



# 國家運輸安全調查委員會

## 重大運輸事故 調查報告

中華民國 109 年 10 月 15 日

阿里山林業鐵路及文化資產管理處

第 664 次車

本線 70K 處出軌事故

報告編號：TTSB-ROR-22-04-001

報告日期：民國 111 年 4 月

依據中華民國運輸事故調查法，本調查報告僅供改善鐵道運輸安全之用。

中華民國運輸事故調查法第 5 條：

運安會對於重大運輸事故之調查，旨在避免運輸事故之再發生，不以處分或追究責任為目的。

## 摘要報告

民國 109 年 10 月 15 日，工程契約得標廠商為執行阿里山車庫維修股線改善工程舊道碴清運作業，向阿里山林業鐵路及文化資產管理處租用一列貨物列車，申請由阿里山車站出發，將車站股道旁裝填舊道碴之太空包袋運送至二萬平車站卸載清運，預計往返各四趟車次。貨物列車編組含 1 節柴液機車、3 節高甲車及 1 節平守車，共 5 節聯掛組成，車載人員計有 4 名，含柴液機車 2 名司機員、平守車 1 名車長及 1 名神木車站換班站長。

約 0902 時第一趟第 660 次車及約 1108 時第二趟第 662 次車自阿里山車站出發，由司機員 A 擔任正駕駛，列車煞車功能正常。約 1254 時第三趟第 664 次車由阿里山車站出發，司機員 B 擔任正駕駛，於列車出發前確認主風缸壓力值為 6 至 7 公斤/平方公分之間，行經下坡路段採滑行方式運轉，第一次煞車時，韌管壓力減壓約 0.3 至 0.4 公斤/平方公分，車速保持在 15 公里/時，並維持保壓位，後來隨著車速增加，便用司韌閘繼續提高韌缸煞車力，但發覺沒有作用，至車速達 30 公里/時，韌管壓力已減壓至 1 公斤/平方公分。車速增加期間，採用自閘控制列車減速，且不敢嘗試鬆韌再啟動煞車，避免車速失控。運行過程近神木車站翻車前，有聽到副駕駛司機員 A 使用車長閘啟動緊急緊韌減速及很大的洩氣聲。

於 1257:26 時，第 664 次車依據紀錄器解讀資料，車速已升高至 40 公里/時，最後於 1257:36 時，第 664 次車以 44 公里/時通過曲率半徑 40 公尺，坡度千分之 50 之下坡路段，在本線里程 69K+966 處出軌，並造成平守車及 3 節高甲車傾覆。車載 4 人，3 人輕傷。

國家運輸安全調查委員會（以下稱本會）依運輸事故調查法，負責調查發生於中華民國境內之重大運輸事故，本案為鐵路之正線出軌事故符合重大運輸事故之調查範圍，故本會於事故發生後依法展開調查工作。受邀參與本次調查之機關（構）包括：交通部鐵道局及行政院農

業委員會林務局。

本事故「調查報告草案」於民國 111 年 2 月完成，依程序於民國 111 年 2 月 23 日經本會第 21 次鐵道專業小組審查修正後函送相關機關(構)提供意見，並再經相關意見彙整後，於民國 111 年 4 月 1 日經本會第 37 次委員會議審議通過。獲通過之調查報告經與相關機關(構)確認後，於民國 111 年 4 月 28 日公布。

本事故調查經綜合事實資料及分析結果，獲得之結論共計 11 項，改善建議計 7 項，分述如後：

## 壹、調查發現

### 與可能肇因有關之調查發現

1. 司機員 B 於阿里山車站往二萬平車站之下坡路段，操作自閘於常用緊軔段位減速滑行，但未注意駕駛台車速表及代表煞車作動力之軔缸壓力值，當車速逐漸加快超過速限時，司機員 B 仍以未足量之常用緊軔段位減速，未立即將自閘移至緊急緊軔段位或通知司機員 A 及平守車車長操作車長閘協助減速，雖然司機員 A 於接近曲線段時有操作車長閘，但因車速已過快，列車最後以 44 公里/時，超過臨界傾覆速度推估值 42.6 公里/時，於進入曲線段里程 69K+966 處出軌傾覆。

### 與風險有關之調查發現

1. 林鐵處運轉規章未要求司機員於運轉過程中應隨時注意車速表變化，確保符合各路段運轉限速，及明確定義列車緊急緊軔或車長閘之使用時機，致司機員未能及早發現列車超速，而立即採取緊急緊軔提高制軔力使列車減速。
2. 林鐵處平守車未設置車速表，車長僅能透過目視感覺路線變化，或與司機員確認車速，以判斷車速過快來掌握車長閘使用時機，無法

實質發揮列車運轉速度監視功能。

3. 貨車和客車的煞車氣源控制裝置不同，煞車操作方式亦不相同；林鐵處僅以客車編組對司機員進行術科檢定及在職訓練，未能有效檢核司機員對於貨物列車之操作熟練度，可能對貨物列車煞車系統可階段緊軔，無法階段鬆軔之操作方式生疏，無法準確控制車速。
4. 林鐵處未依裝載限制規定，確實檢查每車貨物重量是否超重，及未明確定義貨物裝載高度上限值，致可能因貨物超重及堆疊高度過高等問題，影響列車運轉安全之風險。

### 其他調查發現

1. 經實車煞車性能測試結果發現，事故機車空壓機啟動建壓、駕駛室單閘與自閘各段位、車長閘之制軔功能等均正常。
2. 林鐵處未明訂司機員出車前檢查之檢查方式及判定標準，易因司機員依其自身經驗進行檢查及判定，造成出車前檢查結果不一致。
3. 林鐵處未規範司機員於列車出庫或出車前，應再次確認行車影像紀錄器有順利開啟及功能運作正常。
4. 林鐵處車輛煞車系統檢修表單未載明判定標準及要求記錄數據，易造成檢修人員依循其個人維修經驗作為判斷檢修項目合格之標準，並致檢修結果出現落差，無法實際反應煞車系統之使用狀態。
5. 林鐵處未充分考量將原廠維修手冊建議之檢查項目、運轉時數及檢修週期等維修資訊，納入柴液機車各級檢修，以確保符合原廠建議維持系統或設備運轉正常之最低基本檢修要求。
6. 鐵路法未將專用鐵路司機員納入交通部之檢定給證範圍，監理機關鐵道局無法掌握林鐵處司機員檢定方式及給證標準，難以發揮安全監理功能。

## **貳、改善建議**

### **致行政院農業委員會林務局**

1. 重新檢視及修訂司機員運轉作業程序，特別著重：列車運轉速度監視、超速處置，及操作列車緊急緊軔或車長閘之使用時機。(TTSB-RSR-22-04-001)
2. 重新檢視及強化司機員檢定及訓練制度，並納入貨車術科檢定及在職訓練，確保司機員熟悉客貨車編組操作差異。(TTSB-RSR-22-04-002)
3. 改善平守車車長確認車速方式，如設置車速表，以確實發揮運轉監視功能。(TTSB-RSR-22-04-003)
4. 建立貨物運送規定落實機制，特別著重貨物裝載重量及尺寸限制。(TTSB-RSR-22-04-004)
5. 重新檢視原廠維修手冊之維修建議，及訂定車輛各級檢修項目之可量化判定標準，納入維修作業表單及要求人員記錄數據，確保維修作業品質一致性及符合原廠基本檢修要求。(TTSB-RSR-22-04-005)
6. 明訂司機員出車前檢查之檢查方式及判定標準。(TTSB-RSR-22-04-006)

### **致交通部鐵道局**

1. 強化專用鐵路客貨車駕駛人員檢定給證方式。(TTSB-RSR-22-04-007)

## 目錄

目錄 .....	vi
表目錄 .....	x
圖目錄 .....	xii
英文縮寫對照簡表 .....	xiv
第 1 章事實資料 .....	1
1.1 事故經過 .....	1
1.2 期中安全通告 .....	4
1.3 人員傷害 .....	5
1.4 列車損害 .....	5
1.5 軌道及其他損害 .....	6
1.6 人員資料 .....	7
1.6.1 經歷、訓練及考核 .....	7
1.6.2 事故前 72 小時活動 .....	9
1.7 列車運行資料 .....	12
1.8 列車基本資料 .....	13
1.8.1 列車編組 .....	13
1.8.2 柴液機車 .....	13
1.8.3 平守車 .....	14
1.8.4 高甲車 .....	15
1.8.5 煞車系統 .....	16
1.8.6 列車檢修 .....	23
1.9 天氣資料 .....	34
1.10 列車運轉 .....	35
1.11 號誌與標誌 .....	36
1.11.1 固定號誌 .....	36
1.11.2 路線標誌 .....	37
1.12 通信 .....	38

1.12.1	通聯系統 .....	38
1.12.2	通聯紀錄 .....	38
1.13	軌道及車站資料 .....	38
1.13.1	軌道線形及速限 .....	38
1.13.2	軌道養護 .....	39
1.13.3	車站資料 .....	41
1.14	紀錄器 .....	42
1.14.1	行車速度紀錄器 .....	42
1.14.2	行車影像紀錄器 .....	44
1.14.3	車站監視影像 .....	44
1.15	測試與研究 .....	44
1.15.1	列車煞車性能測試 .....	44
1.15.2	列車運行阻力及制軔力 .....	50
1.16	舊道碴清運作業 .....	52
1.17	相關規章 .....	53
1.18	組織與管理 .....	64
1.19	訪談摘要 .....	64
1.19.1	司機員 A .....	64
1.19.2	司機員 B .....	67
1.19.3	車長 .....	69
1.19.4	檢車員 .....	70
1.19.5	隨車站長 .....	71
1.19.6	阿里山車站站長 .....	72
1.19.7	舊道碴搬運人員 .....	73
1.20	事件序 .....	74
第 2 章	分析 .....	76
2.1	列車傾覆臨界速度推估 .....	76
2.2	列車車速及制軔操作 .....	77



2.3	事故車制軔功能實車測試.....	79
2.4	運轉管理.....	79
2.4.1	司機員及車長運轉規範.....	80
2.4.2	司機員檢定及訓練.....	80
2.4.3	出車前檢查程序.....	81
2.4.4	行車影像紀錄器.....	82
2.5	貨物運送管理.....	82
2.6	煞車系統檢修.....	83
第 3 章	結論.....	85
3.1	與可能肇因有關之調查發現.....	85
3.2	與風險有關之調查發現.....	86
3.3	其他調查發現.....	86
第 4 章	改善建議.....	88
4.1	鐵道安全改善建議.....	88
4.2	已完成或進行中之改善措施.....	89
附錄 1	通聯抄件.....	90
附錄 2	列車開車前軔機機能檢視單.....	94
附錄 3	年終考核術科檢定項目.....	95
附錄 4	司機員技能檢定評分表.....	96
附錄 5	林鐵處 10 月 15 日列車運轉報告.....	101
附錄 6	空氣壓縮機 C600 排氣量.....	102
附錄 7	空氣壓縮機 C3000 排氣量.....	103
附錄 8	柴油機車行車保養日報表（一級檢修）.....	104
附錄 9	柴液機車二級檢修紀錄（軔機系統）.....	105
附錄 10	柴液機車三級檢修紀錄（軔機系統）.....	106
附錄 11	柴液機車四級檢修紀錄（軔機系統）.....	107
附錄 12	空氣壓縮機機油資料.....	108
附錄 13	林鐵處 10 月 15 日貨運日報及運輸貨票.....	109
附錄 14	Type C600 空氣壓縮機啟動說明.....	110

附錄 15 「阿里山林業鐵路工程貨車牽引力、掣韌力及傾斜度評估報告」摘錄資料..... 111

## 表目錄

表 1.6-1 民國 108 年司機員 A 及司機員 B 技能檢定科目及成績.....	8
表 1.6-2 疲勞自我評估表之精神狀態選項 .....	9
表 1.6-3 司機員 A 事故前 72 小時活動 .....	10
表 1.6-4 司機員 B 事故前 72 小時活動.....	11
表 1.7-1 貨物列車運行資料 .....	12
表 1.8-1 事故列車組編成 .....	13
表 1.8-2 柴液機車基本資料 .....	13
表 1.8-3 平守車基本資料 .....	15
表 1.8-4 高甲車基本資料 .....	15
表 1.8-5 柴液機車檢修種類及週期 .....	23
表 1.8-6 柴液機車二級檢修紀錄 .....	25
表 1.8-7 客貨車檢修種類及週期 .....	27
表 1.8-8 高甲車與平守車最近一次二、三級檢修日期及結果 .....	29
表 1.8-9 事故前柴液機車空氣壓縮機各級檢查結果 .....	32
表 1.8-10 事故前柴液機車車輪各級檢查結果 .....	33
表 1.8-11 事故前高甲車及平守車輪各級檢查結果 .....	34
表 1.13-1 軌道檢查作業.....	40
表 1.13-2 摘錄季檢軌距不整問題點 .....	41

表 1.15-1 單閥靜態煞車測試-鬆軔位及運轉位 .....	47
表 1.15-2 單閥靜態煞車測試-保壓位至慢緊軔位及快緊軔位 .....	47
表 1.15-3 自閥靜態煞車測試-充氣位及運轉位 .....	47
表 1.15-4 自閥靜態煞車測試-保壓位及常用緊軔位 .....	48
表 1.15-5 自閥靜態煞車測試-緊急緊軔位 .....	48
表 1.15-6 自閥靜態煞車測試-分持位 .....	48
表 1.15-7 自閥動態煞車測試-保壓位及常用緊軔位 .....	49
表 1.15-8 自閥動態煞車測試-緊急緊軔位 .....	49
表 1.15-9 自閥動態煞車測試-車長閥 .....	49
表 1.15-10 第 664 次車編組重量計算結果 .....	50
表 1.15-11 列車運行阻力計算結果 .....	50
表 1.15-12 列車制軔力計算結果 .....	51
表 1.16-1 6018 高甲車太空包袋數量及重量 .....	53
表 1.20-1 事故經過時序表 .....	74
表 2.1-1 列車傾覆臨界速度 .....	77

## 圖目錄

圖 1.1-1 事故地點及運行路線 .....	2
圖 1.1-2 第 664 次車事故現場說明 .....	4
圖 1.4-1 貨物列車損害概況 (1) .....	5
圖 1.4-2 貨物列車損害概況 (2) .....	6
圖 1.5-1 軌道及其他損害 .....	7
圖 1.8-1 平守車外觀、壓力錶及車長閥 .....	14
圖 1.8-2 高甲車車斗與轉向架示意 .....	15
圖 1.8-3 高甲車及平守車氣源管路、軛缸及拉桿作動 .....	16
圖 1.8-4 柴液機車煞車系統配管圖 .....	17
圖 1.8-5 司軛閥.....	18
圖 1.8-6 單閥與自閥各段位名稱 .....	18
圖 1.8-7 雙針空壓錶.....	20
圖 1.8-8 K 三動閥與 EA 閥安裝位置 .....	22
圖 1.10-1 阿里山車站至二萬平站運行方式 .....	35
圖 1.10-2 事故當日列車運轉形 .....	36
圖 1.11-1 阿里山車站進站及出站號誌機 .....	36
圖 1.11-2 事故路段路線標誌.....	37
圖 1.12-1 無線電通訊傳輸架構 .....	38

圖 1.13-1 阿里山車站至神木車站路線坡度及對應車速變化 .....	39
圖 1.13-2 車站軌道配置.....	41
圖 1.14-1 行車速度及影像記錄器安裝位置 .....	42
圖 1.14-2 第 660 次車行車速度記錄器解讀結果 .....	43
圖 1.14-3 第 662 次車行車速度記錄器解讀結果 .....	43
圖 1.14-4 第 664 次車行車速度記錄器解讀結果 .....	43
圖 1.14-5 第 660 及第 664 次車太空包袋置放情形 .....	44
圖 1.15-1 確認主風缸內剩餘空氣壓力排空 .....	45
圖 1.15-2 自閥洩氣聲產生處 .....	45
圖 1.15-3 啟動 Type C3000 型空氣壓縮機快速充氣之方式.....	46
圖 1.15-4 主風缸建壓完成 .....	46
圖 1.16-1 阿里山車站舊道碴太空包袋堆放情形 .....	52
圖 1.18-1 林鐵處組織架構 .....	64

## 英文縮寫對照簡表

BC	brake cylinder pressure	軔缸壓力
BP	brake pipe pressure	軔管壓力
ER	equalizing reservoir	均衡風缸
MR	main reservoir	主風缸
SOP	standard operation procedure	標準作業程序

本頁空白



# 第 1 章事實資料

## 1.1 事故經過

民國 109 年 10 月 15 日 約 1258 時，阿里山林業鐵路及文化資產管理處（以下簡稱林鐵處）一列貨物列車，第 664 次車，由柴液機車聯掛 3 節高甲車<sup>1</sup>及 1 節平守車<sup>2</sup>，自嘉義縣阿里山鄉阿里山車站開往二萬平車站，行經本線里程 69K+966 處出軌，平守車及 3 節高甲車傾覆，如圖 1.1-1。車載 4 人，3 人輕傷。

林鐵處為辦理阿里山車站、車庫、73 及 74 號鋼橋之軌道 PC 枕鋪設、道碴整理及填鋪作業，委託工程契約得標廠商「元山土木包工業」執行阿里山車庫維修股線改善工程，事故當日廠商為處理阿里山車站股道換碴後現場堆放之舊道碴，向林鐵處租用貨物列車，申請由阿里山車站出發，將車站股道旁裝填舊道碴之太空包袋運送至二萬平車站後，由廠商自行吊運卸載至卡車清運，預計往返各四趟車次。貨物列車編組合 1 節柴液機車、3 節高甲車及 1 節平守車，共 5 節聯掛組成，車載人員計有 4 名，含柴液機車 2 名司機員、平守車 1 名車長及 1 名神木車站換班站長。

依據訪談紀錄及列車開車前軔機檢視作業<sup>3</sup>，約 0730 時 2 名司機員報到後，至阿里山車站車庫發動編號 DL-39 柴液機車，進行主風缸充氣，約 0750 時司機員 A 自車庫駕駛柴液機車至阿里山車站月台區，與 3 節高甲車及 1 節平守車進行聯結後，會同司機員 B、車長及檢車員開始執行出車前檢查作業及煞車系統氣軔貫通測試，司機員 A 在柴液機車駕駛室操作司軔閥，檢車員確認柴液機車與高甲車及平守車間之氣源管路開關均貫通且無漏氣，司機員 B 確認各車煞車功能正

---

<sup>1</sup> 阿里山鐵路的一種無蓋高邊貨車，照長度加上甲、乙、丙、丁分等之。

<sup>2</sup> 阿里山鐵路守車是掛在貨物列車中，提供車長乘坐的車輛；平守車就是平車與守車的組合，兼具載送貨物與車長乘坐的車輛。

<sup>3</sup> 附錄 2 列車開車前軔機能檢視單

常，約 0816 時車輛檢查完成，由車長確認各項檢查項目完成及檢查人員均已簽名後，約 0820 時交由阿里山車站值班站長進行最後確認。0823 時阿里山車站值班站長檢查該列車柴液機車至平守車之間氣軔連通管路均正常。



圖 1.1-1 事故地點及運行路線

訪談紀錄指出，貨物列車運送期間，舊道碴太空包袋是由工程承包廠商負責吊運至高甲車及平守車貨物平台內，並由車長目視確認太空包袋置放是否穩固。

訪談紀錄及當日之列車運轉報告顯示，約 0902 時第一趟第 660 次車由阿里山車站出發，約 0958 時第 661 次車由二萬平站返回阿里山車站，約 1108 時第二趟第 662 次車由阿里山車站出發，約 1208 時第 663 次車時由二萬平車站返回阿里山車站，由司機員 A 擔任正駕駛執行車輛操作，司機員 B 擔任副駕駛執行列車運轉監視及待命操作緊急緊軔。第三趟第 664 次車由司機員 B 擔任正駕駛，司機員 A 擔任副駕駛，列車於第 2 及 3 股道完成舊道碴裝載後，約 1254 時由阿里山車站出發。

依據林鐵處提供資料，阿里山車站至二萬平車站曲線段最高速限為 18 公里/時，事故地點為往二萬平車站方向曲率半徑 40 公尺，坡度千分之 50 之下坡路段。

第一趟及第二趟運行過程，司機員 A 表示煞車情況正常，下坡時主要操作全列車煞車作用的司軔閥來控制車速。

第三趟第 664 次車司機員 B 表示列車出發前確認主風缸壓力值為 6 至 7 公斤/平方公分之間，行經下坡路段採滑行方式運轉，第一次煞車時，軔管壓力減壓約 0.3 至 0.4 公斤/平方公分，車速保持在 15 公里/時，並維持保壓位，後來隨著車速增加，便用司軔閥繼續提高軔缸煞車力，但發覺沒有作用，至車速達 30 公里/時，軔管壓力已減壓至 1 公斤/平方公分，過程中沒注意駕駛台空壓錶軔缸壓力是否有提升。車速增加期間，採用自閥控制列車減速，且不敢嘗試鬆軔再啟動煞車，避免車速失控。運行過程近神木車站翻車前，有聽到副駕駛司機員 A 使用車長閥啟動緊急緊軔減速，有很大的洩氣聲。最後翻車時，空壓錶軔管壓力及軔缸壓力指針約停在 3.2 公斤/平方公分。

依據紀錄器解讀資料，第 664 次車於 1254：13 時車速為 0 公里/時，離站後於 1254：55 時上升至 16 公里/時，1255：10 時微降至 15 公里/時，1255：22 時持續升至 22 公里/時，1255：48 時升至 28 公里/時，1256：14 時降至 24 公里/時，隨後於 1256：32 時又回升至 27 公里/時，1256：56 時降至 20 公里/時，於 1257：26 時已升高至 40 公里/時，於 1257：36 時為 44 公里/時，紀錄器最後記錄時間停止在 1258：37 時，車速為 0 公里/時。

第 664 次車列車出軌後，6117 平守車車頭最後停於里程 69K+966 處，其中平守車全傾覆、6801 及 6043 高甲車全傾覆且其轉向架與車斗分離，6018 高甲車半傾覆，柴液機車停於軌道上未出軌，如圖 1.1-2。

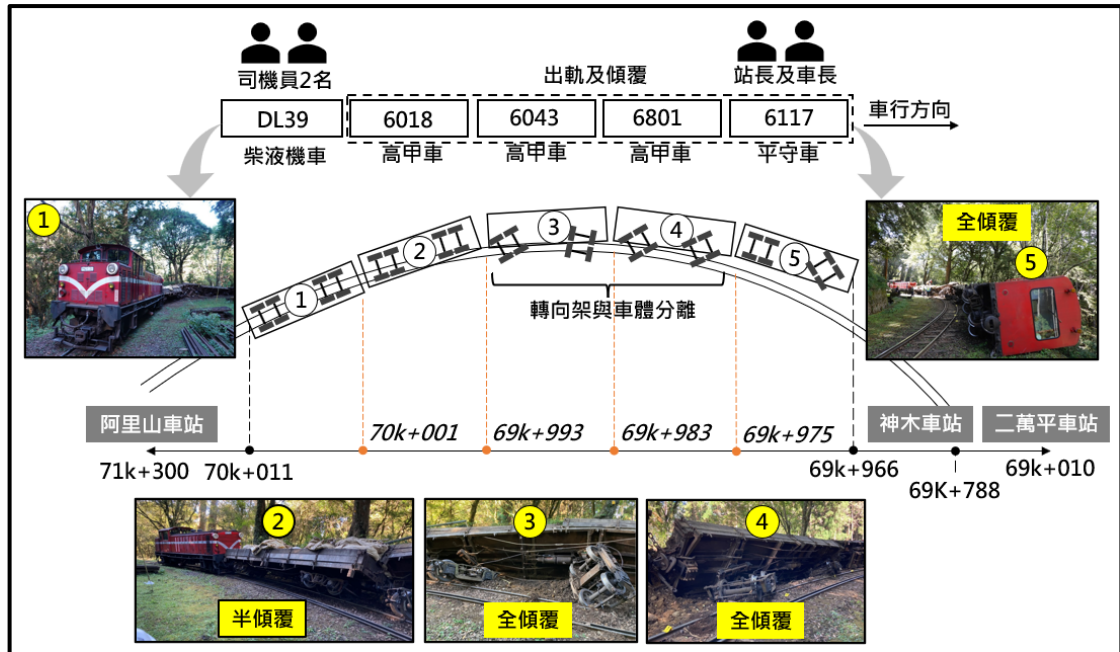


圖 1.1-2 第 664 次車事故現場說明

## 1.2 期中安全通告

為落實貨物裝載規定，避免超重及尺寸超限問題，本會於民國 109 年 11 月 5 日對設有貨物運輸服務項目之鐵道營運機關（構），發布重大鐵道事故調查期中安全通告，（通告編號 TTSB-IRSB-20-11-001），其內容為：

事故經過：

民國 109 年 10 月 15 日約 1300 時，阿里山林業鐵路及文化資產管理處第 664 次車，由機關車聯掛 3 節貨車及 1 節守車，自阿里山站開往二萬平站，行經本線 70K 處出軌，守車及 3 節貨車傾覆。車載 4 人，3 人輕傷。

說明：

前述營運單位承運舊道碴作業時以目視檢視貨物裝載，未量測貨物重量及高度。

建議事項：

各鐵路機關（構）應明訂列車貨物裝載規定，加強執行單位之宣

導，並落實貨物裝載重量及尺寸之量測與檢核機制，避免超重及尺寸超限問題發生。

### 1.3 人員傷害

事故後有兩名人員送至嘉義市天主教聖馬爾定醫院，依醫院開立乙種診斷證明書，車長左側側胸壁挫傷及左手背挫擦傷，隨車站長下背扭挫傷。司機員 A 右肩肩膀處挫傷，於事故後前往阿里山衛生所包紮。

### 1.4 列車損害

調查小組現場檢視第 664 次車，發現除 DL39 柴液機車無出軌外，其餘車廂均有發生出軌及傾覆，各車毀損情形概述如下，如圖 1.4-1 及圖 1.4-2，



圖 1.4-1 貨物列車損害概況 (1)

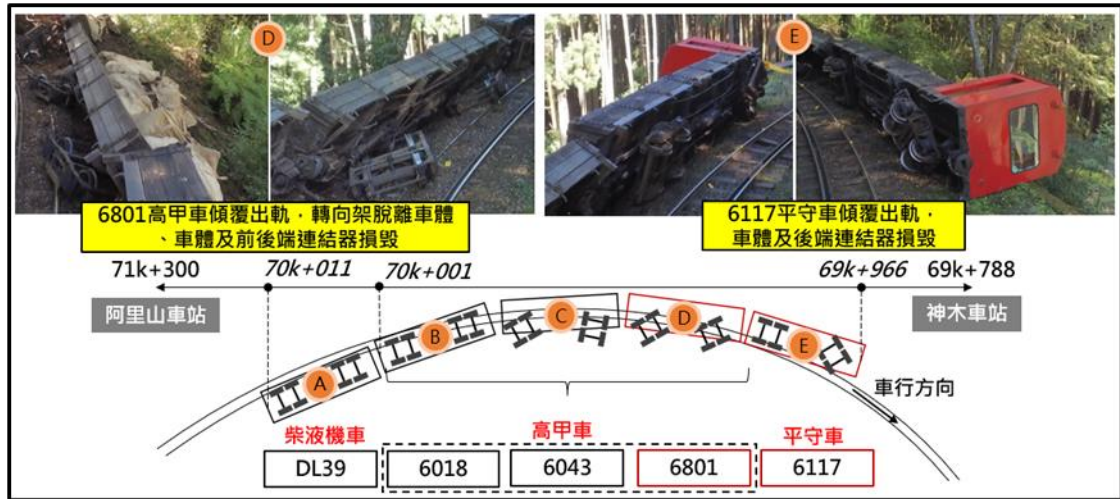


圖 1.4-2 貨物列車損害概況 (2)

DL39 柴液機車與 6018 高甲車連接處連結器毀損，6018 高甲車兩端連結器毀損、車體半傾覆及車斗毀損，6043 及 6801 高甲車兩端連結器毀損，車體全傾覆及車斗毀損，兩轉向架均脫離及毀損，6117 平守車車體全傾覆，兩轉向架未脫離車體。

## 1.5 軌道及其他損害

本次事故軌道之損害：由阿里山車站下行往二萬平車站方向，於里程 70K+001 至 69K+966 間高甲車傾覆處有鋼軌及防脫護軌彎曲變形、枕木鬆動歪斜，進/出站號誌燈立桿彎折及底座外露，於 6117 平守車前轉向架位置旁有發現左側鋼軌踏面磨痕約 20 公分，於 6043 及 6801 兩高甲車連結器間旁有發現左側鋼軌踏面磨痕約 40 公分，如圖 1.5-1。

本次事故其他損害：計有神木車站前進/出站號誌燈燈桿、9 支 10 公尺鋼軌及 5 支枕木。另現場軌道路面重新砸道整碴 100 公尺，里程範圍自 K69+900 至 K70+000。



圖 1.5-1 軌道及其他損害

## 1.6 人員資料

### 1.6.1 經歷、訓練及考核

#### 1.6.1.1 司機員 A

於民國 101 年進入阿里山林業鐵路，民國 103 年訓練合格後轉任司機員至今。108 年度體格檢查為合格，尿液檢驗各管制藥品皆為陰性。108 年 3、5、10 及 11 月在職訓練未參加，民國 109 年 1 至 9 月在職訓練均完訓。民國 108 及 109 年教育訓練無貨運列車操作相關項目。事故當日於 0400 時報到，勤務由 0500 時開始，報到時酒精與血壓檢測結果均合格。

