

逢甲大學
運輸科技與管理學系碩士班
碩士論文

台鐵機車風險管理之研究

A Study on Locomotive's Risk Management of
Taiwan Railway Administration

指導教授：葉名山

研 究 生：郭聖暉

中 華 民 國 九 十 九 年 七 月

致謝

當論文即將完成的那一刻，也意味著我在逢甲六年的時光也即將結束，在逢甲兩年的研究所生涯中，除了感恩與感動外更要感激的莫過於恩師 葉名山教授，在恩師的諄諄教導下，讓我更深入了解並體會運輸相關學問，恩師也不吝嗇的提供相關學術資料以及學習環境。

承蒙輔導老師 陳世晃老師在論文撰寫過程中提供寶貴的意見，以及口試委員 張新立老師、台灣鐵路管理局 范植谷局長不吝嗇的給予論文指點，讓我論文撰寫更完善。感謝台鐵行車保安委員會主任陳明銓、台鐵台中運務段段長蘇鎮霖、台鐵彰化機務段段長林進德以及台鐵彰化機務段副段長陳振華的支持，協助我蒐集完善的資料。感謝台鐵台中站站長林景山以及陳玉加學長的指點，讓我得以更深入了解台鐵目前的營運現況。感謝台鐵機務處、七堵機務段、台北機務段、新竹機務段、彰化機務段、嘉義機務段、高雄機務段以及花蓮機務段各段長官的協助，讓我的專家問卷得以順利完成。

兩年的研究所生活，感謝舒馬赫、外星人、常淳、阿達、朝慶、玉菁、欣憲學長、峰義學長、欣翰學長、遠橋學長、致勝學長、啟名學長、榕裕學長以及仲凱學長，讓我的研究所生活得以更充實，且能從從業的學長姐中獲得許多學校無法學到的道理與經驗。

大學同學的 NONO、大姊、憨邦、小潤以及林信宏，因為有你們，讓我在緊湊的研究所生活中共同分享彼此的喜好，這些將會成為我難忘的回憶。最後，我更要感謝一路支持我的父母，因為你們的支持與鼓勵，讓我在研究所的求學過程中得以克服困難並成長茁壯，願將這份成就分享給所有關懷我的人。

聖暉 謹致

中華民國九十九年七月

于逢甲

摘要

運輸行為必伴隨著風險的產生，傳統運輸安全的理念為強調絕對安全，近年來則成「接受風險」並加以「風險管理」。根據台鐵民國 98 年所提供之資料，機車故障為行車類事故中發生機率極高，機車故障除了影響後續列車誤點外，更嚴重打擊台鐵形象。本研究收集台鐵民國 95 年至 98 年之機車故障資料，共 1423 筆。篩選計算 24 項常見之機車故障風險值並製作各種機車風險矩陣，如推拉式電力機車、電力機車、電聯車、柴電機車以及柴油客車，並透過專家問卷訂定出合理的風險等級指標。本研究結果顯示推拉式電力機車以不出力發生頻率最高，電力機車以 E200 型故障率較高，電聯車以 EMU500 型故障率最高為最需改善項目。

關鍵詞：風險管理、機車故障、鐵路、台鐵

Abstract

Transportation will produce risk inevitably, and in tradition, we will require the absolute safety, but now we will accept the concepts of “acceptable risk” and “risk management” in recent years. According to the data offered from Taiwan Railway Administration (TRA) in 2009, locomotive failures have the highest percentage in traffic accidents. Locomotive failures not only cause to train delays, but also severely damage to the image of TRA. This study had collected 1,423 locomotive failures from years 2006 to 2009. Then we selected 24 risk indices of the locomotive failure, and created the risk matrix of every type of locomotive such as Push-pull locomotive, Electrical Locomotive, Electrical Multiple Units, Diesel-Electrical locomotive, and Diesel Multiple Units. Then, we used questionnaire by experts to identify rational level of risk indices. Furthermore, this study shows that the lost power of Push-pull locomotive has the highest frequency, E200 of Electrical locomotive has the highest failure ratio, and EMU 500 of Electrical Multiple Units has the highest failure ratio.

Keywords: Risk Management, Locomotive Failure, Railway, Taiwan Railway Administration

目錄

致謝.....	I
摘要.....	II
Abstract.....	III
目錄.....	IV
圖目錄.....	VII
表目錄.....	VIII
第一章、緒論.....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	1
1.3 研究範圍與限制.....	2
1.4 研究方法.....	2
1.5 研究流程.....	2
第二章、文獻回顧.....	5
2.1 風險之定義.....	5
2.2 風險管理的程序.....	7
2.3 動態與靜態之風險鑑定分析方法.....	8
2.3.1 靜態之風險鑑定分析方法.....	8
2.3.2 動態之風險鑑定分析方法.....	9
2.4 風險管理的對策.....	10
2.5 骨牌理論與乳酪理論.....	10
2.6 可靠度、可用度、維修度及系統安全性.....	12
2.7 運輸業者面臨之風險與評估.....	13
2.8 營運安全風險之來源與類別.....	15
2.8.1 鐵路營運安全風險之意義.....	15
2.8.2 鐵路營運安全風險之來源.....	15
2.9 小結.....	19
第三章、台鐵現況分析.....	20
3.1 台鐵的組織架構.....	20
3.2 台鐵的營運車輛.....	21

3.2.1 推拉式電車組	21
3.2.2 電力機車	21
3.2.3 電聯車	22
3.2.4 柴電機車	24
3.2.5 柴油客車	25
3.3 台鐵營運事故類別說明	27
3.4 小結	29
第四章、安全風險指標之探討	30
4.1 台鐵的安全指標	30
4.2 台北捷運系統之安全指標	30
4.3 高雄捷運系統之安全指標	32
4.4 國外相關之軌道運輸安全指標	33
4.5 其他軌道運輸安全績效指標	33
4.6 小結	35
第五章、台鐵機車風險分析與風險估計	36
5.1 車輛故障類型列舉及分類	37
5.1.1 車輛故障列舉	38
5.1.2 推拉式電車組	39
5.1.3 電力機車	40
5.1.4 電聯車	40
5.1.5 柴油客車	41
5.1.6 柴油機車	41
5.2 風險分析與評估	42
5.3 台鐵機務處之風險管理	44
5.4 風險值計算	46
5.4.1 資料來源與資料選取標準	49
5.4.2 推拉式電車組	52
5.4.3 電力機車	59
5.4.4 電聯車	66
5.4.5 柴油客車	73
5.4.6 柴電機車	76

5.4.7 小結	81
第六章、問卷分析	84
第七章、課題探討	90
第八章、結論與建議	92
8.1 結論	92
8.2 建議	93
參考文獻	96
附錄一、台鐵機車風險指標之問卷調查	99
附錄二、鐵路機車車輛檢修規則	103
附錄三、各車型故障比例表	108
作者簡介	116



圖目錄

圖 1.1 研究流程圖.....	4
圖 2.1 Heinrich之骨牌理論示意圖.....	11
圖 2.2 Dr. Reason之乳酪理論示意圖.....	12
圖 2.2 風險評估三角形.....	14
圖 3.1 台鐵組織架構圖.....	20
圖 3.2 推拉式電車E1000 型.....	21
圖 3.3 電力機車E200 型.....	22
圖 3.4 EMU500 型電聯車.....	23
圖 3.5 TEMU1000 型傾斜式電聯車.....	24
圖 3.6 R50 型柴電機車.....	24
圖 3.7 DR3100 型柴聯車.....	25
圖 5.1 台鐵機務處組織圖.....	36
圖 5.2 台鐵動力車輛系統.....	37
圖 5.3 電力機車主要系統架構.....	38
圖 5.4 民國 95 年至 98 年推拉式機車故障之風險矩陣圖.....	58
圖 5.5 民國 95 年至 98 年電力機車故障之風險矩陣圖.....	65
圖 5.6 民國 95 年至 98 年電聯車故障之風險矩陣圖.....	72
圖 5.7 民國 95 年至 98 年柴油客車故障之風險矩陣圖.....	75
圖 5.8 民國 95 年至 98 年柴電機車故障之風險矩陣圖.....	80
圖 5.9 推拉式電車民國 95 年至 98 年主要故障比例圖.....	81
圖 5.10 電力機車民國 95 年至 98 年主要故障比例圖.....	82
圖 5.11 電聯車民國 95 年至 98 年主要故障比例圖.....	82
圖 5.12 柴油客車民國 95 年至 98 年主要故障比例圖.....	83
圖 5.13 柴電機車民國 95 年至 98 年主要故障比例圖.....	83

表目錄

表 2.1 各學者對風險之定義	5
表 2.2 運務處的事故類型	17
表 2.3 工務處的事故類型	18
表 2.4 機務處的事故類型	18
表 2.5 電務處的事故類型	19
表 3.1 推拉式電車組資料表	21
表 3.2 電力機車資料表	22
表 3.3 電聯車資料表	23
表 3.4 柴電機車資料表	24
表 3.5 柴油客車資料表	25
表 3.6 歷年機車、客貨車輛數(單位：車)	26
表 3.6 歷年機車、客貨車輛數(單位：車) 續	26
表 4.1 高雄捷運各類安全指標	32
表 5.1 電力車輛及柴油車輛故障類型分類	39
表 5.2 推拉式電車組專用電力機車常見失效類別	39
表 5.3 電力機車常見失效類別	40
表 5.4 電聯車常見失效類別	41
表 5.5 柴油客車常見失效類別	41
表 5.6 柴油機車常見失效類別	42
表 5.7 危害事件發生頻率	42
表 5.8 危害嚴重程度	43
表 5.9 風險矩陣	43
表 5.10 風險程度之處理方式	44
表 5.11 機務處的事故類型	44
表 5.12 動力車行駛公里(單位：公里)	45
表 5.12 動力車行駛公里(單位：公里) 續	45
表 5.13 台灣鐵路管理局風險機率等級之定義	46
表 5.14 台鐵機務處影響程度等級說明	46
表 5.15 台鐵機務處發生頻率等級說明	47

表 5.16 台鐵機務處發生頻率等級說明	48
表 5.16 台鐵機務處發生頻率等級說明 續	48
表 5.17 台鐵機務處影響程度等級說明	49
表 5.18 民國 95 年至 98 年動力車故障次數	49
表 5.19 民國 95 年至 98 年各型電力機車故障次數	50
表 5.20 民國 95 年至 98 年各型電聯車故障次數	50
表 5.21 民國 95 年至 98 年各型柴電機車故障次數	51
表 5.22 民國 95 年至 98 年各型柴油客車故障次數	51
表 5.23 民國 95 年至 98 年推拉式機車不出力誤點程度及等級	52
表 5.24 民國 95 年至 98 年推拉式機車VCB不閉合誤點程度及等級	53
表 5.25 民國 95 年至 98 年推拉式機車不鬆軔誤點程度及等級	54
表 5.26 民國 95 年至 98 年推拉式機車咬死誤點程度及等級	55
表 5.27 民國 95 年至 98 年推拉式機車不升弓誤點程度及等級	56
表 5.28 民國 95 年至 98 年推拉式機車馬達故障誤點程度及等級	57
表 5.29 推拉式電力機車各年風險分布表	58
表 5.30 民國 95 年至 98 年電力機車不閉合誤點程度及等級	59
表 5.31 民國 95 年至 98 年電力機車鼓風機不運作誤點程度及等級 ...	60
表 5.32 民國 95 年至 98 年電力機車不出力誤點程度及等級	61
表 5.33 民國 95 年至 98 年電力機車無 440V電源誤點程度及等級	62
表 5.34 民國 95 年至 98 年電力機車集電弓不升弓誤點程度及等級 ...	63
表 5.35 民國 95 年至 98 年電力機車咬死誤點程度及等級	64
表 5.36 電力機車各年風險分布表	65
表 5.37 民國 95 年至 98 年電聯車不出力誤點程度及等級	66
表 5.38 民國 95 年至 98 年電聯車VCB不閉合誤點程度及等級	67
表 5.39 民國 95 年至 98 年電聯車主變電壓器故障誤點程度及等級 ...	68
表 5.40 民國 95 年至 98 年電聯車SIV故障誤點程度及等級	69
表 5.41 民國 95 年至 98 年電聯車不鬆軔誤點程度及等級	70
表 5.42 民國 95 年至 98 年電聯車咬死誤點程度及等級	71
表 5.43 電聯車各年風險分布表	72
表 5.44 民國 95 年至 98 年柴油客車引擎故障誤點程度及等級	73
表 5.45 民國 95 年至 98 年柴油客車逆轉機故障誤點程度及等級	74

表 5.46 柴油客車各年風險分布表	75
表 5.47 民國 95 年至 98 年柴電機車GR作用誤點程度及等級	76
表 5.48 民國 95 年至 98 年柴電機車不出力誤點程度及等級	77
表 5.49 民國 95 年至 98 年柴電機車引擎故障誤點程度及等級	78
表 5.50 民國 95 年至 98 年柴電機車引擎故障誤點程度及等級	79
表 5.51 柴電機車各年風險分布表	80
表 6.1 發生頻率之定義	85
表 6.2 發生嚴重程度之定義(當次列車延誤時間，單位：分)	85
表 6.3 建議發生頻率等級之定義	86
表 6.4 建議發生嚴重程度等級定義	86
表 6.5 問卷與本研究之發生頻率比較	87
表 6.6 推拉式電力機車不出力之問卷與本研究發生頻率比較	87
表 6.7 電力機車不閉合之問卷與本研究發生頻率比較	87
表 6.8 電力機車MA故障之問卷與本研究發生頻率比較	88
表 6.9 電聯車不出力之問卷與本研究發生頻率比較	88
表 6.10 電聯車SIV故障之問卷與本研究發生頻率比較	88
表 6.11 柴油客車引擎故障之問卷與本研究發生頻率比較	89
表 6.12 柴電機車GR作用之問卷與本研究發生頻率比較	89
表 8.1 建議發生頻率等級之定義	94
表 8.2 建議發生嚴重程度等級定義	95

第一章、緒論

1.1 研究背景與動機

台灣鐵路管理局為台灣軌道事業中成立最早，經營營運時間最長的軌道事業，自西元 1887 年第一條基隆—臺北的路線開始通車營運至今已有 120 年的歷史。隨著台灣的經濟發展，逐漸興建成完整的環島鐵路網，至民國 98 年底臺鐵營業里程計 1,085.3 公里，營業車站數 216 站，客運人數每日平均 49 萬 1,423 人，員工人數 1 萬 3,473 人，為台灣歷史悠久、組織龐大的公營企業，亦為台灣目前營運路線最長之軌道運輸業。

運輸行為必伴隨著風險的產生，事故小則令當事者受到驚嚇、財產損失，大則容易造成人員受傷或死亡，除了造成運輸公司的營運損失外，亦容易造成社會的震撼以及影響運輸公司的商譽。傳統運輸安全的理念大都為安全宣示但容易淪為口號，而近年來則演變成「接受風險」並「管理風險」，並成立獨立的運輸安全調查單位，進行公正的調查工作，以找出事件的根本原因，避免發生同樣的事件，此方法已在歐美成為管理的主流。

根據台鐵近年的風險管理簡報中指出， 10×10 之風險矩陣中，98 年車輛故障之風險分佈為 9.1(發生頻率) \times 5.7(嚴重程度)，發生機率極高，列車故障除了造成列車誤點外，更嚴重打擊台鐵形象。台鐵為台灣重要的城際運輸系統之一，軌道主管及營運單位除了興建擴展路網以增進大眾運輸便利性之外，更需致力於軌道行車事故的預防及改善，提升系統的可靠度並進一步保障乘客安全，透過風險管理系統，建構以安全為核心的風險管理制度，並藉此改善高風險、高頻率之事故與故障。然而對台鐵而言，目前相關的風險管理制度尚未健全，需要建立一套完善的風險管理制度，因此希望透過本文提供台鐵作內部經營管理、改造之參考。

1.2 研究目的

近年來，為減少事故或故障所造成的損失，台鐵於風險管理的推動上不遺餘力，並訂有明確的指標，但細部的風險管理迄今並未有明確定義與建立，因此本研究目的為透過經營者及學者之調查分析，以建立台鐵機車故障之風險指標並進行機車故障之風險分析。期望能因此降低台鐵的經營成本及社會成本，進而提升台鐵的形象。

1.3 研究範圍與限制

本研究主要探討台鐵機車之風險管理，資料範圍為台鐵行車保安委員會所提供之機車故障資料，研究資料為臺鐵於民國 95 年至民國 98 年間各機務段故障原因之數據。由於台鐵擁有的車種極多，排除用於特殊用途之蒸汽機車以及用於調度或維修用工程車，研究範圍為以電力或柴油為動力之客運車輛。

1.4 研究方法

1. 文獻回顧法

本研究蒐集台鐵近年來行車事故資料，並參考其他運輸業之風險管理系統，以及國外軌道運輸系統之相關安全管理機制。

2. 風險矩陣法

計算各種車輛故障類型之發生頻率以及嚴重程度，並根據學術理論以及專家問卷等方法設定發生頻率以及嚴重程度之等級，以制定風險矩陣。

3. 專家調查法

透過學者專家的知識與專業以問卷方式，評定各類故障中需要加強注意的細節及分類注意事項。

1.5 研究流程

1. 確認研究範圍及目標

確認研究範圍、動機以及確認目標，聚焦資料蒐集方向且不偏離本研究分析討論之範圍。

2. 台鐵現況分析

回顧台鐵目前現況，包括組織架構、營運車種、故障類型等並表列完整內容。

3. 蒐集台鐵營運安全事故資料

蒐集近年來台鐵發生的機車故障類型並加以分類、分析。

4. 蒐集風險及運輸安全相關文獻

蒐集國內、國外關於風險管理的相關文獻，並參考其他運輸安全相關之文獻。

5. 計算各車種故障之發生頻率值及發生故障後之損失

將探討範圍主要分為以電力為動力之車輛以及以柴油為動力之車輛，並計算各種風險的發生頻率以及帶來損害的嚴重程度。

6. 透過研究經驗及專家問卷訂定發生頻率與嚴重程度之指標

由於台鐵目前並未訂定細部之機車故障風險指標，因此根據台鐵現行之行車類風險指標並透過專家問卷方式訂定發生頻率與嚴重程度之指標。

7. 探討各故障原因中影響風險之主要因素

由於事故原因大多不為單一原因，往往是多種因素所造成的，找出事故中最核心、最容易造成風險的因素，並加以探討。

8. 結論與建議

綜合結論並提出每個造成風險因素的環節並提出改善方案與建議。

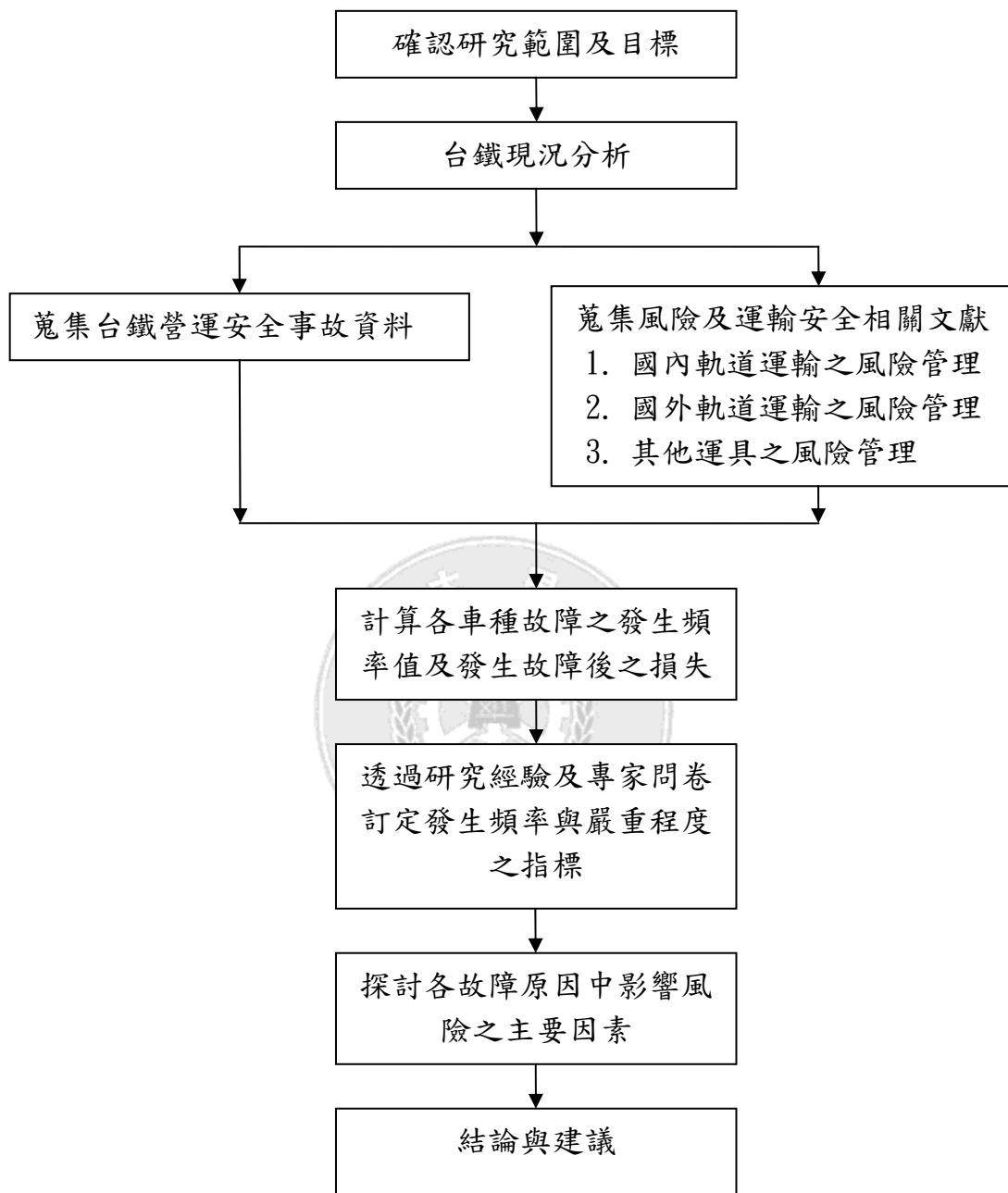


圖 1.1 研究流程圖

第二章、文獻回顧

2.1 風險之定義

風險管理的概念大多為實務面累積的資訊以及觀念不斷歸納與修正而孕育而生，常見應用於保險業與金融業，隨著軌道運輸業的興起，運輸安全逐漸受到重視，透過風險管理之方法可預防並改善可能面臨的事故及故障。各學者對風險的定義有不同的看法及見解，依年代排序其定義如下表：

表 2.1 各學者對風險之定義

作者	定義
Knight, F. (1921) 【27】	風險為可測定的不確定性。
Willett, A. H. (1951) 【27】	風險為不幸事件發生與否的不確定性。
Ulrich Hauptmanns 等人 (1990) 【34】	提出風險為遭受危害之機率(無論將來是否真的遭遇到)，風險與人密不可分，只要人存在的地方就有風險，它可能是自然界所導致的，如疾病、地震、洪水，它也可能是科技發展的附帶結果。
Wharton(1992) 【35】	風險為「事件發生頻率(Frequency)及件發生嚴重性(consequences)」的組合乘積。
雷勝強(民國 88 年) 【23】	風險之所以存在，是因為人們對任何未來的結果不可能完全預料，實際結果與主觀預料之間的差異就構成風險。因此將風險的定義為在給定情況下和特定時間內，那些可能發生的結果間的差異。
Emmett J. Vaughan(2000) 【27】	風險可與不確定性兩概念之間的觀點很相似。確定性為確定一特殊情況，反之，不確定性就是對未來沒有認知的心理反應。
彭松能(民國 89 年) 【19】	風險為：A 必須為不確定性；B 有損失發生；C 發生時須為未來，三者存在方可稱為風險。風險發生機會必須為不確定性，發生時應有損失(人員傷害、設備損壞、財物損失)及未來發生損失之可能性機率等條件。
徐文華君等(民國 89 年) 【12】	風險為一抽象且模糊的概念，並無一完善周延適用所有領域之定義，並歸納相關文獻後將風險定義為主觀和客

	觀兩分類，主觀說強調不確定性與損失，而客觀說則強調風險是指損失之可能性，並強調不確定性與損失。
張新立君等(民國 89 年) 【14】	提出「風險評估」的目的為使公眾了解某事件所應付出的社會成本或個人風險後做出主觀的取捨，並提出一量化方程式評估運輸系統之安全風險： $\text{風險(損失量/單位時間)} = \text{發生率(事件/單位時間)} \times \text{後果(損失量/事件)}$
郭斯傑、邱必洙(民國 89 年) 【13】	風險常與不確定性劃上等號，凡是一項事件的預期結果與實際結果有差異時，此一事件的發生即屬不確定而無法明確地掌握。
鄭燦堂(民國 89 年) 【26】	以財務的觀點認為風險定義主要可分為下列二種：第一種為「事件發生的不確定性」，為主觀的看法，著重於個人及心理狀況。第二種為「事件發生遭受損的機會」，為客觀的看法，著重於整體及數量的狀況，認為在我們從事各種活動中發生損失的可能性。
中華顧問工程司(民國 90 年)【1】	高雄都會區大眾捷運系統紅橘線路網建設案(2001)中提出風險非僅指安全風險而已，危害發生的結果可能涉及額外的成本支出或/及完工期的延後。
鄧家駒(民國 91 年) 【24】	風險為不確定或變異性的未來結果，可能造成人身或財物方面非預期的獲益或損失。風險不僅涉及於未來不確定性的機率觀念，亦涉及其所帶來之人身或財務損益大小之產出觀念。
楊建平、杜端甫、李鼎(民國 92 年) 【21】	風險是損失發生的不確定性，它是不利事件或損失發生的概率及其後果的函數。風險是人們因對未來行為的決策及客觀條件的不確定性而可能引起的後果與預定目標發生多種負偏離的綜合。
Guðni I. Pálsson(2004) 【29】	風險管理架構包括：風險分析、風險估計及風險減少及控制三個步驟，其中風險分析及風險估計兩項都屬於風險估算的部份。第一步驟為定義範圍、風險確認、估計風險頻率及風險後果；第二步驟為風險忍受力之訂定、及降低風險方案之分析；第三步驟為方案確定、執行及監控。
宋明哲(民國 93 年) 【6】	從客觀、數理性的觀點認為風險為特定情況下，實際損失與預估損失之差異性。
鄧家駒 (民國 94 年) 【25】	風險管理常用「損失(loss)」來作為風險衡量的基礎，風險衡量的分為兩個層面，一是損失頻率(loss frequency)，二是損失嚴重性(loss severity)。「損失頻率」只考慮到危險發生次數的多寡，而不考慮損失的

	<p>大小，衡量的方式是依據平均數或機率，缺點是無法讓人了解如此的頻率是高或低、是危險或安全。因此若單以損失頻率來表示風險時，通常不以數字表示而是將危險分級，分級方式如：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 幾乎不會發生(almost never)2. 很少發生(slight)3. 與一般情況一樣(moderate)4. 絕對會發生(definite) <p>「損失嚴重性」則考慮到危險發生時造成損失的可能大小，衡量損失嚴重性的論點與方法雖然相當多，不過其衡量方式不外是以平均每一起意外事故的損失大小而定。</p>
鈴木和幸(民國 94 年)【20】	風險的事前辨識取樣中，事故容易發生在 3H 的情況下，分別為變化(変化, henka)、首次(初, hatsu)和久違(久しぶり, hisasiburi)。

2.2 風險管理的程序

鄧家駒(民國 94 年)【25】提出一般風險的執行程序分為五項步驟，分別是風險的確認、風險的衡量、風險決策、風險管理的執行及成效考核與回饋，其申述如下：

一、風險的確認

掌握各種風險來源與存在為風險管理的最重要的第一步，對運輸業而言，風險的種類尤為複雜，如財務周轉不靈、投資失策、維修失當、市場景氣、天災及政府法規等，決策者於不同階段所面臨的風險均有所不同，因此確切掌握並挖掘目前及未來可能的風險對企業而言是風險管理的首要步驟。

二、風險的衡量

當決策者認清風險因子後，接著必須評估這些風險因子發生之機率、發生後的各種情況及發生後需要付出哪些代價。對不同運輸業而言，同樣的風險因子所造成的後果與代價均有所不同，因此風險的衡量需要依環境背景而有所變化。

三、風險決策

風險管理與決策的前提在於目標值的設定，預先設定的結果與可以忍

受的變異有多大，目標的設定依照決策者的偏好、決策個體的性質與環境、法規與習俗、成本與利益等有所不同。風險決策屬於決策科學中的一環，其目的為幫助決策者從事理性有系統的分析。

