

出國報告書（出國類別：其他）

空調通勤電聯車 520 輛購車案 檢驗報告

服務機關：交通部臺灣鐵路管理局

職稱姓名：幫工程司 吳昌諭

工務員 陳志誠

派赴國家/地區：韓國/首爾;釜山、匈牙利/布達佩斯、
德國/慕尼黑、義大利/米蘭、新加坡

出國期間：109年1月2日至1月22日

報告日期：109年4月16日

目錄

壹、	目的:	1
貳、	檢驗週報表	2
參、	車輛製造商及測試項目簡介	6
一、	韓國昌原工廠簡介：	6
二、	購車案主要部分設備之廠牌及原產地說明如下：	8
三、	本次檢驗之設備及國家如下：	8
肆、	檢驗過程	9
一、	轉向架之靜態負荷型式測試	9
二、	蓄電池充電器型式測試	17
三、	空氣壓縮機型式測試	34
四、	軔機型式測試	40
五、	車輪、車軸型式測試	45
六、	旅客資訊系統設備型式測試	54
伍、	心得及建議	62
一、	心得	62
二、	建議	67
陸、	附錄：專題報告	70
一、	電池充電器廠商 VCTech 簡介：	70
二、	定義與縮寫：	73
三、	電池充電器採用標準如下：	74
四、	電池充電器規格表：	74
五、	電池充電器電路簡介說明：	75

圖目錄

圖 1 韓國地圖.....	6
圖 2 昌原工廠.....	6
圖 3 ISO9001 證書.....	7
圖 4 IRIS 證書.....	7
圖 5 OSHAS 18001 證書.....	7
圖 6 馬達轉向架(M 型)和拖車轉向架(T 型) 示意圖.....	10
圖 7 測試臺基本框架.....	11
圖 8 測試框架治具.....	11
圖 9 應變規位置(上視圖).....	15
圖 10 應變規位置(下視圖).....	15
圖 11 橫向荷載傳感器(校驗)確認.....	16
圖 12 垂向荷載傳感器(校驗)確認.....	16
圖 13 編號 33 與 34 應變規位置.....	16
圖 14 尺寸量測.....	19
圖 15 量測結果.....	20
圖 16 觸發測試結果.....	24
圖 17 觸發測試結果列印.....	24
圖 18 輕載測試結果.....	25
圖 19 額定負載測試結果.....	25
圖 20 負載變化測試結果.....	26
圖 21 功率損失測試結果.....	27
圖 22 功率損失計算結果.....	28
圖 23 秤重量測.....	28
圖 24 秤重量測結果.....	28
圖 25 噪音量測位置.....	29
圖 26 量測過程 1.....	29
圖 27 量測過程 2.....	29
圖 28 測試結果示波器圖形.....	30
圖 29 安全要求檢驗結果示波器圖形.....	31
圖 30 清除短路之測試結果.....	32
圖 31 中斷負載測試結果.....	33
圖 32 示波器.....	33
圖 33 電源供應設備.....	33
圖 34 空氣壓縮機規格.....	34
圖 35 空氣壓縮機實體.....	34
圖 36 測試儀器校正紀錄.....	35

圖 37 秤重測試過程	35
圖 38 測試吊掛作業	36
圖 39 測試結果.....	36
圖 40 尺寸量測過程 1.....	36
圖 41 尺寸量測過程 2.....	36
圖 42 空氣壓縮安全測量點.....	37
圖 43 空氣壓縮機測試物	37
圖 44 測試用量尺	37
圖 45 空氣壓縮機測試設備圖.....	38
圖 46 測試安裝確認	39
圖 47 測試安裝說明	39
圖 48 測試設備實體圖.....	40
圖 49 測試設備剖面圖.....	41
圖 50 熱電偶安裝位置.....	42
圖 51 煞車卡鉗.....	44
圖 52 測試說明.....	44
圖 53 測試狀態 1.....	44
圖 54 測試狀態 2.....	44
圖 55 煞車軔塊.....	44
圖 56 煞車碟盤.....	44
圖 57 化學成分測試報告	46
圖 58 試驗軸	46
圖 59 車軸超音波測試.....	46
圖 60 回饋之訊號檢視.....	47
圖 61 車軸超音波顯示狀態	47
圖 62 車輪超音波測試.....	47
圖 63 車輪超音波顯示狀態	47
圖 64 噴灑磁粒子檢驗準備 1	47
圖 65 噴灑磁粒子檢驗準備 2	47
圖 66 車軸表面檢視 1	48
圖 67 車軸表面檢視 2	48
圖 68 車輪動平衡測試狀態	48
圖 69 動平衡測試結果.....	48
圖 70 動平衡測試車輪序號	48
圖 71 尺寸量測治具	49
圖 72 車輪量測 1.....	49
圖 73 車輪量測 2.....	49
圖 74 車軸量測.....	49

圖 75 儀器校正檢視	50
圖 76 軸重量測	50
圖 77 輪重數值	50
圖 78 輪重量測	50
圖 79 硬度測試	50
圖 80 硬度量測	50
圖 81 車輪硬度量測數據	51
圖 82 測試前料件	51
圖 83 測試後料件	51
圖 84 拉伸試驗結果之應力曲線	51
圖 85 TOCP 尺寸量測	55
圖 86 話筒尺寸量測	55
圖 87 廣播控制單元尺寸量測	55
圖 88 車廂喇叭尺寸量測	55
圖 89 自動亮度調整測試	60
圖 90 通訊測試	60
圖 91 最大錄影空間計算	60
圖 92 4G-LTE 路由器功能測試	61
圖 93 WIFI 連線測試	61
圖 94 車身負荷測試設備	62
圖 95 空氣壓縮機實體	64
圖 96 空氣壓縮機上視圖	64
圖 97 空氣壓縮機側視圖	65
圖 98 生產履歷	65
圖 99 德國 KNORR 慕尼黑總部	66
圖 100 總部內部合照	66
圖 101 車輪條碼	69
圖 102 車輪序號	69
圖 103 高速列車相關產品應用	70
圖 104 電聯車相關產品應用	71
圖 105 110V 充電器外觀	72
圖 106 充電器實體正視圖	72
圖 107 充電器實體背視圖	72
圖 108 充電機箱體內部基本配置圖	75
圖 109 預充電電路板	76
圖 110 預充電接觸器	76
圖 111 充電電阻	76
圖 112 預充電電路圖	76

圖 113RM 及 BCM 電路.....	77
圖 114RM 及 BCM 電路圖	77
圖 115BCFC1 外視圖	78
圖 116BCFC1 電容實體圖.....	78
圖 117BCFC1 電路圖	78
圖 118 電容器規格(DATA SHEET).....	78
圖 119 充電器背視圖.....	79
圖 120BCRD 放大圖.....	79
圖 121 充電器電路圖	79
圖 122 濾波電路圖	80
圖 123 濾波電抗器及濾波電容器	80
圖 124 充電器控制面板.....	80
圖 125 充電器正視圖	80
圖 126BC 啟動及關機順序	81
圖 127 故障狀況 1 時序圖.....	82
圖 128 故障狀況 2 時序圖.....	83
圖 129 電池充電模式	84
圖 130 浮動電壓隨溫度變化 110V.....	84
圖 131 浮動電壓隨溫度變化 24V.....	84

表目錄

表 1 第一週報表	2
表 2 第二週報表	3
表 3 第三週報表	4
表 4 第四週報表	5
表 5 負載條件.....	12
表 6 應變規位置表	14
表 7 材質機械性質表	16
表 8 24V/110V 電池充電器規格表	17
表 9 電池充電器量測結果表	19
表 10 絕緣測試結果	20
表 11 耐壓測試結果.....	20
表 12 電池充電器保護測試項目結果.....	21
表 13 觸發測試結果統計表	24
表 14 輕載及額定負載測試結果統計表	25
表 15 突發負載變化測試結果.....	26
表 16 功率損失結果	27
表 17 秤重結果統計表.....	28
表 18 噪音量測結果統計表	29
表 19 短時間中斷測試結果表.....	30
表 20 安全要求檢驗結果表	31
表 21 短路及負載中斷測試結果表	32
表 22 重量量測結果表.....	36
表 23 尺寸量測結果表.....	38
表 24 功能測試結果統計	39
表 25 煞車塊測試參數表	42
表 26 緊急煞車參數表.....	42
表 27 潮濕條件下緊急煞車參數表	43
表 28 路徑配置模擬參數表	43
表 29 車輪測試結果統計表	52
表 30 車軸測試結果統計表	53
表 31 PISC 尺寸量測結果統計表.....	56
表 32 PISC 系統功能測試結果統計表	61
表 33 電池充電器尺寸表	72
表 34 定義與縮寫表	73
表 35 電池充電器規格表	74
表 36 充電器保護項目表	84

壹、 目的:

- 一、 本購車案由韓商現代樂鐵股份有限公司得標，決標金額：新臺幣 253 億 4,330 萬元，107 年 6 月 26 日簽約，預定 109 年 8 月起陸續交車，至 112 年全部交車完成並投入營運，本局為確保車輛製作品質、了解車輛結構組裝並提升維修技術、降低故障率，乃派員至原廠辦理監造檢驗，以增進行車安全等目的。

- 二、 空調通勤電聯車 520 輛購車案，得標商為現代樂鐵股份有限公司 (Hyundai Rotem Company)，是南韓一家出產鐵路車輛、軍事及廠房產品之公司，為現代汽車集團成員之一，在韓國有逾 3,800 名員工，產品出口國家達 35 個，近十五年交付了 892 輛類似車輛，在美國、土耳其、紐西蘭、烏克蘭、馬來西亞等國家，而近十年中屬超大型合約有印度，德里地鐵公司 RS10，共 486 輛電聯車；香港，SCL 沙田至中環線電聯車，共 333 輛；雪梨，NIF 雙層電聯車，共 512 輛；首爾，地鐵 3 號線電聯車，共 340 輛。故本購車案共 520 輛電聯車，皆由現代樂鐵股份有限公司進行設計、製造、測試，驗收等相關工作。

- 三、 為確保通勤電聯車 520 輛製造品質，本批檢驗人員於 109 年 1 月 2 日起至 1 月 22 日止，會同台灣德國萊因技術監護顧問股份有限公司(獨立驗證與認證 IV&V)，至韓國昌原工廠(轉向架)、韓國 VC Tech(電池充電器)、匈牙利 KNORR(空氣壓縮機)、德國 KNORR(軔機閘瓦測試)、義大利 LUCCHINI(車輪與車軸)、新加坡 STEE(旅客資訊系統 PISC)等國家，進行為期 20 天相關檢驗工作，以確認車輛性能及製造品質符合規範要求，並可藉由此機會學習當地相關維修管理思維及技術，俾利提升臺鐵局未來車輛維修技術觀念。

貳、 檢驗週報表

表 1 第一週報表

空調通勤電聯車520輛購案出國檢驗		
期間	自109年1月2日至109年1月5日止	
日期	星期	辦理事項
1月2日	四	自桃園國際機場→韓國釜山金海國際機場。
1月3日	五	1、韓國現代釜山車輛製造廠會議室開會： <ul style="list-style-type: none"> (1) 釜山車輛製造廠介紹各部門及認識相關幹部。 (2) 車輛測試期程進度說明。 (3) 製程及品質管控說明。 2、場區勞安教育講習及注意事項說明。 3、轉向架框架型式測試。 4、參觀製作所各工場生產線及測試設備。
1月4日	六	例假日。
1月5日	日	例假日。
備註：		

表 2 第二週報表

空調通勤電聯車520輛購案出國檢驗		
期間	自109年1月6日至109年1月12日止	
日期	星期	辦理事項
1月6日	一	1、移動日：釜山(昌原)--->首爾(義王) 2、韓國現代樂鐵首爾總公司拜會。 3、韓國現代樂鐵首爾總公司會議室開會： (1) 總公司介紹各部門及認識相關幹部。 (2) 車輛交貨期程/交車準備說明。 (3) 車輛車廂內裝 VR 體驗。 (4) 車輛 TCMS 設備介紹。
1月7日	二	電池充電器型式測試。
1月8日	三	移動日 自韓國首爾機場→匈牙利布達佩斯機場。
1月9日	四	1、匈牙利空氣壓縮機製造廠會議室開會： (1) 公司介紹及型式測試說明。 (2) 場區勞安教育講習及注意事項說明。 2、空氣壓縮機型式測試。
1月10日	五	1、空氣壓縮機型式測試 2、參觀製作所各生產線製作流程。
1月11日	六	例假日。
1月12日	日	移動日 自匈牙利布達佩斯機場→德國慕尼黑機場
備註:		

表 3 第三週報表

空調通勤電聯車520輛購案出國檢驗		
期間	自109年1月13日至109年1月19日止	
日期	星期	辦理事項
1月13日	一	1、德國軔機設備 KNORR 總公司會議室開會： (1) 公司介紹。 (2) 車輛軔機相關設備設計及數據分析說明。 (3) 車輛閘瓦組裝說明。 2、測試設備參訪。
1月14日	二	1、德國軔機設備 KNORR 總公司會議室開會： 2、車輛軔機相關設備設計及數據分析說明
1月15日	三	移動日 自德國慕尼黑機場→義大利米蘭利納特機場
1月16日	四	1、義大利車輪、車軸設備公司會議室開會： (1) 公司介紹。 (2) 場區勞安教育講習及注意事項說明。 2、車軸型式測試。
1月17日	五	車輪型式測試。
1月18日	六	例假日。
1月19日	日	移動日 自義大利米蘭馬爾彭薩機場→新加坡樟宜機場
備註:		

表 4 第四週報表

空調通勤電聯車520輛購案出國檢驗		
期間	自109年1月20日至109年1月22日止	
日期	星期	辦 理 事 項
1月20日	一	移動日 自義大利米蘭馬爾彭薩機場→新加坡樟宜機場 1、新加坡 PISC 設備公司會議室開會： (1) 公司介紹。 (2) 相關型式測試說明。 2、PISC型式測試。
1月21日	二	PISC 型式測試。
1月22日	三	移動日 自新加坡樟宜機場→桃園國際機場。
備註：		

參、 車輛製造商及測試項目簡介

一、 韓國昌原工廠簡介：

(一)立約商現代樂鐵股份有限公司(Hyundai Rotem Company)，總公司與研發中心位於義王，製造廠位於昌原，相關位置如圖 1、2。

(二)總部與研發中心說明：

1. 業務與行銷。
2. 專案管理。
3. 設計和工程。
4. 行政。
5. 採購。
6. 金融會計。
7. 電氣設備及牽引系統。

(三)昌原製造廠說明：

1. 規模：290,295 平方公尺。
2. 年產能：1,000 個車廂。
3. 鐵道車輛及軍事設備

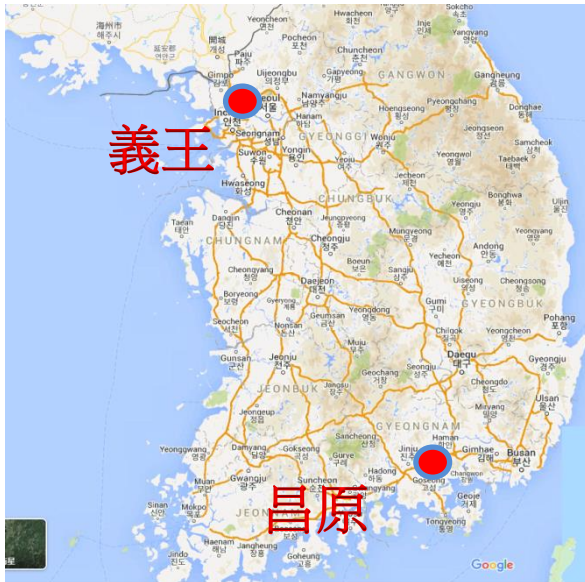


圖 1 韓國地圖



圖 2 昌原工廠

(四) 製造設施與設備：

1. 按昌原工廠的產能，製造能力是每年 1,000 輛電聯車。主要由車體廠、裝配廠、塗裝廠、轉向架廠、檢測廠等組成。
2. 現代樂鐵股份有限公司(Hyundai Rotem Company)獲得 ISO9001 品質管理體系(如圖 3)及國際軌道行業標準(IRIS，如圖 4)針對設計、開發、製造、及維護活動之認證，以及國內外衛生安全標準的衛生安全管理制制度，結合了一套持續改良與檢討的過程，並取得 OHSAS 18001 認證(如圖 5)。



圖 3 ISO9001 證書



圖 4 IRIS 證書



圖 5 OHSAS 18001 證書

二、 購車案主要部分設備之廠牌及原產地說明如下：

- 1 車體：現代樂鐵股份有限公司(韓國)。
- 2 轉向架：現代樂鐵股份有限公司(韓國)。
- 3 牽引系統：東芝基礎設施系統株式會社(日本)。
- 4 靜式變流器：現代樂鐵股份有限公司(韓國)。
- 5 軔機系統：KNORR(德國)。
- 6 空氣壓縮機：KNORR(匈牙利)。
- 7 主變壓器：東芝基礎設施系統株式會社(日本)。
- 8 真空斷路器：東芝基礎設施系統株式會社(日本)。
- 9 車輪與車軸：LUCCHINI(義大利)。
- 10 旅客資訊系統：台灣新鈞電子(新加坡)。
- 11 蓄電池充電器：VCTech(韓國)。

三、 本次檢驗之設備及國家如下：

- 1 轉向架：現代樂鐵股份有限公司(韓國)。
- 2 電池充電器：VCTech(韓國)。
- 3 空氣壓縮機：KNORR(匈牙利)。
- 4 軔機系統：KNORR(德國)。
- 5 旅客資訊系統：台灣新鈞電子(新加坡)。

肆、 檢驗過程

一、 轉向架之靜態負荷型式測試

(一) 測試標準：

- 1 BS EN13749:2011:鐵路應用-車輪組和轉向架-規範轉向架結構要求的方法。
- 2 UIC515-4:199:乘客鐵路車輛拖車轉向架-運轉齒輪轉向架框架結構強度測試。
- 3 UIC615-4:2003:轉向架和運轉齒輪-轉向架框架結構強度測試。
- 4 JIS G3114:2004:用於焊接結構的熱軋抗大氣腐蝕鋼。
- 5 ASTM A618:熱成形焊接和無縫高強度低合金結構管的標準規範。
- 6 ASTM A588:具 50 ksi (345 MPa)的高強度低合金結構鋼的標準規範。
- 7 BS EN12663-1:2010+A1:2014:鐵路應用-鐵路車輛車體結構要求。

(二) 測試目的：

- 1 本次轉向架由車輛立約商現代樂鐵公司負責設計及製造，依據契約規範規定辦理轉向架靜態負載測試(Bogie Frame Static Load Test)，以驗證轉向架在設計條件下使用其任何部分應無瑕疵或永久變形，且試驗所測得之應力應低於所用材料之降伏點。
- 2 測試後將所得各設定點之應力值與轉向架使用材料之容許應力比較，以確認其應力值是否低於所用材料之降伏點。另外，比較各設定點負載前及卸載後之數值，以確認轉向架框架是否有永久變形產生。
- 3 本次透過應變規來量測，利用設備(液壓伺服致動器) 模擬符合負載條件的荷重，於車體受負重的狀態中，偵測黏於車身之應變規的變形量，並將變形量透過數據輸入電腦設備來計算產生的應力並比對是否在車體材質(降伏應力)以安全係數 1.5 為前提下的允許應力範圍內，其數學公式:允許應力=降伏應力/安全係數(1.5)。

(三) 測試條件：為確保轉向架在相較一般營運使用較為嚴苛條件下，仍可正常使用，依據臺鐵局電聯車技術規範和 EN 13749 發展所需考量之設計因子，以一般營運條件(車身重+乘客重+設備重) 3% 作為餘裕加入重量條件中，以確保營運安全。

(四) 測試物:馬達車轉向架：

- 1 本案空調通勤電聯車 520 輛購車案，計有兩種類型之轉向架框架，分別為馬達轉向架及拖車轉向架。前述兩種轉向架框架設計，對於側框架，橫樑管和橫樑支撐支架都是相同的。這些轉向架都需承受垂直、扭轉、橫向和縱向負載的主要負載。其中馬達轉向架(M 型)有比拖車轉向架(T 型)類型更複雜及嚴苛的負載條件，故選用較為嚴苛的馬達車轉向架(M 型)做為測試對象進行靜態和疲勞測試。

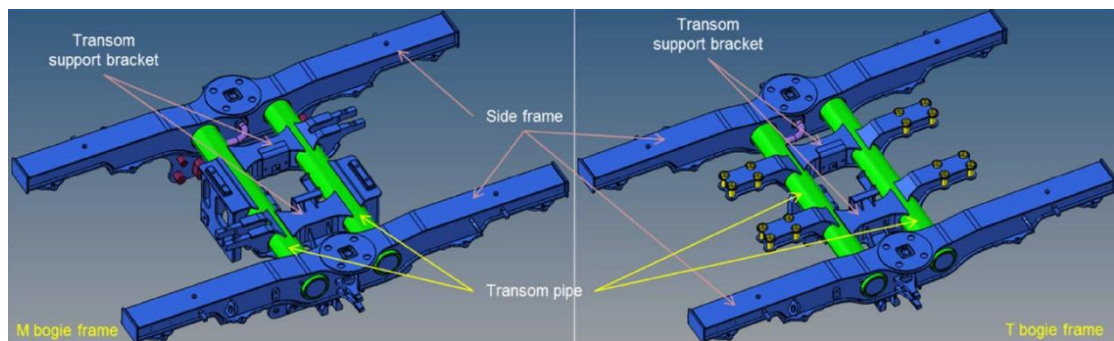


圖 6 馬達轉向架(M 型)和拖車轉向架(T 型) 示意圖

(五) 測試項目

- 1 靜態負荷測試:
 - 1.1 保證負載測試(12 個負荷案例)。
 - 1.2 主要運行負載靜態測試(2 例)。
 - 1.3 特定運行負載靜態測試(8 例)。
- 2 疲勞負荷測試 (1 千萬週期):
 - 2.1 疲勞負載階段 1: (6 百萬週期)。
 - 2.2 疲勞負載階段 2: (2 百萬週期)。
 - 2.3 疲勞負載階段 3: (2 百萬週期)。

