

# 機坪作業風險之評量

研究生：林玠廷

指導教授：汪進財 教授

國立交通大學 交通運輸研究所

## 摘要

機坪是機場最繁忙的區域，為空側與陸側的界面及航機停駁與地勤作業的位置。一旦機坪作業發生安全事故，不僅會直接造成航機的損毀、工作人員的傷害，亦會間接使得飛航班表延誤、甚至混亂。由於其高度的工作負荷與嚴重的後果損失，使得機坪安全管理成為民航關鍵議題之一，而如何發掘機坪作業的危險因子並減低飛安風險即為必要研究。因此，本研究首先回顧各項機坪工作的標準作業程序，應用藍圖法的概念系統性地勾勒相映的作業流程；並且依所繪製的藍圖，運用事件分析樹狀圖探討各作業潛在危險因子與可能事件。為能進一步評量各事件的風險水準，本研就研擬一套風險感知評量問卷，並針對熟悉機坪作業的專家進行調查；透過風險矩陣與錯誤樹分析法，衡量各事件的風險水準且釐清各危險因子的風險優先順序。研究結果顯示，本研究所研提的分析模式確能運作，可作為機坪作業風險評量的有效工具。

關鍵詞：機坪作業、風險評量、錯誤樹分析法、風險矩陣

# Risk Assessment for Airport Ramp Operations

Student : Chieh-Ting Lin

Advisor : Dr. Jinn-Tsai Wong

Institute of Traffic and Transportation  
National Chiao Tung University

## ABSTRACT

Ramp is the busiest area between the airport's air-side and ground-side for airplanes parking and ground-service operating. Once a ramp accident occurs, it causes not only the damage to the aircrafts and injuries to the staff directly, but also the delay and disruption to the flight schedule indirectly. Because of its pressing workloads and costly consequences, airport ramp safety management has become a crucial issue in aviation, and how to further explore the hazards of ramp operations and reduce its risks is necessary. For this reason, this study begins with reviewing the standard operation procedures of varied tasks on ramp and systematizing corresponding operation processes by the blueprint concept. According to above blueprints, the potential hazards and possible events within each task are explored with event tree diagram. Furthermore, in order to assess the risk level of these events, a risk perception questionnaire is designed and a survey for ramp operation specialists is taken. Through the Risk-Matrix and Fault-Tree-Analysis, the risk level of each event is measured and the priority among hazards in each task is identified. The demonstration reveals that the proposed analysis model works well and can be a useful tool to assess the risk in airport ramp operations.

Keywords : Ramp Operation, Risk Assessment, Fault Tree Analysis, Risk Matrix

## 誌 謝

研究所的生活轉眼之間到了尾聲，在北交研的這段日子不論在學問的追求與人生的成長過程，蒙受所有師長與同學的指導與幫忙，在此致上由衷的感謝。

撰寫論文的這段時間，要感謝我的指導老師汪進財博士，提供許多的意見與指導，也讓我體會到做研究應有的態度與思維。另外，要感謝口試委員葉文健老師與許悅玲老師對本論文不吝指教及寶貴的建議，在此，由衷感謝。

在北交研受業期間，感謝馮正民教授、黃台生教授、陳武正教授、許鉅秉教授等師長的指導與教誨，使得我有所成長。還有一同努力的同學們，兩年的相處留下了許多珍貴與美好的回憶。

還要特別感謝文健學長、易詩學長、恆理學長在論文撰寫期間的協助與鼓勵，始得論文可以順利完成。感謝天浩、美婷兩位同窗好友在這三年間的互相扶持。感謝 102 寢與球隊的學弟們，對我的收留與激勵。還要感謝我的家人，多年來的支持與鼓勵，讓我得到栽培完成學業。