#### 1.6.1.2 司機員 B

於民國 100 年起進入阿里山林業鐵路擔任儲備司機員，民國 101 年訓練合格後轉任司機員至今。民國 108 年度體格檢查為合格，尿液

檢驗各管制藥品皆為陰性。民國 108 年 2、8 及 9 月在職訓練未參加，民國 109 年 1 至 9 月在職訓練完訓。民國 108 年及 109 年在職訓練無貨運列車操作相關項目。事故當日於 0400 時報到，勤務由 0500 時開始，報到時酒精與血壓檢測結果均合格。

林鐵處針對行車人員服勤及行車設備檢修情形，每月派員實地考核，每年七月間舉行年中考核乙次，每年十二月間舉行年終考核乙次。民國 109 年司機員 A 及司機員 B 年終考核皆合格，測驗項目如附錄 3。

最近一次司機員技能檢定於民國 108 年實施，司機員 A 及司機員 B 皆合格，檢定科目及成績，詳表 1.6-1。林鐵處說明，術科檢定僅於客車實施，未曾檢定貨車操作，測驗項目如附錄 4。

表 1.6-1 民國 108 年司機員 A 及司機員 B 技能檢定科目及成績

科目	營運規章	運轉理論	鐵路車輛	軀機系統	檢查維修	術科
司機員 A	100	85	96	92	85	94
司機員 B	98	85	94	90	100	94

### 1.6.1.3 車長

於民國 101 年進入阿里山林業鐵路。民國 107 年度體格檢查為合格，109 年尿液檢驗各管制藥品皆為陰性。民國 108 年全年及 109 年 1 至 9 月在職訓練均完成。事故當日於 0400 時報到，勤務由 0430 時開始，報到時酒精與血壓檢測結果均合格。

### 1.6.1.4 隨車站長

於民國 99 年進入阿里山林業鐵路。民國 109 年度體格檢查視力異常，民國 110 年視力複檢合格。民國 109 年尿液檢驗各管制藥品皆為陰性。民國 108 年全年及 109 年 1 至 9 月在職訓練均完成。事故當日勤務於 0430 時開始，先在沼平車站值班，1230 時開始至神木車站值班。



### 1.6.1.5 檢車員

於民國 106 年進入阿里山林業鐵路。民國 108 年 6、7、10、11 月及 109 年 1 月在職訓練未參加。事故當日勤務時間為 0400 至 1230 時。

### 1.6.1.6 阿里山車站站長

於民國 100 年進入阿里山林業鐵路。民國 109 年度體格檢查為合格，109 年尿液檢驗各管制藥品皆為陰性。民國 108 年全年及 109 年 1 至 9 月在職訓練均完訓。事故當日勤務於 0800 時開始，1230 時開始至阿里山車站值班。

## 1.6.2 事故前 72 小時活動

本節係摘錄民國 109 年 10 月份之司機員勤務班表及事故後填答之「事故前睡眠及活動紀錄」，問卷涵蓋睡眠、睡眠品質、工作、私人活動及「疲勞自我評估表」等內容。

其中睡眠品質則依填答者主觀感受區分為：良好、好、尚可與差；「疲勞自我評估表」則係由填答者圈選最能代表事故時之精神狀態的敘述，相關選項如表 1.6-2。

表 1.6-2 疲勞自我評估表之精神狀態選項

選項	狀態說明
1	警覺力處於最佳狀態、完全清醒的、感覺活力充沛。
2	精神狀態雖非最佳，然仍相當良好，對外界刺激能迅速反應。
3	精神狀況不錯，還算正常，足以應付任務。
4	精神狀況稍差，有點感到疲累。
5	有相當程度的疲累感，警覺力有些鬆懈。
6	非常疲累，注意力已不易集中。
7	極度疲累，無法有效率地執行工作，快要睡著。

### 1.6.2.1 司機員 A

本次事故發生於民國 109 年 10 月 15 日，司機員 A 職務屬乘務排班勤務，有關當事人事故前 72 小時之活動如表 1.6-3，下班後之活動未特別說明。

表 1.6-3 司機員 A 事故前 72 小時活動

日期	工作班	司機員 A
10/12	CS-01-2	0420 時上班 0420-0520 時列車整備 0520-0550 時值乘第 73 次車（阿里山車站－>祝山車站） 0550-0640 時祝山車站待命，列車整備 0640-0720 時值乘第 72 次車（祝山車站－>阿里山車站） 0720-0820 時列車入庫整備
	CP-01	0820-0900 時列車整備 0900-1200 時值乘 31-42 次車（阿里山車站<－>沼平車站） 1200-1220 時列車入庫整備 1220 時下班
10/13	CS-01-1	0410 時上班 0410-0510 時列車整備 0510-0540 時值乘第 71 次車（阿里山車站－>祝山車站） 0540-0650 時祝山車站待命，列車整備 0650-0710 時值乘第 74 次車（祝山車站－>阿里山車站） 0710-0810 時列車入庫整備 0810 時下班
	CP-02	1200 時上班 1200-1300 時列車整備 1300-1600 時值乘 43-54 次車（阿里山車站<－>沼平車站） 1600-1630 時列車入庫整備。 1630 時下班
10/14	ST-01	0800 時上班 0800-0945 時列車整備 0945-1200 時值乘 100-109 次車（阿里山車站<－>神木車站） 1215-1315 列車入庫整備

	ST-02	1315-1630 時值乘 110-123 次車(阿里山車站←→神木車站) 1630-1700 時列車入庫整備 1700 時下班
--	-------	--

事故後，司機員 A 圈選最能代表事故當時精神狀態之敘述為：「2. 精神狀態雖非最佳，然仍相當良好，對外界刺激能迅速反應。」；該員於問卷中表示平時所需睡眠時數為 6 小時，無駕駛勤務時之正常睡眠時段為 2200 時就寢，2130 時會先服用安眠藥幫助睡眠，服用頻率為每天。

### 1.6.2.2 司機員 B

司機員 B 職務屬乘務排班勤務，有關當事人事故前 72 小時之活動如表 1.6-4，下班後之活動未特別說明。

表 1.6-4 司機員 B 事故前 72 小時活動

日期	工作班	司機員 B
10/12	CS-01-2	0420 時上班 0420-0520 時列車整備 0520-0550 時值乘第 73 次車(阿里山車站→祝山車站) 0550-0640 時祝山車站待命，列車整備 0640-0720 時值乘第 72 次車(祝山車站→阿里山車站) 0720-0820 時列車入庫整備 0820 時下班
	CP-02	1200 時上班 1200-1300 時列車整備 1300-1600 時值乘 43-54 次車(阿里山車站←→沼平車站) 1600-1630 時列車入庫整備。 1630 時下班
10/13	CS-01-1	0410 時上班 0410-0510 時列車整備 0510-0540 時值乘第 71 次車(阿里山車站→祝山車站) 0540-0650 時祝山車站待命，列車整備 0650-0710 時值乘第 74 次車(祝山車站→阿里山車站)

		0710-0810 時列車入庫整備 0810 時下班
	CP-02	1200 時上班 1200-1300 時列車整備 1300-1600 時值乘 43-54 次車 (阿里山車站←→沼平站) 1600-1630 時列車入庫整備。 1630 時下班
10/14	ST-01	0800 時上班 0800-0945 時列車整備 0945-1200 時值乘 100-109 次車 (阿里山車站←→神木站) 1215-1315 列車入庫整備
	ST-02	1315-1630 時值乘 110-123 次車 (阿里山車站←→神木站) 1630-1700 時列車入庫整備 1700 時下班

事故後，司機員 B 圈選最能代表事故當時精神狀態之敘述為：「2. 精神狀態雖非最佳，然仍相當良好，對外界刺激能迅速反應。」；該員於問卷中表示平時所需睡眠時數為 6 至 9 小時，無駕駛勤務時之正常睡眠時段未特別說明，無服用藥物幫助睡眠。

## 1.7 列車運行資料

依林鐵處提供民國 109 年 10 月 15 日事故當日之列車運轉報告，如附錄 5，及紀錄器解讀資料，貨物列車運行資料如表 1.7-1。

表 1.7-1 貨物列車運行資料

趟次	車行方向	車次	起迄運行時間
第一趟	下行	第 660 次車	阿里山車站→二萬平車站 起：0902 時→迄：0927 時
	上行	第 661 次車	二萬平車站→阿里山車站 起：0958 時→迄：1015 時
第二趟	下行	第 662 次車	阿里山車站→二萬平車站

	上行	第 663 次車	起：1108 時→迄：1132 時 二萬平車站→阿里山車站 起：1208 時→迄：1224 時
	下行	第 664 次車	阿里山車站→近神木車站 起：1254 時→迄：1258 時 (列車出軌及傾覆)
第三趟	上行	第 665 次車	無運行資料

## 1.8 列車基本資料

### 1.8.1 列車編組

第 664 次車事故列車組編成，如表 1.8-1。

表 1.8-1 事故列車組編成

車廂	名稱	編號	備註
1	柴液機車	DL39	動力車
2	高甲車	6018	出軌，半傾覆
3	高甲車	6043	出軌，全傾覆
4	高甲車	6801	出軌，全傾覆
5	平守車	6117	出軌，全傾覆；事故列車組行進時之先頭車

### 1.8.2 柴液機車

事故列車動力車採用由日本車輛 (NIPPON SHARYO SEIZO KAISHA, LTD. JAPAN) 於民國 71 年製造並購入之柴液機車，依原廠操作及維修手冊，摘錄基本規格及性能諸元內容如表 1.8-2，

表 1.8-2 柴液機車基本資料

項目	規格	單位
----	----	----

長×寬×高	10,400×2,080×3,100 (兩連結器間距離)	公厘
輪徑	679	公厘
整備重量	28	公噸
軌距	762	公厘
轉向架軸距	1,270	公厘
最高速度	35	公里/時
車輪配置	採用 Bo-Bo 設計 <sup>4</sup>	-
牽引動力型號；馬力	美國康明斯 (Cummins) 柴油引擎，型號 QSK19L；700 HP	-
煞車系統	美國 Westinghouse ET-6 空氣煞車系統	-
控制電壓	直流電 DC 24	伏特
油箱容量	500	公升

### 1.8.3 平守車

平守車除了有承載貨物的功能外，也是車長執行乘務工作所在，用以確保列車進路方向無礙，遇平交道、橋梁、隧道得按鳴喇叭示警。車廂內裝有軔管壓力錶及車長閥，提供人員檢視煞車軔管壓力值是否正常，及列車行駛異常時押下車長閥進行緊急緊急緊軔使用，如圖 1.8-1。依訪談紀錄，因平守車內無設置車速錶，車長閥使用時機多靠個人感覺。依據林鐵處提供車輛基本資料，如表 1.8-3。行車影像紀錄方式採架設數位攝影機方式進行錄影，事故當日未使用。



圖 1.8-1 平守車外觀、壓力錶及車長閥

<sup>4</sup> 國際鐵路聯盟 (UIC) 定義的鐵路機車車輛軸式之一，每輛機車有兩組轉向架，每組轉向架有兩軸獨立運作之車輪組。

表 1.8-3 平守車基本資料

項目	規格	單位
長×寬×高	9,050 × 1,760 × 2,615	公厘
車輪直徑	475	公厘
空車重量	6	公噸
最大重量	15	公噸
平守車軸距	6,130	公厘
轉向架軸距	860	公厘

### 1.8.4 高甲車

高甲車為提供存放貨物之載送運具，車斗結構由木板及金屬框架組合而成，其底部設置中心盤與轉向架連結，以提供過彎轉向之功能，如圖 1.8-2，依據林鐵處提供車輛基本資料，如表 1.8-4。

表 1.8-4 高甲車基本資料

編號	6018	6043	6801	單位
項目	規格			
貨斗 長×寬×高	8,630×1,860 × 390	9,250×1,910 ×370	8,550 × 1,800 × 360	公厘
車輪直徑	475	583	583	公厘
空車重量	6			公噸
最大重量	15			公噸
高甲車軸距	5,510	6,640	5,500	公厘
轉向架軸距	860	1165	1165	公厘

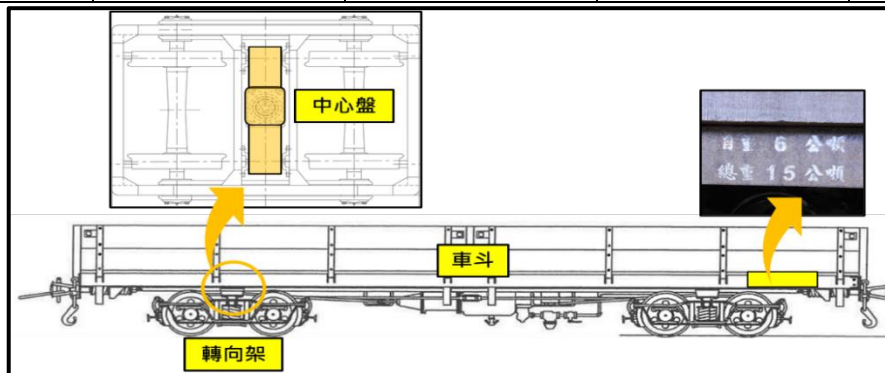


圖 1.8-2 高甲車車斗與轉向架示意

### 1.8.5 煞車系統

事故列車為柴液機車與高甲車及平守車串聯組成之列車組，其煞車系統係利用空氣壓縮機，將提供煞車作動所須之空氣壓縮並儲存在主風缸 (main reservoir, MR) 內。司機員進行煞車時，需操作司軔閥，讓軔管排氣減壓，使分配閥作動開啟煞車氣源迴路，讓輔助風缸儲存壓力進入安裝在每節車的軔缸內增壓，而壓縮空氣將軔缸內的活塞推出，再通過拉桿作用迫使鑄鐵閘瓦壓向車輪，實現煞車的目的，高甲車及平守車煞車作動如圖 1.8-3；而在鬆軔時，司機員通過操縱司軔閥門，使軔缸減壓，將壓縮空氣排向大氣，從而令軔缸內的復原彈簧將活塞壓回到軔缸內，使閘瓦離開車輪。

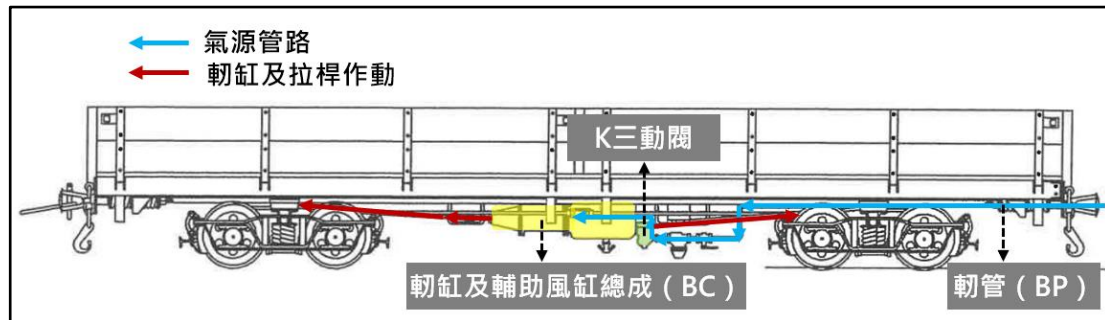


圖 1.8-3 高甲車及平守車氣源管路、軔缸及拉桿作動

柴液機車使用的煞車系統為美國 Westinghouse 製造，型號 ET-6，其系統配管圖如圖 1.8-4，功能概述如下，

柴液機車裝有兩具由引擎驅動的空氣壓縮機 (Type C600 及 C3000) 提供煞車系統所需壓縮空氣，調壓器 (compressor governor) 控制兩具空氣壓縮機的運轉使維持主風缸壓力值在 6 至 7 公斤/平方公分；空氣壓縮機產生的壓縮空氣存放在主風缸提供煞車系統使用；若調壓器故障而讓空氣壓縮機一直運轉，此時安全閥 (safety valve) 便可將過充的壓縮空氣排洩掉，防止主風缸壓力過大而導致意外；透過輔助風缸、分配閥 (distributing valve) 與軔管將壓縮空氣傳遞至機車及客貨車軔缸，藉以推動與軔缸活塞連動的連桿機構驅動閘瓦達到煞車作用。空氣壓縮機 C600 排氣量為 630 公升/分 (即 10.5 公升/秒)，如附錄 6，C3000 排氣量為 2954 公升/分 (即 49.23 公升/秒)，如附錄



7。

依司機員 A 訪談紀錄，進行柴液機車和貨車聯結後的氣軔貫通測試過程中，若感覺煞車力不足時，會自行調整軔缸活塞行程長度。

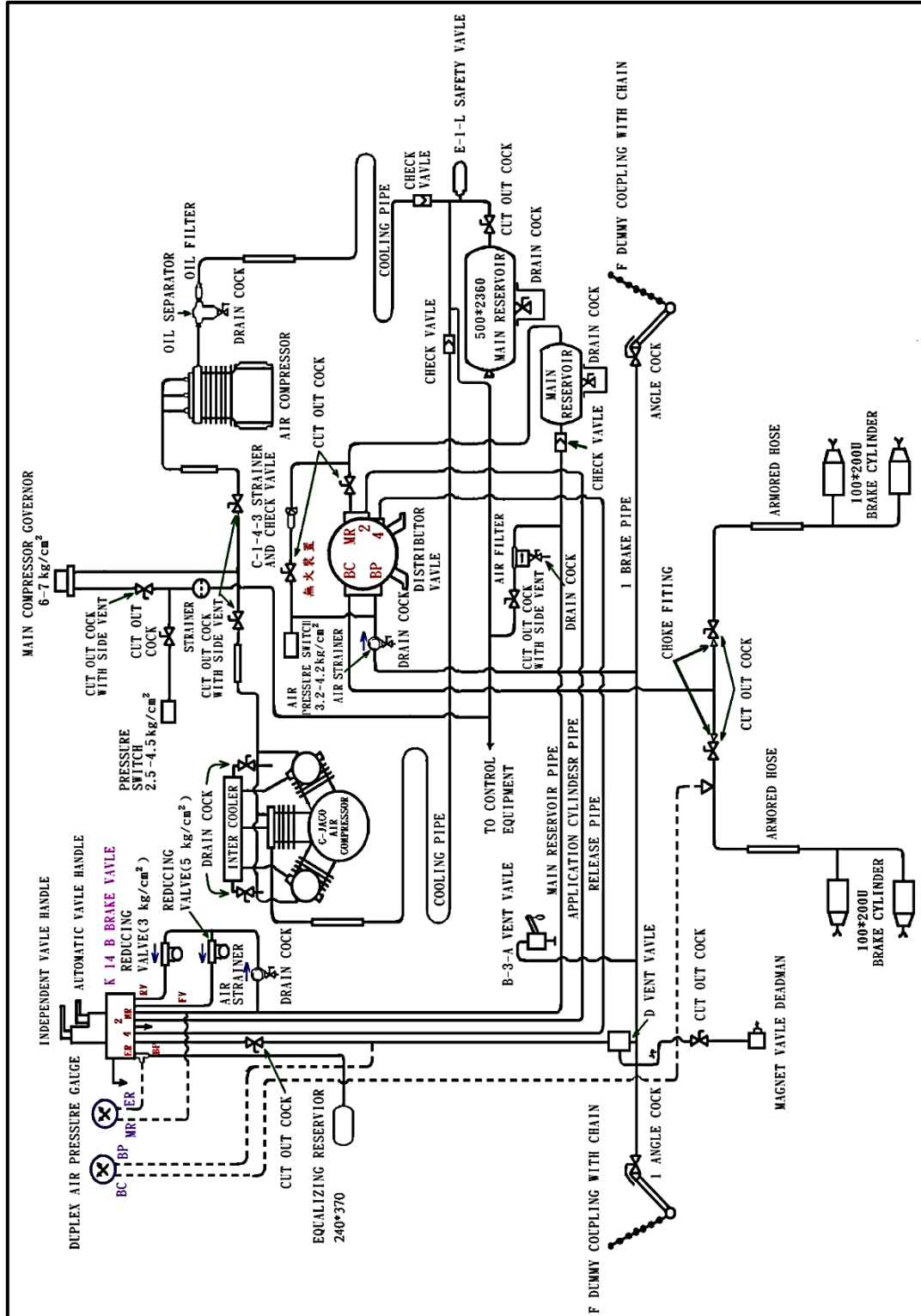


圖 1.8-4 柴液機車煞車系統配管圖

### 1.8.5.1 司軔閥

煞車控制系統的司軔閥 (brake valve) 包含：單獨司軔閥 (Independent brake valve, 以下簡稱單閥) 與自動司軔閥 (automatic brake valve, 以下簡稱自閥), 單閥主要用於柴液機車自身的煞車, 自閥則用於整列車包含柴液機車與客貨車的煞車, 其中, 自閥與單閥的切換是使用司軔閥進行控制, 以執行機車之煞車緊軔與鬆軔工作, 司軔閥外觀及各段位名稱如圖 1.8-5 與圖 1.8-6。



圖 1.8-5 司軔閥

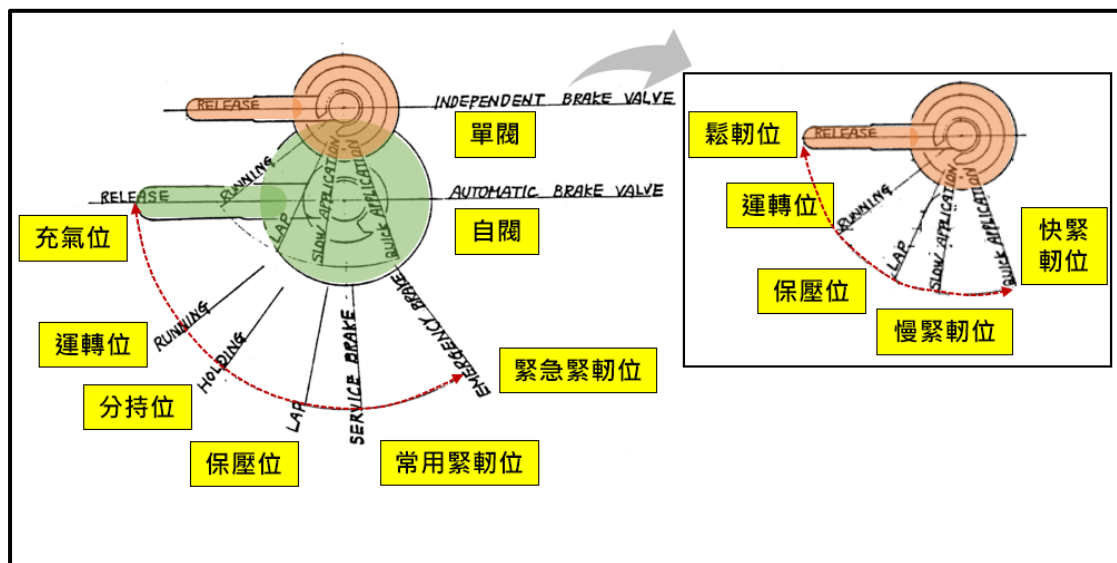


圖 1.8-6 單閥與自閥各段位名稱

單閥段位與功能說明如下：

- (1) 鬆軔位 (release position)：軔缸裡的壓縮空氣經由較大斷面積的氣孔排放，柴液機車的煞車被快速地鬆軔。
- (2) 運轉位 (running position)：軔缸裡的壓縮空氣排放到空氣中，柴液機車的煞車被釋放。
- (3) 保壓位 (lap position)：煞車軔缸壓力會被固定在使用煞車後所獲得的壓力。
- (4) 慢緊軔位 (slow application)：柴液機車一般煞車應用，軔缸壓力可從 0 到最大 3.0 公斤/平方公分。
- (5) 快緊軔位 (quick application)：壓縮空氣快速供應至柴液機車的軔缸進行煞車，軔缸壓力為 3.0 公斤/平方公分。

自閥段位與功能說明如下：

- (1) 充氣位 (release position)：允許軔機重新充氣，以確保客貨車煞車的立即鬆軔。
- (2) 運轉位 (running position)：柴液機車軔缸裡的壓縮空氣排放到空氣中，列車組軔管維持常壓 5.0 公斤/平方公分。
- (3) 分持位 (holding position)：客貨車煞車鬆軔後，仍維持柴液機車煞車。
- (4) 保壓位 (lap position)：使用煞車後維持所要的客貨車煞車與柴液機車煞車。
- (5) 常用緊軔位 (service brake position)：提供 (刻度上的) 零點至列車最大的煞車應用，並提供柴液機車成比例的空氣煞車應用，軔缸壓力最大值為 3.5 公斤/平方公分。
- (6) 緊急緊軔位 (emergency brake position)：提供客貨車與柴液機車最快速的煞車應用，軔缸壓力最大值為 4.5 公斤/平方公分。

### 1.8.5.2 雙針空壓錶

雙針空壓錶，設置於柴液機車駕駛台，於司機員操作司軔閥單閥及自閥各段位時，提供軔缸、軔管、主風缸及均衡風缸空氣壓力值之變化情形，協助司機員確認列車運行煞車鬆緊軔狀態之判斷，雙針壓力錶外觀如圖 1.8-7。

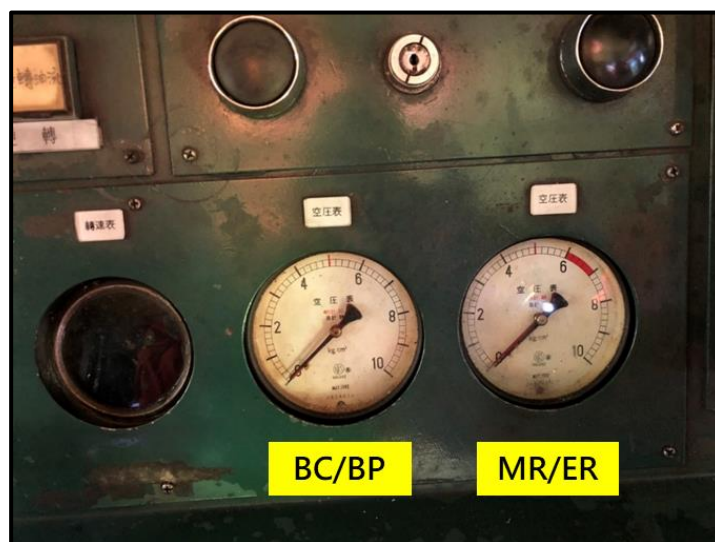


圖 1.8-7 雙針空壓錶

#### (1) 空壓錶 (MR/ER)

主風缸（紅色指針）壓力一般應介於 6 至 7 公斤/平方公分。均衡風缸（equalizing reservoir，ER，黑色指針）壓力為軔管管壓值，自閥把手處於充氣位及運轉位（release & running position）時，壓力值應顯示為 5 公斤/平方公分，全煞車作動時應顯示為 3.6 公斤/平方公分。

#### (2) 空壓錶 (BC/BP)

軔缸壓力（brake cylinder pressure，BC，紅色指針）

在煞車未作動時，指針應顯示為 0 公斤/平方公分，而煞車作動時軔缸開始增壓，紅色指針順時針移動，在全煞車作動時應顯示為，

- A. 單閥煞車應用：3.0 公斤/平方公分
- B. 自閥煞車應用：3.5 公斤/平方公分

C. 緊急緊軔：4.5 公斤/平方公分

軔管壓力 (brake pipe pressure, BP, 黑色指針)

在煞車未作動時，指針應顯示 5 公斤/平方公分，而煞車作動時軔管開始減壓，黑色指針逆時針移動，在全煞車作動時應顯示 3.6 公斤/平方公分。

### 1.8.5.3 K 三動閥

為提供貨物列車高甲車及平守車使用之煞車氣源控制使用，K 三動閥 (以下簡稱 K 閥) 屬滑閥式動作閥，位於車廂下方，介於軔管、輔助風缸及軔缸之間，如圖 1.8-8。

通常列車組進行鬆軔操作時，靠近柴液機車頭的車廂軔管先獲得空氣，增壓較遠離柴液機車頭的車廂軔管塊，因為軔管管路內的摩擦阻力及空氣先被前方車廂的輔助風缸所吸收，使流至後方車廂的空氣壓力較低。所以列車長編組時，靠近機車頭之軔管空氣減壓及增壓較遠離機車頭的車廂快速，前後車廂的氣源控制閥門因時間差造成無法同時作用，容易產生列車衝動。又遠離機車輔助風缸充氣慢，容易產生「充氣不足」現象。針對上述現象，節錄林鐵處提供 K 閥作用原理技術文件，其特點如下：

- (1) 長編組列車緊軔作用時，靠近機車頭部份車廂軔管減壓快；遠離機車頭部份車廂軔管減壓慢，並產生幫助軔管局部減壓，以加速 K 三動閥之緊軔作用，以此方式使全列車緊軔作用均勻。
- (2) 長編組列車鬆軔作用時，靠近機車頭的車廂軔管增壓強，三動閥之充氣及鬆軔均變緩慢；遠離機車頭的車廂軔管增壓弱，三動閥之鬆軔較速，以此方式使全列車鬆軔作用均勻。

