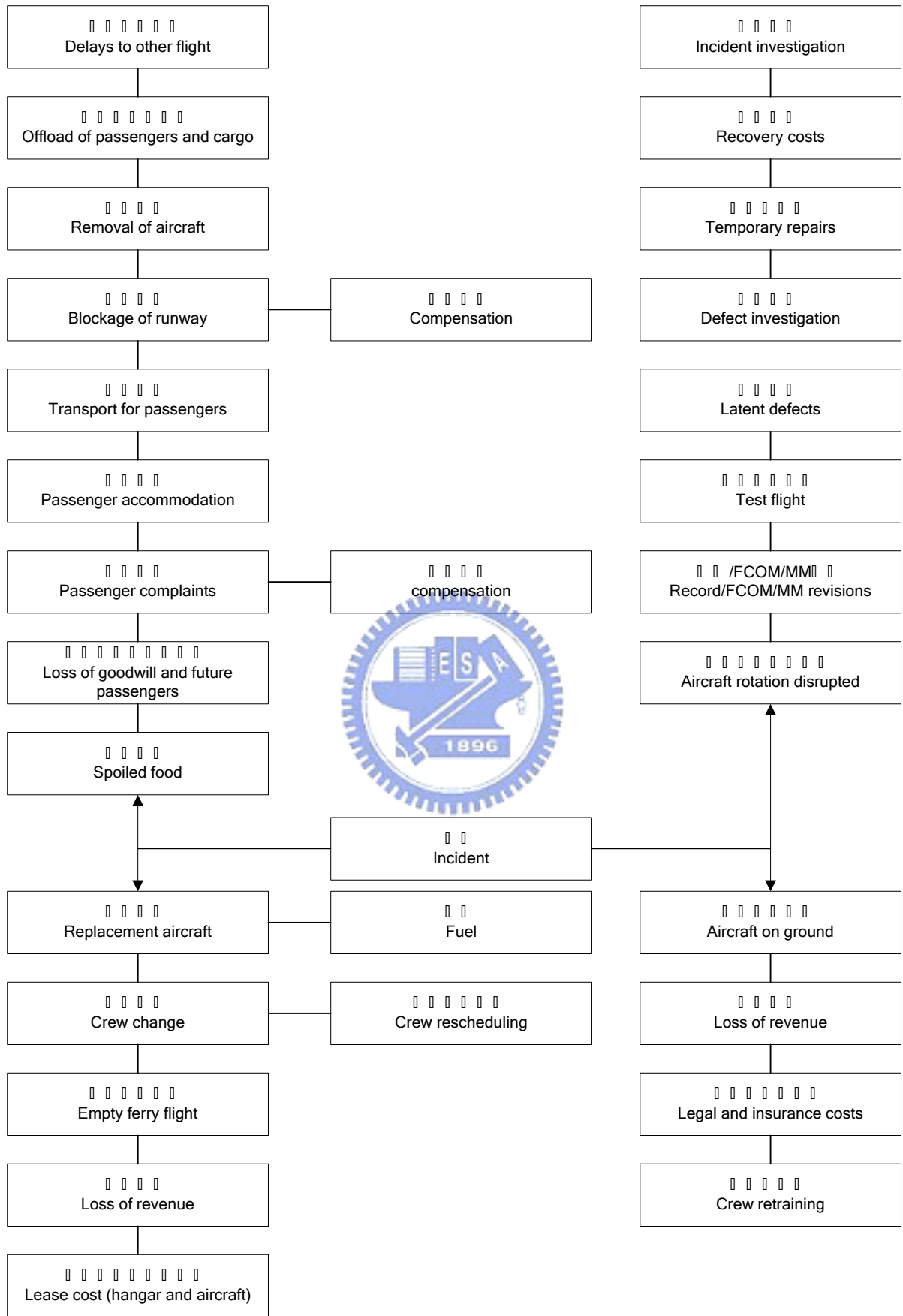


圖 1.1 機坪意外事件及其可能後果^[11]

1.2 研究目的

2004 年機場運作安全小組(Airport Operation Safety Panel, AOSP)之會議^[12]提出，機坪安全事故的主要原因有人為疏失、作業程序的違反、人員訓練不良、機坪使用緊密、作業機具維護不當與缺乏標準化等影響因素。而次要的影響因素則牽涉機具的故障與失靈、不當的監督管理、作業人員流動性高與高度工作壓力等。

根據飛航安全基金會(Flight Safety Foundation, FSF)估算全球的航空公司每年大約接近 40 億美元的成本損失是由於機坪作業事故所造成的。機場經營者之經驗更指出，機坪作業所造成的損壞成本，還會連帶地產生約兩倍的人員傷害成本。國際民航組織(International Civil Aviation Organization, ICAO)研究^[1]指出，在美國地區，機場機坪安全的問題每年約造成三十億美元的成本花費。2004 年 Vandell^[13]經由許多資料來源所做之分析結果指出，機坪作業意外事故約占全美國所有航空器意外事故的 20%到 30%。Vandell 根據 DuPont Safety Resources 的調查顯示，所有產業的工作傷害 (TRI, Total Recordable Injuries/Illness) 每年每 100 名員工平均約有 5.4 人，但航空業卻高達 13.6 人。而在工作日損失 (Lost Workday Cases, LWC) 項目上，產業平均每年每 100 人為 2.6 天，而航空業工作人員為 10 天，兩項數據都顯示航空產業對工作人員安全的風險性高出一般其他的行業。若在細看航空產業裡的分類，機坪是 TRI 與 LWC 的主要發生區域，也是必須重視機坪安全作業的原因所在。

本研究以機坪停靠之飛行前準備至飛行後整備階段為主，研究地勤公司之作業情形與機場空側安全管理等內容，將機坪地區之各項作業詳細分析，以了解實際作業流程之進行與現實存在之安全議題。再以邏輯式的分析工具，對可能發生之安全問題進行原因之探究，釐清安全事件發生之前因後果。進一步透過風險管理的概念，對機坪之安全問題進行風險之評量，並以模式分析方式產生客觀、明確的參考標準，供機場管理單位作為加強監督與改善措施之重要優先順序與改善建議。本研究目的有下列幾點：

1. 探討機坪區域潛在之危險；
2. 分析機坪事件之發生因素；
3. 建構機坪事件分析模式；
4. 衡量機坪事件之風險；
5. 提出地安系統之改善建議。

1.3 研究內容與範圍

楊政樺^[14]指出地勤作業包含之項目廣泛，從航空器開始進入滑行道系統，導引航空器進出機坪、旅客上下、行李與貨物之裝卸、航空器補給(燃油、水、電、餐廚、消耗品)與航空器清潔等，都屬於地勤作業的範圍。除了直接與作業安全相關的線上活動外，尚且包含作業人員之甄選、訓練與考核等間接相關的非線上項目。

本研究之範圍著重於航空器進出機坪期間，與航空器移動及補給、作業車輛之活動，以及機坪作業環境相關之事故。

為了有效且深入地研究機坪作業安全問題，系統性地發掘潛在問題與提供改善之依據，必須先針對現行之作業組織、管理法規與安全管理等方面進行探討，以找出安全問題之死角，進而系統化的分析安全事件之發生與原因。本研究內容如下：

1. 機坪作業體系之探討

為預防作業意外之發生，首先必須從作業系統著眼，挖掘導致作業意外發生之潛在危險因素，釐清整個系統之構成，以及各層面交互影響之關係，作為後續安全管理與風險分析之依據。

2. 機坪安管機制之釐清

地勤公司與機場管理單位為確保機坪作業之航空器服務安全地完成，並監控各項作業以減少疏失之發生，於各作業環節設置管理、控制或監督等機制。針對作業安全管理之理念，確立管理機制之架構，作為安全分析之方針。

3. 機坪作業藍圖之建立

為迅速提供項目複雜的航空器服務，機坪作業進行之活動甚多。由於作業系統的複雜，需要層次性地綜整各項作業，以了解作業之運行與流程，進而掌握安全影響因子交互間之關係。

4. 機坪事件肇因之分析

透過整理出影響地勤作業安全之因素，針對事件發生原因相互間之關係進行瞭解，建構出事件之錯誤樹與事件樹。有系統且邏輯性的描述各類機坪安全事件發生的過程與安全影響因子間之交互關係，以找出預防事件發生之重要關鍵。

5. 機坪作業風險之分析

藉由前述之系統探討、管理機制與作業藍圖分析，以完整性且系統性之理論與方法，發掘與改善機坪作業安全系統之根本問題，提升與確保安

全品質。

1.4 研究方法

為完成本研究設定之研究目的，本研究採用下列方式進行之：

1. 機坪作業之解構
本研究首先對機坪作業進行了解，透過作業人員資格考核程序、標準作業手冊與機場管理規範等資料，釐清機坪作業之系統流程。透過藍圖法，以結構化與系統化之方式，解構機坪作業之組織人員、工作流程、工作項目與工作結果。將工作處理之程序與步驟為主軸，串聯所有運作之項目。
2. 機坪作業疏失之分析
經由事件調查報告與相關機坪安全研究文獻，瞭解並探究安全事件發生之原因與解決方法，挖掘安全系統上之安全盲點與潛在之危險因子。進一步以事件樹分析法，將機坪作業疏失之發生情形客觀呈現。
3. 風險評估指標之建立
根據統整出之安全危害因素，進行安全風險問卷之建構。並透過問卷進行風險評估工作，透過調查，求得各安全影響因子之量化指標。利用風險評估方式，推估各因子與整體系統之危險程度。
4. 錯誤樹模式分析
最後，架構機坪事件錯誤樹模式，以調查所得之安全影響因素風險認知進行事件之分析與評估，以瞭解各頂端事件與節點事件間之影響關聯。

1.5 研究流程

本研究之架構如圖 1.2 所示，研究進行之流程在產生研究動機、確定研究問題與界定研究範圍後，本研究持續進行相關資料之蒐集，包含國內外相關文獻之探討與評析，以瞭解既有之研究基礎，擬定本研究之系統架構。透過文獻與事件調查報告之分析，挖掘研究問題之安全影響要項，系統性解構安全事件之發生經過與原因。接著設計安全管理檢核問卷，以量測危險因子之量化指標，探究危險因子發生之頻率與危害嚴重度產生之風險。建構錯誤樹分析模式，並利用風險矩陣評估，推估各因子與整體系統之風險程度。

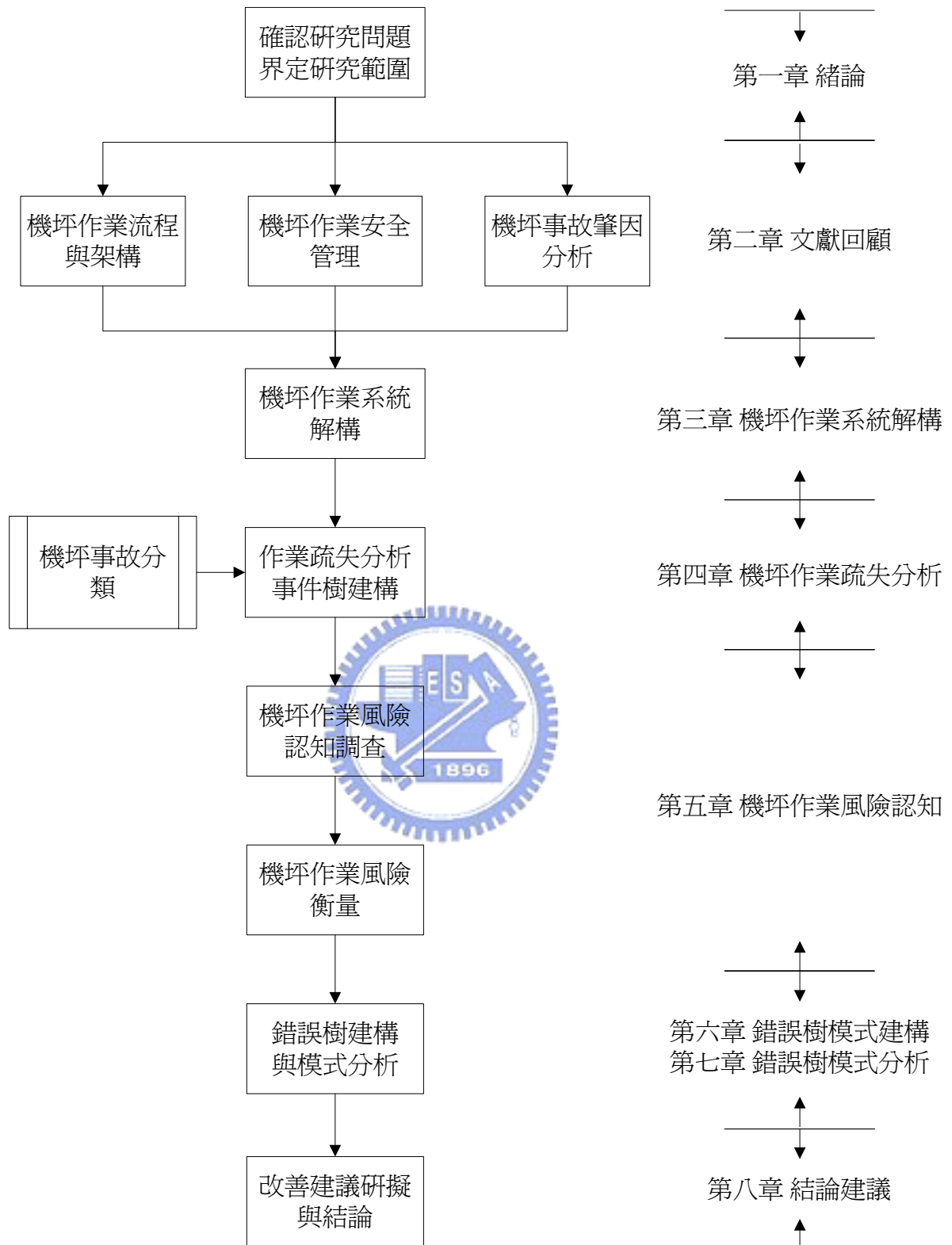


圖 1.2 研究架構圖

第二章 文獻回顧

為掌握機坪作業安全問題之關鍵，本章針對與研究課題相關之文獻進行整理、回顧與探討。首先，介紹飛航相關之系統安全理論發展，並針對研究之主要議題—機坪安全進行文獻的回顧與評析，介紹當前航空業處理機坪安全問題所進行之研究與措施。接著，針對安全風險評估文獻進行回顧，比較與整理航空運輸風險管理與風險評估之理論與應用。最後，針對本研究所採用之安全分析理論—錯誤樹分析與事件樹分析等方法進行回顧，並探討此方法在機坪安全問題上之應用。

2.1 系統安全回顧

飛航之系統安全理論主要有骨牌效應理論、莫菲定律、乳酪理論、風險管理與天平理論，以及錯誤鏈理論。

2.1.1 骨牌效應理論 (Domino Sequence Theory)

骨牌效益理論為 H. W. Heinrich 於人為因素之研究中所提出^[15]，以探討航空事故發生之原因。該理論如同骨牌在排列中之一被推倒，即會發生連鎖的傾倒效應，故以失事之結果可向前追溯整個事件之發生過程，發覺所有可能造成事件之原因。骨牌效益理論之基本理論有：(1) 人員之傷亡是由不幸事件中衍生。(2) 事件是由危險事件衍生。(3) 事件是由人為因素衍生。(4) 失效是由環境和個人背景衍生。

2001 年，張有恆與萬怡灼^[16]指出，航空運輸可能由於決策、管理及規劃之缺陷，機場設施、飛航管制、航空器設計以及氣候的影響，而產生飛航安全問題之主因，再由於「人為、環境、設備、管理」等因素，進而形成不安全狀態之潛在作用，逐漸地增強潛在作用的嚴重性，因而致使災難的發生。之後還可能導致龐大的社會及營運成本，也對航空公司之形象有所損毀，如圖 2.1 所示。

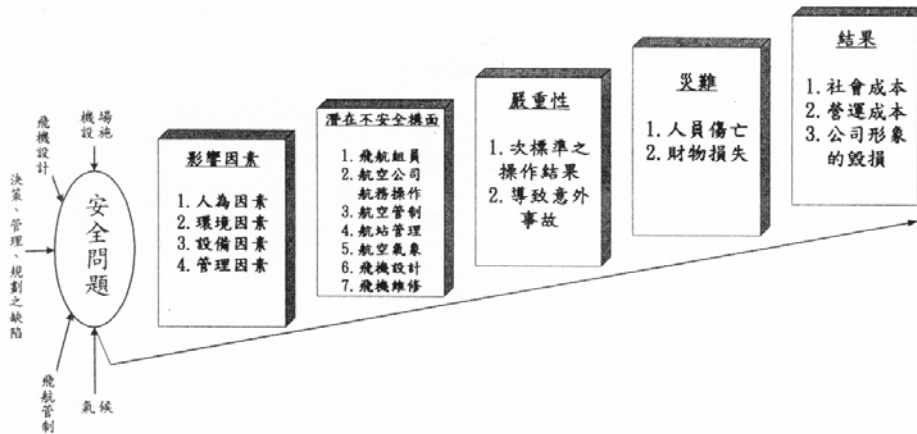


圖 2.1 系統安全與災難發生之因果關係^[16]

骨牌效應之理論認為失事是由接觸衍生，接觸發生是由次標準操作結果獲狀況衍生，次標準操作結果或狀況是由人與工作因素衍生，人與工作因素則可追溯至管理上之欠缺掌控^[17]。

航空事故之發生多係因「人為、機械、環境、任務、管理」五者間之關係無法配合，造成系統異常之狀況，進而導致飛航安全系統之損害^[18]。骨牌效應理論示意圖如圖 2.2 所示。

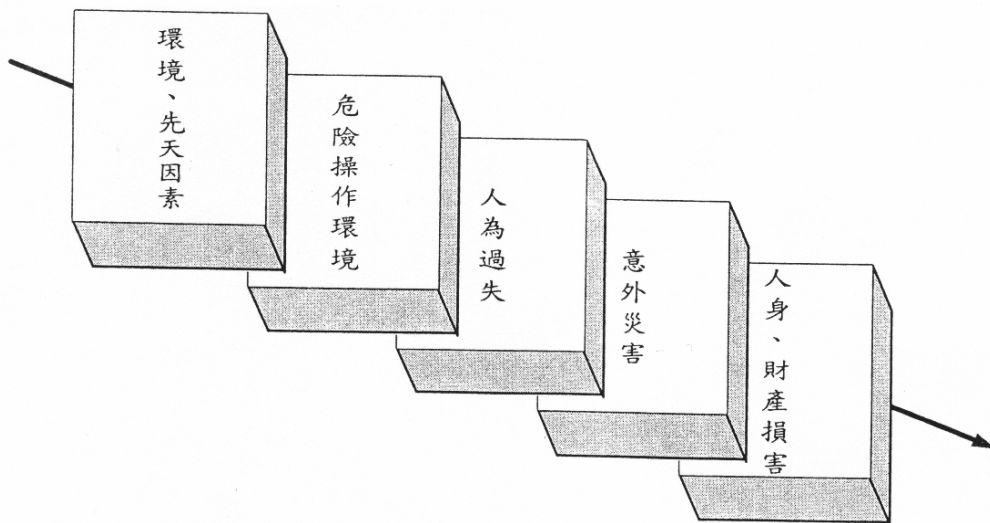


圖 2.2 骨牌效應理論示意圖^[18]

2.1.2 莫菲定律 (Murphy's Law)

1949 年美國賴特航空實驗中心(Wright Field Aircraft Lab.)設計工程師空軍上尉莫菲(Edward A. Murphy)在執行假人滑軌測試時，因獲取數據失敗後所提出：「Whatever can go wrong, it will!」(任何可能出錯的，一定會出錯!)。其主要意涵在於強調系統初始設計時，需要有安全的

觀念，避免使用者發生操作上之程序錯誤。若完成一件事有兩種以上的途徑，而其中一個途徑會肇禍的話，就會有人闖出禍來^[15]。

2.1.3 乳酪理論 (Swiss Cheese Theory)

由 James Reason^[19]於 1990 年提出，其理論針對人為因素，認為組織內的安全系統，好比一片片的乳酪，各種安全預防措施皆有疏漏之處，正如同乳酪的孔洞與空隙一般。當一項失誤發生時，潛在的危險因子將突破此一層級的安全防預措施，而單一的失誤可能並不會造成飛安上的威脅，但當所有層級的安全系統皆發生疏失而產生連鎖效應時，即代表許多片乳酪正好形成一串連關係，使得光線完全通過，意外事件便會發生，甚至演變成失事事件。圖 2.3 便顯示預防意外發生之作法在於降低各層預防措施發生連鎖失誤之風險(移動乳酪)，以避免失誤發生(阻斷光線)

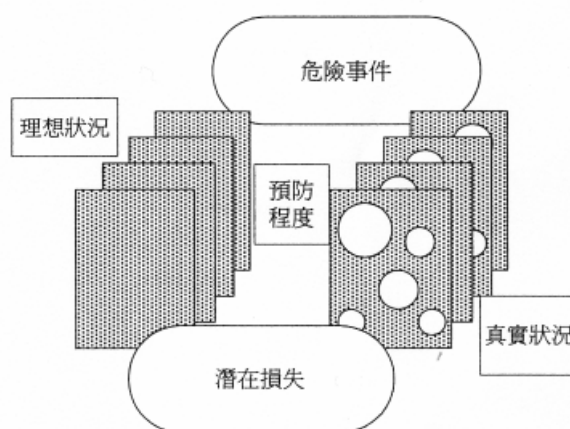


圖 2.3 乳酪理論示意圖^[19]

系統安全管理之失效，也如同乳酪理論一般，有串連性的關係^[20]。如圖 2.4 所示。

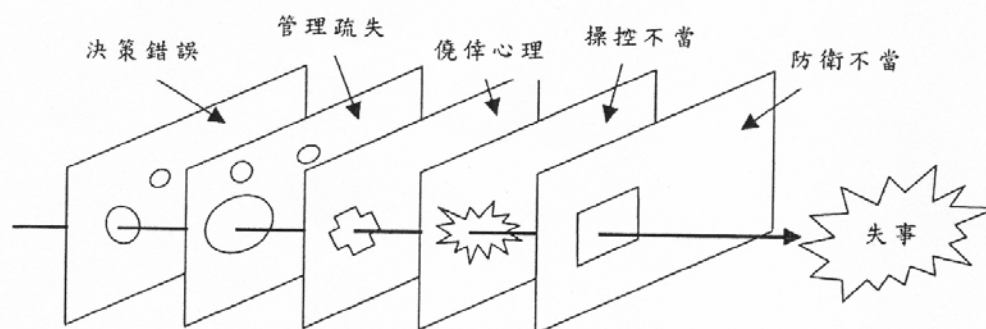


圖 2.4 系統安全管理流程圖^[20]

2.1.4 錯誤鏈理論 (Error Chain Rule)

錯誤鏈理論由 Blame 提出，指出安全事故的發生並非單一原因所造成，而是由一連串的失誤鏈串聯而成。只要能打斷造成安全事故發生之事件或環節，即可避免安全事故之發生，降低飛安系統之風險性^[15]。美國波音公司所發產出之「失事預防策略 (Accident Prevention)」將飛航安全事故之錯誤鏈歸納成七大類：航員 (Crew)、航空公司的航務操作 (Airline Flight Operations)、航管 (ATC)、航站管理 (Airport Management)、氣象 (Weather Information)、航空器設計 / 性能 (Airplane Design/Performance) 以及維修 (Maintenance) 等七大類，以清楚區分系統不同層級之責任編制，提出適當之預防措施，以期能破壞錯誤鏈之串聯，進而防止飛航安全系統受到破壞，如圖 2.5 所示。

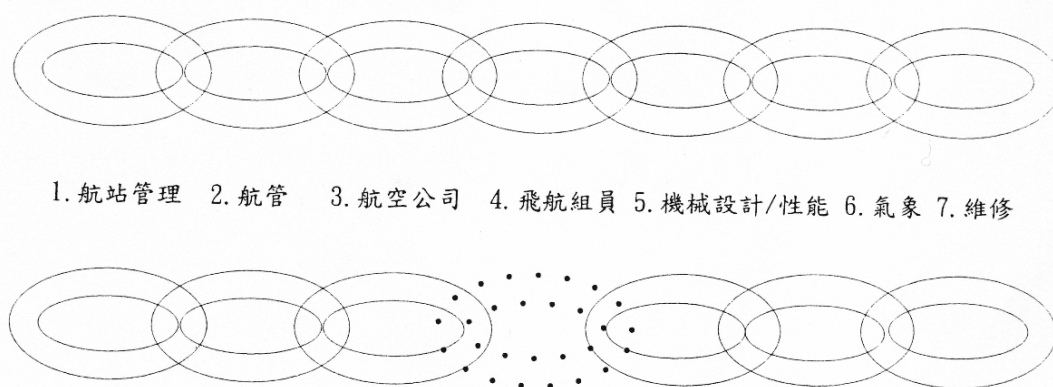


圖 2.5 飛航安全系統錯誤鏈模型^[18]

2.1.5 風險管理與天平理論 (Risk Management & Weighting Theory)

由於飛航安全事故之發生為不可預測性，唯有經由安全計畫之實施，事先防範影響飛安因素之發生，並加以檢討修正，以消弭事故發生之可能性^[12]。為求取最大的經濟效益與安全目標，故航空公司之資源應合理有效的分配在營運計畫與安全上。「安全」與「營利」如同槓桿之兩端，公司資源即是槓桿，管理部門須於兩者間尋求最佳之支點，兼顧天平兩端之最佳利益，其理論示意圖如圖 2.6 所示。長期而言，安全與利益兩個目標為相輔相成，但是在短期內可能發生利益上的衝突。

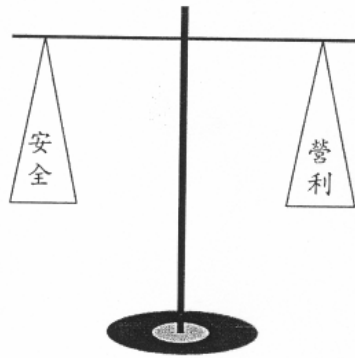


圖 2.6 天平理論圖^[20]

2.2 機坪安全

隨著航空運輸的發展，前期安全問題之研究著重於飛航操作層面與客艙安全部分，因為此類的努力改善是最容易得到顧客認同。當飛航操作相關之研究趨於成熟後，航空運輸的安全問題之注意力由天空中轉到地面上，越來越多的學者與專家開始針對航空運輸的地面安全問題進行探討。

2.2.1 機坪事故之影響與成本

2003 年，飛安週刊(Air Safety Week, ASW)^[22]之評論中提及，航空業因地面作業之安全問題嚴重影響經營的成本，不單是維修的花費、傷害醫療的支出、人員替換與遞補，以及航空器或其它設備財產之損壞，都造成直接或間接之事故成本；其保守推估美國一年因地面安全問題所造成之損失，即高達兩千萬美元。

國際機場協會(Airports Council International, ACI)^[23]於 1999 年的調查顯示，從全球 310 個機場蒐集到的機坪傷亡事件，共有 172 件嚴重傷亡與 1228 件輕微事件。其統計資料更顯示，運量小(小於 6000 架次)的機場在安全事件發生率上約比運量大的機場低 18%，且設備的損壞率也低了 48%，但在航空器的損壞上卻高了 36%。其資料也合理的顯示出航空器活動數量越大越頻繁的機場，發生機坪事件的潛力也相對的較高。機坪上的工作人員是事件主要的受害者，但航空器的機組人員與乘客也仍會受到事件的威脅與傷害。

大多的研究^{[12] [24]}都認為機坪事故的成本分為可見的直接成本與後續的間接成本，且後續處理的間接成本約為直接成本之 4 至 5 倍。國內部分，2005 年，鄭恒理^[25]研究個案地勤公司之機坪安全問題，以交叉比對之方式進行分析，發現超過一半以上的航空器損傷事件未造成航班的延誤，受損情況僅為表面脫漆、蒙皮輕微刮傷或凹陷等情形，不致於防礙飛航任務之

繼續。而事件所造成的平均延誤時間約為 251 分鐘，但除去少數極端的事件延誤，約有 74% 的事件延誤時間在 60 分鐘以內或未產生延誤情形。航空器損傷事件造成延誤時間及次數之統計如圖 2.7 所示：

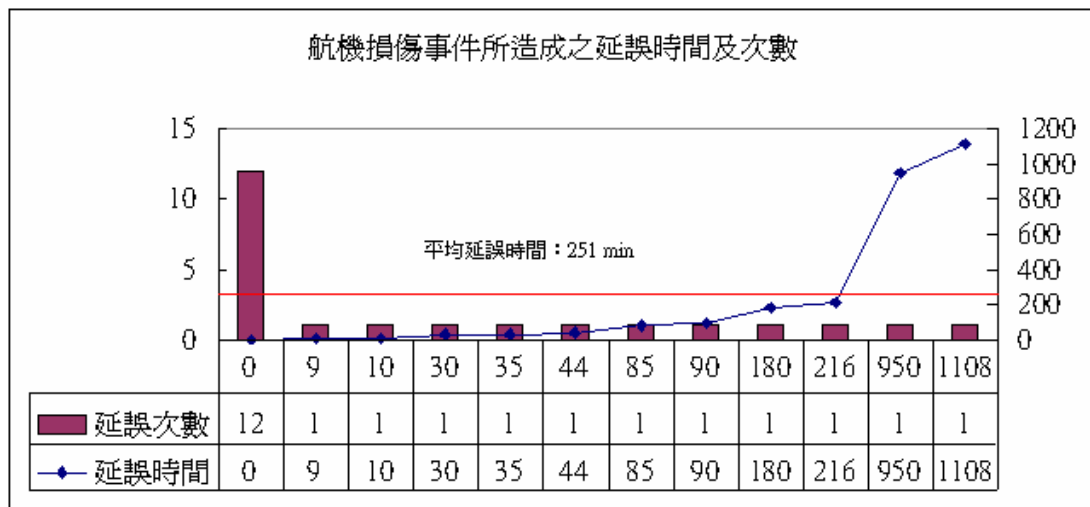


圖 2.7 航空器損傷事件造成延誤時間及次數^[25]

2.2.2 機坪事故之發生種類與發生原因

關於造成事故發生因素的研究中，ASW^[22] 指出作業程序疏失 (procedural failures) 引起之事件比一般基本的作業疏失 (failures of basic operations) 所引起之事件，事故的嚴重程度較大。且最常發生之事故肇因為不適當的作業程序、訓練不當與缺乏經驗的工作人員三項。地勤作業工作時間為配合航班之安排，據英國民航局 (Civil Aviation Authority, CAA)^[26] 2002 年所進行之調查研究顯示航空器維護人員之工作表現受到每週總工作時數、各時段排班工作時間之長短、休息間隔與休息時間長短、連續工作天數、休假安排與休假長短、工作時段之起迄時間、睡眠時間長短，以及個人身理狀況與工作經驗所影響。

2002 年，澳大利亞飛行安全雜誌 (Flight Safety Australia, FSA)^[24] 分類機坪潛在的傷害危機，說明各類的設備車輛、地面設施、其它航空器、引擎噴流、螺旋槳等都可能造成航空器的損壞或人員的傷亡，漏油的情形更有火災事件之危機，甚至惡劣的天候狀況都可能造成設備或航空器的損壞。

機場安全運作小組 AOSP 會議^[12] 則指出機坪安全事件是由不良的訓練、廉價的工作人員、設備維修不足與安全管理的疏失等因素綜合引起。其研究認為機坪安全事件增加之原因，主要的因子有人為因素 (human error)、未能遵照程序規定 (failure to follow established procedures)、不良的訓練 (poor or inadequate training)、機坪擁擠 (ramp

congestion)、不符合標準的設備維修(substandard equipment maintenance)、缺乏作業標準化(lack of standardization)，次要的因子則有設備功能故障(equipment error and malfunctions)、管理監督不當(inadequate supervision)、人員周轉率高(high employee turnover)、財務壓力(financial pressures)、工作任務時間壓力(pressure to increase turnaround times)等。

2007年，美國聯邦航空總署(Federal Aviation Administration, FAA)的報告^[27]則整理出機坪車禍事件主要類型的車輛為拖車，約占52%。各類型的比率分佈如圖2.8所示。但各個資料庫在事件的認定上互有不同，對車輛的定義也不盡相同，好比美國勞工部職業安全及健康管理局(Occupational Safety And Health Administration, OSHA)便不將拖盤視為車輛類型。