四、風險管理的執行

決定管理策略後，如何維持就需要透過各種管道去執行，透過管道大致分為六類：

- 1.內部控制
- 2.保險市場
- 3.民間組織協會
- 4.金融市場
- 5.實務資產市場
- 6.政府與國際組織

透過這些管道，決策者可以運用風險控制與風險理財兩種風險管理方法，以操作風險自承、風險規避、風險分散與風險轉嫁等風險對策。

五、成效考核與回饋

風險容易隨著時間與環境而有所改變，因此決策者更必須隨時適度的調整風險管理策略。風險策略的成效考核與回饋可以提供重要的指標，讓決策者知道是否因為風險策略執行上有偏差，還是風險結構上有改變，必須重新制定風險策略予以因應。

2.3 動態與靜態之風險鑑定分析方法

Willeet(1901)【24】提出將風險區分為動態與靜態的風險。認為靜態的損失是由於自然的、特定的、有規則性的不確定因素所造成，如：颱風，因此具有可預測之條件。而動態風險指危險的發生是由於人為故意的、全面性的、沒有規則性的法則可循，如政治杯葛、隕石掉落。

2.3.1 靜態之風險鑑定分析方法

1. 風險列舉法

指有系統性、全面性的將風險一一列舉出來，此法適合各階層之主管，因為主管者較他人更了解部門的作業情形，就其經驗所預知之各類風險，詳細逐條列出。

2. 實地勘查

實地探勘能更清楚了解到潛在的危機，例如天災所造成的路基掏空、坍方落石，或是常年日曬雨淋造成電纜線、鋼軌損毀而不堪使用。透過實地堪查檢驗才能明白其損壞的程度。另外預防式勘驗更為重要，透過預防式勘驗可以提前在風險來臨之前進行補強或維修，對運輸業而言，密集的維修成本往往遠比意外所帶來的損失還要多。

3. 問卷調查

對相關專業人士進行系統性的調查或訪談，企業可以透過這份表格評估或發掘出企業可能面臨的相關風險，供決策者做風險規避或轉嫁之用。

2.3.2 動態之風險鑑定分析方法

1. 品質管制

透過品管的監控可讓產品在生產過程中都能保持一定的產品品質，並透過抽檢以檢測出產品是否有無法售出之瑕疵，其目的為避免不良產品之推出而造成企業聲譽傷害及帶來退貨成本，亦可能帶來消費者的使用風險及引來法律訴訟與社會的賠償問題。

2. 資訊管理

隨著電腦與網路科技之發達，管理資訊系統利用電腦，收集大量資訊，並做資訊整合，以供管理者決策使用。管理資訊系統最早應用於航空站，而軌道運輸則是透過(ATS, Automatic Train Stop)、(ATC, Automatic, Automatic Train Control)或(ATP, Automatic Train Protection)偵測器將資料訊息傳送至行控中心(CTC, Centralized Traffic Control)或(OCC, Operations Control Center)，讓行控人員能確切掌握路線中車輛的狀況。

3. 即時監控系統

透過監視錄影設備，可以即時監視、管理，並對風險作立即的反應，例如派救護車、維修人員以解決並減輕問題。監視器的錄影功能亦可供往後事故分析、檢討、追蹤使用。以高鐵為例，透過道旁的邊坡偵測器、地震偵測器，可讓行控中心在災害危及路線的當下即時作出需要減速、停駛或派遣救援等應變措施。

2.4 風險管理的對策

一般風險管理的對策分為風險自承、風險規避、風險分散及風險轉嫁四種，其方法如下：

一、風險自承

風險自承為評估如何將風險全部自我承受吸收，並設法於事故發生前或發生後有效降低其衝擊的法則。

二、風險規避

風險規避即探討避險之策略，設法不承擔風險，並著重於使用何種方式以避開風險之衝擊。

三、風險分散

風險分散為探討如何在承擔風險時分散其衝擊力，而只須承受部分衝擊，或讓衝擊相互牽制抵銷。

四、風險轉嫁

風險轉嫁為透過如何以設計方法，或支付合理的代價，將風險轉移到自身以外的某特定個人或組織，讓風險發生的衝擊力完全由這個接受代價的特定組織或個人承擔，常見的方法如保險。

2.5 骨牌理論與乳酪理論

H.W.Heinrich (1931)【16】曾利用「骨牌理論」說明大眾運輸系統之安全問題與災難意外事故之因果關係。他認為導致事故甚至傷害的發生，乃源於一連串的環環相扣，互為因果的關係所致，而其中五張骨牌所代表的因素分別是：環境或先天因素、人為之過失、人為與機械上的危險環境、意外事故及人身傷害，如圖 2.1 所示。每張骨牌代表一個失誤，當任何一張骨牌倒塌，都可能引發下一張骨牌的倒塌，最後造成事故，各種肇因事件之間有密切的先後關聯性。防止的方法在於把其中一張骨牌去除，即可使失誤停止，並避免繼續惡化而導致事故發生。

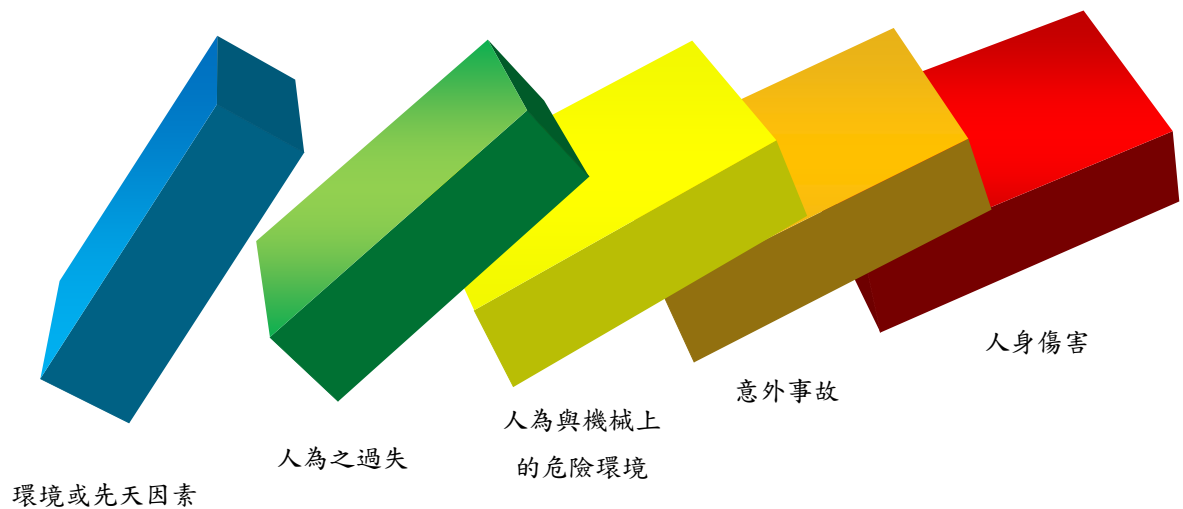


圖 2.1 Heinrich 之骨牌理論示意圖

「乳酪理論」為 Dr. Reason 於 1977 年所提出【16】。假設每一片乳酪代表一個事件，每片乳酪的空洞代表每一環節可能的失誤點，當一項失誤發生時，光線可穿過該片乳酪，如果第二片乳酪的位置正好吻合，光線就穿過第二片乳酪，當許多片的乳酪剛好形成串聯關係並且多片乳酪的空洞能讓光線一直線完全穿過時，表示事故形成。事故預防之道就在於設法移動乳酪，以阻斷光線的穿透進而可避免事故的發生。事故大多不是由單一方面疏忽造成的，而是由一連串兩個或兩個以上的環節的失誤或偶然所串聯造成的，將環節移走或打斷以避免事故的產生。

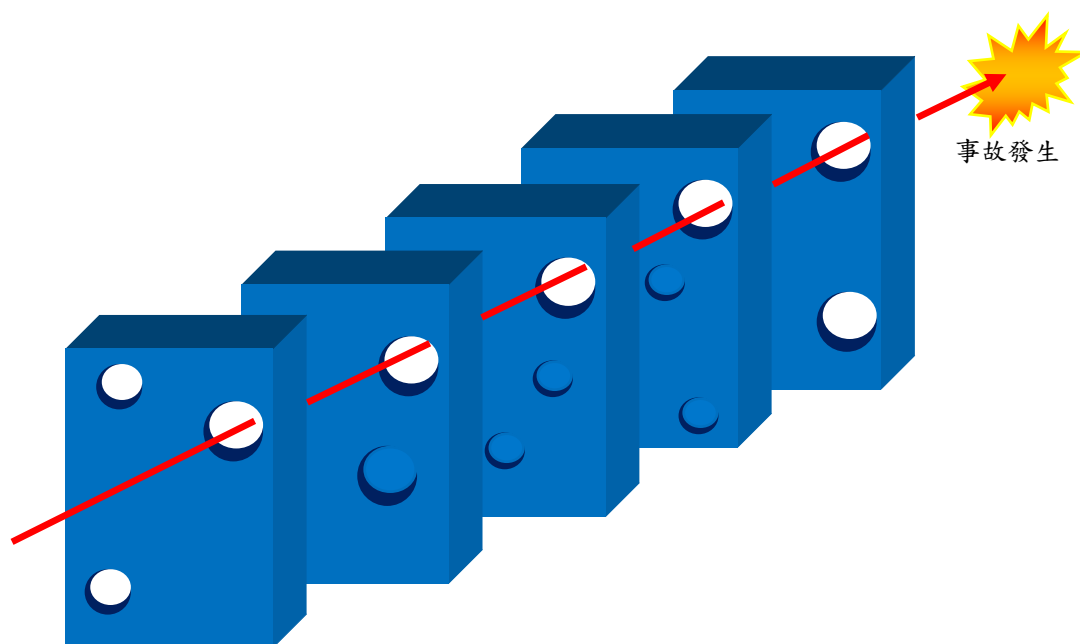


圖 2.2 Dr. Reason 之乳酪理論示意圖

2.6 可靠度、可用度、維修度及系統安全性

為了讓乘客享有優良服務並且安全無慮，可靠度(Reliability)、可用度(Availability)、維修度(Maintainability)及系統安全性(System Safety)等計畫在規劃設計之初即先完成【9】，若設計沒有合乎要求，在營運後續所耗費的資金將會相當龐大。根據歐洲 EN50126 的規範，EN50126 全名為(Railway Applications-The Specification and Demonstration of Reliability, Maintainability and Safety)為歐洲所訂定的一套標準，其詳細定義如下：

1. 可靠度

系統執行需求之能力。訂定生命週期為可靠度首要執行的作業，此作業須考量到系統性能、可靠度和生命週期成本。可靠度的預測可從類似的經驗中取得。

2. 可用度

系統準備好執行需求之能力。維持可用的狀態取決於系統的可靠度與維修度。可靠度越高，系統越不容易有故障，也就不需要投入過多成本於維修上。提高系統可用度能增加列車的使用效率。

3. 維修度

系統回復到執行需求的能力。要滿足維修度的要求，首先需要訂定維修計畫，而這包含維修作業，維修作業主要是希望透過最低的維修成本在列車的生命週期中提高列車的可用度。一般而言，為達成系統可用度通常會採取失效隔離 / 失效偵測、標準化、模組化及加強訓練等方式。

4. 系統安全性

系統能對可能危害到人類生命或財產與環境造成損害的意外產生反應，讓其在一可接受的風險機率內。系統安全的目標在於減少意外事件造成的傷害或損失、防範旅客及員工的傷亡及避免損傷其他設備。

另外，在 EN50126 指出系統生命週期的各階段都需執行風險分析，並將危害事件發生頻率分為六類：經常、可能、偶爾、極少、未必然及難以發生；危害程度分四類：災難、危險、界線及不顯著。風險評估結合事件頻率、後果的嚴重性以建立危害事件產生的風險程度，即風險矩陣。

2.7 運輸業者面臨之風險與評估

張新立(民國 88 年)【14】提出運輸業者在營運過程中經常面臨營運風險之考驗，運輸業能否屹立不搖並永續經營除了有周詳的經營策略規劃外，善加運用風險管理之方法亦屬絕對必要。運輸業者除了需面臨同業者的市場競爭挑戰外，非競爭的風險如天災、運送過程中因事故所造成的財貨損失、意外災害後的維修成本的損失及營運停擺所導致的營運減收等，均為運輸業者所面臨的風險。

張有恆(民國 96 年)【15】提出運輸風險管理的定義為大眾運輸經營者為達成整體運輸安全的目標，以系統化的方法有效運用各種資源，期望充分辨識、分析及衡量各項風險因素，並事先加以有效控制和處理，以降低大眾運輸之失事率和達成零失事率之目標。

運輸評估主要進行風險的認知，以制定「風險忍受度」的方法進行風險評估。風險評估作業運用「風險忍受度」的臨界值區分風險水準及其相關內容。風險忍受度的臨界值包含「不可忍受風險之臨界值」以及「可忽視風險之臨界值」，並將風險水準區劃為三個區域如下圖【15】。

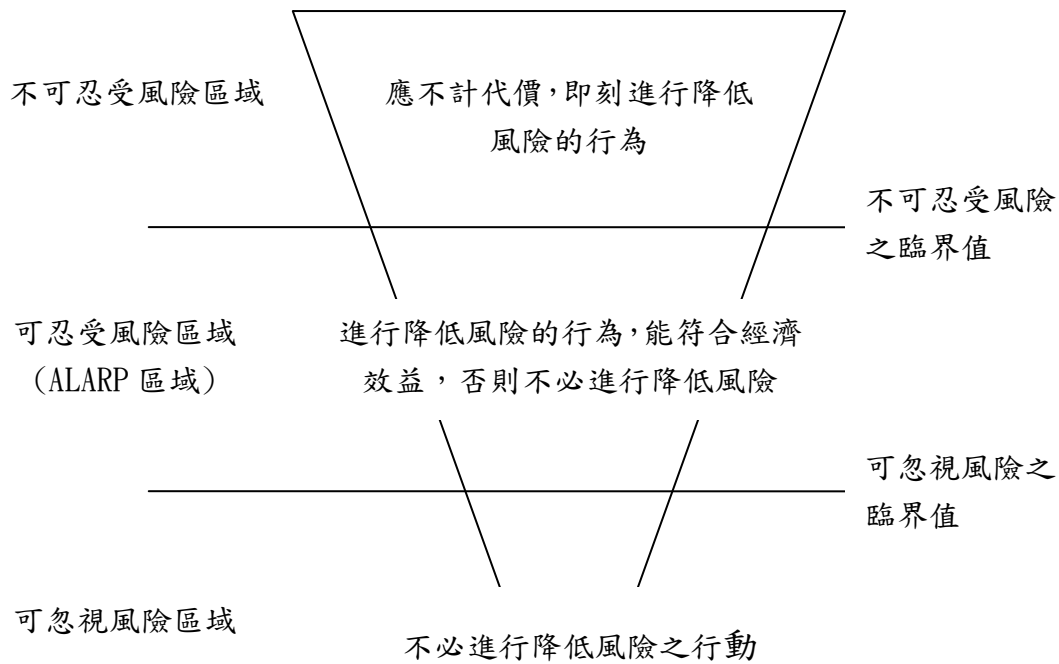


圖 2.2 風險評估三角形

1. 不可忍受風險區域：

表示事故發生規模為大眾不可忍受的程度或是已超過政府所規定的風險忍受值，營運者必須立即暫停所有營運，並且採取任何行動以以降低風險值，直到風險值降至不可忍受風險區域為止。

2. 可忍受風險區域：

表示事故發生規模介於不可忍受風險區域與可忽視風險區域之間，若風險值屬於這區間時，表示需透過合理的經濟手段以減少該事件發生之機率與規模，通常評估的方法有本益比、生命價值等。

3. 可忽視風險區域：

若風險值屬於這區域時，因為發生機率極小，營運者較不需花費多餘的成本以降低風險值。

2.8 營運安全風險之來源與類別

2.8.1 鐵路營運安全風險之意義

從鐵路營運事故探討鐵路營運安全之風險，由營運事故資料看，事故發生後，對營運者而言，其損傷程度分為設施設備損壞、營運損失、信譽損失、賠償撫恤損失等；對旅客及第三者而言可能造成傷亡、財物損失或時間延誤等，因此風險係指營運者、旅客或第三者於事故後遭遇各種嚴重程度之風險，故風險的定義， $\text{風險} = \text{事故發生機率} \times \text{事故發生後之嚴重程度}$ 。

2.8.2 鐵路營運安全風險之來源

張應輝、黃台生(民國 89 年)【17】提出鐵路營運安全風險可由不同角度加以探討來源：

1. 從事故責任歸屬看安全風險之來源

- (1). 鐵路營運者及受害人之過失
- (2). 鐵路營運者之過失，受害人無過失
- (3). 鐵路營運者無過失，受害人有過失
- (4). 鐵路營運者與受害人均無過失，例如局外單位的工程疏失

2. 從設施、設備、管理及其他原因看安全風險之來源

(1). 設施方面

軌道設施如魚尾板、枕木、扣件、道渣；土木建築設施如站房、月台、天橋、地下道、排水溝等。

(2). 設備方面

事故發生係因為工務設備如軌道養護車、電搖車、平車、砸道車；機務設備如機車(電力機車、電聯車、柴電機車)及電務設備如電信系統(站車無線電、行車調度無線電)、電力系統(電力桿、懸臂、接地線)及號誌系統(行車號誌、平交道號誌)。

(3). 管理方面

事故為鐵路員工管理不當所致，如未依規章行事，逕行採取不當

的作業，工作時精神不濟、相信自身經驗而不求證及翹班等。

(4). 其他

除了設施、設備及管理方面以外所造成的風險，如天災(地震、颱風)、外施工單位施工不慎、民眾自殺等所致。

3. 從常見問題看風險來源

(1). 平交道問題

- 警報器故障、遮斷器故障
- 騎士、駕駛或行人闖越平交道
- 車輛於平交道上熄火
- 平交道幾何設計不良
- 人員經過平交道時不慎誤觸高壓電

(2). 車輛安全問題

- 車輛超齡
- 無自動門之車廂容易造成人員墜落
- 乘客遭車門夾傷
- 舊式車輛接縫設計不良

(3). 行車人員安全問題

- 司機員精神不濟
- 司機員或站務調度員過於相信經驗或習慣而造成意外
- 人力分配不均

(4). 站場安全問題

- 旅客橫跨軌道或步行軌道
- 月台長度不足、或月台與車門間的空隙過大
- 旅客使用月台設施(電扶梯、電梯或樓梯)不慎跌倒
- 旅客攀爬列車而誤觸高壓電
- 車輛溜逸

(5). 軌道安全問題

- 軌道線形不佳、視線不良或坡度過陡造成機車車輪空轉

- 施工機具不慎接近軌道
- 軌道挫曲、扣件脫落或軌道不平整造成列車出軌
- 沿線土木設施設備(軌道路基)過於老舊

(6). 號誌安全問題

- 號誌電纜因施工或天災等因素而斷裂
- 偶發性的斷訊

4. 事故分類於台鐵運務、工務、機務及電務處

本研究依據「台灣鐵路管理局行車事故調查報告及救援須知」將事故類型分類於運務、工務、機務以及電務處如下表：

表 2.2 運務處的事故類型

事故類型	事故原因
列車妨礙	人、動物或車輛侵入路線及平交道
列車障礙	公路車輛闖越或停於平交道上
列車延誤	施工延誤、看柵工遲延降下柵欄、司機員遲延接班、列車停車不當停於 OS 區間、車長漏乘、車長遲延開啟車門、運轉時刻表登記錯誤、編組車輛延誤回段、司機員制軔失宜
進入錯線	旅客列車進入無月台之路線
轉轍器擠壞	未確認調車號誌機尚未顯示即逕行調車、副站長疏於確認近路尚未開通即逕行開車、轉轍工誤扳轉轍器、司機員制軔失宜
列車分離	列車連結器固定鎖斷損以及十字頭橫向插銷脫落
火災	車廂起火
車輛出軌	中途扳轉轉轍器、進入錯線撞及停留車、擠出擠入轉轍器、砸道車司機逕行啟動車輛、調車不當
車輛衝擊	助理擅自移動機車致撞及停留機車、調車司事估算車數錯誤致推進時撞及止衝檔、轉轍工調車進入開通錯誤、司機制軔失宜、號誌工擅自移動機車
無閉塞行車	變更通信式站務主任誤令列車開行無閉塞區間
死傷(員工)	員工在路線中工作被撞斃、撞傷
死傷	民眾侵入軌道、平交道、公路車輛侵入路線淨空、旅客下車掉落路線(月台高度不足)、旅客侵入軌道、旅客誤踩加水口蓋碰傷、旅客由月台跳下路線內、旅客

	被行李掉落擊傷、旅客或員工墜車或跳車、旅客在車上受傷、旅客強行登車、旅客遭車門夾傷
其他	電力機車駛入斷電或無電線之路線、值班站長調車錯誤、車掌協助裝卸行包不慎摔落月台、車長投授路牌遺失

表 2.3 工務處的事故類型

事故類型	事故原因
路線故障	鋼軌挫曲、斷裂、長鋼軌焊接觸脫開、魚尾鈑斷裂、脫落、邊坡石塊滑落路線
列車妨礙	承包商工作箱放置在路線旁、號誌段維修人員未將工具移離軌道致被列車撞及
列車障礙	挖土機手臂侵入建築界線內、平交道柵欄過早升起
號誌故障	轉轍器開通進入錯誤之路線
平車障礙	外包施工之手推平車發生溜逸
列車出軌	軌道水平不整、鋼軌挫曲、鋼軌斷裂
車輛出軌	軌距擴大
其他	民眾侵入軌道、列車碰擊不明物、隧道上方水泥塊剝落

表 2.4 機務處的事故類型

事故類型	事故原因
機車故障	電氣、機械、氣軔或冷卻系統故障
機動車故障	出力不足、引擎故障、逆轉機故障、鬆軔不良
電車故障	出力不足、鬆軔不良、集電弓故障、車軸燒損、氣軔軟管鬆脫或破損、VCB 不閉合、主變壓器故障、車門故障
電力機車故障	出力不足、鬆軔不良、GR 作用、集電弓故障、VCB 不閉合、風幫故障、鼓風機故障、高壓接地、牽引馬達故障
柴電機車故障	引擎故障、鼓風機故障、鬆軔不良、GR 作用、牽引馬達冒煙、冷卻水管破裂等
客車故障	鬆軔不良、自動門故障、氣軔軟管破裂等
貨車故障	車軸燒損、軟管破裂、鬆軔不良等
列車延誤	機車故障、車輛設備不良、機車空轉、機車於坡度較大之路線發生空轉、司機員疏未確認機車總風管考克

	未開闢、誤接電纜線致氣軔無法控制、更換編組機檢協調不週
車輛出軌	車輛傳動軸折斷
其他	氣軔軟管接頭鬆脫、客車廁所門故障、車箱廁所內疑似爆裂物爆炸

表 2.5 電務處的事故類型

事故類型	事故原因
電車線故障	電桿固定臂脫落、電桿三角架傾斜、VCB 開關跳脫、變電站 FMO 真空段路器跳脫、協吊線斷損、電車線帽出火花、穩定臂材質不良致集電舟滑行不穩、迴流線斷損碰觸主掉現燒損斷落
電搖車故障	電力維修車控制盤故障
號誌故障	停電、電壓過低等原因影響行車

2.9 小結

透過文獻回顧，本研究定義風險管理之意涵，主要可歸類為：(1)風險為未來所發生的不確定結果，有些可以預測有些不能事先預測，通常會帶來損失；(2)風險可用一量化公式表示：風險(損失量/單位時間) = 發生率(事件/單位時間) × 後果(損失量/事件)；(3)風險管理架構包括風險分析、風險估計及風險減少及控制等三個步驟。第一步驟為定義範圍、風險確認、估計風險頻率及風險後果，第二步驟為風險忍受力之訂定及降低風險方案之分析，第三步驟為方案確定、執行及監控。

運輸業在營運中除了面臨市場競爭外，事故、車輛故障以及故障所造成的損失等，均為運輸業面臨的挑戰。另外，事故發生原因往往非單一原因所造成，大多為一連串的失誤與失效所引起，因此改善事故發生的方法必須從多種方向進行，包含採購、品質管理、人員訓練及建立 RAMS 維修系統等。

本研究根據風險管理架構，將研究範圍訂為台鐵目前營運用之動力車輛，包含推拉式電車、電力機車、電聯車、柴油客車以及柴電機車；風險鑑定則根據台鐵行車保安委員會所提供民國 95 至 98 年機車故障統計表之資料；最後提出需要改善之車型、故障項目以及建議改善方法。

第三章、台鐵現況分析

3.1 台鐵的組織架構

台鐵組織主要以局長為首，局長下設副局長 3 人、以及主任秘書與總工程司各 1 人襄助局長處理局務，並設有運務處、工務處、機務處、電務處、企劃處、材料處、行政處、秘書室、人事室、政風室、勞安室、會計室、員工訓練中心等 13 個編制單位與法規小組、防護團、行保會、專案工程處等 4 個任務編組單位及貨運服務總所、餐旅服務總所 2 個直屬機構。人員方面，99 年預算員額中正式職員 12525 人、正式工員 13 人、臨時職員 1035 人、臨時工員 597 人，共計 14,170 人【2】。

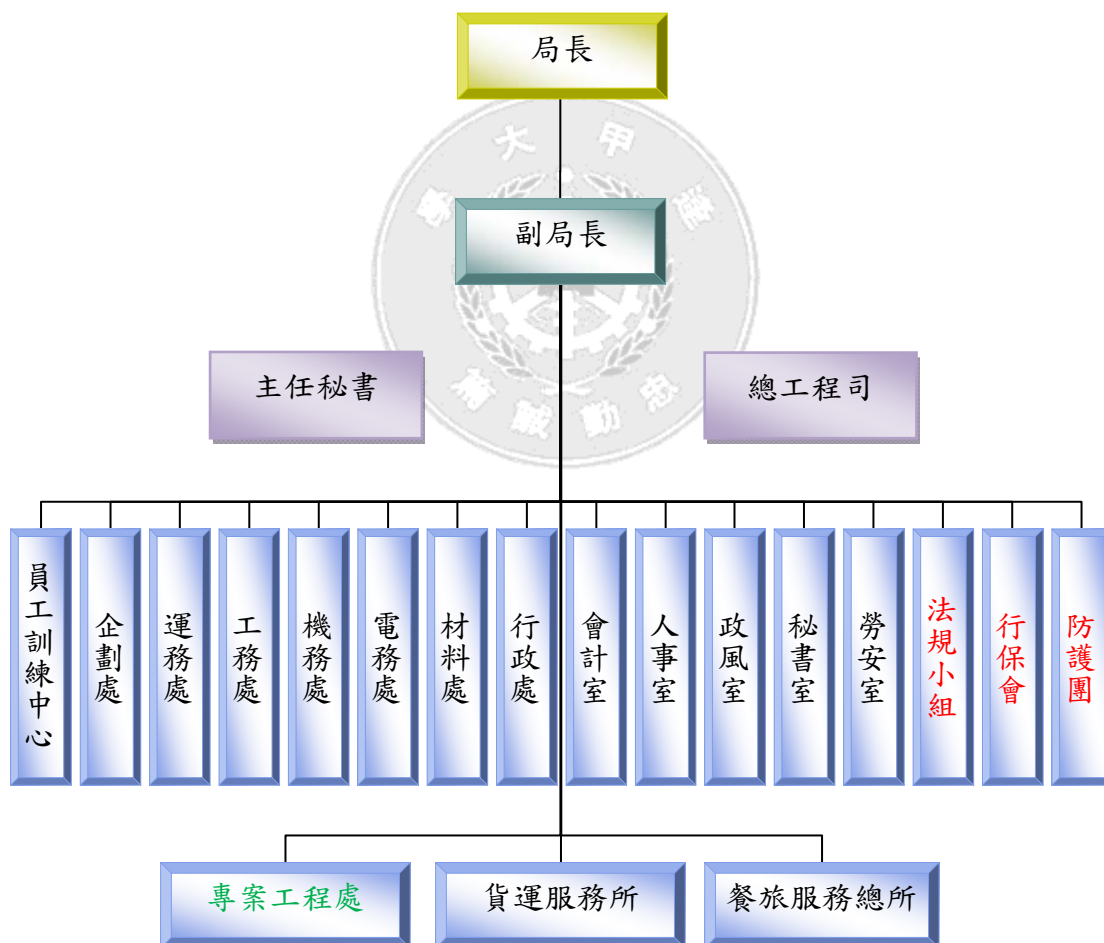


圖 3.1 台鐵組織架構圖

3.2 台鐵的營運車輛

根據台鐵的分類，將營運車輛分為推拉式電車、電力機車、電聯車、柴電機車以及柴油客車，引進的車種繁多，以下為各營運車輛之介紹【28】：

3.2.1 推拉式電車組

推拉式電車組(Push - Pull)為台鐵於民國 85 年引進用於電氣化路段之自強號車種，為台灣第一次引進的推拉式列車，迄今已營運近 14 年。推拉式為將動力集中於前後兩節動力機車，中間連掛無動力客車，以一推一拉的方式運行。電力機車 E1000 型由南非聯合鐵路機車集團（Union Carriage & Wagon Co. (Pty) Ltd，UCW）所製。台鐵共採購 64 輛推拉式機車頭，以及 381 輛推拉式客車，目前為台鐵自強號的主力車種。