### 1.8.5.4 EA 閥

為提供載客列車車廂使用之煞車氣源控制使用，EA 閥屬膜板式動作閥，位於車廂下方，介於軔管、輔助風缸及軔缸之間，如圖 1.8-

8。為客貨車用自動氣軔動作閥，依軔管壓力之增減來控制軔缸壓力，可與傳統之滑閥式動作閥連掛運用。EA 閥之設計另附加管座供配管用，因此 EA 閥之拆裝可以不必移動配管，節錄林鐵處提供 EA 閥作用原理技術文件內容，其特點如下：

- (1) 急緊軔室之作用增進常用緊軔之傳遞速度。
- (2) 射氣作用 (*inshot function*) 使緊軔初期軔缸壓力快速上升，促使閘瓦確實作用於車輪。
- (3) 軔缸發生洩漏時自動補充漏失之空氣壓力，以保持軔缸依軔管減壓量所應有的壓力。
- (4) 可施行階段緊軔及階段鬆軔。
- (5) 設有緊急緊軔部，因此不論在緊軔作用中或鬆軔中，均可產生緊急緊軔動作且能產生高壓力。
- (6) 鬆軔時將控制風缸壓力向急動室擴散減壓 (減壓 0.2 分)，獲得鬆軔保證 (*Release ensuring*)。
- (7) 維修時僅更換橡膠配件既可，且不需磨配。

因兩種動作閥作動原理及設計構造於作用鬆緊軔不同情況下，司機員在操作上也不相同，以 EA 閥操作可階段鬆軔、階段緊軔，司機員緊軔後保壓維持一定軔力，依路線、坡度、速度狀況，調整軔力大小；K 閥操作時可階段緊軔、無階段鬆軔，司機員依速度狀況階段緊軔後，回復運轉位鬆軔充氣，如速度再提升時則再進行階段緊軔。

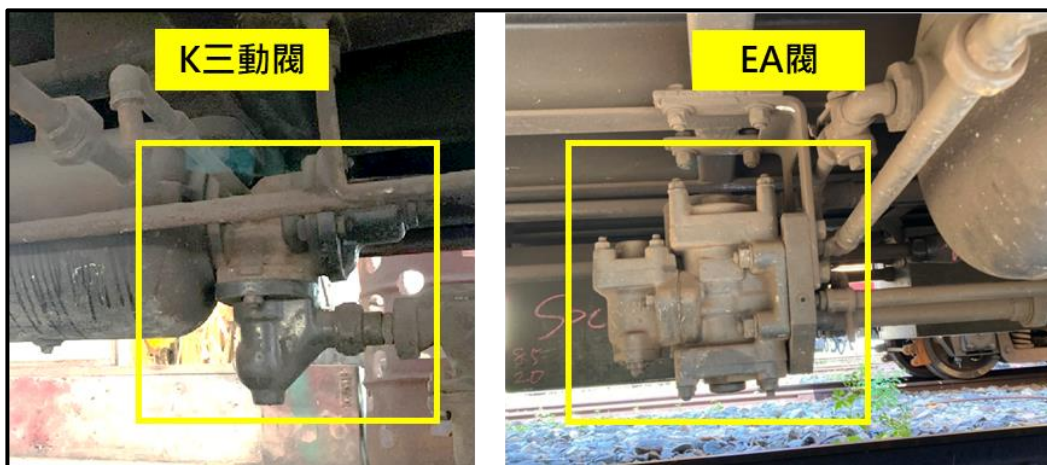


圖 1.8-8 K 三動閥與 EA 閥安裝位置

## 1.8.6 列車檢修

### 1.8.6.1 柴液機車

依據阿里山森林鐵路機車車輛檢修程序<sup>5</sup>，柴液機車檢修種類及週期如表 1.8-5 所示。

表 1.8-5 柴液機車檢修種類及週期

檢修 級別	一級檢修		二級檢修		三級檢修		四級檢修		臨時檢修
	公里	160	公里	9,600	公里	57,600	公里	172,800	
檢修 週期	期間	2 日	期間	3 個月	期間	2 年	期間	6 年	發生事故、故障或有故障之虞及其它認為必要時。

註：表中公里數及使用期間以先到者為施行期限；檢修人員得以外包廠商擔任。

#### 一級檢修項目：

(1) 工作重點：以視覺、聽覺、觸覺、嗅覺，就有關行車主要機件之狀態及作用施行檢修。

(2) 軔機系統檢修項目：

1. 排出各濾清器及濾清器總風缸水份。
2. 檢查軔機及各桿梢有無磨損變形並打油脂。
3. 檢查軔軟管。
4. 檢查 C600 空氣壓縮機動作情況並調整皮帶。
5. 檢查 C3000 (或 C2000) 空氣壓縮機動作情況並調整皮帶。
6. 檢查軔塊厚度、調整煞車系統間隙並試驗軔機性能。
7. 試驗撒砂裝置是否能撒出。
8. 檢查空壓機機油。

(3) 檢修紀錄

最近一次的一級檢修日期為事故當日列車出庫前執行，檢查

<sup>5</sup> 文件編號：規-13，修訂日期：99 年 2 月 28 日，版次：1

結果正常，檢修紀錄詳如附錄 8。

## 二級檢修項目：

(1) 工作重點：以清洗、注油、測量、調整、校正、試驗，用以保持動力、傳動、行走、剎機、儀錶等裝置動作圓滑，運用狀態正常之檢修或局部拆卸檢修。

(2) 剎機系統檢修項目：

1. 空氣壓縮機加油。
2. 調整器調整壓力並記錄。
3. 司剎閥及附屬設備動作試驗是否良好。
4. 檢查壓力表是否正常。
5. 餵閥、減壓閥<sup>6</sup>壓力調整並記錄。
6. 基礎剎機裝置動作試驗。
7. 各剎機圓梢及襯套加油。
8. 空氣濾清器清洗檢修。
9. 檢查鎖緊司剎閥螺栓及螺帽。
10. 各橡膠氣管檢查或換新。
11. 剎缸動作試驗。
12. 檢查手煞車各齒輪螺旋輪軸並加油。
13. 軟剎管檢修。

(3) 檢修紀錄

柴液機車最近兩年二級檢修的開始日期、完成日期、累積公里數，與有關剎機系統的檢視結果正常，如表 1.8-6。節錄最近一次二級檢修紀錄如附錄 9。

---

<sup>6</sup> 餵閥調整剎管作動壓力；減壓閥調整單閥作動壓力。



表 1.8-6 柴液機車二級檢修紀錄

開始日期 (年/月/日)	完成日期 (年/月/日)	累積 公里數	軔機系統 檢視結果	備註
107/9/10	107/9/11	8693.1	正常	
107/12/10	107/12/11	10808.9	正常	1. 加潤滑油 2. 空氣壓縮機油 面高度 H
108/3/5	108/3/6	13902.9	正常	
108/6/5	108/6/6	17443.7	正常	加潤滑油
108/9/3	108/9/11	19891.1	正常	三級檢修
108/12/10	108/12/11	23858.1	正常	加潤滑油
109/3/10	109/3/11	26965.9	正常	
109/6/10	109/6/11	29833.5	正常	加潤滑油
109/9/10	109/9/11	32345	正常	加潤滑油

### 三級檢修項目：

(1) 工作重點：對動力、傳動、行走（含轉向架）、軔機、儀錶、車身連結器、控制電氣、輔助等裝置主要機件之特定部分施行拆卸並作細部分解之檢修。

(2) 軔機系統檢修項目：

1. 檢查壓縮機。
2. 更換壓縮機油。
3. 校正壓力錶並記錄。
4. 空氣濾清器拆卸清洗檢修。
5. 排水閥拆解檢修。
6. 基礎軔機拆解及狀態檢修。
7. 司軔閥拆解清洗及功能檢修。
8. 餵閥拆解清洗及功能檢修。
9. 軔缸拆解清洗及功能檢修。
10. 手軔機齒輪及螺桿加油。
11. 軔軟管拆卸測試檢修。

(3) 檢修紀錄

最近一次的三級檢修開始日期為民國 108 年 9 月 3 日，完成日期為 108 年 9 月 11 日，累積公里數為 19891.1 公里，而有關軔機系統的檢視結果為正常，節錄三級檢修紀錄如附錄 10。

#### 四級檢修項目：

(1) 工作重點：對一般機件施行全盤檢修，各重機件施行重整之檢修。

(2) 軔機系統檢修項目：

1. 空壓機進排氣門全盤檢修。
2. 空壓機洩漏試驗。
3. 空壓機汽缸蓋及往復機構全盤檢修。
4. 空壓機除壓裝置全盤檢修。
5. 風缸及排水閥全盤檢修。
6. 手軔機全盤檢修。
7. 司軔閥總成重整檢修。
8. 軔缸重整檢修。
9. 管路及集塵器全盤檢修。
10. 閥類重整檢修。
11. 軔軟管重整檢修。
12. 角旋塞重整檢修。
13. 緊急閥全盤檢修。

(3) 檢修紀錄

最近一次的四級檢修開始日期為民國 106 年 8 月 17 日，完成日期為 106 年 9 月 16 日，累積公里數為 8075.3 公里，而有關軔機系統的檢視結果為正常，節錄四級檢修紀錄如附錄 11。

#### 1.8.6.2 客貨車

依據阿里山森林鐵路機車車輛檢修程序，客貨車檢修種類及週期如表 1.8-7 所示。

表 1.8-7 客貨車檢修種類及週期

檢修級別	一級檢修		二級檢修		三級檢修		四級檢修		臨時檢修
檢修週期	客車	2 日	客車	1 年內	客車	3 年內	客車 因事故損壞嚴重或車輛大部分自然損壞須重修製	貨車	發生事故、故障或有故障之虞及其它認為必要時。
	貨車		貨車		貨車	5 年內			

貨車軔機系統方面的檢修如下：

### 一級檢修

- (1) 工作重點：軔機機構、氣軔裝置。
- (2) 檢查軔機裝置時，應注意確無下列各款規定情事：
1. 拉桿、軔槓桿、挺桿、軔塊調整桿、軔樑、軔吊、軔吊托、圓梢、開口梢、襯套等破損、變形、鬆弛或脫落。
  2. 軔塊調整桿彎曲方向錯誤。
  3. 軔塊厚度小於15mm。
  4. 保持閘作用不良。
  5. 各桿與車體其他部分有不當碰觸。
  6. 全緊軔時，K閘軔缸行程不在100至130mm範圍。
  7. 一組貨車之軔管漏氣速率不超過每分鐘  $0.2\text{kg/cm}^2$ 。
  8. 緊軔時，軔缸有漏氣。
  9. 緊軔時，軔缸作用不良。
  10. 軔機作用不良。
  11. 氣軔軟管長度不適當。
  12. 軔管有破損、漏氣。
  13. 守車車長閘作用不良。
  14. 角旋塞作用不良。
  15. 壓力錶不準確。

### 二級檢修

- (1) 工作重點：軔機機構、氣軔裝置。
- (2) 檢修軔機裝置時，應注意確無下列各款規定情事：
1. 拉桿、軔槓桿、挺桿、軔塊調整桿、軔樑、軔吊、軔吊托、圓梢、開口梢、襯套等有破損、變形、鬆弛或脫落。
  2. 軔塊調整桿彎曲方向錯誤。

3. 銷、孔、軸頸及襯套之直徑磨耗量大於2mm。
  4. 各桿與車體其他部分有不當碰觸。
  5. 氣軔軟管超過耐用期限。
  6. 軔管有破損、漏氣。
- (3) 檢修氣軔裝置應依下列各款規定事項切實辦理：
1. 檢修軔缸時，應將其分解，施以各部之清拭及檢修，並將不良部分更換，塗布油脂後重新裝配之。確認無軔缸皮碗磨損過量、復原彈簧疲勞、活塞桿彎曲等。
  2. 檢修K閥時，應將其分解，施以各部之清拭、檢修，並將不良部分更換，以#10號油潤滑後重新裝配之。
  3. 濾塵器檢修及清理。
  4. 各儲氣筒凝結水排除。

### 三級檢修

- (1) 工作重點：軔機機構、氣軔裝置。
- (2) 檢修軔機裝置時，應自車身卸下檢查，依下列各款規定辦理：
1. 檢查拉桿、軔槓桿、挺桿、軔塊調整桿、軔樑、軔吊、軔吊托、圓梢、開口梢、襯套等無破損、變形、鬆弛或脫落。
  2. 確認軔塊調整桿彎曲方向錯誤。
  3. 銷、孔、軸頸及襯套磨耗量逾限更換。
  4. 確認各桿與車體其他部分無不當碰觸。
  5. 確認氣軔軟管在耐用期限。
  6. 確認軔管無破損、漏氣。
- (3) 檢修氣軔裝置應依下列各款規定事項切實辦理：
1. 檢修軔缸時，應將其分解，施以各部之清拭及檢修，並將不良部分更換，塗布油脂後重新裝配之。確認無軔缸皮碗磨損過量、復原彈簧疲勞、活塞桿彎曲等。
  2. 檢修K閥時，應將其分解，施以各部之清拭、檢修，並將不良部分更換，以#10號油潤滑後重新裝配之。
  3. 濾塵器檢修及清理。
  4. 各儲氣筒凝結水排除。
  5. 各閥、塞門分解檢修後組立，確認無洩漏。
  6. 守車車長閥應於分解後確認閥與閥座密合，彈簧有適當彈力。
  7. 氣軔管以小鎚輕敲（不銹鋼管除外），再以壓縮空氣將鐵銹吹出。

8. 確認壓力錶正確。

#### 四級檢修（更新檢修）

因事故損壞嚴重或車輛大部分自然損壞須重修製，

#### 檢修紀錄

林鐵處所提供關於高甲車與平守車最近一次的二、三級檢修日期如表 1.8-8 所示，有關軔機系統的檢視結果為正常。

表 1.8-8 高甲車與平守車最近一次二、三級檢修日期及結果

檢修級別	檢修日期	檢查結果
二級	高甲車 6018: 108.10.25 高甲車 6043: 108.02.15 高甲車 6801: 108.01.03 平守車 6117: 108.11.01	合格
三級	高甲車 6018: 109.09.15 高甲車 6043: 109.01.09 高甲車 6801: 109.01.03 平守車 6117: 109.09.22	合格

#### 1.8.6.3 煞車系統原廠維修建議

依據林鐵處所提供原廠維修手冊有關空氣煞車系統（INSTRUCTION PAMPHLET FOR ET-6（DL14）AIR BRAKE EQUIPMENT,1982）之說明內容，節錄其系統設備維修建議或週期如下：

- (1) *Safety Valve operation and adjustment should invariably be tested at this time, also on arrival at terminal, and any needed adjustment made.*  
安全閥的操作和調整應在出庫前進行測試，到達終點站也應進行測試，並進行任何需要的調整。
- (2) *Crankcase Oil should be tested for color and viscosity at each car shopping, which usually is about 750 hours of operation（C600 & C3000）. Ordinarily the oil filter is cleaned about every three months*

*to a year. The oil strainer is cleaned by removing and washing it in a suitable cleaning fluid and blowing it out thoroughly until clean. If the strainer becomes worn or otherwise damaged it should be replaced.*

每次柴液機車進廠時都應測試曲軸箱油的顏色和粘度，這通常是在運行 750 小時左右 (C600 & C3000)。通常，機油濾清器大約每三個月到一年清潔一次。濾油網的清潔方法是將其拆下並用合適的清潔液清洗，然後徹底吹乾直至乾淨。如果濾油網磨損或以其他方式損壞，則應更換。

*(3) Compressor Oil Specification:*

<i>Specific gravity</i>	<i>Approx. 0.925 kg/l</i>
<i>Viscosity at 50°C (122°F)</i>	<i>50 – 70 Centistokes</i>
<i>Pour point</i>	<i>max. -15°C (5°F)</i>
<i>Flash point</i>	<i>min. 200°C (392°F)</i>

壓縮機機油規格：

比重	約 0.925 kg/l
黏度在 50°C (122°F)	50 – 70 厘司托克士
流動點	max. -15°C (5°F)
閃火點	min. 200°C (392°F)

*(4) The brake cylinder should be reconditioned once in a year under ordinary conditions.*

軔缸在一般情況下應一年整修一次。

*(5) Once a year, oil separator should be removed from the pipe arrangement and cleaned. Oil separator drain cock which should be opened every week to drain off the dirt particles and oil.*

每年應將油分離器從管路上拆下來並清洗。油分離器放油旋塞應每週打開一次以排出污垢和油。

(6) *The compressor governor, under ordinary service condition, should be thoroughly reconditioned once a year.*

壓縮機調速器在正常使用條件下，應每年徹底檢修一次。

(7) *Check valve, check-up should be made on the occasion of the intermediate inspection (every 18 months) and total inspection (every three years).*

逆止閥，在期中檢修（每 18 個月）和總檢修（每三年）時進行檢查。

(8) *“EIL” safety valve, inspection table “EIL”安全閥定期檢查表*

CONTENTS	TIME			
	A	B	C	D
1. <i>The clearance between the Bush and the Valve must be 0.05 ~0.13 (mm).</i> 1. 襯套與閥門之間的間隙必須為 0.05 ~0.13 (mm)	◎	◎		
2. <i>The slide width between the Bush and the Valve must be 0.8 ~1.0 (mm).</i> 2. 襯套和閥門之間的滑動寬度必須為 0.8 ~1.0 (mm)	◎	◎		
3. <i>After the safety valve is reassembled, must test on the Test Rack.</i> 3. 安全閥重新組裝後，必須在測試台上測試	◎	◎		

*Time A: Every 3 years B: Every 1.5 years*

*C: Every month D: Every 2 days*

時間 A：每 3 年 B：每 1.5 年

C：每月 D：每 2 天

(9) *Air filter, must replace the air filter element with spare parts every 3 years.*

空氣濾清器，必須每 3 年用備品更換空氣濾清器濾芯。

#### 1.8.6.4 空氣壓縮機

節錄柴液機車軀機系統有關空氣壓縮機之各級檢修項目及檢查結果說明，內容如下，

表 1.8-9 事故前柴液機車空氣壓縮機各級檢查結果

檢修級別	檢修日期	檢修基準	檢查結果
一級	109.10.15	1. 排出濾清器及各風缸水份 2. 檢查空氣壓縮機油面高度 3. 檢查 C600 及 C3000 空氣壓縮機動作情況並調整皮帶	合格
二級	109.9.10~109.9.11	1. 排出濾清器及各風缸水份 2. 檢查空氣壓縮機油面高度 3. 檢查空氣壓縮機動作情況並調整皮帶	合格
三級	108.9.3~108.9.11	1. 濾水器拆洗檢修 2. 空氣壓縮機效能檢修 3. 更換壓縮機油 <sup>7</sup>	合格 (機油更換)
四級	106.8.17~106.9.16	1. 濾水器全盤檢修 2. 空氣壓縮機全盤檢修 3. 更換壓縮機油	合格 (機油更換)

### 1.8.6.5 轉向架-車輪

依據阿里山森林鐵路機車車輛檢修程序，節錄柴液機車與貨車各級檢修行走系統中有關車輪方面各級檢修項目，內容如下，

#### 柴液機車

一級檢修：檢查車輪情況。

二級檢修：車輪外觀檢視及尺寸量測檢修。

三級檢修：車輪量測及狀態檢修、車輪踏面狀態檢修。

四級檢修：車輪界限及輪箍厚度全盤檢修(必要時踏面重整或換新輪)。

檢視最近一次二級、三級及四級柴油機車檢修紀錄「阿里山林業鐵路機車車輪直徑、輪緣高度及厚度檢查紀錄表」的內容，有關車輪檢修基準為車輪直徑>630mm、輪緣高度<30mm、輪緣厚度>24mm 及輪緣角點>3mm，其檢查結果為合格，如表 1.8-10。

<sup>7</sup> 機油廠牌及型號：國光牌超優 CI4 車用機油 15W/40，油品規格如附錄 12。



表 1.8-10 事故前柴液機車車輪各級檢查結果

檢修級別	檢修日期	檢修基準	檢查結果
一級	109.10.15	檢查車輪及車軸外觀	合格
二級	109.9.10~109.9.11	(1) 車輪直徑>630mm (2) 輪緣高度<30mm (3) 輪緣厚度>24mm (4) 輪緣角點>3mm	合格
三級	108.9.3~108.9.11	同上	合格
四級	106.8.17~106.9.16	(1) 輪緣厚度>24mm (2) 輪緣高度<30mm (3) 輪緣角點>3mm	合格

## 貨車

### 一級檢修

- (1) 軸、軸位置有鬆弛移位現象。
- (2) 輪、軸有裂痕。
- (3) 輪緣磨耗超限。
- (4) 輪緣高度超出輪踏面 30mm。
- (5) 輪緣缺損長度超過 27mm、寬度超過 9mm。
- (6) 踏面擦傷長度超過 50mm。

### 二級檢修

- (1) 輪、軸位置有鬆弛移位現象。
- (2) 車輪背距不在 679±5mm 範圍內。
- (3) 輪、軸有裂痕。
- (4) 車軸彎曲。
- (5) 輪緣磨耗超限。
- (6) 輪緣高度超出踏面 30mm。
- (7) 輪緣缺損長度超過 27mm、寬度超過 9mm。
- (8) 踏面擦傷長度超過 50mm。
- (9) 軸承箱與導板間隙超過 6mm。

(10) 車輪直徑小於限界。

### 三級檢修

- (1) 檢查輪、軸位置無鬆弛移位現象。
- (2) 確認車輪背距在規定範圍。
- (3) 檢查車輪及車軸無裂痕。
- (4) 檢查車軸無彎曲。
- (5) 左右車輪直徑之差無超過規定限度。
- (6) 輪緣、輪緣高度、輪緣缺損長度、踏面擦傷無超限、導板間隙及厚度等無超限。
- (7) 車輪直徑小於限界。

檢視貨車最近一次二級及三級檢修紀錄「阿里山林業鐵路客、貨車車輪輪緣高度、厚度檢查紀錄表」的內容，有關車輪檢修基準為輪緣高度<30mm、輪緣厚度>24mm 及輪緣角點>3mm，其檢查結果為合格，如表 1.8-11。

表 1.8-11 事故前高甲車及平守車輪各級檢查結果

檢修級別	檢修日期	檢修基準	檢查結果
二級	高甲車 6018: 108.10.25 高甲車 6043: 108.02.15 高甲車 6801: 108.01.03 平守車 6117: 108.11.01	(1) 輪緣厚度>24mm (2) 輪緣高度<30mm (3) 輪緣角點>3mm	合格
三級	高甲車 6018: 109.09.15 高甲車 6043: 109.01.09 高甲車 6801: 109.01.03 平守車 6117: 109.09.22	同上	合格

## 1.9 天氣資料

事故當日發生時段 1200 時至 1300 時，依據民國 109 年 10 月 15 日中央氣象局阿里山觀測資料，1200 時，氣溫 15.4℃，降雨量 0mm；1300 時，氣溫 15.2℃，降雨量 0mm。

依據列車行車影像紀錄器及車站附近之監視影像資料，事故時能

見度及天候良好。

## 1.10 列車運轉

阿里山林業鐵路部份路段採「之」字型曲折路線。以阿里山車站至二萬平車站間為例，如圖 1.10-1，事故列車在阿里山車站與神木車站間運行時，平守車在最前端，柴液機車在最後端。在神木車站與二萬平車站間運行時，平守車在最後端，柴液機車在最前端。

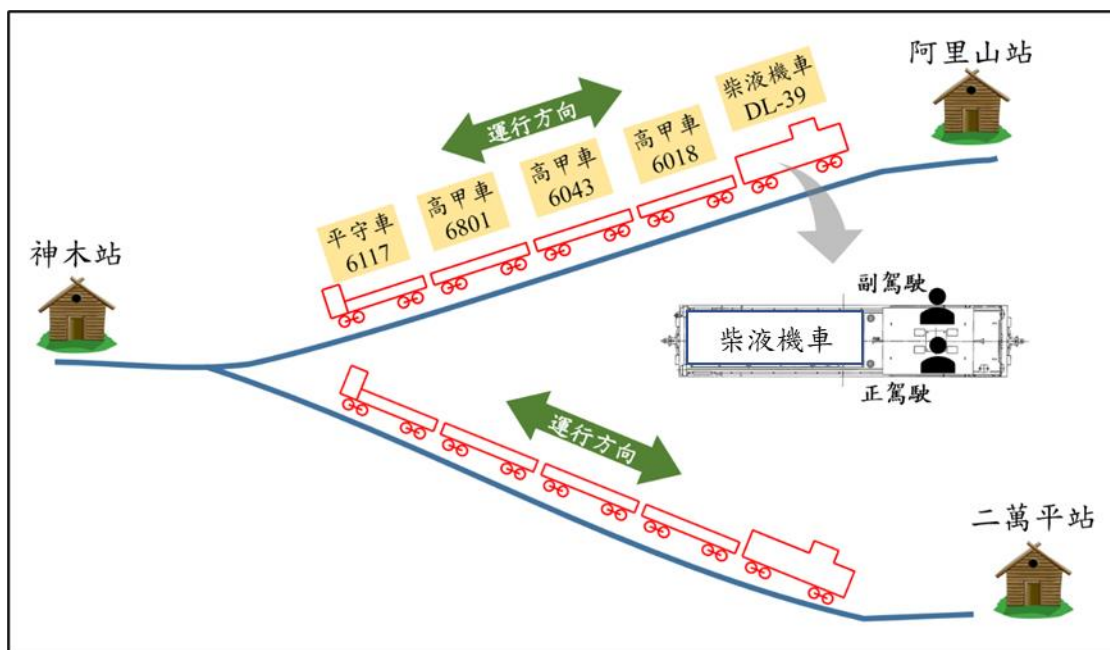


圖 1.10-1 阿里山車站至二萬平站運行方式

DL-39 柴液機車約 0820 時由阿里山車站維修車庫出發，在阿里山車站月台區與高甲車及平守車連結。0902 時<sup>8</sup> 第 660 次車由阿里山車站出發，目的地為二萬平車站，執行第一趟貨運勤務。1015 時第 661 次車由二萬平車站返抵阿里山車站。於 1108 時第 662 次車由阿里山車站出發，執行第二趟貨運勤務。於 1224 第 663 次車時由二萬平車站返抵阿里山車站。以上勤務由司機員 A 擔任正駕駛執行車輛操作，司機員 B 擔任副駕駛執行列車運轉監視及操作緊急緊軔。

<sup>8</sup> 資料來源：林鐵處民國 109 年 10 月 15 日列車運轉報告單

於 1254 時第 664 次車由阿里山車站出發，執行第三趟貨運勤務，並改由司機員 B 擔任正駕駛執行車輛操作，司機員 A 擔任副駕駛執行列車運轉監視及操作緊急緊軔。事故當日列車運轉情形如圖 1.10-2。

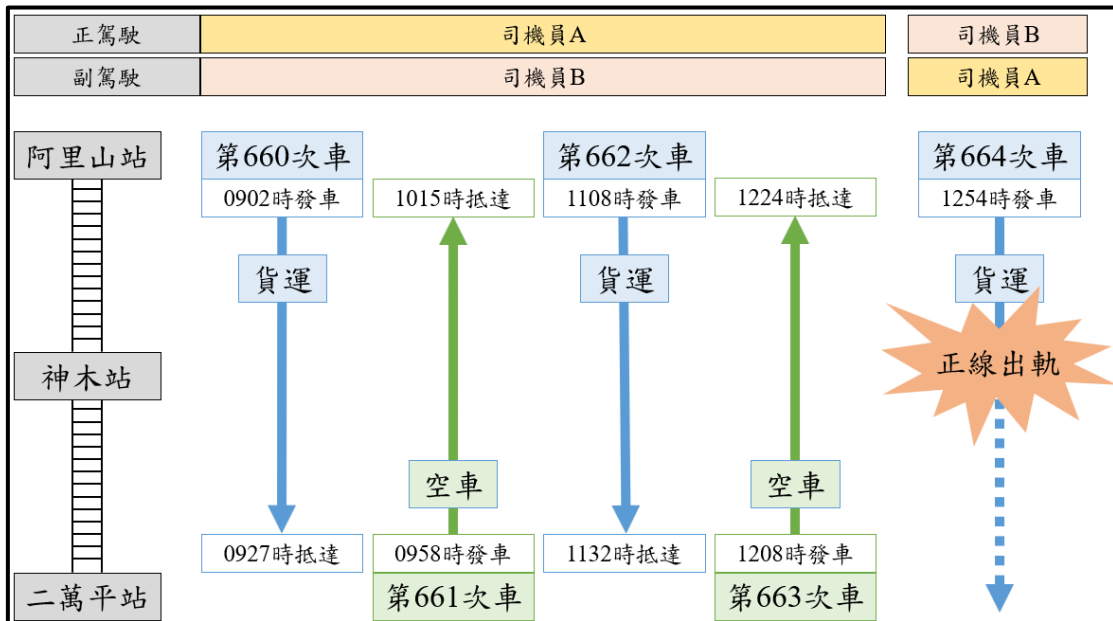


圖 1.10-2 事故當日列車運轉形

## 1.11 號誌與標誌

### 1.11.1 固定號誌

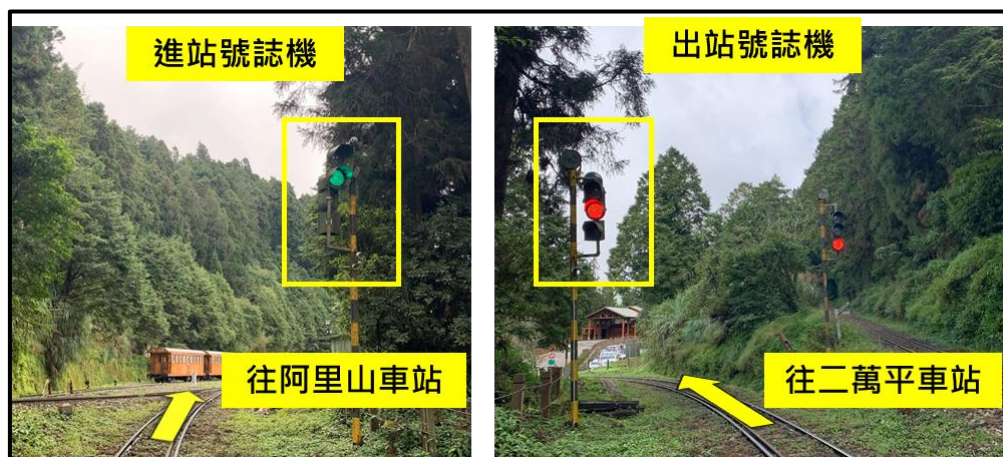


圖 1.11-1 阿里山車站進站及出站號誌機

依據「阿里山林業鐵路修建作業規定」第十節，阿里山車站內設

有進站號誌機及出發號誌機，分別對進入車站及由車站開出之列車顯示號誌，司機員便由號誌機燈號判定列車運行路徑開通狀態，綠燈表示路徑開通，允許列車通行，紅燈表示路徑禁止列車進入，如圖 1.11-1。

