

105-118-3435

MOTC-IOT-104-SBB002

鐵路安全之風險管理推動研究 —發展鐵路系統之安全管理 實務與報告



交通部運輸研究所

中華民國 105 年 12 月

ISSN 號碼
及條碼

GPN : 1010502469

定價 200 元

105-118-3435

MOTC-IOT-104-SBB002

鐵路安全之風險管理推動研究 —發展鐵路系統之安全管理 實務與報告

著者：孫千山、鍾志成、李治綱、林蓁、施佑林、吳明軒
張開國、葉祖宏、賴靜慧、吳熙仁

交通部運輸研究所

中華民國 105 年 12 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

鐵路安全之風險管理推動研究：發展鐵路系統之
安全管理實務與報告 / 孫千山等作。-- 初版。

-- 臺北市：交通部運研所，民 105.12

面；公分

ISBN 978-986-05-0810-9(平裝)

1. 鐵路管理 2. 風險管理 3. 運輸系統

557

105021830

鐵路安全之風險管理推動研究—發展鐵路系統之安全管理實務與報告

著者：孫千山、鍾志成、李治綱、林綦、施佑林、吳明軒
張開國、葉祖宏、賴靜慧、吳熙仁

出版機關：交通部運輸研究所

地址：10548 臺北市敦化北路 240 號

網址：www.iot.gov.tw(中文版>圖書服務>本所出品)

電話：(02)23496789

出版年月：中華民國 105 年 12 月

印刷者：群彩印刷科技股份有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 110 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定價：410 元

展售處：

交通部運輸研究所運輸資訊組・電話：(02)23496880

國家書店松江門市：10485 臺北市中山區松江路 209 號・電話：(02)25180207

五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號・電話：(04)22260330

GPN：1050502469 ISBN：978-986-05-0810-9(平裝)

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所書面

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：鐵路安全之風險管理推動研究—發展鐵路系統之安全管理實務與報告			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN978-986-05-0810-9(平裝)	政府出版品統一編號 1010502469	運輸研究所出版品編號 105-118-3435	計畫編號 104-SBB002
本所主辦單位：運輸安全組 主管：張開國 計畫主持人：張開國 研究人員：葉祖宏、賴靜慧、吳熙仁 聯絡電話：(02)23496857 傳真號碼：(02)25450425	合作研究單位：財團法人中興工程顧問社 計畫主持人：孫千山 研究人員：鍾志成、李治綱、林蓁、施佑林、吳明軒 地址：臺北市南京東路5段171號 聯絡電話：(02)27692131 ext. 20956 傳真號碼：(02)27655010		研究期間 自 104年3月 至 104年11月
關鍵詞：風險式與自主式、安全管理、安全管理報告、鐵路安全管理文件範本			
摘要： 為因應未來政府組織改造後，鐵路監理業務將由鐵道局辦理，因此迫切需要協助交通及建設部，檢視鐵道局辦理安全監督管理制度可能的相關課題，並研擬因應措施，以推動我國鐵路監理制度朝向風險式、自主式與預防式的安全管理制度發展，以及落實鐵路安全管理實務作業。 緣此，本研究先回顧鐵路運輸業者推動鐵路安全管理制度之經驗作法，進而精進安全管理報告與強化落實安全管理實務，同時評估風險管理軟體與新式穿戴式科技設備之可行性。研究過程中與鐵路安全專家一起討論，並參考ISO國際標準，草擬鐵路安全管理文件範本，以作為未來鐵道局推動安全管理作業之參考。 另外，本研究具體成果包括：提出鐵路機構執行安全風險管理時應注意重點、森鐵執行安全風險管理項目之優先順序、出軌事故檢討建議方式、防治森鐵列車出軌建議方案、危害登錄記錄項目、森鐵品質文件可精進之建議、年度安全管理報告之精進作法、修法方向建議、鐵路安全風險管理分析評估工具及較適合應用於鐵路風險管理的穿戴裝置應用。			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
105年12月	344	410	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
機密等級： ☐ 密 ☐ 機密 ☐ 極機密 ☐ 絕對機密 （解密條件： ☐ 年 ☐ 月 ☐ 日解密， ☐ 公布後解密， ☐ 附件抽存後解密， ☐ 工作完成或會議終了時解密， ☐ 另行檢討後辦理解密） ☒ 普通			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

**PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

TITLE: Investigation and Analysis on the Risk-Based and Activity-Based Railway Safety Management System			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-05-0810-9 (pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010502469	IOT SERIAL NUMBER 105-118-3435	PROJECT NUMBER 104-SBB002
DIVISION: Safety Division PRINCIPAL INVESTIGATOR: Kai-Kuo Chang PROJECT STAFF: Tsu-Hurng Yeh; Ching-Huei Lai; His-Jen Wu PHONE: 886-2-23496857 FAX: 886-2-25450429			PROJECT PERIOD FROM March 2015 TO November 2015
RESEARCH AGENCY: Sinotech Engineering Consultants, Inc. PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chian-Shan Suen PROJECT STAFF: Jyh-Cherng Jong, Chi-Kang Lee, Jen Lin, Yu-Lin Shih, Ming-Hsuan Wu ADDRESS: 171 Nanking E. RD. SEC. 5, Taipei, Taiwan, R.O.C. PHONE: 886-2-27692131 ext. 20956 FAX: 886-2-27655010			
KEY WORDS: Risk and Activity-Based, Safety Management, Safety Management Report, Templates for Railway Safety Management Documents			
ABSTRACT: After the upcoming government reorganization, railway supervision will be handled by the Bureau of Railways. Therefore, there is an urgent need to assist the Ministry of Transportation and Construction to review possible related issues in safety supervision as well as management system handled by the Bureau of Railways, and to develop response measures in order to prompt Taiwan's railway supervision system to develop into risk-based, activity-based and prevention-based safety management system and implement practices of railway safety management operations. Consequently, this study will start with reviewing the experiences and methodologies in safety management of railway companies, and next, aims to improve safety management reporting, and strengthen safety management practice; it also evaluates the feasibility of risk management software and new wearable devices. In the process, we invited railway safety experts to discuss our research. Meanwhile, we will draft templates for railway safety management documents by referring to ISO standards. The results will be submitted to the Bureau of Railways to promote future safety management. In addition, the results of this study include (1) key points for railway organization paying attention to the implementation of safety risk management; (2) priorities for the implementation of risk management for Alishan Forest Railway; (3) recommendations for prevention of derailments; (4) proposals for the prevention of derailments on forest tracks; (5) items of hazard log records; (6) the recommendations for the improvement of documentation; (7) refinements of the annual safety management report; (8) proposed direction for the revision of laws; (9) analysis and assessment tools for railway safety risk management; and (10) suitable gear and devices for railway risk management.			
DATE OF PUBLICATION December 2016	NUMBER OF PAGES 344	PRICE 410	CLASSIFICATION ☐ RESTRICTED ☐ CONFIDENTIAL ☐ SECRET ☐ TOP SECRET ☒ UNCLASSIFIED
1. The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目 錄

	頁 次
第一章 緒論	1-1
1.1 研究緣起.....	1-1
1.2 研究目的.....	1-2
1.3 研究範圍與對象.....	1-3
1.4 研究內容與項目.....	1-3
1.5 研究方法與流程.....	1-5
第二章 文獻回顧	2-1
2.1 名詞定義.....	2-1
2.2 風險式、自主式鐵路安全管理制度.....	2-3
2.2.1 風險式安全管理制度.....	2-3
2.2.2 自主式安全管理制度.....	2-12
2.2.3 經驗作法與發展趨勢.....	2-15
2.3 安全管理制度之組成要件.....	2-16
2.3.1 組成要件.....	2-16
2.3.2 安全管理系統.....	2-17
2.3.3 美國實務案例.....	2-18
2.4 鐵路安全管理報告.....	2-22
2.5 ISO 程序文件標準化.....	2-24
第三章 國外鐵路業者安全管理實務	3-1
3.1 港鐵公司.....	3-1
3.2 日本國鐵 JR-西日本鐵路公司.....	3-6
3.2.1 安全性向上計畫.....	3-6
3.2.2 安全基本計畫.....	3-7
3.2.3 安全報告書.....	3-9
3.3 小結.....	3-13

第四章 國內鐵路業者安全管理實務	4-1
4.1 臺北捷運	4-1
4.2 高雄捷運	4-6
4.3 台灣高鐵	4-10
4.4 臺鐵局	4-14
4.5 台糖專用鐵路	4-18
4.6 阿里山森林鐵路	4-22
4.7 輔導機構暨案例選定	4-26
4.8 小結	4-28
第五章 列車出軌之風險分析案例探討	5-1
5.1 森鐵列車出軌事故	5-1
5.1.1 森鐵 2008/03/30 列車出軌案例.....	5-1
5.1.2 森鐵 2008/04/01 列車出軌案例.....	5-3
5.1.3 森鐵 2008/04/13 列車出軌案例.....	5-5
5.1.4 森鐵 2014/07/08 列車出軌案例.....	5-6
5.1.5 森鐵 2014/11/06 列車出軌案例.....	5-8
5.1.6 森鐵列車出軌事故研析.....	5-9
5.2 列車出軌-失誤樹分析	5-10
5.2.1 準備工作	5-10
5.2.2 失誤樹分析結果	5-13
5.2.3 失誤樹驗證	5-32
5.3 列車出軌-事件樹分析	5-32
5.3.1 準備工作	5-33
5.3.2 事件樹分析結果	5-35
5.3.3 事件樹驗證	5-39
5.4 出軌事故檢討建議方式	5-39
5.4.1 森鐵出軌事故簡易分析.....	5-39
5.4.2 現有控制方法	5-42
5.4.3 控制方法改善建議	5-42

第六章 森鐵出軌事故內化品質文件	6-1
6.1 森鐵品質文件規章	6-1
6.2 擬討論規章選擇說明	6-5
6.3 規章修正方向建議	6-10
6.3.1 行車規章	6-10
6.3.2 緊急應變	6-13
6.3.3 事故調查	6-16
6.3.4 乘務作業	6-19
6.3.5 養護作業	6-20
6.3.6 列車運轉作業	6-23
6.4 小結	6-25
第七章 年度安全報告精進與法規修正建議.....	7-1
7.1 法源依據	7-1
7.1.1 鐵路法	7-1
7.1.2 地方營民營及專用鐵路監督實施辦法.....	7-2
7.1.3 鐵路行車規則	7-2
7.1.4 大眾捷運法	7-4
7.1.5 大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法....	7-5
7.2 年度安全管理報告精進	7-5
7.2.1 封面及目錄.....	7-6
7.2.2 [CH0]營運機構摘要	7-8
7.2.3 [CH1]鐵路機構營運之安全理念及目標.....	7-10
7.2.4 [CH2]安全管理之組織架構及實施方式.....	7-12
7.2.5 [CH3]為確保及提升營運安全所採取或擬採取之 措施	7-13
7.2.6 [CH4]事故與異常事件之檢討及預防措施.....	7-14
7.2.7 [CH5]其他與營運安全有關之重要事項.....	7-15
7.2.8 [CH6]結語	7-16
7.2.9 格式確認	7-16
7.3 法規修正建議	7-17

7.3.1 捷運相關法規	7-17
7.3.2 鐵路法	7-19
7.3.3 鐵路行車規則	7-21
7.4 小結	7-22
第八章 結論與建議	8-1
8.1 結論	8-1
8.1.1 合約項目要求	8-1
8.1.2 研究成果彙整	8-6
8.2 建議	8-10
參考文獻	R-1
附錄 1 縮寫對照表	附 1-1
附錄 2 工作會議紀錄	附 2-1
附錄 3 教育訓練紀錄	附 3-1
附錄 4 投稿摘要	附 4-1
附錄 5 期中、專家座談會、期末審查意見回覆	附 5-1
附錄 6 期末簡報資料	附 6-1
附錄 7 鐵路安全風險管理分析評估工具	附 7-1
附錄 8 輔助風險資料蒐集穿戴科技設備	附 8-1

圖 目 錄

	頁 次
圖 1.1 風險式與自主式安全管理基礎示意圖.....	1-2
圖 1.2 研究流程圖	1-6
圖 2.1 風險式與自主式安全管理基礎示意圖.....	2-2
圖 2.2 危害辨識方法	2-4
圖 2.3 風險評量方法	2-7
圖 2.4 英國風險管理 ALARP 概念	2-9
圖 2.5 德國最低可接受死亡風險圖	2-10
圖 2.6 風險對策步驟	2-11
圖 2.7 自動檢查、自護制度與自主管理系統之關係.....	2-14
圖 2.8 安全管理制度持續運作程序	2-17
圖 2.9 安全管理系統成功要素	2-18
圖 2.10 美國都會區鐵路安全制度運作流程.....	2-19
圖 2.11 阿里山森鐵安全管理報告範本.....	2-23
圖 2.12 ISO9001 四階文件定義	2-26
圖 3.1 港鐵風險管理作業流程	3-2
圖 3.2 港鐵目前路網（實線為營運路線）.....	3-3
圖 3.3 各工地進駐醫療人力把關施工人員身體健康.....	3-3
圖 3.4 港鐵工地安全宣導	3-4
圖 3.5 港鐵 iSPOTit App 與行動指揮中心.....	3-5
圖 3.6 港鐵採顏色識別及工作手套提醒工地安全.....	3-5
圖 3.7 JR 西日本安全改善計畫時程	3-6
圖 3.8 月台候車安全加強改善項目	3-9
圖 3.9 電扶梯踏階警示線重繪及增設聲響警示.....	3-10
圖 3.10 月台電柱、樑柱遷移工程	3-12
圖 3.11 路線各站疏散資訊 App.....	3-12

圖 3.12 月台邊界加畫紅色警示線	3-13
圖 4.1 臺北捷運 2015 年組織架構	4-2
圖 4.2 臺北捷運安全管理會議機制運作示意圖.....	4-4
圖 4.3 高雄捷運 2015 年組織架構	4-6
圖 4.4 高雄捷運風險式、自主式安全管理運作機制.....	4-8
圖 4.5 高雄捷運安全管理落實架構圖.....	4-9
圖 4.6 台灣高鐵 2015 年組織架構	4-11
圖 4.7 台灣高鐵營運階段安全組織	4-12
圖 4.8 台灣高鐵營運階段危害管理流程圖.....	4-13
圖 4.9 臺鐵局 2015 年組織架構	4-15
圖 4.10 臺鐵旅客安全風險管理計畫推動流程.....	4-17
圖 4.11 台糖公司 2015 年鐵路組織架構.....	4-19
圖 4.12 台糖風險管理作業流程	4-21
圖 4.13 2015 年阿里山森鐵管理處組織架構	4-23
圖 4.14 森鐵安全管理組織架構	4-24
圖 4.15 森鐵 2001-2013 風險績效次數排序.....	4-27
圖 4.16 列車出軌之領結模型	4-28
圖 5.1 森鐵 2008/03/30 列車出軌車廂示意圖.....	5-1
圖 5.2 森鐵 2008/03/30 列車出軌事故照片.....	5-2
圖 5.3 森鐵 2008/04/01 列車出軌車廂示意圖.....	5-3
圖 5.4 森鐵 2008/04/01 列車出軌事故照片.....	5-4
圖 5.5 森鐵 2008/04/13 列車出軌車廂示意圖.....	5-5
圖 5.6 森鐵 2008/04/13 列車出軌事故照片.....	5-6
圖 5.7 森鐵 2014/07/08 列車出軌事故照片.....	5-7
圖 5.8 森鐵 2014/11/06 列車出軌事故照片.....	5-9
圖 5.9 列車出軌失誤樹（第一頁）	5-16
圖 5.10 列車出軌事件樹（開放軌道）.....	5-36
圖 5.11 列車出軌事件樹（車站內）	5-37
圖 5.12 列車出軌事件樹（隧道內）	5-38
圖 5.13 2014/07/08 列車出軌之領結模型示意圖	5-40

圖 5.14 2014/11/06 列車出軌之領結模型示意圖	5-40
圖 5.15 原因型特性要因圖	5-41
圖 5.16 對策型特性要因圖	5-41
圖 6.1 阿里山森鐵管理處 ISO 品質文件架構.....	6-4
圖 6.2 2014 年森鐵出軌因素彙整示意圖	6-5
圖 7.1 章節目錄安排示意圖	7-6
圖 7.2 章節目錄編號建議	7-7
圖 7.3 年度安全管理報告封面範例	7-8

表 目 錄

	頁 次
表 2-1 風險分析方法比較表	2-5
表 2-2 風險矩陣表範例	2-7
表 2-3 風險式與自主式安全管理經驗作法與發展趨勢.....	2-15
表 2-4 地方監理單位之 9 項標準程序要求.....	2-20
表 2-5 系統安全促進計畫 (SSPP) 21 項基本要求	2-21
表 2-6 系統保全計畫 (SSP) 5 項基本要求	2-21
表 2-7 安全管理報告章節對照表	2-22
表 5-1 森鐵 2014/07/08 列車出軌調查報告.....	5-6
表 5-2 森鐵 2014/07/08 列車出軌調查報告.....	5-8
表 5-3 2008 森鐵列車出軌事故原因研析	5-9
表 5-4 2014 森鐵列車出軌事件後改善重點	5-10
表 5-5 歷史資料統計範例	5-33
表 5-6 危害登錄之項目	5-44
表 6-1 森鐵規章-交通部核定清單	6-1
表 6-2 森鐵規章-林務局備查清單	6-2
表 6-3 森鐵規章-處長核定清單	6-3
表 6-4 系統安全危害提報表 (A 表)	6-6
表 6-5 危害登錄表 (B 表)	6-7
表 6-6 問卷回饋-森鐵列車出軌可能原因.....	6-8
表 6-7 問卷回饋-森鐵旅客安全疑慮.....	6-8
表 6-8 問卷回饋-森鐵員工安全疑慮.....	6-8
表 6-9 問卷回饋-森鐵運務困難項目.....	6-9
表 6-10 擬提供建議方向之規章清單	6-9
表 6-11 規-01 行車實施要點.....	6-10
表 6-12 鐵-11 緊急應變標準作業程序.....	6-14

表 6-13 標-14 行車事故責任鑑定委員會設置要點	6-16
表 6-14 標-18 重大行車事故調查標準作業程序	6-17
表 6-15 標-01 阿里山森林鐵路站務標準作業程序	6-19
表 6-16 規-10 軌道、橋隧檢查養護作業規定	6-20
表 6-17 標-13 阿里山森林鐵路路線養護標準	6-21
表 6-18 標-02 列車運轉作業程序	6-23
表 6-19 標-05 動力車駕駛人員須知	6-24
表 6-20 標-08 行車超速查核與處理須知	6-24
表 7-1 撰寫指引檢核表-封面	7-7
表 7-2 撰寫指引檢核表-營運機構摘要	7-9
表 7-3 撰寫指引檢核表-鐵路機構營運之安全理念及目標	7-11
表 7-4 撰寫指引檢核表-安全管理之組織架構及實施方式	7-12
表 7-5 撰寫指引檢核表-為確保及提升營運安全所採取或擬 採取之措施	7-13
表 7-6 撰寫指引檢核表-事故與異常事件之檢討及預防措施 ...	7-15
表 7-7 撰寫指引檢核表-其他與營運安全有關之重要事項	7-16
表 7-8 撰寫指引檢核表-結語	7-16
表 7-9 撰寫指引檢核表-格式確認	7-17
表 7-10 捷運相關法規建議修正方向	7-17
表 7-11 鐵路法建議修正方向	7-19
表 7-12 鐵路行車規則建議修正方向	7-21
表 8-1 合約要求工作與本研究完成內容對照表	8-1
表 8-2 評估鐵路安全風險管理工具可應用範圍表	8-9

第一章 緒論

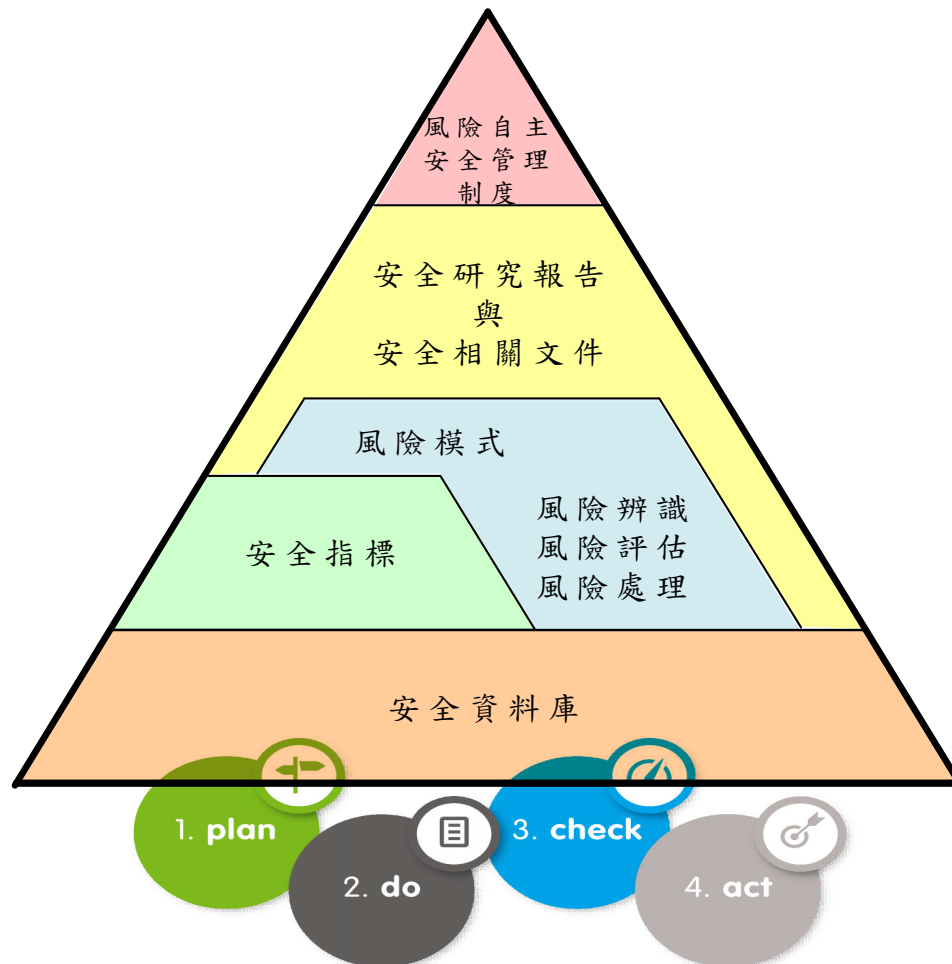
1.1 研究緣起

鐵路系統為大眾運輸中非常重要的運具之一，由於其具有高運輸效率及能源效率，因此受到重視的程度日益增加，然而也因其載運旅客量大及高動能之特性，一旦發生事故往往造成生命財產的重大損失，對社會也產生嚴重衝擊，故近年來先進國家鐵路系統均發展以風險式、自主式與預防式為基礎的安全管理制度。

回顧我國鐵路系統（臺鐵、高鐵、捷運、森鐵）近五年之營運事故，例如：2011 年森鐵神木支線遭斷裂樹幹擊中車廂導致翻覆造成 5 死 113 傷、2012 年臺鐵埔心平交道自強號太魯閣列車撞上闖越平交道的砂石車造成 1 死 22 傷、2013 年高鐵號誌系統故障影響 3 萬 5 千人旅次、2014 年森鐵發生兩次列車出軌事故以及臺鐵電車線斷裂影響 6 萬 1 千旅次、2015 年臺北捷運車門未完全關閉下行駛造成旅客驚恐，為避免這些情事或者更嚴重的事故再次發生，實有必要落實現行鐵路營運安全管理制度，以保障鐵路運輸的安全和暢通。

圖 1.1 即是透過系統的觀點來檢視鐵路安全管理制度之全貌與其組成要件，圖中說明如欲確保鐵路運輸之安全，政府與監理單位要先建立風險式、自主式與預防式之安全管理制度，在風險管理之環境與相關之政策法規要求下，營運單位則是透過安全管理報告與安全相關文件之系統性分析來進行追蹤管理，特別是與營運安全相關之風險績效指標檢討，以及風險管理模式之滾動式檢討改善作業，包含有：風險辨識、風險評估（含分析與評量）、風險處理與管理監督改善，進而針對高風險的危害，採取預防性的措施以減少事故發生頻率或者降低發生後的嚴重程度；再者，安全風險管理也必須基於完整「安全資料庫」之建置、蒐集與整理，以便透過事件與事故之分析來對症下藥。

整體而言，即是要能透過規劃（Plan）、執行（Do）、查核（Check）與修正（Action）四個階段之滾動循環，持續精進風險式、自主式與預防式的安全監督與管理制度。



資料來源：本研究繪製

圖1.1 風險式與自主式安全管理基礎示意圖

1.2 研究目的

本研究係延續本所「風險管理應用於鐵路運輸安全」及「風險式與自主式鐵路安全管理制度之實務調查與分析」等研究，繼續推動鐵路安全風險管理之研究，用以落實鐵路系統安全管理實務以及精進安全管理報告，期能協助未來鐵道局辦理鐵路安全監理之依據，同時研

擬相關配套措施供其他鐵路營運機構執行風險控管與安全監理作業參考使用。

1.3 研究範圍與對象

本研究主要是探討鐵路安全之風險管理推動議題，因此研究範圍著重在鐵路安全管理實務之經驗與作法以及精進安全管理報告；研究對象以國內鐵路營運業者為主，包括有臺鐵、高鐵、捷運、森鐵、糖鐵，同時輔以可找到的國外案例進行探討，最後再以森鐵為對象進行列車出軌事故之案例探討。

1.4 研究內容與項目

本研究之內容與項目包括：

1. 參考 2014 年本所「風險式與自主式鐵路安全管理制度」之研析成果，以及國外安全管理報告案例，繼續探討可精進之處，包括有：
 - (1) 以系統觀點，彙整風險式與自主式鐵路安全管理制度之全貌與其組成要件。
 - (2) 說明安全管理報告之定位、範疇、功能與內涵，及國外鐵路運輸業者實際執行安全管理報告之檢討，與強化落實安全管理報告之經驗。
 - (3) 說明如何藉由安全管理報告監督鐵路業者、如何落實已陳報交通部鐵路營運監理小組之安全管理報告中重要措施、未來如何精進安全管理報告之改善措施、如何評估鐵路業者執行安全管理報告之成效、如何將安全管理報告融入監理機制與監理法規，以及如何加強與安全管理機制之聯結等實務做法

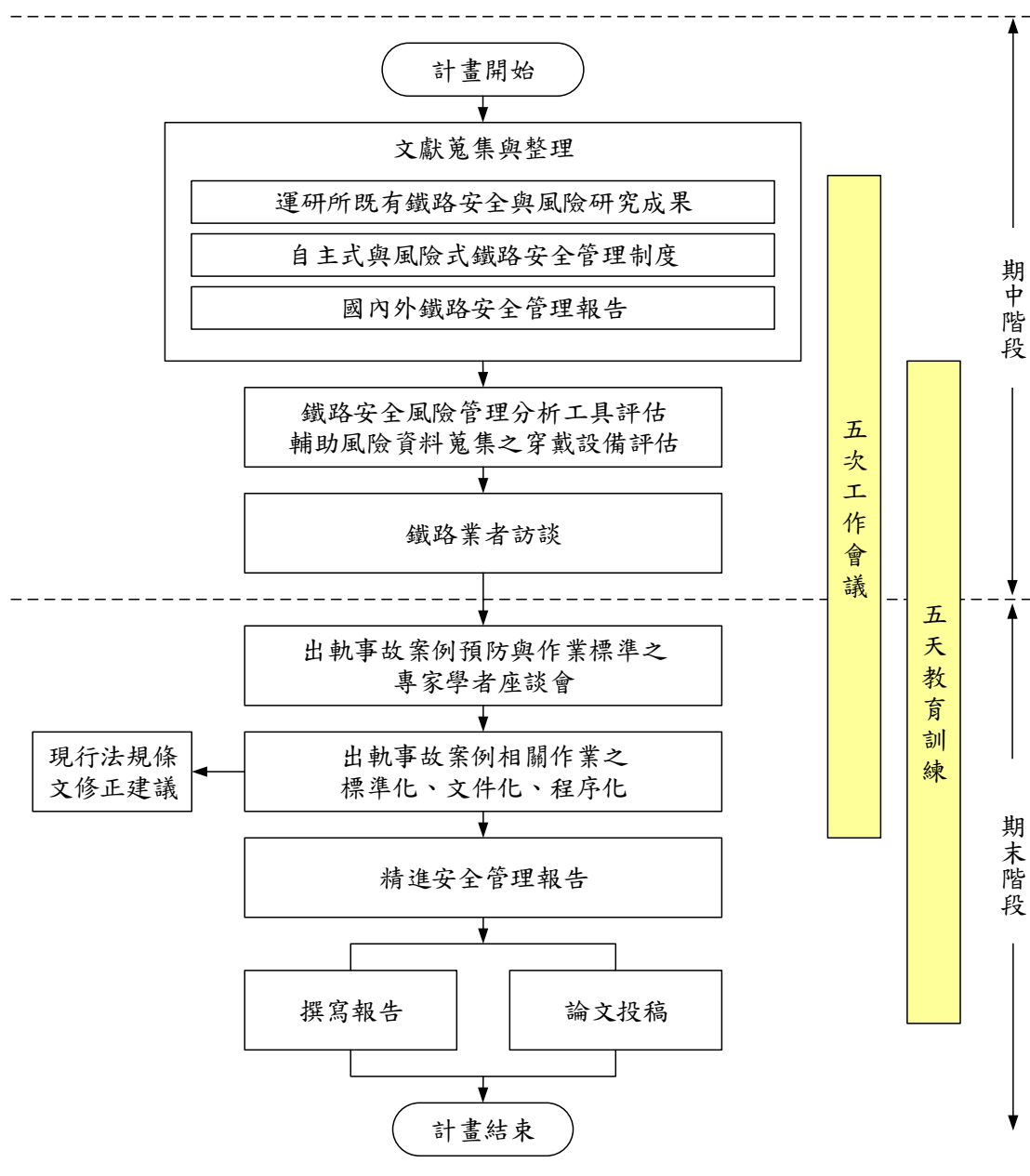
2. 以第 1 項安全管理報告與我國安全管理報告組成要件為基礎，並以森鐵為對象檢視推動安全管理報告之執行情形，亦即森鐵落實安全管理之實務作業與其管理機制。
3. 將 2014 年本所「風險式與自主式鐵路安全管理制度」所建議之改善措施等事項，依據確認危害、分析與評估風險、控制與稽查等流程，協助鐵路業者明確建立改善建議措施之具體處理流程、相關部門與人員具體分工職掌、內部稽核具體做法，以及績效評估方式等配合措施，以具體執行與落實 2014 年安全管理報告所列之改善建議措施。
4. 參考第 2、3 項之成果，以森鐵列車出軌事故為案例，協助森鐵明確呈現精進版之安全管理報告，並強化其深度以供交通部鐵路營運監理小組查核，作為本土化安全管理報告範例，供其他鐵路系統業者學習。其案例之安全管理報告至少包括有：
 - (1) 組織如何去宣告他們的安全政策。
 - (2) 組織如何去確認可能的危害與事故。
 - (3) 組織如何去分析軌道的安全風險。
 - (4) 組織如何去評估軌道的安全風險。
 - (5) 組織如何去控管軌道的安全風險。
 - (6) 組織如何去稽查軌道的安全風險。
 - (7) 組織如何去描述他們的安全管理系統。
 - (8) 地方營民營及專用鐵路監督實施辦法第 43 條規定之安全管理報告事項，並檢視是否可適時呈現其安全文化。
5. 參考國際標準組織（ISO）所建立之品質管理與相關作法，將森鐵列車出軌事故案例之相關作業予以標準化、文件化與程序化，協助森鐵檢視後，將品質管理精神融入至鐵路安全管理中，並依國外主要國家做法、相關人員意見及我國之國情，辦理下列工作：

- (1) 訪談我國鐵路業者，針對列車出軌事故案例，蒐集強化鐵路安全之品質管理等相關課題，研析完成本工作項目與未來移轉成功經驗之可行性探討。
 - (2) 舉辦專家學者座談會。
 - (3) 研擬強化我國鐵路安全之品質管理等相關制度之具體可行方案及相關配套措施，並對照現行相關法規條文，列出建議之修正條文。
6. 評估鐵路安全風險管理分析評估工具與輔助風險管理資料蒐集之穿戴式科技設備，以強化安全管理實務中重要之分析、評估、控管軌道的安全風險，以及危害管理等要件。
 - (1) 評估風險管理軟體應用於安全管理實務之可行性，以及適用於風險管理之理由。
 - (2) 對於未來可能有應用空間之穿戴式科技設備評估其可應用性，例如評估穿戴式科技設備蒐集資料，並傳送至風險管理資料庫之可行性與可應用性。
7. 辦理推動構建安全管理報告之訓練課程。
8. 邀請鐵路安全專家（臺鐵、鐵路營運監理小組、台灣高鐵公司、森鐵、捷運）出席工作會議，使本案推動鐵路業者系統安全實務作業與年度安全管理報告具體可行。
9. 撰寫成果報告，並根據研究成果發表學術論文。

1.5 研究方法與流程

本研究之研究流程如圖 1.2所示，首先回顧本所既有鐵路安全與風險之研究成果，同時說明自主式、風險式與預防式之鐵路安全管理制度實務經驗與作法，以及國內外鐵路系統落實安全管理報告之經驗。研究期間對鐵路安全風險管理分析工具以及輔助風險資料蒐集之穿戴設備進行評估，另一方面則檢視森鐵推動安全管理報告情形，並

針對列車出軌事故案例進行探討，後續並對該案例之相關作業進行標準化、文件化與程序化，提出國內鐵路系統安全管理制度可行具體方案與配套措施，同時對現行法規提出具體的建議，最後並說明安全管理報告之精進，使研究成果可供國內各鐵路營運單位參考使用，說明如下：



資料來源：本研究繪製

圖1.2 研究流程圖

1. 文獻蒐集與整理

- (1) 本研究首先回顧本所過去於鐵路安全與風險的研究成果，包括有：2007 年建立臺鐵安全績效指標之研究，2010 年~2012 年風險管理應用於鐵路運輸安全初探之一風險辨識、風險分析與評量、風險處理與管理監督改善。
- (2) 本研究一併回顧 2014 年風險式與自主式鐵路安全管理制度之研究成果，並蒐集國內外鐵路運輸業者於執行安全管理之報告，透過彙整說明不同鐵路營運業者於安全管理之實務作法與落實經驗。
- (3) 本研究整理上述文獻與蒐集到之安全管理報告，透過整體系統觀點，闡述風險式、自主式與預防式鐵路安全管理制度之全貌與組成要件。

2. 風險管理分析工具與穿戴式科技設備評估

(1) 鐵路安全風險管理分析工具之評估

本研究評估應用於鐵路安全管理之風險管理分析工具，並針對其適用性進行建議。

(2) 輔助風險資料蒐集之穿戴式科技設備評估

本研究評估穿戴式科技設備應用於風險管理資料蒐集之可行性，並針對其應用性進行說明。

3. 國內鐵路業者訪談

本研究與鐵路運輸業者進行訪談，針對上述所選定之案例進行延伸探討，透過不同鐵路營運業者的建議與意見激盪，蒐集強化鐵路安全之品質管理等相關課題。

4. 列車出軌事故案例相關作業之標準化、文件化、程序化

- (1) 本研究參考國際標準組織（ISO）所建立之品質管理相關作法，將列車出軌事故案例之相關作業予以標準化、文件化與程序化，提出鐵路安全管理文件之範本。
- (2) 本研究邀請鐵路安全專家辦理專家座談會，對列車出軌事故案例相關作業進行討論，使品質管理的精神融入鐵路安全管理中，讓研究成果更具參考價值。

5. 現行法規修正建議

本研究對所選定之探討案例，研擬我國鐵路安全品質管理等相關制度，以及具體可行之方案與相關配套措施，並參照現行相關法規，列出修正方向之建議。

6. 探討森鐵列車出軌事故案例並精進安全管理報告

(1) 選擇森鐵為輔導對象

本研究與本所以及所邀請之鐵路安全專家共同討論後，選出森鐵為輔導對象，以檢視其推動安全管理報告之情形，以及落實安全管理制度之實務作法與管理機制。

(2) 探討列車出軌事故案例

依據森鐵上一年度安全管理報告內所列出之改善建議措施，選定出列車出軌事故作為探討案例，並依據風險管理之流程對該案例進行探討，以具體落實該改善建議措施。

(3) 精進安全管理報告

協助森鐵精進安全管理報告，強化其報告深度，以供交通部鐵路營運監理小組查核，並作為本土化安全管理報告之範例，使其他鐵路營運業者可以參考與學習。

7. 辦理工作會議

本研究邀請鐵路安全專家進行工作會議，使本研究推動構建鐵路業者系統安全實務作業與安全管理報告具體可行，有關會議的紀錄可參閱附錄 2 所示。

8. 辦理推動構建安全管理報告之訓練課程

本研究辦理推動構建安全管理報告之訓練課程，邀請學員對象包括：鐵路安全監理單位、各鐵路營運業者以及鐵路安全專家，除可推動構建安全管理報告、分享本研究之成果與經驗外，亦可汲取各與會學員的經驗回饋，使研究成果更為完善。

共計於 2015 年 7 月 3 日辦理第一天訓練（鐵路營運安全危害與風險認知）、2015 年 8 月 4 日辦理第二天訓練（初步危害辨識與危害登錄）、2015 年 10 月 14 日~10 月 16 日辦理第三天~第五天訓練（鐵路事件/事故調查），及 2015 年 11 月 3 日辦理第六天訓練（推動落實安全管理與報告），相關資訊可參閱附錄 3 所示。

9. 撰寫投稿論文

本研究執行過程中陸續發表文章，已收錄者包括有：臺鐵資料季刊「臺鐵旅客遭受攻擊的風險管理」、2015 年臺灣軌道運輸發展研討會「風險式與自主式鐵路安全管理制度之推動策略研究」、2015 年中華民國運輸年會「增進鐵路安全風險管理工具及輔助蒐集資料穿戴科技設備之評估」共三篇論文，其投稿論文摘要可參閱附錄 4 所示。

第二章 文獻回顧

本章節首先說明鐵路安全風險管理上常用的名詞定義，再來回顧前期本所研究成果以及所研擬之安全管理報告範本，最後則對 ISO 程序文件標準化進行說明。

2.1 名詞定義

本節分別針對名詞進行定義之說明。

1. 事故與事件

(1) 英國鐵路安全與標準委員會 (Railway Safety and Standard Board, RSSB)

英國 RSSB 將事故定義為實際造成人員傷亡、財產損失、或環境破壞的情事；事件則定義為不會造成實質損害，但會對鐵路系統的營運與安全造成影響的情事。

(2) 依據「鐵路法」與「鐵路行車規則」

根據「鐵路法」第 40 條及「鐵路行車規則」第 122-1 條、122-2 條與 122-3 條，可區分為：重大行車事故、一般行車事故、異常事件，其定義如下：

- 重大行車事故：列車或車輛於正線發生衝撞、出軌或火災。因列車或車輛運轉造成死亡或 3 人以上重傷之事故。
- 一般行車事故：列車或車輛於側線發生衝撞、出軌或火災。列車或車輛於平交道與道路車輛或行人發生衝撞或碰撞。因列車或車輛運轉造成人員受傷之事故。因列車或車輛運轉且非因天然災變造成設備或結構物新臺幣 150 萬元以上之損害，或 1 小時以上之運轉中斷。

- 鐵路行車異常事件：指列車或車輛運轉中遇有下列情事，未造成前二條所定行車事故者，包括列車或車輛分離、進入錯線、冒進號誌、列車或車輛溜逸（指列車或車輛未經駕駛員或相關人員操作控制）、違反閉塞運轉、違反號誌運轉、號誌處理錯誤、車輛故障、路線障礙、電力設備故障、運轉保安裝置故障、外物入侵、危險品洩漏、駕駛失能、天然災變、列車取消、其他事件。

(3) 依據「大眾捷運法」及「大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法」

根據「大眾捷運法」第 39 條及「大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法」第 13 條，可區分為：重大事故、一般事故、輕微事故，其定義如下：

- 重大事故：包含有列車衝撞、列車傾覆、停止運轉時間超過 60 分鐘、人員死亡、及其他經中央主管機關規定者。
- 一般事故：系統運行單線中斷影響時間在 20 分鐘以上、60 分鐘以內者。
- 輕微事故：影響時間小於 20 分鐘。

2. 危害

依據歐盟 EN50126 對危害的定義為：可能直接導致人員受傷的情事，另根據歐盟 EN50129 所述：「危害乃可能直接造成事故的情事」，故將危害視為事故發生前最後一個演變情境，若再滿足某些條件則將導致事故發生。有關事故、事件、與危害的關係如圖 2.1 所示：



資料來源：[127, 128, 129]及本研究繪製

圖 2.1 風險式與自主式安全管理基礎示意圖

3. 風險

EN50126 將風險定義為：危害之發生機率（Probability）或頻率（Frequency）與嚴重程度（Consequence）的組合。

2.2 風險式、自主式鐵路安全管理制度

本節依序回顧風險式與自主式安全管理制度，最後則說明其經驗作法與發展趨勢。

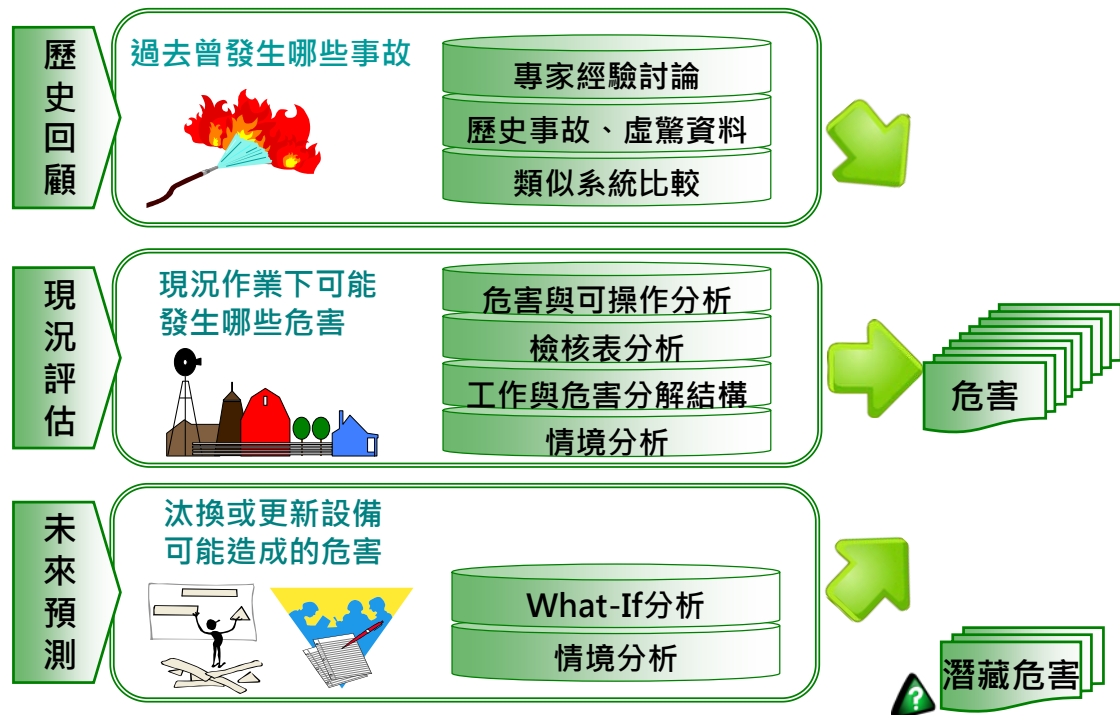
2.2.1 風險式安全管理制度

風險式安全管理制度之定義為：系統在進行安全管理的過程中，認知風險不可能降為零的事實，因此必須有明確的目標、可操作的程序與方法，採取風險管理的程序進行控管，該程序之方法包括有危害辨識、風險分析、風險評量、風險接受原則與風險處理，說明如下。

1. 危害辨識

鐵路系統常用的危害辨識方法包括有經驗導向的「腦力激盪法」、「類似系統比較法」，或者與結構化思考的「危害與可操作性分析（HAZOP）」、「失效模式與效應分析（FMEA）」...等，各方法分別從不同的角度來思考系統潛在的危害，大致可將其區分為歷史回顧、現況評估與未來預測三類，如圖 2.2所示。

此外，由於可能存在未被辨識出危害之疑慮，因此管理者應根據系統運作狀態，持續追蹤檢討異常事件，方能找出潛藏危害並有效控制風險。



資料來源：[127]及本研究繪製

圖 2.2 危害辨識方法

2. 風險分析

鐵路系統實務上慣用的風險分析方法有好幾種，有些方法適用於設備故障進行分析，有些則專注於人為疏失，有些可提供定量分析，有些則僅作為定性的建議，以下大致列出鐵路系統中常看到的分析方法：

- (1) 初步危害分析 (PHA, Preliminary Hazard Analysis)
- (2) 失效模式、效應與關鍵性分析 (FMECA, Failure Mode Effects and Criticality Analysis)
- (3) 失誤樹分析 (FTA, Fault Tree Analysis)
- (4) 事件樹分析 (ETA, Event Tree Analysis)
- (5) 可靠度方塊圖 (RBD, Reliability Block Diagram)
- (6) 特性要因圖 (CED, Cause Effect Diagram)

(7) 人為錯誤危害與可操作性分析 (Human Error HAZOP, Hazard and Operability Analysis)

(8) 人為錯誤評估及降低技術 (HEART, Human Error Assessment and Reduction Technique)

上述方法中，常用來探討設備故障的方法包括有 FMECA、FTA 與 ETA，常用來探討人為疏失的則是 CED、Human Error HAZOP 與 HEART，表 2-1則將各方法之精神、適用時機、優點與限制進行說明。

表 2-1 風險分析方法比較表

內容 方法	主要精神	適用時機	方法優點	方法限制
PHA	透過歷史經驗尋找系統內可能潛藏之重大危害	營運初期歷史資料尚不充足，或欲全盤檢視所有危害，挑選高風險者進行深入分析時	省時快速的檢視所有危害	可能高估或低估危害風險，可能忽略意料之外的危害
FMECA	分析各失效模式對系統產生的影響	有較充分資料，且欲對所有危害進行全盤檢視時	清楚條列所有危害的可能原因與可能後果，以及現況或預計採行的防護手段	所需時間較PHA長，且多個失效同時發生時的後果不易評估
FTA	分析造成頂端事件之各種原因彼此間的關係	僅分析危害發生機率，適合高風險危害，且該危害牽涉複雜人員、設備、環境時	清楚表示各種危害原因之間的關係，方便研擬改善對策	所需時間長，危害原因沒有必然因果關係時不適用
ETA	分析危害發生後，接續發生的關鍵事件對危害嚴重度的影響	僅分析危害嚴重度，特別適用於當系統已有防護措施，但欲了解防護措施失效的影響時	釐清影響危害嚴重度的關鍵，方便評估各種情境下的結果	影響危害後果的關鍵不明顯時不適用

內容 方法	主要精神	適用時機	方法優點	方法限制
RBD	為系統結構網路，利用成功導向的方式來描述系統功能	適合分析元件與設備的失效關係，僅分析發生機率	分析結果較直覺，方便後續量化分析	危害原因複雜時不易構建
CED	透過觀察與腦力激盪，綜合思考可能原因	適用於危害發生原因沒有一定的因果關係，或分析者尚未釐清分析對象的運作邏輯時	簡單好操作，危害原因考量較周詳	不易釐清關鍵原因，容易納入不重要的影響因素
Human Error HAZOP	透過引導字，輔助專家團隊找出系統潛在錯誤	適合分析人為疏失為主因的危害，且有充足時間邀集各領域專家參與時	開放性思考，易發現意料之外的問題	所需時間長，需要多元的成員參與，但實務上跨部門的成員不易有共同時間
HEART	分析人為錯誤的失效機率	適合分析人為錯誤為主因的危害，且欲估計錯誤發生機率時	適用性高，相對簡單的人為錯誤量化分析方法	受分析者的主觀認定影響大，失誤率的正確性不易驗證

資料來源：[128]及本研究整理

3. 風險評量

風險評量時應同時將危害的發生機率與嚴重程度考量在內，透過風險矩陣之方式，可將發生機率與嚴重程度同時考慮在兩個維度內，同時又可構建欲分析危害的風險等級或風險值，因此風險矩陣為各鐵路系統風險評量常使用的工具，如表 2-2 所示。

風險矩陣的主要功能在於輔助決策者評量各種危害的風險等級或風險值，以供風險處理時可排出優先順序，評量時常用的方法包括定性、定量或半定量之方式，其中又以半定量最常見於鐵路系統實務運作上，包括香港、澳洲、臺鐵局、臺北捷運、高雄捷運、桃園捷運、台灣高鐵等系統都是採用類似作法。

表 2-2 風險矩陣表範例

風險矩陣		嚴重等級			
		輕微	不嚴重	嚴重	災難
發生 機率 等級	經常				
	有可能				
	偶然				
	甚少				
	不大可能				
	不可能				

資料來源：[128]及本研究整理

此外，無論採定量、半定量或定性風險矩陣，最後要評量風險等級時仍須透過落點法、相加法或相乘法來綜合考量發生機率與嚴重度，相關作法可參閱圖 2.3 所示，說明如下。



資料來源：[127]及本研究繪製

圖 2.3 風險評量方法

(1) 落點法

此法可直接利用發生機率與嚴重程度之定性描述，在風險矩陣中找到落點位置，或者先將發生機率與嚴重程度以某門檻值做半定量之分類後，再依據半定量等級採落點方式得出危害在矩陣內的位置。經比對其落點區塊屬於預設高風險、中風險或低風險來進行分析，惟此法無法判別落於同一區塊內之不同危害間的優先等級。

(2) 相加法

此法通常搭配半定量之發生機率與嚴重程度來使用，是將發生機率與嚴重程度之半定量維度值相加而得風險值。相較於落點法，相加法對於落在相同風險區域內之危害有更進階的資訊可找出風險處理的優先順序。

(3) 相乘法

若危害的嚴重性與發生機率是不經排序或分類所計算出來的原始資料，則適合用相乘的方式得出風險值。由於此法需要有完整的嚴重等級與發生機率之初始資料，因此需要更多的時間、人力與經費來進行調查與執行。

4. 風險接受原則

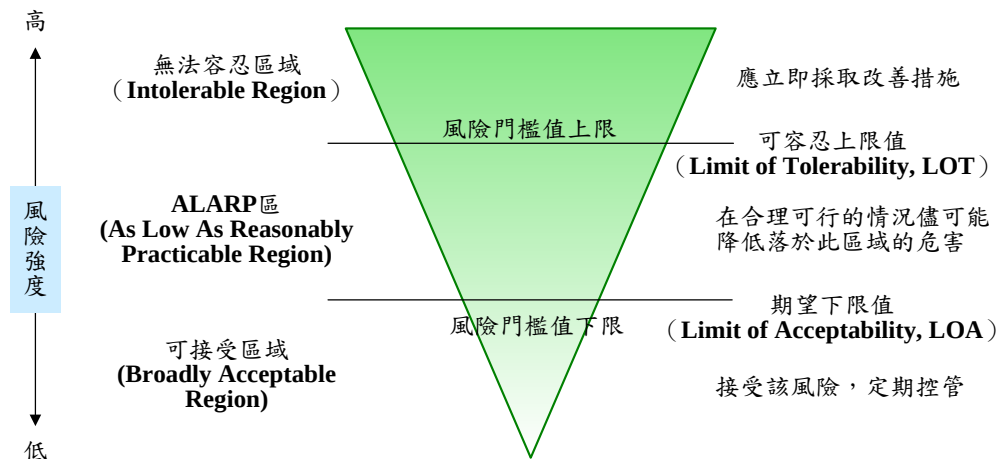
有關風險接受原則的部分，在歐盟 EN50126 規範中提到常用的方法包括有英國、德國與法國之觀念，說明如下。

(1) 英國 ALARP 觀念

英國從「成本效益」的觀念出發，採用的方法是合理的情況下將風險降至最低（ALARP, As Low As Reasonably Practicable）的概念，其作法如圖 2.4所示，係訂出風險門檻值的上下限，分別是可容忍上限值（LOT, Limit of Tolerability）以及期望下限值（LOA, Limit of Acceptability），並將風險區分為三個等級，分別為：

- 無法容忍區：若評估出來的安全風險值高於上限（LOT），則該風險將被視為無法容忍風險，且於任何狀況下都不可被視為是安全的，必須立即採取改善措施。
- 可接受區：若評估出來的安全風險值低於下限（LOA），則為可接受風險，不用再額外花費來降低該風險，只需要定期監控。

- ALARP 區：若風險值介於上限 LOT 與下限 LOA 之間者，則稱之為落在 ALARP 範圍，亦即須考量風險降低手段所需要的成本和實施該手段所帶來的利益，經評估後認為成本效益在合理可接受範圍內，則應儘可能採行降低風險的手段。



資料來源：[128]及本研究繪製

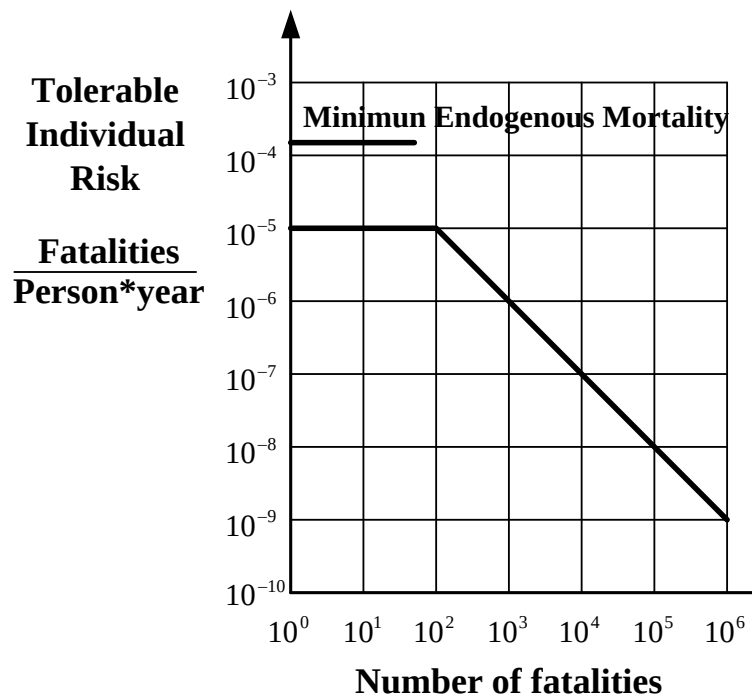
圖 2.4 英國風險管理 ALARP 概念

(2) 德國 MEM 觀念

德國從「日常生活」的角度出發，採用最小內生死亡率 Minimum Endogenous Mortality (以下簡稱 MEM) 的方法。該原則說明每個人在娛樂、工作、交通...等活動中均會受到致命威脅，以先進國家而言，排除因疾病或先天身障之死亡，5~15 歲青年暴露在各個系統中的致命死亡率為每人每年 2×10^{-4} ，如圖 2.5 所示。而新系統所帶來的風險，應不致於明顯的增加該致命風險值。因此，德國政府針對新設的鐵路系統有以下的風險值規定：

- 死亡率 10^{-5} / 人年
- 重傷率 10^{-4} / 人年
- 輕傷率 10^{-3} / 人年

此外，圖 2.5亦說明因應系統可能造成之死傷規模不同，因此會隨著總死亡人數增加而逐漸提高風險門檻。



資料來源：[128]及本研究繪製

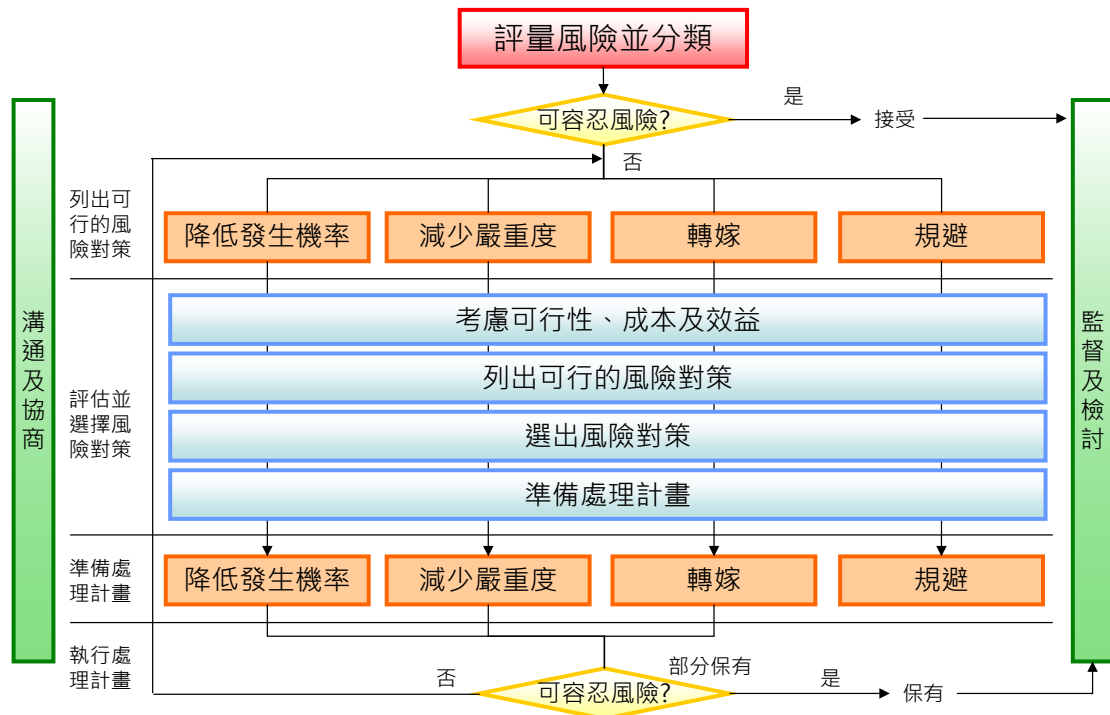
圖 2.5 德國最低可接受死亡風險圖

(3) 法國 GAMAB 觀念

法國從政府「管制」的角度出發，採用的方法是 Globalement Au Moins Aussi Bon（相當於 Globally At Least As Good As, GAMAB/GAME），即代表新系統安全性至少要與現有同類型系統一樣好。

5. 風險處理

依據行政院研考會制定之風險管理及危機處理作業手冊，風險處理指的是找出處理風險的可能方法，經評估該方法後選用風險對策計畫並執行之，其流程如圖 2.6所示，說明如下。



資料來源：[129]及本研究繪製

圖 2.6 風險對策步驟

(1) 列出可行的風險對策

所列出之對策包含有降低發生機率、降低影響衝擊、轉嫁、規避與保留，這些策略不一定互相排斥，但也非適用所有情況，依據風險管理及危機處理作業手冊各對策如下：

- 減低發生機率
- 減低影響與衝擊
- 風險轉嫁
- 規避風險
- 保有風險

(2) 評估並選擇風險對策

機關必須根據欲降低風險的程度以及所創造的額外利益及機會來評估風險對策，通常可同時考慮數個風險對策，以個別或將多個策略組合起來應用。

(3) 準備處理計畫

此步驟應明定計畫來執行所選擇的對策，包括有：明定責任、工作表、資源分配、預期的結果、預算分配、績效測量以及檢討步驟。此外，計畫也應依據績效標準、個人責任及其他目標來評估對策的執行情況，並且監督重要的執行階段目標。

(4) 執行處理計畫

一般而言，應該由最能掌控風險的人來負責風險對策的執行，且應盡早決定責任的分配。為了成功地執行風險對策，必須要具備一個有效率的管理系統，來明定所選擇的對策、分派個人所負責的工作，以及根據詳細的標準來監督執行工作的進行。如果在執行對策後仍有風險殘留，則必須決定是否該保有風險或重複風險對策之評估。

2.2.2 自主式安全管理制度

自主式安全管理制度之定義為：系統在進行安全管理的過程中，考量系統日益複雜，明確之技術標準難訂，若標準訂的太細可能限制系統設計的彈性與創意，加上嚴格執行規定的管理方式，日益困難且績效有限，因此安全管理採取「自動檢查」、「自護制度」之自主管理方式。

以下則依據行政院勞委會「營造業安全衛生自主管理作業手冊」及台北市勞工局之「營造業安全衛生自主管理與自動檢查手冊」，將自主安全管理的概念整理如下。

1. 自動檢查概念

自動檢查為事業單位自行、主動實施工作場所危害辨認、控制以預防職業災害發生的措施，包括有：

- (1) 以檢查時間分類：包括有定期檢查、不定期檢查、經常檢查、臨時檢查...等。

- (2) 以性質分類：包括有初查、複查、特種檢查、災害檢查、安全評估、安全觀察...等。

事實上，自動檢查可依狹義與廣義予以區分，說明如下：

(1) 狹義之自動檢查

係指勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法要求雇主或勞工就指定之機械、設備、作業實施之定期檢查、重點檢查、作業檢點而言。由於具有法令強制性，狹義之自動檢查係授權雇主「自行檢查」的性質，而非屬自願或自動自發性質。

(2) 廣義自動檢查則

係指所有由雇主自動自發實施之安全衛生檢查，包括：

- 施工安全評估。
- 施工期間之檢查。

2. 危害控制

自動檢查發現之危害狀況必須予以控制，其控制對策優先順序為：

- (1) 本質安全。
- (2) 使用安全裝置。
- (3) 採用警告裝置。
- (4) 安全標準與教育訓練。
- (5) 處罰與禁制。

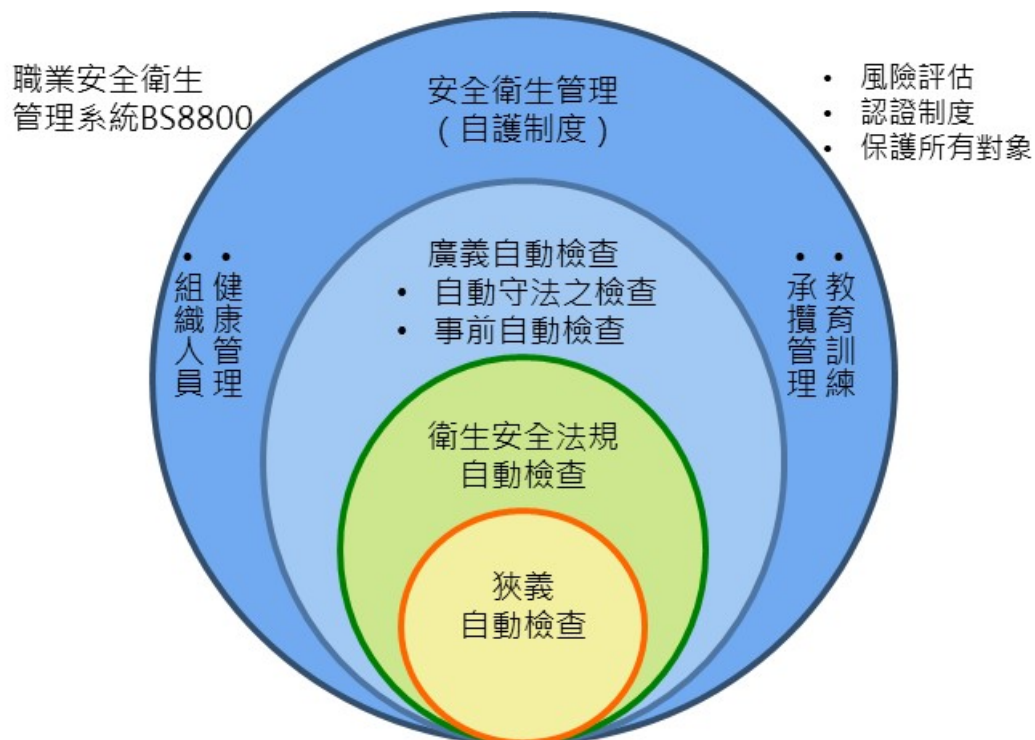
3. 自動檢查、自護制度與自主管理系統

圖 2.7顯示現行法令規定之狹義自動檢查範圍最小，廣義自動檢查範圍次之，加上各種安全衛生管理，如承攬管理、教育訓練、健康管理、組織人員、緊急應變、個人防護等即構成所謂自護制度之安全衛生管理體系。

而自護制度之外，再加入風險評估、認證機制，並將保護對象擴及公眾，則成為安全衛生自主管理系統。綜合而言，安全衛生自主管理系統較諸我國現行之自動檢查或自護制度具有下列特色：

- (1) 具系統概念之主動自主式安全衛生管理。
- (2) 原事業單位及各級承攬人員工全員參與。
- (3) 強調安全衛生政策及授權各級主管指揮負責。
- (4) 以安全衛生制度規章，落實安全衛生管理。
- (5) 績效評估結果回饋至政策、組織、制度、執行各層面，管理機制得以持續發展。

鐵路營運機構安全管理報告之架構即是參考上述各項自主管理之觀念與機制，促使鐵路營運機構能自發性的進行管理，並透過各種指標來檢核每年自主安全進行的績效。



資料來源：[166]及本研究繪製

圖 2.7 自動檢查、自護制度與自主管理系統之關係

2.2.3 經驗作法與發展趨勢

鐵路營運業者要能自發性的進行管理，並透過風險管理 PDCA（Plan, Do, Check, Action）循序滾動式檢討改善作業，特別是「Check 確認」此步驟要能嚴格要求遵守程序與養成安全文化，以控管營運安全之風險，進一步若採用風險績效曲線（Risk Profile）稽查整體的風險變化，則可有效的降低高風險危害之發生機率或降低其發生後的嚴重程度，表 2-3 則為風險式與自主式安全管理之經驗作法與發展趨勢。

表 2-3 風險式與自主式安全管理經驗作法與發展趨勢

項目	經驗及作法	發展趨勢
歐美國家	1. 依據法規制定規則或辦法，並發展安全管理系統、安全認證等要求 2. 透過績效指標衡量與檢討業者之安全績效 3. 多依據風險管理程序進行風險控管，同時國際鐵道聯盟建置了一個標竿分析之安全資料庫 4. 自主安全管理部份有 BS8800 職業安全衛生管理系統標準	1. 採自主檢查、自護體制 2. 從定性風險逐漸升級為量化風險
台灣	1. 主要以符合「法規」為基礎的規範管理方式 2. 運輸政策白皮書內研擬了風險與自主安全之對策與行動綱領 3. 多數鐵路營運機構已納入風險管理，惟落實層面各系統狀況不一 4. 自主安全管理部份以勞安較為優先發展	1. 建置鐵道局完整的監理功能，同時推動鐵路運輸的安全管理制度 2. 加強落實風險管理監督與改善 3. 主要以定性風險為依據，未來應逐漸朝向量化風險分析

資料來源：[130]及本研究整理

2.3 安全管理制度之組成要件

以下首先說明安全管理制度的組成要件，之後再以美國鐵路為例說明其運作之程序。

2.3.1 組成要件

安全管理制度之組成要件可以分為三個，一是政府在鐵路相關法規的修訂與要求、二是鐵路監理單位的定期/不定期檢查、三則是鐵路營運業者的風險與自主安全管理，說明如下。

1. 政府

政府要先確定鐵路安全監理及業者安全管理制度之政策發展方向，透過法令規章的訂定，規範並要求鐵路營運業者，朝向風險式與自主式安全管理制度發展。其具體落實之方式則為透過修法來明確要求鐵路營運業者定期提送安全報告，並針對欲提送之章節予以要求。

2. 鐵路監理單位

鐵路監理單位透過每年定期/不定期的監理以及業者提送的安全管理報告，來檢視與了解鐵路營運業者安全管理成效。其具體的作法則為編撰安全管理報告撰寫指引手冊，使整體安全管理報告更趨完善。

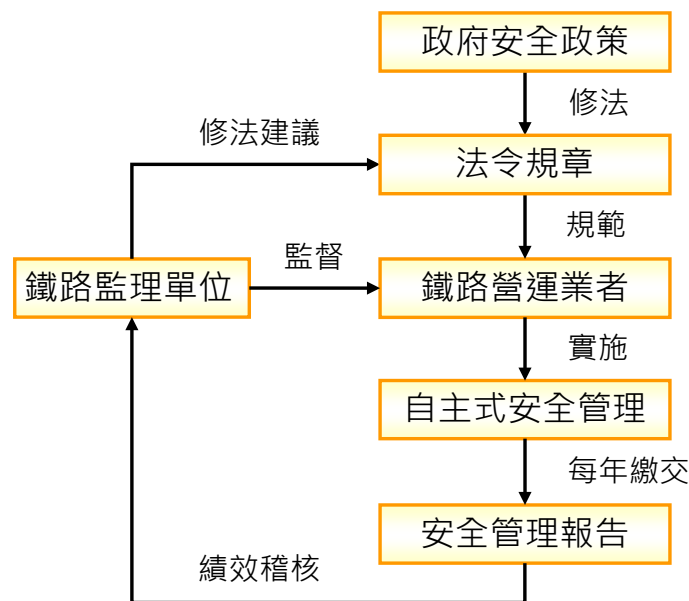
3. 鐵路營運業者

鐵路營運業者要能成功推動自主安全管理，其重要的關鍵包括有：

- (1) 高階主管的實際參與及責任。
- (2) 訂定業者本身的安全政策與目標。
- (3) 將所有作業文件化、程序化。
- (4) 進行風險評估及危害分析。

- (5) 設立報告系統以記錄風險、危害及改正行動。
- (6) 對任何改變進行有效的管理。
- (7) 稽核與評估。
- (8) 安全表現的評量。
- (9) 對幕僚人員的訓練與教育。
- (10) 緊急事件的應變計劃。

上述三大安全管理制度之組成要件要能整體運作，政府、監理單位及鐵路營運業者彼此要有具共識之運作機制，且能持續滾動式檢討，方能將鐵路營運風險降低至可接受水準並持續監控，其整體持續運作之流程如圖 2.8所示。



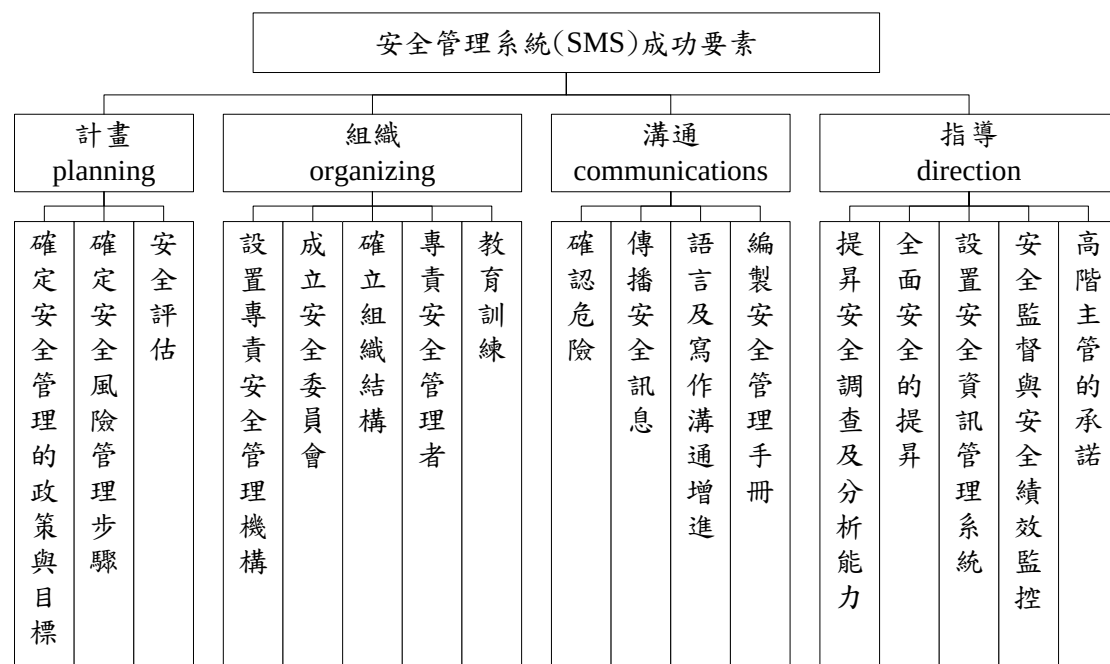
資料來源：[130]及本研究繪製

圖 2.8 安全管理制度持續運作程序

2.3.2 安全管理系統

透過文獻蒐集可知國外鐵路系統在安全管理上逐漸將重點放在安全管理系統（Safety Management System, SMS）制度之建立，其要素包括有安全政策制定、安全文化建立、安全核心價值、風險管理機

制、安全報告系統、安全稽核制度、意外事件調查制度、訓練制度、緊急事件反應機制、文件化及管理者的承諾等面向，主要是透過結構化的系統來進行安全管理，其目的除了希望降低各項危害的風險值外，同時亦藉此建立起組織的安全文化，若將其要素進一步依其特性可再歸類為計畫、組織、溝通及指導四項成功要件，如圖 2.9所示。



資料來源：[118, 183]及本研究繪製

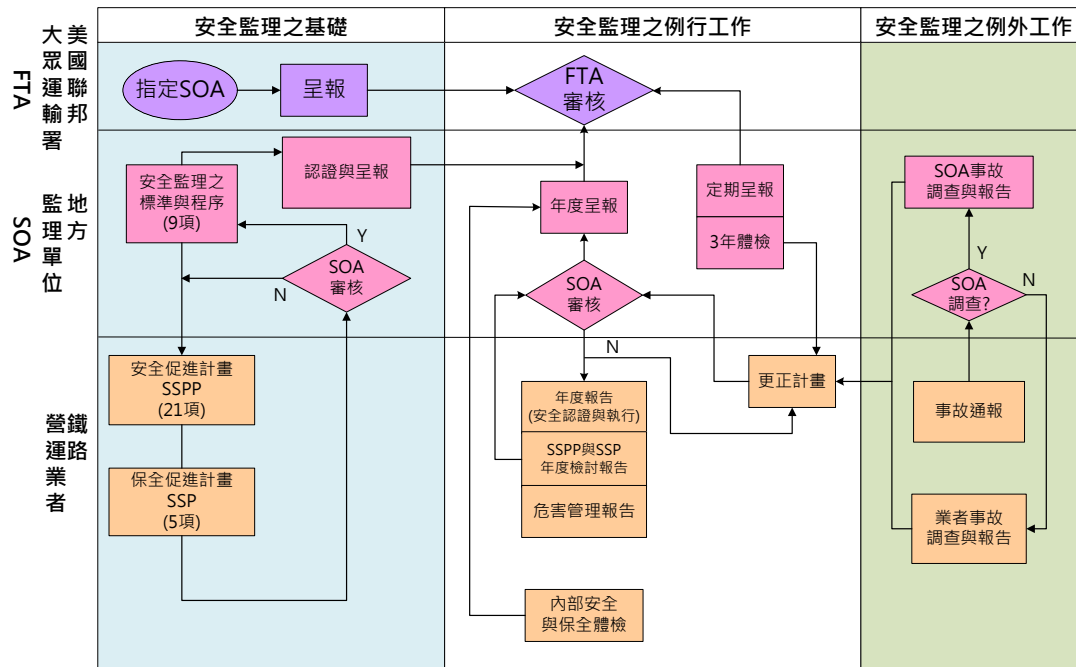
圖 2.9 安全管理系統成功要素

由圖 2.9可知國內鐵路監理機關與鐵路營運業者有必要著手進行安全管理系統的實施與落實，除了向已施行安全管理系統成效卓越的國外業者學習外，還要根據自身的狀況加以利用，以形成切實可行的鐵路安全管理系統，全面提升鐵路營運安全水準。

2.3.3 美國實務案例

本節以美國都會區鐵路安全監理工作為例，說明鐵路安全管理制度三組成要件之實務運作方式，圖 2.10可得知三組成要件分別為：美國聯邦政府大眾運輸署(FTA)、地方監理單位(State Oversight Agency)與鐵路營運業者；此外，依據三者間的互動模式，可分為三個層面如下：

1. 鐵路系統安全之基礎：任何新系統均需完成此系統安全之作業。
2. 鐵路系統安全監理例行工作：如年度檢查、3 年體檢...等作業。
3. 鐵路系統安全監理例外工作：如事故通報、調查或防災...等作業。



資料來源：[26, 27, 113]及本研究繪製

圖 2.10 美國都會區鐵路安全制度運作流程

美國聯邦大眾運輸署 FTA 在 2005 年成功推動新版的安全監理法規 49 CFR Part659 並於 2006 年開始實施，為了達到安全監理法規 49 CFR Part659 的要求，FTA 研擬了相關的施行細則，主要補充說明鐵路營運業者與鐵路監理機構在進行風險管理時各項作業的細節。例如在危害辨識的方法部分，建議可說明風險發生的地點、牽涉的元件、發現此風險的來源（如事故調查報告、虛驚報告、維修報告）等；在風險回報部分則可說明如何辨識出此風險、誰發現了此風險、預計如何減輕此風險等內容。

由於安全必須由鐵路營運業者來落實，因此 FTA 的職責包含有教育與協助鐵路營運業者推動安全管理等工作，此外 FTA 亦配合 49 CFR Part659 發行多樣的相關手冊，並定期/不定期舉行相關人員之研討會，以檢討制度上與執行上所遇到的問題。49 CFR Part659 實施手冊

之「Implementation Guidelines for State Safety Oversight of Rail Fixed Guideway Systems^[26]」則是安全人員必備之工具。關於推動鐵路安全管理知識與人員訓練，FTA 委託聯邦運輸安全中心（Transportation Safety Institute, TSI）巡迴全美各地開授鐵路系統安全、鐵路事故調查等課程，並與世界安全組織合作進行鐵路安全人員認證。

整體而言，聯邦政府制定 49 CFR Part659 法案後，會先由地方監理單位依據表 2-4 之各項要求制定安全監理標準程序，之後再責成鐵路營運業者依據表 2-5 之系統安全促進計畫（System Safety Program Plan, SSPP）及表 2-6 之系統保全計畫（System Security Plan, SSP）之基本要求，定期檢送安全年度報告與危害管理等報告；另若遇有事故，也會要求鐵路營運業者提送事故通報與事故調查與報告。

表 2-4 地方監理單位之 9 項標準程序要求

(1) 對計畫管理的要求
(2) 對計畫標準的要求
(3) 對鐵路營運業者內部安全與保全的要求
(4) 對監理單位每三年體檢的要求
(5) 對事故通報的要求
(6) 對事故調查的要求
(7) 對糾正措施的要求
(8) 對系統安全計畫的要求
(9) 對系統保全計畫的要求

資料來源：[26, 27]及本研究整理

表 2-5 系統安全促進計畫（SSPP）21 項基本要求

(1) 政策	(2) 目標	(3) 組織
(4) 變動管理	(5) 計畫執行	(6) 危害管理
(7) 安全認證	(8) 安全考量	(9) 安全資料
(10) 事故之通報與調查	(11) 緊急管理	(12) 計畫執行之檢討
(13) 規章與作業程序	(14) 設施安全檢查	(15) 維修體系監督與檢查
(16) 訓練與認證	(17) 型態管理	(18) 外包工作安全
(19) 危險物料	(20) 酒精與藥品	(21) 採購之安全控制

資料來源：[26, 27]及本研究整理

表 2-6 系統保全計畫（SSP）5 項基本要求

(1) 政策/方向/目標
(2) 對系統弱點之管理與安全認證
(3) 旅客/員工人身安全重要地點之確認與管制
(4) 計畫之實施績效與內部評鑑
(5) 計畫文件建立與送審

資料來源：[26, 27]及本研究整理

其中有幾項重點可特別說明如下：

1. 鐵路系統必須經過「安全認證」（Safety Certification）才能營運。
2. 鐵路營運業者必須具備「危害管理」（Hazard Management）機制，使得事故與災害能防範於未然。
3. 維持 3 年 1 次的「安全體檢」（Safety and Security Reviews），以確保安全管理系統之持續與進步。
4. 有關安全與保全的計畫，所指不僅在建設期，營運期間也應一併納入檢討。

2.4 鐵路安全管理報告

國外鐵路監理機構每年要求鐵路營運業者繳交「年度安全績效報告」以供政府監理，此屬於自主式安全監督管理制度；國內「鐵路法」第 56-5 條及「地方營民營及專用鐵路監督實施辦法」第 43 條規定鐵路機構每年需向交通部繳交「安全管理報告」，即是透過監理制度要求鐵路營運業者朝向自主式安全管理發展；國內之「安全管理報告」與國外之「年度安全績效報告」同屬自主式安全管理之一環，本所在 2014 年「風險式與自主式鐵路安全管理制度之實務調查與分析」研究中即以該法源要求為基礎，擬定如表 2-7 之安全管理報告章節基礎要求，同時亦製作如圖 2.11 之阿里山安全管理報告範本，茲將章節要求說明如下。