(六) 測試儀器如下：

- 1 液壓伺服致動器 & 控制器 (負載應用裝置)。
- 2 荷重元/指示器 (負載測量工具)。
- 3 資料記錄器 (應變量測系統)。
- 4 掃描轉接箱 (應變量測系統)。
- 5 應變規。



圖 7 測試臺基本框架

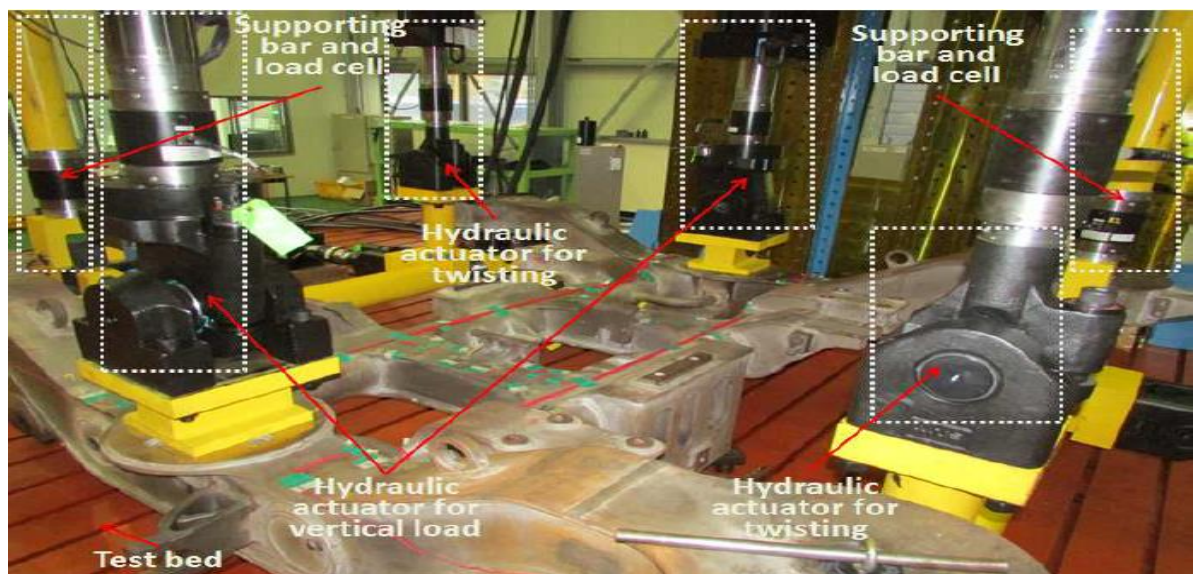


圖 8 測試框架治具

(七) 負載條件：

- 1 為確保轉向架於較嚴苛條件之營運條件下，仍可正常使用，並以一般營運條件(車身重+乘客重+設備重) 3% 作為餘裕加入重量條件中，以確保營運安全，相關負載條件如下表。

表 5 負載條件

說明	數值		
	EMA1	EMA2	EMB
車皮條件的列車質量 AW1 (mv) +3%	42,823.1 kg	43,536.3 kg	41,073.5 kg
車皮條件的列車質量 AW1 (mv') +3%	28,727.5 kg	29,440.7 kg	26,978.0 kg
*乘客質量 (C1) +3%	17,226.8 kg	17,535.8 kg	17,072.3 kg
**乘客質量 (C2) +3%	10,629.6 kg	11,000.4 kg	10,629.6 kg
含乘客的車體質量 (mv+C1) +3%	60,049.8 kg	61,072.0 kg	58,145.8 kg
轉向架質量 (m+) +3%	7,047.8 kg	7,047.8 kg	7,047.8 kg
轉向架 / 列車數量	2	2	2
車輪組 / 轉向架數量	2	2	2
簧下質量 +3%	3,065.3 kg	3,065.3 kg	3,065.3 kg
簧上質量(msPRUNG) +3%	3,982.5 kg	3,982.5 kg	3,982.5 kg
牽引馬達質量 +3%	623.2 kg		

驅動齒輪質量 ^{+3%}	339.9 kg
連結重量 ^{+3%}	24.7 kg
齒輪比 (r)	6.105
距離 (L, 軸中心 齒輪箱安裝點)	520 mm
T/M 最大牽引扭矩 (MYTM)	1,716 Nm
T/M 最大煞車扭矩	1,474Nm
輪面煞車裝置質量	78.0 kg
煞車夾持力 (輪面, 緊急事故)	30,625 N
煞車夾持力 (輪面, 運行)	19,725 N
摩擦係數	0.3
重力 (g)	9.81 m/s ²
輪距	2,300 mm
橫向阻尼器	6,900 N (正常力量)
抗偏器	7,705 N (正常力量)
防傾桿反作用力	29,000 N (保證)
防傾桿反作用力	24,000 N (疲勞)

備註：

*乘客質量 (C1)：超擠壓滿載條件的乘客重量 (W4)

**乘客質量 (C2)：完全滿載條件的乘客重量 (W2)

車皮條件的列車質量 AW1 (mv)：含轉向架質量

車皮條件的列車質量 AW1 (mv')：不含轉向架質量

- (八) 應變規黏貼位置：在模擬負載及運行條件下，分析車身結構、各部件彼此運作及受力狀況分析應力集中位置，將 60 個應變規設置(圖 9、10)在車身結構中易產生應力集中位置。以液壓伺服致動器施力於轉向架模擬受負重的狀態中，透過黏貼於轉向架的應變計來偵測在受力過程中轉向架各部位變形量情形，並將變形量透過數據輸入電腦設備來計算是否在允許標準內。

表 6 應變規位置表

應變規編號	位置	備註
1~8	測框架的上方板	承受垂直載荷的量規
9~10	接近抗偏器支架的側框架側邊板	
11~12	接近橫樑管的側框架側邊板	
13	橫向阻尼器支架的加強板	受側向減振器負荷影響的量規
14~15	牽引馬達的前方板	受牽引馬達慣性和扭矩影響的量規
16~19	橫樑支撐支架的上方板	受側向載荷影響的量規
20~21	橫樑管	受牽引馬達慣性和扭矩影響的量規
22		受到齒輪反作用力影響的量規
23~24		受牽引馬達慣性和扭矩影響的量規
25		受到齒輪反作用力影響的量規
26~27	牽引馬達的前方板	受牽引馬達慣性和扭矩影響的量規
28~29	側框架的下方板	承受垂直載荷的量規

30	煞車支架	受到煞車負載影響的量規
31~33	側框架的下方板	承受垂直載荷的量規
34	煞車支架	受到煞車負載影響的量規
35~37	側框架的下方板	承受垂直載荷的量規
38	煞車支架	受到煞車負載影響的量規
39~41	側框架的下方板	承受垂直載荷的量規
42	煞車支架	受到煞車負載影響的量規
43	側框架的下方板	承受垂直載荷的量規
44~46	接近防傾桿的側框架下方板	受到抗側傾載荷影響的量規
47~50	齒輪吊架支架	受到齒輪反作用力影響的量規
51~54	橫樑支撐支架的下方板	受側向載荷影響的量規
55	橫樑管	受縱向載荷影響的量規
56~57	單連接支架	
58	橫向阻尼器支架	受側向減振器負荷影響的量規
59~60	橫樑管	受到齒輪反作用力影響的量規

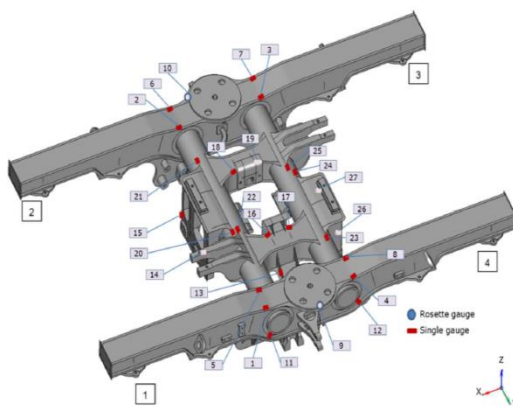


圖 9 應變規位置(上視圖)

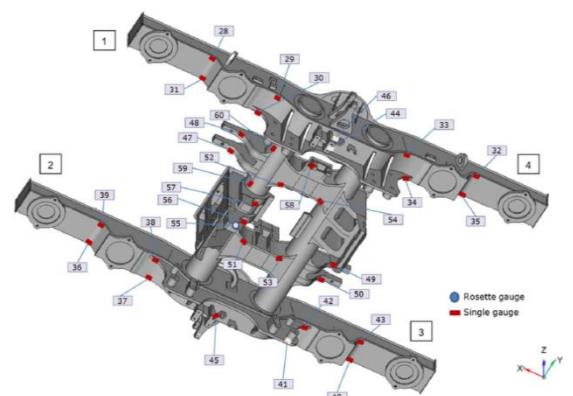


圖 10 應變規位置(下視圖)

(九) 允收標準：轉向架框架為組合形式，其材質機械性質如下表，依據 EN13749:2011 的章節 E.4.2 所給定的允許標準，經由下列式子，使用性應低於或等於 1： $U=R_dS/R_C$

表 7 材質機械性質表

材質	允許應力	降伏應力	拉伸應力	彈性模數	蒲松比
SMA490BP	243.3	365.0	490.0	207GPa	0.3
ASTM A618 1A	230.0	345.0	485.0	207GPa	0.3
ASTM A588A	230.0	345.0	485.0	207GPa	0.3
SPPS38	144.0	216.0	373.0	207GPa	0.3
S25C	183.3	275.0	450.0	207GPa	0.3

其中：允許應力=降伏應力/安全係數（安全係數=1.5）



圖 11 橫向荷載傳感器(校驗)確認



圖 12 垂向荷載傳感器(校驗)確認



圖 13 編號 33 與 34 應變規位置

二、蓄電池充電器型式測試

(一)測試標準如下表：

1. IEC 61287-1：安裝在機車車輛車載的功率整流器：特性與測試方法。
2. IEC 60077-2：鐵路應用-鐵路車輛電氣設備。
3. EN50121-3-2：鐵路應用-電磁相容性第 3-2 部分：機車車輛-儀器。
4. IEC 61373：鐵路應用-機車車輛設備-衝擊和振動測試。
5. IEC 60529：箱體提供的保護等級(IPXX)。
6. IEC 60571：用於鐵路車輛之電子設備。

(二)待測物規格表如下：

表 824V/110V 電池充電器規格表

項目	24V 充電器	110V 充電器
主電路	全橋式整流器+相位移全橋式整流器	
控制方法	ZVS/ZCS 控制+脈衝寬度調變(PWM)	
冷卻方式	自然冷卻	
額定電壓	DC24V(±5%)	DC110V(±5%)
額定容量	6KW	20KW
尺寸	1160 X 920 X 650 (長 x 寬 x 高)	1200 X 920 X 650 (長 x 寬 x 高)
列車通訊	乙太網路	
效率	90%以上	
噪音等級	距離 1M 的位置<70dB	

(三)測試程序書之測試項目:

1. 目視及尺寸檢查(Visual and Dimension Inspection)。
2. 絕緣(電阻/電壓)測試(Insulation(Resistance and Voltage) test)。
3. 保護和測量設備測試(Test on Protection and Measuring Devices)。
4. 觸發設備測試(Trigger Equipment Test)。
5. 輕載和額定負載測試(Light load test and rated load test)。
6. 突發負載變化測試(Sudden load Variation test)。
7. 功率耗損判定測試(Power loss determination)。
8. 秤重(Weighing)。
9. 噪音測量(Noise Measurement)。
10. 短時中斷測試(Short-time interruption)。
11. 安全要求檢驗(Safety Requirement Inspection)。
12. 短路與負載中斷測試(Short circuit and load Break test)。

(四)相關測試儀器如下：

1. 示波器。
2. 差動探棒。
3. 電流探棒。
4. 數位萬用電錶。
5. 記憶記錄器。
6. AC/DC 鉤錶。
7. 手機編碼器。
8. 聲級器。
9. 絕緣測試儀。
10. 耐電壓試驗儀。
11. 電力品質和電能量分析儀。
12. 電源供應器。
13. 電子秤。
14. 數位深度尺。

(五)目視及尺寸檢查(Visual and Dimension Inspection)：

1. 尺寸檢查過程：

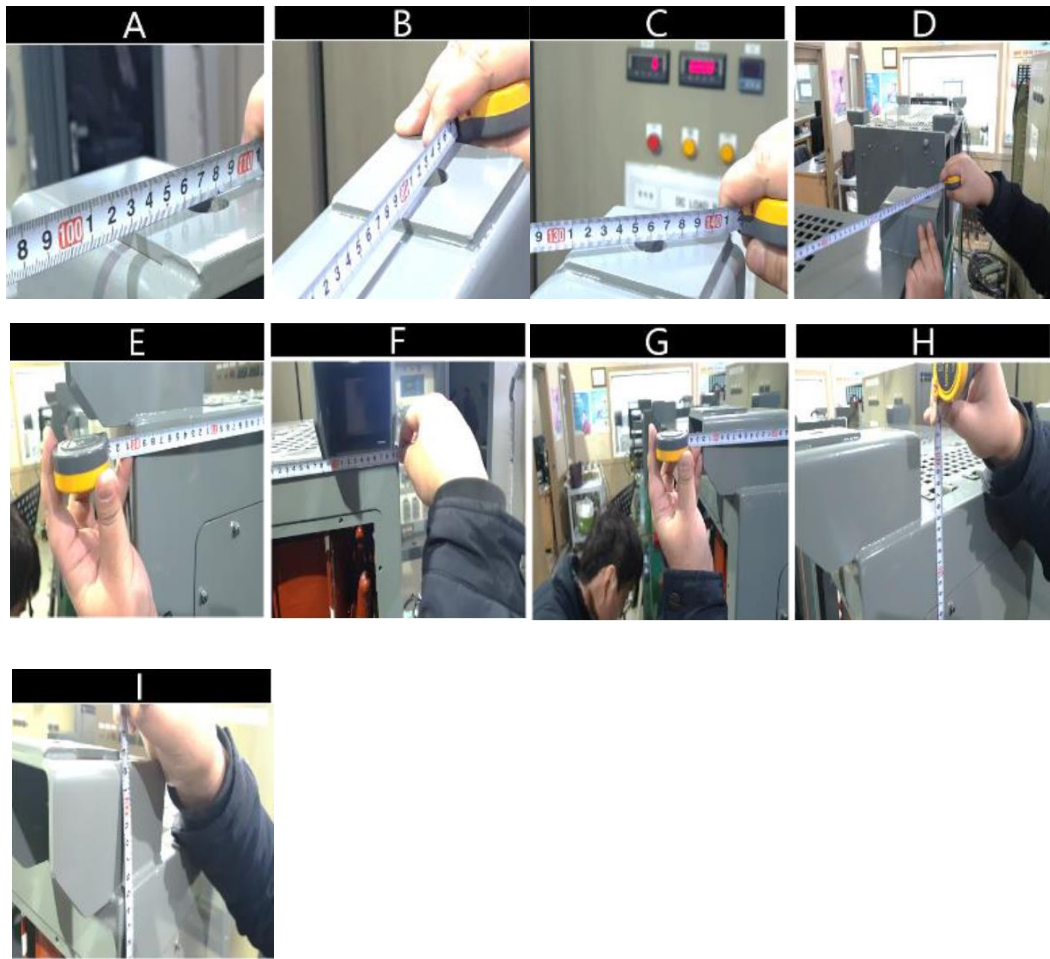


圖 14 尺寸量測

2. 尺寸檢查量測結果

表 9 電池充電器量測結果表

位置	尺寸標準(單位 mm)	量測結果(單位 mm)
A	1080±1.5	1080
B	840±1.5	840
C	1368.2±5	1368.2
D	1368.2±5	1368.2
E	800±5	800
F	1200±5	1198
G	920±5	920
H	650±5	651
I	730±5	730

(六)絕緣電阻及耐壓測試：

1 絕緣測試：

1.1 使用 DC 1,000V 測高阻計量測絕緣電阻並驗證此量測符合標準。

1.2 絕緣電阻量測在絕緣電壓「測試前」及「測試後」進行量測。

2 耐壓測試施加額定 AC 電壓並確認可承受電壓 1 分鐘。

3 量測結果如下表：

表 10 絕緣測試結果

項目	標準	量測值	結果
AC 440V 電路和 DC110V 電路	超過 100MΩ	之前：2200MΩ	☑PASS
DC 110V 電路和 AC440V 電路	超過 30MΩ	之後：550MΩ	☑PASS

表 11 耐壓測試結果

項目	標準	量測值	結果
AC 440V 電路和 DC110V 電路	AC 2,500V 少於 60mA	4.3 mA	☑PASS
DC 110V 電路和 AC440V 電路	AC 1,500V 少於 60mA	5.5 mA	☑PASS
















圖 15 量測結果

(七)保護和測量設備的測試：

1. 電池充電器保護測試項目及結果

表 12 電池充電器保護測試項目結果

項次	測試項目	標準	量測值
1	輸入過電壓	890Vrms±5%	887V
			
2	輸出過電壓	150V±5%	150V
			
3	輸出過電流	250A±5%	2.15V
			
4	電源	低於 66.6V±5%	63.9V

			
	整流器疊加熱量	120°C±5%	符合
5			
	模組疊加熱量	120°C±5%	符合
6			
	閘極驅動故障電流整流器 U 相	GDUFBCU FND ON	符合
7			
	閘極驅動故障電流整流器 V 相	GDUFBCV FND ON	符合
8			

9	輸入接觸器順序故障	BCIKF FND ON	符合
10	充電器順序故障	BCCHKF FND ON	符合
11	輸入過電流故障	100Apeak±5%	2.51V
12	輸出低電壓	DC 輸出電壓 <7V	符合

(八)觸發設備測試(Trigger Equipment Test)：

1. 此測試目的為測試模式下當來自控制器的命令發送時，用示波器檢查 PWM 的開關脈衝。
2. 測試結果：

表 13 觸發測試結果統計表

項目	標準	結果
DC 110V PWM U 相	+15V±2V , -10V±2V	15.6V~ 11.4V
DC110V PWM V 相	+15V±2V , -10V±2V	15.6V~ 11.5V

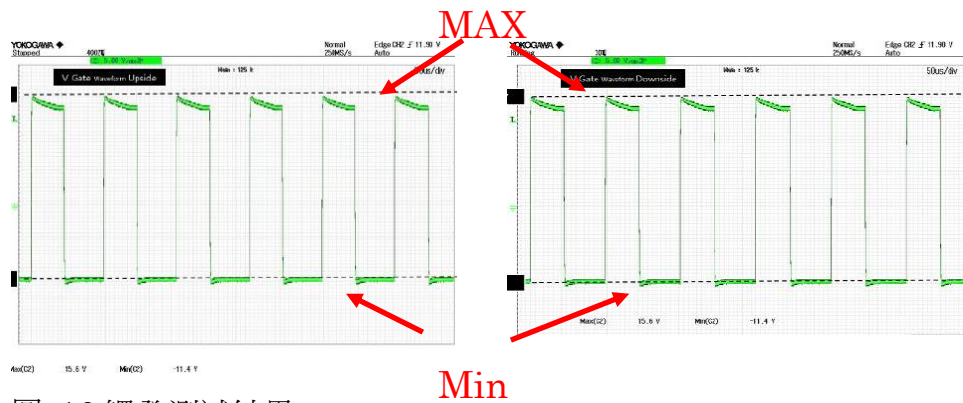


圖 16 觸發測試結果

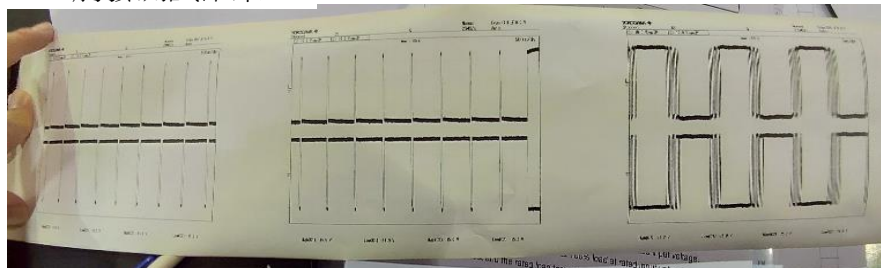


圖 17 觸發測試結果列印

(九)輕載測試和額定負載測試(Light Load Test and Rated Load Test)