### 1.11.2 路線標誌

依據「阿里山林業鐵路修建作業規定」第十二節，事故路段內設有里程標誌、坡度及曲線標誌，其中曲線標誌曲率半徑 40 公尺設置於里程 69K+950，坡度千分之 50 之標誌設置於里程 69K+920，事故後林鐵處於坡度標誌上加裝速限 12 公里/時之慢行標誌，提醒司機員運行至該路段須注意及慢行，如圖 1.11-2。

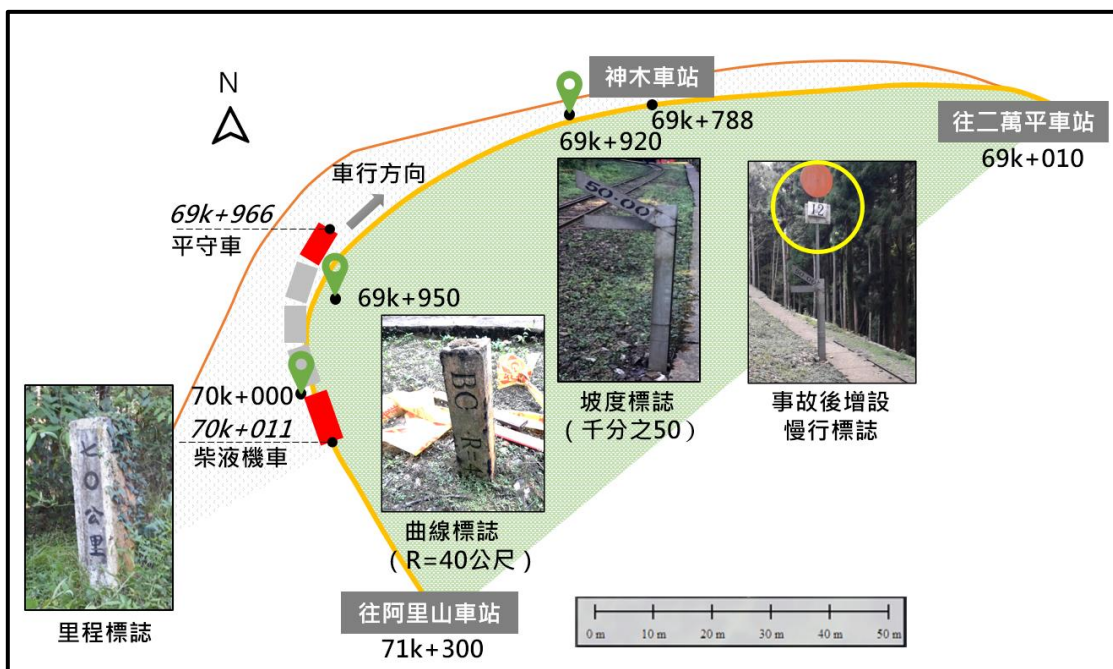


圖 1.11-2 事故路段路線標誌

## 1.12 通信

### 1.12.1 通聯系統

林鐵處設有無線電系統，並具有通話錄音功能，以作為車站、列車調度及行駛路線人員作業聯繫時使用，該系統包含手持式手機無線電機、車裝無線電機、中繼臺及基地台無線電機等設備，無線電錄音系統主機採異地備援模式，分別設置於林鐵處處本部、北門車站及阿里山車站，紀錄時間依網路時間每月人工校正一次，其中列車駕駛室內的司機員可透過車裝無線電機或手持式手機無線電機與車站人員進行通話。無線電網路架構如圖 1.12-1。

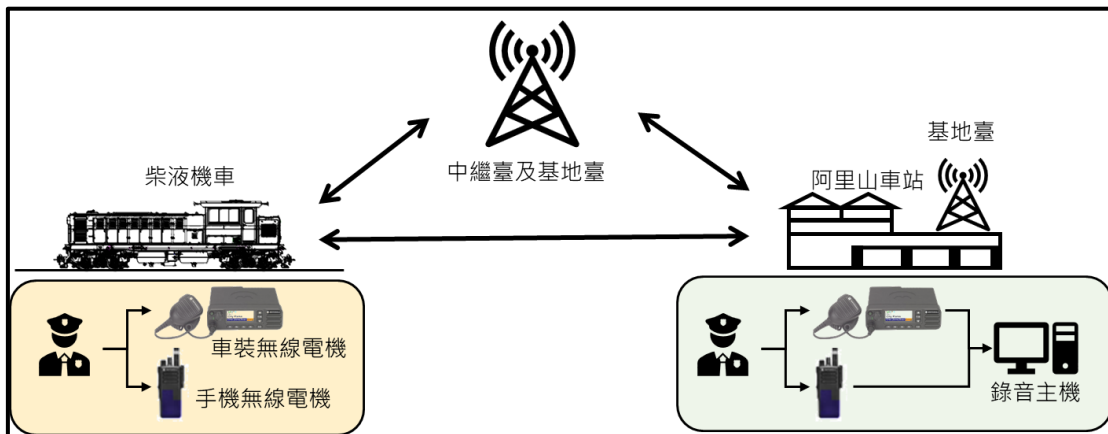


圖 1.12-1 無線電通訊傳輸架構

### 1.12.2 通聯紀錄

本案阿里山車站與神木車站、第 662、663 及 664 次車通訊抄件，如附錄 1。

## 1.13 軌道及車站資料

### 1.13.1 軌道線形及速限

阿里山林業鐵路軌道採用 762 公厘軌距，每公尺重量 22 公斤之

鋼軌，事故地點介於阿里山車站至神木車站間，本線里程 69K+966 處，車行方向往神木車站之右彎曲線，曲率半徑 40 公尺，坡度千分之 50。依「阿里山林業鐵路軌道、橋隧檢查養護作業規定」之各站段曲線軌距加寬及超高表，對應曲率半徑 40 公尺之軌距加寬為 20 公厘，超高為 49 公厘，曲線最高速限為 18 公里/時，曲率半徑 100 公尺以下須加裝防脫護軌。依林鐵處提供阿里山車站至神木車站之路線坡度及對應車速變化情形，如圖 1.13-1。

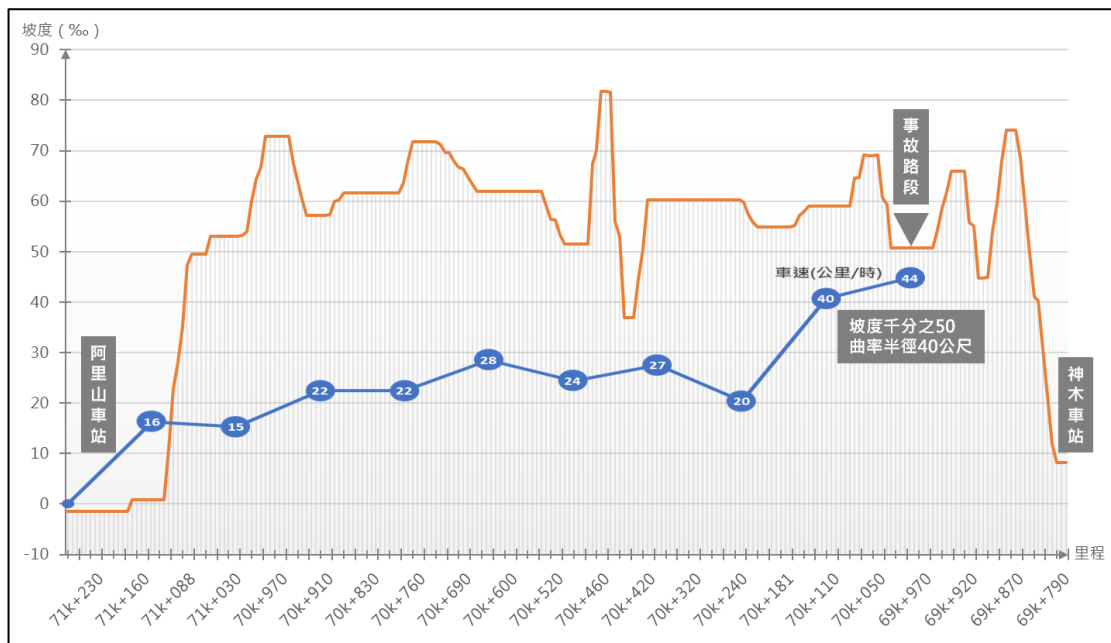


圖 1.13-1 阿里山車站至神木車站路線坡度及對應車速變化

### 1.13.2 軌道養護

林鐵處依據「行政院農業委員會林務局軌道設施督導小組設置暨作業要點規定」及「鐵路修建養護規則」第 165 條訂定「阿里山林業鐵路軌道、橋隧檢查養護作業規定」、「朝巡標準作業程序」及「路線檢查作業標準」，用以掌握路線使用情形及作為路線養護標準，其中與軌道檢查作業有關之項目及基本資料摘錄如表 1.13-1，

表 1.13-1 軌道檢查作業

路線檢查	檢查項目	作業方式	檢查人員
朝巡	路線障礙物、軌道異常及災害事故	人員步巡或機動道班車巡查	道班人員
月檢	軌道及配件、平交道、鋼梁橋軌道	人員步巡及不定期車巡	由監工區監工長、工務長及道班班長等組成檢查小組
季檢	軌道幾何線形、道岔	步巡手推軌道幾何檢測儀	由管理處、監工區監工長、工務長及道班班長等組成檢查小組
每年定期督導	實地檢視督導	人員現場檢查及召開檢討會議	三名以上督導委員參與

檢視事故里程範圍 70K+011 至 69K+966 之各項路線檢查結果，說明如下，

### 朝巡

調閱民國 109 年 10 月 1 日至 10 月 14 日巡路單，步巡範圍自阿里山車站到神木車站，路況檢視結果為正常。

調閱「阿里山段內沿線朝巡安全檢查紀錄表」109 年 10 月份，路線狀況及里程 70K+120 擋土牆檢視結果無異狀。

### 月檢

檢視近三個月月檢查計畫實施表(民國 109 年 6 月 21 日、109 年 7 月 6 日及 109 年 8 月 10 日)，未發現該事故路段有記錄鋼軌磨損、道釘浮起、道碴不足、路基鬆軟積水噴泥及護軌磨損、間距過寬等異常情形。

### 季檢

檢視民國 109 年第 2 季及第 3 季季檢查計畫實施表(109 年 4 月 28 日及 109 年 7 月 7 日)，未發現事故路段範圍有軌道線形不整(方向、軌距、水平、高低及平面性)之問題，改善結果確認採直接於表單上註記改善完成日期。另檢視第 2 季及第 3 季檢查結果，其他非事



故路段有 2 處發生軌距不整問題點被重複檢出，各於 109 年 7 月 12 日及 7 月 10 日改善完成，軌距不整問題點如表 1.13-2。

表 1.13-2 摘錄季檢軌距不整問題點

路線里程	季檢	軌距不整 標準值:762+7/-4 公厘
70K+953~954	第 2 季	+17.6 公厘
	第 3 季	+17.6 公厘
70K+235~236	第 2 季	+16 公厘
	第 3 季	+15.8 公厘

### 每年定期督導

檢視民國 108 年 8 月 5 日至 7 日林務局督導林鐵處會議紀錄，事故路段未有記錄異常之情形。

### 1.13.3 車站資料

阿里山車站配有一個月台及設置 7 个股道，其中第 1 股道連接通往神木線、祝山線及眠月線之行駛路線及維修車庫，事故當日第 664 次車停在第 2 與第 3 股道交匯處，以將股道旁堆積之舊道碴太空布袋吊掛至高甲車及平守車上，現場軌道配置說明如圖 1.13-2。

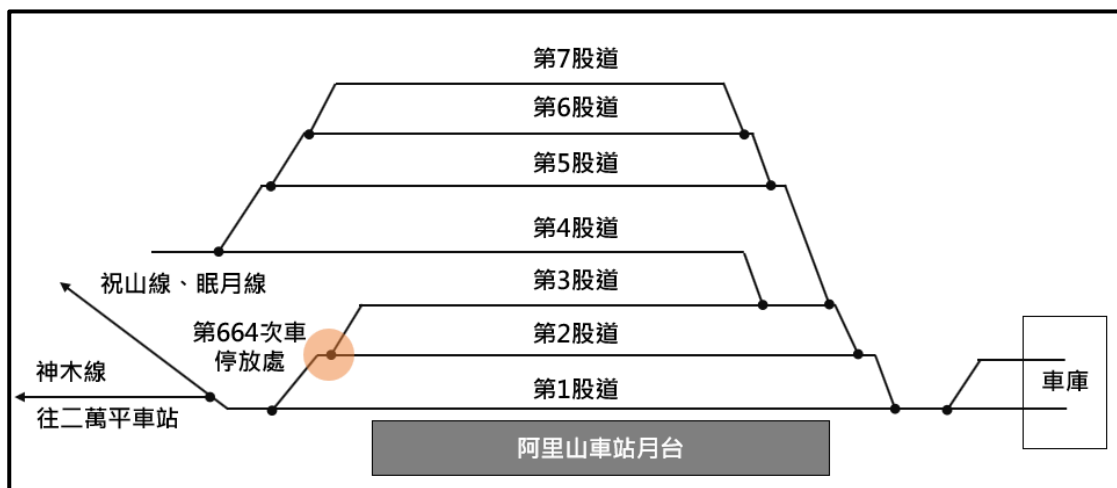


圖 1.13-2 車站軌道配置

## 1.14 紀錄器

事故發生後，調查小組自林鐵處取得下列紀錄裝置資料並進行解讀，項次 1 及 2 於柴液機車駕駛室內安裝位置如圖 1.14-1。

- 1.行車速度紀錄器 (tachograph, 俗稱大餅)
- 2.行車影像紀錄器
- 3.車站監視影像

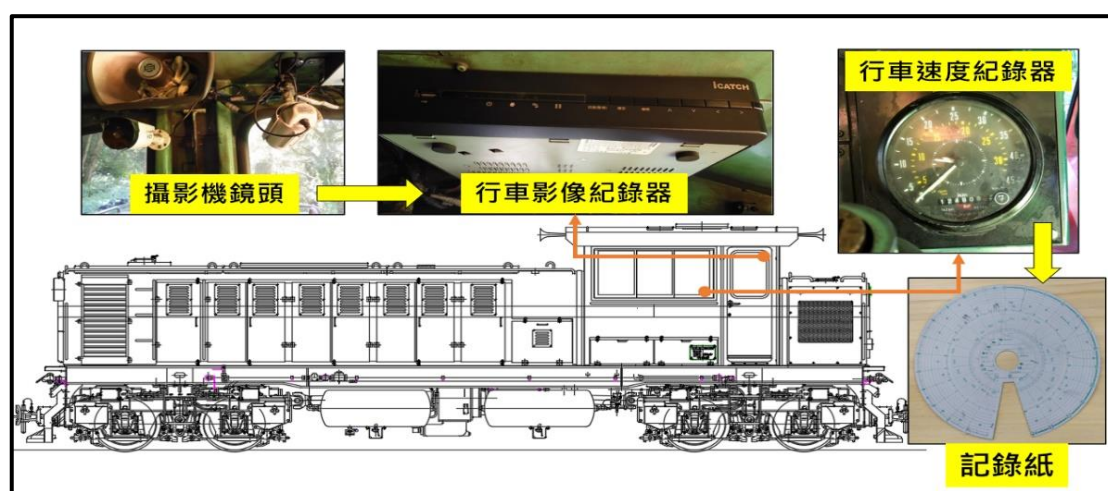


圖 1.14-1 行車速度及影像記錄器安裝位置

### 1.14.1 行車速度紀錄器

柴液機車透過安裝在逆轉機(reversing gear box)逆轉軸(reversing shaft)軸端的齒輪盒，利用轉速變換器偵測及輸出訊號來源，經轉速線連接至駕駛台行車速度紀錄器，廠牌/型號為日本矢崎(Yazaki)/TC015-77-45，紀錄紙型號為TCO15-7，為7日用型式，經取得事故當日10月15日之卡紙，並委託國內行車紀錄器廠商協助判讀當日由阿里山車站開往二萬平車站第660、662及664次車之車速情形，並以1.7節列車實際運行到開站時間為基準，與該紀錄器進行時間同步，紀錄器解讀結果如圖1.14-2至1.14-4，

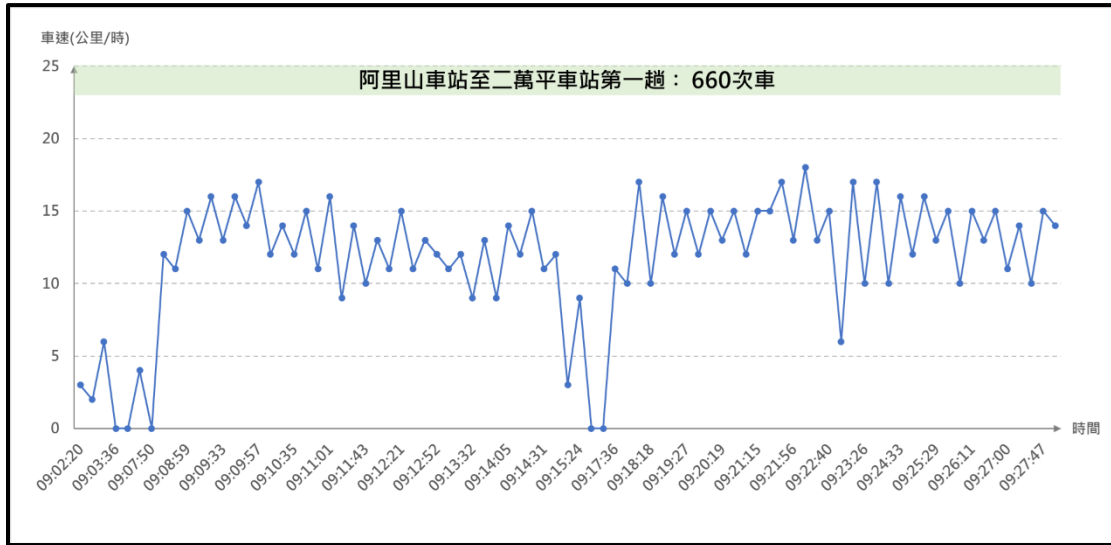


圖 1.14-2 第 660 次車行車速度記錄器解讀結果

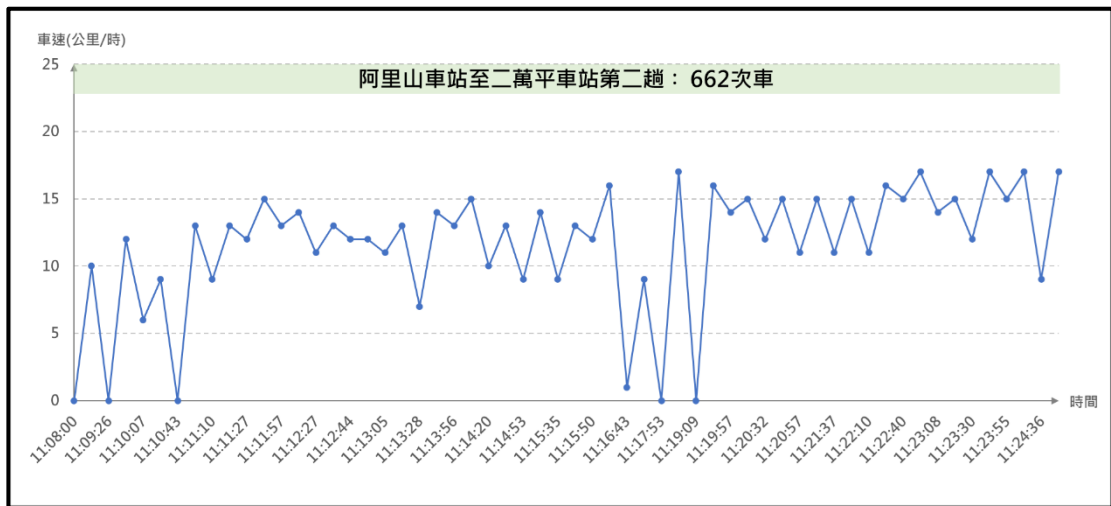


圖 1.14-3 第 662 次車行車速度記錄器解讀結果

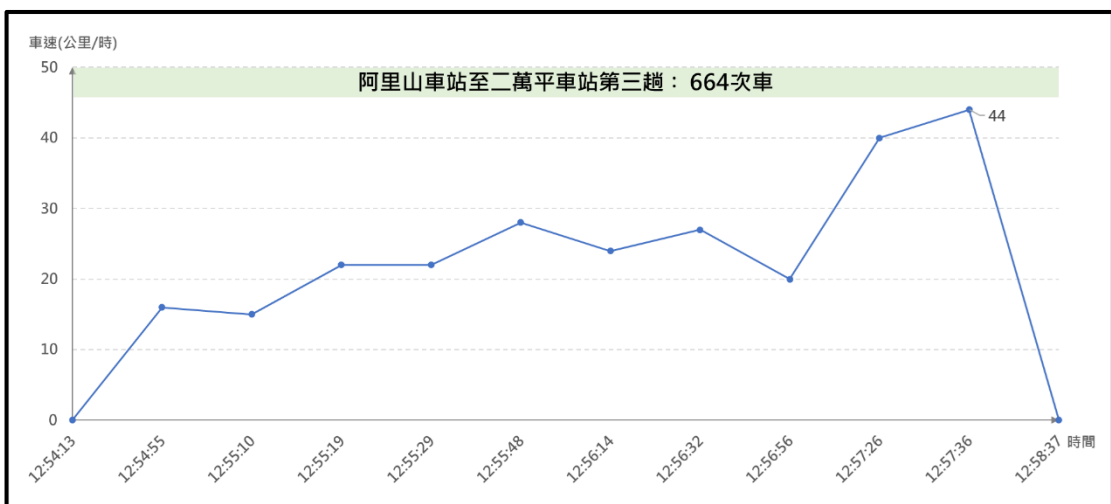


圖 1.14-4 第 664 次車行車速度記錄器解讀結果

### 1.14.2 行車影像紀錄器

DL-39 柴液機車裝有 1 具行車影像紀錄器主機及 2 組攝影鏡頭，林鐵處於民國 104 年度加裝，主機廠牌為 iCATCH，型號 CS-8804 AHD，2 組攝影鏡頭可分別記錄機關車外及車內運行狀態，經調查小組解讀後發現無民國 109 年 10 月 15 日事故當日影像紀錄。調閱當日「柴油機車行車保養日報表」，行車影像紀錄器由司機員開啟測試，當日測試結果正常，如附錄 8。

### 1.14.3 車站監視影像

調閱事故當日阿里山車站攝影機畫面，檢視第 660 次車及第 664 次車，分別於 0903 時及 1254 時載運舊道碴太空包袋開始駛離車站，其高甲車上之太空包袋採堆疊 2 層方式置放，如圖 1.14-5。



圖 1.14-5 第 660 及第 664 次車太空包袋置放情形

## 1.15 測試與研究

### 1.15.1 列車煞車性能測試

調查小組於民國 109 年 12 月 10 日會同交通部鐵道局及林鐵處至阿里山車站進行實車靜態及動態煞車測試。

本項測試係參考柴液機車於日常發車前需進行之煞車功能測試，及貨物列車聯結後整車組進行煞車氣軔貫通測試等實際使用條件，分別確認其柴液機車單機或整車組貫通煞車功能是否正常，並進行動態煞車測試，驗證列車在運行狀態下（車速 11 至 12 公里/時）操作常用緊軔及緊急緊軔之功能是否正常。

煞車測試分為柴液機車駕駛室的單閥功能測試，與連結三節高甲車與一節平守車組成的貨物列車編組後，以自閥進行煞車氣軔貫通測試，最後是分別測試柴液機車駕駛室與平守車車長閥的緊急煞車功能。除單閥、自閥與車長閥能啟動緊急煞車外，若列車靜止期間 MR 壓力低於 4.2 公斤/平方公分時，液體變速機都會自動維持在中立位，讓引擎處於惰速狀態，「空壓低」警示燈也會亮起。若列車運行期間 MR 壓力低於 3.2 公斤/平方公分時，此時緊急煞車亦會自動啟動，伴隨引擎轉為惰速狀態，液體變速機會進入中立位位置且「空壓低」警示燈亮起。

柴液機車煞車測試開始前，先以主風缸排氣閥將主風缸內剩餘的空氣壓力排空，並從空氣壓力錶確認 MR 壓力排空，且發現有白色液體乳化物混合氣體一併排出，如圖 1.15-1。

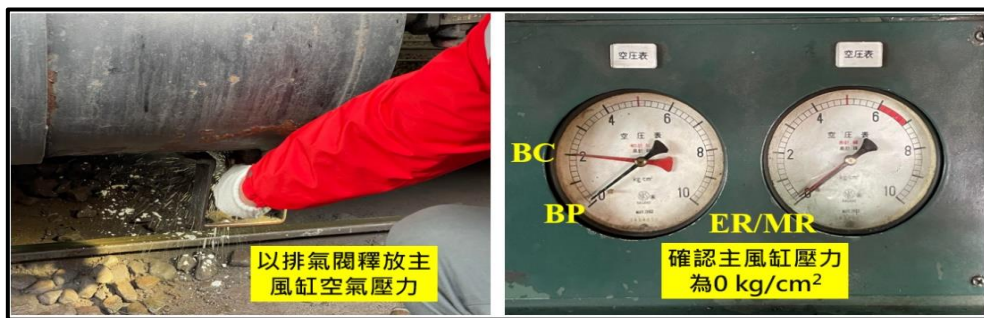


圖 1.15-1 確認主風缸內剩餘空氣壓力排空



圖 1.15-2 自閥洩氣聲產生處

啟動柴液機車引擎後，首先為 Type C600 空氣壓縮機作動使 MR 建壓，期間可明顯察覺自閥位置產生漏氣聲現象，如圖 1.15-2，待 MR 建壓至約 2.8 公斤/平方公分以上，該漏氣聲即消失。

在柴液機車靜止狀態並以 Type C600 空氣壓縮機建壓期間，亦可在逆轉把手與液體變速把手都處於「中立位」位置時，拉起控制台開關板上的空壓補助開關，此時再啟動 Type C3000 型空氣壓縮機進行快速充氣，如圖 1.15-3。待 MR 壓力充氣至 6 至 7 公斤/平方公分左右，表示主風缸建壓完成，此時兩個空氣壓縮機亦會自動停止，如圖 1.15-4。



圖 1.15-3 啟動 Type C3000 型空氣壓縮機快速充氣之方式

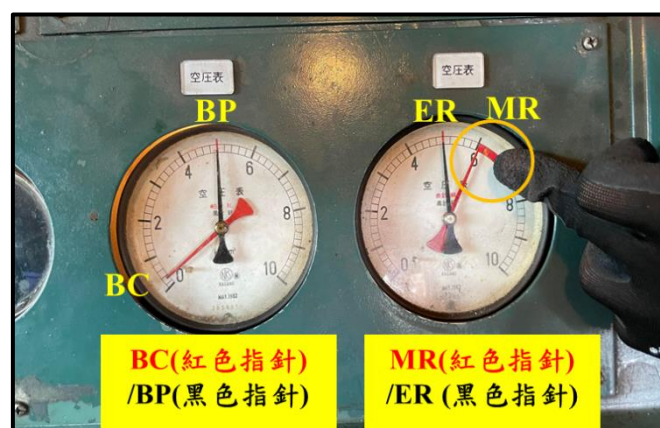


圖 1.15-4 主風缸建壓完成

煞車測試分為聯結前柴液機車的靜態煞車測試，及聯結完成後的車組動態煞車測試，如表 1.15-1 至表 1.15-9。

表 1.15-1 單閥靜態煞車測試-鬆軔位及運轉位


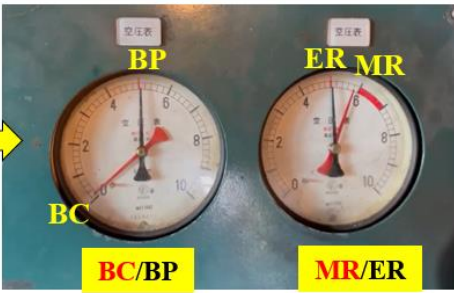
段位	保壓位→鬆軔位/運轉位	
單閥		
測試流程	將單閥分別由保壓位移至鬆軔位及運轉位，確認機車頭可釋放軔缸BC壓力至0公斤/平方公分。	