表 3.1 推拉式電車組資料表

車型	國家/製造商	製造年
E1000 型	南非 UCW	1996 年



圖 3.2 推拉式電車 E1000 型

3.2.2 電力機車

電力機車的英文開頭取電力機車英文(Electric Locomotive)的第一字母 E，除了 E100 型為英國(GEC, General Electric Company)設計並由南非 UCW 製造外，其餘皆為美國奇異(GE, General Electric)所製造，為台鐵西部幹線電氣化時所引進，電力機車的車種包含 E100 型、E200 型、E300 型及 E400

型共四型，其中 E100 型多數已報廢解體，不同於 E100 型及 E300 型，E200 型與 E400 型在引進之初即裝有馬達交流發電組(M.A.set, Moter Alternator Set)，可提供列車空調電源。電力機車用途廣泛，包含用於牽引旅客列車如莒光號、復興號或是用於牽引貨物列車，電力機車各車型資料如表 3.2。

表 3.2 電力機車資料表

車型	國家/製造商	製造年
E100 型	英國 GEC	1975 年~1982 年
E200 型	美國 GE	1978 年、1992 年
E300 型	美國 GE	1978 年
E400 型	美國 GE	1980 年~1982 年



圖 3.3 電力機車 E200 型

3.2.3 電聯車

電聯車(EMU, Electric Multiple Unit)，其特點為將動力分散到各車廂上，而非集中於單一車廂，台鐵目前擁有的電聯車包含有 EMU100 型、EMU1200 型、EMU300 型、EMU400 型、EMU500 型、EMU600 型、EMU700 型以及 TEMU1000 型共八型，使用車種包含自強號及區間車。EMU100 型每組五節車廂，通常以二編組方式營運，五節車廂分別為有集電弓駕駛車(EP, Electric Power)、馬達動力車(EM, Electric Motor)、兩節無動力拖車(ET, Electric Trailer)及有駕駛拖車(ED, Electric Driver)；EMU1200 型以九輛為一組的方式組成；EMU300 型以三輛一組的方式組成，通常以三編組共九節的方式進行運轉；另外 EMU400 型、500 型以及 600 型則以每組四輛的方式運行，四輛分別為有駕駛室及車長室動力車(EMC, Electric Motor Conductor)、集電弓無動力拖車(EP, Electric Power)、無動力拖車(ET, Electric

Trailer)及有駕駛室動力車(EM, Electric Motor)，通常以一單元或二單元編組方式運行；EMU700 型則以每組四輛，固定二單元編組方式運行；而使用於東部幹線電氣化路段之傾斜式電聯車(TEMU, Tilting Electric Multiple Unit)其編組方式為有駕駛室無動力車(TED, Tilting Electric Driver)、兩節動力車(TEM, Tilting Electric Motor)及有集電弓拖車(TEP, Tilting Electric Power)等四輛為一組的方式，以兩組固定編組共八輛之方式運轉，各車型資料如下表：

表 3.3 電聯車資料表

車型	車種	編組	國家/製造商	製造年
EMU100	自強號	EP-EM-ET-ET-ED	英國 GEC	1978
EMU1200	自強號	EMC-EP-EM-EM-EP-EM-EM-EP-EMC	原南非 UCW 臺灣臺灣車輛改造	1986、 2002~ 2003
EMU300	自強號	EMC-EP-EM	義大利 SOCIMI	1989
EMU400	區間車	EMC-ET-EP-EM	南非 UCW	1990
EMU500	區間車	EMC-EP-ET-EM	南韓 Daewood	1995~ 1997
EMU600	區間車	EMC-EP-ET-EM	南韓 Rotem	2001~ 2002
EMU700	區間車	EMC-EP-ET-EM-EM-ET-EP-EMC	日本日本車輛 臺灣臺灣車輛	2007~ 2008
TEMU1000	自強號	TED-TEM-TEP-TEM-TEM-TEP-TEM-TED	日本日立	2006~ 2007



圖 3.4 EMU500 型電聯車



圖 3.5 TEMU1000 型傾斜式電聯車

3.2.4 柴電機車

柴電機車為以柴油為動力，驅動發電機發電，再將電流經整流濾波轉換成直流電，驅動輪軸上的馬達使機車前進。目前台鐵擁有的柴油機車包含 R20/R50 型、R100 型、R150 型、R180/R190 型、S200 型及 S300 型，大部分用於非電氣化路段以及機廠調度使用，柴電機車各車型資料如下表：

表 3.4 柴電機車資料表

車型	國家/製造商	製造年
R20/R50	美國 GM-EMD	1960、1966
R100	美國 GM-EMD	1969
R150	美國 GM-EMD	1973、1982
R180/R190	美國 GM-EMD	1992、1996、 2000、2001
S200	美國 GM-EMD	1960
S300	美國 GM-EMD	1966



圖 3.6 R50 型柴電機車

3.2.5 柴油客車

柴油客車為以柴油引擎為動力，驅動車輪行走之客車，台鐵的柴油客車種類眾多且歷史悠久，已有許多車輛因逾齡而淘汰。目前擁有的柴油客車包含行駛於支線之 DR1000 型、用於柴快車之 DR2700 型以及用於東部幹線自強號之柴聯車 DR2800 型、DR2900 型、DR3000 型與 DR3100 型。柴油客車各車型資料如下表：

表 3.5 柴油客車資料表

車型	國家/製造商	製造年
DR1000	日本日本車輛	1998
DR2700	日本東急	1966
DR2800	日本東急	1982~1984
DR2900	日本日立	1986
DR3000	日本日立	1980
DR3100	日本日本車輛	1998



圖 3.7 DR3100 型柴聯車

根據台鐵統計年報之資料【3】，民國八十九年至民國九十八年台鐵歷年之機車、客貨車車輛數如表 3.6：

表 3.6 歷年機車、客貨車輛數(單位：車)

年	機車				電聯車	
	電力機車	柴電機車	推拉式電力機車	其他	動力車	拖車
2000	326	115	64		374	133
2001	323	115	64		380	135
2002	329	115	64	1	416	147
2003	341	115	64	16	416	147
2004	333	110	64	16	415	147
2005	318	97	64	16	415	147
2006	314	97	64	16	415	147
2007	313	97	64	16	535	187
2008	300	92	64	16	571	199
2009	294	91	64	16	571	199

表 3.6 歷年機車、客貨車輛數(單位：車) 續

年	柴油客車		推拉式客車	客車	貨車
	動力車	拖車			
2000	177	57	336	1034	3098
2001	177	57	336	992	2865
2002	173	57	381	973	2836
2003	173	57	381	971	2755
2004	173	57	381	943	2724
2005	171	57	381	905	2644
2006	170	56	381	884	2517
2007	169	56	381	853	2421
2008	168	56	381	833	2219
2009	168	56	381	740	2094

3.3 台鐵營運事故類別說明

台鐵本身係依「台灣鐵路管理局行車事故調查報告及救援須知」之規定。將事故依原因或結果分類，前者均屬較輕微之未遂事件，後者均屬較嚴重之既遂事故，如無閉塞區行車，因處理得當幸未發生衝撞，故依其原因(無閉塞行車)作為事故；如不幸因而發生衝撞則依其結果(衝撞)作為事故。

1. 衝撞：指列車互相或列車與車輛互相間，在同一股線上發生之衝撞。
2. 傾覆：指列車或車輛傾覆。
3. 火災：指列車或車輛燒毀。
4. 列車出軌：指列車脫離軌道，但因瓦斯及火藥類之爆炸或由機車鍋爐破裂引起者除外。
5. 車輛出軌：指列車脫離軌道，但因瓦斯及火藥類之爆炸或由機車鍋爐破裂引起者除外。
6. 列車邊撞：指列車與列車或列車與車輛在不同股道上互相撞觸。
7. 車輛邊撞：指車輛在不同股道上互相撞觸。
8. 列車分離：列車無論在其站內或站外發生分離均屬之。
9. 進入錯線：指因號誌機顯示號誌錯誤或冒進號誌，致列車進入錯線(包括錯線行車)。
10. 車輛溜逸：指動力車之溜走及車輛溜出站外者。
11. 止衝檔衝擊：指列車與止衝檔衝擊。
12. 路牌錯誤：指路牌辦理錯誤或嚮導員錯乘及嚮導証誤用。
13. 機車故障：指機車故障不能行駛(包括請求救援，及減少牽引噸數)，或致列車一次延誤十分鐘以上者，或累計延誤十分鐘以上者，但試運轉者除外。
14. 電車故障：指電車不能行駛(包括請求救援)，或致列車一次延誤十分鐘以上者，或累計延誤十分鐘以上者，但試運轉者除外。
15. 機動車故障：指機動車發生故障不能行駛(包括請求救援)，或致列車一次延誤十分鐘以上者，或累計延誤十分鐘以上者，但試運轉者除外。
16. 客車故障：指客車發生故障，須由列車摘下或列車一次延誤十分鐘以上者，但試運轉除外。
17. 貨車故障：指貨車發生故障，須由列車摘下或列車一次延誤十分鐘以上者，但試運轉除外。
18. 電車線設備故障：指電車線之故障，或損壞所引起者，或輸電、變電設備之故障或損壞，致無法對電車線輸出所訂之電壓者，但車輛故障，負荷過度，致無法送電或引起電壓降者除外。
19. 路線故障：指路線發生故障(包括因天災、地變、電桿樹木傾倒阻礙路

線等)致不能維持列車或車輛照常運轉等。

20. 列車障礙：指列車與公路車輛相撞。
21. 列車妨礙：指向列車擲石、開槍、擱置障礙物或毀損號誌機、轉轍器、人畜闖入路線內(未致死傷者)，以及其他違法而影響行車等，致使列車停車者均之。
22. 平車或電搖車障礙：指軌道機器腳踏車、手推平車、電搖車或特種電搖車等影響列車行駛，或被列車衝擊者。
23. 車輛遺留：指列車遺留後節車輛而出站者。
24. 轉轍器擠壞：指轉轍器被列車或車輛擠壞，未致出軌者。
25. 車輛衝擊：指車輛互相激撞、或車輛與止衝檔激撞者。
26. 無閉塞行車：指列車未依照規定辦理閉塞駛出校外者。
27. 辦理閉塞違章：指辦理閉塞手續延誤，路牌告罄，致影響行車者。
28. 閉塞裝置故障：指閉塞裝置因故一時不能使用，致列車延誤十分鐘以上者，或致改用閉塞式或閉塞準用法行車者。
29. 號誌故障：指號誌裝置故障(包括停電或電壓過低)致影響行車者。
30. 號誌機外停車：指因當事人之怠慢或過失，致列車在號誌機外停車者，但因受其他列車或事故之影響者除外。
31. 列車延誤：指下列各項目，其中第四項至第七項列車誤點未滿十分鐘者，得免報告：
 - 因懈怠或過失致動力車出段延誤者。
 - 職務違背所致者。
 - 裝載貨物崩塌所致者。
 - 調車工作所致者。
 - 旅客上下裝卸行李、包裹或貨物所致者。
 - 中途行駛遲延所致者。
 - 風雨阻礙所致者。
32. 死傷：指列車運轉或調車車輛撞傷輾傷或致死者而言，但下列不包括：
 - 被門屏夾傷者。
 - 行人在橋上行走不及躲避從橋上自行跳入河中者。
 - 行人在軌道旁邊行走，因受到疾馳之空氣震盪，致卜倒者。
 - 由於辦理號誌、轉轍器等而非由於撞觸列車之死傷者。
33. 其他：指前列各款項以外之事故而言，例如下列各項均屬之：
 - 瓦斯及火藥類之爆炸使列車車輛或形車設備受損者。
 - 鍋爐破裂者。
 - 冒進號誌者。
 - 衝撞未遂者。
 - 軌道平車、軌道腳踏車、電搖車、鐵公路兩用車阻礙行車者。
 - 調車車輛與公路車輛衝擊所致之車輛障礙者。

3.4 小結

台鐵營運車輛種類眾多，大致可分類為推拉式電車、電力機車、電聯車、柴油客車及柴電機車。目前營運中的車輛中，部分車輛包含部分電力機車 E200 型、E300 型；電聯車 EMU100 型；柴聯車 DR2700 型以及柴電機車 R20/50 型、R100 型等使用年限至今均已超過 30 年，在車輛維修保養以及零件材料取得上相較困難且成本較高，因此汰舊換新勢必為趨勢。



第四章、安全風險指標之探討

4.1 台鐵的安全指標

台鐵的安全指標目前著重於行車責任事故件數、動力車每行駛百萬公里責任行車事故件數及系統內傷亡人數等，其指標如下：

1. 行車責任事故件數：歸責於系統管理單位(運務、工務、機務、電務)責任事故件數。

單位：件 / 年

2. 動力車責任事故率：動力車每行駛百萬公里責任行車事故件數。

單位：件 / 百萬公里

3. 傷亡人數：每年系統內所發生之傷亡人數(包括台鐵責任事故、無責任事故與局外事故)。

單位：人 / 年

4.2 台北捷運系統之安全指標

台北捷運相關的安全指標與法規為下：

1. 法源依據

(1). 大眾運輸法

- 1). 第二十八條規定指出，大眾捷運系統營運機構應擬訂服務指標，提供安全、快速、舒適之服務，報請地方主管機關核定，並核轉中央主管機關備查。
- 2). 第三十四條規定指出，大眾捷運系統之經營、維護與安全應受主管機關監督；監督實施辦法，由中央主管機關定之。

(2). 大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法

- 1). 第二條第七項指出大眾運輸系統之服務水準受主管機關監督。

- 2). 第三條指出大眾捷運系統營運機構應於開始營業前，依下列項目，訂定服務指標，報請地方主管機關核轉中央主管機關備查，變更時亦同。

- 安全：事故率、犯罪率、傷亡罪。
- 快速：班距、速率、延滯時間、準點率。
- 舒適：加減速變化率、平均承載率、通風度、溫度、噪音。
- 其他經中央主管機關指定之項目。

2. 系統安全指標

(1). 事故率

- 1). 每百萬車公里，系統內所發生行車事故件數。行車事故包含重大行車事故與一般行車事故。重大行車事故係指列車衝撞、列車出軌或傾覆、停止運轉一個小時以上者；而一般行車事故係指系統營運中斷二十分鐘以上至一個小時之內。

單位：件/百萬公里

- 2). 系統營運目標值：

重大行車事故率：0 件 / 百萬車公里

一般行車事故率：4 件 / 百萬車公里

- 3). 計算方式

$AC(\text{季行車事故率}) = \frac{\text{季內發生合於定義之行車事故件數}}{\text{百萬車公里}}$

百萬車公里

(2). 傷亡率

- 1). 每百萬人旅次，系統內所發生之傷亡人數。傷亡包括死亡、重傷與輕傷；死亡及重傷事件係指人員死亡與因系統責任而造成旅客受重傷者；輕傷事件係指因系統責任而造成旅客受輕傷者。此所謂重傷、輕傷者，依刑法第十條之認定標準。

單位：人 / 百萬人旅次

2). 系統營運目標值：

死亡及重傷率：0 人 / 百萬人旅次

輕傷率：低於 1.5 人 / 百萬人旅次

3). 計算方式

$Ac(\text{季傷亡率}) = \text{季內發生合於定義之傷亡人數} / \text{百萬人旅次}$

4.3 高雄捷運系統之安全指標

高雄捷運將整體安全風險標準細分為個別系統安全風險目標【8】，並在相關合約規範中標明。承包商及顧問須採用有系統的安全風險管理過程，以確保達到個別的安全風險目標。高雄捷運系統層次安全風險目標是透過歸納其他捷運系統統計意外數字、路網設計和營運特質以及香港地鐵有限公司的相關風險分析數據資料所致制定而成，詳細內容如下表：

表 4.1 高雄捷運各類安全指標

風險類別	單一乘客的風險 (每旅程)	單一員工的風險 (每年)
電聯車	0.58×10^{-9}	1×10^{-4}
號誌	0.1×10^{-9}	0.1×10^{-4}
軌道設備	1.1×10^{-9}	0.4×10^{-4}
電扶梯	0.14×10^{-9}	0.2×10^{-4}
供電	0.01×10^{-9}	0.4×10^{-4}
月台門	0.02×10^{-9}	0.1×10^{-4}
電梯	無	0.2×10^{-4}
其餘機電系統	無	0.1×10^{-4}
土木結構	無	0.1×10^{-4}

高雄捷運風險分析的方法為根據歐洲 EN50126 標準，標準制定從規劃設計、興建製造至營運監督，規劃設計包含系統設計、風險分析及執行等；興建製造包含依據招標規範來製造、系統建置及確認以及系統驗收；營運監督包含營運及維護、修正及測試。另外，災害評估等級均採用安全風險矩陣，並將災害由重至輕劃分成 R1 到 R4 四個等級，並積極將 R1 等級的災害降至最低。

4.4 國外相關之軌道運輸安全指標

4.4.1 英國

英國政府以風險評估三角形進行運輸系統安全評估，並設定 10^{-4} 與 10^{-6} 作為鐵路乘客的個人不可忍受風險及可忽視風險臨界值，即每年乘客因鐵路運輸活動中死亡機率如果超過 10^{-4} 時，為不可忍受風險；低於 10^{-6} 時，則視為可忽視的風險。

4.5 其他軌道運輸安全績效指標

林杜震、李志綱等人發表【10】之「建立台鐵安全系統績效指標之研究」一文中提出九項台鐵營運中風險較高的事故，並制定安全指標予以標準化，而所提出的九項安全指標如下：

(1) 站內滑倒摔傷事故指標

該指標考量旅次多寡，因此以「載運人旅次」作為指標之分母，指標用式如下：

站內滑倒摔傷事故指標 = 站內滑倒摔傷等效死亡人數 / 總載運人旅次

(2) 車上跳車事故指標

該指標認為旅客事故的發生次數與總載運旅次數以及所搭乘的里程有關，也就是以「總營運延人公里」作為指標分母較為客觀。指標用式如下：

車上跳車事故指標 = 跳車等效死亡人數 / 總營運延人公里

(3) 車上墜車事故指標

排除自殺，以延人公里標準化做為指標分母，指標用式如下：

墜車事故指標 = 墜車等效死亡人數 / 總營運延人公里

(4) 上下列車摔傷指標

除轉乘以外，旅客進站後通常只有一次上下車行為，因此以總載運人旅次作為標準化分母，如下式：

上下列車摔傷指標＝上下列車摔傷等效死亡人數／載運人旅次

(5) 衝撞邊撞事故指標

衝撞邊撞事故與列車車種的關聯性較低，因此以總營運延人公里做指標分母，如下式：

衝撞邊撞事故指標＝衝撞邊撞等效死亡人數／總營運延人公里

(6) 月台邊側事故指標

邊側事故與旅客上下車行為有關，較不需要考量旅客的搭乘距離，因此以旅次做為指標分母，如下式：

月台邊側事故指標＝月台邊側旅客等效死亡人數／總載運人旅次

(7) 路線侵入軌道事故指標

侵入事故與路線的長度、列車的密度都有關係，因此以「總行駛車公里」做為指標分母，公式如下：

路線侵入軌道事故指標＝侵入軌道等效死亡人數／總行駛車公里

(8) 平交道搶越闖越事故指標

平交道事故除了受到通過平交道的列車次數外，公路交通量亦影響甚大。由於調查平交道車流量於技術上有所困難，因此以「單位時間」做為指標分母。「單位時間」可採用一天、一個月或一年來評估時間內因搶越闖越導致的死亡人數，如下式：

平交道搶越闖越事故指標＝平交道等效死亡人數／單位時間

(9) 工務段事故指標

透過員工職災資料中所記錄之受傷損失工作天及當月該部門的總員工工作天數，換算成「總工作小時」而得指標，如下式所示。另外也可以以等效死亡作為另一個工務段員工的事故衡量指標，如下式所示：

工務段事故指標(工時損失)＝工務段受傷損失工時／工務段總工作小時

工務段事故指標(等效死亡)＝工務段等效死亡人數／工務段總工作小時

4.6 小結

綜合上述各種安全指標，歸納出指標若與旅客傷亡相關者，指標分母多採用總載運旅次、營運公里及營運小時等，指標分子則為發生事故時造成損失的單位數，例如傷亡人數、延誤時間等。歸納台鐵、台北捷運以及高雄捷運所制定之指標，本文訂定台鐵機車安全指標，如下：

風險值 = 機車失效機率 × 機車失效之影響程度

其中：

風險值 = 失效造成之延誤時間（單位：分） / 每年行駛里程

機車失效機率 = 失效件數 / 每年行駛里程

機車失效之影響程度 = 每件失效件數所造成之延誤時間（單位：分）



第五章、台鐵機車風險分析與風險估計

台鐵目前共擁有七個主要機務段，分別為七堵、台北、新竹、彰化、嘉義、高雄及花蓮，其中七堵機務段包含宜蘭機務分段以及基隆機務分駐所、新竹機務段包含苗栗機務分駐所、彰化機務段包含南邊維修基地以及二水機務分駐所、高雄機務段包含推拉式維修車庫以及枋寮機務分駐所、花蓮機務段包含台東機務分段，機務處組織架構如下圖：

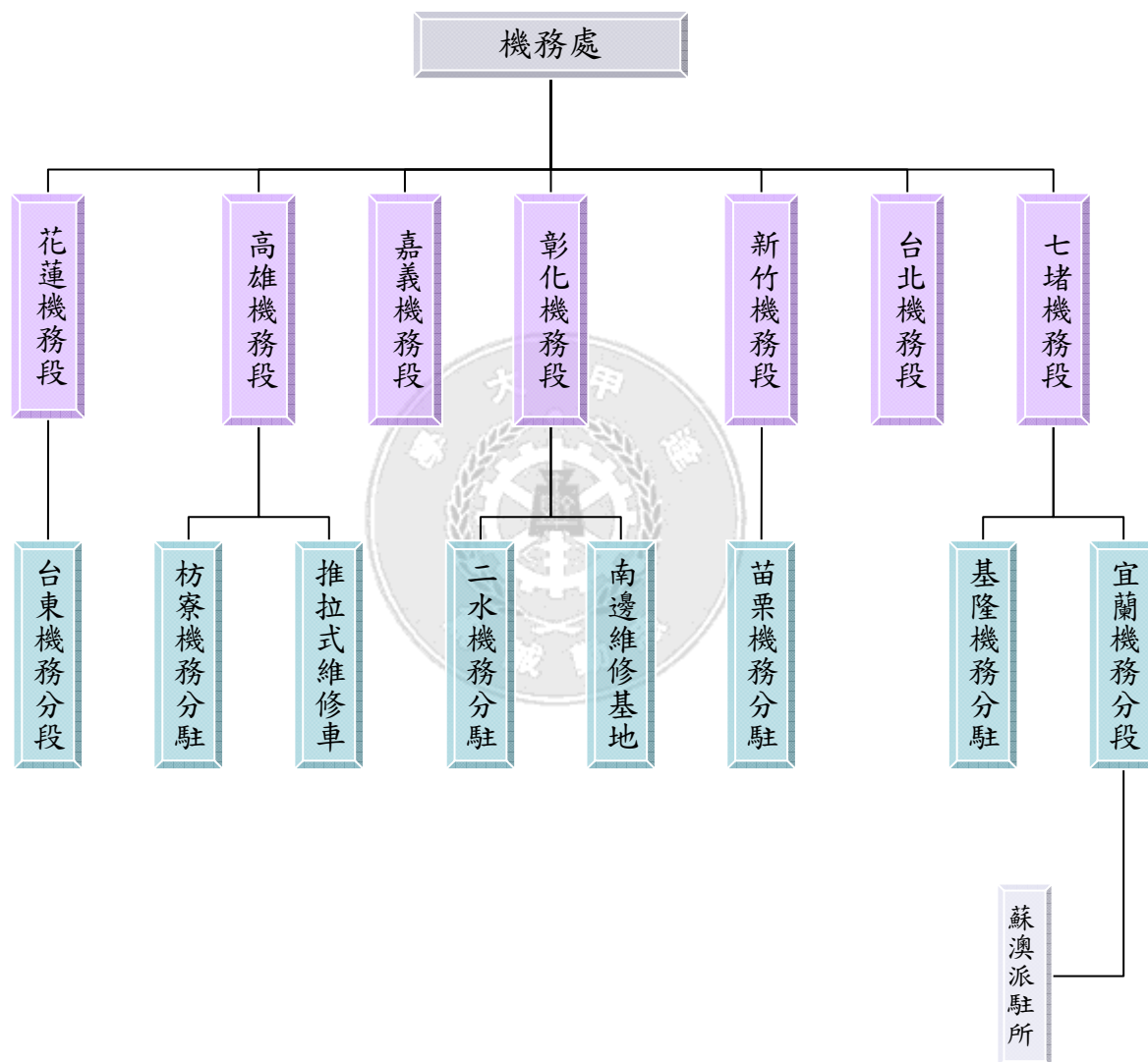


圖 5.1 台鐵機務處組織圖

機務段為機車及車輛之維修基地，其中機車可依動力系統分為以電力、柴油及煤為動力之車輛，如圖 5.2，以電力為動力之車輛分為電力機車(包含推拉式電車及電力機車)及電聯車；柴油為動力的車輛分為柴電機車、柴油客車以及柴聯車；以煤為動力的車輛為蒸汽機車，蒸汽機車因行

駛效益不高及維修不易等原因，除了特定觀光節慶外，均退出服務。本文探討範圍為以電力及柴油動力之車輛，不包含無動力之客車與貨車以及蒸汽機車。

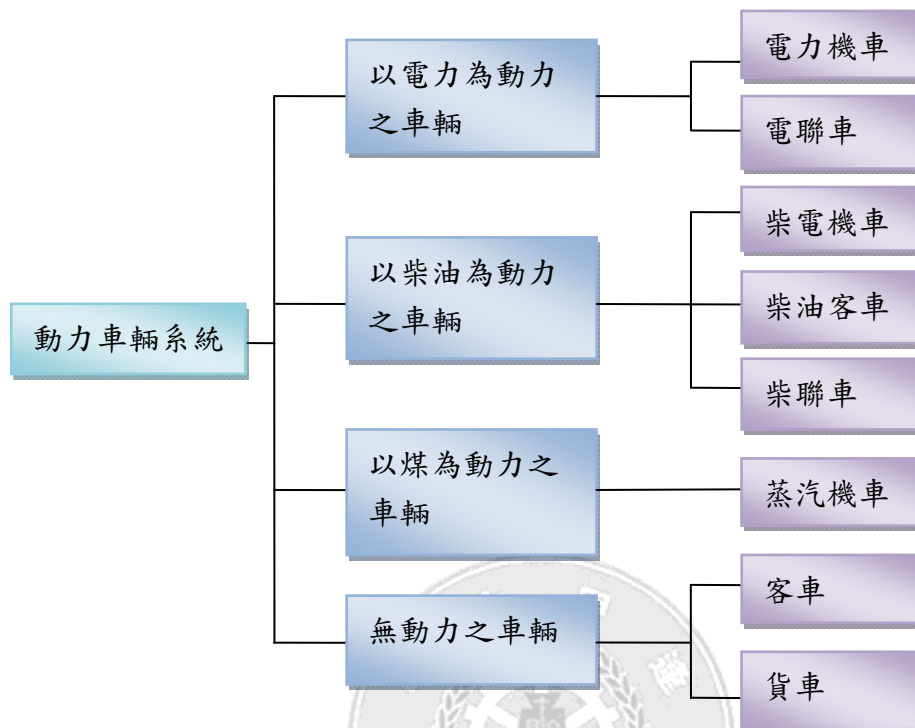


圖 5.2 台鐵動力車輛系統

5.1 車輛故障類型列舉及分類

車輛故障分類以電力機車為例，主要分為旅客服務系統、輔助供電系統、動力系統、供氣系統、高壓系統、走行裝置、軀機系統及保安裝置等系統。旅客服務系統如車上資訊顯示設備、廣播設備；輔助供電系統如集電弓裝置、VCB(真空斷路器)；動力系統如馬達、傳動軸；供氣系統如車內空調；高壓系統如變壓器；走行裝置如避震器；軀機系統如氣軀管、緊軀管；保安系統如車上 ATP(列車自動防護系統)設備。