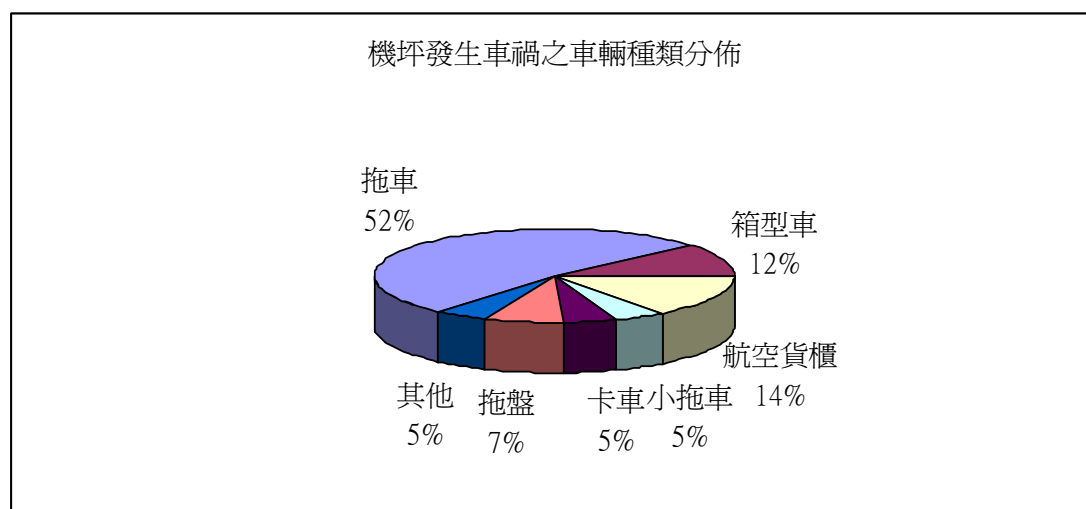


圖 2.8 車禍事件肇事車輛類型分佈圖^[27]

2005年，歐洲國際機場協會(ACI Europe)與歐洲運輸工會聯盟(European Transport Workers' Federation, ETF)^[28]共同檢視機坪安全之問題與服務品質，強調安全是最首要的考量。其發現開發地勤作業市場的自由競爭，公司為求降低成本而採取低薪資的勞工給付，造成人員週轉率的提高，間接的影響服務的品質與效率。

鄭恒理^[25]交叉比對個案公司之機坪事件資料，事件發生比率隨資歷成長有下降趨勢，但發現單人作業時發生事件之比例高達83%，且在特定期間事件(1年以下、3~4年間與10~11年間)發生比率會上升，建議舉行定期複訓(recurrent training)加強安全意識。其研究也指出航空器返場時之尖峰期(06:00~07:00、17:00~18:00、22:00~23:00)，工作人員因可能因接飛離場之壓力發生事件，深夜期間(03:00~04:00)則可能因班次相對減少，人員注意力與管理監督疏漏而導致事件。以作業階段分析，作業中最容易發生事件，但靠機階段所發生的事件嚴重程度較大。

發生事件之原因往往非單獨因素造成，平均每事件的發生原因為 3.1 項，其中發生最頻繁之原因為違反標準程序。如同 Matthews^[29]之統計資料顯示，失事事件鮮少為單一因素所致。

2000 年，Wenner 和 Drury^[30]進行人為因素 (Human Error) 於地面損害事件 (Ground Damage Incidents, GDIs) 之研究中指出，其分析於 1992 年 1 月至 1995 年 4 月期間 130 件 GDI 事件報告，可將其區分為兩大類共 12 種情境。第一類為航空器停妥於機坪與機棚區域時發生之 GDI 事件，另一類為航空器於拖曳或滑行中發生之 GDI 事件。並將導致事件的潛在危險因子以 SHELL 模式進行分類，相對照各危害事件 (Hazard Pattern) 的統計資料，以發掘出危害因子對事件發生的影響。

2.2.3 機坪安全之改善

ASW^[22]認為航空業者在防止地面安全事件固然是站在最前線，但整個安全體系仍存在安全文化上的議題，有待階段性的改善。FSA^[24]指出地勤工作的訓練多屬於任務導向(task-based)或專業導向(knowledge-based)，建議多加強行為性與非技術性的教育訓練，培養正確的安全文化。更提出標準作業程序必須與實際的作業情況配合，確保作業是以正確與合適的方式進行。當兩者出現落差時，可以適度地調整標準作業程序(Standard Operation Procedures, SOPs)，或者從另一角度重新訓練人員的作業方式。最主要要保持 SOPs 與實際作業情形之同步。AOSP^[12]建議三點方向以提升機坪安全。第一，機場單位對於各項機坪作業設定一最低作業標準，提供地勤作業之參考標準。其次，對於機坪上之車輛、作業與人員訓練建立證照認可與證照查驗制度。第三，配合 FAA 擬定相關規定，防止入侵事件發生。

根據 FAA 的報告^[27]指出，整理機坪區域發生車禍事件之調查資料，依照明狀況、人員背景、車輛類型、事件類型與可能原因等資訊進行分析，發現多數的事件發生在夜晚或光源不足的情形，也與駕駛視線等因素相關，該研究認為可提升能見度的反光背心在預防此類事件與降低事件的嚴重性有相當的影響性。

ACI Europe 與 ETF^[28]一致認為改善地勤作業的服務品質須透過廣泛的意見交換與溝通，以動態的修正與回饋尋求一種最佳的模式進行作業。

FSF^[31]整合過往在機坪安全議題之研究，發展出一套預防地面安全事件 (Ground Accident Prevention) 之工具，提供業界改善與解決問題之方案，以及作業的最佳形式。而另發展出的 OSP 工具(Operation Safety Procedures)則包含了各式機坪作業服務之文件架構。為消除人為因素的基本問題，透過自動化定位等技術，FSF 相信科技能降低此因素的影響，

更能增進作業的效率。

鄭恒理^[25]建議，學習國外無懲罰性之自願回報系統，以大規模、長時間、系統性的方式蒐集機坪事件的資料，方能全面與深入的研究與討論。並設計出一套安全評量模式，計算系統內各層面之影響，作為提供政府民航主管機關及業者於管理與實務運作上之參考。

2.3 風險評量

2.3.1 風險評量發展

安全管理向來是運輸事業最關心與重視之課題。針對各項安全因素嚴格監控的主要目的在於防範於未然，也就是風險管理的主要精神。鄧家駒^[32]指出學者對風險(risk)一詞之定義有多種說法，但此一抽象與模糊之概念會隨場景與個案的不同，有著不同的意涵。而只要符合(1)具有傷害、毀損與損失的機率與(2)具有可能的損失程度兩特性便具備風險之意涵。

張新立^[33]於民國 79 年將風險概念引進交通運輸之安全管理領域，針對危險物品的運送進行路線規劃風險評估之模式研究。透過期望型的風險定義方式，分析危險物品運輸事故。透過事故發生機率與事故嚴重程度衡量，計算相關之風險值。

民國 88 年，劉昌明^[34]認為安全風險性的考量勢必成為營運計畫中極為重要的著眼點，就台北捷運系統歷年發生事故之統計調查，探究災害發生原因。並引入風險管理的概念，評估捷運事故的影響程度，配合管理實務中的風險處理方法，提出對應的風險策略。

民國 88 年起，交通部民航局也逐漸加強對飛安風險管理制度之重視。汪進財等^[35]透過系統安全的角度，層次性地探究影響航空公司飛安績效與風險的可能因素與其相互間之關連，針對關鍵的影響項目，建立合適之航空公司飛安系統績效評量與風險分析構面。其研究將航空公司之飛安系統分為環境、組織與活動等三個層面之內部架構，各層面之飛安因素與議題則影響著外部行為之績效層面。其系統架構圖如圖 2.9 所示。研究也藉由線性權重係數的方式，整合上下層構面的風險概況，但在構面相互影響之關係性上仍有待研究發展。

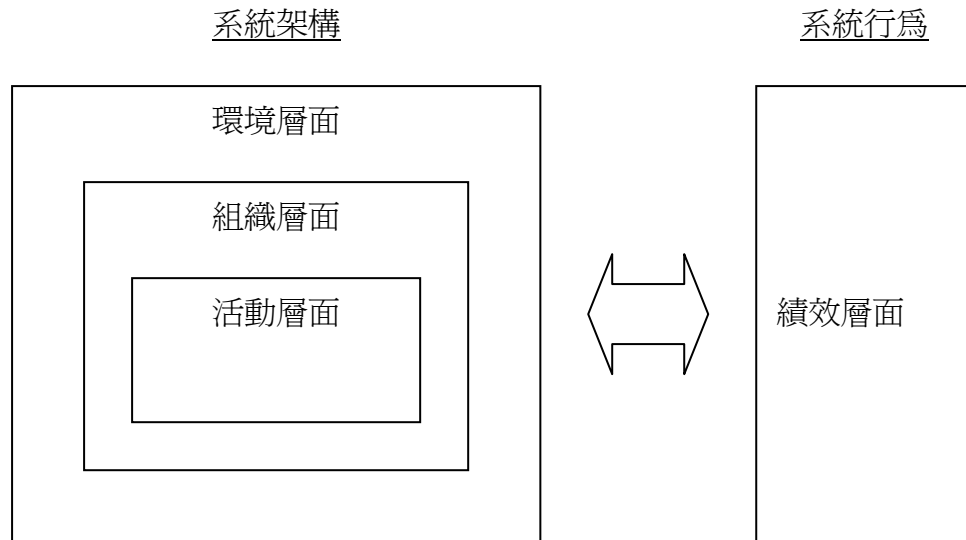


圖 2.9 飛安系統之架構^[35]

民國 94 年，張有恆與李文魁^[36]利用座標組合法與歐基里德距離原理發產生出組合衡量值的風險衡量模式，並參考 ALARP 風險概念進行風險分析模式之建構，期望達到即時的風險控管系統。並以風險梯度的概驗處理傳統風險優先數(RPN)所產生的相乘效應之缺點。

1999 年，Helmreich 等^[37]透過失事調查報告、飛安事件報告、飛行檢查、飛行紀錄器等資料，發展線上操作安全稽核(LOSA)資料，以分析航空公司之系統操作與安全文化。

民航局亦於民國 89 年推動「飛安自我督察」與「飛安自願通報系統」之建構，透過與飛航安全相關的參與人員來自願報告建立資料庫，並由民航局根據各飛安事件之資料進行調查與分析。

2.3.2 風險評估模式

飛安風險衡量的工具發展至今有許多種，如故障形式、效應和嚴重度分析(FMECA)、錯誤樹分析(FTA)、飛行操作風險分析系統(FORAS)與風險矩陣等方法，都可以量化的方式進行相關的風險計算。

FMECA 由故障形式和效應分析(FMEA)配合嚴重度分析(CA)所發展而來，藉由各項零件可能發生之故障類型，以及包含故障發生後嚴重度、故障發生機率與發生故障的危害度等風險值衡量因子，來分析零件故障的狀態與預防的措施。

風險矩陣(Risk Matrix)乃針對事故之嚴重程度和所可能發生事故的機率做綜合評估，以「風險值=事故嚴重程度×事故發生機率」之概念，如圖 2.10 所示，分析事故的風險程度。可將嚴重度與機率分為三級，形成 3×3 之風險矩陣，將風險程度歸類為五個等級。

		事件發生機率		
		High	Medium	low
事件嚴重度	High	A	B	C
	Medium	B	C	D
	Low	C	D	E

圖 2.10 風險矩陣圖

風險管理的程序，包括風險之鑑定與認識(Identification and Recognition)、風險的衡量與分析(Measurement and Analysis)、選擇風險管理的技術(Selection Risk Management Techniques)以及執行與評估(Implementing and Evaluation)

為了強化風險的分析與控制作業，量化風險評估(Quantitative Risk Assessment, QRA)之方法為當前之趨勢；以量化分析方式處理風險衡量問題，除有別於採取原則性質化風險分析之研究外，更能讓數據說話，當可提供相關單位之參考。

風險評估廣泛被接受的準則為 ALARP^[38] (as low as reasonable practice)，在合乎實際的觀點下竭盡可能的降低風險；利用 ALARP 之概念將風險分為三個等級，以兩個臨界值「不可容忍(intolerability)臨界值」與「可接受(acceptable)臨界值」劃分為三個區域，分別為「不可容忍區域」、「ALARP 區域」與「可接受區域」，如圖 2.11 所示。

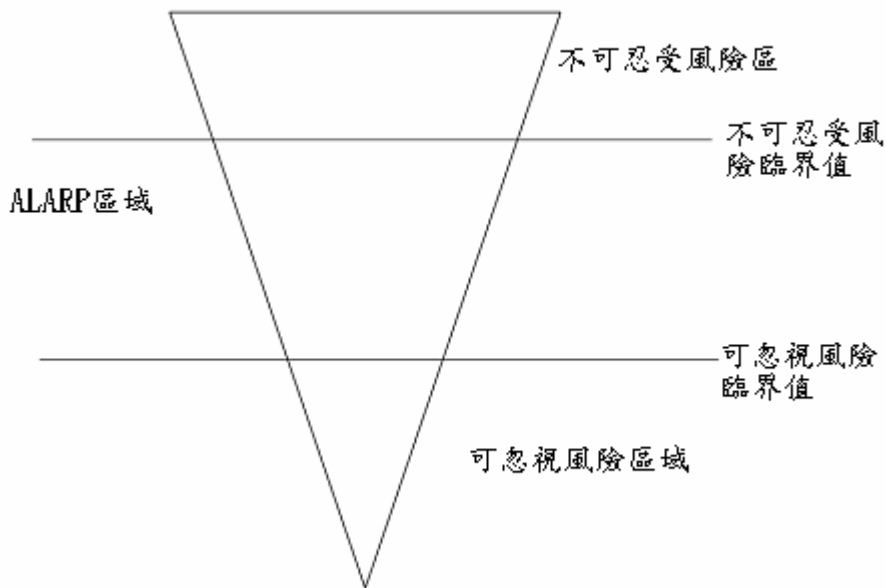


圖 2.11 風險評估三角形

1. 不可容忍區域(intolerability region)：

若某一特定的活動的風險值，即其單位時間內的死亡機率，高於不可容忍臨界值，則此活動的風險值就判定落於不可容忍區域。表示此系統(或活動)的安全風險值在任何情況下，均不被個人或群體所接受。位於不可容忍區域，就個人而言，必須立刻停止或避免該項工作，直到風險值降至不可容忍臨界值之下。就系統營運者而言，必須不計任何經濟成本，投入所有資源甚至停止營運，將風險值降至不可容忍風險值以下。

2. ALARP 區域(ALARP region)：

ALARP 意指活動(或系統)的風險值雖在可容忍的範圍內，仍須在「合理地可實際執行」的條件下繼續降低系統(或活動)的風險。Schofield(1998)則進一步區分「可實際執行」(practicable)與「合理地可實際執行」(reasonable practicable)的差異，「可實際執行」指只考慮技術的可行性而不考慮經濟成本因素。「合理地可實際執行」(reasonable practicable)則同時考慮降低風險所需的成本，當所要實施的安全措施，其能獲得的效益大於投資成本時，則營運者或個人就必須實行該措施以降低風險。反之，若成本大於效益則不採用該安全措施。

3. 可接受區域(acceptable region)：

當系統(或活動)之風險值低於可接受臨界值時，則該活動的安全風險落於可接受區域範圍內，此區域的風險值大小在任何情況下均可為群體或個人所接受，故無須進行任何降低風險值的措施。

若在日常即能針對各項影響安全的風險因素嚴加監控，當這些因素呈現故障或缺失狀態超過設定的門檻時即能發出警訊，即可告知風險管理者採取適當的處理措施，並將可防範安全事故於未然。

故首先需要進行風險的確認，討論可能之事故情節，以因果關係分析(Cause Consequence Analysis, CCS)建立事件樹與錯誤樹，找出影響安全之因素。針對各項安全因素之內生衡量因子(重要性、危害性與可偵測性等)進行衡量，便可產生各影響安全因素之風險評估值，配合上下界風險水準門檻值的設定，便可有效率的進行風險控管，及早採取相對應的風險處理措施，儘速發現異常的故障或缺失狀況，以避免後續重大安全事故的發生。

2.4 錯誤樹分析與事件樹分析

錯誤樹分析技術(Fault Tree Analysis, FTA)由美國貝爾電話實驗室於1961年為解決空軍的飛彈發射管制系統而開發；其為一種演繹性的分析工具，可分析評估一複雜系統的可靠度及各子系統、各元件的重要性與相互間影響關係。此方法初期屬於定性分析之模式，應用在實際異常事件、肇因的探究與假設事件可能原因之研究。後期引入布林代數(Boolean Algebra)之數學模式，發展定量分析之研究。林雅惠^[39]整理出 FTA 分析程序的六個主要進行步驟：明瞭系統特性、設定頂端事件、建立錯誤樹、收集相關事件機率資訊、計算頂端事件機率與衡量各事件的重要性。

Hathaway 等^[40]於 1981 年利用 FTA 分析方法針對大眾捷運系統車廂火災問題進行研究，探究車廂失火的原因與設法找出改善解決之措施，提出了防範交通設施火災五階段計畫。Wenner 和 Drury^[30]於地面損傷事件之研究中，以 FTA 分析方法建構各個不同危害事件下的錯誤樹，以挖掘人為因素在導致事件發生的影響。

2001 年，郭承瑋^[41]根據軌道運輸系統之安全管理機制、與風險危害評估方式，針對台鐵站務系統現況研究七項課題：系統規劃設計、員工工作環境、零件設備維修、員工教育訓練、資訊傳達聯繫、緊急應變措施、管理監督制度。透過系統安全的概念針對五項風險指數較高的事故，以 FTA 分析方式進行定性分析，提出各基元事件的改善之道與防範順序。

1999 年，鐘易詩^[21]針對航空公司的飛安管理流程，利用 FTA 分析航務、機務與飛安三個部門之安全影響因子。利用結構化的方塊圖示將錯誤事件以邏輯符號串聯，構成整個系統的實質失誤模式模型。運用各組成分子之相關關係，將飛安工作與危害因子建立系統化架構。更透過飛安運作資訊的分析，以簡單、可觀察與反應安全文化的原則訂定評估指標，並建構一可行之績效衡量模式。其架構如圖 2.12 所示。

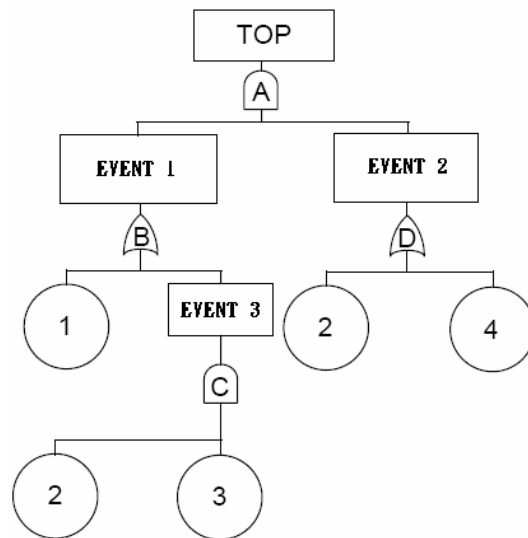


圖 2.12 錯誤樹分析架構圖

2.5 小結

「安全」是運輸系統的首要條件，然過於強調「安全第一」的理念，反而減少合理及客觀探究「安全風險」課題的機會。承認運輸活動具有安全風險，並加以系統化管理已成為主流之作法，此種趨勢值得重視。根據以上飛安理論之討論，可得知（一）改善飛安並非要求飛安零風險，而是將可能的風險降低至可接受的程度。（二）飛安事故的產生是由許多的因子交互作用所造成，並非僅由單一因子所引起。

透過前置的初步危害分析(PHA)，進一步以錯誤樹分析安全管理之課題，探究影響安全問題之危害因素。並在後續的定量分析與風險衡量中，經由觀察、記錄與調查等方式蒐集實際且充足的資料進行分析，方能系統性完成安全檢核之工作。更可深入研究，分析比較在正常運作下與發生事故情況下，各危險因素對事件發生的影響^[42]。

國內之飛航安全之研究，大多仍在針對飛航操作與安全管理上之事故調查與原因分析之範疇，風險評估之理論與應用也多探討大範圍的系統安全問題，在深度上仍有發展之空間。此外，在資料分析方面，美國聯邦航空總署(Federal Aviation Administration, FAA)的事故資料系統與美國國土運輸安全局(National Transportation Safety Board, NTSB)的事故資料庫都聚焦於飛行過程之事件，無論事件嚴重程度，機坪事件受到紀錄的比例仍然過低。國內的事故資料在資料庫的建立與資料蒐集上，也仍欠缺完整與合適的評量指標，藉由學術與實務的資料交流與回饋進行修改與精進是未來努力的方向。

第三章 機坪作業系統解構

航空地勤業主要之服務為提供航空器、旅客、拖運行李與貨物等，在跑道與滑行道以外的航空站場面上安全並經濟地移動；因此，航空地勤（Ground Handling）為一個從事眾多服務的複雜作業系統。經濟合作暨發展組織（Organization for Economic Co-operation and Development, OECD）^[43]於其文件中提及：「航空地勤通常被認為包含航空器於抵達機場與離開機場時所需的各項服務，但不包括航空交通管制提供之服務」。國際民航組織（ICAO）^{[44][45]}也指出，航空地勤通常未涵蓋航空器之維護與修理，但在特定情況下，線上維護作業可視為航空地勤之一部分。同時依功能之區別，可將地勤業務分為航站處理與機坪處理兩部分，前者主要提供旅客登機報到手續、行李與貨物託運處理以及飛行計畫簽派等，後者提供航空器處理、航空器清潔保養作業與服務。本研究之研究範圍著重於機坪處理之部分，探究機邊各項可能造成航空器損傷之機坪作業。

3.1 機坪作業項目

楊政樺^[14]指出，機坪作業的項目包含廣泛，從油料的補給、加水、供電、空廚、行李與貨物的裝卸、空橋與上下旅客等作業等，因作業之需要，一架航空器之機坪作業所需之車輛裝備眾多。Reed^[46]指出，作業一架次的波音 757 航空器需要使用 32 項地勤機具以及 36 位地勤工作人員，而作業一架次的波音 747 航空器則需要使用 85 項地勤機具。相關車輛裝備與功能如下說明^[47]。

- 電源車：提供航空器上所需電源；
- 氣源車：提供航空器啟動發動機之氣源；
- 冷氣車：提供航空器機艙內之空調；
- 高台車：提供航空器駕駛艙清潔玻璃；
- 接駁車：提供停放機坪航空器之旅客接駁運送；
- 清廁車：清除航空器於航行途中所產生之廢水與排泄物等；
- 飲水車：供應及補充航空器水箱之儲水，提供航行途中飲用、沖洗等需求；
- 大餐車：提供航空器機艙內餐飲食品、侍應品與免稅商品等；
- 扶梯車：提供機組人員、旅客上、下機艙可移動之臨時扶梯；
- 裝卸車：提供航空器貨艙貨櫃及貨盤裝卸升降傳送；
- 滾帶車：提供航空器散艙行李、貨物裝卸傳送；
- 小拖車：接掛盤車，運送裝卸之航空貨櫃與貨盤；
- 航空器拖車：提供航空器推、拉移位之車輛；
- 尾柱：支撐航空器機尾，避免航空器重心改變發生坐地（tipping）之狀況；
- 空橋：連接航空站與航空器，以上下旅客與機組人員。

根據波音公司設計規劃的航站機坪作業程序與各項作業之時間安排如圖 3.1 所示(以 747-400 全客機為例)。

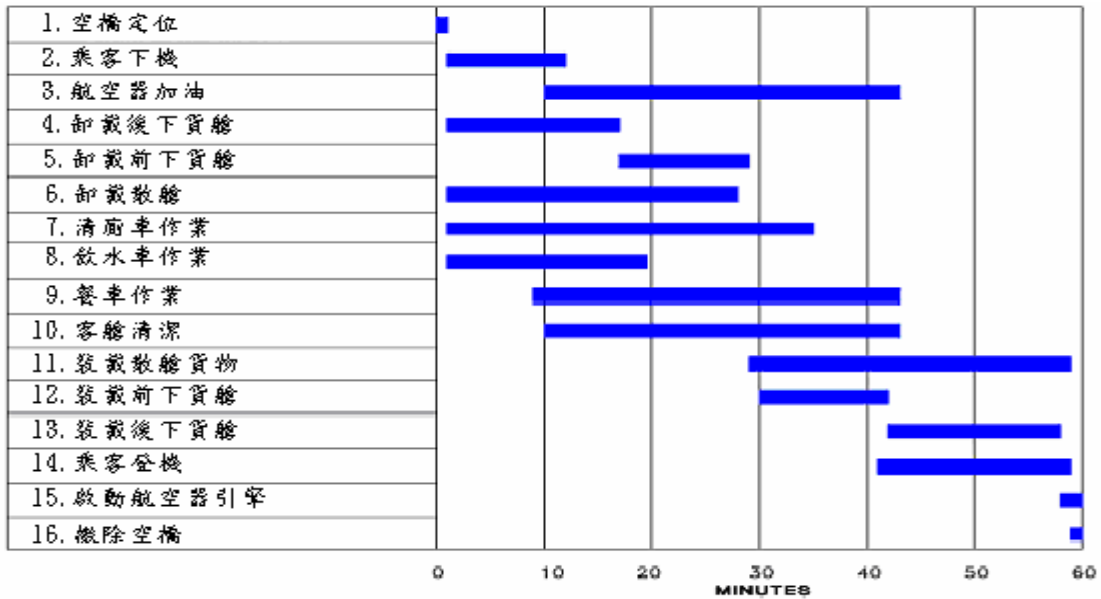


圖 3.1 機坪作業項目時間安排圖^[48]

各類動力與非動力設備機具進行作業時與航空器之相關位置關係如圖 3.2 所示。

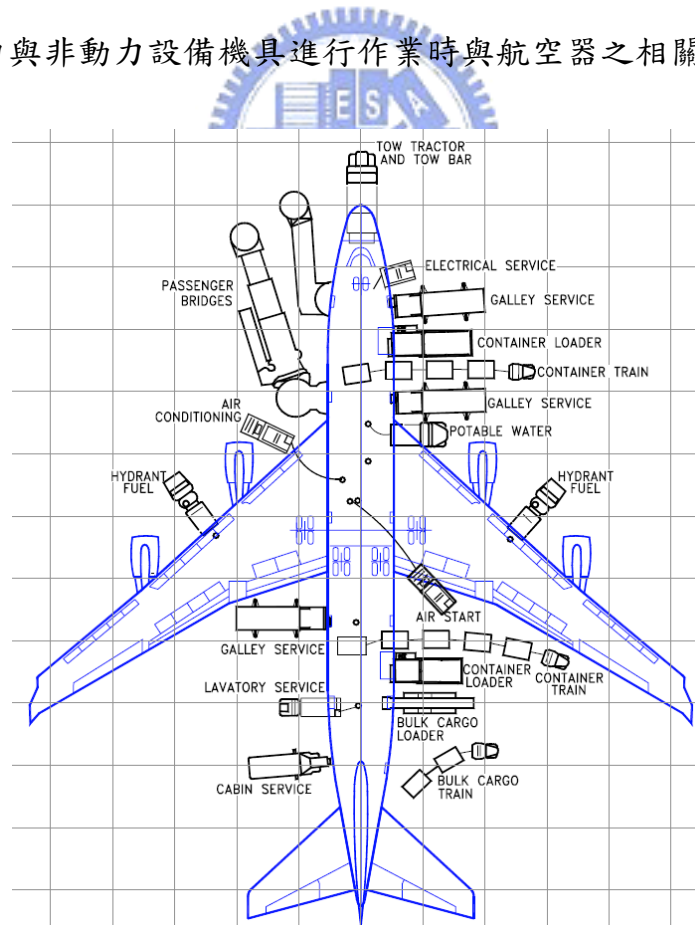


圖 3.2 機坪作業設備位置圖^[48]

Ashford 等^[49]將航空器地勤作業之流程整理如圖 3.3 所示。根據航空器抵達、進坪、地停、後推等階段，可將機坪作業細分為抵達、進坪、地停、後推等作業階段，分別介紹如後：

- 抵達階段：停機坪檢查作業；
- 進坪階段：航空器導引作業；
- 地停階段：航空器固定作業、空橋作業、貨物裝卸作業、客艙清潔作業、餐點與侍應品補給作業、航空器補給作業、加油作業；
- 後推階段：航空器後推作業。

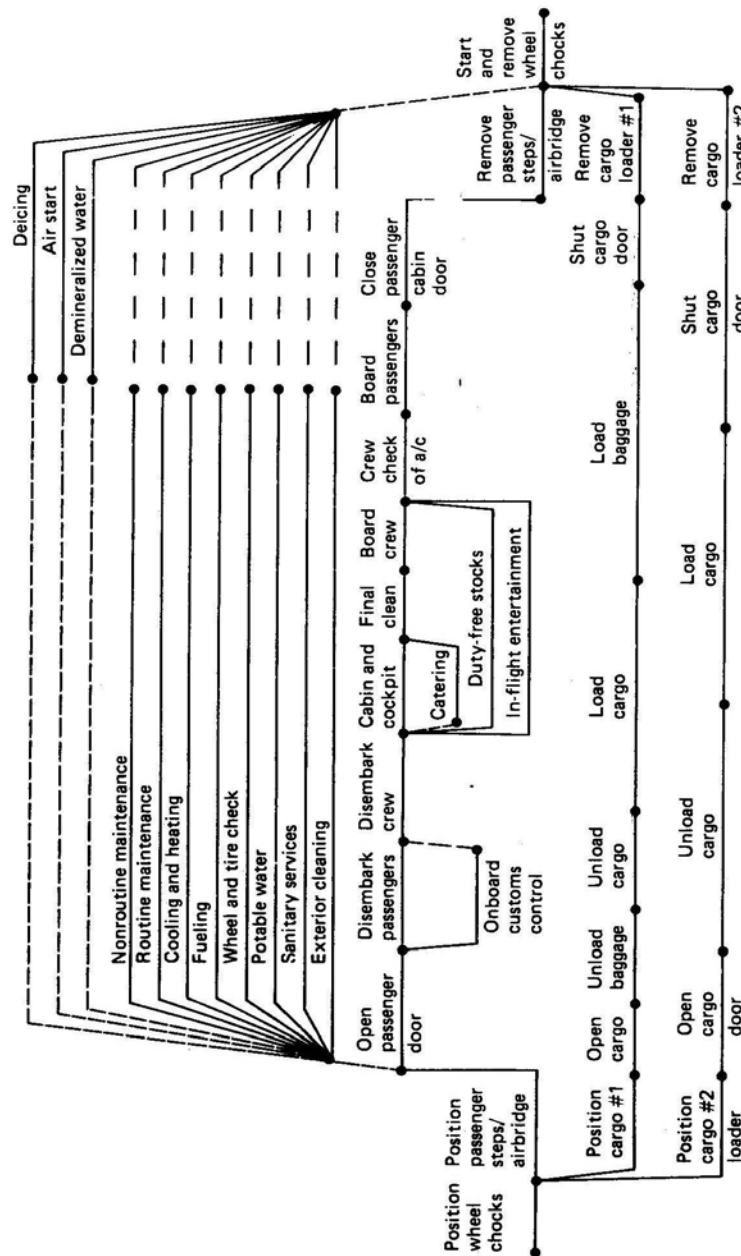


Figure 6.18. Critical path of turnaround ground handling for a passenger transport aircraft taking cargo.