表 2-7 安全管理報告章節對照表

章節	說明
目錄摘要	封面目錄及營運機構摘要 0.1 封面與目錄 0.2 鐵路機構資訊 0.3 報告撰寫單位資訊 0.4 鐵路機構簡介
第一章	鐵路機構營運之安全理念及目標 1.1 安全理念內容 1.2 安全績效指標項目及目標值
第二章	安全管理之組織架構及實施方式 2.1 鐵路營運業者之安全管理組織 2.2 相關安全管理規章 2.3 安全管理之實施方式
第三章	為確保及提升營運安全所採取或擬採取之措施 3.1 上年度安全重點措施及成果檢討 3.2 本年度安全重點措施及辦理情形

章節	說明
	3.3 未來擬採取之措施
第四章	事故與異常事件之檢討及預防措施 4.1 上年度事故與異常事件統計 4.2 上年度特定事件摘要及預防措施 4.3 上年度特定事故摘要及安全對策 4.4 其他安全措施說明
第五章	其他與營運安全有關之重要事項 5.1 交通部指定納入之營運安全事項 5.2 其他欲說明安全相關事項
第六章	結語

目 錄		頁 次
目 錄.....		I
圖 目 錄.....		III
表 目 錄.....		IV
營運機構摘要.....		V
第一章 鐵路機構營運之安全理念及目標.....		1
1.1 安全理念內容.....		1
1.2 安全績效指標項目及目標值.....		1
第二章 安全管理之組織架構及實施方式.....		2
2.1 安全管理組織.....		2
2.2 相關安全管理規章.....		3
2.3 安全管理之實施方式.....		3
第三章 為確保及提升營運安全所採取或擬採取之措施.....		6
3.1 上年度(102 年)安全重點措施及成果檢討.....		6
3.2 本年度(103 年)安全重點措施及辦理情形.....		7
3.3 未來擬採取之措施.....		8
第四章 事故與事件之檢討及預防措施.....		9
4.1 上年度(102 年)事故與異常事件統計.....		9
4.2 上年度(102 年)特定事件摘要及預防措施.....		10
4.3 上年度(102 年)特定事故摘要及安全對策.....		11
4.3.1 103/07/08 出軌事故.....		11
4.4 其他安全措施說明.....		13
第五章 其他與營運安全有關之重要事項.....		15
5.1 交通部指定納入之營運安全事項.....		15
5.2 其他欲說明安全相關事項.....		15
5.2.1 機務部份.....		15
5.2.2 工務部份.....		15
第六章 結語.....		17
附件.....		R

資料來源：[130]

圖 2.11 阿里山森鐵安全管理報告範本

1. 目錄摘要

其內容應包含有：封面目錄、鐵路機構資訊、報告撰寫單位資訊、鐵路機構簡介。

2. 鐵路機構營運之安全理念及目標

其內容應包含有：安全理念內容、安全績效指標項目及目標值。

3. 安全管理之組織架構及實施方式

其內容應包含有：鐵路營運業者之安全管理組織、相關安全管理規章、安全管理之實施方式。

4. 為確保及提升營運安全所採取或擬採取之措施

其內容應包含有：上年度安全重點措施及成果檢討、本年度安全重點措施及辦理情形、未來擬採取之措施。

5. 事故與異常事件之檢討及預防措施

其內容應包含有：上年度事故與異常事件統計、上年度特定事件摘要及預防措施、上年度特定事故摘要及安全對策、其他安全措施說明。

6. 其他與營運安全有關之重要事項

其內容應包含有：交通部指定納入之營運安全事項、其他欲說明安全相關事項。

7. 結語

最後總結鐵路營運業者當年度安全管理報告之價值。

2.5 ISO 程序文件標準化

ISO 是國際標準化組織（International Organization for Standardization）的簡稱，於 1947 年成立，總部設於瑞士日內瓦，成員包括 163 個會員國，其成立之主要宗旨為發展世界通用的國際標準，以促進國際間貨品與服務的交流，減少技術性貿易障礙，追求彼

此間的發展進步與合作關係。ISO 系列標準，旨在建立一套運作程序，朝預定目標運行以確保組織能生產優質的產品和提供理想的服務素質。由於 ISO 系列標準具有適用各行各業管理模式特性，從產品生產到服務事業均能涵蓋，故自 1987 年推出 ISO9000 系列之標準後，短時間內即廣為各國所採用，成為跨品質系統標準的新準則，目前美、英、法、德、日和我國等 150 餘國都已採用 ISO9000 系列標準，而 ISO9000 系列提供企業體一個基本而實用的管理系統模式，除了可確保顧客信心外，其完整性的品質管理系統亦適用於供應商及組織內部管理的需求。

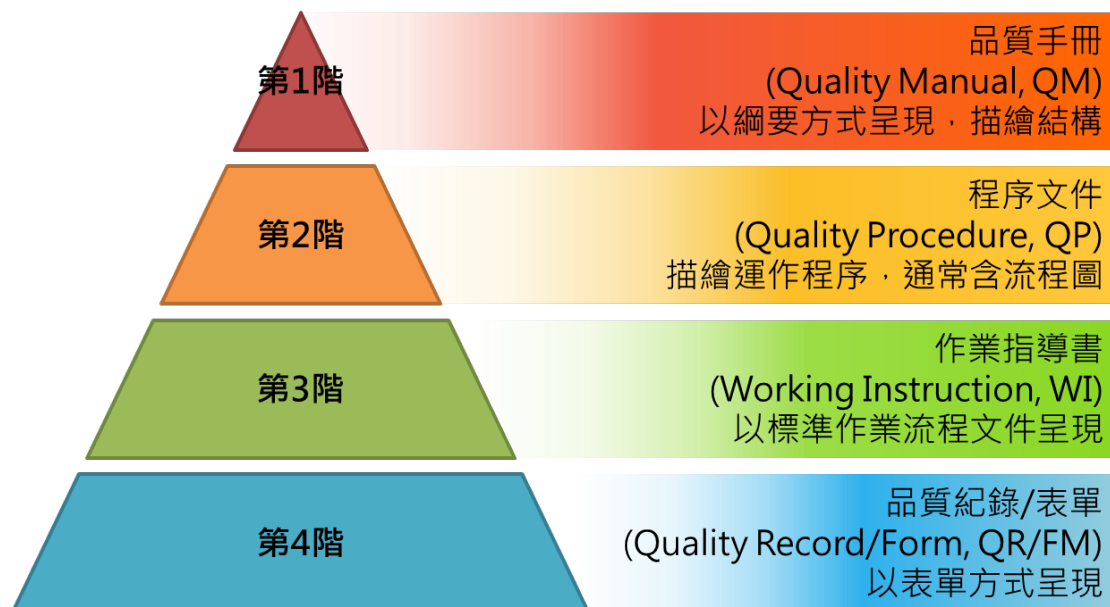
對組織內部而言，它是強化組織體質的一項有效工具，可以將其列為組織整體作業流程溝通的依據，有效達成員工在品質意識的團結並建立跨部門作業之共識，消除部門責任界面的灰色地帶，預防產生計畫延遲，並排除過於保護部門之本位主義等優點；對組織外部來說，此系統可建立買賣雙方品質系統一致的觀念，提供雙方彼此之間對品質作業要求的共同溝通依據，並增加顧客對產品本身與服務過程的信心。

通過 ISO9000 系列之組織遍及各種領域，從有形的產品製造到無形產品的服務均可適用，因此許多公、民營機構，如印刷材料工業、木製品工業、紡織成衣工業、營建工程、會計事務行業，金融保險業、車輛零件工業、政府機構的禮民便民措施、採購作業以及教育機構的教學程序等均陸續採用 ISO 系列標準，導入 ISO 品質認證。

ISO 品質管理系統是國際標準化組織（ISO）發佈的其中一項品質管理系統標準，其闡述一個組織要做好品質管理應該達到的基本要求。當一個組織依 ISO 品質管理系統之模式來運行，即形成一個完整的管理系統。其基本理念包含了強化組織內部人員對品質管理原則的認知、最高管理者的角色、過程規劃的理念、品質政策及目標的重要性、縮減文件化的架構及持續改善的有效作為。而品質的優劣更攸關著組織之生存條件及優勢，藉由 ISO 品質管理系統的施行，可將組織架構的應用及跨部門作業程序與人員、設施、材料、方法等作最適當

的結合，有系統地達成組織的品質目標及利潤目標，並藉由 ISO 的第三者驗證，有效提昇組織的管理品質、產品品質、服務品質及組織形象。

根據 ISO9001 條文，品質管理系統文件應包含手冊、程序書、作業指導書及表單之四個不同的階層，其文架構如圖 2.12 所示，說明如下。



資料來源：本研究繪製

圖 2.12 ISO9001 四階文件定義

1. 第一階文件（QM：政策/手冊）：說明標準文件具體作法指導綱要。
2. 第二階文件（QP：程序書）：鐵路機構內部各相關單位，為達成文件標準化活動要求所規定之方法程序。進一步規範活動之目的與範圍、執行人員、方式以及如何對其控制與紀錄等，其目的在使相關人員明確地了解文件標準化中所述之願景與目標應如何達成。例：品質程序書或規範、要點等。
3. 第三階文件（WI、SOP、GOP：作業指導書）：用於直接指導人員按技術規範要求完成標準化之文件作業時，必須依據使用的指

導文件或說明文件詳細指示人員如何執行完成一件工作之方法與步驟。例：操作說明、標準作業書、作業說明書。

4. 第四階文件（FM：表單、紀錄）：於作業進行時須填寫紀錄所須用表單，例如：表單、報告書、紀錄、工作摘要。

此外，ISO9001 在 2015 年已經改版，其中一項關注的概念即是強調基於風險（Risk）為基礎的思考方向及導入風險管理觀念，因此在新修訂的品質管理系統標準（ISO 9001:2015）整體條文中，主要改變有：增加「風險控制」（Risk control），亦即需要針對目前現有作業流程進行風險分析與後續之風險處理，包括在現行管理制度的背景下需要瞭解的風險有那些，組織確定需要解決的風險，以確保其管理系統可以實現預期成果，防止或減少意外的影響，達到持續改進的具體要求。每個管理系統標準可以定義與其明確規定的相關風險。另外，ISO9001:2015 的修訂版，亦與產品或者服務的符合程度和客戶滿意度有關，因此亦要求建立以顧客為導向的服務理念。

本研究即是參考國際標準組織（ISO）所建立之品質管理與相關作法，並考量相關人員意見及實務可行作法，協助在案例探討時將安全管理相關作業予以標準化、文件化與程序化，將品質管理精神融入至鐵路安全管理中，以供鐵路業者參考。

第三章 國外鐵路業者安全管理實務

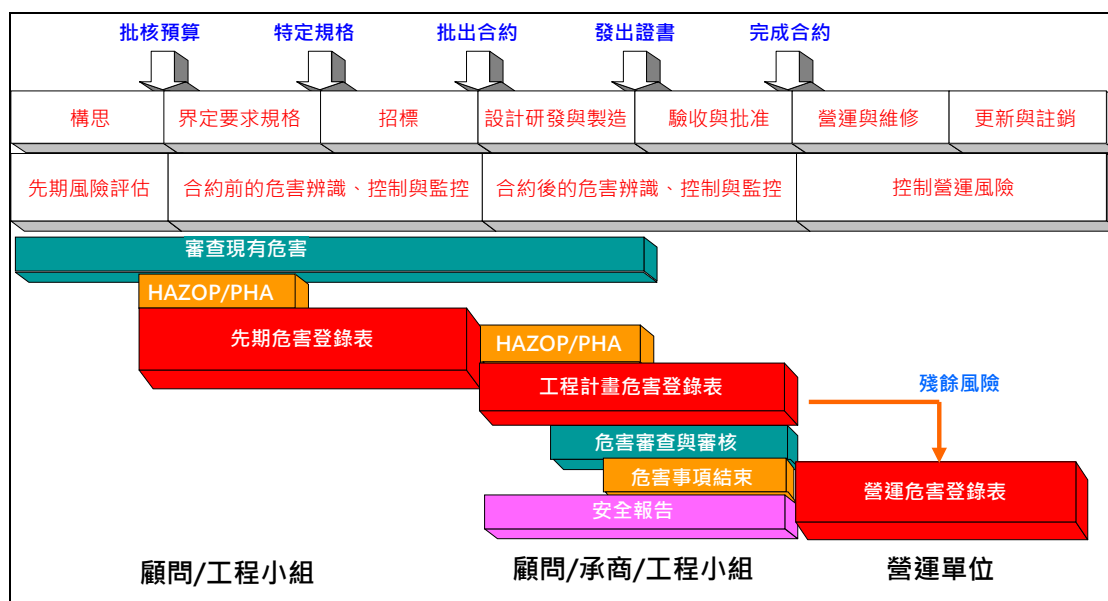
自 2001 年美國發生 911 恐怖攻擊後，基於安全弱點外流之疑慮，目前已不太容易取得國外鐵路營運業者於安全風險管理之作業實務與安全管理報告，因此本研究嘗試從國外營運業者每年發布之年報中，找出有關營運安全實務的論述，來剖析國外鐵路運輸業者實際執行安全管理報告之檢討，與強化落實安全管理報告之經驗。

3.1 港鐵公司

香港鐵路有限公司（以下簡稱港鐵）在 1990 年初期建立了一套軌道系統生命週期的風險管理系統，主要元素包括：有效的安全風險管理組織架構、全面的系統保證方案規劃、從鐵路專案初期開始辨識危害與控制安全風險、以及營運階段對安全風險積極的監控。

圖 3.1 即是從安全的角度出發，自系統初始構思到招標階段主要是由工程小組負責；設計建造階段，承包商會在工程小組的監督下執行各項風險控制任務，以確保設計建造的潛在風險得到妥善處理，並將殘餘風險合理的降到最低；營運階段時，將持續監控從建造階段轉移過來的剩餘風險，並建立完善的風險控制機制，持續管理已確認的安全風險，並找出其他潛在的危害。

近年港鐵旅運需求不斷上升關係，因此相繼啟動有沙中線、西港島線、南港島線東段、觀塘延伸線等路線新建工程，另外配合廣深港高鐵計畫，香港段工程亦開始建造。基於上述原因，港鐵近年呈現於年報上的風險管理議題多半著重於工程方面，以下則透過 2010 年至 2013 年港鐵之 Sustainability Report^[52, 53, 54, 55]，進一步了解其風險管理之經驗及作法。



資料來源：[126]

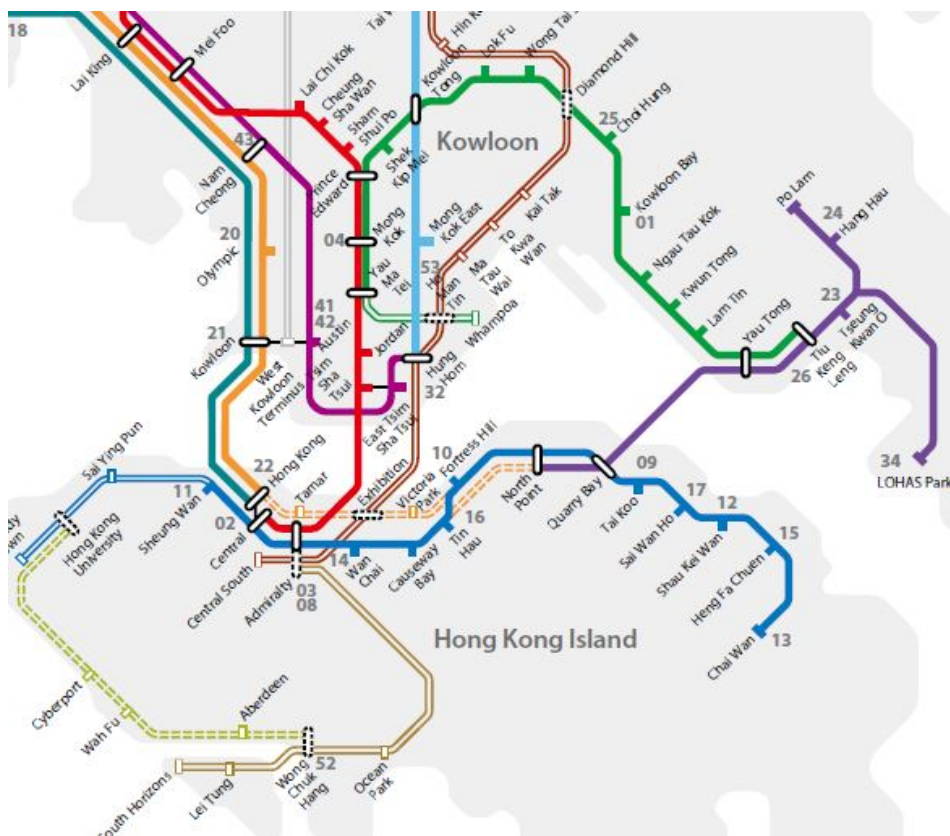
圖3.1 港鐵風險管理作業流程

1. 2010 年 Sustainability Report 報告^[52]

由於施工現地屬高風險工作場所，該年報指出，在幾處大型工地應避免隧道工程發生坍塌，或是施工影響周遭建物之情形，且相繼開工之建設均屬重大工程計畫，港鐵除考慮單一工程的風險管理問題外，更重要的是必須思考各工程計畫風險的相互影響，以及因應措施。

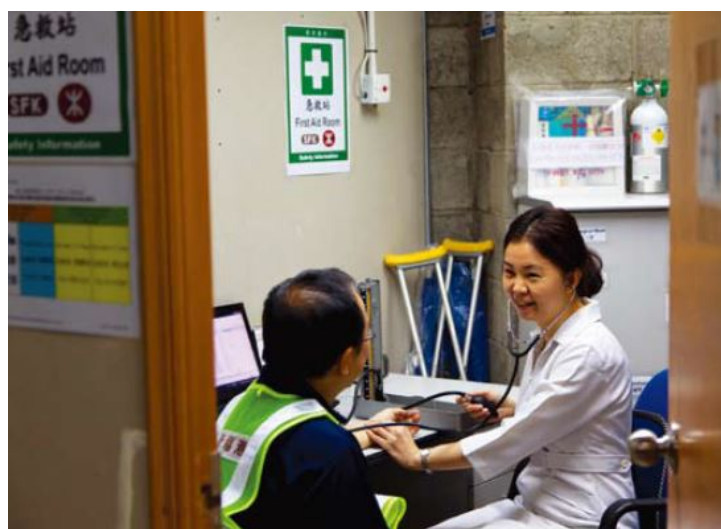
2. 2011 年 Sustainability Report 報告^[53]

隨著工程計畫持續進行，該年度報告指出至 2014 年，港鐵將需要超過 14000 名工程人員，為確保工程計畫能安全順利地進行，港鐵開始加強宣導工地安全，透過安全文化培養、工程現地稽核、工程團隊合作等方式，教育「安全人人有責」的觀念，藉由提高每一位同仁之安全意識，以降低潛在危害發生之可能。報告中更進一步指出，由於新進施工人員尚未熟悉港鐵安全標準，導致該年度的安全成果不如預期，後續年度將加強施工人員之安全訓練，以及注意施工人員健康狀況，以達零死傷目標。



資料來源：[53]

圖3.2 港鐵目前路網（實線為營運路線）



資料來源：[53]

圖3.3 各工地進駐醫療人力把關施工人員身體健康

3. 2012 年 Sustainability Report 報告^[54]

2012 年港鐵 125 個工地共雇用了 7000 名員工，該年度港鐵除持續工地安全訓練外，更提供現金獎勵等方式，鼓勵工人自發性把關工地安全。由於新進施工人員持續增加，港鐵透過 mentoring 類似師徒制，由資深施工人員帶領資淺施工人員方式加強工地安全教育。為使施工人員之生命財產安全能有更進一步保障，港鐵發起意外險投保計畫，結合政府補助，為所有參與計畫的第一線施工人員投保意外險。

除了第一線施工人員之安全教育宣導外，港鐵更加強與包商的資訊共享，提供即時資訊設備，與各工地之負責單位、政府局處保持密切聯繫，務使工地安全、風險資訊能公開透明，並在意外發生時能及時反應。另外由於 2012 年冬季，香港爆發了嚴重流感，港鐵亦開始加強工地衛生狀況與工人健康狀況的追蹤。



資料來源：[54]

圖3.4 港鐵工地安全宣導

4. 2013 年 Sustainability Report 報告^[55]

該年度港鐵啟動安全管理訓練專案，旨在加強所有管理人員對於風險控管與評估之訓練，並開發 iSPOTit App，成立工安行動指揮中心，作為員工即時回報危害、公司即時反應之系統。除定期舉辦工地的安全演習外，該年度在錦上路站實施大規模演練，使員工能熟悉緊急應變小組組成之程序以及應變方法。然而，由於該年度不幸發生兩起工人墜落死亡意外，港鐵配合勞動部門調查後，將意外發生歸因於

施工人員之安全資訊不足，工地安全宣導需再加強，因此引進第二款工安 App，讓工人能隨時查詢安全目標，線上學習安全守則。除此之外，為加強安全文化，港鐵與包商共同舉辦安全論壇，以及「安全英雄」、「安全激勵」等計畫，每三個月稽核工地安全現況，並加派行動健康檢查站至各工地為施工人員健檢。



資料來源：[55]

圖3.5 港鐵 iSPOTit App 與行動指揮中心

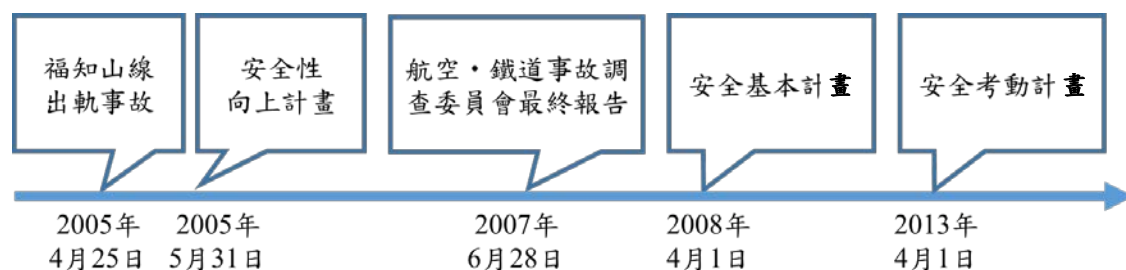


資料來源：[55]

圖3.6 港鐵採顏色識別及工作手套提醒工地安全

3.2 日本國鐵 JR-西日本鐵路公司

早期日本國鐵雖沒有以 RAMS 作為鐵路系統安全評估之標準，但其軌道系統的安全水準卻是舉世聞名，但在各國普遍接受 RAMS 的國際標準概念下，民營化後的各個 JR 公司也開始導入 RAMS 的概念進行安全管理。然而，2005 年發生震驚各界的福知山線出軌事故，造成 107 人死亡 562 人受傷，使日本鐵路公司對於安全管理之議題更為重視，而負責該路線營運的 JR 西日本旅客鐵道株式會社（以下簡稱 JR 西日本）更痛定思痛，對於公司安全管理體制進行全面檢討，相關措施包括提出「安全憲章」作為安全管理之最高指導原則；重新檢討並確立新的安全管理體制，以及針對公司內部問題提出「安全性向上計畫」，2008 年 JR 西日本進一步提出「安全基本計畫」，藉由定期評估系統風險、改善實際案例來提升整體安全性，以下將分別介紹「安全性向上計畫」與「安全基本計畫」，再透過 JR 西日本 2010 年至 2013 年的安全報告書，對於其事故因應之對策和安全管理重點進行回顧。



資料來源：[101, 102, 103, 104]

圖3.7 JR 西日本安全改善計畫時程

3.2.1 安全性向上計畫

自福知山線出軌事故發生一個月後，JR 西日本對於公司內部體制做全盤性檢討與評估，希望藉由根本性的體制改善來強化公司安全管理文化的養成，本研究根據其所提出之六大面向內容重新整理，說明如下：

1. 價值觀再造

公司應避免為確保營運效率而犧牲營運安全性，應落實與貫徹「安全第一」的觀念。

2. 事故萌芽報告

員工一旦察覺任何可能導致事故的危害，應立即回報，管理單位不可因避免麻煩而不做反應。

3. 全體員工貫徹一致目標

公司各層級單位應彼此溝通與協調安全意識，透過層層互動，使公司上下皆能貫徹一致的安全目標。

4. 安全資訊流通共享

事故發生後，第一線人員與行控人員及後續處理人員應確保相關資訊充分且透明流通。

5. 避免事故再度發生

每項事故有其獨特性，相關人員除檢討事故本身外，應針對事故與過去經驗不同之處予以比較以及了解，避免類似事故的發生。

6. 營運、設備方面因應對策

應透過時刻表改正、加強員工訓練、更新設備、調整車輛整備計畫等方式，徹底檢討，並提升營運安全。

JR 西日本希望透過以上六大面向之精進與努力，重塑公司文化，以確保能及時發現潛在危害，並將相關內容列於各年度之安全報告書中。

3.2.2 安全基本計畫

福知山線出軌事故發生後，JR 西日本除配合航空・鐵道事故調查委員會之調查外，亦持續針對安全管理作業進行改進，JR 西日本於

2007 年邀請七名鐵道專家召開「安全推進有識者會議」，藉由專家意見進一步精進營運面之安全課題，並以旅客零死傷，員工零職災為目標，提出「安全基本計畫」，實施內容及方法說明如下：

1. 以風險評估加強安全管理

對於任何工程計畫或營運計畫施行前，需針對可能造成旅客死傷或員工職災的風險進行分級，並透過風險以及嚴重程度評估確保計畫進行之安全性。

2. 從事故中汲取經驗

JR 西日本全體員工每一刻都需警惕「勿忘福知山線出軌事故」，事件過後，JR 西日本除加強員工安全教育訓練外，亦安排員工至事故現場、安全考動館進行安全研習，要求員工將「安全憲章」銘記於心，時時刻刻都對於安全與風險議題保持高度意識。

3. 形成安全基本盤

透過改善相關技術、各單位資訊互通，提升營運安全，並加強新進員工與資深員工之間的技術交流，減低人因失誤，形成安全技術傳承、創新的安全基本盤。

4. 安全投資

公司應定期投資有助於提升安全性的防災、保安及營運等相關設備，並提出後續運用、維護以及更新之計畫。

不同於「安全性向上計畫」著重於公司精神與員工態度的重新確立，「安全基本計畫」則以加強公司實務執行面為目的，相關內容亦會於各年度之安全報告書中進行說明。

3.2.3 安全報告書

1. 2010 年安全報告書^[101]

(1) 安全向上計畫執行狀況

該年度安全會議為貫徹安全第一價值觀念，除加強宣導企業理念與安全憲章外，JR 西日本開始推動各單位自主風險評估的作業，並訂出後續年度預計統一事故萌芽報告之內容與回報方式。

(2) 安全基本計畫執行狀況

相關作業包含確立風險評估執行流程，成立風險懇談會加強各單位風險評估作業，並印製福知山線出軌事故特別講義，安排「安全考動館」教育研習、事故現場悼念儀式。此外，JR 西日本透過歷史事故統計，發現旅客因月台與車輛縫隙過大而發生失足跌落月台的事務值得關注（2007 年有 5 件、2008 年有 3 件），因此全面檢視車站月台縫隙進行改善。2010 年之報告中，說明了奈良縣六地藏站之改善案例，由於該站月台設於彎道，因此列車與月台間隙會較大，JR 西日本在檢視既有防護對策後，採用之對策為將月台加寬並在前緣處增加橡膠墊，如圖 3.8 所示。



資料來源：[101]

圖3.8 月台候車安全加強改善項目

(3) 年度危害事件回顧

該年度發生平交道柵欄故障、車輛超速、列車出軌以及異側開門等危害事件，相關調查皆歸因於設備老舊以及人員誤判導致指令錯誤，JR 西日本針對相關設備作業項目進行調整，並加強人員訓練。

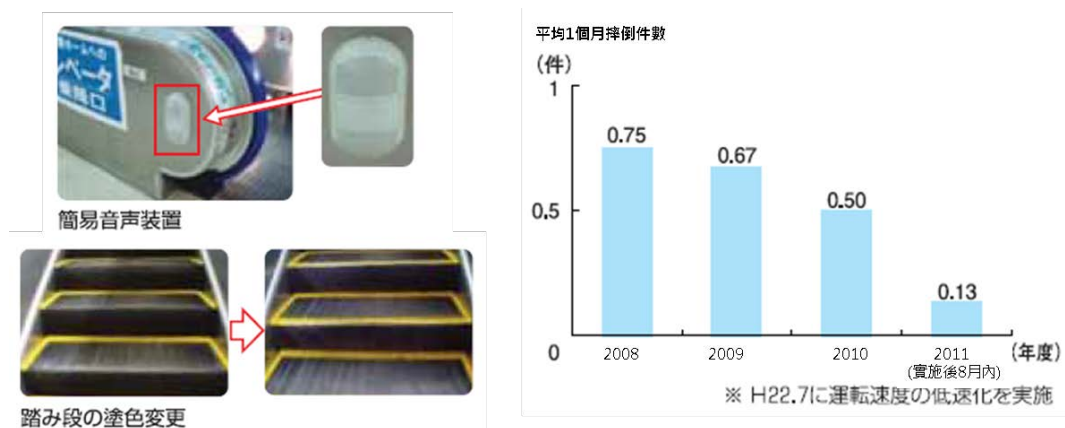
2. 2011 年安全報告書^[102]

(1) 安全向上計畫執行狀況

為落實事故萌芽報告，公司各單位組成研習會，並彼此交流學習情形，營運面相關對策部分，JR 西日本首先加強基礎設施耐震程度，再重新檢討工程改善後之防災計畫，並於列車駕駛室加裝行車紀錄裝置。

(2) 安全基本計畫執行狀況

JR 西日本透過歷史事故統計，發現常有旅客在博多站的電扶梯跌倒，JR 西日本在評估後，提出具體的改善案例包括有：重繪電扶梯踏階之黃色警示線、調整電扶梯速度及增設聲響提醒警示，透過報告得知改善成效良好，旅客跌倒事故亦從每年 10 件大幅減少至 1 件以下，如圖 3.9 所示。



資料來源：[102]

圖3.9 電扶梯踏階警示線重繪及增設聲響警示

(3) 年度危害事件回顧

該年度發生冒進號誌、未照速限行駛、車輛故障、警報誤判等危害事件，其中未照速限行駛原因均受天候狀況影響，駕駛未收到慢行指示導致列車超速行駛，為避免類似事件發生，JR 西日本重新檢討惡劣天候狀況慢行通報作業程序，於駕駛規章中加強相關通報注意事項，並加強司機與指令員之溝通。

3. 2012 年安全報告書^[103]

(1) 安全向上計畫執行狀況

透過安全會議的持續進行，新的安全文化已深植各部門，為更加提升安全文化，該年度舉辦「社長輔佐」活動，以充實安全文化的豐富度，希望打造完整的安全文化。資訊傳達部分，為解決各部門、單位資訊傳達的錯誤，JR 西日本發起案件追蹤一體化計畫，務求各項資訊傳達正確無誤。

(2) 安全基本計畫執行狀況

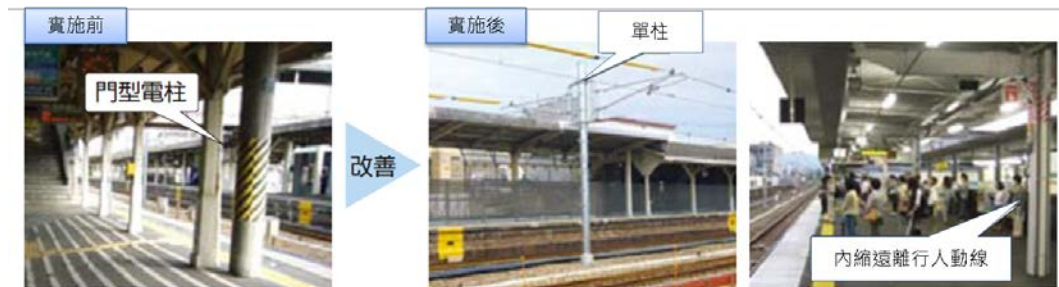
因應戰後嬰兒潮世代的退休潮，為確保安全與營運技術之傳承，JR 西日本修改退休制度，並訂定實務技術能力標準，且引進技術理事制度，確保相關安全人員與技術能順利傳承。

該年度具體案例為改善月台行人動線之干擾，JR 西日本採逐步減少月台上的電線桿與立柱，以便保持行人動線之暢通。此外，考量 2011 年日本東北地震帶來的災害，JR 西日本除探討如何降低電車出軌之災害嚴重程度外，亦於山陽新幹線沿線設置地震與海嘯感測器，並開發 App 提供相關疏散計畫，以增進山陽新幹線之行車安全，如圖 3.10 所示。

(3) 年度危害事件回顧

該年度共發生號誌故障、車輛故障、未照速限行駛、平交道遮斷桿未放下、警報誤判等事件，其中，號誌故障事件係巡軌人員發現列車通過後號誌未切換為平安信號，經確認後迅速通報維

修人員，發現是號誌內部電路出現問題，JR 西日本除加強號誌安全檢查外，亦修正駕駛手冊中如何判斷錯誤號誌的相關辦法。



資料來源：[103]

圖3.10 月台電柱、樑柱遷移工程



資料來源：[103]

圖3.11 路線各站疏散資訊 App

4. 2013 年安全報告書^[104]

(1) 安全向上計畫執行狀況

JR 西日本在安全性向上計畫之主要工作目標及內容均在前述年度陸續開始進行，故該年度報告未有新增工作項目。同時，在努力貫徹「安全性向上計畫」與「安全基本計畫」後，JR 西日本已達到連續五年乘客零死傷，員工零職災之紀錄，後續則將推動「安全考動計畫」，期待能將被動的安全管理，轉為積極的危害識別。

(2) 安全基本計畫執行狀況

達成連續五年旅客零死傷、員工零職災之安全目標後，危害評估作業已得初步成效，該年度的具體改善案例為對月台邊界加繪紅色標線提升辨識度，以區別車廂與月台邊界。除此之外，該年度亦擴大裝置新式 ATS，並加裝 GPS 列車定位系統，以輔助司機判斷列車移動資訊，強化災害發生時能精確掌握列車正確位置。



資料來源：[104]

圖3.12 月台邊界加畫紅色警示線

(3) 年度危害事件回顧

該年度共計發生鐵軌變形、平交道遮斷桿未放置、未依照速限行駛、車門於列車行進間突然開啟等危害事件，其中，未依照速限行駛係因司機未接獲大雨通報改變速限之通知，JR 西日本已增加沿區域氣象監測系統，另外，大雨亦造成山崎至岸邊路段路基掏空，現已修復，亦加強宣導天候狀況不佳時列車運行之注意事項。

3.3 小結

從港鐵與 JR 西日本之案例可見，隨著營運業務不同，系統所面臨的風險亦不同，因而需要相對應的安全管理及風險評估作業。從港鐵 2010 年~2013 年之年度報告可得知，該系統正處於路網擴建期，每

年度持續新增大量人力下，其面臨的風險問題多半來自於工程面，因此加強工安宣導及安全訓練是港鐵在該期間持續努力之目標。另一方面，JR 西日本則是謹記福知山線出軌事故所帶來的教訓，分別從軟硬體兩方面進行風險控管。軟體方面，藉由檢討公司體制和提倡安全意識文化，並回顧每年危害事件以及發展相應對策，貫徹全體員工一致實踐的安全目標，硬體面則持續針對各個子系統之潛在危害進行辨識及改善，從車站、月台、路線、列車等處，皆可看見 JR 西日本對於風險評估和修正的用心，務求旅客與員工皆能在最安全的環境下使用和維護系統。

以上兩案例皆可見得，安全管理除了需要仰賴全體員工在工作崗位上時刻留心外，更需要培養、塑造出透明、公開、及早發現、即時反應的安全文化，在危害尚未造成事故之前及早發現並予以改正，確保安全管理不斷精進，而提供更加高品質的服務。

第四章 國內鐵路業者安全管理實務

本章節主要針對所能蒐集到之文獻予以回顧，同時透過拜訪國內鐵路業者進行交流，來整理各業者於安全管理之運作機制與落實情形，此外，由於品質管理是安全管理的基礎，因此將一併回顧各鐵路營運業者在品質管理的現況。

另在安全管理報告部份，目前國內鐵路安全管理制度雖採符合「法規」為基礎的管理方式，但仍尚未統一要求所有鐵路營運業者定期提送安全管理報告，因此僅針對適用「鐵路法」及「地方營民營及專用鐵路監督實施辦法」之鐵路營運業者，蒐集其依據法規要求所提送之安全管理報告予以回顧，並說明適合分享之項目。

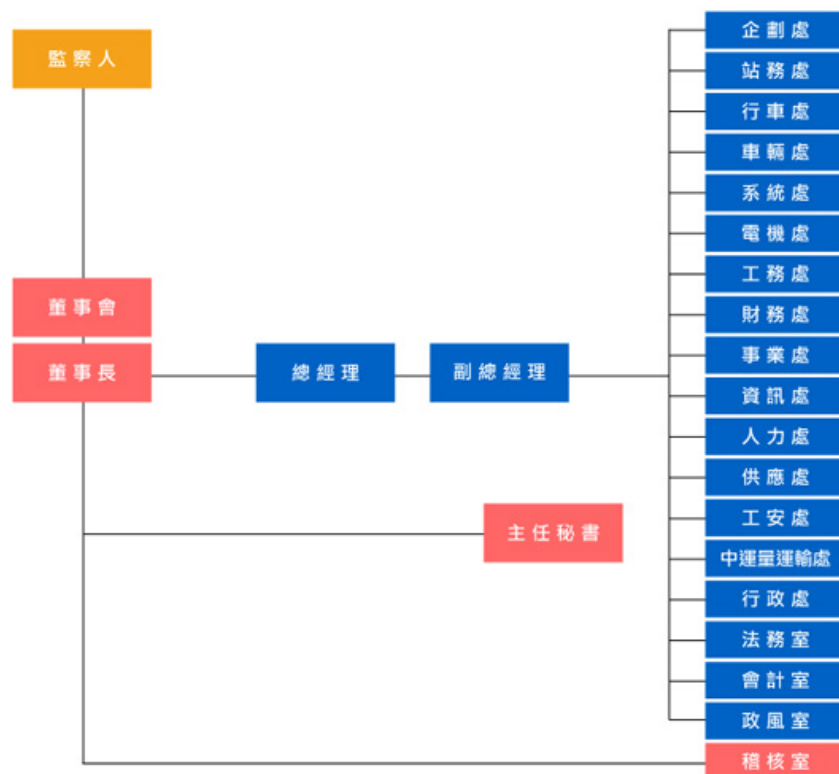
以下依序介紹臺北捷運、高雄捷運、台灣高鐵、臺鐵局、阿里山森鐵與台灣糖鐵之安全管理實務，最後再說明本研究之輔導對象與案例選定。

4.1 臺北捷運

本章節分別說明臺北捷運之組織架構、品質管理、安全管理、落實情形。

1. 組織架構

圖 4.1 為 2015 年臺北捷運公司之組織架構，由圖可知臺北捷運主要負責安全管理的單位為工安處，其業務職掌主要管理公司之品質政策、目標、整體系統安全及勞工安全衛生之規劃督導等事項。臺北捷運公司設有四個與品質、安全相關的委員會議機制，包括「品質管理審查委員會」、「行車保安委員會」、「消防安全管理會議」與「職業安全衛生委員會」，其中「行車保安委員會」職掌，係與營運安全管理最具相關性。



資料來源：[178]

圖 4.1 臺北捷運 2015 年組織架構

2. 品質管理

臺北捷運營運初期即積極推動中、高運量之品質管理制度，1997 導入 ISO 9002：1994 國際標準，建立品質保證制度，1998 年通過驗證。2002 年採行 ISO 9001：2000 年版精神，提升為以提高顧客滿意的品質管理，並通過驗證，並落實持續改進，2009 年通過 ISO 9001：2008 年新版驗證。2016 年將辦理全系統 ISO9001:2015 改版重新評鑑。

3. 安全管理

臺北捷運系統係由臺北市政府捷運工程局負責建造，並於通過交通部履勘後，由臺北捷運公司負責營運。臺北捷運公司之營運安全管理，除符合大眾捷運法、災害防救法等法規基本要求外，並承接捷運局之機電系統保證相關文件（FMECA、PHA/SSHA/SHA/OHA、CCIL 等），輔以自身、其他軌道運輸機構的營運經驗，逐步由被動式

(reactive) 的事故檢討改善管理，發展建立主動式 (proactive) 且以危害為基礎 (Hazard based) 的安全管理制度。

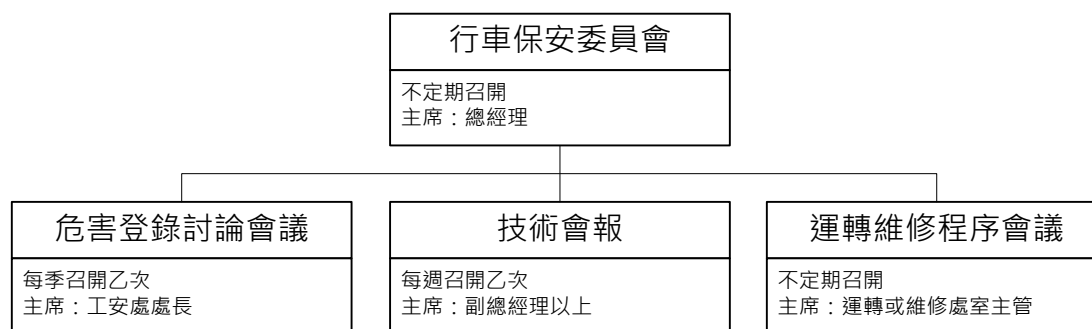
- (1) 臺北捷運公司為確保本身的營運安全管理機制是否完善，更在 2005 年借鑑參考美國聯邦大眾運輸署 (FTA) 對大眾運輸系統業者之系統安全促進計畫 (System Safety Program Plan, SSPP) 要求，進行管理作業比對與策進發展，以構建完整的系統安全管理框架，此舉亦證實臺北捷運一直不遺餘力的提供資源、時間與人力在維護安全管理，以確保整體系統安全。
- (2) 近年來亦透過 Nova/CoMET 軌道運輸標竿聯盟組織 (臺北捷運於 2002 年加入 Nova (Nova Urban Railway Benchmarking Group, 簡稱 Nova)，2010 年運量達 5 億，2011 年 9 月提升至 CoMET (Community of Metros International Railway Benchmarking Group, 簡稱 CoMET) 組織)，參與各項有關地鐵營運安全管理的個案研究 (case study) 與借鑑學習。

4. 落實情形

臺北捷運將品質管理視為是安全管理的基石，因此在建置品質管理系統時，即責成工安、營運與維修處室，將與安全相關 (safety-related) 的作業流程具體納入品質文件，以持續進行管理改善，透過日常運作、緊急應變的標準流程與表單要求，使安全管理作業有效的展開和發揮作用。

臺北捷運設置有「行車保安委員會」，其主要任務係對臺北捷運系統服務指標中所定義之重大行車事故進行原因調查、改善措施擬定和責任鑑定等事項之督導，以及會議決議事項執行情形之管考。「行車保安委員會」係於發生重大行車事故時召開，屬不定期召開；惟工安處於每年第一季，需提送前一年度之行車事故類型及發展趨勢分析報告，簽陳公司決策管理階層。此一報告內容，基本上具有鐵路系統年度安全管理報告之主要內容。

此外，臺北捷運公司在日常實務運作上，為擴大營運安全管理之管理面向以及管理時效，已發展營運安全管理相關的會議檢討機制，包括有「技術會報」、「危害登錄討論會議」及「運轉維修程序討論會議」，如圖 4.2 所示，說明如下。



資料來源：臺北捷運公司及本研究繪製

圖 4.2 臺北捷運安全管理會議機制運作示意圖

(1) 技術會報

每週定期召開乙次，由副總經理以上層級決策主管擔任主席，工安處擔任會議幕僚。會議出席人員包含各營運、維修處室一、二級主管。技術會報討論之議題，隨著系統安全管理環境變動與管理策略趨勢需要，適時進行調整，主要議題包括：

- 捷運系統每日行車運轉狀況日報登錄之重要異常事件（Occurrences），除法規律定之行車事故外，包含五分鐘以上行車延誤事件、疑有涉及公司管理因素之人員受傷事件，安全相關之設施設備（含括電聯車、號誌、供電、通訊、AFC、水電、環控、電梯、電扶梯、軌道、土建）重要故障異常等。
- 系統營運可靠度執行狀況統計分析。
- 影響營運風險維修工作管理計畫提報。
- 新增辨識之系統安全危害項目，潛藏 R1、R2 風險等級者，由工安處列入議程，討論風險處理措施。
- 專案性技術議題提報。

所有與營運安全風險相關之議題可在此會議中討論，若遇重大問題時亦可直接進行討論後作出決策，並協調各處室來執行改善策略。

透過技術會報之討論議題與討論範圍設定，各項重要運轉異常、虛驚事件將會由線上單位進行通報、行控中心進行彙報、各權責單位（含運轉維修與工安單位）分工進行調查檢討與統計分析，進而深化落實營運安全管理。

就臺北捷運公司之推動實務經驗，此一每週召開之會議機制，實係營運安全事件的檢討與改善平台、運轉維修經驗的凝聚與深化平台、安全管理文化的形塑與溝通平台。

(2) 危害登錄討論工作會議

每季召開乙次，由工安處主管擔任主席及會議幕僚。會議出席人員含概各營運維修處室及廠（中心）等一、二級單位代表。針對各單位之危害項目辨識登錄（Hazard Identification & Registration）、安全風險（Safety Risk）分析，與風險控制（Risk Mitigation）措施，進行檢討，並分享彼此在風險處理操作上的經驗與困難。此一作業在相當程度上，係藉由進一步審閱技術會報提報之異常事件（Occurrences），系統安全稽查報告，國內外其他軌道運輸系統事故案例等，逐漸擴展潛藏危害的辨識視野。

(3) 運轉維修程序討論會議

除上述之安全管理相關會議外，各運轉、維修處室進行行車運轉工作說明書修訂時，亦會就跨處室之安全管理介面課題，召開程序修訂討論會議，各安全作業相關單位（包含工安處）出席討論。

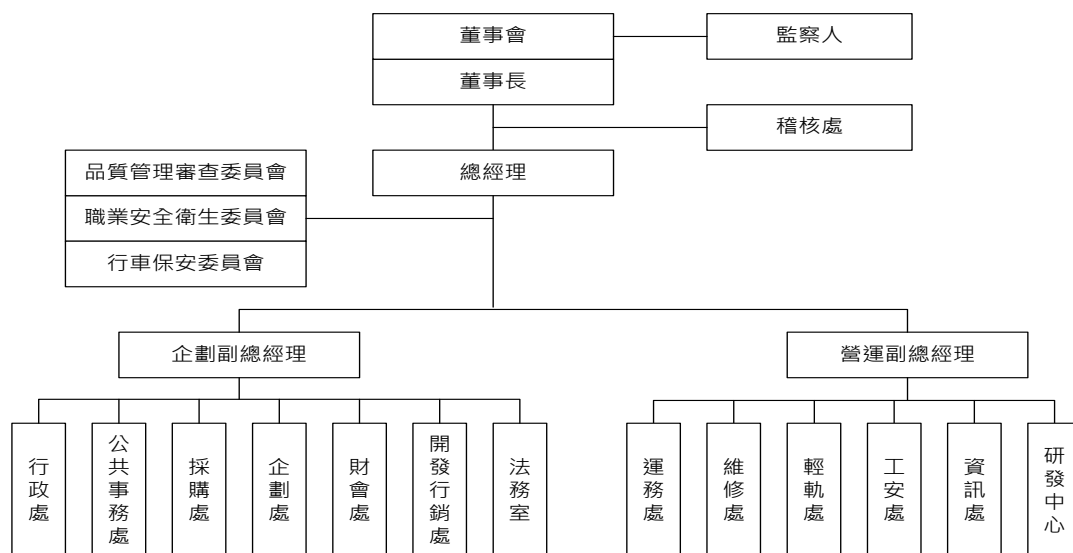
4.2 高雄捷運

本章節分別說明高雄捷運之組織架構、品質管理、安全管理、落實情形。

1. 組織架構

圖 4.3 為 2015 年高雄捷運公司之組織架構，高雄捷運工安處主要負責系統內品質及安全相關事項之管理督導，直接向營運副總經理負責。另外，依據業務需要，設有三個與安全相關的委員會，分別為「品質管理審查委員會」、「職業安全衛生委員會」與「行車保安委員會」，此三個委員會在組織架構上則直接隸屬總經理，其中「行車保安委員會」職掌與營運安全風險相關，其業務內容包括有：

- (1) 安全政策及目標之制定及檢討。
- (2) 重大行車事故之檢討。
- (3) 持續推動安全管理。
- (4) 相關安全規章之訂定及檢討。
- (5) 營運階段災害管控。



資料來源：高雄捷運公司

圖 4.3 高雄捷運 2015 年組織架構

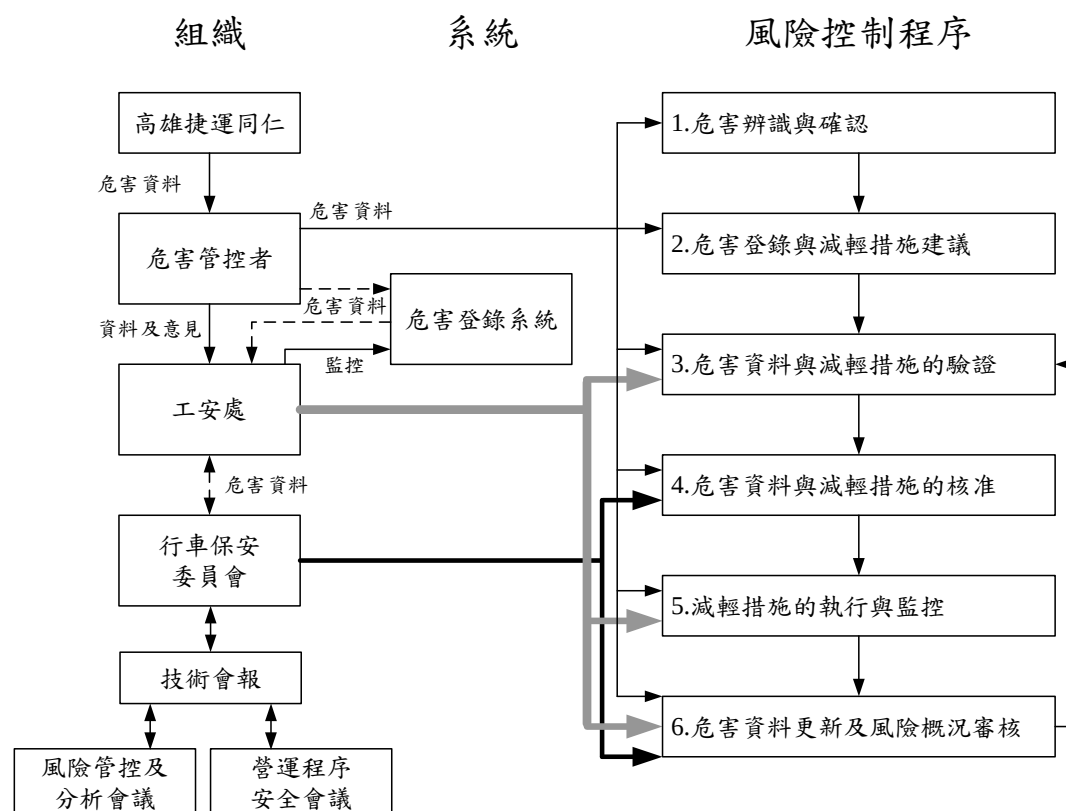
2. 品質管理

高雄捷運自 2008 年 9 月通車營運後，即致力於捷運系統之營運及維修品質的提升，並針對顧客服務、作業流程及捷運法規之實際執行經驗，不斷檢討修正各項營運及維修 SOP（標準作業程序），2010 年 6 月高雄捷運向經濟部標檢局提出 ISO9001 驗證申請，在自行辦理所有驗證準備作業下，於同年 10 月 22 日通過評鑑，成為繼臺北捷運公司後，台灣軌道服務業第二個取得國際品質 IAF 及台灣 TAF 認可的交通事業體。

3. 安全管理

高雄捷運自規劃與興建階段，即依據安全管理計畫（Safety Management Plan, SMP）進行安全管理控制作業，在營運階段亦持續採用此風險管理系統來監控危害。該風險管理系統是指高雄捷運的風險管理政策、危害登錄系統及風險管理程序。這套系統為管理層級提供一個有效制度來確認與辨識危害、記錄危害資料、評估危害的風險等級、制定適當的減輕措施及監控減輕措施的執行情況，茲將高雄捷運在風險管理系統的結構及其主要程序呈現如圖 4.4 所示。

圖中之營運危害登錄系統（Operation Hazard Registration System）主要協助高雄捷運記錄與追蹤營運期間所確認的危害項目、風險等級與及減輕措施，其所記載的項目包括有：序號、危害編號、模式、系統、子系統、受影響位置、危害說明、影響/後果、影響群體、主要成因、原訂風險、提出之減輕措施、剩餘風險、危害管控單位、參考文件、減輕措施管理情形、登錄日期、預定完成日期。

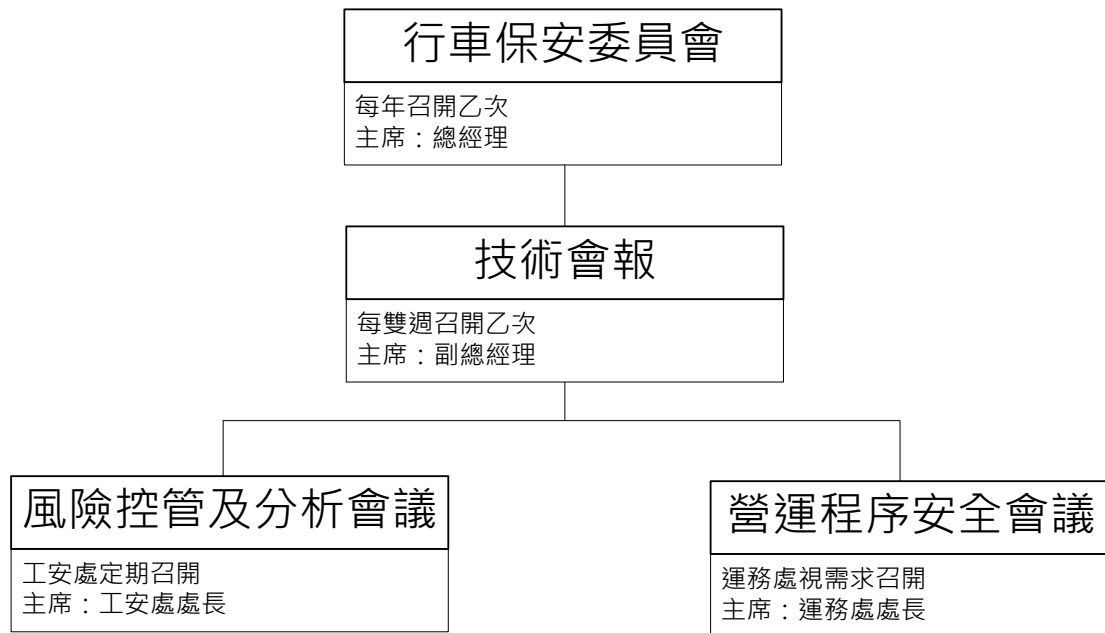


資料來源：高雄捷運公司及本研究繪製

圖 4.4 高雄捷運風險式、自主式安全管理運作機制

4. 落實情形

高雄捷運主要由工安處來統籌控管營運安全風險之管理與改善，並由營運及維修各處室分別進行風險處理之執行與回報。現況運作下，行車保安委員會每年定期召開乙次會議，惟遇有重大事故時，得召開臨時會議，以即時調查事故原因，並迅速統籌後續處理事宜。行車保安委員會下另設有圖 4.5 之三個會議進行控管，並於每年的行車保安委員會會議中報告執行情形與改善建議，茲將各會議權責範圍說明如下。



資料來源：高雄捷運公司及本研究繪製

圖 4.5 高雄捷運安全管理落實架構圖

(1) 風險管控及分析會議

定期由工安處負責召開乙次，由工安處處長主持，與會者包含有工安處、運務處與維修處之管控單位代表出席討論。主要針對各項營運風險進行檢討，並持續辨識與管控。

(2) 技術會報

原則上雙週由工安處召開乙次，若發生重要事件，則召開臨時會議，該會議由副總經理或其指定代理人主持，與會者包含有工安處、運務處與維修處...等之相關單位主管，有關營運上的運轉異常狀況均會在此會議中探討，並做出決議後由營運與維修之權責單位負責執行。

(3) 營運程序安全會議

由運務處視需求召開，主要依據實際營運狀況，檢討、發展及修改相關營運安全規章及標準作業程序。

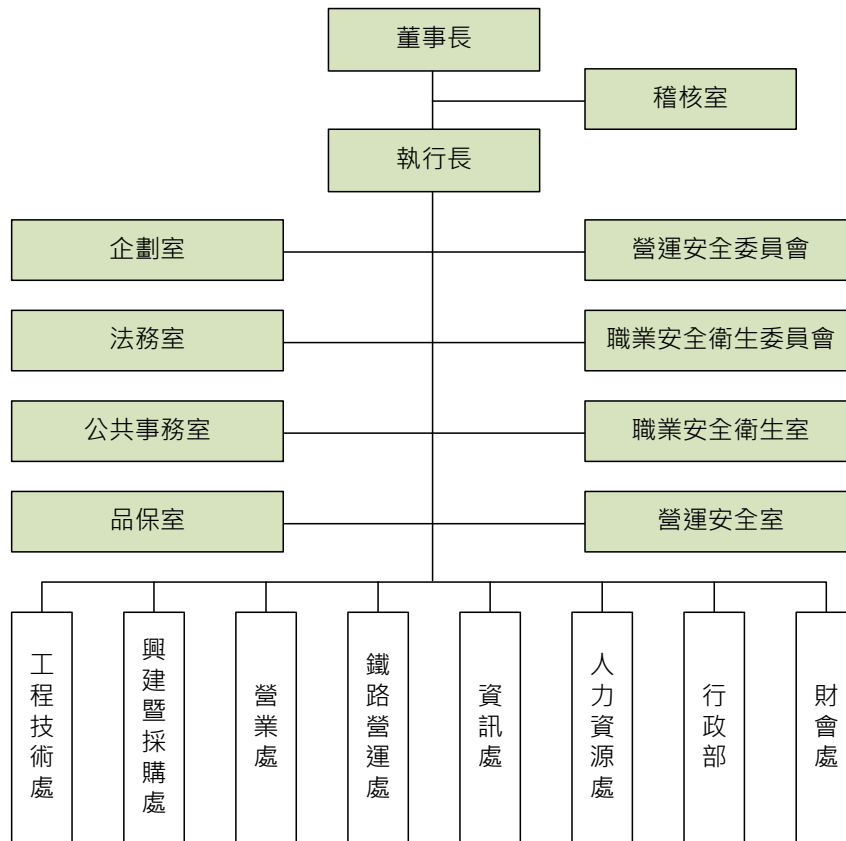
4.3 台灣高鐵

本章節分別說明台灣高鐵之組織架構、品質管理、安全管理、落實情形、安全管理報告摘錄。

1. 組織架構

台灣高鐵公司因內部任務調整之關係，組織架構在 2015 年做了較大幅度的修正，包括「營運安全室」從鐵路營運處管轄改由直接對執行長負責，同時與品保室、職業安全衛生室列為獨立層級之單位，以便安全風險管理可以有更超然的角度來執行。此外亦設有「營運安全委員會」與「職業安全衛生委員會」，最新的組織架構可參閱圖 4.6 所示。

在部門職掌上，品保室主要任務為負責公司品質管理系統之規劃與管理，及其全面落實執行與持續改進，以確保達成公司品質政策與目標及高速鐵路系統之可靠度、妥善率、維修度與安全性。營運安全室則負責制定公司之安全管理系統，安全政策、安全目標，並評估安全管理流程之有效性。另外，「營運安全委員會」主要為督導高速鐵路系統與人員安全有關事項，包括審查、核准與管理安全政策、安全目標、緊急事件、場站保全、監督系統與安全相關之運作、及重大營運維修事故之調查。



資料來源：[179]

圖 4.6 台灣高鐵 2015 年組織架構

2. 品質管理

台灣高鐵依據 ISO9001 國際品質管理系統之要求，確保品質管理系統之全面落實執行與持續改進其有效性，在 2010、2011 年接連通過「車輛維修服務」及「維修暨旅客服務」在 ISO9001 品質管理系統標準之驗證，2012 年亦通過整體核心業務之 ISO9001 驗證，目前亦持續在精進各項作業，包括有：品質規劃、品質管理、品質稽核、內部控制、政府監察協調及品質訓練。

3. 安全管理

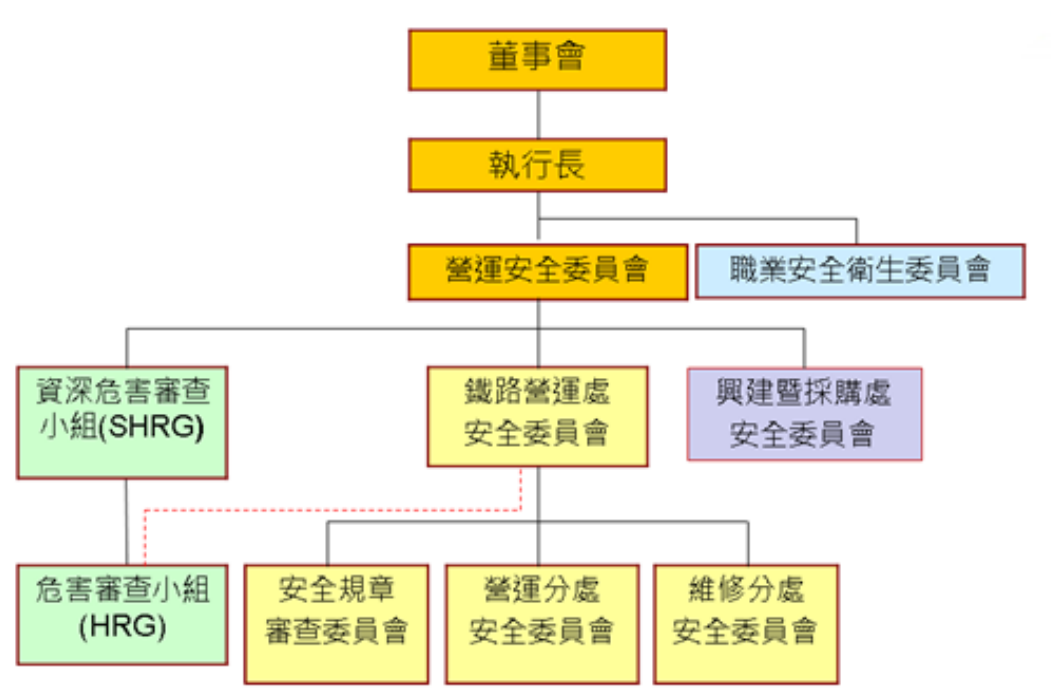
台灣高鐵公司的安全衛生政策是以「安全」作為最高指導原則與目標，因此台灣高鐵在設計、興建及營運階段，主要參考 EN50126 的標準，訂定風險管理目標值，以作為高鐵系統生命週期（Life Cycle）

內之基準，同時妥善運用「風險評估及安全管理」，以降低危害發生的可能性。

4. 落實情形

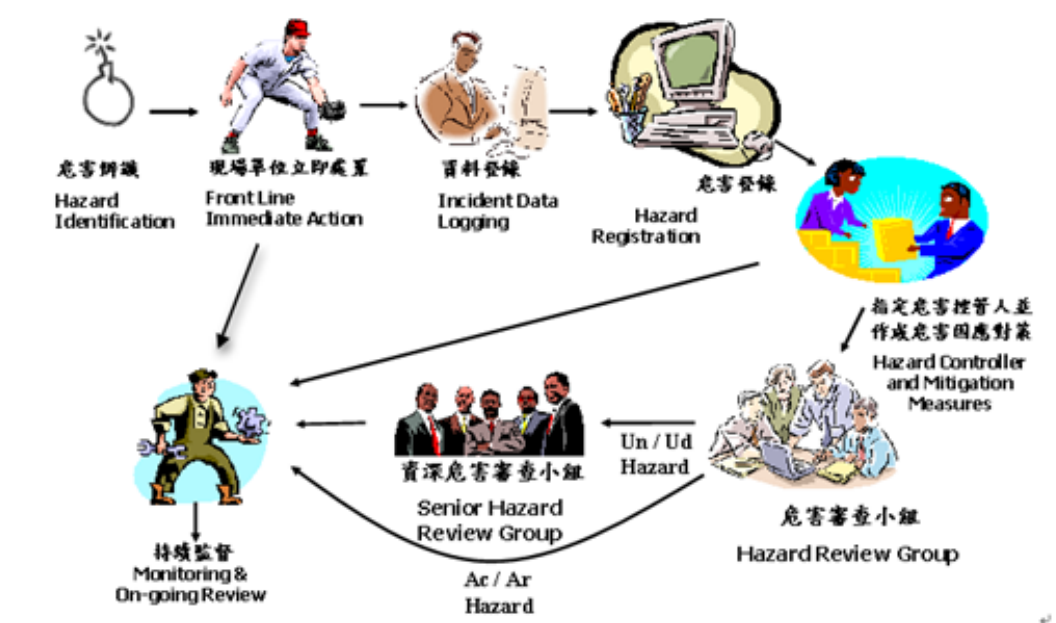
台灣高鐵公司以安全委員會進行安全管理，安全委員會組織如圖 4.7 所示，危害管理流程如圖 4.8 所示，危害控管對策包括以下三點：

- (1) 消除可能造成危害之情況、物質、條件或行為。
- (2) 降低發生之機率。
- (3) 減輕發生後所導致之結果。



資料來源：台灣高鐵公司

圖 4.7 台灣高鐵營運階段安全組織



資料來源：台灣高鐵公司

圖 4.8 台灣高鐵營運階段危害管理流程圖

現況運作下，台灣高鐵公司之營運安全委員會，每一季召開乙次會議，主要針對旅客、員工、大眾的安全議題進行探討，並定期出版為營運安全季報作為控管之文件。有關風險處理與減緩措施之執行，是由公司營運安全委員會擔任安全政策、可忍受之風險值之審查與制定者，但由危害審查小組與資深危害審查小組來負責危害管理，至於風險之減輕，則由全公司各單位共同承擔所負之責任。

此外，台灣高鐵公司最高位階之安全規章為「營運安全計畫」，其規範「安全管理系統」之原理、採行策略及管理要素，主要係透過 12 項安全管理要素之執行與持續改善，來有效達成組織政策目標，茲將其 12 項安全管理要素說明如下：

- (1) 安全衛生政策。
- (2) 安全目標與監督。
- (3) 系統安全、風險管理與控制。
- (4) 安全責任。
- (5) 安全委員會。

- (6) 安全議題溝通。
- (7) 承包商/供應商/訪客之管理。
- (8) 員工職能與表現。
- (9) 規章—制定、發布與審議。
- (10) 災防應變管理。
- (11) 事件及事故報告、調查與分析。
- (12) 安全檢查與稽核。

5. 安全管理報告摘錄

以下則摘錄高鐵 2014 年提送安全管理報告之重點：

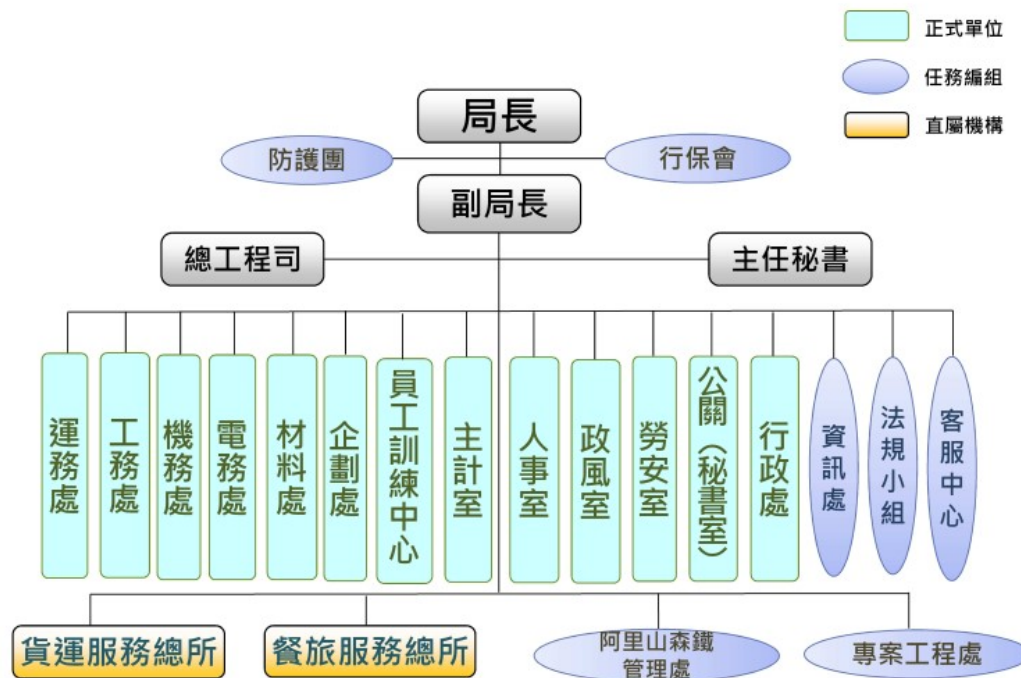
- (1) 報告提及 2013 年度發生對營運安全具潛在風險者，包括有：「旅客攜帶違禁品」以及「民眾違法闖入營運管制區」兩項議題均提出了具體且強化的改善措施。
- (2) 在 2013 年發生的異常事件中，發生頻率最高之前兩項種類分別為：外物入侵、運轉保安裝置故障，共佔 47.5%的比例；若依據原因分析，則前兩項最高的因素為：設備因素及旅客因素，共佔 59%的比例。
- (3) 報告說明高鐵公司應持續強化應變機制，包括有：應變通報、增加旅客資訊傳遞方式及優化運轉調度策略。

4.4 臺鐵局

本章節分別說明臺鐵局之組織架構、品質管理、安全管理、落實情形。

1. 組織架構

圖 4.9 為 2015 年臺鐵局之組織架構，由圖可知臺鐵局尚未有一個專責單位來掌管安全管理業務，目前主要是透過「行車保安委員會」來作為安全管理的單位，並直接向局長負責。



資料來源：[184]

圖 4.9 臺鐵局 2015 年組織架構

2. 品質管理

臺鐵局具有百年歷史，在既有的營運文化與龐大的體系中要納入品質管理是非常辛苦且具挑戰之作業，但在臺鐵局全體同仁努力下，臺鐵局板橋站及臺北車班組在 2013 年通過第三方公證單位的驗證，取得 ISO9001:2008 品質管理系統驗證，後續將會更積極做好各項服務提升服務品質，以達到品質政策及目標要求。

3. 安全管理

臺鐵局之「行車保安委員會」2014 年 9 月起由局長擔任主任委員，負責執行行車安全管理任務，近年又成立「風險管理推動小組」推動

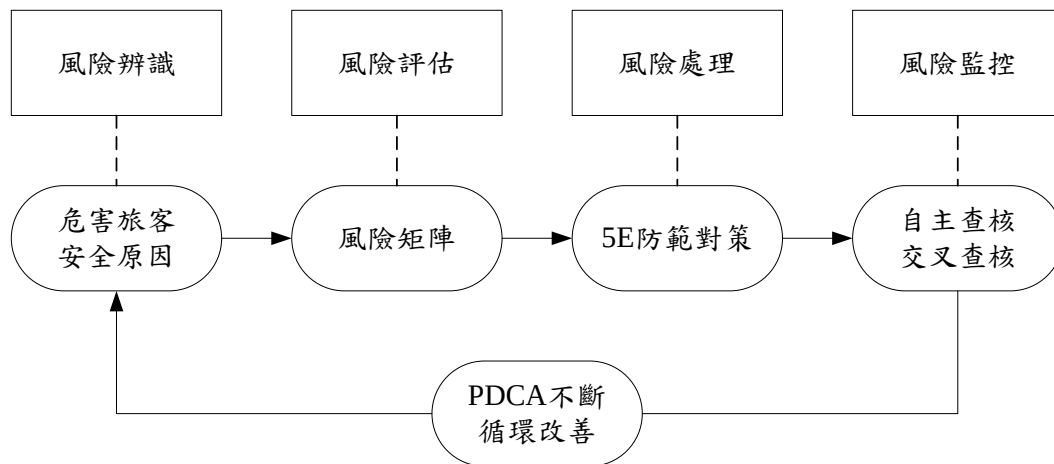
整體風險相關業務，當緊急狀況發生時，立即啟動「緊急應變小組」負責處理事故後各項緊急作業。

臺鐵 2007 年成立風險管理推動小組，主動向交通部提報風險項目、風險情境與影響、現有措施等項目，每年對風險進行滾動式檢討，並就風險對策表之新增對策研擬具體工作方案，以作為管考依據。目前的運作機制下，該小組於每年召開乙次會議，主要執行行車保安委員會負責以外的風險業務，惟有鑑於每年乙次之會議無法顧及繁重的風險業務，因此目前係由運務單位來整合，並由各單位進行日常之管控。

在營運安全系統與機制方面，臺鐵於 2007 年 7 月開始由資訊中心建置「行車保安資訊系統」，將事故種類予以整併，並於 2009 年 5 月起測試使用，該資料庫內容蒐集自 1992 年迄今之事故資料，並由行保會統籌負責資料的更新與管理，希望藉由電腦化的統計報表，提供相關單位擬定防範對策之參考，以確保整體行車安全。

在旅客安全方面，自 2010 年開始推動「鐵路運輸旅客安全風險管理系統計畫」，並於 2011 年 8 月頒佈「各廠、段以 5E-工程（Engineering）、教育（Education）、執法（Enforcement）、評估（Evaluation）、鼓勵（Encouragement）消除 10 大行車安全危險因子實施綱要計畫」，該計畫係依據旅客傷亡事故統計資料，找出排序前 10 大之危害項目進行原因探討，透過風險評估找出風險矩陣之落點，並採用相加法得出其風險值，最後再由各廠段依據綱要計畫擬定 5E 執行計畫，由下而上透過自主檢查與交叉檢查，以及不定期抽查辦理情形，來降低各類事故的發生，其運作流程如圖 4.10 所示。

此外，臺鐵於 2007 年起建立了事故快報機制，亦即當事故發生後，隨即將事故資訊公開並發佈「事故快報」，載明事故發生原因、概況與防範對策，除由現場所有第一線同仁傳閱外，並由各主管於勤前教育或朝會加強安全宣導，藉以灌輸員工危機意識。



資料來源：臺鐵局

圖 4.10 臺鐵旅客安全風險管理計畫推動流程

4. 落實情形

行車保安委員會主要任務為負責預防行車事故發生、調查行車事故原因、責任鑑定及行車事故審議，並同時監管行車類的安全相關業務。現行運作機制原則每季召開乙次委員會議，遇有重大事故或臨時需要得隨時召開。

針對一般行車事故或事件每週召開行車事故及改善獎懲審議小組會議，惟遇有行車事故或事件須馬上辦理之審議，得臨時召集之。該會議由行車保安委員會總幹事主持，並請運務、工務、機務、電務各處副處長出席，針對行車類事故的審查、預防進行溝通與協調，並在會議中做出決策供各單位執行風險處理，主要希望能達到防範事故於未然與速獎速懲之目的。

5. 安全管理報告

鐵路法於 2014 年 6 月 18 日修正實施後，臺鐵局始於 2015 年起需依法提報安全管理報告，因此臺鐵局與其他鐵路系統依地方營民營及專用鐵路監督實施辦法者，於 2014 年起提報安全管理報告之狀況不同。

以下則摘錄臺鐵 2015 年提送安全管理報告之重點：

- (1) 臺鐵局依據運、工、機、電、勞安、防護、行車保安委員會分別提出提昇安全擬採取的措施。
- (2) 為改善站間違規闖越之高風險危害，報告中說明依據「鐵路行車安全改善六年計畫」，將在潛在危險之路段加裝圍籬或設置「禁止通行標誌」，減少民眾或車輛侵入臺鐵局路線。
- (3) 平交道立體化改善部份，依據「鐵路行車安全改善六年計畫」將優先改善內灣線南河平交道、台東縣建農平交道及太麻里平交道。

4.5 台糖專用鐵路

本章節分別說明台糖專用鐵路（以下簡稱糖鐵）之組織架構、品質管理、安全管理、落實情形、安全管理報告摘錄。

1. 組織架構

圖 4.11 為 2015 年台糖公司之鐵路組織架構，說明如下。

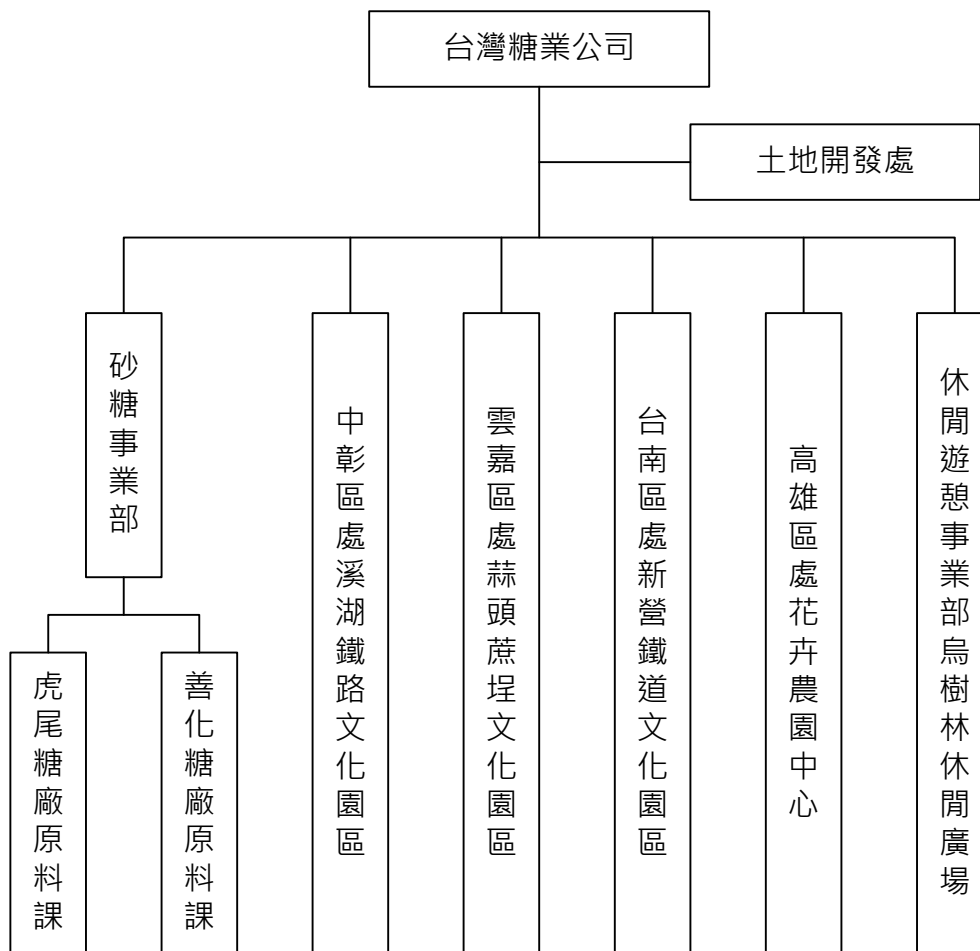
(1) 營運架構

台糖公司現有鐵路分為客運及貨運體系：

- 客運體系：休閒遊憩事業部烏樹林休閒廣場、中彰區處溪湖鐵路文化園區、雲嘉區處蒜頭蔗埕文化園區、台南區處新營鐵道文化園區、高雄花卉農園中心；以文化觀光及休閒為經營方向。
- 貨運體系：砂糖事業部所屬有虎尾糖廠及善化糖廠，虎尾糖廠鐵路運輸業務為原料甘蔗及砂糖運輸，善化糖廠為廠區砂糖運輸。

(2) 聯絡窗口

土地開發處為台糖公司鐵路業務對外聯絡窗口，並督導台中、嘉義、台南、高雄 4 個區處鐵路營運業務。



資料來源：[180]

圖 4.11 台糖公司 2015 年鐵路組織架構

2. 品質管理

台糖公司內部控制制度訂有「品質業務執行管理要點」，並在各事業單位成立「品質管理委員會」，該品質委員會的成員包括有各單位的一級主管，與鐵路營運安全相關之成員包括有：「砂糖事業部執行長」、「休閒遊憩事業部執行長」、「中彰區處經理」、「雲嘉區處經理」、「台南區處經理」、「高雄區處經理」。