表 1.15-2 單閥靜態煞車測試-保壓位至慢緊軔位及快緊軔位




段位	保壓位	慢緊軔位/快緊軔位	
單閥			
測試流程	於機車頭軔缸BC壓力釋放情況下，將單閥由保壓位分別移至慢緊軔位/快緊軔位。	確認機車頭軔缸BC壓力上升，之後再移至保壓位維持BC壓力值。	

表 1.15-3 自閥靜態煞車測試-充氣位及運轉位



段位	保壓位→運轉位/充氣位	
自閥		
測試流程	將自閥分別由保壓位移至充氣位及運轉位，確認機車頭可釋放軔缸BC壓力至0公斤/平方公分。	

表 1.15-4 自閥靜態煞車測試-保壓位及常用緊軔位



段位	保壓位→常用緊軔位	
自閥		
測試流程	於軔缸BC壓力釋放情況下，將自閥由保壓位移至常用緊軔位。	確認BP由5公斤/平方公分減壓至4公斤/平方公分且軔缸BC壓力上升，再移至保壓位維持BP與BC壓力值。

表 1.15-5 自閥靜態煞車測試-緊急緊軔位


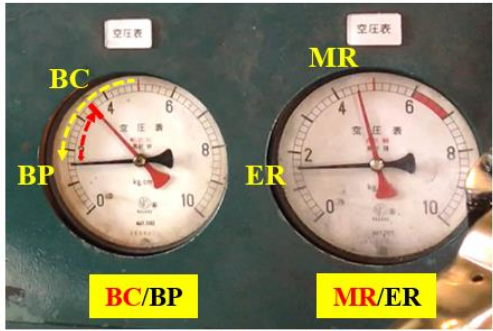
自閥	緊急緊軔位	
段位		
測試流程	<ol style="list-style-type: none"> <li>於軔缸BC壓力釋放情況下，將自閥由分持位移至緊急緊軔位。</li> <li>確認BP可由5公斤/平方公分快速減壓至2公斤/平方公分以下且軔缸BC壓力上升至3.5公斤/平方公分以上（註）。</li> <li>將自閥由緊急緊軔位移至保壓位。</li> </ol> 註：確保緊急緊軔後恢復MR之建壓時間不至於過久，本次測試確認BP可大量減壓且確實連動軔缸BC壓力上升後，即停止BP減壓。	

表 1.15-6 自閥靜態煞車測試-分持位




段位	保壓位→分持位		
自閥			
測試流程	<ol style="list-style-type: none"> <li>於靜止狀態下，將自閥由保壓位移至分持位，確認機車頭軔缸BC壓力上升，但BP恢復為5公斤/平方公分，車廂軔缸壓力釋放。</li> <li>確認守車BP壓力為5公斤/平方公分。</li> </ol>		



表 1.15-7 自閥動態煞車測試-保壓位及常用緊軔位



段位	運轉位→常用緊軔位	
自閥		
測試流程	<ol style="list-style-type: none"> <li>於運轉情況下，將自閥由運轉位移至常用緊軔位。</li> <li>確認機車頭BP由5公斤/平方公分減壓至4公斤/平方公分且軔缸BC壓力上升，再移至保壓位維持BP與BC壓力值。</li> <li>確認列車煞停。</li> </ol>	

表 1.15-8 自閥動態煞車測試-緊急緊軔位





段位	緊急緊軔位	
自閥		
測試流程	<ol style="list-style-type: none"> <li>於運轉情況下，將自閥由運轉位移至緊急緊軔位。</li> <li>確認機車頭BP可由5公斤/平方公分快速減壓至2公斤/平方公分以下且軔缸BC壓力上升至3.5公斤/平方公分以上。</li> <li>將自閥由緊急緊軔位移至保壓位。</li> <li>確認列車煞停。</li> </ol>	

表 1.15-9 自閥動態煞車測試-車長閥

段位	拉下後復位	
車長閥		
測試流程	<p>於靜止狀態下拉下機車頭車長閥，確認BP可由5公斤/平方公分快速減壓後，再予以復位。</p> <p>於靜止狀態下拉下守車車長閥，確認BP可由5公斤/平方公分快速減壓後，再予以復位。</p>	

### 1.15.2 列車運行阻力及制動力

本節係參考附錄 15，摘錄林鐵處「阿里山林業鐵路工程貨車牽引力、掣動力及傾斜度評估報告」內容，針對列車運行於阿里山車站往神木車站之下坡路段產生之力，及列車煞車系統可提供之制動力進行計算。一般若司機員操作司制閘產生之制動力已大於列車下坡路段產生之力，即可達到使列車減速之目的。有關路線基本資料、車輛編組及相關計算結果說明如下，

1. 路線基本資料：下坡路段，坡度千分之 50，曲率半徑 40 公尺。
2. 列車運行速度：18 公里/時（曲線段速限）、44 公里/時（列車傾覆時車速）
3. 第 664 次車編組：柴液機車聯結高甲車及平守車總重 88 公噸，如表 1.15-10。

表 1.15-10 第 664 次車編組重量計算結果

項目(公噸)	空重	載重 <sup>9</sup>	車輛數	總重
柴液機車	-	-	1	28
高甲車及平守車	6	9	4	60

列車運行至下坡路段產生之力，主要由坡道助力、行駛阻力及彎道阻力所組成，如表 1.15-11。

表 1.15-11 列車運行阻力計算結果

車速：18 公里/時			
阻力類型	重量 公噸	每噸阻力 公斤力/公噸	總阻力 公斤力
坡度阻力	88	-50	-4,400
行駛阻力	88	8.53	751
彎道阻力	88	11	968
列車運行阻力合計			-2,681

<sup>9</sup> 載重以標示最大限制重量 9 公噸進行計算。

車速：44 公里/時			
阻力類型	重量 公噸	每噸阻力 公斤力/公噸	總阻力 公斤力
坡度阻力	88	-50	-4,400
行駛阻力	88	9.74	857
彎道阻力	88	11	968
列車運行阻力合計			-2,575

列車制軔力計算：以操作柴液機車駕駛室之司軔閥把手，各就 1.18.2 節司機員 B 訪談所提操作自閥使用常用緊軔段位 1 公斤/平方公分，及實車動態測試常用緊軔段位作動初始值 2.2 公斤/平方公分及常用緊軔段位最大值 3.5 公斤/平方公分產生之制軔力進行比較，計算結果如表 1.15-12。

表 1.15-12 列車制軔力計算結果

車速：18 公里/時					
項目	軔缸壓力 公斤/ 平方公分	a 軔缸作動力 公斤力	b 軔塊 摩擦係數	c=a*b 制軔力 公斤力	總制軔力 公斤力
柴液機車	1	4,222	0.22	929	1,626
高甲車+平守車		3,169		697	
柴液機車	2.2	12,015		2,643	4,628
高甲車+平守車		9,020		1,984	
柴液機車	3.5	20,459		4,501	7,880
高甲車+平守車		15,358		3,379	
車速：44 公里/時					
項目	軔缸壓力 公斤/ 平方公分	軔缸作動力 公斤力	軔塊 摩擦係數	制軔力 公斤力	總制軔力 公斤力
柴液機車	1	4,222	0.17	716	1,254
高甲車+平守車		3,169		538	
柴液機車	2.2	12,015		2,038	3,569

高甲車+平守車		9,020		1,530	
柴液機車	3.5	20,459		3,471	6,076
高甲車+平守車		15,358		2,606	

### 1.16 舊道碴清運作業

林鐵處為辦理阿里山車站、車庫、73 及 74 號鋼橋之軌道 PC 枕鋪設、道碴整理及填鋪作業，於民國 109 年 7 月 8 日舉行工程合約開標作業，由廠商「元山土木包工業」得標執行阿里山車庫維修股線改善工程。事故當日為廠商執行阿里山車站舊道碴運棄工作項目，將阿里山車站軌道第 2、3 及 5 股道旁堆放之舊道碴太空包袋，如圖 1.16-1，用開挖機吊掛搬運至高甲車及平守車，由司機員駕駛貨物列車運送至二萬平站後，再由廠商安排卡車卸載清運。當日舊道碴清運數量及重量登載於林鐵處貨運日報及運輸貨票，如附錄 13。

事故發生後，僅 6018 高甲車所載太空包仍在車斗內，其餘車輛因翻覆，已無法辨識散落太空包袋之原屬車輛。調查小組會同林鐵處量測 6018 高甲車所載太空包袋，重量及數量如表 1.16-1 所示。



圖 1.16-1 阿里山車站舊道碴太空包袋堆放情形

表 1.16-1 6018 高甲車太空包袋數量及重量

袋號	重量 (單位：公斤)	袋號	重量 (單位：公斤)
1	812	9	545
2	748	10	631
3	600	11	532
4	544	12	514
5	440	13	570
6	517	14	92 <sup>10</sup>
7	590	15	547
8	431	16	319

事故當日 6018 高甲車載有 16 個太空包，總重量為 8,432 公斤，即 8.432 公噸。

## 1.17 相關規章

### 發車前整備

自「阿里山森林鐵路列車運轉作業程序<sup>11</sup>」節錄如下，

#### **貳、列車開車前作業**

##### **第一節 機車整備**

- 二、正、副駕駛應於列車開行前一小時到庫出勤，三十分鐘內完成整備工作。機車整備完成後，由調車士引導進站。
- 三、先依規定進行勤前教育，閱讀相關文件。查驗前一天機車使用後登紀簿所登錄之機車狀況，確認機車已檢修正常。閱讀公告欄上所指示平交道或施工等應慢行路段之公告。
- 四、開啟排洩旋塞，將燃料箱及儲氣風缸內沉澱水份雜質排出。執行靜態檢查工作並記錄於「行車及一級檢修紀錄表」。

<sup>10</sup> 14 號袋破損

<sup>11</sup> 文件編號：標-02，修訂日期：100 年 10 月 20 日，版次：2

- 五、引擎起動溫車，儲氣風缸增壓至工作壓力，作軋機性能測試。  
檢查燃料及矽砂是否足夠。攜帶機油、止輪器、復軌器、氣軋軟管、三角皮帶、隨車工具及安全帽等物品。
- 六、檢查駕駛室各儀錶、指示燈及前後照明燈，確認功能正常後將「行車及一級檢修紀錄表」送至車庫調度員簽認後核准出庫，再由調車士引導出庫。

### **第二節 客貨車整備**

- 七、檢車士與調車士溝通並決定所使用之客車廂。
- 八、檢車士依據「客貨車使用及一級檢修紀錄表」逐車做各部檢查，添加潤滑油脂，並包括下列工作：
- (一) 軋塊、輪緣與車輪踏面是否到限。
  - (二) 前後聯接器彈簧力是否需調整。
  - (三) 各部固定螺栓有否鬆弛。

### **第三節 列車編組與執行**

- 九、列車編組由調車士、檢車士與正、副駕駛共同執行。
- 十、調車士使用旗號及無線電指揮駕駛進行車輛編組，調車士負責操作聯結梢及確認聯結完成。
- 十一、氣軋軟管、電纜線、播音線等連接及角旋塞之開啟由檢車士負責。
- 十二、電纜線、氣軋軟管之長度及氣軋軟管接頭處漏氣等情形，應由檢車士檢查並調整至正常。
- 十三、副駕駛在駕駛室操作司軋閥，正駕駛與檢車士逐車調整保持閥以控制軋缸縮回時間，必要時由檢車士調整軋缸活塞行程，以確保煞車功能正常，避免制軋時車輪滑走。
- 十四、列車聯掛完畢後經檢車士、正副駕駛進行氣軋貫通試驗，若列車由兩輛動力車聯掛編組，則中間輔助機車駕駛員須將司軋閥連通軋管之重聯塞門關閉。確認軋機系統作用正常後，檢查人員在軋機機能檢視單上簽名。檢視單交給車

長確認，將列車開進月台等待旅客上車，由車長將檢視單送交站長審核後開車。

十五、列車推進運轉前，守車乘務員應先行測試汽笛、車長閘及確認守車氣軔壓力錶已達  $5 \text{ kg/cm}^2$ 。

十六、無指派守車乘務員之列車，由車長負責守車乘務員之工作，應含測試汽笛、車長閘及確認守車氣軔壓力錶已達  $5 \text{ kg/cm}^2$ 。

參、列車運轉中作業

第一節 乘務員列車運轉中作業

十八、速度控制：

(六) 守車乘務員或車長發覺車速過快、有安全之虞時應以無線電聯絡駕駛確認，必要時操控車長閘制軔減速。

二十二、機車駕駛室各監控儀錶數據應紀錄於「行車及一級檢修紀錄表」。運轉中駕駛應隨時注意總風缸壓力、機油壓力、冷卻水溫儀錶及發電機組狀況。

自「機車執勤作業標準書<sup>12</sup>」節錄如下，

4-1 出庫前準備程序

4-1-1 辦理勤前教育：「勤前教育日誌」由調度員填寫，表列人員簽認。內容登載當日之車次、乘務人員、檢車人員、當日任務須注意事項、路線應注意事項、長官交代事項及其他乘務相關注意事項，駕駛人員應詳讀「勤前教育日誌」登載之內容，以了解當次之任務及應注意事項。

4-1-2 酒測、量血壓及服裝儀容檢查：「酒測、量血壓及服裝儀容檢查表」由調度員填寫、審核，受測人員簽認。內容登載乘務人員、檢車人員等應到班時間、實際到班時間、受測時間、酒精濃度數值、血壓數值、服裝儀容是否整齊等，以了解受測人當時之身體狀況是否適合

---

<sup>12</sup> 民國 101 年 5 月新制定

- 執勤。如酒測顯示超出  $0.000\pm 1$  或測量血壓超出「鐵路行車人員技能體格檢查規則」第 13 條規定，應判定為不合格，受測人不得執行當次勤務，並依規定呈報上級，檢討改進。
- 4-1-3 檢查攜帶物品：機車駕駛人員應檢查是否攜帶矽砂、備用機油、止輪器、復軌器、氣軔軟管、三角皮帶、隨車工具箱、安全帽、平交道遙控器、行車紀錄器等物品，於機車運轉中發生基本故障時可隨時予以更換。
- 4-1-4 機車駕駛人員依照「柴油機車行車保養日報表<sup>13</sup>」項目進行出車前保養。
- 4-1-5 機車駕駛人員填寫「機車使用前後工作日誌」並簽認。並閱覽當次使用機車，於之前使用紀錄中之問題點是否已修復或堪用。如未修復或發現新故障點且已足以影響行車安全，則應請求調度員予以更換機車。
- 4-1-6 機車駕駛人員填寫「柴油機車行車保養日報表」完成並送交調度員簽核、蓋出庫章，完成出庫準備程序。
- 4-1-7 機車駕駛人員依表訂出庫時間，以無線電聯絡始發車站，確認後始得出庫。如為調車機車或需連結車廂，則需聯絡運務調車人員隨車指揮。
- 4-2 本務機車到達始發車站
- 4-2-1 由運務調車人員指揮連結車廂。
- 4-2-2 駕駛人員、守車人員、檢車人員依「阿里山森林鐵路列車開車前軔機機能檢視單<sup>14</sup>」辦理開車前各項機能測試，各相關人員應於表單填寫測試時間、測試結果並簽名，最後由列車長送交站務長檢視簽認。
- 4-2-3 如當次以聯控方式行駛，則駕駛人員於開車前須依照「阿里山森林鐵路聯控列車開車前測試表」辦理各項測試並確認簽名，於回庫後連同「柴油機車行車保養日報表」一起交回。
- 4-2-4 本務機車於到站連掛車廂後，辦理軔機機能測試時如發現故障，應會同檢車士確認故障，予以檢修或更換

---

<sup>13</sup> 詳附錄 8

<sup>14</sup> 詳附錄 2



車輛，並再次測試確認完成後始得發車。檢車士應將故障檢修或更換車輛登載於「客貨車工作日誌」及「客貨車使用前後保養日報表」以利進行後續追蹤維修。

自「阿里山森林鐵路動力車駕駛人員須知<sup>15</sup>」節錄如下，其中，條文內容未見有關列車運行中煞車失效之處置說明，

肆、行車中應行遵守事項

十六、駕駛人員應力求列車運轉準時及行車平穩。

二三、副駕駛在運轉中，發現有危險必要需緊急停車時應操作緊急闕煞車。

### **貨物裝載**

自「阿里山林業鐵路貨物運送契約<sup>16</sup>」節錄如下，

#### **總則**

填具運送申請書：託運人託運貨物時，應依下列規定填具運送申請書對林鐵及文資處負責。

貨名、數量、重量或體積包裝之種類標記。

起運站名。

到達站名。

受貨人姓名，或商號名稱及住址。

付費方式（有特別約定時，填明其約定條件）。

填寫託運單之年、月、日。

託運人之姓名或商號名稱及住址。

#### **承運**

查驗：託運之貨物，林鐵及文資處應根據運送申請書之記載，就其數量及重量等項，會同貨主查驗。如查有與運送申請書上填註各項不符或包裝不良者，應由託運人加以更正，或整理後始得承運。

#### **運送**

整車貨物裝卸時間規定如下：

---

<sup>15</sup> 民國 99 年 2 月制訂

<sup>16</sup> 無文件編號、制訂或修訂日期及版次

危險品類自林鐵及文資處調妥車輛，貨主自行裝卸之時起一小時。  
其他貨物二小時。

整車貨物之裝卸，概由貨商自行辦理。

裝載之限制：整車貨物裝載之重量、高度、寬度、長度不得超過下列各款之限制：

重量不得超過貨車標記載重。

長度及寬度不得伸出貨車邊或車身周圍內層直立面。

高度不得超過貨車之裝載高度。

林鐵處依據「阿里山森林鐵路貨物運送實施要點」，辦理託運人之貨物運輸作業，其中有關貨物之尺寸及重量限制規定彙整如下，

八、(二) 整車貨物之總重量，應不超過貨車載重標記，但跨裝二車以上之貨物，以不超過所使用貨車之總載重標記為限。

十二、填具運送申請書：託運人託運貨物時，應依下列規定填具運送申請書對本路負責。

(一) 貨名，數量，重量，或體積包裝之種類標記。

十八、查驗：託運之貨物，本路應根據運送申請書之記載，就其數量，重量及標籤等項，會同貨主查驗。如查有與運送申請書上填註各項不符或包裝不良者，應由託運人加以更正，或整理後始得承運。如與託運人填明者並無不符時，其費用及因此發生損害賠償，由本路負擔。

十九、承運：貨運之承運整車貨物，經承運員司查驗過磅於貨主自行裝車完畢會同加封，並認收後即為承運。

二十六、裝卸費用：整車貨物之裝卸，概由貨商自行辦理。

二十七、裝載之限制：整車貨物裝載之重量，高度，寬度，長度不得超過下列各款之限制：

(一) 重量不得超過貨車載重標。

(二) 長度及寬度除跨乘二車以上者，不得伸出貨車邊或車身周圍內層直立面以外。

(三) 高度不得超過貨車之裝載高度，但如以屋頂形裝載時，其中部得突出○·三公尺，兩側必須較車邊平均逐漸低下○·三公尺。

四十三、超裝：整車貨物之裝載重量及容積，超過本要點第二十七條規定之限制時，發現之車站應依左列規定處理之。

(一) 在中途站發現者，其逾重部分應予卸下，由託運人搬回或按整車託運核收運費及雜費。

(二) 在中途站發現者，其逾重逾積部分應予卸下，並由處理站另按整車計算及雜費另行起票，由到達站向受貨人核收之。

(三) 在到達站發現者，逾重逾積部分，應按整車運價計算運費及雜費向受貨人補收之。

### 列車運轉速限

「阿里山森林鐵路列車運轉作業程序<sup>17</sup>」及「阿里山林業鐵路行車實施要點<sup>18</sup>」中皆有列車運轉速度的規範，自「阿里山森林鐵路列車運轉作業程序」節錄如下：

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：

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-二萬平	25	22	
二萬平-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	

各區段直線運轉速度得誤差百分之十以內。

(二) 列車通過對向轉轍器時，行車時速不得超過12公里，但有指定運

<sup>17</sup> 民國99年2月制訂

<sup>18</sup> 民國99年6月制訂

轉速度者應依所指示速度行駛。

(三)通過位於彎道上轉轍器之行車時速不得超過 10 公里。

(四)通過施工路段、坍方路段及慢行路段，行車時速不得超過 12 公里，但有指定運轉速度者應依所指示速度行駛。

(五)進、出站時，行車時速不得超過 12 公里。

守車乘務員或車長發覺車速過快、有安全之虞時應以無線電聯絡駕駛確認，必要時操控車長閘制軔減速。

### 行車超速查核

「阿里山森林鐵路行車超速查核與處理須知」訂有行車超速查核及處理規定，節錄如下，

#### **貳、行車超速查核**

五、車庫主任必須指派專人審查車速紀錄。

六、行車保養時駕駛必須檢查確認車速紀錄器作用正常。如故障應即排除，無法排除時應請求換車速紀錄器作用正常之機車。

七、完成列車運轉後駕駛必須繳交行車保養紀錄表及車速紀錄紙以供審查。審查完成，審查人員及車庫主任在行車保養紀錄表及車速紀錄紙上核章。

八、未超速之車速紀錄紙保存 2 年備查。超速之車速紀錄紙上註記車次、當務駕駛姓名、區段、時間範圍、平均車速、每小時超出公里數（1 級或 2 級超速）。審查核章後依本須知參、行車超速處理規定辦理。

九、車庫主任每月應將行車超速處理情形（附超速之車速紀錄紙），以量化方式簽報鐵路課核備。

十、鐵路課應不定期派員抽查行車保養紀錄表及車速紀錄紙審查情形，抽查結果應陳報核備。

十一、阿里山森林鐵路每季季安全檢查，檢查人員應將行車超速審

查情形列為檢查重點。

### 參、行車超速處理

十二、行車超速分為 2 級，超出第 1 級以外之列車運轉速度為第 2 級。

(一)、行車超速第 1 級列車運轉速度範圍如下表：

起訖站	直線最高速	曲線最高速
嘉義~北門	33~36	28~31
北門~竹崎	50~54	40~43
竹崎~二萬坪	28~31	22~25
二萬坪~阿里山	28~30	18~20
阿里山~祝山	22~24	18~20
阿里山~眠月	22~24	18~20
阿里山~水山神木	22~24	18~20

前項行車超速第 1 級列車運轉速度範圍包括牽引及推進速度。

(二)超出本辦法第二點第(二)、(三)、(四)、(五)限速 2 至 3 公里者為第 1 級行車超速，超出 3 公里以上者為第 2 級行車超速。

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。

十四、第 1 級行車超速駕駛依下列各款處理：

(一)年度內第 1 次行車超速駕駛，接受車庫主任再教育 1 小時課程。課後駕駛並提出心得報告。

(二)年度內第 2 次行車超速駕駛，接受車庫主任再教育 2 小時課程。課後駕駛並提出心得報告。

(三)教育課程內容包括：行車實施要點、平交道防護設施須知、列車運轉作業程序、動力車駕駛人員須知、乘務員守則及無

線電指認呼喚應答規定。

(四)全年行車超速3次(含)以上駕駛，車庫主任應簽報鐵路課議處。

十五、第2級行車超速駕駛，車庫主任應即簽報鐵路課議處。本須知報奉林務局核備後實施。

### 車種轉換(執勤資格)

林鐵處之新進人員訓練及在職訓練是依「教育訓練程序<sup>19</sup>」進行，節錄如下

#### 6-2 新進人員訓練

6-2-1 配合林務局舉辦之訓練，指派新進人員參加。

6-2-2 由各服務單位安排資深人員個別指導有關之工作技能、知識、技術與品質觀念。

6-2-3 專業性訓練：凡從事專業性工作之作業人員，於正式投入工作之前由各用人單位實施職前教育訓練，依『鐵路行車人員技能體格檢查規則』及本處『行車人員技能體格檢查作業程序』技能檢定合格或取得證明文件後，才可正式投入工作單位。

#### 6-3 在職訓練

6-3-1 配合林務局舉辦之訓練，指派在職人員參加。

6-3-2 鐵路課依本處『行車人員技能體格檢查作業程序』擬定之教育訓練計畫書實施。

6-3-3 由各單位視實際需求，簽辦教育訓練申請，經單位主管同意後辦理訓練。

林鐵處參考交通部「鐵路行車人員技能體格檢查規則」，在「行車人員技能體格檢查程序<sup>20</sup>」中訂有客貨車駕駛人員技能檢定項目，節錄如下：

6-3 機務人員技能檢定項目如下：

---

<sup>19</sup> 文件編號：鐵-06，制訂日期：101年5月，版次：1

<sup>20</sup> 文件編號：鐵-01，制訂日期：101年5月，版次：1

### 6-3-1 客貨車駕駛人員

#### 6-3-1-1 學科項目

- (1) 鐵路概論。
- (2) 號誌路線。
- (3) 鐵路車輛。
- (4) 檢查維修。
- (5) 運轉規章
- (6) 運轉理論。
- (7) 作業安全。

#### 6-3-1-2 術科項目：

- (1) 速度觀測。
- (2) 軀機操作。
- (3) 軀機以外機器之操作。
- (4) 準點運轉
- (5) 緊急應變

### 6-4 行車人員體格檢查

6-4-1 新進人員：新進人員應經公立醫院、行政院衛生署評鑑合格之教學醫院或交通部同意之醫療機構，依附件體格檢查表施行體檢合格。客貨車駕駛人員並應經適性檢查合格，適性檢查項目含速度預測力、反應注意力、雙手協調性及左右眼深度立體知覺。

#### 6-4-2 現職人員：

(1) 駕駛人員每年至少檢查一次。但年逾六十歲者，每半年檢查一次。

(2) 其餘行車人員每3年依附件體格檢查表施行體檢合格。

6-4-3 現職駕駛人員及乘務行車人員：每3個月辦理尿液檢查，檢查項目包括嗎啡、大麻、安非他命及MDMA四項毒品反應。

## 1.18 組織與管理

林鐵處隸屬於行政院農業委員會林務局，其經營之阿里山林業鐵路，依據鐵路法第 38 條規定，以專用鐵路兼營客貨運方式進行營運。另依據鐵路法第 45 條訂定之「地方營民營及專用鐵路監督實施辦法」，林鐵處由交通部鐵道局進行監督，包含定期提送鐵道局營運績效、營運狀況及安全管理報告等相關資料進行備查，並受鐵道局每年定期檢查一次。林鐵處組織架構如圖 1.18-1。

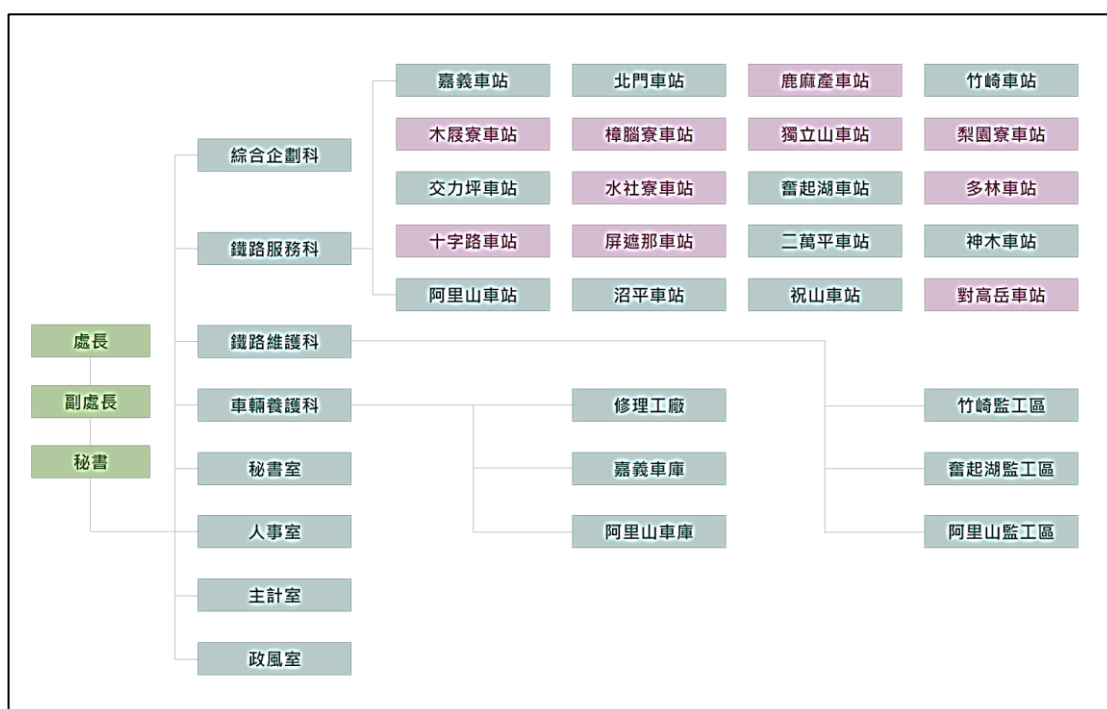


圖 1.18-1 林鐵處組織架構

## 1.19 訪談摘要

### 1.19.1 司機員 A

該員具客車與貨車駕駛勤務資格，當天約 0730 時報到即啟動機關車，出車前先檢查機車及準備程序約 1 小時，於 0810 時至 0820 時完成聯結本日任務的工程貨車後，再進行氣軔貫通測試。