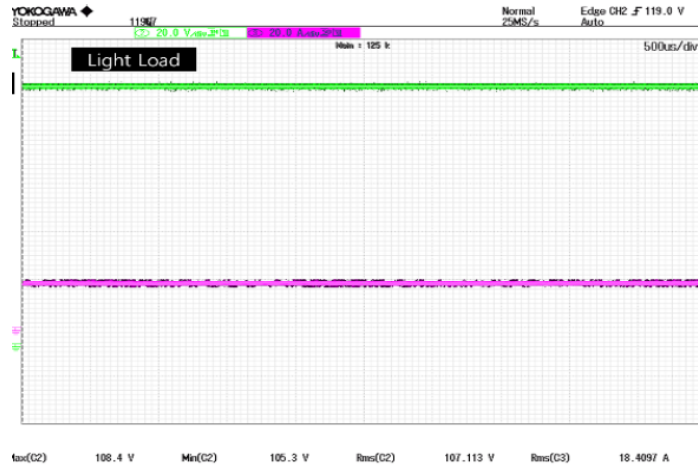
1. 輕載測試條件為額定輸入電壓及負載 10%之情況下執行。
2. 額定負載測試條件為額定輸入電壓及負載 100%之情況下執行。
3. 在上表條件下，測試漣波係數是否於少於 5%，漣波公式如下：

$$Ripple\ factor = \frac{U_{max} - U_{min}}{U_{max} + U_{min}} \times 100\ (\%)$$

4. 測試結果如下表：

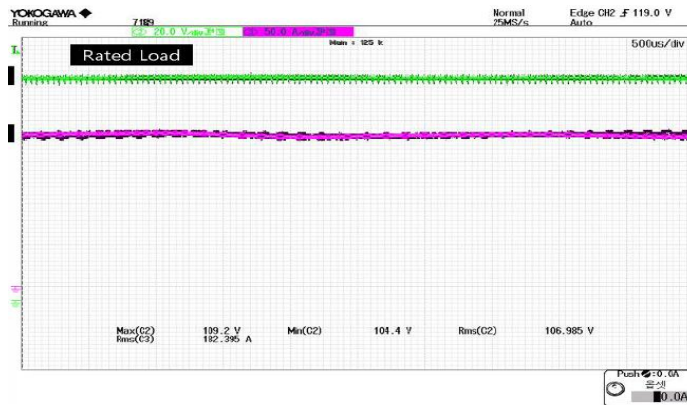
表 14 輕載及額定負載測試結果統計表

測試條件	負載條件	輸入電壓	結果
輕載	2kw(10%)	3 相 440V±3%	107.1V
	漣波少於 5%		1.45%
額定負載	20kw(100%)	3 相 440V±3%	106.9V
	漣波少於 5%		2.2%



$$\text{Ripple Factor} = \frac{U_{max} - U_{min}}{U_{max} + U_{min}} \times 100\% = \frac{108.4 - 105.3}{108.4 + 105.3} \times 100\% = 1.45\%$$

圖 18 輕載測試結果



$$\text{Ripple Factor} = \frac{U_{max} - U_{min}}{U_{max} + U_{min}} \times 100\% = \frac{109.2 - 104.4}{109.2 + 104.4} \times 100\% = 2.2\%$$

圖 19 額定負載測試結果

(十)突發負載變化測試(Sudden load Variation test)

1. DC110V 在額定輸入電壓負載變化過程中，不得發生故障。
2. 負載由電阻組成以模擬實際負載。
3. 負載將逐步變動由無載 1.5% ➡ 50% ➡ 100% ➡ 50%
4. 瞬變後檢查輸出電壓是否保持穩定狀態。
5. 瞬變輸出電壓波形將由示波器紀錄。
6. DC 負載最小電阻值為 40Ω，無載條件計算如下：

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{110^2}{40} = 302.5W, \frac{302.5W}{20000W} \times 100\% = 1.51\%$$

7. 量測結果

表 15 突發負載變化測試結果

輸入電壓	負載條件	標準	結果
3 相 440V±3%	1.5%-50%-100%-1.5%	DC110V±5% 保持穩定	<input checked="" type="checkbox"/> PASS

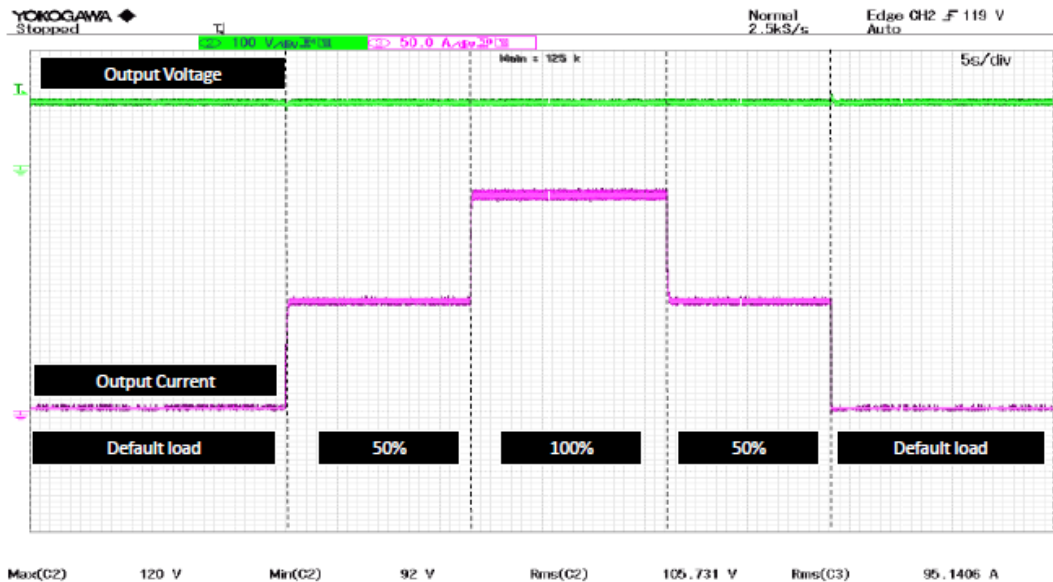


圖 20 負載變化測試結果

(十一) 功率損失判定

1. DC 110V 電池充電器的輸入功能由功率分析儀測量，輸出功率由 DVM 和電流鉤錶或帶有電壓探針和電流探針的示波器測量。
2. 功率損失應滿足於 5% 以內。
3. 效率計算公式如下：

$$\lambda = \frac{\text{Output Power } (I_{\text{out}} \times V_{\text{out}})}{\text{Input Power } (V_{\text{L-L}_{\text{rms}}} \times I_{\text{rms}} \times \sqrt{3} \times \text{PF})}$$

4. 量測結果

表 16 功率損失結果

測試條件	允收標準	結果
輸入電壓 3 相 440V±3%	超過 95% 以上	95.3%

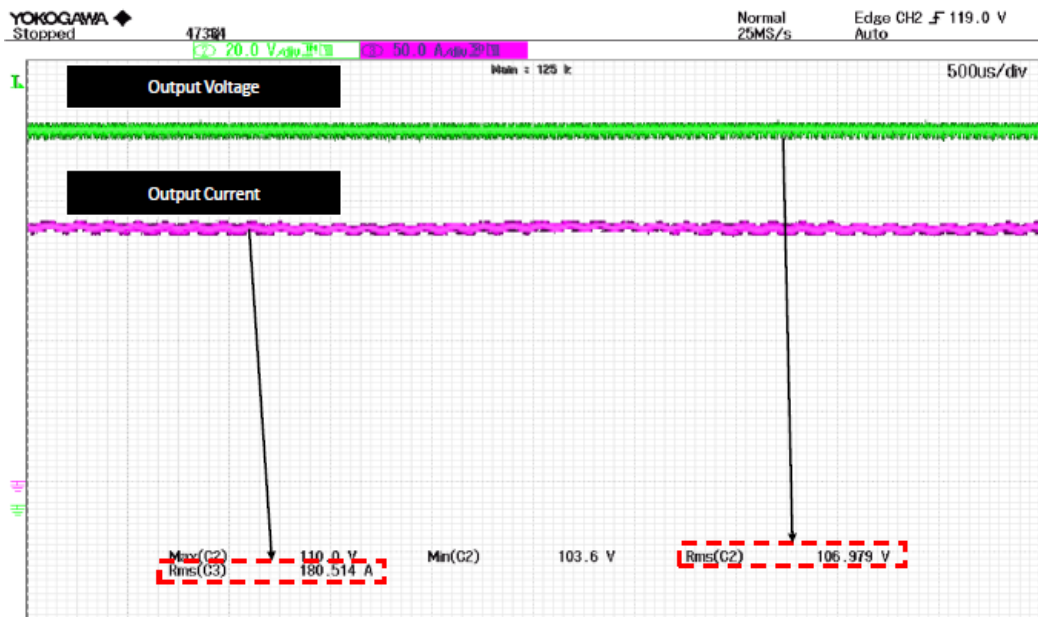


圖 21 功率損失測試結果



$$\eta = \frac{180.5 \times 106.9}{449.48 \times 28.08 \times \sqrt{3} \times 0.937} \times 100 = \frac{19,295}{20,493} \times 100 = 95.3\%$$

圖 22 功率損失計算結果

(十二) 秤重(Weighing)

表 17 秤重結果統計表

項目	允收標準	結果
DC 110 電池充電器	245kg±10%	240kg



圖 23 秤重量測



圖 24 秤重量測結果

(十三) 聲學噪音量測

1. 檢查DC110V 電池充電器發出的平均噪音，以電池充電器周圍 1m 處，選定 6 處進行量測(相關測試量測點如下圖)，所得之平均值，不得超過 70dBA(距離 1 公尺處)。
2. DC 110V 電池充電器狀態為額定負載(20KW)時進行測試。



圖 25 噪音量測位置

表 18 噪音量測結果統計表

A	B	C	D	E	F	背景噪音	平均	結果
72.7	67.5	70.5	65.4	66.4	65.8	56.6	78.05	<input checked="" type="checkbox"/> PASS



圖 26 量測過程 1



圖 27 量測過程 2

(十四) 短時間中斷測試(Short-time interruption test)

1. 測試結果

表 19 短時間中斷測試結果表

測試條件	允收標準	結果
AC 440V-關-AC440 額定負載	重新啟動無異狀	<input checked="" type="checkbox"/> PASS

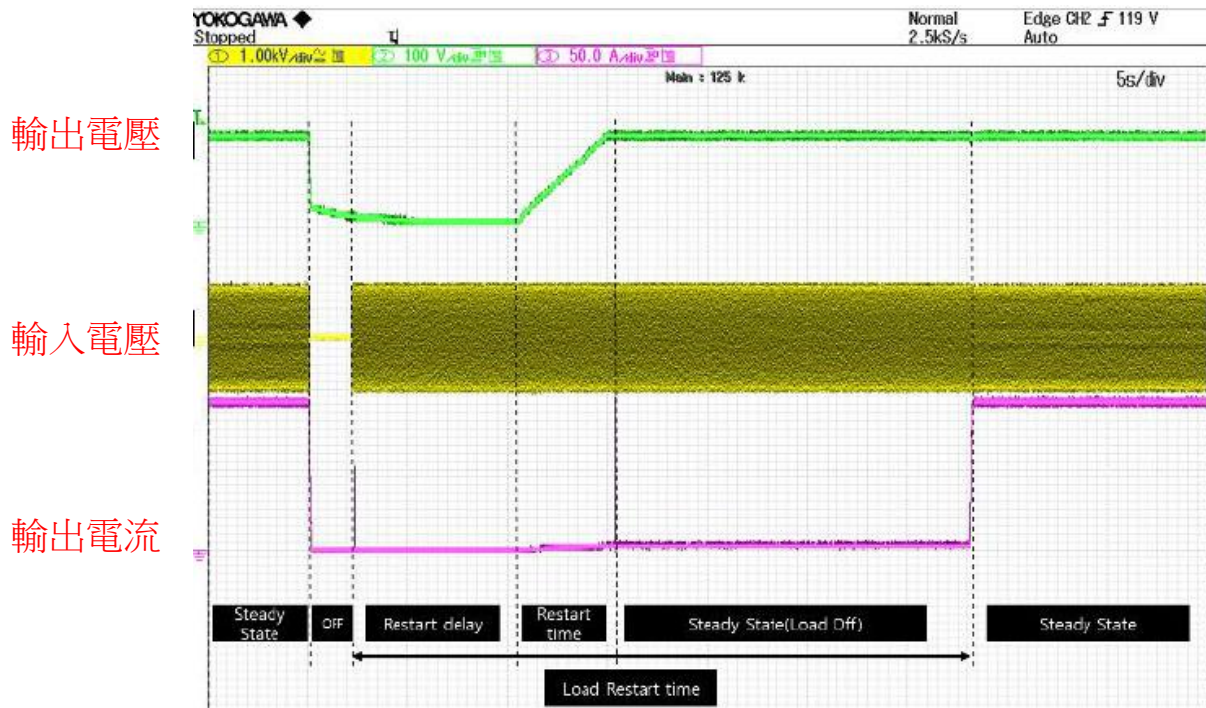


圖 28 測試結果示波器圖形

(十五) 安全要求檢驗(放電測試)Safety Requirement
Inspection

表 20 安全要求檢驗結果表

測試條件	允收標準	測試值	結果
AC 440V	關閉後電容器 (BFFC1)3分鐘內降 至 50V	111 秒	☑PASS

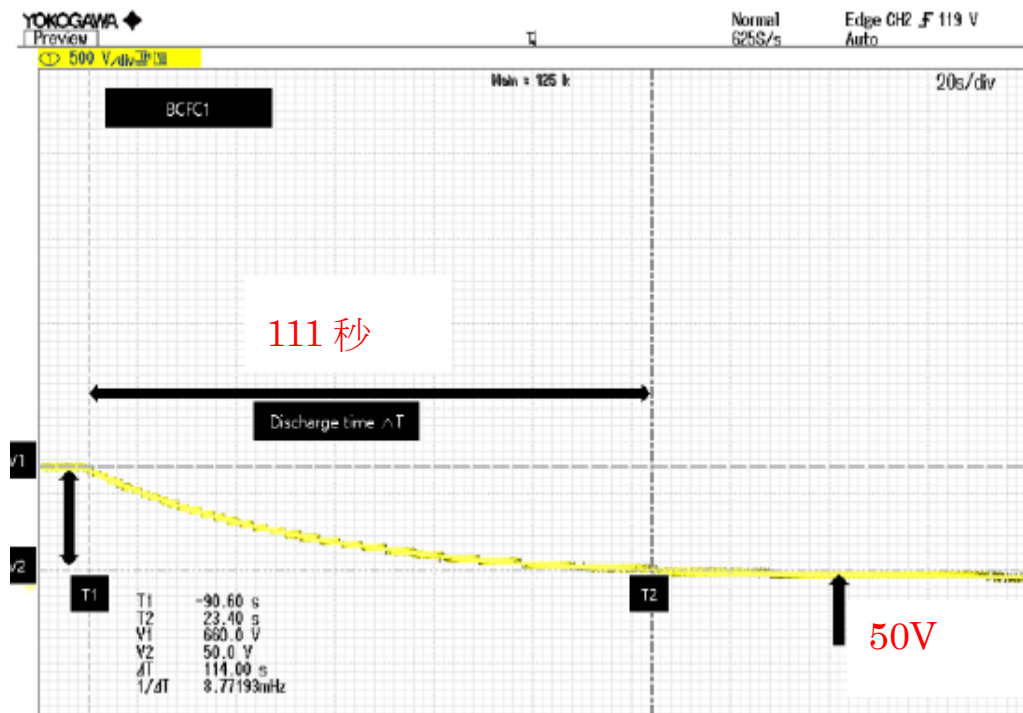


圖 29 安全要求檢驗結果示波器圖形

(十六) 短路及負載中斷測試(Short circuit and load break test)

表 21 短路及負載中斷測試結果表

測試條件	允收標準	結果
AC 440V	清除短路後，檢查是否正 常重新啟動程序	<input checked="" type="checkbox"/> PASS
	突然斷開負載時，充電器 不會受到任何損壞	<input checked="" type="checkbox"/> PASS

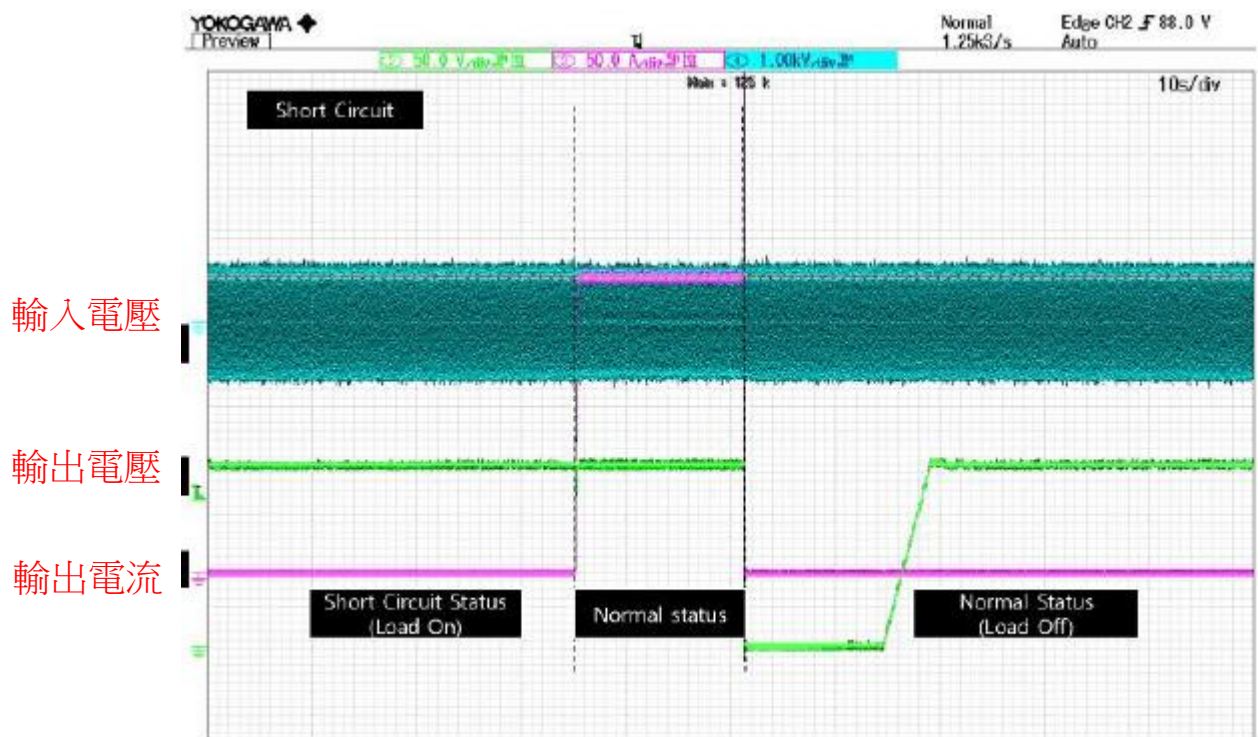


圖 30 清除短路之測試結果

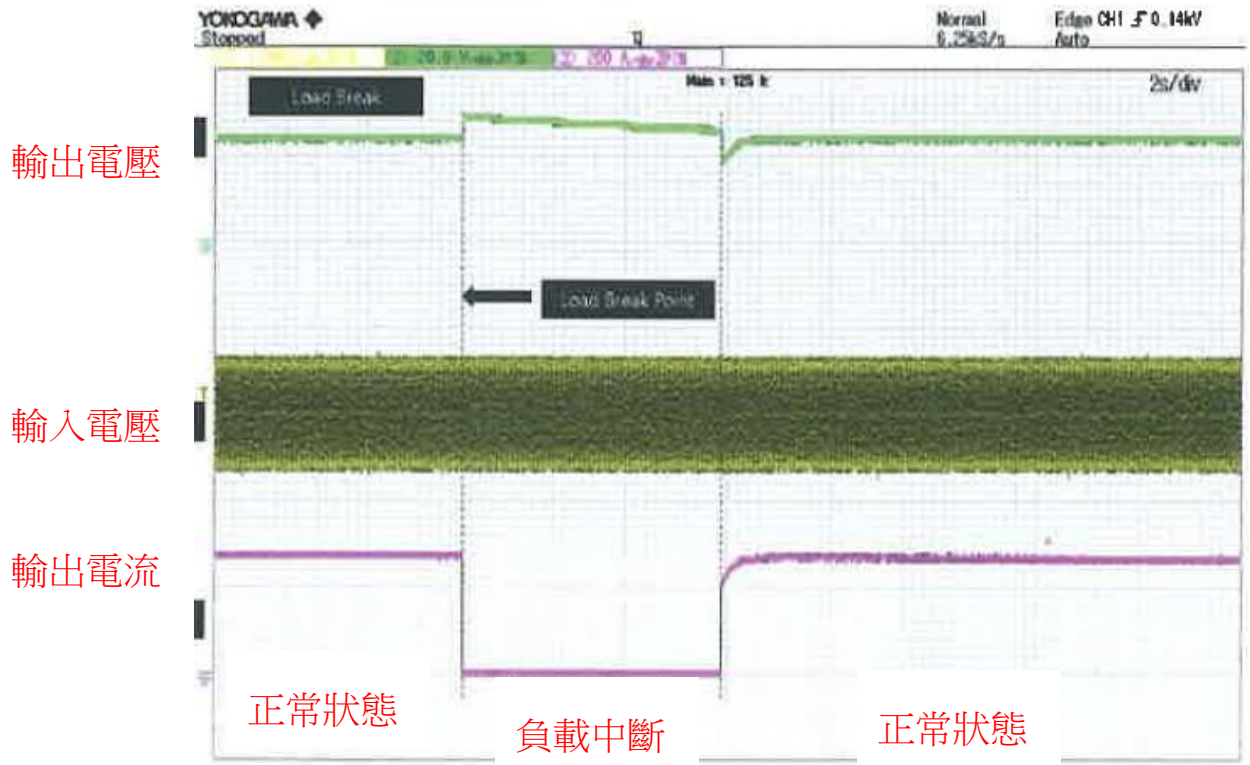


圖 31 中斷負載測試結果

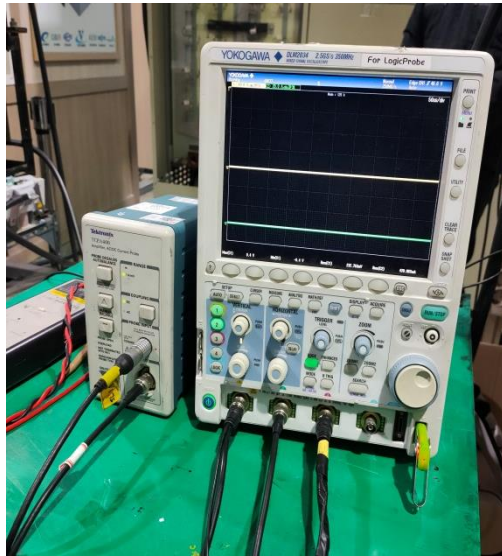


圖 32 示波器

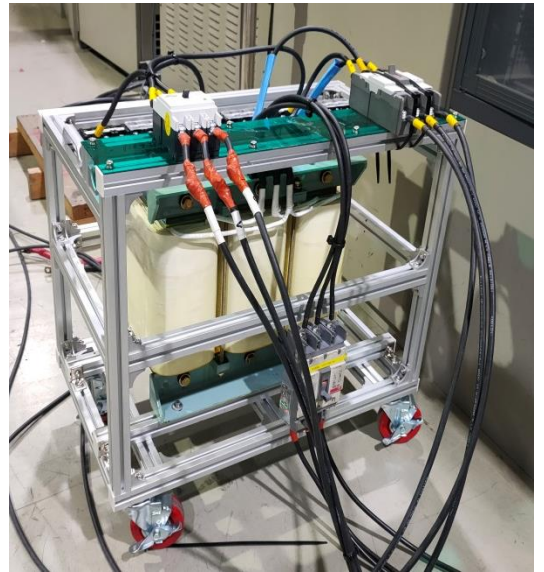


圖 33 電源供應設備

三、 空氣壓縮機型式測試

(一) 測試標準如下表：

1. IEC60529: 空氣壓縮機馬達 IP 測試方法。
2. EN61373: 空氣壓縮機衝擊和振動測試。
3. ISO8573-1: 空氣乾燥機和濾油器空氣品質測試

(二) 待測物規格: 空氣壓縮機為克諾爾壓縮機組(型號: VV120-T 2.0·KB 零件編號: 8.121.2.321.195.9) 的規格。



圖 34 空氣壓縮機規格



圖 35 空氣壓縮機實體

(三) 測試項目:

- 1 重量 (Weighing)。
- 2 檢查安裝點尺寸 (Dimension check for mounting points)。
- 3 軸轉速 (Shaft speed)。
- 4 壓力測試 (pressure)。
 - 4.1 中壓 (Intermediate pressure)。
 - 4.2 出口壓力(Outlet pressure)。
- 5 溫度測試 (temperature)。
 - 5.1 入口溫度 (Inlet temperature)。
 - 5.2 第一級下游的空氣溫度 (Air temperature downstream of the 1st stage)。
 - 5.3 中間冷卻器後的溫度 (Air temperature after intercooler)。
 - 5.4 第二級下游的空氣溫度(Air temperature downstream of the 2st stage)。
 - 5.5 後冷卻器下游的空氣溫度(Air temperature downstream of aftercooler)。

- 6 積體流量 (Volumetric flow)。
- 7 聲壓等級量測 (Sound pressure measurement)。
- 8 感應振動測試(Vibration measurement)。
- 9 空氣乾燥機和濾油器空氣品質測試(Air Quality Test with air dryer and oil filter)。

(四) 測試儀器：

1. 量規
2. 尺
3. PC-輔助測試設備
4. 音量計
5. 麥克風
6. 校驗器
7. 液壓計
8. 速度感測器
9. 熱電偶
10. 量測裝置
11. 衝擊槌

(五) 秤重測試：

1. 利用掛勾及測重儀器測試空氣壓縮機是否符合設計文件重量。



圖 36 測試儀器校正紀錄



圖 37 秤重測試過程



圖 38 測試吊掛作業



圖 39 測試結果

2. 測試結果

表 22 重量量測結果表

項目	標準	量測值	結果
重量量測	196kg ± 3%	196.4 kg	☑PASS

(六) 檢查安裝點尺寸

1. 參考空氣壓縮機圖說，透過量規量測，並檢查安裝位置、尺寸是否正確。



圖 40 尺寸量測過程 1



圖 41 尺寸量測過程 2

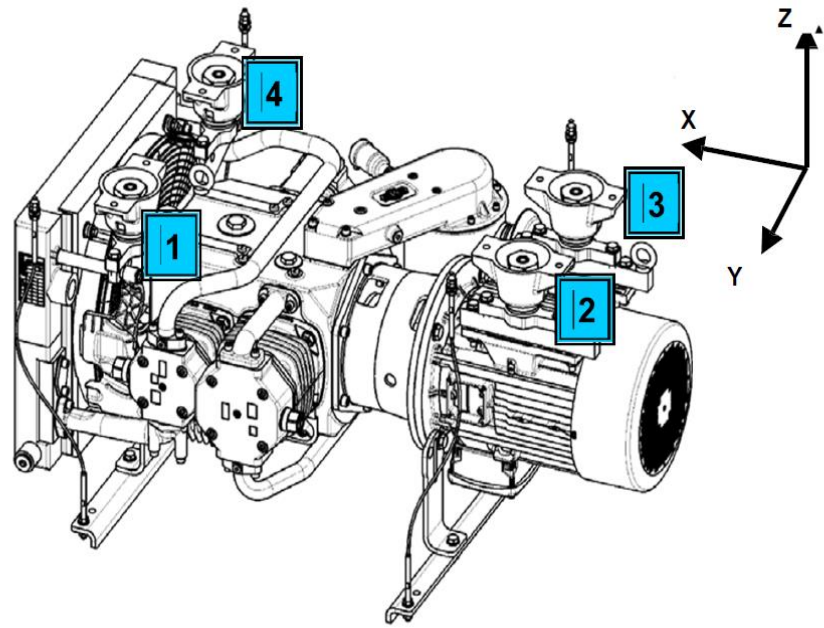


圖 42 空氣壓縮安全測量點

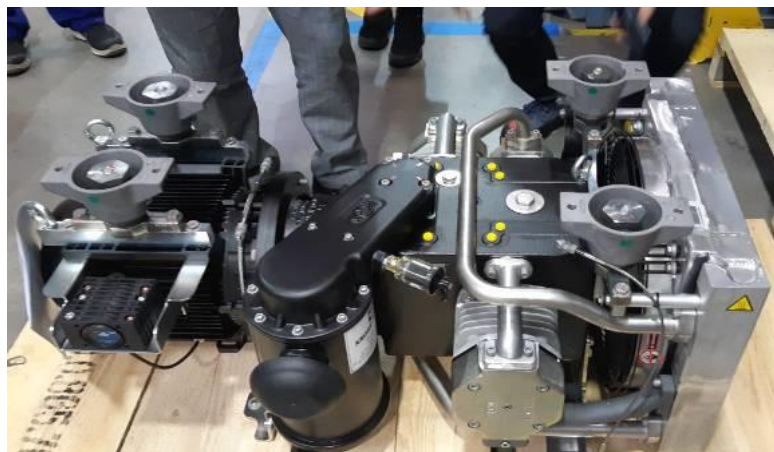


圖 43 空氣壓縮機測試物



圖 44 測試用量尺

2. 檢查結果：

表 23 尺寸量測結果表

項目	標準	量測值	結果
檢查安裝點 2-3	216mm ± 2mm	215.76 mm	☑PASS
檢查安裝點 1-4	358mm ± 2mm	358.17 mm	☑PASS
檢查安裝點 1-2	676.5mm ± 2mm	676.9 mm	☑PASS

(七) 功能測試

- 如軸轉速、壓力、溫度、體積流量等相關測試:透過液壓計、速度感測器、熱電偶等儀器，並透過 PC-輔助測試設備安裝測試，並讀取所需的量測數據報表。

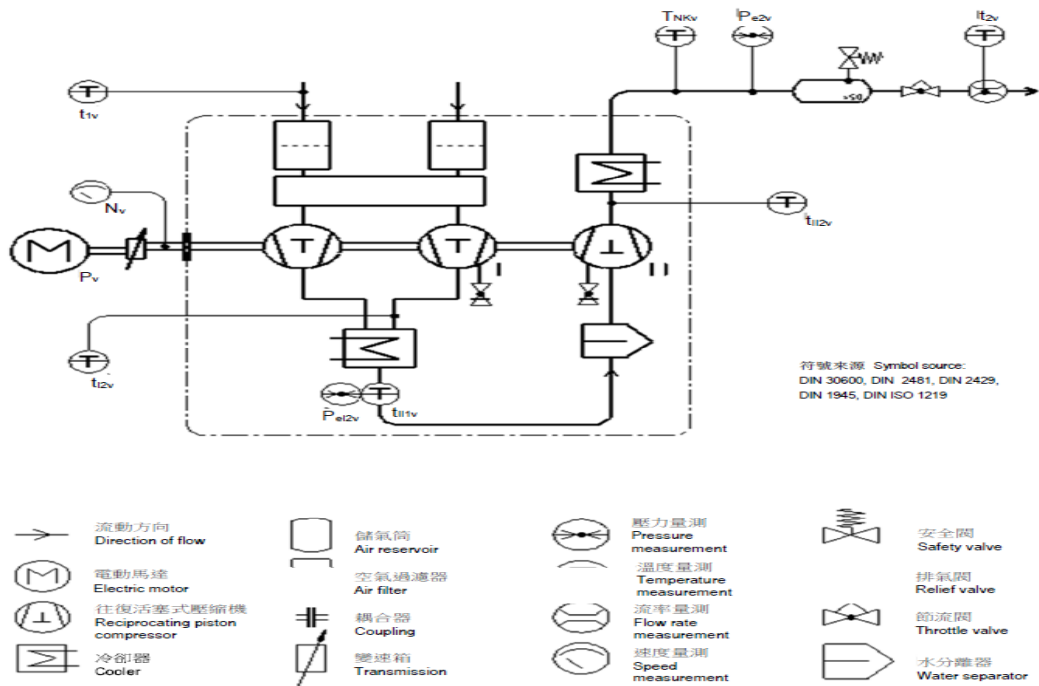


圖 45 空氣壓縮機測試設備圖

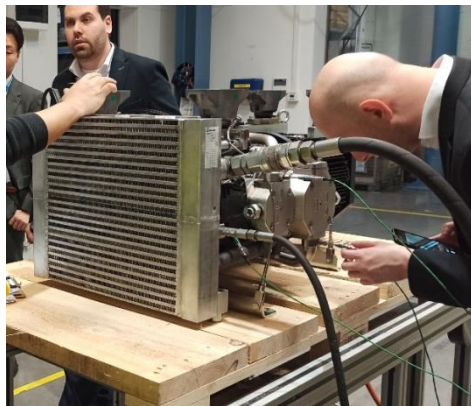


圖 46 測試安裝確認

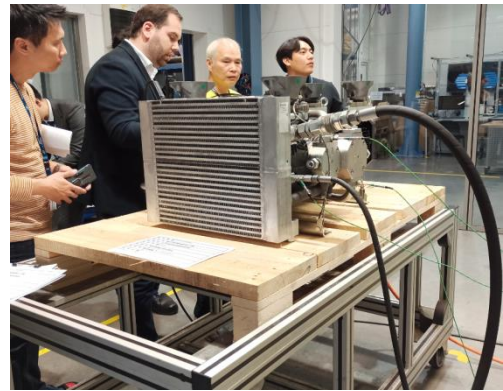


圖 47 測試安裝說明

2. 測試結果：

表 24 功能測試結果統計

項目	標準	量測值	結果
軸轉速	1400-1800 1/min	1744.3 1/min	☑PASS
中壓	≤ 2.3bar	2.17bar	☑PASS
出口壓力	10 ± 0.1bar	9.95 bar	☑PASS
入口溫度	≤ 40 °C	25.3°C	☑PASS
第一級下游的 空氣溫度	≤ 200 °C	136.1°C	☑PASS
中間冷卻器後 的空氣溫度	≤ 50 °C	38.5°C	☑PASS
第二級下游的 空氣溫度	≤ 220 °C	177.1°C	☑PASS
後冷卻器下游 的空氣溫度	≤ 45 °C	29.8°C	☑PASS
積體流量	≥ 795 l/min	860.4°C	☑PASS

四、 軔機型式測試

(一) 測試標準如下表：

UIC541 作為煞車片的程序指南。

(二) 待測物如下：

煞車設備測試

1. 煞車盤或煞車輪
2. 煞車片或煞車塊
3. 煞車卡鉗(氣動或液壓)或踏面煞車單元

(三) 測試項目:煞車設備之測試案例參數設定

1. 最大負荷下連續兩次應用緊急煞車
2. 潮濕條件下緊急煞車應用

(四) 測試儀器如下：

1. 測試站
 - 1.1 軸承支架、煞車盤支撐座
 - 1.2 煞車卡鉗支撐座
 - 1.3 煞車框架
2. 軸
3. 模擬氣流的測試艙
4. 駐車煞車模擬裝置
5. 量測設備
6. 框架
7. 傳動組合
8. 基座介面



圖 48 測試設備實體圖

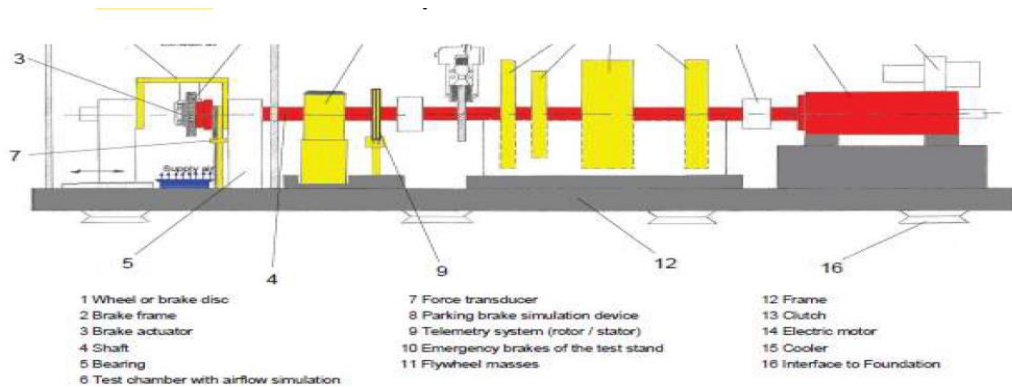


圖 49 測試設備剖面圖

(五) 測試設備功能說明

- 1、測力計是用於測試摩擦煞車系統的機器，試樣包括旋轉零件（如車輪、碟盤）和靜止零件（制動鉗、胎面）的制動單元等。
- 2、馬達將飛輪加速到期望的速度。飛輪可以分別連接到軸並模擬應制車的列車質量。旋轉測試樣品通過應用制動器使飛輪和馬達減速。制車制動器固定在制動架上，該制動架對軸具有同心軸承。這個制車框架通過框架上的力傳感器沿旋轉方向支撐。用測得的力可以確定制動扭矩併計算出制動盤和煞車片之間的摩擦。將測試樣品放在測試室中，根據列車速度模擬環境和氣流，以創造更多測試運行的實際條件。
- 3、除了制動扭矩和制動力，測試中還使用了測量傳感器用於測量溫度和應力的樣品。系統將來自旋轉試樣的測量數據傳輸到記錄設備，除了動態制動測試之外，還有靜態測試，即所謂的駐車製動測試，對於這種測試，測功機配備了一個單獨的設備。該駐車製動裝置在測功機停止時將扭矩施加到軸上，在制動執行器上施加駐車制動力。所有設備均安裝在框架上。在過載或緊急情況下，測力計具有多項安全功能可盡快停止測試樣品。

(六) 測試參數設定:

- 1、煞車片嵌入程序: 程序的目的是為使用新的煞車塊至車輪中，至少應有超過85%的表面與煞車盤接觸，以獲得良好的摩擦接觸和有關摩擦係數的可重複測試結果。
- 2、在進行嵌入的過程中，只有幾處煞車塊與車輪接觸，應選擇能避免煞車塊過載的嵌入條件。UIC541作為嵌入程序指南，其使用的參數將適用於使用的設

備，通常列車煞車塊使用參數如下：

表 25 煞車塊測試參數表

煞車進入速度(km/h)	v=100km/h
煞車質量(kg)	m=5800 kg
煞車進入溫度(°C)	TA≤100°C
鉗夾力(KN)	F _B =20kN

- 3、依據UIC541-4，應使用安裝在摩擦表面下方約1mm的熱電偶測量車輪的溫度作為標準。如果可以，安裝3個熱電偶並以120°角於摩擦表面上。其一放置在摩擦環的中間半徑內，另外兩個則放置在距離中間半徑約±20mm的位置。

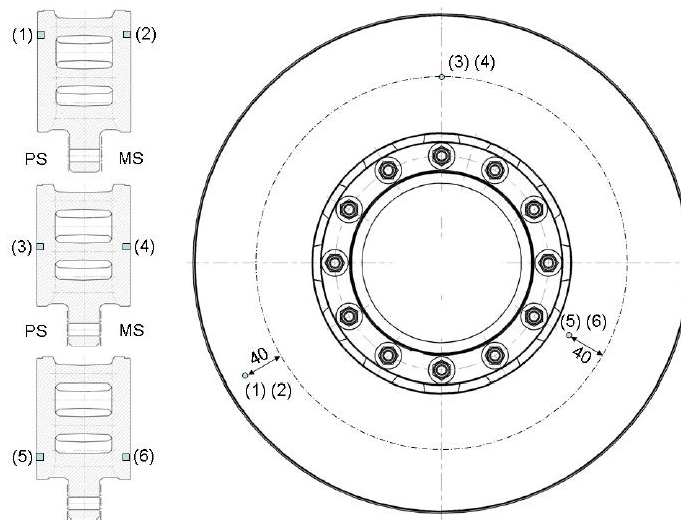


圖 50 熱電偶安裝位置

- 4、最大負荷下連續兩次應用緊急煞車模擬：

在此測試中，將連續執行兩次緊急煞車。根據給定的列車加速度圖，行使停止煞車之間的加速度。首次停止時，煞車器的入口溫度低於60°C (TA ≤ 60°C)。

表 26 緊急煞車參數表

參考的熱計算	acc. 701-57/17-0 LC1
參考的加速度圖	acc. 701-57/17-0
在煞車計算中假定的 c.o.f.	0.28

- 5、潮濕條件下緊急煞車應用模擬

在此測試中，將研究在潮濕情況下的使用合適參數的摩擦行為，將測

試以下案例：

緊急煞車應用最大負荷

緊急煞車應用最小負荷

測試將使用煞車時之速度以80km/h和120km/h

潮濕條件類似於UIC541: $V=6\text{cm}^3/\text{cm}^2/\text{h}$

煞車入口溫度 $TA \leq 40^\circ\text{C}$

表 27 潮濕條件下緊急煞車參數表

最大負荷 m [kg]	7536
最大負荷時[kN]的鉗夾力 F_b	31.8
參考的煞車計算	acc. TA46220/41 Rev.09
水流速率	acc. to UIC541-4: 14l/h
煞車進入速度[km/h]	120
最小負荷 m [kg]	5834
最小負荷時[kN]的鉗夾力 F_b	24.6
參考的煞車計算	acc. TA46220/41 Rev.09
水流速率	acc. to UIC541-4: 14l/h
煞車進入速度[km/h]	80

6、路徑配置模擬

表 28 路徑配置模擬參數表

測試說明	參考的熱計算
路徑配置上S “新竹-嘉義”， 100%ED, $V_{\max}=130\text{km/h}$, $b=0,73\text{m/s}^2$,	acc. 701-57/17-0 LC3
路徑配置上SB “新竹-嘉義”， 50%ED, $V_{\max}=130\text{km/h}$, $b=0,73\text{m/s}^2$	acc. 701-57/17-0 LC5
路徑配置上SB “新竹-嘉義”， 0%ED, $V_{\max}=130\text{km/h}$, $b=0,73\text{m/s}^2$	acc. 701-57/17-0 LC7
路徑配置上SB “新竹-嘉義”， 0%ED, $V_{\max}=100\text{km/h}$, $b=0,73\text{m/s}^2$	acc. 701-57/17-0 LC9



圖 51 煞車卡鉗

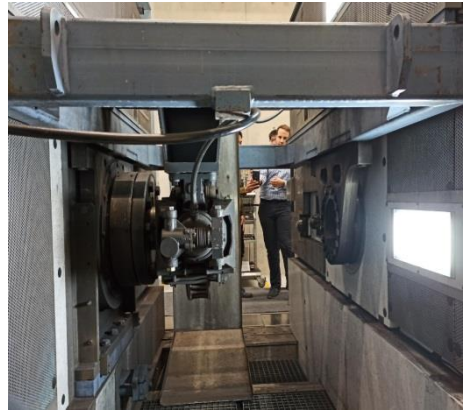


圖 52 測試說明



圖 53 測試狀態 1



圖 54 測試狀態 2



圖 55 煞車剎塊



圖 56 煞車碟盤

五、 車輪、車軸型式測試

(一) 測試標準如下表：

1. AAR M-107/M-208：車輪、碳鋼的要求標準依據。
2. AAR M-101：車軸、碳鋼、非熱處理及熱處理的要求標準依據。
3. EN 13103-1：外部軸頸的車軸設計法標準依據。
4. EN 13260：鐵路應用 - 輪組及轉向架 - 輪組 - 產品需求標準依據。