3. 安全管理

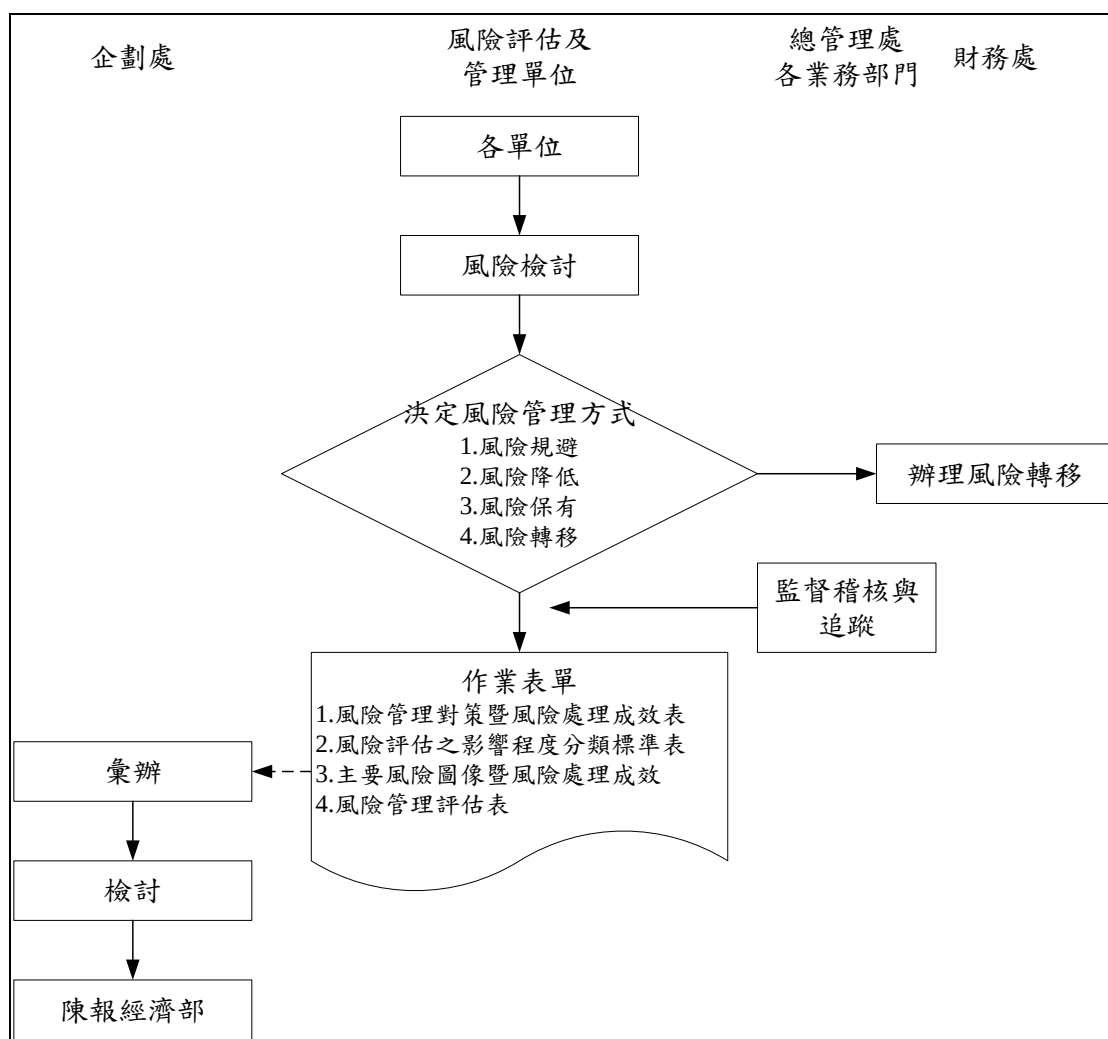
2005 年 6 月台糖制定了首份針對台糖糖鐵的「風險評估作業要點」，並於 2009 年 9 月根據「經濟部及所屬機關機構風險管理及危機處理作業原則」進行修正。「風險評估作業要點」中將風險的嚴重程

度與發生頻率各區分為高中低三級，並對不同等級的風險訂有不同的處置原則，例如發生頻率與嚴重性均低者以「風險保有」為原則，發生機率高但嚴重性低者以「風險降低」為原則，發生機率低但嚴重性高者以「風險移轉」為原則，若發生機率與嚴重性均高者，則以「風險規避」為原則。每年底各單須位就其當年度經營業務之風險事項，檢討各項潛在損失事件之風險管理執行成效，並應就其次年度經營業務之風險事項，評估各項潛在損失事件來源並選擇風險管理辦法。

4. 落實情形

台糖風險管理作業程序如圖 4.12 所示，說明如下。

- (1) 確認潛在損失事件來源：各單位應於每年 11 月 15 日前，進行業務流程分析，就當年度各項潛在損失事件之風險管理對策進行成效檢討，並列出次年度可能發生之潛在危害以便確認風險來源。
- (2) 實地查察無法確認之風險：對於無法經由業務流程確認之風險，要求各單位實地查察。
- (3) 衡量潛在損失事件：分析估計潛在損失事件的發生機率與嚴重程度。
- (4) 選擇並執行風險管理方法：根據風險特性選擇適當的處置措施，若採用保險方式移轉風險者，應依保險相關規定辦理。
- (5) 表單填列：台糖公司擬有各式風險管理表單供各單位填寫。
- (6) 定期檢討與修正風險管理情形：要求各單位主管應藉由定期或不定期的模擬演練確認風險處理對策的有效性。
- (7) 風險管理之監督、稽核、追蹤：要求主管部門應定期或不定期監督稽核待改善之風險，並持續追蹤風險處理情形。
- (8) 損失事件通報範圍：除了應依經濟部相關規定進行緊急事件通報程序外，亦應依台糖內部作業規定辦理。



資料來源：[166]

圖 4.12 台糖風險管理作業流程

- (9) 風險評估作業陳報：待企劃處統整各部門當年度風險處理成效及次年度風險處理對策後，依行政程序彙編後陳報經濟部。
- (10) 各單位就其業務檢討當年度執行風險管理事項成效，並分析次年度潛在失事事件來源，並於每年 12 月 15 日之前填寫完成作業表單，送至企劃處彙辦。

5. 安全管理報告摘錄

以下則摘錄糖鐵 2014 年提送安全管理報告之重點：

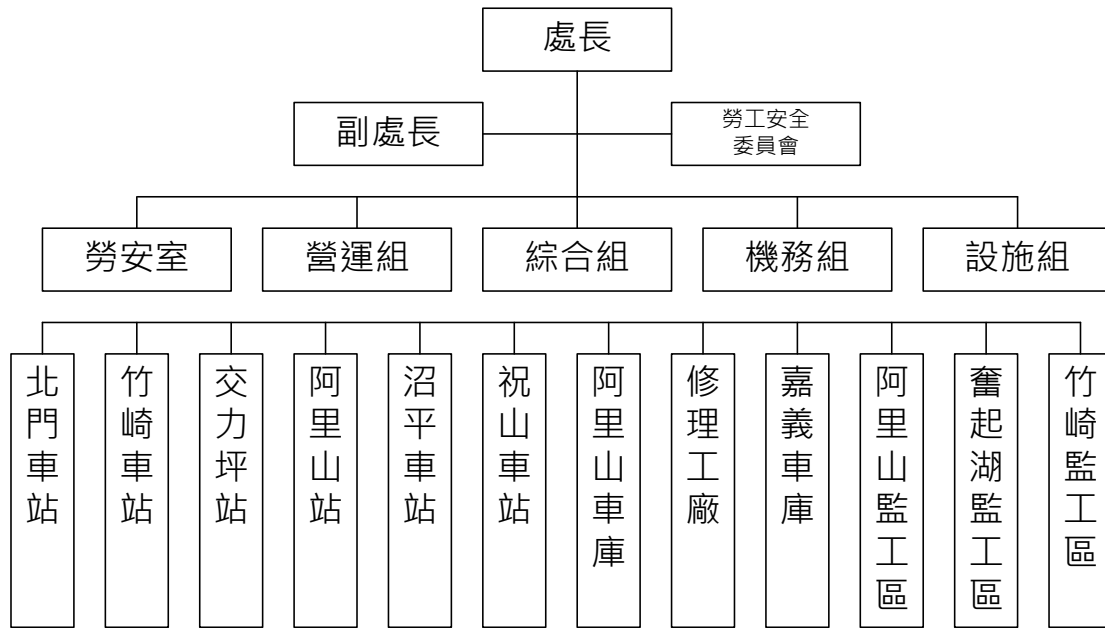
- (1) 報告說明自 2003 年開辦鐵路客運至今，於 2004 年發生過 1 次乘客墜落碾傷事故，因此針對該事故強化的預防措施，包括列車進站前管制旅客進入月台以及開車前宣導乘車安全。
- (2) 增設緊急按鈕提供乘客在緊急情況時隨時通知司機停車。
- (3) 建立行車作業程序之作業規範，從訂定行車安全計畫、行車前置作業、列車出發、行車中、到站、乘客安全、行車中查核及每年定期安全檢查。

4.6 阿里山森林鐵路

本章節分別說明阿里山森林鐵路（以下簡稱森鐵）之組織架構、品質管理、安全管理、落實情形、安全管理報告摘錄。

1. 組織架構

森鐵早期為行政院農委會林務局嘉義林區管理處主管與經營，於 2008 年 6 月 19 日至 2010 年 3 月 22 日曾以委外經營（Operation and Transfer, OT）模式，轉由宏都阿里山公司經營。委外契約終止後，則由嘉義林區管理處收回自管，後來配合行政院政策，自 2013 年 5 月 1 日起由臺鐵局協助營運，並預計在適當時間全面移交臺鐵局經營，圖 4.13 則為 2015 年臺鐵局協助營運下之組織架構。



資料來源：[126]

圖 4.13 2015 年阿里山森鐵管理處組織架構

2. 品質管理

森鐵於 2012 年通過 ISO9001:2008 品質管理系統國際標準認可，包括有：品質政策與目標訂定管理、日常運作、持續改善與追蹤管理等項目，以及各項標準作業流程與管理，以符合國際標準品質，在經過 3 年的努力與改善後，於 2015 年證書期滿前，再次通過 ISO9001:2008 驗證。

透過 ISO 之運作機制，目前森鐵各項作業流程均予以標準化、文件化與程序化，同時在 ISO 條文之規定下，為了防止使用無效或過期之文件，必須建立完整之文件管制程序，以鑑別最新文件版本之發行狀況，其所有歷史版本變更之記錄也必須保留備查，因此也促使森鐵在 ISO 文件的發行、追蹤、變更及保存等管制作業有既定的流程。此些標準文件的制定，對臺鐵局協助森鐵營運之交接過程中，勢必能發會一定的效益，也可讓新進同仁在運轉操作上能有規範可以參考與依循。

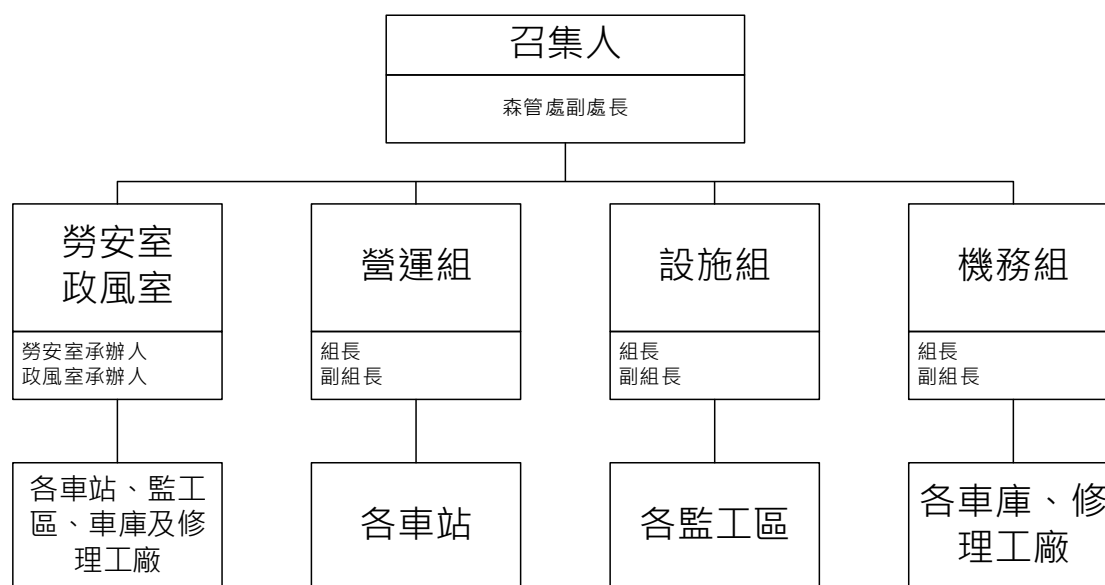
此外，森鐵亦透過定期查核之內控制度及外稽機制，來要求符合程序，並配合不定期檢查之隨機抽查以及外聘專家對系統進行診斷，以確保阿里山森林鐵路之營運安全無虞。

3. 安全管理

森鐵營運初期並無建置安全管理系統（Safety Management System, SMS），後來交通部在 2006 年特別針對森鐵進行「阿里山森林鐵路監查作業程序及規範」之研究，針對安全管理提出了建議。委外經營期間，林務局在 2008 年訂定了「阿里山森林鐵路營運風險及危機管理機制」，除了針對每個營運風險項目提出對策措施之外，亦提出減緩措施（Mitigation Countermeasures），以降低營運風險與事故嚴重性。

4. 落實情形

目前之安全管理則是由「阿里山森林鐵路安全管理小組」來負責推動，並由林務局嘉義林區管理處及臺鐵局阿里山森林鐵路管理處共同組成，其架構如圖 4.14 所示。



資料來源：阿里山森鐵處及本研究繪製

圖 4.14 森鐵安全管理組織架構

在日常運作上的落實情形上，定期查核包括有內控制度及外稽機制，另在不定期檢查部份，則有隨機抽查以及外聘專家診斷，細部分項可說明如下：

- (1) 朝巡：每日清晨辦理路線巡檢。
- (2) 月檢：每月由管理處指派工務、機務、運務、勞安及政風等各組組長及檢查人員，每月不定期分別至現場單位實施安全檢查工作。
- (3) 季檢：每季由安全管理小組召集人召集相關成員，至鐵路沿線和現場單位實施安全檢查工作。
- (4) 年度檢查：每年由臺鐵局森管處與林務局林管處共同辦理，召集相關成員至鐵路沿線和現場單位實施營運安全檢查。
- (5) 年度定期監理：每年由交通部鐵路營運監理小組定期舉辦。
- (6) 營運安全會議：針對檢查提出建議，同時進行列管追蹤。
- (7) 走動式管理：現場主管每日巡檢各工作場所，督導依據標準作業流程（SOP）進行作業。

5. 安全管理報告摘錄

以下則摘錄森鐵 2014 年提送安全管理報告之重點：

- (1) 在 2013 年發生的異常事件中，發生頻率最高之前兩項種類分別為：天然災害、外物入侵，共佔 71.4%的比例；另外亦發生 2 起工程列車出軌，其原因均為下雨導致路基鬆軟造成。
- (2) 報告說明森鐵應持續強化應變機制，包括有：事故指揮督導應變措施、定期辦理各項演練及落實執行標準程序。

4.7 輔導機構暨案例選定

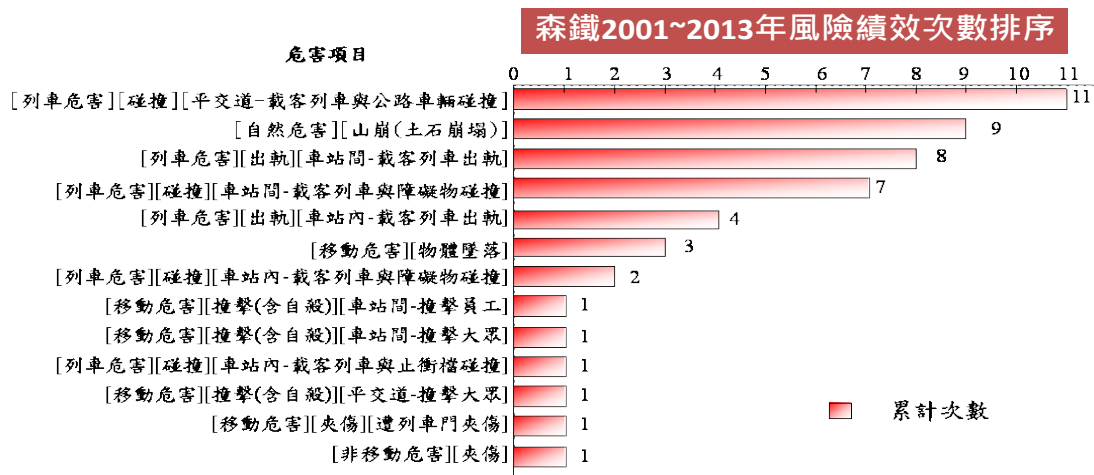
以下先說明輔導機構之確認，再說明案例項目之選定，最後則提出建議使用的風險分析模型。

1. 輔導機構確認

在上述所回顧之國內鐵路營運業者中（捷運、高鐵、臺鐵局、糖鐵與森鐵），本研究要選擇一個業者作為輔導對象同時選擇案例進行探討，因此在研究初期即展開專家工作會議，針對輔導對象之議題進行討論。考量前期研究即是以森鐵為例進行安全管理報告範例之編撰，又本次研究工作項目中，亦會持續精進該安全管理報告，在優先徵求阿里山森鐵處意願時也得到正面且積極之回應，因此在邀請之鐵路安全專家工作會議中達成共識後，決定以阿里山森鐵作為本研究之輔導對象，同時一併檢視其推動安全管理報告之情形，以及落實安全管理制度之實務作法與管理機制。

2. 案例項目選定

在確認森鐵為輔導對象後，本研究以風險績效排序來了解森鐵整體營運上之高風險危害。首先，由於森鐵目前尚未有全面性的進行危害項目辨識作業，因此本研究先以本所 2010 年協助臺鐵局所辨識出的 119 項危害項目為依據，並以森鐵 2001 年~2013 年間的所有的事故納入彙整，得出圖 4.15 之風險績效次數排序，圖中縱軸即為依據 119 項危害分類之前 13 項，橫軸原本較適合呈現資料者應為等效死亡，不過由於森鐵的基礎資料中僅重大死傷事故有此紀錄，因此研究進行中先以發生次數作為分析之依據，以便將所有危害項目納入一併考量。



資料來源：本研究繪製

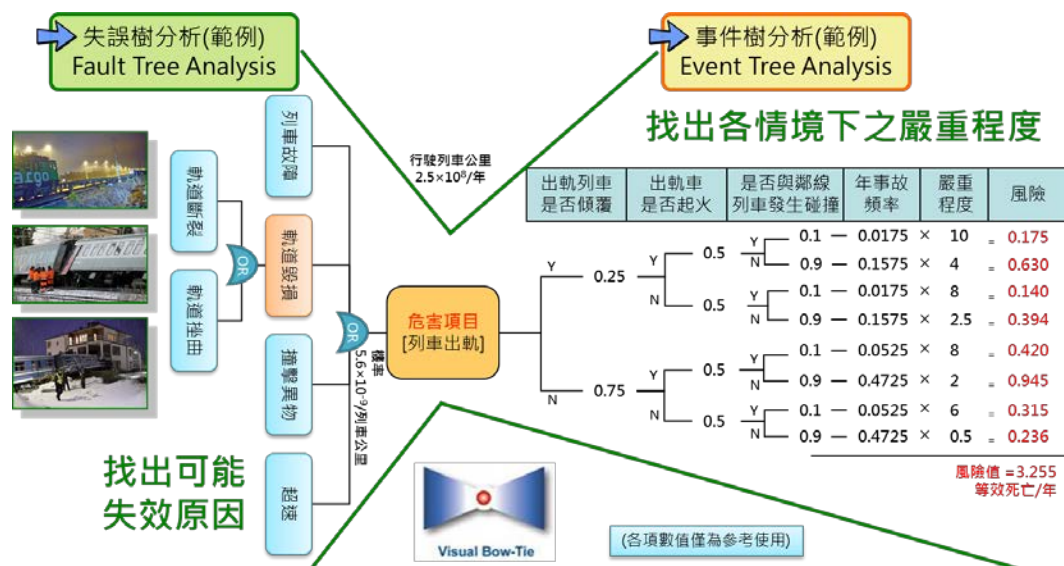
圖 4.15 森鐵 2001-2013 風險績效次數排序

由圖 4.15 可知，風險最大的前三項危害分別是：列車於平交道上與公路車輛相撞、自然危害的山崩土石崩塌，以及車站間的列車出軌。茲將選定探討案例之考量說明如下：

- (1) 列車於平交道上與公路車輛相撞：考量前期於 2010 年~2012 年的研究中，已詳細分析鐵路列車於平交道與公路車輛相撞危害，並歸納出有效的改善手段，因此建議找另一個危害來分析。
- (2) 山崩土石崩塌：此自然危害屬於天災，在無法控制天災的發生機率下，通常會由降低發生後的嚴重程度來著手，由於多數鐵路業者對自然災害都有明確的手段來降低嚴重程度，因此建議可先可考量其他更適合森鐵的危害項目進行分析。
- (3) 載客列車出軌：由於列車出軌可能源自於人員、機具或天災等因素，此危害面向較廣不易全面找出原因，具有一定的挑戰性，加上森鐵於 2014 年剛發生過兩次載客列車出軌，在與會專家討論後一致認為：若能透過本研究對列車出軌有多一點的探討與產出，對鐵路營運業者將會是顯著的貢獻，因此最後決定以載客列車出軌作為本次的案例探討項目。

3. 分析評量方法

本研究參考國內外列車出軌的文獻，建議欲分析此項危害，可從失誤樹分析來探討列車出軌的可能原因為何，並從事件樹分析來探討一旦發生後會有哪些潛在的嚴重性，如圖 4.16 所示之領結模型範例所示（圖中數值僅為參考之假設範例）。



資料來源：本研究繪製

圖 4.16 列車出軌之領結模型

4.8 小結

本章回顧國內各鐵路業者安全管理實務，可發現各業者的執行層面不盡相同，有些是規劃興建之初便導入品質管理與風險管理，並建置資訊系統來協助管理；有些則為近年才逐步於規章程序中加入風險管理的精神，仍有許多空間可以強化。以下分別說明本研究參酌各鐵路營運機構之安全管理作法後，歸納幾項鐵路機構執行安全管理時，應注意之重點，以及對森鐵建議之執行優先順序。

1. 應注意重點

(1) 暢通第一線人員的危害通報管道

執行安全管理時，不應只是由上而下的推廣概念，更應由下而上的落實細節。以鐵路系統來說，安全層面除了涵蓋路線、車輛、車站等硬體設備，其中路線上的設備又包括鐵路、路基、號誌系統、高架或第三軌等，車輛也牽涉動力系統、軔機、轉向架等諸多設備，當設備運作出現異常時，唯有第一線維修與使用人員有能力發現潛藏危害，因此，建立完善機制供第一線人員回報異常狀態，以便及早因應處理，除了對防範事故有很大的幫助外，也能有效控管並監督各項危害風險，例如：高鐵每日通報異常營運事件之機制、港鐵 App 回報系統都是好的作法。

(2) 成立專責單位與專人負責安全業務

風險管理作業應於各部門推動，由各部門的風險管理人員負責監督管理轄下的各項危害，且應成立獨立於各部門的專責單位，一方面負責監督、審核各部門風險管理作業的執行狀況，另一方面協助各部門解決推動風險管理作業時的困難。例如北捷各單位都有風險管理業務承辦人，並由工安處專責彙整；高鐵同樣各單位有危害控管人，由營運安全室專責處理；港鐵各部門則是有風險控制員，由風險控制小組專責控制。

(3) 有效的評估指標

除了依法令要求制定指標追蹤考核外，可根據不同危害的特性訂定客觀且能有效反應改善措施成果的指標，例如：分析平交道危害時，可採用遮斷桿撞斷數取代事故數與死傷人數，有利於營運單位評估改善措施之成效。

(4) 跨部門充分溝通並釐清權責

由於鐵路系統涵蓋軟硬體層面較廣，充分的跨部門溝通是安全管理工作能否順利推動的關鍵之一，從許多鐵路機構的運作機制可發現，與安全相關的各部門定期或不定期地舉辦溝通會議，

針對複雜且牽涉多個部門職責的危害交換控管經驗，並尋求跨部門的協助共同降低風險。須強調的是，牽涉多個部門的危害仍應指派權責單位負責，避免發生多頭馬車浪費資源或無人控管的情況。

(5) 文件電子化記錄歷史資料與風險管理經驗

在鐵路系統的安全管理中，應該要將所有的過程與結果透過電子化方式記錄下來，無論是日常作業的異常情況、事故/事件統計資料，或曾執行的改善措施成效等，均可作為後續持續推動風險管理作業的參考，也是持續更新風險發生頻率與嚴重度的依據。

2. 建議森鐵優先順序

- (1) 建議優先執行項目：暢通第一線人員通報管道、文件紀錄電子化、跨部門溝通釐清權責。
- (2) 建議後續規劃項目：成立專責單位與專人負責業務、有效評估指標。

第五章 列車出軌之風險分析案例探討

本研究依據工作會議之決議，選定「列車出軌」危害進行探討，因此以下先簡單說明森鐵於實際發生的列車出軌事故及其改善追蹤方向，之後再對「列車出軌」危害進行風險分析，惟此危害牽涉層面極廣，空間區域部份包括站間開放軌道、車站與隧道內，且涵蓋許多人員與設備因素，因此本研究透過失誤樹分析方法來深入了解各種失效的關係，同時並提出簡易的分析方式供參考；此外，有關危害的嚴重性，本研究則採用事件樹分析法，以了解可能影響嚴重程度的主要關鍵。

5.1 森鐵列車出軌事故

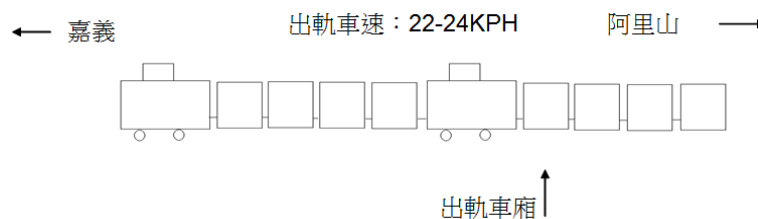
以下依序摘錄 2008 年及 2014 年發生於森鐵的數起列車出軌事故、後續追蹤辦理情形及檢討項目。

5.1.1 森鐵 2008/03/30 列車出軌案例

以下摘錄嘉義林管處針對該次出軌事故的調查報告說明。

1. 事故經過

2008 年 3 月 30 號上午 9 時，由嘉義開往阿里山的 211 次櫻花季加班列車，於上午 10 時 50 分，行經嘉義起點 35 公里 700 公尺處，中間連控機車駕駛發現前面第 4 節車廂異常跳動，而將列車煞住。



資料來源：[164]

圖5.1 森鐵 2008/03/30 列車出軌車廂示意圖

2. 損害狀況

(1) 人員無傷亡。

(2) 機車車輛無損。

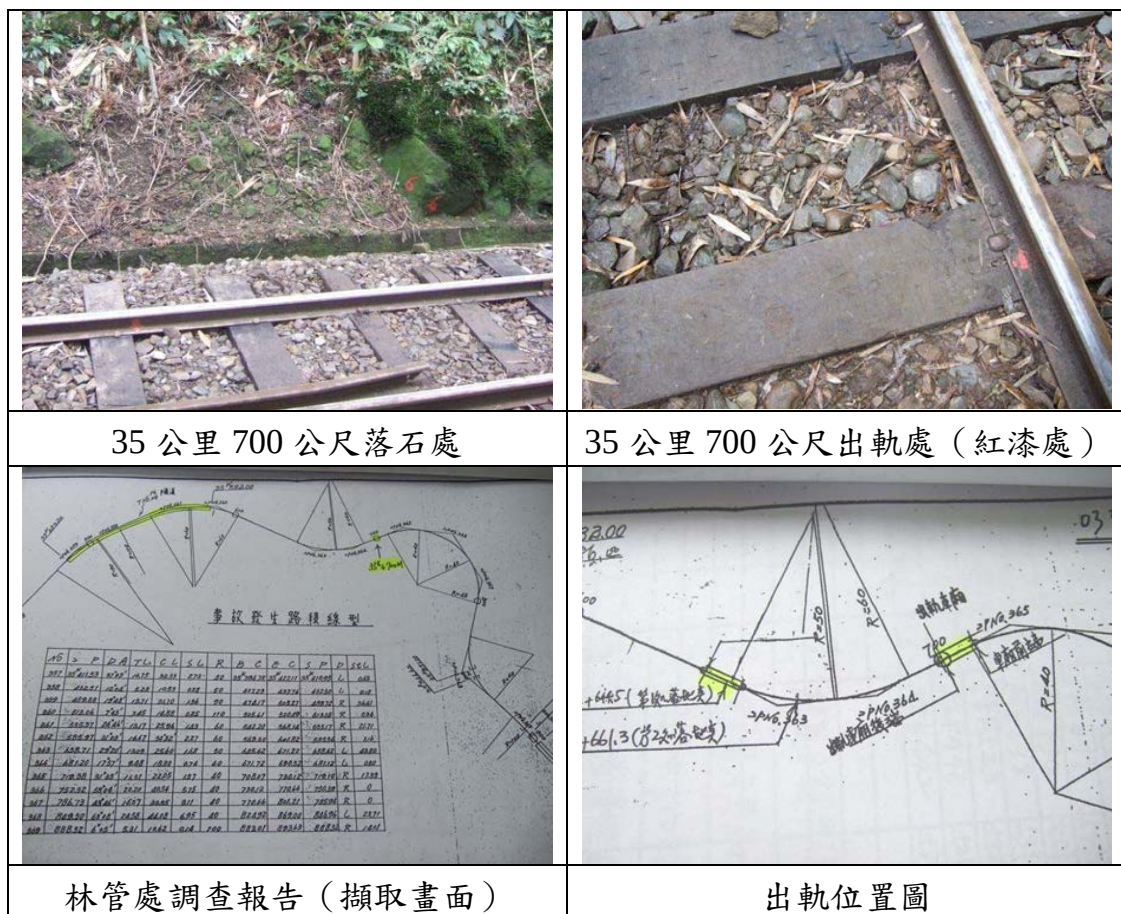
(3) 35 公里 580 公尺至 700 公尺區間內，抽換 35 支枕木。

3. 原因分析

2008 年 3 月 30 日，211 次聯控列車，上午 10 時 50 分行經 35 公里 700 公尺處，因上邊坡落石滾落至第 3 節與第 4 節車廂間鐵軌，以致第 4 節車輪輾壓跳動造成出軌。

4. 事故現場照片

圖 5.2 為 2008/03/30 列車出軌地點位置及調查報告之擷取照片。



資料來源：[164]

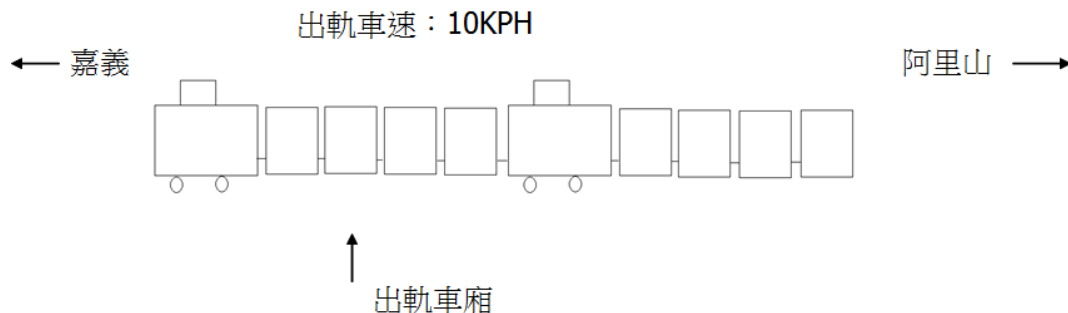
圖5.2 森鐵 2008/03/30 列車出軌事故照片

5.1.2 森鐵 2008/04/01 列車出軌案例

以下摘錄嘉義林管處針對該次出軌事故的調查報告說明。

1. 事故經過

2008 年 4 月 1 號，開往阿里山的 211 次列車，於上午 10 時 50 分，行經嘉義起點 35 公里 617 公尺處，上山第 7 節車廂前輪出軌。



資料來源：[164]

圖5.3 森鐵 2008/04/01 列車出軌車廂示意圖

2. 損害狀況

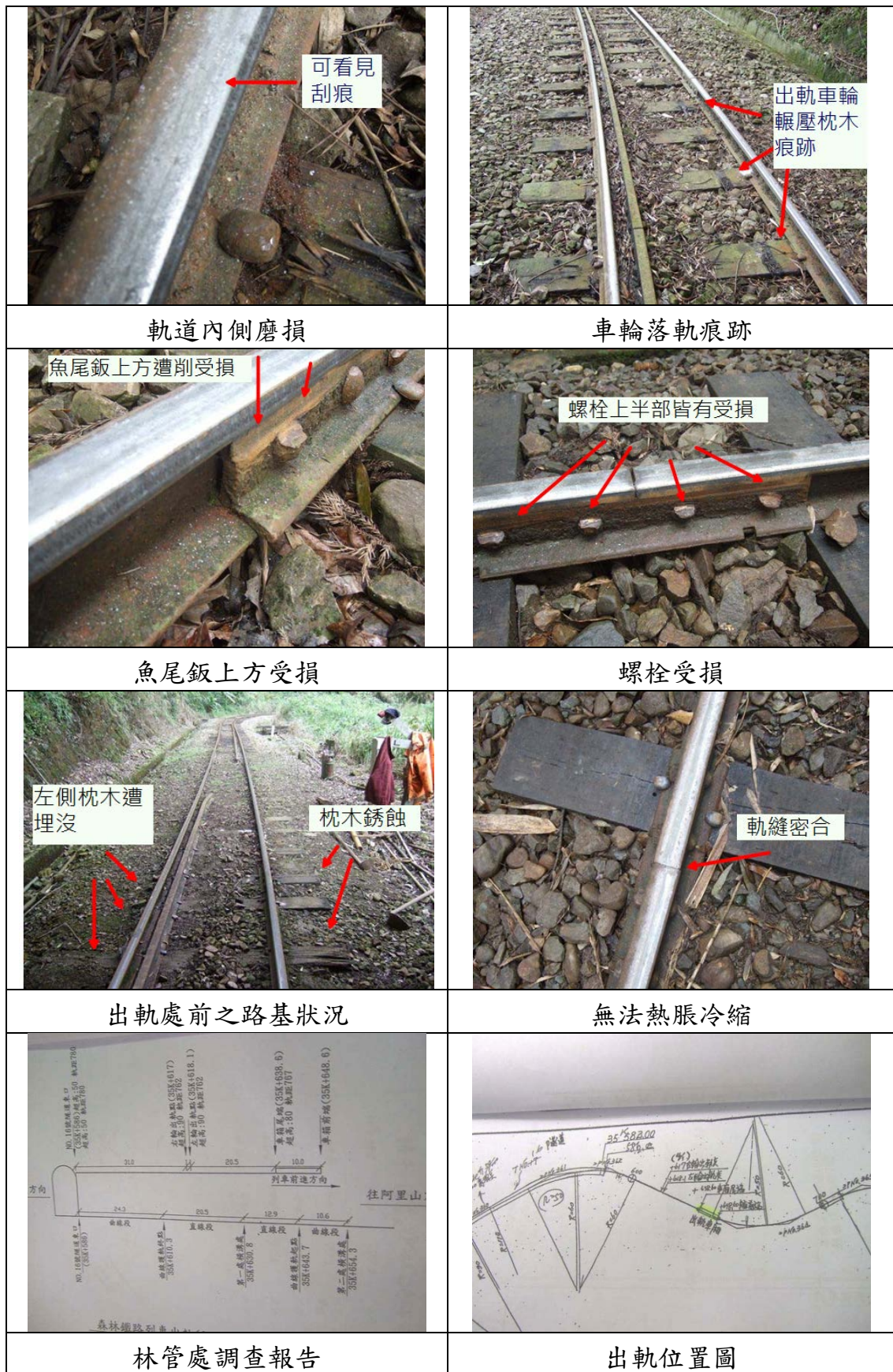
- (1) 人員無傷亡。
- (2) 機車車輛無損。
- (3) 35 公里 580 公尺至 700 公尺區間內，再抽換 41 支枕木。

3. 原因分析

2008 年 4 月 1 日，211 次聯控列車行經 35 公里 700 公尺處，因中間聯控機車於濕滑鐵軌上嚴重打滑空轉（該區有小雨），而後部連控機車尚行駛於隧道內乾燥鐵軌上未打滑，因而擠壓第 7 節 SPC47 車出軌。

4. 事故現場照片

圖 5.4 為 2008/04/01 列車出軌地點位置及調查報告擷取照片。



資料來源：[164]

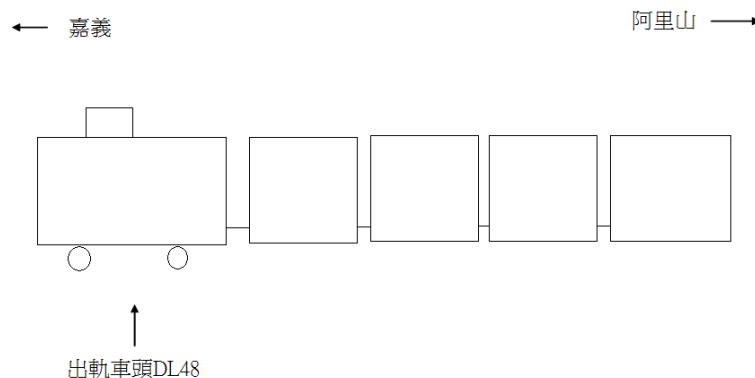
圖5.4 森鐵 2008/04/01 列車出軌事故照片

5.1.3 森鐵 2008/04/13 列車出軌案例

以下摘錄嘉義林管處針對該次出軌事故的調查報告說明。

1. 事故經過

2008 年 4 月 13 號，開往阿里山的車次第 5 次列車，在下午 4 時 30 分，嘉義起點 61 公里 280 公尺處，列車尾端推進之機車頭前輪出軌。



資料來源：[164]

圖5.5 森鐵 2008/04/13 列車出軌車廂示意圖

2. 損害狀況

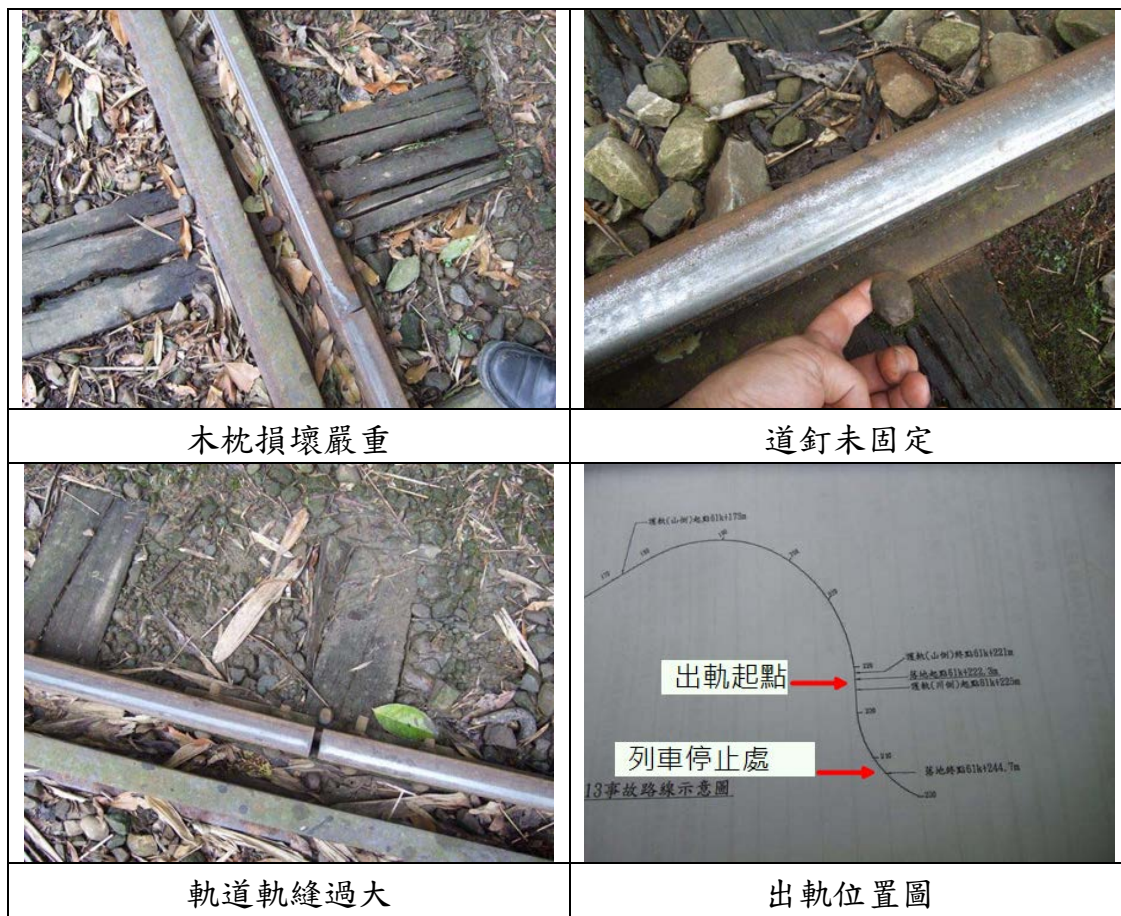
- (1) 人員無傷亡。
- (2) 機車車輛無損。
- (3) 抽換 36 支枕木。

3. 原因分析

- (1) 經完成事故現場路基、道渣、枕木、軌距、超高等檢查與試車及 DL48 出軌機車轉向部份零組件檢查，結果正常。
- (2) 本次出軌機車為新添購 28 噸電控引擎機車，性能或馬力都比舊 25 噸機車優異，駕駛人員尚未完全改變操作習慣，以致通過 61 公里 280 公尺之 S 彎到介曲線直線段時出軌。

4. 事故現場照片

圖 5.6 為 2008/04/13 列車出軌地點位置及調查報告擷取照片。



資料來源：[164]

圖5.6 森鐵 2008/04/13 列車出軌事故照片

5.1.4 森鐵 2014/07/08 列車出軌案例

以下摘錄臺鐵局秘書室針對該次出軌事故的調查報告說明。

1. 調查報告

茲將臺鐵局秘書室發布 2014/07/08 阿里山森林鐵路車廂出軌事故之說明摘錄如表 5-1 所示。

表5-1 森鐵 2014/07/08 列車出軌調查報告

一、阿里山森林鐵路 103 年 7 月 8 日車次第 2 次列車於本線 17 公里 700 公尺處（木屐寮=竹崎站間）發生第 4 節車廂出軌事故，經阿里山森林鐵路管理處行車事故責任鑑定委員會工作小組初步調查，車輛及路

線皆正常，車次第 2 次列車下行行經 17 公里 767 公尺處，因第 4 節車廂前輪撞擊護軌內碎石石碴(約 6~7 公分)，造成車輪爬上軌道於 17 公里 728 公尺處出軌，列車緊急煞車後停於 17 公里 673 公尺處，第 4 節車廂 4 軸全出軌。

二、出軌車輛皆有依據阿里山森林鐵路車輛檢修標準作業程序辦理檢修，列車運轉時速，經判讀 17 公里 700 公尺處轉速表資料並無超速情形。

三、出軌地段皆有依據阿里山森林鐵路修建作業規定及軌道、橋隧檢查養護作業規定辦理路線維修。103 年 6 月 30 日辦理小型軌道檢測儀檢查，出軌地段幾何檢查值包含方向、軌距、水平及高低等皆在平時養護值內。

四、有關事故責任後續調查作業，將由林務局及臺鐵局另擇期召開行車事故責任鑑定委員會議，以確認事故原因，防止類似情事再次發生。

資料來源：臺鐵局秘書室公告

2. 原因分析

據了解該次列車出軌肇因於部分枕木老舊、道釘浮起而扣壓力不足，加上列車行經曲線時產生橫壓力造成車廂出軌事故。後續的處置方式為阿里山森鐵管理處要求監工區落實道釘上浮及道釘扣壓力巡檢工作，並嚴格要求司機員依速限行車。

3. 事故現場照片

圖 5.7 為 2014/07/08 列車出軌事故之新聞擷取畫面。



圖5.7 森鐵 2014/07/08 列車出軌事故照片

5.1.5 森鐵 2014/11/06 列車出軌案例

以下摘錄臺鐵局秘書室針對該次出軌事故的調查報告說明。

1. 調查報告

茲將臺鐵局秘書室發布 2014/11/06 阿里山森林鐵路車廂出軌事故之說明摘錄如表 5-2 所示。

表5-2 森鐵 2014/07/08 列車出軌調查報告

阿里山森林鐵路 103 年 11 月 6 日車次第 1 次列車於本線 37 公里處（交力坪＝水社寮間）後端機車 2 軸出軌，事故概述：

- 一、是日車次第 1 次列車於 11 時 03 分行駛至本線 37 公里（交力坪＝水社寮間）時，後端機車 2 軸出軌，列車長立即通報奮起湖站請求救援，同時播音告知旅客，並安撫旅客情緒，請旅客暫留車廂內等待救援。
- 二、管理處於 11 時 05 分接獲交力坪站通報後，立即連絡相關人員應變，並調派搶修列車前往事故現場搶修。
- 三、救援機車於 11 時 38 分由奮起湖站開出，12 時 03 分抵達現場，聯掛事故列車 5 節車廂後於 12 時 14 分離開事故現場，並於 12 時 52 分安全抵達奮起湖車站，影響旅客 135 人，由奮起湖站準備便當向旅客致歉。
- 四、原車次第 2 次列車下山旅客約 100 人，經緊急接洽嘉義縣公車調派 2 輛大巴士及 1 輛中巴，於 15 時 35 分於奮起湖車站接旅客回竹崎及嘉義市區。
- 五、搶修列車於 13 時 29 分抵達事故現場進行搶修，路線於 15 時 35 分修復完成，15 時 50 分恢復全線運轉。
- 六、事故原因正由森鐵行車事故鑑定委員會工作小組進一步調查中。

資料來源：臺鐵局秘書室公告

2. 原因分析

依據臺鐵局調查，此次列車出軌事故原因為路線養護人員辦理路線養護工作時，未能及時完成路線養護程序，導致路基鬆軟，當車輛通過時，因曲線慣性造成機車出軌。後續的處置方式為阿里山森鐵管

理處要求全線監工區執行路線養護時，須預留足夠養護時間，確保車輛通過前完成所有養護程序，維護旅客行車安全。

3. 事故現場照片

圖 5.8為 2014/11/16 列車出軌事故之新聞擷取畫面。



圖5.8 森鐵 2014/11/06 列車出軌事故照片

5.1.6 森鐵列車出軌事故研析

1. 2008 年森鐵出軌事故研析

依據 2008 年森鐵列車事故之報告^[164]，有針對 2008 年數個列車出軌事故列出一些評估原因，茲將其內容摘錄如表 5-3所示。

表5-3 2008 森鐵列車出軌事故原因研析

- | |
|--|
| <p>一、下雨：2008/04/01 事故當天有小雨，易造成摩擦力降低，列車易打滑。</p> <p>二、路基鬆動：從現場照片可看出路基狀況差、道釘鬆動、枕木腐蝕，易造成出軌。</p> <p>三、事故地點皆在 S 型彎道附近。</p> <p>四、2008/03/30、2008/04/01 這二次事故，車廂編組均為 10 節（1 機車+4 車廂+1 機車+4 車廂），編組較長。</p> <p>五、適逢阿里山櫻花季，遊客眾多、重量大。</p> <p>六、皆發生在列車上山時。</p> |
|--|

資料來源：[164]

2. 2014 年森鐵出軌事故檢討改善重點

此外，2014 年發生森鐵出軌事故後，研究團隊亦前往森鐵管理處進行了解目前整體檢討與改善之措施與方向，茲將其重點方向整理如表 5-4 所示。

表5-4 2014 森鐵列車出軌事件後改善重點

- 一、預留足夠時間進行路線養護。
- 二、加強現場同仁各種養護作業訓練與演練。
- 三、清查全線超高漸變路段符合規範，並於高風險路段加設護軌。
- 四、建立事故調查之標準作業程序。
- 五、撥道養護工程後要開行試運轉列車。
- 六、朝站外更換 PC 枕木之方向進行。

資料來源：臺鐵局秘書室公告

3. 出軌事故之嚴重性考量項目

就出軌之嚴重程度而言，除考量有死亡、受傷、財損與環境破壞外，亦可將營運延誤、營運機構商譽等一併納入考量。此外，若能將其貨幣化，如透過旅客時間價值將旅客延誤時間換算成貨幣價值，則可便於後續嚴重程度之比較。

5.2 列車出軌-失誤樹分析

失誤樹分析 (Fault Tree Analysis, FTA) 主要目的在探究危害發生的各種原因，深入了解各種人為、設備失效事件 (Event) 可能對危害造成的影響，並透過邏輯閘 (Gate) 的方式有系統的表達。

5.2.1 準備工作

以下主要說明研擬失誤樹的過程中，經與鐵路營運安全風險專家會議討論，所歸納出的思考步驟。

1. 界定範圍

界定範圍可從幾個構面思考，例如「空間」的範圍或「流程」的範圍。以「列車出軌」危害而言，比較適合從「空間」範圍的界定來區分，例如此危害已描述發生的對象為列車，因此我們可以進階從空間來去界定範圍，例如：站間開放軌道、車站內、隧道內。

2. 釐清設備與關係者

界定分析範圍後，應進一步思考範圍內所有與危害有關的設備與人員，思考方向包括：

(1) 防止「列車出軌」危害之設備與人員

一般來說軌道營運機構均已針對潛在危害設置許多防護設備或防範措施，這類防範危害發生之設備在建構失誤樹前應周全考量；此外，包含操作人員、引導人員等亦須一併納入考慮。

(2) 因其他設備故障或人員失效，可能導致「列車出軌」之設備與人員

部分設備或人員雖非直接阻止危害發生，然而其故障或失效後可能營造危險環境時同樣須納入考量範圍。

3. 思考其他可能的失效情形

任何人員與設備均有可能發生失效，此步驟應從正常運作程序思考人員與設備可能的失效情形。

4. 分析失效或危害情境與原因

一個危害或失效可能肇因於許多不同的情境，有些可能是一種情境即可導致，此時在構建失誤樹則要用「或（OR）」闡建立關係，若為多項特定原因方會導致，則這類事件要用「且（AND）」闡建立關係。

5. 構建失誤樹

上述步驟已盡可能作足構建失誤樹之前置工作，然而構建過程中仍有賴鐵路安全風險專家、營運機構的管理人員與第一線工作人員共同參與，以下說明構建過程應注意的事項：

(1) 失誤樹中的事件均為「異常」或「失效」事件

一般來說，邏輯閘的上方稱之為上層事件，下方稱之為下層事件，邏輯閘的目的乃說明上下層事件之間的關係，特別須注意的是，構建過程中應確保事件均屬於異常或失效的事件，若要強調在某種非屬異常的情況下，下層事件方導致上層事件發生時，應使用條件閘（Inhibit Gate）描述。

(2) 「且（AND）」閘的下層事件為原因

構建過程中若欲使用「且」閘，應確定下層事件為上層事件的「原因」之一，且須有其他同層事件（原因）也發生的情況下才會導致上層事件發生，此外，構思「且」閘下的同層事件時，應確保事件之間沒有必然的相關性。

(3) 「或（OR）」閘的下層事件為情境

以「列車出軌」作為上層事件為例，無論採用地點來區分下層事件如「車站內列車出軌」與「隧道內列車出軌」，均應確保每一個下層事件都代表上層事件的一部分，亦即上層事件使用的部分字眼會出現在下層事件。此外，下層事件彼此之間是否周延互斥是使用「或」閘必須特別注意的原則。

(4) 釐清防護作為與失效之間的關係

防護作為與各種失效之間的關係可大致區分為三類：

- 防護作為異常與失效之間屬於「或」的關係。
- 防護作為異常與失效之間屬於「且」的關係。
- 防護作為僅減少失效發生的機率。

其中以第三項最常遭到誤解並影響分析涵蓋範圍，例如「平交道違規照相設備」通常被視為平交道設備之一，然而實際上違規照相僅能嚇阻用路人減少闖越之機率，並無法直接阻止闖越行為，故分析闖越行為的失誤樹時不會出現「違規照相設備故障」之類的失效事件，而是在探討「不耐久候」機率時納入有無照相設備的影響因子。

6. 驗證失誤樹

構建失誤樹的過程須經過反覆的驗證，確認失誤樹已涵蓋所有可能造成危害發生的失效事件，以及各項防護設備異常與相關人員可能的疏失，建議可從兩個方向著手驗證：

(1) 從歷史事故資料驗證

構建完成的失誤樹至少要能說明過去曾導致危害發生的各種原因，因此從歷史資料驗證是必須的過程，但考量較早期的系統設備已與現況有所不同，應適度予以篩選。

(2) 從專家經驗驗證

由於許多虛驚事件或潛在危害無法從歷史資料中發現，且實務上營運可能遭逢的問題還是有賴營運單位內部專家提供建議，此外考量非營運單位的專家學者因不具備刻板印象，有時較容易發現系統既有人員一直忽視的安全問題，因此構建的失誤樹務必經由系統內部專家與外部學者共同審視，反覆討論並修改確認後才算完成。

5.2.2 失誤樹分析結果

由於「列車出軌」牽涉的範圍極廣、資料蒐集極為不易，因此風險模型之構建困難度極高，在有限度之文獻資料下得知：瑞典國鐵依據過去 10 年之出軌歷史資料，以及數年的研析討論方分析出列車出軌風險模型，同時並將歷史資料進行量化分析。再者，歐盟在投入大量資源研擬出失誤樹後，除對事故、規範及規章有正向助益外，亦在應

用案例上深入探討模型中事件，找出可改善方向供製造業精進生產技術，從源頭改善問題。

承上說明，本研究基於瑞典國鐵在列車出軌的失誤樹分析結果，透過工作會議、專家座談會與訓練課程之交流，研擬出適用國內鐵路系統之列車出軌失誤樹模型。以下之模型構建上，先依據「站間開放區出軌」、「車站內出軌」、「隧道內出軌」3 個區域來區分，之後再依據「軌道設備」、「列車故障」與「異常行為」來進行分析，分別說明如下。

1. 軌道設備故障

以下條列可能的軌道設備故障失效原因：

- (1) 路軌支撐結構失效。
- (2) 轉轍器與道岔失效。
- (3) 軌道環境因素導致冒進號誌（SPAD）。
- (4) 撞到障礙物。
- (5) 其他因素。

2. 列車設備故障

以下條列可能的列車設備故障失效原因：

- (1) 輪軸失效。
- (2) 軸箱軸承卡住。
- (3) 懸掛系統/轉向架失效。
- (4) 鋼輪失效。
- (5) 緩衝器鎖死。
- (6) 聯軸器失效。
- (7) 煞車失效。

(8) 牽引控制失效。

(9) 車輛其他失效。

3. 異常行為

以下條列可能的異常行為原因：

(1) 在轉轍器道岔上錯誤的列車動作。

(2) 駕駛員人為錯誤。

(3) 員工人為失誤造成冒進號誌（SPAD）。

(4) 與其他車輛相撞。

(5) 超速。

茲將「列車出軌」失誤樹分析顯示如圖 5.9所示。

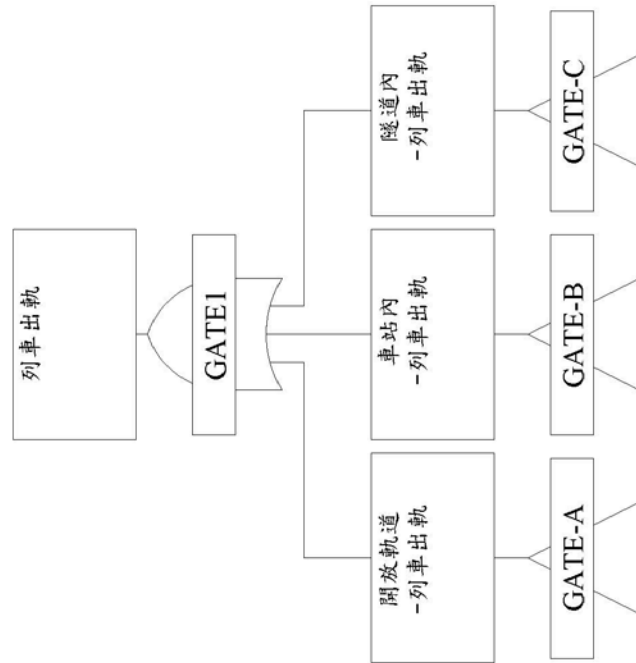


圖5.9 列車出軌失誤樹（第一頁）

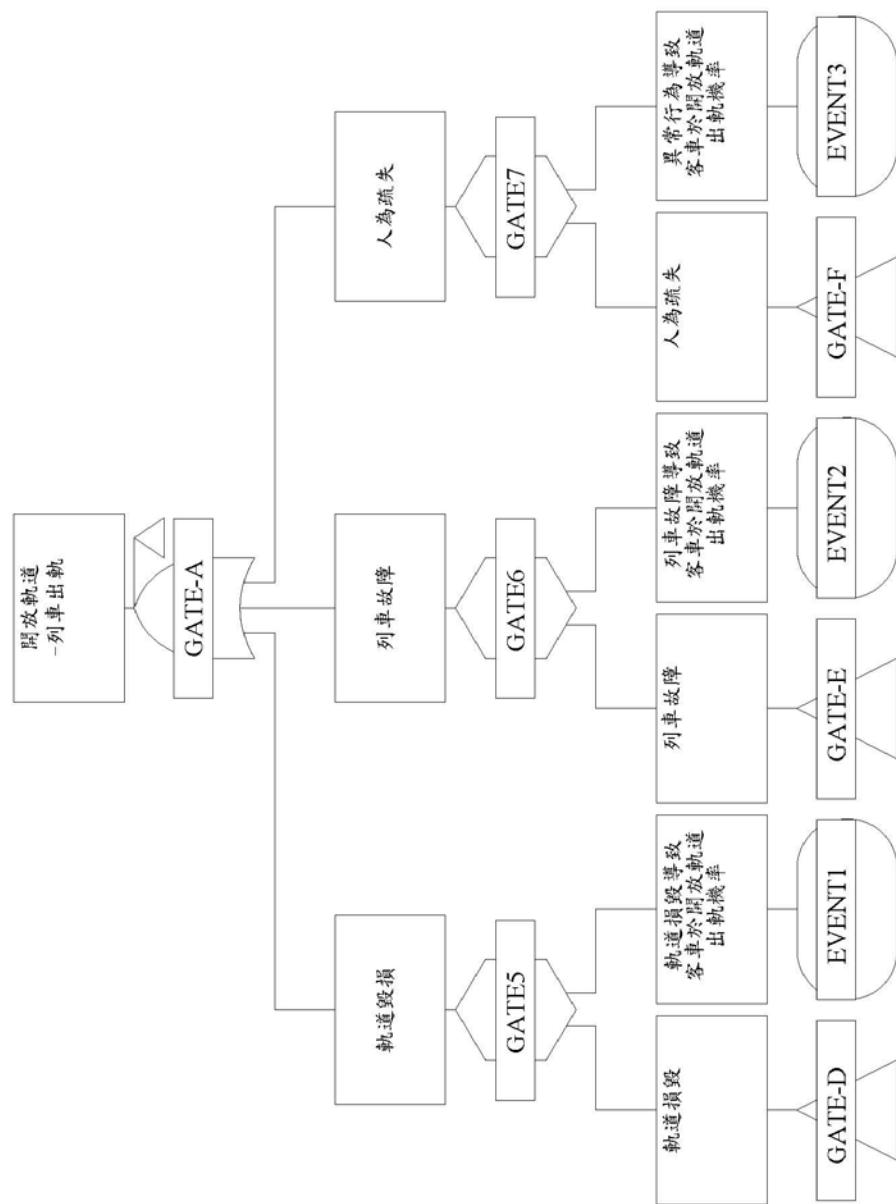


圖 5.9 列車出軌失誤樹 (第二頁)

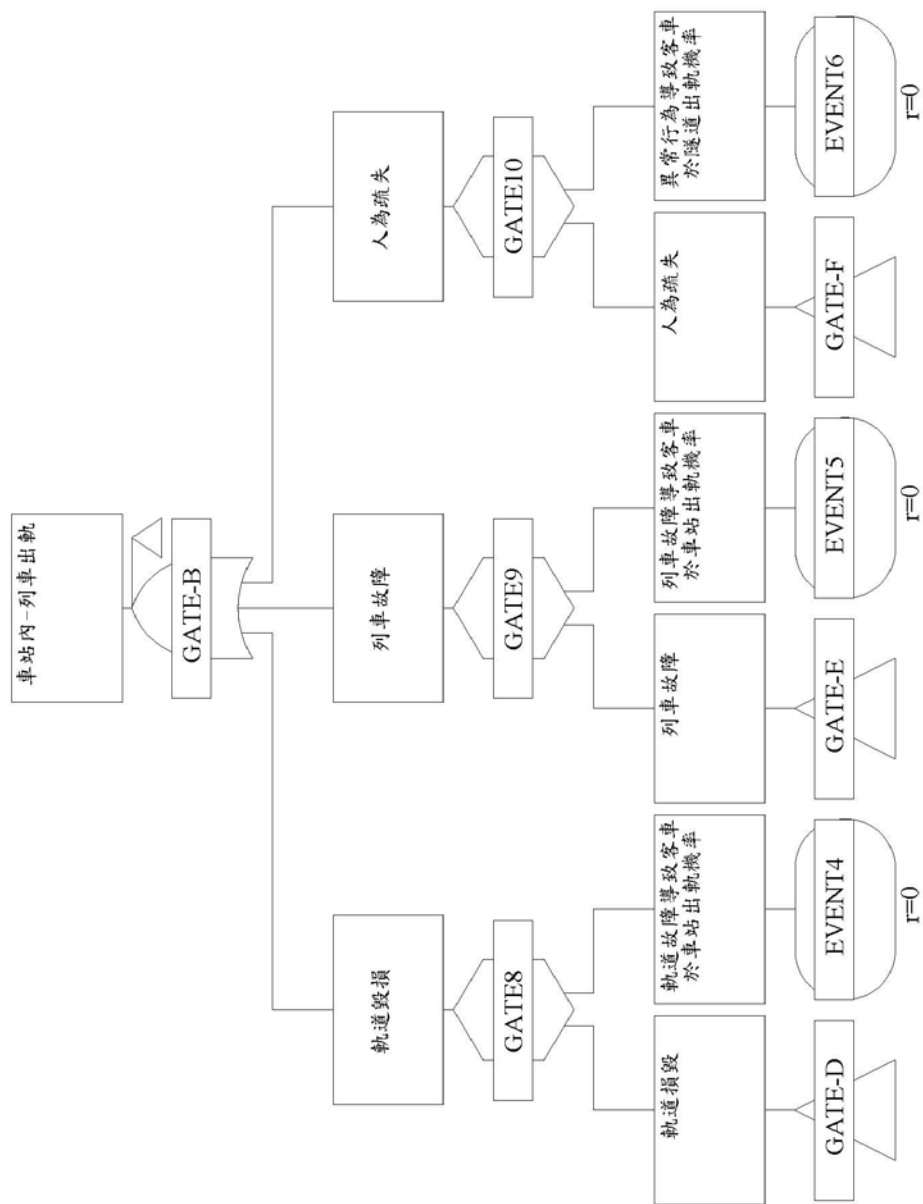


圖 5.9 列車出軌失誤樹（第三頁）

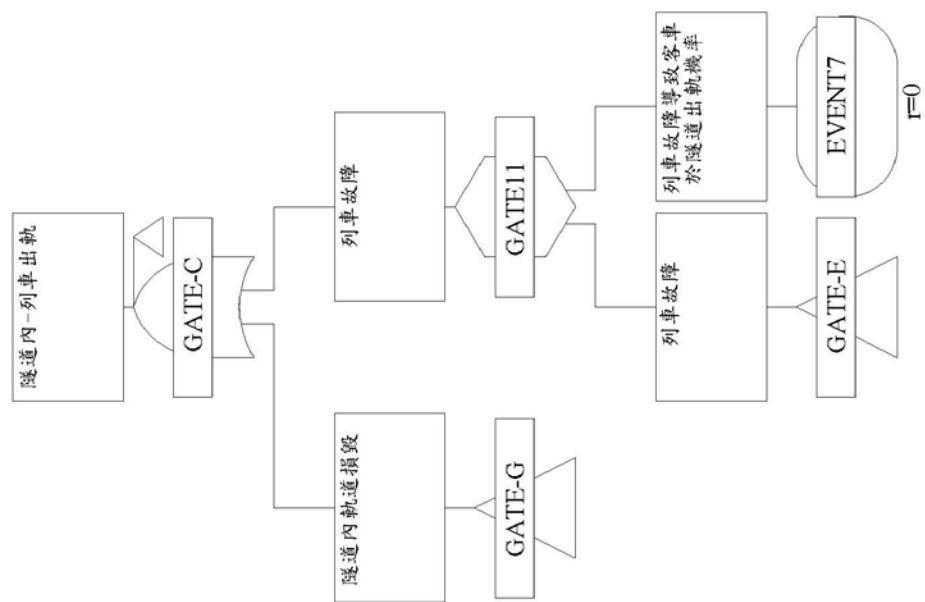


圖 5.9 列車出軌失誤樹（第四頁）

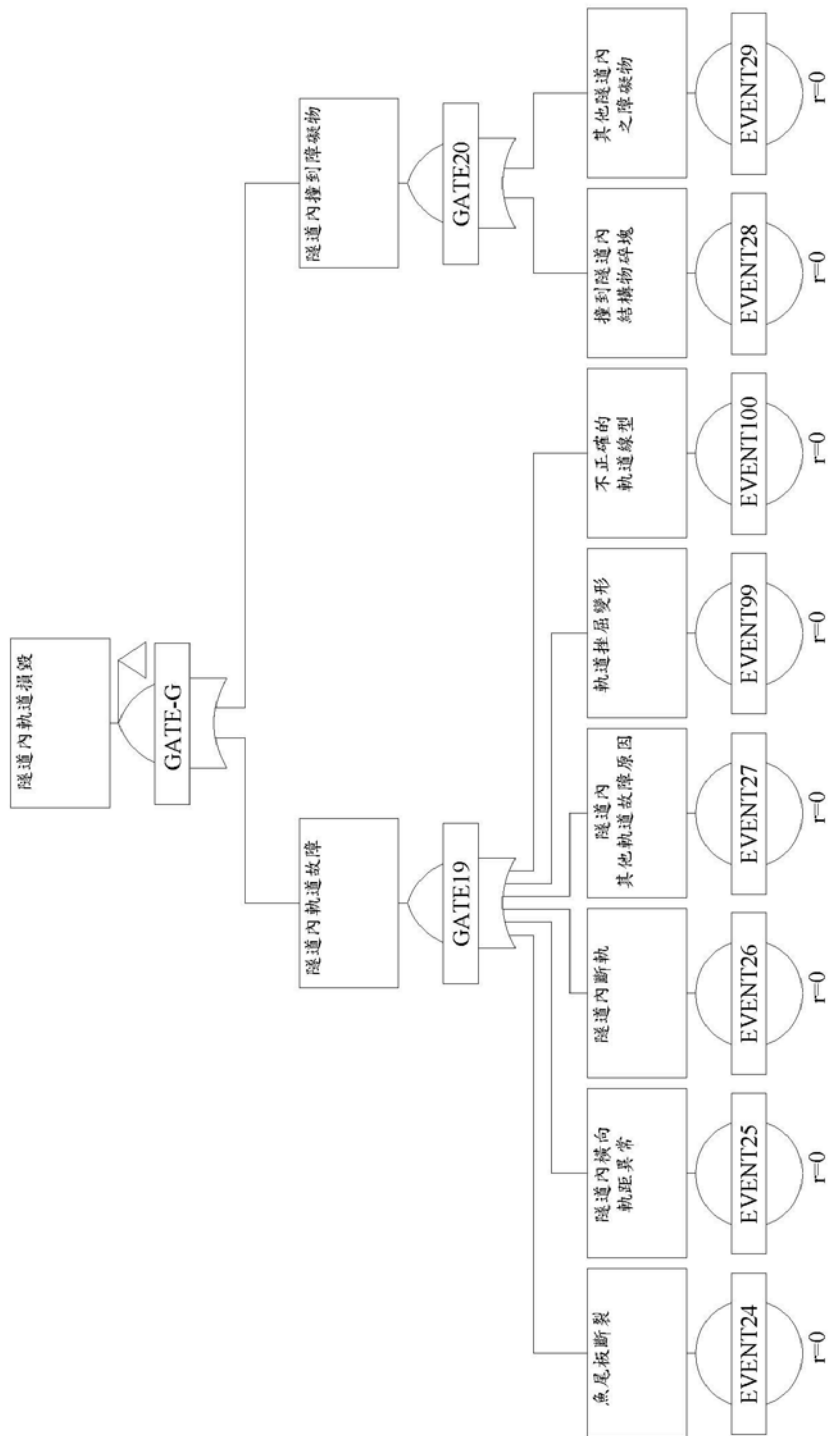


圖 5.9 列車出軌失誤樹（第五頁）

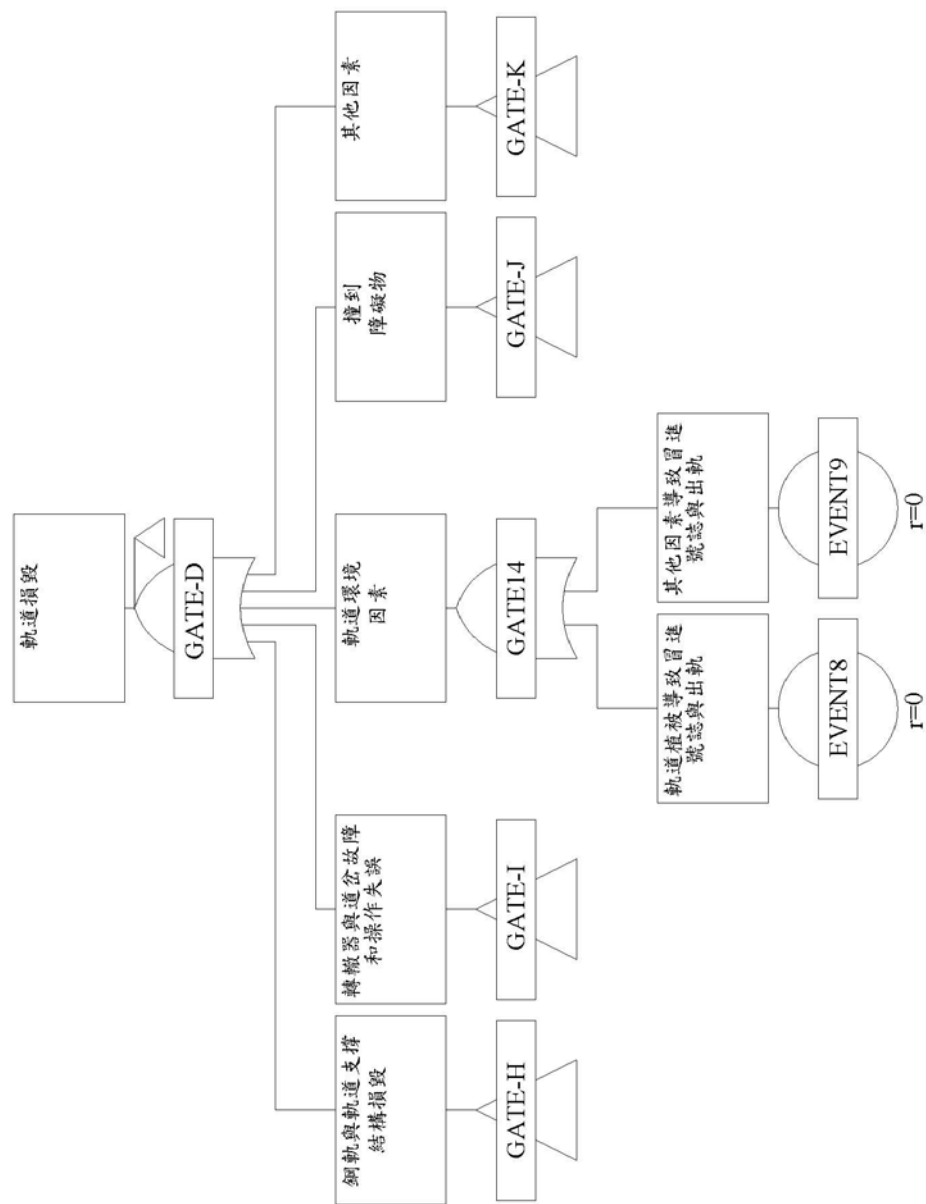
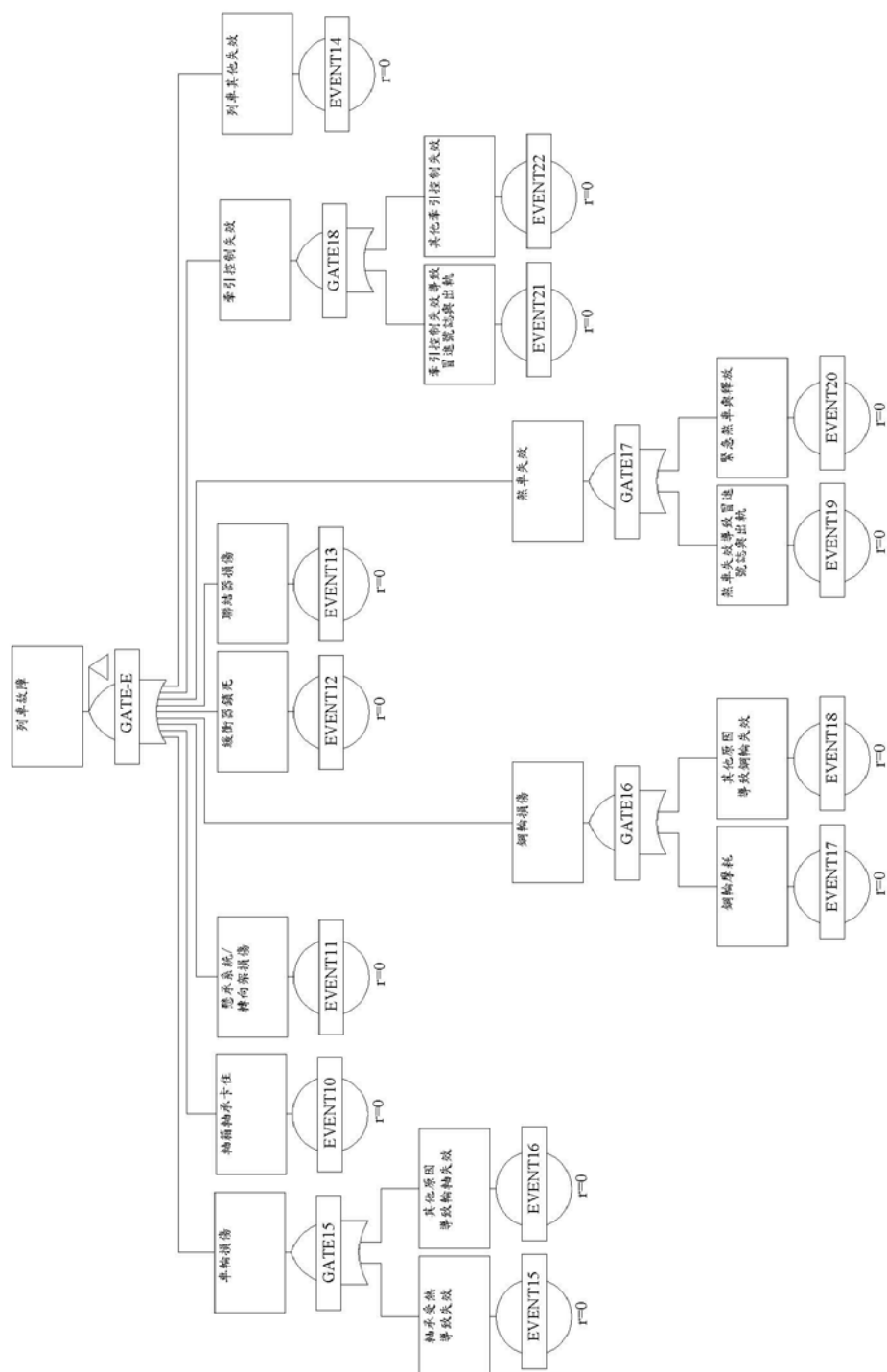