圖 3.3 航空器機坪作業流程圖^[49]

3.1.1 航空器抵達階段__機坪檢查作業

航空器到達前，檢查機坪空間以等待航空器的到達。主要檢查車輛，設備與空橋是否於適當停放位置。航空器抵達前須進行機坪檢查作業，確保所有的動力與非動力機動設備在航空器準備進坪前，都位於設備限制區外 (Equipment Restraint Area, ERA, 如圖 3.4 紅線內範圍)，空橋也必須收回至停放位置，並確認空橋安全區 (Passenger Loading Bridge Safety Zone, 如圖 3.4 紅色斜線範圍) 為安全淨空。ERA 與空橋安全區之位置與範圍示意圖如圖 3.4 所示。

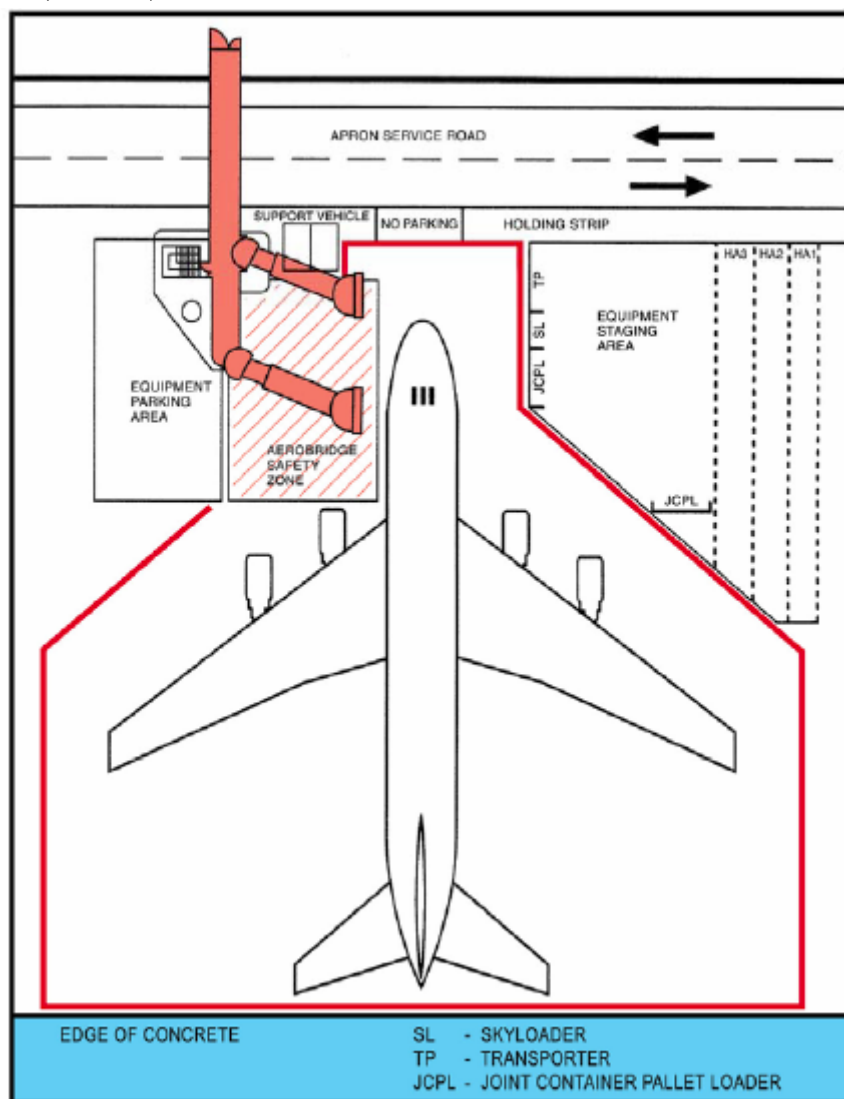


圖 3.4 ERA 與空橋安全區之位置與範圍示意圖^[50]

3.1.2 進坪階段__航空器導引作業

航空器進坪時，機組人員經由目視引導停靠系統 (Visual Docking Guidance System, VDGS) 或人員導引 (Marshalling Service) 之指揮，

將航空器安全導引進坪。停妥於適當位置後，待進行輪檔作業固定航空器。

3.1.3 地停階段—航空器固定作業

當航空器經由導引至適當停放位置後，進行固定作業主要目的在於固定航空器，以免因外部因素影響而造成航空器發生預期外之移動情形，保障後續靠機作業之安全。固定作業依航空器機型與作業需求分為輪檔作業(Chocking)、尾柱作業(Tail Stand)以及鼻輪索作業(Nose Tether)。輪檔之使用視航空器機型之不同，採用各種類與數量之輪檔，放置於指定之機輪下，固定航空器防止發生移動。且輪檔擺放作業需注意幾點：

- 由前方接近航空器，避免由側面靠近
- 放置輪檔時預留空間以便撤除輪檔
- 不要將手至於輪檔與輪胎間。

航空器後推前，輪檔的撤除必須由航空器操作組員請求撤除，方可移除輪檔。動力後推作業時，應保留鼻輪前方之輪檔，直到航空器後推離開完成。且撤除之輪檔需要安置收回於存放之區域。

尾柱作業則利用一巨形油壓唧桶下接三角座，支撐航空器尾部，防止航空器在裝卸貨物與上下旅客的過程中，前後重量變化造成航空器坐地(Tipping)之狀況。鼻輪索則是以化學纖維製成，外包尼龍帆布，以雙股穿過鼻輪架上方之曲臂基部，兩端則扣鎖於鼻輪兩側之地面錨座上^[25]。航空器到達時之輪檔作業之程序經本研究整理如圖 3.5 所示：

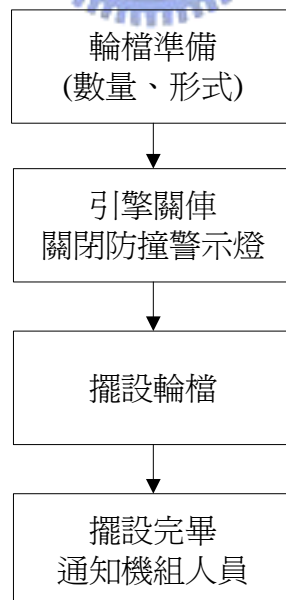


圖 3.5 輪檔作業程序圖

3.1.4 地停階段__空橋作業

待航空器以輪檔固定後，使得進行空橋(Passenger Loading Bridge)作業。依據新加坡樟宜機場之機坪設施作業手冊與程序^[50]，空橋作業之流程整理如圖 3.6 表示：

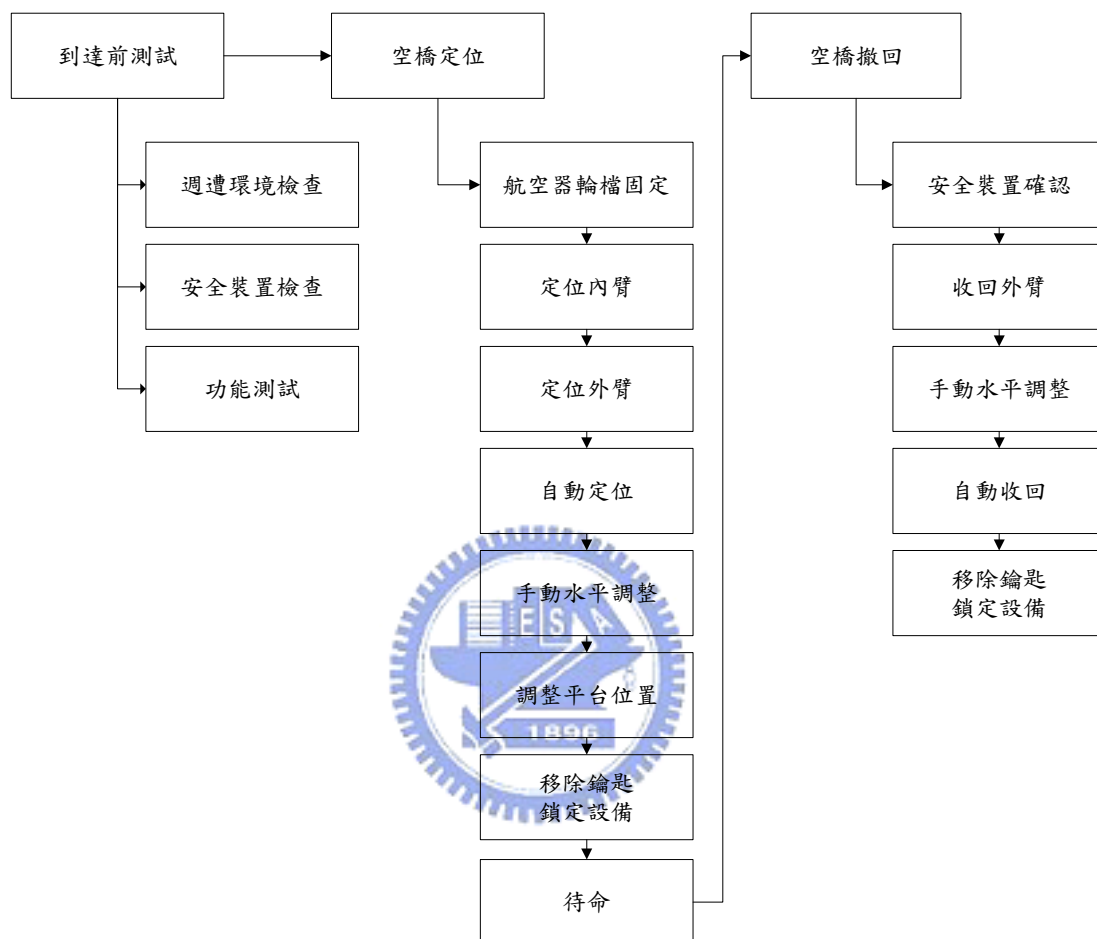


圖 3.6 空橋作業程序圖

3.1.5 地停階段__靠機作業

待航空器停妥後，地勤人員便開始進行各項靠機作業，包括裝卸貨物、客艙清潔、航空器清潔、餐點與侍應品補給、航空器補給與加油等工作。此類作業皆以特定功能之機動設備，於航空器周邊接靠進行作業。

裝卸作業首先由地勤人員接收航班的貨物與行李資訊，將裝卸車(Loader)、滾帶車(Belt Loader)、小拖車與盤車於機邊等待，待航空器停止固定後，進行靠機並開始卸載貨物與行李，將貨物以盤車或航空貨櫃，運回航站之行李處理場進行作業。補給作業如加油、航空器用水、客艙清潔、航空餐點與其他補給，分別也由特殊功能之車輛，進行靠機作業。

整體分析機坪區域的航空器貨物裝卸、航空器補給與航空器清潔等作業，可分為靠機、作業中與撤離三個階段。每階段之作業行為皆有可能對航空器造成地面損傷（Ground Damage）事件，稍後將深入討論機坪作業安全管理之系統與管理方法。

3.1.6 航空器後推階段__後推作業

當航空器完成地停階段之各類作業後，需以航空器拖車將航空器從機坪區域移動至滑行道，航空器始得以自身動力進行滑行。大多數的機坪作業進行時，航空器通常處於無動力與靜止的狀態，即引擎處於關閉的情形。而進行後推作業時，有可能在作業之前、作業中或作業後，航空器會啟動引擎，因此更需要注意作業時的安全問題。

進行後推作業時需注意幾點安全事項：

- 駕駛拖車接近航空器時，預先測試煞車功能；
- 拖車、拖桿與鼻輪連結時應在同一直線上；
- 當拖車無人操作時，應將引擎關閉或以輪檔固定之；
- 後推航空器進行轉向時，注意不超過最小轉向之限制；
- 待耳機員確認航空器駕駛已釋放煞車踏板之指示，使得進行後推作業；後推作業完成後，須待耳機員確認航空器駕駛踩住煞車後，方可撤除拖桿；
- 拖桿自航空器撤除前，注意不可先移除安全梢（bypass pin）；
- 完成作業後，將拖車與拖桿移至機坪邊待命，並以手勢告知航空器駕駛作業完成。

後推作業的進程序如圖 3.7 所示。

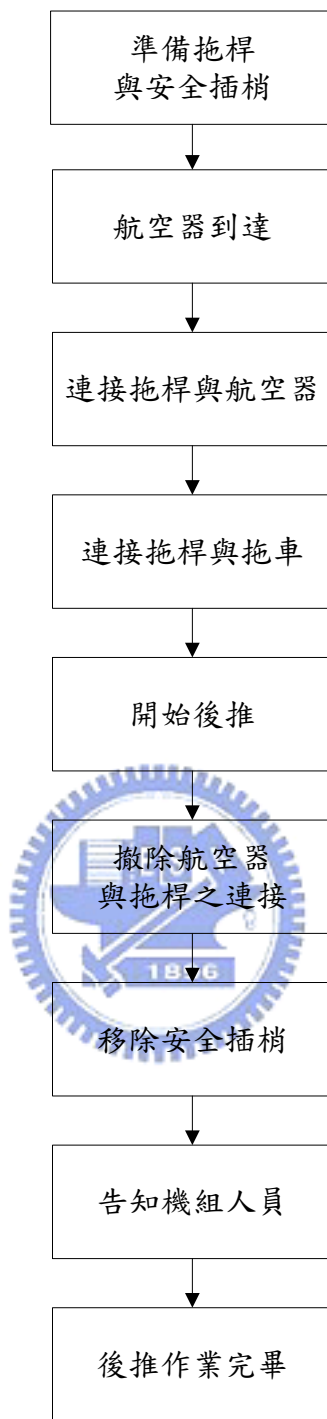


圖 3.7 後推作業程序圖

3.2 機坪安全管理

航空站地勤業依民用航空法^[51]（民國 94 年 11 月 30 日修正）第一章第二條之定義，指於機坪內從事航空器拖曳、導引、行李、貨物、餐點裝卸、機艙清潔及其有關勞務之事業。我國航空站地勤業之管理由民航局空運組負責指導與監督。並遵循航空站地勤業管理規則，航空站地勤業於機坪內

之各項作業，應訂定作業實施細則及緊急應變計畫報請航空站備查，並定期實施安全檢查，製作檢查紀錄。航空站地勤業之人員及裝備於機坪內活動時，應注意地面作業安全，並接受航空站管制及遵守有關機坪管理規定。民航局得派員檢查航空站地勤業各項人員、設備，並督導其業務，航空站地勤業者不得拒絕、規避或妨礙，如有缺失應通知航空站地勤業者限期改善。航空站地勤業逾期未改善，或拒絕、規避或妨礙檢查者，民航局得報請交通部核准後，採取限制其地勤業務項目、營業地點或撤銷其許可等必要措施。民用航空運輸業也可自辦航空站地勤業務或委託地勤業進行地勤業務。

為維護停機坪作業秩序及正常運作，規範各航空業者（含其代理）所屬航空器依其飛航性質、航空器機型及離到場時間帶等因素，劃應停放之機坪執行作業，並確保停機坪各項地面作業安全，台灣桃園國際機場制定「台灣桃園國際機場停機坪安全管理作業程序」（Apron Management Rules）^[52]。

機坪安全管理依機坪各項作業活動之進行，可以分為停機坪作業管理、拖機作業管理、裝備與車輛之停放、車輛通行與管制等，分述如後：

3.2.1 停機坪作業管理

未避免航空器遭受碰撞發生損壞，航空器移機、後推與設備車輛靠機都需要進行導引。航空器移機時，導引人員以手勢或指示板指揮航空器駕駛操作，同時配合翼尖警戒人員(Wing Walker)注意航空器兩側之安全淨空。同時，應先檢視停機坪安全無虞後，始可引導航空器進出機坪。航空器後推時，除上述之安全管理規則外，航空器後推作業更需要注意移動之速度與航空器轉向之角度，避免造成航空器鼻輪之損壞。設備車輛因作業設計的緣故，大多都以後退的方式進行靠機，故難免發生空間判斷不當之損壞事件。因此，除了在後退的速度上必須注意，並需要配置導引人員指揮靠機，以免發生事件。

航空器在進行引擎啟動時，駕駛員應與地勤人員保持通話聯繫，航空器後推前應先獲得塔台之許可，後推時航空公司或地勤公司應派車道管制員在停機坪後方及危險區域管制人車通行以維安全。當航空器進坪或準備後推時，停機坪安全線(紅線)內除為導引航空器活動之車輛及人員外，禁止其他人員、車輛及裝備停留於該區域內。航空器到達停機位置安置輪檔關車後，各項地面裝備車輛始可靠機執行作業，裝載上機前與卸載下機後之行李貨物應放置機邊暫存區內。

3.2.2 拖機作業管理

作業人員執行拖機作業時，應確實檢查航空器四周無障礙後始可作業。作業人員應檢查拖車、拖桿、轉向卸壓梢及航空器起落架安全梢等安全措施，執行拖機作業時應與塔台保持無線電通聯，按塔台指示路線行進。航空器兩翼尖瞭望人員應與拖車駕駛員保持聯繫，以確保航空器行進之安全。拖機速度於機坪上不得超過每小時 5 公里，於滑行道上不得超過每小時 15 公里，無拖桿式拖行不得超過每小時 20 公里。

3.2.3 裝備與車輛之停放

停機坪內之各式地面裝備、車輛，應整齊排放於規劃之停放區內，並拉妥手剎車及放置輪檔固定之。於航空器離場後各單位之地面裝備、車輛、貨物應撤離停機坪，停至規劃之裝備停放區。進口貨卸機後與出口貨待裝機前，應存放庫區不得拖入停機坪，空盤櫃也不得停放在停機坪。

3.2.4 車輛通行與管制

機場作業人員及車輛於停機坪作業時，應禮讓航空器優先通行，隨時注意航空器滑入停機位、後推及滑行之安全，禁止由滑行中之航空器前方強行通過或並列行駛。遇有航空器進出停機位時，應遵守交通道管制員之管制。依規定之速限行駛並嚴禁超速，進出停機坪應按白色箭頭方向行駛。

任何車輛或裝備行駛時，除規定乘坐人數外，不得超載，乘坐人員亦不得攀立。貨物必需穩固繫緊以防止於運送途中掉落。拖車於行駛時，其所拖掛之貨板車或貨櫃內不得載人，且後方最多拖掛 5 輛平板車或貨盤。盤車載運散裝盤貨時，堆積高度也有所限制。同時嚴禁動力或非動力裝備由航空器機身下方穿越。

車輛於低能見度或夜間行駛時應開啟近光燈及閃光警示燈，夜間待命作業之車輛，應關閉車燈，僅開啟閃光警示燈。接靠航空器作業之車輛及裝備，應於適當距離測試煞車並應有地面人員指揮接靠。地面裝備與車輛停放在停機坪上，皆應使用手煞車、支架或輪檔固定。若設備與車輛無人操作時，應將引擎關閉並適當固定之。

3.3 小結

透過各項機坪作業手冊之作業程序規定、安全注意事項與相關機坪安全管理規範之整理與分析，本研究整理出整體機坪作業之工作藍圖如圖 3.8 所示，其餘細部工作任務表示於圖 3.9 至圖 3.11；其中，圖中標示灰色部分為本研究主要探討之範圍。

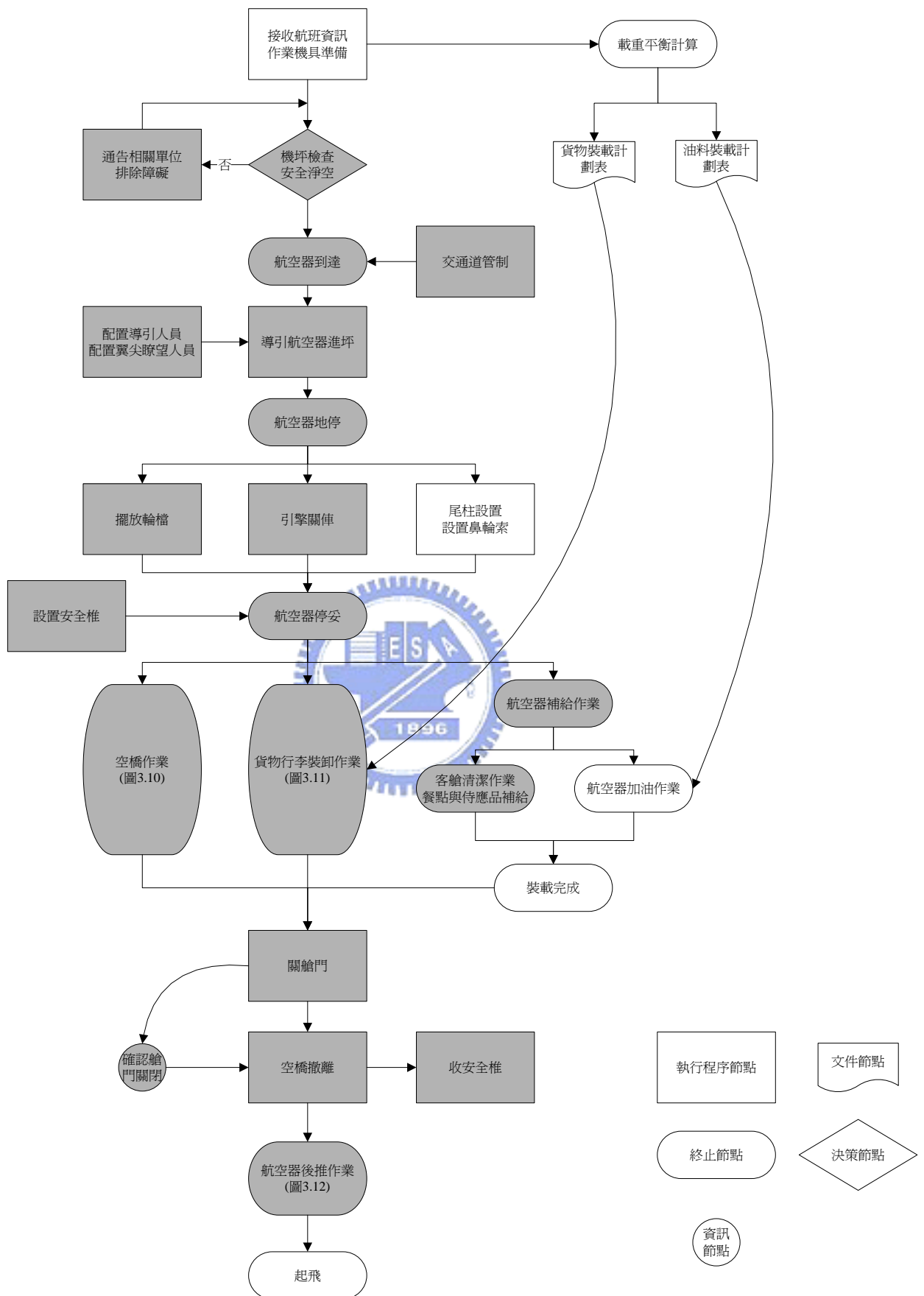


圖 3.8 機坪作業工作藍圖

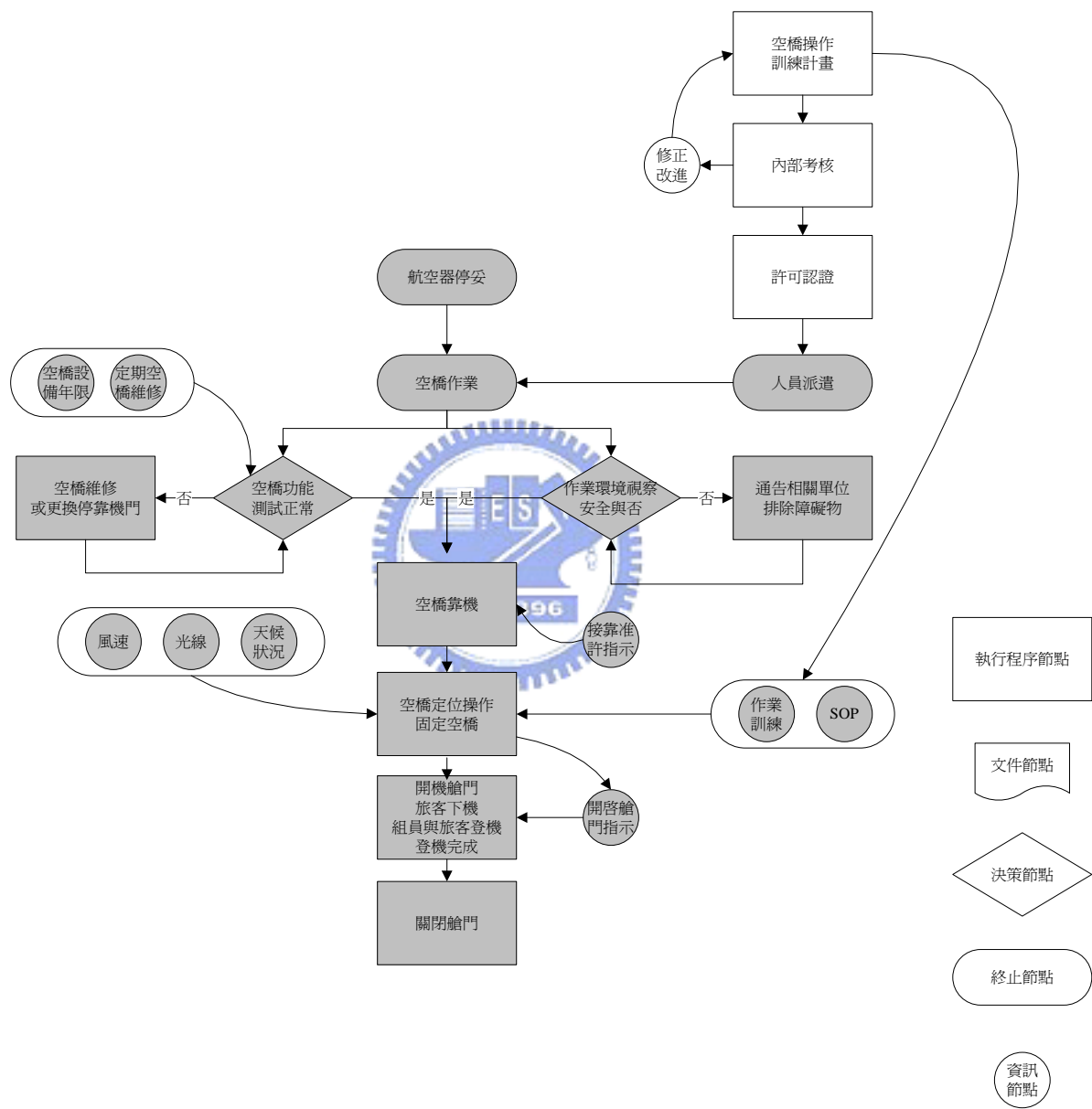


圖 3.9 地勤作業工作藍圖__空橋作業部分

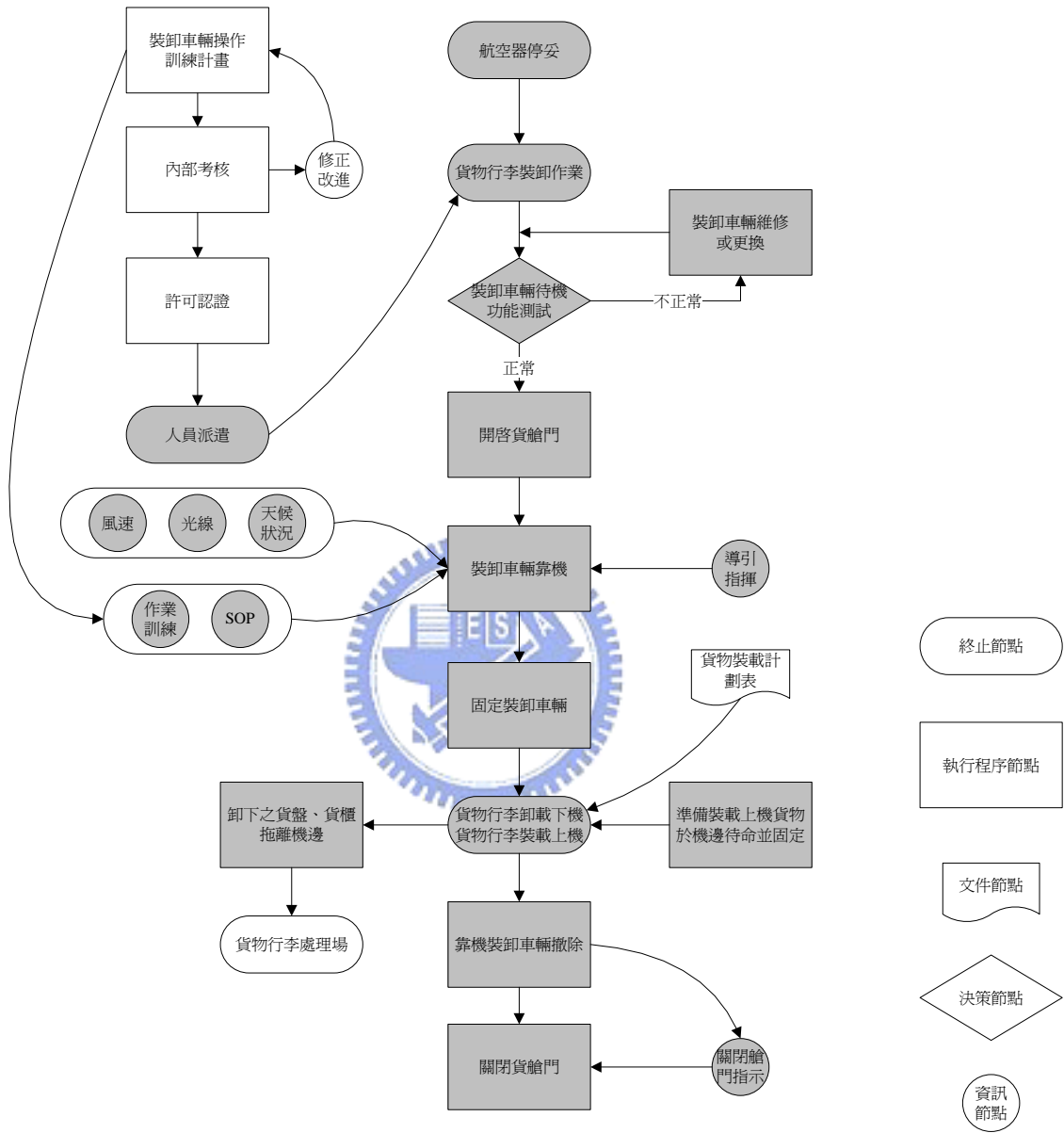


圖 3.10 地勤作業工作藍圖_貨物行李裝卸作業部分

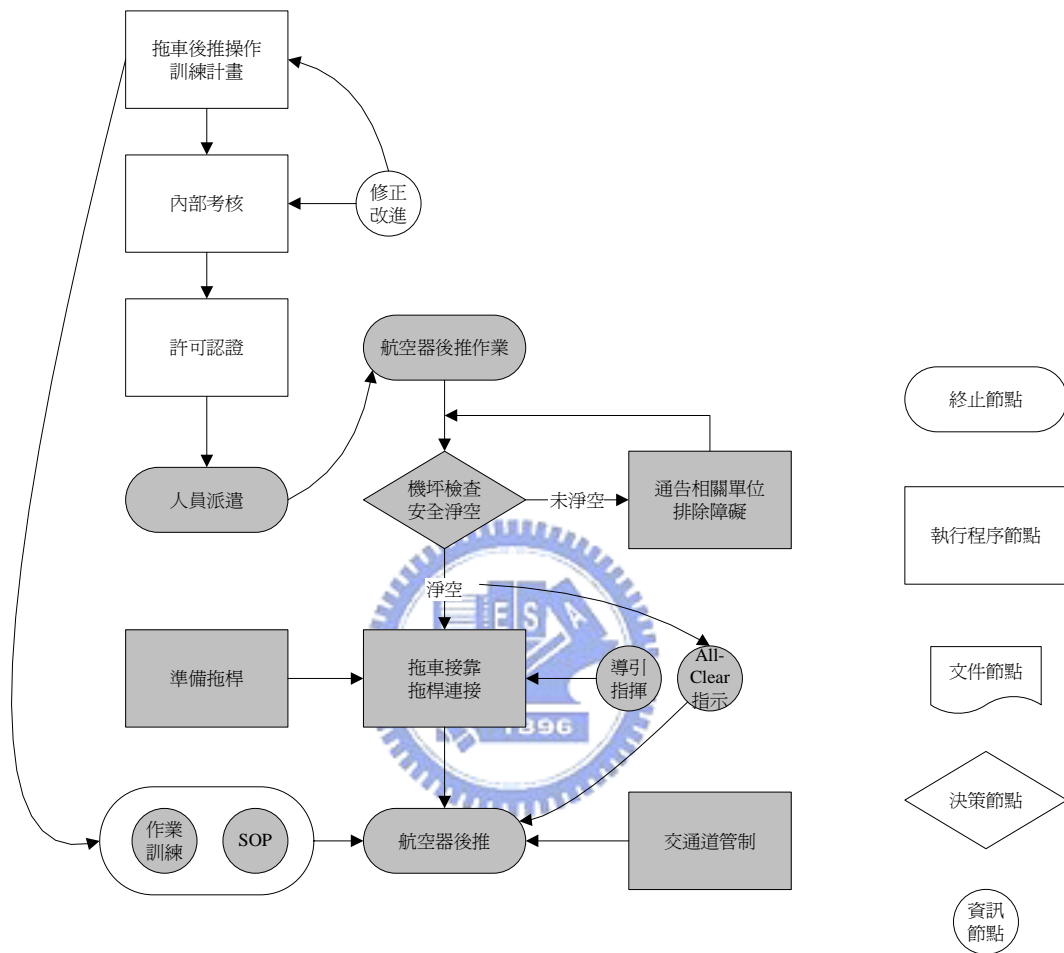


圖 3.11 地勤作業工作藍圖_後推作業部分

第四章 機坪作業疏失分析

系統安全的分析可於事故發生前，甚至系統建構之初，預估錯誤之所在與發生之機率，亦可於事故發生後，邏輯性推論與探究事故錯誤的原因及風險。

4.1 錯誤樹分析與事件樹分析

錯誤樹分析法(Fault Tree Analysis, FTA)早先的研究著重於事後的事務鑑定與調查工作，但在針對如何預防事件的發生、各事件發生錯誤的機率與錯誤事件的風險測量則甚少著墨。發展至後期，以追尋事件前因後果的邏輯方法，在事故發生之前，甚至系統建構之初，便能預知計算可能的錯誤事件及其發生之機率。此分析方法更以一種邏輯圖形的方式，表達系統中所有可能之錯誤結果。