氣軔貫通測試由正、副駕駛、檢車員與調度員相互協助進行 BP



減壓 1 公斤/平方公分、保壓與分持漏氣測試，期間調整軔缸活塞行程長度與煞車閘瓦間距。正駕駛執行司軔閥操作，副駕駛調整出氣孔大小與煞車閘瓦間距。煞車測試時 BP 減壓 1 公斤/平方公分，確認無誤後再鬆軔。主風缸氣壓打滿是 7 公斤/平方公分，低於 6 公斤/平方公分時 C600 空壓機會啟動打氣，機車運行移動或操作變速位時 C3000 空壓機才會輔助充氣，且有氣動式開關控制其動作。規章有規定煞車測試發生異常時不能出車，但空壓機建壓時間沒有標準。

在駕駛室內使用大支司軔閥作動煞車時，機車與車廂都會有煞車，當天測試時軔缸活塞的作動都是正常的，伸長量約 10.5 公分，會使用尺量測，活塞拉桿也未調整。煞車測試時要緊軔後 50 秒再鬆軔。目前貨車使用的煞車系統都是 K 閥，而客車則是用 EA 閥，兩者都可以階段性減壓增加煞車力，差別是前者只能一次性完全鬆軔，後者可以階段性減少軔力。

考克 (Cock) 開啟與關閉由檢車員進行，氣軔貫通後由副駕駛執行氣軔貫通測試。由之前的經驗傳承，重載時要控制活塞作動 50~60 秒內完成，以利控制車速，出車前也會執行守車的車長閥測試。行駛期間煞車停車後若覺得氣壓不足，應等候建壓完成後再恢復行駛。

裝載完成出發前，要確認貨物內容、固定方式與總重後再通知司機員，第一與第二趟是由該員擔任正駕駛，煞車情況一般都正常；第三趟為另一位司機員駕駛，該員擔任副駕駛，於運轉期間執行運轉監視與緊急緊軔的工作。出發後遇下坡路段時，感覺到氣軔力不足，BP 減壓 1 公斤/平方公分後煞車力也不足。這台機車的分配閥於主風缸壓力 6kg 跳 7kg 時會卡住，那時要敲一下 C3000 空壓機才會順利啟動，煞車力也比較弱。下坡時主要用調整大支司軔閥控制全車煞車出力的方式來調整速度。

目前依規定二萬平站以下至竹崎的速限是 22 公里，二萬平以上的速限是 18 公里，此外路線上的每個彎道還有其特定速限要遵守。

司機員訓練時要進行術科 500 小時訓練，期間由退休師傅進行機

械認識與實作，另有學科訓練，學科（客車 120 小時）與術科訓練時數滿後報考駕照（貨車單機訓練之後有考核），取得駕照後的技能維持方式是一年檢定 2 次。該員是臺鐵第一批訓練的司機員。

目前林鐵處對貨物列車有編排出車的時刻表與趟次，等裝載完成後就可以開車。事故當天預計進行 4 個趟次的運行，前兩趟是由該員進行駕駛。整備時間訂為出車前 2 小時進行（至少有 1 小時以上），測試期間若感覺煞車力不足時，會進行軔缸與拉桿間隙距離的調整。

於氣軔貫通測試、空壓機油高度、閘瓦厚度不得小於 1 公分等檢查項目都有手冊規範。軔塊低於 1 公分需進行更換，依經驗傳承車廂的軔塊不能一次全換，否則新軔塊軔力會不足。事故當天編組的主風缸建壓時間正常，只是機車的分配閥會要跳不跳的。過去經驗 MR 軔缸壓力用掉 1 公斤/平方公分，回補時間大約需要 30 秒。煞車測試期間，在煞車完後會先進行保壓一陣子之後再鬆軔。該員認知是 MR 壓力應維持在 6 至 7 公斤/平方公分，運行期間操作煞車時若 MR 壓力低於 6 公斤/平方公分時應停車。

事故前一天有對機車做油水檢查與軔塊調整工作，出發前確認 MR 壓力 6 公斤/平方公分以上後就發車，發車前用小支司軔閥做煞車測試。機車設計是有變速機入檔時，即使用氣軔還是會有動力，此外沒有使用變速箱進行液力煞車的功能，出發時會是下坡，進入阿里山車站時就是要維持時速 12 公里以下運行。待完成與貨車連接後，先做 BP 減壓 1Kg/ cm<sup>2</sup> 漏氣測試，期間確認活塞長度。守車上有 BP 壓力錶，可觀察 BP 有無貫通。此外，不會做駕駛室內的車長閥緊急緊軔的測試，只會做守車的車長閥緊急緊軔測試。

煞車測試的步驟分別是，強制鬆軔、鬆軔、分持、保壓、常用緊軔、緊急緊軔測試，與守車喇叭與其車長閥緊急緊軔測試。

常用緊軔減壓且保壓後，若要增加煞車力，須強制鬆軔後再次用常用緊軔減壓並保壓，若無強制鬆軔直接再次減壓，則 BP 會減壓但不會增加煞車力。貨車使用 K 閥，客車使用 EA 閥，只有 EA 閥可以

階段緊軔，所以用開客車的開法開貨車可能會導致煞車力不足。事發前有反應司軔閥與分配閥有異常，但維修人員表示沒有零件可更換。

翻車前該員有聽到正駕駛啟動煞車，但正駕駛說沒氣，該員也聽到煞車放氣很不正常，車輪要有旋轉 C3000 空壓機才能運作充氣。該員經驗是直線段才能緊急緊軔，在彎道用緊急緊軔會導致出軌與翻覆。運行期間該員感覺是正駕駛用操作 K 閥方式在進行煞車。

發生事故的第三趟該員在副駕駛座觀察，只能啟動車長閥、撒沙與喇叭。此外，僅能由運作聲音確認 C3000 與 C600 空壓機有無作動，儀表上並沒有顯示燈可以確認，開車時很吵也會聽不到空壓機的打氣聲音。平常由阿里山車站出發後大約在時速 10-12 公里/時會進行第一次煞車控制速度，之後再視狀況啟動煞車控速，但事發時是第一次煞車有效，第二次煞車則無效。

事故當日有開啟行車紀錄器，但不確定是否有開機成功。

### 1.19.2 司機員 B

事故當日出庫測試完就準備出發，之前第一、二趟出發前並沒有做煞車測試，因為事前已有進行過列車整備且沒有 SOP (standard operation procedure) 規範須如此作，沒有換人駕駛時也不需再重做煞車測試。該員駕駛經歷約 6~7 年，客車與貨車都有開過，之前駕駛經驗中沒遇過 2 台空壓機都不能打的狀況。

該員駕駛第三趟運行時，一開始是用小支司軔閥鬆軔前去裝載貨物，進行貨物裝載時用大支司軔閥煞車後保壓，接著運轉至分持位。裝載完成由阿里山車站出發後，分別輪流用煞車、保壓與分持等檔位進行調速。

事故當天 DL39 機車漏氣狀況嚴重，出發前有確認 MR 壓力是 6 公斤/平方公分多，前兩趟與第三趟運轉採取的煞車方式差不多，出發後遇下坡就把變速箱打中立，採滑行方式運轉，沿途都有用煞車但車速依然有上升。時速 30 幾時已使用 BP 減壓 1 公斤/平方公分，操作

過程只專注 BP 指針的顯示，沒確認到 BC 壓力指針有沒有上來，最後翻車時副駕駛使用緊急緊軔後，兩支指針約莫停在 3.2 公斤/平方公分位置。事故當時只想到因為車速越來越快，所以有點慌張，沒有確認到減速的情況。

下坡期間的第一次煞車時，BP 約減壓 0.3~0.4 公斤/平方公分讓車速約保持在 15 公里/時，覺得煞車有用，之後維持在保壓位，後來隨著車速增加該員就用司軔閥繼續 BP 減壓，但煞車力卻沒有上來，所以車速一直增加，該員就開始慌了，沒有確認 BC 壓力指針有沒有上來。車速增加期間，小支司軔閥還保持在鬆軔位，用大支司軔閥去控制煞車減速；期間該員不敢嘗試鬆放煞車後再啟動煞車，避免車速失控。至神木車站前翻車前，聽副駕駛用車長閥緊急緊軔減速，使用後有聽到很大聲的洩氣聲。發生煞車打滑無告警要用經驗判斷，翻車後看軔缸都有作用，道旁有坡度標但該員沒再看。

該員上一次駕駛貨物列車是 1 年多前，期間都是駕駛客車。平時駕駛貨車用煞車控速時，大多採取 BP 減壓 0.4~0.5 公斤/平方公分就已足夠，客車的話每台機關車不一樣，有時要減壓到約 0.6 公斤/平方公分左右，主要是發車前要下車去看軔缸長度與調整保持閥，保持適當之煞車力輸出。

發車前檢查作業有 SOP 規定的軔機測試表，作業時要用 BP 減壓 1 公斤/平方公分後看軔缸長度。目前林鐵處沒有牽引噸數的相關規定，裝載完成後車長也不會回報總重，之前該員也有載過 12 噸重的怪手。運轉列車有操作規定，也有行車駕駛相關規定且每年考試，貨物列車用跟車訓練由師傅實地教學，不過沒有教材可供參考，出去跟車訓練 8 小時期間，就是用聽師傅解說且實地操作方式學開車。拿到證照上路後每年 2 次有筆試與術科檢定，術科是上路開，用營運列車車次來考，上路檢定只有客車沒有貨車。林鐵對司機員之培訓主要係使用經驗傳承方式。

### 1.19.3 車長

該員表示事故當天完成例行事務後，帶裝備進入守車及進行環車例行車況檢查無誤後，請車輛調度人員讓機關車出庫，並辦理機關車與列車連結，連結完成後其中 1 位司機員下車，會同車長及檢車人員再巡查全車車況一次，及確認韌管、聯結器等是否聯掛確實。

由檢車人員拉車長閘，由其在車下觀察韌缸連桿伸出、韌機及煞車韌塊連動，同時會注意煞車韌塊厚薄及與車輪咬合狀態，若有異常時會立即通知會檢維修人員注意。

車輛檢查完成後，該員需填寫檢視單並簽名後交車站值班站長，並確認列車裝載貨品及配合裝載作業。

該員印象事故當日工程車未刻意紀錄裝載舊道碴數量，一般大包約 12 至 13 包，小包的會堆疊兩層，也不會整車都裝載。裝載現場沒有監視錄影，車站內之監視錄影機是否有照到就不知道了。裝載完成出車時需先通知車站日勤人員（類似車站調度人員，非值班站長）。裝載完成後通知日勤人員，如沒問題就會被通知可出發。

該員表示前 2 趟開得較慎重且較慢，而第 3 趟出發沒多久速度感覺就很快，過鐵橋後明顯感覺車速越來越快，於是通知駕駛降速運行，可是實際車速感覺並未降下，且看到氣壓表指針快速降至零，推測當時駕駛應在進行煞車動作，當下車長閘也沒作用。運行過程中有感覺中間有一小段時間車速有稍微下降，但是馬上又上升。受訪者回答第 3 趟出站時之車速，比第 1、2 趟快但是感覺還算好，另表示車速開始加速時就想拉車長閘，但當時氣壓表指針已歸零，同時列車也已操作過煞車緊韌動作，並記得氣壓錶曾有一度上升。

該員印象中車輛過彎後直接就翻覆，過程很快，並表示沒有安全帶設備，翻車時右邊是山壁左邊是斜坡，身旁坐著神木車站接班站長。受訪者回答林鐵之貨車設備太老舊了，民國 60 幾年使用至今，貨車所使用之 K 閘較不安全，客車有 EA 閘與輔助風缸較安全。客車 EA 閘充氣後放上一天也不用擔心氣壓不足問題，K 閘較會漏氣易造成氣

壓不足現象，但不確定是否與其老舊有關。

林鐵路線彎道多，守車任務在瞭望注意車前狀況，遇緊急情況時拉車長閥緊急煞車讓列車停止。守車因為沒裝設車速錶，所以使用車長閥時機大多靠感覺。

貨車在載貨時車長會在旁監督，及初判是否符合相關規定，如是否有超重情況，本次裝載太空包並未過磅秤重。太空包貨運裝載契約為廠商承攬林鐵處站內廢道碴清運，為運送廢道碴而向林鐵處租用貨車。

事故當天共出 3 趟貨車，僅第 1 趟出車未載太空包前有施作氣軔測試。林鐵貨車及客車在路線行駛之限速沒有區別。

#### 1.19.4 檢車員

該員於民國 106 年至林鐵，負責車輛巡檢，包含車輛底盤及轉向架、確認有無缺陷或斷裂及軔管有無漏氣等。

事故當天聯結前約 10 至 20 分鐘，進行工程車巡檢，檢查結果無異狀。約 8 點在阿里山車站 2 股道聯結工程車，聯結後進行氣軔測試及保持閥之調整。關於保壓位的確認，司機員先執行減壓煞車 1 公斤/平方公分，該員由機車前往平守車（移動約 1 分鐘），檢查漏氣量，壓力錶指針約在 4 至 4.2 公斤/平方公分。出車前測試車長閥、燈光及喇叭，檢查結果無異狀。

測試車長閥時，操作車長閥 0.5 秒至 1 秒，確認軔缸壓力值在 4 公斤/平方公分左右。氣軔測試除檢查有無漏氣外，亦會目視檢查軔塊厚度是否有 1.5 公分。以尺量測軔缸拉桿行程長度，是否為手冊上所載正常範圍的 11-13 公分。出車前檢查不會將 MR 壓力降至 3.2 公斤/平方公分以下，進行緊急煞車作動測試。

車下檢查由該員單獨執行，檢測時如發現異常，請資深班長協助處理。如維修人員在現場無法處理，會報工廠處理。訓練時由老師傅帶領，以現場狀況教導為主，相關數據會參閱手冊。訓練結束有更換

軔塊或連桿等測驗。

K 閥及 EA 閥都可階段緊軔，只有 EA 閥可能階段鬆軔，使用 EA 閥氣壓會保持。

設定 K 閥 1 公斤/平方公分，就有 1 公斤/平方公分的力道，會因漏氣而壓力逐漸下降，無法保壓，直到 MR 沒氣。輔助空壓機在 MR 壓力 5 公斤/平方公分以下會開始打氣。

使用 K 閥時，設定約 0.4 公斤/平方公分就會有煞車，如發現來不及煞車，經驗要在 1 至 2 秒內判斷使用緊急緊軔，才有足夠的風量來得及煞車。

K 閥內的保持閥，其作用在控制軔缸收縮時間，目前設定 40 至 45 秒，時間調越長，軔缸回去的速度越慢，煞車持續時間較久。40 至 45 秒是較好開的設定經驗值，搭配 11 至 13 公分軔缸行程及軔塊距踏面間隙，才會有最佳煞車力道。

減壓煞車後車速未降低，不可以回充，要執行緊急緊軔。空氣流動速度沒想像的快，如想要等回充至 5 公斤/平方公分再煞的話，車速會變快。使用緊急緊軔都可讓車子停下，只是煞車距離會因現場狀況而異，如果緊軔後發現車速降的不如預期，但不到需緊急緊軔，可以再減壓如 0.5 公斤/平方公分，但不可回充，如果還是不行，可緊急緊軔。如果反覆回充再減更大壓力，空氣會補不足。

### 1.19.5 隨車站長

該員事故當天在車上隨車，認為速度已經過快，看壓力錶時發現 BP 指針都已經快降到 0 公斤/平方公分。那時有跟車長說，也有試拉車長閥但都沒有效，之後也有跟司機反應車速過快的狀況。還沒到下坡彎道 0301 紀念碑那邊，BP 壓力錶就是 0 公斤/平方公分了，因為速度有點偏快，所以才去注意。後來有注意到 BP 壓力有恢復至大概 3 公斤/平方公分以上時就翻車了。一般情況若發現車速過快，可以拉車長閥作緊急緊軔。

車長作業期間要留意車廂連結情況，也要看韌管及韌塊狀況，柴油機車及車廂連結後，會測試車長閥以及喇叭、雨刷等設備，確認其功能正常。車長工作項目也有 SOP 規範，日常值勤時要會依當天任務來排定擔任車長或站長任務，該員比較常輪到擔任值班站長。

裝載作業確認採師徒制教學，老師傅都會說太空包最多能裝載幾包，依經驗裝滿大概是一車廂裝 8 到 9 包，若有超出車斗，就會請廠商拿掉，主要還是看車斗有無超出。裝載重量則是看車斗跟轉向架有沒有壓到，若貨物裝載情況沒問題，就不用特別告知司機員。此外裝載作業期間，還有一位司機員一起檢查，車長閥則是檢車時測試。裝載作業並無相關規範，大概看吊掛過程是否正常以及有無安全疑慮，不過這部分的工作主要是車長負責。

該員不清楚林鐵處對該作業提供廠商怎樣的訓練，一般是依外包工程單位，按照順序進行吊掛裝載，當天的太空包只裝了一半，所以堆到第二層，材績不超過車斗高度即可。

#### 1.19.6 阿里山車站站長

該員是助理管理師，事故當日是擔任值班站長，12 點打完卡就與前一班的站長進行交接，之後進行巡視工作。

該員接班當下剛好是貨物列車第三趟運行，車長會去看貨物裝載作業是否完成，之後通知站長可否發車去二萬平，接著該員就準備開車燈及信號燈等顯示開車訊號讓列車發車。表單部分就第一趟有，該員執勤是第三趟沒有表單，一般發現貨物有問題會直接跟車長講，等候裝載工作調整完後會回報給日勤人員，再通報給值班站長。

當天時刻表預計是 1254 時發車，當日就剛好裝完發車。阿里山車站都以辦理客車運轉為主，因當天有一班客車一點發車；若是貨物列車延遲到一點才裝好，該員會改成先發客車。

在通聯作業，司機員與車長都是用無線電回報，該員是接收到車長資訊後，由該員確認信號燈顯示後就可發車。事故當日約 1254 時



發車，月台還有一班客車 1300 時要發車，但不到一點就聽到無線電中車長在呼叫說感覺怪怪的，而且有手拉車長闕但無法煞住，出事之後就反映阿里山車站，該員就請他拍照，要跟科長報告，後續也在無線電聽到出軌。

### 1.19.7 舊道碴搬運人員

當日主要擔任工作負責人，是清運廠商的角色，主要負責袋裝好就上平板車，確認裝載無誤就可以就發車。車次由該員事先提出申請，發車趟次就要配合林鐵當日實際的調度情形。事發當日申請三趟貨物列車的運行，第三趟就發生事故。

搬運作業主要是清理舊道碴後，再用太空包裝載，集中在空曠地方暫存，接著申請貨物列車載到二萬平。太空包堆疊方式依經驗作業，看怪手可吊多少，差不多最多是一噸，但通常不會載到一噸。平均吊掛 14~15 包上車。

天候雨天跟晴天有差，雨天含水量比較多，但搬運上不會作調整，是用調整上車太空包數量方式因應，第二層的吊掛作業進行方式也是如此，事故當日印象中沒下雨。裝載完成後只有車長會確認，之後由司機員開車。若裝載作業上需要移車，會跟車長作配合並說明如何移動，最後則是看有沒有危險或是異物掉在道碴區。貨物列車搬運完成後林鐵處會開運輸貨票，累積一個月或兩個月後跟林鐵處申請付款，貨票上要填車次、載運貨物、廠商等項目，但載運重量一輛平板車都寫 10 噸。

林鐵處當初只有說裝載不能超過 10 噸，旁邊不能超過平板車寬度，高度不能超過守車的高度，但不清楚這些事項有無明文規定。怪手裝載時，通常會從機車最前面一台開始裝，單一車斗就讓怪手自己放。清運舊道碴的作業雖有趕工壓力，但事故車次無趕工且有正常發車。

裝載完成是由車長確認是否符合裝載規定，比較大包的太空包就

會裝少一點，不過都是依經驗作業。整包平板車可以放到八包，半包可以放到 14~15 包，可以裝到第二層。第一及二趟都是有到第二層，作業型態大都這樣。

## 1.20 事件序

本次事故經過之時序如表 1.20-1。

表 1.20-1 事故經過時序表

時間 <sup>21</sup>	運轉過程
約 0730 時	司機員報到，至阿里山車站車庫發動編號 DL-39 柴液機車。
約 0750 時	司機員 A 自車庫駕駛柴液機車至阿里山車站月台區，與 3 節高甲車及 1 節平守車進行聯結作業。
約 0816 時	車輛檢查完成。
約 0820 時	阿里山車站值班站長進行最後確認。
約 0823 時	值班站長確認柴液機車至平守車之間氣軔連通管路均正常。
約 0830 時	廠商搬運人員開始吊運太空包帶至高甲車內，並由車長目視確認置放情形。
約 0903 時	第 660 次車由阿里山車站出發。
約 1015 時	第 661 次車由二萬平站返回阿里山車站。
約 1108 時	第 662 次車由阿里山車站出發。
約 1220 時	第 663 次車時由二萬平站返回阿里山車站，由司機員 A 擔任正駕駛，司機員 B 擔任副駕駛。
1254：13 時	第 664 次車由司機員 B 擔任正駕駛，司機員 A 擔任副駕駛，列車於第 2 及 3 股道完成舊道碴裝載，由阿里山車站出發。
1254：55 時	離站後列車車速 16 公里/時。
1255：10 時	車速微降至 15 公里/時。
1255：22 時	車速升至 22 公里/時。
1255：48 時	車速回升至 28 公里/時。
1256：14 時	車速降至 24 公里/時。

<sup>21</sup> 本表所列時間係參照人員訪談紀錄、附錄 2 及民國 109 年 10 月 15 日之車輛聯掛表紀錄。

1256：32 時	車速回升至 27 公里/時。
1256：56 時	車速降至 20 公里/時。
1257：26 時	車速已升高至 40 公里/時。
1257：36 時	車速為 44 公里/時。
1258：37 時	紀錄器時間終止，列車出軌，平守車車頭位置最後停於里程 69K+966 處。

## 第 2 章分析

本章節依列車傾覆臨界速度推估、列車車速及制軔操作、事故車制軔功能實車測試、運轉管理、貨物運送管理及煞車系統維修等議題，分析如下。

事故司機員具備有柴液機車之合格駕駛資格。事故當日通過血壓及酒精測試，符合執勤條件。近一年之訓練、考核及體檢結果均無異常。另事故車副駕駛有操作車長闕，及車長通報司機員車速過快之處置符合運轉規範。

### 2.1 列車傾覆臨界速度推估

列車行駛於曲線路段時，在曲率半徑、超高、列車重心高度、軌距及橫向擺動等因素下，依據工程力學原理有一個允許列車安全通過之臨界速度，此臨界速度是指列車車輪離開鋼軌踏面並開始翻覆的速度，稱為「傾覆臨界速度」。

而列車傾覆臨界速度的計算，國際上廣泛引用日本工程師國枝雅治（Masaharu Kunieda）博士的數學公式（不考慮側風效應）：

$$D = \frac{2h_G}{G} \left( \frac{V^2}{R \cdot g} - \frac{c}{G} \right) + \frac{2h_G}{G} \left( 1 - \frac{\mu}{1 + \mu} \cdot \frac{h_{GT}}{h_G} \right) \cdot \frac{\alpha_y}{g}$$

其中，

$D$ ：risk rate

$h_G$ ：車輛重心高度（公厘）

$h_{GT}$ ：轉向架重心高度（公厘）

$G$ ：軌距值（公厘）

$c$ ：超高值（公厘）

$R$ ：曲線半徑（公尺）

$\alpha_y$ ：橫向振動加速度（公尺/平方秒）

$\mu$ ：轉向架・車體質量比

$g$ ：重力加速度（公尺/平方秒）

當  $D$  值為 1 時即代表列車到達傾覆臨界狀態，由此導出列車傾覆速度公式如下：

$$V = \sqrt{\left(\frac{c}{G} + \frac{G}{2h_G} - A\right) \cdot R \cdot g}, \quad A: \left[1 - \frac{\mu}{1+\mu} \cdot \frac{h_{GT}}{h_G}\right] \cdot \frac{\alpha_y}{g}$$

因平守車為列車組行進方向的第一節車，依林鐵處提供的實車尺寸量測資料，將相關參數值代入上述公式，求得傾覆臨界速度資料，如表 2.1-1，列車在通過事故路段里程 70K 附近，其曲率半徑 40 公尺之傾覆臨界速度為 42.6 公里/時。

表 2.1-1 列車傾覆臨界速度<sup>22</sup>

項目	$R$ 半徑	$c$ 設計 超高	$G$ 軌距	$h_G$ 車輛重 心高度	$h_{GT}$ 轉向架 重心高 度	$\alpha_y$ 橫振動 加速度	$\mu$ 轉向架/ 車體	$V$ 列車傾 覆速度
單位	公尺	公厘	公厘	公厘	公厘	公尺/ 平方秒	質量比	公里/時
代入參 數及計 算結果	50	39	762	1100	365	0.981	0.4	46.7
	40	49						42.6
	38	49						41.5

## 2.2 列車車速及制軔操作

事故路段阿里山車站至二萬平車站區之路線為下坡，依「阿里山森林鐵路列車運轉作業程序」，列車於該路段運轉時，直線段限速 25 公里/時，曲線段限速 18 公里/時。

由 1.14.1 節行車速度紀錄器解讀結果，事故車於 1254:13 時自二萬平車站出站，於 1255:19 時約 1 分鐘後車速達 22 公里/時，之後列車速度保持在 22 至 27 公里/時之間，1256:56 時車速降至 20 公里/時，

<sup>22</sup> 車輛重心高度及轉向架重心高度均是以軌道面為基準計算之。

之後車速開始持續上升，1257:26 時達 40 公里/時，於 1257:36 時紀錄器最後一筆記錄顯示車速為 44 公里/時。列車於曲線段里程 69K+966 處出軌傾覆，自阿里山車站出站後至發生列車出軌傾覆歷時約 3.4 分鐘。依 2.1 節臨界傾覆速度推估值 42.6 公里/時。

依司機員 B 訪談紀錄顯示，司機員 B 擔任第 664 次車正駕駛，於列車出發後因遇下坡路段，採用滑行方式並操作自閥至常用緊軔段位控制車速運轉，但於操作自閥時卻未能降低車速，車速依然持續上升；另司機員 B 於運轉過程中，只注意空壓錶之軔管壓力值減壓 0.3~0.4 公斤/平方公分，但未確認代表煞車作動之軔缸壓力值有沒有上升。

調查發現：依 1.15.2 節，以事故路段曲率半徑 40 公尺，坡度千分之 50 軌道線形，計算 18 公里/時及 44 公里/時車速降至 0 公里/時所須之制軔力各須大於 2,681 公斤力及 2,575 公斤力。若操作自閥至常用緊軔段位最大值，其煞車軔缸壓力值為 3.5 公斤/平方公分，依上述兩不同速度，制軔力各為 7,880 公斤力及 6,076 公斤力，應可以使列車順利減速。

因此若依司機員 B 所述，軔管壓力值約減壓至 0.4 公斤/平方公分，依 1.15.2 節計算之軔缸壓力值 1 公斤/平方公分，依上述兩不同速度，制軔力各為 1,626 公斤力及 1,254 公斤力，均僅能提供常用緊軔段位最大制軔力的 20%，難以使列車減速。

綜上：司機員 B 於阿里山車站往二萬平車站之下坡路段，操作自閥於常用緊軔段位減速滑行，但未注意駕駛台車速表及代表煞車作動力之軔缸壓力值，當車速逐漸加快超過速限時，司機員 B 仍以未足量之常用緊軔段位減速，未立即將自閥移至緊急緊軔段位或通知司機員 A 及平守車車長操作車長閥協助減速，雖然司機員 A 於接近曲線段時有操作車長閥，但因車速已過快，列車最後以 44 公里/時，超過臨界傾覆速度推估值 42.6 公里/時，於進入曲線段里程 69K+966 處出軌傾覆。

### 2.3 事故車制軔功能實車測試

依本會進行之事故機車實車測試顯示，事故機車之空氣壓縮機 Type C600 於引擎啟動且保持惰速狀態下，即開始啟動建壓且空氣壓縮機 Type C3000 快速建壓功能亦能正常啟動，兩空氣壓縮機均能將主風缸壓力充氣至 7 公斤/平方公分，符合系統設計功能。

煞車測試分別將單閥移至鬆軔位、運轉位、慢緊軔位、快緊軔位及保壓位，確認該車駕駛室單閥在緊軔、鬆軔與保壓的功能均正常。

另將事故機車與三輛高甲車與一輛平守車聯結後，模擬事故當時之編組進行靜態煞車測試。煞車測試期間分別將自閥移至充氣位、運轉位、常用緊軔位、緊急緊軔位、保壓位及分持位，比對確認機車頭駕駛室之雙針空壓錶與平守車的軔管壓力錶顯示一致，確認駕駛室自閥在控制編組車輛的緊軔、鬆軔、保壓等煞車貫通與機車頭單獨緊軔功能均正常。另於保持車速 11 至 12 公里/時行駛狀態下，分別將自閥移至常用緊軔位、緊急緊軔位及保壓位，比對確認機車頭駕駛室之雙針空壓錶與平守車的軔管壓力錶顯示一致，確認列車移動期間，駕駛室自閥具備控制編組車輛的常用緊軔、緊急緊軔與保壓等煞車貫通功能均正常。