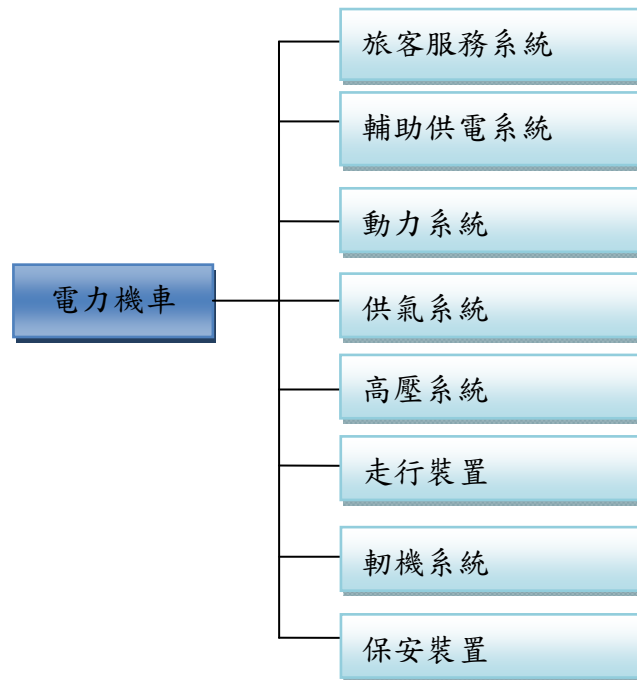


圖 5.3 電力機車主要系統架構

5.1.1 車輛故障列舉

電車組以及電力機車組故障的原因主要可分為集電高壓系統、電子裝置故障、動力系統故障、補助系統故障、出力控制故障、保安系統故障、軀機系統故障、走行裝置故障、控制電路故障、充電及電瓶故障、主風泵故障及其他原因共十二項。而以柴油為動力的車輛的故障原因則分為引擎及配件、冷卻系統故障、燃油系統故障、軀機系統故障、高壓電路故障、潤滑系統故障、主發電機故障、控制電路故障、充電及電瓶故障、傳動部分故障、走行裝置故障及其他等共十二項。

表 5.1 電力車輛及柴油車輛故障類型分類

	電力機車、電車組、推拉式電車	柴油機車、柴油客車
1	集電高壓系統	引擎及配件
2	電子裝置故障	冷卻系統故障
3	動力系統故障	燃油系統故障
4	補助系統故障	軀機系統故障
5	出力控制故障	高壓電路故障
6	保安系統故障	潤滑系統故障
7	軀機系統故障	主發電機故障
8	走行裝置故障	控制電路故障
9	控制電路故障	充電及電瓶故障
10	充電及電瓶故障	傳動部分故障
11	主風泵系統	走行裝置故障
12	其他	其他

5.1.2 推拉式電車組

根據台鐵統計【4】，自民國九十五年一月至民國九十七年十二月止，推拉式電力機車共發生 190 次故障，故障項目主要歸納為不出力、VCB 不閉合、不鬆軀、車軸咬死、集電弓不升弓、輔助供電故障以及牽引馬達故障等，失效類別如表 5.2：

表 5.2 推拉式電車組專用電力機車常見失效類別

失效類別	說明
1. 不出力	牽引馬達無法提供機車(列車)行駛所需要之動能。
2. VCB 不閉合	真空斷路器(VCB, Vacuum Circuit Breaker)無法閉合，導致機車無法取得電車線電源。
3. 不鬆軀	軀缸內留有殘餘空氣致不能完全鬆軀。
4. 咬死	車軸軸承或馬達軸承燒毀，致使車輪無法轉動。
5. 集電弓不升弓	集電弓無法舉升獲取 25KV 之電車線電源。
6. 馬達故障	牽引馬達隔離、馬達冒煙或齒輪故障所致
7. GTO 故障	牽引變流器(VVVF-GTO, Variable Voltage Variable Frequency Inverter-Gate Turn-off thyristor) 故障，以致無法啟動牽引馬達並對馬達進行調速。
8. TCMS 故障	列車控制與監視系統故障，致使司機員無法以螢幕注

	意車上設備運轉狀況。
9. 其他異常	其他原因造成列車延誤。

5.1.3 電力機車

根據台鐵統計，自民國九十五年一月至民國九十七年十二月止，電力機車共發生 297 次故障，故障項目主要歸納為無 74V 控制電源、集電弓不升弓、VCB 不閉合、鼓風機不運作、不出力、無氣壓源、無 440V 電源、不鬆軔、咬死等。

表 5.3 電力機車常見失效類別

失效類別	說明
1. 無 74V 控制電源	電瓶失效。
2. 集電弓不升弓	集電弓無法舉升獲得 25KV 之電車線電源。
3. 不閉合	真空斷路器(VCB, Vacuum Circuit Breaker)無法閉合，導致機車無法引進 25KV 電車線電源。
4. 鼓風機不運作	鼓風機不運轉，則車輛內部所有配件之熱量將無法下降，而有燒毀之虞。
5. 不出力	牽引馬達隔離，無法提供列車運轉所需動能。
6. 無 440V 電源	馬達交流發電機組(M. A. Set)無法輸出 440V 電源供應客車之空調系統。
7. 咬死	車軸軸承或牽引馬達軸承燒毀，或其他原因造成車輪不轉動。
8. 無氣壓源	無法提供軔機所需之空氣壓力，可能為空氣壓縮機故障或風缸內空氣發生洩漏。
9. 不鬆軔	軔機系統(如閘瓦)無法鬆軔，以致車輛無法前行。
10. 其他異常	其他原因造成列車延誤。

5.1.4 電聯車

自民國九十五年一月至民國九十七年十二月止之統計，電聯車共發生 479 次故障，故障的項目主要歸納為無 74V 控制電源、集電弓不升弓、VCB 不閉合、主變壓器故障、不出力、無氣壓源、不鬆軔、車軸咬死、SIV 故障及其他異常。

表 5.4 電聯車常見失效類別

失效類別	說明
1. 無 74V 控制電源	電瓶失效
2. 集電弓不升弓	集電弓無法舉升獲得 25KV 之電車線電源。
3. VCB 不閉合	VCB(真空斷路器)無法閉合，導致機車無法引進 25KV 電車線電源。
4. 主變壓器故障	主變壓器無法將由電車線獲得之 25KV 交流電源轉為列車使用之直流電源。
5. 不出力	牽引馬達隔離，無法提供列車運轉所需動能。
6. 無氣壓源	無法提供軔機所需之空氣壓力，可能為空氣壓縮機故障或風缸內空氣發生洩漏。
7. 不鬆軔	軔機系統(如閘瓦)無法鬆軔，以致車輛無法前行。
8. 咬死	車軸軸承或牽引馬達軸承燒毀，或其他原因造成車輪不轉動。
9. SIV 故障	靜式變流器以致無法供應客車空調電源。
10 其他異常	其他原因造成列車延誤。

5.1.5 柴油客車

自民國九十五年一月至民國九十七年十二月止之統計，柴油客車共發生 52 次故障，故障的項目主要歸納為不出力、不鬆軔、逆轉機故障、引擎故障、車軸熱軸及其他異常等。

表 5.5 柴油客車常見失效類別

失效類別	說明
1. 不出力	牽引馬達隔離，無法提供列車運轉所需動能。
2. 不鬆軔	軔機系統(如閘瓦)無法鬆軔，以致車輛無法前行。
3. 逆轉機故障	內部齒輪故障或電路短路造成車輛無法前進。
4. 引擎故障	引擎因電瓶故障或冷卻水水溫過高等原因導致熄火。
5. 車軸熱軸	車軸軸承或牽引馬達軸承燒毀，或其他原因造成車輪不轉動。
6. 其他異常	其他原因造成列車延誤。

5.1.6 柴油機車

自民國九十五年一月至民國九十七年十二月止之統計，共發生 123 次

故障，故障的原因主要歸納為不出力、GR 作用(高壓接地)、不鬆軔、逆轉機故障、引擎故障、車軸熱軸及其他異常等。

表 5.6 柴油機車常見失效類別

失效類別	說明
1. 不出力	牽引馬達隔離，無法提供列車運轉所需動能。
2. GR 作用	GR 作用可能為馬達電樞跳火、碳刷支架不良或受潮所造成。
2. 不鬆軔	軔機系統(如閘瓦)無法鬆軔，以致車輛無法前行。
3. 逆轉機故障	內部齒輪故障或電路短路造成車輛無法前進。
4. 引擎故障	引擎因電瓶故障或冷卻水水溫過高等原因導致熄火。
5. 車軸熱軸	車軸軸承或牽引馬達軸承燒毀，或其他原因造成車輪不轉動。
6. 其他異常	其他原因造成列車延誤。

5.2 風險分析與評估

辨識出各種可能發生的故障之後，將這些風險加以分類歸納，整理出哪些風險可以接受的，哪些風險是無法接受的。依 EN50126 危害事件發生的頻率分為經常(Frequent)、可能(Probable)、偶爾(Occasional)、極少(Remote)、未必然(Improbable)及難以發生(Incredible)六類【9】，發生頻率敘述如表 5.7：

表 5.7 危害事件發生頻率

分類	敘述
經常(Frequent)	可能經常發生，此危害連續發生。
可能(Probable)	可能發生數次，此危害可預期會常發生。
偶爾(Occasional)	可能發生數次，此危害可預期發生數次。
極少(Remote)	在整個系統周期的某些時候可能發生，這種危害可以合理的預期發生。
未必然(Improbable)	不容易發生，可假設這種危害可能異常或例外的發生。
難以發生(Incredible)	很難發生，可以假設此危害可能不發生。

危害嚴重程度分為四種，分別是：災難(Catastrophic)、危險(Critical)、

界限(Marginal)及不顯著(Insignificant)，其代表對人或環境的後果與服務產生的後果，其敘述如表 5.8：

表 5.8 危害嚴重程度

嚴重程度	對人或環境的後果	對服務產生的後果
災難(Catastrophic)	死亡、多重嚴重受傷或對環境產生的主要破壞	嚴重系統損壞
危險(Critical)	單一死亡、嚴重傷害或對環境造成破壞	損失單一主要系統
界限(Marginal)	輕微受傷或對環境產生顯著威脅	輕微系統損失
不顯著(Insignificant)	可能受到輕微的傷害	輕微系統破壞

風險評估為結合危害事件發生頻率、後果的嚴重性來建立危害事件產生的風險程度，依頻率及後果製成風險矩陣圖。一般四種評估以 R1、R2、R3、R4 依序代表風險不能忍受、不想要的、可忍受及可忽略的。

表 5.9 風險矩陣

事件發生頻率	風險程度			
	不想要的	不能忍受	不能忍受	不能忍受
經常	不想要的	不能忍受	不能忍受	不能忍受
可能	可忍受	不想要的	不能忍受	不能忍受
偶爾	可忍受	不想要的	不想要的	不能忍受
極少	可忽略	可忍受	不想要的	不想要的
未必然	可忽略	可忽略	可忍受	可忍受
難以發生	可忽略	可忽略	可忽略	可忽略
	不顯著	界限	危險	災難
	危害後果之嚴重程度			

製程風險矩陣後，依據各種不同的風險程度採取不同的處理方式，處理分式如表 5.10：

表 5.10 風險程度之處理方式

風險評估	處理方式
不能忍受	應消除
不想要的	當風險實際降低到不能再低時才能接受
可忍受	足夠控制下才能接受
可忽略	可接受

5.3 台鐵機務處之風險管理

根據台鐵「台灣鐵路管理局行車事故調查報告及救援須知」之規定，將事故依原因或結果分類成不同類型，其中常見的機務處事故類型如下：

表 5.11 機務處的事故類型

事故類型	事故原因
機車故障	電氣、機械、氣軔或冷卻系統故障
機動車故障	出力不足、引擎故障、逆轉機故障、鬆軔不良
電車故障	出力不足、鬆軔不良、集電弓故障、車軸燒損、氣軔軟管鬆脫或破損、VCB 不閉合、主變壓器故障、車門故障
電力機車故障	出力不足、鬆軔不良、GR 作用、集電弓故障、VCB 不閉合、風幫故障、鼓風機故障、高壓接地、牽引馬達故障
柴電機車故障	引擎故障、鼓風機故障、鬆軔不良、GR 作用、牽引馬達冒煙、冷卻水管破裂等。
客車故障	鬆軔不良、自動門故障、氣軔軟管破裂等故障
貨車故障	車軸燒損、軟管破裂、鬆軔不良等
列車延誤	機車故障、車輛設備不良、機車空轉、機車於坡度較大之路線發生空轉、出力不足、司機員疏未確認機車總風管考克未開闔、誤接電纜線致氣軔無法控制、更換編組機檢協調不週
車輛出軌	車輛傳動軸折斷
其他	氣軔軟管接頭鬆脫、客車廁所門故障

台灣鐵路管理局行車類風險矩陣中，事故機率以 10 年事故發生平均值做基礎，影響程度以各業務單位業務特性訂定標準。由於台鐵的行車環

境相較複雜，因此風險矩陣圖最多達到 10×10 層級。以下為台鐵歷年動力車行駛公里數及車輛數以及風險及影響程度之定義：

表 5.12 動力車行駛公里(單位：公里)

年	機車			
	電力機車	柴電機車	推拉式電力機車	其他
2000	9,517,567	11,249,430	7,917,752	
2001	9,339,457	10,725,945	8,787,026	
2002	9,946,146	10,354,538	9,384,307	1,897
2003	9,897,841	8,990,886	10,860,048	193,194
2004	10,533,619	7,937,539	11,766,616	176,523
2005	10,429,217	7,907,669	11,505,516	226,840
2006	10,614,273	7,625,338	11,924,302	340,232
2007	9,650,951	7,270,419	12,040,779	313,895
2008	8,868,097	6,884,232	12,171,814	284,263
2009	8,915,574	5,371,954	12,443,137	289,533

表 5.12 動力車行駛公里(單位：公里) 續

年	柴油客車	電聯車	總計
2000	25,831,894	17,106,518	71,620,162
2001	26,097,674	17,575,348	72,525,449
2002	26,986,892	18,311,828	74,985,607
2003	26,372,509	19,236,409	75,550,887
2004	24,415,590	20,483,538	75,313,424
2005	23,810,735	21,802,932	75,682,909
2006	23,563,777	22,674,728	76,742,650
2007	22,016,506	23,793,274	75,085,825
2008	22,589,817	29,650,230	80,448,453
2009	22,813,515	31,057,184	80,890,897

表 5.13 台灣鐵路管理局風險機率等級之定義

可能性分類	等級	描述
幾乎不可能	1	10 年內從未發生
	2	10 年內發生件數 1 次
不太可能	3	10 年內發生件數 2 次
	4	10 年內發生件數 3 次
可能	5	10 年內發生件數 4~10 次
	6	10 年內發生件數 11~20 次
非常可能	7	10 年內發生件數 21~30 次
	8	10 年內發生件數 31~49 次
幾乎確定	9	10 年內發生件數 50~99 次
	10	10 年內發生件數 100 次以上

表 5.14 台鐵機務處影響程度等級說明

衝撞或後果	等級	當次列車延誤時分
極輕微	1	10~20
	2	21~30
輕微	3	31~40
	4	41~50
嚴重	5	51~60
	6	61~70
相當嚴重	7	71~80
	8	81~90
非常嚴重	9	91 以上
	10	停駛

5.4 風險值計算

風險值 = 事故發生機率 × 事故發生後之影響程度

$$SR = \sum SR_j / n = (L_j \times I_j) / n$$

$$SR_j = L_j \times I_j$$

$$L = \sum L_j / n$$

$$I = \sum I_j / n$$

$$j=1,2,\dots,n$$

其中

SR：風險值

n：事故件數

L：事故機率

I：影響程度

L_j：個別事故機率

I_j：個別事故影響程度

發生頻率之定義：

發生頻率等級為根據台鐵行車十等級之定義太過複雜，且不容易判讀，本研究基於簡化以容易判讀，將十等級縮減至五等級，其等級說明如下表：

表 5.15 台鐵機務處發生頻率等級說明

發生頻率	等級	說明
難以發生	1	10 年內發生件數 0 次~1 次
極少	2	10 年內發生件數 2 次~3 次
偶爾	3	10 年內發生件數 4 次~20 次
可能	4	10 年內發生件數 21 次~49 次
經常	5	10 年內發生件數 50 以上

本研究發生頻率等級定義中，10 年的里程數為根據 2000 年至 2009 年各機車里程數和，其發生頻率如表 5.16：

表 5.16 台鐵機務處發生頻率等級說明

等級	說明	電力機車	柴電機車	推拉式電力機車
1	10 年發生件數 0~1 次	0.00	0.00	0.00
		1.016^{-8}	1.248^{-8}	9.861^{-9}
2	10 年內發生件數 2~3 次	2.032^{-8}	2.497^{-8}	1.972^{-8}
		3.048^{-8}	3.745^{-8}	2.958^{-8}
3	10 年內發生件數 4~20 次	4.064^{-8}	4.993^{-8}	3.944^{-8}
		2.032^{-7}	2.497^{-7}	1.972^{-7}
4	10 年內發生件數 21~49 次	2.134^{-7}	2.621^{-7}	2.071^{-7}
		4.979^{-7}	6.117^{-7}	4.832^{-7}
5	10 年內發生件數 50~100 次	5.080^{-7}	6.242^{-7}	4.930^{-7}
		1.016^{-6}	1.248^{-6}	9.861^{-7}



表 5.16 台鐵機務處發生頻率等級說明 續

等級	說明	柴油客車	電聯車
1	10 年發生件數 0~1 次	0.00	0.00
		4.030^{-9}	4.822^{-9}
2	10 年內發生件數 2~3 次	8.059^{-9}	9.644^{-9}
		1.209^{-8}	1.447^{-8}
3	10 年內發生件數 4~20 次	1.612^{-8}	1.929^{-8}
		8.059^{-8}	9.644^{-8}
4	10 年內發生件數 21~49 次	8.462^{-8}	1.013^{-7}
		1.975^{-7}	2.363^{-7}
5	10 年內發生件數 50~100 次	2.015^{-7}	2.411^{-7}
		4.030^{-7}	4.822^{-7}

嚴重程度之定義：

嚴重程度等級為根據台鐵機務段之影響程度等級定義，並將將嚴重程度由十等級縮減至五等級，等級說明如表 5.17：

表 5.17 台鐵機務處影響程度等級說明

衝撞或後果	等級	當次列車延誤時分
極輕微	1	10~30
輕微	2	31~50
嚴重	3	51~70
相當嚴重	4	71~90
非常嚴重	5	91~停駛

5.4.1 資料來源與資料選取標準

本研究之資料來源為台灣鐵路管理局行車保安委員會所提供之 95 年至 98 年車輛故障統計表。由於台鐵車輛故障以及失效之原因種類繁多，因此本研究訂定標準以縮小研究之範圍。項目取樣根據：1.台鐵於民國 97 年機務處簡報中所提出之各車種常見失效類別；2.台鐵行車保安委員會所提供之民國 95 年至民國 98 年車輛故障統計表中，每年必發生之故障項目。資料筆數如下表：

表 5.18 民國95年至98年動力車故障次數

車型	年份							
	95		96		97		98	
	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比
推拉式電車	77	17.95%	62	16.53%	51	15.22%	54	19.01%
電力機車	103	24.01%	120	32.00%	74	22.09%	65	22.89%
電聯車	176	41.03%	145	38.67%	158	47.16%	125	44.01%
柴電機車	51	11.89%	35	9.33%	37	11.04%	23	8.10%
柴油客車	22	5.13%	13	3.47%	15	4.48%	17	5.99%
總計	429	100.00%	375	100.00%	335	100.00%	284	100.00%

由資料數據可看出自從 95 年開始，動力車總故障次數逐年下降，但相較於其他車型，電聯車的故障次數每年均發生 100 次以上，為所有車型中最需要加強維修的車型。表 5.19 至表 5.22 為電力機車、電聯車、柴電

機車及柴油客車各車型故障次數與百分比表：

表 5.19 民國95年至98年各型電力機車故障次數

車型	年份							
	95		96		97		98	
	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比
E200 型	67	65.05%	81	67.50%	44	59.46%	41	63.08%
E300 型	5	4.85%	11	9.17%	9	12.16%	9	13.85%
E400 型	31	30.10%	28	23.33%	21	28.38%	15	23.08%
總計	103	100.00%	120	100.00%	74	100.00%	65	100.00%

表 5.20 民國95年至98年各型電聯車故障次數

車型	年份							
	95		96		97		98	
	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比
EMU100 型	16	9.09%	6	4.14%	6	3.80%	4	3.20%
EMU1200 型	8	4.55%	10	6.90%	10	6.33%	8	6.40%
EMU300 型	9	5.11%	5	3.45%	2	1.27%	2	1.60%
EMU400 型	33	18.75%	36	24.83%	25	15.82%	25	20.00%
EMU500 型	95	53.98%	70	48.28%	81	51.27%	61	48.80%
EMU600 型	15	8.52%	16	11.03%	19	12.03%	18	14.40%
EMU700 型	0	0.00%	2	1.38%	12	7.59%	6	4.80%
TEMU1000 型	0	0.00%	0	0.00%	3	1.90%	1	0.80%
總計	176	100.00%	145	100.00%	158	100.00%	125	100.00%

表 5.21 民國95年至98年各型柴電機車故障次數

車型	年份							
	95		96		97		98	
	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比
R20/R50 型	10	19.61%	8	22.86%	14	37.84%	8	34.78%
R100 型	33	64.71%	22	62.86%	16	43.24%	10	43.48%
R150 型	8	15.69%	3	8.57%	7	18.92%	4	17.39%
R180/R190 型	0	0.00%	2	5.71%	0	0.00%	0	0.00%
S200 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	1	4.35%
S300 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
總計	51	100.00%	35	100.00%	37	100.00%	23	100.00%

表 5.22 民國95年至98年各型柴油客車故障次數

車型	年份							
	95		96		97		98	
	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比
DR1000 型	6	27.27%	6	46.15%	9	60.00%	7	41.18%
DR2700 型	2	9.09%	3	23.08%	1	6.67%	2	11.76%
DR2800 型	2	9.09%	1	7.69%	2	13.33%	3	17.65%
DR2900 型	0	0.00%	1	7.69%	0	0.00%	1	5.88%
DR3000 型	9	40.91%	1	7.69%	3	20.00%	3	17.65%
DR3100 型	1	4.55%	1	7.69%	0	0.00%	1	5.88%
其他	2	9.09%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
總計	22	100.00%	13	100.00%	15	100.00%	17	100.00%

5.4.2 推拉式電車組

1. 不出力

95 年不出力發生的次數共 21 次，依總行駛里程 11,924,302 公里計算，發生機率為 1.761×10^{-6} ；96 年不出力發生的次數共 16 次，依總行駛里程 12,040,779 公里計算，發生機率為 1.329×10^{-6} ；97 年不出力發生的次數共 18 次，依總行駛里程 12,171,814 公里計算，發生機率為 1.479×10^{-6} ；98 年不出力發生的次數共 21 次，依總行駛里程 12,443,137 公里計算，發生機率為 1.688×10^{-6} ，等級劃分如下表：

表 5.23 民國95年至98年推拉式機車不出力誤點程度及等級

誤點時間(分)	10~30	31~50	51~70	71~90	91 以上	總計
等級	1	2	3	4	5	
95 年發生次數	9	6	4	0	2	21
95 年發生次數百分比	42.86%	28.57%	19.05%	0.00%	9.52%	100.00%
96 年發生次數	6	6	2	1	1	16
96 年發生次數百分比	37.50%	37.50%	12.50%	6.25%	6.25%	100.00%
97 年發生次數	9	6	1	0	2	18
97 年發生次數百分比	50.00%	33.33%	5.56%	0.00%	11.11%	100.00%
98 年發生次數	12	7	1	0	1	21
98 年發生次數百分比	57.14%	33.33%	4.76%	0.00%	4.76%	100.00%

$$95 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 9 + 2 \times 6 + 3 \times 4 + 4 \times 0 + 5 \times 2) / 21 = 2.0$$

$$95 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$96 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 6 + 2 \times 6 + 3 \times 2 + 4 \times 1 + 5 \times 1) / 16 = 2.1$$

$$96 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$97 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 9 + 2 \times 6 + 3 \times 1 + 4 \times 0 + 5 \times 2) / 18 = 1.9$$

$$97 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$98 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 12 + 2 \times 7 + 3 \times 1 + 4 \times 0 + 5 \times 1) / 21 = 1.5$$

$$98 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

2. VCB 不閉合

95 年 VCB 不閉合發生的次數共 4 次，依總行駛里程 11,924,302 公里計算，發生機率為 3.355×10^{-7} ；96 年 VCB 不閉合發生的次數共 4 次，依總行駛里程 12,040,779 公里計算，發生機率為 3.322×10^{-7} ；97 年 VCB 不閉合發生的次數共 3 次，依總行駛里程 12,171,814 公里計算，發生機率為 2.465×10^{-7} ；98 年 VCB 不閉合發生的次數共 5 次，依總行駛里程 12,443,137 公里計算，發生機率為 4.018×10^{-7} ，等級劃分如下表：

表 5.24 民國95年至98年推拉式機車VCB不閉合誤點程度及等級

誤點時間(分)	10~30	31~50	51~70	71~90	91 以上	總計
等級	1	2	3	4	5	
95 年發生次數	2	0	2	0	0	4
95 年發生次數百分比	50.00%	0.00%	50.00%	0.00%	0.00%	100.00%
96 年發生次數	3	0	0	0	1	4
96 年發生次數百分比	75.00%	0.00%	0.00%	0.00%	25.00%	100.00%
97 年發生次數	2	1	0	0	0	3
97 年發生次數百分比	66.67%	33.33%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
98 年發生次數	4	1	0	0	0	5
98 年發生次數百分比	80.00%	20.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%

$$95 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 2 + 2 \times 0 + 3 \times 2 + 4 \times 0 + 5 \times 0) / 4 = 2.0$$

$$95 \text{ 年發生頻率等級} = 4$$

$$96 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 3 + 2 \times 0 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 1) / 4 = 2.0$$

$$96 \text{ 年發生頻率等級} = 4$$

$$97 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 2 + 2 \times 1 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 0) / 3 = 1.3$$

$$97 \text{ 年發生頻率等級} = 4$$

$$98 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 4 + 2 \times 1 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 0) / 5 = 1.2$$

$$98 \text{ 年發生頻率等級} = 4$$

3. 不鬆軔

95 年不鬆軔發生的次數共 7 次，依總行駛里程 11,924,302 公里計算，發生機率為 5.87×10^{-7} ；96 年不鬆軔發生的次數共 3 次，依總行駛里程 12,040,779 公里計算，發生機率為 2.49×10^{-7} ；97 年不鬆軔發生的次數共 1 次，依總行駛里程 12,171,814 公里計算，發生機率為 8.216×10^{-8} ，98 年不鬆軔發生的次數共 6 次，依總行駛里程 12,443,137 公里計算，發生機率為 4.822×10^{-7} ，等級劃分如下表：

表 5.25 民國95年至98年推拉式機車不鬆軔誤點程度及等級

誤點時間(分)	10~30	31~50	51~70	71~90	91 以上	總計
等級	1	2	3	4	5	
95 年發生次數	2	4	0	0	1	7
95 年發生次數百分比	28.57%	57.14%	0.00%	0.00%	14.29%	100.00%
96 年發生次數	1	1	0	1	0	3
96 年發生次數百分比	33.33%	33.33%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%
97 年發生次數	1	0	0	0	0	1
97 年發生次數百分比	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
98 年發生次數	3	0	0	0	3	6
98 年發生次數百分比	50.00%	0.00%	0.00%	0.00%	50.00%	100.00%

$$95 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 2 + 2 \times 4 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 1) / 7 = 2.1$$

$$95 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$96 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 1 + 2 \times 1 + 3 \times 0 + 4 \times 1 + 5 \times 0) / 3 = 2.3$$

$$96 \text{ 年發生頻率等級} = 4$$

$$97 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 1 + 2 \times 0 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 0) / 1 = 1.0$$

$$97 \text{ 年發生頻率等級} = 3$$

$$98 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 3 + 2 \times 0 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 3) / 6 = 3.0$$

$$98 \text{ 年發生頻率等級} = 4$$

4. 咬死

95 年咬死發生的次數共 7 次，依總行駛里程 11,924,302 公里計算，發生機率為 5.87×10^{-7} ；96 年咬死發生的次數共 1 次，依總行駛里程 12,040,779 公里計算，發生機率為 8.305×10^{-8} ；97 年咬死發生的次數共 1 次，依總行駛里程 12,171,814 公里計算，發生機率為 8.216×10^{-8} ；98 年咬死發生的次數共 6 次，依總行駛里程 12,443,137 公里計算，發生機率為 4.822×10^{-7} ，等級劃分如下表：