感謝所有關心我與協助我的人，謝謝你們。



林玠廷 謹誌  
交通大學交通運輸研究所  
中華民國九十六年七月

## 目錄

中文摘要	.....	i
英文摘要	.....	ii
誌謝	.....	iii
目錄	.....	iv
表目錄	.....	vi
圖目錄	.....	vii
一、	緒論	1
1.1	研究背景與動機	1
1.2	研究目的	3
1.3	研究內容與範圍	4
1.4	研究方法	5
1.5	研究流程	5
二、	文獻回顧	7
2.1	系統安全回顧	7
2.2	機坪安全	11
2.3	風險評量	15
2.4	錯誤樹分析與事件樹分析	19
2.5	小結	20
三、	機坪作業系統解構	21
3.1	機坪作業項目	21
3.2	機坪安全管理	28
3.3	小結	30
四、	機坪作業疏失分析	35
4.1	錯誤樹分析與事件樹分析	35
4.2	機坪安全事件之事件樹分析	35
五、	機坪作業風險認知調查	45
5.1	風險認知問卷設計	45
5.2	問卷調查結果分析	51
六、	錯誤樹模式建構	62
6.1	模式建構流程	62
6.2	機坪事件錯誤樹	62
6.3	基本事件節點參數指標設定	69
6.4	錯誤樹頂端事件機率與節點機率計算結果	72
6.5	小結	78
七、	錯誤樹模式分析	79
7.1	敏感度分析	79
7.2	分析比較	82

八、	結論與建議	84
參考文獻		86
附件		90



## 表目錄

表 5.1	風險認知問卷問項內容	47
表 5.2	安全影響因素風險矩陣	52
表 5.3	安全影響因素風險等級評價表	52
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	53
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	54
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	54
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	55
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	55
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	56
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	56
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	57
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	57
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	58
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	58
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	58
表 5.16	發生車禍事件風險認知平均得分	59
表 5.17	發生車禍事件安全影響因素風險矩陣	60
表 5.18	發生引擎噴流事件風險認知平均得分	60
表 5.19	發生引擎噴流事件安全影響因素風險矩陣	61
表 5.20	安全影響因素風險矩陣結果表	61
表 6.1	邏輯符號介紹與說明	63
表 6.2	分數換算每年發生次數公式表	69
表 6.3	安全影響因素發生機率表	70
表 7.1	安全影響因素敏感度一覽表	80

## 圖目錄

圖 1.1	機坪意外事件及其可能後果	2
圖 1.2	研究架構圖	6
圖 2.1	系統安全與災難發生之因果關係	8
圖 2.2	骨牌效應理論示意圖	8
圖 2.3	乳酪理論示意圖	9
圖 2.4	系統安全管理流程圖	9
圖 2.5	飛航安全系統錯誤鏈模型	10
圖 2.6	天平理論圖	11
圖 2.7	航空器損傷事件造成延誤時間及次數	12
圖 2.8	車禍事件肇事車輛類型分布圖	13
圖 2.9	飛安系統之架構	16
圖 2.10	風險矩陣圖	17
圖 2.11	風險評估三角形	18
圖 2.12	錯誤樹分析架構圖	20
圖 3.1	機坪作業項目時間安排圖	22
圖 3.2	機坪作業設備位置圖	22
圖 3.3	航空器機坪作業流程圖	23
圖 3.4	ERA 與空橋安全區之位置與範圍示意圖	24
圖 3.5	輪檔作業程序圖	25
圖 3.6	空橋作業程序圖	26
圖 3.7	後推作業程序圖	28
圖 3.8	機坪作業工作藍圖	31
圖 3.9	地勤作業工作藍圖_空橋作業部分	32
圖 3.10	地勤作業工作藍圖_貨物行李裝卸作業部分	33
圖 3.11	地勤作業工作藍圖_後推作業部分	34
圖 4.1	航空器與空橋碰撞事件之事件分析樹	37
圖 4.2	航空器與機動設備碰撞事件之事件分析樹	40
圖 4.3	車禍事件之事件分析樹	41
圖 4.4	航空器到達引擎噴流事件之事件分析樹	43
圖 4.5	航空器離開引擎噴流事件之事件分析樹	44
圖 6.1	模式建構流程圖	62
圖 6.2	航空器與空橋碰撞事件之錯誤樹推演圖	64
圖 6.3	操作空橋碰撞靜止航空器之錯誤樹推演圖	64
圖 6.4	操作功能故障空橋事件之錯誤樹推演圖	64
圖 6.5	航空器與空橋碰撞事件之錯誤樹	65
圖 6.6	航空器與機動設備碰撞事件之錯誤樹	66

圖 6.7	車禍事件之錯誤樹·····	67
圖 6.8	引擎噴流事件之錯誤樹·····	68
圖 6.9	航空器與空橋碰撞事件各節點計算結果·····	74
圖 6.10	航空器與機動設備碰撞事件各節點計算結果·····	75
圖 6.11	車禍事件各節點計算結果·····	76
圖 6.12	引擎噴流事件各節點計算結果·····	77