(二) 測試項目：

- 1 車輪化學成份
 - 1.1 微光潔度
 - 1.2 硬度試驗
 - 1.3 超音波測試
 - 1.4 磁粒子檢驗
 - 1.5 表面外觀
 - 1.6 尺寸檢查
 - 1.7 靜態不平衡
 - 1.8 硬度試驗
 - 1.9 重量量測車軸(動力車軸/非動力車軸)
- 2.0 化學成份
 - 2.1 抗拉測試
 - 2.2 超音波測試
 - 2.3 顯微鏡試驗
 - 2.4 尺寸檢查
 - 2.5 重量量測

(三) 測試儀器：

1. 液壓試驗設備
2. 光譜儀
3. 抗拉試驗機
4. 衝擊試驗機
5. 硬度量測工具
6. 顯微鏡
7. 超音波機
8. 自動磁力機

9. 卡尺
10. 測微計
11. 平衡機器

(四) 化學成分:

1. 化學成分：以火花法進行，火花法為鋼材在高速旋轉的砂輪磨削時利用所產生的火花，利用火花的形狀、顏色進而判別鋼材成分組成，要求標準為 AAR M-107-par.8.0。

LUCCHINI RS S.p.A. Via S. Felice, 10 - 20134 Sede Legale: Via S. Felice, 10 - 20134 Via S. Felice, 10 - 20134 Sede Amministrativa: Via S. Felice, 10 - 20134 Tel. +39-02-535111 (BG)		 "Società unipersonale ex art.2350 c.c."		Stabilimento di Lovere Via S. Felice, 10 - (BG) Tel. +39-0342-535111 Fax +39-0342-535111						
RAPPORTO DI PROVA N°030000253719-0171-001 Data di emissione RDP/Rdp issue date 17.01.2020 N.Resp. 0142-20		 IAB N° 1195C Member degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements								
Analisi chimica di prodotto/Chemical product analysis										
CLIENTE/Customer	HYUNDAI ROTEM COMPANY 37 Hyundai Rotem Building, 16082 Cheoldobangmulgwa									
PRODOTTO/Product	RUOTA MB / SOLID WHEEL	MARCA/Mark	E1902550 / 0040							
DISEGNO/DRAWING	11000005231	COLATA/Heat	193115							
SPECIFICA/Specification	AAR M-107 + REDP206979	CONF. LS/L. S.Conf.	BX8356							
ACCIAIO/Steel	CLASSE B -AAR M107	ORDINE/Order	R1811TRA-01							
QCP/PFC n.	REV.	FASE/Phase	DATA ARRIVO CAMPIONE/Sample arrival date	19.12.2019						
			DATA ESECUZIONE PROVA/Test date	16.01.2020						
Metodo di prova Test method	ASTM E415-17 Standard Test Method for Analysis of Carbon and Low-Alloy Steels by Spark Atomic Emission Spectrometry									
	C%	S%	P%	Mn%	Cr%	Ni%	Mo%	Cu%	Si%	V%
Min	0,570	0,005		0,600					0,150	
Max	0,670	0,040	0,030	0,900	0,250	0,250	0,100	0,350	1,000	0,040
Ott	0,630	0,006	0,009	0,780	0,210	0,170	0,040	0,220	0,870	0,002
	Al%		Sn%	As%			Nb%		Ti%	
Min										
Max	0,060						0,0500		0,0300	
Ott	0,024		0,012	0,008			0,0005		0,0062	

圖 57 化學成分測試報告

(五) 超音波測試:

1. 為一種非破壞的檢測法，利用高頻振動導入測試物件，當遇到聲阻抗不同的異質介面會產生反射，利用這種反射現象進行超音波探傷，其優點為穿透能力高，可判別料件內部瑕疵與否。



圖 58 試驗軸



圖 59 車軸超音波測試

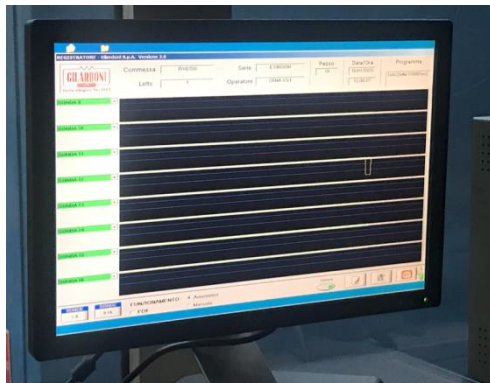


圖 60 回饋之訊號檢視

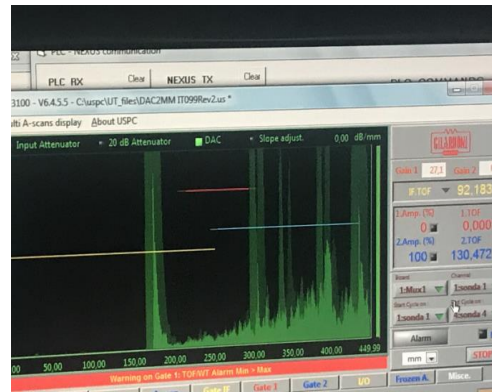


圖 61 車軸超音波顯示狀態



圖 62 車輪超音波測試



圖 63 車輪超音波顯示狀態

(六) 磁粒子檢驗:

1. 將待測物磁化後，形成磁力線，若材料存在著不連續(缺陷)會造成漏磁現象，形成磁場。磁力懸浮液因此被吸附在缺陷位置地方，以此檢視料件表面是否有缺陷。

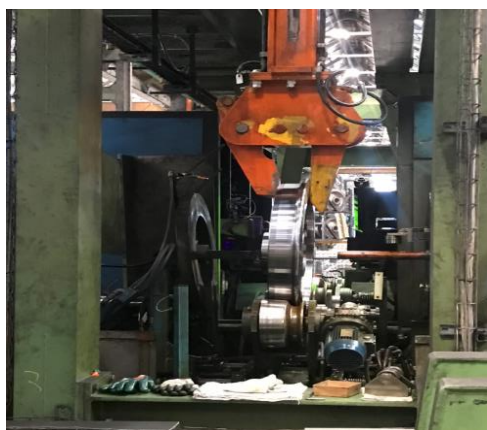


圖 64 噴灑磁粒子檢驗準備 1



圖 65 噴灑磁粒子檢驗準備 2

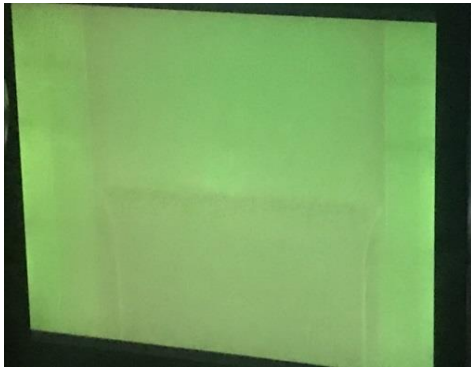


圖 66 車軸表面檢視 1

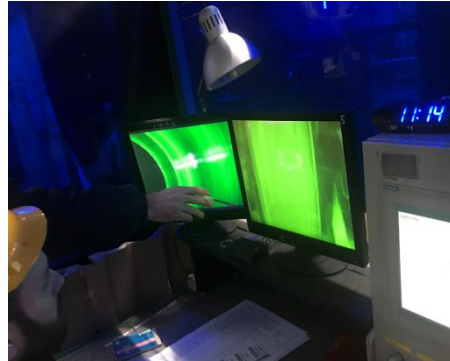


圖 67 車軸表面檢視 2

(七) 車輪動平衡測試:

1. 為量測車輪鋼體在做旋轉時，其質量的中心是否在旋轉軸上，當旋轉軸不是主軸，那當車輪旋轉時會產生相對震動。

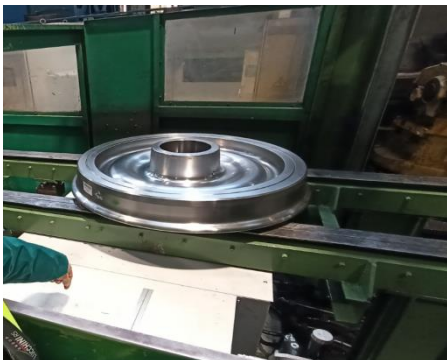


圖 68 車輪動平衡測試狀態



圖 69 動平衡測試結果

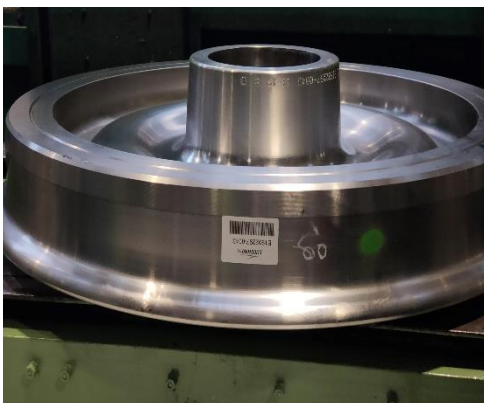


圖 70 動平衡測試車輪序號

(八) 尺寸檢查:

利用卡尺及量規來量測車輪及車軸尺寸是否符合圖面尺寸。



圖 71 尺寸量測治具



圖 72 車輪量測 1



圖 73 車輪量測 2



圖 74 車軸量測

(九) 重量測試:

利用重量量測儀確認車輪、軸是否符合設計文件重量。



圖 75 儀器校正檢視



圖 76 軸重量測



圖 77 輪重數值



圖 78 輪重量測

(十) 硬度測試:

1. 硬度是固體材料抗拒永久變形的特性，採用布氏硬度試驗，採用球形鋼頭。用一定負荷壓入被測材料表面，保持負荷一定時間，卸除試驗力，利用測量材料壓痕之直徑來判定被測材料硬度。



圖 79 硬度測試



圖 80 硬度量測

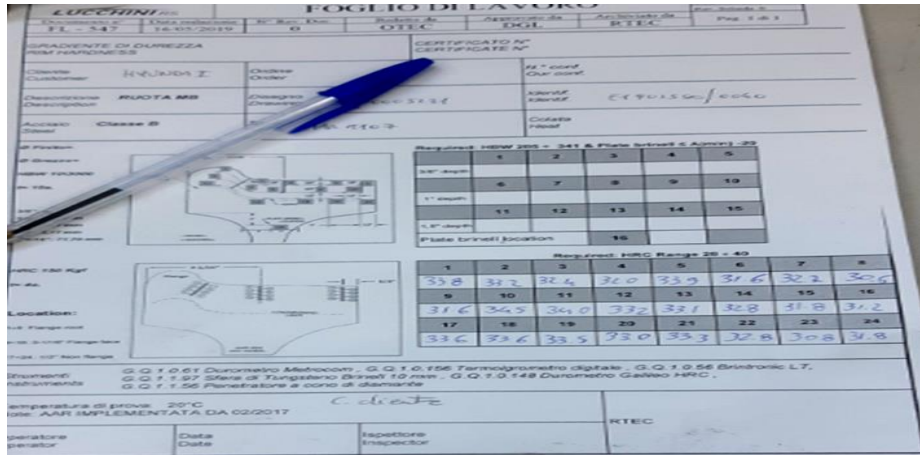


圖 81 車輪硬度量測數據

(十一) 抗拉測試

1. 抗拉測試:又稱拉伸測試，拉伸測試是固定料件並透過液壓機施加單向拉力，直到料件破壞斷裂，在此過程中，伸長量的將與施力紀錄。

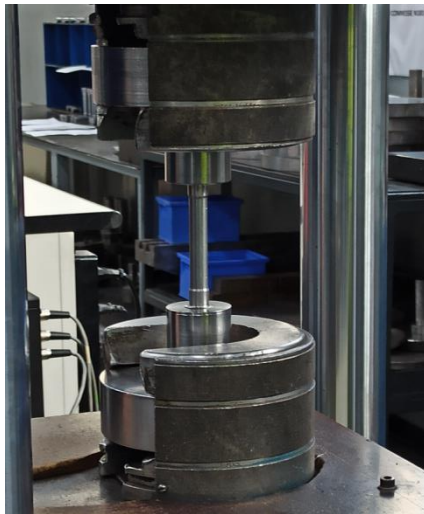


圖 82 測試前料件

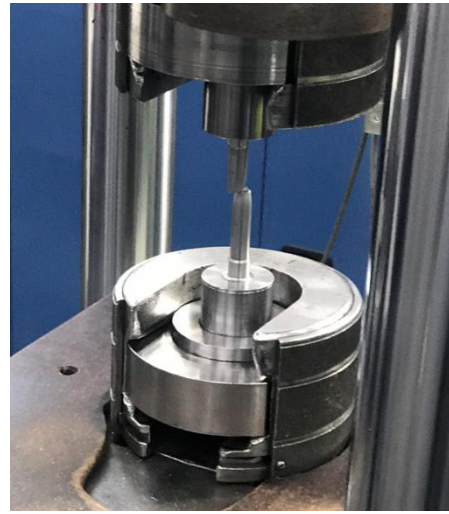


圖 83 測試後料件

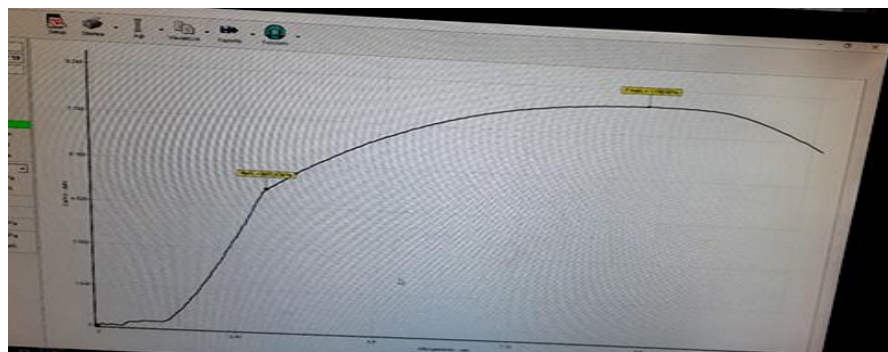


圖 84 拉伸試驗結果之應力曲線

2. 車輪 測試結果

表 29 車輪測試結果統計表

項目	標準	量測值	結果
化學分析	AAR M-107 -par.8	測試報告/符合	<input checked="" type="checkbox"/> PASS
微光潔度	AAR M-107-par. 9	測試報告/符合	<input checked="" type="checkbox"/> PASS
硬度試驗	AAR M-107 - par. 11.5	324HB/符合	<input checked="" type="checkbox"/> PASS
超音波測試	AAR M-107 - par. 18.4	符合	<input checked="" type="checkbox"/> PASS
磁粒子測試	AAR M-107 par. 18.5	符合	<input checked="" type="checkbox"/> PASS
靜態平衡	EN 13262 - par. 3.8 < 75 gm	5gm/符合	<input checked="" type="checkbox"/> PASS
表面外觀	車輪圖紙	符合	<input checked="" type="checkbox"/> PASS
尺寸檢查	車輪圖紙	符合	<input checked="" type="checkbox"/> PASS
重量	車輪圖紙	315kg/符合	<input checked="" type="checkbox"/> PASS

3. 車軸 測試結果

表 30 車軸測試結果統計表

項目	標準	量測值	結果
化學分析	AAR M-107 -par.8	測試報告/符合	<input checked="" type="checkbox"/> PASS
抗拉試驗	AAR M-101 par. 10,11,12	測試報告/符合	<input checked="" type="checkbox"/> PASS
硬度試驗	AAR M-107 - par. 11.5	符合	<input checked="" type="checkbox"/> PASS
超音波測試	AAR M-107 - par. 18.4	符合	<input checked="" type="checkbox"/> PASS
顯微鏡試驗	AAR M-101 par. 13,14	測試報告/符合	<input checked="" type="checkbox"/> PASS
尺寸檢查	車輪圖紙	符合	<input checked="" type="checkbox"/> PASS
重量	車輪圖紙(T、M車 不同)T車：342kg M車：348kg	348kg/符合	<input checked="" type="checkbox"/> PASS

六、 旅客資訊系統設備型式測試

(一) 測試標準：

1. EN50155：軌道應用-列車電子設備
2. EN50121-3-2: 軌道應用-列車電子設備電磁相容性

(二) 待測物:

1. 列車通訊控制單元
2. 列車操作員控制面板
3. 話筒
4. 廣播控制單元
5. 車廂喇叭
6. 駕駛室喇叭
7. 緊急對講機
8. 輔助通訊控制面板
9. 站名顯示器
10. 前端顯示器
11. 車外終站顯示器
12. 車內資訊顯示器
13. 車廂液晶顯示器
14. 多媒體控制單元
15. 車廂攝影機
16. 集電弓攝影機
17. 駕駛室前端攝影機
18. 網路錄影機
19. L3 網路交換機
20. L2 網路交換機
21. 4G-LTE 路由器

(三) 測試項目:

1. 硬體檢查-目視檢查與尺寸測量
 - 設備實體檢查
 - 設備本體標籤檢查
 - 設備尺寸量測
2. 系統功能測試

-自動亮度調整

-錄影與錄音

-4G-LTE 路由器/AP 功能測試-WiFi 連線測試

(四) 測試儀器：

1. 捲尺
2. 筆記型電腦
3. RJ45 轉 M12 D-coded 線材
4. 手電筒
5. 按鈕
6. 數位電表

(五) 目視檢查與尺寸測量



圖 85TOCP 尺寸量測



圖 86 話筒尺寸量測



圖 87 廣播控制單元尺寸量測



圖 88 車廂喇叭尺寸量測

(六) 目視檢查與尺寸測量測試結果

表 31PISC 尺寸量測結果統計表

測試物	項目	量測值	結果
列車通訊控制單元	設備實體檢查	無缺陷	☑PASS
	設備本體標籤檢查	確認正確	
	設備尺寸檢查	寬:269.8mm 深:270.13mm 高:134.76mm	
列車操作員控制面板	設備實體檢查	無缺陷	☑PASS
	設備本體標籤檢查	確認正確	
	設備尺寸檢查	寬:400mm 深:87.45mm 高:225.01mm	
話筒	設備實體檢查	無缺陷	☑PASS
	設備本體標籤檢查	確認正確	
	設備尺寸檢查	寬:75.25mm 深:133.71mm 高:280.09mm	
廣播控制單元	設備實體檢查	無缺陷	☑PASS
	設備本體標籤檢查	確認正確	
	設備尺寸檢查	寬:284.79mm 深:242.47mm 高:129.45mm	

車廂喇叭	設備實體檢查	無缺陷	☑PASS
	設備本體標籤檢查	確認正確	
	設備尺寸檢查	寬:178.01mm 深:52.3mm 高:170.92mm	
駕駛室喇叭	設備實體檢查	無缺陷	☑PASS
	設備本體標籤檢查	確認正確	
	設備尺寸檢查	寬:77.87mm 深:52.45mm 高:170.88mm	
緊急對講機	設備實體檢查	無缺陷	☑PASS
	設備本體標籤檢查	確認正確	
	設備尺寸檢查	寬:105.05mm 深:97.74mm 高:315.0mm	
輔助通訊控制面板	設備實體檢查	無缺陷	☑PASS
	設備本體標籤檢查	確認正確	
	設備尺寸檢查	寬:150.21mm 深:148.94mm 高:202.71mm	
站名顯示器	設備實體檢查	無缺陷	☑PASS
	設備本體標籤檢查	確認正確	

	設備尺寸檢查	寬:260.24mm 深:99.46mm 高:230.41mm	
前端顯示器	設備實體檢查	無缺陷	☑PASS
	設備本體標籤檢查	確認正確	
	設備尺寸檢查	寬:980mm 深:70.56mm 高:240.17mm	
車外終站顯示器	設備實體檢查	無缺陷	☑PASS
	設備本體標籤檢查	確認正確	
	設備尺寸檢查	寬:980mm 深:123.07mm 高:240.24mm	
車內資訊顯示器	設備實體檢查	無缺陷	☑PASS
	設備本體標籤檢查	確認正確	
	設備尺寸檢查	寬:860mm 深:70.48mm 高:162.42mm	
車廂液晶顯示器	設備實體檢查	無缺陷	☑PASS
	設備本體標籤檢查	確認正確	
	設備尺寸檢查	寬:489mm 深:368mm 高:240mm	
多媒體控制單元	設備實體檢查	無缺陷	☑PASS

	設備本體標籤檢查	確認正確	
	設備尺寸檢查	寬:269.52mm 深:233.8mm 高:88.45mm	
車廂攝影機	設備實體檢查	無缺陷	☑PASS
	設備本體標籤檢查	確認正確	
	設備尺寸檢查	寬:98.11mm 深:10.73mm 高:54.08mm	
集電弓攝影機	設備實體檢查	無缺陷	☑PASS
	設備本體標籤檢查	確認正確	
	設備尺寸檢查	寬:161.59mm 深:240.98mm 高:81.31mm	
駕駛室前端攝影機	設備實體檢查	無缺陷	☑PASS
	設備本體標籤檢查	確認正確	
	設備尺寸檢查	寬:98.05mm 深:111mm 高:54.83mm	
網路錄影機	設備實體檢查	無缺陷	☑PASS
	設備本體標籤檢查	確認正確	
	設備尺寸檢查	寬:261.98mm 深:163.8mm 高:94.09mm	