圖 5.9 列車出軌失誤樹（第六頁）



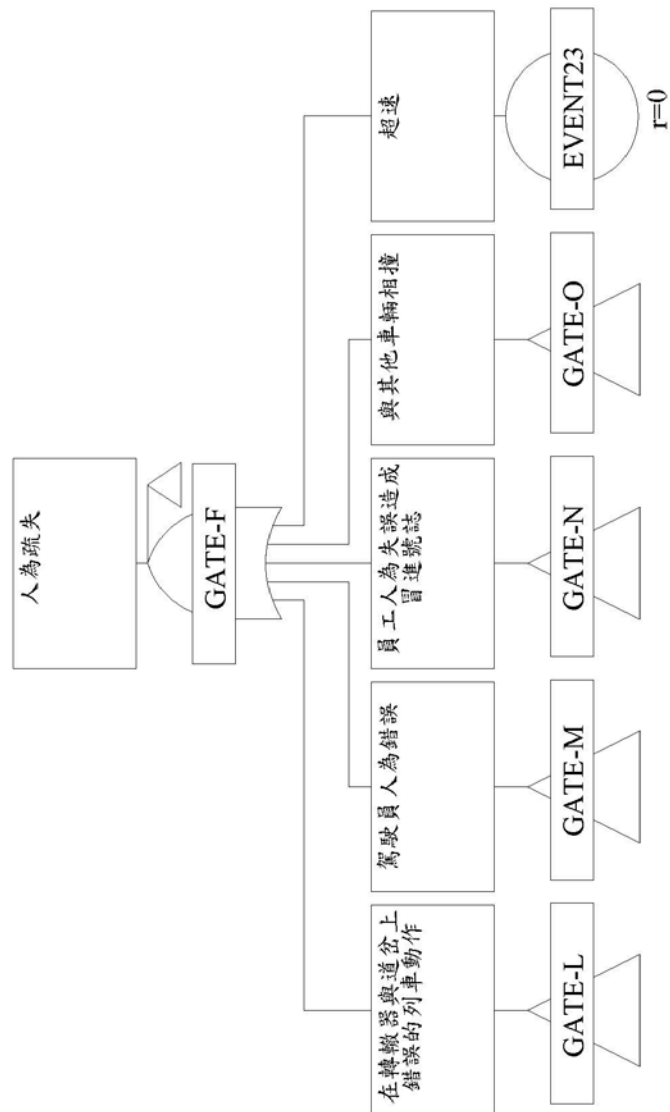


圖 5.9 列車出軌失誤樹（第八頁）

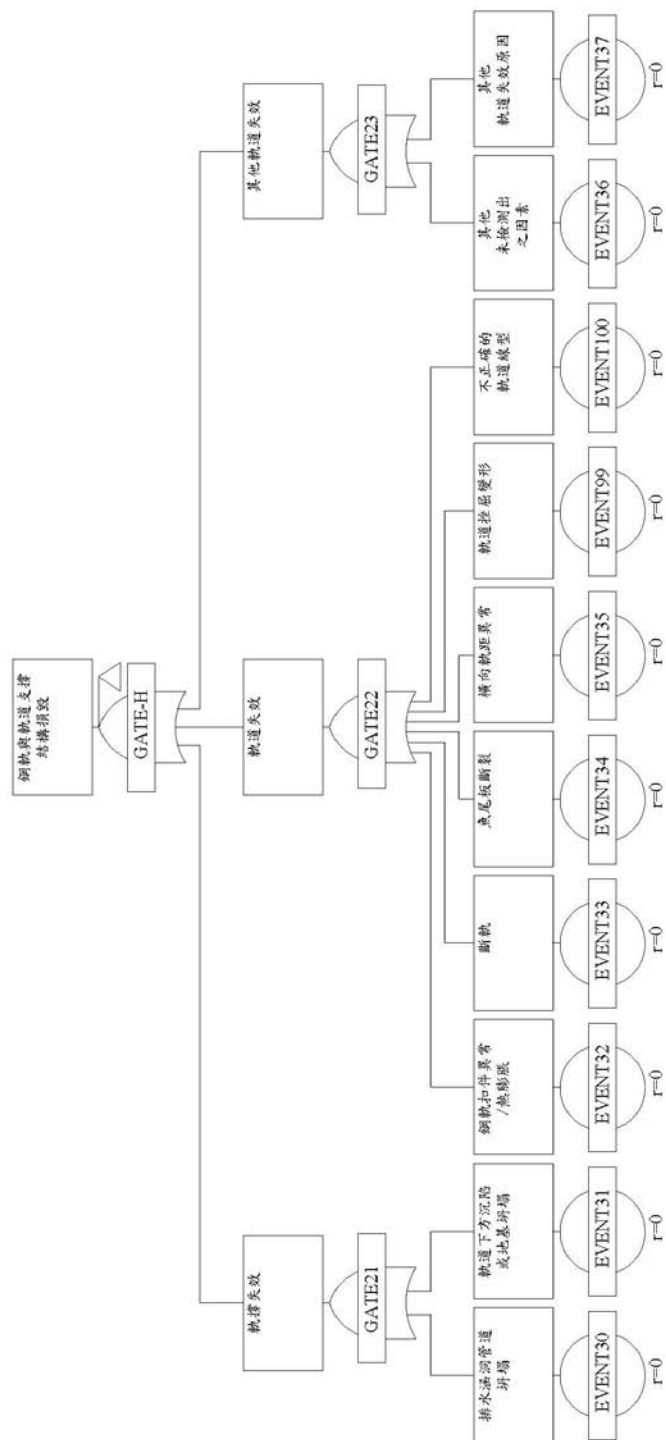


圖 5.9 列車出軌失誤樹（第九頁）

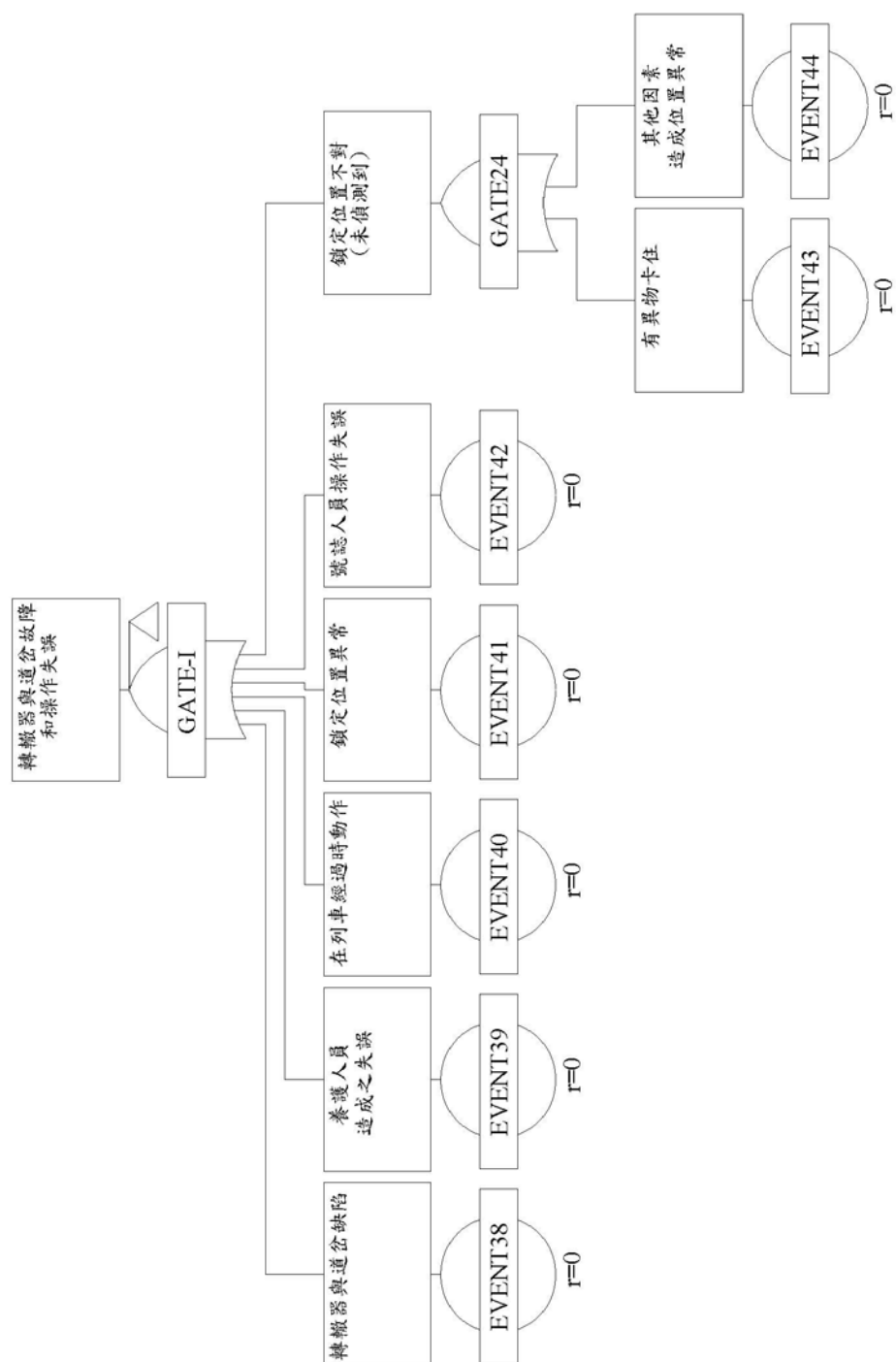


圖 5.9 列車出軌失誤樹 (第十頁)

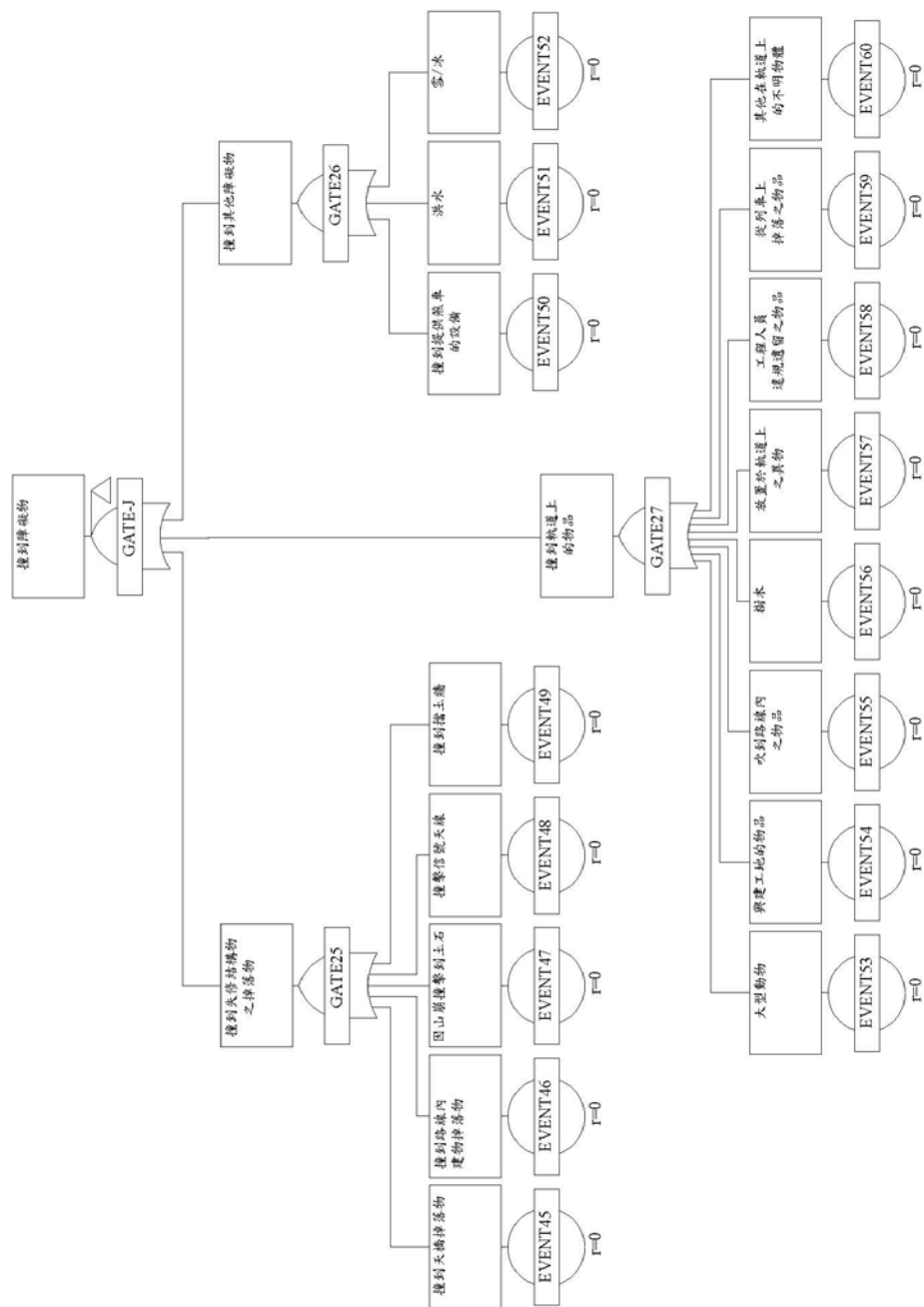


圖 5.9 列車出軌失誤樹（第十一頁）

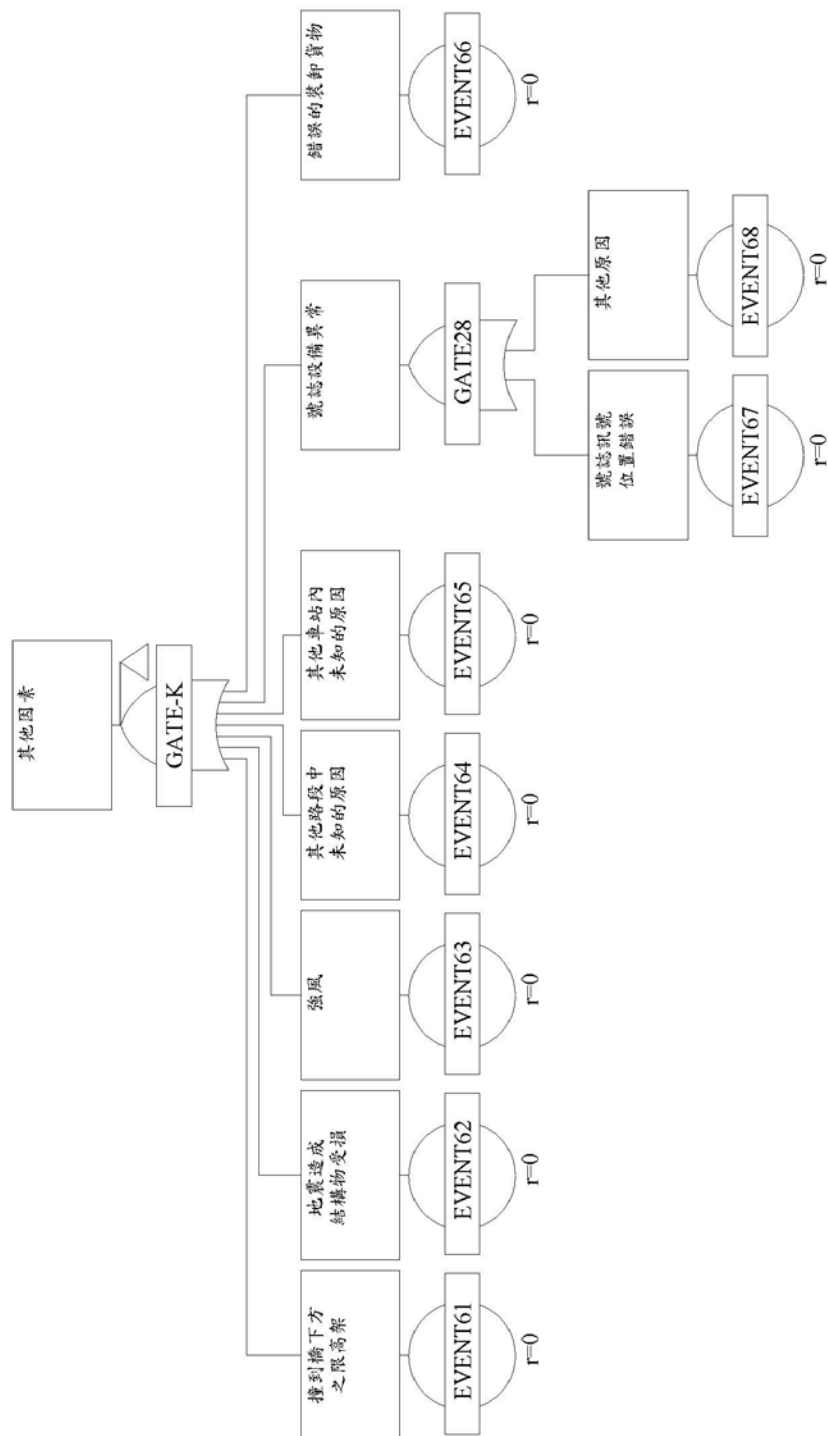


圖 5.9 列車出軌失誤樹 (第十二頁)

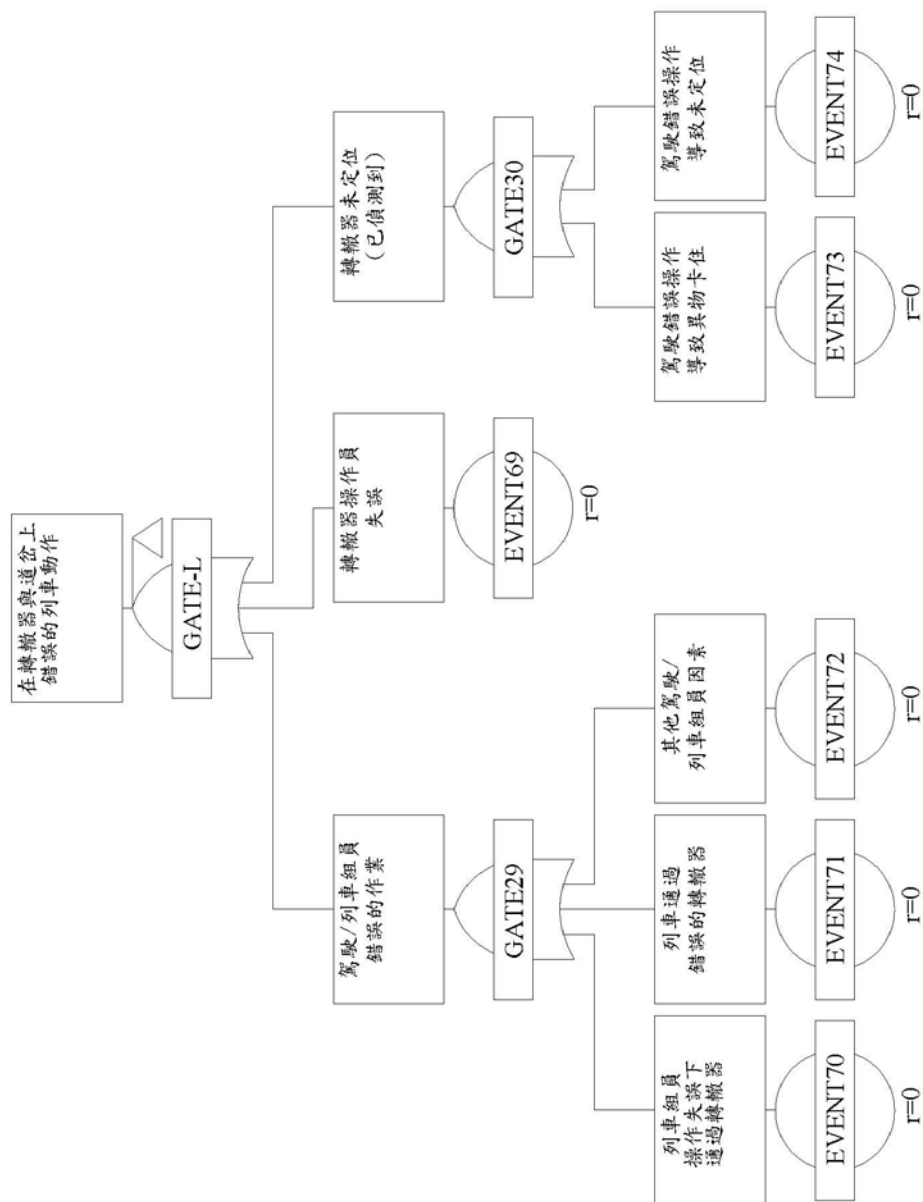


圖 5.9 列車出軌失誤樹 (第十三頁)

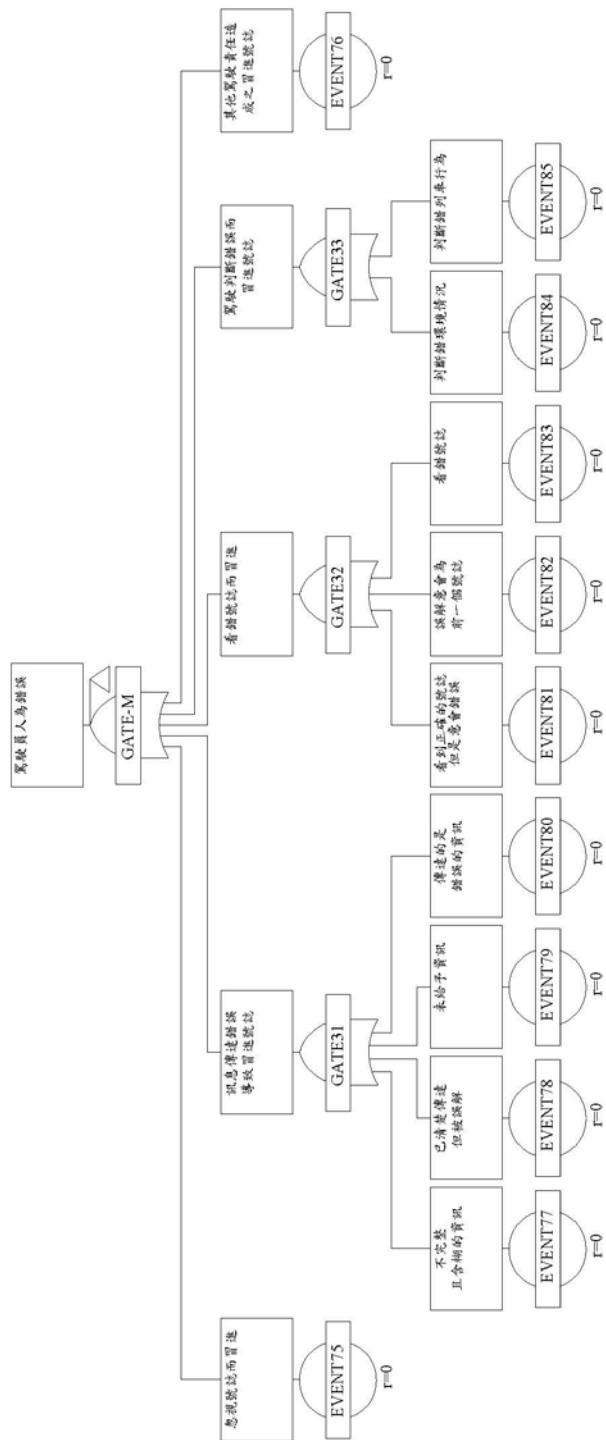


圖 5.9 列車出軌失誤樹 (第十四頁)

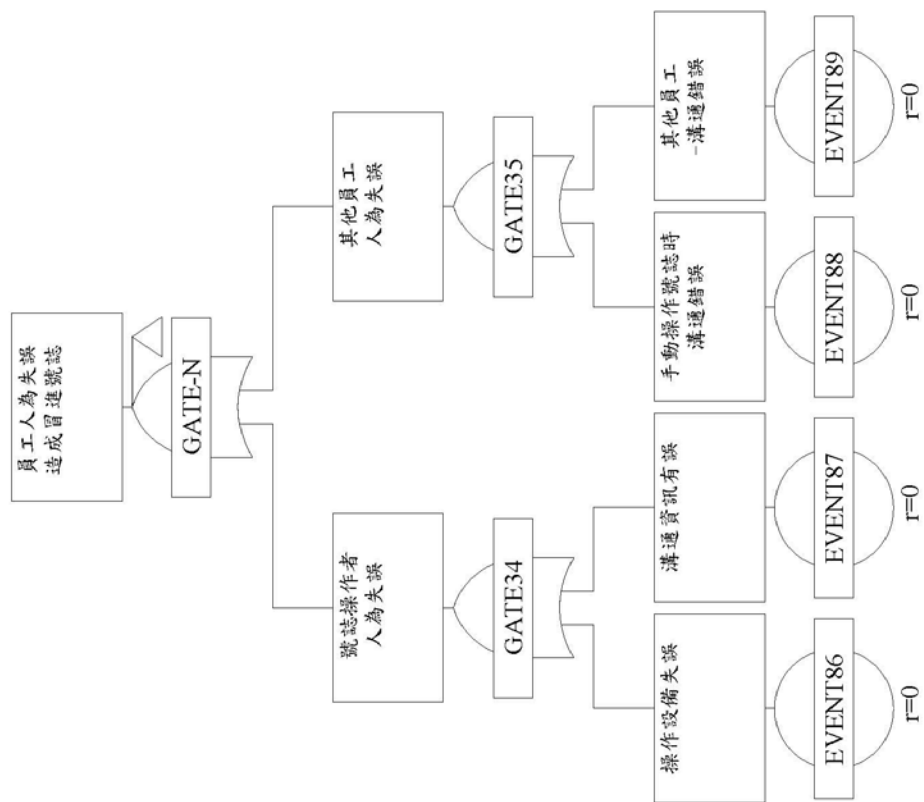


圖 5.9 列車出軌失誤樹（第十五頁）

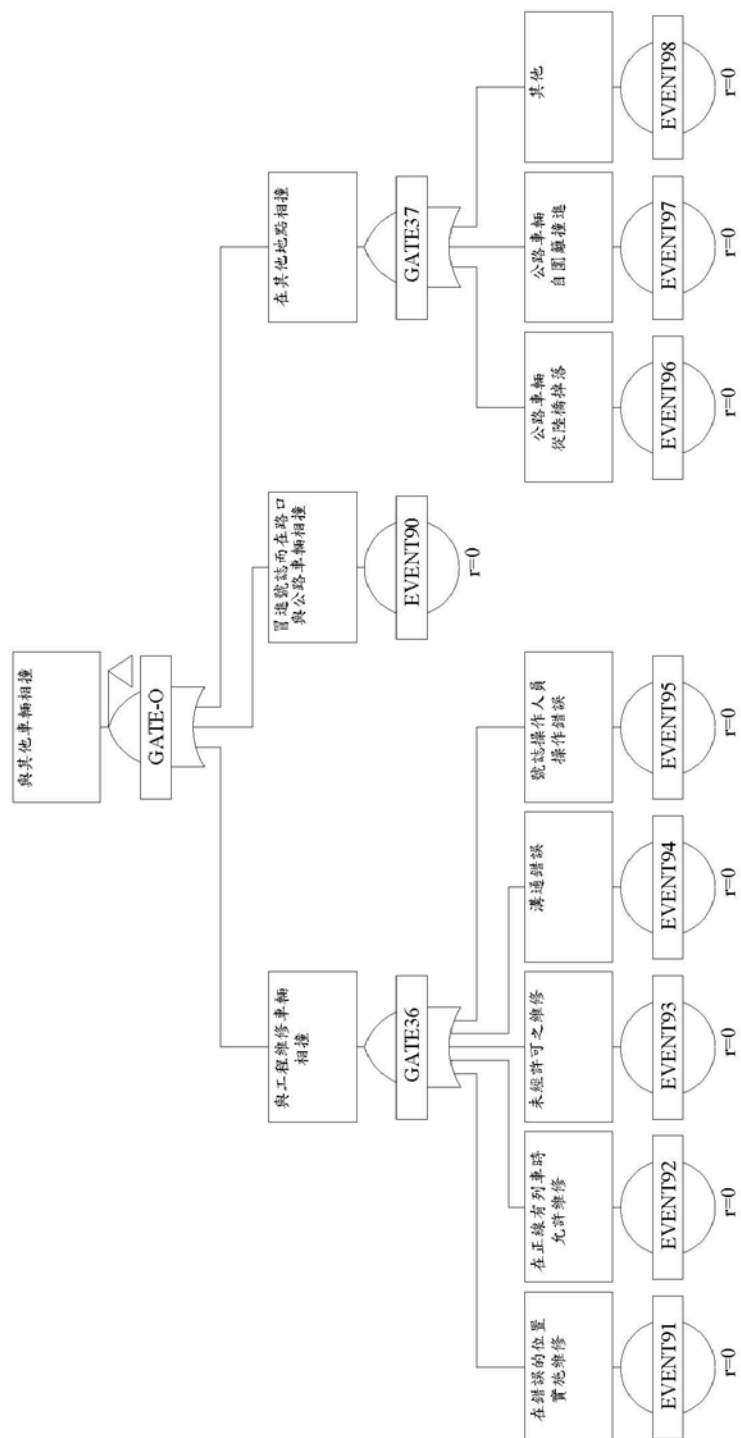


圖 5.9 列車出軌失誤樹（第十六頁）

5.2.3 失誤樹驗證

為了確認上述失誤樹模型可涵蓋所有失效事件，茲將5.1節之兩起森鐵列車出軌事故案例驗證如下。

1. 森鐵 2014/07/08 列車出軌

依據5.1.4節之 2014/07/08 列車出軌事故描述，研判該次事故為列車些微超速，又遇枕木老舊、道釘浮起扣壓力不足，於行經曲線時產生橫壓力造成車廂出軌，其在圖 5.9之失誤樹路徑可描述如式(5.1)與式(5.2)所示：

[Gate-1-開放軌道][Gate-A-人為疏失][Gate-F-超速(EVENT23)] (5.1)

[Gate-1-開放軌道][Gate-A-軌道毀損]

[Gate-D-鋼軌與軌道支撐結構毀損][Gate-H-軌道失效] (5.2)

[Gate-22-鋼軌扣件異常(EVENT32)]

2. 森鐵 2014/11/06 列車出軌

依據5.1.5節之 2014/11/06 列車出軌事故描述，研判該次事故為路基鬆軟，導致車輛通過時，曲線慣性造成機車出軌，其在圖 5.9之失誤樹路徑可描述如式(5.3)所示：

[Gate-1-開放軌道][Gate-A-軌道故障]

[Gate-D-路軌支撐結構失效][Gate-H-軌撐失效] (5.3)

[Gate-21-軌道下方沉陷或地基坍塌(EVENT31)]

5.3 列車出軌-事件樹分析

由於同樣的危害在不同外在環境與演變過程下可能造成不同的後果，因此事件樹分析的主要目的，便是探討影響危害嚴重度的關鍵。

5.3.1 準備工作

以下主要說明研擬事件樹的過程中，經與鐵路營運安全風險專家會議討論，所歸納出的思考步驟。

1. 選定嚴重性指標

不同領域的事件樹分析會關注不同的影響指標，以安全領域的分析為例，關注的指標不外乎「等效死亡」、「財產損失」與「環境影響」，分析人員於回顧歷史資料過程中，若能先擬定觀察指標，可便於統計過去事故的嚴重性，例如利用表 5-5 的統計範例，經由簡單加權計算後，將結果作為後續量化分析的基礎。

表5-5 歷史資料統計範例

指標 情境	等效死亡					財產損失				環境影響			
	0	1~2	3~5	6~20	>20	無	低	中	高	無	低	中	高
情境 A													
情境 B													
情境 C													

註：表中的財產損失與環境影響若有合適量化範圍亦可採用，本表僅舉例說明。

2. 分析關鍵事件

危害發生時不一定會造成人員財產的損失，只有當某些關鍵事件同時發生時才會引發嚴重的後果，這些影響危害後果的關鍵即是事件樹的「分支」，亦是建構事件樹的重點。

分析影響關鍵事件的方式除了可以歸納系統本身的歷史事故外，亦可從相關的研究中探討，或是參考其他系統的經驗，惟須考量該關鍵是否有被記錄的可能，因無法被記錄的關鍵事件後續欲進行量化分析時將造成困擾。

3. 釐清各關鍵事件的因果關係

各個影響危害後果的關鍵事件有時具有明顯的因果關係須予以釐清，但有時在分析過程中亦會發現無明顯因果關係的情形，以軌道系統站內火災為例，一般構建事件樹時會考慮以下幾項關鍵事件：

- (1) 滅火設備是否成功滅火
- (2) 排煙系統是否正常運作
- (3) 員工是否正確迅速疏散旅客
- (4) 火災發生位置
- (5) 火災發生時段

上述(1)~(3)關鍵事件具有明顯的因果關係，惟(4)與(5)較不明顯，針對此類關鍵事件應進一步思考，例如火災發生位置可能與灑水器與抽風口有關，因此可作為事件樹最初的分支，而火災發生時段與旅客數量有關，意即影響旅客疏散的難易程度，故可放置於關鍵(3)之前，因此建議最後關鍵事件的順序應為：火災發生位置→滅火器是否成功滅火→排煙系統是否正常運作→火災發生時段→員工是否正確迅速疏散旅客。

4. 構建事件樹

完成前述步驟後即可開始構建事件樹，須注意的是關鍵事件的敘述通常包含兩類：

(1) 提出問題

大多數的關鍵事件屬於問題的敘述，例如前述「滅火設備是否成功滅火」、「排煙系統是否正常運作」等，通常分支結果屬於二元的 Yes 或 No。

(2) 描述情境

前述提到的「火災發生地點」、「火災發生時段」即屬情境的描述，這類關鍵事件分支的結果不限於二元，例如火災發生時段可分為尖峰、離峰、非營運時段等。

5. 驗證事件樹

除了從歷史事故資料中驗證是否影響危害後果的關鍵事件均已納入分析外，應檢視每一個關鍵事件是否於事發後都能被觀測並記錄，確保後續量化分析的可行性。

5.3.2 事件樹分析結果

本研究基於瑞典國鐵在列車出軌的事件樹分析結果，透過工作會議、專家座談會與訓練課程之交流，研擬出適用國內鐵路系統之列車出軌事件樹模型。

以下之模型構建上，先依據「站間開放區出軌」、「車站內出軌」、「隧道內出軌」3 個區域來區分，之後再依據「列車是否維持直立沒傾覆」、「是否在單線區間」、「是否鄰線保持淨空」、「是否與其他列車相撞」、「是否列車失火」來進行分析，分別說明如下。

1. 列車是否維持直立沒傾覆：若列車出軌後若維持直立沒傾覆者，則可大幅減少傷亡，因此納入第一個考量的關鍵事件。其中，列車傾覆於開放軌道區間之考量上，則一併包括傾覆於山谷與橋樑內。
2. 是否在單線區間：若在單線區間，則可以確保出軌區域附近可保持淨空。
3. 是否鄰線保持淨空：若出軌區域附近沒有保持淨空，可能因而造成更大傷亡。
4. 是否與其他列車相撞：若與其他列車相撞，勢必造成更大的傷亡。
5. 是否列車失火：列車若起火燃燒，會有更嚴重的死傷。

茲將「列車出軌」事件樹分析顯示如圖 5.10~圖 5.12所示。

載客列車出軌-事件樹分析（開放軌道）-定性分析

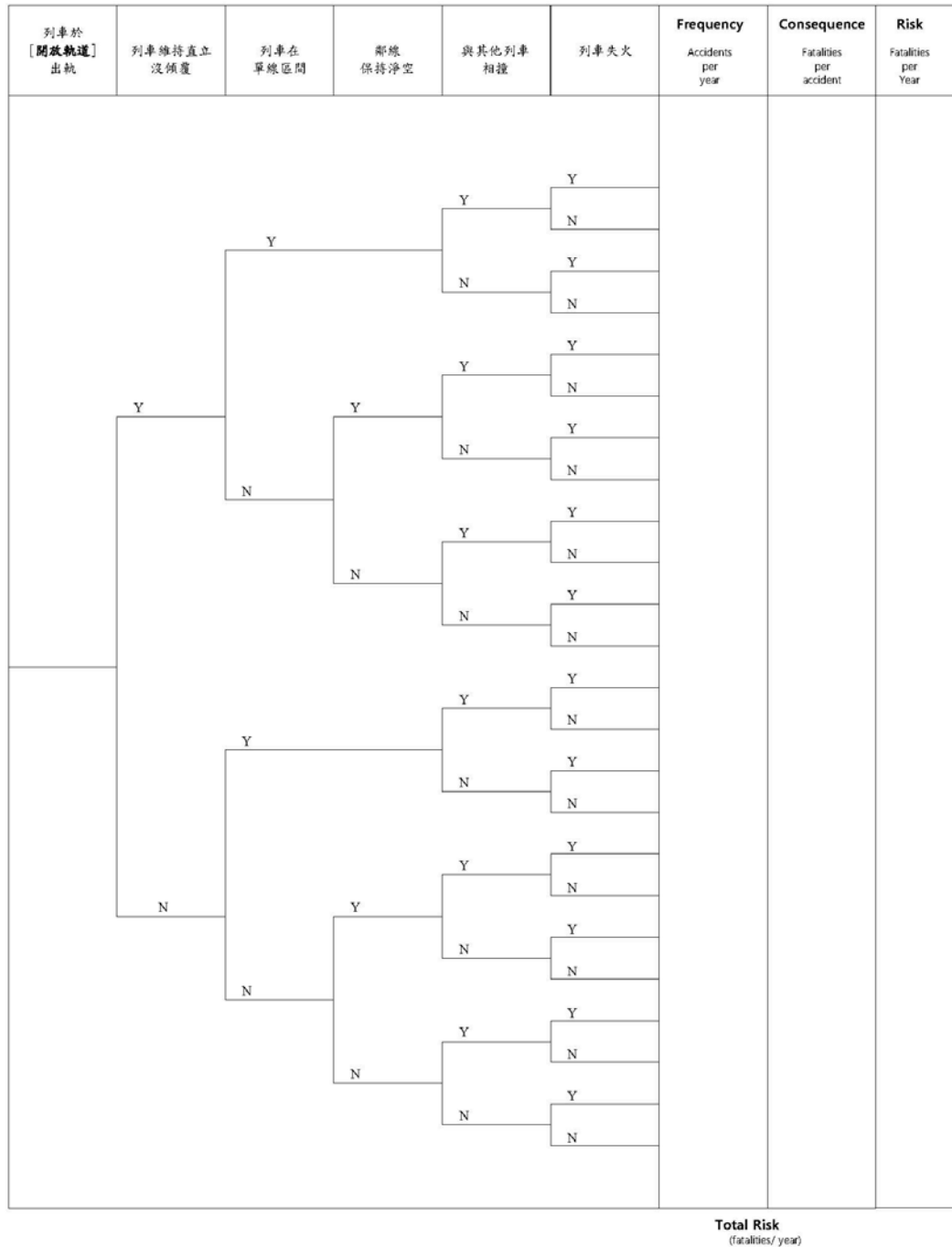


圖5.10 列車出軌事件樹（開放軌道）

載客列車出軌-事件樹分析（車站內）-定性分析

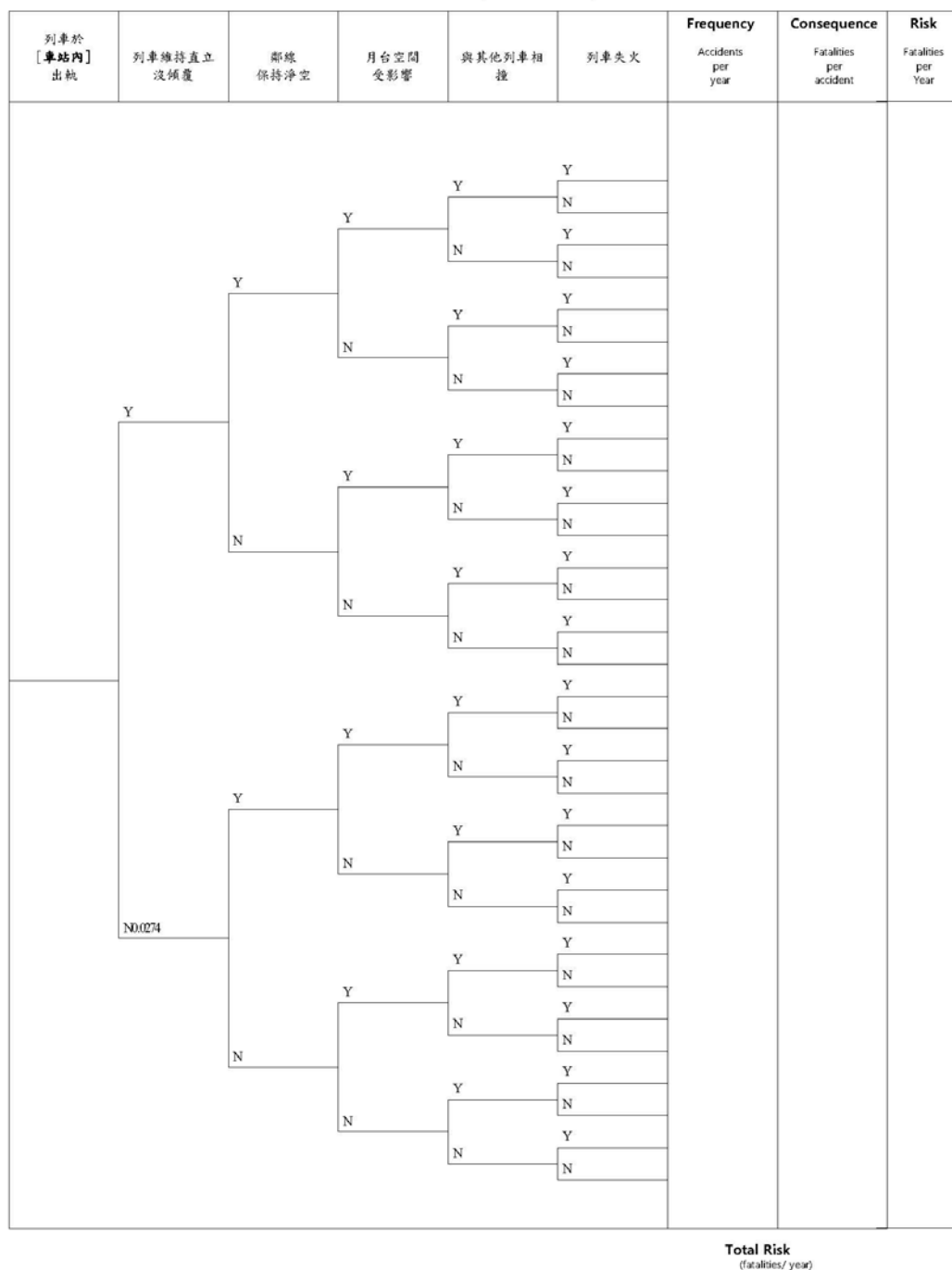


圖5.11 列車出軌事件樹（車站內）

載客列車出軌-事件樹分析（隧道內）-定性分析

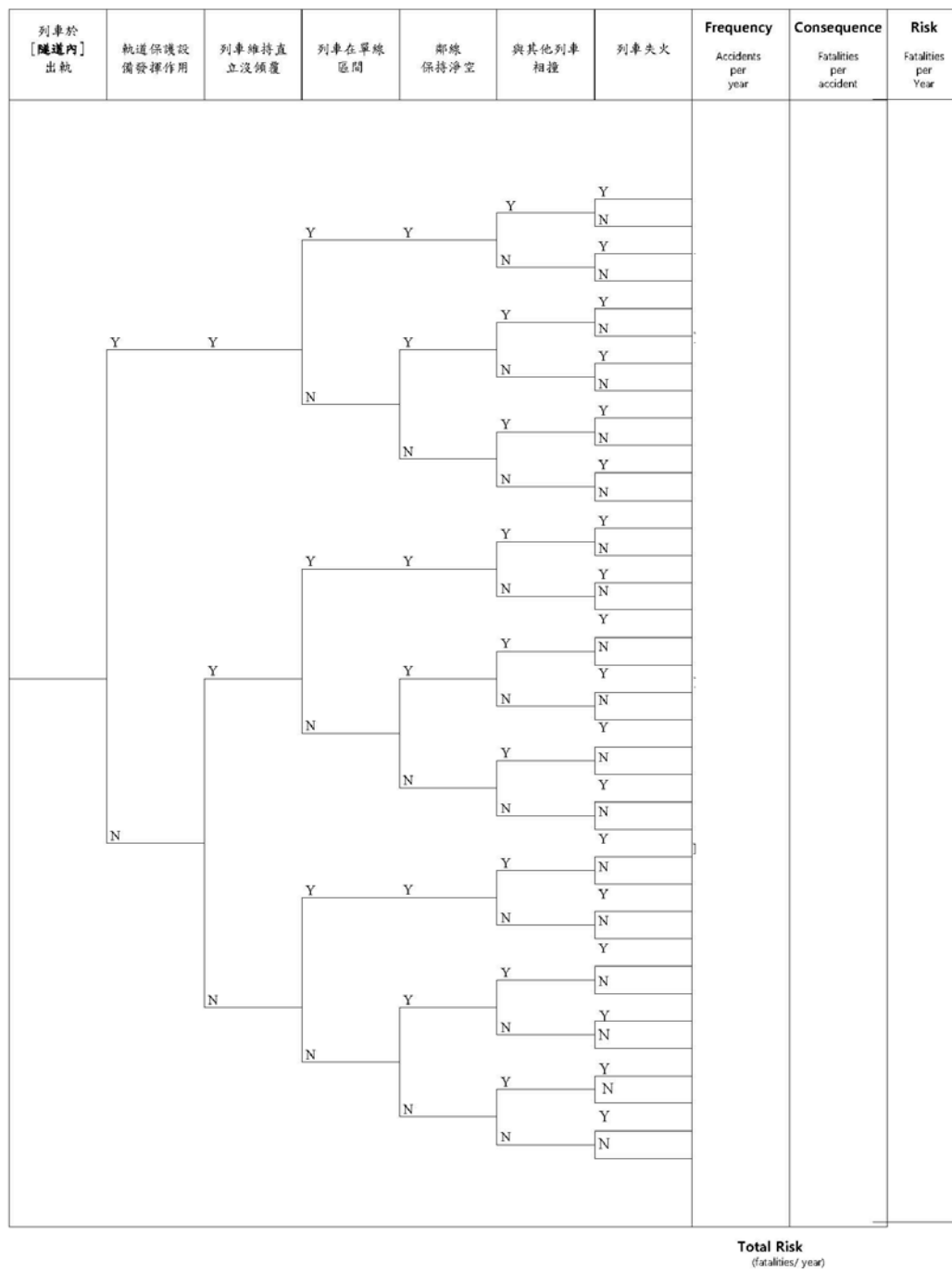


圖5.12 列車出軌事件樹（隧道內）

5.3.3 事件樹驗證

為了確認上述事件樹模型之關鍵事件均有被考量，茲將5.1節之兩起森鐵列車出軌事故案例驗證如下。

就關鍵事件而言，兩起森鐵列車出軌事故均無傾覆，加上阿里山火車全線為單線行駛，因此兩起事故發生出軌當下附近均為淨空區域，又因為阿里山本線平日每天僅2個班次往返，不太可能會有與其他列車相撞的機率，最後則是兩起事故均無失火情形發生。

5.4 出軌事故檢討建議方式

以下分別說明森鐵列車出軌事故之簡易分析方式，再說明現有之控制方法及其建議之改善方向。

5.4.1 森鐵出軌事故簡易分析

為能協助鐵路營運機構採潛移默化方式讓第一線值勤同仁協助出軌事故根本原因之探究，因此以下分別導入兩種方式供參考，分別為簡易領結模型以及特性要因圖（魚骨圖），分別說明如下。

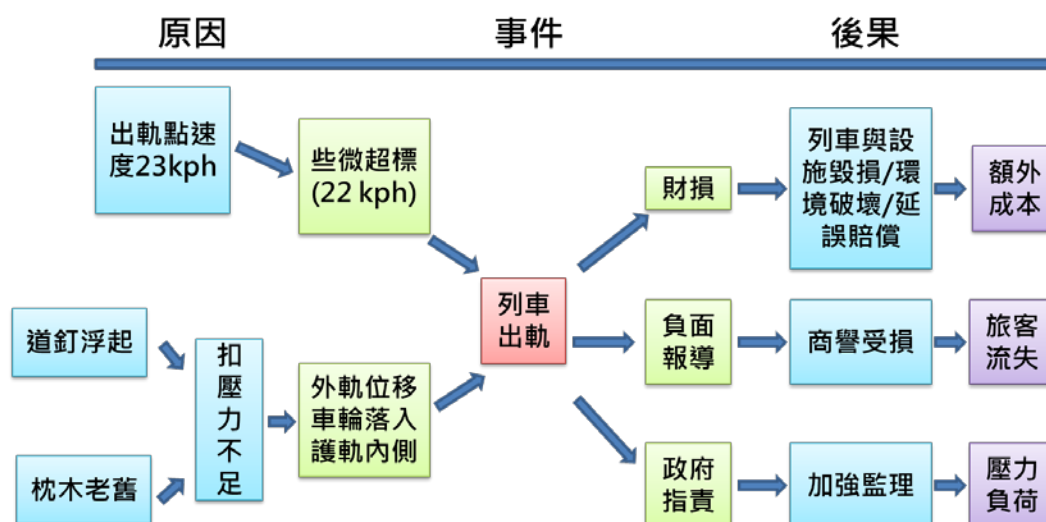
5.4.1.1 簡易的領結模型

圖 5.13與圖 5.14分別以簡易之領結模型說明 2014 年森鐵之兩起出軌事故。此處用方塊來代表「人員失誤、程序異常、設備故障（規格或維護）、環境異常」之四大因素事件，並以箭頭代表各事件間的關係，與原失誤樹之區別在於捨棄艱澀不易被接受的邏輯閘，以使其淺顯易懂、容易操作，並降低鐵路營運機構使用之門檻。

在原因探究方面，操作過程中會循序的詢問為什麼（why）以及前後因果關係（so），直到無法由鐵路營運機構影響與控制的因素才停止；就後果部份則去討論可能帶來的損失與破壞。

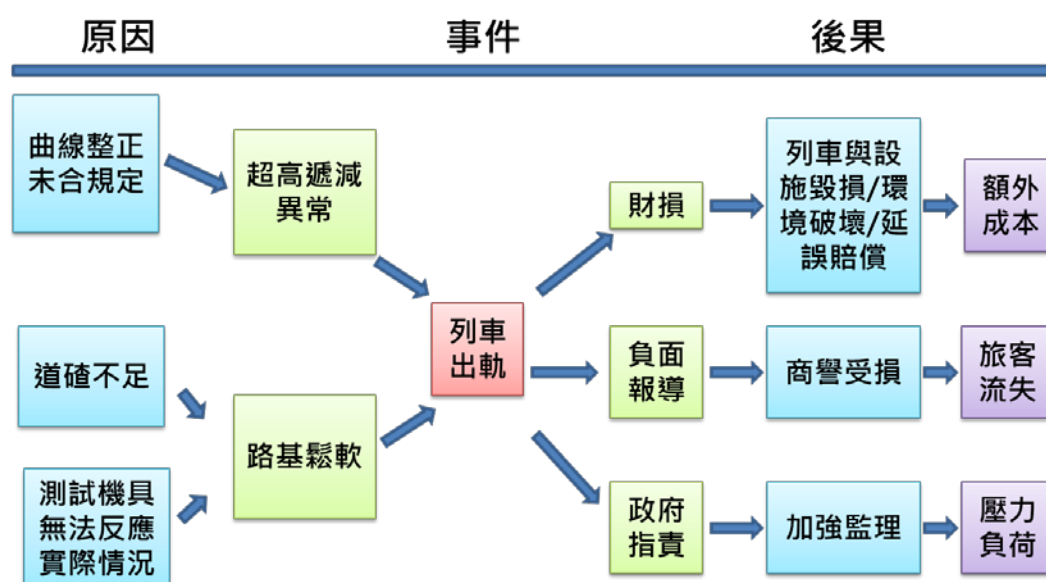
考量若欲對失誤樹與事件樹進行量化分析，需對相關事件蒐集一固定期間的資料方能進行作業，因此本研究僅先透過定性分析來描述

森鐵兩個出軌事故中有哪些可能之原因及其嚴重度，未來若能進一步蒐集完整歷史事故資料，得出一定期間內的發生次數、每次發生的嚴重程度...等資訊，則可透過量化分析找出何者為關鍵因素，以及何情境下可能導致的災情會最為嚴重。



資料來源：本研究繪製

圖5.13 2014/07/08 列車出軌之領結模型示意圖



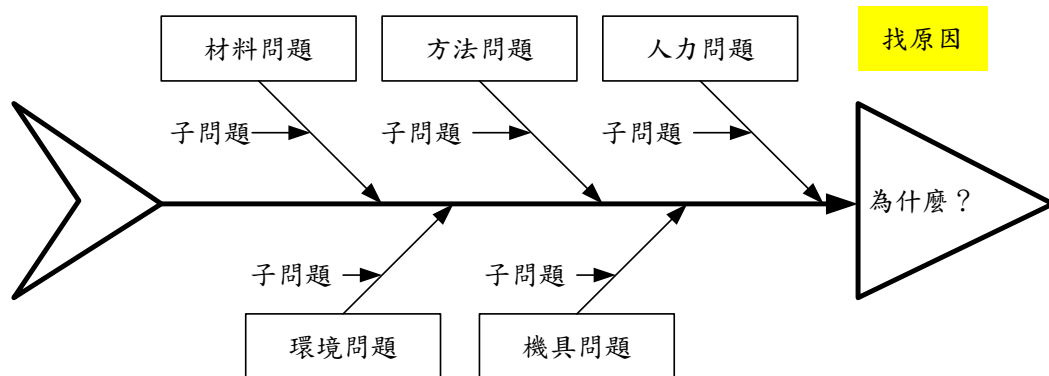
資料來源：本研究繪製

圖5.14 2014/11/06 列車出軌之領結模型示意圖

5.4.1.2 特性要因圖（魚骨圖）

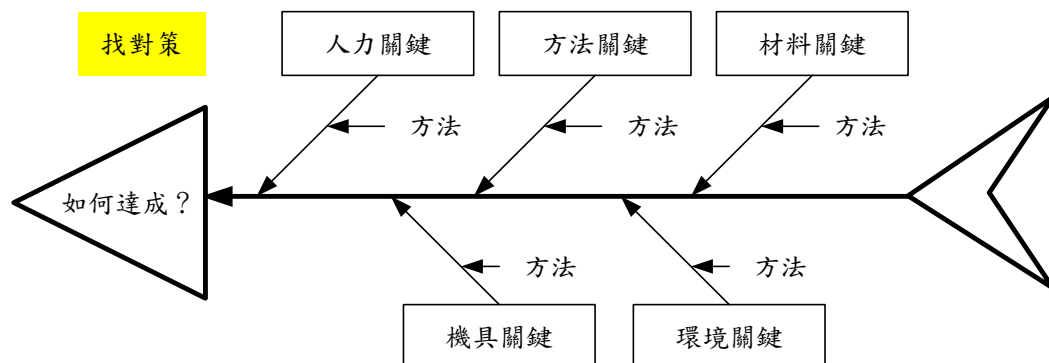
失誤樹分析主要透過邏輯分析的方式描述可能的問題，有時分析的對象所遭受的影響因素眾多且沒有一定的邏輯關係時，除了靠腦力激盪探討外，特性要因圖（Causes & Effects Diagram, CED）亦稱魚骨圖也是常用的一種輔助工具。

因為魚骨圖的魚頭通常表示某一特定問題或結果，因此可以分為「原因型」及「對策型」兩類特性要因圖，通常會如圖 5-15將原因型的魚頭向右繪製，圖 5-16 將對策型的魚頭向左繪製[46]。



資料來源：[46]

圖5.15 原因型特性要因圖



資料來源：[46]

圖5.16 對策型特性要因圖

一般分析時建議對策型可從 5 個 M 著手思考，亦即人力（Manpower）、機具（Machinery）、材料（Materials）、方法（Methods）與環境（Milieu），簡稱：「人機料法環」，可依據實際需求選擇適合的構面來思考可能造成系統失效的各種子問題，通常建議將思考方向限縮在至多 7 個構面以內以得到比較好的效果。

5.4.2 現有控制方法

現階段森鐵列車出軌危害的控制方法包括硬體面與軟體面，說明如下：

1. 硬體面控制方法

- (1) 於易出軌之風險高路段或反向曲線路段增設護軌。
- (2) 更換 PC 枕木。

2. 軟體面控制方法

- (1) 養護工程之程序檢討，同時預留足夠時間進行養護。
- (2) 路線條件全面清查，含超高漸變路段。
- (3) 加強現場人員養護作業演練與訓練。
- (4) 建立事故調查標準作業程序。
- (5) 砸道養護後進行試運轉。
- (6) 定期/不定期監理檢查提昇安全。

5.4.3 控制方法改善建議

以下先說明森鐵於防止列車出軌危害的控制方法，再依據本研究的結果，對森鐵列車出軌危害提出以下的建議。

1. 目前既有控制方法

如第四章之說明，目前森鐵在防止列車出軌的防範措施上，包括有每日朝巡、月檢、季檢、年度檢查及走動式管理，此外有關營運與維修作業之標準化、文件化與程序化部份，已經建立起其規章體系。

2. 防治出軌改善建議

(1) 巡檢設備自動化

可善用智慧型載具，將巡檢作業搭配 GPS 定位系統與 GIS 地理資訊系統，將巡檢的過程隨時數位化的紀錄下來，協助巡檢落實與安全管理分析。

(2) 穿戴式科技設備的應用

人員的異常行為亦為列車出軌的重要原因之一，因此透過穿戴式設備的應用，例如指差確認動作辨識、呼喚應答的確認均可透過科技設備來強化落實。

(3) 高速攝影系統與影像自動分析

除目前機車安裝之行車紀錄器外，建議可委託研發高速攝影系統，搭配影像的自動辨識軟體分析，透過每日的動態比對分析，可有助於即早發現路線上的異常情形。

(4) 建立回報平台鼓勵同仁回報異常狀況

儘管已有硬體面與軟體面之控制機制，然而從國內外經驗都可發現，行經事故路段的第一線值勤同仁往往會感覺或發現到異常，但卻因沒有即時回報，而錯失避免事故發生的最後一線機會。因此，若有適當的機制可供第一線同仁在值勤過程中回報，則可大幅發揮見微知著之功效。建議森鐵可建立異常回報平台，鼓勵員工（特別是司機員、列車長）回報任何異常事件。

(5) 品質文件精進與落實

森鐵已建立完整的品質文件規章，惟透過工作會議、專家座談與訓練課程之討論後，發現到在防止列車出軌之規章文件中，仍有多處可精進的空間，此部份可委託顧問專家團隊針對每一條逐一檢視，列出修正建議方向，以作為後續進版的依據。

(6) 危害辨識與登錄

危害辨識、危害登錄與管理是營運安全管理的核心作業活動，而出軌必然是受到關注的危害之一。建議森鐵後續可對整體系統進行危害辨識，同時建置危害登錄系統進行管理，並定期滾動檢討了解出軌危害之風險績效，進而予以分配資源進行改善，有關危害登錄之項目可參考表 5-6所示。

表5-6 危害登錄之項目

功能	內容
摘要說明	撰寫文件說明 Written document
登錄日誌	日期 Date 登錄號碼 Entry number 管理或登錄人員 Person 修改原因 Description of change – Cause 參考文件 Referenced documents
危害資料	參考編號 Referenced number 危害名稱 Name 內容敘述 Description 負責單位 Responsibility 危害原因 Hazard Cause
事故資料	參考 Reference 描述說明 Description 觸發事故原因 Accident Trigger
風險評估	嚴重性 Severity of consequences 發生頻率 Likelihood of occurrence 風險值 Risk：可忽略 negligible、可忍受 tolerable、不期望發生 undesirable、無法忍受 intolerable
風險減緩措施	參考編號 Reference number 內容描述 Description

功能	內容
	日期 Date 負責單位或人員 Responsibility
參考資料	參考文件 Referencing document
控制狀態	危害狀態 Status of Hazard 風險減緩措施狀態 Status of risk Reduction Measure
備註	註記與建議 Notes and Comments

資料來源：[126]及本研究整理

3. 改善建議排序

針對上述的改善建議，建議可先從短期與長期分別來進行，茲將其順序說明如下：

(1) 短期計畫

茲將營運安全危害之盤點計畫、安全文化改善及品質文件精進列為短期計畫，包括有：

- 危害辨識與登錄。
- 建立回報平台鼓勵同仁異常通報。
- 品質文件精進落實。

(2) 長期計畫

茲將與預算編列及採購設備有關者列入長期計畫，包括有：

- 巡檢設備自動化。
- 穿戴科技設備的應用。
- 高速攝影系統與影像辨識自動分析。

第六章 森鐵出軌事故內化品質文件

本章節將依據森鐵 2014 年出軌事故之案例，說明在相關作業討論後，回饋到森鐵品質文件之標準化、文件化與程序化之精進作業。

6.1 森鐵品質文件規章

阿里山森林鐵路在 2012 年通過 ISO9001:2008 品質管理系統之認證，並在 2015 年證書期滿前再次通過驗證，表示森鐵在營運與維修相關作業之標準化、文件化與程序化已符合國際標準。森鐵的品質文件，以鐵路法為依據，並採較 ISO9001 更為廣泛的定義，包括有：

1. 林務局林管處呈報給交通部核定屬於法規層面的章則、要點、規定與計畫，共計編號「規-01~規-10」之規章，如表 6-1 所示。
2. 林務局備查之文件，共計編號「標-01~標-18」之規章，如表 6-2 所示。
3. 嘉義林管處處長核定之文件，共計編號「運-01~運-11」、「機-01~機-03」、「鐵-01~鐵-12」之規章，如表 6-3 所示。

承上說明，其規章包含了阿里山森鐵運作之工務、運務、機務及其它相關作業，茲將森鐵整體規章架構呈現如圖 6.1 所示。

表 6-1 森鐵規章-交通部核定清單

編號	規章名稱	備註
規-01	行車實施要點	
規-02	貨物運送實施要點	
規-03	旅客運送實施要點	
規-04	營業章則	
規-05	營運費率標準與調整時機及方式	
規-06	旅客列車及貨物列車種類、次數、速度	
規-07	柴液機車定期檢修週期表	

編號	規章名稱	備註
規-08	阿里山森林鐵路機車定期檢修項目	
規-09	修建作業規定	
規-10	軌道、橋隧檢查養護作業規定	

資料來源：阿里山森鐵處

表 6-2 森鐵規章-林務局備查清單

編號	規章名稱	備註
標-01	阿里山森林鐵路站務標準作業程序	
標-02	列車運轉作業程序	
標-03	列車隧道內緊急逃生標準作業程序	
標-04	路線上施工及設施維修車站管制申請作業程序	
標-05	動力車駕駛人員須知	
標-06	乘務員守則及無線電指認呼喚應答規定	
標-07	平交道防護設施須知	
標-08	行車超速查核與處理須知	
標-09	阿里山森林鐵路機車車輛檢修程序	
標-10	機車車輛行車運轉中故障處理及通報標準作業程序	
標-11	油庫倉儲管理標準作業程序	
標-12	機動道班車及手推車使用規定	
標-13	阿里山森林鐵路路線養護標準	
標-14	行車事故責任鑑定委員會設置要點	
標-15	行車人員督導考核注意事項	
標-16	規章制定及修定作業程序	
標-17	天然災害車輛停駛復駛標準作業程序	
標-18	行車事故調查標準作業程序	

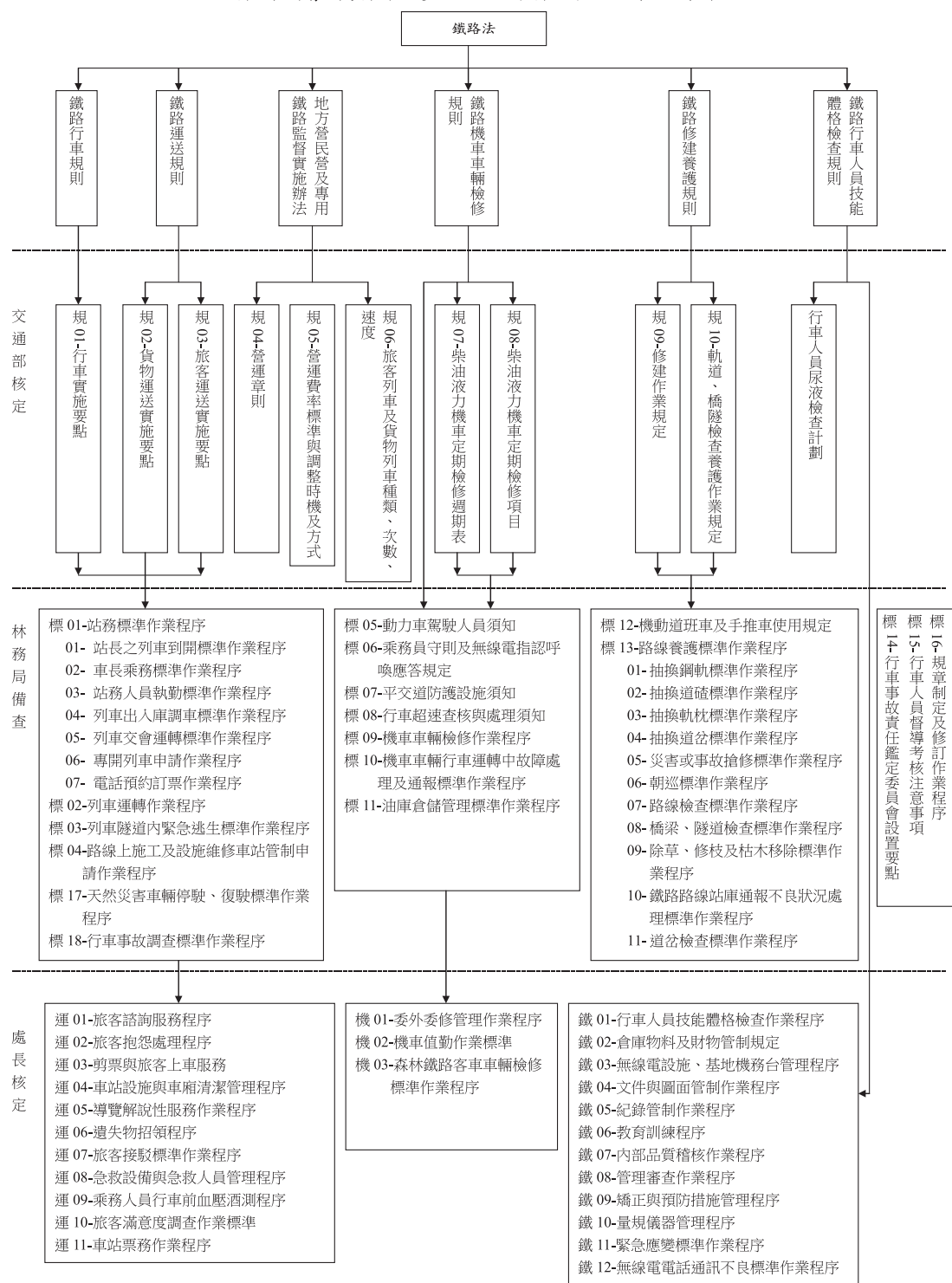
資料來源：阿里山森鐵處

表 6-3 森鐵規章-處長核定清單

編號	規章名稱	備註
運-01	旅客諮詢服務程序	
運-02	旅客抱怨處理程序	
運-03	剪票與旅客上車服務程序	
運-04	車站設施與車廂清潔管理程序	
運-05	導覽解說服務作業標準	
運-06	遺失物招領程序	
運-07	旅客接駁標準作業程序	
運-08	急救設備與急救人員管理	
運-09	乘務人員行車前血壓酒測程序	
運-10	旅客滿意度調查作業標準	
運-11	車站票務作業程序	
機-01	委外委修管理作業程序	
機-02	機車值勤作業標準	
機-03	森林鐵路客車車輛檢修作業標準	
鐵-01	行車人員技能體格檢查作業程序	
鐵-02	倉庫物料及財物管制規定	
鐵-03	無線電設施、基地機務台管理程序	
鐵-04	文件與圖面管制作業程序	
鐵-05	記錄管制作業程序	
鐵-06	教育訓練程序	
鐵-07	內部品質稽核作業程序	
鐵-08	管理審查作業程序	
鐵-09	矯正與預防措施管理程序	
鐵-10	量規儀器管理程序	
鐵-11	緊急應變標準作業程序	
鐵-12	無線電電話通訊不良標準作業程序	

資料來源：阿里山森鐵處

林務局嘉義林管處阿里山森林鐵路規章體系表



資料來源：阿里山森鐵處

圖 6.1 阿里山森鐵管理處 ISO 品質文件架構

6.2 擬討論規章選擇說明

本研究在探討如何精進森鐵品質文件來防止森鐵列車出軌時，主要參考 2014 年森鐵出軌事故原因彙整、森鐵訓練課程之問卷資料回饋後，選擇相對應之品質文件規章來進行分析，說明如下。

1. 2014 年森鐵出軌事故原因彙整

依據第五章對森鐵 2014 年列車出軌事故的討論，可知兩起事故之發生原因包括有：些微超速、道釘浮起、枕木老舊、扣壓力不足、超高未符規定、道碴不足、試運行車輛無法反應實際列車...等因素，此些原因均列為精進品質文件的重點項目，茲將其原因繪製如圖 6.2 所示。



資料來源：本研究繪製

圖 6.2 2014 年森鐵出軌因素彙整示意圖

2. 訓練課程問卷資料蒐集

本研究進行期間共在阿里山森鐵處舉辦過 3 天的訓練課程，透過表 6-4 與表 6-5 的初步危害分析實務操作，直接向森鐵第一線值勤同仁蒐集到該路線營運安全上有疑慮的項目及其可能發生原因，經整理後共可分為列車出軌、旅客安全、員工安全與運務困難挑戰四大方向，茲將其問卷結果整理如表 6-6~表 6-9 所示，本研究後續則針對表 6-6 有關列車出軌之項目進行檢討。

表 6-4 系統安全危害提報表（A 表）

一、基本資料
*(一)提報單位(人員)：
*(二)提報日期：
二、危害辨識
*(一)危害說明(Hazard Description)： 1. 2....
*(二)潛在原因(Potential Causes)： 1. 2....
*(三)可能影響(Effect/Consequence) 1. 2....
三、風險評估(依據風險矩陣表)
(一) 嚴重程度： (二) 發生頻率： (三) 風險等級：
四、現行風險控制措施
(一) (二)
五、建議進一步採行之風險控制措施
(一) (二)

*參照典型的 PHA 填寫欄位

資料來源：臺北捷運公司及本研究整理

表 6-5 危害登錄表（B 表）

一、基本資料
(一) 危害項目編號：
(二) 提報單位(人員)：
(三) 提報日期/登錄日期
二、危害辨識
(一) 系統/子系統：
(二) 系統操作模式： ☐ 正常模式 ☐ 異常模式 ☐ 緊急模式
(三) 危害說明(Hazard Description)：
(四) 易發生地點/易發生時間：
(五) 潛在原因(Potential Causes)：
(六) 可能影響(Effect/Consequence)
三、風險評估(依據風險矩陣表)
(一)嚴重程度： (二)發生頻率： (三)風險等級：
四、現行風險控制措施
備註：所列措施內容，宜能具體索引到相關的程序、紀錄等。
五、後續風險處理
(一) 建議進一步採行之風險控制措施/預定完成日期 (二) 進一步控制風險後之殘餘風險 1. 嚴重程度(mitigated severity)： 2. 發生頻率： 3. 殘餘風險等級(Residual Risk)：
六、危害控制員(Hazard Controller)：
(一) 主導危害控制員： (二) 協同危害控制員：
七、歷史紀錄

資料來源：臺北捷運公司及本研究整理

表 6-6 問卷回饋-森鐵列車出軌可能原因

項次	說明
1.	列車使用年限過長。
2.	邊坡土石滑落。
3.	列車運轉車廂脫離。
4.	廠商夜間施工，使用機具怪手行走於軌道上面，易造成道釘鬆脫，軌距變大等。
5.	軋機系統故障，導致列車無法煞車。
6.	未將轉轍器扳入正確股線。
7.	軌道變形。
8.	軌道挫曲、變形、凹陷。
9.	山區低溫造成軋機系統故障。
10.	車庫園區與列車停放調度場所未有效區隔，以致遊客易誤闖調度場，翻轉轉轍器或在鐵軌堆放石頭。

資料來源：本研究整理

表 6-7 問卷回饋-森鐵旅客安全疑慮

項次	說明
1.	旅客於車廂內發生突發狀況，如：身體不適、衝突事件。
2.	運行中列車，祝山線客車箱無緊急求救設備。
3.	神木車站候車處欄杆斷裂、不穩。
4.	旅客於列車通過時闖入軌道。
5.	雨天月台濕滑。
6.	營運中列車之車廂門開啟。
7.	神木車站上車月台，圍欄太過單薄，有坍塌風險。
8.	殘障車箱車頭行進方向左邊短缺一門，導致下車旅客下車時只能共擠一門，影響下車速度與安全門短缺疑慮。

資料來源：本研究整理

表 6-8 問卷回饋-森鐵員工安全疑慮

項次	說明
1.	無工作安全鞋，更換軋塊或搬重物受傷風險增加。
2.	漏電。

資料來源：本研究整理

表 6-9 問卷回饋-森鐵運務困難項目

項次	說明
1.	無法行車。
2.	列車故障導致旅客抱怨。
3.	遺失物施主(含外國旅客)領回之身份確認及領回方式。
4.	神木車站工作人員一人身兼兩職，售票及辨識訊號。
5.	旅客誤以為購買一張來回票即可搭乘火車暢遊園區，經查驗票後，要求重新購票，引起旅客不悅，甚至不願補票，而發生爭執。

資料來源：本研究整理

3. 品質文件規章對應

本研究將上述可能導致出軌之原因與現行森鐵規章進行比對後，建議可進行討論者包括有：行車規章、緊急應變、調查作業、乘務作業、養護作業、列車運轉...等，最後選定出欲討論的規章清單如表 6-10 所示，以使作業程序得以於下次進版時有參考依據，以有效防止列車出軌情形。

表 6-10 擬提供建議方向之規章清單

編號	規章名稱	相關作業
標-01	阿里山森林鐵路站務標準作業程序	乘務
標-02	列車運轉作業程序	養護
標-05	動力車駕駛人員須知	養護
標-08	行車超速查核與處理須知	養護
標-13	阿里山森林鐵路路線養護標準	養護
標-14	行車事故責任鑑定委員會設置要點	調查
標-18	行車事故調查標準作業程序	調查
規-01	行車實施要點	行車規章
鐵-11	緊急應變標準作業程序	緊急應變
規-10	軌道、橋隧檢查養護作業規定	養護

資料來源：本研究整理

6.3 規章修正方向建議

本節則依循行車規章、緊急應變、調查作業、乘務作業、養護作業、列車運轉之面向提出修正方向之建議，說明如下。

6.3.1 行車規章

經研析森鐵「規-01 行車實施要點」規章，本研究共提出 8 項防治列車出軌的行車實施要點修正方向，詳如表 6-11 所示。

表 6-11 規-01 行車實施要點

修正方向	現行條文	說明
1. <u>(待林管處協助製作三階流程圖與四階表單文件)</u> 2. <u>(待林管處協助將所有附表進行 ISO 文件編號)</u>	無	1. 建議檢視要點內對於時間或數量之用語是否會有造成困擾之疑慮，如立刻、立即、數聲...等，若確有其需求，可在此要點中採保守之用法，並將實際操作時之時間規定或者聲音次數等明定於操作流程（三階文件）或表單（四階文件）內。 2. 建議所有品質文件中所提及對應到之表格，均要與本文一樣有其 ISO 文件編號。
第一章 總則 二、本要點用語，定義如下： （一）行車人員：指依「鐵路行車人員技能體格檢查規則」第 2 條所規定之人員。 （二）正駕駛：辦理機車或動力客車駕駛工作。	第一章 總則 二、本要點用語，定義如下： （一）行車人員：指依「鐵路行車人員技能體格檢查規則」第 2 條所規定之人員。 （二）正駕駛：辦理機車或動力客車駕駛工作。	1. 建議[第一章 總則][第二條]內要納入「車長」、「乘務員」、「守車乘務員」之定義。

修正方向	現行條文	說明																																																																
(三) 副駕駛：在正駕駛監督下辦理機車或動力客車駕駛工作。 <u>(四) 車長：[此處加入車長定義]</u> <u>(五) 乘務員：[此處加入乘務員定義]</u> <u>(六) 守車乘務員：[此處加入守車乘務員定義]</u> --以下略--	(三) 副駕駛：在正駕駛監督下辦理機車或動力客車駕駛工作。 --以下略--																																																																	
第三節 列車運轉速度 二八、列車最高運轉速度規定如下表： <table><tr><th>起訖站</th><th>直線最高速度</th><th>曲線最高速度</th><th>備註</th></tr><tr><td>嘉義 北門</td><td>30</td><td>25</td><td></td></tr><tr><td>北門 竹崎</td><td>45</td><td>35</td><td></td></tr><tr><td>竹崎 二萬坪</td><td>25</td><td>20</td><td></td></tr><tr><td>二萬坪 阿里山</td><td>25</td><td>15</td><td></td></tr><tr><td>阿里山 祝山</td><td>20</td><td>15</td><td></td></tr><tr><td>阿里山 眠月</td><td>20</td><td>15</td><td></td></tr><tr><td>阿里山 水山神木</td><td>20</td><td>15</td><td></td></tr></table> 註：各區段運轉速度得誤差百分之十以內。 前項最高運轉速度包括牽引及推進速度。	起訖站	直線最高速度	曲線最高速度	備註	嘉義 北門	30	25		北門 竹崎	45	35		竹崎 二萬坪	25	20		二萬坪 阿里山	25	15		阿里山 祝山	20	15		阿里山 眠月	20	15		阿里山 水山神木	20	15		第三節 列車運轉速度 二八、列車最高運轉速度規定如下表： <table><tr><th>起訖站</th><th>直線最高速度</th><th>曲線最高速度</th><th>備註</th></tr><tr><td>嘉義 北門</td><td>30</td><td>28</td><td></td></tr><tr><td>北門 竹崎</td><td>45</td><td>40</td><td></td></tr><tr><td>竹崎 二萬坪</td><td>25</td><td>22</td><td></td></tr><tr><td>二萬坪 阿里山</td><td>25</td><td>18</td><td></td></tr><tr><td>阿里山 祝山</td><td>20</td><td>18</td><td></td></tr><tr><td>阿里山 眠月</td><td>20</td><td>18</td><td></td></tr><tr><td>阿里山 水山神木</td><td>20</td><td>18</td><td></td></tr></table> 註：各區段直線運轉速度得誤差百分之十以內。 前項最高運轉速度包括牽引及推進速度。	起訖站	直線最高速度	曲線最高速度	備註	嘉義 北門	30	28		北門 竹崎	45	40		竹崎 二萬坪	25	22		二萬坪 阿里山	25	18		阿里山 祝山	20	18		阿里山 眠月	20	18		阿里山 水山神木	20	18		1. 建議列車運轉速度之表格以此份文件為基礎，其餘文件中若欲引用列車速度，則採參閱「規-01/第三節/第二八條」之方式來處理，避免同一份資料出現在多份品質文件中，未來進版時可能有掛一漏萬之情形發生。 2. 森鐵系統隨著時間的演進，車輛設備會陸續的更新，速限的數值是否有依據最新的機具以及路線情形予以調整，可予以確認。 3. 部份速限採破數之方式，如 18km/hr、22km/hr、28km/hr，建議可參考以 5km/hr 為單位，將較便於系統之營運操作，同時也可便於記憶。 4. 考量直線段有誤差 10%之速度緩衝空間、曲線段無
起訖站	直線最高速度	曲線最高速度	備註																																																															
嘉義 北門	30	25																																																																
北門 竹崎	45	35																																																																
竹崎 二萬坪	25	20																																																																
二萬坪 阿里山	25	15																																																																
阿里山 祝山	20	15																																																																
阿里山 眠月	20	15																																																																
阿里山 水山神木	20	15																																																																
起訖站	直線最高速度	曲線最高速度	備註																																																															
嘉義 北門	30	28																																																																
北門 竹崎	45	40																																																																
竹崎 二萬坪	25	22																																																																
二萬坪 阿里山	25	18																																																																
阿里山 祝山	20	18																																																																
阿里山 眠月	20	18																																																																
阿里山 水山神木	20	18																																																																

修正方向	現行條文	說明
		此緩衝，建議可考量曲線段先採原速限之 90%作為限制，並給予 10%之緩衝空間，將直線段與曲線段之方式統一。 5. 綜合上述第 3 點與第 4 點，本研究暫時將曲線速度限制下調至 5 的倍數，並允許曲線段有 10%之緩衝空間（需依森鐵實際情形修正），以減少司機員對超速之誤判。
二九、列車通過對向轉轍器，其運轉速度不得超過每小時十二公里。 <u>列車通過背向轉轍器，其運轉速度不得超過每小時十二公里。</u> 通過附有轉轍器之彎曲路線，不得超過每小時十公里。	二九、列車通過對向轉轍器，其運轉速度不得超過每小時十二公里。 通過附有轉轍器之彎曲路線，不得超過每小時十公里。	1. 列車通過對向轉轍器有速度限制，建議可將通過背向轉轍器一併予以限制。 2. 本研究暫時將通過背向轉轍器速度限制設定為 12 公里（需依森鐵實際情形修正）。
三二、駕駛不得因列車誤點，而超過第二十八條之規定限制速度。	三二、駕駛不得因列車誤點，而超過第二十八點之規定限制速度。	1. 條文之階層建議採慣用方法，即：條/項/款/目。
一七一、施行列車防護時，其種類及方法如下： （一）第一種防護在障礙處所外方之適當地點，顯示臨時手作險阻號誌。 （二）第二種防護在列車後部，顯示臨時手作險阻號誌。	一七一、施行列車防護時，其種類及方法如下： （一）第一種防護在障礙處所外方一百公尺以上之適當地點，顯示臨時手作險阻號誌。 （二）第二種防護在列車後部，顯示臨時手作險阻號誌。	1. 列車防護訂出 100 公尺，由於定在上位的要點內，一方面阿里山之山區內實際操作可能不易，再則明定一 100 公尺則較無彈性，建議應給予保守的用語，並將實際操作方式明定於操作流程（三階文件）或表單（四階文件）內。

修正方向	現行條文	說明
第五章 行車事故之處理 第二節 列車事故 一七三、列車運轉中<u>當接獲通知火災發生或疑似火災</u>時，應即停車作滅火之措施，如火勢難予撲滅時，應即將著火車輛摘放與其他車輛隔離<u>適當距離</u>，再為消防救災措施。	第五章 行車事故之處理 第二節 列車事故 一七三、列車運轉中發生火災時，應即停車作滅火之措施，如火勢難予撲滅時，應即將著火車輛摘放與其他車輛隔離五十公尺以上，再為消防救災措施。	- 文中應進階說明「火災」之定義，因為有可能火災發生當下不會即時得知，因此建議可修正為：當接獲通知火災發生或疑似火災。 - 隔離 50 公尺之說明在山區操作不易，在緊急情況下可能操作上接近 50 公尺但實際卻未達 50 公尺時，會有違反規定之疑慮，建議應採保守描述，並將實際操作方式明定於操作流程（三階文件）或表單（四階文件）內。
一七四、列車在運轉中，機車故障時，乘務員應視故障情形即時請求救援列車，並儘速修理，以免影響其他列車。 <u>前項之修復時間，輕微者應於 10 日內修復，嚴重者應於 30 日內修復。</u>	一七四、列車在運轉中，機車故障時，乘務員應視故障情形即時請求救援列車，並儘速修理，以免影響其他列車。	- 條文中說明儘速修理，建議另指引參照到相對應的毀損程度以及修復的時限為何。 - 本研究暫時將修復時間設定為輕微者 10 日內、嚴重者 30 日內完成（需依森鐵實際情形修正）。

資料來源：本研究整理

6.3.2 緊急應變

經研析森鐵「鐵-11 緊急應變標準作業程序」規章，本研究共提出 6 項因應列車出軌的緊急應變程序修正方向，詳如表 6-12 所示。

表 6-12 鐵-11 緊急應變標準作業程序

修正方向	現行條文	說明
1. <u>(待林管處協助製作三階流程圖與四階表單文件)</u> 2. <u>(待林管處協助將所有附表進行 ISO 文件編號)</u>	無	1. 本文中參照到其他品質文件時，建議將文件編號與文件名稱一併寫出。 2. 緊急應變之通報操作中，由於單位與對象均較多，因此建議要發展為流程圖。 3. 本文中多次使用到「立即」之用語，由於有刻不容緩之含意，建議在上位之文件中應採保守用語，並將實際要在多久時限內之規定明定於操作流程（三階文件）或表單（四階文件）內。 4. 建議所有品質文件中所提及對應到之表格，均要與本文一樣有其 ISO 文件編號。 5. 應將文件之參考文件、法規與程序在整份文件說明之前列出，以作為後續進版精進時，作為參考依據。
貳、啟動緊急救難機制 三、各任務組立即展開緊急救難作業： （一） 工作小組 2. 事故原因不明顯及重大事故： (1) 保持現狀：乘務人員及現場有關主管應儘量保	貳、啟動緊急救難機制 三、各任務組立即展開緊急救難作業： （一） 工作小組 2. 事故原因不明顯及重大事故： (1) 保持現狀：乘務人員及現場有關主管應儘量保	1. 建議可將拍照之實際操作方式明定於操作流程（三階文件）或表單（四階文件）內，如：拍照時應以事故為中心，由遠而近、螺旋方式拍