表 5.26 民國95年至98年推拉式機車咬死誤點程度及等級

誤點時間(分)	10~30	31~50	51~70	71~90	91 以上	總計
等級	1	2	3	4	5	
95 年發生次數	1	1	0	1	4	7
95 年發生次數百分比	14.29%	14.29%	0.00%	14.29%	57.14%	100.00%
96 年發生次數	0	1	0	0	0	1
96 年發生次數百分比	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
97 年發生次數	0	0	0	0	1	1
97 年發生次數百分比	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%
98 年發生次數	0	1	0	1	4	6
98 年發生次數百分比	0.00%	16.67%	0.00%	16.67%	66.67%	100.00%

$$95 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 1 + 2 \times 1 + 3 \times 0 + 4 \times 1 + 5 \times 4) / 7 = 3.9$$

$$95 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$96 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 0 + 2 \times 1 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 0) / 1 = 2.0$$

$$96 \text{ 年發生頻率等級} = 3$$

$$97 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 0 + 2 \times 0 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 1) / 1 = 5.0$$

$$97 \text{ 年發生頻率等級} = 3$$

$$98 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 0 + 2 \times 1 + 3 \times 0 + 4 \times 1 + 5 \times 4) / 6 = 4.3$$

$$98 \text{ 年發生頻率等級} = 4$$

5. 集電弓不升弓

95 年不升弓發生的次數共 5 次，依總行駛里程 11,924,302 公里計算，發生機率為 4.193×10^{-7} ；96 年不升弓發生的次數共 2 次，依總行駛里程 12,040,779 公里計算，發生機率為 1.661×10^{-7} ；97 年不升弓發生的次數共 3 次，依總行駛里程 12,171,814 公里計算，發生機率為 2.465×10^{-7} ；98 年不升弓發生的次數共 1 次，依總行駛里程 12,443,137 公里計算，發生機率為 8.037×10^{-8} ，等級劃分如下表：

表 5.27 民國95年至98年推拉式機車不升弓誤點程度及等級

誤點時間(分)	10~30	31~50	51~70	71~90	91 以上	總計
等級	1	2	3	4	5	
95 年發生次數	3	1	0	0	1	5
95 年發生次數百分比	60.00%	20.00%	0.00%	0.00%	20.00%	100.00%
96 年發生次數	1	1	0	0	0	2
96 年發生次數百分比	50.00%	50.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
97 年發生次數	3	0	0	0	0	3
97 年發生次數百分比	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
98 年發生次數	1	0	0	0	0	1
98 年發生次數百分比	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%

$$95 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 3 + 2 \times 1 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 1) / 5 = 2.0$$

$$95 \text{ 年發生頻率等級} = 4$$

$$96 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 1 + 2 \times 1 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 0) / 2 = 1.5$$

$$96 \text{ 年發生頻率等級} = 3$$

$$97 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 3 + 2 \times 0 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 0) / 3 = 1.0$$

$$97 \text{ 年發生頻率等級} = 4$$

$$98 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 1 + 2 \times 0 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 0) / 1 = 1.0$$

$$98 \text{ 年發生頻率等級} = 3$$

6. 馬達故障

95 年馬達故障發生的次數共 3 次，依總行駛里程 11,924,302 公里計算，發生機率為 2.516×10^{-7} ；96 年馬達故障發生的次數共 9 次，依總行駛里程 12,040,779 公里計算，發生機率為 7.475×10^{-7} ；97 年馬達故障發生的次數共 3 次，依總行駛里程 12,171,814 公里計算，發生機率為 2.465×10^{-7} ；98 年馬達故障發生的次數共 5 次，依總行駛里程 12,443,137 公里計算，發生機率為 8.037×10^{-8} ，等級劃分如下表：

表 5.28 民國95年至98年推拉式機車馬達故障誤點程度及等級

誤點時間(分)	10~30	31~50	51~70	71~90	91 以上	總計
等級	1	2	3	4	5	
95 年發生次數	1	2	0	0	0	3
95 年發生次數百分比	33.33%	66.67%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
96 年發生次數	7	2	0	0	0	9
96 年發生次數百分比	77.78%	22.22%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
97 年發生次數	3	0	0	0	0	3
97 年發生次數百分比	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
98 年發生次數	1	0	0	0	0	1
98 年發生次數百分比	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%

$$95 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 1 + 2 \times 2 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 0) / 3 = 1.7$$

$$95 \text{ 年發生頻率等級} = 4$$

$$96 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 7 + 2 \times 2 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 0) / 9 = 1.2$$

$$96 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$97 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 3 + 2 \times 0 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 0) / 3 = 1.0$$

$$97 \text{ 年發生頻率等級} = 4$$

$$98 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 1 + 2 \times 0 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 0) / 1 = 1.0$$

$$98 \text{ 年發生頻率等級} = 3$$

7. 推拉式電力機車風險分布表與風險矩陣圖

根據台鐵所提供之推拉式電力機車故障統計資料表製程風險矩陣圖，風險矩陣圖中箭頭指向為該故障之下一年度的事故機率等級與影響程度等級，以下為各年風險分布表及風險矩陣圖：

表 5.29 推拉式電力機車各年風險分布表

	各年風險分布（可能性 × 影響程度）			
	95	96	97	98
不出力	5×2.0	5×2.1	5×1.9	5×1.5
VCB 不閉合	4×2.0	4×2.0	4×1.3	4×1.2
不鬆軔	5×2.1	4×2.3	3×1.0	4×3.0
咬死	5×3.9	3×2.0	3×5.0	4×4.3
不升弓	4×2.0	3×1.5	4×1.0	3×1.0
馬達故障	4×1.7	5×1.2	4×1.0	3×1.0

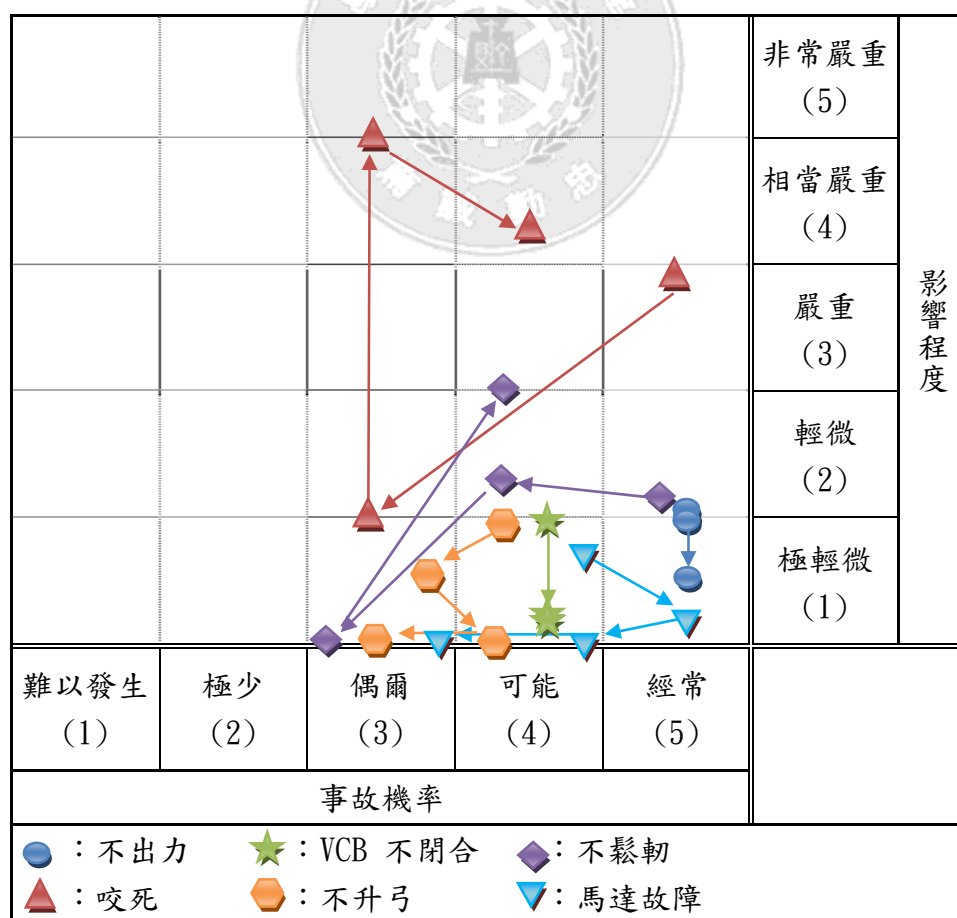


圖 5.4 民國 95 年至 98 年推拉式機車故障之風險矩陣圖

5.4.3 電力機車

1. 不閉合

不閉合包含 VCB(真空斷路器)不閉合以及 PLB 不閉合，95 年不閉合發生的次數共 11 次，依總行駛里程 10,614,273 公里計算，發生機率為 1.036×10^{-6} ；96 年不閉合發生的次數共 12 次，依總行駛里程 9,650,951 公里計算，發生機率為 1.243×10^{-6} ；97 年不閉合發生的次數共 5 次，依總行駛里程 8,868,097 公里計算，發生機率為 5.638×10^{-7} ；98 年不閉合發生的次數共 10 次，依總行駛里程 8,915,574 公里計算，發生機率為 1.122×10^{-6} ，等級劃分如下表：

表 5.30 民國95年至98年電力機車不閉合誤點程度及等級

誤點時間(分)	10~30	31~50	51~70	71~90	91 以上	總計
等級	1	2	3	4	5	
95 年發生次數	3	1	2	1	4	11
95 年發生次數百分比	27.27%	9.09%	18.18%	9.09%	36.36%	100.00%
96 年發生次數	5	3	1	1	2	12
96 年發生次數百分比	41.67%	25.00%	8.33%	8.33%	16.67%	100.00%
97 年發生次數	1	0	1	0	3	5
97 年發生次數百分比	20.00%	0.00%	20.00%	0.00%	60.00%	100.00%
98 年發生次數	2	3	0	2	3	10
98 年發生次數百分比	20.00%	30.00%	0.00%	20.00%	30.00%	100.00%

$$95 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 3 + 2 \times 1 + 3 \times 2 + 4 \times 1 + 5 \times 4) / 11 = 3.2$$

$$95 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$96 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 5 + 2 \times 3 + 3 \times 1 + 4 \times 1 + 5 \times 2) / 12 = 2.3$$

$$96 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$97 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 1 + 2 \times 0 + 3 \times 1 + 4 \times 0 + 5 \times 3) / 5 = 3.8$$

$$97 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$98 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 2 + 2 \times 3 + 3 \times 0 + 4 \times 2 + 5 \times 3) / 10 = 3.1$$

$$98 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

2. 鼓風機不運作

95 年鼓風機不運作發生的次數共 10 次，依總行駛里程 10,614,273 公里計算，發生機率為 9.421×10^{-7} ；96 年鼓風機不運作發生的次數共 14 次，依總行駛里程 9,650,951 公里計算，發生機率為 1.451×10^{-6} ；97 年鼓風機不運作發生的次數共 10 次，依總行駛里程 8,868,097 公里計算，發生機率為 1.128×10^{-6} ；98 年鼓風機不運作發生的次數共 2 次，依總行駛里程 8,915,574 公里計算，發生機率為 2.243×10^{-7} ，等級劃分如下表：

表 5.31 民國95年至98年電力機車鼓風機不運作誤點程度及等級

誤點時間(分)	10~30	31~50	51~70	71~90	91 以上	總計
等級	1	2	3	4	5	
95 年發生次數	2	3	3	1	1	10
95 年發生次數百分比	20.00%	30.00%	30.00%	10.00%	10.00%	100.00%
96 年發生次數	6	1	2	2	3	14
96 年發生次數百分比	42.86%	7.14%	14.29%	14.29%	21.43%	100.00%
97 年發生次數	2	3	3	1	1	10
97 年發生次數百分比	20.00%	30.00%	30.00%	10.00%	10.00%	100.00%
98 年發生次數	1	1	0	0	0	2
98 年發生次數百分比	50.00%	50.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%

$$95 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 2 + 2 \times 3 + 3 \times 3 + 4 \times 1 + 5 \times 1) / 10 = 2.6$$

$$95 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$96 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 6 + 2 \times 1 + 3 \times 2 + 4 \times 2 + 5 \times 3) / 14 = 2.6$$

$$96 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$97 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 2 + 2 \times 3 + 3 \times 3 + 4 \times 1 + 5 \times 1) / 10 = 2.6$$

$$97 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$98 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 1 + 2 \times 1 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 0) / 2 = 1.5$$

$$98 \text{ 年發生頻率等級} = 4$$

3. 不出力

95 年不出力不運作發生的次數共 8 次，依總行駛里程 10,614,273 公里計算，發生機率為 7.537×10^{-7} ；96 年不出力發生的次數共 16 次，依總行駛里程 9,650,951 公里計算，發生機率為 1.658×10^{-6} ；97 年不出力發生的次數共 4 次，依總行駛里程 8,868,097 公里計算，發生機率為 4.51×10^{-7} ；98 年不出力發生的次數共 7 次，依總行駛里程 8,915,574 公里計算，發生機率為 7.851×10^{-7} ，等級劃分如下表：

表 5.32 民國95年至98年電力機車不出力誤點程度及等級

誤點時間(分)	10~30	31~50	51~70	71~90	91 以上	總計
等級	1	2	3	4	5	
95 年發生次數	4	0	4	0	0	8
95 年發生次數百分比	50.00%	0.00%	50.00%	0.00%	0.00%	100.00%
96 年發生次數	3	7	2	1	3	16
96 年發生次數百分比	18.75%	43.75%	12.50%	6.25%	18.75%	100.00%
97 年發生次數	2	1	0	0	1	4
97 年發生次數百分比	50.00%	25.00%	0.00%	0.00%	25.00%	100.00%
98 年發生次數	0	1	3	2	1	7
98 年發生次數百分比	0.00%	14.29%	42.86%	28.57%	14.29%	100.00%

$$95 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 4 + 2 \times 0 + 3 \times 4 + 4 \times 0 + 5 \times 0) / 8 = 2.0$$

$$95 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$96 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 3 + 2 \times 7 + 3 \times 2 + 4 \times 1 + 5 \times 3) / 16 = 2.6$$

$$96 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$97 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 2 + 2 \times 1 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 1) / 4 = 2.3$$

$$97 \text{ 年發生頻率等級} = 4$$

$$98 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 0 + 2 \times 1 + 3 \times 3 + 4 \times 2 + 5 \times 1) / 7 = 3.4$$

$$98 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

4. 無 440V 電源(MA 故障)

95 年無 440V 電源發生的次數共 10 次，依總行駛里程 10,614,273 公里計算，發生機率為 9.421×10^{-7} ；96 年無 440V 電源發生的次數共 9 次，依總行駛里程 9,650,951 公里計算，發生機率為 9.326×10^{-7} ；97 年無 440V 電源次數共 6 次，依總行駛里程 8,868,097 公里計算，發生機率為 6.766×10^{-7} ；98 年無 440V 電源發生的次數共 9 次，依總行駛里程 8,915,574 公里計算，發生機率為 1.010×10^{-6} ，等級劃分如下表：

表 5.33 民國95年至98年電力機車無440V電源誤點程度及等級

誤點時間(分)	10~30	31~50	51~70	71~90	91 以上	總計
等級	1	2	3	4	5	
95 年發生次數	3	3	2	1	1	10
95 年發生次數百分比	30.00%	30.00%	20.00%	10.00%	10.00%	100.00%
96 年發生次數	8	1	0	0	0	9
96 年發生次數百分比	88.89%	11.11%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
97 年發生次數	6	0	0	0	0	6
97 年發生次數百分比	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
98 年發生次數	4	2	1	0	2	9
98 年發生次數百分比	44.44%	22.22%	11.11%	0.00%	22.22%	100.00%

$$95 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 3 + 2 \times 3 + 3 \times 2 + 4 \times 1 + 5 \times 1) / 10 = 2.4$$

$$95 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$96 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 8 + 2 \times 1 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 0) / 9 = 1.1$$

$$96 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$97 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 6 + 2 \times 0 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 0) / 6 = 1.0$$

$$97 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$98 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 4 + 2 \times 2 + 3 \times 1 + 4 \times 0 + 5 \times 2) / 9 = 2.3$$

$$98 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

5. 集電弓不升弓

95 年不升弓發生的次數共 4 次，依總行駛里程 10,614,273 公里計算，發生機率為 3.769×10^{-7} ；96 年不升弓發生的次數共 9 次，依總行駛里程 9,650,951 公里計算，發生機率為 9.326×10^{-7} ；97 年不升弓發生的次數共 6 次，依總行駛里程 8,868,097 公里計算，發生機率為 6.766×10^{-7} ；98 年不升弓發生的次數共 5 次，依總行駛里程 8,915,574 公里計算，發生機率為 5.608×10^{-7} ，等級劃分如下表：

表 5.34 民國95年至98年電力機車集電弓不升弓誤點程度及等級

誤點時間(分)	10~30	31~50	51~70	71~90	91 以上	總計
等級	1	2	3	4	5	
95 年發生次數	3	1	0	0	0	4
95 年發生次數百分比	75.00%	25.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
96 年發生次數	2	3	2	0	1	8
96 年發生次數百分比	25.00%	37.50%	25.00%	0.00%	12.50%	100.00%
97 年發生次數	1	1	3	1	0	6
97 年發生次數百分比	16.67%	16.67%	50.00%	16.67%	0.00%	100.00%
98 年發生次數	1	2	1	0	1	5
98 年發生次數百分比	20.00%	40.00%	20.00%	0.00%	20.00%	100.00%

$$95 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 3 + 2 \times 1 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 0) / 4 = 1.3$$

$$95 \text{ 年發生頻率等級} = 4$$

$$96 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 2 + 2 \times 3 + 3 \times 2 + 4 \times 0 + 5 \times 1) / 8 = 2.4$$

$$96 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$97 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 1 + 2 \times 1 + 3 \times 3 + 4 \times 1 + 5 \times 0) / 6 = 2.7$$

$$97 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$98 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 1 + 2 \times 2 + 3 \times 1 + 4 \times 0 + 5 \times 1) / 5 = 2.6$$

$$98 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

6. 咬死

95 年咬死發生的次數共 2 次，依總行駛里程 10,614,273 公里計算，發生機率為 1.884×10^{-7} ；96 年咬死發生的次數共 3 次，依總行駛里程 9,650,951 公里計算，發生機率為 3.109×10^{-7} ；97 年咬死發生次數共 7 次，依總行駛里程 8,868,097 公里計算，發生機率為 7.893×10^{-7} ；98 年咬死發生的次數共 2 次，依總行駛里程 8,915,574 公里計算，發生機率為 2.243×10^{-7} ，等級劃分如下表：

表 5.35 民國95年至98年電力機車咬死誤點程度及等級

誤點時間(分)	10~30	31~50	51~70	71~90	91 以上	總計
等級	1	2	3	4	5	
95 年發生次數	0	1	0	0	1	2
95 年發生次數百分比	0.00%	50.00%	0.00%	0.00%	50.00%	100.00%
96 年發生次數	0	0	1	0	2	3
96 年發生次數百分比	0.00%	0.00%	33.33%	0.00%	66.67%	100.00%
97 年發生次數	0	2	2	1	2	7
97 年發生次數百分比	0.00%	28.57%	28.57%	14.29%	28.57%	100.00%
98 年發生次數	0	1	0	1	0	2
98 年發生次數百分比	0.00%	50.00%	0.00%	50.00%	0.00%	100.00%

$$95 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 0 + 2 \times 1 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 1) / 2 = 3.5$$

$$95 \text{ 年發生頻率等級} = 3$$

$$96 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 0 + 2 \times 0 + 3 \times 1 + 4 \times 0 + 5 \times 2) / 3 = 4.3$$

$$96 \text{ 年發生頻率等級} = 4$$

$$97 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 0 + 2 \times 2 + 3 \times 2 + 4 \times 1 + 5 \times 2) / 7 = 3.4$$

$$97 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$98 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 0 + 2 \times 1 + 3 \times 0 + 4 \times 1 + 5 \times 0) / 2 = 3.0$$

$$98 \text{ 年發生頻率等級} = 4$$

7. 電力機車風險分布表與風險矩陣圖

根據台鐵所提供之電力機車故障統計資料表製程風險矩陣圖，風險矩陣圖中箭頭指向為該故障之下一年度的事故機率等級與影響程度等級，以下為各年風險分布表及風險矩陣圖：

表 5.36 電力機車各年風險分布表

	各年風險分布（可能性*影響程度）			
	95	96	97	98
不閉合	5×3.2	5×2.3	5×3.8	5×3.1
鼓風機不運作	5×2.6	5×2.6	5×2.6	4×1.5
不出力	5×2.0	5×2.6	4×2.3	5×3.4
MA 故障	5×2.4	5×1.1	5×1.0	5×2.3
不升弓	4×1.3	5×2.4	5×2.7	5×2.6
咬死	3×3.5	4×4.3	5×3.4	4×3.0

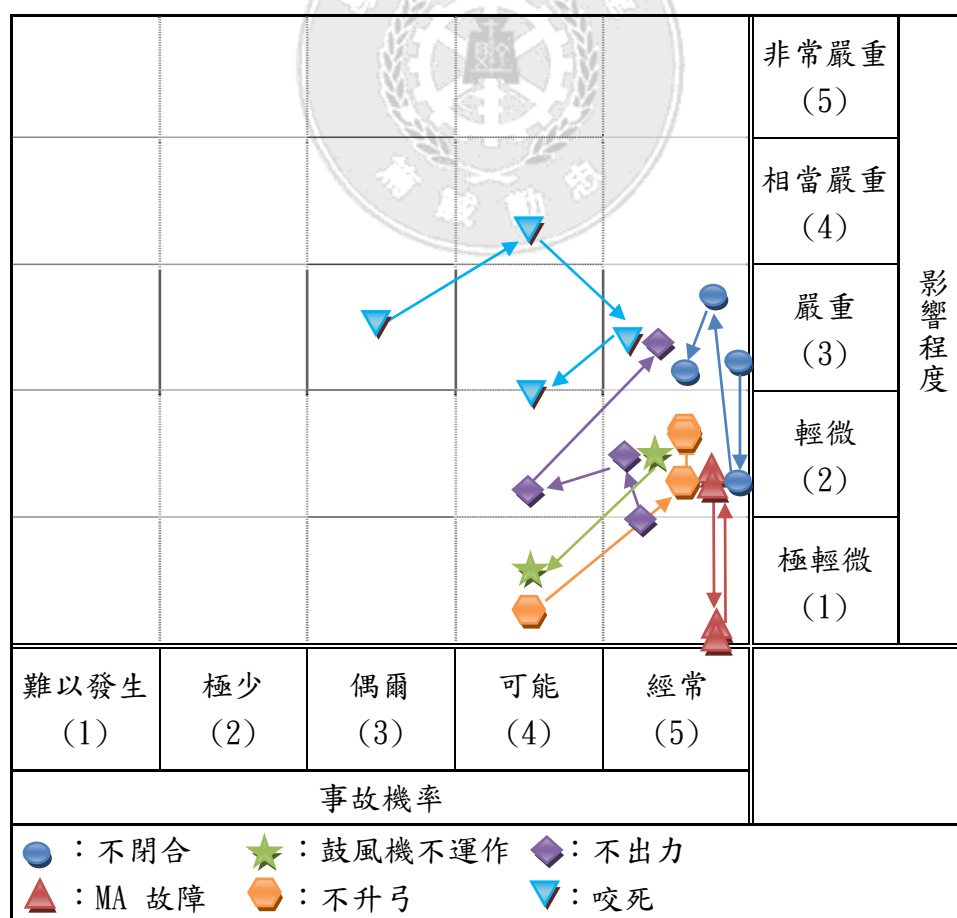


圖 5.5 民國 95 年至 98 年電力機車故障之風險矩陣圖

5.4.4 電聯車

1. 不出力

95 年不出力發生的次數共 44 次，依總行駛里程 22,674,728 公里計算，發生機率為 1.940×10^{-6} ；96 年不出力發生的次數共 27 次，依總行駛里程 23,793,274 公里計算，發生機率為 1.135×10^{-6} ；97 年不出力發生的次數共 38 次，依總行駛里程 29,650,230 公里計算，發生機率為 1.282×10^{-6} ；98 年不出力發生的次數共 38 次，依總行駛里程 31,057,184 公里計算，發生機率為 1.223×10^{-6} ，影響程度及等級如下：

表 5.37 民國95年至98年電聯車不出力誤點程度及等級

誤點時間(分)	10~30	31~50	51~70	71~90	91 以上	總計
等級	1	2	3	4	5	
95 年發生次數	20	9	6	1	8	44
95 年發生次數百分比	45.45%	20.45%	13.64%	2.27%	18.18%	100.00%
96 年發生次數	11	5	6	1	4	27
96 年發生次數百分比	40.74%	18.52%	22.22%	3.70%	14.81%	100.00%
97 年發生次數	15	8	1	0	14	38
97 年發生次數百分比	39.47%	21.05%	2.63%	0.00%	36.84%	100.00%
98 年發生次數	17	7	0	0	14	38
98 年發生次數百分比	44.74%	18.42%	0.00%	0.00%	36.84%	100.00%

$$95 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 20 + 2 \times 9 + 3 \times 6 + 4 \times 1 + 5 \times 8) / 44 = 2.3$$

$$95 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$96 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 11 + 2 \times 5 + 3 \times 6 + 4 \times 1 + 5 \times 4) / 27 = 2.3$$

$$96 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$97 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 15 + 2 \times 8 + 3 \times 1 + 4 \times 0 + 5 \times 14) / 38 = 2.7$$

$$97 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$98 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 15 + 2 \times 8 + 3 \times 1 + 4 \times 0 + 5 \times 14) / 38 = 2.7$$

$$98 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

2. VCB 不閉合

95 年 VCB 不閉合發生的次數共 35 次，依總行駛里程 22,674,728 公里計算，發生機率為 1.543×10^{-6} ；96 年 VCB 不閉合發生的次數共 27 次，依總行駛里程 23,793,274 公里計算，發生機率為 1.135×10^{-6} ；97 年 VCB 不閉合發生的次數共 39 次，依總行駛里程 29,650,230 公里計算，發生機率為 1.315×10^{-6} ；98 年 VCB 不閉合發生的次數共 27 次，依總行駛里程 31,057,184 公里計算，發生機率為 8.694×10^{-7} ，影響程度及等級如下：

表 5.38 民國95年至98年電聯車VCB不閉合誤點程度及等級

誤點時間(分)	10~30	31~50	51~70	71~90	91 以上	總計
等級	1	2	3	4	5	
95 年發生次數	11	7	1	0	15	34
95 年發生次數百分比	32.35%	20.59%	2.94%	0.00%	44.12%	100.00%
96 年發生次數	9	9	0	0	9	27
96 年發生次數百分比	33.33%	33.33%	0.00%	0.00%	33.33%	100.00%
97 年發生次數	9	6	2	1	21	39
97 年發生次數百分比	23.08%	15.38%	5.13%	2.56%	53.85%	100.00%
98 年發生次數	12	4	0	0	11	27
98 年發生次數百分比	44.44%	14.81%	0.00%	0.00%	40.74%	100.00%

$$95 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 11 + 2 \times 7 + 3 \times 1 + 4 \times 0 + 5 \times 15) / 34 = 3.0$$

$$95 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$96 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 9 + 2 \times 9 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 9) / 27 = 2.7$$

$$96 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$97 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 9 + 2 \times 6 + 3 \times 2 + 4 \times 1 + 5 \times 21) / 39 = 3.5$$

$$97 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$98 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 12 + 2 \times 4 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 11) / 27 = 2.8$$

$$98 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

3. 主變電壓器故障

95 年主變電壓器故障發生的次數共 13 次，依總行駛里程 22,674,728 公里計算，發生機率為 5.733×10^{-7} ；96 年主變電壓器故障發生的次數共 5 次，依總行駛里程 23,793,274 公里計算，發生機率為 2.101×10^{-7} ；97 年主變電壓器故障發生的次數共 13 次，依總行駛里程 29,650,230 公里計算，發生機率為 4.384×10^{-7} ；98 年主便電壓器故障發生的次數共 2 次，依總行駛里程 31,057,184 公里計算，發生機率為 6.440×10^{-8} ，影響程度及等級如下：

表 5.39 民國95年至98年電聯車主變電壓器故障誤點程度及等級

誤點時間(分)	10~30	31~50	51~70	71~90	91 以上	總計
等級	1	2	3	4	5	
95 年發生次數	1	3	2	0	7	13
95 年發生次數百分比	7.69%	23.08%	15.38%	0.00%	53.85%	100.00%
96 年發生次數	0	2	0	0	3	5
96 年發生次數百分比	0.00%	40.00%	0.00%	0.00%	60.00%	100.00%
97 年發生次數	4	3	0	0	6	13
97 年發生次數百分比	30.77%	23.08%	0.00%	0.00%	46.15%	100.00%
98 年發生次數	0	0	0	0	2	2
98 年發生次數百分比	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%

$$95 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 1 + 2 \times 3 + 3 \times 2 + 4 \times 0 + 5 \times 7) / 13 = 3.7$$

$$95 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$96 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 0 + 2 \times 2 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 3) / 5 = 3.8$$

$$96 \text{ 年發生頻率等級} = 4$$

$$97 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 4 + 2 \times 3 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 6) / 13 = 3.1$$

$$97 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$98 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 0 + 2 \times 0 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 2) / 5 = 5.0$$

$$98 \text{ 年發生頻率等級} = 3$$

4. SIV(靜式變流器)故障

95 年 SIV 故障發生的次數共 7 次，依總行駛里程 22,674,728 公里計算，發生機率為 3.087×10^{-7} ；96 年 SIV 故障發生的次數共 11 次，依總行駛里程 23,793,274 公里計算，發生機率為 4.623×10^{-7} ；97 年 SIV 故障發生的次數共 10 次，依總行駛里程 29,650,230 公里計算，發生機率為 3.373×10^{-7} ；98 年 SIV 故障發生的次數共 6 次，依總行駛里程 31,057,184 公里計算，發生機率為 1.932×10^{-7} ，影響程度及等級如下：