L3 網路交換機	設備實體檢查	無缺陷	☑PASS
	設備本體標籤檢查	確認正確	
	設備尺寸檢查	寬:249.65mm 深:80.23mm 高:202.63mm	
L2 網路交換機	設備實體檢查	無缺陷	☑PASS
	設備本體標籤檢查	確認正確	
	設備尺寸檢查	寬:249.57mm 深:80.01mm 高:202.9mm	

(七) 系統功能測試



圖 89 自動亮度調整測試



圖 90 通訊測試

Name	Date	Type	Size	Length
N:\TRINOS_CAMERA_SCAM04_200124_130444.ts	20/1/2020 3:04 PM	H.264 media file (ts)	47,908 KB	
N:\TRINOS_CAMERA_SCAM03_200124_130443.ts	20/1/2020 3:03 PM	H.264 media file (ts)	42,205 KB	
N:\TRINOS_CAMERA_SCAM02_200124_130444.ts	20/1/2020 3:03 PM	H.264 media file (ts)	42,233 KB	
N:\TRINOS_CAMERA_CFCAM_200124_130443.ts	20/1/2020 3:03 PM	H.264 media file (ts)	35,302 KB	00:05:00
N:\TRINOS_CAMERA_SCAM01_200124_130444.ts	20/1/2020 3:04 PM	H.264 media file (ts)	25,429 KB	

圖 91 最大錄影空間計算



圖 924G-LTE 路由器功能測試



圖 93WIFI 連線測試

表 32PISC 系統功能測試結果統計表

測試項目	標準	結果(量測值)	結果
自動亮度調整	當明亮的環境光被偵測到，顯示器自動增加亮度	SLCD、DI、SI、FI 符合標準	☑PASS
	當黑暗的環境光被偵測到，顯示器自動減少亮度	SLCD、DI、SI、FI 符合標準	☑PASS
錄影與錄音	所有攝影機類型的一般錄影	符合標準	☑PASS
	根據PI觸發告警錄影	符合標準	☑PASS
	根據PI通訊錄音	符合標準	☑PASS
	使用Touch Player程式從NVR下載檔案	符合標準	☑PASS
	最大錄影空間計算	符合標準	☑PASS
4G-LTE 路由器 /AP 功能測試 -WiFi 連線測試	正確連線時可進入網際網路	符合標準	☑PASS

伍、 心得及建議

一、 心得

1. 韓國 Rotem 製造廠商測試後感想

本局近十年所採購之電聯車為 EMU700 型及 EMU800 型，製造商皆為台灣車輛股份有限公司，該技術來源以日本車輛公司為主，故臺鐵局人員對於日系之鐵路車輛設備較為熟悉，而本次立約商為韓商現代樂鐵股份有限公司，韓國早於 83 年承製臺鐵局推拉式 (PP) 自強號，由「現代精工」得標，之後現代精工、大宇重工及韓進重工這 3 間公司，將其公司各別事業群中之鐵道生產部門人員集合，重新組合設立新的公司為「韓國鐵道車輛公司(Korea Rolling Stock Co., Ltd.)」，又於 91 年間更名為 Rotem Co., Ltd.，再於 96 年 11 月更名為現代樂鐵股份有限公司(Hyundai Rotem Company)，也就是空調通勤電聯車 520 輛之立約商。本次奉派參加空調通勤電聯車 520 輛之車輛製造廠及設備廠，檢驗設備型式測試，並就各設備品質、廠區作業流程等議題交流討論，過程受益良多。

韓國現代樂鐵公司之總公司位於首爾，生產製造工廠位於昌原，而昌原工廠有生產軍事設備，內部廠房設施面積很大，測試設備很多，故相關車輛型式測試皆可進關驗證，相較本國台灣車輛公司，因國內軌道車輛市場規模不大，故無法採購相關測試設備，致關鍵技術無法有效提升。



圖 94 車身負荷測試設備

2. 德國及匈牙利 KNORR 製造廠商測試後感想

隨著經濟繁榮及科技進步，各國製造商無不藉由提升工具及生產儀器，進一步提高工作效率並提升設備品質。此次有幸到韓國車商製造廠、義大利及各德國設備廠，檢視測試設備、列車組裝作業及生產作業，除了感謝臺鐵局讓我們有機會到國外參加測試，亦感謝相關各工廠人員，提供技術說明及交流，過程中，對製造流程、工廠動線規劃、測試設備，留下深刻的印象。

其中印象最為深刻為匈牙利空氣壓縮機生產廠，該廠區為德國 KNORR 公司直接設立之生產工廠，因匈牙利與德國有很多相似之處，且兩國有很深之歷史淵源，又第一次世界大戰時匈牙利是奧匈帝國，與德國同為軸心國，互為盟友；第二次世界大戰時匈牙利與希特勒更為友好，又屬於同盟國之戰友關係，匈牙利人口約 970 萬人，GDP 估計每人平均約 2 萬 7,210 美元，相較德國人口約 8 千多萬人，GDP 估計每人平均約 4 萬 2,326 美元(資料來源：維基百科)，人力成本明顯降低很多，爰此，德國 KNORR 考量生產成本因素，直接將空氣壓縮機之生產工廠，設置於匈牙利，以減少生產成本。

匈牙利主要為軋機系統中空氣壓縮機生產之廠區，德國慕尼黑及柏林則負責生產其他軋機設備。KNORR 公司其生產線規劃簡潔明確，每個作業員的工作區都保持得相當整潔，於製造一開始會印製所需組裝設備條碼，以便確認型號並追蹤生產進度，相關測試報告亦可容易追蹤，此一設計不僅可於生產時達到控管進度外，還可管制每個生產人員之品質，以及產品出廠後用於客戶端，若發生空氣壓縮機使用於臺鐵局產生故障時，KNORR 可依照故障機型之條碼，追蹤是那個作業員所生產，並分析故障原因，進而改善問題，以確保不將故障品流至客戶使用上。

另又發現空氣壓縮機之螺絲，也印有 QR CODE 還有出氣口的壓力數值(4Bar 及 13.5Bar，如下圖)，連這麼細微的地方都有記號。如果是我們的想法，應該是把螺絲都作成統一規格，上面不要印有壓力值，不然就無法共用，亦無法減少成本，但在德國的思維，品質是更為重要的一環。

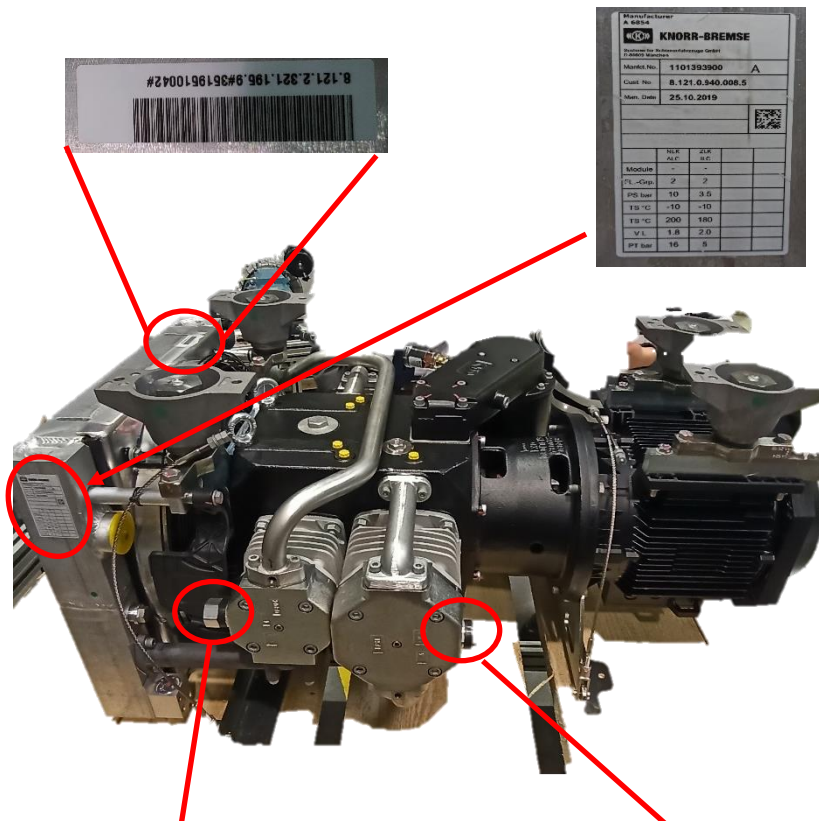


圖 95 空氣壓縮機實體

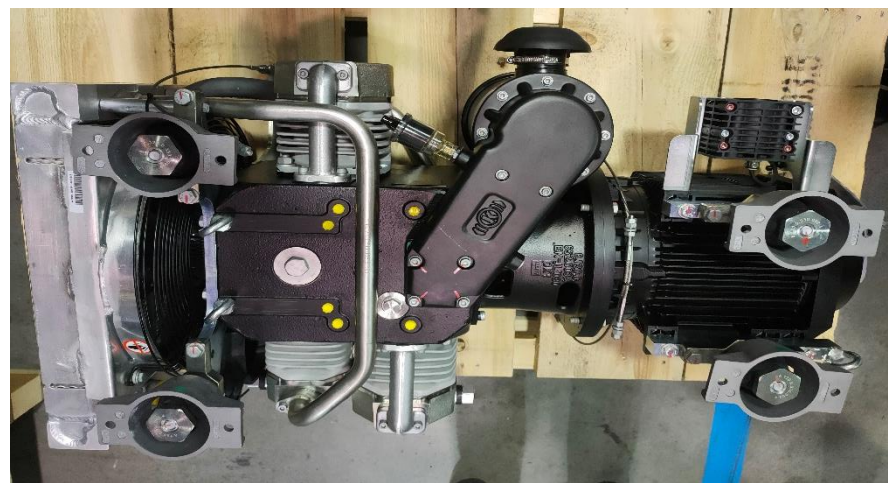
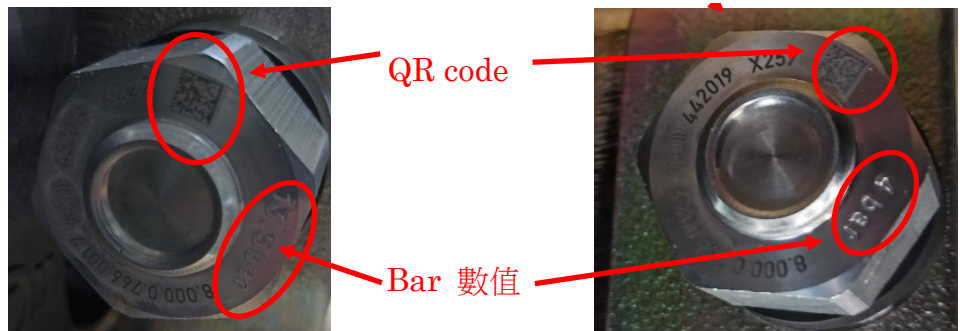


圖 96 空氣壓縮機上視圖



圖 97 空氣壓縮機側視圖

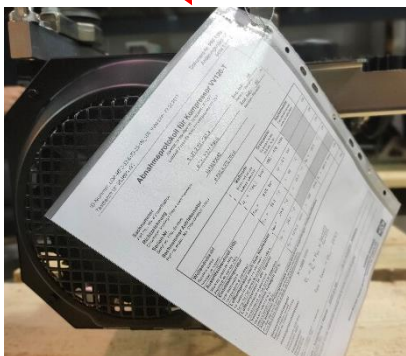


圖 98 生產履歷

每台空氣壓縮於每條生產線設有各個作業區的組裝工作站，而工作站分別建置電腦作業螢幕，顯示每個工作站作業人員組裝作業流程及所進行之作業確認事項，並將組裝工具裝有偵測裝置，並與電腦做連結，而螢幕上顯示之組裝步驟以不同顏色進行區別，並可確認工作人員所鎖之螺絲位置是否正確，及螺絲是否依照磅數鎖緊，鎖緊後螢幕自動改變顏色，確認後，方進行下一步組裝作業，以確保每個步驟確實執行。

過程中作業人員只需專心按照螢幕，確實依照系統指示流程執行作業，進而提高效率，避免因人員於工作一半臨時辦理其他工作，回來後忘記執行到那個步驟，因而所產生之錯誤，爰此，透過此一系統進一步降低錯誤發生之機率，並減少組裝作業員對經驗的依賴度。而 KNORR 工廠人員表示，此一系統之建置費用非常龐大，但也確保空氣壓縮生產品質每一台都是良品，故生產成本亦適當的反映在售價上。

德國人的製造理念是：「不信物美價廉」，德國人口約 8,000 多萬，但竟有 2,300 多個世界名牌，德國人不是個「喜新厭舊」的民族，他門對於生產有 2 個重要的精神 1. 生產過程的和諧與安全；2. 高科技產品的實用性。爰此，德國的產品不打價格戰，不與同行競爭，因為價格不是決定一切之因素，他只要能保證基本利潤，有錢可賺，可持續發展的問題。是以，德國的產品若只考慮採購成本時，則屬高單價之產品，但若將產品攤成 20 年或 30 年來看，德國產品是相較便宜的。



圖 99 德國 KNORR 幕尼黑總部

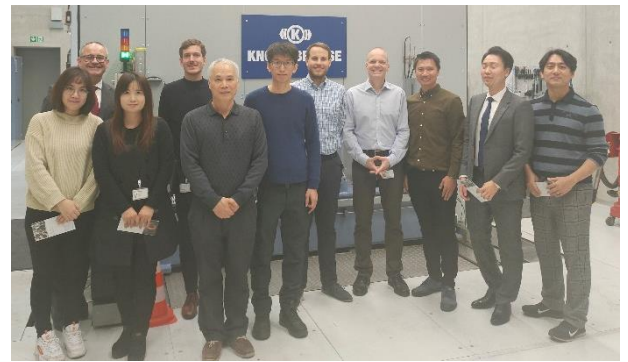


圖 100 總部內部合照

二、 建議

1. 維修作業要落實，品質不是靠檢查

參照德國及匈牙利 KNORR 空氣壓縮機之生產經驗及心得，若需將其方法複製到臺鐵局，將需負擔鉅額的設備及系統成本，惟匈牙利主要生產空氣壓縮機，雖然該套系統建置成本金額龐大，考量所生產設備種類單一產量又大，又納入後續保固故障維修成本因素，將可大於建置成本，符合德國生產過程安全及高科技實用品質之精神，但臺鐵局屬公家機關，又車種繁多，新舊混用，該設備之建置及系統研發將更為龐大，經濟效益評估成效有限，故難以適用於臺鐵局，雖設備建置無法複製，但人員之教育訓練可補足該部分，以達到相同的效果。

1970 年代因鐵路電氣化為十大建設之一，已全面將西部幹線鐵路電氣化，其費用由臺鐵局自付成本，另與人事退撫制度等累積成龐大債務，加上臺灣交通方式改變等因素影響，1990 年造成臺鐵局嚴重虧損，1998 年後即規劃公司化與民營化，故未辦理鐵路特考，直至 2008 年才又開始辦理鐵路特考，將近 10 年未辦理招考恐將造成斷層，又 2008 年後臺鐵局大量招考新進人員，而該新進人員之訓練更顯得重要，若人員訓練做不好，臺鐵局將付出更大的人員學習成本。

臺鐵機務段之維修制度，則設有檢查股，主要負責動力車輛保養修理檢查；以及設有修繕股，主要負責動力車保養、修理。於動力車保養時，先由檢查員進行車輛檢查並用粉筆劃上記號，以判斷事否需更換閘瓦或機油等類似之工作，再由修繕股人員進行車輛保養、清潔及更換零件等相關工作，偶有檢查員進行完工檢查時才發現有消耗品需更換，惟修繕人員常會抱怨開工檢查時為何沒發現，因而導致檢查股及修繕股的摩擦。

自民國 97 年臺鐵局辦理開始鐵路特考，且經考試制度錄取之人員，皆有一定教育程度，再經現場實務工作經驗後，自然可以勝任現場工作，爰此，修繕股人員經教育訓練後，教導消耗品(如閘瓦、集電弓碳刷、機油…等)判斷標準或維修 SOP，嗣後，即不需要檢查人員再判斷，即可自行進行檢查或更換相關作業，增加每個人作業責任感，不需再特別檢查，以減少人力。

修繕股可負責一般消耗品及機械性質之保養及清潔工作，並自檢自修，不需檢查人員再另行確認。而檢查股人員可專心致力於車輛故障原因分析，對於電子產品的研究…等相較更需專業之工作，藉由提升修繕股人員之專業知識，以減少檢查人員之工作量，將其檢查人員所減少之工作量，運用於車輛故障分析，以提升車輛可靠度，亦落實品保精神「品質是做出來的，不是檢查出來的。」

2. 廠段訓練做的好，維修品質沒煩惱

孔子曰：「不教而殺謂之虐。不戒視成謂之暴。慢令致期謂之賊。猶之與人也，出納之吝，謂之有司。」在職場上如果臺鐵局未先教導員工，而當員工犯錯時就責備、批評、懲處，這樣就是臺鐵局的錯，而這不是嚴格，而是苛刻。臺鐵局長久以來機廠或機務段之實務訓練，長期以來皆仰賴師徒制進行技術傳承，但，並不是人人都是好老師，學生也不是人人都是資優生，所以臺鐵局招考進來的員工，除了北投員工訓練中心的理論訓練之外，其機務段或機廠的實務訓練更為重要，因為「品質是做出來的，不是檢查出來的」，雖然臺鐵局無法比照德國，使用較高成本的設備及系統，來提升維修品質，但可用培養專業的訓練講師，來培訓新進人員維修的態度及觀念，如同參照速食連鎖店一樣，教育訓練工讀生，讓工讀生可製作出相同品質的產品，然後不斷不斷的複製，而品質皆不會受到改變，這是臺鐵局可達成的目標。

臺鐵局長久以來內部沒有所謂的「專職」講師，或機務段或機廠內部「專職」的訓練講師，大多為「兼職」之講師。臺鐵局內部的講師產生，主要都從機務段的主任，或是各處室的主要人員，至北投員訓中心進行講課，該講師其學、經歷都無庸置疑，惟該講師因既有之業務已很繁忙，無多餘的時間準備上課資料。俗話說：「台上 3 分鐘，台下 10 年功」，一個好的講師必須進行課程編排，設計流程及製作上課道具，才會讓上課的學生感受到一場行雲流水絕無冷場的課堂饗宴，若無前述的課程準備，將造成很大的反效果，以至於員訓中心的學員，總有很大感觸，外聘與內聘的講師，授課方式及講課技巧差異很大，問題之造成實屬內聘講師非戰之罪。

建議臺鐵局可挑選具能力之講師，進行專業培訓，先給予時間進行充足的課程編排，設計內容，並提供經費製作上課道具，以提升學員學習興趣，增加課堂吸收資訊，以提升本職專業技能，達到

學以致用之目的，而這批講師優先「專職」於員訓中心講課，俟完成一套課程後再「兼職」回原單位。再藉由講師進行全臺灣各運、工、機、電等段，進行講師訓練，設計出符合各單位所需要的「實務」課程內容，例如機務處有車輛保養、維修，運務段有列車長、售票、剪票一線服務同仁，處理各種狀況的 SOP 訓練，以達到全臺灣一致性的服務，避免產生同一狀況，卻因不同車站或不同員工，進行的處理方式不同，導致常有旅客反映，「為什麼這個車站可以，而那個車站不行」的窘境。讓新進同仁得到專業的學習，就如同連鎖速食店一樣的複製，達到臺鐵局服務的一致性與整體性。

3. 建置設備履歷，提升維修品質

參照匈牙利 KNORR 空氣壓縮機之生產經驗，若需進行複製到臺鐵局，則需鉅額的設備及系統成本，且匈牙利主要生產空氣壓縮，故該套系統雖然金額龐大，但生產設備種類單一，而產量較大時，前面所支付的生產成本，將會大於後續因設備故障所產生維護成本，故較為適用。反觀臺鐵局自 1891 年開通至今已逾 129 年之歷史，故使用之車種繁多，新車及舊車重疊使用的時期，其維修作業方式不同，觀念及方式亦不同，若進行複製，因車種太多，設備不單一，該套系統直接複置，臺鐵恐較不合適，但其製造品質之精神可經修改後成為臺鐵適用之方式。

因科技日新月異，而臺鐵局維修方式，感覺跟不上時代的進步，又因臺鐵局屬於公家機關，囿限採購法且年年虧損狀態下，難以採用類似德國高成本方式進行維修，但建立設備維修條碼，以達到確認每個人維修的品質，尚屬可行。但這種方式需要有個前提觀念，也就是若發生車輛設備故障時，不可因查出該維修人員後，進行懲處或影響考成，僅可用於調查事故原因，進而改善維修作業方式，不然，將會失去這套系統的意義，因而產生變質。