修正方向	現行條文	說明
持現狀，如確需變更現狀，應將現場有關狀況繪製略圖，拍照並詳載有關肇事情形及說明，俾供調查研判原因之依據。 <u>[建議此處補述說明拍照作業可參考拍攝建議操作方式進行]</u> 。	持現狀，如確需變更現狀，應將現場有關狀況繪製略圖，拍照並詳載有關肇事情形及說明，俾供調查研判原因之依據。	照，且數位相片之照片序號不要刪除，避免序號中斷，引發不必要之聯想。
貳、啟動緊急救難機制 三、各任務組立即展開緊急救難作業： （一） 工作小組 2. 事故原因不明顯及重大事故： （4）屬重大行車事故之情況依照「阿里山森林鐵路行車事故責任鑑定委員會設置要點」規定如下： 甲、鐵路因行車事故致路線中斷，無法於二小時內恢復通車者。 乙、鐵路行車事故，不論發生原因為何，一但造成人員死亡或重傷者。。 丙、鐵路因行車事故致旅客在站間滯留超過一小時或隧道內滯留超過半小時，無法執行有效救援措施者。	貳、啟動緊急救難機制 三、各任務組立即展開緊急救難作業： （一） 工作小組 2. 事故原因不明顯及重大事故： （4）屬重大行車事故之情況依照「阿里山森林鐵路行車事故責任鑑定委員會設置要點」規定如下： 甲、鐵路因行車事故致路線中斷，無法於八小時內恢復通車者。 乙、鐵路行車事故，不論發生原因為何，一但造成人員死亡或重傷者。。 丙、鐵路因行車事故致旅客在站間滯留超過四小時或隧道內滯留超過半小時，無法執行有效救援措施者。	1. 此處描述時間範圍「八小時」與「四小時」者，與「標-14 行車事故責任鑑定委員會設置要點」規定之「二小時」及「一小時」明顯不同，建議確認後修正。
貳、啟動緊急救難機制 三、各任務組立即展開緊急救難作業： （一） 工作小組 3. 依「交通部災害緊急通報作業要點」，將事故資訊報告林務局轉交通部核備。 <u>前項作業應每年定期確認「交通部災害緊急通報作業要點」是否有修正。</u>	貳、啟動緊急救難機制 三、各任務組立即展開緊急救難作業： （一） 工作小組 3. 依「交通部災害緊急通報作業要點」，將事故資訊報告林務局轉交通部核備。	1. 應定期主動確認參照條文是否修正。
貳、啟動緊急救難機制 三、各任務組立即展開緊急救難作業： （四）通報	貳、啟動緊急救難機制 三、各任務組立即展開緊急救難作業： （四）通報	1. 原條文將通報聯絡對象姓名與手機一併呈現，建議僅說明聯絡單位

修正方向	現行條文	說明
<u>前項作業請參考次階文件之聯絡對象與電話清單，並每月確認聯絡清單之電話是否正確。</u>		即可，有關詳細的聯絡對象與電話，明定於操作流程（三階文件）或表單（四階文件）內。 2. 承上，要定期確認聯繫單位窗口之電話，如一個月確認一次之運作機制。
<u>附表五：聯絡電話一覽表前項作業可依事故等級，透過簡訊系統發送簡訊給不同之聯繫群組</u>	附表五：聯絡電話一覽表	1. 附中針對通報的對象，建議可以建置一分群簡訊系統，依據不同的嚴重等級納入不同之對象，將群組建立好後便可即時發送訊息告知。

資料來源：本研究整理

6.3.3 事故調查

經研析森鐵「標-14 行車事故責任鑑定委員會設置要點」與「標-18 重大行車事故調查標準作業程序」規章，本研究共提出 8 項修正方向，詳如表 6-13 及表 6-14 所示。

表 6-13 標-14 行車事故責任鑑定委員會設置要點

修正方向	現行條文	說明
<u>一般正常情況下，事故之調查由（待林管處確認條文後填入）進行</u>	無	1. 建議可於整份文件之前，說明一般正常情況下之事故調查由誰來進行。
一、行政院農業委員會林務局嘉義林區管理處（以下簡稱本處）為查明行車事故原因釐清責任歸屬，制訂防止對策避免類似情形再發生，確保行車安全，特設行車事故責任鑑定委員會（以	一、行政院農業委員會林務局嘉義林區管理處（以下簡稱本處）為查明行車事故原因釐清責任歸屬，制訂防止對策避免類似情形再發生，確保行車安全，特設行車事故責任鑑定委員會（以	1. 原條文主要說明「行車事故」，建議補述「非行車事故」與「異常事件」可參照的規章程序。

修正方向	現行條文	說明
下簡稱本會)。 <u>若為非行車事故與異常事件者，可依(待林管處確認條文後填入)辦理</u>	下簡稱本會)。	
五、遇有重大事故應召開委員會議： (一)鐵路因行車事故致路線中斷，無法於 <u>二</u> 小時內恢復通車者。 (二)鐵路行車事故，不論發生原因為何，一旦造成人員死亡或重傷者。 (三)鐵路因行車事故致旅客在站間滯留超過 <u>一</u> 小時或隧道內滯留超過半小時，無法執行有效救援措施者。	五、遇有重大事故應召開委員會議： (一)鐵路因行車事故致路線中斷，無法於二小時內恢復通車者。 (二)鐵路行車事故，不論發生原因為何，一旦造成人員死亡或重傷者。 (三)鐵路因行車事故致旅客在站間滯留超過一小時或隧道內滯留超過半小時，無法執行有效救援措施者。	1. 此處描述時間範圍「二小時」與「一小時」者，與「鐵-11 緊急應變標準作業程序」規定不同，建議確認後修正。

資料來源：本研究整理

表 6-14 標-18 重大行車事故調查標準作業程序

修正方向	現行條文	說明
<u>(待林管處進板修正說明內之建議項目)</u>	無	- 應將文件之參考文件、法規與程序在整份文件說明之前列出，以作為後續進版精進時，作為參考依據。 「行車事故調查標準作業程序」主要依據為行車規則 122-1 條；「行車事故責任鑑定委員會設置要點」主要依據的則時間範圍限制。上述兩者之標準不同，建議能參照同一規定。 - 應有非行車事故所對應之調查標準作業程序。

修正方向	現行條文	說明
3.2 乘務員包含車長、正副駕駛、守車乘務員及辦理軔機、隨車維修、服務之值勤人員。搶修人員包含行車事故責任調查委員會工作小組成員，應依本作業程序進行事故資料、收集、及詳細記錄等工作。 <u>有關上述之車長、正副駕駛、守車乘務員，可參考「規1-行車實施要點」內之定義</u>	3.2 乘務員包含車長、正副駕駛、守車乘務員及辦理軔機、隨車維修、服務之值勤人員。搶修人員包含行車事故責任調查委員會工作小組成員，應依本作業程序進行事故資料、收集、及詳細記錄等工作。	1. 將人員角色定義釐清，以便後續各角色可以明定其負責之作業內容。
4.1.1 駕駛或列車長應儘速停車，將事故列車緊軔，作事故列車安全防護，檢查事故車輛損壞情形，再分別向車長及車庫報告。	4.1.1 駕駛或列車長應立即停車，將事故列車緊軔，作事故列車安全防護，檢查事故車輛損壞情形，再分別向車長及車庫報告。	1. 本文中使用到「立即」之用語，由於有刻不容緩之含意，建議在上位之文件中應採保守用語，並將實際要在多久時限內之規定明定於操作流程（三階文件）或表單（四階文件）內。
4.1.3 駕駛之處理項目包括有： <u>紀錄事故車輛、事故時間、地點，另外應在檢查事故車輛與移至安全地點前，儘可能協助保持事故車輛與現場不受到破壞。</u>	4.1.3 駕駛應保持現場完整，紀錄事故車輛、事故時間、地點。	1. 原條文說明駕駛應保持現場完整，惟實際上可能有其困難處，因此改為駕駛可處理的項目。 2. 因為車輛在確認後會移動到安全地點，因此說明協助儘可能協助事故車輛與現場不受到破壞。
4.1.5 <u>經授權之人員方可檢查行車紀錄器。</u>	4.1.5 檢查行車紀錄器。	1. 有關行車記錄器，涉及到證據的保全，因此僅有被授權者方可檢查與取得。
4.1.6 乘務員或搶修隊應現場拍照事故車輛，紀錄搶修事故時間、地點、過程。 <u>前項拍照作業，可參考拍攝</u>	4.1.6 乘務員或搶修隊應現場拍照事故車輛，紀錄搶修事故時間、地點、過程。	1. 建議可將拍照之實際操作方式明定於操作流程（三階文件）或表單

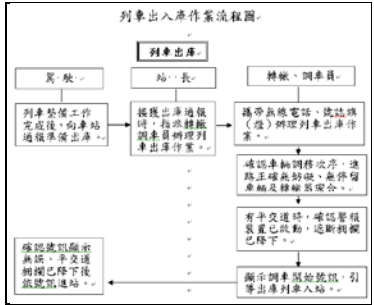
修正方向	現行條文	說明
<u>建議進行。</u>		(四階文件)內，如：拍照時應以事故為中心，由遠而近、螺旋方式拍照，且數位相片之照片序號不要刪除，避免序號中斷，引發不必要之聯想。
4.2.6 <u>被授權者方可讀取行車紀錄器影像資料，同時並嚴禁外流。</u>	4.2.6 讀取行車紀錄器影像資料。	1. 取得行車紀錄器影像後，建議標註不可外流。
4.3.2 <u>事故地點路線維修資料應予保存，且不得修改。</u>	4.3.2 事故地點路線維修資料。	1. 維修紀錄為重要證物，在蒐集後應予以保存，且避免遭人篡改。

資料來源：本研究整理

6.3.4 乘務作業

經研析森鐵「標-01 阿里山森林鐵路站務標準作業程序」規章，本研究共提出 2 項修正方向，詳如表 6-15 所示。

表 6-15 標-01 阿里山森林鐵路站務標準作業程序

修正方向	現行條文	說明
<u>(待林管處協助將所有附表進行 ISO 文件編號)</u>	無	1. 品質文件中所對應之表格與附件，均要有其 ISO 文件編號。
1. <u>(待林管處修正平交道作業項目之圖文一致性問題)</u>	程序編號：004 列車出入庫調車標準作業程序 6.0 附件：列車出入庫作業流程圖。 	1. 列車出庫與列車入庫作業程序中，駕駛在確認平交道作業項目無法在本文中有對照，建議可於本文中修正。
阿里山森林鐵路車長備品	阿里山森林鐵路車長備品	1. 確保各項設備之

修正方向	現行條文	說明
攜帶（查核）表 12 預備乾電池、手電筒燈泡、無線電對講機備用電池 <u>照相機電池、攝影機電池、遙控器電池。</u>	攜帶（查核）表 12 預備乾電池、手電筒燈泡、無線電對講機備用電池。	電池有電。

資料來源：本研究整理

6.3.5 養護作業

經研析森鐵「規-10 軌道、橋隧檢查養護作業規定」與「標-13 阿里山森林鐵路路線養護標準」規章，本研究共提出 8 項修正方向，詳如表 6-16 與表 6-17 所示。

表 6-16 規-10 軌道、橋隧檢查養護作業規定

修正方向	現行條文	說明
1. <u>（待林管處確認表單保存期限後填入）</u> 2. <u>（待林管處協助將所有附表進行 ISO 文件編號）</u>	無	1. 避免表單被銷毀。 2. 品質文件中所對應之表格與附件，均要有其 ISO 文件編號。
軌道檢查：由嘉義林區管理處鐵路管理課成立檢查小組辦理，每年檢查一次以上，每季（三個月）由監工區主任檢查一次以上，每月由監工區工務長檢查一次以上。 <u>茲將前項作業之週期與檢查內容說明如下：</u> <u>月檢：（待林管處確認填入）</u> <u>季檢：（待林管處確認填入）</u> <u>年檢：（待林管處確認填入）</u>	軌道檢查：由嘉義林區管理處鐵路管理課成立檢查小組辦理，每年檢查一次以上，每季（三個月）由監工區主任檢查一次以上，每月由監工區工務長檢查一次以上。	1. 說明不同週期之檢查項目與內容。
八十三、軌道檢查項目如下： （一）軌道：軌距、高低、方向、水平、平面性、鋼軌、道釘、扣件、軌枕、軌道接頭、道碴等。 （二）道岔：軌距、高低、	八十三、軌道檢查項目如下： （一）軌道：軌距、高低、方向、水平、平面性、鋼軌、道釘、扣件、軌枕、軌道接頭、道碴等。 （二）道岔：軌距、高低、	1. 檢查項目要有標準之參考數值，建議可予以明定於操作流程（三階文件）或表單（四階文件）內。 2. 本項作業可減少

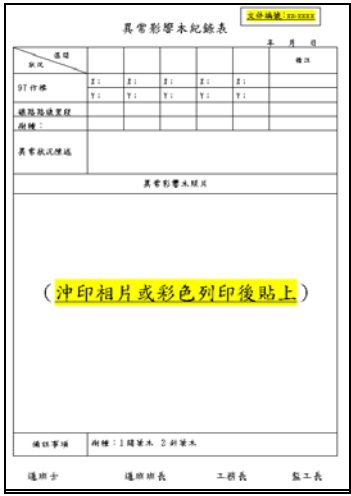
修正方向	現行條文	說明
方向、水平、鋼軌、道釘、扣件、軌枕、尖軌靠密性、道碴等。 (三) 平交道：鋼軌、防護設施、平交道板、路面、噴泥等。 (四) 鋼梁橋軌道：鋼軌、扣件、軌枕、鉤頭螺栓、護軌、軌枕墊板、護木等。 <u>前項檢查作業中各項目之標準數值可參閱(待林管處訂出下階文件後填入)。</u>	方向、水平、鋼軌、道釘、扣件、軌枕、尖軌靠密性、道碴等。 (三) 平交道：鋼軌、防護設施、平交道板、路面、噴泥等。 (四) 鋼梁橋軌道：鋼軌、扣件、軌枕、鉤頭螺栓、護軌、軌枕墊板、護木等。	軌道超高未符規定之情形、確保道釘扣件均安裝正常、道碴量正常，扣壓力足。
八十四、軌道檢查結果：檢查完畢後，應將檢查情形，填製軌道檢查紀錄表編訂成冊存查外，並按輕重緩急情況限期改善。 <u>前項作業有關限期改善者，授權由(待林管處確認後填入)決定其嚴重程度。有關輕重緩急之分類以及對照之改善期限，則依(待林管處發展下階文件後填入)辦理。</u>	八十四、軌道檢查結果：檢查完畢後，應將檢查情形，填製軌道檢查紀錄表編訂成冊存查外，並按輕重緩急情況限期改善。	1. 確認由誰決定輕重緩急，再依據程度確認改善之期限。 2. 有關輕重緩急之分類以及對照之改善期限者，則可明定於操作流程(三階文件)或表單(四階文件)內。 3. 本條文明定決策者以及改善期限，避免陷於灰色地帶無人管轄、無法釐清之虞。

資料來源：本研究整理

表 6-17 標-13 阿里山森林鐵路路線養護標準

修正方向	現行條文	說明
1. <u>檢查作業中各項目之標準數值可參閱(待林管處訂出下階文件後填入)。</u> 2. <u>(待林管處協助將所有附表進行 ISO 文件編號)</u>	無	1. 檢查項目要有標準之參考數值，建議可予以明定於操作流程(三階文件)或表單(四階文件)內。 2. 品質文件中所對應之表格與附件，均要有其 ISO

修正方向	現行條文	說明
		文件編號。 3. 本項作業可減少軌道超高未符規定之情形、確保道釘扣件均安裝正常、道碴量正常，扣壓力足。
程序編號：002 程序名稱：抽換道碴標準作業程序 4.3.3 施工後檢查 當抽換道碴完成後應檢查軌道軌距、方向、高低、水平，並全面砸道，<u>每日檢視軌道狀況，並依（待林管處制定下階文件後填入）規定解除慢行恢復正常行駛速度。</u> <u>需要開行之試運轉列車，確保正常載客。</u>	程序編號：002 程序名稱：抽換道碴標準作業程序 4.3.3 施工後檢查 (1) 當抽換道碴完成後應檢查軌道軌距、方向、高低、水平，並全面砸道，數日後再視軌道狀況，逐步解除慢行恢復正常行駛速度。	1. 將「數日」與「逐步」之用詞予以量化，避免認知的不同的疑慮。細節規定建議明定於操作流程（三階文件）或表單（四階文件）內。 2. 抽換道碴完成後，若需要開行試運轉列車，建議可明定於作業程序中。
程序編號：006 程序名稱：朝巡標準作業程序 6.0 附件：朝巡作業流程圖、森林鐵路祝山及神木線兩側影響木巡視及調查原則圖 <u>（待林管處將朝巡作業流程圖之影響木以及開車流程修正後填入）</u>	程序編號：006 程序名稱：朝巡標準作業程序 6.0 附件：朝巡作業流程圖、森林鐵路祝山及神木線兩側影響木巡視及調查原則圖	1. 現行流程下，容易有影響木有異常時仍可開車之誤解，待修正後擬將影響木與開車相互連結，流程不致造成誤解。

修正方向	現行條文	說明
異常影響木紀錄表 	異常影響木紀錄表 	- 補述照片呈現之方式，如沖印或彩色列印後貼上。 - 品質文件中所對應之表格與附件，均要有其 ISO 文件編號。

6.3.6 列車運轉作業

經研析森鐵「標-02 列車運轉作業程序」、「標-05 動力車駕駛人員須知」與「標-08 行車超速查核與處理須知」規章，本研究共提出 6 項修正方向，詳如表 6-18~表 6-20 所示。

表 6-18 標-02 列車運轉作業程序

修正方向	現行條文	說明																																
十八、 速度控制： （一） 限速規定（公里/小時）：蒸汽火車最高限速每小時 18 公里，其餘車種限速依「 <u>規-01 行車實施要點</u> 」第二八條。	十八、 速度控制： （一） 限速規定（公里/小時）：蒸汽火車最高限速每小時 18 公里，其餘車種限速規定如下 <table><tr><th>起訖站</th><th>直線最高速度</th><th>曲線最高速度</th><th>備註</th></tr><tr><td>嘉義 北門</td><td>30</td><td>28</td><td></td></tr><tr><td>北門 竹崎</td><td>45</td><td>40</td><td></td></tr><tr><td>竹崎 二萬坪</td><td>25</td><td>22</td><td></td></tr><tr><td>二萬坪 阿里山</td><td>25</td><td>18</td><td></td></tr><tr><td>阿里山 祝山</td><td>20</td><td>18</td><td></td></tr><tr><td>阿里山 眠月</td><td>20</td><td>18</td><td></td></tr><tr><td>阿里山 水山神木</td><td>20</td><td>18</td><td></td></tr></table> 註：各區段直線運轉速度得誤差百分之十以內。	起訖站	直線最高速度	曲線最高速度	備註	嘉義 北門	30	28		北門 竹崎	45	40		竹崎 二萬坪	25	22		二萬坪 阿里山	25	18		阿里山 祝山	20	18		阿里山 眠月	20	18		阿里山 水山神木	20	18		1. 速度限制引述參考「規 1-行車實施要點」，避免日後修改掛一漏萬之情形發生。
起訖站	直線最高速度	曲線最高速度	備註																															
嘉義 北門	30	28																																
北門 竹崎	45	40																																
竹崎 二萬坪	25	22																																
二萬坪 阿里山	25	18																																
阿里山 祝山	20	18																																
阿里山 眠月	20	18																																
阿里山 水山神木	20	18																																

表 6-19 標-05 動力車駕駛人員須知

修正方向	現行條文	說明
十六、駕駛人員應力求列車運轉準時及行車平穩。 <u>前項駕駛速度限制依「規-01」第二八條、超速罰則依「標-08」參、行車超速處理規定辦理。</u>	十六、駕駛人員應力求列車運轉準時及行車平穩。	1. 除平穩駕駛外，另引述「規-01」之速限規定以及「標-08」之超速罰則，力求司機員遵守速限勿超速。

表 6-20 標-08 行車超速查核與處理須知

修正方向	現行條文	說明																																
一、 本須知依「 <u>規-01 阿里山森林鐵路行車實施要點</u> 」第二章【運轉】第三節【列車運轉速度】規定訂定之。	一、 本須知依阿里山森林鐵路行車實施要點第二章【運轉】第三節【列車運轉速度】規定訂定之。	1. 本文中參照到其他品質文件時，一併將文件編號與文件名稱寫出。																																
二、 本須知所稱行車超速指超出下列各款列車運轉速度者： (一) 以柴油機車或柴油客車為動力之列車最高運轉速度規定依「 <u>規-01 行車實施要點</u> 」第二八條。	二、 本須知所稱行車超速指超出下列各款列車運轉速度者： (一) 以柴油機車或柴油客車為動力之列車最高運轉速度規定如下表： <table border="1"><thead><tr><th>起訖站</th><th>直線最高速度</th><th>曲線最高速度</th><th>備註</th></tr></thead><tbody><tr><td>嘉義 北門</td><td>30</td><td>28</td><td></td></tr><tr><td>北門 竹崎</td><td>45</td><td>40</td><td></td></tr><tr><td>竹崎 二萬坪</td><td>25</td><td>22</td><td></td></tr><tr><td>二萬坪 阿里山</td><td>25</td><td>18</td><td></td></tr><tr><td>阿里山 祝山</td><td>20</td><td>18</td><td></td></tr><tr><td>阿里山 眠月</td><td>20</td><td>18</td><td></td></tr><tr><td>阿里山 水山神木</td><td>20</td><td>18</td><td></td></tr></tbody></table> 註：各區段直線運轉速度得誤差百分之十以內。 前項最高運轉速度包括牽引及推進速度。	起訖站	直線最高速度	曲線最高速度	備註	嘉義 北門	30	28		北門 竹崎	45	40		竹崎 二萬坪	25	22		二萬坪 阿里山	25	18		阿里山 祝山	20	18		阿里山 眠月	20	18		阿里山 水山神木	20	18		1. 速度控制建議可引述參考「 <u>規-01 行車實施要點</u> 」，避免日後修改掛一漏萬之情形發生。
起訖站	直線最高速度	曲線最高速度	備註																															
嘉義 北門	30	28																																
北門 竹崎	45	40																																
竹崎 二萬坪	25	22																																
二萬坪 阿里山	25	18																																
阿里山 祝山	20	18																																
阿里山 眠月	20	18																																
阿里山 水山神木	20	18																																
	十三、 車速紀錄紙上最大超速點其前後 4 分鐘共 8 分鐘之平均速度為檢核超速之列車運轉速度。	1. 此處採均值方式來衡量超速的用法與慣用方式不太一樣，建議可再																																

修正方向	現行條文	說明
		確認。
十四、 第 1 級行車超速駕駛依下列各款處理： (三) 教育課程內容包括：行車實施要點、列車運轉作業程序、動力車駕駛人員須知、 <u>行車超速查核與處理須知</u> 。 <u>前項作業應儘量了解司機員超速的原因與動機。</u>	十四、 第 1 級行車超速駕駛依下列各款處理： (三) 教育課程內容包括：行車實施要點、 <u>平交道防護設施須知</u> 、列車運轉作業程序、動力車駕駛人員須知、 <u>乘務員守則及無線電指認呼喚應答規定</u> 。	1. 再教育的內容中，若與超速無關者建議刪除。 2. 建議可於條文內明定應了解司機員超速的原因背景。

6.4 小結

森鐵在 2012 年通過 ISO9001:2008 版之認證時，即具備完整的規章體系架構，因此本研究係以精益求精之精神，採用嚴格標準來檢視其品質文件可能存在的疑慮或者可精進之處，例如：明確標示文件中之「主詞」與「受詞」、描述用語之量化、法律層級用語、品質文件之第三階流程圖與第四階表單製作...等面向，其討論結果可供未來森鐵在進行品質文件規章修正時，作為修正方向之參考依據。

第七章 年度安全報告精進與法規修正建議

鑑於組織改造後成立鐵道局要能落實以「安全績效」為基礎的鐵路安全管理制度，因此必須要先建立提送年度安全管理報告之機制。緣此，為使國內鐵路營運業者（目前適用對象為城際鐵路及專用鐵路，尚未包含捷運系統）每年提送之年度安全管理報告有既定的格式，本研究檢視國外安全管理報告之指引手冊（Guideline）以及國內相關法規要求，擬定一份適用於國內鐵路營運業者之年度安全管理報告撰寫指引及檢核表，希望透過內容與方向上的制定，協助各鐵路營運業者能有參考依據，而鐵路監理機構亦可便於管理。

此外，為能強化鐵路安全品質管理等相關制度之具體可行方案及相關配套措施，本研究亦透過專家座談及工作會議之討論，對鐵路安全管理相關法規之內容進行討論，並將法規可行之修正方向提出建議，供後續修法時參閱。

7.1 法源依據

以下分別摘錄適用於年度安全管理報告之法規條文，包含有：「鐵路法」、「地方營民營及專用鐵路監督實施辦法」、「鐵路行車規則」、「大眾捷運法」及「大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法」，說明如下。

7.1.1 鐵路法

「鐵路法」第 56-5 條規範如下：

鐵路機構對於鐵路運轉中發生之事故及異常事件，應蒐集資料及調查研究發生原因，採取適當之預防及改進措施，備供交通部查驗。交通部應聘請專家調查重大事故之發生經過及其發生原因，並視調查需要，請鐵路機構或相關行車人員說明，及配合提出行車紀錄、設施、設備等相關資料及物品。鐵路機構應根據前一年度之事故及異常事件

檢討結果，於每年第一季結束前，向交通部提出當年度安全管理報告；其報告內容應包括下列事項：

1. 鐵路機構營運之安全理念及目標。
2. 安全管理之組織架構及實施方式。
3. 為確保及提升營運安全所採取或擬採取之措施。
4. 事故與異常事件之檢討及預防措施。
5. 其他與營運安全有關之重要事項。

7.1.2 地方營民營及專用鐵路監督實施辦法

「地方營民營及專用鐵路監督實施辦法」第 43 條規範如下：

地方營及民營鐵路機構應根據前一年度之事故及異常事件檢討結果，於每年第一季結束前，向交通部提出當年度安全管理報告；其報告內容應包括下列事項：

1. 鐵路機構營運之安全理念及目標。
2. 安全管理之組織架構及實施方式。
3. 為確保及提升營運安全所採取或擬採取之措施。
4. 事故與異常事件之檢討及預防措施。
5. 其他與營運安全有關之重要事項。

7.1.3 鐵路行車規則

行車事故依其所致傷亡人數、財產損失及影響正線運轉結果，分為重大行車事故、一般行車事故與行車異常事件，規範如下：

1. 「鐵路行車規則」第 122-1 條

重大行車事故包括有以下兩項：

- (1) 列車或車輛於正線發生衝撞、出軌或火災。
- (2) 因列車或車輛運轉造成死亡或 3 人以上重傷之事故。

2. 「鐵路行車規則」第 122-2 條

一般行車事故包括有以下 4 項：

- (1) 列車或車輛於側線發生衝撞、出軌或火災。
- (2) 列車或車輛於平交道與道路車輛或行人發生衝撞或碰撞
- (3) 因列車或車輛運轉造成人員受傷之事故。
- (4) 因列車或車輛運轉且非因天然災變造成設備或結構物新臺幣 150 萬元以上之損害，或 1 小時以上之運轉中斷。

3. 「鐵路行車規則」第 122-3 條

鐵路行車異常事件包括有以下 17 項：

- (1) 列車或車輛分離：指列車或車輛非因正常作業所致之分離。
- (2) 進入錯線：指列車或車輛進入錯誤軌道，或於應停止運轉之工程或維修作業區間內運轉。
- (3) 冒進號誌：指列車或車輛停於顯示險阻號誌之號誌機內方或通過未停。
- (4) 列車或車輛溜逸：指列車或車輛未經駕駛員或相關人員操作控制、或錯誤操作之移動。
- (5) 違反閉塞運轉：指列車進入未辦理閉塞區間。
- (6) 違反號誌運轉：指列車或車輛未依號誌指示運轉。
- (7) 號誌處理錯誤：指人員錯誤操作號誌裝置或應操作而未操作。
- (8) 車輛故障：指車輛之動力、傳動、行走、連結、集電設備、車門、軔機、車體或其他裝置等發生故障、損壞或功能異常等影響運轉之情事。
- (9) 路線障礙：指土木結構物或軌道設備發生損壞、變形或功能異常致影響列車正常運轉之情事。

- (10) 電力設備故障：指變電站設備、電車線設備、電力遙控設備及其他附屬裝置等發生故障、損壞或功能異常致影響列車正常運轉之情事。
- (11) 運轉保安裝置故障：指列車自動控制裝置、聯鎖裝置、行車控制裝置、軌道防護裝置、轉轍裝置、列車偵測裝置、號誌顯示裝置、冒進防護裝置、災害偵測裝置及其附屬設備發生故障、損壞或功能異常致影響列車正常運轉之情事。
- (12) 外物入侵：指人員或外物侵入鐵路路權範圍、破壞鐵路設備、擱置障礙物或其他行為，致影響列車或車輛正常運轉之情事。
- (13) 危險品洩漏：指瓦斯、火藥或其他危險品從列車或車輛顯著洩漏之情事。
- (14) 駕駛失能：指駕駛人員於駕駛列車或車輛過程中，因身心健康因素，致無法安全駕駛或完成勤務之情事。
- (15) 天然災變：指強風、豪大雨、洪水、地震等其他自然異常現象，致影響列車正常運轉之情事。
- (16) 列車取消：指前列各款以外之事件，造成未依規定或未經核准取消時刻表訂列車班次之情事。
- (17) 其他事件：指前列各款以外，經交通部認定之情事。

7.1.4 大眾捷運法

1. 「大眾捷運法」第 28 條規

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，以及便於身心障礙者行動與使用之無障礙運輸服務，報請地方主管機關核定，並核轉中央主管機關備查。

2. 「大眾捷運法」第 39 條

大眾捷運系統營運機構，遇有行車上之重大事故，應立即通知地方及中央主管機關，並隨時將經過及處理情形報請查核；其一般行車事故，亦應按月彙報。

7.1.5 大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法

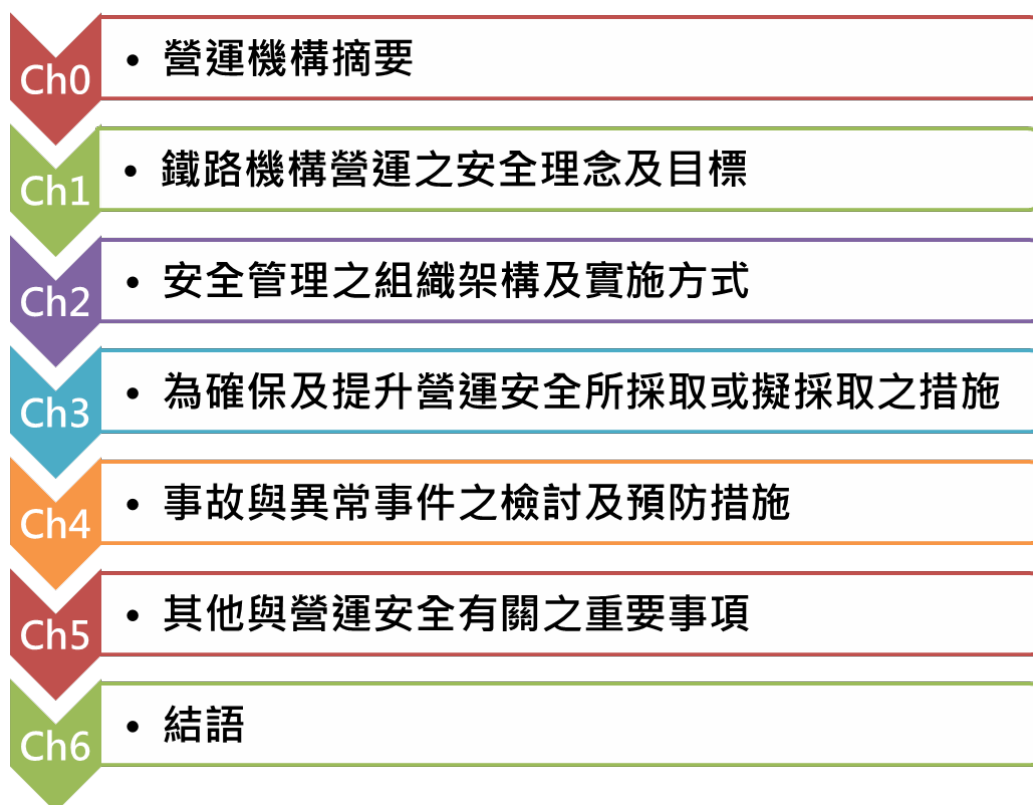
「大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法」第 3 條規範如下：

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。

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

7.2 年度安全管理報告精進

上一節之法規中，「鐵路法」與「地方營民營及專用鐵路監督實施辦法」要求鐵路營運業者向交通部提出年度安全管理報告之規定，其適用對象包括有：臺鐵、高鐵、森鐵及糖鐵，另「大眾捷運法」及「大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法」雖尚未規範到年度安全管理報告，但仍可參閱其安全相關指標之說明。本研究即以上述法規要求為基礎，擬定如圖 7.1 之章節安排，相關撰寫指引及各部份之檢核表則於 7.2.1~7.2.8 說明。



資料來源：本研究繪製

圖 7.1 章節目錄安排示意圖

7.2.1 封面及目錄

封面內容應包含有：營運機構名稱、年度說明、報告名稱、提送單位、提送報告日期；另目錄內容應包含有：章節目錄、圖表目錄，說明如下。

1. 封面

鐵路機構年度安全管理報告書應有其報告封面，內容應含年度、報告名稱、鐵路主管機關、鐵路營運機構及提送報告年月，另亦可附上具代表性之照片或圖案。

2. 目錄

除對應之章節目錄外，報告中的圖表建議應予編號，以便此處納入圖目錄與表目錄，如圖 7.2 所示。

- (1) 章節圖表目錄：要確認章節與圖表均有對照之目錄，且互相對應之頁碼均正確。
- (2) 章節標題編碼方式：建議章採「字體法」表示，節採「十進位法」表示。
- (1) 目錄頁碼編號方式：建議分為兩個部份，第一部份目錄本身編碼採羅馬數字編號（I, II, III, ...）；第二部份對應到章節的編碼則為阿拉伯數字編號（1, 2, 3, ...）。

目錄.....	I
圖目錄.....	II
表目錄.....	III
摘要.....	IV
第一章 章標題.....	1
1.1 第一層子標題.....	2
1.2 第一層子標題.....	3
第二章 章標題.....	4
2.1 第一層子標題.....	5
2.2 第一層子標題.....	6
參考文獻.....	7
附錄	
A 第一個附錄名稱.....	8
B 第二個附錄名稱.....	9

圖 7.2 章節目錄編號建議

3. 檢核表

有關「封面及目錄」之檢核表可參閱表 7-1 所示。

表 7-1 撰寫指引檢核表-封面

檢核項目		檢核重點	確認
*	鐵路路線名稱		☐
*	年度與報告名稱		☐
	具代表性之照片或圖案		☐
*	鐵路路線主管機關	路線所有權者	☐
*	鐵路路線營運機構	若與主管機關不同（如待維修操作），則需分開描述	☐

檢核項目		檢核重點	確認
*	提送報告日期		☐
*	章節與圖表目錄	確認章節與圖表均有對照之目錄	☐
*	章節與圖表目錄對照	確認章節與圖表名稱之頁碼對照正確	☐
	章節標題編碼	建議章採「字體法」、節採「十進位法」	☐
	目錄頁碼編號	目錄本身編碼採羅馬數字編號，對應到章節的編碼則為阿拉伯數字編號	☐

附註：*表示必要項目

4. 範例

封面與目錄之完稿範例可參閱圖 7.3 所示。

阿里山森林鐵路 103 年安全管理報告資料  鐵路機構：林務局嘉義林區管理處 營運單位：臺鐵局阿里山森林鐵路管理處 中華民國 103 年 3 月		目 錄 頁 次 目 錄.....I 圖 目 錄.....III 表 目 錄.....IV 營運機構摘要.....V 第一章 鐵路機構營運之安全理念及目標.....1 1.1 安全理念內容.....1 1.2 安全績效指標項目及目標值.....1 第二章 安全管理之組織架構及實施方式.....2 2.1 安全管理組織.....2 2.2 相關安全管理規章.....3 2.3 安全管理之實施方式.....3 第三章 為確保及提升營運安全所採取或擬採取之措施.....6 3.1 上年度(102 年)安全重點措施及成果檢討.....6 3.2 本年度(103 年)安全重點措施及辦理情形.....7 3.3 未來擬採取之措施.....8 第四章 事故與事件之檢討及預防措施.....9 4.1 上年度(102 年)事故與異常事件統計.....9 4.2 上年度(102 年)特定事件摘要及預防措施.....10 4.3 上年度(102 年)特定事故摘要及安全對策.....11 4.3.1 103/07/08 出軌事故.....13 4.4 其他安全措施說明.....15
---	--	--

資料來源：阿里山森鐵處

圖 7.3 年度安全管理報告封面範例

7.2.2 [CH0]營運機構摘要

第[CH0]章節為「營運機構摘要」，其內容應包含有：主管機關單位首長資料、撰寫報告者資料、鐵路營運機構簡介及相關主管之簽核簽章，說明如下。

1. 鐵路主管機關資訊

應簡單摘述鐵路主管機關資訊，例如：首長名稱、職稱、聯絡地址、聯絡電話、E-mail 等資訊。

2. 報告撰寫單位資訊

應說明報告彙整單位（若營運機構與主管機關不同者需加註說明）、聯絡人姓名、職稱、聯絡地址、聯絡電話、E-mail 等資訊。

3. 鐵路路線簡介

應說明鐵路之主管機關、營運機構、系統別、路線長度、車站數、車輛編組、營運環境、營運現況及各種與安全相關之變動訊息。

4. 檢核表

有關「營運機構摘要」之檢核表可參閱表 7-2 所示。

表 7-2 撰寫指引檢核表-營運機構摘要

檢核項目		檢核重點	確認
*	鐵路主管機關資訊	路線所有權者	☐
*	主管機關負責人	單位最高首長	☐
*	職稱		☐
*	聯絡地址		☐
*	聯絡電話		☐
*	E-mail		☐
*	報告彙整單位	為鐵路營運機構，若與主管機關不同（如待維修操作），則需分開描述	☐
*	聯絡人姓名	實際彙整報告或對報告內容清楚者	☐
*	職稱		☐
*	聯絡地址		☐
*	聯絡電話		☐
*	E-mail		☐
*	鐵路路線簡介	說明路線之主管機關、營運機構、系統別、路線長度、車站數、車輛編組、營運環境、營運現況及各種與安全相關之變動訊息	☐

檢核項目		檢核重點	確認
*	負責人/撰寫人簽署	相關權責單位人員簽名或蓋章	☐

附註：*表示必要項目

7.2.3 [CH1]鐵路機構營運之安全理念及目標

第[CH1]章節為「鐵路機構營運之安全理念及目標」，其內容應包含有：安全理念內容、安全績效指標項目、各績效指標之目標值、各績效指標之達成率以及未能達成時之簡述說明，說明如下。

1. 安全理念內容

此處可宣達系統欲達到之安全理念，例如系統之安全目標、行動方針、安全憲章等方向。

2. 安全績效指標項目

參考「鐵路行車規則」、「地方營民營及專用鐵路監督實施辦法」、「大眾捷運法」及「大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法」，上述法規均有提到與安全相關的規定，以下依據系統別分別找出適用的指標。

(1) 城際鐵路

如臺鐵與高鐵系統，可依據「鐵路行車規則」第 122-1 條、第 122-2 條及第 122-3 條之規定，提供以下安全績效指標。

- 重大行車事故率：重大事故件數/百萬車公里。
- 一般行車事故率：一般行車事故件數/百萬車公里。
- 行車異常事件率：行車異常事件數/百萬車公里。
- 旅客死亡率：人/百萬人次。
- 旅客重傷率：人/百萬人次。
- 旅客輕傷率：人/百萬人次。

(2) 專用鐵路

如森鐵、糖鐵系統者，由於班次較少可能累計一年都無法達到百萬車公里，因此可依據「地方營民營及專用鐵路監督實施辦

法」第 40 條之規定，依據不同事故之種類，提供發生件數及旅客傷亡情形。此外，建議可一併提供年度之車公里與旅次數。

(3) 捷運系統

如臺北捷運、高雄捷運等系統，可依據「大眾捷運法」第 28 條以及「大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法」第 3 條之規定，提供以下安全績效指標。

- 事故率：含重大行車事故率(重大事故件數/百萬車公里)與一般行車事故率(一般行車事故件數/百萬車公里)。
- 犯罪率：件數/百萬延人公里。
- 傷亡率：含死亡率、重傷率與輕傷率，計算單位為人/百萬旅次。
- 檢核表。

3. 安全績效指標項目

由於各系統之間差異性之關係，明定標準與目標值實屬不易，因此採自主管理之方式由鐵路營運機構自行訂定出目標值。

4. 安全績效指標達成率

監理單位依據鐵路營運機構之目標值及年度績效來進行監理確認作業。

5. 檢核表

有關「鐵路機構營運之安全理念及目標」之檢核表可參閱表 7-3 所示。

表 7-3 撰寫指引檢核表-鐵路機構營運之安全理念及目標

檢核項目		檢核重點	確認
*	安全理念內容	安全理念、安全目標	☐
*	安全績效指標項目	若有計算公式一併顯示	☐
*	安全績效指標目標值	確認鐵路營運機構自行訂定各項績效指標之目標值	☐
*	安全績效指標達成率		☐

檢核項目		檢核重點	確認
	未達目標時之簡述或附註說明	若均達成則不用說明	☐

附註：*表示必要項目

7.2.4 [CH2]安全管理之組織架構及實施方式

第[CH2]章節為「安全管理之組織架構及實施方式」，其內容應包含有：鐵路營運機構之安全管理組織、組織架構圖、組織任務說明、重要安全管理規章、安全管理實施方式，說明如下。

1. 鐵路營運機構之安全管理組織

可說明鐵路營運機構中，有關安全管理組織之架構圖表、業務範圍、責任區分及組織變動說明。

2. 重要安全管理規章

建議可採條列清單方式，說明重要報部核可的安全規章(母法)，以及鐵路營運機構內部的實施要點或作業規定，例如：緊急應變、風險及危機管理、各機構自行認定與安全相關者。

3. 安全管理之實施方式

可說明整體安全管理實施的程序與方式。

4. 檢核表

有關「安全管理之組織架構及實施方式」之檢核表可參閱表 7-4 所示。

表 7-4 撰寫指引檢核表-安全管理之組織架構及實施方式

檢核項目		檢核重點	確認
*	安全管理組織架構	此處為營運機構之安全組織	☐
*	組織架構圖		☐
*	組織任務說明		☐
*	重要安全管理規章	由鐵路營運機構自行提列，含報部核可規章及內部重要規定	☐
*	安全管理實施方式		☐

附註：*表示必要項目

7.2.5 [CH3]為確保及提升營運安全所採取或擬採取之措施

第[CH3]章節為「為確保及提升營運安全所採取或擬採取之措施」，其內容應包含有：上年度安全重點措施及成果檢討、本年度安全重點措施及辦理情形、未來擬採取之措施，說明如下。

1. 上年度安全重點措施及成果檢討

應將上一年度欲增進整體系統營運安全而所採取之相關措施進行表列，例如：災害演習演練、車站災害防救演練、消防安衛及事故編組演練、員工安全教育訓練、外部監理等項目。此外，應將實施之次數進行簡單的統計，並對可提供改善之建議進行檢討與說明。

2. 本年度安全重點措施及辦理情形

(1) 依據上一年度的檢討來修正本年度的安全重點措施，同時說明目前辦理情形。

(2) 可依據去年度發生在其他系統之重要安全事件，檢討本系統若有類似情況的因應之道。

3. 未來擬採取之措施

(1) 短期計畫：例如建立與安全相關之首長信箱、檢討事故通報系統、重檢視危害辨識項目、危害登錄表之建立等，可於較短時間內完成的作業項目。

(2) 長期計畫：例如風險分析評量、各種風險處理等措施，可陸續安排於後續年度中完成之作業項目。

4. 檢核表

有關「為確保及提升營運安全所採取或擬採取之措施」之檢核表可參閱表 7-5 所示。

表 7-5 撰寫指引檢核表-為確保及提升營運安全所採取或擬採取之措施

檢核項目		檢核重點	確認
*	上年度安全重點措施成果檢討	參閱上年度報告進行檢討	☐

檢核項目		檢核重點	確認
*	上年度實施措施統計		☐
*	本年度安全重點措施規劃目標	除本系統既定重點外	☐
*	參酌其他鐵路系統發生重要安全事件、事故，檢討本系統因應之道		☐
*	未來擬採取之措施	可列出短中長期目標	☐

附註：*表示必要項目

7.2.6 [CH4]事故與異常事件之檢討及預防措施

第[CH4]章節為「事故與異常事件之檢討及預防措施」，其內容應包含有：上年度事故與異常事件統計、上年度特定事件檢討及預防措施、上年度特定事故檢討及安全對策、其他安全措施說明，說明如下。

1. 上年度事故與異常事件統計

- (1) 可依據上年度之重大行車事故、一般行車事故、行車異常事件，呈現分月統計數據。
- (2) 要將鐵路營運系統之曝光量資訊納入考量，使其數值具有相同之比較基準。
- (3) 可將事故每次發生之嚴重程度轉換為等效死亡後予以繪製圖表，進而取得事故的風險績效值排序圖；若鐵路系統已有導入風險管理者，則可依據危害辨識出之危害項目為依據，得到危害項目的風險績效排序圖。

2. 上年度特定事件檢討及預防措施

- (1) 針對上年度特定事件進行簡短摘要說明，由於事件為事故之領先指標，因此本節主要著重於特定事件之預防措施。
- (2) 可對各子系統進行檢討，找出特定事件之趨勢。
- (3) 若已有導入風險管理者，則一併提供其風險分析內容。

3. 上年度特定事故檢討及安全對策

針對上年度特定事故進行簡短摘要說明，未能避免再次發生同樣的事故，因此本節主要著重於特定事故之安全對策。

4. 檢核表

有關「事故與異常事件之檢討及預防措施」之檢核表可參閱表 7-6 所示。

表 7-6 撰寫指引檢核表-事故與異常事件之檢討及預防措施

檢核項目		檢核重點	確認
*	上年度事故與異常事件統計表	納入曝光量考量，同時製作統計圖表分析	☐
	提供風險績效值排序圖	已導入風險管理之系統，可提供定期風險績效值	☐
	提供風險分析過程	已導入風險管理之系統，可依據危害之發生頻率與嚴重程度找出風險等級並進行評量與處置過程	☐
*	上年度特定事件檢討及預防措施		☐
	上年度特定事故檢討及安全對策		☐

附註：*表示必要項目

7.2.7 [CH5]其他與營運安全有關之重要事項

第[CH5]章節為「其他與營運安全有關之重要事項」，其內容應包含有：交通部指定納入之營運安全事項、其他欲說明安全相關事項，說明如下。

1. 交通部指定納入之營運安全事項

鐵路監理機構可能會有額外欲了解的營運安全事項，鐵路營運業者則可透過本章節進行說明與描述。

2. 其他欲說明安全相關事項

為使鐵路監理機構可與鐵路機構進行雙向交流，因此透過此章節可供鐵路營業者進一步提供其他資訊，例如：進行初步危害分析(PHA, Preliminary Hazard Analysis)之實際作為、事故資料庫之建立、安全實施計畫...等說明。

3. 檢核表

有關「其他與營運安全有關之重要事項」之檢核表可參閱表 7-7 所示。

表 7-7 撰寫指引檢核表-其他與營運安全有關之重要事項

檢核項目		檢核重點	確認
*	交通部指定納入之營運安全事項	若交通部無指定則不列入檢核	☐
*	其他欲說明之安全相關事項		☐

附註：*表示必要項目

7.2.8 [CH6]結語

第[CH6]章節為「結語」，本章節內容要總結本年度安全管理報告之價值，同時呼應到報告所宣告之安全理念與目標，有關「結語」之檢核表可參閱表 7-8 所示。

表 7-8 撰寫指引檢核表-結語

檢核項目		檢核重點	確認
*	回應報告之安全理念與目標		☐

附註：*表示必要項目

7.2.9 格式確認

本項目主要在確保提送之年度安全管理報告的文件品質要求，有關「格式確認」之檢核表可參閱表 7-9 所示。

表 7-9 撰寫指引檢核表-格式確認

檢核項目		檢核重點	確認
*	頁尾插入頁碼		☐
*	圖表標號參照確認		☐
*	內文格式統一		☐
*	表格跨頁標題重複		☐
*	文字校對		☐

附註：*表示必要項目

7.3 法規修正建議

本研究係延續本所「風險管理應用於鐵路運輸安全之初探」及「風險式與自主式鐵路安全管理制度之實務調查與分析」之成果，繼續推動鐵路安全風險管理之研究，用以落實鐵路系統安全管理實務以及精進年度安全管理報告，期能協助未來鐵道局辦理鐵路安全監理相關業務，同時研擬相關配套措施供其他鐵路營運機構執行風險控管與安全監理作業參考使用。

為能強化鐵路安全品質管理等相關制度之具體可行方案及相關配套措施，本研究在透過專家座談及工作會議討論後，對鐵路安全管理相關法規之內容進行研析，考量目前各鐵路及捷運營運機構之風險管理制度及執行現況不盡相同，本研究先從「鼓勵」之角度提出意見，讓鐵路營運機構能「建立機制」與「持續落實」，使各營運機構得逐步制定符合自身實務需求之風險管理機制。以下則將相關法規可行之修正方向提出建議，供後續修法時參閱。

7.3.1 捷運相關法規

茲將「大眾捷運法」與「大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法」建議修正方向說明如表 7-10 所示。

表 7-10 捷運相關法規建議修正方向

捷運相關法規原始條文	建議修正方向
無。	法令層面：

捷運相關法規原始條文	建議修正方向
	建議參考鐵路法 56-3 條，加入提送年度安全管理報告之條文，以便未來鐵道局成立時，可一併的檢視所有軌道營運機構的年度安全管理報告。 法令之外： 實際作為上，建議可頒布年度安全管理報告之撰寫指引，透過建議指引及檢核表，讓營運業者撰寫範圍不致發散。
「大捷法」28 條 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，以及便於身心障礙者行動與使用之無障礙運輸服務，報請地方主管機關核定，並核轉中央主管機關備查。 「大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法」第 3 條 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。 1. 安全：事故率、犯罪率、傷亡率。 2. 快速：班距、速率、延滯時間、準點率。 3. 舒適：加減速變化率、平均承載率、通風度、溫度、噪音。 4. 其他經中央主管機關指定之項目。	法令層面： 1. 大捷法 28 條內所提到的指標，目前是由各鐵路營運機構自行訂定，並送由地方主管機關核定。以臺北捷運為例，是提送請臺北市交通局核定，以高雄捷運為例，則提送請高雄市交通局核定。 2. 承上，目前的情形下，會有相同指標在不同捷運系統內的計算方式不同的情形。 法令之外： 1. 建議可依據「大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法」第 3 條，額外在法令層級外去明定各績效指標的計算方法與公式，以便不同鐵路營運機構能有共同的比較基準。

資料來源：本研究整理。

7.3.2 鐵路法

茲將「鐵路法」建議修正方向說明如表 7-11 所示。

表 7-11 鐵路法建議修正方向

鐵路法原始條文	建議修正方向
無。	法令層面： 建議可參考「地方營民營及專用鐵路監督實施辦法」27 條，明定置負責行車安全管理之專責組織。 法令之外： 鼓勵以專人負責之方式進行安全管理日常相關業務。
無。	法令之外： 建議可頒布年度安全管理報告之撰寫指引，透過建議指引及檢核表，讓營運業者撰寫範圍不致發散。
「鐵路法」第 16 條 鐵路興建，應依交通部核定之期限開工、竣工；因故不能於期限內開工或竣工時，應申請交通部核准展期。全路或一段工程完竣，應先報請交通部派員履勘，經核准後，始得營運。	法令之外： 建議可在履勘作業要點內，參考國外提送「安全計畫」與「保全計畫」之概念，將其視為一向「安全認證」之重要項目。此外，安全與保全的計畫，所指不僅在建設期，營運期間也應一併納入檢討。
「鐵路法」第 56-5 條 鐵路機構對於鐵路運轉中發生之事故及異常事件，應蒐集資料及調查研究發生原因，採取適當之預防及改進措施，備供交通部查驗。 交通部應聘請專家調查重大事故之發生經過及其發生原因，並視調查需要，請鐵路機構或相關行車人員說明，及配合提出行車紀錄、設施、設備等相關資料及物品。	法令層級： 參照先進國家在監理制度上之要求演變，鐵路系統從開始之安全管理進入到定性風險管理之時程約為 10 年，又定性風險管理進入到量化風險分析則又額外歷程 10 年，主要就是讓鐵路營運機構可以逐漸的調適自己對安全的要求，達到自主管理的制度。

鐵路法原始條文	建議修正方向
鐵路機構應根據前一年度之事故及異常事件檢討結果，於每年第一季結束前，向交通部提出當年度安全管理報告；其報告內容應包括下列事項： 一、鐵路機構營運之安全理念及目標。 二、安全管理之組織架構及實施方式。 三、為確保及提升營運安全所採取或擬採取之措施。 四、事故與異常事件之檢討及預防措施。 五、其他與營運安全有關之重要事項。	2. 建議待年度安全管理報告運作機制成熟後，可視適當時機將定性之「安全風險管理」要求載明於條文內。

資料來源：本研究整理。

7.3.3 鐵路行車規則

茲將「鐵路行車規則」建議修正方向說明如表 7-12 所示。

表 7-12 鐵路行車規則建議修正方向

鐵路行車規則原始條文	建議修正方向
「鐵路行車規則」第 27 條 地方營、民營鐵路機構營運，應設置負責行車安全管理之專責組織，並將該組織之職掌報請交通部核定；其變更時，亦同。	法令之外： 1. 該條文中明定要有專責組織，惟各鐵路營運單位人力編制不同，因此未必會有專人負責，有可能採兼職方式處理。 2. 鼓勵以專人負責之方式進行安全管理日常相關業務。
「鐵路行車規則」第 122-1 條 前條所稱重大行車事故，係指下列情事： 一、列車或車輛於正線發生衝撞、出軌或火災。 二、因列車或車輛運轉造成死亡或三人以上重傷之事故。 略。	法令層級： 1. 目前的定義中，只要有高度危險性的「碰撞」、「出軌」、「火災」，就定義為事故，其定義之分類方式與日系法規雷同，但與歐美系統不同。 2. 目前之分類方式中，有可能會導致不易看出真正高風險的危害。例如若在平交道有死亡事故，則會被列入「重大行車事故」，而非「平交道事故」。因此在年度風險績效上，就無法得知真正的高風險危害。
「鐵路行車規則」第 122-2 條 第一百二十二條所稱一般行車事故，係指下列情事： 一、列車或車輛於側線發生衝撞、出軌或火災。 二、列車或車輛於平交道與道路車輛或行人發生衝撞或碰撞。 三、因列車或車輛運轉造成人員受傷之事故。 四、因列車或車輛運轉且非因天然災變造成設備或結構物新臺幣一百五十萬元以上之損害，或一小時以上之運轉中斷。	3. 承上說明，建議可針對既有定義與歐美體系進行研析，重新檢討事故與事件之定義。

鐵路行車規則原始條文	建議修正方向
略。 「鐵路行車規則」第 122-3 條 鐵路行車異常事件，指列車或車輛 運轉中遇有下列情事，未造成前二 條所定行車事故者： 一、列車或車輛分離：略。 二、進入錯線：略。 三、冒進號誌：略。 四、列車或車輛溜逸：略。 五、違反閉塞運轉：略。 六、違反號誌運轉：略。 七、號誌處理錯誤：略。 八、車輛故障：略。 九、路線障礙：略。 十、電力設備故障：略。 十一、運轉保安裝置故障：略。 十二、外物入侵：略。 十三、危險品洩漏：略。 十四、駕駛師能：略。 十五、天然災變：略。 十六、列車取消：略。 十七、其他事件：略。	

資料來源：本研究整理。

7.4 小結

1. 年度安全管理報告

有關年度安全管理報告之精進，除了探討報告之細節內容外，亦增加有檢核表與檢核重點說明，可便於撰寫報告時，提供各章節內容之確認，而鐵路營運機構亦可持續從下述方向推動安全風險管理實務。

- (1) 高階長官持續支持與參與。
- (2) 暢通第一線人員的危害通報管道。
- (3) 確保安全管理之專責單位與專責人員。
- (4) 跨部門充分溝通並釐清權責。
- (5) 有效的評估指標。
- (6) 歷史資料記錄電子化。
- (7) 將安全程序內嵌於既有規章程序內。
- (8) 善用本所鐵路風險研究成果。
- (9) 建立國內鐵道系統的交流平台。

2. 法規修正建議

有關修法建議部份，法律層級之位階較高，除非該重要情事與安全直接相關，否則不建議直接去進行修正法律條文；實際操作上則建議在法規命令以下的層級來進行修訂，例如：規範、要點、辦法、細則...等文件。

第八章 結論與建議

本研究首先完成風險式自主式鐵路安全管理制度、安全管理制度組成要件、鐵路安全管理報告與 ISO 程序文件標準化之回顧，接著說明國外與國內鐵路業者在安全管理實務的近況，並以阿里山森林鐵路為對象，進行列車出軌事故之風險分析案例探討，同時則將防止出軌事故相關作業之標準化、文件化與程序化之品質文件進行討論與提出建議，最後則說明年度安全管理報告精進與法規修正建議之方向，茲將本研究之結論重點與建議摘述如下。

8.1 結論

8.1.1 合約項目要求

茲將合約要求工作與本研究研究成果彙整如表 8-1 所示。

表8-1 合約要求工作與本研究完成內容對照表

合約要求工作	本研究完成工作
1.參考國內外政府與鐵路運輸業者推動風險式與自主式鐵路安全管理制度之研析成果，以及國外安全管理報告案例，辦理下列事項：	分別說明如下。
(1)以系統觀點，彙整風險式與自主式鐵路安全管理制度之全貌與其組成要件。	於 2.2 節風險式、自主式鐵路安全管理制度、2.3 節安全管理制度之組成要件中說明。

合約要求工作	本研究完成工作
(2)說明安全管理報告之定位、範疇、功能與內涵，及國外鐵路運輸業者實際執行安全管理報告之檢討，與強化落實安全管理報告之經驗。	於 2.4 節鐵路安全管理報告、第七章年度安全報告精進與法規修正建議中說明。
(3)說明如何藉由安全管理報告監督鐵路業者、如何落實已陳報交通部鐵路營運監理小組之安全管理報告中重要措施、未來如何精進安全管理報告之改善措施、如何評估鐵路業者執行安全管理報告之成效、如何將安全管理報告融入監理機制與監理法規，以及如何加強與安全管理機制之聯結等實務做法。	於第七章年度安全報告精進與法規修正建議中說明。
2.以第 1 項安全管理報告與我國安全管理報告組成要件為基礎，檢視鐵路業者(由本所與合作單位研商，於臺鐵、台灣高鐵、臺北捷運、高雄捷運、林鐵與糖鐵等 6 家業者中篩選一家業者，原則以森林鐵路為優先並徵得其同意)推動安全管理報告之執行情形，即其落實安全管理之實務作業與其管理機制。	回顧國內鐵路營運業者（捷運、高鐵、臺鐵局、糖鐵與森鐵）後，已優先徵求阿里山森鐵處之意願，並在工作會議中達成共識後，以阿里山森鐵作為本研究之輔導對象，探討安全管理之實務作業與其管理機制。
3.由合作單位將 103 年我國鐵路業者之安全管理報告所列之改善建議措施等事項，依風險管理之做法與流程，即確認危害、分析與評估風險、控制與稽查等流程，以如何落實角度出發，協助鐵路業者明確建立改善建議措施之具體處理流程、相關部門與人員具體分工職掌、內部稽核具體做法，以及績效評估方式等配合措施，以具體執行與落實 103 年安全管理報告所列之改善建議措施。	於第五章、第六章、第七章內說明。

合約要求工作	本研究完成工作
4.參考第 2、3 項之成果，與鐵路業者及本所討論選出第 3 項改善建議措施中至少 1 個項目為案例，助鐵路業者明確呈現精進版之安全管理報告，並強化其深度，可供交通部鐵路營運監理小組查核，以做為本土化安全管理報告範例，供其他鐵路系統業者學習。其案例之安全管理報告則至少包含 8 項要求，包括(1)組織如何去宣告他們的安全政策、(2)組織如何去確認可能的危害與事故、(3)組織如何去分析軌道的安全風險、(4)組織如何去評估軌道的安全風險、(5)組織如何去控管軌道的安全風險、(6)組織如何去稽查軌道的安全風險、(7)組織如何去描述他們的安全管理系統、(8)地方營民營及專用鐵路監督實施辦法第 43 條規定之安全管理報告事項。若可適時呈現其安全文化更佳。	於第五章、第六章、第七章內說明。
5.以第 4 項所選之案例，參考國際標準組織 (ISO) 所建立之品質管理與相關作法，將案例之相關作業予以標準化、文件化與程序化，協助鐵路業者檢視後，將品質管理精神融入至鐵路安全管理中，並依國外主要國家做法、相關人員意見及考量我國國情，辦理下列工作：	分別說明如下。
(1)訪談我國鐵路業者，針對案例，蒐集強化鐵路安全之品質管理等相關課題，研析完成本工作項目與未來移轉成功經驗之可行性探討。	研究過程中共拜訪 6 個鐵道相關實務單位汲取實務經驗，包括臺鐵局、高鐵公司、高鐵局、阿里山森鐵、臺北捷運、高雄捷運，使研究成果更完善，拜訪內容已分別整理於第四章各鐵道系統實務作法中。

合約要求工作	本研究完成工作
(2)期末簡報前得標廠商應舉辦一次專家學者座談會並完成會議紀錄回覆表供本所覆審。	已於 10 月完成專家座談會議，意見回覆可參考附錄 5。
(3)研擬強化我國鐵路安全之品質管理等相關制度之具體可行方案及相關配套措施（包含對照現行相關法規條文，以表格方式列出建議之修正條文等）。	於第七章說明。
6.評估鐵路安全風險管理分析評估工具與輔助風險管理資料蒐集之穿戴式科技設備，以強化安全管理實務中重要之分析、評估、控管軌道的安全風險，以及危害管理等要件。評估風險管理分析評估工具與應用新式科技設備蒐集資料之可行性說明如下：	分別說明如下。
(1)評估風險管理軟體應用於安全管理實務之可行性，在評估部分應說明模擬軟體之參數、校估及驗證，以及適用於風險管理之理由。	於附錄 7 內說明。
(2)為減少人為操作失誤，藉由穿戴式科技設備提醒操作者是可行的方案之一。爰對於未來可能有應用空間之穿戴式科技設備評估其可應用性。例如評估穿戴式科技設備蒐集資料並傳送至風險管理資料庫之可行性與可應用性。	於附錄 8 內說明。

合約要求工作	本研究完成工作
7.辦理推動構建安全管理報告之訓練課程，課程內容安排 5 天(可非連續)。	共計於 2015 年 7 月 3 日辦理第一天訓練（鐵路營運安全危害與風險認知）、2015 年 8 月 4 日辦理第二天訓練（初步危害辨識與危害登錄）、2015 年 10 月 14 日~10 月 16 日辦理第三天~第五天訓練（鐵路事件/事故調查），及 2015 年 11 月 3 日辦理第六天訓練（推動落實安全管理與報告），相關資訊可參閱附錄 3 所示。
8.邀請至少 6 位鐵路安全專家（建議臺鐵、鐵路營運監理小組、台灣高鐵公司與林鐵各 1 位，捷運 2 位），辦理至少 5 次工作會議，使本案推動構建之鐵路業者系統安全實務作業與 104 年安全管理報告具體可行。	1.研究執行過程中，共辦理 5 次邀請鐵路安全專家之工作會議，針對當次會議主題分別邀請臺鐵、高鐵、高鐵局、臺北捷運、高雄捷運、林務局嘉義林區管理處等專家出席，工作會議記錄可參考附錄 2。
9.年度之成果裡需至少包含有 1 篇發表之學術論文。	共發表三篇論文，包括：臺鐵資料季刊「臺鐵旅客遭受攻擊的風險管理」、2015 年臺灣軌道運輸發展研討會「風險式與自主式鐵路安全管理制度之推動策略研究」、2015 年中華民國運輸年會「增進鐵路安全風險管理工具及輔助蒐集資料穿戴科技設備之評估」。論文摘要可參考附錄 4。

資料來源：本研究整理

8.1.2 研究成果彙整

1. 本研究針對鐵路系統安全風險管理之系列研究進行回顧，包括有：風險式與自主式鐵路安全管理制度、安全管理制度組成要件、鐵路安全管理報告及 ISO 程序文件標準化，重點如下。

- (1) 透過國外安全管理報告或者年報之回顧，了解安全管理除了需要仰賴全體員工在工作崗位上時刻留心外，更需要培養、塑造出透明、公開、及早發現、即時反應的安全文化，在危害尚未造成事故之前及早發現並予以改正，確保安全管理不斷精進，而提供更加高品質的服務。
- (2) 安全管理制度之組成要件為：政府在鐵路相關法規的修訂與要求、鐵路監理單位的定期/不定期檢查、鐵路營運業者的風險與自主安全管理。
- (3) 有關安全與保全的計畫，所指不僅在建設期，營運期間也應一併納入檢討。
- (4) ISO9001 在 2015 年改版後，強調以風險（Risk）為基礎的思考方向並導入風險管理觀念。

2. 鐵路機構執行安全風險管理時

- (1) 應注意重點

- 暢通第一線人員的危害通報管道。
- 成立專責單位與專人負責安全業務。
- 有效的評估指標。
- 跨部門充分溝通並釐清權責。
- 文件化記錄歷史資料與風險管理經驗。

- (2) 建議森鐵優先執行項目之順序

- 建議優先執行項目：暢通第一線人員通報管道、文件紀錄電子化、跨部門溝通釐清權責。

- 建議後續規劃項目：成立專責單位與專人負責業務、建立有效評估指標。

3. 出軌事故檢討建議方式

- (1) 失誤樹或事件樹分析是國際上慣用分析事故的工具，主要是將思考脈絡透過科學化與結構化的引導，找出事情原委及其嚴重程度。惟考量鐵路營運機構在實務操作上之門檻不宜過高，因此可採較為簡單的導引方式進行，但是其架構仍維持原本既有之精神。
- (2) 失誤樹分析討論到最底層的根（Root）時，一定會反應到人員失誤（人的問題）、設備故障（規格或維護問題）、環境異常，也就是回歸到人員、設備、標準程序與環境之探討，是可相互對應的。就鐵路營運機構而言，應以較為淺顯易懂的方式來呈現，透過潛移默化方式讓第一線值勤同仁在探究根本原因（Root Cause）時，即是在上述失誤樹分析之精神下來操作。
- (3) 為使分析方法易學易懂同時降低學習門檻，研究中提出兩種替代方式，分別為：簡易領結模型及特性要因圖（魚骨圖）供參考。簡易領結模型用方塊來代表「人員失誤、程序異常、設備故障（規格或維護）、環境異常」四大因素，並以箭頭代表各事件間的關係；魚骨圖則從人力（Manpower）、機具（Machinery）、材料（Materials）、方法（Methods）與環境之構面來思考可能造成系統失效的各種子問題。

4. 本研究協助森鐵分析 2014 年出軌事故後，在防止列車出軌危害的控制方法上，提出以下的防治出軌建議方案：

(1) 短期計畫

- 危害辨識與登錄。
- 建立回報平台鼓勵同仁異常通報。

- 品質文件精進落實。

(2) 長期計畫

- 巡檢設備自動化。
 - 穿戴科技設備的應用。
 - 高速攝影系統與影像辨識自動分析。
5. 前項之危害登錄會依據各系統的需求而相異，本研究建議記錄項目包括有：摘要說明、登錄日誌、危害資料、事故資料、風險評估、風險減緩措施、參考資料、控制狀態及備註。
 6. 本研究係在精益求精之原則下嚴格檢視森鐵品質文件可精進處，例如：明確標示文件中之「主詞」與「受詞」、描述用語之量化、法律層級用語、品質文件之第三階流程圖與第四階表單製作...等面向，其討論結果可供未來森鐵在進行品質文件規章修正時，作為修正方向之參考依據。
 7. 有關年度安全管理報告之精進，除了探討報告之細節內容外，亦增加有檢核表與檢核重點說明，可便於撰寫報告時，提供各章節內容之確認
 8. 本研究在修法方向建議之研析中，討論包括：「鐵路法」、「地方營民營及專用鐵路監督實施辦法」、「鐵路行車規則」、「大眾捷運法」以及「大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法」，並對各法規於增進安全管理之方向上提出建議。
 9. 風險管理困難之一便是與第一線同仁達成共識與認知，因此透過本研究訓練課程之推動，將風險管理的理念潛移默化的傳達，並同步培養種子人員，俾鐵路營運機構能進行初步風險管理作業。
 10. 在鐵路安全風險管理分析評估工具部份，本研究研析對象包括有：「無人飛行載具」、「鐵路路線 3D 雷射掃描」、「電腦模擬軟體」、「風險管理軟體」、「教育訓練平台」，茲將其在鐵

路安全風險之事前預防、現場處理及事後檢討之結果彙整如表8-2所示。

表8-2 評估鐵路安全風險管理工具可應用範圍表

工具 應用		無人飛行 載具	3D 雷射掃 描	電腦模擬 軟體	風險管理 軟體	教育訓練 平台
事前預防	路線 巡檢	○	○			
	營運與 機電設 備檢查			○	○	
	標準作 業程序			○	○	
	員工 訓練			○		○
現場處理	現場 勘災	○				
	處理 程序					○
事後檢討	原因 分析		○	○	○	
	檢討 改善			○	○	○

資料來源：本研究整理

註：○為可應用項目

11. 本研究在輔助風險資料蒐集穿戴科技設備之研析上，以能提供安全管理之事故調查需要、有助於事件分析結果者，會建議優先採用，以下提出較適合應用於鐵路風險管理的穿戴裝置應用：

(1) 瞌睡偵測提醒。

- (2) 指差確認考核應用。
- (3) 虛擬實境訓練。
- (4) 列車長隨身錄影。

8.2 建議

本研究在精進安全管理報告撰寫指引的過程中，了解到現有安全管理及法規制度均有可改善之空間，相關建議彙整如下。

1. 持續推動安全風險管理建議層面

- (1) 高階長官持續支持與參與。
- (2) 暢通第一線人員的危害通報管道。
- (3) 確保安全管理之專責單位與專責人員。
- (4) 跨部門充分溝通並釐清權責。
- (5) 有效的評估指標。
- (6) 歷史資料記錄電子化。
- (7) 逐步提升危害登錄處理的作業機制。
- (8) 善用本所鐵路「安全」風險研究成果。
- (9) 建立國內鐵道系統的交流平台。

2. 安全管理相關法規修訂建議層面

(1) 法律層級修法方向建議

- 修法方式：鐵路安全相關法規之修法方向，若為法律層級則其位階較高，除非該重要情事與安全直接相關，否則不建議直接去進行修正法律條文。建議實際操作上則建議在法規命令的層級來進行修訂，例如：規範、要點、辦法、細則...等文件。

- 提送安全管理報告之規定：目前國內僅有適用於「鐵路法」及「地方營民營及專用鐵路監督實施辦法」之鐵路系統有此規定，要求每年提送安全管理報告至鐵路監理機構；另一方面，捷運系統則無規定提送安全管理報告之要求。本研究建議未來成立鐵道局時可一併重整規範，於「大眾捷運法」與「大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法」中加入相關的條文，使所有鐵路營運業者均符合提送安全管理報告之規定。
- 納入風險的概念：參照先進國家在鐵路監理制度上之演進，從安全管理納入定性風險管理之時程約為 10 年，又定性風險管理進展到量化風險分析需另一個 10 年，主要就是利用時間讓鐵路營運機構逐步調適自己對安全的要求，達到自主管理的制度。建議俟年度安全管理報告運作機制成熟後，未來在修訂國內鐵路安全監理的相關法規時，亦可於「地方營民營及專用鐵路監督實施辦法」與「大眾捷運系統經營維護與營運安全監督實施辦法」層級之法規內納入定性「安全風險管理」機制。

(2) 法規命令層級修法方向建議

- 事故與事件的定義重整：我國法規體系比較像是日本，因此「鐵路行車規則」於事故或事件定義本身是隱含有發生的原因或者嚴重程度在內，亦即無論是否有人員傷亡及財損，只要具有高度的危險性的「碰撞」、「出軌」、「火災」，就定義為事故，其概念為列車出軌是鐵路運轉不能發生的事情。惟上述之分類方式與英美系統定義較為不同，研究中在進行績效比較時，較難以有同樣的基準，建議未來「鐵路行車規則」進行修法時，可針對日本體系與歐美體系之事故與事件定義，做更多的討論，重新檢視事故與事件之定義。

3. 營運實務作業精進建議層面

(1) 阿里山森鐵

- 本研究以阿里山森鐵為例進行出軌案例探討，建議短期計畫規劃上，阿里山森鐵要將歷史事故資料予以電子化。除建立事件事故登錄系統外，亦建議要能發展危害辨識與登錄，以便後續能進行相關之安全風險績效分析。另同時建議能有回報平台機制以鼓勵同仁異常通報，最後則是品質文件精進與落實。
- 長期而言則要編列預算，進行自動化巡檢設備添購、穿戴式設備引用以及委託研發高速攝影系統與影像辨識自動分析。
- 本研究在進行訓練課程時，以森鐵為例進行初步危害分析（PHA）作業時得到許多的啟發，建議可以採此 Bottom-up 之方式，將第一線值勤同仁所關注的危害進行檢討與研析。

(2) 整體鐵路運輸機構

- 由於各鐵路系統性質不同，因此「安全管理報告」中各鐵路營運業者所需提供之年度「特定事故」與「異常事件」不宜統一定，建議後續可由各鐵路營運業者與其監理機構，共同討論於年度安全管理報告中需提供之資料、檢討及其改善措施。
- 建議各鐵路營運單位，可在現有的事故基礎上，持續擴大對於營運異常事件、虛驚事件等的訊息通報、檢討、記錄與統計等作業，以深化營運安全與風險管理。

(3) 鐵路監理單位

- 函送安全管理報告撰寫指引：要求鐵路營運業者依據該撰寫指引，配合鐵路營運業者之特性，依「規劃（Plan）」

—實施（Do）—查核（Check）—改進（Action）」之管理循環，強化鐵路監理機構與鐵路營運業者雙方合作，持續推動自主式與風險式之安全管理，以降低營運風險。

- 建立安全資料庫平台：建議由中央的鐵路監理主管機關（現為交通部高鐵局第一組、未來為鐵道局）制定資料庫格式，並對相關法規提出修正草案（如：鐵路法、地方營民營及專用鐵路監督實施辦法、大眾捷運法、大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法），要求於提送安全管理報告時一併提供資料檔案。
- 安全管理報告之公告：參考日本將「鐵道安全報告書」公布於一般大眾之作法，未來我國鐵路營運業者之「安全管理報告」是否該公布，可將其納入後續討論議題。此外，若確定要公布於一般大眾時，應有其相關之配套措施，例如可由監理機構或者委託顧問團隊將各業者之「安全管理報告」資料進行彙整後，再以每年出版之方式對外公布。

4. 後續研究發展課題建議層面

- (1) 「安全管理」的面向包含人、設備、流程等，建議後續研究可以延續的探討議題包含有：事前預防、事後矯正、保安、勞工衛生安全、職業災害、暴力事件等方向進行探討。
- (2) 本研究經與鐵路安全專家交流後，了解美國聯邦鐵路署（FRA）已逐漸將重心往安全管理系統（SMS, Safety Management System）方向進行研析，建議國內鐵路監理機構與鐵路營運業者有必要著手進行安全管理系統的實施與落實，除了向已施行安全管理系統成效卓越的國外業者學習

外，還要根據自身的狀況加以利用，以形成切實可行的鐵路安全管理系統，全面提升鐵路營運安全水準。

- (3) 「危害辨識、登錄與管理」為營運安全管理的核心作業活動，建議可以考量將危害登錄平台、表單、管理與作業機制等相關的課題列入後續實作上的重點（例如現行作業已實施者有：台灣高鐵、臺北捷運、高雄捷運）。

參考文獻

[英文文獻]

1. An illustration of the application of Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) techniques to the analysis of information security risks, ISO 2007 Security, 2008.
2. Australian Transport Council (ATC), Standard ON-S1: Occurrence Categories and Definitions, 2004.
3. Australian Transport Council (ATC), The Australian Level Crossing Assessment Model (ALCAM), 2010.
4. Ayyub, B. M., Risk Analysis in Engineering and Economics, Chapman & Hall/CRC, USA, 2003.
5. Baker, S., et al., “Risk response techniques employed currently for major projects”, *Construction Management and Economics*, Vol.17, No 2, 1999.
6. Ballantye T. R., Infrastructure Risk Modelling Automatic Level Crossing Automatic Half Barrier Type (Consequence Models), Railtrack, 1998.
7. Blanche, K. M., A. B. Shrivastava, “Defining Failure of Manufacturing Machinery and Equipment”, Proceedings from the Annual Reliability and Maintainability Symposium, 1994.
8. Bousquet Paul, Use of New Technology for Highway Rail Intersections and Train Control, 2005.
9. British Standards Institution, Risk management. Code of Practice (BS 31100), 2008.

10. Canadian Standards Association, Risk management: Guidelines for decision makers CAN/CSA-Q850-97, Canadian Standards Association, 1997.
11. Chanwoo Park., et al., Risk-based Evaluations and Trends of Railway Casualty Accidents on the National Railway of South Korea, International Railway Safety Conference 2007.
12. Clifton A. Ericson, Hazard Analysis Techniques for System Safety, John Wiley & Sons, 2005.
13. David Hillson, “Use a Risk Breakdown Structure (RBS) to Understand Your Risks”, Proceedings of the Project Management Institute Annual Seminars & Symposium, 2002.
14. David Hillson, Sabrina Grimaldi, and Carlo Rafele, “Managing Project Risks Using a Cross Risk Breakdown Matrix”, *Risk Management*, Vol.8, 2006.
15. Department of Infrastructure, Energy & Resources (DIER), Railway Safety Risk Standard, Tasmania, 2004.
16. Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment (HEATCO), Deliverable 5-Proposal for Harmonised Guidelines, 2004.
17. Eccles, R. G., Jr., and Lee Puschaver, “In Pursuit of the Upside: The New Opportunity in Risk Management”, *Pricewaterhouse Review*, 1996.
18. ETWB, Risk Management for Public Works-Risk Management User Manual, Environment Transport and Works Bureau, Hong Kong SAR, 2005.
19. European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC), Railway Applications-The Specification and

- Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS) Part 1: Basic requirements and generic process, EN50126-1, 1999.
20. European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC), Railway Applications-The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS) Part 2: Guide to the application of EN 50126-1 for safety, EN50126-2, 2007.
 21. European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC), Railway Applications-The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS) Part 3: Guide to the application of EN 50126-1 for rolling stock RAMS, EN50126-3, 2006.
 22. European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC), Railway Applications-Communications, Signalling and Processing Systems-Software for Railway Control and Protection systems, EN50128, 2001.
 23. European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC), Railway Applications-Communication, Signalling and Processing Systems-Safety Related Electronic Systems for Signalling, EN50129, 2003.
 24. Evans, A. W., "Speed and rolling stock of trains in fatal accidents on Britain's main line railways: 1967-2000", *Proc Instn Mech Engrs*, Part F: J Rail and Rapid Transit, Vol 216, 2002.
 25. Fararooy, S., *Managing a System Safety Case in an Integrated Environment*, 2004.
 26. Federal Transit Administration (FTA), 49CFR659: Rail Fixed Guideway System: State Safety Oversight, 2005.