錯誤樹(FTA)與事件樹(Event Tree Analysis, ETA)皆可進行定性分析或定量分析，不同之處在於 FTA 是一種前推式的邏輯，由錯誤事件的原因推向結果，藉由探究錯誤事件發生之原因，瞭解各因素間之影響關係，並以各個因素之發生機率，推算整體錯誤事件之發生機率；而 ETA 則是以事件發生之先後順序之後推式邏輯來建構事件發生之經過，並決定各事件風險之重要性。

4.2 機坪安全事件之事件樹分析

根據前章所討論的機坪作業流程，與文獻回顧中探討的機坪安全事件議題，本章針對四種類型的機坪事件進行事件樹分析；分別為(1)航空器與空橋碰撞事件、(2)航空器與機動設備碰撞事件、(3)車禍事件與(4)引擎噴流事件。透過各事件發生的經過以瞭解機坪作業系統內存在的安全影響因素，以下分別推演各事件的發生情況與可能安全危害影響因子之事件樹。

4.2.1 航空器與空橋碰撞事件

分析發生航空器與空橋碰撞之情形可分為兩種：操作空橋碰撞靜止之航空器，與移動之航空器碰撞空橋。

1. 操作空橋碰撞靜止之航空器

此類情形在航空器已停妥於機坪，同時確實以輪檔等裝置固定之前提

下，操作空橋作業時所發生的碰撞事件。事件發生之原因主要與空橋功能、操作人員以及相關之作業規定有關。

在尚未進行接靠作業前，可能前端之空橋設備維護與功能檢查發生疏失，未能發現空橋功能處於故障或不正常之狀態，導致地勤人員於操作進行接靠作業時，空橋無法正常按人員意圖運作而發生事件。另一方面，空橋之操作人員會有疲勞、壓力、睡眠不足等人為因素導致作業操作之疏失，發生空間判斷錯誤使空橋與航空器碰撞。此外，事件也會因由空橋操作人員未按照或違反作業程序上之規範而發生，此行為多涉及作業本身設計上之瑕疵，與人員之作業訓練不足等問題，造成人員多以自身之認知或習慣進行作業，也突顯出管理監督之不足。

2. 移動之航空器碰撞空橋

而移動航空器碰撞空橋之事件，主要係因航空器進行移機過程時，操作航空器未能注意周遭環境，與空橋發生碰撞。事件也可能在航空器停止後因其它外力因素造成航空器移動，而發生碰撞空橋事件，主要在於航空器未能確實固定所造成。

航空器進行後推出機坪或滑行進入之移機作業時，必須先將空橋完全撤回，並淨空限制區域，同時配置導引人員給與移機作業之方向指示。因此，若各單位間的溝通協調不良，提前進行移機作業，可能因空橋尚未完全撤離而發生事件。而缺乏導引人員之指示，移機作業之操作便可能因航空器操作人員之視線限制而產生疏失，發生碰撞空橋事件。

此外，航空器於停妥後，若無使用輪檔、鼻輪索或尾柱等設施將航空器進行固定，在外在環境因素下，可能造成航空器產生移動之情形，譬如陣風吹襲造成航空器晃動、貨物裝載時航空器重心改變或航空器引擎未關閉等情形，進而碰撞靠機之空橋。

經由整理，在機坪作業各階段可能導致發生航空器與空橋碰撞事件之關鍵事件所構成之事件分析樹如圖 4.1 所示。

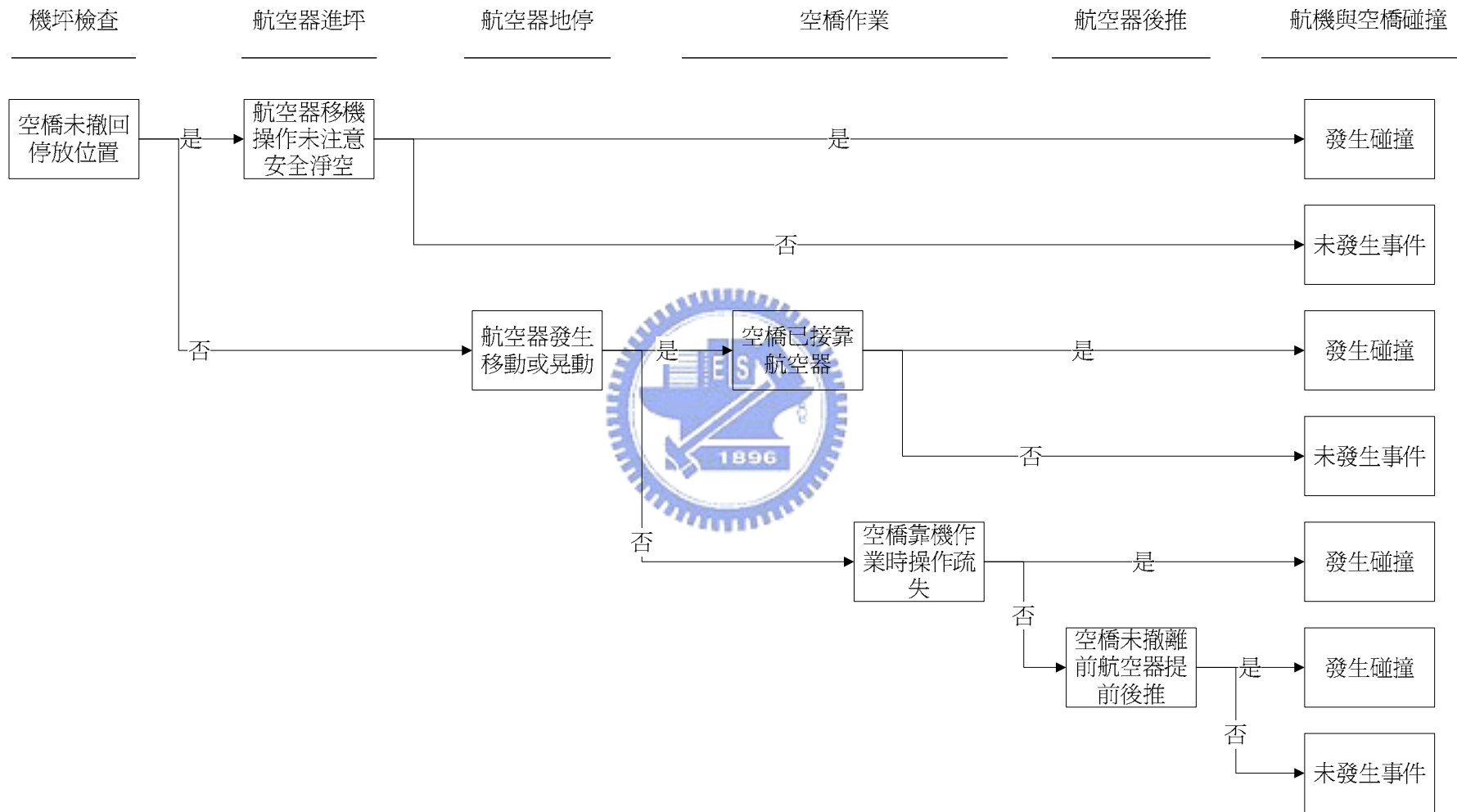


圖 4.1 航空器與空橋碰撞事件之事件分析樹

4.2.2 航空器與機動設備碰撞事件

航空器與機動設備碰撞之情形可分為(1)移動之航空器碰撞靜止之機動設備，(2)移動之機動設備碰撞靜止之航空器，與(3)移動之航空器與移動之機動設備碰撞三類。

1. 移動之航空器碰撞靜止之機動設備

航空器進行移機作業等之移動時，與停放在機坪區域之機動設備發生碰撞之事件，主要之原因有移動航空器時安全淨空之疏失與機動設備停放位置不當兩種因素。安全淨空之疏失可能由導引人員配置問題所引起，在未有導引人員的指引或機翼瞭望人員的監督下進行作業，而導致航空器操作移機時受視線限制而產生碰撞事件。而航空器進行移機作業前需要安全淨空，機動設備則可能因機坪檢查的疏忽與地勤人員違規的停放行為，將機動設備停放在不安全的位置，造成在限制區內的碰撞事件。航空器若未遵守程序規定或未確實與其他單位溝通確認而提前進行移機或後推作業時，也可能與仍留在機坪區域未撤除的機動設備發生碰撞事件。

2. 移動之機動設備碰撞靜止之航空器

當航空器已停妥於機坪內，且以輪檔將航空氣確實固定後，機動設備在進行靠機作業過程中也可能發生碰撞航空器之事件。此類事件主要肇因多半涉及機動設備之駕駛與操作行為。駕駛機動設備行經航空器周邊時，超速、未依規定通道行駛、起降裝置未收回等違規駕駛與危險駕駛行為，可能會發生與航空器之碰撞。而機動設備於停止後或在作業進行中，未能確實固定設備機具或關閉設備動力時，也可能發生設備機具移動而碰撞航空器，此情形多為人員之安全意識不足與作業訓練之問題。再者，機動設備若缺乏定期的維修與作業前之檢查，進行靠機作業時可能會因機械故障而發生碰撞事件。

3. 移動之航空器與移動之機動設備碰撞

機坪區域內作業單位眾多且複雜，各種車輛與設備都有特定之活動區域與活動規範，但航空器進出機坪時與地面之作業單位仍會有衝突之情況產生。大多數情況航空器之移動享有優先性，同時會配合周邊之交通管制以利航空器之移動。當地面車輛與設備未遵守交通管制，或提前在航空器仍在移動時提前進行靠機作業，都會有發生碰撞事件之可能。主要原因可能有交通管制之疏失、人員安全意識不足、聯絡溝通不良與違規行為等。交通管制的疏失或未執行與車輛違規的駕駛行為，可能會造成航空器空器在進出機坪時，與車輛或人員的衝突。提前進行作業也是影響安全的原因之一，作業前未確認與溝通是否許可進行作業，或地勤人員自行違反程

序進行作業都是造成事件的影響因素。

經由整理，在機坪作業各階段可能導致發生航空器與機動設備碰撞事件之關鍵事件所構成之事件分析樹架構，如圖 4.2 所示。

4.2.3 車禍事件

機坪內之作業設備多為各類不同功能之車輛，車輛在有限空間的機坪中移動進行作業，必然有車禍事件的可能。此類事件主要為不包含航空器之車輛碰撞車輛、車輛碰撞設施、車輛與人員碰撞與人員摔落之情形。車禍事件主要之原因為未遵守機坪車輛駕駛規則、視線不良與車輛功能故障等三類。

1. 未遵守機坪車輛駕駛規則

機坪內各交通道路設有行駛速限，以維護安全。人員也應禁止攀立於行駛中之車輛，並繫上安全帶，避免發生掉落的情形。拖車掛載貨盤裝卸貨物時也不可意圖節省時間，超掛過多貨盤，以免控制不當發生事件。各類車輛更須依照規定之路線通行，避免貪圖方便，任意穿越航空器下方或其他路線。諸如此類行為多因人員教育訓練不足或蓄意違規行為所造成。

2. 視線不良

天候因素如大雨、濃霧等影響，或夜間作業之照明狀況不佳等，會對駕駛之判斷與反應有負面效果。在機坪上作業之車輛設備需設有並打開閃光警示燈，人員則需穿著反光背心，提高能見度以提醒各單位注意安全。

3. 車輛功能故障

此外，確保車輛功能正常仰賴定期之維修保養與安全檢查，更在進行作業前測試煞車等功能，以免發生事件。

經由整理，機坪作業各階段可能發生車禍事件之關鍵事件所構成之事件分析樹架構如圖 4.3 所示。

機坪檢查 航空器進坪 航空器地停 靠機作業 航空器後推 航機與機動設備碰撞

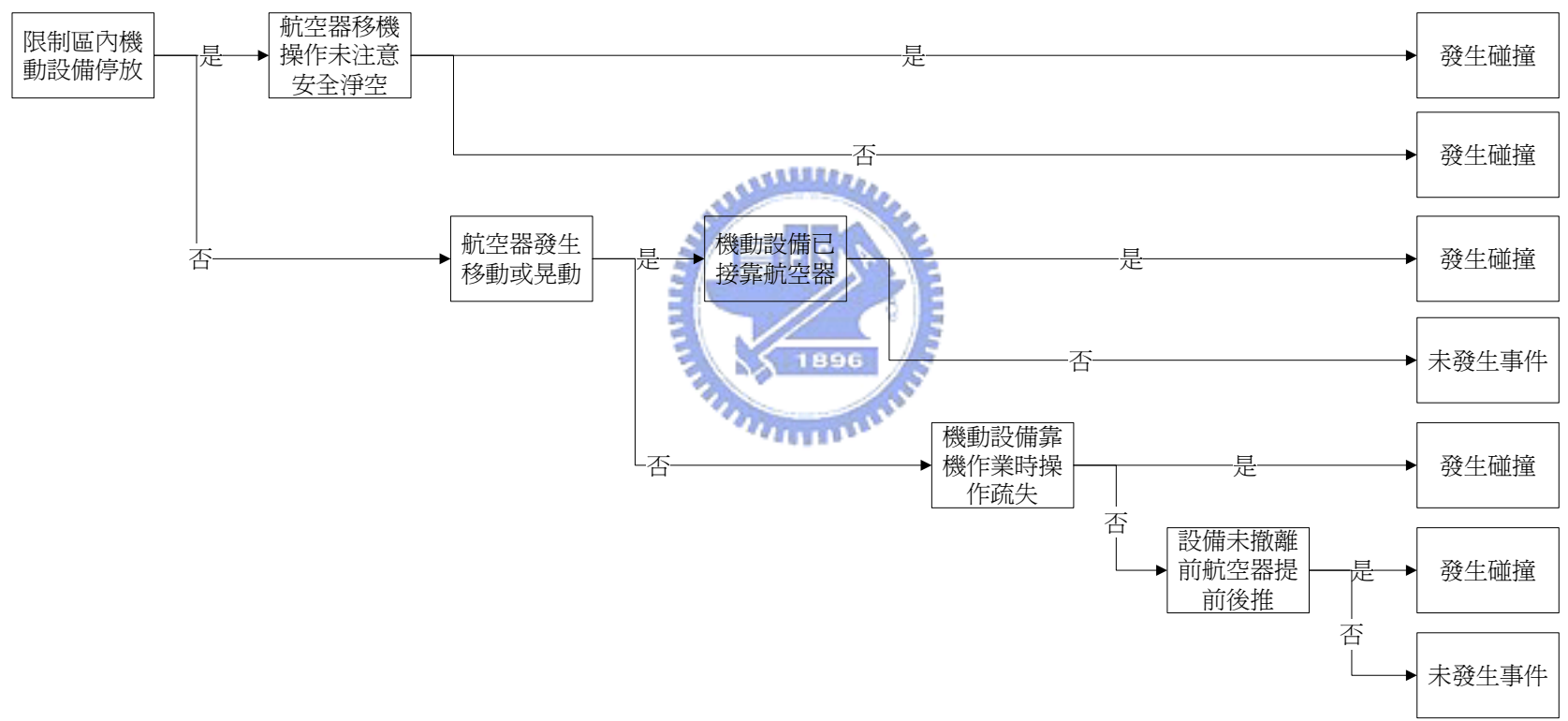


圖 4.2 航空器與機動設備碰撞事件之事件分析樹

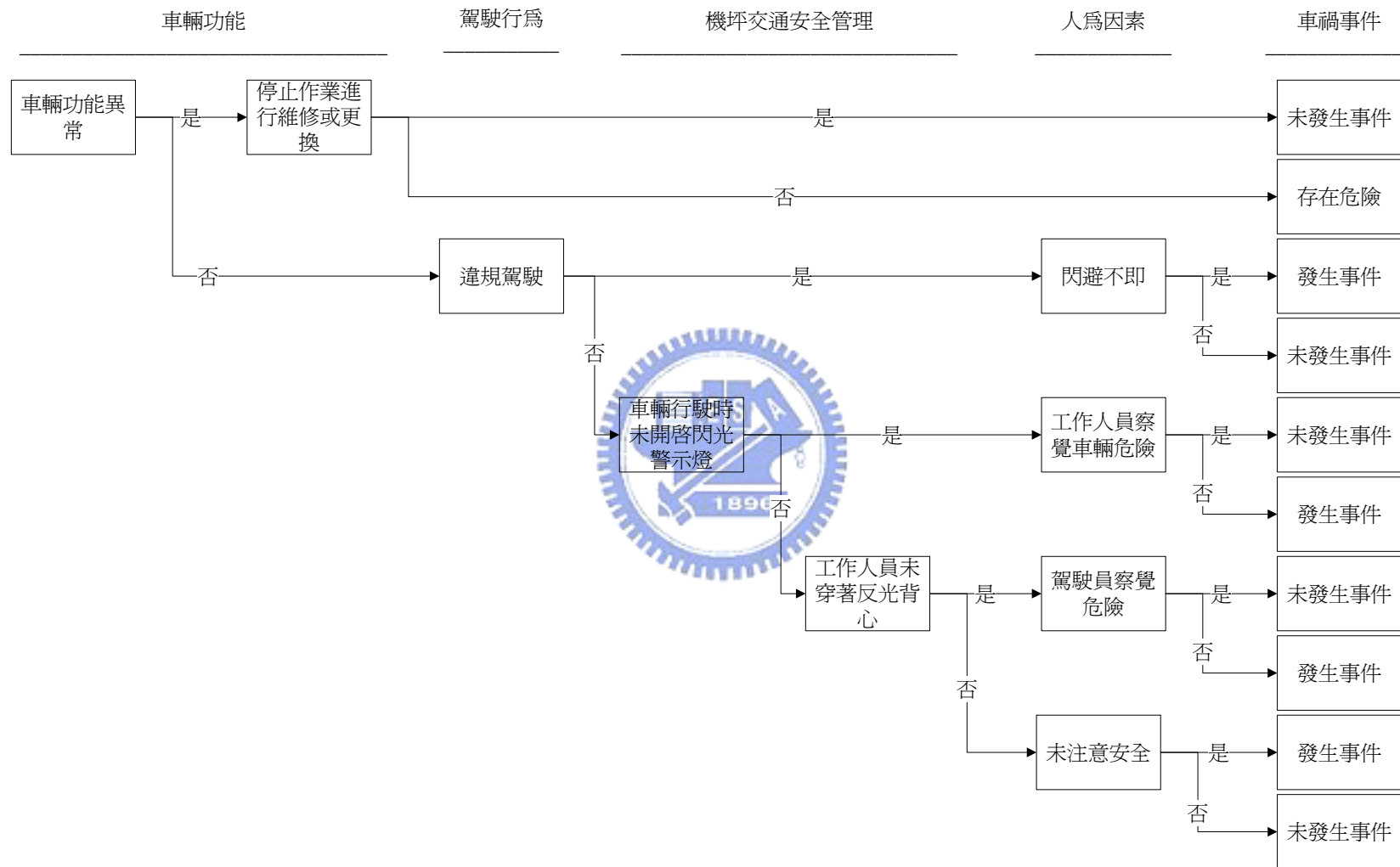


圖 4.3 車禍事件之事件分析樹

4.2.4 引擎噴流事件

當航空器引擎運轉時，在引擎的後方區域會形成噴射氣流，當引擎出力越大，氣流的強度也隨之增強，會對人員或車輛造成傷害或損壞；此外，引擎前端的進氣口也會產生強大的吸力，將設備或人員捲入引擎，造成安全問題。由上可知，引擎噴流事件之發生必為航空氣引擎仍在運轉狀態與人員或車輛靠近引擎週遭兩條件同時存在。

1. 航空器引擎運轉中

而航空器引擎運轉狀態的情形有二，一為航空器停止後引擎未關俾，另一為航空器準備進行移機時啟動引擎。根據 CAA 所研擬之空側安全管理^[53]建議，航空器駕駛在航空器停妥後，需將引擎關閉，若駕駛訓練不足或個人疏忽，常會導致忘記執行關俾。此外，啟動航空器引擎時，各單位間若溝通不良或管制疏失也易造成啟動引擎時未先安全淨空機坪。

2. 人員或車輛靠近引擎

而人員或車輛靠近引擎之情形有通過引擎後方遭遇噴流，或是遭引擎吸入等事件。主要之原因為安全意識之不足、交通道管制疏失、未設置安全防護椎與防撞警示燈失效等因素。

經由整理，機坪作業各階段可能發生引擎噴流事件之關鍵事件所構成之事件分析樹架構如下所示，而引擎噴流之因相關作業順序的不同，分別建構航空器到達時發生引擎噴流之事件樹與航空器離開時發生引擎噴流之事件分析樹，分別如圖 4.4 與圖 4.5 所示。

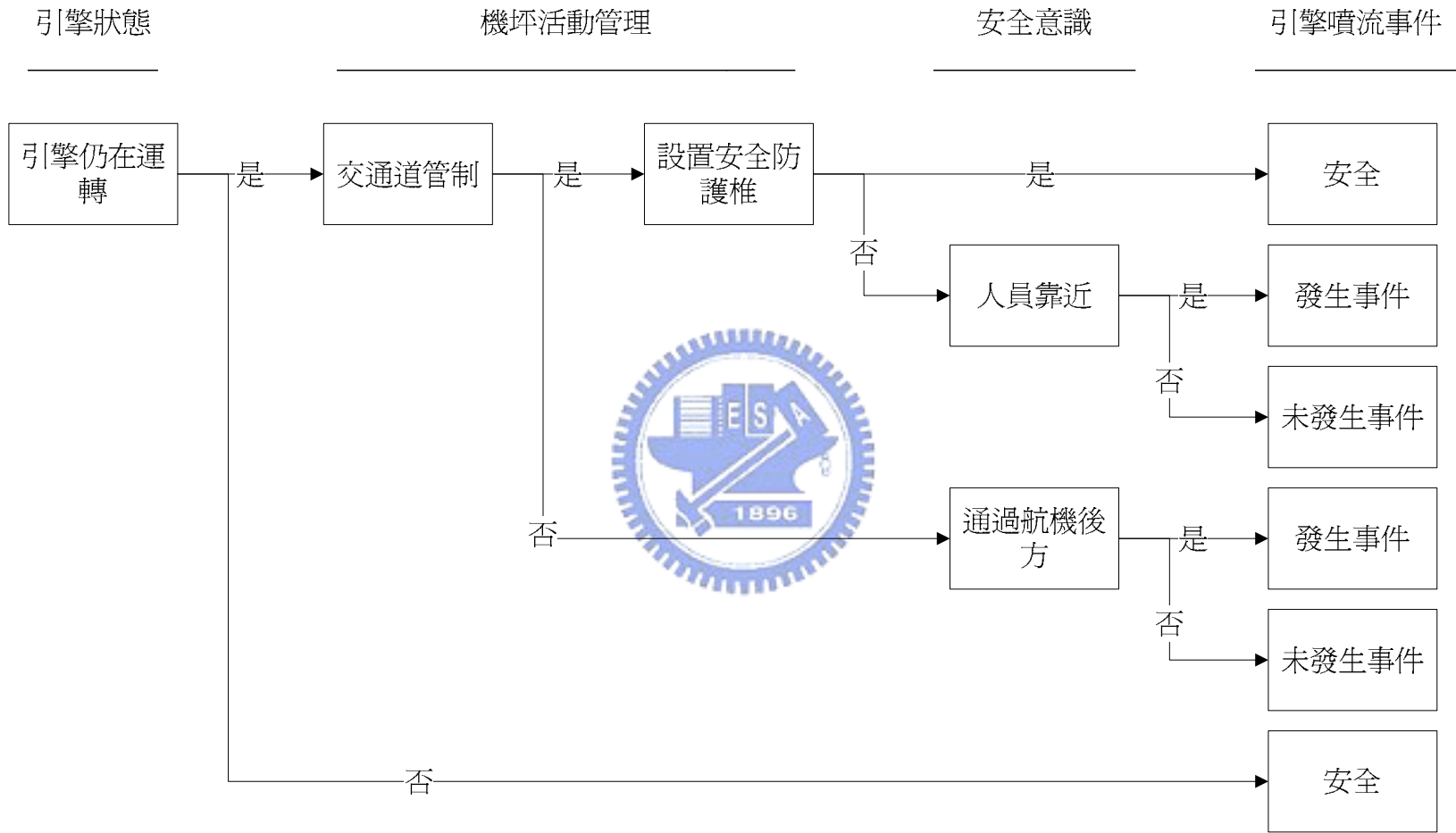


圖 4.4 航空器到達引擎噴流事件之事件分析樹

機坪活動管理

航機操作

安全意識

引擎噴流事件

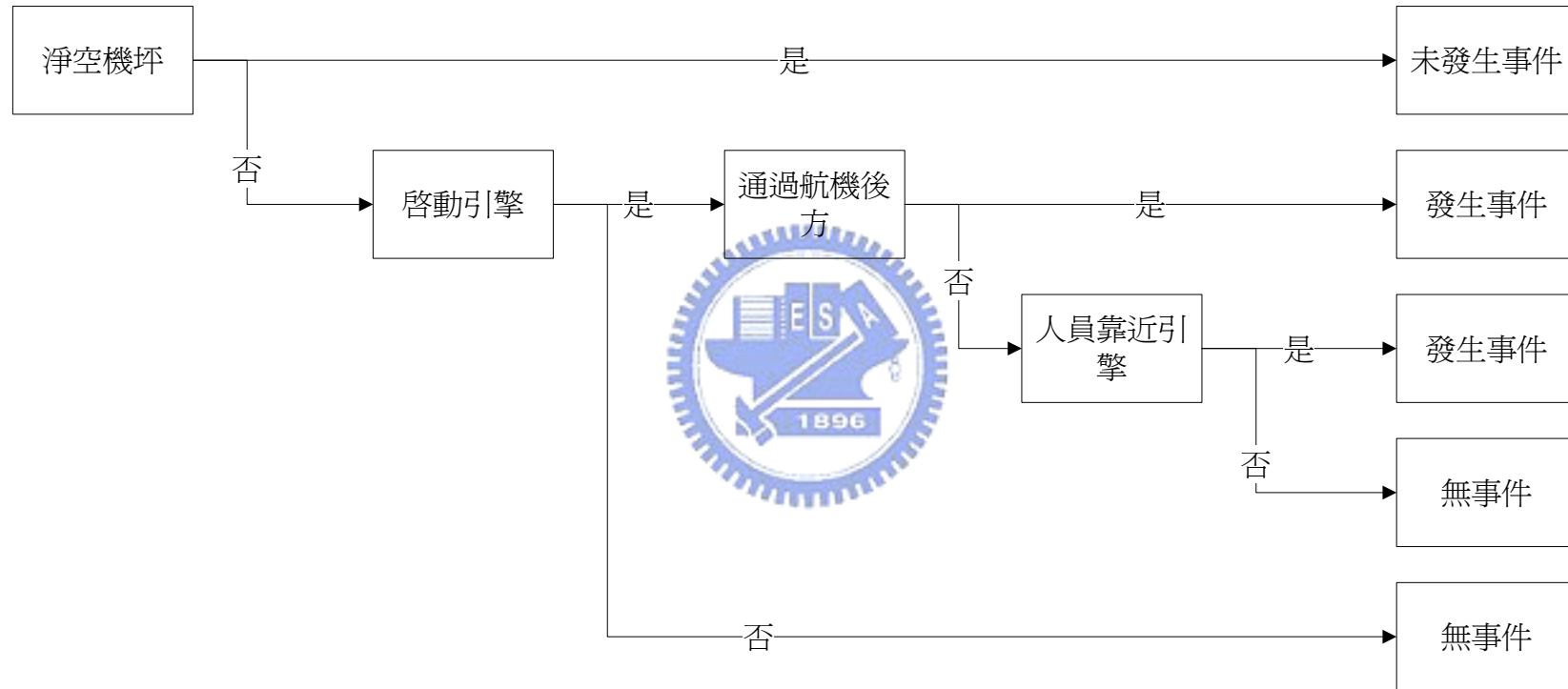


圖 4.5 航空器離開引擎噴流事件之事件分析樹

第五章 機坪作業風險認知調查

為能適切評量各潛在危險因子與可能事件之風險程度，本研究進一步依據第四章所做之作業疏失分析，將各機坪事件之關鍵事件轉換為問項，研擬機坪作業安全風險認知調查問卷。

5.1 風險認知問卷設計

本研究設計之機坪作業安全管理評估檢核問卷內容主要規劃三大部分。第一部分為說明本問卷調查目的、填答方式、注意事項、事故定義與選項定義。第二部分為機坪作業安全管理評估檢核問項，第三部分將請填答人填寫基本資料，包含年齡、教育程度、工作資歷、是否經歷過機坪事件及職務名稱。

5.1.1 問項內容

根據前章進行之機坪作業疏失分析，本研究再深入區分作業階段之不同，設計出 8 類機坪事件，共 43 項安全影響因素之問項¹。各類事件之風險認知問項內容之說明如下詳述，並整理如表 5.1 所示。

1. 航空器於進坪階段發生與空橋碰撞事件

根據前章事件樹分析之結果，於進坪階段可能發生之作業疏失，首為機坪檢查之忽略，以「航空器進坪前，未進行機坪檢查」問項調查檢查疏失以至於未發覺機坪狀況異常之狀況。其次以「航空器進坪前，未測試空橋」問項調查接靠前未測試功能導致後續作業疏失的可能風險。「航空器進坪前，空橋未完全撤回停放位置」調查航空器進坪時空橋仍未收回而造成移機障礙之情形。「航空器進坪時，未配置導引人員與翼尖瞭望人員監督指揮作業」調查移機作業在欠缺導引指示與駕駛艙視線限制下發生碰撞事件的可能風險。「航空器進坪時，飛航組員操作不當，空間判斷錯誤」調查操作航空器受人為因素或操作訓練之影響發生事件之風險。「航空器尚未完成地停，空橋操作人員提前進行接靠作業」調查違反作業規範提前進行接靠存在之可能風險。

2. 航空器於進坪階段發生與機動設備碰撞事件

於進坪階段，可能發生航空器與機動設備碰撞之情形，以「地勤人員未將機動設備停放於正確之停放區」調查機動設備於進坪前未能正確停放在限制區外可能造成之危險。「航空器尚未完成地停，地勤人員提前進行接靠作業」調查違反作業規範提前進行靠機作業存在之可能風險。「航空

¹ 詳細問卷格式及內容請參閱附錄一

器進坪時，飛航組員操作不當，空間判斷錯誤」調查操作航空器受人為因素或操作訓練之影響發生事件之風險。「航空器進坪時，未進行交通管制」調查航空器進坪時，機動設備於交通道移動所存在之風險。

3. 航空器於地停階段發生與空橋碰撞事件

航空器進坪後，「航空器停止於定位後，未擺設輪檔固定」調查航空器未確實固定的可能風險。「航空器受外力影響，發生移動或晃動情形」調查陣風、裝載等因素對改變航空器位置存在之風險。「地勤人員操作空橋接靠時，空間判斷錯誤」調查地勤人員操作空橋之作業訓練影響。「地勤人員操作空橋接靠時，空橋發生功能異常」調查空橋功能狀態在作業時發生異常之危險狀況。「地勤人員完成靠橋後，未鎖定空橋，確保空橋固定」調查空橋完成接靠後未能確實固定所存在之風險。「地勤人員操作空橋撤離時，操作不當，碰撞航空器」調查操作空橋撤離時發生事件的可能風險。「航空器艙門尚未關閉，地勤人員提前操作空橋撤離」調查違反作業程序撤離空橋的可能危險。