圖 101 車輪條碼

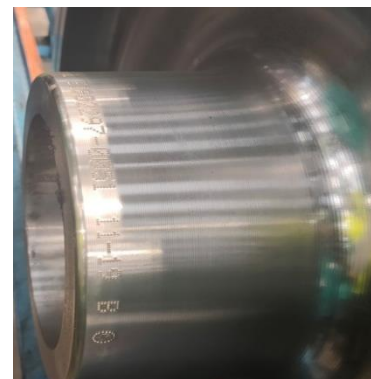


圖 102 車輪序號

陸、 附錄：專題報告

一、 電池充電器廠商 VCTech 簡介：

- 1 VCTech Co., Ltd.成立於 2002 年 7 月 30 日，提供軌道交通領域從牽引驅動控制器到輔助變頻器等電器產品，在高速列車相關產品應用如下圖，電聯車組產品應用如圖 104



圖 103 高速列車相關產品應用



圖 104 電聯車相關產品應用

- 2 臺鐵局電聯車 EMU800 以前之購車案，電池充電器皆採用 GTO(Gate Turn-off thyristor)可關斷晶閘管，惟本次購車案 110V 及 24V 之電池充電器，則首次採用 IGBT 開關裝置作為切換元件，並採用閘極驅動單元 (CGUD)來控制，結構簡單，可達到低功耗及高可靠度之技術設計，惟目前國內廠商尚無該技術設計能力，希望藉由新購車案引進車輛最新技術，提升車輛維修或設計能力。
- 3 IGBT 是 Insulated Gate Bipolar Transistor 簡稱，叫絕緣柵雙極型電晶體，主要由雙極型三極體及絕緣扇形場效應管組合的半導體器件，多使用在軌道車輛、電動車輛的牽引系統或輸出控制，而 IGBT 擁有導通電阻

小，驅動電流小的優點，且其為高效率及切換速度快，而大型 IGBT 應用於數百安培與六千伏特的電力系統領域。

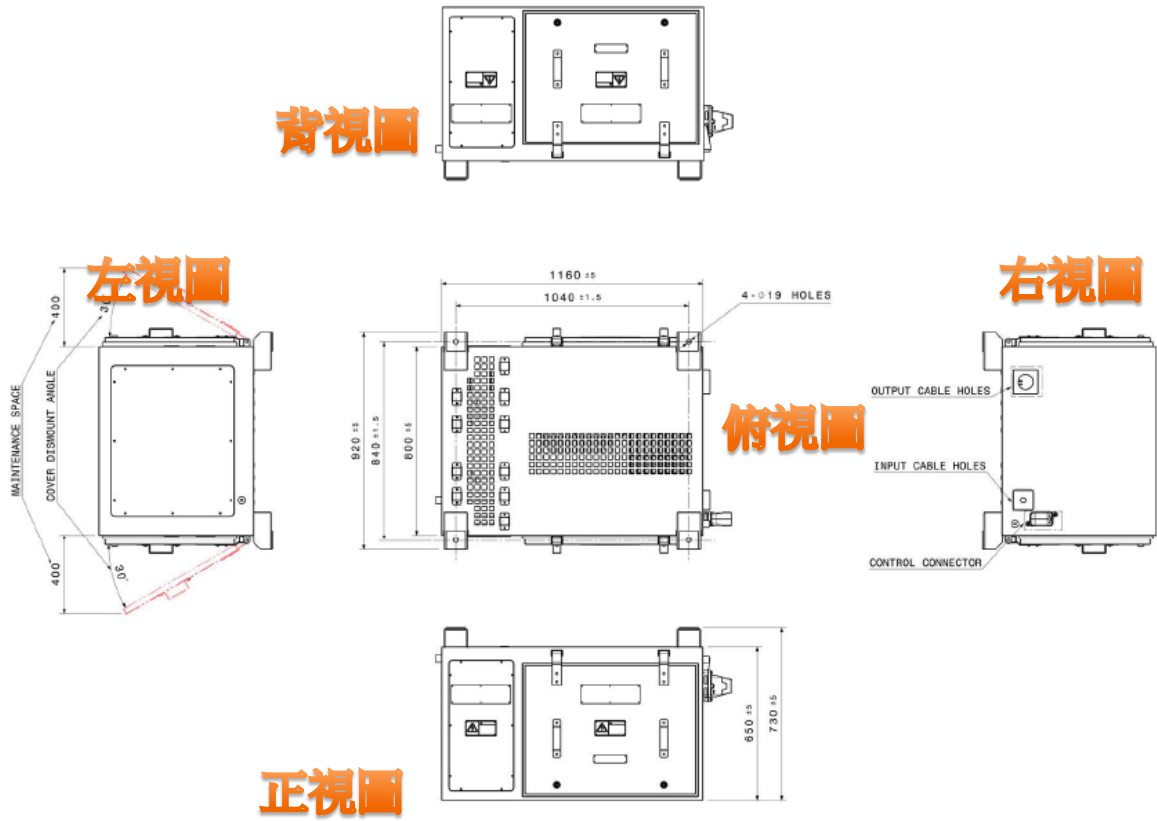


圖 105110V 充電器外觀



圖 106 充電器實體正視圖



圖 107 充電器實體背視圖

表 33 電池充電器尺寸表

項目	尺寸(mm)
24V	1160 X 920 X 650(長 x 寬 x 高)
110V	1200 X 920 X 650(長 x 寬 x 高)

二、 定義與縮寫：

表 34 定義與縮寫表

縮寫	定義
VMR	電壓監控繼電器 Voltage Monitoring Relay
RFN	整流器和無熔絲斷路器 Rectifier and No Fuse Breaker
CGDU	閘極驅動單元 Gate Drive Unit
BC	電池充電器 Battery Charger
BCCHK	電池充電器充電接觸器 Battery Charger Charging Contactor
BCCHR	電池充電器充電電阻器 Battery Charger Charging Resistor
BCIK	電池充電器輸入接觸器 Battery Charger Input Contactor
RM	整流模組 Rectifier Module
BCFL	電池充電器濾波電抗器 Battery Charger Filter Reactor
BCFC	電池充電器濾波電容器 Battery Charger Filter Capacitor
BCFCR	電池充電器濾波電容器放電電阻器 Battery Charger Filter Capacitor Discharging Resistor
BCPT	電池充電器比壓器 Battery Charger Potential Transducer
BCM	電池充電器整流器模組 Battery Charger Converter Module
ACCT	AC 電流傳感器 AC Current Transducer
BCRD	電池充電器整流器二極體 Battery Charger Rectifier Diode
BCCT	電池充電器電流傳感器 Battery Charger Current Transducer
BCBD	電池充電器阻斷二極體 Battery Charger Block Diode

三、 電池充電器採用標準如下：

- 1 IEC 61287-1：安裝在機車車輛車載的功率整流器：特性與測試方法。
- 2 IEC 60077-2：鐵路應用-鐵路車輛電氣設備。
- 3 EN50121-3-2：鐵路應用-電磁相容性第 3-2 部分：機車車輛-儀器。
- 4 IEC 61373：鐵路應用-機車車輛設備-衝擊和振動測試。
- 5 IEC 60529：箱體提供的保護等級(IPXX)。

四、 電池充電器規格表：

表 35 電池充電器規格表

項目		說明
類型	主電路	全橋式整流器+相位移全橋式整流器
	控制方法	ZVS/ZCS 控制+脈衝寬度調變(PMW)
	冷卻方式	自然冷卻
輸入電源	額定電壓	3 ϕ AC440V($\pm 3\%$)
110V 充電器	額定電壓	DC 110V($\pm 5\%$)
	額定容量	20 KW
24V 充電器	額定電壓	DC 24V($\pm 5\%$)
	額定容量	6 KW
控制	24V 充電器	DC 110V(-30%~+25%)
	110V 充電器	DC 24V(-30%~+25%)
	列車通訊	乙太網路
效率		90%以上
噪音等級		距離 1M 的位置小於 70dB

五、 電池充電器電路簡介說明：

1 充電機箱體內部基本配置圖：

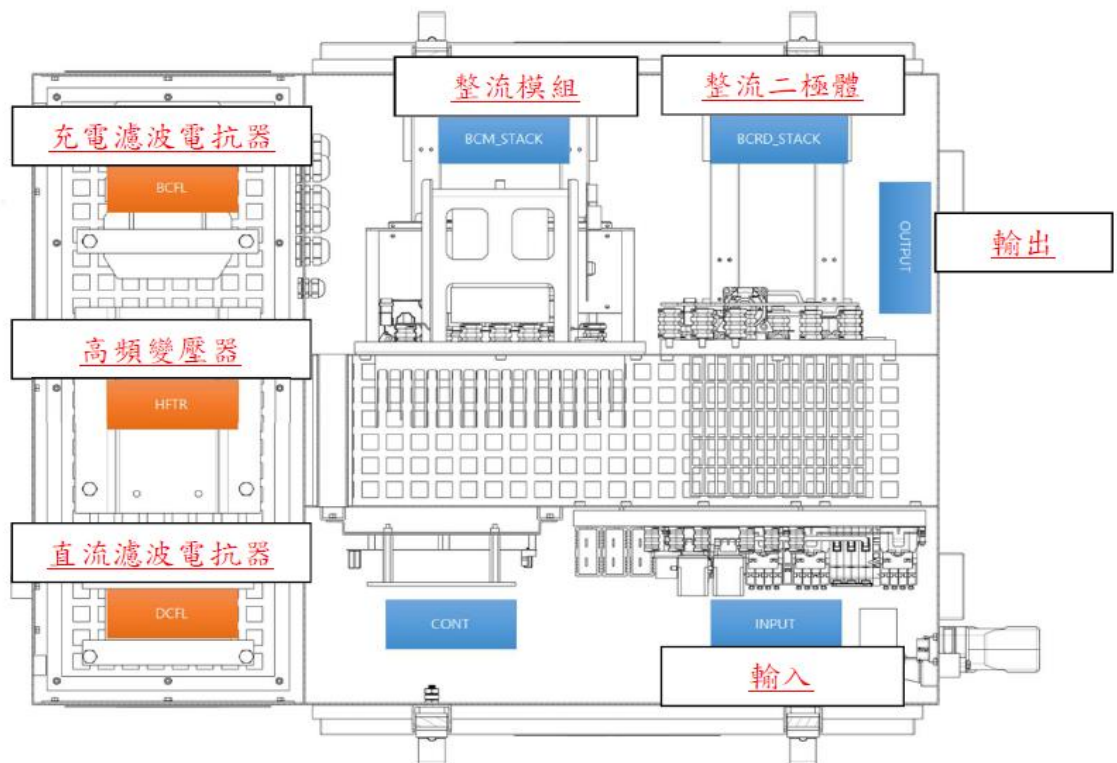


圖 108 充電機箱體內部基本配置圖

2 電池充電器輸入電路：

2.1 預充電接觸器(Charging Contactor)：單相預充電接觸器通過充電電阻(350Ω)對輸入濾波電容器進行預充電，避免在電池充電器輸入接觸器閉合前產生較高的湧浪電流。

2.2 電池充電器輸入接觸器(Battery Charger Input Contactor)：當電池充電器啟動或停止時，該接觸器用於電源斷開或連接電池充電器的與AC440V 之間的電路，在完成濾波電容(BCFC1)的預充電之後接觸器閉合，使電容器能讓 DC 電壓能更平滑並抑制開關所造成的電壓突波。

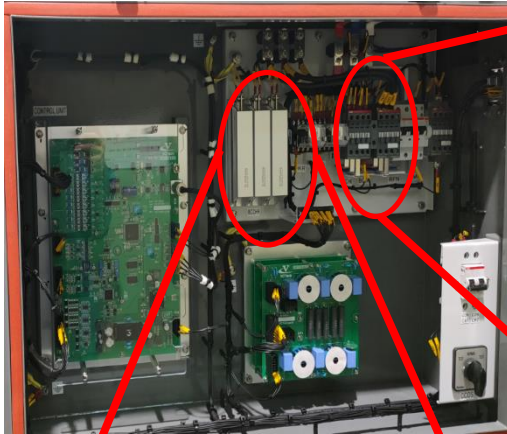


圖 109 預充電電路板

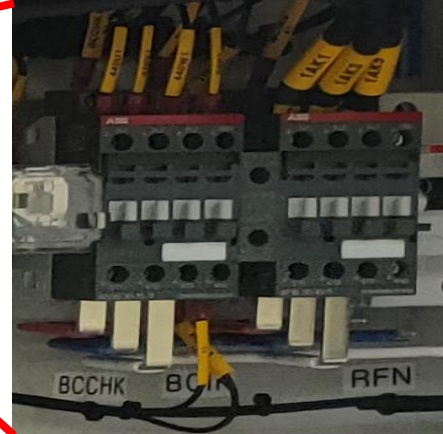
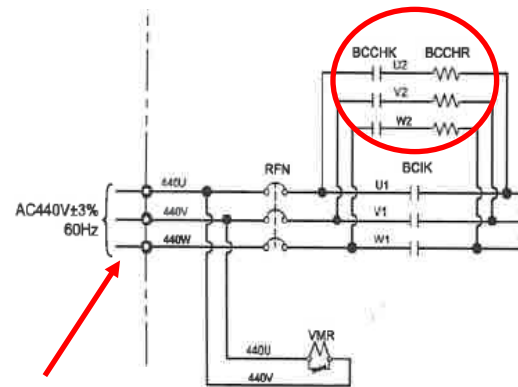


圖 110 預充電接觸器



圖 111 充電電阻



AC 440V 輸入

圖 112 預充電電路圖

3 整流器模組(RM)和電池充電器整流器模組(BCM)：

3.1 整流器模組(RM)：將 SIV 的 AC 輸出電壓，轉換成 DC 電壓，以作為相位移全橋式整流器的輸入電源。

3.2 直流濾波電抗器(DCFL110)：減少整流 DC 來源的漣波電流。

3.3 電池充電器濾波電容器(BCFC1)：透過使用具有優秀性能的薄膜電容器，使電池充電器的整流 DC 電壓，更為平滑並抑制開關所造成的電壓突波。經查，該電容壽命(lifetime)：>200,000h，約可使用 22.8 年以上，相關規格如圖 118。

3.4 電池充電器濾波電容器放電電阻器(BCFC1R1)：電池充電器停機後，會透過此電阻釋放濾波電容器的充電電壓以確保安全，是以，建議本局機務段檢查員，於檢查前或維修更換前，必須等待 **7分鐘** 以上的時間，以策安全。

- 3.5 整流器 IGBT 閘極驅動單元(CGDU): 通過接收來自控制單元的光訊號來打開和關閉 IGBT。此外, 透過感知接收極和發射極之間的電壓來保護 IGBT 短路的功能。
- 3.6 整流器 IGBT 模組(CONM): 安裝在適當的位置, 可藉由散熱器實現良好的冷卻效能。IGBT 的開關訊號經由 CGDU 的控制產生, 接放極和發射極通過匯流排連接, 以最大限度地減少雜散電感。
- 3.7 散熱器: 用於在電池充電器工作時釋放開關裝置(IGBT)產生的熱能。
- 3.8 匯流排(板): 和電線不同, 充電機主電路通過匯流排(板)連接, 以最大限度地減少雜散電感及維護簡單。
- 3.9 高頻變壓器 1(HFTR110): 用於將相位移, 全橋式整流器的高頻脈衝電壓按匝數比轉換為二次電壓, 並具有電氣隔離功能。

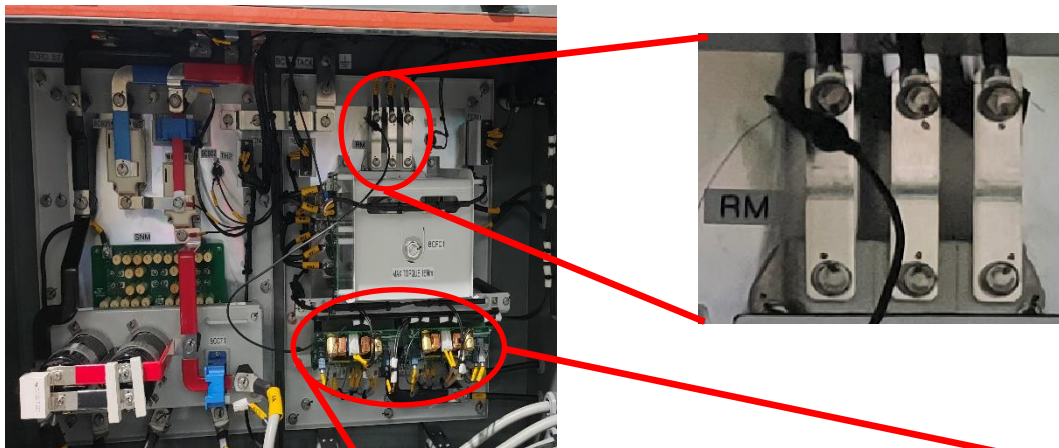


圖 113RM 及 BCM 電路

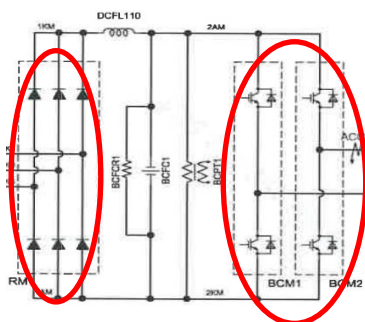
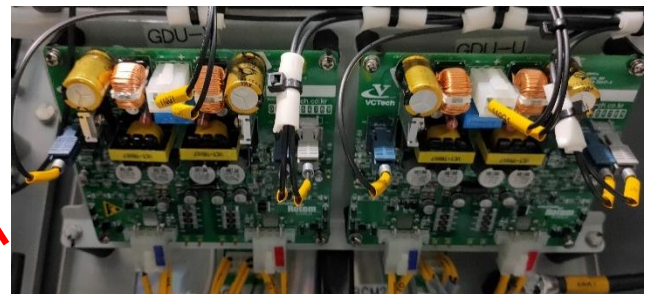


圖 114RM 及 BCM 電路圖



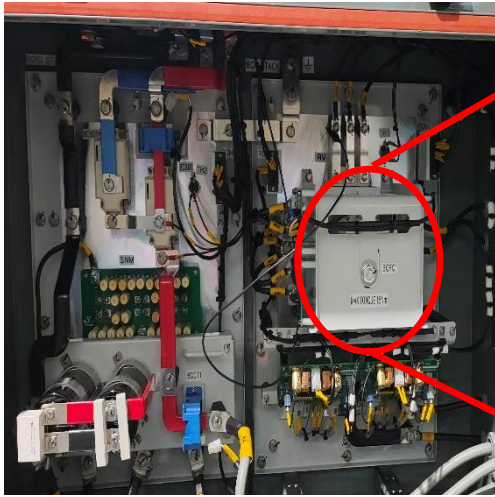


圖 115 BCFC1 外視圖

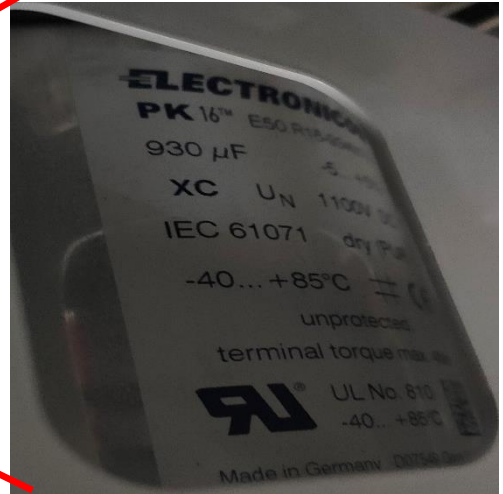


圖 116 BCFC1 電容實體圖

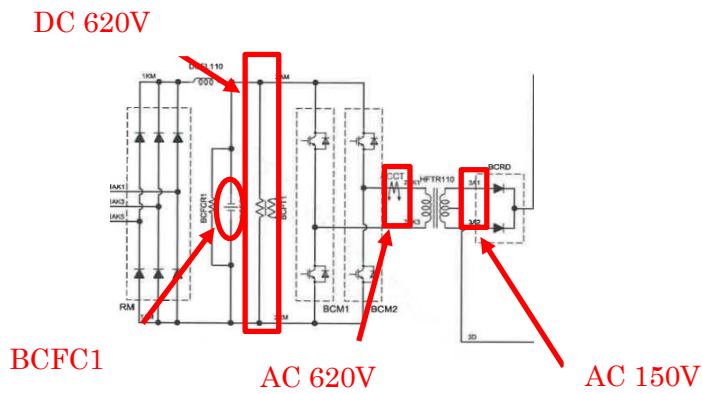


圖 117 BCFC1 電路圖

ELECTRONICON DATA SHEET
Capacitor for Power Electronics

Application: PK16XC capacitor for general use in power electronics
also for non-inductive voltages and currents
Order code: E50 R16-334N11
Standard: UL810

Approval mark: UL810

Characteristics:
Rated capacitance C_N 930 $\mu\text{F} \pm 5\%$
Rated d.c. voltage U_N 1100 V
Max. ripple voltage (peak - peak) U_r 250 V
Non-recurrent surge voltage U_{speak} 1800 V
Rated energy E_N 200 J
Maximum current (rms) I_{max} 75 A
Maximum peak current I_{peak} 4.4 kA
Maximum surge current I_s 13.2 kA
Series resistance R_s 1.3 m Ω
Dielectric dissipation factor $\tan \delta$ 2×10^{-4}
Self discharge time constant τ_{SD} > 25000 s
Self inductance L_s 40 nH

Thermal conditions:
Lowest operating temperature θ_{min} -40 °C
Maximum operating temperature θ_{max} 85 °C
Temperature rise $\Delta\theta_{max}$ 13.3 °C/W

Statistical lifetime > 200000 h
Failure rate < 50 FIT²⁾

Routine test voltages:
Voltage test between terminals U_{T1} 1500 V DC/10s
A.C. voltage test terminals/cases U_{T2} DC/2s