27. Federal Transit Administration (FTA), Implementation Guidelines for 49 CFR Part 659, 2006.
28. Johan Bäckman, Railway Safety - Risks and Economics, KUNGL. TEKNISKA HÖGSKOLAN Royal Institute of Technology Doctoral thesis, 2002.
29. Haddon, W. Jr., M. D., “On the Escape of Tigers: An Ecological Note”, *Institute for Highway Safety*, 1970.
30. Health and Safety Executive (HSE), Reducing Risks Protecting People - HSEs decision making process, London, 1999.
31. Health and Safety Executive (HSE), The Tolerability of Risk from Nuclear Power Stations (TOR), London, 1992.
32. Heinrich, H. W., Industrial Accident Prevention, McGraw-Hill, 1959.
33. Her Majesty’s Stationery Office (HSE), Investigation into the Clapham Junction Railway Accident, 1989.
34. Hiromitsu Kumamoto, Ernest J. Henley, Probabilistic Risk Assessment and Management for Engineers and Scientists 2nd Ed., IEEE Press, 1996.
35. Hong Kong MTR Network, Safety Management Systems, 2007.
36. Independent Transport Safety Regulator, Checklist for Level Crossing Investigations-Version 1.0, Australia, 2010.
37. International Electrotechnical Commission (IEC), Standard for Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety-Related Systems, IEC61508, 2005.
38. International Electrotechnical Commission (IEC), International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 191-Dependability and quality of service, IEC 50(191), Geneva, 1990.

39. International Organization Standardization, Risk management - Principles and guidelines (ISO 31000), 2009.
40. James Reason, Human Error, N. Y., Cambridge University Press, 1990.
41. Japanese Standards Association, JIS Q 2001 - Guidelines for Development and Implementation of Risk Management System, 2001.
42. Karl Ove, Ingebrigtsen, Risk Management in Railway Projects, International Railway Safety Conference 2007.
43. Korea Railroad Research Institute (KRRI), Development and Application of Hazard Analysis & Risk Assessment Models for the Korea Railway, 2008.
44. Korea Railroad Research Institute (KRRI), Review and Assessment of the Korea Rail Safety Performance using Risk Assessment Models, 2008.
45. Lorna Love, Chris Johnson, “Using Diagrams to Support the Analysis of System ‘Failure’ and Operator ‘Error’”, *Proceedings of HCI on People and Computers XII*, 1997.
46. Marvin Rausand, Arnljot Høyland, System Reliability Theory Models, Statistical Method, and Application 2nd Ed., Wiley Inter-Science, 2004.
47. Metropolitan Transportation Authority (MTA), Department of Subways System Safety Program Plan, 2005.
48. MODURBAN, Example of an Application of the Preliminary Hazard Log for MODURBAN, Final Draft, 2008.
49. MODURBAN, Preliminary Hazard Log, Final Draft, 2008.
50. Mowbray, A. H., Insurance, McGraw-Hill, 1930.

51. Muttram, R. I., “Railway Safety’s Safety Risk Model”, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit*, Vol. 216, No 2, 2002.
52. MTR, Sustainability Report, www.mtr.com.hk/sustainability, 2010.
53. MTR, Sustainability Report, www.mtr.com.hk/sustainability, 2011.
54. MTR, Sustainability Report, www.mtr.com.hk/sustainability, 2012.
55. MTR, Sustainability Report, www.mtr.com.hk/sustainability, 2013.
56. New York State Department of Transportation Public Transportation Safety Board Commuter Rail and Subway Safety Section, System Safety Program Plan Guidelines for Commuter Rail Transit Systems, 1996 °
57. New York State Department of Transportation Public Transportation Safety Board Commuter Rail and Subway Safety Section, System Safety Program Plan Guidelines for Heavy Rail Systems, 1996 °
58. New York State Department of Transportation Public Transportation Safety Board Commuter Rail and Subway Safety Section, System Safety Program Plan Guidelines for Light Rail Systems, 1996 °
59. Office of Nuclear Regulatory Research, PRA Procedures Guide, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1983.
60. Office of Nuclear Regulatory Research, Fault Tree Handbook, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1981.
61. Procedures for Performing a Failure Mode Effects and Criticality Analysis, Military Standard, U.S.A., 1980.
62. Proctor P., Infrastructure Risk Modelling Automatic Level Crossing Automatic Half Barrier Type, Railtrack, 1997.
63. Queensland Government, The Manual of Uniform Traffic Control Devices (MUTCD Queensland), 2010.

64. Rail Safety and Standards Board (RSSB), An Assessment of the Cost and Benefits of Adopting a Standard Uniform Platform Height of 1115 mm, U.K., 2007.
65. Rail Safety and Standards Board (RSSB), Annual Safety Performance Report, U.K., 2006.
66. Rail Safety and Standards Board (RSSB), Development of a Level Crossing Risk Management Toolkit – Summary Report, 2008.
67. Rail Safety and Standards Board (RSSB), Engineering Safety Management (The Yellow Book), Volume 1 and 2 Fundamentals and Guidance Issue 4, 2007.
68. Rail Safety and Standards Board (RSSB), Evaluating the safety benefits from miniature warning lights at user worked crossings, 2007.
69. Rail Safety and Standards Board (RSSB), Examining the benefits of ‘another train coming’ warnings at level crossings, 2008.
70. Rail Safety and Standards Board (RSSB), Half-year safety performance report 2009/10, U.K., 2009.
71. Rail Safety and Standards Board (RSSB), Human factors risk at user worked crossings, 2004.
72. Rail Safety and Standards Board (RSSB), Optimizing public communication with signallers in emergencies at level crossings, 2009.
73. Rail Safety and Standards Board (RSSB), Research into obstacle detection at level crossings, 2006.
74. Rail Safety and Standards Board (RSSB), Research into the safety benefits provided by train horns at level crossings, 2006.

75. Rail Safety and Standards Board (RSSB), Risk Profile Bulletin version 6.0, U.K., 2009.
76. Rail Safety and Standards Board (RSSB), Risk Profile Bulletin version 7.0, U.K., 2011.
77. Rail Safety and Standards Board (RSSB), D4 - Report on Cost Benefit Analysis Methods for Level Crossings, Safer European Level Crossing Appraisal and Technology (SELCAT), 2008.
78. Rail Safety and Standards Board (RSSB), Understanding human factors and developing risk reduction solutions for pedestrian crossings at railway stations, 2009.
79. Railtrack PLC, Engineering Safety Management (The Yellow Book), Volume 1 and 2 Fundamentals and Guidance, Issue 3, 2000.
80. SAMRAIL, European Commission Fifth Framework programme SAMRAIL-WP 2.4.1 Definition of Risk, 2004.
81. Smith, S. P., and Harrison, M. D., "Measuring reuse in hazard analysis", *Reliability Engineering & System Safety*, Vol. 89, No 1, 2005.
82. Standards Australia, AS 4292.1-2006 Railway Safety Management Part 1: General Requirements, Standards Australia, 2006.
83. Standards Australia/Standards New Zealand, RISK MANAGEMENT GUIDELINES Companion to AS/NZS 4360:2004, 2004
84. Stephans, R. A., System Safety for the 21st Century, Wiley, USA, 2004.
85. The Rail Safety Regulators Panel Australia, National Rail Safety Accreditation Guideline Version 2.0, The Rail Safety Regulators Panel Australia, 2005.

86. The Rail Safety Regulators Panel Australia, Safety Management System Guidance for Tourist & Heritage Railway Operators, The Rail Safety Regulators Panel Australia, 2006.
87. Troels Winther, Quick guide to Safety Management based on EN50126, 2010.
88. Tsugio Sekiji (JR EAST), “Details of 2013 Safety Vision-The 5th Five-year Safety Plan for East Japan Railway Company”, Proceedings of the International Railway Safety Conference (IRSC), 2009.
89. United Nations, Evaluation Of Cost-Effective Systems For Railway Level-Crossing Protection, Economic And Social Commission For Asia And The Pacific, N.Y., 2000
90. Utah Transit Authority Rail Services, Rail System Safety Program Plan (SSPP), 2011.
91. Wharton, F., “Risk Management : Basic Concepts and General Principle”, in: Ansell, J., Wharton, F., Risk : Analysis, Assessment and Management, John Wiley & Sons, 1992.
92. Woolford, P., “Railway Group Safety Performance Monitoring - Definition and Guidance”, *Railway Safety London*, U.K., 2003.
93. Workplace Health and Safety Queensland Department of Justice and Attorney-General, Cane Rail Safety-A Supplement to the Sugar Industry Code of Practice 2005, 2008.

[英文網址連結]

94. EN50126 Blog Website: <http://en50126.blogspot.com/>
95. Fault-Tree.net Website: <http://www.fault-tree.net/>
96. ISO Website: <http://www.iso.org/iso/home/standards.htm>

97. MODURBAN Website: <http://www.modurban.org/>
98. Risk Doctor Website: <http://www.risk-doctor.com/>
99. Utah Transit Authority Website: <http://www.rideuta.com/>
100. Webster's Revised Unabridged Dictionary Website:
<http://machaut.uchicago.edu/websters>

[日文文獻]

101. 西日本旅客鐵道株式會社（JR WEST），安全報告書，2010。
102. 西日本旅客鐵道株式會社（JR WEST），安全報告書，2011。
103. 西日本旅客鐵道株式會社（JR WEST），安全報告書，2012。
104. 西日本旅客鐵道株式會社（JR WEST），安全報告書，2013。
105. 東海旅客鐵道株式會社（JR CENTRAL），安全報告書，2013。
106. 東日本旅客鐵道株式會社（JR EAST），安全報告書，2013。
107. 京城電鐵株式會社，安全報告書，2013。
108. 京浜急行電鐵株式會社，安全報告書，2014。

[日文網址連結]

109. 東日本旅客鐵路株式會社網站，網址：
<http://www.jreast.co.jp/tc/index.html>。

[中文文獻]

110. 卜賢琳，以技術預測方法探討傳統電信網路及網路電話的發展，
中原大學碩士論文，2004 年。

111. 中興工程顧問社，捷運系統旅客流模擬模式及程式研發，民國 98 年。
112. 王世煌，工業安全風險評估，揚智文化，2002 年 9 月。
113. 王清滢等，「鐵路安全監理制度之回顧」，臺灣世曦顧問公司研究報告，2007 年。
114. 台灣高速鐵路股份有限公司，ROD Incident and Accident Reporting and Investigation Procedure，2006 年。
115. 台灣高速鐵路股份有限公司，台灣高速鐵路公司風險危害管理，軌道運輸系統經營管理研討會簡報資料，2010 年 5 月。
116. 交通部，運輸政策白皮書，2013 年 6 月。
117. 交通部，鐵路行車規則，2008 年 8 月修正。
118. 交通部民用航空局，機場安全管理系統 SMS 講義，2008 年。
119. 交通部交通事業管理小組，專用鐵路-阿里山森林鐵路監查作業程序及規範，2006 年。
120. 交通部高速鐵路工程局，「甲仙地震高鐵列車出軌及設備損壞案」風險案例檢討報告，2010 年。
121. 交通部運輸研究所，交通建設計畫經濟效益評估作業之研究（1/2），2009 年 11 月。
122. 交通部運輸研究所，交通建設計畫經濟效益評估作業之研究（2/2），2009 年 11 月。
123. 交通部運輸研究所，建立國內航線船舶安全管理標準及驗證制度之研究-安全管理標準建立及案例試辦（22），定案報告，2012 年 11 月。
124. 交通部運輸研究所，應用風險管理於航空安全之研究，2002 年 2 月。

125. 交通部運輸研究所，建立鐵路監理暨研究單位可行性之研究，2005 年 7 月。
126. 交通部運輸研究所，建立臺鐵安全績效指標之研究，2009 年 7 月。
127. 交通部運輸研究所，風險管理應用於鐵路運輸安全之初探—以臺鐵風險辨識為例，定案報告，2011 年 1 月。
128. 交通部運輸研究所，風險管理應用於鐵路運輸安全之初探—以臺鐵風險分析與評量為例，定案報告，2012 年 10 月。
129. 交通部運輸研究所，風險管理應用於鐵路運輸安全之初探—以臺鐵風險處理、管理監督、管理改善為例，定案報告，2013 年 7 月。
130. 交通部運輸研究所，風險式與自主式鐵路安全管理制度之實務調查與分析，定案報告，2014 年 12 月。
131. 交通部臺灣鐵路管理局，赴日本考察平交道設施及技術，行政院及所屬各機關出國報告，2007 年。
132. 交通部臺灣鐵路管理局，風險管理案例分析，2010 年。
133. 交通部臺灣鐵路管理局，風險管理業務推動情形報告，2009 年。
134. 交通部臺灣鐵路管理局，規章（運轉）（上），2002 年 1 月。
135. 交通部臺灣鐵路管理局，規章（運轉）（下），2002 年 1 月。
136. 交通部臺灣鐵路管理局，實用鐵路號誌，1996 年 6 月。
137. 行政院研究考核委員會，風險管理及危機處理作業手冊，2009 年。
138. 行政院勞工委員會，營造業安全衛生自主管理作業手冊，2011 年。
139. 行政院農業委員會林務局，阿里山森林鐵路營運風險及危機管理機制，2008 年。
140. 余序江、許志義、陳澤義，科技預測與規劃，五南出版公司，1998 年。
141. 吳道章，「香港地鐵的安全風險管理」，都市快軌交通，第 20 卷，第 6 期，2007 年。

142. 李治綱、劉建宏，鐵路安全監理制度與實務簡報資料，2006 年 10 月。
143. 李治綱等，「公共運輸之安全績效：臺灣鐵路管理局之個案分析」，*運輸計劃季刊*，第 38 卷，第 4 期，2009 年。
144. 李慧嫻，運用知識管理方法建構 ISO 文件管制系統，亞洲大學碩士論文，2007 年。
145. 林杜寰、孫千山、鍾志成、李治綱、張開國、吳熙仁，「臺鐵平交道風險處理-以裝設障礙物偵測器為例」，第 27 屆中華民國運輸學會論文集，2012 年 12 月。
146. 施文雄，「實務觀點下的鐵路系統安全發展趨勢」，*交通部運輸研究所科技新知*，2004 年。
147. 施伯杰，以故障樹與事件樹分析法探討平交道風險事故，成功大學碩士論文，2008 年。
148. 施嘉申、錢雪軍、趙惠祥，「基于初步危害分析的城市軌道交通系統安全性分析」，*城市軌道交通研究*，第 9 卷，第 1 期，2006 年。
149. 柯輝耀，預防性失效分析，中華民國品質學會發行，初版，2001 年 11 月。
150. 凌氤寶，「企業經營的風險（上）（下）」，*華僑產物保險雙月刊*，第 5 卷，第 3、4 期，1983 年。
151. 唐鵬州，平交道模擬模式建構與肇事風險分析，國立成功大學交通管理學系碩士論文，民國 94 年。
152. 孫千山、林杜寰、李治綱、張開國、吳熙仁，「國內外鐵路系統風險處理案例」，*中興工程季刊*，2013 年 1 月。
153. 孫千山、施佑林、鍾志成、李治綱、張開國、吳熙仁，「風險式與自主式鐵路安全管理制度之回顧與案例分析」，中華民國運輸

學會 103 年年會暨學術論文研討會論文集，第 1313-1336 頁，南投，2014 年 12 月。

154. 孫千山、鍾志成、李治綱、陳一昌、吳熙仁，「鐵路系統風險辨識方法之回顧」，第 25 屆中華民國運輸學會論文集，2010 年 12 月。
155. 孫千山、鍾志成、林杜寰、李治綱、張開國、吳熙仁，「應用 FaultTree+軟體於平交道防護設備失效之初探」，2011 電子計算機於土木水利工程應用研討會論文集，2011 年 9 月。
156. 孫千山、鍾志成、林杜寰、李治綱、張開國、吳熙仁，「鐵路安全風險分析方法之回顧與案例分析」，第 26 屆中華民國運輸學會論文集，2011 年 12 月。
157. 張有恆，軌道運輸管理，華泰文化，2007 年 1 月。
158. 章艾霞，施工風險管理資訊平台建置成果及系統展示，中興工程顧問股份有限公司人員儲備訓練課程講義，2010 年。
159. 陳天健等，災害管理學辭典，五南圖書，2007 年。
160. 陳繼堯，危險管理論，三民書局，1993 年。
161. 陶冶中，軌道運輸系統智慧化之安全分析方法研究，2003 年。
162. 黃荻昌，捷運工程，北門出版社，2006 年。
163. 黃艷敏、郝建新，「WBS-RBS 法在城市軌道工程風險辨識中的應用」，*都市快軌交通*，第 17 卷，第 4 期，2004 年。
164. 葉名山、邱品翰、劉欣憲，「我國軌道行車保安委員會組織之研究」，*運輸計劃季刊*，第 35 卷，第 3 期，2006 年。
165. 葉名山、吳哲緯，阿里山鐵路 3/30、4/1、4/13 出軌事故初步調查與分析簡報資料，2008 年。
166. 臺北市政府勞工局勞動檢查處，營造業安全衛生自主管理與自動檢查手冊，2006 年 7 月。

167. 臺灣糖業股份有限公司，風險評估作業要點，98 年 9 月。
168. 蔡明志，「風險管理在大眾運輸安全管理管制課題之發展應用」，*運輸計劃季刊*，第 29 卷，第 1 期，2000 年。
169. 鄧家駒，風險管理，華泰文化，2005 年 6 月。
170. 鄭子良，先進偵測系統對鐵路平交道安全之影響研究，國立中央大學土木工程學系碩士論文，2002 年。
171. 鄭自隆，高雄市設立都市危機溝通管理之研究，行政院研考會，1999 年。
172. 鄭裕哲，整合環境與安全衛生風險評估方法之研究，成功大學碩士論文，2008 年 7 月。
173. 鄭鼎耀、高玉惠，「車載光達移動測繪技術業務簡介」，*地籍測量*，第 32 卷第 1 期，第 18-29 頁，2013 年 3 月。
174. 鄭燦堂，風險管理理論與實務，五南圖書出版股份有限公司，2009 年 9 月。
175. 鍾志成、孫千山、李治綱、陳一昌、吳熙仁，「國外鐵路系統風險管理實務」，*中興工程季刊*，2011 年 1 月。
176. 簡榮興、王天佑、曹鼎志、辜炳震、簡志凱，「應用無人飛行載具 UAV 技術進行土石災區之調查-以 88 水災後之六龜鄉大智瀑布為例」，*Taiwan Rock Engineering Symposium 2010*，第 947-956 頁，2010 年 10 月。

[中文網址連結]

177. LS-DYNA 軟體資料介紹，網址：
http://www.flotrend.com.tw/products/st/ls-dyna/2_intro.php。
178. 工業技術研究院知識分享網，網址：<http://www.ipc.itri.org.tw>。
179. 台北捷運股份有限公司，網址：<http://www.metro.taipei/>。

180. 台灣高速鐵路股份有限公司，網址：<http://www.thsrc.com.tw/>。
181. 台灣糖業股份有限公司，網址：<http://www.taisugar.com.tw/>。
182. 高雄捷運股份有限公司，網址：<http://www.krtco.com.tw/>。
183. 國內民航業應積極推動安全管理系統(SMS)，網址：
http://www.cit.org.tw/attachments/069_069_55_國內民航業應積極推動安全管理系統（SMS）
184. 麻省理工學院網頁，網址：<http://web.mit.edu>。
185. 臺灣糖業股份有限公司，網址：<http://www.taisugar.com.tw>。
186. 臺灣鐵路管理局，網址：<http://www.railway.gov.tw/>。
187. 鐵路行車規則，網址：
<http://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?PCode=K0030005>。
188. 鐵路法，網址：
<http://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?PCode=K0030001>。

附錄 1 縮寫對照表

項次	英文縮寫	解釋
1.	ALARP	As Low As Reasonably Practicable，合理的情況下將風險降至最低
2.	BS8800	英國標準協會制定之職業安全衛生安全管理體系標準
3.	CFR	Code of Federal Regulations，美國聯邦管制法規
4.	DGPS	Differential Global Positioning System，差分全球定位系統
5.	DMI	Distance Measuring Instrument，距離測量儀
6.	ETA	Event Tree Analysis，事件樹分析
7.	EN50126-1	Railway Applications-The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety，歐盟鐵路安全規範
8.	EN50126-2	Guide to the application of EN 50126-1 for safety，歐盟鐵路安全規範
9.	EN50126-3	Guide to the application of EN 50126-1 for rolling stock RAMS，歐盟鐵路安全規範
10.	EN50129	Railway Applications-Communication, Signalling and Processing Systems-Safety Related Electronic Systems for Signalling，歐盟鐵路安全規範
11.	EQF	Equivalent Fatality，等效死亡
12.	FMEA	Failure Mode and Effects Analysis，故障模式影響分析
13.	FMECA	Failure Mode, Effects and Criticality Analysis，故障模式影響與嚴重性分析
14.	FTA	Fault Tree Analysis，失誤樹分析
15.	FTA	Federal Transit Administration，美國聯邦大眾運輸署
16.	GAMAB	Globalement Au Moins Aussi Bon, Globally At Least As Good As, GAMAB/GAME，與現有同類型系統一樣好
17.	GPS	Global Positioning System，全球定位系統
18.	HAZOP	Hazard and Operability Analysis，危害與可操作性分析
19.	HEART	Human Error Assessment and Reduction Technique，人為錯誤評估及降低技術
20.	IMU	Inertial Measurement Unit，慣性測量元件

項次	英文縮寫	解釋
21.	ISO	International Organization for Standardization，國際標準組織
22.	ISO31000	國際標準組織所訂定之風險管理原理及指導綱要
23.	ISTEA	Intermodal Surface Transportation Efficiency Act，美國運具間陸面運輸效率法案
24.	KPI	Key Performance Indicators，關鍵績效指標
25.	LOA	Limit of Acceptability，風險期望下限值
26.	LOT	Limit of Tolerability，風險可容忍上限值
27.	MEM	Minimum Endogenous Mortality，最小內生死亡率，為德國接受安全風險之標準
28.	OA	Oversight Agency，監理單位
29.	OT	Operation and Transfer，委外經營
30.	PDCA	Plan, Do, Check, Action，規劃、推動、矯正、審查之管理程序
31.	PHA	Preliminary Hazard Analysis，初步危害分析
32.	POS	Position and Orientation System，定位與定向系統
33.	QMS	Quality Management System，品質管理系統
34.	RAMS	Reliability, Availability, Maintainability and Safety，可靠度、妥善率、維修度、安全度
35.	RBD	Reliability Block Diagram，可靠度方塊圖
36.	RSSB	Railway Safety and Standard Board，英國鐵路安全與標準委員會
37.	SMP	Safety Management Plan，高雄捷運的安全管理計畫
38.	SMS	Safety Management System，安全管理系統
39.	SNCF	Société nationale des chemins de fer français, SNCF，法國國家鐵路公司、法國國鐵
40.	SOA	State Oversight Agency，地方監理單位
41.	SOP	Standard Operation Procedure，標準作業程序
42.	SSP	System Security Plan，系統保全計畫
43.	SSPP	System Safety Program Plan，系統安全促進計畫
44.	SPAD	Signal Passed At Danger，冒進號誌
45.	TSI	Transportation Safety Institute，聯邦運輸安全中心
46.	UVA	Unmanned Aerial Vehicle，無人飛行載具

附錄 2 工作會議紀錄

一、第 1 次工作會議紀錄

時間：104 年 04 月 28 日下午 2 時 30 分

地點：交通部運輸研究所 7 樓會議室

主席：張開國 組長

出席人員：交通部臺灣鐵路管理局運務處彭副處長明光、交通部高速鐵路工程局劉副工程司建愷、台灣高速鐵路股份有限公司品保室劉協理文亮、台灣高速鐵路股份有限公司品保室劉經理哲男、臺北大眾捷運股份有限公司林課長賢樑、高雄捷運股份有限公司工安處品質管理組陳經理智能、吳熙仁研究員、李治綱教授、中興工程顧問社

記錄：施佑林

1. 工作進度報告

進度報告綱要如下，詳細內容參見會議資料。

- (1) 研究重點摘要
- (2) 輔導機構與案例確認
- (3) 訓練課程與師資建議
- (4) 報告架構討論

2. 討論議題

(1) 鐵路安全管理報告

- a. 各鐵路機構服務性質不同，於撰寫安全管理報告-事故與異常事件檢討時應針對不同鐵路機構訂定不同撰寫準則，例如：臺鐵每年重大事故約有 40~50 件，異常事件更高達數百件，遠高於高鐵、森鐵等，且安全管理報告與事故報告不同，於安全管理報告撰寫時應有所區分。
- b. 建議可針對重大事故來作為撰寫重點，另亦可針對鐵路營運機構之風險績效排序選取風險排序較重大的危害進行分析與說明，如去年高鐵著重在轉轍器事故、森鐵著重在出軌事故。

(2) 各鐵路機構事故(件)調查方式如下：

- a. 台北捷運：除內部(各部門)自己調查外，若是比較重大的事故，會請科技顧問指導，並請捷運局及其承包商協助檢視。目前每週副總召開技術會報，由各單位提出處理報告，由工安處提出整合。工安處做獨立調查，透過 ISO 表單，但細部仍是相信專業單位提出的說明，看是否能說服副總、監理單位。目前北捷事故處理 How to do 是沒有準則(SOP)的，但是 what to do 是有一個工作說明書(準則)，若事故發生，會自動做出報告。
- b. 台灣高鐵：早期是請外籍顧問協助調查，因外籍顧問多留在高鐵公司，應此目前高鐵自己辦理事故調查，有營運安全室專家、工安及保安，當保安進入協助後通常可以看到全貌。最後在比較與確認後，即進到人評會做評斷。
- c. 高雄捷運：主要由運務與維修部門各別調查，工安處亦會著手調查，工安處主要是從大方向來看事故，透過經驗來追溯及判斷(調

閱通話錄音等），最後由工安處整合並提出建議呈報上級。若有人為因素，會將其提出來討論。目前高捷針對人為疏失，盡量不懲處，而改採加強教育訓練等方式改善。

- d. 臺鐵局：由行車保安委員會（行保會）調查，若有人為因素在內，通常會由各單位來分攤。
- (3) 「安全管理報告」與「事故調查」兩件事情是不同的，安全管理是內部的制度；鐵路事故調查是外部調查，要由專家來進行，且該專家須持有特許證方可進行，在現場有亦有權力可停止營運。
- (4) 原訓練課程採用「事故鑑定」一詞，由於「鑑定」與「調查」意義不同，建議訓練課程名稱改為：「事件調查」訓練。
- (5) 鐵路出軌事故之案例分析
 - a. 本案例頗具挑戰性，未來研究有可能不易收斂，惟若有初步成果將對各鐵路營運系統提供非常有用的資訊。
 - b. 建議研究單位可以各別拜訪鐵路營運機構，如北捷過去繪製的失誤樹、高鐵對該事故所構建的風險模型與量化模式…等，希望對研究有幫助。
- 3. 建議事項
 - (1) 本案建議以阿里山森林鐵路為輔導機構，並針對出軌事故進行案例探討。
(中興社配合辦理)
 - (2) 阿里山森林鐵路出軌事故案例探討，建議可藉由本專家工作會議，由其他鐵路營運機構專家，依不同鐵路機構觀點共同檢視與探討，相信會有很大幫助。
(中興社配合辦理)
 - (3) 建議「鐵路事件調查課程」可在台北運研所或中興社大樓辦理，並以培訓事故調查官為出發點進行課程安排，同時被調查的鐵路營運業者也可以知道未來會怎樣被調查，怎樣配合辦理。此外，本案成果於輔導森鐵推動安全管理報告的訓練應該保留，其餘課程安排可由中興社與森鐵及運研所一起協調。
(中興社配合辦理)
 - (4) 針對高鐵局楊正君組長提出撰寫「安全管理報告作業手冊」草案，建議以 103 年度研究，所提出之「安全管理報告撰寫指引」進行探討精進並修正。
(中興社配合辦理)
- 4. 散會

二、第 2 次工作會議紀錄

時間：104 年 05 月 27 日下午 2 時 30 分

地點：交通部運輸研究所 10 樓會議室

主席：張開國 組長

出席人員：交通部臺灣鐵路管理局運務處彭副處長明光、台灣高速鐵路股份有限公司品保室邱正工程師育昇、臺北大眾捷運股份有限公司林課長賢樑、高雄捷運股份有限公司工安處品質管理組陳經理智能、阿里山森林鐵路管理處林副處長其德、吳熙仁研究員、中興工程顧問社

記錄：施佑林

1. 工作進度報告

進度報告綱要如下，詳細內容參見會議資料。

- (1) 案例作業標準程序化
- (2) 列車出軌報告回顧
- (3) 訓練課程安排說明

2. 討論議題

- (1) 本案目前已拜訪阿里山森林鐵路(4/2)、高速鐵路工程局(4/8)及台灣高鐵公司(5/25)，並以電話訪問臺北捷運公司(5/2)，未來預計將拜訪臺灣鐵路管理局、高雄捷運公司及桃園捷運公司。
- (2) 本案預期藉由失誤樹分析，找出可能造成列車出軌原因，再提出改善方案，之後反饋至管理層面，提出如何由內控文件、表單或標準程序的修正，預防出軌。
- (3) 實務上各鐵路營運機構危害管理之做法如下：
 - a. 高鐵公司從興建初期就已開始實施風險管理，累積至目前計有 4 千多筆危害，實務上作法為 Bottom-up，由各部門管控與其業務相關危害降低風險。
 - b. 台北捷運累積至目前幾百筆危害，實務做法與高鐵類似，皆是 Bottom-up 的做法，主要 Bottom-up 作法於實務上較方便管理，北捷並無 Top-down 作法的失誤樹。
 - c. 高雄捷運累積至目前計有 617 項危害，亦是 Bottom-up 的做法。建議研究團隊執行森鐵出軌案例時，範圍不要太大，可由森鐵近幾年調查結果套進來，由其他鐵路業者一同檢視，將改善方法回饋至品質管理系統。
 - d. 阿里山森林鐵路已推動 ISO 品質管理化 3 年，但目前並無危害登錄系統，希望未來藉由建置安全管理系統來改善風險。

3. 建議事項

- (1) 原訂 6/26(五)教育訓練延後一週至 7/3(五)舉辦。
(中興社配合辦理)
- (2) 「鐵路事件調查之教育訓練課程」由於聘請國外師資，時間較不易安排，目前可能時間為 10 月底至 11 月初之間，由於本案期末報告繳交期限為 11/15，由於時間較近，若於期末報告來不及將「鐵路事件調查課程」完整呈現，將於結案報告中補上。
(中興社配合辦理)

- (3) 「鐵路事件調查之教育訓練課程」上課內容安排上，希望著重於所有事件如何調查之訓練為主，而不僅僅只針對出軌事件做講解。
(中興社配合辦理)
 - (4) 「鐵路事件調查之教育訓練課程」應與高鐵局再次確認課程內容是否適當。
(中興社配合辦理)
 - (5) 森鐵特性與各鐵路系統皆不同，如森鐵列車操作方式為機車頭在後端用推的方式行駛，是否此一操作方式也是導致出軌之原因，建議未來研究可針對森鐵特性進行探討。
(中興社配合辦理)
 - (6) 由下到上(Bottom-up)與由上到下(Top-down)皆不易執行，建議可藉由其他系統的協助，取中間事件往下看，從失誤樹找到可能產生的風險(危害)，再提出如何預防，如修改程序、表單、規章等做法。
(中興社配合辦理)
 - (7) 失誤樹為從研究角度著手，建議可回顧不同國家針對出軌的失誤樹案例，比較其不同，並提出不同版本之失誤樹，如完整版、精簡版等，以提供於不同單位層級應用。另外藉由失誤樹找到可能產生的風險(危害)，並提出如何透過修改程序、表單、規章等做法亦為本案之研究重點
(中興社配合辦理)
4. 散會

三、 第 3 次工作會議紀錄

時 間：104 年 07 月 01 日下午 2 時 30 分

地 點：交通部運輸研究所 10 樓會議室

主 席：張開國 組長

出席人員：交通部臺灣鐵路管理局運務處彭副處長明光、交通部高速鐵路工程局劉副工程司建愷、台灣高速鐵路股份有限公司品保室劉協理文亮、臺北大眾捷運股份有限公司林課長賢樑、阿里山森林鐵路管理處林副處長其德、吳熙仁研究員、李治綱教授、中興工程顧問社

記錄：施佑林

1. 工作進度報告

進度報告綱要如下，詳細內容參見會議資料。

- (1) 風險分析評估工具
- (2) 先進穿戴設備評估
- (3) 列車出軌事件樹
- (4) 訓練課程安排說明

2. 討論議題

- (1) 「鐵路事件調查」教育訓練課程於 10/14(三)~10/16(五)在中興社訓練教室舉辦。
- (2) 第 6 次教育訓練課程於 11/06(五)在阿里山森林鐵路舉辦。
- (3) 目前北捷、高鐵、臺鐵皆有使用線上教育平台進行員工職能訓練，但此方式為一輔助工具，並非所有課程皆適用，仍有一些訓練課程需以傳統課堂授課方式。此外，線上教育訓練及測驗需注意亦有可能會有非本人受課/測的狀況發生。
- (4) 事件樹分析要做到量化處理，實務上有其執行上的困難，主要是實務做法多以 Bottom-up 的方式來處理，較少看到以 Top-down 來進行實作分析。
- (5) 電腦模擬軟體較不適用於營運機構，通常此技術較適於鐵道研究單位（如日本 RTRI 鐵道綜合技術研究所），或者硬體廠商於交付系統前提供相關的模擬分析報告。
- (6) 昂貴的風險分析軟體主要價值在所提供的資料庫數據，購入後亦需培養具專業能力之專人負責，因此營運機構通常要提供足夠的資源來進行。
- (7) 高鐵公司目前風險管理工具及穿戴設備使用現況如下：
 - a. 考量無人飛行載具易對電車線造成行車安全疑慮，故高鐵公司僅於緊急狀況下使用有人駕駛之直昇機，但仍是具有一定風險。
 - b. 高鐵公司有採用影像辨識技術，用於偵測電車線及軌道狀況，並應用於保安系統上，至於 3D 雷射掃描則無測試使用。

- c. 高鐵線上專業訓練及教學課程內容與實務結合，並整合了員工資料、學習時數及證照發放…等資訊，藉以掌握員工專業受訓狀況。
- d. 高鐵公司維修時配有隨身記錄攝影，主要是用以還原第一時間現場狀況，協助真相的了解。

3. 建議事項

- (1) 建議與國外講師釐清「鐵路事件調查」教育訓練課程之智慧財產權及課程講義之著作權/版權等相關授權許可範圍。
(經中興社協助確認可提供給學員參閱，但不建議附於報告內)
- (2) 「鐵路事件調查之教育訓練課程」上課內容安排上，將著重於所有事件如何調查之訓練為主，而不僅僅只針對出軌事件做講解，建議提出詳細課程內容。
(中興社會與講師溝通課程安排)
- (3) 建議於期中報告說明阿里山森林鐵路前幾次出軌事件，目前處理狀況及後續追蹤辦理情形。
(中興社配合辦理)
- (4) 建議於期中報告中說明鐵路營運機構其風險管理工具之使用情形及關鍵要素。
(中興社配合辦理)
- (5) 嘉義林區管理處目前有購置無人飛行載具設備來取締山坡地的濫墾濫伐，希望中興社能協助討論其於森鐵風險管理的應用方式。
(中興社可與林管處一起集思廣益進行討論)
- (6) 事件樹分析完成後，會有事件之頻率、嚴重程度及風險值，建議其設計事件(event)的技巧，盡量朝向各事件為互斥關係、現場情境之完整，且以正向定義事件(event)，將事件樹呈現以排序風險大小的方向進行。
(原則上設計恰當應可依據風險大小排序，實務操作上可能有許多的因素會導致無法依照順序排列，但僅於呈現上有差別，對分析之成果不會有影響)

4. 散會

四、第 4 次工作會議紀錄

時間：104 年 08 月 19 日下午 2 時 00 分

地點：交通部運輸研究所 7 樓會議室

主席：張開國 組長

出席人員：吳熙仁研究員、中興工程顧問社

記錄：施佑林

1. 工作進度報告

進度報告綱要如下，詳細內容參見會議資料。

- (1) 鐵路事件事故調查訓練課程安排說明。
- (2) 阿里山森林鐵路 ISO 文件清單彙整說明。

2. 討論議題

- (1) 「鐵路事件事故調查」訓練課程於 10/14(三)~10/16(五)在中興社訓練教室舉辦，課程內容會再與講師討論微調，屆時將請運研所長官蒞臨致詞。
- (2) 可參考台北捷運安全管理的做法，例如有專人做危害管理、追蹤執行狀況及相關的紀錄等。
- (3) 彙整阿里山森林鐵路現有 ISO 規定，篩選出與出軌相關，整理成防治出軌標準的文件或值勤人員攜帶手冊，也可以轉換成訓練教材。需進一步了解目前阿里山森鐵是否有類似之做法及第一線同仁的需求與看法。

3. 建議事項

- (4) 根據期中審查委員的意見，失誤樹分析要做到量化處理，實務上有其執行上的困難，就算不做量化處理亦不容易，主要是實務做法多以 Bottom-up 的方式來處理，較少看到以 Top-down 來進行實作分析。建議針對已經發生的事故做分析。

(中興社配合辦理)

- (5) 阿里山森林鐵路有 ISO9000 之品質文件，建議針對出軌部份，利用風險管理程序進行危害辨識、評估、產生改善方案，找出現階段要改善的議題，並提出如何修改既有的 ISO 作業程序，最後回饋到安全管理報告呈現出來，以達到自主管理之目的。

(中興社配合辦理)

- (6) 建議可從 103 年森鐵安全管理報告提出之 102 年度事故及異常事件之檢討及預防措施，探討其實際執行狀況及落實情形。

(中興社配合辦理)

- (7) 建議可先了解森鐵目前針對預防出軌實際作業情形，之後希望可以做出新的作業程序給森鐵使用(例如每項作業以 check list 方式呈現)。

(中興社配合辦理)

4. 散會

五、第 5 次工作會議紀錄

時 間：104 年 09 月 25 日下午 2 時 00 分

地 點：交通部運輸研究所 11 樓副所長室

主 席：陳天賜 副所長

出席人員：張開國組長、吳熙仁研究員、李治綱教授、中興工程顧問社

記錄：施佑林

1. 工作進度報告

進度報告綱要如下，詳細內容參見會議資料。

- (1) 本研究期末產出說明
- (2) 「列車出軌事件事故調查」訓練課程說明
- (3) 專家座談規劃說明
- (4) 森鐵訓練課程說明

2. 建議事項

- (1) 本研究後續重點建議以安全管理報告之範本精進為主軸。
(中興社配合辦理)
- (2) 建議期末報告將鐵路安全風險管理分析評估工具及輔助風險資料蒐集穿戴科技設備章節重新調整。
(中興社配合辦理)
- (3) 專家座談討論議題建議改為下列兩點：
 - a. 協助確認森鐵列車出軌事故之 Fault Tree & Event Tree
 - b. 針對過去出軌事件，提出如何修改或加強森鐵既有的 ISO 作業程序建議。
(中興社配合辦理)
- (4) 建議根據上述(3)建議議題，重新擬定欲邀請之專家學者參與專家座談會。
(中興社配合辦理)
- (5) 建議於期末報告提出目前鐵路安全體制上之修法建議。
(中興社配合辦理)

3. 散會

六、第 6 次工作會議紀錄

時 間：104 年 11 月 12 日上午 10 時 00 分

地 點：交通部運輸研究所 7 樓會議室

主 席：張開國 組長

出席人員：交通部臺灣鐵路管理局運務處彭副處長明光、交通部高速鐵路工程局劉副工程司建愷、台灣高速鐵路股份有限公司品保室吳副工程師彥勳、臺北大眾捷運股份有限公司林課長賢樑、吳熙仁研究員、中興工程顧問社

記錄：吳明軒

1. 工作進度報告

進度報告綱要如下，詳細內容參見會議資料。

- (1) 森鐵出軌事故內化品質文件
- (2) 法規條文修正建議說明

2. 討論議題

- (1) 行車實施要點屬於較上層之規範條文，採用「應即」、「即時」為可接受範圍，但建議營運單位應於內部次一階的文件中，針對相關條文的執行方式，建立詳細行動規範，清楚說明行動準則，並可引入量化數據協助執行。
- (2) 緊急事故處理之程序，高鐵、北捷與臺鐵均有行動程序之流程圖，便於參考與操作。
- (3) 行車實施要點中包含乘務員、車長、正駕駛、守車乘務員等職務名稱，名詞眾多易造成混淆，規章內能統一定義乘務員為宜。
- (4) 各項文件中應加入引用規章來源，以及配套文件為何，以利於後續修改文件後與相關文件維持一致性。
- (5) 緊急應變作業中，可將即時通訊軟體納入聯繫工具，另作業規範中僅須述明聯繫單位，而聯絡人及電話可由內部建立連絡群組、電話簿等方式，定期確認、修正名單正確性。
- (6) 同樣的規定或程序可統籌寫在一份規範文件中，其它文件則以引述方式參照，避免因散落不同文件，後續修訂時會有掛一漏萬之情形發生。
- (7) 行車實施要點規範直線、曲線速限，但應先明確定義何謂「曲線」，並建議曲線速限應依照直線速限保留 10% 餘裕空間。
- (8) 行車實施要點中規範的直線、曲線速限尾數建議修訂為 5 或 0，較利於駕駛掌控列車速限。
- (9) 專責單位與專人負責部份，考量各營運單位的情況不同，專人負責風險管理可能有實行上的困難，而建立專責部門在子法已有相關規定。
- (10) 由事件造成的死亡人數判定是否為重大事故，此方法可能尚不夠嚴謹，因而重大事故的衡量方式可做為後續研究探討課題。

- (11)不要直接在「標 18-重大行車事故調查標準作業程序」中規範事故現場的拍照方式，可採用附件方式撰寫「建議調查方式」做為參考資料。
- (12)應於「標 18-重大行車事故調查標準作業程序」中補強有關證據的規範。事故發生前之相關證據(如：維修紀錄)應同樣納入調查內容；且相關證據應設定保密性，規範何種層級之職員，才具有調閱、存、取證據之權限。
- (13)「規 10-軌道、橋隧檢查養護作業規定」第 82 條中有關年檢、季檢、月檢要能註明檢查範圍、內容以及其檢查差異。第 84 條中「並按輕重緩急情況限期改善」之描述，可探討輕重緩急如何判定、限期的期限為何。
- (14)「標 13-02 抽換道碴標準作業程序」中有關抽換道碴作業自主檢查表應置入表號，並應加上檢查表之保存期限。且「4.3.3 施工後檢查」中應加入量化數字以說明道碴更換是否依標準完成。同項目中規定，「數日後再視軌道狀況，逐步解除慢行恢復正常行駛速度」，此規範內容應列於檢查表的檢查項目中，確認是否有於數日後檢查軌道狀況，是否有逐步解除慢行。
- (15)「標 13-006 朝巡標準作業程序」中，監工區判斷異常本須進行處理時，應建立通知列車是否可以通行之步驟。
- (16)「標 08-行車超速查核與處理須知」二之(二)
 - a. 僅規範列車通過對向轉轍器之情形，應補足通過背向或其他形式轉轍器之情形。
 - b. 車庫主任於行車超速駕駛後，除執行教育訓練外，因進行超速原因調查，並提出調查結果說明。
 - c. 應釐清第 13 條中為何取 8 分鐘之平均速度，依業者經驗，係直接採用事故發生時，車速紀錄卡當下所記錄的車速做為檢核值。

3. 建議事項

- (1) 鑒於風險管理報告之整體發展未臻成熟，風險管理的報告範圍亦不清楚，建議短期先不要修法，可先將提送報告之概念加入實施辦法中，並加入報告的架構說明。
(中興社配合辦理)
- (2) 若欲於鐵路法修正建議中納入「風險管理」一詞，建議可採用「安全風險管理」一詞。
(中興社配合辦理)
- (3) 修法方向建議部份，母法要能保持操作的彈性應此不適合變動，建議去修訂參照該法所制定出來其的規範、流程或者指引手冊。
(中興社配合辦理)

4. 散會

七、第 7 次工作會議紀錄

時 間：104 年 11 月 12 日下午 2 時 00 分

地 點：交通部運輸研究所 7 樓會議室

主 席：張開國 組長

出席人員：交通部臺灣鐵路管理局運務處彭副處長明光、台灣高速鐵路股份有限公司品保室劉經理哲男、台灣高速鐵路股份有限公司品保室吳工程師、臺北大眾捷運股份有限公司林課長賢樑、賴靜慧研究員、吳熙仁研究員、中興工程顧問社

記錄：吳明軒

1. 工作進度報告

進度報告綱要如下，詳細內容參見會議資料。

- (1) 年度安全管理報告精進
- (2) 期末報告章節安排
- (3) 未來研究方向建議

2. 討論議題

- (1) 美國聯邦鐵路署 (FRA) 未來的研究重心將轉往安全管理系統 (Safety Management System) 之研析，而美國推動 SMS 成功，一部分原因係有政府為調查結果背書，臺灣若欲推行 SMS 亦同樣需要政府協助支援。
- (2) 歐盟 EN-50126 規定第三方認證須要由歐盟會員國指定的第三方 (Notify party)，造成國內工程執行 EN-50126 時，皆須將 IV&V 委託國外廠商。建議政府可以考慮扶植國內企業為 Notify Party，並針對第三方認證的機制進行檢討及調整。
- (3) 在完成安全管理報告研究後，未來可嘗試進行鐵路安全管理計畫之研析。

3. 建議事項

- (1) 建議期末報告安排之項次 5 之標題修訂為「列車出軌之風險分析案例探討」。
(中興社配合辦理)
- (2) 期末報告安排之項次 6 之標題「相關作業之標準化、文件化與程序化」中，因「相關作業」一詞不直觀，建議修改。
(中興社配合辦理)
- (3) 建議期末報告安排之項次 7 建議修正為「年度安全報告精進與法規修正建議」。
(中興社配合辦理)
- (4) 檢核表中除檢核項目與確認外，建議加入「檢核重點」。
(中興社配合辦理)

- (5) 檢核表的檢核項目可考慮加入「*」號，表示該項目為必須檢核項目。
(中興社配合辦理)
- (6) 安全管理報告檢核表 Ch4 中，建議「事故與異常事件摘要及預防措施」更改為「事故與異常事件檢討及預防措施」、「特定事故摘要及安全對策」更改為「特定事故檢討及安全對策」。
(中興社配合辦理)
- (7) 承上，建議針對「特定事故摘要及安全對策」說明特定事故的定義，並建議將此檢核項目改為非必須檢核項目。
(中興社配合辦理)
- (8) 安全管理報告檢核表 Ch5 中，建議加入風險管理研究報告之檢核項目，且研究管理報告應與安全實施計畫連接，說明是否按照安全計畫推動相關安全管理策略，並檢討其成效。
(中興社配合辦理)

4. 散會

鐵路安全之風險管理推動研究-發展鐵路系統之安全管理實務與報告

【第 1 天訓練課程】

緣起：本研究係延續運研所「風險管理應用於鐵路運輸安全」及「風險式與自主式鐵路安全管理制度之實務調查與分析」等研究，繼續推動鐵路安全風險管理之研究，用以落實鐵路系統安全管理實務。本次教育訓練先說明鐵路營運現實的安全問題，並簡介先進鐵路系統實施風險管理的應用實例與運作情形，之後傳達鐵路營運安全危害與風險的認知，使鐵路機構同仁能合力推動安全改善作業，同時並以森鐵出軌事故為例，討論可改善的流程及處理方式，希望與會者對風險管理能有更進一步的認識。

主辦單位：交通部運輸研究所

協辦單位：林務局嘉義林區管理處
臺鐵局阿里山森林鐵路管理處

承辦單位：財團法人中興工程顧問社

時間：2015 年 07 月 03 日 AM09:30 及 PM17:30

地點：林務局嘉義林區管處（嘉義市林森西路 1 號大禮堂）
臺鐵局阿里山森林鐵路管理處（阿里山站簡報室）

鐵路安全之風險管理推動研究-發展鐵路系統之安全管理實務與報告

【課程安排】

日期：2015 年 07 月 03 日（五）上午

地點：林管處大禮堂

時間	長度(分鐘)	內容
09：30～10：00	30	報到/簽到
10：00～10：10	10	主席/貴賓致詞
10：10～10：25	15	引言-鐵路系統風險管理應用介紹
10：25～12：00	95	講題-鐵路營運安全危害與風險認知
12：00～12：10	10	綜合討論、分享與回饋

日期：2015 年 07 月 03 日（五）晚上

地點：阿里山站簡報室

時間	長度(分鐘)	內容
17：30～17：40	10	報到/簽到
17：40～17：50	10	主席/貴賓致詞
17：50～18：05	15	引言-鐵路系統風險管理應用介紹
18：05～19：40	95	講題-鐵路營運安全危害與風險認知
19：40～20：10	30	綜合討論、分享與回饋

【課程內容】

1. 引言：鐵路系統風險管理應用介紹

- 內容：歐美先進國家在鐵路安全監理安全管理的作法，多數採風險管理為基礎的安全管理制度，透過關鍵課題之探討，研擬排除危害之手段。本引言將說明鐵路營運現實的安全問題，並簡介先進鐵路系統實施風險管理的應用實例與運作情形。

2. 講題：鐵路營運安全危害與風險認知

- 內容：鐵路系統能成功導入風險管理的重要因素之一，便是要讓高階主管支持該理念、同時值勤同仁也都能有風險的認知與共識。本講題首先傳達鐵路營運安全危害與風險的認知，使鐵路機構同仁能合力推動安全改善作業，同時並以森鐵出軌事故為例，討論可改善的流程及處理方式。

一. 出席單位統計

上午場次出席單位	參加人數
交通部運輸研究所	3
台灣高鐵公司	2
臺灣鐵路管理局	3
高雄捷運股份有限公司	1
台灣糖業公司	1
林務局嘉義林區管理處	6
臺鐵局阿里山森林鐵路管理處	59
南臺科技大學	1
財團法人中興工程顧問社	3
下午場次出席單位	參加人數
交通部運輸研究所	3
林務局嘉義林區管理處	1
臺鐵局阿里山森林鐵路管理處	31
財團法人中興工程顧問社	2

二. 教材：主要摘錄於研究報告內容，故省略

三.教育訓練照片

說明	上午場次照片	下午場次照片
主辦單位、協辦單位貴賓致詞		
學員參與情況		
授課進行中		
分享與回饋		

四. 討論內容：

1. 阿里山森林鐵路林副處長欲了解，北捷針對發生「鄭捷事件」後，安

全管理是否有變動及其安全改善作業為何？

北捷以往僅針對「犯罪」做安全預防及演練，並未針對如鄭捷事件之「隨機殺人」事件做過相關預防措施及演練，針對「鄭捷事件」後，臺北捷運在安全管理方面有以下措施：

- a. 在系統維安方面，雙北市警察局各分局及捷運警察都加強捷運各車站內外及車廂巡邏。站務員、司機員及保全人員等，安排維安處理課程，並增配警棍或防狼噴霧。
- b. 增加捷運危安事件及大量傷患救護處理演練。
- c. 全部建置車廂內監視器，並加強旅客危安意識宣導；列車上影像直通行控中心並建置錄影設備，由司機員直接通報行控中心後報警。
- d. 強化通報機制，補足意外發生時的應變處理。

2. 高雄捷運公司林工程師欲了解品質管理與安全管理之分工界定為何？

品質管理系統「QMS」是安全管理系統「SMS」的基石，建置正確且運作中的品質管理系統，安全管理系統方能有機會有效展開和發揮作用。實務上，還需兩單位互相協調區分責任及作業範圍，方能運作的更有效率和更實用。

五. 滿意度調查

本次教育訓練有進行滿意度調查，回收問卷 21 份中有效問卷為 21 份，茲將問卷之滿意度調查調查表彙整說明如下。

1. 多數蒞臨會場之學員認為課程程度與內容適合與充實。
2. 多數學員對課程時數安排滿意。
3. 多數學員認為課程對於工作上以及個人新知吸收上均有幫助，且未來願意繼續參加類似的課程。
4. 整體而言本次訓練之學員反應多為正向且良好。

104/07 教育訓練滿意度調查表

一、課程程度	適合	太深	太淺
	21	0	0
	100.0%	0.0%	0.0%
二、課程時數	適中	太多	太少
	20	0	1
	95.2%	0.0%	4.8%
三、講授內容	充實	普通	空洞
	20	1	0
	95.2%	4.8%	0.0%
四、講授方法	合適	普通	欠佳
	20	1	0
	95.2%	4.8%	0.0%
五、講授表達	甚佳	佳	欠佳
	10	11	0
	47.6%	52.4%	0.0%
六、對工作幫助	有	些許	沒有
	18	3	0
	85.7%	14.3%	0.0%
七、對個人幫助	有	些許	沒有
	19	2	0
	90.5%	9.5%	0.0%
八、願意再次參加	願意	無所謂	不願意
	20	1	0
	95.2%	4.8%	0.0%

六. 結業

鐵路安全之風險管理推動研究-發展鐵路系統之安全管理實務與報告

【第 2 天訓練課程】

緣起：本研究係延續運研所「風險管理應用於鐵路運輸安全」及「風險式與自主式鐵路安全管理制度之實務調查與分析」等研究，繼續推動鐵路安全風險管理之研究，用以落實鐵路系統安全管理實務。本次教育訓練先介紹危害辨識的方法，以及重點介紹國內外鐵路營運業者在危害辨識作業之成果，並說明先進鐵路系統於危害登錄與更新的實務作法，最後透過與學員互動討論辨識出可能潛藏的危害有哪些，進而使學員了解風險管理與其切身相關，以及如何協助森鐵營運進行風險管理之工作。

主辦單位：交通部運輸研究所

協辦單位：臺鐵局阿里山森林鐵路管理處
林務局嘉義林區管理處

承辦單位：財團法人中興工程顧問社

時間：2015 年 08 月 04 日 AM09:30 及 PM17:30

地點：臺鐵局嘉義工務段（嘉義市中興路 1-3 號 3F 禮堂）
臺鐵局阿里山森林鐵路管理處（阿里山站簡報室）

鐵路安全之風險管理推動研究-發展鐵路系統之安全管理實務與報告

【課程安排】

時段：104 年 08 月 04 日（二）上午

地點：臺鐵局嘉義工務段 3F 禮堂

時間	長度(分鐘)	內容
09：30～09：50	30	報到/簽到
09：50～10：00	10	主席/貴賓致詞
10：00～10：25	25	引言-鐵路系統危害辨識作業成果
10：25～12：00	95	講題-鐵路營運安全初步危害辨識
12：00～12：20	20	綜合討論、分享與回饋

時段：104 年 08 月 04 日（二）晚上

地點：阿里山站簡報室

時間	長度(分鐘)	內容
17：20～17：30	10	報到/簽到
17：30～17：40	10	主席/貴賓致詞
17：40～18：05	25	引言-鐵路系統危害辨識作業成果
18：05～19：40	95	講題-鐵路營運安全初步危害辨識
19：40～20：00	20	綜合討論、分享與回饋

【課程內容】

1. 引言：鐵路系統危害辨識作業成果
 - 內容：歐美先進國家在鐵路安全監理安全管理的作法，多數採風險管理為基礎的安全管理制度，而首要之務便是進行危害項目的辨識。本引言會介紹危害辨識的方法，並重點介紹國內外鐵路營運業者在危害辨識作業之成果，最後則說明先進鐵路系統於危害登錄與更新的實務作法。
2. 講題：鐵路營運安全初步危害辨識
 - 內容：風險管理第一個步驟就是進行初步危害辨識（Preliminary Hazard Analysis, PHA），本講題將以森鐵為例，傳達可能存在的危害種類，並透過與學員互動討論辨識出可能潛藏的危害有哪些，進而使學員了解風險管理與其切身相關，以及如何協助森鐵營運進行風險管理之工作。

一. 出席單位統計

上午場次出席單位	參加人數
交通部運輸研究所	3
台灣高鐵公司	2
臺灣鐵路管理局	2
高雄捷運股份有限公司	1
台灣糖業公司	1
林務局嘉義林區管理處	2
臺鐵局阿里山森林鐵路管理處	27
交通大學運管系	1
南臺科技大學	1
財團法人中興工程顧問社	3
下午場次出席單位	參加人數
交通部運輸研究所	2
林務局嘉義林區管理處	1
臺鐵局阿里山森林鐵路管理處	25
財團法人中興工程顧問社	2

二. 教材：主要摘錄於研究報告內容，故省略。

三. 教育訓練照片

說明	上午場次照片	下午場次照片
主辦單位、協辦單位貴賓致詞		
學員參與情況		
授課進行中		
分享與回饋		

四. 討論內容：本次課程以互動討論方式進行，主要摘錄於研究報告內容，故省略。

五. 滿意度調查

本次教育訓練有進行滿意度調查，回收問卷 51 份中有效問卷為 51 份，茲將問卷之滿意度調查調查表彙整說明如下。

1. 多數蒞臨會場之學員認為課程程度與內容適合與充實。
2. 多數學員對課程時數安排滿意。
3. 多數學員認為課程對於工作上以及個人新知吸收上均有幫助，且未來願意繼續參加類似的課程。
4. 整體而言本次訓練之學員反應多為正向且良好。

104/08 教育訓練滿意度調查表

	適合	太深	太淺
一、課程程度	51	0	0
	100.0%	0.0%	0.0%
	適中	太多	太少
二、課程時數	50	0	1
	98.0%	0.0%	2.0%
	充實	普通	空洞
三、講授內容	46	5	0
	90.2%	9.8%	0.0%
	合適	普通	欠佳
四、講授方法	47	4	0
	92.2%	7.8%	0.0%
	甚佳	佳	欠佳
五、講授表達	35	16	0
	68.6%	31.4%	0.0%
	有	些許	沒有
六、對工作幫助	42	9	0
	82.4%	17.6%	0.0%
	有	些許	沒有
七、對個人幫助	43	8	0
	84.3%	15.7%	0.0%
	願意	無所謂	不願意
八、願意再次參加	50	1	0
	98.0%	2.0%	0.0%

六. 結業

鐵路安全之風險管理推動研究-發展鐵路系統之安全管理實務與報告

【第3天-第5天訓練課程】

「鐵路事件/事故調查訓練」課程

緣起：本次教育訓練特地邀請國外鐵路安全專家進行授課，提供參訓學員了解依據美國聯邦法規第49篇659部份（State Safety Oversight Rule 49 CFR Part 659）之要求，期待能以最宏觀的視角、最細微的觀點將鐵路事件調查之重要面向逐一剖析，使國內鐵路營運業者對於事故調查程序與方法有更深一層的認識，並在事故發生時，能有更全面調查能力。另外，使國內鐵路營運業者了解營運機關(構)、監理單位與政府三者間於鐵路事件事故調查中所扮演之角色、責任與需求。

主辦單位：交通部運輸研究所

協辦單位：財團法人中興工程顧問社

時間：104年10月14日（三）～104年10月16日（五）
AM09:00 ～ PM17:00

地點：財團法人中興工程顧問社（台北市內湖區新湖二路280號）
2F 訓練教室

鐵路安全之風險管理推動研究-發展鐵路系統之安全管理實務與報告

【課程安排】

Date Time	104/10/14 (三)	104/10/15 (四)	104/10/16 (五)
08:30-09:00	報到		
09:00-10:00	始業致詞&議題 1	議題 5	議題 10
10:00-10:15	Break 15min		
10:15-11:15	議題 1	議題 6	議題 11
10:15-11:30	Break 15min		
11:30-12:30	議題 2	議題 7	議題 12
12:30-13:30	Lunch 60min		
13:30-14:30	議題 3	議題 8	議題 13
14:30-14:45	Break 15min		
14:45-15:45	議題 4	議題 9	議題 13
15:45-16:00	Break 15min		
16:00-17:00	議題 4	議題 9	議題 14&結業致詞

■ 註：講師可能會依據實際上課互動情形，對課程進度稍作調整

議題摘要

講題	時數	講師
議題 1-政府機構在鐵路安全管理之角色	2	Eric
議題 2-美國國家運輸安全委員會介紹	1	Eric
議題 3-確立調查目的並定義其工作內容	1	David
議題 4-組織調查團隊與分配工作事項	2	David
議題 5-審視軌道與結構調查關鍵	1	David
議題 6-號誌系統對於事故發生之影響性	1	David
議題 7-證據蒐集方式對於現場重建之重要性探討	1	David
議題 8-目擊者訪談技巧與內容剖析	1	David
議題 9-以營運觀點探討事故發生因素	2	David
議題 10-責任員工訪查與工作紀錄蒐集	1	David
議題 11-事故發生之人為因素分析	1	David
議題 12-平交道碰撞因素之深入調查	1	David
議題 13-以特別案例辨識不同系統之潛在危害	2	David
議題 14-鐵路事故調查程序之實踐辦法	1	Eric

【課程內容】

本課程主要以美國運輸安全中心（Transit Safety Institute）之教材為基礎，依據美國運輸安全委員會（National Transportation Safety Board, NTSB）的運作方式，以系統性的方式來說明鐵路系統事件事故調查程序，期望學員在面對對鐵路事件/事故時，能順利成功的進行調查作業，並透過調查結果有效防止與預防再次發生。此外，訓練中也會說明鐵路營運公司、監理單位與政府三者間於鐵路事件事故調查中所扮演之角色、責任與需求，例如：美國聯邦鐵路管理局（Federal Railroad Administration, FRA）、美國聯邦大眾運輸署（Federal Transit Administration, FTA）、美國運輸安全委員會（NTSB）之間的關係。

一. 出席單位統計

10/14 場次出席單位	參加人數
交通部運輸研究所	3
交通部高速鐵路工程局	4
交通部鐵路重大事故調查委員會	4
台灣高速鐵路股份有限公司	5
交通部臺灣鐵路管理局	11
台北捷運公司	3
高雄捷運股份有限公司	3
桃園捷運公司	3

臺鐵局阿里山森林鐵路管理處	1
台灣大學	1
南臺科技大學	1
財團法人中興工程顧問社	3
10/15 場次出席單位	參加人數
交通部運輸研究所	2
交通部高速鐵路工程局	6
交通部鐵路重大事故調查委員會	2
台灣高速鐵路股份有限公司	5
交通部臺灣鐵路管理局	13
台北捷運公司	2
高雄捷運股份有限公司	2
桃園捷運公司	3
臺鐵局阿里山森林鐵路管理處	1
台灣大學	2
南臺科技大學	1
財團法人中興工程顧問社	3
10/16 場次出席單位	參加人數
交通部運輸研究所	2
交通部高速鐵路工程局	3
交通部鐵路重大事故調查委員會	4
台灣高速鐵路股份有限公司	5
交通部臺灣鐵路管理局	11
台北捷運公司	2
高雄捷運股份有限公司	2
桃園捷運公司	3
臺鐵局阿里山森林鐵路管理處	1
台灣大學	2
陽明大學	1
南臺科技大學	1
財團法人中興工程顧問社	3

二. 教材：略。

三. 教育訓練照片

說明	10/14 場次照片	10/15 場次照片	10/16 場次照片
主辦單位、協辦單位貴賓致詞			
學員參與情況			
授課進行中			
分享與回饋			

說明	10/16 場次照片
證書頒發	
講師與學員合照	

四. 討論內容：略。

五. 滿意度調查

本次教育訓練有進行滿意度調查，回收問卷 24 份中有效問卷為 24 份，茲將問卷之滿意度調查調查表彙整說明如下。

1. 多數蒞臨會場之學員認為課程程度與內容適合與充實。
2. 多數學員對課程時數安排滿意。
3. 多數學員認為課程對於工作上以及個人新知吸收上均有幫助
4. 學員未來皆願意繼續參加類似的進階課程。
5. 整體而言本次訓練之學員反應多為正向且良好。

104/10 教育訓練滿意度調查表

	適合	太深	太淺
一、課程程度	19	0	5
	79.2%	0.0%	20.8%
二、課程時數	適中	太多	太少
	21	0	3
	87.5%	0.0%	12.5%
三、講授內容	充實	普通	空洞
	18	6	0
	75.0%	25.0%	0.0%
四、講授方法	合適	普通	欠佳
	21	3	0
	87.5%	12.5%	0.0%
五、講授表達	甚佳	佳	欠佳
	19	5	0
	79.2%	20.8%	0.0%
六、對工作幫助	有	些許	沒有
	16	8	0
	66.7%	33.3%	0.0%
七、對個人幫助	有	些許	沒有
	18	6	0
	75.0%	25.0%	0.0%
八、願意再次參加	願意	無所謂	不願意
	24	0	0
	100.0%	0.0%	0.0%

六. 結業

鐵路安全之風險管理推動研究-發展鐵路系統之安全管理實務與報告

【第 6 天訓練課程】

緣起：本研究係延續運研所「風險管理應度於鐵路運輸安全」及「鐵路系統之安全管理實務與報告」等研究，以本研究所之安全管理實務與報告為主題，進行第二階段之研究。本研究所之安全管理實務與報告，係以本研究所之安全管理實務與報告為主題，進行第二階段之研究。本研究所之安全管理實務與報告，係以本研究所之安全管理實務與報告為主題，進行第二階段之研究。

主辦單位：交通部運輸研究所
協辦單位：臺鐵局阿里山森林鐵路管理處
承辦單位：財團法人中興工程顧問社
時間：2015 年 11 月 03 日 AM10:00 及 PM17:30
地點：林務局嘉義林區管理處（嘉義市林森西路 1 號大禮堂）
臺鐵局阿里山森林鐵路管理處（阿里山站簡報室）

鐵路安全之風險管理推動研究-發展鐵路系統之安全管理實務與報告 【課程安排】

時段：104 年 11 月 03 日（二）上午 10:00

地點：林務局嘉義林區管理處大禮堂

時間	長度(分鐘)	內容
10:00~10:10	10	報到/簽到
10:10~10:20	10	主席/貴賓致詞
10:20~11:20	60	講題 1-森鐵出軌事故內化至品質文件實務
11:20~12:00	40	講題 2-透過事故檢討展現至安全管理報告操作
12:00~12:20	40	綜合討論、分享與回饋

時段：104 年 11 月 03 日（二）晚上 17:30

地點：阿里山站簡報室

時間	長度(分鐘)	內容
17:30~17:50	20	報到/簽到、主席/貴賓致詞
17:50~18:30	40	講題 1A-森鐵 103 年出軌事故轉 PHA 表單操作
18:30~18:40	10	休息
18:40~19:40	60	講題 1B-事故改善措施內化至品質文件操作
19:40~19:50	10	休息
19:50~20:10	20	綜合討論、分享與回饋

【課程內容】

3. 講題 1 (1A+1B)：森鐵出軌事故內化至品質文件實務
- 內容：本講題以列車出軌事故為例，進行該出軌事故之初步危害辨識表單之操作，並從森鐵既有 ISO 品質文件程序中，探討出可以強化或防範續列車出軌事故的作法。
4. 講題 2：透過事故檢討展現至安全管理報告操作
- 內容：鐵路法自民國 103 年修法通過後，鐵路營運業者每年第一季均要向交通部鐵路安全監理小組提送安全管理報告書，本講題將分享國外鐵路安全報告書的作法，同時針對本研究所提出的安全管理報告進行說明，以強化落實與推動。

一. 出席單位統計

上午場次出席單位	參加人數
交通部運輸研究所	3
台灣高鐵公司	2
臺灣鐵路管理局	3
高雄捷運股份有限公司	1
台灣糖業公司	1
林務局嘉義林區管理處	4
台北捷運公司	1
臺鐵局阿里山森林鐵路管理處	36
財團法人中興工程顧問社	2
下午場次出席單位	參加人數
交通部運輸研究所	3
林務局嘉義林區管理處	1
臺鐵局阿里山森林鐵路管理處	58
台北捷運公司	1
財團法人中興工程顧問社	2

二. 教材：主要摘錄於研究報告內容，故省略。

三. 教育訓練照片

說明	上午場次照片	下午場次照片
主辦單位、協辦單位貴賓致詞		
學員參與情況		
授課進行中		

四. 討論內容：本次課程以互動討論方式進行，主要摘錄於研究報告內容，故省略。

五. 滿意度調查

本次教育訓練有進行滿意度調查，回收問卷 45 份中有效問卷為 45 份，其問卷之滿意度調查分析如下表所示，說明如下。

1. 多數蒞臨會場之學員認為課程程度與內容適合與充實。
2. 多數學員認為課程對於工作上以及個人新知吸收上均有幫助，且未來願意繼續參加類似的課程。
3. 整體而言本次訓練之學員反應多為正向且良好。

鐵路安全之風險管理推動研究-發展鐵路系統之安全管理實務與報告

104/11 教育訓練滿意度調查表

一、課程程度	適合	太深	太淺
	44	0	1
	97.8%	0.0%	2.2%
二、課程時數	適中	太多	太少
	42	1	2
	93.3%	2.2%	4.4%
三、講授內容	充實	普通	空洞
	38	7	0
	84.4%	15.6%	0.0%
四、講授方法	合適	普通	欠佳
	36	9	0
	80.0%	20.0%	0.0%
五、講授表達	甚佳	佳	欠佳
	31	14	0
	68.9%	31.1%	0.0%
六、對工作幫助	有	些許	沒有
	38	7	0
	84.4%	15.6%	0.0%
七、對個人幫助	有	些許	沒有
	37	8	0
	82.2%	17.8%	0.0%
八、願意再次參加	願意	無所謂	不願意
	43	2	0
	95.6%	4.4%	0.0%

六. 散會

附錄 4 投稿摘要

一、 臺鐵旅客遭受攻擊的風險管理

Risk Management of Passenger Assaults for TRA

孫千山 Suen, Chian-Shan¹

鍾志成 Jong, Jyh-Cherng²

張開國 Chang, Kai-Kuo³

吳熙仁 Wu, His-Jen⁴

聯絡地址：11494 台北市內湖區新湖二路 280 號

Address: No. 280, Xinhua 2nd Rd. Neihu Dist., Taipei City 11494, Taiwan

電話：(02) 8791-9198

Tel：(02) 8791-9198

電子信箱：james_suen@sinotech.org.tw

E-mail：james_suen@sinotech.org.tw

摘要

臺北捷運系統發生乘客蓄意殺人事件後，國人搭乘捷運及鐵路系統的風險意識上升。本研究試圖透過統計及風險管理的技術，來分析旅客搭乘臺鐵系統遭受攻擊的風險水準，研究結果發現，搭乘臺鐵系統在傍晚至凌晨時段（1600~2400）比較容易受到攻擊，受害人以 16~25 歲的女性居多，以受到性騷擾為大宗，並以人潮較少的東部地區以及招呼站為最常發生的地點。經分析後發現，臺鐵旅客遭受攻擊的風險屬於不可容忍的水準。若仿照機場採取嚴格的安檢措施雖可有效降低風險，但對通勤旅客衝擊過大，而裝設錄影監視設備雖不具經濟效益，但可達到嚇阻的效果。根據英國的經驗，若搭配列車長及鐵路警察的走動巡察，可有效提升旅客乘車的安全感。

關鍵詞：旅客遭受攻擊、風險管理、風險評量

¹ 財團法人中興工程顧問社 土木水利及軌道運輸研究中心 軌道運輸組 組長

² 財團法人中興工程顧問社 土木水利及軌道運輸研究中心 主任

³ 交通部交通運輸研究所 運輸安全組 組長

⁴ 交通部交通運輸研究所 運輸安全組 研究員

Abstract

After the incident of passenger killings in the Taipei Metro Rapid Transit, Taiwanese people's risk awareness toward taking rapid transit and railway systems increased. This study attempted to evaluate the risk level of TRA passenger assaults via the techniques of statistical analysis and risk management. The results show that passenger assaults are more likely to happen between 16:00~24:00. Most of the victims are 16~25-year-old females, suffering from sexual harassment on the Eastern Line and at staffless stations. The risk level of TRA passenger assaults falls within the intolerable region. Although enforcing strict security checking at railway stations such as airports could effectively reduce the risk of passenger assaults, the impact on commuters is too high. On the other hand, installing CCTV equipments, though not cost-effective, may deter perpetrators from taking actions. Based on the experiences of United Kingdom, CCTV together with patrols by conductors and police could effectively enhance passengers' senses of safety and security.

Keywords: Passenger Assaults · Risk Management · Risk Evaluation

二. 風險式與自主式鐵路安全管理制度之推動策略研究

A study of Strategies to Promote Risk-Based and Activity-Based Railway Safety Management Systems

孫千山 Chian-Shan Suen¹

施佑林 Yu-Lin Shih²

鍾志成 Jyh-Cherng Jong³

李治綱 Chi-Kang Lee⁴

張開國 Kai-Kuo Chang⁵

吳熙仁 Hsi-Jen Wu⁶

摘要

先進國家之鐵路系統多著重於業者自我安全管理與內部稽核，並透過安全管理報告之提供，以達到政府監理機構對鐵路業者之安全要求。為改善我國鐵路安全管理制度，本研究首先回顧國外鐵路監理機構之安全績效報告撰寫指引，擬定適用於鐵路系統之年度安全管理報告書格式及撰寫內容指引，最後針對國內法規及監理制度，建議推動風險式與自主式安全管理制度之對策及作法，並提出現有法規修正建議，提供國內鐵路營運業者及監理機構未來在進行安全管理相關作業時參考。

關鍵詞：風險式與自主式、安全管理制度、安全管理報告

¹ 財團法人中興工程顧問社土木水利及軌道運輸研究中心 研究員兼組長（聯絡地址：台北市內湖區新湖二路280號，電話：02-87919198分機428，E-mail:james_suen@sinotech.org.tw）

² 財團法人中興工程顧問社土木水利及軌道運輸研究中心 研究員

³ 財團法人中興工程顧問社土木水利及軌道運輸研究中心 主任

⁴ 南台科技大學行銷與流通管理系所 教授

⁵ 交通部運輸研究所運輸安全組 組長

⁶ 交通部運輸研究所運輸安全組 研究員

Abstract

Most railway operators in advanced countries focus on activity-based safety managements, internal auditing, and then submit the safety reports to the concerned authorities to meet the safety requirements. To improve the railway safety management systems in Taiwan, this study started from reviewing the safety performance reporting guideline of international railway supervisors. Then the format of annual safety report for railway operators as well as its reporting guideline is drawn up. Finally, for the regulations and supervision system in Taiwan, we recommend risk-based and activity-based safety management systems as countermeasures and methodologies as well as propose suggestions for revising the current regulations. This study can be used as a reference for railway operators and supervisors in related safety management operations in the future.

Keywords: Risk-Based and Activity-Based, Safety Management System, Safety Report

三. 增進鐵路安全風險管理工具及輔助蒐集資料穿戴科技 設備之評估

Assessment of Using Risk Management Tools and Wearable Devices to Improve Railway Operation Safety Performance

孫千山 Chian-Shan Suen¹

張恩輔 En-Fu Chang²

韓念祖 Nien-Tsu Han³

施佑林 Yu-Lin Shih²

李治綱 Chi-Kang Lee⁴

張開國 Kai-Kuo Chang⁵

吳熙仁 Hsi-Jen Wu⁶

摘要

安全是鐵路系統營運首重之務，營運者自身之安全管理制度更是避免事故發生的重要防護機制。近年來我國鐵路系統發展風險式、自主式與預防式為基礎的安全管理制度已具備相當成果，惟相關科技與技術之應用較為不足，因此，本研究針對可用於改善鐵路安全風險之相關工具及穿戴式裝置進行回顧與探討，並提出國內鐵路系統引進之可行性構想，期待相關研究成果能作為國內鐵路系統引進新式風險管理科技及工具之參考依據，協助營運者掌握體鐵路系統之潛在危害資訊，及時予以修正，以提供更加安全的優質鐵路運輸服務。

關鍵詞：風險管理工具評估、穿戴式科技裝置應用

¹ 財團法人中興工程顧問社土木水利及軌道運輸研究中心 研究員兼組長（聯絡地址：台北市內湖區新湖二路 280 號，電話：02-87919198 分機 428，E-mail: james_suen@sinotech.org.tw）

² 財團法人中興工程顧問社土木水利及軌道運輸研究中心 研究員

³ 國立台灣大學土木工程學系交通工程組 碩士班研究生

⁴ 南台科技大學行銷與流通管理系所 教授

⁵ 交通部運輸研究所運輸安全組 組長

⁶ 交通部運輸研究所運輸安全組 研究員

Abstract

Safety is the top priority in railway operations. To ensure the safe performance of railway systems, operators need to establish comprehensive safety management measures. In recent years, railway operators in Taiwan have made a significant progress in developing risk, activity and prevention-based safety management measures, but there is still room for further improvement. We are aware of the potential in applying risk management tools and wearable technical devices to aid operators in conducting safety management measures. Therefore, in this research, we examined and assessed the feasibility of introducing those technologies to Taiwanese railway systems. We hope this research could help operators to better utilize those new technologies to modify potential hazards in the systems and provide safer and more satisfactory services.