4. 航空器於地停階段發生與機動設備碰撞事件

於地停階段，各類型機動設備開始靠機進行作業，以「地勤人員作業時，未固定機動設備」調查機動設備作業時無確實固定之風險。「地勤人員操作機動設備接靠航空器時，未有引導人員指揮」調查進行接靠時欠缺導引指揮存在之危險。「地勤人員操作機動設備前，未進行功能檢查測試」調查檢查疏失對後續發生事件之影響。「地勤人員操作機動設備時，機動設備功能異常」調查於作業時機動設備功能異常可能造成之危險。「地勤人員駕駛機動設備時，未將升降裝置收回」、「地勤人員駕駛機動設備時，未依設計路線行駛」與「地勤人員駕駛機動設備時，超過規定行駛速限」調查作業規範的不遵守所存在之風險。

5. 航空器於後推階段發生與空橋碰撞事件

當完成所有整備作業後，於後推階段時，以「空橋尚未撤離，航空器提前進行後推作業」調查後推作業時溝通協調所存在之問題。「進行航空器後推作業，未配置導引人員與翼尖瞭望人員」調查航空器後推時欠缺導引指揮時存在之危險。

6. 航空器於後推階段發生與機動設備碰撞事件

後推階段航空器與機動設備碰撞之情形，以「機坪尚未淨空，航空器提前進行後推作業」調查後推作業時安全檢查所存在之問題。「進行航空器後推作業，未配置導引人員與翼尖瞭望人員」調查航空器後推時欠缺導引指揮時存在之危險。

7. 發生車禍事件

於機坪區域發生車禍事件之情形，以「駕駛機動車輛前，未進行功能測試」調查車輛檢查疏失可能造成之風險。「駕駛機動車輛時，發生功能異常」調查駕駛時發生異常情形之危險狀況。「駕駛機動車輛時，未開啟閃光警示燈」調查閃光燈對於提高警覺性與事件發生之關聯。「地勤人員未穿著反光背心」調查人員安全措施的影響性。「天候不佳（濃霧、大雨、夜間），影響視線」調查環境對駕駛視線與反應之影響。「地勤人員駕駛機動設備時，未依設計路線行駛」、「地勤人員駕駛機動設備時，超過規定行駛速限」、「小拖車違規超掛貨盤」與「人員攀立於行駛之機動車輛」等調查作業規範的不遵守所存在之風險。

8. 發生引擎噴流事件

於機坪區域發生之引擎噴流事件，以「未於引擎周圍設置安全防護錐」調查機坪安全管理對事件發生之影響。「航空器之安全防撞警示燈未開啟」調查警示系統對人員狀況察覺之影響。「航空器完成地停後，未將引擎關閉」調查航空器操作程序之進行對事件發生之影響。「航空器啟動引擎前，未確認機坪淨空」調查安全檢查與訊息傳遞之進行可能隱藏之危險。「航空器引擎啟動後，未進行後方交通道管制」調查交通道之通行於引擎啟動後之風險。「未注意引擎狀態，人員與車輛通過航空器後方，或靠近引擎周圍」調查人員對航空器狀況之安全意識與事件發生間的關連。

表 5.1 風險認知問卷問項內容

1. 航空器於進坪階段發生與空橋碰撞事件	航空器進坪前，未進行機坪檢查
	航空器進坪前，未測試空橋操作功能正常與否
	航空器進坪前，空橋未完全撤回停放位置
	航空器進坪時，未配置導引人員與翼尖瞭望人員監督指揮作業
	航空器進坪時，飛航組員操作不當，空間判斷錯誤
	航空器尚未完成地停，空橋操作人員提前進行接靠作業
2. 航空器於進坪階段發生與機動設備碰撞事件	地勤人員未將機動設備停放於正確之停放區
	航空器尚未完成地停，地勤人員提前進行靠機作業
	航空器進坪時，飛航組員操作不當，空間判斷錯誤
	航空器進坪時，未進行交通道管制
3. 航空器於地停階段發生與空橋碰撞事件	航空器停止於定位後，未擺設輪檔固定
	航空器受外力影響，發生移動或晃動情形
	地勤人員操作空橋接靠時，空間判斷錯誤
	地勤人員操作空橋接靠時，空橋發生功能異常
	地勤人員完成空橋接靠後，未鎖定空橋，確保空橋固定
	地勤人員操作空橋撤離時，操作不當，碰撞航空器
航空器艙門尚未關閉，地勤人員提前操作空橋撤離	

表 5.1 風險認知問卷問項內容 (續)

4. 航空器於地停階段發生與機動設備碰撞事件	地勤人員作業時，未固定機動設備
	地勤人員操作機動設備接靠航空器時，未有引導人員指揮
	地勤人員操作機動設備前，未進行功能檢查測試
	地勤人員操作機動設備時，機動設備功能異常
	地勤人員駕駛機動設備時，未將升降裝置收回
	地勤人員駕駛機動設備時，未依設計路線行駛
	地勤人員駕駛機動設備時，超過規定行駛速限
5. 航空器於後推階段發生與空橋碰撞事件	空橋尚未撤離，航空器提前進行後推作業
	進行航空器後推作業，未配置導引人員與翼尖瞭望人員
6. 航空器於後推階段與機動設備發生碰撞事件	機坪尚未淨空，航空器提前進行後推作業
	進行航空器後推作業，未配置導引人員與翼尖瞭望人員
7. 發生車禍事件	駕駛機動車輛前，未進行功能測試
	駕駛機動車輛時，發生功能異常
	駕駛機動車輛時，未開啟閃光警示燈
	地勤人員未穿著反光背心
	天候不佳 (濃霧、大雨、夜間)，影響視線
	地勤人員駕駛機動設備時，未依設計路線行駛
	地勤人員駕駛機動設備時，超過規定行駛速限
	小拖車違規超掛貨盤
人員攀立於行駛之機動車輛	
8. 發生引擎噴流事件	未於引擎周圍設置安全防護錐
	航空器之安全防撞警示燈未開啟
	航空器完成地停後，未將引擎關閉
	航空器啟動引擎前，未確認機坪淨空
	航空器引擎啟動後，未進行後方交通道管制
	未注意引擎狀態，人員與車輛通過航空器後方，或靠近引擎周圍

5.1.2 選項定義

根據行政院飛航安全委員會訂定之飛航事故調查標準作業程序^[54]，飛航事故(Occurrence)係指任何人為飛航目的登上航空器時起，至所有人員離開該航空器時止，於航空器運作中所發生之事故，而有以下情況之一者：(一)造成人員死亡或傷害；(二)使航空器遭受實質損害或失蹤；(三)有造成人員死亡、傷害或航空器損害之虞者。

航空器上之乘客、組員或地勤人員直接遭受航空器或解體之結構或噴射氣流接觸而造成之人員傷害，達到下列程度之判定者：

- 受傷七日之內須住院治療四十八小時以上者。
- 骨折。但不包括手指、足趾及鼻等之骨折。
- 撕裂傷導致嚴重之出血或神經、肌肉或筋腱之傷害者。
- 任何內臟器官之傷害者。
- 二或三級灼傷，或全身皮膚有百分之五以上之灼傷者。
- 證實曾暴露於感染物質或具傷害力之輻射下者。

航空器損害之判定則如下：

- 指航空器蒙受損壞或其結構變異，致損及該航空器之結構強度、性能或飛航特性，而通常須經大修或更換受損組件者。
- 發動機內部之損害不在此限，除非發動機內部葉片及其他組件穿透外罩。
- 航空器結構受損之認定：航空器於飛行或地面操作時承受負荷之結構。該結構稱主結構，其餘稱次結構或子結構。各機型之結構修理手冊皆列具有主要結構名冊，依據該手冊列具之主結構名冊認定是否為主結構。

對於事件發生的可能性，參考 IATA 機場操作手冊(Airport Handling Manual)之發生可能性分類(Probability Category)^[55]，以及本研究目的之需要，將選項分為五尺度並定義如下：

1. 不太可能發生：該事件沒發生過，但在異常狀態下，有發生之可能性；
2. 每年發生一次：該事件發生可能性極低，平均每年約發生一次；
3. 每季發生一次：該事件發生可能性低，平均每季約發生一次；
4. 每月發生一次：該事件發生可能性高，平均每月約發生一次；
5. 經常發生：該事件發生可能性極高，平均每月均會發生數次。

對於事件發生後所產生的嚴重程度，依據飛航事故調查標準作業程序^[45]中航空器結構強度受損分級建議，以及本研究目的之需要，將嚴重程度分為四尺度並定義如下：

1. 限度內損害 (Allowable Damage)：航空器結構設計強度皆留有餘裕度 (Margin)，結構強度受損未超出其裕度之外不致影響飛行或地面操作

- 之結構強度。或可能造成人員輕度傷害；
2. 小修理性損害 (Minor Repairable Damage)：即結構損害超出限度內傷害程度且達影響飛行或地面操作之結構強度者，通常用簡單程序去除結構受損部位者。或對人員造成輕度傷害；
 3. 大修理性損害 (Major Repairable Damage)：即結構損害超出限度內傷害程度且達影響飛行或地面操作之結構強度者，通常需經複雜程序重建其結構強度之修理方式者。或造成一人死亡或嚴重傷害；
 4. 更換性損害 (Replaceable Damage)：即造成之損害超出修理性傷害程度，所有修理方式皆無法達成修復目的，而須以更換受損零件方式完成修復者。或造成多人死亡或嚴重傷害。

而該問項對於危害因子的頻繁程度，選項分為五尺度，如下所示。

1. 不太可能發生；
2. 每年發生一次；
3. 每季發生一次；
4. 每月發生一次；
5. 經常發生。

而針對該危害情形對事件發生之相關程度，採用 Likert 五尺度，從「非常低」到「非常高」，如下所示。

1. 非常低：由於此因素而導致上述事件發生的可能性非常低；
2. 很低：由於此因素而導致上述事件發生的可能性很低；
3. 普通：由於此因素而導致上述事件發生的可能性普通；
4. 很高：由於此因素而導致上述事件發生的可能性很高；
5. 非常高：由於此因素而導致上述事件發生的可能性非常高。

5.1.3 填答方式

各類事件及其相關因素問項，填答方式如下範例：

【範例】若您認知航空器於進坪階段發生與空橋碰撞事件，其可能性約為每季發生一次，且此事件發生後所產生之嚴重程度相當於小修理性損害程度，則勾選方式如下：

	事件發生之可能性					導致之嚴重程度				
	不太可能發生	每年發生一次	每季發生一次	每月發生一次	經常發生	限度內損害	小修理性損害	大修理性損害	更換性損害	無法判斷
事件 1：航空器於進坪階段發生與空橋碰撞事件之可能性與事件發生後所產生之嚴重程度為何？			✓				✓			

接著，若您覺得影響此事件發生之各項可能因素中，因素1：「航空器進坪前，未進行機坪檢查」約為每月發生一次，且其與上述事件發生的相關性為普通，而因素2：「航空器進坪前，未測試空橋操作功能正常與否」為經常發生，且其與上述事件發生的相關性不高，則其勾選方式如下：

下列各項因素出現頻繁程度，以及其與事件1之相關程度為何？		出現頻繁程度					因素相關程度				
		不太可能發生	每年發生一次	每季發生一次	每月發生一次	經常發生	非常低	很低	普通	很高	非常高
(1)	航空器進坪前，未進行機坪檢查				✓				✓		
(2)	航空器進坪前，未測試空橋操作功能正常與否					✓		✓			

5.2 問卷調查結果與分析

為蒐集機坪作業風險認知之資訊，本研究擬定之問卷選定桃園國際機場為研究對象，針對桃園國際機場兩大主要國籍航空公司經營者，中華航空公司與長榮航空公司，與負責其機坪作業之代理地勤業者，桃園航勤公司與長榮航勤公司進行問卷調查。

5.2.1 調查結果

透過面訪，本研究回收16份問卷，扣除1份未完整之問卷，有效問卷為15份。受訪者平均之工作資歷為12.5年，其中5年以下1位、5至10年5位、11年到15年7位、16以上2位。15位受訪者中有11曾經遭遇並處理機坪事件。工作職務方面，行政管理階級有5位，作業領班為10位。受訪者資料統計表如附件二所示，所得到各事件危險因素的風險認知資訊詳述如下。

為適切量化調查資料，本研究依風險程度關係將問卷選項轉換為指標分數，事件發生可能性部分，不太可能發生為1分、每年發生一次為2分、每季發生一次為3分、每月發生一次為4分、經常發生為5分。事件嚴重程度部份，限度內損傷為1分、小修理性損害為2分、大修理性損害為3分、更換性損害為4分，無法判斷則不列入計算。安全影響因素出現頻繁程度部份之不太可能發生為1分、每年發生一次為2分、每季發生一次為3分、每月發生一次為4分、經常發生為5分。因素相關程度部份，非常低為1分、很低為2分、普通為3分、很高為4分、非常高為5分。

5.2.2 安全影響因素風險矩陣評估

經由各事件之得分表進行風險矩陣評估，以瞭解各安全影響因素風險程度等級範圍。本研究之風險矩陣與相關風險等級評價可由表 5.2 與表 5.3 所示。

表 5.2 安全影響因素風險矩陣

嚴重程度 發生機率	嚴重程度 4	嚴重程度 3	嚴重程度 2	嚴重程度 1
經常發生 A	4A	3A	2A	1A
每月發生一次 B	4B	3B	2B	1B
每季發生一次 C	4C	3C	2C	1C
每年發生一次 D	4D	3D	2D	1D
不太可能發生 E	4E	3E	2E	1E

表 5.3 安全影響因素風險等級評價表

風險程度等級範圍	敘述	定義
4A, 4B, 3A	不可接受	需要立即加以消除之危險
4C, 3B, 3C, 2A, 2B, 1A	不期望存在	可實際執行的條件下應進行降低風險
4D, 3D, 2C, 2D, 1B, 1C	可接受	在安全效益大於投資成本時，應進行降低風險，反之則否。
4E, 3E, 2E, 1D, 1E	可忽略	無須進行降低風險之行動

由於無法直接得到各事件之安全影響因子的嚴重程度，但經由事件嚴重度資料配合安全因素的相關程度資料，安全影響因子之嚴重度以下列計算式得到：

$$\text{因素嚴重程度} = \text{事件嚴重程度} \times \text{因素相關程度}$$

以發生車禍事件之「地勤人員駕駛機動設備時，超過規定行駛速限」為例，此安全影響因子之嚴重度便為車禍事件嚴重程度 (2.17) × 「地勤人員駕駛機動設備時，超過規定行駛速限」因素相關程度 (3.2) = 6.944。

經過計算後再將所有因素之嚴重程度排序強弱等級分為四個等級，作為風險矩陣之用。

5.2.3 調查結果分析

經過分數轉換的過程，得到高階資深主管對機坪事件風險認知之平均分數，各事件之發生可能性與事件嚴重程度，以及各安全影響因素出現頻繁程度與因素相關程度之平均得分詳述如下：

1. 航空器於進坪階段發生與空橋碰撞事件

調查結果發現，航空器於進坪階段發生與空橋碰撞之事件發生可能性得分為 1.33，而發生此事件導致之嚴重程度得分為 2。而相關的安全影響因素中，「航空器進坪前，未進行機坪檢查」之出現頻繁程度得分為 1.73，而此因素與事件發生之相關程度得分為 1.73；「航空器進坪前，未測試空橋操作功能正常與否」之出現頻繁程度得分為 1.73，而此因素與事件發生之相關程度得分為 2.4；「航空器進坪前，空橋未完全撤回停放位置」之出現頻繁程度得分為 1.13，而此因素與事件發生之相關程度得分為 1.87；「航空器進坪時，未配置導引人員與翼尖瞭望人員監督指揮作業」之出現頻繁程度得分為 1.6，而此因素與事件發生之相關程度得分為 2.13；「航空器進坪時，飛航組員操作不當，空間判斷錯誤」之出現頻繁程度得分為 1.29，而此因素與事件發生之相關程度得分為 2；「航空器尚未完成地停，空橋操作人員提前進行接靠作業」之出現頻繁程度得分為 1.2，而此因素與事件發生之相關程度得分為 2.07。整理如表 5.4 所列。

表 5.4 航空器於進坪階段發生與空橋碰撞事件風險認知平均得分

事件 1：航空器於進坪階段發生與空橋碰撞	事件發生可能性	導致之嚴重程度
		1.33
各因素出現頻繁程度與事件 1 之相關程度	出現頻繁程度	因素相關程度
(1) 航空器進坪前，未進行機坪檢查	1.73	1.73
(2) 航空器進坪前，未測試空橋操作功能正常與否	1.73	2.4
(3) 航空器進坪前，空橋未完全撤回停放位置	1.13	1.87
(4) 航空器進坪時，未配置導引人員與翼尖瞭望人員監督指揮作業	1.6	2.13
(5) 航空器進坪時，飛航組員操作不當，空間判斷錯誤	1.29	2
(6) 航空器尚未完成地停，空橋操作人員提前進行接靠作業	1.2	2.07

對應各安全因素之發生機率與嚴重程度發現此事件安全影響因素風險矩陣分析如表 5.5 所示。

表 5.5 航空器於進坪階段發生與空橋碰撞事件安全影響因素風險矩陣

發生機率 \ 嚴重程度	嚴重程度 4	嚴重程度 3	嚴重程度 2	嚴重程度 1
經常發生 A				
每月發生一次 B				
每季發生一次 C				
每年發生一次 D	1-2	1-4	1-5	1-1
不太可能發生 E		1-6	1-3	

2. 航空器於進坪階段發生與機動設備碰撞事件

調查結果發現，航空器於進坪階段發生與機動設備碰撞之事件發生可能性得分為 1.47，而發生此事件導致之嚴重程度得分為 2.3。相關的安全影響因素中，「地勤人員未將機動設備停放於正確之停放區」之出現頻繁程度得分為 1.33，而此因素與事件發生之相關程度得分為 2.07；「航空器尚未完成地停，地勤人員提前進行靠機作業」之出現頻繁程度得分為 1.4，而此因素與事件發生之相關程度得分為 2.2；「航空器進坪時，飛航組員操作不當，空間判斷錯誤」之出現頻繁程度得分為 1.29，而此因素與事件發生之相關程度得分為 2；「航空器進坪時，未進行交通道管制」之出現頻繁程度得分為 1.87，而此因素與事件發生之相關程度得分為 2.47。整理如表 5.6 所列。

表 5.6 航空器於進坪階段發生與機動設備碰撞事件風險認知平均得分

事件 2：航空器於進坪階段發生與機動設備碰撞	事件發生可能性	導致之嚴重程度
	1.47	2.3
各因素出現頻繁程度與事件 2 之相關程度	出現頻繁程度	因素相關程度
(1) 地勤人員未將機動設備停放於正確之停放區	1.33	2.07
(2) 航空器尚未完成地停，地勤人員提前進行靠機作業	1.4	2.2
(3) 航空器進坪時，飛航組員操作不當，空間判斷錯誤	1.29	2.
(4) 航空器進坪時，未進行交通道管制	1.87	2.47

對應各安全因素之發生機率與嚴重程度發現此事件安全影響因素風險矩陣分析如表 5.7 所示。

表 5.7 航空器於進坪階段發生與機動設備碰撞事件安全影響因素風險矩陣

發生機率 \ 嚴重程度	嚴重程度 4	嚴重程度 3	嚴重程度 2	嚴重程度 1
經常發生 A				
每月發生一次 B				
每季發生一次 C				
每年發生一次 D	2-2, 2-4	2-1, 2-3		
不太可能發生 E				

3. 航空器於地停階段發生與空橋碰撞事件

調查結果發現，航空器於地停階段發生與空橋碰撞之事件發生可能性得分為 1.53，而發生此事件導致之嚴重程度得分為 1.78。相關的安全影響因素中，「航空器停止於定位後，未擺設輪檔固定」之出現頻繁程度得分為 1.27，而此因素與事件發生之相關程度得分為 1.8；「航空器受外力影響，發生移動或晃動情形」之出現頻繁程度得分為 1.87，而此因素與事件發生之相關程度得分為 2.33；「地勤人員操作空橋接靠時，空間判斷錯誤」之出現頻繁程度得分為 1.53，而此因素與事件發生之相關程度得分為 2.33；「地勤人員操作空橋接靠時，空橋發生功能異常」之出現頻繁程度得分為 2.27，而此因素與事件發生之相關程度得分為 2.6；「地勤人員完成空橋接靠後，未鎖定空橋，確保空橋固定」之出現頻繁程度得分為 1.27，而此因素與事件發生之相關程度得分為 1.93；「地勤人員操作空橋撤離時，操作不當，碰撞航空器」之出現頻繁程度得分為 1.4，而此因素與事件發生之相關程度得分為 2.07；「航空器艙門尚未關閉，地勤人員提前操作空橋撤離」之出現頻繁程度得分為 1.2，而此因素與事件發生之相關程度得分為 1.8。整理如表 5.8 所列。

表 5.8 航空器於地停階段發生與空橋碰撞事件風險認知平均得分

事件 3：航空器於地停階段發生與空橋碰撞	事件發生可能性	導致之嚴重程度
	1.53	1.78
各因素出現頻繁程度與事件 3 之相關程度	出現頻繁程度	因素相關程度
(1) 航空器停止於定位後，未擺設輪檔固定	1.27	1.8
(2) 航空器受外力影響，發生移動或晃動情形	1.87	2.33
(3) 地勤人員操作空橋接靠時，空間判斷錯誤	1.53	2.33
(4) 地勤人員操作空橋接靠時，空橋發生功能異常	2.27	2.6
(5) 地勤人員完成空橋接靠後，未鎖定空橋，確保空橋固定	1.27	1.93
(6) 地勤人員操作空橋撤離時，操作不當，碰撞航空器	1.4	2.07
(7) 航空器艙門尚未關閉，地勤人員提前操作空橋撤離	1.2	1.8

對應各安全因素之發生機率與嚴重程度發現此事件安全影響因素風險矩陣分析如表 5.9 所示。

表 5.9 航空器於地停階段發生與空橋碰撞事件安全影響因素風險矩陣

嚴重程度 發生機率	嚴重程度 4	嚴重程度 3	嚴重程度 2	嚴重程度 1
經常發生 A				
每月發生一次 B				
每季發生一次 C		3-4		
每年發生一次 D		3-2, 3-3	3-6	3-1, 3-5
不太可能發生 E				3-7

4. 航空器於地停階段發生與機動設備碰撞事件

調查結果發現，航空器於地停階段發生與機動設備碰撞之事件發生可能性得分為 2.13，而發生此事件導致之前重程度得分為 1.8。相關的安全影響因素中，「地勤人員作業時，未固定機動設備」之出現頻繁程度得分為 1.73，而此因素與事件發生之相關程度得分為 2.2；「地勤人員操作機動設備接靠航空器時，未有引導人員指揮」之出現頻繁程度得分為 2.33，而此因素與事件發生之相關程度得分為 2.4；「地勤人員操作機動設備前，未進行功能檢查測試」之出現頻繁程度得分為 2.2，而此因素與事件發生之相關程度得分為 2.4；「地勤人員操作機動設備時，機動設備異常」之出現頻繁程度得分為 2.87，而此因素與事件發生之相關程度得分為 2.67；「地勤人員駕駛機動設備時，未將升降裝置收回」之出現頻繁程度得分為 1.53，而此因素與事件發生之相關程度得分為 2.07；「地勤人員駕駛機動設備時，未依設計路線行駛」之出現頻繁程度得分為 2.4，而此因素與事件發生之相關程度得分為 2.8；「地勤人員駕駛機動設備時，超過規定行駛速限」之出現頻繁程度得分為 2.4，而此因素與事件發生之相關程度得分為 2.87。整理如表 5.10 所列。

對應各安全因素之發生機率與嚴重程度發現此事件安全影響因素風險矩陣分析如表 5.11 所示。

表 5.10 航空器於地停階段發生與機動設備碰撞事件風險認知平均得分

事件 4：航空器於地停階段發生與機動設備碰撞	事件發生可能性	導致之嚴重程度
	2.13	1.8
各因素出現頻繁程度與事件 4 之相關程度	出現頻繁程度	因素相關程度
(1) 地勤人員作業時，未固定機動設備	1.73	2.2
(2) 地勤人員操作機動設備接靠航空器時，未有引導人員指揮	2.33	2.4
(3) 地勤人員操作機動設備前，未進行功能檢查測試	2.2	2.4
(4) 地勤人員操作機動設備時，機動設備功能異常	2.87	2.67
(5) 地勤人員駕駛機動設備時，未將升降裝置收回	1.33	2.07
(6) 地勤人員駕駛機動設備時，未依設計路線行駛	2.4	2.8
(7) 地勤人員駕駛機動設備時，超過規定行駛速限	2.4	2.87

表 5.11 航空器於地停階段發生與機動設備碰撞事件安全影響因素風險矩陣

	嚴重程度	嚴重程度	嚴重程度	嚴重程度	嚴重程度
發生機率	4	3	2	1	
經常發生 A					
每月發生一次 B					
每季發生一次 C	4-6, 4-7	4-2, 4-3, 4-4			
每年發生一次 D			4-1, 4-5		
不太可能發生 E					

5. 航空器於後推階段發生與空橋碰撞事件

調查結果發現，航空器於後推階段發生與空橋碰撞之事件發生可能性得分為 1.2，而發生此事件導致之前重程度得分為 1.89。相關的安全影響因素中，「空橋尚未撤離，航空器提前進行後推作業」之出現頻繁程度得分為 1.2，而此因素與事件發生之相關程度得分為 1.8；「進行航空器後推作業，未配置導引人員與翼尖瞭望人員」之出現頻繁程度得分為 1.07，而此因素與事件發生之相關程度得分為 1.67。整理如表 5.12 所列。

表 5.12 航空器於後推階段發生與空橋碰撞事件風險認知平均得分

事件 5：航空器於後推階段發生與空橋碰撞	事件發生可能性	導致之嚴重程度
	1.2	1.89
各因素出現頻繁程度與事件 5 之相關程度	出現頻繁程度	因素相關程度
(1) 空橋尚未撤離，航空器提前進行後推作業	1.2	1.8
(2) 進行航空器後推作業，未配置導引人員與翼尖瞭望人員	1.07	1.67

對應各安全因素之發生機率與嚴重程度發現此事件安全影響因素風險矩陣分析如表 5.13 所示。

表 5.13 航空器於後推階段發生與空橋碰撞事件安全影響因素風險矩陣

嚴重程度 發生機率	嚴重程度 4	嚴重程度 3	嚴重程度 2	嚴重程度 1
經常發生 A				
每月發生一次 B				
每季發生一次 C				
每年發生一次 D				
不太可能發生 E				5-1, 5-2

6. 航空器於後推階段發生與機動設備碰撞事件

調查結果發現，航空器於後推階段發生與空橋碰撞之事件發生可能性得分為 1.13，而發生此事件導致之前重程度得分為 1.56。相關的安全影響因素中，「機坪尚未淨空，航空器提前進行後推作業」之出現頻繁程度得分為 1.2，而此因素與事件發生之相關程度得分為 1.8；「進行航空器後推作業，未配置導引人員與翼尖瞭望人員」之出現頻繁程度得分為 1.33，而此因素與事件發生之相關程度得分為 1.67。整理如表 5.14 所列。

表 5.14 航空器於後推階段發生與機動設備碰撞事件風險認知平均得分

事件 6：航空器於後推階段與機動設備發生碰撞	事件發生可能性	導致之嚴重程度
	1.13	1.56
各因素出現頻繁程度與事件 6 之相關程度	出現頻繁程度	因素相關程度
(1) 機坪尚未淨空，航空器提前進行後推作業	1.2	1.8
(2) 進行航空器後推作業，未配置導引人員與翼尖瞭望人員	1.33	1.67

對應各安全因素之發生機率與嚴重程度發現此事件安全影響因素風險矩陣分析如表 5.15 所示。

表 5.15 航空器於後推階段發生與機動設備碰撞事件安全影響因素風險矩陣

嚴重程度 發生機率	嚴重程度 4	嚴重程度 3	嚴重程度 2	嚴重程度 1
經常發生 A				
每月發生一次 B				
每季發生一次 C				
每年發生一次 D				6-2
不太可能發生 E				6-1

7. 發生車禍事件

調查結果發現，機坪區域車禍之事件發生可能性得分為 3.2，而發生此事件導致之前重程度得分為 2.17。相關的安全影響因素中，「駕駛機動車輛前，未進行功能測試」之出現頻繁程度得分為 2.67，而此因素與事件發生之相關程度得分為 2.53；「駕駛機動車輛時，發生功能異常」之出現頻繁程度得分為 3.2，而此因素與事件發生之相關程度得分為 2.93；「駕駛機動車輛時，未開啟閃光警示燈」之出現頻繁程度得分為 2.47，而此因素與事件發生之相關程度得分為 2.2；「地勤人員未穿著反光背心」之出現頻繁程度得分為 2.27，而此因素與事件發生之相關程度得分為 1.73；「天候不佳（濃霧、大雨、夜間），影響視線」之出現頻繁程度得分為 3，而此因素與事件發生之相關程度得分為 3.2；「地勤人員駕駛機動設備時，未依設計路線行駛」之出現頻繁程度得分為 2.67，而此因素與事件發生之相關程度得分為 2.73；「地勤人員駕駛機動設備時，超過規定行駛速限」之出現頻繁程度得分為 3.2，而此因素與事件發生之相關程度得分為 3.2；「小拖車違規超掛貨盤」之出現頻繁程度得分為 1.47，而此因素與事件發生之相關程度得分為 1.87；「人員攀立於行駛之機動車輛」之出現頻繁程度得分為 1.4，而此因素與事件發生之相關程度得分為 1.87。整理如表 5.16 所列。

表 5.16 發生車禍事件風險認知平均得分

事件 7：發生車禍	事件發生可能性	導致之嚴重程度
	3.2	2.17
各因素出現頻繁程度與事件 7 之相關程度		
(1) 駕駛機動車輛前，未進行功能測試	2.67	2.53
(2) 駕駛機動車輛時，發生功能異常	3.2	2.93
(3) 駕駛機動車輛時，未開啟閃光警示燈	2.47	2.2
(4) 地勤人員未穿著反光背心	2.27	1.73
(5) 天候不佳（濃霧、大雨、夜間），影響視線	3	3.2
(6) 地勤人員駕駛機動設備時，未依設計路線行駛	2.67	2.73
(7) 地勤人員駕駛機動設備時，超過規定行駛速限	3.2	3.2
(8) 小拖車違規超掛貨盤	1.47	1.87
(9) 人員攀立於行駛之機動車輛	1.4	1.87

對應各安全因素之發生機率與嚴重程度發現此事件安全影響因素風險矩陣分析如表 5.17 所示。

表 5.17 發生車禍事件安全影響因素風險矩陣

發生機率 \ 嚴重程度	嚴重程度 4	嚴重程度 3	嚴重程度 2	嚴重程度 1
經常發生 A				
每月發生一次 B	7-2, 7-5, 7-7			
每季發生一次 C	7-1, 7-6	7-3	7-4	
每年發生一次 D			7-8, 7-9	
不太可能發生 E				

8. 發生引擎噴流事件

調查結果發現，機坪區域引擎噴流之事件發生可能性得分為 1.14，而發生此事件導致之前重程度得分為 2.13。相關的安全影響因素中，「未於引擎周圍設置安全防護錐」之出現頻繁程度得分為 1.2，而此因素與事件發生之相關程度得分為 1.67；「航空器之安全防撞警示燈未開啟」之出現頻繁程度得分為 1.2，而此因素與事件發生之相關程度得分為 1.53；「航空器完成地停後，未將引擎關閉」之出現頻繁程度得分為 1，而此因素與事件發生之相關程度得分為 1.6；「航空器啟動引擎前，未確認機坪淨空」之出現頻繁程度得分為 1.27，而此因素與事件發生之相關程度得分為 1.73；「航空器引擎啟動後，未進行後方交通道管制」之出現頻繁程度得分為 1.27，而此因素與事件發生之相關程度得分為 1.8；「未注意引擎狀態，人員與車輛通過航空器後方，或靠近引擎周圍」之出現頻繁程度得分為 1.27，而此因素與事件發生之相關程度得分為 1.93。整理如表 5.18 所列。