表 5.40 民國95年至98年電聯車SIV故障誤點程度及等級

誤點時間(分)	10~30	31~50	51~70	71~90	91 以上	總計
等級	1	2	3	4	5	
95 年發生次數	0	4	0	0	3	7
95 年發生次數百分比	0.00%	57.14%	0.00%	0.00%	42.86%	100.00%
96 年發生次數	2	2	0	2	5	11
96 年發生次數百分比	18.18%	18.18%	0.00%	18.18%	45.45%	100.00%
97 年發生次數	2	0	0	0	8	10
97 年發生次數百分比	20.00%	0.00%	0.00%	0.00%	80.00%	100.00%
98 年發生次數	1	1	0	0	4	6
98 年發生次數百分比	16.67%	16.67%	0.00%	0.00%	66.67%	100.00%

$$95 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 0 + 2 \times 4 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 3) / 7 = 3.3$$

$$95 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$96 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 2 + 2 \times 2 + 3 \times 0 + 4 \times 2 + 5 \times 5) / 11 = 3.5$$

$$96 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$97 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 2 + 2 \times 0 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 8) / 10 = 4.2$$

$$97 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$98 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 1 + 2 \times 1 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 4) / 6 = 3.8$$

$$98 \text{ 年發生頻率等級} = 4$$

5. 不鬆軔

95 年不鬆軔發生的次數共 14 次，依總行駛里程 22,674,728 公里計算，發生機率為 6.174×10^{-7} ；96 年不鬆軔發生的次數共 21 次，依總行駛里程 23,793,274 公里計算，發生機率為 8.826×10^{-7} ；97 年不鬆軔發生的次數共 10 次，依總行駛里程 29,650,230 公里計算，發生機率為 3.373×10^{-7} ；98 年不鬆軔發生的次數共 12 次，依總行駛里程 31,057,184 公里計算，發生機率為 3.864×10^{-7} ，影響程度及等級如下：

表 5.41 民國95年至98年電聯車不鬆軔誤點程度及等級

誤點時間(分)	10~30	31~50	51~70	71~90	91 以上	總計
等級	1	2	3	4	5	
95 年發生次數	7	4	1	0	2	14
95 年發生次數百分比	50.00%	28.57%	7.14%	0.00%	14.29%	100.00%
96 年發生次數	13	4	0	0	4	21
96 年發生次數百分比	61.90%	19.05%	0.00%	0.00%	19.05%	100.00%
97 年發生次數	5	1	0	0	4	10
97 年發生次數百分比	50.00%	10.00%	0.00%	0.00%	40.00%	100.00%
98 年發生次數	6	2	1	0	3	12
98 年發生次數百分比	50.00%	16.67%	8.33%	0.00%	25.00%	100.00%

$$95 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 7 + 2 \times 4 + 3 \times 1 + 4 \times 0 + 5 \times 2) / 14 = 2.0$$

$$95 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$96 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 13 + 2 \times 4 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 4) / 21 = 2.0$$

$$96 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$97 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 5 + 2 \times 1 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 4) / 10 = 2.7$$

$$97 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$98 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 6 + 2 \times 2 + 3 \times 1 + 4 \times 0 + 5 \times 3) / 12 = 2.3$$

$$98 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

6. 咬死

95 年咬死發生的次數共 4 次，依總行駛里程 22,674,728 公里計算，發生機率為 1.764×10^{-7} ；96 年咬死發生的次數共 4 次，依總行駛里程 23,793,274 公里計算，發生機率為 1.681×10^{-7} ；97 年咬死發生的次數共 2 次，依總行駛里程 29,650,230 公里計算，發生機率為 6.745×10^{-8} ；98 年咬死發生的次數共 4 次，依總行駛里程 31,057,184 公里計算，發生機率為 1.288×10^{-7} ，影響程度及等級如下：

表 5.42 民國95年至98年電聯車咬死誤點程度及等級

誤點時間(分)	10~30	31~50	51~70	71~90	91 以上	總計
等級	1	2	3	4	5	
95 年發生次數	1	3	0	0	0	4
95 年發生次數百分比	25.00%	75.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
96 年發生次數	0	1	0	0	3	4
96 年發生次數百分比	0.00%	25.00%	0.00%	0.00%	75.00%	100.00%
97 年發生次數	0	1	0	0	1	2
97 年發生次數百分比	0.00%	50.00%	0.00%	0.00%	50.00%	100.00%
98 年發生次數	0	0	0	0	4	4
98 年發生次數百分比	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%

$$95 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 1 + 2 \times 3 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 0) / 4 = 1.8$$

$$95 \text{ 年發生頻率等級} = 4$$

$$96 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 0 + 2 \times 1 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 3) / 4 = 4.3$$

$$96 \text{ 年發生頻率等級} = 4$$

$$97 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 0 + 2 \times 1 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 1) / 2 = 3.5$$

$$97 \text{ 年發生頻率等級} = 3$$

$$98 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 0 + 2 \times 0 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 4) / 4 = 5.0$$

$$98 \text{ 年發生頻率等級} = 4$$

7. 電聯車風險分布表與風險矩陣圖

根據台鐵所提供之電聯車故障統計資料表製程風險矩陣圖，風險矩陣圖中箭頭指向為該故障之下一年度的事故機率等級與影響程度等級，以下為各年風險分布表及風險矩陣圖：

表 5.43 電聯車各年風險分布表

	各年風險分布（可能性*影響程度）			
	95	96	97	98
不出力	5×2.3	5×2.3	5×2.7	5×2.7
不閉合	5×3.0	5×2.7	5×3.5	5×2.8
主變電壓器故障	5×3.7	4×3.8	5×3.1	3×5.0
SIV 故障	5×3.3	5×3.5	5×4.2	4×3.8
不鬆軔	5×2.0	5×2.0	5×2.7	5×2.3
咬死	4×1.8	4×4.3	3×3.5	4×5.0

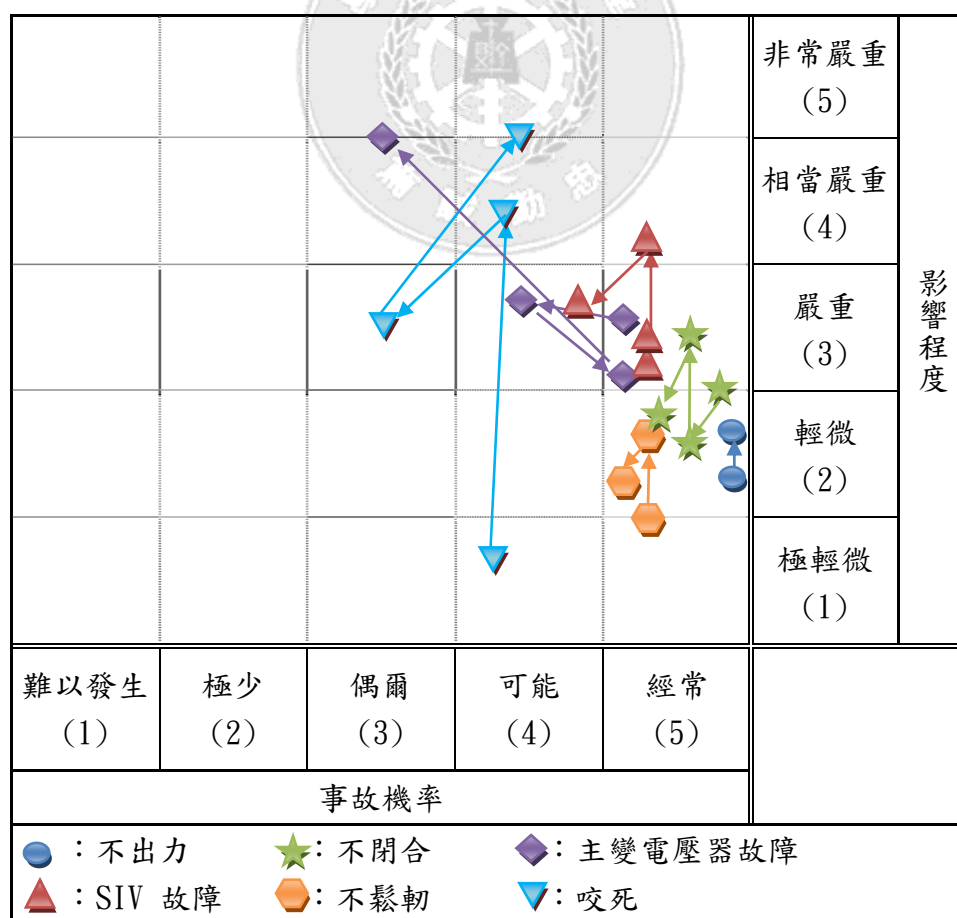


圖 5.6 民國 95 年至 98 年電聯車故障之風險矩陣圖

5.4.5 柴油客車

1. 引擎故障

引擎故障包含無法啟動及自動熄火。95 年引擎故障發生的次數共 6 次，依總行駛里程 23,563,777 公里計算，發生機率為 2.546×10^{-7} ；96 年引擎故障發生的次數共 2 次，依總行駛里程 22,016,506 公里計算，發生機率為 9.084×10^{-8} ；97 年引擎故障發生的次數共 4 次，依總行駛里程 22,589,817 公里計算，發生機率為 1.771×10^{-7} ；98 年引擎故障發生的次數共 2 次，依總行駛里程 22,813,515 公里計算，發生機率為 8.767×10^{-8} ，影響程度及等級如下：

表 5.44 民國95年至98年柴油客車引擎故障誤點程度及等級

誤點時間(分)	10~30	31~50	51~70	71~90	91 以上	總計
等級	1	2	3	4	5	
95 年發生次數	2	1	0	0	3	6
95 年發生次數百分比	33.33%	16.67%	0.00%	0.00%	50.00%	100.00%
96 年發生次數	1	1	0	0	0	2
96 年發生次數百分比	50.00%	50.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
97 年發生次數	2	0	0	0	2	4
97 年發生次數百分比	50.00%	0.00%	0.00%	0.00%	50.00%	100.00%
98 年發生次數	0	0	1	0	1	2
98 年發生次數百分比	0.00%	0.00%	50.00%	0.00%	50.00%	100.00%

$$95 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 2 + 2 \times 1 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 3) / 6 = 3.2$$

$$95 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$96 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 1 + 2 \times 1 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 0) / 2 = 1.5$$

$$96 \text{ 年發生頻率等級} = 4$$

$$97 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 2 + 2 \times 0 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 2) / 4 = 3.0$$

$$97 \text{ 年發生頻率等級} = 4$$

$$98 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 0 + 2 \times 0 + 3 \times 1 + 4 \times 0 + 5 \times 1) / 2 = 4.0$$

$$98 \text{ 年發生頻率等級} = 4$$

2. 逆轉機故障

95 年逆轉機故障發生的次數共 5 次，依總行駛里程 23,563,777 公里計算，發生機率為 2.122×10^{-7} ；96 年逆轉機故障發生的次數共 1 次，依總行駛里程 22,016,506 公里計算，發生機率為 4.542×10^{-8} ；97 年逆轉機故障發生的次數共 2 次，依總行駛里程 22,589,817 公里計算，發生機率為 8.853×10^{-8} ；98 年逆轉機故障發生的次數共 1 次，依總行駛里程 22,813,515 公里計算，發生機率為 4.383×10^{-8} ，影響程度及等級如下：

表 5.45 民國95年至98年柴油客車逆轉機故障誤點程度及等級

誤點時間(分)	10~30	31~50	51~70	71~90	91 以上	總計
等級	1	2	3	4	5	
95 年發生次數	4	0	0	0	1	5
95 年發生次數百分比	80.00%	0.00%	0.00%	0.00%	20.00%	100.00%
96 年發生次數	1	0	0	0	0	1
96 年發生次數百分比	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
97 年發生次數	1	1	0	0	0	2
97 年發生次數百分比	50.00%	50.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
98 年發生次數	0	0	1	0	0	1
98 年發生次數百分比	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	100.00%

$$95 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 4 + 2 \times 0 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 1) / 5 = 1.8$$

$$95 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$96 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 1 + 2 \times 0 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 0) / 1 = 1.0$$

$$96 \text{ 年發生頻率等級} = 3$$

$$97 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 1 + 2 \times 1 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 0) / 2 = 1.5$$

$$97 \text{ 年發生頻率等級} = 4$$

$$98 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 0 + 2 \times 0 + 3 \times 1 + 4 \times 0 + 5 \times 0) / 1 = 3.0$$

$$98 \text{ 年發生頻率等級} = 3$$

3. 柴油客車風險分布表與風險矩陣圖

根據台鐵所提供之柴油客車故障統計資料表製程風險矩陣圖，風險矩陣圖中箭頭指向為該故障之下一年度之事故機率等級與影響程度等級，以下為各年風險分布表及風險矩陣圖：

表 5.46 柴油客車各年風險分布表

	各年風險分布（可能性*影響程度）			
	95	96	97	98
引擎故障	5×3.2	4×1.5	4×3.0	4×4.0
逆轉機故障	5×1.8	3×1.0	4×1.5	3×3.0

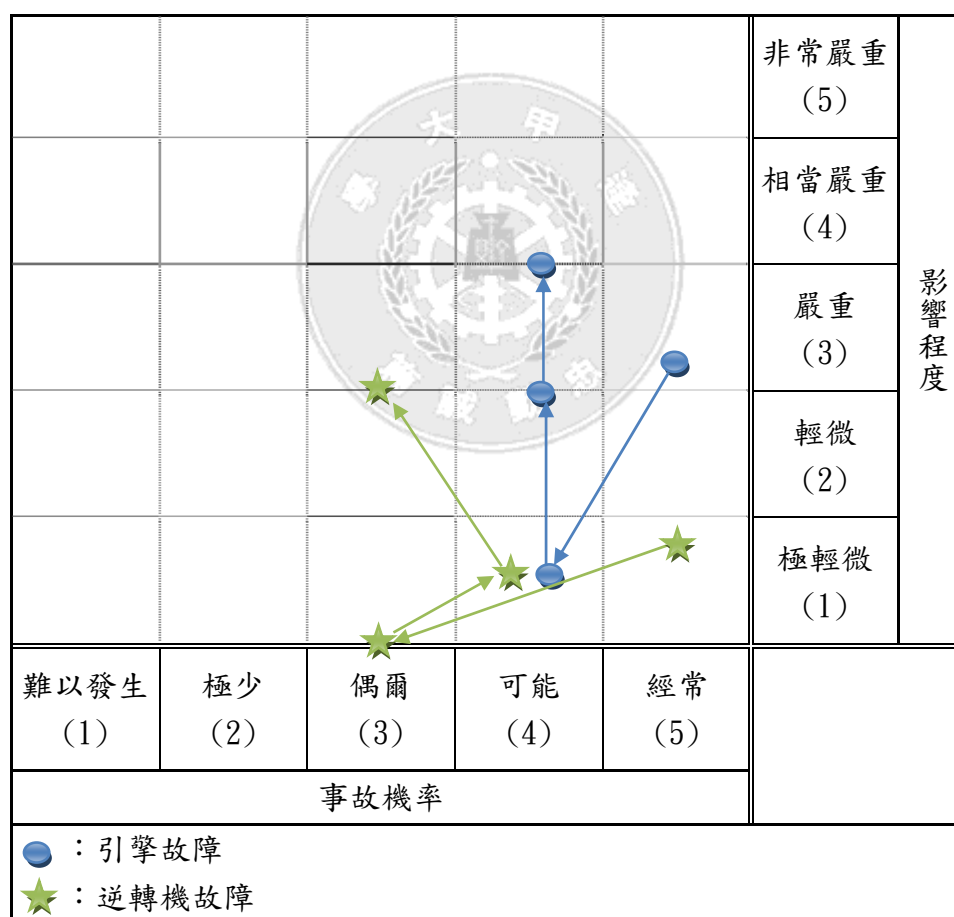


圖 5.7 民國 95 年至 98 年柴油客車故障之風險矩陣圖

5.4.6 柴電機車

1. GR 作用

95 年 GR 作用發生的次數共 18 次，依總行駛里程 7,625,338 公里計算，發生機率為 2.361×10^{-6} ；96 年 GR 作用發生的次數共 9 次，依總行駛里程 7,270,419 公里計算，發生機率為 1.238×10^{-6} ；97 年 GR 作用發生的次數共 11 次，依總行駛里程 6,884,232 公里計算，發生機率為 1.598×10^{-6} ；98 年 GR 作用發生的次數共 3 次，依總行駛里程 5,371,954 公里計算，發生機率為 5.585×10^{-7} ，影響程度及等級如下：

表 5.47 民國95年至98年柴電機車GR作用誤點程度及等級

誤點時間(分)	10~30	31~50	51~70	71~90	91 以上	總計
等級	1	2	3	4	5	
95 年發生次數	2	7	3	4	2	18
95 年發生次數百分比	11.11%	38.89%	16.67%	22.22%	11.11%	100.00%
96 年發生次數	2	4	2	0	1	9
96 年發生次數百分比	22.22%	44.44%	22.22%	0.00%	11.11%	100.00%
97 年發生次數	2	2	3	1	3	11
97 年發生次數百分比	18.18%	18.18%	27.27%	9.09%	27.27%	100.00%
98 年發生次數	2	0	0	1	0	3
98 年發生次數百分比	66.67%	0.00%	0.00%	33.33%	0.00%	100.00%

$$95 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 2 + 2 \times 7 + 3 \times 3 + 4 \times 4 + 5 \times 2) / 18 = 2.8$$

$$95 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$96 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 2 + 2 \times 4 + 3 \times 2 + 4 \times 0 + 5 \times 1) / 9 = 2.3$$

$$96 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$97 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 2 + 2 \times 2 + 3 \times 3 + 4 \times 1 + 5 \times 3) / 11 = 3.1$$

$$97 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$98 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 2 + 2 \times 0 + 3 \times 0 + 4 \times 1 + 5 \times 0) / 3 = 2.0$$

$$98 \text{ 年發生頻率等級} = 4$$

2. 不出力

95 年不出力發生的次數共 3 次，依總行駛里程 7,625,338 公里計算，發生機率為 3.934×10^{-7} ；96 年不出力發生的次數共 5 次，依總行駛里程 7,270,419 公里計算，發生機率為 6.877×10^{-7} ；97 年不出力發生的次數共 1 次，依總行駛里程 6,884,232 公里計算，發生機率為 1.453×10^{-7} ，故障所造成的誤點程度由 18 分鐘至停駛不等；98 年不出力發生的次數共 7 次，依總行駛里程 5,371,954 公里計算，發生機率為 1.303×10^{-6} ，影響程度及等級如下：

表 5.48 民國95年至98年柴電機車不出力誤點程度及等級

誤點時間(分)	10~30	31~50	51~70	71~90	91 以上	總計
等級	1	2	3	4	5	
95 年發生次數	1	0	0	0	2	3
95 年發生次數百分比	33.33%	0.00%	0.00%	0.00%	66.67%	100.00%
96 年發生次數	2	2	0	0	1	5
96 年發生次數百分比	40.00%	40.00%	0.00%	0.00%	20.00%	100.00%
97 年發生次數	0	1	0	0	0	1
97 年發生次數百分比	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
98 年發生次數	2	1	2	1	1	7
98 年發生次數百分比	28.57%	14.29%	28.57%	14.29%	14.29%	100.00%

$$95 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 1 + 2 \times 0 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 2) / 3 = 3.7$$

$$95 \text{ 年發生頻率等級} = 4$$

$$96 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 2 + 2 \times 2 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 1) / 5 = 2.2$$

$$96 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$97 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 0 + 2 \times 1 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 0) / 1 = 2.0$$

$$97 \text{ 年發生頻率等級} = 3$$

$$98 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 2 + 2 \times 1 + 3 \times 2 + 4 \times 1 + 5 \times 1) / 7 = 2.7$$

$$98 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

3. 引擎故障

95 年引擎故障發生的次數共 2 次，依總行駛里程 7,625,338 公里計算，發生機率為 2.623×10^{-7} ；96 年引擎故障發生的次數共 6 次，依總行駛里程 7,270,419 公里計算，發生機率為 8.253×10^{-7} ；97 年引擎故障發生的次數共 9 次，依總行駛里程 6,884,232 公里計算，發生機率為 1.307×10^{-6} ；98 年引擎故障發生的次數共 6 次，依總行駛里程 5,371,954 公里計算，發生機率為 1.117×10^{-6} ，影響程度及等級如下：

表 5.49 民國95年至98年柴電機車引擎故障誤點程度及等級

誤點時間(分)	10~30	31~50	51~70	71~90	91 以上	總計
等級	1	2	3	4	5	
95 年發生次數	0	1	0	1	0	2
95 年發生次數百分比	0.00%	50.00%	0.00%	50.00%	0.00%	100.00%
96 年發生次數	1	2	0	2	1	6
96 年發生次數百分比	16.67%	33.33%	0.00%	33.33%	16.67%	100.00%
97 年發生次數	2	4	0	0	3	9
97 年發生次數百分比	22.22%	44.44%	0.00%	0.00%	33.33%	100.00%
98 年發生次數	1	2	2	0	1	6
98 年發生次數百分比	16.67%	33.33%	33.33%	0.00%	16.67%	100.00%

$$95 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 0 + 2 \times 1 + 3 \times 0 + 4 \times 1 + 5 \times 0) / 2 = 3.0$$

$$95 \text{ 年發生頻率等級} = 4$$

$$96 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 1 + 2 \times 2 + 3 \times 0 + 4 \times 2 + 5 \times 1) / 6 = 3.0$$

$$96 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$97 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 2 + 2 \times 4 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 3) / 9 = 2.8$$

$$97 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

$$98 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 1 + 2 \times 2 + 3 \times 2 + 4 \times 0 + 5 \times 1) / 6 = 2.7$$

$$98 \text{ 年發生頻率等級} = 5$$

4. 逆轉機故障

95 年逆轉機故障發生的次數共 2 次，依總行駛里程 7,625,338 公里計算，發生機率為 2.623×10^{-7} ；96 年引擎故障發生的次數共 0 次，依總行駛里程 7,270,419 公里計算，發生機率為 0；97 年引擎故障發生的次數共 1 次，依總行駛里程 6,884,232 公里計算，發生機率為 1.453×10^{-7} ；98 年逆轉機故障發生的次數共 0 次，依總行駛里程 5,371,954 公里計算，發生機率為 0，影響程度及等級如下：

表 5.50 民國95年至98年柴電機車引擎故障誤點程度及等級

誤點時間(分)	10~30	31~50	51~70	71~90	91 以上	總計
等級	1	2	3	4	5	
95 年發生次數	0	1	1	0	0	2
95 年發生次數百分比	0.00%	50.00%	50.00%	0.00%	0.00%	100.00%
96 年發生次數	0	0	0	0	0	0
96 年發生次數百分比	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
97 年發生次數	1	0	0	0	0	1
97 年發生次數百分比	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
98 年發生次數	0	0	0	0	0	0
98 年發生次數百分比	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%

$$95 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 0 + 2 \times 1 + 3 \times 1 + 4 \times 0 + 5 \times 0) / 2 = 2.5$$

$$95 \text{ 年發生頻率等級} = 4$$

$$96 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 0 + 2 \times 0 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 0) / 0 = 0 \cdots \cdots \text{等級 } 1.0$$

$$96 \text{ 年發生頻率等級} = 1$$

$$97 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 1 + 2 \times 0 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 0) / 1 = 1.0$$

$$97 \text{ 年發生頻率等級} = 3$$

$$98 \text{ 年嚴重程度等級} = (1 \times 0 + 2 \times 0 + 3 \times 0 + 4 \times 0 + 5 \times 0) / 5 = 0 \cdots \cdots \text{等級 } 1.0$$

$$98 \text{ 年發生頻率等級} = 1$$

5. 柴電機車風險分布表與風險矩陣圖

根據台鐵所提供之柴電機車故障統計資料表製程風險矩陣圖，風險矩陣圖中箭頭指向為該故障之下一年度之事故機率等級與影響程度等級，以下為各年風險分布表及風險矩陣圖：

表 5.51 柴電機車各年風險分布表

	各年風險分布（可能性*影響程度）			
	95	96	97	98
GR 作用	5×2.8	5×2.3	5×3.1	4×2.0
不出力	4×3.7	5×2.2	3×2.0	5×2.5
引擎故障	4×3.0	5×3.0	5×2.8	5×2.7
逆轉機故障	4×2.5	1×1.0	3×1.0	1×1.0

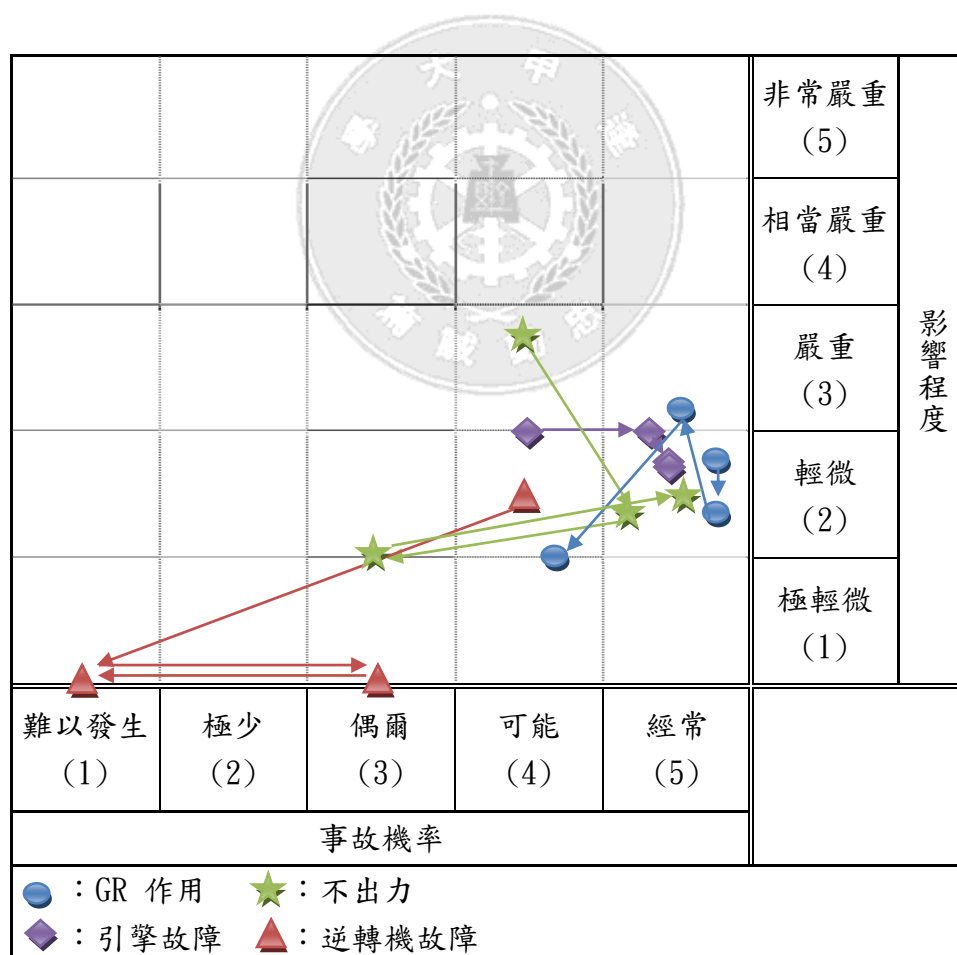


圖 5.8 民國 95 年至 98 年柴電機車故障之風險矩陣圖

5.4.7 小結

從資料筆數中發現，故障次數自從民國 95 年開始逐年降低，但電聯車故障發生次數仍是所有車型中發生次數最多的車型，以下依車型提出需要改善之項目，各車型詳細之歷年故障次數詳見附錄三：

1. 推拉式電車

不出力為六項常見失效原因中，發生頻率最高的項目，民國 95 年至 98 年發生次數分別為 21、16、18 及 19 次，遠超過可能性等級 5，雖然不出力所造成的嚴重程度不高，等級為 2.0 至 1.5 之間，但故障車次若未能及時排除，容易造成後續班次延誤，改善不出力的發生頻率應為其首要目標。咬死為主要故障項目中影響程度最高之項目，民國 95 年至 98 年中有三年嚴重程度等級分別為 3.9、5.0 以及 4.2，為故障項目中最需要降低嚴重程度之故障項目。