Keywords: Risk Management Tools Assessment, Wearable Technical Devices Application

附錄 5 期中、專家座談會、期末審查意見回覆

一. 研究報告期中審查意見處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫

■期中□期末報告

計畫名稱：MOTC-IOT-104-SBB002

鐵路安全之風險管理推動研究—發展鐵路系統之安全管理實務與報告

執行單位：財團法人中興工程顧問社

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單 位審查意見
逢甲大學葉教授名山		
1.請說明報告中 1-4 頁「管控軌道安全風險」以及「稽查軌道安全風險」兩者之差異。	1.葉委員描述之問題為運研所在招標文件中的第 3 項及第 4 項要求。研究團隊建議可透過 PDCA (Plan, Do, Check, Action) 滾動式檢討程序，特別是「Check 確認」此步驟嚴格要求遵守程序與養成安全文化，以控管營運安全之風險，並採用風險績效曲線 (Risk Profile) 稽查整體的風險變化，已於期末報告 2.2.3 節內補述。	1.同意，但請於期末報告書中說明。
2.由於臺鐵行保會的事故調查要求十分高，為使調查水準能與世界接軌，建議能夠將臺鐵行保會的成員一併加入教育訓練。	2.教育訓練之原訓練地點安排在運研所 5F 會議室，考量該空間僅能容納 26 個名額，經討論後已改至中興社訓練教室舉辦，中興社教室空間為 50 個名額。經與運研所討論後，提供臺鐵局之名額共 13 位，臺鐵局可在名額內指派行保會成員參加訓練。	2.同意。
3.有關不同營運單位的安全資料庫部分，建議能提供給交通部鐵路安全小組，成立平台互相交流。	3.委員之意見為上位政策議題，建議妥適方法應由中央之鐵路監理主管機關（現為交通部高鐵局第一組、未來為鐵道局）作領頭羊制定資料庫格式，並對「鐵路法」、「地方營民營及專用鐵路監督實施辦法」、「大眾捷運法」與「大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦	3.同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
	法」提出修正草案，要求於提送安全管理報告時一併提供資料檔案，已於期末報告 8.2 節內補述。	
4.P.1-9 教育訓練之日期應為誤植，請記得更正。	4.已於期末報告 1.5 節內更正。	4.同意。
5.P.4-15 臺鐵行保會並非每年召開 1 次，是不定期召開。	5.已於期末報告 4.4 節內更正。	5.同意。
6. P.5-1 請補充 2014/7/8、2014/11/6 出軌事故調查表，若有需要的話可以提供較舊的資料供研究團隊參考。請用失誤樹、事件數找出原因，方能提出有效改善策略。	6.感謝葉委員提供資料，已於期末報告 5.1 節內更新。	6.相關資料請納入期末報告書中。
7.相關報告內容建議能夠再詳細，應該要有時間、地點、圖、損害狀況、出軌處，以及找出事故的原因。	7.已於期末報告 5.1 節內更新。	7.相關詳細內容請納入期末報告書中。
8.根據委員經驗，列車出軌原因主要第一個是軌距過寬，再來如道釘鬆脫、枕木腐朽和鋼軌磨耗和斷面不足，以上是第一層原因；進一步原因是出軌的時候一定是在列車往山上行駛、車輛聯掛、下雨、列車通過彎道並且有載客，這幾個條件一起出現時通常都很危險，建議上述原因跟報告中的方法是否能夠配合起來，可做檢視。	8.感謝委員建議，已於期末報告 5.1 節內補述。	8.相關資料請納入期末報告書中。
9.決策樹這類的方法通常算是比較學術的探討，真正在營運時不能做到這麼精細，在實務運用上有其困難性。	9.失誤樹或事件樹係一項分析工具，主要將思考脈絡透過科學化與結構化引導，找出事情原委及其嚴重程度。考量一般鐵路營運機構之使用門檻不宜過高，因此可採較為簡單的導引方式進行，其架構仍係原本精神，已於期末報告 8.1 節內補述。	9.同意，但請於期末報告書中說明。
交通部臺灣鐵路管理局運務處林副處長景山		
1.事故發生後本身是一個結果論，如何要從結果推出原因是一個過程，事故發生後第一件事情應該是到現場去盡可能蒐集所	1.感謝委員之提示，由於調查作業為一重要關鍵，因此本研究執行過程中，邀請美國運輸安全研究中心之專業講師講授「鐵路事件事故調查	1.同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
有證據，蒐集完後回去做進一步分析找出原因在哪，找出原因後才能有對策，這是風險管理中非常重要的關鍵。	訓練」課程，期透過美國運輸安全研究中心之經驗分享，讓學員能了解調查的意義與重要性，同時進階防止後續同樣情形之發生。	
2.森鐵屬高山鐵路，有許多通訊不良的處所，如果在這些通訊不良的地方，建議評估報告中所提先進設備使用之可行性。	2.報告中描述到先進設備的章節，主要是廣泛找尋國內外鐵路系統在應用上之案例介紹，若欲針對高山通訊不良的處所進行應用，確實需因地制宜找出適合之方式，例如：架設無線電、微波、3G/4G 通訊等方式。	2.同意。
3.建議增加「在橋樑上出軌」之失誤樹分析。	3.考量此情境之不同主要在其影響程度嚴重與否，因此在事件樹分析中納入此情境為宜。經研究團隊分析討論後，建議將墜落橋樑一併納入傾覆情境內考量，已於期末報告 5.3.2 節內補述。	3.同意，但請於期末報告書中說明。
4.目前這是一個學術性的研究，建議考量未來如何推動到實務層面之運用，以及如何讓第一線的員工有這樣的認知。	4.風險管理困難之一便是與第一線同仁達成共識與認知，因此研究團隊正致力透過訓練計畫將風險管理的理念進行傳達，並同步培養種子人員，俾鐵路營運機構能進行初步風險管理作業，已於期末報告 8.1 節內補述。	4.同意，但請於期末報告書中說明。
5.P.4-13 圖 4.8 的組織圖應是臺鐵而非高鐵。	5.已於期末報告 4.4 節內更正。	5.同意。
6.依森鐵、臺鐵特性，建議評估簡報中的高科技設備適用之可行性。	6.報告中描述到先進設備的章節，主要是廣泛找尋國內外鐵路系統在應用上之案例介紹，由於各鐵路營運機構特性不盡相同，因此需針對個別系統之特性進行分析，找出因地制宜的適用方式。將於期末報告內附錄 6.6 節內補述。	6.同意，但請於期末報告書中說明。
7.目前國內無人飛行載具相關規範尚未完備，未來若要引進，建議考量引進的時機點與如何配合國內法規。	7.無人飛行載具國內已有自製高階設備，如中科院在「2015 年臺北國際航太暨國防工業展」所展示之無人機即具有自主起降、蒐集情資與監測之功能，因此無引進時機問題。台灣現行無法令規範，但歐盟有可供參考經驗，如：法規、訓練或認證等，據了解民航局正研擬中。	7.同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單 位審查意見
交通部高速鐵路工程局楊組長正君		
1.本研究有關國外安全管理實務與風險管理等資料蒐集完整，整個作業計畫的內容均非常豐富，且進度符合預期。	1.感謝委員之鼓勵。	--
2.建議應就香港、日本安全管理報告議題案例，其背後的理由增補論述。	2.已透過年度報告嘗試找尋其背後原因，並於期末報告 3.2 節內補述。	2.同意，但請於期末報告書中說明。
3.報告中阿里山森林鐵路的列車出軌事故案例分析方法，鐵路機構在實務上比較少用這麼學術的方法，根據過去經驗通常是用四個面向：人員、設備、標準作業程序、環境去檢視事故的發生。	3.失誤樹分析討論到最底層的根（Root）時，一定會反應到人員失誤（人的問題）、設備故障（規格或維護問題）、環境異常，與委員提及之人員、設備、標準程序與環境是一體兩面，且可相互對應的方法。在面對鐵路營運業者時，研究團隊會以較為淺顯易懂方式說明，透過潛移默化方式讓第一線值勤同仁在探究根本原因（Root Cause）時，即是遵循失誤樹分析之精神，已於期末報告 8.1 節內補述。	3.同意，但請於期末報告書中說明。
4.所提先進穿戴設備等是否與安全管理報告有一定相關，宜先述明先進設備之引進應依安全管理之事故調查需要、有助於事件分析結果，才能考慮採用。	4.依據委員建議，已於期末報告附錄 7.3 節內更新。	4.同意。
5.報告書中的表 2-7，有關安全管理報告章節，建議研究團隊宜進一步就各章節之內容予以規範，並指導鐵路機構撰寫。	5.依據委員建議，已於期末報告第七章內更新。	5.同意。
交通部臺灣鐵路管理局阿里山森林鐵路管理處林副處長治平		
1.P.2-13 之危害控制部分，建議加入處罰與禁制。	1.依據委員建議，已於期末報告 2.2.2 節內更新。	1.同意。
2.P.4-19 森鐵之組織架構部分，建議加入勞安室及勞工安全委員會。	2.依據委員建議，已於期末報告 4.6 節內更新。	2.同意。
3.P.4-21 定期查核可分內控機制及外稽制度，另在不定期檢查部分，建議加強隨機抽查以及外聘專家診斷。	3.依據委員建議，已於期末報告 4.6 節內更新。	3.同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
4.P.4-23 平交道事故之分析及管控部分，建議再做深入分析，尤其是與出軌有關之研究。	4.研究團隊於於 2011 年~2013 年連續 3 年協助臺鐵局進行平交道風險模型之建立與量化風險分析，相關之研究重點與成果可提供給委員參閱。	4.同意。
5.目前森鐵以國際標準組織（ISO, International Organization for Standardization）來管控森鐵出軌之原因部分，建議可再詳述其執行方式與如何降低風險。另外，未來若以軌道結構改善（換成預力混凝土軌枕，俗稱 PC 枕，Prestressed concrete sleeper）來避開風險，也是一種管控森鐵出軌原因之可能措施選項。	5.依據委員建議，已於期末報告 4.6 節內更新。	5.同意。
6.出軌後果嚴重性除了人員傷亡（等效死亡）之外，可建議加入對於列車運作之延誤。	6.嚴重性部份，除包含有死亡、受傷、財損與環境破壞外，亦可將營運延誤、營運機構商譽等一併納入考量，已於期末報告 5.1.6 節內更新。	6.同意，但請於期末報告書中說明。
臺灣高速鐵路股份有限公司品保室劉協理文亮		
1.目前報告已具雛型，最後問題是如何把整體串起來，如何去跟鐵路機構說明針對各自的特性去產生自己的安全管理報告，讓機構自己去做規劃、執行、檢核、改善之循環(PDCA, Plan-Do-Check-Act 循環)，自己能提昇與更新。	1.謝謝委員建議，已於期末報告第七章內更新。	1.同意。
2.在這份報告中提到調查的機制和做法，建議可以再參考國外的做法。	2.謝謝委員建議，會參考國外作法及「鐵路事件事故調查」訓練回饋至期末報告內。	2.同意。
3.平常營運時都會有很多事件，事件是驗證安全管理情形最好的方法，進而從中改善。過去可能都是從大事故中找教訓，但事件是大事故發生前之徵兆，要從事件中去看到自身系統的改善方法，這是可以著墨之處。	3.謝謝委員提示，本研究依據安全三角錐比率，即 Heinrich Ratio 之 1 嚴重事故：29 一般事故：300 一般事件的概念，在進行失誤樹分析時，當底層之一般事件處理後，就不致發生上層一般事故或嚴重事故。	3.同意。
行政院農業委員會林務局嘉義林區管理處林技正其德		
1.附錄 2 第 3 次工作會議記錄的建	1.已於期末報告附錄 2 內更正。	1.同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
議事項第5點，購置無人飛行載具的單位是嘉義林區管理處，用於取締山坡地的濫墾濫伐，不適用於阿里山森鐵，建議予以更正。		
2.事件樹、失誤樹、出軌分析僅作主要原因探討，建議將次要原因也嘗試納入。	2.由 Top-down 之方式通常是廣度的案討，而 Bottom-up 之方式則為深度的討論，已於訓練課程中進行 PHA 之探討，已補述於 5.4.1 節內。	2.同意。
3.P.2-15 歐美先進國家經驗及作法其中的安全資料庫部分，建議請研究團隊蒐集相關資料作參考。	3.研究團隊目前有取得英國安全風險模式資料庫，已分享委員參考。	3.同意。
臺北大眾捷運股份有限公司林課長賢樑		
1.期中報告擷取之 2010-2013 年之年報，提到新建工程計畫風險、建設階段工安風險管理等內容，並指出“…近年來港鐵的風險管理重點項目多半著重於工程方面…”建議可進一步蒐集港鐵公司對於營運安全風險管理的相關願景、策略計劃（例如 Mass Transit Railway sustainability report、corporate strategic safety plan 等），其屬性或更接近於軌道運輸企業的安全管理相關報告書，並更能與 3.2 節日本國鐵的內容相呼應；另外，也會連動到第 3.3 節的小結論述。	1.研究團隊已蒐集並回顧 MTR 之 Corporate Strategic Safety Plan，另期中報告原 3.2 節內即是委員提到 Sustainability Report 之重點回顧說明，已將文獻編號補述於報告內。整體文獻回顧後將一併彙整安全管理之內涵，並更新 3.3 小結內容。	1.同意。
2.P.3.1 香港地鐵標題，香港地鐵一詞，建議修正為文中簡稱之“港鐵公司”。	2.已於期末報告 3.1 節內更正。	2.同意。
3. 3.2 節內容若係聚焦於 JR 西日本鐵路公司，建議直接引用於標題，例如“日本國鐵 JR 西日本鐵路公司”。另外，3.2.1 標題“美國鐵路 Amtrack”，應係誤植，請更正。	3. 已於期末報告 3.2 節內更正。	3.同意。
4.P.4-25 第 2 項：有關北捷的作業說明，建議進一步說明如下：…	4.已於期末報告 4.1 節內更正。	4.同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
例如北捷登錄之各項危害，都有指派危害控制員（Hazard controller），另各單位亦有風險管理業務承辦人，並由…。		
5.第4項：有關牽涉多個部門的危害的控管權責，建議後續可進一步蒐集業者實務經驗，例如：…牽涉多個部門的危害，仍應指派危害主導控制員（lead hazard controller）負責整合，其他分工執行風險控制措施的單位人員，擔任危害協同控制員。	5.已於期末報告 4.1 節內更正。	5.同意。
6.P.5-1、P.5-2、P.5-3 所列 2 起列車出軌事故的原因說明，分別引述臺鐵局調查公告，及新聞媒體報導。鑑於事故發生已有一段時日，建議引用單一來源、更具官方性質的資料（如呈報交通部的事故報告），加以論述。	6.目前全部採用官方公告，已於期末報告 5.1 節內更正。	6.同意。
7. P.5-17 關於“軌道失效”（GATE 22、GATE 19）的下一層事件，參考實務現象，建議可再行歸納，例如分為：“斷軌”（已列），“軌道挫屈變形”、“不正確的軌道線型（incorrect profile）”。	7.已於期末報告內 5.2.2 節內更新。	7.同意。
8.P.6-15、P.6-21 第六章是針對改善鐵路安全風險管理相關工具，進行初步探討。 (1)有關 6.4 節失誤樹分析軟體的介紹，建議先補充介紹失誤樹分析(FTA, Fault Tree Analysis)在安全風險管理的主要應用。例如，可呈現頂端危害事件的完整肇因，在確保品質可靠(QRA, Quality Reliability Assurance)中作為頂端危害事件發生頻率的輔助計算工具，並可輔助運算查找最短路徑肇因(minimal cut sets)、共因失效肇因(common cause failure)等。	8.項次(1)已於期末報告附錄 6.4 章節內更新。 項次(2)介紹一個適用於鐵路運輸車站、車廂之火災逃生模擬軟體，已於期末報告附錄 6.3.4 節內補述。 項次(3)已與行政院原子能委員會核能研究所接洽後取得試用版，經核研所說明及自行測試確認後，證實可在 WIN7 作業系統上執行。	8.同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
(2)就鐵路安全風險評估，除發生機率外，嚴重性分析為另一重點（如進行隧道、地下車站失火影響的 QRA），建議研究團隊可嘗試蒐集一個典型的風險嚴重性分析電腦模擬軟體，俾更充實研究成果。（若 6.3 節所述之有限元素分析軟體，可用於輔助分析列車發生撞擊後的傷亡嚴重性估算，則可逕為在文中補充說明即可）。 (3)有關核研所 INERFT 適用於視窗版的作業系統，是否包含近期的 WIN 7 版，建議洽詢更新。		
高雄捷運股份有限公司林工程師文宣		
1.考量在 2.2.1、2.2.2 小節中，說明風險式、自主式安全管理制度之定義。	1.已於期末報告 2.2.1、2.2.2 節內更新。	1.同意。
2.建議針對 P.2-24 之 ISO 9001-2015 增加“風險”層面至品質管理系統部份多加以著墨，並說明其品質管理系統與風險管理的結合。	2.已於期末報告 2.5 節內更新。	2.同意。
3.P.2-8、P.2-13、P.3-6、P.3-13、P.4-13、P.5-2、P.7-1、P.7-11 有誤植，請修正。	3.已於期末報告內將委員提醒誤植處更正。	3.同意。
4.P.5-16 異常行為除公司內部外，是否可納入外部人員，例如先前的李泰安搞軌事件。	4.將於期末報告內更新。	4.同意。
5.P.4-6 SOP、安全管理計畫翻譯誤植。	5.已於期末報告 4.2 節內更正。	5.同意。
6.P.4-7 應修正為：序號、危害編號、模式、系統、子系統、受影響位置、危害說明、影響/後果、影響群體、主要成因、原訂風險、提出之減輕措施、剩餘風險、危害管控單位、參考文件、減輕措施管理情形、登錄日期、預定完成日期、上次檢討日期。	6.已於期末報告 4.2 節內更正。	6.同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
台灣鐵路管理局王副工程司大任		
目前世界上主流研究脫軌的案例，常常是用脫軌係數 f (μ , δ)、摩擦係數和輪緣角來衡量，但這方面的報告沒有提出，建議中興社可以多蒐集這方面的文獻研究。	脫軌係數屬高度專業且深入之議題，考量研究主題係以整體營運情境下面臨的狀況進行探討，較不適合將整體資源置於此係數之研究，尚請委員包涵；爰建議可否另案辦理該研究議題。	同意。
高鐵局（書面意見）		
1.對於「8.2 待完成工作項目－3. 增進鐵路安全風險管理之修法方向建議」部分（P.8-2），考量目前各鐵路及捷運營運機構之風險管理制度及執行現況不盡相同，建議可從「鼓勵」之角度提出意見，讓營運機構「建立機制」並「持續落實」，而非要求各營運機構採取統一之作業制度，使各營運機構得制定符合其實務需求之風險管理機制。	1.贊同委員建議，期末報告 7.2 節內採鼓勵角度對鐵路營運機構提出建議。	1.同意。
2.對於「表 6-1 評估鐵路安全風險管理工具可應用範圍表」（P.6-26），宜就電腦模擬軟體、風險管理軟體等工具對於「事前預防」之應用，增加「營運與機電設備檢查」、「標準作業程序」等項目；另事後檢討之「出軌原因」宜改為「原因分析」。以上修正之建議可使各工具之實務運用範圍更為廣泛。	2.已於期末報告附錄 6.6 節內更新。	2.同意。
3.P.4-20 提到「阿里山森林鐵路安全管理小組」部分，建議補充其由林務局嘉義林區管理處及臺鐵局阿里山森林鐵路管理處共同組成之現況描述。	3.謝謝委員提示，已於期末報告 4.6 節內更正。	3.同意。
4.對於報告 4.4 節臺鐵局安全管理實務部分（P.4-12～P.4-15），建議增加下列描述： (1)因鐵路法 103 年 6 月 18 日修正實施，該局始於 104 年起需依	4.已於期末報告 4.4 節內更新。	4.同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
法提報安全管理報告，與其他鐵路系統依地方營民營及專用鐵路監督實施辦法，於 103 年起提報安全管理報告之狀況不同。 (2)考量報告 4.3、4.5、4.6 等節對高鐵、糖鐵、森鐵都有簡述其安全管理報告重點，臺鐵部分建議參考其 103 年行車安全總體檢報告，重點摘述其檢討成果，以呈現該局在安全管理之執行情形。 (3)圖 4.8 (P.4-13) 之文字誤植，應修正為「臺鐵局 2015 年組織架構」。		
交通部運輸研究所運安組（書面意見）		
1.期中報告所完成的工作部分，建議依研究案之工作項目要求，具體說明落實已陳報交通部之安全管理報告中重要措施，而非敘述其行政作業。	1.遵照辦理，已於期末報告內更新。	1.同意。
2.P.4-19 台糖安全管理報告重點僅有 1 項，是否有遺漏，請再檢視。	2.已於期末報告 4.5 節內更新。	2.同意。
3.圖 4.15 列車出軌領結模型中數據為森鐵之真實值或假設值，請補充說明。	3.該圖僅為一參考之假設範例，已於期末報告 4.7 節內補述。	3.同意。
4.有關瑞典國鐵所構建之「載客列車出軌」危害的失誤樹分析方式（第 5-9 頁圖 5.1）部分，建議說明其構建過程係由專家依其經驗或共同討論所構建，或參考相關國家鐵路列車出軌案例所構建，並說明瑞典國鐵失誤樹是否可包括載客列車出軌的所有可能失誤原因，而未來森鐵載客列車出軌的失誤原因是否可能在瑞典國鐵失誤樹範圍內。另外有關瑞典國鐵如何應用載客列車出軌失誤樹分析方式進行安全管理部分，建議一併補充說	4.由於風險模型資料之蒐集極為不易，在有限度文獻資料下得知：瑞典國鐵依據以往過去 10 年歷史資料，分析出該風險模型，並將歷史資料進行量化分析，研究團隊會找尋相關資料補述於期末報告內。歐盟投入大量資源研擬出失誤樹後，除對事故、規範及規章有正向助益，亦在應用案例上深入探討模型中事件，找出可改善方向供製造業精進生產技術，從源頭改善問題，已於期末報告 5.2.2 節內補述。	4.同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
明。		
5.圖 5.2 載客列車出軌事件樹中數據為森鐵之真實值或假設值，請補充說明。	5.原圖為瑞典國鐵累積 10 年之出軌事故所得出之定量分析之真實結果，期末報告內已修正為適用國內鐵路系統出軌事件樹之定性分析，因此不會出現適用於瑞典國鐵之量化數值。	5.同意。
6.現階段森鐵載客列車出軌危害的控制方法中，建議補充說明有哪些是森鐵已執行，或是即將執行者，或有那些方法需要借助外單位，例如建立事故調查標準作業程序，需要借助外單位。	6.已於期末報告 5.4.3 節內更新。	6.同意。
7.文字校對部分請再加強檢視後更正。	7.除委員提供之更正建議外，研究團隊亦將再次檢視報告內容，力求完整無誤。	7.同意。
8.請研究單位針對審查委員與機關代表之意見（含書面意見），整理列表檢討回應，並納入定稿之期末報告書。	8.遵照建議辦理，已於期末報告內更新或更正。	8.同意。
主席		
1.目前安全管理報告中只有標題，後續應增加內容的描述。	1.已於期末報告第 7 章內更新內容。	1.同意。
2.目前的研究方法是失誤樹和事件樹，建議說明這些方法如何與安全管理報告結合。	2.安全管理報告旨在檢討人員、設備、標準程序與環境，而失誤樹分析反應到根（Root）的問題亦為人員失誤（人的問題）、設備故障（規格或維護問題）、環境異常，因此主席關切的議題實為一體兩面。研究團隊會研擬出一套適合鐵路營運機構撰寫安全管理報告之方法，以淺顯易懂方式供鐵路營運機構撰寫，已於期末報告 8.1 節內說明。	2.同意，但請說明於期末報告中。
3.研究的重點應該是著重安全管理報告的架構與內容，其他輔助設備像是無人飛行載具應用或是穿戴裝置應該都只是周邊研究事項，希望研究能夠有系統性的架構，如果不是重要的研究議題，建議可放在附錄。	3.主席所提示的內容係為招標文件之需求，期中報告先說明當下已完成的部份，期末階段則一併完成安全管理報告之探討，研究團隊經工作會議中確認，已將其放入附錄 6 與附錄 7 內。	3.同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
4.請說明如何評估與產出簡報第14頁的機率和嚴重性的數值。	4.欲對失誤樹與事件樹進行量化分析，需對相關事件蒐集一定期間之資料方能進行該作業。針對主席提示之數值，係簡報中之範例，目的是希望表達透過定性分析，可知有哪些原因以及嚴重度，若進一步透過定量分析，則可確定何者為關鍵因素，以及何情境下最為嚴重，已於期末報告 5.4.1 節內說明。	4.同意，但請說明於期末報告中。
主席裁示		
1.請研究單位針對期中審查委員與機關代表之意見（含書面意見），整理列表檢討回應，並納入期末報告書。	遵照辦理。	1.同意。
2.原則上期中報告通過審查。	敬悉。	--

二. 「MOTC-IOT-104-SBB002 鐵路安全之風險管理推動研

究-發展鐵路系統之安全管理實務與報告」專家學者座談

會會議紀錄

壹、開會時間：2015 年 10 月 19 日(星期一)下午 2 時 00 分

貳、開會地點：交通部運輸研究所 5 樓會議室

參、主持人：陳副所長天賜

肆、記錄：施佑林

伍、出席委員及單位：

國立臺灣大學工程科學及海洋工程學系暨研究所陳教授永祥、逢甲大學運輸科技與管理學系葉教授名山、國立成功大學交通科學管理系鄭教授永祥、國立臺灣大學土木系賴教授勇成、前交通部臺灣鐵路管理局行保會陳總幹事世昌、臺灣高速鐵路股份有限公司品保室劉經理哲男、交通部臺灣鐵路管理局阿里山森鐵處林副處長治平、交通部臺灣鐵路管理局工務處路線科黃科長宗欣、臺北大眾捷運股份有限公司林課長賢樑、行政院農業委員會林務局嘉義林區管理處林技正其德、行政院農業委員會林務局嘉義林區管理處鐵路課許股長清溪、中興工程顧問公司邱顧問家財、交通部運輸研究所運輸安全組吳研究員熙仁、南台科技大學李教授治綱、財團法人中興工程顧問社

陸、主席致詞：（略）

柒、簡報：（略）

捌、會議紀錄回覆表：

單位/ 姓名	專家學者意見	承辦單位回覆	主辦單位 審查意見
國立臺灣大學 工程科學及海洋工程學系暨 研究所 陳教授 永祥	森鐵因地形地物關係，本身硬體設備已先天不足，再加上人力、經費不足以及天然災害多，因此常發生事故，建議可加強巡視曲線段的道碴、枕木、軌道軌距等，以預防出軌事故。	研究團隊會針對委員意見，建議森鐵加強巡視曲線段的道碴、枕木、軌道軌距等，以預防出軌事故，並提出 ISO 文件修改建議草案，供森鐵參考並依循落實，期能以管理面的改善，降低出軌風險。	同意。
	森鐵員工流動率高，然列車駕駛員養成不易，因此經驗傳承很重要。	研究團隊會建議森鐵制訂列車標準運轉法，供列車駕駛員依循，以傳承經驗。此外，並提出 ISO 文件修改建議草案，供森鐵參考。	同意。
	建議可列出路線中曲率變化較大之路段，建立易出軌路段，提醒列車駕駛員行經此些路段應減速並小心行駛。	研究團隊根據對委員意見，建議森鐵找出易出軌路段，並提出 ISO 文件修改建議草案，供森鐵參考。	同意。
逢甲大學運輸 科技與管理學系 葉教授 名山	枕木老舊可能是出軌發生原因之一，建議亦需注意軌枕斷面是否足夠。	感謝委員經驗分享。	敬悉。
	森鐵養護人力是否足夠，維修優先順序亦需注意。	研究團隊將針對委員意見，建議森鐵檢討養護工時及工作量是否為能力所能負荷。此外，並提出 ISO 文件修改建議草案，供森鐵參考。	同意。
	砸道完成後以工程車測試無法反應實際營運列車之重量，故建議應開行試運轉列車，確認路線是否合乎標準，以維護行車安全。	研究團隊會建議森鐵應開行試運轉列車，確認路線是否合乎標準，並提出 ISO 文件修改建議草案，供森鐵參考並依循落實，以維護行車安全。	同意。

單位/ 姓名	專家學者意見	承辦單位回覆	主辦單位 審查意見
國立成功大學 交通科學管理系鄭教授永祥	ISO 規章應明訂固定的標準去依循且落實，而落實規章則需藉由儀器量測，在標準誤差範圍內，以符合標準。	研究團隊會針對委員意見，提出 ISO 文件修改建議草案，明訂固定的標準去依循且落實，供森鐵參考。	同意。
	建議可在危險路段建立熱點提醒駕駛員減速並小心行駛。	研究團隊會建議森鐵建立危險路段熱點，並提出 ISO 文件修改建議草案，供森鐵參考並依循落實，期能以管理面的改善，降低出軌風險。	同意。
國立臺灣大學 土木系賴教授勇成	日檢及月檢工作量是否足以負擔道釘檢查？	目前森鐵朝巡並無法檢查，月巡會作徒步檢查，並利用手推式檢查儀檢查軌距及路線超高等問題。	同意。
	道釘浮起可能是出軌原因亦可能是後果。	根據 103/7/8 出軌事故之調查報告顯示，枕木老舊、道釘浮起、扣壓力不足為此次出軌事故之起因。	同意。

單位/ 姓名	專家學者意見	承辦單位回覆	主辦單位 審查意見
	103/11/16 出軌事件並無記錄車速，此外駕駛員是否有接受到此路段需”慢行”指示？是否有工程人員於現場協助指揮列車慢速通行？是否有此種狀況之慢行標準作業程序(SOP)？	1. 根據「阿里山森林鐵路林時檢查(103001)報告」：依DL-46機車轉速表資料顯示，營運速度 20 公里/小時以下。惟有關轉速表資料顯示速度為 0 之時間(出軌時間)與列車實際出軌時間有誤差，經林管處說明，係機車速度時間紀錄，是由隨身碟先至電腦以程式抓取電腦時間設定，再至機車存入紀錄時間造成時間差。 2. 駕駛員有接受到此路段需”慢行”指示，工程人員亦有在現場協助指揮列車慢速通行。 3. 研究團隊會針對委員意見，提出 ISO 文件修改建議草案，供森鐵參考並依循落實。	同意。
前交通部臺灣鐵路管理局行保會陳總幹事	枕木老舊腐爛除了表面可目視腐爛外，應注意亦有可能內部已腐爛但表面看不出來，臺鐵的作法為使用道釘鎚敲打確認，然需耗費大量的人力及時間。	感謝委員經驗分享。	敬悉。

單位/ 姓名	專家學者意見	承辦單位回覆	主辦單位 審查意見
世昌	針對道釘浮起、扣壓力不足問題，建議森鐵可全面將木枕換成 PC 枕，亦或增加墊片或將道釘更換成螺旋道釘或者彈簧道釘以減少道釘浮起、扣壓力不足問題。	1. 森鐵亦有進行鋪設 PC 枕，然受地形影響，並非所有路段皆可鋪設 PC 枕，如：PC 枕在曲線段需加寬路基。森鐵路線條件差，廠商不願意做，還有很多需克服的地方。 2. 研究團隊會根據委員意見，建議森鐵考慮增加墊片、使用螺旋道釘或者彈簧道釘。	同意。
	針對超高漸變量問題，建議以軌道檢查車檢查較精確。	由於森鐵屬高山鐵路較特殊，是否可使用一般軌道檢查車，需與森鐵確認，然研究團隊會提供委員意見，建議森鐵可慮使用軌道檢查車檢查較精確。	同意。
臺灣高速鐵路有限公司品保室劉經理哲男	因系統老化可能造成目前系統能力所能負荷的速限下降，建議重新檢視森鐵目前所訂定之速限限制是否符合目前系統能力。	研究團隊會根據委員意見，建議森鐵重新檢視 ISO 文件所訂定之速限是否符合目前系統能力，並提出 ISO 文件修改建議草案，供森鐵參考。	同意。
交通部臺灣鐵路管理	針對道釘浮起問題，目前朝巡並無法檢查，月巡會作徒步檢查，並利用手推式檢查儀檢查軌距及路線超高等問題。	感謝委員經驗分享。	敬悉。

單位/ 姓名	專家學者意見	承辦單位回覆	主辦單位 審查意見
局阿里 山森林 鐵路管 理處林 副處長 治平	森鐵亦有進行鋪設 PC 枕，然受地形影響，並非所有路段皆可鋪設 PC 枕，如：PC 枕在曲線段需加寬路基。森鐵路線條件差，廠商不願意做，還有很多需克服的地方。	感謝委員經驗分享。	敬悉。
	目前森鐵已訂製 10 輛裝載有自導式轉向架客車，希望未來能降低出軌事故發生。	感謝委員經驗分享。	敬悉。
交通部 臺灣鐵 路管理 局工務 處路線 科黃科 長宗欣	針對道釘浮起、扣壓力不足問題，臺鐵先前作法為一週一次徒步檢查，然其耗費人力及時間，並有檢查人員安全之問題，目前臺鐵採以檢查人員乘坐工程維修車進行檢查，並請中科院開發高速攝影辨識系統，找出 PC 枕扣夾脫落問題。但是木枕是使用道釘，則無法用機具設備檢查，一定要採人工方式。	感謝委員經驗分享。	敬悉。
	路基超高部分又分動態及靜態檢查，動態檢查：高鐵用 EM120（最高速 120）、臺鐵用 EM80（最高速 80），每季一次繞全台一圈。靜態檢查：常用軌距水平尺、小型軌道檢測儀等。	感謝委員經驗分享。	敬悉。

單位/ 姓名	專家學者意見	承辦單位回覆	主辦單位 審查意見
	目前討論大多針對人與路的問題，亦可針對車輛進行改善，建議可購置自導式轉向架之車輛。	森鐵的機車頭較特殊，其體積較小，無法裝載自導式轉向架，此外，目前森鐵已訂製 10 輛裝載有自導式轉向架客車。	同意。
臺北大眾捷運股份有限公司 林課長 賢樑	ISO 規章文字應盡量避免模稜兩可之意思，例如文件中”數日”、”逐步”等，應補充說明清楚。	研究團隊會針對委員意見，建議森鐵 ISO 規章文字應盡量避免模稜兩可之意思，並提出 ISO 文件修改建議草案，供森鐵參考。	同意。
	應事先檢討維修養護之工作量，確保可以於當日發車前完工。	研究團隊會建議森鐵檢討養護工時及工作量是否為能力所能負荷。	同意。
	規章應依發車時間往回推，明定最晚維修完成時間，以確保維修工作之完整度，不至於未完全修復即通車之狀況發生。	研究團隊會根據委員意見，建議森鐵於規章內明定最晚維修完成時間，以確保維修工作之完整度，並提出 ISO 文件修改建議草案，供森鐵參考並依循落實。	同意。
行政院 農業委員會林務局嘉義林區管理處 林技正 其德	感謝各位專家給予森鐵諸多很好的意見，森鐵由於受限於地形地物的關係，很多方法窒礙難行，然各位委員之意見森鐵會回去再研擬可行方案進行改善。	感謝委員經驗分享。	敬悉。

單位/ 姓名	專家學者意見	承辦單位回覆	主辦單位 審查意見
行政院 農業委 員會林 務局嘉 義林區 管理處 鐵路課 許股長 清溪	列車駕駛員的經驗很重要，希望能將其經驗傳遞下去。	研究團隊會建議森鐵制訂列車標準運轉法，供列車駕駛員依循，以傳承經驗。此外，並提出 ISO 文件修改建議草案，供森鐵參考。	同意。
中興工 程顧問 公司邱 顧問家 財	森鐵因其煞車氣軔作用時間較長，較不易控制降速，因此列車駕駛員的經驗很重要，建議森鐵可制訂列車標準運轉法，供列車駕駛員依循。	研究團隊會針對委員意見，提出 ISO 文件修改建議草案，供森鐵參考，並建議森鐵制訂列車標準運轉法，供列車駕駛員依循。	同意。
	森鐵的機車頭較特殊，其體積較小，無法裝載自導式車輪轉向架。	感謝委員經驗分享。	敬悉。
	一般超過速限 170% 才會導致出軌發生，103/7/8 出軌事故其列車僅超出速限 1kph (即速限的 104.5%)，因此當次事故其超速並非主要出軌原因。	感謝委員經驗分享。	敬悉。

三. 研究報告期末審查意見處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫

☐期中 ☒期末報告

計畫名稱：MOTC-IOT-104-SBB002

鐵路安全之風險管理推動研究－發展鐵路系統之安全管理實務與報告

執行單位：財團法人中興工程顧問社

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單 位審查意見
交通部高速鐵路工程局楊組長正君		
1.報告中有提出安全管理報告指引，後來提到法規修正建議，請於報告內說明兩者間之方向轉折。	1.運研所對本案之研究項目有所期許與期待，因此在招標文件工作項目內有此要求，研究團隊已於第七章前面補述。	同意。
2.高鐵局過去曾多次協助法規修法，報告中提到有關鐵路行車規則中「事件、事故」之定義部份，確實值得商議。	2.謝謝委員支持，此議題確實值得討論，因此已於報告 8.2 節內建議說明。	同意。
3.鐵路法再過去幾次修法後，確實走在大捷法之前，惟細部條文的修訂會建議與營運公司及監理機構多交流，因此報告中之「修法建議」宜改為「修法方向」。	3.已將委員意見納入，研究團隊已於修訂報告內採用「修法方向」之建議。	同意。
4.有關安全管理報告內之績效指標，城際鐵路與專用鐵路指標可能不同，但從安全角度上也許會有相同者，如死傷率。	4.謝謝委員說明。	敬悉。
5.安全報告內可以去提「去年度重要安全事件」，像是近期重點則是「維安事件」，也許發生在別的系統，但仍要有引以為鑒的作法。建議應可增加一個篇幅，引述其他系統發生的重大問題以及近期重點。	5.原期末報告內之 7.2.6 節已包含此議題，經研究團隊討論，已改放置於修訂報告之 7.2.5 節內。	同意。
6.實務上特殊的案例會進行失誤樹分析，但少有鐵路營運機構會這樣做。	6.謝謝委員說明，已於修訂報告 7.2.5 節內補述建議作法。	同意。
7.研究報告中兩個簡易的森鐵出	7.在分析階段確實有依據委員提及之	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單 位審查意見
軌失誤樹分析，目前無法看出有反應到環境、設備、人員與環境四個項目。	四個項目進行討論，惟呈現階段會將無關者刪除，僅留下有影響的原因。承上說明，單純從圖面結果可能會僅會出現部分項目。	
8.對於本研究案之報告內容與貢獻給予高度肯定。	8.謝謝委員肯定與鼓勵。	敬悉。
交通部臺灣鐵路管理局運務處林副處長景山		
1.回應楊組長之說明，確實重大行車事故、平交道事故在現行法規下不易辨識。	1.研究團隊與委員有同樣的看法，因此在此 8.2 節內有提出建議說明。	同意。
2.就出軌的樣態而言，自己大約知道有 7~8 種，報告中僅說明 1~2 種可能稍嫌簡單。	2.研究報告中描述到森鐵出軌的失誤樹分析，主要是依據森鐵出軌事故報告來進行系統化的呈現，因此所描述的樣態主要為當下發生出軌的原因為主，因此會僅出現 1~2 種樣態。有關列車出軌之泛用樣態，則會以第五章圖 5.9 所呈現之模型為主。	同意。
3.森鐵內常見「土石滑落與崩落」，建議可多探討與森鐵經營有關之危害。	3.研究團隊於建議章節，已於修訂報告 5.4.3 節及 8.2 節內建議森鐵應優先進行危害辨識作業，主要探討森鐵營運所有可能發生之危害，並定期的檢討。	同意。
4.訓練課程對軌道從業人員有極大的幫助；同時失誤樹有助於分析，但對從業人員可能較困難。	4.謝謝委員對訓練課程的正向肯定；另失誤樹分析部份，已經於修訂報告內說明為使其容易了解、便於操作，並潛移默化的在融入事故調查報告中，另提出簡易領結模型及特性要因圖（魚骨圖）供參考。	同意。
5.危害中應嘗試去分出高中低風險。	5.研究團隊已於修訂報告 5.4.3 節及 8.2 節內建議森鐵優先進行危害辨識作業，未來若定期進行風險績效曲線之分析，自然會將危害之風險值進行分類，並以 80/20 法則優先對高風險危害進行處置。	同意。
6.報告中看到國外應用無人飛行載具於鐵路系統上，國內目前尚未有明定法規，建議能參考國外應用案例，建立森鐵之應用方式。	6.由於各鐵路營運機構特性不盡相同，因此無人飛行載具也有不同的應用。經本研究初步對森鐵系統特性進行了解，因地制宜下建議以現場大面積勘災為優先應用方式。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
交通部臺灣鐵路管理局阿里山森林鐵路管理處張處長錦松		
1.總結本研究對接受輔導之阿里山森林鐵路而言，受益良多，特別感謝研究團隊。	1.感謝委員之肯定與鼓勵。	敬悉。
2.本研究藉由列車出軌事故案例分析，導引員工對風險的認知，透過教育訓練的實作研討，進而提出具體防止列車出軌危害的控制方法，對鐵路營運機構推動風險式安全管理有很大的助益。	2.敬悉。	敬悉。
3.針對森鐵品質文件之精進，森鐵未來會參考所提列建議方向進行修正。	3.敬悉。	敬悉。
4.有關安全管理報告撰寫之各章節內容均有具體的規範建議，並附有檢核表，俾利鐵路業者參考，非常實用。	4.敬悉。	敬悉。
5.為確保安全管理報告文字內容完整無誤，建議有關格式確認檢核項目最後增列「文字校對」，以詳細檢視避免文字遺漏或誤植。	5.感謝委員建議，已於修訂報告內更新。	同意。
行政院農業委員會林務局嘉義林區管理處林技正其德		
1.JR 西日本福知山線出軌後所研提之安全性上計畫及安全基本計畫，執行成果良好，除硬體改善外，軟體方便藉由檢討公司體制和提倡安全意識文化，顯示出人員安全意識的溝通與建立非常重要，因此建議研究團隊收集該計畫內容與執行方式，供鐵路機構參考。	1.已依據委員建議找出文獻，並寄出給委員參閱。	同意。
2.依森鐵現況之失誤樹分析，能將其中一項（如人為疏失）分析至最底層，範例較為完整。	2.擬依據委員建議，以人為疏失為例進行操作。	同意。
3.報告內文部份文字有誤，失誤樹文字間隔過於狹窄，請研究單位自行勘誤與調整。	3.遵照辦理。	敬悉。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
臺灣高速鐵路股份有限公司品保室呂高級專員鋒泰		
1.有關楊組長對失誤樹的操作建議，高鐵公司除了失誤樹外，另外亦使用特性要因圖（魚骨圖）進行分析，並將要因區分為：人員、機器、材料、方法、環境（簡稱：人機料法環）。	1.謝謝委員建議，已於修訂報告5.4.1.2 節內更新。	同意。
2.ISO9001 今（2015）年9月份有大幅度改版，同時將風險也納入在內，未來相關的品質文件都要一併探討，希望有機會可在後續的研究平台進行討論。	2.ISO9001:2015在先前兩次改版分別為2008與2000年，可看出歷經15年後首度將風險納入條文中，與本研究建議在安全管理報告施行一段時間後，應將風險載明於鐵路相關法規條文內的精神相同。後續研究團隊若有機會，將樂於與各鐵路營運機構在討論平台上一同對ISO的要求進行意見交流。	同意。
臺北大眾捷運股份有限公司林課長賢樑		
1.研究報告範圍廣泛，各章節議題均集其大成，為便於大家直接翻閱到結論處即能了解全貌，對於結論建議處有以下建議。 (1)有關持續推動安全風險管理建議層面。 (A)第1.(7)項內容，建議可不再強調。建議改為與危害登錄及安全資料蒐集有關的作業活動。例如：「逐步提升危害登錄處理的作業機制」。 (B)第1.(8)項內容，建議進一步敘述為：「善用交通部運研所鐵路『安全』風險研究成果」。 (2)有關法規修正建議部分。 (A)建議可將7-19頁有關鐵路法第56-5條的建議修正方向論述，擇要納入第8.2節（原2.(4)項）。 (3)營運實務作業精進建議層面。 (A)建議各鐵路營運單位，可在現有的事故基礎上，持續擴	1.項次(1)持續推動安全風險管理部份，已於修訂報告內修正。 項次(2)法規修正方向部份，已於修訂報告內修正。 項次(3)營運實務作業精進部份，已於修訂報告內修正。 項次(4)後續研究發展課題部份，已於修訂報告內修正。	同意。

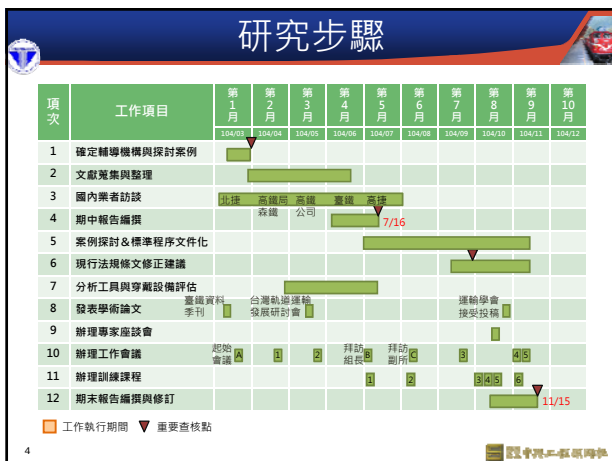
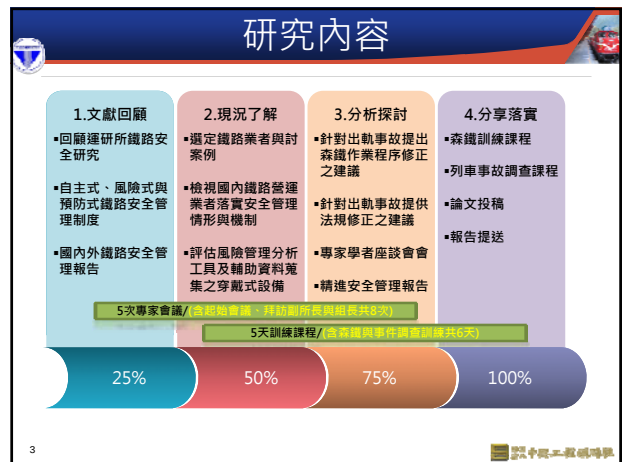
參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
大對於營運異常事件、虛驚事件等的訊息通報、檢討、紀錄與統計等作業，以深化營運安全與風險管理。 (4)有關後續研究發展課題建議層面。 (A)4.(6)節對於安全管理系統（SMS）的建議研究課題，因 SMS 與安全管理報告的產出，具有其內在脈絡，建議可以扼要說明，並可補充連結到本報告蒐集的 2-19 頁（美國 SSPP）、4-12 頁（高鐵公司營運安全計畫）的資料。 (B)危害辨識、登錄與管理，為營運安全管理的核心作業活動，建議可以考量將相關的課題列入（例如危害登錄平台、表單、管理與作業機制。報告中亦有蒐集一些高鐵、北捷、高捷現行的作業概況）。		
2.應重視虛驚事件的通報統計。	2.委員建議與研究團隊看法一致，已於修訂報告 8.2 節內，建議說明應鼓勵異常事件回報，同時要有事件事故紀錄系統以及危害登錄表。	同意。
3.安全管理報告中有關「鐵路機構、營運機構」之用法，以高捷而言同時營運高運量及輕軌，是否同一公司要出兩本報告？又森鐵主管機關為林務局，撰寫報告為臺鐵局，安全理念是要寫哪個單位的理念？	3.依據會議中高鐵局一組楊組長之解釋與說明，高雄捷運在高運量捷運系統以及輕軌系統各應提出各自的安全管理報告；又森鐵主管機關為林務局，因此應該以主管機關林務局的安全理念為主。	同意。
高雄捷運股份有限公司林工程師文宣		
1.感謝研究團隊用心，本研究內容、相關研討與課程，實質提供高雄捷運公司在安全管理業務推動與精進上，獲得進一步學習。	1.謝謝委員肯定與鼓勵。	敬悉。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
2.誤植處說明如下： (1)P4-6 業務內容項次誤植。 (2)P7-11 項次 3 及項次 4 皆為安全績效指標項目，請確認。 (3)P7-14“最”為依據。	2.項次(1)~(3)已於修訂報告內更正。	同意。
臺灣鐵路管理局許副處長		
1.阿里山森鐵為臺鐵代為營運，主體移轉逐漸進行中，後續研究方向建議能夠往實務方向進行。	1.研究報告已於建議章節內呈現實務進行之研究建議。	同意。
2.臺鐵雖已經建立多項制度，日後的營運重點主要在於落實。	2.委員看法與研究團隊一致，著重在 Plan, Do, Check, Action 程序中之 Check 落實階段，此精神亦在研究報告背景內有說明。	同意。
交通部運輸研究所運輸安全組（書面建議）		
1.建議將期末報告第 2-15 頁表 2-3 中「歐美先進國家」之文字修改為「歐美國家」，避免誤解美國鐵路安全管理較國內鐵路先進。	1.遵照辦理。	敬悉。
2.期末報告第四章中對於國內鐵路業者安全管理實務之落實情形，部分已有說明，並於 4.8 節中強調其注意重點，惟對於森林鐵路而言，其優先順序為何？建議補充說明。另建議加強說明如何落實森林鐵路危害登錄之作法，並於第八章建議中精簡摘述。	2.已於修訂報告 4.8 節、5.4.3 節及 8.1 節內提出說明。	同意。
3.第六章出軌事故內化品質文件探討中已列舉說明之發生原因，例如些微超速、超高未符規定等，同時亦說明品質文件精進，惟對於發生原因之改善措施納入何處之品質文件，較少著墨，建議可於表 6-1 至表 6-6 補充說明精進建議與事故原因之關係。例如於行車實施要點第 28 條修改建議之目的係減少對於超速之誤判；又如軌道、橋隧檢查養護作業規定第 83 條修改建	3.已於修訂報告內更正。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
議，若落實其作業規定則可減少超高未符規定之情形。		
4.針對合約工作項目中相關配套措施之對照現行相關法規條文，以表格方式列出建議之修正條文部分，建議將報告中表 6-1 至表 6-6 整理為法規條文建議、原條文與修改說明之格式，以利後續鐵路營運單位辦理法規先期作業。	4.已於修訂報告內更正。	同意。
5.第七章撰寫指引之檢核表內容僅列出可檢核並區分有無辦理之檢核項目，建議增加可檢核並呈現安全風險管理之檢核重點或細項，例如在安全管理報告之事故與異常事件摘要及預防措施項目中可以列車出軌為例，列出是否針對出軌執行風險分析，是否摘要說明其過程與危害登錄等檢核重點或細項。	5.已於修訂報告 7.2.6 節內補述。	同意。
6.在第七章撰寫指引之安全管理報告中其他部分，建議可增加安全管理計畫之檢核細項。	6.已於修訂報告第七章內重先檢視，並進行更新與補述。	同意。
7.期末報告文字有部分誤植，請檢視後修正，例如第 5-15 頁第 7 行「失誤造稱冒進號誌」應為「失誤造成冒進號誌」	7.已於修訂報告內更正。	同意。
8.請研究單位針對審查委員與機關代表之意見（含書面意見），整理列表檢討回應，並納入定稿之期末報告書	8.已逐一檢視並於修訂報告內更正。	同意。
主席		
1.後續森鐵管理處將撰寫安全管理報告，建議中興工程顧問社予協助，俾使安全管理報告不只是範本，且有實例。	1.研究團隊承諾將主動協助森鐵共同編撰民國 105 年第 1 季提送之安全管理報告。	同意。
2.安全管理報告內，對森鐵之安全管理指標項目及計算方式，以及指標值作建議，俾森鐵依循。	2.研究團隊承諾於上述協助森鐵編撰民國 105 年第 1 季安全管理報告時，會依據森鐵過去歷史事故資料提出建議。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
3.有關安全與保全的計畫，所指不僅在建設期，營運期間也應一併納入檢討。	3.已於修訂報告 2.3.3 節及 8.1 節內補述。	同意。
4.有關運輸系統安全管理系統（SMS），包含有法規、報告、組織、計畫、查核、訓練、事故調查等面向，應是未來要推的完整體制（包括鐵路、海運），建議本所運安組要確認其架構圖，以便確認未來要做的研究方向。	4.敬悉。	敬悉。
主席裁示		
1.請研究單位針對期末審查委員與機關代表之意見（含書面意見），整理列表檢討回應，並納入修訂報告書。	1.遵照辦理。	敬悉。
2.報告認真完整、訓練充實，對森鐵有高度助益，原則上期末報告通過審查。	2.謝謝主席。	--

附錄6 期末簡報資料

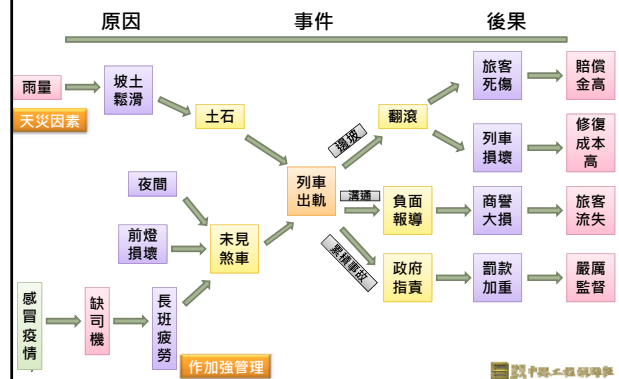


重點說明

- ❖ 可將失誤樹作為事故調查的作業之一，例如：美國NASA即規定危害一定要用失誤樹去分析
- ❖ 鐵路事故調查需要很多類型人員參與
 - 鐵路專業人員、安全風險人員
- ❖ 失誤樹分析操作方式
 - 定性分析時透過方塊與箭頭，取代邏輯閘與事件，使其淺顯易懂、容易操作
 - 每一個方塊都是去探討「人員失誤、程序異常、設備故障（規格或維護）、環境異常」四大因素
 - 出原始原因（Root Cause），會一直詢問 why&so，一直問到無法由鐵路公司影響與控制因素才停止

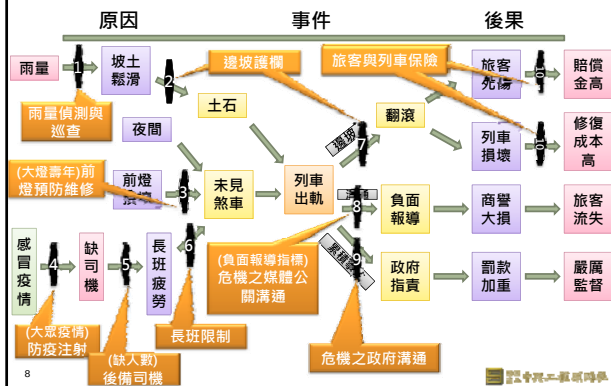
6

列車出軌事故-情境一



國中環工-賴明華

列車出軌事故-情境二



8

國中環工-賴明華

失誤樹應用

- ❖ 透過系統性的討論，將發生時間順序、前後因果關係，系統性的將「人員失誤、程序異常、設備故障（規格或維護）、環境異常」關係表現出來
- ❖ 失誤樹分析若沒討論到原始原因（Root Cause）可能會有誤謬的結論
- ❖ 除了探討原因外，歐盟在所探討的模型中，會嘗試找出可供製造業精進技術的方向

9

國中環工-賴明華

Part 3

森鐵防治出軌程序建議



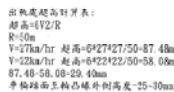
案例1-森鐵103/07/08出軌事故

- ❖ 出軌事故說明
 - 往嘉義2次列車行經17K+772M處，因部份枕木老舊、道釘浮起、扣壓力不足，列車行經該處曲線時產生橫壓力造成外軌位移，列車車輪淪落於護軌內側，導致第4節車廂出軌
 - 彎道速限為22kph，出軌點之車速為23kph，些微超速
- ❖ 現場處理方式
 - 將第4&5節車廂旅客引導至1~3節，拆解出軌車廂
 - 用4個阻輪器至第5節車廂固定車輪(阿里山向)防止溜逸
 - 2次車連掛1~3節車廂繼續下行
- ❖ 損傷
 - 無人員傷亡、有財損

11

國中環工-賴明華

◆ 出軌位置示意圖

 中国公路学报

出軌事故現場照片



로 시작한다

❖ 103/07/08出軌事件



❖ 出軌事故說明

- ## 現場處理方式

◆現場處理方式

- 損傷

◆ 損傷

- 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 2680, 26

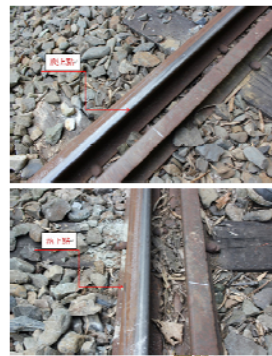
◆ 出軌位置示意圖



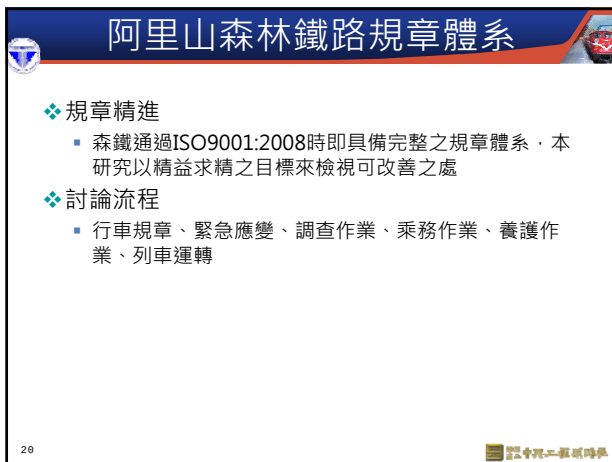
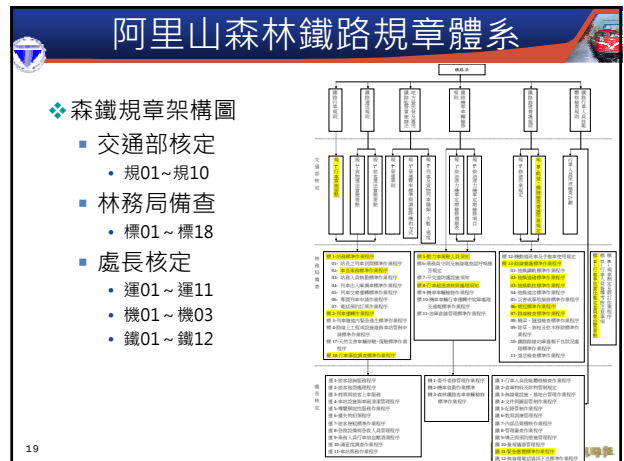
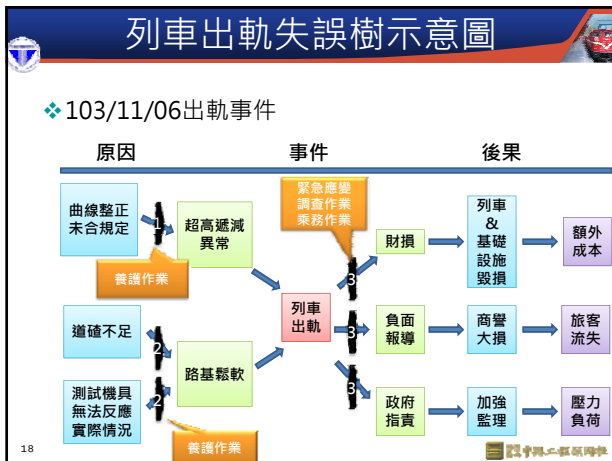
1. 出軌點P1: 軌距765mm, 超高1.5cm
2. 出軌點P2: 軌距770mm, 超高2.9cm
3. P1爬上鋼軌點至P2出軌點距離1835mm
4. 出軌點P2至停止點P3距離6.1m

中国第二轻工业报

出軌事故現場照片



二、**工程 概 算**



規-01行車實施要點

條文	建議
整體	1. 「立即」用語修正，並將操作細節放至三階流程或四階表單內。 2. 表單亦要有ISO文件編號。 3. 條文編號：條\項\款\目。
二	1. 一併解釋「車長」、「乘務員」、「守車乘務員」定義。
二八	1. 同一份資料出現在多個文件中，進版時有掛一漏萬之情形。 2. 速度限制是否隨現有車輛與軌道現況有檢討。 3. 速限是否可以5km/hr為進整單位。 4. 曲線段是否可考慮與直接有10%之緩衝空間。
二九	1. 建議背向轉轍器一併給予速度限制。
一七一	1. 列車防護訂出100公尺規定者，實作不易，建議可於三階以下文件描述。
一七三	1. 隔離50公尺規定者與上述建議同。 2. 應闡述火災之定義。
一七四	1. 建議說明修復時限。

鐵-11緊急應變標準作業程序

條文	建議
整體	1. 「立即」用語修正，並將操作細節放至三階流程或四階表單內。 2. 參照其他文件時建議一併寫出文件編號。 3. 建議發展為通報流程圖。 4. 對應之表格建議都要有文件編號。 5. 建議將參照文件一併放置於整份文件之前列出。
三(-)2(1)	1. 拍照操作流程與注意事項建議放入下一階文件。
三(-)2(4)甲 三(-)2(4)丙	1. 時間規定之描述內容與「標14」不同，建議確認後修正。
三(-)3	1. 引用「交通部災害緊急通報作業要點」要定期確認是否修正。
三(四)	1. 建議通報對象僅列單位即可，另詳細聯絡對象與電話則於下階文件出現，並定期如每月確認。
附表	1. 建議能建立簡訊系統，依據事故不同等級，發送給不同群組。 2. 建議說明修復時限。

標-14行車事故鑑定委員會設置要點

條文	建議
整體	1. 文件之前可說明一般正常情況下由誰來進行調查。
一	1. 除行車事故外，建議一併補述「非行車事故」、「異常事件」參照規章。
五	1. 時間規定之描述內容與「鐵11」不同，建議確認後修正。

標-18行車事故調查標準作業程序	
條文	建議
整體	1. 建議將參照文件一併放置於整份文件之前列出。 2. 「標14」與「標18」參照標準不一致，建議可修正。
4.0	1. 僅針對機車車輛造成事故說明，建議可將非機車車輛事故造成者提供參照文件。
4.1.1	1. 「立即」用語修正，並將操作細節放至三階流程或四階表單內。
4.1.3	1. 駕駛保持現場完整有其困難，建議說明可處理項目與其他人員協助事項。
4.1.5	1. 建議載明行車記錄器僅有授權者方可檢查與取得。
4.1.6	1. 建議拍照操作流程可載明於下一階文件。
4.2.6	1. 建議載明行車記錄器蒐集後，不可外流。
4.3	1. 建議載明維修紀錄應予保存，且不得修改。

標-01阿里山森林鐵路站務標準作業程序	
條文	建議
程序編號:004 6.0	1. 建議修正列車出入庫作業程序中，無法對照確認平交道事宜。 2. 表單亦要有ISO文件編號。
阿里山森林鐵路車長備品攜帶(查核)表	1. 項次12檢查電池部份，可建議一併檢查其他設備電池，如照相機、攝影機、平交道遙控器。

規-10軌道、橋樑檢查養護作業規定	
條文	建議
整體	1. 建議載明檢查表單保存期限。 2. 表單亦要有ISO文件編號。
八二	1. 建議補充不同週期之檢查項目詳細內容。
八三	1. 建議檢查標準參考值，可列於下階文件。
八四	1. 建議可依據嚴重性，載明由誰決定改善期限。

標-13阿里山森林鐵路路線養護標準	
條文	建議
整體	1. 建議檢查標準參考值，可列於下階文件。 2. 表單亦要有ISO文件編號。
4.3.3	1. 建議量化參考值可列於下階文件。 2. 建議換完道碴後，若要開行試運轉列車，可載明於文件內。
6.0 影響木異常紀錄表	1. 朝巡作業流程圖，建議可將「影響木」與「能否開車」再整併。 2. 建議說明照片呈現方式。

其他與列車運轉作業有關者	
規章/條文	建議
標02-列車運轉作業程序 - 十八	1. 速度控制建議可參照「規01-行車實施要點」，避免掛一漏萬。
規章/條文	建議
標05-動力車駕駛人員須知 - 十六	1. 建議載明司機員要參照到「標01」之速限規定與「標08」之超速罰則。
規章/條文	建議
標08-行車超速查核與處理須知 - 一	1. 參照其他文件時，建議一併列出該文件名稱。
二(一)	1. 速度控制建議可引述「規01」。
十三	1. 採用均值來衡量超速用法與習慣不同，建議可再確認。
十四(二)	1. 再教育內容與超速無關者建議可刪除。 2. 建議應了解駕駛超速背後的原因。



討論範圍	
❖ 城際鐵路	- 討論法規 - 鐵路法 - 地方營民營及專用鐵路監督實施辦法 - 適用範圍 - 臺鐵、高鐵、森鐵、糖鐵 - 每年第一季結束前，向交通部提出當年度安全管理報告
❖ 都會捷運	- 討論法規 - 大眾捷運法 - 大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法 - 適用範圍 - 捷運系統、輕軌 - 擬定服務指標（安全、快速、舒適、其他）備查

捷運相關法規修正建議

包括

- 大眾捷運法
- 大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法

原始條文	建議修正方向
無。	法令層面 建議參考鐵路法56-3條，加入提送年度安全管理報告之條文，以便未來鐵道局成立時，可一併的檢視所有軌道營運機構的年度安全管理報告。 法令之外 實際作為上，建議可頒布年度安全管理報告之撰寫指引，透過建議指引及檢核表，讓營運業者撰寫範圍不致發散。

30

國中環工-賴明暉

捷運相關法規修正建議

原始條文	建議修正方向
「大捷法」28條 大眾捷運系統營運機構應訂服務指標，提供安全、快速、舒適之服務，提供安全、快速、舒適之服務以及便於身心障礙者行動與使用之無障礙運輸服務，報請地方主管機關核定，並核轉中央主管機關備查。 「大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法」第3條 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。 1.安全：事故率、犯罪率、傷亡率。 2.快速：班距、速率、延滯時間、準點率。 3.舒適：加減速變化率、平均承載率、通風度、溫度、噪音。 4.其他經中央主管機關指定之項目。	法令層面 大捷法28條內所提到的指標，目前是由各鐵路營運機構自行訂定，並送由地方主管機關核定，以台北捷運為例，是提送請台北市交通局長核定，以高雄捷運為例，則提送請高雄市交通局長核定。承上，目前的情形下，會有相同指標在不同捷運系統內的計算方式不同的情形。 法令之外 建議可依據「大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法」第3條，額外再在法令層級外去明定各項績效指標的計算方法與公式，以便不同鐵路營運機構能有共同的比較基準。年度安全管理報告之撰寫指引，透過建議指引及檢核表，讓營運業者撰寫範圍不致發散。

31

國中環工-賴明暉

鐵路法修正建議

原始條文	建議修正方向
無。	法令層面 建議可參考「地方營民營及專用鐵路監督實施辦法」27條，明定置負責任車安全管理之專責組織。 法令之外 鼓勵以專人負責之方式進行安全管理日常相關業務。
無。	法令之外 建議可頒布年度安全管理報告之撰寫指引，透過建議指引及檢核表，讓營運業者撰寫範圍不致發散。

32

國中環工-賴明暉

鐵路法修正建議

原始條文	建議修正方向
第16條 鐵路興建，應依交通部核定之期限開工、竣工；因故不能於期限內開工或竣工時，應申請交通部核准展期。全路或一段工程完竣，應先報請交通部派員履勘，經核准後，始得營運。	法令之外 建議可在履勘作業要點內，參考國外提送「安全計畫」與「保全計畫」之概念，將其視為一向「安全認證」之重要項目。

33

國中環工-賴明暉

鐵路法修正建議

原始條文	建議修正方向
第56-5條 鐵路機構對於鐵路運輸中發生之事故及異常事件，應蒐集資料及調查研究發生原因，採取適當之預防及改進措施，供交通部查驗。 交通部應聘請專家調查重大事故之發生經過及其發生原因，並視調查需要，請鐵路機構或相關行車人員說明，及配合提出行車紀錄、設施、設備等相關資料及物品。 鐵路機構應根據前一年度之事故及異常事件檢討結果，於每年第一季結束前，向交通部提出當年度安全管理報告；其報告內容應包括下列事項： 一、鐵路機構營運之安全理念及目標。 二、安全管理之組織架構及實施方式。 三、為確保及提升營運安全所採取或擬採取之措施。 四、事故與異常事件之檢討及預防措施。 五、其他與營運安全有關之重要事項。	法令層級 1. 參照先進國家在監理制度上之要求演變，鐵路系統從開始之安全管理進入到定性風險管理之時期約為10年，又定性風險管理進入到量化風險分析則又額外歷程10年，主要就是讓鐵路營運機構可以逐漸的調適自己對安全的要求，達到自主管理的制度。 2. 建議待年度安全管理報告運作機制成熟後，可視適當時機將定性之「安全風險管理」要求載明於條文內。

34

國中環工-賴明暉

鐵路行車規則修正建議

原始條文	建議修正方向
第27條 地方營、民營鐵路機構營運，應設置負責行車安全管理之專責組織，並將該組織之職掌報請交通部核定；其變更時，亦同。	法令之外 1. 該條文中明定要有專責組織，惟各鐵路營運單位人力編制不同，因此未必會有專人負責，有可能採兼職方式處理。建議鼓勵以專人負責之方式進行安全管理日常相關業務。

35

國中環工-賴明暉

[illegible]

中興社-土木水利及軌道運輸研究中心

Part 5

安全管理報告精進

A high-speed train, white with orange and blue accents, is traveling along a track that curves through a lush green landscape. In the background, there are steep, rocky mountains and a blue coastline under a bright blue sky with scattered white clouds. The train is moving towards the right side of the frame.

37

安全管理報告			
國家	安全計畫	時程	來源依據
英國	Safety Case	3, 5 年 (滾動式檢討) 年總離檢	The Railway and Transport Safety Act 2003
紐西蘭	Safety Case		National Rail System Standard
澳洲	Safety Case		Work Health And Safety Regulations
歐盟	Safety Report		Railway Safety Directive 2004/49/EC
美國	Safety Program Report		1. Federal Railroad Safety Act 1970 2. Intermodal Surface Transportation Efficiency Act (ISTEA) 1991
國家	安全報告	時程	來源依據
日本	鐵道安全報告書	每年 檢討並 繳交報告	鐵道事業法、鐵道營業法
英國	Annual Safety Report		The Railways and Other Guided System (safety) Regulation 2006
澳洲	Performance Report		Rail Safety National Law (section 103)
38 台灣	安全管理報告		鐵路法 (103/5/30三讀通過、103/6/18公布)



安全管理報告-章節

❖ 法源依據

- 「鐵路法」第56條之5
- 「地方營民營及專用鐵路監督實施辦法」第43條

❖ 報告提送

- 鐵路機構應根據前一年度之事故及異常事件檢討結果
- 每年**第一季結束前**，向交通部提出**當年度**安全管理報告

Ch0

• 營運機構概要

Ch1

• 鐵路機構營運之安全理念及目標

Ch2

• 安全管理之組織架構及實施方式

Ch3

• 為確保及提升營運安全所採取或擬採取之措施

Ch4

• 事故與異常事件之檢討及預防措施

Ch5

• 其他與營運安全有關之重要事項

Ch6

• 結語

39



第二章 安全管理報告

檢核表

封面及目錄

檢核項目(*表示必要項目)	檢核重點	確認
* 營運機構名稱		☐
* 年度說明		☐
* 具代表性之照片或圖案		☐
* 提送單位	若與營運單位不同可分開描述	☐
* 提送報告日期		☐
* 章節目錄		☐
* 圖表目錄	建議章採「字體法」、節與項採「十進位法」	☐

檢核表			
 			
 Ch0 營運機構摘要			
檢核項目(* 表示必要項目)	檢核重點	確認	
* 營運營運單位	若與營運單位不同，可分開表述	☐	
* 負責人	單位最高首長	☐	
* 職稱		☐	
* 聯絡地址		☐	
* 聯絡電話		☐	
* E-mail		☐	
* 報告彙整單位		☐	
* 姓名	實際彙整報告或對報告內容清楚者	☐	
* 職稱		☐	
* 聯絡地址		☐	
* 聯絡電話		☐	
* E-mail		☐	
* 鐵路營運機構簡介	系統別、路線長度、車站數、車輛編組、營運環境、營運現況及各種與安全相關之變動訊息	☐	
* 負責人/撰寫人 簽署	簽名或蓋章	☐	

檢核表		
❖ Ch1 鐵路機構營運之安全理念及目標		
檢核項目(* 表示必要項目)	檢核重點	確認
* 安全理念內容		☐
* 安全績效指標項目	若有計算公式一併顯示	☐
* 安全績效指標目標值	確認鐵路營運機構自行訂定各項績效指標之目標值	☐
* 安全績效指標達成率		☐
未達目標時之簡述或附註說明	若均達成則不用說明	☐

檢核表		
❖ Ch2 安全管理之組織架構及實施方式		
檢核項目(* 表示必要項目)	檢核重點	確認
* 安全管理組織架構		☐
* 組織架構圖		☐
* 組織與任務說明		☐
* 重要安全管理規章	由鐵路營運機構自行提列，含報部核可規章及內部重要規定	☐
* 安全管理實施方式		☐

檢核表		
❖ Ch3 為確保及提升營運安全所採取或擬採取之措施		
檢核項目(* 表示必要項目)	檢核重點	確認
* 回顧上年度安全重點措施及成果檢討	參閱上年度報告進行檢討	☐
* 展延本年度安全重點措施及規劃目標		☐
* 未來擬採取之措施	可列出短中長期目標	☐

檢核表		
❖ Ch4 事故與異常事件之檢討及預防措施		
檢核項目(* 表示必要項目)	檢核重點	確認
* 事故與異常事件統計表	納入總量考量，同時製作統計圖表分析	☐
* 事故與異常事件檢討及預防措施		☐
* 特定事故檢討及安全對策		☐
* 其他安全措施說明		☐

檢核表		
❖ Ch5 其他與營運安全有關之重要事項		
檢核項目(* 表示必要項目)	檢核重點	確認
交通部指定納入之營運安全事項	若交通部無指定則不列入檢核	☐
* 其他欲說明之安全相關事項		☐

檢核表		
❖ Ch6 結語		
檢核項目(* 表示必要項目)	檢核重點	確認
* 回應報告之安全理念與目標	若交通部無指定則不列入檢核	☐
❖ 其他格式確認		
檢核項目(* 表示必要項目)	檢核重點	確認
* 頁尾插入頁碼		☐
* 圖表標號參照確認		☐
* 內文格式統一		☐
* 表格跨頁標題重複		☐



結論(1/3)

- ❖ 以森鐵為對象進行列車出軌危害探討
 - 參考文獻與探討出軌事故
 - 構建適用國內鐵路系統之失誤樹與事件樹定性分析
- ❖ 提出森鐵防止列車出軌危害建議
 - 巡檢設備自動化
 - 穿戴式科技設備應用
 - 高速攝影系統與影像自動分析
 - 建立回報平台，並鼓勵異常回報
 - 品質文件精進與落實

49

結論(2/3)

- ❖ 修法方向討論
 - 討論包括有：鐵路法、地方營民營及專用鐵路監督實施辦法、鐵路行車規則、大眾捷運法、大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法
 - 提供各法規在增進安全管理上適宜之建議
- ❖ 安全報告書
 - 提供細節內容、檢核項目、檢核重點，便於撰寫告時確認使用

50

結論(3/3)

- ❖ 安全風險分析評估工具

工具		無人飛行載具	3D雷射掃描	電腦模擬軟體	風險管理軟體	教育訓練平台
應用	路邊巡檢	○	○			
事前預防	營運與機電設備檢查			○	○	
	標準作業程序			○	○	
	員工訓練			○		○
現場處理	現場勘災	○				
	處理程序					○
事後檢討	原因分析		○	○	○	
	檢討改善			○	○	○

- ❖ 穿戴式設備
 - 建議優先應用於鐵路風險管理的應用包括：瞌睡偵測提醒、指差確認考核應用、虛擬實境訓練、隨身錄影裝置

51

建議(1/2)

- ❖ 修法建議
 - 法規層級高且修法不易，需採較保守方式來闡述，因此建議在法規外的施行細則或辦法中去明確細節
 - 建議未來於大捷法或大眾運輸系統經營維護與安全監督實施辦法加入條文，促使捷運系統亦能提送安全管理報告
 - 建議頒布安全管理報告撰寫指引
 - 建議重新討論鐵路行車規則中之事件、事故規定
 - 建議參考國外每3~5年提送安全計畫作法，將此概念列在修法方向內
 - 待所有鐵路營運機構施行一定期間後，建議進階納入風險的觀念於法規內

52

建議(2/2)

- ❖ 建立安全資料庫平台
 - 需透過修法，請鐵路營運機構提供資料檔案
- ❖ 定期公佈安全管理報告
 - 參考日本作法，可討論是否對外公佈部份之安全管理報告，並進階訂出公開之項目及內容
- ❖ 強化森鐵營運安全建議
 - 進行森鐵之危害辨識與初步危害分析
 - 建置危害登錄表
 - 對既有事故進行盤點，並定期滾動檢討風險績效值

53

履約項目檢核對照	
履約要求 - 回顧文獻與說明鐵路業者安全管理作法 - 森鐵防止出軌作業之標準文件程序化 - 安全管理報告書精進與法規修正建議 - 風險分析工具與穿戴設備 1次專家座談 5次工作會議+5天訓練 - 論文投稿 - 報告撰寫	完成內容 ✓彙整於Ch2、Ch3、Ch4章節內 ✓彙整於Ch5、Ch6章節內 ✓彙整於Ch7章節內 ✓彙整於附錄F&G內 ✓已完成 ✓已完成 ✓3篇論文投稿 ✓期末報告初稿



附錄 7 鐵路安全風險管理分析評估工具

本研究針對可用於改善鐵路安全風險管理相關工具如：無人飛行載具應用（UAV）、鐵路路線 3D 雷射掃描、電腦模擬軟體應用、風險管理軟體、教育訓練平台等工具，進行初步介紹與探討。

7.1 無人飛行載具應用（UAV）

無人航空載具（Unmanned Aerial Vehicle, UAV）名詞出現於 1917 年，早期 UAV 之研製及應用範圍主要在軍事用途，如演習時的靶機演進為無人偵察機，之後逐漸演進成軍民通用的多樣化選擇。其與遙控飛機最大的差異在於：UAV 可用來執行特別任務；也可設計不同飛行特性的飛行器來執行任務。隨科技進步，成本降低，各種遙感元件、動力及無線操控設備的不斷問世，民間才得以採用以遙測、廣告甚至休閒娛樂為目的之無人航空載具，目前世界各國已發展之各用途 UAV 類型已高達數百種之多。以下將以操控方式及飛行機制予以分類。

7.1.1 以操作方式分類

依製作技術層次由簡而繁可分類為遠端操控、自主飛行及半自主飛行 3 種方式，分述如下：

1. 遠端操控

UAV 機體之各種動作，係以操作人員藉無線電波訊號加以操作，其優點在於成本較低，但除操作範圍受無線操控設備之功率限制外，飛行器之尺寸，在千公尺外即難以肉眼判斷飛行姿態，因此巡航範圍受限，此問題雖可以在 UAV 上加裝視訊設備，以第一人稱（First Person View, FPV）方式解決，但仍受限於國內對民用無線設備功率之限制，通常操控半徑均以數公里為限。

2. 自主飛行

UAV 於升空後，即能以機體內置之姿態感測器、加速度計、風速計甚至 GPS 等感測裝置，透過微電腦自動控制進行航道飛行，但由於降落時自動控制難度較高，目前大部分所謂自主飛行之 UAV，在降落時多切換為手動遙控操作，或以捕捉網等附屬設備進行之。其優點包括航距僅受動力設備之限制可超過數十公里、可在視距外飛行、無須人為操作等等，但其成本高昂，且地形複雜處執行任務時，自主飛行所需考慮之變因較多，自動控制技術難度高等問題，較難克服。

3. 半自主飛行

半自主飛行介於遠端操控及自主飛行之間，基本上係以遠端操控為主要飛行控制方式，但在 UAV 上加裝感測器等電子設備，使之能達到自動穩定、鎖定高度、速度甚至位置等功能，除可克服前述距離較遠時控制不易之問題外，更降低了操作人員飛行操作技術之門檻。

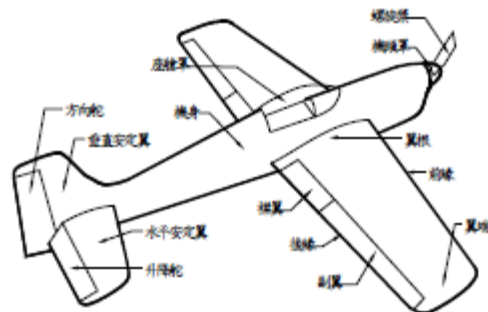
7.1.2 以飛行機制分類

UAV 亦可分為定翼機及旋翼機兩大類，分述如下：

1. 定翼機

定翼機即一般最常見的航空器形式（如附圖 7.1 所示），基本上於機身兩側分置一對固定式主翼，由動力設備提供向前的推力，由機翼提供浮力，大部分定翼式飛機均配置垂直穩定翼及水平穩定翼，由水平穩定翼上之升降舵控制機身俯仰，垂直穩定翼上之方向舵控制前進方向，機身之左右平衡則由位於主翼後緣之副翼控制。由於定翼式飛行器之發展時間最久，衍生之變化最多，動力設備可為前拉式或後推式，主翼形式可為方型翼、三角翼、橢圓翼等，又可依主翼與機身之相對位置，分為高翼機、低翼機及中置機翼等形式。定翼機係人類模仿鳥類飛行所設計出之型態，係自然界中最符合空氣動力學的飛行方式，具有耗能小、巡航半徑大等先天優勢，即使在無動力狀況下，也具有相當的滑翔能力，除此之外，尚有製作容易，成本低廉等優點，

其缺點為必需不斷前進，不能滯留於空中、飛行速度受航向順逆風之影響甚大、降落時須適當之場地及體積較大等等。

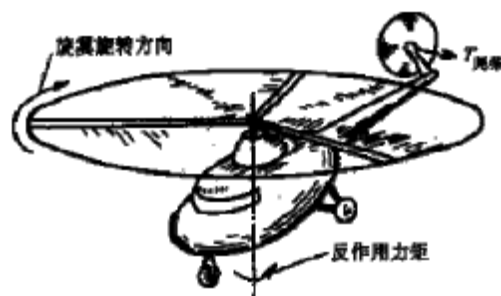


資料來源：[175]

附圖 7.1 定翼式飛機構造示意圖

2. 旋翼機

旋翼機以直昇機為主要之代表，傳統直昇機（如附圖 7.2 所示）包含一對或多對主旋翼以及位於機尾，做為平衡主旋翼旋轉力矩之尾旋翼。通常僅有一組動力設備推動主旋翼旋轉，飛行操控主要靠主旋翼之攻角及轉速作升降控制，並藉主旋翼旋轉面的前後左右傾斜，控制機身移動之方向，機身的方向，則由尾旋翼攻角大小與主旋翼旋轉力矩平衡來控制。其優點為可垂直升降，不受操作地形限制以及可滯留於空中定點，但耗能較大，巡航範圍受限、機械傳動複雜維修不易及操作困難等問題，係其揮之不去之缺點。



資料來源：[175]

附圖 7.2 旋翼式直昇機示意圖

7.1.3 應用方向

隨著時代的進步與科技之發展，目前 UAV 以模組化、廉價、快速、可靠與即時之優點，已廣泛運用在各領域，尤其在防救災方面的應用，如橋樑檢測、一般土石流潛勢溪流調查、緊急災害勘災等應用。本研究提出在鐵路安全方面，在良好氣候下可利用 UAV 之應用如下：

1. 利用 UAV 巡檢路線是否淨空

對於地理環境較險峻的軌道系統，如阿里山森林鐵路，可初步快速判斷軌道路線上方是否有樹木倒塌、落石或其他障礙物等。

2. 潛在危險預警

於高山鐵路可利用軟體後端處理，協助判讀樹木移動、土石鬆動、落石等資訊，可提早預警防範。

3. 災後勘災

地震、颱風等天然災害或是重大事故（如：出軌）發生後，第一時間進行勘災，可為防救災及復舊工作提供更快速且直接之訊息，不僅有助於災情之研判與救援，並搭配地面人員進行勘災，可收全方位勘災之效，其成果可提供災害範圍之全景解讀，以及後續搶災、救災之初判之用。

7.1.4 應用案例

目前國際上已有許多鐵路營運業者逐漸採用 UAV 輔助其維護作業，相關應用內容如基礎設施巡檢、災後勘災等，以下將以英國、法國、荷蘭及以色列之鐵路運用案例進行說明：

1. 英國案例

英國國營鐵路公司（Network Rail）於 2014 年發起「提供鐵路完善資訊計畫」致力於將現有基礎設施使用狀況做進一步整合與追蹤，除提升維修與災害即時應變之能力外，相關資訊更能作為日後系統升