表 5.18 發生引擎噴流事件風險認知平均得分

事件 8：發生引擎噴流	事件發生可能性	導致之嚴重程度
	1.14	2.13
各因素出現頻繁程度與事件 8 之相關程度		
(1) 未於引擎周圍設置安全防護錐	1.2	1.67
(2) 航空器之安全防撞警示燈未開啟	1.2	1.53
(3) 航空器完成地停後，未將引擎關閉	1	1.6
(4) 航空器啟動引擎前，未確認機坪淨空	1.27	1.73
(5) 航空器引擎啟動後，未進行後方交通道管制	1.27	1.8
(6) 未注意引擎狀態，人員與車輛通過航空器後方，或靠近引擎周圍	1.27	1.93

對應各安全因素之發生機率與嚴重程度發現此事件安全影響因素風險矩陣分析如表 5.19 所示。

表 5.19 發生引擎噴流事件安全影響因素風險矩陣

發生機率 \ 嚴重程度	嚴重程度 4	嚴重程度 3	嚴重程度 2	嚴重程度 1
經常發生 A				
每月發生一次 B				
每季發生一次 C				
每年發生一次 D			8-4, 8-5, 8-6	
不太可能發生 E				8-1, 8-2, 8-3

5.3 小結

綜整本研究將機坪作業風險認知問卷之 43 個安全影響因素，根據風險矩陣進行排序，得到各因素的風險程度等級如表 5.20 所示。由結果可以看出，「駕駛機動車輛時，發生功能異常」、「天候不佳（濃霧、大雨、夜間），影響視線」與「地勤人員駕駛機動設備時，超過規定行駛速限」等安全影響因素落在不可接受之風險程度區域範圍。而不期望存在之安全影響因素有 9 項，分別為「地勤人員操作空橋接靠時，空橋發生功能異常」、「地勤人員操作機動設備接靠航空器時，未有引導人員指揮」、「地勤人員操作機動設備前，未進行功能檢查測試」、「地勤人員操作機動設備時，機動設備功能異常」、「地勤人員駕駛機動設備時，未依設計路線行駛」、「地勤人員駕駛機動設備時，超過規定行駛速限」、「駕駛機動車輛前，未進行功能測試」、「駕駛機動車輛時，未開啟閃光警示燈」與「地勤人員駕駛機動設備時，未依設計路線行駛」。其他剩餘之安全影響因素於可接受風險程度區域範圍有 18 項，於可忽略風險程度區域範圍則有 13 項。

表 5.20 安全影響因素風險矩陣結果表

發生機率 \ 嚴重程度	嚴重程度 4	嚴重程度 3	嚴重程度 2	嚴重程度 1
經常發生 A				
每月發生一次 B	7-2, 7-5, 7-7			
每季發生一次 C	4-6, 4-7, 7-1 7-6	3-4, 4-2, 4-3 4-4, 7-3	7-4	
每年發生一次 D	1-2, 2-2, 2-4	1-4, 2-1, 2-3 3-2, 3-3	1-5, 3-6, 4-1, 4-5 7-8, 7-9, 8-4, 8-5 8-6	1-1, 3-1, 3-5, 6-2
不太可能發生 E		1-6	1-3	3-7, 5-1, 5-2, 6-1 8-1, 8-2, 8-3

第六章 錯誤樹模式建構

經過第四章對機坪作業疏失之分析，與第五章問卷調查所蒐集得到之資料，本章將以前兩章為基礎，架構機坪作業錯誤樹評估模式。

6.1 模式建構流程

根據第四章所進行的各類機坪事件之作業疏失分析，四種類型的機坪事件為「航空器與空橋碰撞事件」、「航空器與機動設備碰撞事件」、「車禍事件」與「引擎噴流事件」。再經由調查結果得到各事件之安全影響因素的相關資訊，進行各機坪事件的定性或定量分析。由於調查所得到之結果較為抽象，在進行量化之前，需要參考相關資料以擬定合適之指標。

錯誤樹模式之建構於 6.2 節詳述，進行錯誤樹分析首先將設定頂端事件(Top Event)，接著以邏輯演繹方式推演造成事件的各項基本事件(Basic Event)。並於 6.3 節導入各節點之指標。最後於第七章進行各事件錯誤樹的敏感度分析，探討下端之基本事件(Basic Event)對頂端事件(Top Event)的影響程度。模式建構之流程如圖 6.1 所示。

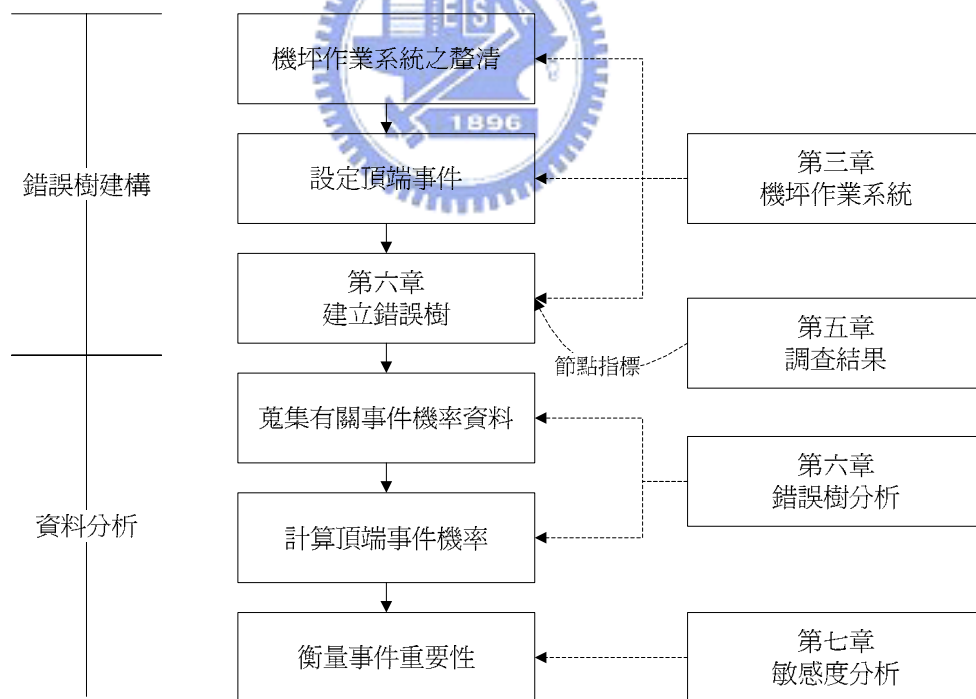


圖 6.1 模式建構流程圖

6.2 機坪事件錯誤樹

依據 FTA 分析方法的程序^[29]：明瞭系統特性、設定頂端事件、建立錯

誤樹、收集相關事件機率資訊、計算頂端事件機率與衡量各事件的重要性共六項步驟，前三項主要應用於錯誤樹的建構，後三項則著重於資料的分析。

錯誤樹的建構，首先選定頂端事件(Top Event)，此為整個系統中不預期發生的事件，進一步以邏輯演繹的方式推演造成頂端事件的基本事件(Basic Event)。

首先，針對錯誤樹邏輯符號與其意含進行說明，如表 6.1 所示：

表 6.1 邏輯符號介紹與說明

符號	圖形	說明
事件		代表特定之事件，可進一步進行分析
基元事件		代表系統中的基元事件，無須進一步的分析
發展未完全事件		代表事件的發展由於資料的缺乏而終止，沒有充分的資料支持下一層次的推理是合理的。但若有進一步的推理仍然可行
且閘 (AND gate)		其意義為只有在其子項目都同時存在或發生的情況下，其母項目才會存在。假若其中一個子項目不存在，母項目即不可能存在
或閘 (OR gate)		代表其子項目中任一個或一個以上存在或發生時，其母項目即存在
條件情況		代表條件情況，非意外或錯誤事件，但需要在此條件情況之下，其AND gate或OR gate的母項目才會存在
轉移符號 (transfer-in)		自三角形的一邊之終點指向樹的重複部分
轉移符號 (transfer-out)		此記號的上一層是 gate 與其連接，並指向樹的另一部份

根據第三章機坪作業系統的架構與第四章作業疏失分析所構建的事件樹，本章配合第五章所擬定的安全影響因素，分別邏輯推演四類機坪事件的錯誤樹架構，將各類事件以圖形符號與簡單邏輯關係呈現，描繪出各個安全影響因素對事件發生的關連性。

以航空器與空橋碰撞事件為例，於第四章作業疏失分析中，得知此事件有兩種情形，分別為操作空橋碰撞靜止之航空器與移動之航空器碰撞空橋。故頂端事件便為兩者事件之聯合集合，以或閘（OR gate）連接頂端事件，如圖 6.2 所示。

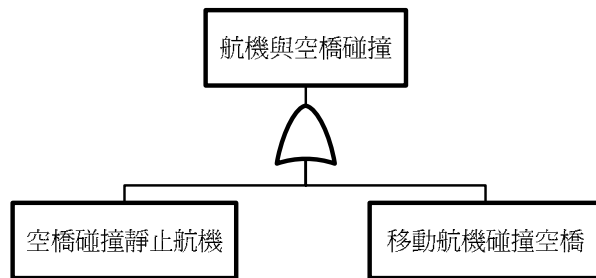


圖 6.2 航空器與空橋碰撞事件之錯誤樹推演圖

繼續分析操作空橋碰撞靜止之航空器事件，其發生的前提為航空器已經以輪檔等裝置固定。分析事件發生主要因素有操作功能故障空橋、空橋操作人員違反作業規定與操作人員疏失三項。為簡化錯誤樹模式，將三項因素假設為獨立，則此事件之推演如圖 6.3 所示。

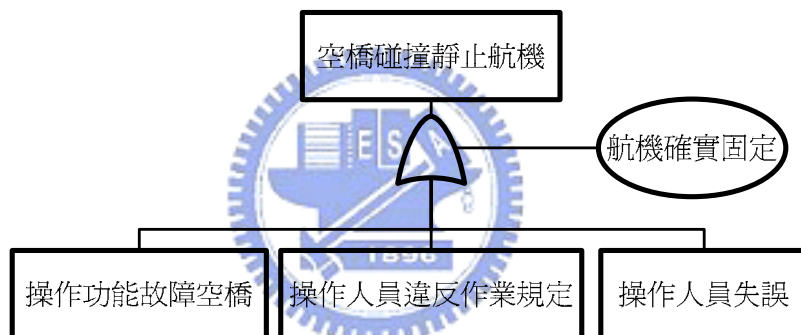


圖 6.3 操作空橋碰撞靜止航空器之錯誤樹推演圖

操作功能故障之空橋事件之發生，必須空橋之功能故障與空橋檢查未發現異常兩因素同時發生，故以且閘（AND gate）連接頂端事件，如圖 6.4 所示。

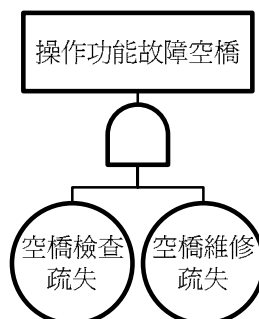


圖 6.4 操作功能故障空橋事件之錯誤樹推演圖

四類機坪事件之錯誤樹分別可由圖 6.5 至圖 6.8 所示。同時將第五章發展之各安全影響因素編號標於錯誤樹之基本事件上。

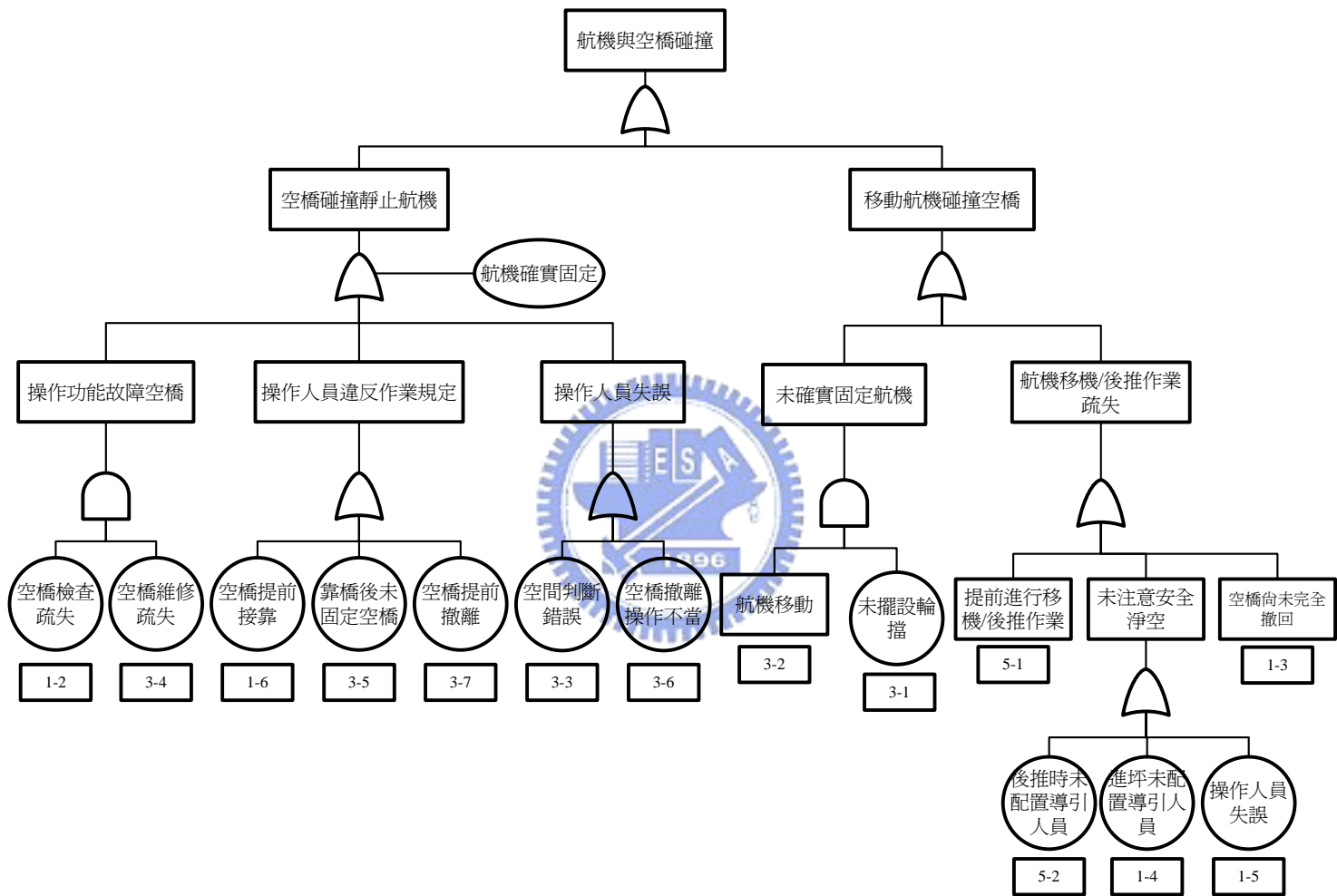


圖 6.5 航空器與空橋碰撞事件之錯誤樹

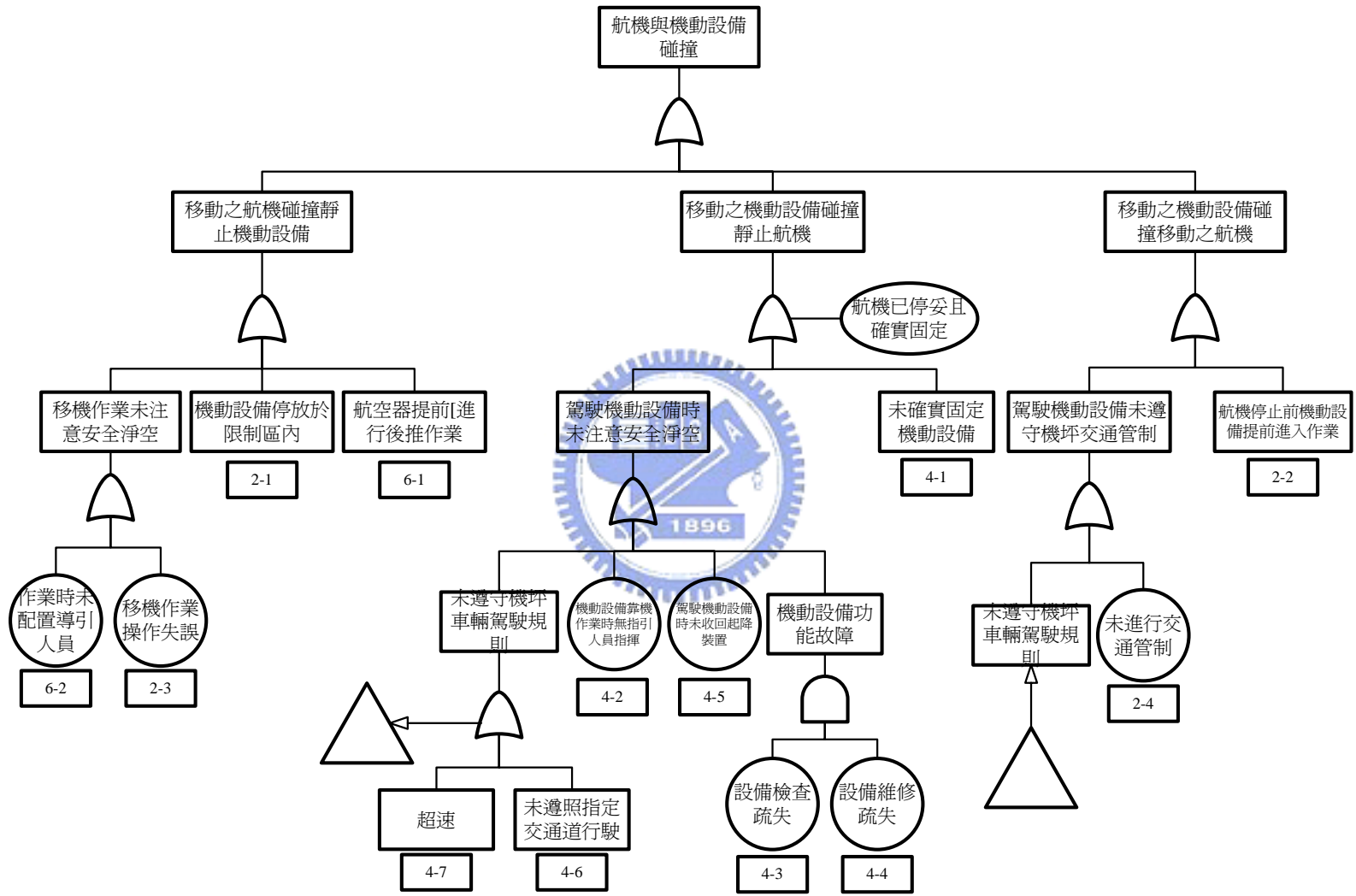


圖 6.6 航空器與機動設備碰撞事件之錯誤樹

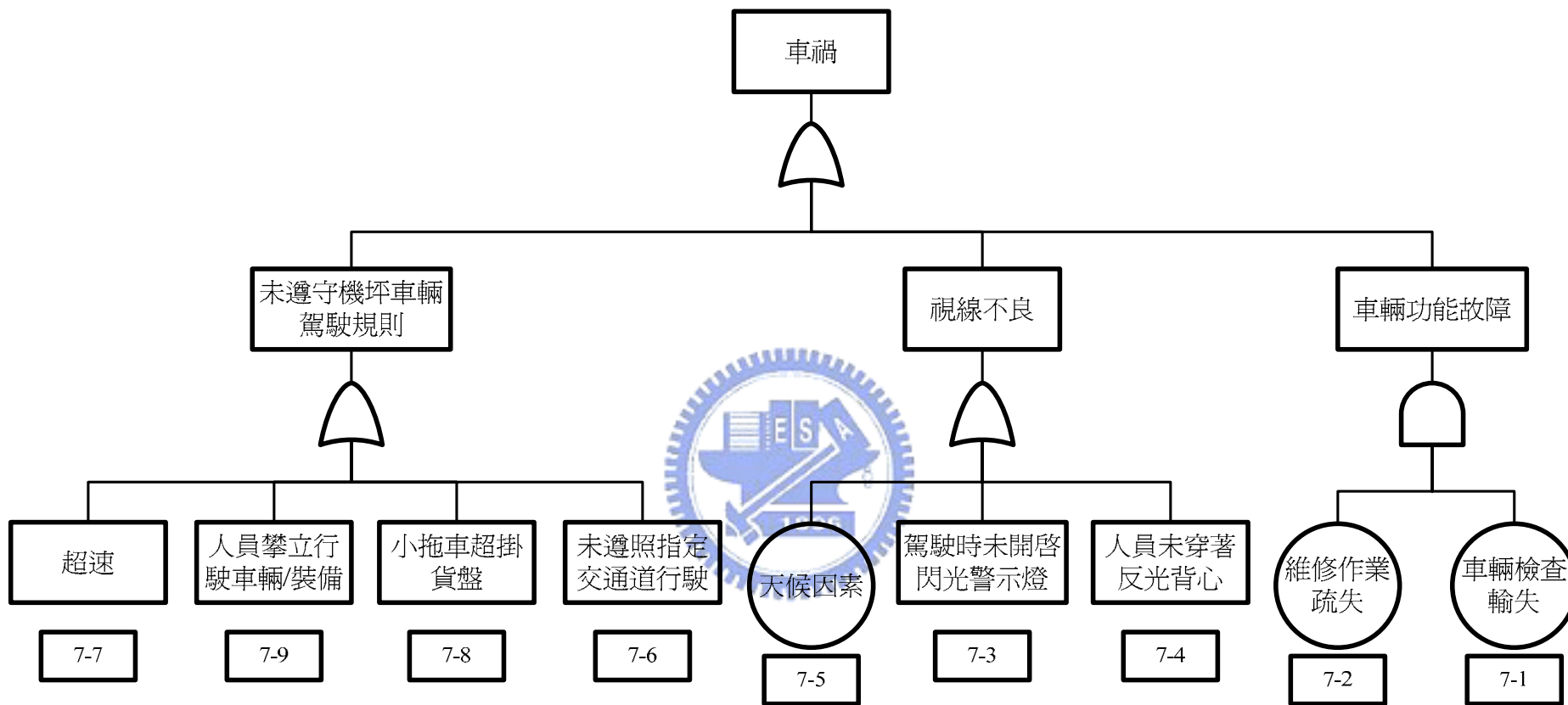


圖 6.7 車禍事件之錯誤樹

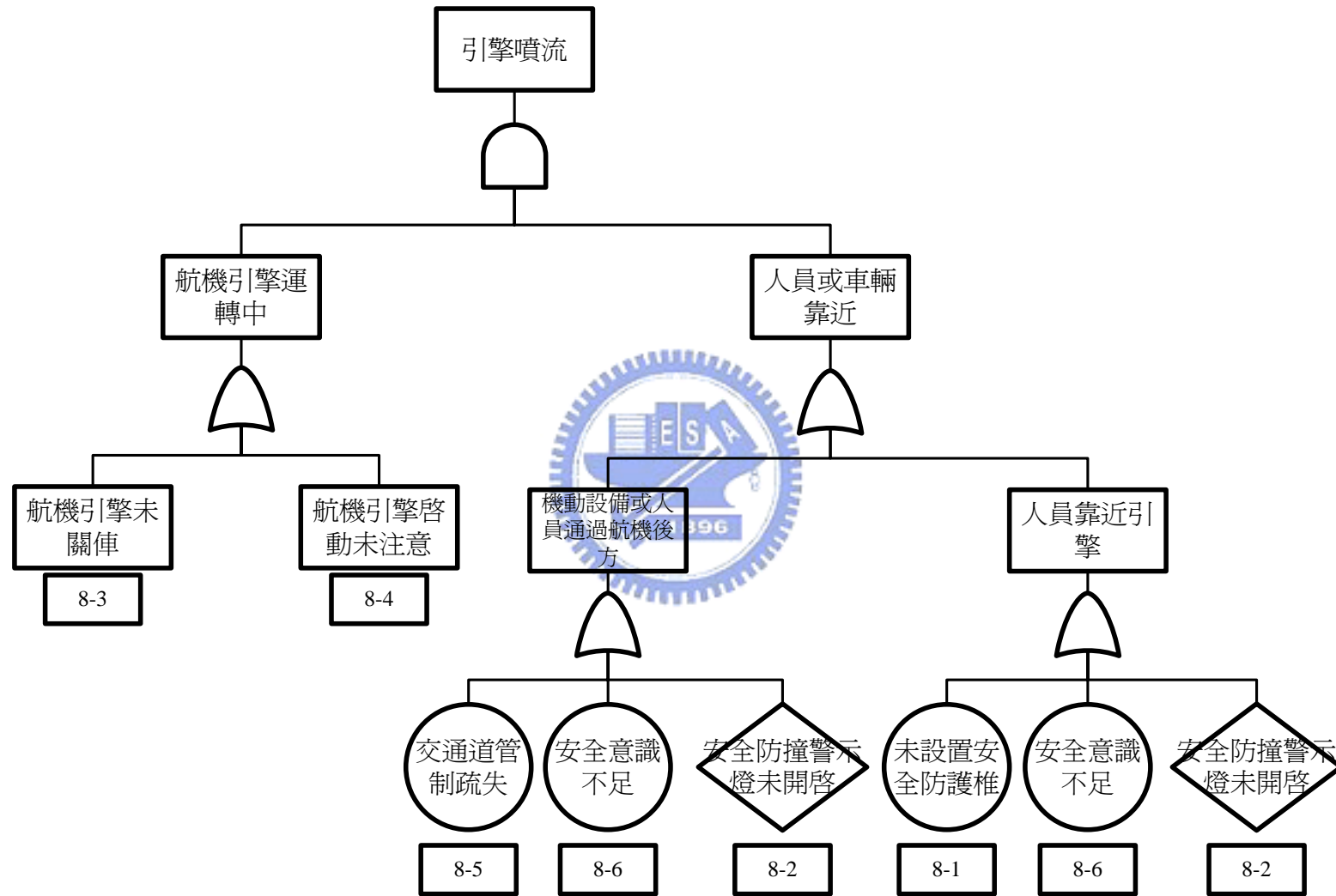


圖 6.8 引擎噴流事件之錯誤樹

6.3 基本事件節點參數設定

錯誤樹結構中，除基本事件節點外，其餘節點由其下層節點與層級間的邏輯關決定，因此僅需設定基本事件節點發生機率參數，便可以計算出錯誤樹中其他節點參數。

為了解機坪事件之發生機率，基本事件發生的機率參數設定為首要工作。本研究根據航空公司之機坪事件統計資料，配合桃園機場每年處理的航班架次，設定一類基本事件之發生機率參數為基準，其他基本事件之發生機率則依照第五章所得到風險認知的平均得分依此基準作平移的修正。

根據航空公司之機坪事件統計資料，於民國 93 年與 94 年兩年間發生之機坪事件中，因進行靠機作業時無人引導所產生空間誤判或操作疏失之因素出現 5 次，而航空公司該兩年所作業之航班架次分別為 41,028 架次與 43,204 架次，因此選定「地勤人員操作機動設備接靠航空器時，未有引導人員指揮」(問項 4-2) 為參數指標基準，其機率為 $5 / (41028 + 43204)$ 約為 0.00006 (次/架次)，則可估計每年發生次數為 0.00006 (次/架次) \times 42116 (93~94 年平均架次) 約為 2.53 (次/每年)。

基於問卷發生可能性之設定，不太可能發生 (1 分) 之機率設定為兩年發生 1 次；每季發生 1 次 (3 分) 則等同於每年發生 4 次；每月發生 1 次 (4 分) 等同於每年發生 12 次，而經常發生 (5 分) 則設定為每年 24 次。故由分數換算成每年發生次數機率之公式如表 6.2 所列。

表 6.2 分數換算每年發生次數公式表

分數 (χ)	每年發生次數轉換公式
1~2 間	$0.5 + (1 - 0.5) \times (\chi - 1)$
2~3 間	$1 + (4 - 1) \times (\chi - 2)$
3~4 間	$4 + (12 - 4) \times (\chi - 3)$
4~5 間	$12 + (24 - 12) \times (\chi - 4)$

根據第五章之問卷結果，「地勤人員操作機動設備接靠航空器時，未有引導人員指揮」之風險感知平均得分為 2.33，換算約為每年 1.99 次。為將感知之風險與實際資料一致化，本研究將「地勤人員操作機動設備接靠航空器時，未有引導人員指揮」之風險感知平均得分平移至 2.51，方可接近每年 2.53 次的實際發生機率。故所有的安全影響因素之平均得分將向右平移 0.18 分，再以每年平均架次 42116 次為基準，分別計算各安全影響因素之發生機率。經過計算，調整後之安全影響因素平均得分與發生機率如表 6.3 所示。

表 6.3 安全影響因素發生機率表

事件 1：航空器於進坪階段發生與空橋碰撞	事件發生可能性得分	轉換發生機率
	1.51	0.000018
各因素出現頻繁程度與事件 1 之相關程度	出現頻繁程度得分	轉換發生機率
(1) 航空器進坪前，未進行機坪檢查	1.91	0.000023
(2) 航空器進坪前，未測試空橋操作功能正常與否	1.91	0.000023
(3) 航空器進坪前，空橋未完全撤回停放位置	1.31	0.000016
(4) 航空器進坪時，未配置導引人員與翼尖瞭望人員監督指揮作業	1.78	0.000021
(5) 航空器進坪時，飛航組員操作不當，空間判斷錯誤	1.47	0.000017
(6) 航空器尚未完成地停，空橋操作人員提前進行接靠作業	1.38	0.000016
事件 2：航空器於進坪階段發生與機動設備碰撞	事件發生可能性得分	轉換發生機率
	1.65	0.00002
各因素出現頻繁程度與事件 2 之相關程度	出現頻繁程度得分	轉換發生機率
(1) 地勤人員未將機動設備停放於正確之停放區	1.51	0.000018
(2) 航空器尚未完成地停，地勤人員提前進行靠機作業	1.58	0.000019
(3) 航空器進坪時，飛航組員操作不當，空間判斷錯誤	1.47	0.000017
(4) 航空器進坪時，未進行交通道管制	2.0	0.000027
事件 3：航空器於地停階段發生與空橋碰撞事件	事件發生可能性得分	轉換發生機率
	1.71	0.00002
各因素出現頻繁程度與事件 3 之相關程度	出現頻繁程度得分	轉換發生機率
(1) 航空器停止於定位後，未擺設輪檔固定	1.45	0.000017
(2) 航空器受外力影響，發生移動或晃動情形	2.05	0.000027
(3) 地勤人員操作空橋接靠時，空間判斷錯誤	1.71	0.00002
(4) 地勤人員操作空橋接靠時，空橋發生功能異常	2.45	0.000056
(5) 地勤人員完成空橋接靠後，未鎖定空橋，確保空橋固定	1.45	0.000017
(6) 地勤人員操作空橋撤離時，操作不當，碰撞航空器	1.58	0.000019
(7) 航空器艙門尚未關閉，地勤人員提前操作空橋撤離	1.38	0.000016

表 6.3 安全影響因素發生機率表 (續)

事件 4：航空器於地停階段發生與機動設備碰撞	事件發生可能性得分	轉換發生機率
	2.31	0.000046
各因素出現頻繁程度與事件 4 之相關程度	出現頻繁程度得分	轉換發生機率
(1) 地勤人員作業時，未固定機動設備	1.91	0.000023
(2) 地勤人員操作機動設備接靠航空器時，未有引導人員指揮	2.51	0.00006
(3) 地勤人員操作機動設備前，未進行功能檢查測試	2.38	0.000051
(4) 地勤人員操作機動設備時，機動設備功能異常	3.05	0.000104
(5) 地勤人員駕駛機動設備時，未將升降裝置收回	1.71	0.00002
(6) 地勤人員駕駛機動設備時，未依設計路線行駛	2.58	0.000065
(7) 地勤人員駕駛機動設備時，超過規定行駛速限	2.58	0.000065
事件 5：航空器於後推階段發生與空橋碰撞	事件發生可能性得分	轉換發生機率
	1.38	0.000016
各因素出現頻繁程度與事件 5 之相關程度	出現頻繁程度得分	轉換發生機率
(1) 空橋尚未撤離，航空器提前進行後推作業	1.38	0.000016
(2) 進行航空器後推作業，未配置導引人員與翼尖瞭望人員	1.25	0.000015
事件 6：航空器於後推階段與機動設備發生碰撞	事件發生可能性得分	轉換發生機率
	1.31	0.000016
各因素出現頻繁程度與事件 6 之相關程度	出現頻繁程度得分	轉換發生機率
(1) 機坪尚未淨空，航空器提前進行後推作業	1.38	0.000016
(2) 進行航空器後推作業，未配置導引人員與翼尖瞭望人員	1.51	0.000018
事件 7：發生車禍事件	事件發生可能性得分	轉換發生機率
	3.38	0.000167
各因素出現頻繁程度與事件 7 之相關程度	出現頻繁程度得分	轉換發生機率
(1) 駕駛機動車輛前，未進行功能測試	2.85	0.000084
(2) 駕駛機動車輛時，發生功能異常	3.38	0.000167
(3) 駕駛機動車輛時，未開啟閃光警示燈	2.65	0.00007
(4) 地勤人員未穿著反光背心	2.45	0.000056
(5) 天候不佳 (濃霧、大雨、夜間)，影響視線	3.18	0.000129
(6) 地勤人員駕駛機動設備時，未依設計路線行駛	2.85	0.000084
(7) 地勤人員駕駛機動設備時，超過規定行駛速限	3.38	0.000167
(8) 小拖車違規超掛貨盤	1.65	0.00002
(9) 人員攀立於行駛之機動車輛	1.58	0.000019