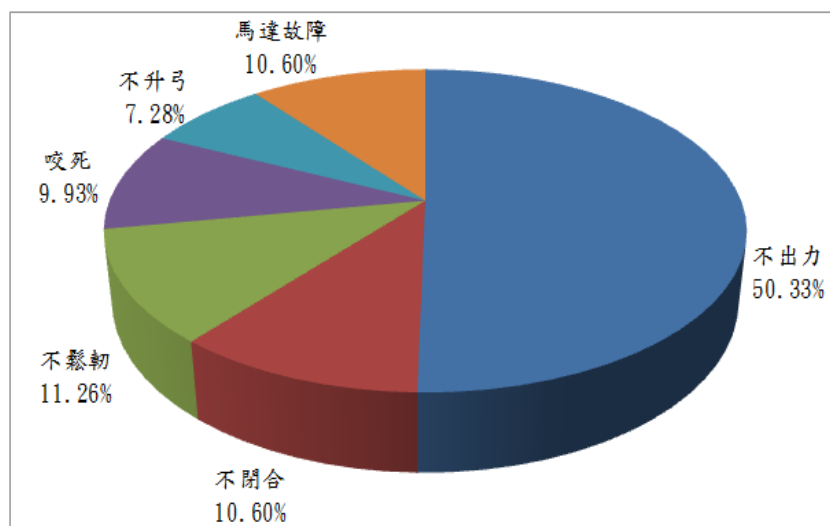


圖 5.9 推拉式電車民國 95 年至 98 年主要故障比例圖

2. 電力機車

從電力機車故障資料表中得知，三種車型中，E200 型發生故障次數比例最高，為必須加強改善之車型，其次為 E400 型。故障項目中以不閉合發生次數最多，其次為鼓風機不運作、不出力以及 MA 故障。咬死的嚴重程度自民國 95 年至 98 年為 3.5、4.3、3.4 以 3.7，為故障項目中，最需要降低嚴重程度之故障項目。

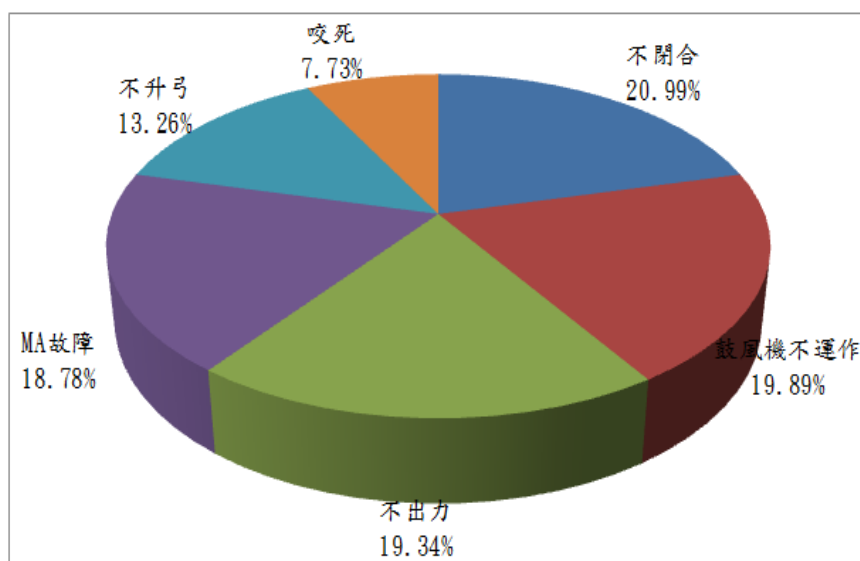


圖 5.10 電力機車民國 95 年至 98 年主要故障比例圖

3. 電聯車

故障資料表中電聯車車型共分七類，其中以 EMU500 型發生的故障次數比例最高，其次為 EMU400 型以及 EMU100 型。另外故障項目中不出力及不閉合為需要將低發生頻率之項目。咬死為故障項目中，嚴重程度較高的項目，其次為主變電壓器故障以及 SIV 故障。

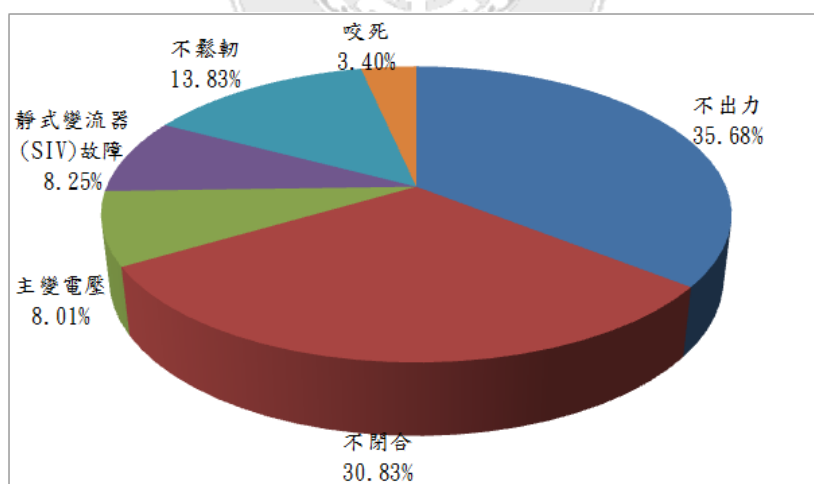


圖 5.11 電聯車民國 95 年至 98 年主要故障比例圖

4. 柴油客車

相較其他車型，柴油客車發生故障次數為其中最少的，約占整體 3.5% 至 5.9%。柴油客車以引擎故障發生頻率最高，也是嚴重程度最高的項目。故障車型中以 DR1000 型比例最高，其次為 DR2800 型以及 DR3000 型。

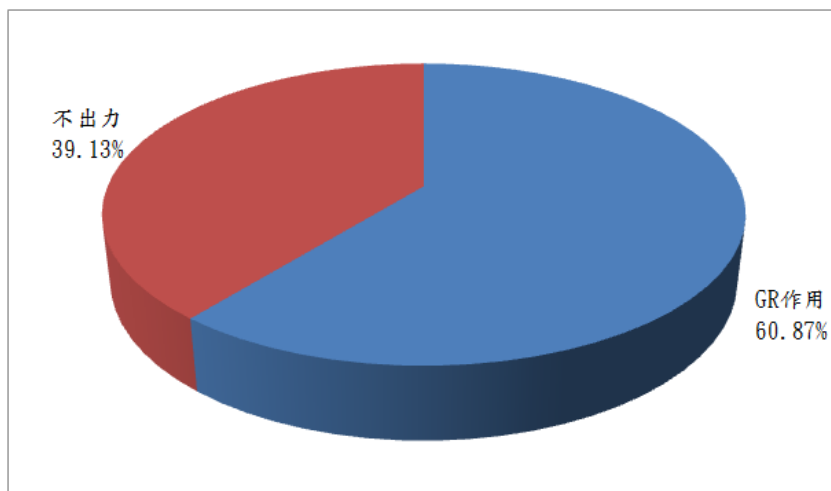


圖 5.12 柴油客車民國 95 年至 98 年主要故障比例圖

5. 柴電機車

柴電機車故障中以 R100 型所發生的故障次數比例最高，民國 95 至 98 年發生次數分別為 33、26、12 以及 10 次，雖然發生次數逐年遞減 64.71% 降至 43.48%，但仍為六種車種中故障發生比例最高的車種，其次為 R20/R50 型。另外，根據資料中顯示主要故障中以 GR 作用(高壓接地作用)中發生比例最高，為 48.81%，其次為引擎故障以及不出力。

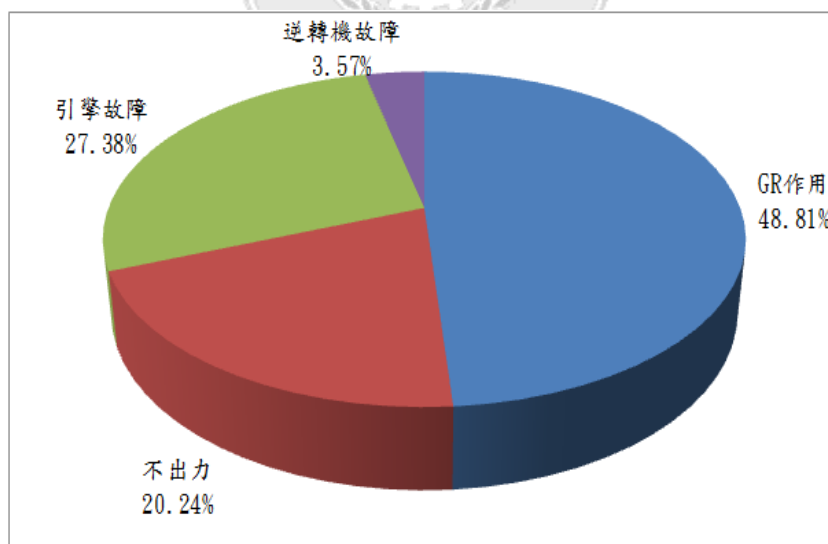


圖 5.13 柴電機車民國 95 年至 98 年主要故障比例圖

第六章、問卷分析

本問卷依據台鐵機務處的人事共發放 54 份問卷，其中機務處 10 份、七堵機務段 6 份、台北機務段 8 份、新竹機務段 6 份、彰化機務段 6 份、嘉義機務段 6 份、高雄機務段 8 份、花蓮機務段 4 份，有效問卷共 53 份。問卷詳細內容參閱附錄一。

基本資料中男性共 53 人(佔 100%)，女性共 0 人(佔 0%)，其中年齡 21 歲~30 歲共 1 人(佔 1.89%)、31 歲~40 歲共 1 人(佔 1.89%)、41 歲~50 歲共 18 人(佔 33.96%)、51 歲~60 歲共 30 人(佔 56.60%)、61 歲~65 歲共 3 人(佔 5.66%)、65 歲以上共 0 人(佔 0.00%)。年齡以 51 歲~60 歲居多，其次為 41~50 歲。

教育程度中國小共 0 人(佔 0.00%)、國中共 0 人(佔 0.00%)、高中(職)共 14 人(佔 26.42%)、大學(專科)共 38 人(佔 71.70%)、研究所以上共 1 人(佔 1.89%)。教育程度以大學(專)居多，其次為高中(職)。

年資中 5 年以下共 0 人(佔 0.00%)、6~10 年共 0 人(佔 0.00%)、11~15 年共 3 人(佔 5.66%)、16~20 年共 6 人(佔 11.32%)、21~25 年共 18 人(佔 33.96%)、26~30 年共 5 人(佔 9.43%)、31~35 年共 10 人(佔 18.87%)、36~40 年共 10 人(佔 18.87%)、41 年以上共 1 人(佔 1.89%)。年資以 21 年~25 年居多，其次為 31 年~35 年以及 36 年~40 年。

職務位階中長級共 0 人(佔 0.00%)、副長級共 3 人(佔 5.66%)、高員級共 42 人(佔 79.25%)、員級共 8 人(佔 15.09%)、佐級共 0 人(佔 0.00%)。職務位階以高員級居多，其次為員級。

本問卷發生將發生頻率與發生後嚴重程度分別訂出五種選項，其中發生頻率依據台鐵行車類風險之可能性等級定義，發生嚴重程度依據台鐵機務處之嚴重程度等級定義，問卷內容如表 6.1、表 6.2：

表 6.1 發生頻率之定義

台鐵行車類發生頻率之等級定義	每年發生 0.0~0.1 次	每年發生 0.2~0.3 次	每年發生 0.4~2 次	每年發生 2.1~4.9 次	每年發生 5 次以上
等級說明	幾乎不可能	不太可能	可能	非常可能	幾乎確定
發生頻率等級	1	2	3	4	5
選項 1	每年發生 0 次	每年發生 1 次	每年發生 2 次	每年發生 3~4 次	每年發生 5 次以上
選項 2	每年發生 0 次	每年發生 1 次	每年發生 2~3 次	每年發生 4~7 次	每年發生 8 次以上
選項 3	每年發生 0 次	每年發生 1 次	每年發生 2~5 次	每年發生 6~9 次	每年發生 10 次以上
選項 4	每年發生 0 次	每年發生 1~2 次	每年發生 3~5 次	每年發生 6~10 次	每年發生 11 次以上
選項 5	每年發生 0~1 次	每年發生 2 次	每年發生 3~5 次	每年發生 5~10 次	每年發生 11 次以上

表 6.2 發生嚴重程度之定義(當次列車延誤時間, 單位: 分)

機務處發生嚴重程度之等級定義	10~30	31~50	51~70	71~90	91 以上
等級說明	極輕微	輕微	嚴重	相當嚴重	非常嚴重
嚴重程度等級	1	2	3	4	5
選項 1	10~30	31~50	51~70	71~90	91 以上
選項 2	10~15	16~30	31~45	46~60	61 以上
選項 3	10~40	41~70	71~90	91~120	121 以上
選項 4	1~20	21~40	41~60	61~80	81 以上
選項 5	1~25	26~50	51~75	76~100	101 以上

發生頻率等級中，選項 1 共 13 人(佔 24.53%)、選項 2 共 8 人(15.09%)、選項 3 共 20 人(37.74%)、選項 4 共 7 人(13.21%)、選項 5 共 5 人(9.43%)。

嚴重程度等級中，選擇選項 1 共 16 人(佔 30.19%)、選項 2 共 11 人(佔 20.75%)、選項 3 共 6 人(佔 11.32%)、選項 4 共 17 人(佔 32.08%)、選項 5 共 3 人(佔 5.66%)。

由問卷統計得知，發生頻率等級定義偏好於選項 3，其次為較接近台鐵行車類等級定義之選項 1；發生嚴重程度定義之偏好較為平均，多分布於選項 1、選項 2 以及選項 4，其中選項 4 與選項 1 較接近。綜合問卷結果，本研究建議機車風險管理指標之發生頻率等級定義採用問卷之選項 3 如表 6.3、發生嚴重程度等級定義採用與台鐵機務處所訂定較為相近之問卷選項 1 如表 6.4：

表 6.3 建議發生頻率等級之定義

可能性分類	等級	描述
幾乎不可能	1	每年從未發生
不太可能	2	每年發生件數 1 次
可能	3	每年發生件數 2~5 次
非常可能	4	每年發生件數 6~9 次
幾乎確定	5	每年發生件數 10 次以上

表 6.4 建議發生嚴重程度等級定義

衝撞或後果	等級	當次列車延誤時分
極輕微	1	10~30
輕微	2	31~50
嚴重	3	51~70
相當嚴重	4	71~90
非常嚴重	5	91 以上

相較於本研究，問卷建議之發生頻率等級較為寬鬆，發生頻率在每一等級均有寬鬆之趨勢。本研究與問卷之發生頻率比較如表 6.5：

表 6.5 問卷與本研究之發生頻率比較

可能性分類	等級	問卷結果	本研究
幾乎不可能	1	每年從未發生	每年發生件數 0 次~0.1 次
不太可能	2	每年發生件數 1 次	每年發生件數 0.2~0.3 次
可能	3	每年發生件數 2~5 次	每年發生件數 0.4 次~2 次
非常可能	4	每年發生件數 6~9 次	每年發生件數 2.1 次~4.9 次
幾乎確定	5	每年發生件數 10 次以上	每年發生件數 5 以上

綜合本研究與問卷所制定之風險等級，以下提出 7 種故障類別，並依本研究與問卷所制定的發生頻率等級進行比較，如下：

1. 推拉式電力機車組--不出力

表 6.6 推拉式電力機車不出力之問卷與本研究發生頻率比較

	總計發生 次數	本研究	問卷
95 年發生次數	21	5	5
96 年發生次數	16	5	5
97 年發生次數	18	5	5
98 年發生次數	19	5	5

2. 電力機車—不閉合

表 6.7 電力機車不閉合之問卷與本研究發生頻率比較

	總計發生 次數	本研究	問卷
95 年發生次數	11	5	5
96 年發生次數	12	5	5
97 年發生次數	5	5	3
98 年發生次數	10	5	5

3. 電力機車—MA 故障

表 6.8 電力機車MA故障之問卷與本研究發生頻率比較

	總計發生 次數	本研究	問卷
95 年發生次數	10	5	5
96 年發生次數	9	5	4
97 年發生次數	6	5	4
98 年發生次數	9	5	4

4. 電聯車—不出力

表 6.9 電聯車不出力之問卷與本研究發生頻率比較

	總計發生 次數	本研究	問卷
95 年發生次數	44	5	5
96 年發生次數	27	5	5
97 年發生次數	38	5	5
98 年發生次數	38	5	5

5. 電聯車—SIV 故障

表 6.10 電聯車SIV故障之問卷與本研究發生頻率比較

	總計發生 次數	本研究	問卷
95 年發生次數	7	5	4
96 年發生次數	11	5	5
97 年發生次數	10	5	5
98 年發生次數	6	4	4

6. 柴油客車—引擎故障

表 6.11 柴油客車引擎故障之問卷與本研究發生頻率比較

	總計發生 次數	本研究	問卷
95 年發生次數	6	5	4
96 年發生次數	2	4	3
97 年發生次數	4	4	3
98 年發生次數	2	4	3

7. 柴電機車—GR 作用

表 6.12 柴電機車GR作用之問卷與本研究發生頻率比較

	總計發生 次數	本研究	問卷
95 年發生次數	18	5	5
96 年發生次數	9	5	4
97 年發生次數	11	5	5
98 年發生次數	3	4	3

由上述比較得知，相較於本研究，問卷所制定的發生頻率等級較為寬鬆，因此若套用問卷之發生頻率等級可發現除了發生次數較高之故障，如推拉式電力機車—不出力、電聯車—不出力，其它故障之等級均下降 1 至 2 等級不等。綜合而論：問卷的結果針對台鐵機務處相關人員之問卷其基於個人之利害關係或有趨於較為寬鬆，但綜合以上五種機車故障頻率之比較與本研究相差甚小，故本研究認為基於尊重台鐵機務人員之專業判斷與其接受程度，本研究採納問卷之發生頻率。

第七章、課題探討

台鐵機車故障之改善可從以下方向探討，分別為：改善採購規章之制定、加強人員訓練管理、建立故障調查格式與資料庫建置及加速車輛汰換，以下為改善方法之說明：

1.改善採購規章之制定

減少車輛故障之根本作法，應當從車輛設計之初，即訂定完整的車輛生命週期，以減少營運期間的維修時間與成本。根據過去購買推拉式自強號的經驗，由於採用低價標，廠商為了壓低成本造成車輛品質不佳，自營運以來發生多起故障，其中以不出力最為顯著，然因為備料不足、廠商無法提供後續原料等原因造成營運困境，有時甚至需要透過器官車以解決備料不足。目前台鐵大多向國外購買車輛，因此在車輛採購上必須更加嚴謹，需嚴訂規格、驗收並且制定保固期限，採購時應該採取加權制，以淘汰服務不佳者，另外亦需提昇國內車輛製造能力，以避免過去不好的採購經驗。

2.加強人員訓練管理

人為疏失通常為事故主因，過去如民國八十年十一月十五日的造橋事故，事故原因為維修人員明知 EMU100 型自強號(ATS/ATW,自動列車停車系統/自動列車警報裝置)故障，仍讓列車行駛，再加上司機員冒進號誌區間而導致事故【18】；民國九十六年六月十五日發生的大里事故，肇事主因為司機員冒進閉塞區間，並且關上車上 ATP 所導致，由此可知，加強人員管理為改善行車安全中的關鍵。

透過職前訓練與在職訓練，讓維修人員能更確切了解維修的各項步驟，另外頒部嚴格的獎懲制度、針對故障率高、維修條件特殊之車輛召開各別的小組會議或競賽，以減少故障率，提升系統可用度。

3.建立故障調查格式與資料庫建置

本研究採用之資料為台鐵所提供的車輛故障 Excel 檔，檔案中雖然故障詳述有歸類，但故障名詞尚無統一，例如高壓接地作用一詞，有數種輸入名稱(GR 作用、GR 連續作用)，另外部份資料有記錄錯誤，例如將電力機車故障之項目記錄至推拉式電車故障項目，建議名稱應做統一且記錄過程必須詳細檢查，以避免疏漏。若能建立一套機車故障資料庫，重新定義並統一故障項目名稱，可以幫助台鐵找出需改善之故障項目以及因應之改

善策略，以提升台灣鐵路管理局運輸之服務品質。

4.加速車輛汰換

目前台鐵營運車輛中有許多逾齡車輛，車齡超過 30 年以上的車型包含電力機車 E100 型、部份 E200 型、部份 E300 型；電聯車 EMU100 型；柴電機車 R20/50 型、R100 型、R150 型以及柴聯車 DR2700 型。其中，每年逾齡之柴電機車故障率佔總柴電機車故障率均達 90% 以上，應加速採購新車以降低故障率，以提升服務水準。

5.建立每部機車之維修資料卡

本研究所取得之資料大多為綜合性質之資料，例如只能取得電聯車之車輛各年車輛行駛里程數，無法針對電聯車個別車型取得其車輛行駛里程、故障次數以及故障嚴重程度。若能建立每部機車之維修資料如病人的病歷，即可探討每部機車之風險發生頻率及其嚴重程度，進一步針對個別機車進行維修改善。



第八章、結論與建議

本研究回顧風險管理與鐵路安全之相關文獻，根據台鐵行車保安委員會所提供之車輛故障統計資料，提出共 24 項主要車輛故障項目，其中推拉式電車 6 項、電力機車 6 項、電聯車 6 項、柴油客車 2 項以及柴電機車 4 項。透過資料整理以及根據台鐵行車類與機務處之風險等級指標繪出風險矩陣，以下為本研究所提出之結論與建議說明：

8.1 結論

1. 由資料數得知民國 95 年至 98 年故障發生次數逐年遞減，但仍有部分故障項目並未有明顯改善，例如：電力機車發生之咬死、不升弓等故障。應針對各車型特有之故障、特性、性能成立專案維修制度，以落實維修管理。
2. 推拉式電力機車的故障中，不出力的發生頻率最高，發生率遠超過本研究所制定之最高發生頻率等級五，雖然嚴重程度不高，但故障車次若未能及時排除，容易造成後續班次延誤，改善不出力的發生頻率應為其首要目標。咬死為主要故障項目中影響程度最高之項目，民國 95 年至 98 年中有三年嚴重程度等級分別為 3.9、5.0 以及 4.2，為故障項目中最需要降低嚴重程度之故障項目。
3. 電力機車三種車型中以 E200 型發生故障次數比例最高，為必須加強改善之車型，其次為 E400 型。故障項目中以不閉合發生次數最多，其次為鼓風機不運作、不出力以及 MA 故障。咬死的嚴重程度四年均達等級 3.4 以上，為故障項目中最需要降低嚴重程度之故障項目。
4. 電聯車七種車型中以 EMU500 型發生的故障率最高，其次為 EMU400 型以及 EMU100 型。另外故障項目中不出力及不閉合為需要將低發生頻率之項目。咬死的為故障項目中，嚴重程度較高的項目，其次為主變電壓器故障以及 SIV 故障。
5. 柴油客車故障率約占總體車輛故障 3.5% 至 5.9%，為發生機率最小的車型。故障中以引擎故障發生頻率最高，也是嚴重程度最高的項目。故障車型中以 DR1000 型比例最高，其次為 DR2800 型以及 DR3000 型。
6. 柴電機車以 R100 型所發生的故障次數比例最高，民國 95 至 98 年發生次數分別為 33、26、12 以及 10 次，發生次數逐年遞減由 64.71% 降至 43.48%，但仍為六種車種中故障發生比例最高的車種，其次為 R20/R50

型。另外，根據資料中顯示主要故障中以 GR 作用(高壓接地作用)中發生比例最高(佔 48.81%)，其次為引擎故障以及不出力。

8.2 建議

1. 加強人員訓練管理

事故發生之三大主因：人、車、路中，以人的影響程度最大，加強人員管理為改善行車安全中的關鍵。根據資料顯示，改善台鐵機車故障主要方向為降低發生之可能性，建議降低可能性的方法為：

- (1). 辦理檢修在職訓練。
- (2). 頒布嚴格之獎懲制度。
- (3). 藉由品管圈(QCC, Quality Control Cycle)及價值工程之推展，促使各廠、段自我提昇檢修品質。
- (4). 各段檢修人員辦理檢修規章測驗。
- (5). 召集電力機車保養段舉辦電力機車聯合檢查競賽。
- (6). 召開電力機車、E1000 機車故障改善會議。

另外，建議降低影響程度的方法為：

- (1). 針對故障原因，各機車保養斷定期召開技術檢討會。
- (2). 成立 EMU500 型 GU(閘極單元 Gate Unit)電子卡研究小組，以突破技術瓶頸。

2. 改善採購規章之制定

以推拉式自強號為例，隨著營運里程增加，E1000 型的故障頻率亦逐漸上升，導致列車於營運途中停擺，並間接造成後續列車誤點。停擺原因中的不出力多與機車馬達故障有關，然而由於合約問題導致台鐵失去制衡廠商的權利，往後的故障維修又因為零件取得不易耗費不少維修成本。若能嚴訂採購規章之規格、加強驗收以及訂定保固期限，可避免往後維修不必要的花費與時間支出。

3. 建立故障調查格式與資料庫建置

一般鐵路事故資料多為事故發生當日司機員所填寫，之後再輸入電腦，因此事故原因皆為司機員在主觀判斷以及發生狀況當下以一般用語之方式所填寫，較無完整的標準規格。目前機車故障資料之建置方式，是透過台灣鐵路管理局人員直接將故障發生之日期、發生狀況描述、事故車種

以及其他敘述直接輸入資料於 Excel 檔，故障之原因以及其他專有名詞並未統一，輸入之方式繁複雜亂，造成資料整理不易容易漏填重要資料，為資料管理之疏失。建立一套機車故障資料庫，並為各機車訂定完整的故障履歷清單、重新定義並統一故障項目名稱。此外另行統計個別車型之車輛里程以及增加故障列車所造成的後續列車延誤時間等能更確切評估故障所帶來的風險值與影響程度，幫助台鐵找出需改善之故障項目以及因應之改善策略，以提升台灣鐵路管理局運輸之服務品質。

4. 建立車輛安全檢修機制

一般鐵路車輛維修制度均依照「鐵路機車車輛檢修規則」(詳見附錄二)，但由於台鐵目前營運車種繁多，除了基本檢修外，針對故障率高之特定車型(例如 EMU500 型)應成立專案維修，並且持續進行機車改善工作，以及各機務段訂定動力車年行駛公里故障指標等級及獎懲制度，訓練從業人員危機事故與故障排除之應變能力等，以落實目標管理。

5. 建立機車風險等級指標

根據台鐵風險管理業務推動情形報告【4】，台鐵依據「行車事故調查報告及救援須知」之規定訂定行車類、非行車類與其他之風險項目。行車類風險項目包含列車衝撞、列車出軌、火災、車輛故障、路線故障、電車線設備故障、號誌設備故障、列車障礙、列車延誤以及死傷事故。其中車輛故障之發生頻率等級根據台鐵行車類之可能性之定義，發生嚴重程度根據台鐵機務段之影響程度定義。本研究透過問卷，並依台鐵風險等級指標，訂定適合機車故障之風險等級之定義，建議將風險發生頻率等級定義如表 8.1，發生嚴重程度定義如表 8.2：

表 8.1 建議發生頻率等級之定義

可能性分類	等級	描述
幾乎不可能	1	每年從未發生
不太可能	2	每年發生件數 1 次
可能	3	每年發生件數 2~5 次
非常可能	4	每年發生件數 6~9 次
幾乎確定	5	每年發生件數 10 次以上

表 8.2 建議發生嚴重程度等級定義

衝撞或後果	等級	當次列車延誤時分
極輕微	1	10~30
輕微	2	31~50
嚴重	3	51~70
相當嚴重	4	71~90
非常嚴重	5	91 以上

6. 未來研究方向

本研究就推拉式電車、電力機車、電聯車、柴油客車以及柴電機車提出 24 項主要車輛故障項目，並各別分析與製作風險矩陣。未來可將風險管理應用於單一車型上，深入探討故障以及發生嚴重程度，以及車輛延誤造成台鐵營業損失或社會損失等相關研究。



參考文獻

一、中文文獻

1. 中華顧問工程司，「高雄都會施大眾捷運系統紅橘線網建設案之風險管理計畫」，高雄捷運股份有限公司，第1-1頁~第5-10頁，民國90年7月。
2. 台灣鐵路管理局，台鐵組織簡介
<http://www.railway.gov.tw/intro/introduction-2.aspx>。
3. 台鐵統計資料，機車客貨車車輛數，民國98年
<http://www.railway.gov.tw/aay00/excel/97year/97mech/t27.pdf>。
4. 台灣鐵路管理局，行車保安委員會簡報，民國97年。
5. 台灣鐵路管理局，統計年報，民國98年。
6. 宋明哲，「風險管理」，五南圖書出版公司，第4頁~第7頁，民國79年11月。
7. 呂志明、林利國、程金龍，「大眾運輸安全管理之成本效益與價值分析」，民國92年。
8. 李培德，「捷運系統安全管理探討」，民國95年，
www.ceci.org.tw/book/72/96-101.pdf。
9. 林仁生、陳勇全，「軌道機電系統概論」，民國93年。
10. 林肚震、李志綱等，「建立台鐵安全系統績效指標之研究」，第1444頁~第1446頁，民國97年。
11. 胡守任、施伯杰、武凱瀚，「鐵路平交道之風險分析與改善對策」，成功大學交通管理科學系碩士論文，民國97年。
12. 徐文華、呂錦山、曾文瑞、楊雅玲，「海上貨物運輸風險因素分析與對策」，中華民國第七屆運輸安全研討會論文集，第271頁~第279頁，民國89年11月。
13. 郭斯傑、邱必洙，「工程風險分析與工程保險」，工程保險與風險分析，第19頁~第49頁，民國88年12月。
14. 張新立、陳家緯，「城際運輸系統之可忍受風險與可接受風險水準量測之研究，以國內航線為例」，中華民國運輸學會第15屆學術研討會，第569頁~第578頁，民國89年12月。
15. 張有恆，「現代軌道運輸：放眼世界的軌道系統與管理」，初版，台北縣，人人圖書出版，第250頁~第259頁，民國91年。
16. 張有恆，「航空安全管理」，華泰文化事業股份有限公司，第202頁，民國94年1月。
17. 張應輝、黃台生，台鐵營運安全風險管理之研究，民國89年。

18. 張家祝，「台鐵造橋行車事故原因分析報告書」，民國83年。
19. 彭松能，「如何由風險管理、防災應變及保險，達成捷運乘客運輸安全」，中華民國第八屆運輸安全研討會論文集，第110頁~第115頁，民國90年10月。
20. 鈴木和幸著、謝銘玉譯，「防範未然的原理與系統構築」，財團法人中國生產管理中心，第31頁，民國94年12月。
21. 楊建平、杜端甫、李鼎，「大型工程項目風險管理研究進展」，北京航空航天大學管理學院，第1頁~第7頁，民國92年。
22. 葉名山、張恭文，「台鐵軌道事故調查與資料庫之建置」，民國94年。
23. 雷勝強，「國際工程風險管理與保險」，淑馨出版社，第67頁~第165頁，民國88年1月。
24. 鄧家駒，「風險管理」，華泰文化事業公司，第17頁，民國91年10月。
25. 鄧家駒，「風險管理」，華泰文化事業公司，第21頁~第22頁，民國94年。
26. 鄭燦堂，「風險管理—理論與實務」，五南圖書出版公司，第41頁，民國89年。
27. Emmett J. Vaughan著，賴麗華譯，「風險管理」，台灣西書出版社，第7頁~第21頁，民國89年8月。
28. 蘇昭旭，「台灣鐵路火車百科」，人人出版股份有限公司，民國98年。

二、英文文獻

29. Guðni I. Pálsson, Risk Management in Hvalfjörður Tunnel, Department of Fire Safety Engineering Lund University, Sweden, 2004.
30. Jeremy Davey, Angela Wallace, Nick Stenson, James Freeman, The experiences and perceptions of heavy vehicle drivers and train drivers of dangers at railway level crossings, 30 January 2008.
31. Railway Safety, Risk Management Strategy, Railway Group Safety Plan, UK, March 2002.
32. Risk Management Strategy, Railway Group Safety Objectives, UK, April 2003.
33. UIC(The worldwide organisation of cooperation for railway companies),
http://www.uic.org/spip.php?id_article=757&page=home

34. Ulrich Hauptmanns&Wolffgang Werner, "Engineering RisksEvaluation and Valuation" , 1990 。
35. Wharton, Risk Management: Basic Concepts and General Principle" , Risk Analysis Assessment and Management, Wiley, England, 1992.