依 1.15.1 節，於車輛靜止狀態，分別將柴液機車駕駛室與平守車車長閥拉下造成軔管壓力快速減壓啟動煞車，期間比對確認機車頭駕駛室之雙針空壓錶與平守車的軔管壓力錶顯示一致，確認車長閥啟動全車煞車之貫通功能正常。

綜上所述，經實車煞車性能測試結果發現，事故機車空壓機啟動建壓、駕駛室單閥與自閥各段位、車長閥之制軔功能等均正常。

### 2.4 運轉管理

本節係針對司機員及車長運轉規範、司機員檢定及訓練、出車前

檢查程序及行車影像紀錄器等議題，分析如下。

#### 2.4.1 司機員及車長運轉規範

第 664 次車自阿里山車站出發後，司機員 B 多次以 20 公里/時至 27 公里/時超速通過曲線段，司機員 A 亦未操作車長閘啟動緊急緊軔。

檢視「阿里山森林鐵路動力車駕駛人員須知」對於執勤司機員於行車中應行遵守事項：十六、駕駛人員應力求列車運轉準時及行車平穩。...二三、副駕駛在運轉中，發現有危險必要需緊急停車時應操作緊急閘煞車。林鐵處相關運轉規章未規範正駕駛於運轉操作過程中，應隨時注意車速是否超過路段規定限速，及對正駕駛操作列車緊急緊軔及副駕駛操作駕駛室內車長閘之使用時機進一步說明，如列車失速或遭遇外物入侵等危及行車運轉安全之狀況發生時。

另依車長訪談紀錄，車長感覺車速過快時，就想操作車長閘協助列車減速，但當時發現軔管壓力值已降至零，判斷柴液機車駕駛室人員已有進行緊急緊軔處置作為，故未再進一步操作車長閘。依「阿里山森林鐵路列車運轉作業程序」規範，車長發覺車速過快有安全之虞，必要時操控車長閘制軔減速。惟因平守車未設置車速表，車長僅能透過運行過程目視感覺路線變化，或與司機員確認車速，無法實質發揮列車運轉速度監視功能，即時操作車長閘使車速降低至安全限速範圍內。

#### 2.4.2 司機員檢定及訓練

第 664 次車編組為貨物列車，其煞車氣源控制裝置為 K 三動閘，而客運列車則使用 EA 閘。依 1.8.5 節煞車系統說明，兩者作動原理及設計構造不同，EA 閘操作可階段鬆軔及緊軔，司機員緊軔後保壓維持一定軔力，可依路線、坡度、速度狀況，調整軔力大小；K 三動閘操作時可階段緊軔但無法階段鬆軔，司機員若於緊軔後，要降低制軔力，必須回復運轉位完全鬆軔後，再進行階段緊軔。因此，K 三動



閱與 EA 閱於鬆軔的操作方式不同。

依交通部「鐵路行車人員技能體格檢查規則」及林鐵處「行車人員技能體格檢查程序」，林鐵處應定期安排行車人員複訓，以維持其操作車輛所需知識及技能的熟練。依 1.6 節人員資料，司機員 B 具備客車及貨車駕駛資格，惟民國 108 年及 109 年在職訓練無貨物列車操作相關項目。另依司機員 B 訪談紀錄，司機員 B 於取得合格證照後未曾以貨車進行術科檢定，且於發生本案事故前已 1 年多未駕駛貨物列車。

貨車和客車的煞車氣源控制裝置不同，煞車操作方式亦不相同；林鐵處僅以客車編組對司機員進行術科檢定及在職訓練，未能達到有效檢核司機員對於貨物列車之操作熟練度，可能對貨物列車煞車系統可階段緊軔，無法階段鬆軔之操作方式生疏，造成無法準確控制車速。

另交通部鐵道局（以下簡稱鐵道局）負有鐵道營運監理職責，依鐵路相關法規如鐵路法、鐵路運送規則及鐵路行車規則等，對鐵路機關（構）執行監理作業。監理機關職權至少包含：制訂安全法規、具備查核機制、人員檢定給證及事故/事件行政調查等。

林鐵處司機員之檢定作業係由其自行執行及給證。依交通部「鐵路法」第 34 之 1 條、第 44 之 1 條及「國營及民營鐵路列車駕駛人員檢定給證管理規則」，交通部檢定合格並發給執照之客貨車駕駛人員僅有國營及民營鐵路，未包含如林鐵處阿里山森林鐵路等專用鐵路。

本會認為：林鐵處司機員與國營及民營鐵路司機員同樣負有列車運轉安全之責，惟鐵路法未將專用鐵路司機員納入交通部之檢定給證之範圍，監理機關鐵道局無法掌握其司機員檢定方式及給證標準，難以發揮安全監理功能。

### 2.4.3 出車前檢查程序

依 1.17 節「機車執勤作業標準書」，司機員依「柴油機車行車保養日報表」（一級檢修）項目進行出車前保養，惟其檢修項目，雖列

有各系統檢查項目及檢查結果欄位提供司機員填寫，惟無檢查方式及合格判定標準。以軔機系統「軔塊厚度及調整間隙」檢查項目為例，未載明應檢查煞車軔塊厚度之量測位置，及提供調整間隙值合格之判定標準。

本會認為：林鐵處對於司機員出車前檢查程序，未明訂檢查方式及判定標準，易因司機員依其自身經驗進行檢查及判定，而造成出車前檢查結果不一致。

#### 2.4.4 行車影像紀錄器

依 1.14.2 節，司機員於事故當日執行「柴油機車行車保養日報表」之「行車錄影機測試」項目，檢查結果正常；「阿里山森林鐵路列車運轉作業程序」及「機車執勤作業標準書」，未見有司機員應於出庫或出車前，確認行車影像紀錄器開啟之規定。依司機員 A 訪談紀錄，事故當日有開啟行車影像紀錄器，但不確定是否有開機成功。

本會認為：林鐵處僅規範列車整備時行車影像紀錄器應執行功能測試，未規範於列車出庫或出車前，司機員應再次確認行車影像紀錄器是否開啟成功，以致事故當日未能記錄事故當時之運轉過程，協助了解司機員之實際操作情形。

### 2.5 貨物運送管理

依 1.8.4 節及 1.17 節「阿里山森林鐵路貨物運送實施要點」二十七條裝載限制，明訂貨物堆疊高度不可超過裝載高度，每車貨物重量不可超過其車斗標記載重限制 9 公噸。

依 1.14.3 節，經調閱民國 109 年 10 月 15 日事故當日阿里山車站監視影像，廠商於執行舊道碴運棄工作項目時，將裝填舊道碴之太空包袋以堆疊兩層方式放置於高甲車車斗上，貨物已明顯超出車斗護欄高度。另依 1.16 節及附錄 13，廠商申請之運輸貨票，記錄每車單次

裝載重量為 10 公噸，已超過載種限制 9 公噸，並與調查小組現場量測唯一未翻覆高甲車之太空包袋總重量 8.432 公噸，其結果顯示不一致。依車長訪談紀錄，該次裝載之太空包袋未進行秤重。

本會認為：林鐵處未依裝載限制規定，確實檢查每車貨物重量是否超重，及未明確定義貨物裝載高度上限值，致可能因貨物超重及堆疊高度過高等問題，影響列車運轉安全之風險。

## 2.6 煞車系統檢修

依 1.8.6 節及附錄 8 至 11，有關柴液機車與貨車一至四級檢修紀錄的煞車系統檢修項目，維修人員於「檢查結果」或「工作記號」欄位均以「打勾」方式表示檢查結果正常，惟如一級檢修之檢查鞣塊厚度、二級檢修之空氣壓縮機加油及調整器調整壓力、三級檢修之檢查壓縮機...等檢查項目，未以數據化方式記錄量測結果及載明判定標準。

另貨車一級檢修中保持閥及鞣機作用不良，其中「作用不良」未定義明確之判定標準；二級與三級檢修中氣鞣軟管超過耐用期限，其使用起始日期未見於檢修項目表及紀錄，維修人員無從判斷軟管是否到達快到使用年限而安排汰換。

本會認為：林鐵處對於柴液機車與貨物列車之各級檢修，相關維修表單之檢修項目未載明判定標準及要求記錄數據，易造成檢修人員依循其個人維修經驗來作為判斷檢修項目合格與否，並可能導致檢修結果出現落差，無法實際反應煞車系統之使用狀態。

另依 1.8.6.3 節，原廠維修手冊有關空氣煞車系統 (INSTRUCTION PAMPHLET FOR ET-6 (DL14) AIR BRAKE EQUIPMENT, 1982) 建議"..每次柴液機車進廠時都應測試曲軸箱油的顏色和粘度，通常是在運行 750 小時左右 (C600 & C3000)。通常，機油濾清器大約每三個月到一年清潔一次.."，惟於柴液機車各級檢修紀錄中，未見有依原廠建議空壓機運行 750 小時執行曲軸箱油質測試

及機油濾清器清潔之檢查結果，其它如韌缸、油分離器、壓縮機調速器及空氣濾清器等亦未依原廠建議檢修週期執行檢修、清潔或更換。

本會認為：林鐵處未充分將原廠維修手冊建議之檢查項目、運轉時數及檢修週期等維修資訊，納入柴液機車各級檢修進行考量，未能確保符合原廠建議維持系統或設備運轉正常之最低基本檢修要求。

## 第 3 章 結論

調查報告依據調查期間所蒐集之事實資料以及綜合分析，總結以下三類之調查發現：「與可能肇因有關之調查發現」、「與風險有關之調查發現」、「其他調查發現」。

### 與可能肇因有關之調查發現

此類調查發現係屬已經顯示或幾乎可以確定為與本次事故發生有關之重要因素，包括不安全行為、不安全狀況，或與造成本次事故發生息息相關之安全缺失。

### 與風險有關之調查發現

此類調查發現係涉及影響鐵道運輸安全之潛在風險因素，包括可能間接導致本次事故發生之不安全作為、不安全條件、以及關乎組織與系統性風險之安全缺失，該等因素本身非事故之肇因，但提升事故發生之機率。此外，此類調查發現亦包括與本次事故發生雖無直接關聯，但基於確保未來鐵道安全之故，所應指出之安全缺失。

### 其他調查發現

此類調查發現係屬具有促進鐵道安全、解決爭議或澄清待決疑慮之作用者。其中部分調查發現係屬大眾所關切，以作為資料分享、安全警示、教育及改善鐵道安全目的之用。

#### 3.1 與可能肇因有關之調查發現

1. 司機員 B 於阿里山車站往二萬平車站之下坡路段，操作自閘於常用緊軔段位減速滑行，但未注意駕駛台車速表及代表煞車作動力之軔缸壓力值，當車速逐漸加快超過速限時，司機員 B 仍以未足量之常用緊軔段位減速，未立即將自閘移至緊急緊軔段位或通知

司機員 A 及平守車車長操作車長閘協助減速，雖然司機員 A 於接近曲線段時有操作車長閘，但因車速已過快，列車最後以 44 公里/時，超過臨界傾覆速度推估值 42.6 公里/時，於進入曲線段里程 69K+966 處出軌傾覆。(2.1) (2.2)

### 3.2 與風險有關之調查發現

1. 林鐵處運轉規章未要求司機員於運轉過程中應隨時注意車速表變化，確保符合各路段運轉限速，及明確定義列車緊急緊軔或車長閘之使用時機，致司機員未能及早發現列車超速，而立即採取緊急緊軔提高制軔力使列車減速。(2.4.1)
2. 林鐵處平守車未設置車速表，車長僅能透過目視感覺路線變化，或與司機員確認車速，以判斷車速過快來掌握車長閘使用時機，無法實質發揮列車運轉速度監視功能。(2.4.1)
3. 貨車和客車的煞車氣源控制裝置不同，煞車操作方式亦不相同；林鐵處僅以客車編組對司機員進行術科檢定及在職訓練，未能有效檢核司機員對於貨物列車之操作熟練度，可能對貨物列車煞車系統可階段緊軔，無法階段鬆軔之操作方式生疏，無法準確控制車速。(2.4.2)
4. 林鐵處未依裝載限制規定，確實檢查每車貨物重量是否超重，及未明確定義貨物裝載高度上限值，致可能因貨物超重及堆疊高度過高等問題，影響列車運轉安全之風險。(2.5)

### 3.3 其他調查發現

1. 經實車煞車性能測試結果發現，事故機車空壓機啟動建壓、駕駛室單閘與自閘各段位、車長閘之制軔功能等均正常。(2.3)
2. 林鐵處未明訂司機員出車前檢查之檢查方式及判定標準，易因司機員依其自身經驗進行檢查及判定，造成出車前檢查結果不一致。

(2.4.3)

3. 林鐵處未規範司機員於列車出庫或出車前，應再次確認行車影像紀錄器有順利開啟及功能運作正常。(2.4.4)
4. 林鐵處車輛煞車系統檢修表單未載明判定標準及要求記錄數據，易造成檢修人員依循其個人維修經驗作為判斷檢修項目合格之標準，並致檢修結果出現落差，無法實際反應煞車系統之使用狀態。(2.6)
5. 林鐵處未充分考量將原廠維修手冊建議之檢查項目、運轉時數及檢修週期等維修資訊，納入柴液機車各級檢修，以確保符合原廠建議維持系統或設備運轉正常之最低基本檢修要求。(2.6)
6. 鐵路法未將專用鐵路司機員納入交通部之檢定給證範圍，監理機關鐵道局無法掌握林鐵處司機員檢定方式及給證標準，難以發揮安全監理功能。(2.4.2)

## 第 4 章改善建議

### 4.1 鐵道安全改善建議

#### 致行政院農業委員會林務局

1. 重新檢視及修訂司機員運轉作業程序，特別著重：列車運轉速度監視、超速處置，及操作列車緊急緊軔或車長閘之使用時機。  
(TTSB-RSR-22-04-001)
2. 重新檢視及強化司機員檢定及訓練制度，並納入貨車術科檢定及在職訓練，確保司機員熟悉客貨車編組操作差異。(TTSB-RSR-22-04-002)
3. 改善平守車車長確認車速方式，如設置車速表，以確實發揮運轉監視功能。(TTSB-RSR-22-04-003)
4. 建立貨物運送規定落實機制，特別著重貨物裝載重量及尺寸限制。  
(TTSB-RSR-22-04-004)
5. 重新檢視原廠維修手冊之維修建議，及訂定車輛各級檢修項目之可量化判定標準，納入維修作業表單及要求人員記錄數據，確保維修作業品質一致性及符合原廠基本檢修要求。(TTSB-RSR-22-04-005)
6. 明訂司機員出車前檢查之檢查方式及判定標準。(TTSB-RSR-22-04-006)

#### 致交通部鐵道局

1. 強化專用鐵路客貨車駕駛人員檢定給證方式。(TTSB-RSR-22-04-007)



## 4.2 已完成或進行中之改善措施

### 行政院農業委員會林務局

1. 改善建議編號：TTSB-RSR-22-04-001

林務局阿里山林業鐵路及文化資產管理處（下稱林鐵處）刻正研擬「行車運轉作業規定(草案)」，納入列車運轉時駕駛與車長對列車速度監視、超速處置，及操作列車緊急緊軔或車長閘之使用時機等規定。

2. 改善建議編號：TTSB-RSR-22-04-003

林鐵處刻正洽廠商辦理守車車速表安裝規劃作業，預計民國 111 年 12 月 31 日前設置完成。

3. 改善建議編號：TTSB-RSR-22-04-004

林鐵處於民國 110 年 8 月 3 日發布「貨物列車裝載標準作業程序」，規定裝載貨物之重量、高度、寬度及長度等相關限制，於民國 111 年 3 月 16 日配合現場實務需要發布修正版。

### 交通部鐵道局

1. 改善建議編號：TTSB-RSR-22-04-007

鐵道局已將專用鐵路列車駕駛人員檢定給證納入鐵路法修正草案，並經預告期滿後陳報交通部進行討論，後續由交通部陳報行政院審查及送立法院審議。

## 附錄 1 通聯抄件

司機員 A：○○次車司機員

司機員 B：○○次車司機員

車長：○○次車車長

站長 A：阿里山車站站長

站長 B：神木車站站長

站務員：阿里山車站站務員

開始時間	發話人	發話內容
二萬平車站準備返回阿里山車站		
1207:27 ~ 1207:46	車長	喂 阿里山 662 呼叫
	站長 A	收到 請講
	車長	662 要做 663 回阿里山
	站長 A	收到 你現在可以上來了 空車嗎
	車長	對 空車
二萬平車站開車		
1208:01 ~ 1208:12	車長	來 663 準備好現場請開車 回阿里山
回報所在位置		
1208:39 ~ 1208:46	車長	來 神木 663 過二萬平
	站長 B	收到
準備進神木車站		
1217:05 ~ 1217:20	車長	來 神木 663 準備進站
	站長 B	神木信號燈分道正確 663 請安全進站
	車長	安全進站 663 收到
進入神木車站		
1217:57	車長	來 663 神木分道 all right 安全進站

~ 1218:06	司機員 A	663 收到
調車		
1218:35 ~ 1218:39	站長 B	師傅 再 1 台 師傅 半台 師傅 過了
神木車站開出		
1218:53 ~ 1219:06	站長 B	663 師傅 神木站請開車
	站長 B	阿里山 663 神木開出
	站長 A	663 神木開出 收到
準備進入阿里山車站		
1223:54 ~ 1224:04	司機員 A	阿里山你好 準備進站
	站長 B	阿里山分道正確 663 師傅請安全進站
	司機員 A	收到
進入阿里山車站		
1224:37 ~ 1224:52	站長 B	來 OO (司機員 A) 再兩台 一台半 一台 來半台 好 過
開始裝載		
1225:24 ~ 1225:44	車長	來 OO (司機員 A) 來祝山向 來第一車開始好啦
1226:21		一台 來 再半台 好 這樣好
1234:53		來 半台 來 先這樣 好 這樣好
1241:29		來 再半台 先這樣 先這樣
阿里山車站開車		
1254:49 ~ 1255:02	車長	664 阿里山車站請開車
車長回報司機員氣軔不足		
1256:49 ~ 1257:06	車長	來 OO (司機員 B) 先停一下 風不夠喔
1257:09	-	收訊不清
車長緊急通知		

1258:08 ~ 1259:02	車長	OO (司機員 B) 慢一點 出去啦 啊啊啊 OO (司機員 B) 啊啊啊
	站長 A	OO (車長) 什麼問題
	車長	阿里山 阿里山 神木人趕快過來 趕快過來
車長回報阿里山車站列車事故		
1259:15 ~ 1300:03	車長	阿里山阿里山 神木阿里山 工程車呼叫 我們發生事故了
	站長 A	你那是出軌是不是
	車長	大伯大伯 (站長 A) 我們在接近神木這邊出軌了
	站長 A	列車出軌 要救援 救援列車還是怎樣
	車長	大伯 (站長 A) 救援列車啦
車長回報列車事故狀況		
1300:16 ~ 1300:33	車長	大伯 (站長 A)
	站長 A	收到
	車長	這個沒辦法 這個要叫人來拖 這整個翻掉了
	站長 A	你把照片 你把照片 先 PO PO 給我啦
	車長	好啦
神木車站回覆事故狀況		
1301:23 ~ 1301:37	站長 B	大伯 (站長 A) 神木呼叫
	站務員	阿里山收到 請講
	站長 B	你跟大伯 (站長 A) 說 這個神木下午全部都要停駛 沒辦法開了
	站務員	有的 阿里山現在神木線已經停賣
車長回覆事故狀況		
1301:54 ~ 1302:25	站務員	OO (車長) 需要怪手嗎
	車長	OO 這個需要怪手來用 這整個翻掉了
	站務員	好 收到 那我馬上跟 OO 他們講一下 需要怪手下去喔
	車長	這個監工區來抬可能沒辦法抬喔 你可能要派監工區他們下來 這個軌道已經有變形喔

車長回覆事故狀況		
1302:40	站長 A	OO OO (車長) 阿里山呼叫 請問是第幾車出去
~ 1303:41	車長	OO (阿里山車站人員) 出去了 234 車 比較嚴... 整個翻了 第 1 車稍微傾斜

## 附錄 2 列車開車前軀機機能檢視單

阿里山林業鐵路 列車開車前軀機機能檢視單 104.7 新版

第 660 次車

109 年 10 月 15 日

執行人員	執行工作項目	時間	確認結果	簽章
檢車員	確認軀管、旁鏈、電源及播音等各式接頭已聯結。 確認軀管接頭緊固無鬆脫。 確認氣軀貫通，角旋塞已開啟。 確認喇叭功能正常。	0750	✓	
	與正、副駕駛實施氣軀試驗，確認煞車功能正常。	0800	✓	
	列車軀機減壓後置保壓位，記錄守車 1 分鐘軀管漏氣量 $\text{kg}/\text{cm}^2$ ( $0.2 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 以下)	0805	✓	
正駕駛	指揮副駕駛、檢車員執行氣軀試驗，逐車檢驗，確認煞車功能正常。	0802	✓	
副駕駛	操作煞車閘，輔助正駕駛執行氣軀試驗，確認煞車功能正常。	0804	✓	
守車乘務員	檢視氣軀壓力錶是否已 $5\text{kg}/\text{cm}^2$ 。 測試車長閘作用正常。 測試喇叭功能正常。	0754	✓	
	檢視檢車員與正、副駕駛間各項確認動作是否確實執行。	J	✓	
車長	確認檢視單各項檢視負責人已完成作業及簽名後遞交站長。	0816	✓	
站長	確認檢視單各項檢視之負責人皆已簽名。	0820	✓	
	確認守車氣軀貫通指示燈亮 (若指示燈不亮，應重行確認壓力表壓力值及測試喇叭正常，並通知檢車士後，才能發車。)	0823	✓	

備註：✓表示功能正常 ✗表示功能異常並填寫異常處理情形。

站長：



### 附錄 3 年終考核術科檢定項目

#### 109 年年終林業鐵路柴油液力機車駕駛人員術科檢定

受測駕駛姓名：

測驗日期：109 年 12 月 8 日      車次：第 3P-80 車次

測驗項目	佔分	分數	備註
動力車檢查	15	15	
軋機處理	15	15	
停車位置	15	14	
駕駛操作	15	13	
運轉時分	10	9	
速度觀測	20	18	
呼喚應答	10	9	
測驗成績	總分 100 分	總計 93 分	
測驗結果	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 ≥ 70 <input type="checkbox"/> 不合格 < 70		

外聘專家：

## 附錄 4 司機員技能檢定評分表

### 阿里山林業鐵路行車人員督導考核暨 阿里山林業鐵路柴油液力機車駕駛人員技能檢定評分表

學員姓名：\_\_\_\_\_

108年 12月 17日

科目	地點	方式	操作事項	評分	扣分標準
1. 動力車檢查	阿里山 車站 第三 股線	列車停在車站，受測學員依照一級保養表項目實施車輛檢查。	出庫前準備(口述)：以下(1)至(5)合計 扣 0 分		1) 第(3)項每缺漏2件物品扣1分。 2) 其餘各項每缺漏1項扣1分。
			(1)辦理勤前教育	<input checked="" type="checkbox"/> 完成 <input type="checkbox"/> 缺漏扣 1分	
			(2)進行酒精測試	<input checked="" type="checkbox"/> 完成 <input type="checkbox"/> 缺漏扣 1分	
			(3)檢查攜帶物品：		
			砂	<input checked="" type="checkbox"/> 完成 <input type="checkbox"/> 缺漏扣 0.5分	
			機油	<input checked="" type="checkbox"/> 完成 <input type="checkbox"/> 缺漏扣 0.5分	
			止輪器	<input checked="" type="checkbox"/> 完成 <input type="checkbox"/> 缺漏扣 0.5分	
			復軌器	<input checked="" type="checkbox"/> 完成 <input type="checkbox"/> 缺漏扣 0.5分	
			氣軔軟管	<input checked="" type="checkbox"/> 完成 <input type="checkbox"/> 缺漏扣 0.5分	
			三角皮帶	<input checked="" type="checkbox"/> 完成 <input type="checkbox"/> 缺漏扣 0.5分	
			隨車工具箱	<input checked="" type="checkbox"/> 完成 <input type="checkbox"/> 缺漏扣 0.5分	
			安全帽	<input checked="" type="checkbox"/> 完成 <input type="checkbox"/> 缺漏扣 0.5分	
			(4)依照一級保養表進行保養	<input checked="" type="checkbox"/> 完成 <input type="checkbox"/> 缺漏扣 1分	
			(5)填寫一級保養表並核蓋出庫章	<input type="checkbox"/> 完成 <input type="checkbox"/> 缺漏扣 1分	
			● 檢查燃油	<input checked="" type="checkbox"/> 完成不扣分 <input type="checkbox"/> 未檢查扣 2分 <input type="checkbox"/> 操作錯誤扣 2分	未檢查或操作錯誤扣 2分
			● 檢查冷卻水位	<input checked="" type="checkbox"/> 完成不扣分 <input type="checkbox"/> 未檢查扣 2分 <input type="checkbox"/> 操作錯誤扣 2分	未檢查或操作錯誤扣 2分
			● 潤滑油位檢查：以下(1)至(5)合計 扣 0 分		未檢查或操作錯誤每項扣 2分。
(1) C600 空壓機油位	<input checked="" type="checkbox"/> 完成不扣分 <input type="checkbox"/> 未檢查扣 2分 <input type="checkbox"/> 操作錯誤扣 2分				
(2) C3000(C2000) 空壓機油位	<input checked="" type="checkbox"/> 完成不扣分 <input type="checkbox"/> 未檢查扣 2分 <input type="checkbox"/> 操作錯誤扣 2分				



科目	地點	方式	操作事項	評分	扣分標準		
	崑山車站	靜態檢查	(3) 引擎油位	<input checked="" type="checkbox"/> 完成不扣分 <input type="checkbox"/> 未檢查扣 2 分 <input type="checkbox"/> 操作錯誤扣 2 分			
			(4) 液體變速機油位	<input checked="" type="checkbox"/> 完成不扣分 <input type="checkbox"/> 未檢查扣 2 分 <input type="checkbox"/> 操作錯誤扣 2 分			
			(5) 連桿銅套油位 (無則免) ✓	<input type="checkbox"/> 完成不扣分(或無) <input type="checkbox"/> 未檢查扣 2 分 <input type="checkbox"/> 操作錯誤扣 2 分			
			外觀檢查：以下(1)至(6)合計扣 <u>    </u> 分				疏忽未檢查 1 項扣 1 分。
			(1) 轉向架有無龜裂	<input type="checkbox"/> 完成不扣分 <input checked="" type="checkbox"/> 未檢查扣 1 分			
			(2) 連結器鬆緊度是否適當	<input type="checkbox"/> 完成不扣分 <input type="checkbox"/> 未檢查扣 1 分			
			(3) 傳動軸是否鬆弛	<input checked="" type="checkbox"/> 完成不扣分 <input type="checkbox"/> 未檢查扣 1 分			
			(4) 皮帶鬆弛調整	<input checked="" type="checkbox"/> 完成不扣分 <input type="checkbox"/> 未檢查扣 1 分			
			(5) 連桿銅套軸向間隙是否適當 (無則免) ✓	<input type="checkbox"/> 完成不扣分(或無) <input type="checkbox"/> 未檢查扣 1 分			
			(6) 車軸鍵是否移位。(無則免) ✓	<input type="checkbox"/> 完成不扣分(或無) <input type="checkbox"/> 未檢查扣 1 分			
			● 檢查剎塊間隙	<input checked="" type="checkbox"/> 完成不扣分 <input type="checkbox"/> 疏忽扣 2 分 <input type="checkbox"/> 不熟練扣 2 分	未檢查或不熟練扣 2 分		
			● 總開關打開、引擎啟動、儲氣風缸增壓。	<input checked="" type="checkbox"/> 完成不扣分 <input type="checkbox"/> 不熟練扣 2 分 <input type="checkbox"/> 方法錯誤扣 2 分	不熟練或熄火連續啟動或操作錯誤扣 2 分		
			● 檢查出砂管	<input checked="" type="checkbox"/> 完成不扣分 <input type="checkbox"/> 疏忽扣 2 分 <input type="checkbox"/> 不熟練扣 2 分	未檢查或不熟練扣 2 分		
● 全部在 20 分鐘之內要完成	<input checked="" type="checkbox"/> 完成不扣分 <input type="checkbox"/> 超過檢查時間扣 <u>    </u> 分	超過檢查時間 1 分鐘扣 2 分					