級之決策參考。2015 年年初，英國國營鐵路公司與 UAV 業者簽訂了合作協議，將 UAV 技術用於巡檢整體路網的基礎設施，結合 GPS 技術，蒐集並測量沿線土地的地理資訊，兩項技術的結合可更精確掌握路網中需加強維修之處，以提供更完善的維修資訊與安全的維修計畫，如附圖 7.3 所示。



附圖 7.3 英國國營鐵路公司利用 UAV 協助鐵路勘災及重建

2. 法國案例

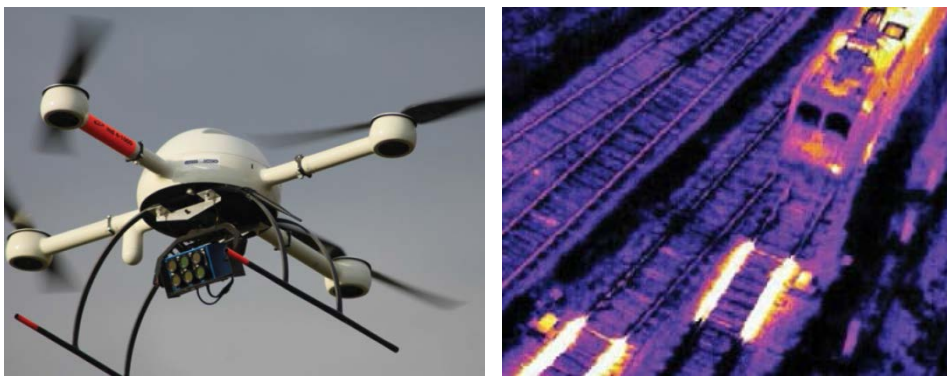
2013 年 11 月 4 日，法國國家鐵路公司（SNCF）首次採用 UAV 技術進行沃克呂茲省的隆河鐵路高架路段之橋梁結構檢查。由於該路線係 TGV 往返巴黎和馬賽間的繁忙路段，若採用傳統之巡檢方式，將會嚴重影響列車運行，以 UAV 進行相關檢查能在不干擾列車運行的情況下對於橋梁結構進行仔細檢查，並檢測出微小損壞。此次成功經驗令法國國家鐵路公司日後持續利用 UAV 技術進行相關基礎設施之例行檢查，如附圖 7.4 所示。



附圖 7.4 法國國營鐵路公司利用 UAV 進行鐵路橋樑結構檢視

3. 荷蘭案例

荷蘭鐵路公司（Prorail）利用 UAV 搭配遠紅外線感測器偵測轉轍器加熱系統。高緯度國家之鐵路系統於冬季時常遇降雪問題，若積雪過多，可能導致轉轍器因冰凍而無法換軌之情形，因此其軌道多半配備轉轍器加熱系統以溶化積雪。然而，人工檢查加熱系統是否正常運作往往曠日費時，遇強降雪時亦無法即時監測，使用 UAV 配備遠紅外線感測器偵測可大幅提升檢測效率，進而提升冬季時節鐵路運轉之安全，如附圖 7.5 所示。



附圖 7.5 具遠紅外線感測之 UAV 與紅外線熱感空照圖

4. 以色列案例

以色列首都耶路撒冷之輕軌系統於 2002 年開始建設，2011 年開始營運，由於當地先後發生數次街頭示威活動而影響輕軌營運安全，當局決定採用 UAV 結合監視系統技術，從高空取得大範圍空拍畫面，當有群眾聚集時，可以高解析度影像掌握人群活動，並與當地警方連線，辨識潛在危害，以保障輕軌營運安全，如附圖 7.6 所示。



附圖 7.6 UAV 於行駛中之輕軌列車上方空拍

由以上案例可知，許多國家皆開始利用 UAV 技術輔助鐵路營運維修作業，相關技術亦持續發展與精進，除上述國家外，德國、美國、日本等鐵路運輸產業興盛之國家皆根據自身鐵路系統特性，積極研擬相關 UAV 技術作業程序與法規，足見未來 UAV 技術於鐵路營運之應用將更加多元與進步，亦值得我國業者參考借鑑。

7.2 鐵路路線 3D 雷射掃描

移動載具型雷射掃描儀是應用在移動平台上(例如船舶、軌道車、車輛等)的掃描資料結合，雷射掃描儀結合了定位及機體姿態紀錄量資料，例如全球衛星定位系統 (GPS) 及慣性測量元件 (Inertial Measurement Unit, IMU) 等輔助設備。能將行動中掃描的點雲成果做完美的結合。其原理是利用近紅外光之脈衝雷射進行掃描，記錄反射訊號的回波及時間後再轉換為距離，載具則以差分全球定位系統 (DGPS) 精密的動態定位，同時利用 IMU 獲取姿態參數，並透過距離測量儀 (Distance Measuring Instrument, DMI) 輔助記錄行車的距離，經整合雷射掃描測距而獲得測點的三維坐標。雷射掃描系統主要包含：「雷射掃描組件」以及「定位與定向組件 (Position and Orientation System, POS)」二大部份。車載雷射掃描系統結合雷射測距、光學掃描、全球定位系統及慣性導航系統與 DMI 等技術，能快速獲得掃描點的三維坐標，其掃描觀測示意如附圖 7.7 所示。



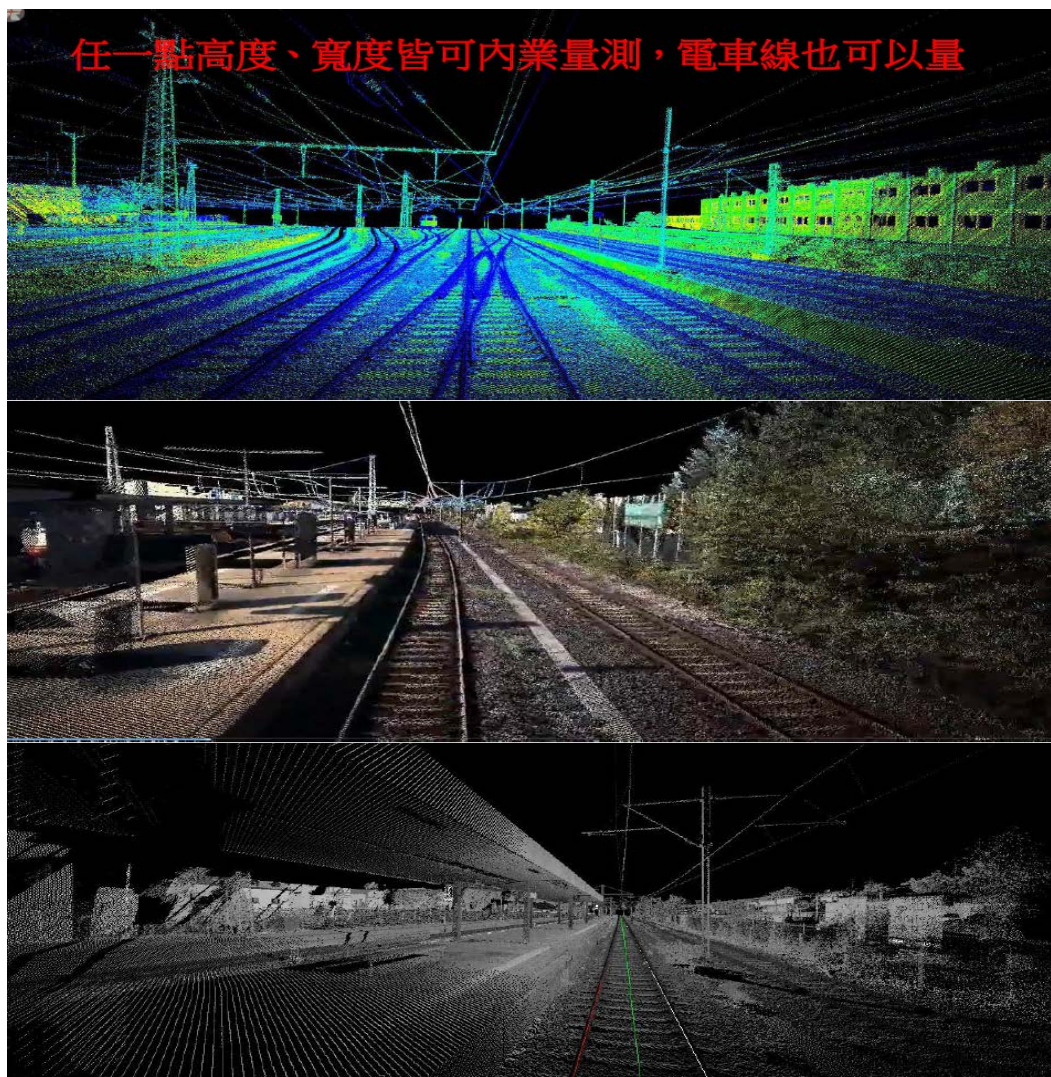
附圖 7.7 掃描觀測示意圖

在鐵路運用上，可將鐵軌從工程圖上的線條，利用點雲實現真實世界的3度空間實況分析，把真正的鐵道路線全部現場、以及隧道、月台複製至電腦上展示應用。如附圖 7.8 即為將其設備架設於列車頭上進行路線掃描，在獲取點雲資料經分類去除雜點後，可表現載具行經路徑附近三維坐標現況，如附圖 7.9 為掃描成果在電腦上由點雲展現。透過軟體針對需求特徵物進行量測繪製，不僅可針對每個需求項目逐一確定坐標、距離與立體成果，全面為數值化成果，提供高效率、多元化與高精度成果。在鐵路安全風險管理上可用以檢測鐵路基礎設施，如軌道幾何形狀有無挫屈、扭曲等，亦可作路線量測（附圖 7.10）及路線淨空檢查之應用（附圖 7.11）。



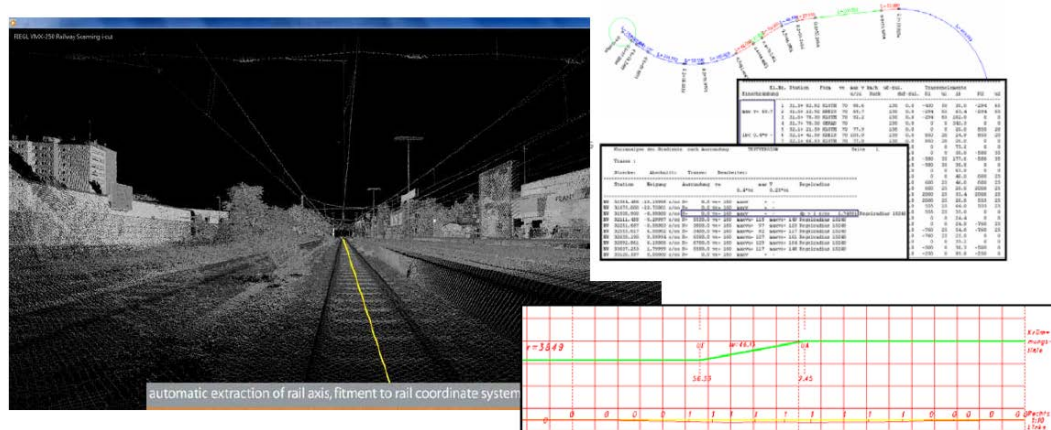
資料來源：詮華國土測繪公司

附圖 7.8 鐵路架設實景與儀器架構圖



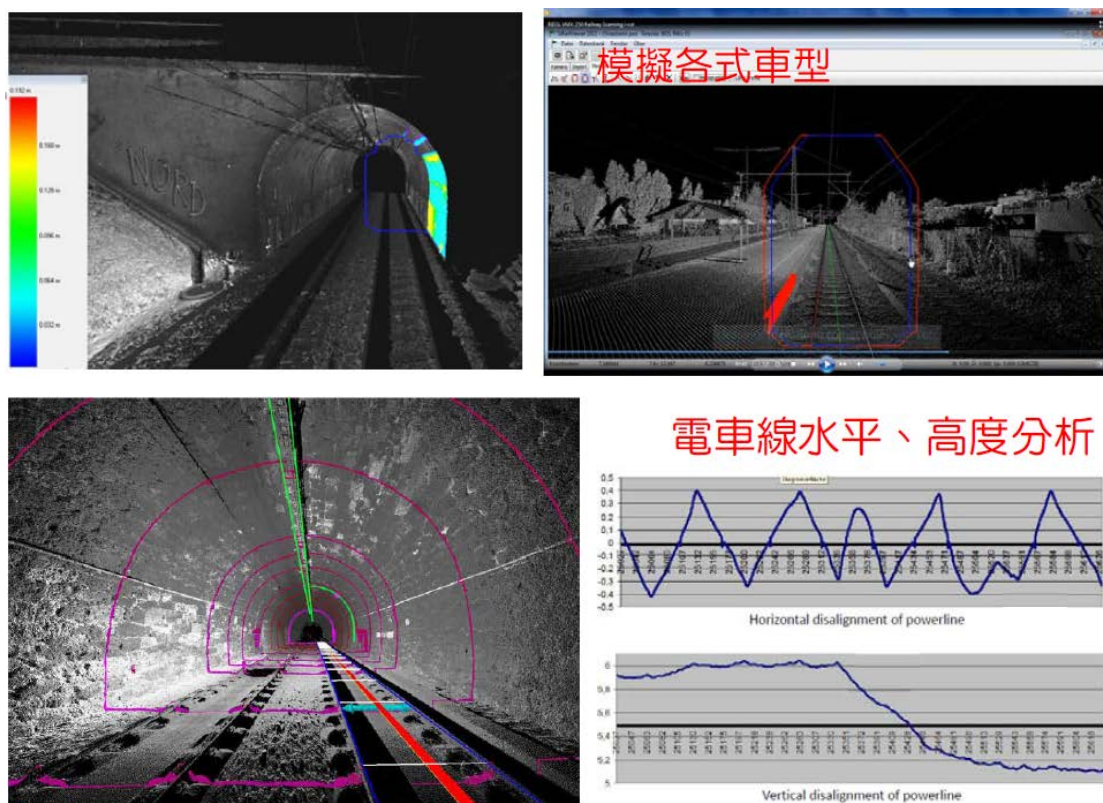
資料來源：詮華國土測繪公司

附圖 7.9 掃描成果



資料來源：詮華國土測繪公司

附圖 7.10 路線量測與軌道迴歸計算



資料來源：詮華國土測繪公司

附圖 7.11 淨空檢查

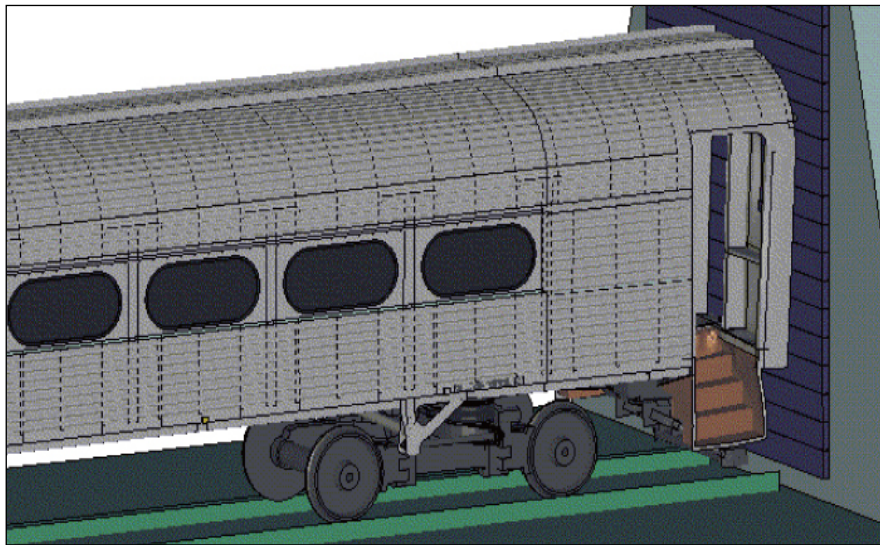
7.3 電腦模擬軟體應用

針對重大事故（如：出軌、火災）之事前模擬與事後重建技術應用方面，財團法人車輛研究測試中心目前可利用有限元素模擬軟體 LS-Dyna、Abaqus 及 HyperWorks 等，針對車輛撞擊做模擬試驗，可重現事故發生原因，了解可能發生的嚴重後果，進而提出預防措施與安全對策。此外，對於地下車站失火影響的嚴重性，亦有典型的 buildingEXODUS 風險嚴重性分析電腦模擬軟體，能透過不同避難情境進行模擬分析，以合理檢證不同危險情況對人員避難安全之影響。以下則分別針對上述軟體進行簡介。

7.3.1 LS-DYNA

LS-DYNA 之開發公司為 LSTC（Livermore Software Technology Corporation），設計開發始於 1976 年，長期以來皆是以技術開發及支

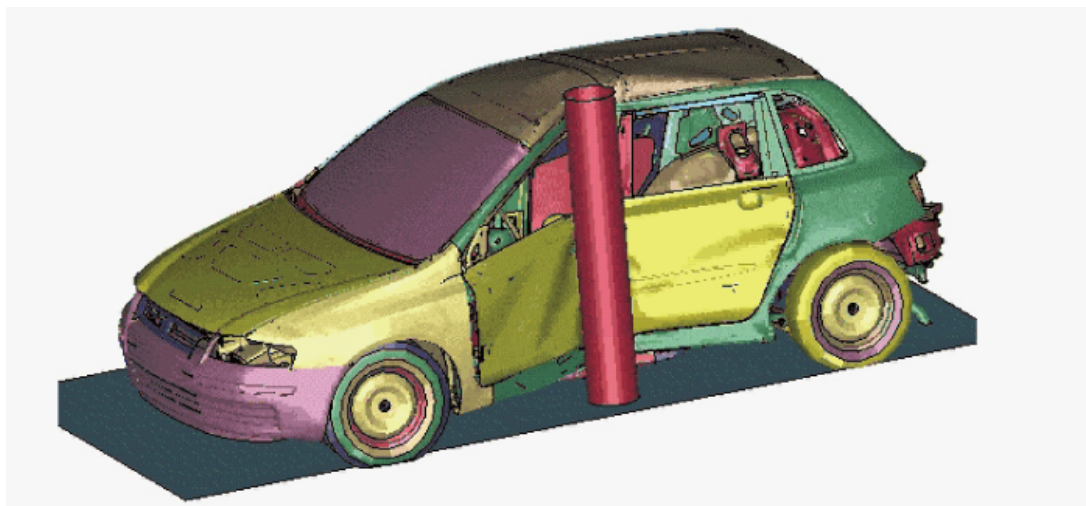
援為其發展重要目標，其佔有率超過該 Explicit Analysis 市場 80%以上。LS-DYNA 在接觸分析的領域一直居於所有軟體的領先地位，擁有超過 80 種以上的接觸分析方式並且可模擬真實碰撞及接觸情形，其分析運算的效率一直居於領導地位。是功能齊全的幾何非線性和材料非線性（200 多種）的通用有限元素軟體。



資料來源：http://www.flotrend.com.tw/products/st/ls-dyna/2_intro.php

附圖 7.12 模擬列車車廂圖

LS-DYNA 的求解核心技術可以同時包含顯性演算法（Explicit Method）及隱性演算法（Implicit Method）。但大多數的有限元素分析軟體是以隱性演算法（Implicit Method），此演算法在研究短時間內發生的問題，將會耗費大量電腦資源及時間。特別是在設計後期的落下試驗及衝擊實驗，其發生歷程皆是在短時間內便發生完畢。而 LS-DYNA 採用顯性（Explicit Method）演算法，將以最經濟及快速的方式運算。



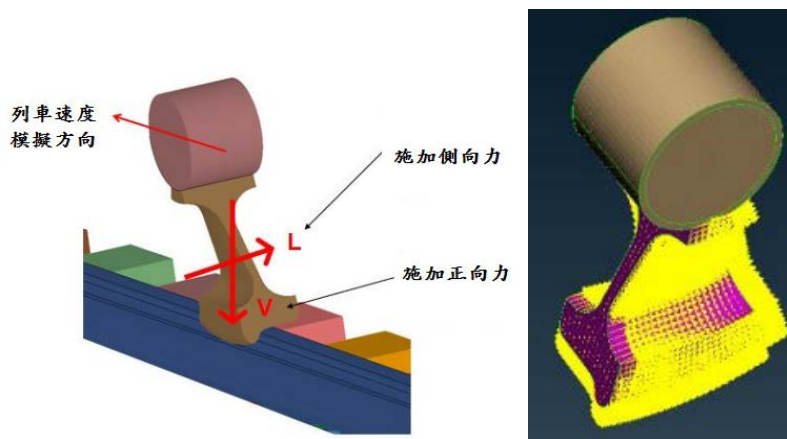
資料來源：http://www.flotrend.com.tw/products/st/ls-dyna/2_intro.php

附圖 7.13 模擬汽車側撞圖

LS-DYNA 不僅提供 Explicit Method 演算核心計算短時間的暫態行為，亦提供了 Implicit Method 演算核心來計算穩態力學行為，例如特徵值、頻率響應函數、穩態振動、隨機振動、隨機疲勞、反應譜分析、有限元和邊界元聲學。可以針對結構振動噪音分析及安全性疲勞提供幫助。LS-DYNA 除了一般線性、鋼性材料，更針對非線性材料等，提供豐富的材料模型，因此可廣泛的應用於各領域，如：卡勾卡合、包裝材料、鈑金成型。

7.3.1.1 利用 LS-DYNA 進行軌道挫屈模擬

列車出軌是鐵路系統常見之事故，其中，因軌道挫屈導致的列車出軌事故至今仍尚未被全面了解，受限於早期模擬軟體限制，軌道相關之挫屈模擬研究，因模型建置不易、電腦運算能力不足而未臻詳盡，隨著相關技術的進步，利用 LS-DYNA 結合其他模擬分析軟體，已可進行軌道挫屈之模擬，並可作為了解軌道挫屈之力學原因，作為後續軌道更換、維修作業之參考，如附圖 7.14 所示。



附圖 7.14 軌道受力挫屈狀況模擬圖

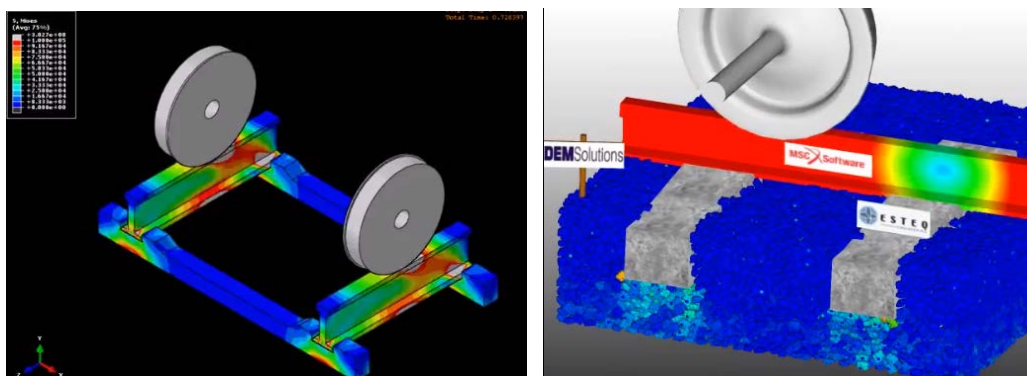
7.3.2 ABAQUS

ABAQUS 為一泛用型有限元素分析軟體，主要模組為 ABAQUS/Standard（隱式積分）、ABAQUS/Explicit（顯式積分）、ABAQUS/CFD（計算流力）、ABAQUS/CAE，可進行結構之靜態、動態、熱傳、接觸等分析，並可模擬多種的材料行為與處理複雜的非線性現象，ABAQUS/CAE 為 ABAQUS 分析模擬之整合環境，具備了簡單且直接的圖形使用者界面，可建構幾何模型、產生網格及分析結果後的處理。此軟體廣泛的應用於土木、生物力學、航太及國防工業、汽機車及運輸器材工業、機械工業等等，近年來在電子構裝(Electronic Packaging)、微機電之力學分析等新興領域亦扮演重要的角色。ABAQUS 解決問題的範圍從相對簡單的線性分析到許多複雜的非線性分析。ABAQUS 包括一個豐富、可模擬任意幾何形狀的單元庫，並擁有各種類型的材料模型庫，可以模擬典型工程材料的性能，其中包括金屬、橡膠、高分子材料、複合材料、鋼筋混凝土、可壓縮超彈性泡沫材料以及土壤和岩石等地質材料。大量的複雜問題可以透過選項塊的不同組合輕易地模擬出來。

7.3.2.1 道碴軌道與列車交互作用之動態反應模擬

ABAQUS 可用於模擬列車駛過軌道所引發的震動反應，其內建之有限元素分析功能十分完善，透過靜態分析、動力分析、接觸模式及滑動模式，可合併考量不同力學系統的交互作用關係，於列車行經道

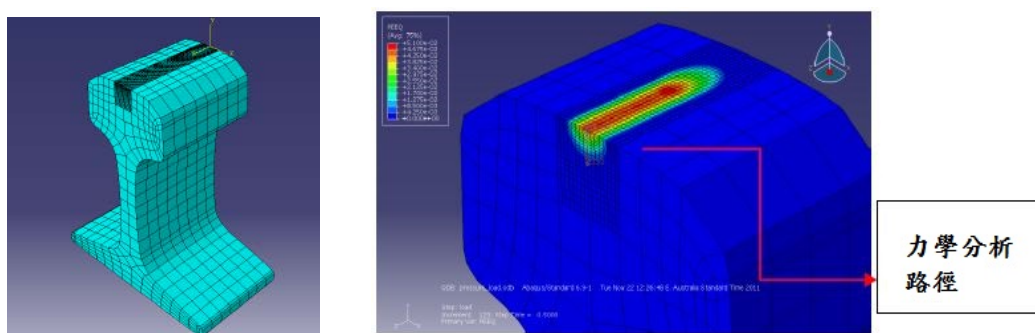
碴軌道之情境，ABAQUS 可分析其所造成的軌道幾何改變與結構破壞，透過建置有限元素模型模擬垂向車輛及軌道動態，並利用滑動模式產生不同的自由度變化，以模擬車輛之動態力學性質，進而求得車輛與軌道系統中相關構件之速度、加速度、力及變位，如附圖 7.15 所示。



附圖 7.15 利用 ABAQUS 模擬列車、軌道力學作用示意圖

7.3.2.2 鋼軌與鋼輪介面力學性質模擬

鋼軌與鋼輪介面力學性質之模擬可利用赫茲接觸理論（Hertzian contact theory）描述，透過 ABAQUS 建置鋼軌與鋼輪之接觸面，可分析其受力分布、形變與應力情形，進而模擬鋼軌之金屬疲勞現象，找出潛在弱面，相關資訊可作為巡檢及維修作業之重要依據，目前已有許多探討鋼軌與鋼輪介面力學性質之研究，亦可作為後續應用之參考，如附圖 7.16 所示。



附圖 7.16 利用 ABAQUS 模擬鋼軌與鋼輪接觸受力情形

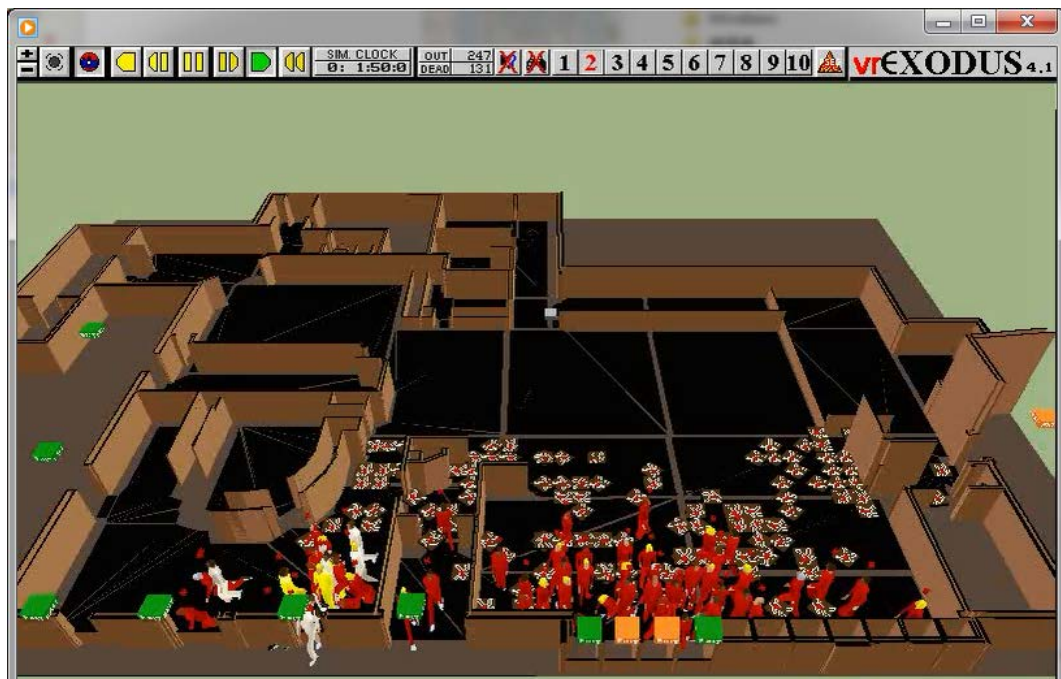
7.3.3 HyperWorks

HyperWorks 軟體由美國 Altair Engineering, Inc 開發，是一個創新的企業級 CAE 軟體，結合設計與分析多種工具，可提供進階的 CAE

建模、最佳化分析、穩健性分析、多體動力學分析、製程模擬、以及流程自動化。在概念設計、結構最佳化、製造過程模擬和機械系統模擬等也具有廣大的性能以及高度的開放性、靈活性和友好的使用者介面。HyperWorks 的設計模組如下：HyperMesh（CAE 建模環境）、HyperView（CAE 後處理和視覺化環境）、HyperStudy（獨立 CAE 求解器的研究和最佳化工具）、AcuSolve（熱與流場 CFD 求解器）、MotionView（多體系統模擬建模環境）、MotionSolve（機械系統 CAE 模擬分析軟體）、OptiStruct（結構最佳化設計工具）。

7.3.4 buildingEXODUS

buildingEXODUS 避難軟體之模組包含有：避難者、移動、毒氣、危害及行為 5 個模組及其之間的互動。該軟體可用於處理大量人群，多層樓結構，亦可考量火災危害物對避難者等影響，適用於地下車站及劇（戲）院等大量人群存在之場所，如附圖 7.17 所示。



附圖 7.17 利用 buildingEXODUS 模擬室內火災逃生及傷亡

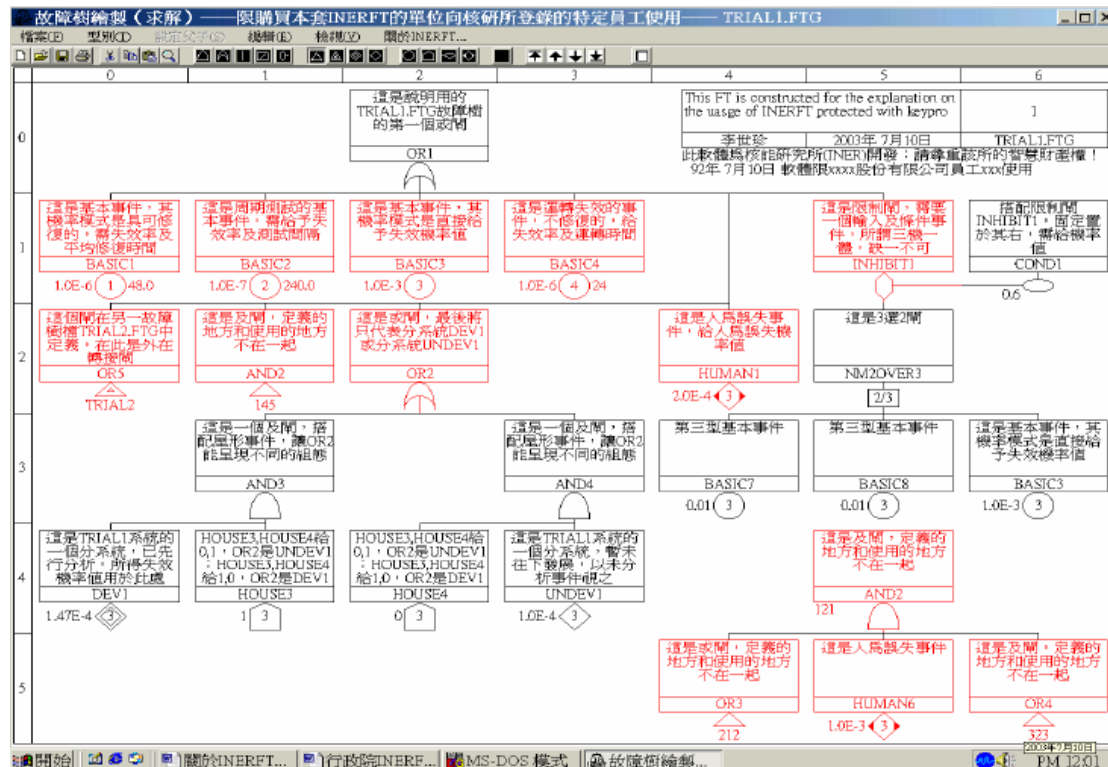
7.4 風險管理軟體-失誤樹分析軟體

研究報告第五章已展示失誤樹分析 (Fault Tree Analysis, FTA) 在定性分析的操作方式，其在安全風險管理的主要應用上，除了可呈現頂端危害事件的完整肇因外，更可在確保品質可靠 (QRA, Quality Reliability Assurance) 中作為頂端危害事件發生頻率的定量分析工具，此外，亦可輔助運算查找最短路徑肇因 (minimal cut sets)、共因失效肇因 (common cause failure) 等功能。以下將針對常用於風險管理之失誤樹軟體進行回顧。

7.4.1 核研所 INERFT

核能研究所是國內最早接觸失誤樹分析技術及風險評估 (Probabilistic Risk Assessment, PRA 或謂安全度評估) 技術的單位，自 1982 年開始應用 FTA 技術及 PRA 技術於國內核能電廠。

核研所深知 FTA 是工業製品可靠度分析、工業安全分析、及具風險危害顧慮的風險評估等方面重要工具之一，並且在國內非核能領域有推廣應用的空間，為落實該技術本土化及厚植國內相關業界應用推廣的根基，核研所陸續開發完成若干 FTA 相關程式，其中 2001 年 5 月開始開發個人電腦中文視窗版的 FTA 套裝軟體 INERFT 即是 INER Fault Tree Software 的簡寫，為核研所自行研發之中文失誤樹分析套裝軟體，其執行畫面如附圖 7.18 所示。



資料來源：行政院原子能委員會核能研究所

附圖 7.18 執行 INERFT 之失誤樹畫面擷取

核研所開發的 INERFT 將失誤樹繪製與失誤樹求解融合為一，其中繪製之圖形介面和一般視窗版軟體（如 MS Word 等）具操作上的一致性，使操作者容易上手；另一方面，核研所亦參考國外失誤樹分析軟體的介面，使 INERFT 套裝軟體更具親和與方便性，茲將核研所 INERFT 的功能與特色歸納說明如下：

1. 完全本土化與中文化，適用於視窗版之作業系統（包括有：Win95、98、ME、2000、XP 系列）。
2. 失誤樹繪製及失誤樹求解融合為一，可繪製大型失誤樹並對之快速求解。
3. 含多種邏輯閘之功能，並含外在轉接失誤樹的功能。
4. 考量了元件失效機率四種計算模式，即具可修復的、周期測試的、給失效機率值、運轉失效的。

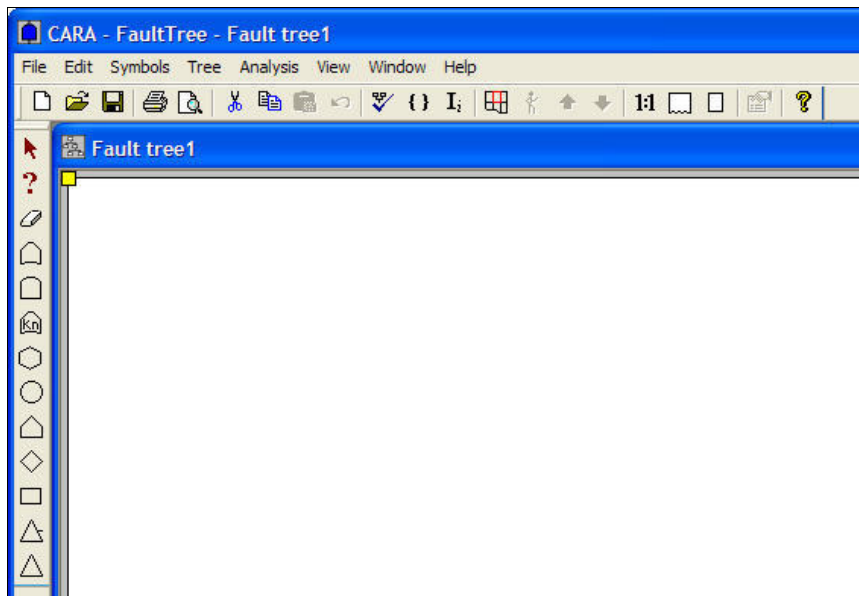
5. 全螢幕顯示完整的一畫頁，方便邏輯閘及事件輸入，同時支援顏色之設定，使方便直覺、直接之讀取。
6. 完整的視窗功能，包括有：剪下、複製、貼上、清除、尋找、字型設定、列印、及複製此畫頁至剪貼簿等。
7. 在失誤樹畫頁上就可設定求解，運算結果含失效組合方程式及重要度的資料。
8. 失誤樹的求解，可設定其展開方式為由上而下、由下而上、或混合式的展開方式。
9. 求取頂端事件的機率值，包含最小失效組合上限值（min cut set upper bound）、稀有事件近似值（rare event approximation）。

7.4.2 CARA FaultTree

CARA FaultTree 是一套繪製失誤樹與求解分析的套裝軟體，透過視窗介面可輕鬆的將失誤樹模型建立並進行運算分析，其執行畫面如附圖 7.19 所示，相關之功能包括有：

1. 最小割集（Minimal cut-sets）。
2. 6 個系統績效評量。
 - (1) 不可用性（Unavailability）。
 - (2) 平均妥善率（Average availability）。
 - (3) 生存機率（Survival probability）。
 - (4) 平均失效前時間（Mean time to failure, MTTF）。
 - (5) 頂端事件頻率（Frequency of TOP event）。
 - (6) 故障頻率分佈（Failure frequency distribution）。
3. 6 種重要度的衡量 Six measures of component importance。
 - (1) Birnbaum's 可靠度。
 - (2) Birnbaum's 結構。
 - (3) Vesely-Fussell 重要度指標。

- (4) 臨界重要度 (Criticality importance)。
 - (5) 改進的潛力 (Improvement potential)。
 - (6) 最小割集順序 (Order of smallest cut-set)。
- 4. 割集的重要度衡量 (Importance measures at cut-set level)。
 - 5. 割集的不可用性 (Unavailability at cut-set level)。
 - 6. 不確定性分析 (Uncertainty analysis)。

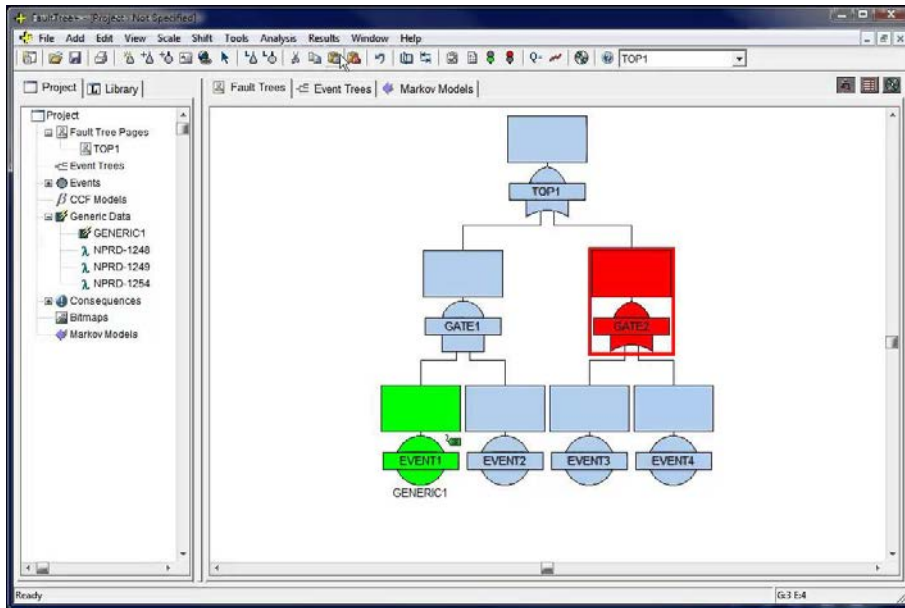


資料來源：CARA-FaultTree Manual

附圖 7.19 執行 CARA FaultTree 之失誤樹畫面擷取

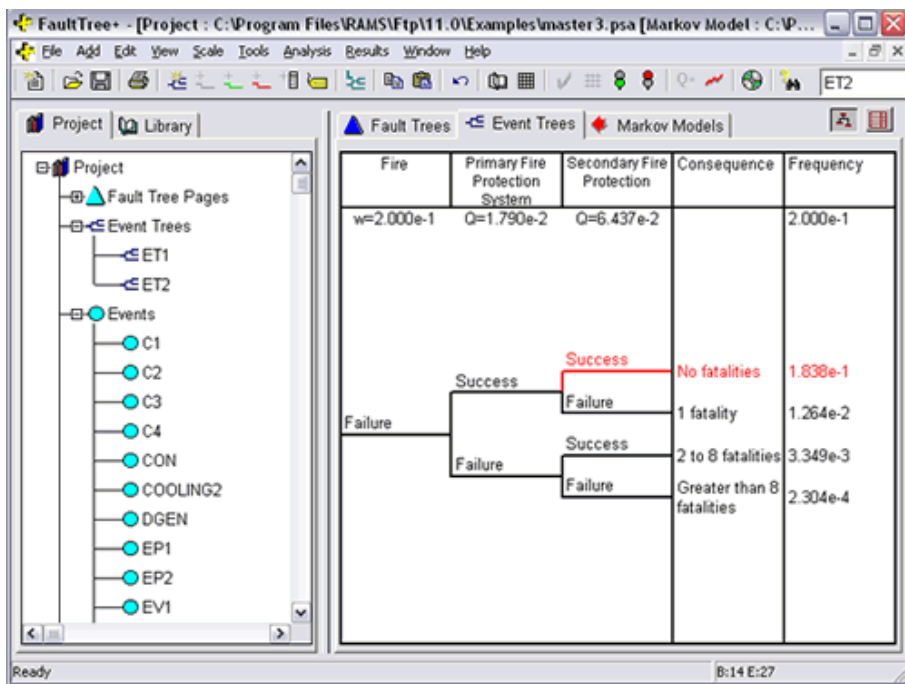
7.4.3 Isograph FaultTree+

Isograph FaultTree+軟體是由英國 Isograph 公司開發的可靠性、可用性、安全性、維修性和保障性工程設計分析軟體，可在一個整合的環境中執行事件樹與失誤樹分析。在失誤樹與事件樹圖中，也可以連接與事件相關的定製型馬可夫模式，程式也可以分別獨立進行事件樹、失誤樹與馬可夫分析，其執行畫面如附圖 7.20 與附圖 7.21 所示，相關之功能包括有：



資料來源：Isograph FaultTree+ Manual

附圖 7.20 執行 Isograph FaultTree+ 之失誤樹畫面擷取



資料來源：Isograph FaultTree+ Manual

附圖 7.21 執行 Isograph FaultTree+ 之事件樹畫面擷取

1. 自動繪圖功能，直接按兩下滑鼠即可產生閘、事件與分枝屬性。
2. 僅需要確認閘與分枝的新頁表籤，程式會自動編頁。
3. 可以整併不同使用者建立的失誤樹。

4. 提供多種邏輯閘，且支援基本、條件、未發展、潛伏（Dormant）與狀況（House）等基本事件符號。
5. 具備初始（Primary）與衍生（Secondary）事件樹，且可建立多重分枝與多個後果類別。
6. 失誤樹建樹期間，可以進行邏輯圈（Circular logic）檢查。
7. 多種事件失效與修復模式，包括：固定率、潛伏、風險時刻、二項式、卜松（Poisson）、連續、待機與肇始失效模式等。
8. 使用者可自建馬可夫模式，以處理事件之間的相依性。
9. 支援全割集（Cut set）分析、共因失效（CCF）分析、重要度分析（包括：Fussell-Vesely、Birnbaum、Barlow-Proshan 與連續重要度度量）、不確定性分析、敏感度分析、時間相依分析。
10. 可自訂產出報表。

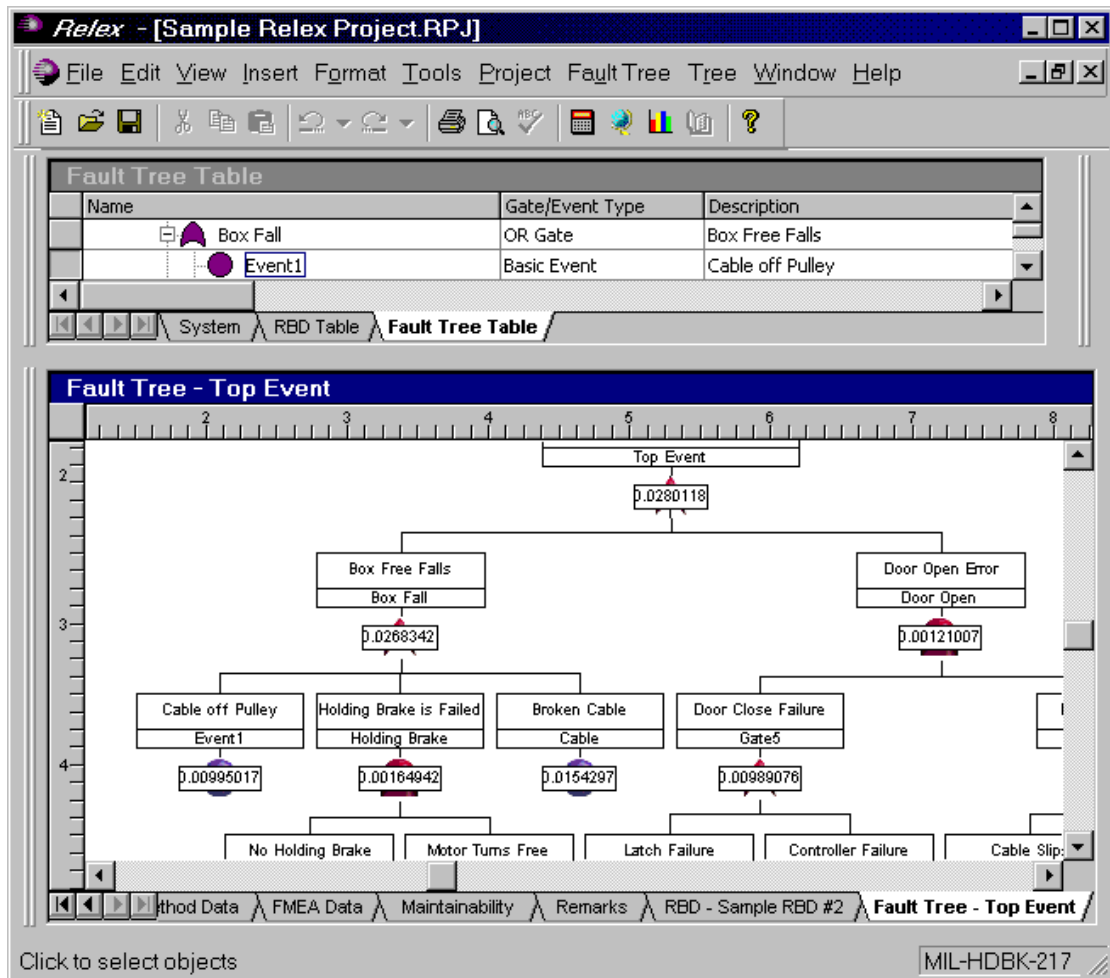
7.4.4 RELEX Reliability Software

Relex 是一套產品生命週期管理（Product Lifecycle Management）的可靠度工程軟體，其執行畫面如附圖 7.22 所示，包含的模組有：

1. 可靠度預估（Reliability Prediction）
2. 可靠度區塊圖（Reliability Block Diagram）
3. 系統最佳化和妥善率分析（System Optimization and Simulation）
4. 失效模式分析（FMEA/FMECA）
5. 失誤樹分析（Fault Tree）
6. 事件樹分析（Event Tree）
7. 維護度預估（Maintainability）
8. 壽期成本分析（Life Cycle Cost）

9. 壽期成本韋伯分析 (Weibull)

10. 馬可夫鏈分析 (Markov)



資料來源：<http://www.relex.se/>

附圖 7.22 執行 RELEX Reliability Software 之事件樹畫面擷取

7.5 教育訓練平台

人員亦是鐵路安全重要的一環，因此建立一套完善的線上教育訓練平台除可達到人員完整的訓練的效果，並可將經驗傳承，以下首先說明線上學習平台之基本功能，之後再以 Moodle 數位學習平台為例進行說明。

7.5.1 學習平台功能

目前一般線上學習平台具備有以下基本功能：

1. 員工資料庫

藉由此員工資料庫的建立區分不同工作項目的族群，對不同員工提供不同的教育訓練內容。

2. 學習解惑區

利用網路攝影機（CCD）或數位教材於每日特定時段解答員工教育訓練上的疑惑，可同時針對多人進行課輔外，亦可將其收錄於數位教材資料庫中增加其再使用率，降低講師回答重覆性問題之時間。

3. 虛擬教室

有別於學習解惑區，此功能模組是希望能模擬出教室上課的環境，使講師與學習者可以在特定時間內皆可在電腦前透過網路與教學管理系統連接進行學習或訓練。當然，這必須先將相關教育資料（例如講義、書面資料等）加以數位化。

4. 數位留言版

給予員工一個提問的發聲管道，並藉此收集員工意見，作為日後改進的參考依據。

5. 群組討論區

依據不同議題開設不同的討論版，提供員工一個互相溝通與交流的管道，並藉此提昇此學習平台的附加價值與員工到站率。

6. 客製化的個人網路首頁

利用先行內建個性化模組的方式，讓員工登錄時，能依個人喜好訂做一個專屬於自己的客製化的個人網路首頁，以提昇其滿意度。

7. 數位教材資料庫

將所有相關的訓練教材、考試題庫、授權的文件等有系統地納入此資料庫，以方便員工利用站內搜索器在最短的時間內找到所需的資訊。

8. 學習歷程紀錄

利用網路自動將所有學習活動自動紀錄於網頁日誌（Web Log）內，並利用線上分析處理及圖形化資料分析的技術將員工上站學習的時間、選讀教材等資訊加以剖析，進而方便講師了解學習者對於教學活動的參與程度；此外亦可作為日後評量此線上學習平台效益的工具，進而分析有哪些功能模組使用最為頻繁，以作為日後分析的參考指標。

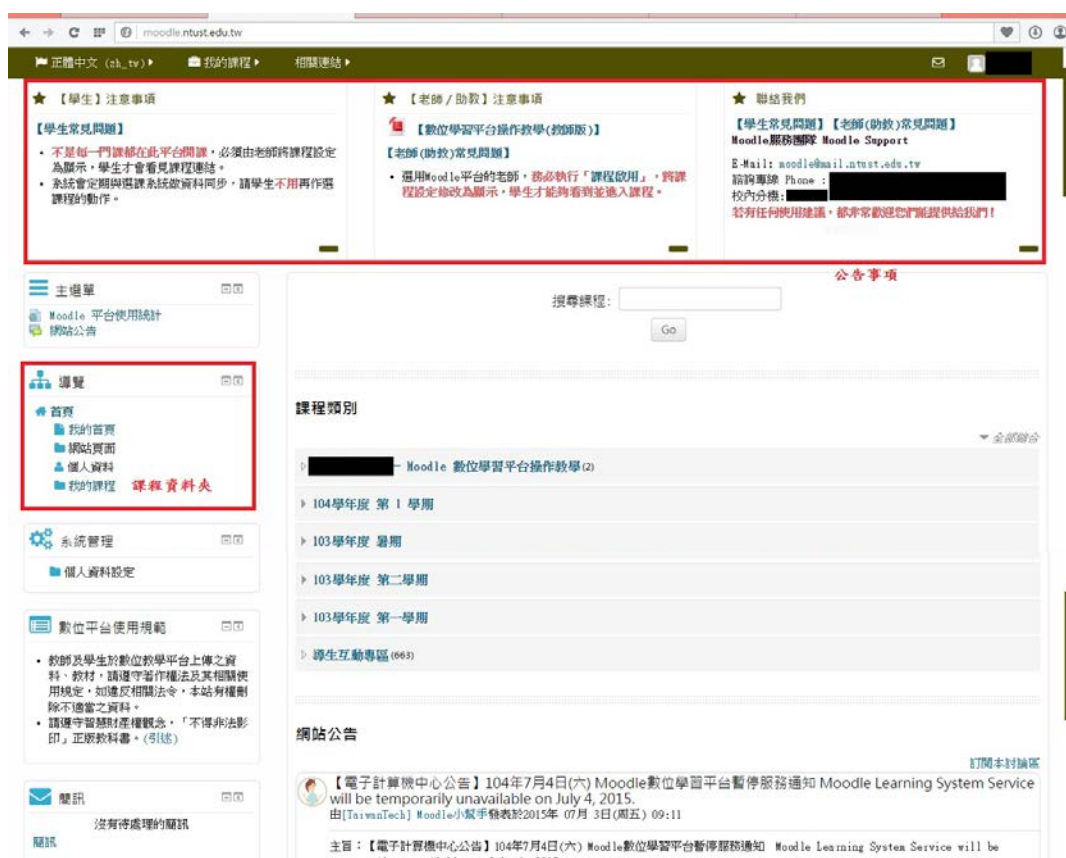
線上學習可以是有趣而且有效率的。透過多媒體互動技術、創新教學媒介與方法，不僅可以提高學習效率，也可以提升學習動機。相信持續創新的線上教學平台在教育訓練上扮演日益重要之角色。

7.5.2 Moodle 數位學習平台

Moodle 是一個開放原始碼的自由軟體 LMS 及 CMS 課程管理系統，可根據企業需求選擇合適的作業系統以及教學資源資料庫，並可與企業內部系統進行整合與功能擴充，提供操作訓練與功能講解與管理手冊，教師、學生均可透過 Moodle 平台充分進行學習溝通，以下為某大學使用 Moodle 作為數位學習平台中各頁面範例說明。

1. Moodle 首頁主要分為三大區塊，最上方之 Moodle 系統公告事項、左下方之導覽功能以及右下方課程類別，向下捲動可見網站公告、系統設定、使用規範等訊息，相關版面排版皆可按照企業所需進行調整。點入「我的課程」後，畫面正中央即會顯示本學期所修之課程。
2. 點入課程後，學生可看到授課教師於線上所提供之上課教材，授課教師可依教學進度、授課安排，決定不同主題欲提供之資料，

並且透過公佈欄、最新消息、課堂行事曆提供課程資訊讓學生掌握課程安排，相關學習成績亦可於課程管理內容中檢索。



附圖 7.23 Moodle 數位學習平台首頁



附圖 7.24 進入「我的課程」頁面



附圖 7.25 進入課程內容頁面

7.6 小結

茲將「無人飛行載具」、「鐵路路線 3D 雷射掃描」、「電腦模擬軟體」、「風險管理軟體」、「教育訓練平台」在鐵路安全風險之事前預防、現場處理及事後檢討進行交互對照與探討，其結果如附表 7-1 所示，並將鐵路營運機構（如臺鐵、高鐵、森鐵、捷運...等系統）可應用之方式說明如下。

1. 應用無人飛行載具於基礎設施巡檢與勘災

由於 UAV 可搭載不同感測器與攝影鏡頭，將 UAV 技術用於巡檢整體路網的基礎設施如橋樑、軌道、隧道以及沿線土地的地理資訊可更加精確掌握路網中需要加強維修之處，且以 UAV 技術代替人工巡檢對於路線營運的影響亦較小；在災害來臨時，亦能初步掌握受災情形，協助維修人員進行大面積勘災。

2. 鐵路路線 3D 建模

結合移動載具或是加裝車前鏡頭之 3D 雷射掃描技術可進行鐵路空間實況分析，將鐵軌、架空電纜線、隧道、月台等實際空間資訊複

製至電腦上展示應用。更可進一步結合 GPS 定位技術，建立起整體路線的三維空間座標，並將資訊應用在鐵路安全風險管理上，可以精進鐵路設施之檢測工作，如：及早發現淨空檢查是否足夠、軌道形狀有無挫屈、扭曲等潛在危害，並及時予以改正。

附表 7-1 評估鐵路安全風險管理工具可應用範圍表

應用 \ 工具		無人飛行載具	3D 雷射掃描	電腦模擬軟體	風險管理軟體	教育訓練平台
事前預防	路線巡檢	○	○			
	營運與機電設備檢查			○	○	
	標準作業程序			○	○	
	員工訓練			○		○
現場處理	現場勘災	○				
	處理程序					○
事後檢討	原因分析		○	○	○	
	檢討改善			○	○	○

註：○為可應用項目

3. 電腦模擬軟體

透過電腦模擬軟體，除可於事前進行可能危害的分析外，亦可於事故後進行事件還原的檢視，以及進行員工之在職訓練之用，此些專業的模擬軟體之操作技術門檻較高，因此鐵路營運機構可藉由專業之顧問團隊或委外方式來進行分析。

4. 風險管理軟體

風險管理軟體除可進行定性的風險分析、協助圖形化展示之模型構建外，進階功能亦提供有各項元件的量化資料庫以便進行定量分析，惟軟體操作上須熟悉模型理論與實務作業，因此鐵路營運機構可藉由專業之顧問團隊或委外方式來進行分析。

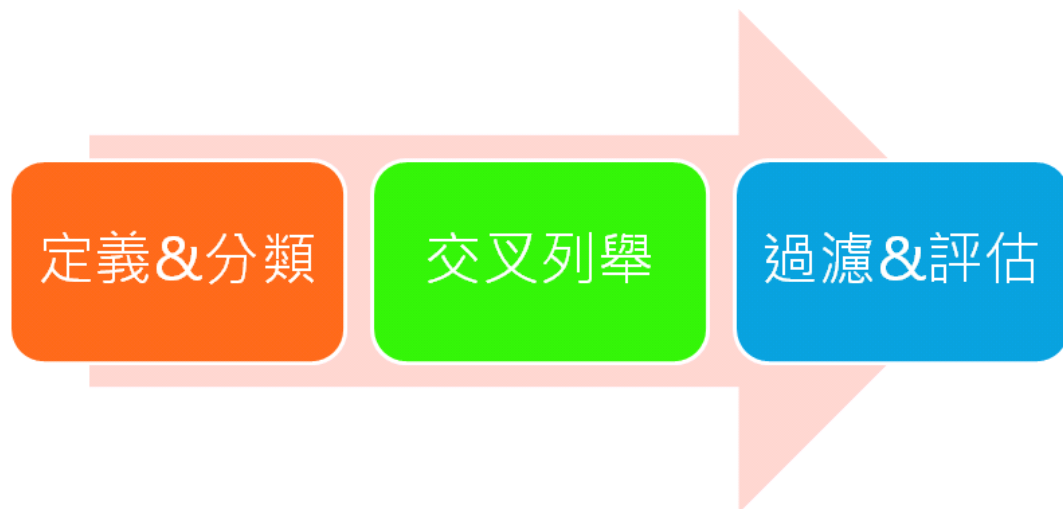
5. 教育訓練平台

建置教育訓練平台之技術門檻不高，因此鐵路營運機構可以依據自己系統的特性來製作訓練教材，並透過線上網路課程、親自授課等方式，將課程重點傳達給學員，以達溫故知新的效果。

附錄 8 輔助風險資料蒐集穿戴科技設備

「穿戴裝置」係國內對於「智慧穿戴電子裝置」或「可穿戴電腦（Wearable Computer）」之簡稱，在業界被視為是繼智慧手機、平板電腦以來最具潛力的資訊發展潮流，雖然世界各知名廠商都陸續推出穿戴裝置產品，但現階段在功能與應用上仍屬於春秋戰國時代，各廠商無論在技術研發與市場探索均在研發階段，距離產業成熟期尚有一段差距。

穿戴裝置潛在的應用領域很廣，舉凡資訊與娛樂、健身與健康、醫療與照護或安全與保全均有，但鮮少有文獻探索穿戴裝置如何應用於鐵路安全管理，因此在本研究中將依附圖 8.1 之程序來執行。



附圖 8.1 研提穿戴裝置於鐵路風險管理應用之程序圖

第一步驟除了定義本研究所討論的穿戴裝置範疇外，也會將穿戴裝置予以分類；在第二步驟實則根據前一步驟的裝置功能清單與鐵路風險管理構面清單做交叉列舉，以確保研究過程中已充分考慮每一種應用可能性，最後在第三個步驟中則根據台灣鐵路特性（特別是阿里山森林鐵路）的特性來過濾應用可能性，同時評估可行的應用方式。以下將分別針對這三個研擬程序做簡要說明。

8.1 定義與分類

穿戴裝置無論從外觀、功能、應用等角度都非常多樣化，但仍可歸納出一些共通點，因此可簡單定義如下：能夠以穿著或配戴方式附著於使用者身上之電子裝置，此裝置具備以下基本功能：

1. 具運算核心
2. 具感測器可依不同狀況自動蒐集資料
3. 具備傳送資訊（有線或無線）能力

除以上基本功能外，各種穿戴裝置會依功能定位的不同而有其他衍生功能，例如部份穿戴裝置（如手錶或眼鏡）具有顯示資訊的功能，有些穿戴裝置可能具有拍照或攝影功能等。

若從外觀來分類，基本上可分為：眼鏡式、配戴式、手錶式、穿著式與貼附式等五大類，各類別的特性與產品範例整理如附圖 8.2所示。

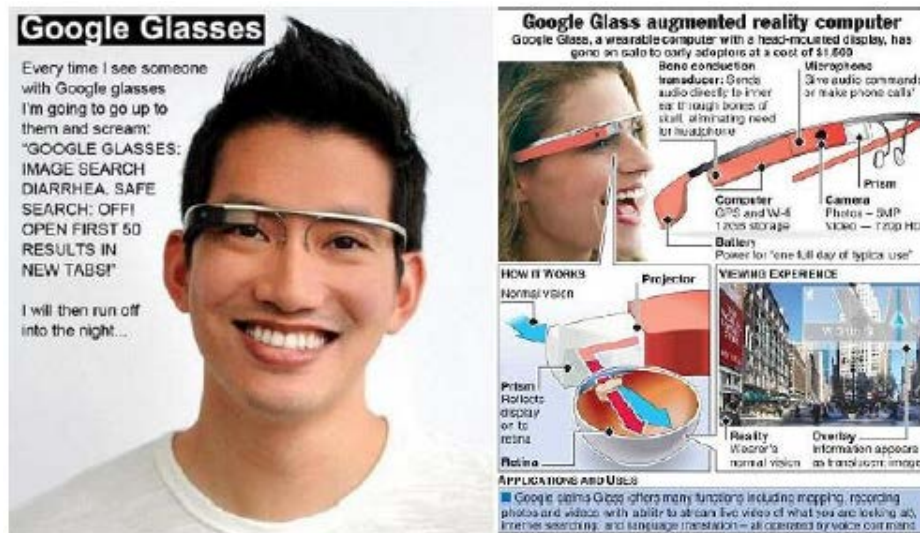


附圖 8.2 穿戴設備之簡易分類及特性比較圖

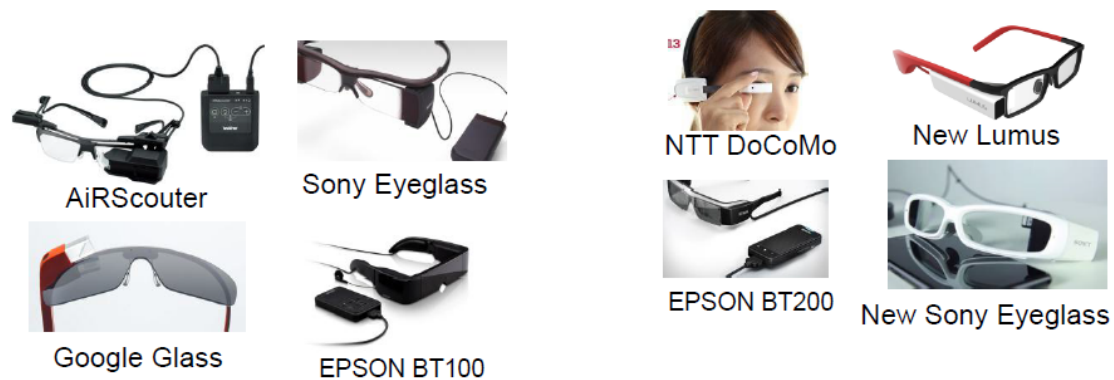
目前最常見的是附圖 8.2中的前三種，以下分別簡單介紹之。

1. 眼鏡式

社會大眾談到眼鏡式穿戴設備幾乎馬上聯想到美商谷歌的 Google Glass 產品如附圖 8.3，但事實上這個產品不只 Google 研發，附圖 8.4 中的廠商也都推出類似的產品。



附圖 8.3 Google Glass 外觀圖



附圖 8.4 坊間常見之廠商的穿戴眼鏡外觀圖

基本上 Google Glass 裝置上的零組件與一般智慧手機高度雷同，許多都只是大小與位置之差異，唯一最大的差異在於顯示器，眼鏡穿戴裝置不像一般手持裝置採用液晶面板來顯示畫面，而是利用如附圖 8.5 的「近眼微投影顯示器」來呈現畫面。

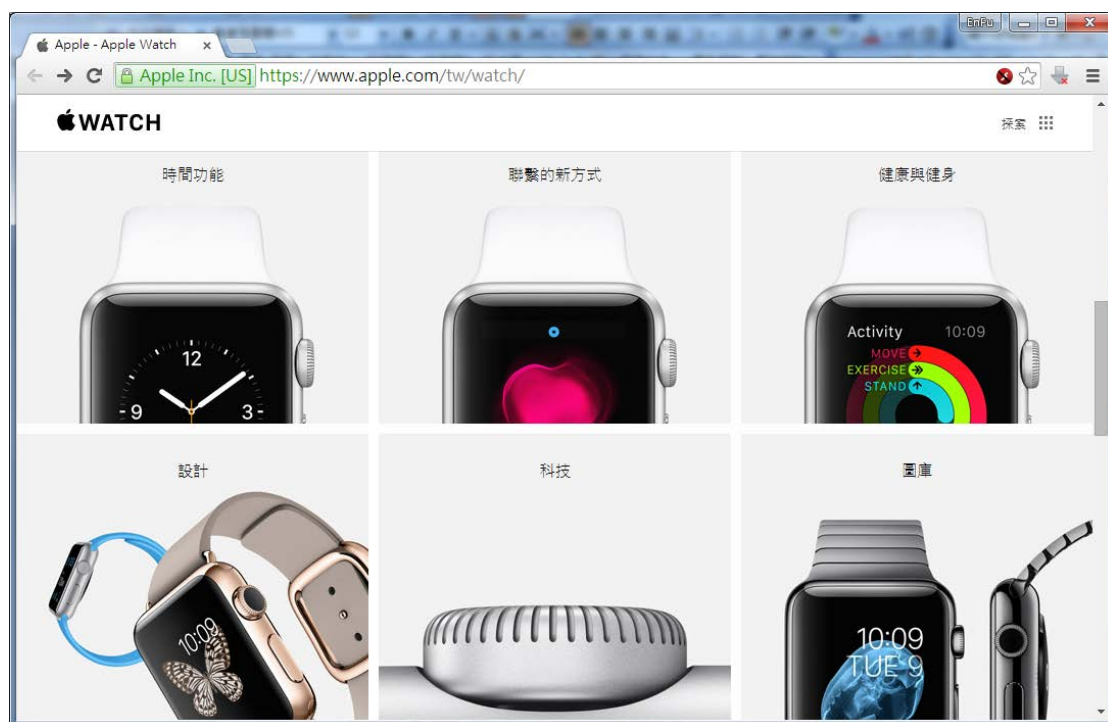


附圖 8.5 眼見穿戴裝置之近眼微投影顯示器示意圖

Google Glass 在推動的過程中，始終面對隱私問題與妨礙視線影響安全之爭議，谷歌甚至在 2015 年 1 月 15 日停止生產當前形式的 Google 眼鏡，導致許多人並不看好此產品，但事實上有許多倉儲業或快遞業已經在使用此產品，他們也透過企業對企業的管道繼續採購此產品。而谷歌方面也尚未停止產品開發，未來前景仍值得觀察。

2. 手錶式

就如同穿戴眼鏡聯想到 Google，一般大眾提及手錶式的穿戴裝置不免會聯想到美商蘋果的 Apple Watch 如附圖 8.6，此產品在 2014 年發表，並於 2015 年 3 月開賣，事實上在這之前也有其他廠商推出相關產品如附圖 8.7。



附圖 8.6 美商 Apple Watch 產品圖



Samsung Gear 1



Samsung Gear 2



Samsung Gear Fit

附圖 8.7 坊間常見之廠商的智慧手表外觀圖

3. 配戴式（智慧手環）

智慧手環的功能、外觀與廠商均相當多如附圖 8.8，部份產品與手錶的界線也相當模糊，但應用領域主要都以健康健身較為相關，這些產品的三軸感測器主要都是設計來做手勢變化、步行、跑步等的偵測，不適合用來做列車行駛過程中車輛或鋼軌的振動偵測。



附圖 8.8 坊間常見之廠商的智慧手環外觀圖

8.2 功能列舉與過濾

上一節係以穿戴裝置的外觀與特性來做分類，本節將進一步分析穿戴裝置的組成要素。根據本研究之分析，穿戴裝置的組成可歸納為三大項，分別為：附掛器、感測器及其他附掛電子裝置，說明如下。

1. 附掛器

第一項附掛器僅提供支撐或貼附使用者的功能，簡言之就是提供「配戴」之所需的支架、線、帶等器具，有別於目前流行之手機平板等「手持裝置」必須用「手」持握，讓穿戴裝置的使用者得以空出雙手執行其他工作。

2. 感測器

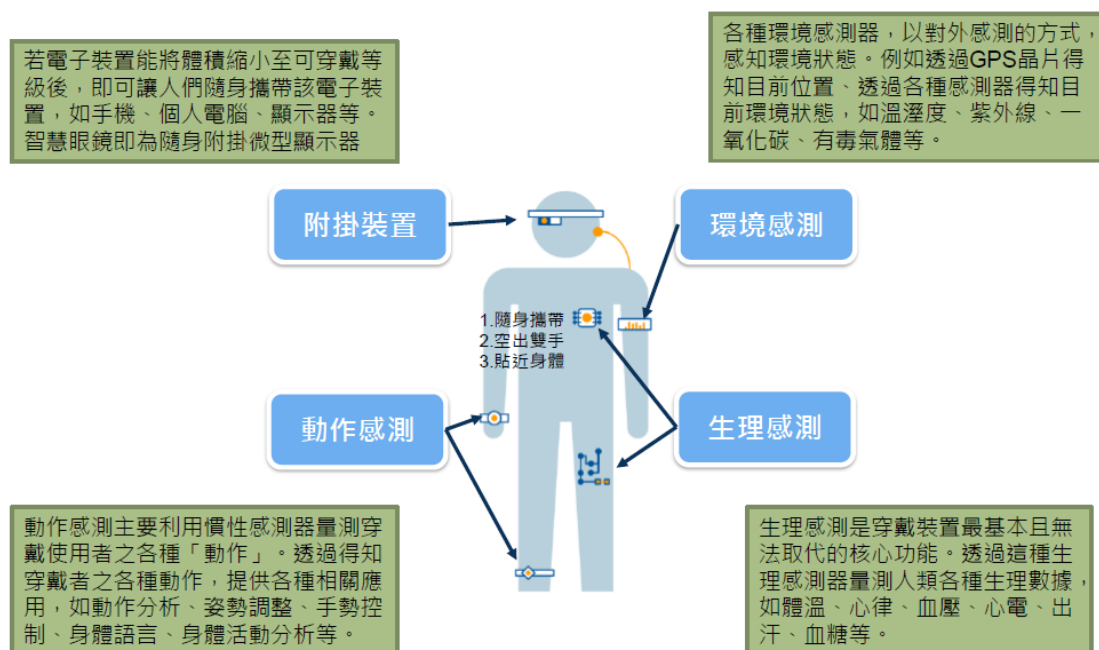
第二項則是感測器（Sensor），也是穿戴裝置中最重要的核心裝置，感測器的範圍很廣，若就功能面來講可分為生理感測、動作感測與環境感測三大類，其子分類與應用方式整理如附表 8-1 所示。

3. 其他附掛裝置

第三項則是其他附掛裝置，可能包括微型電子裝置，如攝影機、照相機、顯示器等。綜合前述整理，穿戴裝置的核心基本功能可簡化如附圖 8.9 所示。

附表 8-1 穿戴裝置感應量測應用功能列舉表

分類	子分類	應用方式
生理感測	生理狀態記錄器	運動成果紀錄 病徵紀錄
	生理監控與警示器	生理危險與異常警告裝置 生理狀況視覺化
	生理監控與專業回應	健康監控與維持裝置 疾病診斷
	生理特徵辨識	生物辨識應用
動作感測	活動監控	日常作息紀錄 特定活動監控
	姿勢監控	姿勢調整器
	操作介面	手勢操作互動介面 遠端遙控
環境感測	危險警示	環境危險偵測與警告器
	位置追蹤	人員定位與防走失追蹤器



資料來源：工研院產業經濟與趨勢研究中心

附圖 8.9 穿戴裝置之核心基本功能圖

穿戴裝置的功能看似包山包海，但坊間常見的應用領域如附圖 8.10均與鐵路安全管理存在落差，因此須在本研究中進一步探討研析。



資料來源：工研院產業經濟與趨勢研究中心

附圖 8.10 穿戴裝置常見的應用領域圖

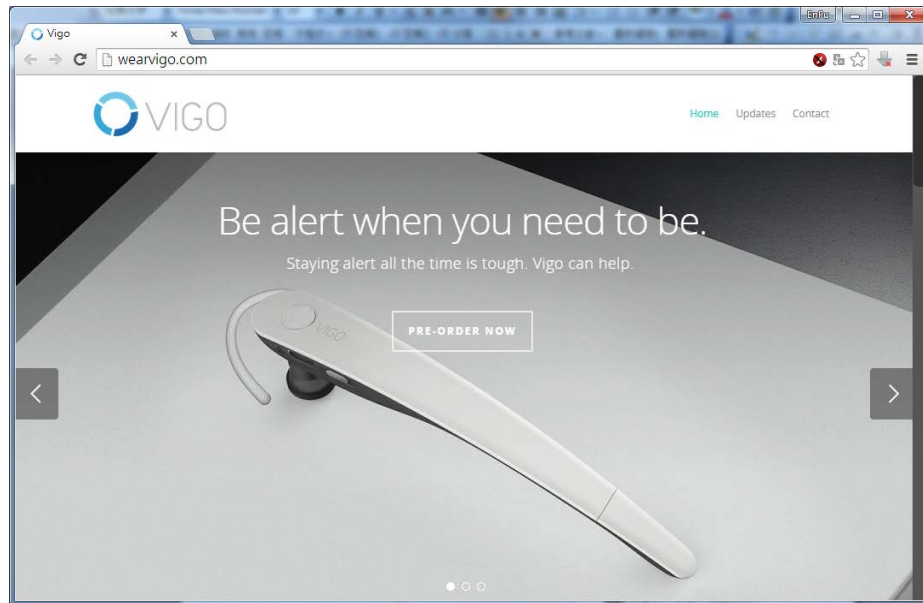
8.3 穿戴設備適用性評估

本節所提之先進穿戴設備須考慮鐵路運輸之特性來應用，以本計畫的研究對象「阿里山森林鐵路」為例，該路線屬於高山鐵路會有隧道路段，列車行駛於隧道段時無法正常接收衛星定位資訊，又基地台配置與一般城際/都會區域的狀況有極大差異，列車行駛於山區路段時之收訊可能不良，再加上氣溫普遍偏低、氣候相對潮濕等因素，一般電子產品之電池在嚴峻條件下的續航力均大打折扣，這些因素均是研擬穿戴設備導入應用於鐵路安全管理會考量的因素之一。

此外，本研究在篩選穿戴設備裝置之原則上，主要在於能提供安全管理之事故調查需要、有助於事件分析結果者，會建議優先採用。經初步篩選後，以下提出較適合應用於鐵路風險管理的穿戴裝置應用。

1. 瞌睡偵測提醒

鐵路列車司機（或稱駕駛）的精神狀態是運輸系統安全的首道防線，因此瞌睡偵測提醒的確有助於提昇安全，這類產品有許多種類，例如附圖 8.11之 Vigo 產品是以偵測眨眼的方式來偵測瞌睡，這類產品最重要的導入關鍵在於要儘量不要如附圖 8.12會有妨礙視線之困擾，否則即使功能強大如 Google Glass 也會被詬病。



資料來源：<http://wearvigo.com/>

附圖 8.11 以眨眼偵測為基礎的瞌睡預防穿戴裝置圖



資料來源：<http://www.saydigi.com/2014/02/vigo.html>

附圖 8.12 眨眼偵測之穿戴裝置可能妨礙視線



附圖 8.13 歐洲某車廠欲研發不干擾視線的瞌睡偵測機制

除眨眼偵測外，尚有包括點頭、打呵欠等的感測機制均具有類似效果，無論使用那一種方式判斷瞌睡，在資料蒐集上都有三種處理層次，分別為：純提醒、離線資料收集、即時資料收集，其中，單純作為即時提醒駕駛功能者，毋需高昂的儲存設備或網路傳輸費用，駕駛員接受度也較高，僅須考慮穿戴設備牽涉到個人衛生，就如同耳機若重複利用需消毒或專機使用。

2. 指差確認考核應用

指差確認是一種透過身體各種感官（包括視覺、大腦意識、身體動作、口誦及聽覺）並用協調，以增加操控器械的注意力的職業安全動作方法。指差確認始創及流行於日本，一直都是鐵路事業用的安全動作，而穿戴裝置由於能偵測手勢變化，適合用於指差確認之考核。

由於僅是考核使用，因此資料並沒有即時傳回行車控制中心或雲端的迫切需求，建議可類似臺鐵 ATP 紀錄之處理方式，待勤務員下班時再傳遞即可，不僅可省下可觀的行動通訊費用，也可以節省穿戴裝置電力負荷提高裝置的續航力。

考核時除了指差確認紀錄資料庫外，可結合其他資料勾稽其他資訊（列車到開時間、號誌機狀態切換時間）等來輔助，從中可找出「指差確認」最確實精準的模範人員供表揚。

3. 虛擬實境訓練

過去司機員的訓練常利用駕駛模擬機來訓練各種路段，利用虛擬實境至少可以提供兩個面向之效益，第一是情境的擬真度，第二則是訓練對象的普及度。前者可能包含更寬廣角度、白天/晚上、晴天/陰雨等各式情境，後者則是包含列車長、車站月台上的行車副站長均可採用虛擬實境訓練，同時可融入前項指差確認概念，意即在指差確認的推廣落實中，穿戴裝置可以在「事前訓練」、「即時紀錄」、「事後考核」等階段均可扮演一定程度之角色。

4. 列車長隨身錄影

近年來由於街道攝影機與汽車行車記錄器的普及，在發生重大事件（例如復航空難或北捷隨機殺人事件）後得以部份還原事發當時之狀況，因此鐵路列車行車記錄器或車廂內的 CCTV 已逐漸普及，但這些均不在穿戴設備的範疇裡。2014 年底美國總統歐巴馬針對這個議題提出追加預算，改善警察素質並添購隨身攝影機，希望減少執法時的爭議如附圖 8.14 所示。



附圖 8.14 美國擬採警察配置隨身攝影機防止執法過當新聞

同樣概念對於鐵路列車長可能也有類似需求，對鐵路營運單位而言，面對爭議或旅客投訴時，若能提出影音紀錄還原整個過程，將可減少許多爭議，例如：2015 年 2 月臺鐵就曾發生普悠瑪列車長遭旅客投訴，列車長為自清在網路上急尋當天其他旅客出面作證的新聞，如附圖 8.15 所示，若列車長當下有配置隨身錄影功能就可不用上網找證人，若面對其他爭議（例如酒醉旅客、暴力旅客、性騷旅客）則更有隨身錄影蒐證之需求。



附圖 8.15 臺鐵列車長面對旅客投訴急尋證人之新聞