表 6.3 安全影響因素發生機率表 (續)

事件 8：發生引擎噴流事件	事件發生可能性得分	轉換發生機率
	1.32	0.000016
各因素出現頻繁程度與事件 8 之相關程度	出現頻繁程度得分	轉換發生機率
(1) 未於引擎周圍設置安全防護錐	1.38	0.000016
(2) 航空器之安全防撞警示燈未開啟	1.38	0.000016
(3) 航空器完成地停後，未將引擎關閉	1.18	0.000014
(4) 航空器啟動引擎前，未確認機坪淨空	1.45	0.000017
(5) 航空器引擎啟動後，未進行後方交通道管制	1.45	0.000017
(6) 未注意引擎狀態，人員與車輛通過航空器後方，或靠近引擎周圍	1.45	0.000017

6.4 錯誤樹頂端事件機率與節點機率計算結果

經由前一節所推導出的各項安全影響因素機率值，套入 6.2 節所建構的各機坪事件錯誤樹架構，由下往上計算各節點與頂端事件之機率。各事件錯誤樹之事件發生機率分別如圖 6.9 至圖 6.12 所示。

1. 航空器與空橋碰撞事件

經由計算結果，得到「航空器與空橋碰撞事件」之頂端事件發生機率約為 0.000172 (次/每架次)，此事件下其他事件之發生機率分別為空橋碰撞靜止航空器約為 0.000088 (次/每架次)、移動航空器碰撞空橋約為 0.000084 (次/每架次)、操作功能故障空橋約為 1.45×10^{-9} (次/每架次)、操作人員違反作業規定約為 0.000049 (次/每架次)、操作人員失誤約為 0.000039 (次/每架次)、未確實固定航空器約為 4.59×10^{-10} (次/每架次)、航空器移機/後推作業疏失約為 0.000084 (次/每架次)。

2. 航空器與機動設備碰撞事件

而「航空器與機動設備碰撞事件」之頂端事件發生機率約為 0.000478 (次/每架次)，此事件下其他事件之發生機率分別為移動之航空器碰撞靜止機動設備約為 0.000069 (次/每架次)、移動之機動設備碰撞靜止航空器約為 0.000233 (次/每架次)、移動之機動設備碰撞移動之航空器約為 0.000176 (次/每架次)、移機作業未注意安全淨空約為 0.000035 (次/每架次)、駕駛機動設備時未注意安全淨空約為 0.00021 (次/每架次)、駕駛機動設備未遵守機坪交通管制約為 0.000157 (次/每架次)、未遵守機坪車輛駕駛規則約為 0.00013 (次/每架次)、機動設備功能故障約為 5.3×10^{-9} (次/每架次)。

3. 車禍事件

「車禍事件」之頂端事件發生機率約為 0.000796 (次/每架次)，此事件下其他事件之發生機率分別為未遵守機坪車輛駕駛規則約為 0.00029 (次/每架次)、視線不良約為 0.000255 (次/每架次)、車輛功能故障約為 0.000251 (次/每架次)。

4. 引擎噴流事件

「引擎噴流事件」之頂端事件發生機率約為 3.06×10^{-9} (次/每架次)，此事件下其他事件之發生機率分別為航空器引擎運轉中約為 0.000031 (次/每架次)、人員或車輛靠近約為 0.000099 (次/每架次)、機動設備或人員通過航空器後方約為 0.00005 (次/每架次)、人員靠近引擎約為 0.000049 (次/每架次)。



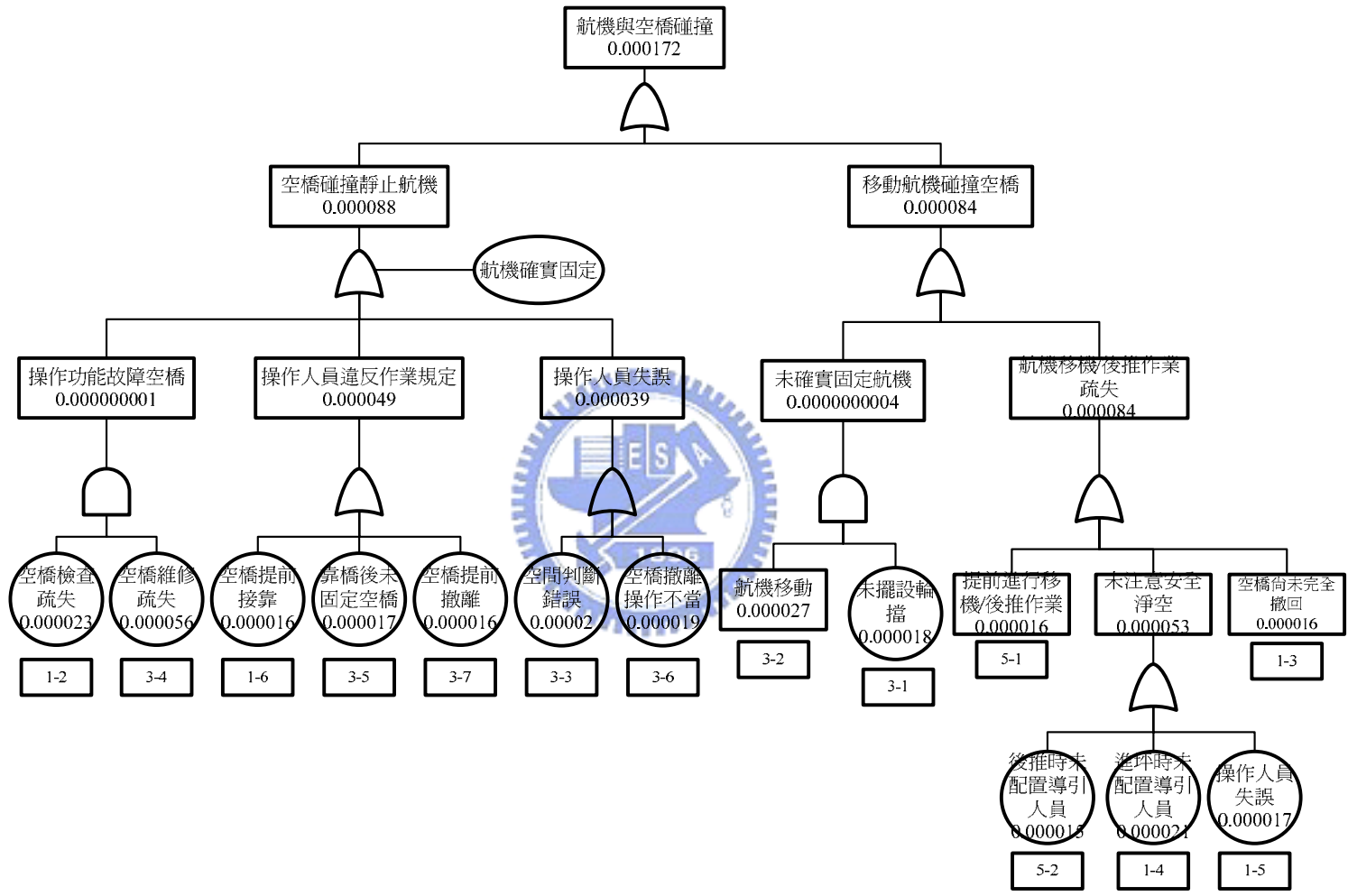


圖 6.9 航空器與空橋碰撞事件各節點計算結果

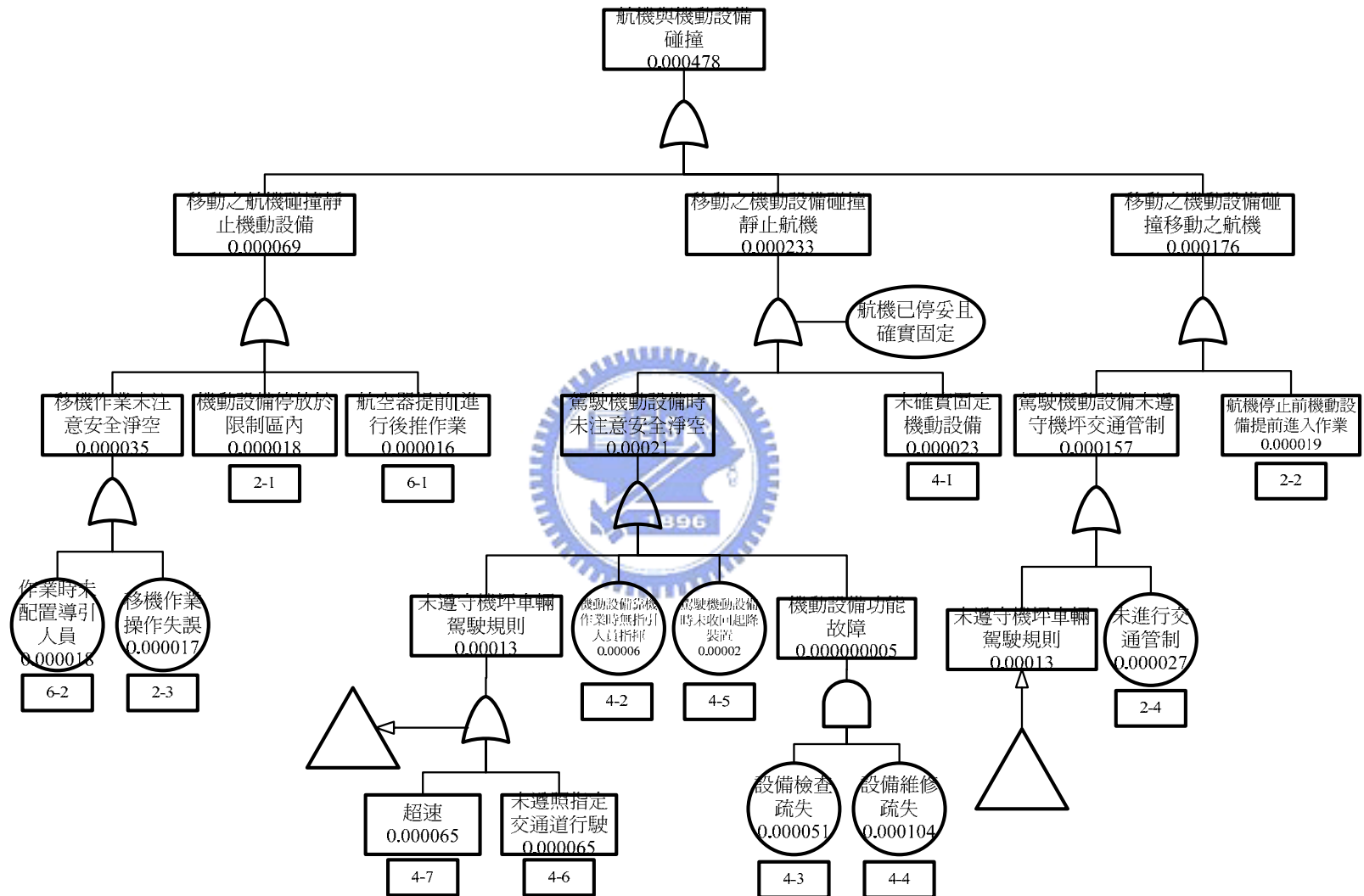


圖 6.10 航空器與機動設備碰撞事件各節點計算結果

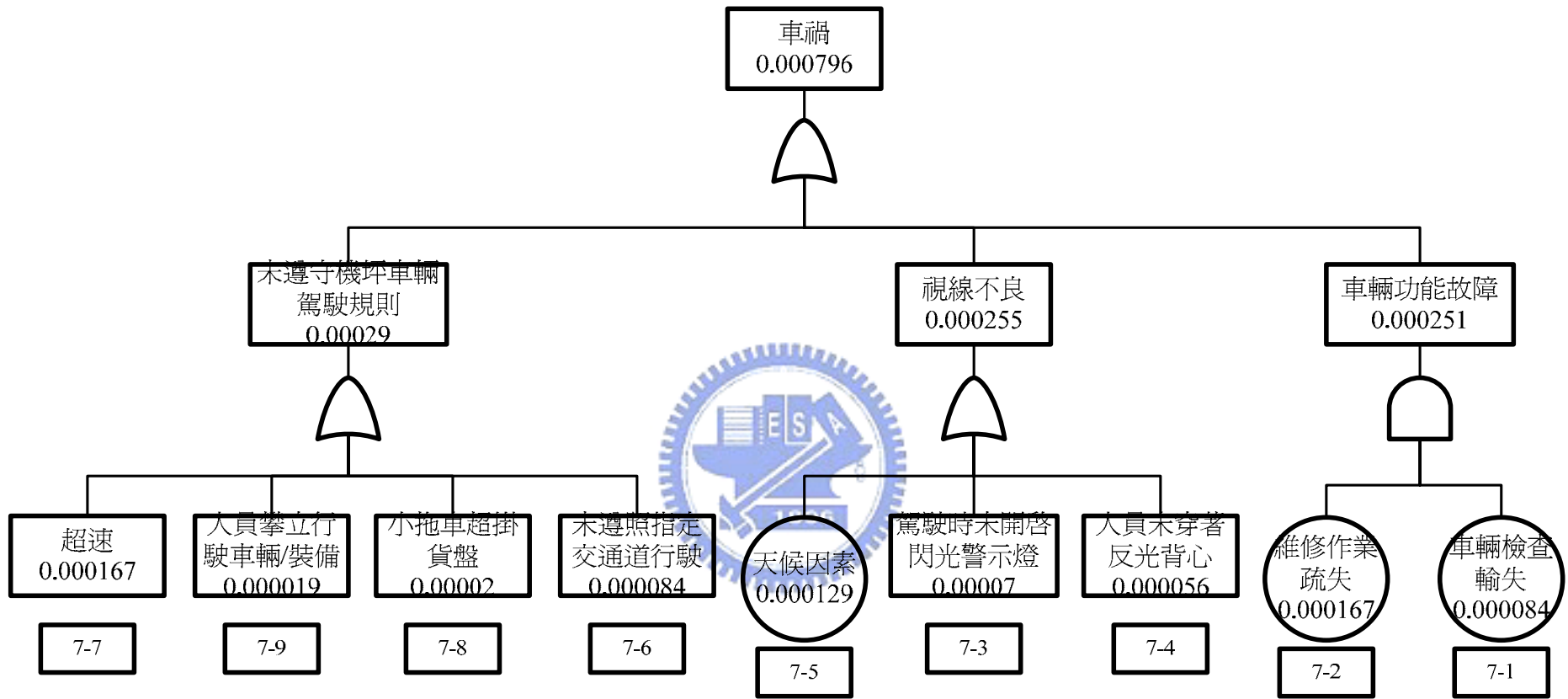


圖 6.11 車禍事件各節點計算結果

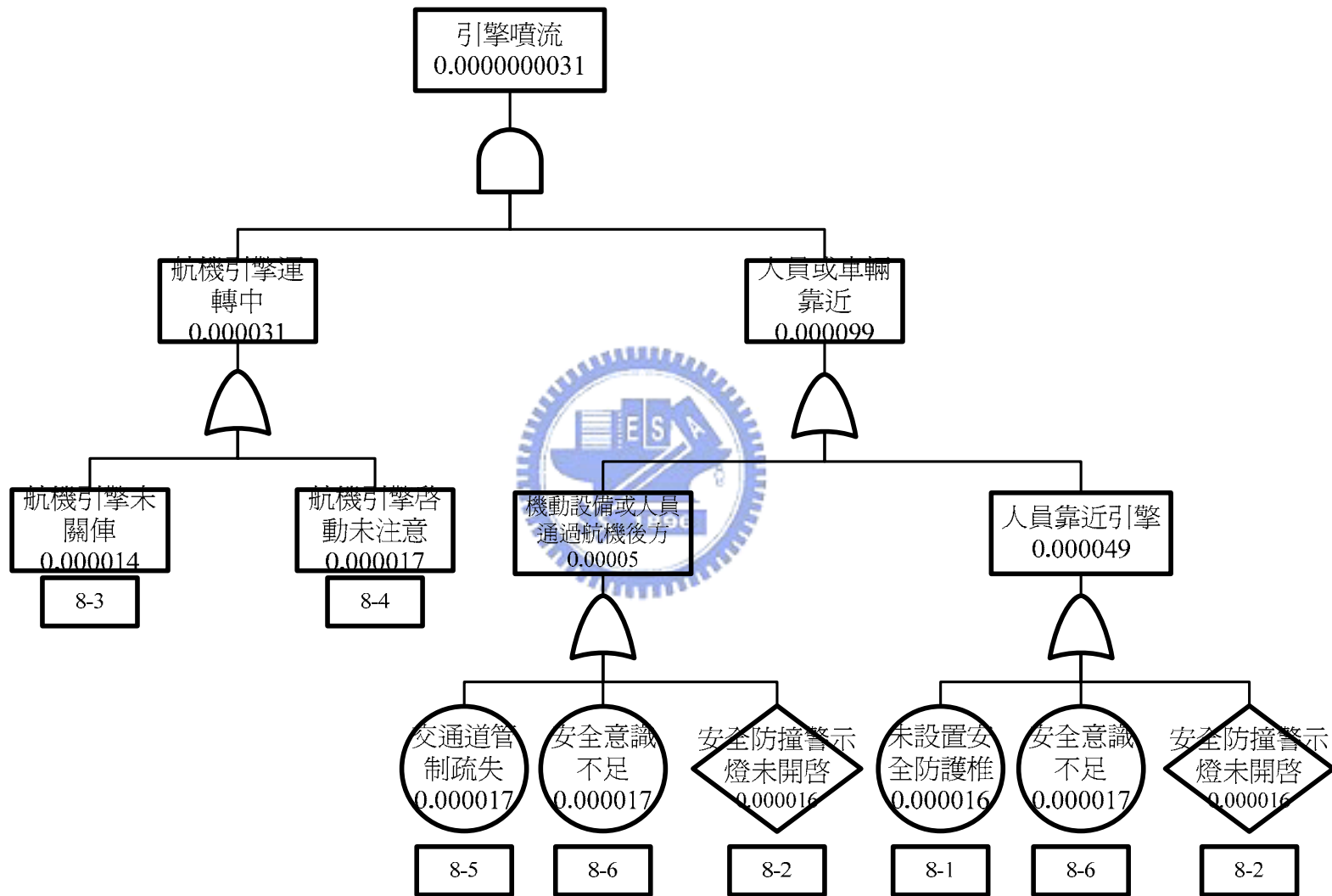


圖 6.12 引擎噴流事件各節點計算結果

6.5 小結

首先邏輯推理建構之各事件錯誤樹架構，再經過設定基本事件節點參數，便可計算出錯誤樹中其他節點之參數指標。而本研究進行調查所得之事件安全因素風險認知資料配合實際發生的事件資料，以「地勤人員操作機動設備接靠航空器時，未有引導人員指揮」為參數指標基準，修正所有安全因素風險認知得分。計算所有事件節點與頂端事件之結果後，研究發現車禍事件的頂端事件發生機率最高，約為 0.000796 (次/每架次)，其次航空器與機動設備碰撞事件之頂端事件發生機率為 0.000478 (次/每架次)、航空器與空橋碰撞事件之頂端事件發生機率約為 0.000172 (次/每架次)、引擎噴流事件之頂端事件發生機率約為 3.06×10^{-9} (次/每架次)。



第七章 錯誤樹模式分析

經過前章錯誤樹的計算後，本研究可以估計各事件往後發生的可能性。但為進一步了解各事件錯誤樹中關鍵之安全影響因素為何，便需要進行敏感度分析。

7.1 敏感度分析

假設各安全影響因素變動百分之十，觀察錯誤樹頂端事件的發生機率改變值與變動百分比。由表 7.1 可得知航空器與空橋碰撞事件中，「航空器進坪前，未進行機坪檢查」、「航空器進坪前，未測試空橋操作功能正常與否」、「航空器停止於定位後，未擺設輪檔固定」、「航空器受外力影響，發生移動或晃動情形」與「地勤人員操作空橋接靠時，空橋發生功能異常」等因素改變對頂端事件未造成影響。而「航空器進坪時，未配置導引人員與翼尖瞭望人員監督指揮作業」、「地勤人員操作空橋接靠時，空間判斷錯誤」與「地勤人員操作空橋撤離時，操作不當，碰撞航空器」三項安全影響因素敏感度較高。

航空器與機動設備碰撞事件中，以「地勤人員駕駛機動設備時，超過規定行駛速限」與「地勤人員駕駛機動設備時，未依設計路線行駛」影響最顯著，約為 2.7%，其次「地勤人員操作機動設備接靠航空器時，未有引導人員指揮」為 1.3%。

車禍事件中，以「地勤人員駕駛機動設備時，超過規定行駛速限」與「駕駛機動車輛時，發生功能異常」影響最為顯著，約為 2%，其次「天候不佳（濃霧、大雨、夜間），影響視線」為 1.6%，「駕駛機動車輛前，未進行功能測試」、與「地勤人員駕駛機動設備時，未依設計路線行駛」約為 1%。

相較於其他事件，引擎噴流事件中，所有之安全影響因素都有較明顯的顯著影響，從 1.6%到 5.5%不等。但觀察其對頂端事件之改變量與頂端事件之機率發生值，可發現係因為此事件原本的發生機率變偏低，少許的變動也能產生較高的變動率。

表 7.1 安全影響因素敏感度一覽表

安全影響因素	頂端事件改變量	頂端事件變動百分比(%)	影響之頂端事件
航空器進坪前，未進行機坪檢查	0	0	航空器與空橋碰撞
航空器進坪前，未測試空橋操作功能正常與否	0	0	航空器與空橋碰撞
航空器進坪前，空橋未完全撤回停放位置	0.0000015	0.87	航空器與空橋碰撞
航空器進坪時，未配置導引人員與翼尖瞭望人員監督指揮作業	0.0000021	1.22	航空器與空橋碰撞
航空器進坪時，飛航組員操作不當，空間判斷錯誤	0.0000017	0.99	航空器與空橋碰撞
航空器尚未完成地停，空橋操作人員提前進行接靠作業	0.0000016	0.93	航空器與空橋碰撞
地勤人員未將機動設備停放於正確之停放區	0.0000018	0.38	航空器與機動設備碰撞
航空器尚未完成地停，地勤人員提前進行靠機作業	0.0000019	0.4	航空器與機動設備碰撞
航空器進坪時，飛航組員操作不當，空間判斷錯誤	0.0000017	0.36	航空器與機動設備碰撞
航空器進坪時，未進行交通通道管制	0.0000027	0.56	航空器與機動設備碰撞
航空器停止於定位後，未擺設輪檔固定	0	0	航空器與空橋碰撞
航空器受外力影響，發生移動或晃動情形	0	0	航空器與空橋碰撞
地勤人員操作空橋接靠時，空間判斷錯誤	0.000002	1.16	航空器與空橋碰撞
地勤人員操作空橋接靠時，空橋發生功能異常	0	0	航空器與空橋碰撞
地勤人員完成空橋接靠後，未鎖定空橋，確保空橋固定	0.0000017	0.99	航空器與空橋碰撞
地勤人員操作空橋撤離時，操作不當，碰撞航空器	0.0000019	1.1	航空器與空橋碰撞
航空器艙門尚未關閉，地勤人員提前操作空橋撤離	0.0000016	0.93	航空器與空橋碰撞
地勤人員作業時，未固定機動設備	0.0000023	0.48	航空器與機動設備碰撞
地勤人員操作機動設備接靠航空器時，未有引導人員指揮	0.000006	1.3	航空器與機動設備碰撞

表 7.1 安全影響因素敏感度一覽表(續)

安全影響因素	頂端事件改變量	頂端事件變動百分比(%)	影響之頂端事件
地勤人員操作機動設備前，未進行功能檢查測試	0	0	航空器與機動設備碰撞
地勤人員操作機動設備時，機動設備功能異常	0	0	航空器與機動設備碰撞
地勤人員駕駛機動設備時，未將升降裝置收回	0.000002	0.41	航空器與機動設備碰撞
地勤人員駕駛機動設備時，未依設計路線行駛	0.000013	2.72	航空器與機動設備碰撞
地勤人員駕駛機動設備時，超過規定行駛速限	0.000013	2.72	航空器與機動設備碰撞
空橋尚未撤離，航空器提前進行後推作業	0.0000016	0.93	航空器與空橋碰撞
進行航空器後推作業，未配置導引人員與翼尖瞭望人員	0.0000015	0.87	航空器與空橋碰撞
機坪尚未淨空，航空器提前進行後推作業	0.0000016	0.34	航空器與機動設備碰撞
進行航空器後推作業，未配置導引人員與翼尖瞭望人員	0.0000018	0.38	航空器與機動設備碰撞
駕駛機動車輛前，未進行功能測試	0.0000084	1.06	車禍事件
駕駛機動車輛時，發生功能異常	0.0000167	2.09	車禍事件
駕駛機動車輛時，未開啟閃光警示燈	0.000007	0.88	車禍事件
地勤人員未穿著反光背心	0.0000056	0.7	車禍事件
天候不佳（濃霧、大雨、夜間），影響視線	0.0000129	1.62	車禍事件
地勤人員駕駛機動設備時，未依設計路線行駛	0.0000084	1.06	車禍事件
地勤人員駕駛機動設備時，超過規定行駛速限	0.0000167	2.09	車禍事件
小拖車違規超掛貨盤	0.000002	0.25	車禍事件
人員攀立於行駛之機動車輛	0.0000019	0.24	車禍事件
未於引擎周圍設置安全防護錐	0.00000000005	1.62	引擎噴流事件
航空器之安全防撞警示燈未開啟	0.0000000001	3.23	引擎噴流事件
航空器完成地停後，未將引擎關閉	0.00000000014	4.52	引擎噴流事件

表 7.1 安全影響因素敏感度一覽表(續)

安全影響因素	頂端事件改變量	頂端事件變動百分比(%)	影響之頂端事件
航空器啟動引擎前，未確認機坪淨空	0.00000000017	5.48	引擎噴流事件
航空器引擎啟動後，未進行後方交通道管制	0.000000000053	1.72	引擎噴流事件
未注意引擎狀態，人員與車輛通過航空器後方，或靠近引擎周圍	0.00000000011	3.43	引擎噴流事件

7.2 比較分析

1. 航空器與空橋碰撞事件影響因素風險等級與敏感度比較分析

航空器與空橋碰撞事件中，「地勤人員操作空橋接靠時，空橋發生功能異常」(因素 3-4)之風險等級為不期望存在，為此事件中風險等級最高之因素，應於可實際執行的條件下降低風險。而其對頂端事件(航空器與空橋碰撞)之敏感度卻為 0，分析該事件錯誤樹模式發現，縱使「地勤人員操作空橋接靠時，空橋發生功能異常」(因素 3-4)有較高的風險等級與發生機率，但透過且聞的乘法效果，降低了對頂端事件的影響程度。

風險等級於可接受範圍之因素中，「航空器進坪時，未配置導引人員與翼尖瞭望人員監督指揮作業」(因素 1-4)、「地勤人員操作空橋接靠時，空間判斷錯誤」(因素 3-3)與「地勤人員」(因素 3-6)不論在發生機率與敏感度上，皆比處於可忽略範圍中之因素較高。而「航空器進坪前，未測試空橋操作功能正常與否」(因素 1-2)與「航空器受外力影響，發生移動或晃動情形」(因素 3-2)兩項可接受範圍風險等級皆因錯誤樹模式之架構因素(且聞效果)，導致對無法對頂端事件有顯著的敏感度影響。

2. 航空器與機動設備碰撞事件影響因素風險等級與敏感度比較分析

風險等級於不期望存在範圍之因素中，「地勤人員操作機動設備接靠航空器時，未有引導人員指揮」(因素 4-2)、「地勤人員駕駛機動設備時，未依照設計路線行駛」(因素 4-6)與「地勤人員駕駛機動設備時，超過規定行駛速限」(因素 4-7)三項因素的出現頻繁程度、因素相關程度與敏感度上都為此事件中較高者。僅「地勤人員操作機動設備前，未進行功能檢查測試」(因素 4-3)與「地勤人員駕駛機動設備時，機動設備功能異常」(因素 4-4)受到且聞的乘法效果，無法對頂端事件有顯著的敏感度影響。

此事件其他因素則有出現頻繁程度、因素相關程度較高者，風險等級

與敏感度也較高的現象。

3. 車禍事件影響因素風險等級與敏感度比較分析

車禍事件中，風險等級為不可接受範圍之因素有「駕駛機動車輛時，發生功能異常」(因素 7-2)、「天候不佳(濃霧、大雨、夜間)，影響視線」(因素 7-5)與「地勤人員駕駛機動設備，超過行駛速限」(因素 7-7)三項因素的出現頻繁程度、因素相關程度與敏感度上都為此事件中較高者。

而此事件中，風險等級為不期望存在之因素，其敏感度與發生機率等數據都比起風險等級為可接受之因素來的高。

4. 引擎噴流事件影響因素風險等級與敏感度比較分析

引擎噴流事件中，所有因素之風險等級皆於可接受與可忽略之範圍中，其因素出現頻率、因素相關程度等分數也都較小，但其對頂端事件之敏感度都較其他事件來的顯著。分析其錯誤樹模式，發現其頂端事件之發生機率受到下層且閘之乘法效果影響，發生機率與各因素出現頻繁程度之敏感度變相對的提高，造成敏感度較顯著的現象。

7.3 小結

經由第五章風險矩陣排序後，「駕駛機動車輛時，發生功能異常」、「天候不佳(濃霧、大雨、夜間)，影響視線」與「地勤人員駕駛機動設備時，超過規定行駛速限」等為不可接收之安全影響因素，其敏感度分析也確實反應出在車禍事件錯誤樹中，這些因素對頂端事件的影響程度為最顯著的前三名。

在 9 項不期望存在之安全影響因素中，「地勤人員操作機動設備接靠航空器時，未有引導人員指揮」、「地勤人員駕駛機動設備時，未依設計路線行駛」、「地勤人員駕駛機動設備時，超過規定行駛速限」、「駕駛機動車輛前，未進行功能測試」與「地勤人員駕駛機動設備時，未依設計路線行駛」為影響較顯著之安全影響因素，而「地勤人員操作空橋接靠時，空橋發生功能異常」、「地勤人員操作機動設備前，未進行功能檢查測試」與「地勤人員操作機動設備時，機動設備功能異常」等安全影響因素對頂端事件不會產生影響。

此外，安全影響因素本身機率參數指標的值較小，則敏感度也較低。引擎噴流事件中，所有之安全影響因素都有較明顯的顯著影響，因為此事件原本的發生機率變偏低，少許的變動也能產生較高的變動率。

