

國立交通大學

管理學院碩士在職專班

運輸物流組

碩士論文

機場捷運電聯車維修系統規劃之研究

A Study of Rolling Stock Maintenance System

Planning of TaoYuan International Airport MRT

研究生：曹家馨

指導教授：黃台生 教授

中華民國 97 年 12 月

機場捷運電聯車維修系統規劃之研究

A Study of Rolling Stock Maintenance System Planning of TaoYuan International Airport MRT

研究生:曹家馨

Student: Stan Chia-Hsin Tsao

指導教授:黃台生

Advisor: Prof. Tai-Sheng Huang

國立交通大學

管理學院碩士在職專班運輸物流組



Submitted to MBA Program of Transportation and Logistics

College of Management

National Chiao Tung University

In Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master in

Transportation and Logistics

December 2008

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十七年

機場捷運電聯車維修系統規劃之研究

研究生:曹家馨

指導教授:黃台生 教授

管理學院碩士在職專班運輸物流組

摘要

軌道運輸系統提供機場聯外運輸服務，係近十幾年來國際發展之趨勢，主要目的係以軌道運輸系統發展之專有路權行駛，不受路上交通影響，提供國際商務旅客可靠之進出機場運輸服務，例如日本 Narita Express、香港機場快線等。我國亦在規劃多年後，經政府核定桃園國際機場聯外捷運系統之建設計畫案。

於上述研究背景與動機下，本研究之目的係以桃園國際機場捷運之電聯車維修系統進行規劃設計，藉由電聯車維修需求模式的規劃，推估相關電聯車維修設備設施的需求量，進而瞭解相關維修設施設備之配置。

關鍵詞：維修等級、維修需求、電聯車、維修窗

A Study of Rolling Stock Maintenance System Planning of TaoYuan International Airport MRT

Student: Stan Chia-Hsin Tsao

Advisor: Prof. Tai-Sheng Huang

MBA Program of Transportation and Logistics,

College of Management,

National Chiao Tung University

Abstract

It's the interantioal railway transportation trend in decades; the railway transportation system provides the passengers delivery service from airport area access to the main city area. The airport express is mainly provide the international business traveller a reliable transportation service to access from/to the airport area, such as Japan Narita Express, Hongkong airport express, etc. The airport express is basically using the unique railway access right and will not be affected by the roadway traffic. Taiwan government had approved the TTY International Access MRT system development project after many years schedulded and planed.

Based on the above study background and motivation, the purpose of this study is considered and planed according to the TTY International Access MRT EMU maintenance system. To realize the planning of the EMU maintenance requirement model so that the EMU maintenance requirement estimated model will be the basis for the relevant EMU maintenance facilities and equipment to be allocated in the depot.

Keyword: Maintenance Level, Maintenance Requirement, Rolling Stock, EMU, Maintenance Window.

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	II
目錄	III
表目錄	VII
圖目錄	VIII
第一章 緒論	1
1.1 研究背景與動機	1
1.2 研究目的與課題	2
1.3 研究範圍	3
1.4 研究方法	3
1.5 研究流程	5
第二章 文獻回顧	6
2.1 軌道車輛維修理念及維修政策	6
2.1.2 維修目標	7
2.1.3 維修型態	8
2.1.4 電聯車維修需求	9
2.2 捷運維修機廠功能與設計準則	12
2.2.1 捷運機廠規劃設計	16
2.3 鐵路車輛維修作業與趨勢之瞭解	17
2.3.1 維修工作	17
2.3.2 東京、香港車輛均衡維修策略	19
2.4 台北捷運高運量電聯車系統	22

2.4.1	台北捷運電聯車 371 型維修項目及週期	24
2.4.2	台北捷運電聯車維修人時	25
2.5	車輛維修相關法令規範	26
2.5.1	鐵路車輛機車檢修規則（民 95 修訂）	26
2.5.2	台北市大眾捷運系統車輛檢修規則（民 80）	27
第三章	桃園機場捷運電聯車維修需求	29
3.1	桃園機場捷運未來營運需求及電聯車運行計畫	29
3.1.1	運輸旅次預測	30
3.1.2	尖峰運量分析	30
3.2	營運時間及營運班距	34
3.2.1	營運班距	34
3.2.2	列車車隊規模	35
3.2.3	所需之列車數	35
3.2.4	直達車所需列車數	36
3.2.5	列車分年採購計畫	38
3.3	桃園機場捷運電聯車之運用計畫	39
3.3.1	桃園機場捷運增車計畫	41
3.4	桃園機場捷運選用之車輛系統	42
3.4.1	電聯車駕駛模式（Driver operation mode）	43
3.4.2	列車車門	44
3.4.3	座位容量	44
3.4.4	列車上通訊	44
3.4.5	電聯車系統降級或緊急運轉之特性	45
3.5	桃園機場捷運電聯車維修需求	46
3.5.1	維修窗(Maintenance Window)	47
3.5.2	電聯車每日營運里程數	50
3.5.3	桃園捷運電聯車一級維修	53