附錄一、台鐵機車風險指標之問卷調查

先生/小姐，您好：

本文在貴局支持下正在進行一項機車風險管理之學術研究，探討對風險指標之定義，故障發生率以及故障發生嚴重程度，本研究重新定義其各風險值之內控值，並請機務從業人員依自己偏好重新評估之，感謝您的協助。

逢甲大學運輸科技與管理學系 指導教授 葉名山 副教授

研究生 郭聖暉

敬上

背景說明

根據台灣鐵路管理局近年的風險管理簡報中可發現， 10×10 之風險矩陣中，98 年車輛故障之風險分佈為 $9.1(\text{發生頻率}) \times 5.7(\text{影響程度})$ ，發生機率極高，容易導致列車誤點並造成形象受損。有鑑於此，本研究著重於機車故障之風險管理研究，探討各別機車故障(例如推拉式電力機車的不出力、集電弓不升弓)之發生頻率以及發生嚴重程度。

目前本研究之影響程度等級為根據台鐵機務處之定義，如下表：

影響程度等級				
衝撞或後果	機務處劃分等級	當次列車延誤時間(分)	本研究分類等級	當次列車延誤時間(分)
非常嚴重	10	停駛	1	91 以上
	9	91 以上		
相當嚴重	8	81~90	2	71~90
	7	71~80		
嚴重	6	61~70	3	51~70
	5	51~60		
輕微	4	41~50	4	31~50
	3	31~40		
極輕微	2	21~30	5	10~30
	1	10~20		

而發生可能性為根據台鐵行車類之可能性等級之定義，如下表：

發生頻率等級

可能性分類	等級	描述
幾乎不可能	1	10 年內從未發生
	2	10 年內發生件數 1 次
不太可能	3	10 年內發生件數 2 次
	4	10 年內發生件數 3 次
可能	5	10 年內發生件數 4~10 次
	6	10 年內發生件數 11~20 次
非常可能	7	10 年內發生件數 21~30 次
	8	10 年內發生件數 31~49 次
幾乎確定	9	10 年內發生件數 50~99 次
	10	10 年內發生件數 100 次以上

由於本研究資料來源為 2006 年~2009 年之機務處車輛故障統計，資料筆數未滿 10 年，因此將發生頻率的期間更改成每年，其等級劃分如下：

可能性分類	台鐵劃分等級	一年內之發生次數	本研究分類等級	描述
幾乎不可能	1	1 年內從未發生	1	1 年內發生 0 次~0.1 次
	2	1 年內發生件數 0.1 次		
不太可能	3	1 年內發生件數 0.2 次	2	1 年內發生 0.2 次~0.3 次
	4	1 年內發生件數 0.3 次		
可能	5	1 年內發生件數 0.4~1 次	3	1 年內發生 0.4 次~2 次
	6	1 年內發生件數 1.1~2 次		
非常可能	7	1 年內發生件數 2.1~3 次	4	1 年內發生 2.1 次~4.9 次
	8	1 年內發生件數 3.1~4.9 次		
幾乎確定	9	1 年內發生件數 5~9.9 次	5	1 年內發生 5 次以上
	10	1 年內發生件數 10 次以上		

壹、基本資料

一. 性別：

☐①男性 ☐②女性

二. 年齡：

☐①21~30 ☐②31~40 ☐③41~50 ☐④51~60 ☐⑤61~65 ☐⑥65 以上

三. 教育程度：

☐①國小 ☐②國中 ☐③高中職 ☐④大學(專科) ☐⑤研究所以上

四. 請問您任職之單位為：

☐①機務處 ☐②七堵機務段 ☐③台北機務段 ☐④新竹機務段
☐⑤彰化機務段 ☐⑥嘉義機務段 ☐⑦高雄機務段 ☐⑧花蓮機務段

五. 請問您任職至今年資為：

☐①5 年以下 ☐②6~10 年 ☐③11~15 年 ☐④16~20 年 ☐⑤21~25 年
☐⑥26~30 年 ☐⑦31~35 年 ☐⑧36~40 年 ☐⑨41 年以上

六. 請問您目前職務位階為：

☐①長級 ☐②副長級 ☐③高員級 ☐④員級 ☐⑤佐級

貳、風險等級定義之調查

本研究採用 5x5 之風險矩陣，將發生頻率與發生嚴重程度分成五等級，請依偏好選出最佳項目，在☐打√，另外可根據第五頁至第十六頁的資料供勾選參考：

一. 發生頻率之定義

台鐵	每年發生 0.0~0.1 次	每年發生 0.2~0.3 次	每年發生 0.4~2 次	每年發生 2.1~4.9 次	每年發生 5 次以上
請選出最佳項目，在 <input type="checkbox"/> 打√，(單選)	幾乎不可能	不太可能	可能	非常可能	幾乎確定
	1	2	3	4	5
	每年發生 0 次	每年發生 1 次	每年發生 2 次	每年發生 3~4 次	每年發生 5 次以上
	每年發生 0 次	每年發生 1 次	每年發生 2~3 次	每年發生 4~7 次	每年發生 8 次以上
	每年發生 0 次	每年發生 1 次	每年發生 2~5 次	每年發生 6~9 次	每年發生 10 次以上
	每年發生 0 次	每年發生 1~2 次	每年發生 3~5 次	每年發生 6~10 次	每年發生 11 次以上
	每年發生 0~1 次	每年發生 2 次	每年發生 3~5 次	每年發生 5~10 次	每年發生 11 次以上

二. 發生嚴重程度之定義(當次列車延誤時間, 單位: 分)

機務處	10~30	31~50	51~70	71~90	91 以上
請選出最佳項目, 在 <input type="checkbox"/> 打 <input checked="" type="checkbox"/> , (單選)	極輕微	輕微	嚴重	相當嚴重	非常嚴重
	1	2	3	4	5
	10~30	31~50	51~70	71~90	91 以上
	10~15	16~30	31~45	46~60	61 以上
	10~40	41~70	71~90	91~120	121 以上
	1~20	21~40	41~60	61~80	81 以上
	1~25	26~50	51~75	76~100	101 以上

本問卷到此結束, 謝謝您的合作!



附錄二、鐵路機車車輛檢修規則

名 稱：鐵路機車車輛檢修規則（民國 95 年 02 月 27 日 修正）

第 一 章 總 則

第 1 條 本規則依鐵路法第七十四條規定訂定之。

第 2 條 本規則所定之鐵路機車（以下簡稱機車），指具有動力之蒸汽機車、柴油液力機車、柴油電氣機車、電力機車、柴油客車、柴聯車、電聯車及推拉式機車。所定之車輛，指機車以外之各種客車、貨車及電源車。

第 二 章 機車檢修

第 3 條 機車檢修，分為定期檢修及臨時檢修兩種。前項之檢修，應作成檢修紀錄並簽名，備供主管機關檢查。檢修記錄應保管期限為一、二、三級檢修三年，四級檢修十二年。

第 4 條 機車之定期檢修分為四級，其各級檢修工作重點如下：

- 一、一級檢修：以視覺、聽覺、觸覺、嗅覺，就有關行車主要機件之狀態及作用施行檢修。
- 二、二級檢修：以清洗、注油、測量、調整、校正、試驗，用以保持動力、傳動、行走、軔機、集電設備、儀錶等裝置動作圓滑、運用狀態正常之檢修或局部拆卸檢修。
- 三、三級檢修：對動力、傳動、行走（含轉向架）、軔機、儀錶、車身、連結器、控制、電氣、輔助等裝置主要機件之特定部分施行拆卸並作細部分解之檢修。
- 四、四級檢修：對一般機件施行全盤檢修，各重要機件施行重整之檢修。

第 5 條 高速鐵路機車之定期檢修分為四級，其各級檢修工作重點如下，不適用前條之規定：

- 一、一級檢修：對機車之外觀、主要機件之狀態與機能之檢修及駕駛艙操作設備功能之確認。
- 二、二級檢修：對機車設備進行清洗、注油、測試、測量與調整，以確保主要機件如集電設備、車門、空調、控制迴路、轉向架、軔機等裝置動作圓滑、運用狀態正常之檢修，並包括車軸超音波探傷檢查及車輪踏面形狀之測量。
- 三、三級檢修：對動力、傳動、行走、軔機及轉向架等裝置主要機件之特定部分施行拆卸並作細部分解之檢修及測試。轉向架之檢查重點應包括軸箱、車輪軸、牽引馬達、懸吊設備、軔機卡鉗、增壓設備、傳動設備等主要設備之拆卸分解檢查與調整。

四、四級檢修：對車體、轉向架及一般機件施行全盤拆卸分解檢修與調整，並對各重要機件施行重整之檢修。前項所訂各級檢修，應按其檢修週期施行。

第 6 條 機車之定期檢修各級週期得由鐵路機構視車種型式、車況及使用情形擬定檢修週期，報請鐵路監理機關（構）核定，其各級檢修週期最長不得超過下表之規定：

級別	一 級		二 級		三 級		四 級	
	公 里	期 間	公 里	期 間	公 里	期 間	公 里	期 間
維修週期	1,800	三日	90,000	三個月	1,000,000	三年	4,000,000	十二年

前項表列公里數及使用期間以先到者為施行期間，使用期間得扣除停用及滯留日數。

第 7 條 高速鐵路機車之定期檢修各級週期得由鐵路機構視車種型式、車況及使用情形擬定檢修週期，報請鐵路監理機關（構）核定，其各級檢修週期不適用前條之規定，惟最長不得超過下表之規定：

級別	一級		二級		三級		四級	
	公里	期間	公里	期間	公里	期間	公里	期間
維修週期	-----	二日	30,000	一個月	600,000	十八個月	1,200,000	三年

前項表列公里數及使用期間以先到者為施行期間，使用期間得扣除停用及滯留日數。

第 8 條 機車定期檢修之各級檢修項目由鐵路機構訂定，並報請鐵路監理機關（構）備查。

第 9 條 機車有下列情事之一者，應施行臨時檢修：

- 一、發生事故者。
- 二、發生故障或有故障之虞者。
- 三、其他認有檢修之必要者。

第 10 條 機車有下列情事之一者，應施行試車：

- 一、施行三級檢修以上之檢修者。
- 二、施行臨時檢修時認有必要者。
- 三、其他因故障查修認有試車之必要者。

依前項第一款、第二款規定試車者，以鐵路機構確認試車良好時為檢修完畢日期。

試車完畢後應填具試車報告，其格式由鐵路機構定之。

第 11 條 機車停用規定如下：

- 一、第一種：依配置運用情形或性能不適於營運停用未滿三個月者。
- 二、第二種：因修理或待料停用三個月以上者。
- 三、滯留車：因前二款以外之原因停用者。

第 12 條 機車停用期間，得不實施定期檢修。

第 13 條 機車停用期間，應依下列規定施行適當之處理：

- 一、停用車能關閉之部分完全關閉，妥為保護。
- 二、對電池及引擎等重要設備，施行必要之保養。
- 三、停用達三十日以上時，施行必要之防潮、防銹處理。
- 四、停用滿一年，施行臨時檢修；於使用前必須分別施行一級或二級檢修。

第 三 章 車輛檢修

第 14 條 客貨車輛檢修，分為不定期檢修、定期檢修及臨時檢修。

第 15 條 不定期檢修，分為下列五種：

- 一、列車檢修：於客貨列車開出始發站前及到達中途站或終點站時，就下列項目之狀態及作用，由外部施行之檢修。
 - (一) 連結裝置。
 - (二) 軔機裝置。
 - (三) 車軸及軸箱。
 - (四) 電氣裝置。
 - (五) 列車後部標誌。
 - (六) 給水裝置。
 - (七) 車內設備。
 - (八) 風檔及渡板。
 - (九) 行走狀態。
- 二、隨車檢修：隨乘客貨車就行車中之動搖、性能、緩衝作用、軔機作用、音響、軸溫、門窗氣密狀態、電機設備及冷暖器之性能、闊大貨物狀態等，由外部施行之檢修。
- 三、停留檢修：對重要車站停放之非列車編組內貨車，就下列規定項目之狀態及作用，由外部施行之檢修。
 - (一) 輪軸。
 - (二) 軸箱及其導架。
 - (三) 彈簧裝置。
 - (四) 軔機裝置。
 - (五) 連結裝置。
 - (六) 車身。
 - (七) 裝貨狀態。
 - (八) 守車室內設備及發電裝置。
- 四、運用檢修：依旅客列車運用行駛二千四百公里以內，利用終點客車編組停留時間，於指定路線停留狀態下，就下列項目之狀態及作用，由外部施行之檢修。

- (一) 行走裝置。
- (二) 軔機裝置。
- (三) 連結裝置。
- (四) 電氣裝置。
- (五) 空氣調節裝置。
- (六) 供水裝置。
- (七) 車門各種設備。

五、交接檢修：於本路與他路間交接貨車時，除依聯運契約直達外，就下列項目之狀態及作用由外部施行之檢修。

- (一) 行走裝置。
- (二) 連結裝置。
- (三) 軔機裝置。
- (四) 車身。
- (五) 裝貨狀態。

第 16 條 定期檢修分為四級，各級檢修重點如下：

一、一級檢修：指整備檢修，按客、貨車使用狀況，在規定期間內，就下列項目之狀態及作用，由外部施行之檢修。

- (一) 行走裝置。
- (二) 軔機裝置。
- (三) 連結裝置。
- (四) 電氣裝置。
- (五) 空氣調節裝置。
- (六) 供水裝置。
- (七) 車內各種設備。
- (八) 車架及轉向架。
- (九) 車身。

二、二級檢修：指局部檢修，按客貨車使用狀況於規定期間內，就下列項目之狀態及作用施行之檢修。

- (一) 氣軔裝置。
- (二) 供水裝置。
- (三) 發電裝置。
- (四) 蓄電池。
- (五) 電扇。
- (六) 空氣調節裝置。

三、三級檢修：指全盤檢修，按客貨車使用狀況於規定期間內，將車輛各重要部分予以解體後，就車輛全部機構之狀態及作用施行之檢修。

四、四級檢修：指更新檢修，於車輛損耗情形嚴重，須重新翻造時，

施行之檢修。

第 17 條 定期檢修，其各級週期基準規定如下：

一、一級檢修：客車六十天以內，貨車九十天以內。

二、二級檢修：二年以內。

三、三級檢修：客車三年以內，貨車五年以內。

四、四級檢修：必要時施行之。

前項表列檢修週期，須視車種、型式、車況及使用情形，由鐵路機構適當調整之。

第 18 條 車輛定期檢修，其各級檢修項目由鐵路機構定之。

第 19 條 客、貨車有下列情事之一者，應實施臨時檢修：

一、發生事故者。

二、發生故障或有故障之虞者。

三、其他認為有檢修之必要者。

第 20 條 客貨車行走裝置、彈簧裝置、連結裝置、軔機裝置之主要部分，施行解體修理或更換時，應同時施行一級檢修。

第 21 條 超過規定檢修期限之客貨車不得使用。但超過三級檢修期限之客貨車，得於施行一級檢修合格後暫准逾期使用，其逾期使用期間客車不得超過三個月，貨車不得超過六個月。

第 22 條 新購、停用及不常使用之車輛，得不依規定期間辦理一級或二級檢修。但於使用前必須分別施行一級或二級檢修。

第 23 條 新造或施行三級四級檢修及行走裝置曾經解體檢修之客貨車，得施行試運轉。

第 24 條 新造或施行四級檢修之客、貨車於試運轉完畢，視為已經施行三級檢修，三級檢修完畢視為已施行一級檢修及二級檢修。

第 25 條 各級檢修實施完畢之客、貨車，應將檢修級別、日期、施行單位，於車輛外部作適當之標識，其位置、形狀及字體由鐵路機構定之。

第 四 章 附則

第 26 條 機車車輛檢修程序由各鐵路機構另定之。

第 27 條 本規則自發布日施行

附錄三、各車型故障比例表

1. 電聯車

表 1：不出力

車型	年份							
	95		96		97		98	
	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比
EMU100 型	7	15.91%	1	3.70%	1	2.63%	3	7.89%
EMU1200 型	1	2.27%	0	0.00%	3	7.89%	4	10.53%
EMU300 型	3	6.82%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
EMU400 型	9	20.45%	9	33.33%	5	13.16%	3	7.89%
EMU500 型	18	40.91%	14	51.85%	15	39.47%	20	52.63%
EMU600 型	6	13.64%	3	11.11%	9	23.68%	5	13.16%
EMU700 型	0	0.00%	0	0.00%	4	10.53%	3	7.89%
TEMU1000 型	0	0.00%	0	0.00%	1	2.63%	0	0.00%
總計	44	100.00%	27	100.00%	38	100.00%	38	100.00%

表 2：不開合

車型	年份							
	95		96		97		98	
	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比
EMU100 型	1	2.94%	1	3.70%	1	2.56%	0	0.00%
EMU1200 型	0	0.00%	2	7.41%	4	10.26%	1	3.70%
EMU300 型	3	8.82%	0	0.00%	1	2.56%	1	3.70%
EMU400 型	5	14.71%	7	25.93%	9	23.08%	4	14.81%
EMU500 型	23	67.65%	15	55.56%	19	48.72%	10	37.04%
EMU600 型	2	5.88%	2	7.41%	3	7.69%	8	29.63%
EMU700 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	2	7.41%
TEMU1000 型	0	0.00%	0	0.00%	2	5.13%	1	3.70%
總計	34	100.00%	27	100.00%	39	100.00%	27	100.00%

表 3：主變電壓器故障

車型	年份							
	95		96		97		98	
	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比
EMU100 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
EMU1200 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
EMU300 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
EMU400 型	3	23.08%	0	0.00%	3	23.08%	0	0.00%
EMU500 型	9	69.23%	5	100.00%	10	76.92%	2	100.00%
EMU600 型	1	7.69%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
EMU700 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
TEMU1000 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
總計	13	100.00%	5	100.00%	13	100.00%	2	100.00%

表 4：SIV 故障

車型	年份							
	95		96		97		98	
	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比
EMU100 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
EMU1200 型	0	0.00%	1	9.09%	0	0.00%	0	0.00%
EMU300 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
EMU400 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
EMU500 型	6	85.71%	10	90.91%	9	90.00%	5	83.33%
EMU600 型	1	14.29%	0	0.00%	1	10.00%	1	16.67%
EMU700 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
TEMU1000 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
總計	7	100.00%	11	100.00%	10	100.00%	6	100.00%

表 5：不鬆軌

車型	年份							
	95		96		97		98	
	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比
EMU100 型	1	7.14%	2	9.52%	0	0.00%	0	0.00%
EMU1200 型	1	7.14%	1	4.76%	0	0.00%	0	0.00%
EMU300 型	1	7.14%	0	0.00%	1	10.00%	1	8.33%
EMU400 型	2	14.29%	3	14.29%	1	10.00%	4	33.33%
EMU500 型	7	50.00%	10	47.62%	7	70.00%	7	58.33%
EMU600 型	2	14.29%	4	19.05%	0	0.00%	0	0.00%
EMU700 型	0	0.00%	1	4.76%	1	10.00%	0	0.00%
TEMU1000 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
總計	14	100.00%	21	100.00%	10	100.00%	12	100.00%

表 6：咬死

車型	年份							
	95		96		97		98	
	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比
EMU100 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
EMU1200 型	2	50.00%	3	75.00%	0	0.00%	1	25.00%
EMU300 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
EMU400 型	1	25.00%	1	25.00%	2	100.00%	2	50.00%
EMU500 型	1	25.00%	0	0.00%	0	0.00%	1	25.00%
EMU600 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
EMU700 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
TEMU1000 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
總計	4	100.00%	4	100.00%	2	100.00%	4	100.00%

2. 電力機車

表 7：不閉合

車型	年份							
	95		96		97		98	
	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比
E200 型	7	63.64%	10	83.33%	4	80.00%	5	50.00%
E300 型	0	0.00%	1	8.33%	0	0.00%	1	10.00%
E400 型	4	36.36%	1	8.33%	1	20.00%	4	40.00%
總計	11	100.00%	12	100.00%	5	100.00%	10	100.00%

表 8：鼓風機故障

車型	年份							
	95		96		97		98	
	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比
E200 型	9	90.00%	10	71.43%	6	60.00%	1	50.00%
E300 型	0	0.00%	1	7.14%	3	30.00%	0	0.00%
E400 型	1	10.00%	3	21.43%	1	10.00%	1	50.00%
總計	10	100.00%	14	100.00%	10	100.00%	2	100.00%

表 9：不出力

車型	年份							
	95		96		97		98	
	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比
E200 型	8	100.00%	9	56.25%	2	50.00%	5	71.43%
E300 型	0	0.00%	3	18.75%	1	25.00%	0	0.00%
E400 型	0	0.00%	4	25.00%	1	25.00%	2	28.57%
總計	8	100.00%	16	100.00%	4	100.00%	7	100.00%

表 10：MA 故障

車型	年份							
	95		96		97		98	
	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比
E200 型	4	40.00%	3	33.33%	4	66.67%	7	77.78%
E300 型	1	10.00%	1	11.11%	1	16.67%	0	0.00%
E400 型	5	50.00%	5	55.56%	1	16.67%	2	22.22%
總計	10	100.00%	9	100.00%	6	100.00%	9	100.00%

表 11：不升弓

車型	年份							
	95		96		97		98	
	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比
E200 型	3	75.00%	3	37.50%	2	33.33%	3	60.00%
E300 型	0	0.00%	3	37.50%	1	16.67%	0	0.00%
E400 型	1	25.00%	2	25.00%	3	50.00%	2	40.00%
總計	4	100.00%	8	100.00%	6	100.00%	5	100.00%

表 12：咬死

車型	年份							
	95		96		97		98	
	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比
E200 型	1	50.00%	3	100.00%	6	85.71%	1	50.00%
E300 型	0	0.00%	0	0.00%	1	14.29%	1	50.00%
E400 型	1	50.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
總計	2	100.00%	3	100.00%	7	100.00%	2	100.00%

3. 柴油客車

表 13：引擎故障

車型	年份							
	95		96		97		98	
	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比
DR1000 型	2	33.33%	2	100.00%	4	100.00%	1	50.00%
DR2700 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
DR2800 型	1	16.67%	0	0.00%	0	0.00%	1	50.00%
DR2900 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
DR3000 型	1	16.67%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
DR3100 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
其他	2	33.33%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
總計	6	100.00%	2	100.00%	4	100.00%	2	100.00%



表 14：逆轉機故障

車型	年份							
	95		96		97		98	
	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比
DR1000 型	1	20.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
DR2700 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
DR2800 型	1	20.00%	0	0.00%	1	50.00%	0	0.00%
DR2900 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
DR3000 型	3	60.00%	1	100.00%	1	50.00%	1	100.00%
DR3100 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
其他	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
總計	5	100.00%	1	100.00%	2	100.00%	1	100.00%

4. 柴電機車

表 15：GR 作用

車型	年份							
	95		96		97		98	
	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比
R20/R50 型	0	0.00%	2	22.22%	6	54.55%	1	33.33%
R100 型	15	83.33%	6	66.67%	5	45.45%	2	66.67%
R150 型	3	16.67%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
R180/R190 型	0	0.00%	1	11.11%	0	0.00%	0	0.00%
S200 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
S300 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
總計	18	100.00%	9	100.00%	11	100.00%	3	100.00%

表 16：不出力

車型	年份							
	95		96		97		98	
	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比
R20/R50 型	1	33.33%	1	20.00%	0	0.00%	4	57.14%
R100 型	2	66.67%	4	80.00%	0	0.00%	2	28.57%
R150 型	0	0.00%	0	0.00%	1	100.00%	1	14.29%
R180/R190 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
S200 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
S300 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
總計	3	100.00%	5	100.00%	1	100.00%	7	100.00%

表 17：引擎故障

車型	年份							
	95		96		97		98	
	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比
R20/R50 型	1	50.00%	1	16.67%	2	22.22%	2	33.33%
R100 型	0	0.00%	4	66.67%	4	44.44%	2	33.33%
R150 型	1	50.00%	1	16.67%	3	33.33%	2	33.33%
R180/R190 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
S200 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
S300 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
總計	2	100.00%	6	100.00%	9	100.00%	6	100.00%

表 18：逆轉機故障

車型	年份							
	95		96		97		98	
	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比	次數	百分比
R20/R50 型	1	50.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
R100 型	1	50.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
R150 型	0	0.00%	0	0.00%	1	100.00%	0	0.00%
R180/R190 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
S200 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
S300 型	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
總計	2	100.00%	0	100.00%	1	100.00%	0	100.00%

作者簡介



姓名：郭聖暉

籍貫：台灣台南市

出生：民國 75 年 2 月 13 日

學歷：逢甲大學運輸科技與管理學系碩士班

逢甲大學運輸科技與管理學系學士班

私立瀛海高級中學

地址：台南市中華北路一段 203 巷 51 號

電話：06-2504687

E-mail：sonic96094@hotmail.com