第八章 結論與建議

本章綜合研究結果與發現提出結論，並對相關後續研究議題提出建議。

8.1 結論

本研究重要結論如下：

1. 機坪作業參與之單位與層級廣泛，從機場管理、航空器操作到地勤作業等層面，還包含安全教育、作業訓練等組織性影響。本研究主要針對航空器於機坪期間所進行之地勤作業，討論相關之安全影響因素對發生機坪事件之關連。
2. 根據文獻回顧之整理，了解機坪作業系統與機坪作業疏失發生之可能肇因，進而繪製機坪作業程序藍圖；此外為能適切評量各潛在危險因子與可能事件之風險程度，將各機坪事件之關鍵事件轉換為問項，研擬機坪作業安全風險認知調查問卷。本研究所繪製之藍圖與研擬之問卷，有助於系統性的建構機坪作業疏失相關模式，作為機坪作業安全分析之基礎。
3. 本研究之事件安全因素風險認知資料為調查所得，為求與現實狀況相符，配合實際發生的事件資料，以「地勤人員操作機動設備接靠航空器時，未有引導人員指揮」為參數指標基準，修正所有安全因素風險認知得分。此種風險感知分數之調整，確實有助於調和認知風險與實際狀況間之差異。
4. 根據模式分析結果發現，「駕駛機動車輛時，發生功能異常」、「天候不佳（濃霧、大雨、夜間），影響視線」與「地勤人員駕駛機動設備時，超過規定行駛速限」等因素為不可接受之風險等級程度，其敏感度分析也顯示這些因素對應其頂端事件有程度上之影響。
5. 各事件經錯誤樹計算之結果，車禍事件的頂端事件發生機率最高，約為 0.000796（次/每架次），其次航空器與機動設備碰撞事件之頂端事件發生機率為 0.000478（次/每架次）、航空器與空橋碰撞事件之頂端事件發生機率約為 0.000172（次/每架次）、引擎噴流事件之頂端事件發生機率約為 3.06×10^{-9} （次/每架次）。
6. 本研究藉由錯誤樹分析方法所構建之模式，經案例驗證，確實可以有效發掘各安全影響因素與各節點事件之發生情形，可供地勤業者與主管機關做為安全管理之工具。

8.2 建議

本研究提出以下建議，供後續研究之用

1. 由於航空公司與其代理之地勤業者之機坪作業方式與要求各有不同，各因航空器型號之差別，本研究僅能以基本且廣泛的安全管理標準探討機坪作業。若以充分的作業手冊與作業要求等相關資訊，可進一步分析不同航空器型號間、不同公司間地勤作業模式之安全差異。
2. 本研究僅針對桃園國際機場之地勤代理業者與主要國籍航空公司進行分析研究，後續可擴大研究範圍就不同機場、國內與國際航線之差別等，探究不同環境、營運等因素影響下，事件發生與安全因素間之關連。
3. 本研究在事件分析與模式建構的層級僅專注於線上作業層面的剖析，安全系統中仍有訓練、組織、管理與安全文化等層面，後續可增加研究架構的層級，更深入討論機坪安全問題。
4. 本研究以錯誤樹進行機坪事件之分析，由於各節點間假設為獨立事件，在整體運算較為簡單直接，但可能與實際情況有所抵觸。建議後續研究可利用其他非獨立性方法，處理事件間具有相互影響之情形。
5. 本研究以調查之平均結果配合實際事件資料進行修正，設定各節點參數指標；為求參數數值之精確，在實際運作上，除應進一步進行之調查問項之信度與效度確認外，對指標量化與標準化之動作，需要妥善校估，或者進一步考量層級間權重之影響，以求得合理之節點參數指標。
6. 研究設定之各事件與安全影響因素，係經相關文獻回顧與事件分析資料所擬定；實際上，可進一步經由與專家或業者集思廣益，選定更能實際反應安全問題之因素與相關指標，使得錯誤樹中指標與節點之關係更為明確。

參考文獻

1. Matthews, R., "Ramp accidents and incidents constitute a significant safety issue", ICAO Journal, No.3 Vol. 59, PP.4~6, 2004.
2. 許瓊今,「固定翼飛航組員疲勞因素分析」,國立臺灣海洋大學航運管理學系,碩士論文,民國92年。
3. 何慶生、梁季鈺、陳德,「組員資源管理與疏失管理」,民航季刊,第3卷第2期,43~66頁,
4. 陳熾如,「航空公司獲利力對飛安績效之影響」,國立成功大學交通管理學系,碩士論文,民國88年。
5. 梁維方,「航空公司組織安全文化之評量」,國立交通大學交通運輸研究所,碩士論文,民國93年。
6. 劉厚鵬,「國內航空公司組織文化與飛安績效之研究」,國立成功大學工業管理學系,碩士論文,民國88年。
7. 陳芋頌,「飛航管制飛安風險因素之探究」,逢甲大學交通工程與管理所,碩士論文,民國94年。
8. 王美婷,「航空器軌跡預測與衝突分析」,國立交通大學交通運輸研究所,碩士論文,民國94年。
9. 何慧珍,「飛安查核量之推估與分析模化」,國立交通大學交通運輸研究所,碩士論文,民國91年。
10. 蘇啟超,「飛安查核工作排程與人員排班模式建立」,國立交通大學交通運輸研究所,碩士論文,民國92年。
11. GAIN, Operator's Flight Safety Handbook, Global Aviation Information Network, Issue 2, 2001.
12. AOSP, "Reducing accidents and improving safety on the ramp", Airport Operations Safety Panel, Washington D.C., June 15, 2004.
13. Vandel, B. "Equipment damage and human injury on the apron: is it a cost of doing business?", ISASI, 2004.
14. 楊政樺,航空地勤服務管理,揚智出版社,台北,民國90年。
15. 交通運輸研究所,「國內外航空事故肇因分析與失事調查組織以及作業之研究」,民國86年。
16. 張有恆、萬怡灼,「航空公司經營管理對飛航安全水準之影響」,民航季刊,第3卷第1期,81~106頁,民國90年。

17. 葉文健，「航空公司飛航運作系統安全分析模式之建立」，國立交通大學交通運輸研究所，博士論文，民國 93 年。
18. 陳大中，「民用航空飛航安全績效之檢測評估」，國立交通大學運輸科技與管理學系，碩士論文，民國 93 年。
19. Reason, J., Human Error, Cambridge University Press, New York, 1990.
20. 江學華，「國籍飛航空器師組織文化、人格特質與飛航安全績效之關係研究」，國立成功大學工業管理研究所，碩士論文，民國 92 年。
21. 鐘易詩，「航空公司飛安管理運作模式之研究」，國立交通大學交通運輸研究所，碩士論文，民國 88 年。
22. ASW, "Ramp events can be deadly, disruptive and cost big dollars", Air Safety Week, Oct 6, 2003.
23. ACI, Survey of Apron Incidents/Accidents, ACI survey, 1999.
24. FSA, "What's the damage : The true cost of ramp accidents", Flight Safety Australia, 2002.
25. 鄭恒理，「機坪作業安全模式研究」，國立交通大學交通運輸研究所，碩士論文，民國 95 年。
26. CAA UK, "Work hours of aircraft maintenance personnel", CAA Paper, 2002.
27. FAA, "Report to congress: injuries of workers struck by vehicles on airport aprons", FAA/DOT report, July 2002.
28. ACI, EFT, "ACI Europe and ETF joint statement on quality, safety and training in the ground handling sector", Brussels, 2005.
29. Matthews, S., "Human factors in aviation safety", 第十屆國籍航空飛安年會，2000，台北。
30. Wenner C. A., Drury C. G., "Analyzing human error in aircraft ground damage incidents", International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 26, PP.177~199, 2000.
31. Karen R. "Safety through cooperation", Ground Support Magazine, 2005.
32. 鄧家駒，風險管理，華泰文化，2000 年。
33. 張新立，「台灣地區危險物品道路運輸路線風險評估模式之研究」，運輸計畫季刊，第 19 卷第 4 期，389~408 頁，民國 79 年。

34. 劉昌明，「捷運系統安全考量之研究」，國立台灣科技大學營建工程學系，碩士論文，民國 88 年。
35. 汪進財，葉文健，蔡世昌，梁維方，蘇敏華，「飛安風險分析系統與評估模式建立之研究」，民航局，民國 88 年。
36. 張有恆、李文魁，「飛航安全風險評估模式之建構」，運輸計畫季刊，第 34 卷第 1 期，145~175 頁，民國 94 年。
37. Helmreich R. L., Klinect J. R., Wilhelm J. A., "System safety and treat and error management: the line operational safety audit", International Symposium on Aviation Psychology, 10th, Columbus, OH, UNITED STATES, PP.683-688. 1999.
38. 蔡明志，「風險管理在大眾運輸安全管理及管制應用之研究」，運輸計畫季刊，第 29 卷第 1 期，181~212 頁，民國 89 年。
39. 林雅惠，「FMEA 與 FTA 技術於可靠度應用之研究」，國立台灣科技大學管理技術研究所，碩士論文，民國 87 年。
40. Hathaway W. T., "Fire safety in transit systems fault tree analysis", UM147-PM-81-51, US DOT, 1981.
41. 郭承瑋，「以系統安全管理方法檢核我國軌道運輸之安全—以台鐵站務系統為例」，國立交通大學運輸科技與管理學系，碩士論文，民國 90 年。
42. Wong D. K. Y., Pitfield D. E., Caves R. E., Appleyard A. J., "Quantifying and characterizing aviation accident risk factors", Journal of Air Transport Management, Vol. 12, PP. 352~357, 2006.
43. OECD Directorate for Science, Technology and Industry, Division of Transport, 2000.
44. ICAO, ICAO Manual of the Regulation of International Air Transport, Doc 9626, 2006.
45. ICAO, ICAO Airports Economics Manual, Doc 9562, 2006.
46. Reed A., "End of the 'no fault' ramp", Air Transport World, Vol. 33, Issue 2, PP. 63~65, 1996.
47. 桃勤公司，www.tias.com.tw
48. 波音公司，www.boeing.com
49. Ashford N., Stanton M., Moore C. A., Airport Operations, A wiley-Interscience publication, 1984.

50. Civil Aviation Authority of Singapore, "Operating Procedures and Guidelines on Use of Apron Facilities," 2004.
51. 交通部民用航空局，民用航空法，民國 94 年 11 月 30 日修定。
52. 桃園國際航空站，台灣桃園國際機場停機坪安全管理作業程序，民國 96 年。
53. CAA UK, Air Safety Management, Civil Aviation Authority, CAP 642, 2003.
54. 行政院飛航安全委員會，飛航事故調查標準作業程序，民國 94 年。
55. IATA, Airport Handling Manual, 1998.



附件一 風險認知問卷

附件二 問卷統計表



附件一 風險認知問卷

您好：

機坪人員作業風險及飛安認知為飛安會向國科會建議重點計劃之一（計畫編號：nsc-95-3114-E-424-001-），本問卷係探討機坪作業之危險事件，藉以提升與改善整體機坪作業系統之安全。懇請 您提供在工作上寶貴的經驗與意見，撥冗協助填答。問卷內容僅供學術研究之用，絕不任意公開。謝謝 您的支持與協助。

敬祝 身體健康 萬事如意

國立交通大學交通運輸研究所
開南大學空運管理學系

指導教授 汪進財博士
助理教授 葉文健博士
研究生 林玠廷

聯絡人：葉文健 0939017377；林玠廷 0968223341

【填答方式】

本問卷每一題目將分為兩部分填答，第一部分請您勾選該危險事件在作業中發生之可能性與該事件發生所可能造成之嚴重程度。第二部分請您勾選各項導致該事件發生的可能因素，其出現的頻繁程度，以及其導致事件發生的相關程度。問卷相關選項之定義如下：

第一部分 事件發生可能性選項定義

等級	敘述	定義
1	不太可能發生	該事件沒發生過，但在異常狀態下，有發生之可能性。
2	每年發生一次	該事件發生可能性極低，平均每年約發生一次。
3	每季發生一次	該事件發生可能性低，平均每季約發生一次。
4	每月發生一次	該事件發生可能性高，平均每月約發生一次。
5	經常發生	該事件發生可能性極高，平均每月均會發生數次。

事件導致嚴重程度選項定義

等級	敘述	定義	
		人員傷害	航空器損害
1	限度內損害	可能造成輕度傷害	結構強度受損未超出其餘裕度之外不致影響飛行或地面操作之結構強度
2	小修理性損害	造成輕度傷害	即結構損害超出限度內傷害程度且達影響飛行或地面操作之結構強度者，通常用簡單程序去除結構受損部位者
3	大修理性損害	造成一人死亡或嚴重傷害	即結構損害超出限度內傷害程度且達影響飛行或地面操作之結構強度者，通常需經複雜程序重建其結構強度之修理方式者
4	更換性損害	造成多人死亡或嚴重傷害	即造成之損害超出修理性傷害程度，所有修理方式皆無法達成修復目的，而須以更換受損零件方式完成修復者

第二部分 因素出現頻繁程度選項

等級	敘述	定義
1	不太可能發生	該因素沒發生過，但在異常狀態下，有發生之可能性。
2	每年發生一次	該因素發生可能性極低，平均每年約發生一次。
3	每季發生一次	該因素發生可能性低，平均每季約發生一次。
4	每月發生一次	該因素發生可能性高，平均每月約發生一次。
5	經常發生	該因素發生可能性極高，平均每月均會發生數次。

因素相關性選項

等級	敘述	定義
1	非常低	由於此因素發生而導致上述事件發生的可能性非常低
2	很低	由於此因素發生而導致上述事件發生的可能性很低
3	普通	由於此因素發生而導致上述事件發生的可能性普通
4	很高	由於此因素發生而導致上述事件發生的可能性很高
5	非常高	由於此因素發生而導致上述事件發生的可能性非常高

【範例】若您認知航空器於進坪階段發生與空橋碰撞事件，其可能性約為每季發生一次，且此事件發生後所產生之嚴重程度相當於小修理性損害程度，則勾選方式如下：

	事件發生之可能性					導致之嚴重程度				
	不太可能發生	每年發生一次	每季發生一次	每月發生一次	經常發生	限度內損害	小修理性損害	大修理性損害	更換性損害	無法判斷
事件 1：航空器於進坪階段發生與空橋碰撞事件之可能性與事件發生後所產生之嚴重程度為何？			✓				✓			

接著，若您覺得影響此事件發生之各項可能因素中，因素 1：「航空器進坪前，未進行機坪檢查」約為每月發生一次，且其與上述事件發生的相關性為普通，而因素 2：「航空器進坪前，未測試空橋操作功能正常與否」為經常發生，且其與上述事件發生的相關性不高，則其勾選方式如下：

		出現頻繁程度					因素相關程度				
		不太可能發生	每年發生一次	每季發生一次	每月發生一次	經常發生	非常低	很低	普通	很高	非常高
(1)	航空器進坪前，未進行機坪檢查				✓			✓			
(2)	航空器進坪前，未測試空橋操作功能正常與否					✓	✓				

一、進坪階段

		事件發生之可能性					導致之嚴重程度				
		不太可能發生	每年發生一次	每季發生一次	每月發生一次	經常發生	限度內損害	小修理性損害	大修理性損害	更換性損害	無法判斷
事件 1：航空器於進坪階段發生與空橋碰撞事件之可能性與事件發生後所產生之嚴重程度為何？											
下列各項因素出現頻繁程度，以及其與事件 1 之相關程度為何？		出現頻繁程度					因素相關程度				
		不太可能發生	每年發生一次	每季發生一次	每月發生一次	經常發生	非常低	很低	普通	很高	非常高
(1)	航空器進坪前，未進行機坪檢查										
(2)	航空器進坪前，未測試空橋操作功能正常與否										
(3)	航空器進坪前，空橋未完全撤回停放位置										
(4)	航空器進坪時，未配置導引人員與翼尖瞭望人員監督指揮作業										
(5)	航空器進坪時，飛航組員操作不當，空間判斷錯誤										
(6)	航空器尚未完成地停，空橋操作人員提前進行接靠作業										
關於此題，您若有其他相關建議，煩請不吝指正：											

事件 2：航空器於進坪階段發生與機動設備碰撞事件之可能性與事件發生後所產生之嚴重程度為何？		事件發生之可能性					導致之嚴重程度				
		不太可能發生	每年發生一次	每季發生一次	每月發生一次	經常發生	限度內損害	小修理性損害	大修理性損害	更換性損害	無法判斷
下列各項因素出現頻繁程度，以及其與事件 2 之相關程度為何？		出現頻繁程度					因素相關程度				
		不太可能發生	每年發生一次	每季發生一次	每月發生一次	經常發生	非常低	很低	普通	很高	非常高
(1)	地勤人員未將機動設備停放於正確之停放區										
(2)	航空器尚未完成地停，地勤人員提前進行靠機作業										
(3)	航空器進坪時，飛航組員操作不當，空間判斷錯誤										
(4)	航空器進坪時，未進行交通道管制										
關於此題，您若有其他相關建議，煩請不吝指正：											

二、地停階段

		事件發生之可能性					導致之嚴重程度				
		不太可能發生	每年發生一次	每季發生一次	每月發生一次	經常發生	限度內損害	小修理性損害	大修理性損害	更換性損害	無法判斷
事件 3：航空器於地停階段發生與空橋碰撞事件之可能性與事件發生後所產生之嚴重程度為何？											
下列各項因素出現頻繁程度，以及其與事件 3 之相關程度為何？		出現頻繁程度					因素相關程度				
		不太可能發生	每年發生一次	每季發生一次	每月發生一次	經常發生	非常低	很低	普通	很高	非常高
(1)	航空器停止於定位後，未擺設輪檔固定										
(2)	航空器受外力影響，發生移動或晃動情形										
(3)	地勤人員操作空橋接靠時，空間判斷錯誤										
(4)	地勤人員操作空橋接靠時，空橋發生功能異常										
(5)	地勤人員完成空橋接靠後，未鎖定空橋，確保空橋固定										
(6)	地勤人員操作空橋撤離時，操作不當，碰撞航空器										
(7)	航空器艙門尚未關閉，地勤人員提前操作空橋撤離										
關於此題，您若有其他相關建議，煩請不吝指正：											

事件 4：航空器於地停階段發生與機動設備碰撞事件之可能性與事件發生後所產生之嚴重程度為何？		事件發生之可能性					導致之嚴重程度				
		不太可能發生	每年發生一次	每季發生一次	每月發生一次	經常發生	限度內損害	小修理性損害	大修理性損害	更換性損害	無法判斷
下列各項因素出現頻繁程度，以及其與事件 4 之相關程度為何？		出現頻繁程度					因素相關程度				
		不太可能發生	每年發生一次	每季發生一次	每月發生一次	經常發生	非常低	很低	普通	很高	非常高
(1)	地勤人員作業時，未固定機動設備										
(2)	地勤人員操作機動設備接靠航空器時，未有引導人員指揮										
(3)	地勤人員操作機動設備前，未進行功能檢查測試										
(4)	地勤人員操作機動設備時，機動設備功能異常										
(5)	地勤人員駕駛機動設備時，未將升降裝置收回										
(6)	地勤人員駕駛機動設備時，未依設計路線行駛										
(7)	地勤人員駕駛機動設備時，超過規定行駛速限										
關於此題，您若有其他相關建議，煩請不吝指正：											

三、後推階段

事件 5：航空器於後推階段發生與空橋碰撞事件之可能性與事件發生後所產生之嚴重程度為何？		事件發生之可能性					導致之嚴重程度				
		不太可能發生	每年發生一次	每季發生一次	每月發生一次	經常發生	限度內損害	小修理性損害	大修理性損害	更換性損害	無法判斷
下列各項因素出現頻繁程度，以及其與事件 5 之相關程度為何？		出現頻繁程度					因素相關程度				
		不太可能發生	每年發生一次	每季發生一次	每月發生一次	經常發生	非常低	很低	普通	很高	非常高
(1)	空橋尚未撤離，航空器提前進行後推作業										
(2)	進行航空器後推作業，未配置導引人員與翼尖瞭望人員										
關於此題，您若有其他相關建議，煩請不吝指正：											
事件 6：航空器於後推階段與機動設備發生碰撞事件之可能性與事件發生後所產生之嚴重程度為何？		事件發生之可能性					導致之嚴重程度				
		不太可能發生	每年發生一次	每季發生一次	每月發生一次	經常發生	限度內損害	小修理性損害	大修理性損害	更換性損害	無法判斷
下列各項因素出現頻繁程度，以及其與事件 6 之相關程度為何？		出現頻繁程度					因素相關程度				
		不太可能發生	每年發生一次	每季發生一次	每月發生一次	經常發生	非常低	很低	普通	很高	非常高
(1)	機坪尚未淨空，航空器提前進行後推作業										
(2)	進行航空器後推作業，未配置導引人員與翼尖瞭望人員										
關於此題，您若有其他相關建議，煩請不吝指正：											

四、作業階段

		事件發生之可能性					導致之嚴重程度				
		不太可能發生	每年發生一次	每季發生一次	每月發生一次	經常發生	限度內損害	小修理性損害	大修理性損害	更換性損害	無法判斷
事件 7：發生車禍事件之可能性與事件發生後所產生之嚴重程度為何？											
		出現頻繁程度					因素相關程度				
		不太可能發生	每年發生一次	每季發生一次	每月發生一次	經常發生	非常低	很低	普通	很高	非常高
下列各項因素出現頻繁程度，以及其與事件 7 之相關程度為何？											
(1)	駕駛機動車輛前，未進行功能測試										
(2)	駕駛機動車輛時，發生功能異常										
(3)	駕駛機動車輛時，未開啟閃光警示燈										
(4)	地勤人員未穿著反光背心										
(5)	天候不佳(濃霧、大雨、夜間)，影響視線										
(6)	地勤人員駕駛機動設備時，未依設計路線行駛										
(7)	地勤人員駕駛機動設備時，超過規定行駛速限										
(8)	小拖車違規超掛貨盤										
(9)	人員攀立於行駛之機動車輛										

關於此題，您若有其他相關建議，煩請不吝指正：

事件 8：發生引擎噴流事件之可能性 與事件發生後所產生之嚴重程度為何？	事件發生之可能性					導致之嚴重程度				
	不太可能發生	每年發生一次	每季發生一次	每月發生一次	經常發生	限度內損害	小修理性損害	大修理性損害	更換性損害	無法判斷
下列各項因素出現頻繁程度，以及其與事件 8 之相關程度為何？	出現頻繁程度					因素相關程度				
	不太可能發生	每年發生一次	每季發生一次	每月發生一次	經常發生	非常低	很低	普通	很高	非常高
(1)	未於引擎周圍設置安全防護錐									
(2)	航空器之安全防撞警示燈未開啟									
(3)	航空器完成地停後，未將引擎關閉									
(4)	航空器啟動引擎前，未確認機坪淨空									
(5)	航空器引擎啟動後，未進行後方交通管制									
(6)	未注意引擎狀態，人員與車輛通過航空器後方，或靠近引擎周圍									
關於此題，您若有其他相關建議，煩請不吝指正：										

【基本資料】

年齡：19歲以下 20-29歲 30-39歲 40-49歲 50歲以上

教育程度：國中以下 高中職 專科 大學 碩士以上

工作年資：_____年_____月

是否曾經親自處理過事故：是 否

工作職務：空橋作業 貨運作業 裝卸作業 航空器拖移作業 航空器清潔/補給作業 其他：_____

職稱：_____

附件二 問卷統計表

問項 \ 問卷編號	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	平均
事件 1 發生機率	1	1	1	2	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1.33
事件 1 導致之嚴重程度	2	2	3	2	2	1	2	N/A	1	N/A	N/A	N/A	3	N/A	N/A	2
因素 1-1 出現頻繁程度	1	1	1	1	3	2	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1.73
因素 1-1 相關程度	1	1	4	1	4	2	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1.73
因素 1-2 出現頻繁程度	2	2	1	1	2	3	2	1	2	1	5	1	1	1	1	1.73
因素 1-2 相關程度	2	2	3	1	4	3	5	1	2	1	5	1	4	1	1	2.4
因素 1-3 出現頻繁程度	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.13
因素 1-3 相關程度	1	1	4	1	5	3	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1.87
因素 1-4 出現頻繁程度	1	1	1	1	1	4	1	5	1	3	1	1	1	1	1	1.6
因素 1-4 相關程度	1	1	4	1	4	4	4	1	1	4	1	1	4	1	1	2.13
因素 1-5 出現頻繁程度	1	1	1	1	2	3	1	2	1	1	1	1	1	1	N/A	1.29
因素 1-5 相關程度	1	1	4	1	4	4	2	1	1	2	1	1	4	1	N/A	2
因素 1-6 出現頻繁程度	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.2
因素 1-6 相關程度	2	2	4	1	5	2	3	1	1	1	1	1	5	1	1	2.07
事件 2 發生機率	1	1	1	2	3	2	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1.47
事件 2 導致之嚴重程度	2	2	3	2	4	2	2	N/A	2	N/A	1	N/A	3	N/A	N/A	2.3
因素 2-1 出現頻繁程度	1	2	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1.33
因素 2-1 相關程度	1	2	4	2	4	2	2	2	1	2	1	1	5	1	1	2.07
因素 2-2 出現頻繁程度	1	3	1	2	1	3	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1.4
因素 2-2 相關程度	1	2	4	3	5	3	1	1	1	3	1	1	5	1	1	2.2
因素 2-3 出現頻繁程度	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1	2	1	N/A	1.29
因素 2-3 相關程度	1	1	4	2	4	3	1	1	1	2	1	1	5	1	N/A	2

問項	問卷編號															平均
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
因素 2-4 出現頻繁程度	2	1	1	1	2	4	1	5	1	2	3	1	2	1	1	1.87
因素 2-4 相關程度	2	1	4	2	5	4	1	4	1	2	3	1	5	1	1	2.47
事件 3 發生機率	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1.53
事件 3 導致之嚴重程度	2	2	3	1	1	1	1	N/A	1	N/A	1	N/A	3	N/A	N/A	1.78
因素 3-1 出現頻繁程度	1	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1.27
因素 3-1 相關程度	1	1	4	1	4	3	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1.8
因素 3-2 出現頻繁程度	2	3	2	1	2	3	1	1	2	1	5	1	2	1	1	1.87
因素 3-2 相關程度	2	3	4	1	4	3	1	1	1	2	5	1	5	1	1	2.33
因素 3-3 出現頻繁程度	2	2	1	1	1	4	3	1	1	1	1	1	2	1	1	1.53
因素 3-3 相關程度	2	3	4	1	4	4	5	1	1	1	1	1	5	1	1	2.33
因素 3-4 出現頻繁程度	2	2	2	2	2	4	2	5	2	2	3	1	2	1	2	2.27
因素 3-4 相關程度	2	2	4	1	4	4	4	1	2	3	3	1	5	1	2	2.6
因素 3-5 出現頻繁程度	1	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1.27
因素 3-5 相關程度	1	1	4	1	5	3	1	2	1	1	1	1	5	1	1	1.93
因素 3-6 出現頻繁程度	1	2	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	1	1	1.4
因素 3-6 相關程度	1	2	4	1	5	2	4	1	1	1	1	1	5	1	1	2.07
因素 3-7 出現頻繁程度	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.2
因素 3-7 相關程度	2	1	4	1	4	2	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1.8
事件 4 發生機率	2	3	3	1	2	2	3	2	1	2	1	5	3	1	1	2.13
事件 4 導致之嚴重程度	1	2	3	1	2	1	2	N/A	1	1	1	N/A	3	N/A	N/A	1.8
因素 4-1 出現頻繁程度	2	3	2	1	2	3	1	2	1	2	1	1	3	1	1	1.73
因素 4-1 相關程度	2	3	4	1	4	2	1	4	1	2	1	1	5	1	1	2.2

問項	問卷編號															平均
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
因素 4-2 出現頻繁程度	3	3	2	1	2	3	5	5	1	3	1	1	3	1	1	2.33
因素 4-2 相關程度	1	3	4	1	4	3	5	2	1	3	1	1	5	1	1	2.4
因素 4-3 出現頻繁程度	1	3	2	1	1	2	5	5	1	3	3	1	3	1	1	2.2
因素 4-3 相關程度	1	2	4	1	5	2	5	1	1	3	3	1	5	1	1	2.4
因素 4-4 出現頻繁程度	1	2	2	2	1	3	3	5	1	4	5	5	3	4	2	2.87
因素 4-4 相關程度	1	2	4	1	4	3	4	1	1	4	5	1	5	2	2	2.67
因素 4-5 出現頻繁程度	1	3	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	3	1	1	1.53
因素 4-5 相關程度	1	3	4	1	5	2	3	1	1	1	1	1	5	1	1	2.07
因素 4-6 出現頻繁程度	1	3	2	2	2	3	2	1	1	4	5	5	3	1	1	2.4
因素 4-6 相關程度	1	3	4	2	5	4	3	1	1	5	5	1	5	1	1	2.8
因素 4-7 出現頻繁程度	1	3	2	2	3	4	2	1	2	5	5	1	3	1	1	2.4
因素 4-7 相關程度	1	3	4	2	5	4	3	1	2	5	5	1	5	1	1	2.87
事件 5 發生機率	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1.2
事件 5 導致之嚴重程度	N/A	2	4	1	2	2	N/A	1	1	N/A	1	N/A	3	N/A	N/A	1.89
因素 5-1 出現頻繁程度	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1.2
因素 5-1 相關程度	1	1	5	1	5	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1.8
因素 5-2 出現頻繁程度	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.07
因素 5-2 相關程度	1	1	4	1	4	2	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1.67
事件 6 發生機率	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1.13
事件 6 導致之嚴重程度	1	1	4	1	3	1	N/A	1	1	N/A	1	N/A	N/A	N/A	N/A	1.56
因素 6-1 出現頻繁程度	1	1	1	1	1	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1.2
因素 6-1 相關程度	2	1	4	1	2	3	1	2	1	1	1	1	5	1	1	1.8

問項	問卷編號															平均
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
因素 6-2 出現頻繁程度	3	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.33
因素 6-2 相關程度	1	1	4	1	3	2	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1.67
事件 7 發生機率	3	3	5	2	3	3	3	2	3	4	2	5	5	3	2	3.2
事件 7 導致之嚴重程度	2	1	3	2	3	2	2	4	2	N/A	2	N/A	2	N/A	1	2.17
因素 7-1 出現頻繁程度	5	3	4	1	3	3	2	5	1	5	2	1	3	1	1	2.67
因素 7-1 相關程度	4	2	4	1	4	3	4	2	1	3	2	1	5	1	1	2.53
因素 7-2 出現頻繁程度	3	3	3	2	3	4	2	3	1	5	5	5	4	4	1	3.2
因素 7-2 相關程度	3	2	4	1	4	4	3	2	1	4	5	4	5	1	1	2.93
因素 3-3 出現頻繁程度	1	2	4	2	4	3	1	5	1	1	1	5	5	1	1	2.47
因素 7-3 相關程度	1	3	3	2	5	3	1	1	1	1	2	3	5	1	1	2.2
因素 7-4 出現頻繁程度	2	3	5	1	1	2	1	4	1	1	1	5	5	1	1	2.27
因素 7-4 相關程度	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1	2	2	5	1	1	1.73
因素 7-5 出現頻繁程度	3	4	4	2	2	4	2	5	3	3	2	5	3	2	1	3
因素 7-5 相關程度	2	3	4	2	3	4	4	5	3	3	3	3	5	3	1	3.2
因素 7-6 出現頻繁程度	2	4	4	2	2	4	5	1	1	1	2	5	5	1	1	2.67
因素 7-6 相關程度	3	3	4	2	3	4	5	3	1	1	3	2	5	1	1	2.73
因素 7-7 出現頻繁程度	5	4	5	2	4	4	5	1	1	4	1	5	5	1	1	3.2
因素 7-7 相關程度	4	3	5	2	4	4	5	5	1	4	2	2	5	1	1	3.2
因素 7-8 出現頻繁程度	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1.47
因素 7-8 相關程度	2	1	4	1	3	2	1	2	1	1	2	1	5	1	1	1.87
因素 7-9 出現頻繁程度	1	1	3	1	1	2	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1.4
因素 7-9 相關程度	1	1	3	1	3	3	1	3	1	1	2	1	5	1	1	1.87

問項	問卷編號															平均
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
事件 8 發生機率	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	N/A	1	1	1.14
事件 7 導致之嚴重程度	1	2	4	1	5	2	N/A	N/A	1	N/A	1	N/A	N/A	N/A	N/A	2.13
因素 8-1 出現頻繁程度	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1.2
因素 8-1 相關程度	1	2	4	1	3	2	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1.67
因素 8-2 出現頻繁程度	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1.2
因素 8-2 相關程度	1	1	4	1	3	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1.53
因素 8-3 出現頻繁程度	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N/A	1	1	1
因素 8-3 相關程度	1	1	4	1	4	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1.6
因素 8-4 出現頻繁程度	1	1	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1.27
因素 8-4 相關程度	1	2	4	1	3	3	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1.73
因素 8-5 出現頻繁程度	2	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1.27
因素 8-5 相關程度	2	2	4	1	3	3	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1.8
因素 8-6 出現頻繁程度	1	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1.27
因素 8-6 相關程度	1	3	5	1	3	3	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1.93
教育程度	高中職	大學	碩士	大學	大學	大學	大學	高中職	高中職	高中職	高中職	高中職	高中職	高中職	高中職	
工作年資	38	10	16	5	8	13	11	14	8	8	10	13	12	11	11	12.53
事件經歷	有	有	有	有	有	有	有	有	無	有	無	無	有	有	無	