Dimensions:
Rated diameter D_N 110 (ø 1) mm
Maximum diameter D_M 119.5 (ø 1) mm
Length of the case L_N 190 (ø 1) mm
Length incl. Terminals L_M 170 (ø 2-1) mm
Distance line terminals d 50 (ø 5) mm
Terminal diameter ϕ M14 mm
Base mounting stud $C_N \times L_N$ M12(16) (ø 1) mm
Clearance in air L 35 mm
Creepage distance K 45 mm
Approx. weight 1.9 kg

Permitted power losses during continuous operation^{*)}

ambient temperature (°C)	power loss (W)
50	0.8
60	0.7
70	0.6
80	0.5
85	0.4

*) Maximum current I_{max}

ambient temperature	I_{max} (at θ_{max})
75A	55 °C
85A	70 °C
41A	75 °C
13A	80 °C
DA	85 °C

Mechanical characteristics:
Dielectric: metallized polypropylene capacitor, self-healing
Construction: metal can, plastic cover rated V0 acc. to UL94
Terminals: threaded stud M6x10
Fuse: without internal fuse
Impregnant: no liquid impregnants, filled with sulfurized PUR resin, no PCB
Fire load: 76MJ

Storage temperature $\theta_{storage}$ -40..+85 °C
Statistical lifetime > 200000 h
Failure rate < 50 FIT²⁾

圖 118 電容器規格(DATA SHEET)

4 電池充電器整流器二極體(Battery Charger Rectifier Diode)：

- 4.1 電池充電器整流器二極體：將 HFTR110 的二次高頻脈衝電壓轉換為 DC 負載用的 DC 輸出電壓。
- 4.2 電池充電器濾波電容器放電電阻器：電池充電器停機後，藉由放電電阻釋放濾波電容器的充電電壓，以確保維修人員安全。
- 4.3 電池充電器阻斷二極體 1、2：防止電流從電池回流到電池充電器，以保護電池充電器本身之電路元件。

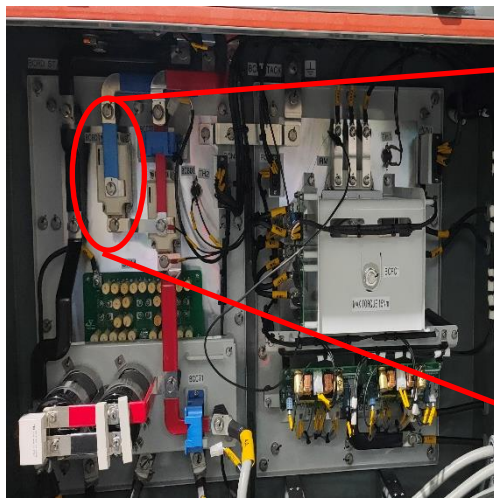


圖 119 充電器背視圖



圖 120BCRD 放大圖

AC 150V, BCRD

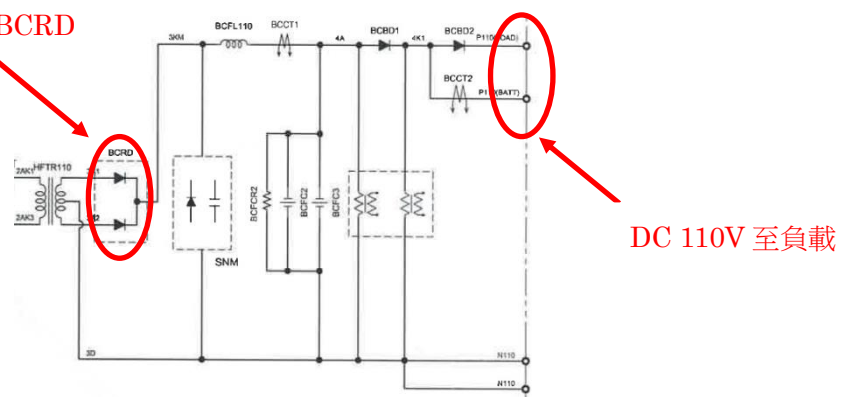


圖 121 充電器電路圖

5 DC 輸出濾波電路：

5.1 DC 輸出濾波電抗器(BCFL110)和 DC 輸出濾波電容器(BCFC2)，從 BCRD 整流器二極體用於過濾整流後的 DC 電源，可降低輸出電壓的漣波。

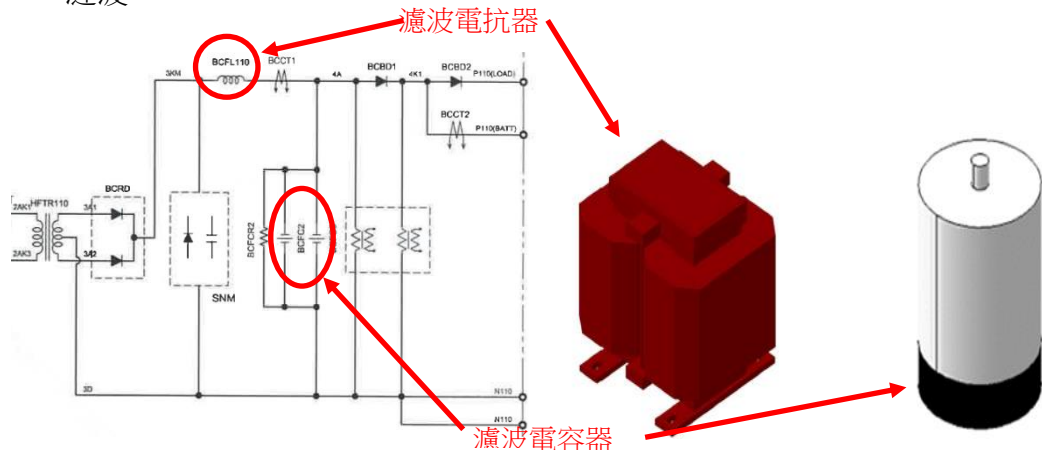


圖 122 濾波電路圖

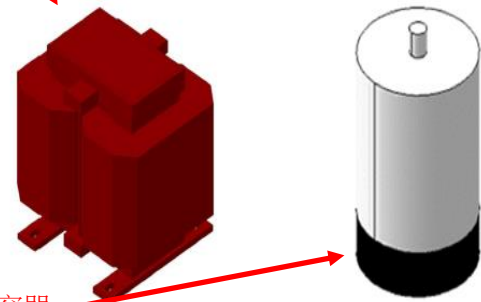


圖 123 濾波電抗器及濾波電容器

6 控制單位功能及組成

6.1 利用高性能微處理器系統控制 BC。

6.2 透過各種感測信號監控 BC 狀態。

6.3 數位輸入/輸出信號以及故障信號可以透過 BCM 控制板來確認。

6.4 系統失效時的故障保護，以及輸入電源缺相時保護功能。

6.5 重新啟動順序。

6.6 可與電腦介、下載紀錄資料，以利維修及故障問題判斷。

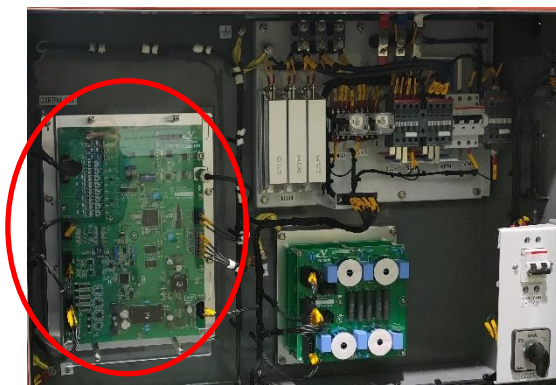


圖 125 充電器正視圖

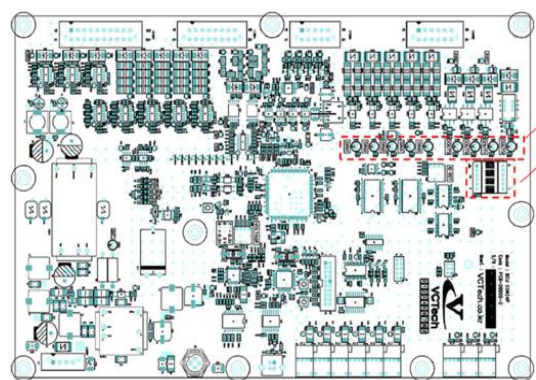


圖 124 充電器控制面板

7 硬體組成

控制器由功能電路板(BCM)及控制電源電路板(CPS)組成。

7.1 電池充電器控制模組 (BCM) 電路板，由微處理器及可程式邏輯裝置 (PLD) 組成，主要功能如下：

7.1.1 產生驅動信號至 IGBT，以調節直流輸出電壓。

7.1.2 故障保護，例如過電流、過電壓等。

7.1.3 控制電池充電器的接觸器。

7.2 控制電源(CPS)電路板，負責從 DC110V 或 DC24V 輸入電源轉換產生控制電源(DC5V 或 15V)

8 BC 順序

8.1 BC 正常啟動和關機順序，基本啟動條件如下：

8.1.1 確認三相電壓(AC440V)輸入正常(含三相電源缺相保護)。

8.1.2 無任何故障。

8.1.3 控制電壓正常。

8.2 啟動順序：

8.2.1 如果 AC 輸入電壓達到 AC 440V，電池充電器輸入接觸器(BCIK)閉合。

8.2.2 IGBT 閘極控制信號啟動後，DC 輸出電壓逐步增加至 DC24V 或 DC110V。

8.3 關機順序：

8.3.1 如果 AC 電壓消失，DC 將執行停止序列。

8.3.2 IGBT 閘極控制信號開關，且電池充電器輸入接觸器切開。

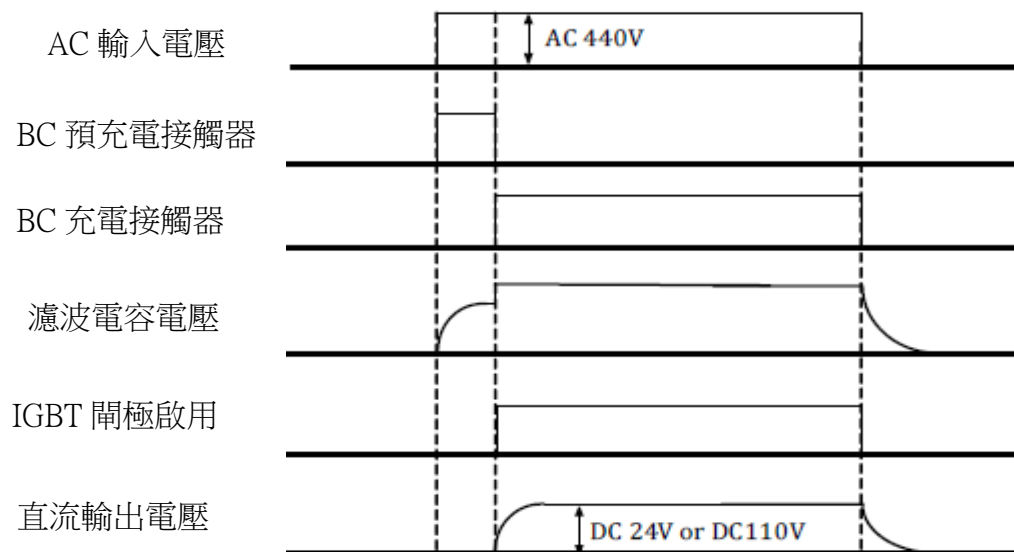


圖 126BC 啟動及關機順序

8.4 電池充電器重新啟動順序：

8.4.1 如果 BC 在正常操作時發生故障，則控制器將命令所有接觸器(BCIK)切開及關閉閘控訊號。

8.4.2 故障狀況 1：所有信號關閉後，控制器執行初始化並在 5 秒後執行重啟程序。

8.4.3 如果故障造成無法重新啟動，BC 將不做任何動作，並將在 5 秒鐘後再次確認故障狀態。

8.4.4 故障狀況 2：基本上 BC 將會重啟，但如果任何故障在 90 秒內發生 3 次，則將設定為嚴重故障並關閉 BC。

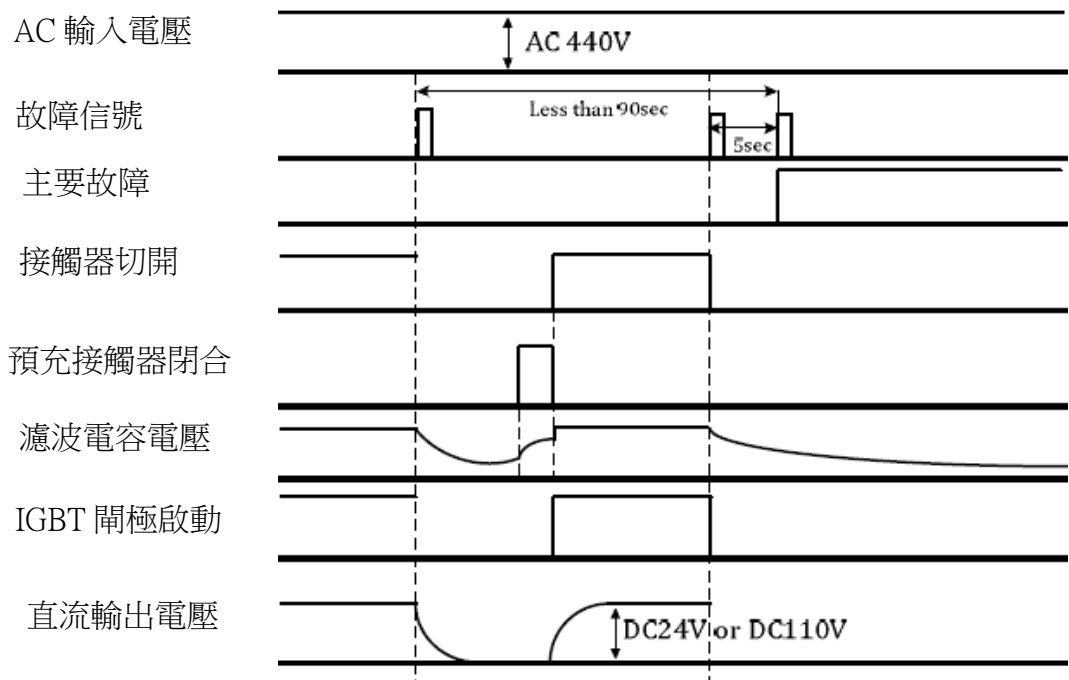


圖 127 故障狀況 1 時序圖

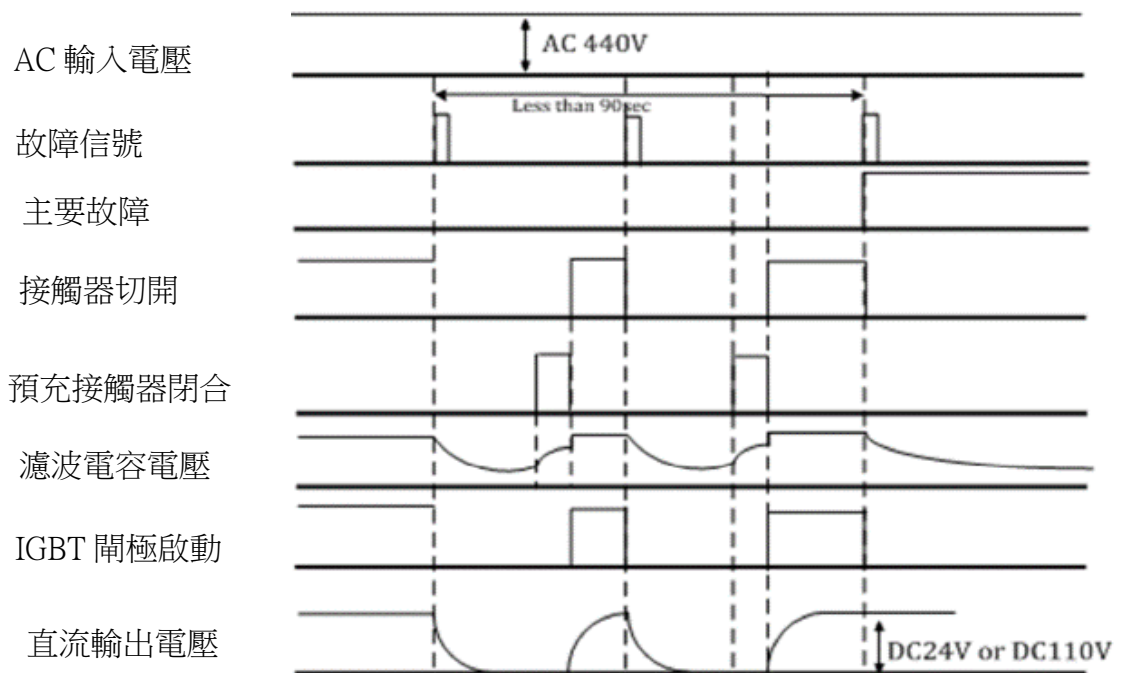


圖 128 故障狀況 2 時序圖

8.5 BC 充電模式及溫度變化 BC 電壓補償控制方法

8.5.1 電池充電控制是採用定電流(Constant Current)及定電壓 (Constant Voltage)模式。

8.5.2 當蓄電池放電時，電池充電器將先執行 CC 模式。

8.5.3 當電池電壓達到設定目標時，將控制方法從 CC 模式切換成快速充電模式。

8.5.4 快速充電模式控制執行在每個電池上比 CC 模式更高的電壓。當電池的充電電流降低時，考慮到電池壽命和安全性，將切換到浮充電模式。

8.5.5 浮充電模式與快速充電模式相比，浮充電模式以每個電池單元更低的電壓執行控制。

8.5.6 從快充電模式到浮充電模式，電壓會依據電池溫度進行電壓補償。

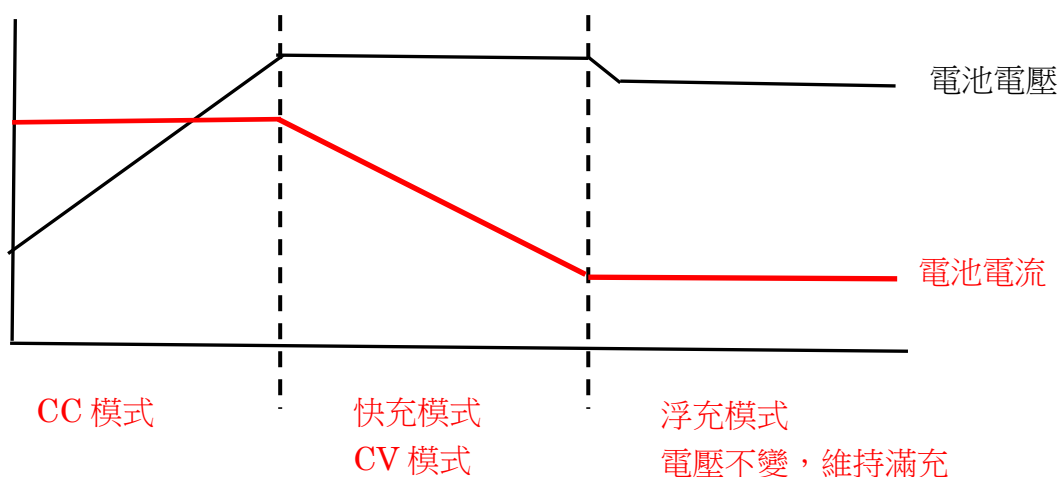


圖 129 電池充電模式

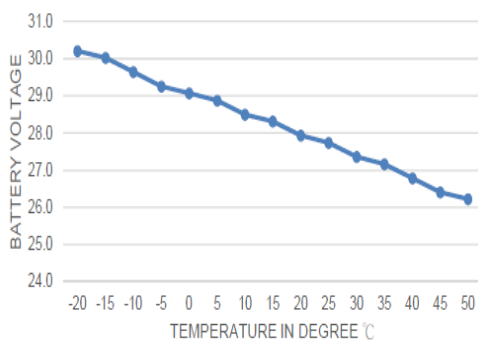


圖 131 浮動電壓隨溫度變化 24V

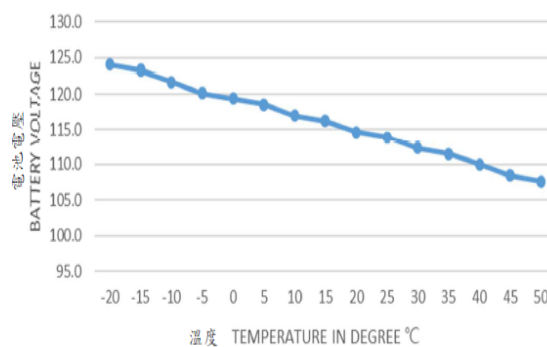


圖 130 浮動電壓隨溫度變化 110V

8.6 BC 保護項目如下表：

表 36 充電器保護項目表

項次	故障說明	感測裝置	保護標準
1	電池充電器輸入過電壓	充電器比壓器 1	890V±5%
2	電池充電器輸出過電壓	控制器	33V±5%
3	電池充電器輸出過電流	充電器比流器	330A±5%
4	電源故障	控制器	DC13.3V±5%
5	電池充電器整流器模組過熱故障	溫度感測器	>120°C
6	電池充電器模組過熱故障	溫度感測器	>120°C
7	電池充電器 U 相閘極故障	閘極單元	設備自行偵測
8	電池充電器 V 相閘極故障	閘極單元	設備自行偵測