科目	地點	方式	操作事項	評分	扣分標準		
	枋寮		第 1 項合計扣 <u>1</u> 分				
2. 軔機處理	枋寮 車站 第 1 股線	列車停在車站，請駕駛員協助操作司軔閘，受測人調整保持閘。	● 調整保持閘、觀察客車軔缸行程是否適當。	<input checked="" type="checkbox"/> 完成不扣分 <input type="checkbox"/> 不熟練扣 <u>    </u> 分	操作不熟練者，依程度扣 1 至 5 分。		
			● 檢查列車軔管、角旋塞及軔機系統是否正常。	<input checked="" type="checkbox"/> 完成不扣分 <input type="checkbox"/> 不熟練扣 <u>    </u> 分	操作不熟練者，依程度扣 1 至 5 分。		
			● 緊軔時，以單臂上下搖動。鬆軔時，高舉單臂左右搖動。氣軔試驗終了時，高舉單臂搖動畫圓形。	<input checked="" type="checkbox"/> 完成不扣分 <input type="checkbox"/> 不熟練扣 <u>    </u> 分	操作不熟練者，依程度扣 1 至 5 分。		
第 2 項合計扣 <u>0</u> 分							
3. 停車位置	枋寮 車站 第 1 股線	受測人將列車開進第一股線。考試官指定列車停止位置，並作記號。	● 列車進站後，停車位置準確度。	<input checked="" type="checkbox"/> 完成不扣分 <input type="checkbox"/> 誤差扣 <u>    </u> 分	誤差每達 1 公尺扣 3 分		
			第 3 項合計扣 <u>0</u> 分				
4. 駕駛操作	枋寮 至 枋寮 車站	學員駕駛列車由枋寮車站行駛一往返	● 檢查服裝儀容	<input checked="" type="checkbox"/> 不扣分 <input type="checkbox"/> 儀容不整扣 <u>2</u> 分	服裝儀容不整扣 2 分		
			● 鳴放汽笛：以下(1)至(3)合計扣 <u>0</u> 分				
			(1) 列車開始運轉應鳴放「適度汽笛」(約 1.5 秒鐘)一聲。	<input type="checkbox"/> 完成不扣分 <input checked="" type="checkbox"/> 鳴笛不適當扣 <u>1</u> 分 <input type="checkbox"/> 疏忽扣 <u>    </u> 分	1) 鳴笛不適當 1 次扣 1 分。 2) 疏忽未操		

科目	地點	方式	操作事項	評分	扣分標準
	十字分道至視山	列車駕駛操作	(2) 進站及通過橋樑前，鳴放「長緩汽笛」(約 3 秒鐘)一聲。 (3) 在前後 30 公尺視線無礙之短橋樑 (少於 10 公尺) 得免鳴放汽笛。	<input checked="" type="checkbox"/> 完成不扣分 <input type="checkbox"/> 鳴笛不適當扣分 <input type="checkbox"/> 疏忽扣扣____分	作 1 次扣 2 分。
● 與站長作通卷複誦。			<input checked="" type="checkbox"/> 完成不扣分 <input type="checkbox"/> 未操作扣____分	未操作 1 次扣 2 分。	
● 觀察站長手勢及遊客狀況。			<input type="checkbox"/> 完成不扣分 <input type="checkbox"/> 未操作扣____分	未操作 1 次扣 2 分。	
● 列車出發： (1) 鳴放汽笛。 (2) 逆轉操作。 (3) 變速操作。 (4) 鬆軔、加油、運轉。			<input checked="" type="checkbox"/> 完成不扣分 <input type="checkbox"/> 操作不熟練扣____分	操作不熟練者，每項依程度扣 1 至 3 分。	
● 斜坡停車再開： <del>竹崎</del> 至樟腦寮區間，上下山各實施乙次。 十字分道視山 2.5K處			<input checked="" type="checkbox"/> 完成不扣分 <input type="checkbox"/> 衝動扣____分 <input type="checkbox"/> 倒退扣____分	1) 列車衝動 每次扣 2 分。 2) 列車倒退 每次依程度扣 2 至 4 分。	
● 進、出站及停車時列車平穩不衝動。			<input type="checkbox"/> 完成不扣分 <input checked="" type="checkbox"/> 衝動扣 <u>2</u> 分	衝動每次依程度扣 1 至 3 分。	
● 路況障礙處理： (1) 緊急煞車後，以無線電聯絡車長處理及將車輛狀況通報車庫。 (2) 駕駛員下車協助排除障礙，受測人在機車上注意氣軔。			<u>省略</u> <input type="checkbox"/> 完成不扣分 <input type="checkbox"/> 未聯絡扣____分 <input type="checkbox"/> 未注意氣軔扣____分	1) 未聯絡或通報扣 2 分。 2) 未注意氣軔扣 5 分。	
			第 4 項合計扣 <u>3</u> 分		

科目	地點	方式	操作事項	評分	扣分標準
5. 運轉時分測試	增通橋岳 至 祝山	增通橋岳 至 祝山 間運轉時分 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 標準運轉時分單程為 <u>5</u> 分鐘。(上下山各測量時間誤差乙次)</li> </ul>	<input type="checkbox"/> 完成不扣分 <input checked="" type="checkbox"/> 誤差扣 <u>2</u> 分	區間誤差每分鐘扣 2 分
				第 5 項合計扣 <u>2</u> 分	
6. 速度觀測	至	由考試官於上、下山路段隨機各觀測車速 2 次，每次觀測 30 秒鐘，觀察最大及最小車速變化。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 測量實際速度與標準值之誤差。(標準車速為 22 km/h，容許值為 20~24 km/h)</li> </ul>	<input checked="" type="checkbox"/> 完成不扣分 <input type="checkbox"/> 誤差扣 ____ 分	實際速度超出容許值每 1 km/h 扣 1 分。
			<ul style="list-style-type: none"> <li>● 因軔機操作不順而停車</li> </ul>	<input checked="" type="checkbox"/> 完成不扣分 <input type="checkbox"/> 停車扣 ____ 分	每次扣 5 分
			<ul style="list-style-type: none"> <li>● 車速不得超過最高速限 32km/h。</li> </ul>	<input checked="" type="checkbox"/> 完成不扣分 <input type="checkbox"/> 不合格	不合格
			第 6 項合計扣 <u>0</u> 分		
7. 指認呼喚應答	增通橋岳 至 祝山	列車由 增通橋岳 至 祝山 一往返	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 進出站、平交道執行呼喚應答</li> </ul>	<input checked="" type="checkbox"/> 完成不扣分 <input type="checkbox"/> 未呼喚應答扣 ____ 分	未呼喚應答每處扣 2 分。
			第 7 項合計扣 <u>0</u> 分		
總計扣 <u>6</u> 分					
總評分 = <u>94</u> 分 (以滿分 100 分減掉總扣分後之剩餘分數)					
檢定考試官簽名：					

註：表內所稱駕駛員係已通過技能檢定之駕駛員。

附錄 5 林鐵處 10 月 15 日列車運轉報告

嘉義林區管理處森林鐵路

車輛聯掛表

列車運轉報告

中華民國 109 年 10 月 15 日

第 660.661.662.663 次車

第 664 次車

機車號碼	機車種類	機車號	區起	區迄	間誌	掛號數		裝類	載別	距離公里	換換	換換	換換	算換	算換	日
						空	重									
6117	平車	6801	河	田	1 班	15	空	阿斯	裝	15	換	換	換	換	換	10
6043	平車	6018	田	台	1 班	15	重	卸	預計	15	換	換	換	換	換	15
4	平車		台		計	60										15
計																

第一聯 存根(白) 第二聯 車長(黃) 第三聯 駕駛(綠)

站名	到時	達分	開時	開分	出車	聯車	掛數	摘軸	放數	牽		引
										輛數	輛數	
何野	09	21	09	02						4	60	60
二崙	09	21	09	58							24.5	24.5
何野	12	24	12	54							60	60
二崙	12	24	12	54							24.5	24.5
何野	12	24	12	54							60	60
二崙												

機車	碼	走行公里	機	延	噸	公	里	油	柴	機	油	機	油	機	油	公	升
客	車		客	車				機	30	機	30	機	30	機	30		
工	程		工	程				機	10	機	10	機	10	機	10		
守	車		守	車				機		機		機		機			
管	業		管	業				備		備		備		備			
其	他		其	他				註		註		註		註			
計	計		計	計													

## 附錄 6 空氣壓縮機 C600 排氣量

INSTRUCTION PAMPHLET NO.SCE2-2

### TYPE C400 AND TYPE C600 AIR COMPRESSOR

Type C400 and type C600 belt driven air compressors shown in Fig. 3 and Fig. 4 supply the compressed air for air brake operation and other air control equipment.

From years of experimental and practical experience, it has been proved that a reciprocating type, single-acting (air compressed only on one side of the piston), one-stage, air cooled compressor is the most satisfactory for use with the air brake for diesel cars and diesel locomotives. It operates against 7 kg/cm<sup>2</sup> (100 PSI) air pressure at 600 rpm, under these conditions, it is suitable for continuous service. The control is made through a S-17 or NS-16 governor which automatically limits main reservoir pressure within a predetermined range.

The characteristic of this compressor are as follows.

Type	C400	C600
No. of cylinder	2	3
Cylinder bore	80 mm(3.150")	80 mm(3.150")
Piston stroke	70 mm(2.756")	70 mm(2.756")
Revolution	600 rpm	600 rpm
Displacement	420 l/min (14.8 Cu.f/min)	630 l/min (22.2 Cu.f/min)
Pressure	7 kg/cm <sup>2</sup> (100 PSI)	7 kg/cm <sup>2</sup> (100 PSI)
Inlet pipe	1½"	1½"
Discharge pipe	¾"	¾"
Weight	40 kg(88.2 lb)	60 kg(132.3 lb)
Power	3.3 HP	5 HP

The crank case with cylinder body (1) and cylinder cover (51) are made of high quality fine grained cast iron. A large radiating surface is provided with deep cast circular fins on the air cylinders.

Crankshaft (31) operates on two ball bearings (40, 43). Connecting rods (23) are applied to each crank pin of the crankshaft. Each rod has its individual bearing on the crank pin and wear is easily taken up by T bolt (26) castle nut (27) and shim (29) adjustment, as the crank pin bearings are of the adjustable split type.

Light weight trunk type pistons (18) are made of fine grained cast iron. Each piston has three snap rings (21, 22) all located in the piston head, the lower ring being an oil ring (22).

The main bearings (43, 40) are of the radial ball type. A suitable oil seal (42) is provided to prevent oil leakage and also to guard against entrance of dirt.

## 附錄 7 空氣壓縮機 C3000 排氣量

### Piston Clearance

To properly determine piston clearance, two (2) feeler or thickness gages should be employed. These feeler gages should be 12 wide and, when placed between the piston and cylinder, should extend over the entire length of the cylinder, and in a position midway between the openings of the wrist pin bore in the piston. The thickness of the minimum feeler gage should be from 0.01 to 0.015 thinner than the recommended minimum clearance, and with this gage in place, it must be possible to move the piston through the cylinder its entire length, while exerting a light hand push.

The thickness of the maximum feeler gage should be the same as the maximum recommended clearance, and when in place, the piston must not go through the cylinder.

### Resurfacing of Crankshaft Bearing Surfaces

If eventually the crankpin and oil pump eccentric are worn to a diameter less than the recommended undersize, and the crankshaft is otherwise in good condition, resurfacing of these points may be considered. This, of course, is a highly specialized procedure and a process which must insure a permanent bond between the two metals. "Metalizing," especially for crankpin journals, has not proven to be a recommendable process, due to the difficulty of obtaining a good bond and the possibility of subsequent flaking off of the metal. Chrome plating has been tried with some success, provided a good bond is obtained and facilities are available for proper regrinding of the surface plated. Neither one of these two processes, however, permits regrinding later to desired undersizes. "Arc-plating," a special "fuse bond process," or an equivalent process can be satisfactorily employed, whether or not regrinding to undersizes is to be a consideration.

### C-3000 COMPRESSOR SPECIFICATIONS

MINIMUM CLEARANCE AND CONDEMNING LIMITS  
(ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETER)

		C 3000
Rated Speed (RPM)		800
Displacement at Rated Speed (lts/min)		2954
Cylinder-Number		2 (L.P.) 1 (H.P.)
Cylinder Bore	140	+0.040 (L.P.) -0
	110	+0.035 (H.P.) -0

# 附錄 8 柴油機車行車保養日報表 (一級檢修)

格式 101 柴油機車 39 號行車保養日報表 民國 109 年 10 月 15 日 氣候

司機：	本日 行駛 下次保養 公里	公里 34300 公里	累計 公里	公里	(四) 檢 查 項 目 檢查結果	
(一) 引擎起動：引擎	350	Kpa (參考值 138~483 kpa)	引擎	50		動力系統
後 10 分鐘：油壓		kg/cm <sup>2</sup> (參考值 3~5 kg/cm <sup>2</sup> )	水溫			檢查機油管路及各接頭有無洩漏 檢查機油油面高度 檢查燃油箱有無洩漏並排放沉澱水份 檢查燃油管路及各接頭有無洩漏 檢查燃油油量 檢查冷卻水管及各接頭有無洩漏 檢查冷卻水量 放出各油系濾清器沉澱水份 檢查散熱器及冷卻水管有無洩漏並予清掃 檢查各部螺栓有無鬆弛 檢查各驅動皮帶 檢查大風扇傳動軸作用情況
發電機：引擎			引擎			傳動裝置
引擎：油壓		kg/cm <sup>2</sup> (參考值 3~5 kg/cm <sup>2</sup> )	水溫			檢查變速機油面高度 檢查變速機油管及接頭有無洩漏 檢查逆轉機之油封有無洩漏 檢查逆轉機油面高度 檢查減速機軸承潤滑管路有無破損或洩漏 檢查逆轉機油面高度
(二) T.C	2.5/70	Kpa (參考值 100~600 kpa) kg/cm <sup>2</sup> (參考值 2.2~9 kg/cm <sup>2</sup> )	油壓			檢查進排軸及萬向接頭有無鬆弛 檢查轉向架各部分有無裂痕 檢查各式彈簧有無變形或破損 檢查旁承座外觀及狀態 檢查車輪及車軸外觀 撒砂 S 裝置功能測試 檢查傳動連桿有無鬆弛
頻率		電 壓	電 流	下次保養		行走系統
(三) 車次：680	區間：A-1-2-19	噸數：70	HR	HR		初機系統
(五) 出車命令	司機酒測合格並接受勤前教育，無線電測試結果良好，完成開車前整備。 確認人簽章： <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">准予准予出庫</span>		調度員核章 <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 50px; height: 20px;"></span>			電氣及儀表
(六) 引擎 rpm	最高 1800	情轉 700	轉。車速器：	正常		檢查蓄電池及電器各部位連結線情況 檢查充電情況
引擎油壓	最高 520	情轉 172	引擎水溫	最高 50	車身及連結器	
T.C 油壓	最高 3.6/9.0	最低 2.6/7.0	T.C 油溫	最高 50	檢查車體外觀 檢查隨車裝備 檢查排障器外觀 兩劑及喇叭測試 檢查滅火器日期及狀態 檢查駕駛室門、窗、座椅及車內設備 檢查連結器狀態 檢查旁鏈裝置狀態 無線電操作測試 平交道遙控器測試 行車錄影機測試 空調機濾網清洗	
M.R	最高 7	最低 6	B.P 最高	最低 4.5	說明	
逆轉機油壓：		kg/cm <sup>2</sup>	充電電	最高 60	1. 實施完畢或正常者 V。 2. 經修復者 O；需在工作日誌填寫說明。 3. 需進廠檢修者 △。 4. 無此項目者 /。	
(七) 路線	1. 路基： 2. 隧道及橋樑： 3. 平交道警音器：					
(八) 其他事項						
(九) 本日用油	柴油	公升	液體變速機	公升		
	機油 (10#)	公升	機油 (15W/40)	公升		
	機油 (85W/90)	公升	液壓油	公升		

駕駛：

審核：

車庫長：



## 附錄 9 柴液機車二級檢修紀錄 ( 軀機系統 )

工作重點		以清洗、注油、測量、調整、校正、試驗、用以保持動力、傳動、行走、軀機、儀錶等裝置動作圓滑，運用狀態正常之檢修或局部拆卸檢修。		
類別	項次	檢 修 項 目	工作記號 ( 說明 )	檢 修 人 員
	29	*檢查逆轉機作用汽缸之動作	✓	9/0
	30	檢查減速機軸承潤滑管路有無破損或洩漏	✓	
	31	檢查減速機油面高度	✓	
	32	檢查減速機齒輪箱有無裂痕或漏油	✓	
	33	檢查推進軸及萬向接頭有無鬆弛並加油脂	加油脂	
	34	檢查鎖緊各固定螺絲	✓	
行走系統	35	清掃轉向架框架及檢查有無裂痕	✓	9/1
	36	檢查各式彈簧有無變形或破損	✓	
	37	旁承座狀態檢修 ( 間隙 3~6mm )	✓	
	38	車輪尺寸量測及狀態檢修	附表	
	39	車軸及軸箱外觀狀態檢修	✓	
	40	撒砂裝置功能檢修	✓	
	41	傳動連桿狀態檢修	✓	
軀機系統	42	濾水器清洗檢修及排出風缸水分	✓	9/0
	43	基礎軀機狀態檢修並加油潤滑	加油脂	
	44	氣軀軟管狀態檢修	✓	
	45	檢查空氣壓縮機油面高度	✓	
	46	檢查空氣壓縮機動作情況並調整皮帶	✓	
	47	檢查軀塊厚度及調整間隙	✓	
	48	軀機性能試驗檢修	✓	
	49	各式調壓器試驗檢修	✓	
	50	司軀閥試驗檢修	✓	
	51	壓力表校正檢修	✓	
	52	駐車熱車試驗檢修	✓	
電氣及儀表	53	清潔發電機空氣濾清器 ( 無發電機則免 )	✓	9/0
	54	清掃發電機室四周 ( 無發電機則免 )	✓	
	55	*檢查發電機碳刷及整流子並加油 ( 無發電機則免 )	✓	
	56	*檢查起動馬達碳刷及整流子並加油	✓	
	57	各式儀錶功能測試檢修	✓	
	58	各式控制燈及指示燈功能測試檢修	✓	

## 附錄 10 柴液機車三級檢修紀錄（軀機系統）

### 阿里山森林鐵路柴油機車三級檢修紀錄表

	32	檢查逆轉機之作用油封有無洩漏	✓	09/11
	33	逆轉機油換新及功能檢修	機油換新	
	34	檢查逆轉機機油壓力	✓	
	35	檢查逆轉機作用汽缸之動作	✓	
	36	檢查減速機軸承潤滑管路有無破損或洩漏	✓	
	37	減速機油換新及功能檢修	機油換新	
	38	檢查減速機齒輪箱有無裂痕或漏油	✓	
	39	推進軸及萬向接頭加油脂及功能檢修	加油脂	
	40	各部螺栓檢查鎖緊	✓	
行走系統	41	轉向架框架及裝配狀態檢修	✓	
	42	各式彈簧狀態檢修	✓	
	43	中心盤狀態檢修	✓	
	44	旁承座狀態檢修	✓	
	45	車輪尺寸量測及狀態檢修	附表	
	46	車軸及軸箱狀態檢修	✓	
	47	撒砂裝置功能檢修	✓	
	48	傳動連桿狀態檢修	✓	
軀機系統	49	濾水器拆洗檢修	✓	
	50	基礎軀機拆解檢修並加油潤滑	加油脂	
	51	氣軀軟管狀態檢修	✓	
	52	空氣壓縮機效能檢修	✓	
	53	更換壓縮機油	機油換新	
	54	檢查軀塊厚度及調整間隙	✓	
	55	軀機性能試驗檢修	✓	
	56	各式調壓器試驗檢修	✓	
	57	軀缸拆解清洗及功能檢修	✓	
	58	司軀閥總成拆解清洗及功能檢修(含繼動閥、控制閥等)	✓	
	59	分配閥拆解清洗及功能檢修	✓	
	60	壓力表校正檢修	✓	
	61	駐車煞車試驗檢修	✓	
電器及儀表	62	清潔發電機空氣濾清器(無發電機則免)	✓	09/11
	63	清掃發電機室四周(無發電機則免)	✓	
	64	檢查發電機碳刷及整流子並加油(無發電機則免)	✓	
	65	檢查啟動馬達碳刷及整流子並加油	✓	
	66	各式儀錶功能測試檢修	✓	

## 附錄 11 柴液機車四級檢修紀錄（軀機系統）

工作重點		對一般機件施行全盤檢修，各重要機件施行重整之檢修。		
類別	項次	檢 修 項 目	工作記號（說明）	檢 修 人 員
	32	變速機油換新	, 額外處理	
	33	變速機管路全盤檢修		
傳動裝置	34	變速機油濾清器重整檢修	✓	
	35	變速機油泵全盤檢修	✓	
	36	變速機出力狀態功能檢修	✓	
	37	控制閥全盤檢修	✓	
	38	變速機離合機構總成全盤檢修	✓	
	39	逆轉機總成重整檢修	✓	
	40	逆轉機油換新	換機油	
	41	減速機總成重整檢修	✓	
	42	減速機油換新	換機油	
	43	推進軸及萬向接頭全盤檢修	✓	
	44	推進軸非破壞檢修	✓	
	45	各部螺栓全盤檢修	✓	
行走裝置	46	轉向架框架重整檢修	✓	
	47	各式彈簧全盤檢修	✓	
	48	中心盤重整檢修	✓	
	49	旁承座重整檢修	✓	
	50	車輪重整檢修(必要時踏面重整或換新輪)	✓	
	51	車軸及軸箱重整檢修	✓	
	52	車軸非破壞檢修	✓	
	53	撒砂閥全盤檢修	✓	
54	傳動連桿總成全盤檢修(必要時換鋼襯)	✓		
軀機系統	55	濾水器全盤檢修	✓	
	56	基礎軀機重整檢修	✓	
	57	氣軀軟管全盤檢修	✓	
	58	空氣壓縮機全盤檢修	✓	
	59	更換空氣壓縮機油	更換機油	
	60	檢查軀塊厚度及調整間隙	✓	
	61	軀機性能試驗檢修	✓	
	62	各式調壓器重整檢修	✓	
	63	軀缸重整檢修	✓	
	64	司軀閥總成重整檢修(含繼動閥、控制閥等)	✓	
	65	分配閥重整檢修	✓	

## 附錄 12 空氣壓縮機機油資料



國光牌超優 CI4 車用機油 15W/40 (CPC Superfleet CI4 Motor Oil 15W/40)

### 國光牌超優 CI4 車用機油 15W/40 CPC Superfleet CI4 Motor Oil 15W/40

- 本油品採用精煉之石蠟基油料與最新添加劑摻配而成，不僅符合美、日等國大客貨車製造廠商要求最高品質 API CI4 級之規格，亦符合歐洲大客貨車製造廠延長換油週期要求之規格。本油品內含高效能之清淨分散、抗氧化、抗磨損、防鏽、防腐蝕與消泡等添加劑。
- 本油品質除符合美國石油學會引擎機油規格 API CI4 要求外，更符合美國 OEM 規格 Cummins CES 20078/20077 與 Mack EO-M Plus 要求。
- 本油品質除亦可符合歐洲汽車製造協會引擎機油規格 ACEA E7 要求外，更符合歐洲 MB 228.3, Volvo VDS-2, MAN M3275 等 OEM 規格之長換油里程要求。
- 本油品廣用於各種車輛，工程機械之四行程柴油引擎，以及渦輪增壓及機械式增壓之柴油引擎。
- 本油為 15W/40 複級黏度機油，四季均可使用。
- 包裝：①200 公升桶裝。  
②19 公升聽裝。
- 本油之代表性檢驗結果如下：

SAE 級數	SAE Viscosity No.	15W/40
比重	Sp. Gr., 15.6°C/15.6°C, D4052	0.8767
黏度	Viscosity Kin., cSt @40°C, D445	119.9
	@100°C, D445	15.54
黏度指數	Viscosity Index, D2270	136
流動點	Pour Point, °C, D6749	<-27
閃火點	Flash Point, COC, °C, D92	228
著火點	Fire Point, COC, °C, D92	248
顏色	Color, D1500	L 3.0
鹼價	Base Number, mg KOH/g, D2896	9.2
硫酸鹽灰份	Sulfated Ash, %, D874	1.16
API 作業標準	API Service classification	CI4
產品編號	Product No.	LB51840

備註：以上數據僅為本產品之常態代表數值，每批產品之出廠化驗數值將有些微差異，惟均在本公司品質控管範圍內，如有疑問，請逕洽本公司各潤滑油業務單位。

## 附錄 13 林鐵處 10 月 15 日貨運日報及運輸貨票

嘉義林區管理處森林鐵路

交費：付現：記賬  
類別：零擔：整車

**貨運日報**      109年10月15日  
字 No. 3

到站	件數	實際重量	車數	計費重量	運費	支線費	站外側線調車費	專用側線調車費	合計		備註
									重量	金額	
阿里山 ↔ 二萬平		80T	8	80T	10272	352			10272	488	
合計			8	80T	10272	352			10272	488	
累計			32	320T	41088	1720			41088	1952	

本日報一式二聯 ①送鐵路課(白) ②起運站存查(黃)

遵守時間，注重秩序。

嘉義林區管理處  
阿里山森林鐵路

阿里山森林鐵路  
**003282**  
109年10月15日

交費：付現：記賬  
類別：整車：零擔

**運輸貨票**  
(起運站存查)

貨運區間：由 阿里山 站至 二萬平 站      列車次：第 660、662 次車

申請人 姓名或商號：元山土木包工業      住址：

收貨人 姓名或商號：元山土木包工業      住址：

申請書號	貨車種類及號碼	貨名	包裝及標誌	件數	實際重量(公斤)	車數	計費重量	費率	運費	站外側線調車費	專用側線調車費	支線費	合計
平字	6117	道碴				2	20T	12.84	2568				122
高甲	6801	道碴				2	20T	12.84	2568				122
高甲	6043	道碴				2	20T	12.84	2568				122
高甲	6018	道碴				2	20T	12.84	2568				122
109林鐵修字第1-4號						阿里山車庫維修股線改善工程							
合計						8	80T		10272				488

注意：票上各項填寫錯誤應全部作廢，填票時各聯應一次填寫。

填發員名章      起運站長名章

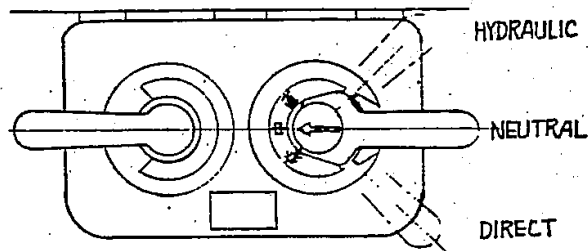
附註：本單四聯 (1)起運站存查 (2)報鐵路課 (3)交車長轉到建站為交貨憑證 (4)收據交申請人收執

## 附錄 14 Type C600 空氣壓縮機啟動說明

- 6 -

In order to avoid possible shock and possible damage of reversing clutch gears, it is imperative for driver to be followed that the position of reversing handle should be changed only when the locomotive is in stand still and throttle control handle in idle position.

### 3) Converter handle



This handle has three positions; "Hydraulic drive", "Neutral" and "Direct drive".

#### Locomotive starting

After positioned the reversing handle into running direction as required, the converter handle shall be move to "Hydraulic drive" from "Neutral" to start the locomotive. Do not operate the converter handle into "Hydraulic" from "Neutral" excepting with engine throttle control handle in "Idling" position.

#### Shifting operation

Shifting operation from "hydraulic drive" into "Direct drive" known as up-shift and from "Direct drive" to "Hydraulic drive" known as down-shift operation is performed at the locomotive speed of around 24 Km/h with the position of the engine throttle control handle unchanged.

#### Quick air charge

Air in the reservoir may be charged quickly by engine driven C600 air compressor with engine revolved in high speed up to 2100 RPM when the locomotive is in stand still.

The quick air charge is performed with reversing handle in "Neutral" and converter handle in "Neutral" position.

## 附錄 15 「阿里山林業鐵路工程貨車牽引力、掣動力及傾斜 度評估報告」摘錄資料

以軋缸壓力 3.5 公斤力/平方公分為例：

1. 平守車及高甲車常用緊軋車輪與軋塊最大正向力：

型式 1：2 節車使用新式轉向架

$$\frac{\pi}{4}d^2(P - 0.35) \times n \times L \times \eta = \frac{\pi}{4}(20.4)^2(3.5 - 0.35) \times 1 \times 5.97 \times 0.7$$

$$= 4,300 \text{ 公斤力}$$

型式 2：2 節車使用舊式轉向架

$$\frac{\pi}{4}d^2(P - 0.35) \times n \times L \times \eta = \frac{\pi}{4}(20.4)^2(3.5 - 0.35) \times 1 \times 4.69 \times 0.7$$

$$= 3,378 \text{ 公斤力}$$

總正向力：4,300 × 2 + 3,378 × 2 = 15,356 公斤力

2. 柴液機車常用緊軋車輪與軋塊最大正向力：

$$\frac{\pi}{4}d^2(P - 0.35) \times n \times L \times \eta = \frac{\pi}{4}(18.7)^2(3.5 - 0.35) \times 4 \times 8.45 \times 0.7$$

$$= 20,459 \text{ 公斤力}$$

其中， $d$ ：軋缸直徑（公分）， $P$ ：軋缸壓力（公斤力/平方公分）， $n$ ：軋缸數， $L$ ：軋機倍率， $\eta$ ：機械效率，0.35：軋缸彈簧縮回壓力（公斤力/平方公分）

$$\text{軋塊摩擦係數：} f_m = \frac{0.5CV^2}{2.5V^2 - 400V + 92104 \log(1+0.01)}$$

以車速 18 公里/時為例： $f_m = 0.22$ ，車速 44 公里/時： $f_m = 0.17$

$V$ ：車速， $C$ ：天氣係數 0.32

3. 行駛阻力公式： $8.286 + 0.000749V^2$ ， $V$ ：車速（公里/時）

以車速 18 公里/時為例：行駛阻力為 8.53 公斤力/公噸

4. 彎道阻力公式： $440/R$ ， $R$ ：曲率半徑（公尺）

以曲率半徑 40 公尺為例：彎道阻力為 11 公斤力/公噸