3.5.4 桃園捷運電聯車二、三級年度維修計畫模式	53
3.5.5 電聯車大修	60
第四章 桃園機場捷運電聯車維修設施設備需求估計	64
4.1 桃園機場捷運電聯車各級維修之作業及所需設施設備	64
4.1.1 駐車區配置	64
4.1.2 檢修軌區配置	65
4.1.3 大修區軌道配置	66
4.2 桃園機場捷運電聯車維修設施/設備規模估計	68
4.2.1 設備資源數目預估	68
4.2.2 駐車軌、檢修軌及大修軌道數量估計：	68
第五章 桃園機場捷運電聯車維修設施設備之配置	73
5.1 桃園機場捷運電聯車各級維修作業之區位配置	74
5.2 桃園機場捷運電聯車維修設施/設備之配置	75
5.3 桃園機場捷運電聯車維修設施設備之空間配置	77
第六章 結論與建議	83
6.1 結論	83
6.2 建議	84
參考文獻	85
附錄一 台北捷運電聯車 371 型維修項目	87
附錄二 桃園捷運電聯車普通車建議平面圖	91
附錄三 桃園捷運電聯車直達車建議平面圖	92
附錄四 桃園機場捷運電聯車大修排程	93

表目錄

表 1-1 深度訪談特徵表格	4
表 2-1 各型機廠所需設備	14
表 2-2 各級機廠維修等級定義	15
表 2-3 東京都營地鐵、名古屋市營地鐵車輛維修排程	20
表 2-4 香港地鐵車輛維修排程	20
表 2-5 電聯車維修作業之分類	21
表 2-6 電聯車 371 型維修週期	24
表 2-7 電聯車維修等級	25
表 2-8 台北捷運電聯車維修暫休時間 (Downtime)	26
表 2-9 鐵路機車檢修週期	26
表 3-1 目標年民國 129 年運量預測	31
表 3-2 各年期直達車尖峰站間運量預測	32
表 3-3 各年期普通車尖峰站間運量預測	32
表 3-4 直達車與普通車列車需求數	35
表 3-5 不同班距下直達車之需求數	37
表 3-6 不同班距下普通車之需求數	37
表 3-7 各年期尖峰運量與班距關係	38
表 3-8 90%妥善率下各年期之列車數量	38
表 3-9 桃園機場捷運電聯車運用計畫	40
表 3-10 桃園機場捷運尖峰運量車隊需求數	41
表 3-11 桃園機場捷運電聯車組成	42
表 3-12 各階段直達車與普通車之營運班距與發車數	50
表 6-1 電聯車 371 型維修項目	87

圖目錄

圖 1-1 桃園機場捷運核定路線圖	2
圖 1-2 研究流程	5
圖 2-1 維修流程	11
圖 2-2 東日本鐵道公司相關營運、維修成本分析及維修人員分配比重	18
圖 2-3 東日本鐵道公司維修研發成果	19
圖 2-4 電聯車子系統	22
圖 3-1 桃園機場捷運營運及停站圖	41
圖 3-2 直達車維修窗(蘆竹機廠)	48
圖 3-3 普通車維修窗(青埔機廠)	49
圖 3-4 電聯車二、三級維修計畫模式	54
圖 3-5 青埔機廠輕維修計畫模式(二、三級維修)	58
圖 3-6 蘆竹機廠輕維修計畫模式(二、三級維修)	59
圖 4-1 各年期大修佔用分析	72
圖 5-1 電聯車預防檢修流程圖	72
圖 5-2 電聯車大修流程圖	73
圖 5-3 維修工場相關設施設備關連圖	77

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

以軌道運輸系統提供機場聯外運輸服務，係近十幾年來國際發展之趨勢，主要目的係以軌道運輸系統發展之專有路權行駛，不受路上交通影響，提供國際商務旅客可靠之進出機場運輸服務，例如日本 Narita Express、香港機場快線等。我國亦在規劃多年後，經政府核定桃園國際機場聯外捷運系統之設計畫案。

計畫概述：

- 中正機場聯外捷運系統服務路線，自台北市的 A1 站至中壢市 A21 站，路線全長約為 51.2 公里。
- 台北市 A1 站至中正國際機場 A14 站間，將提供直達車營運服務，台北市 A1 站至中壢市 A21 站間同時提供普通車列車服務。直達車、普通車之最小營運班距為 6 分鐘，發車模式採直達車、普通車交替發車，聯(混)合營運最小班距為 3 分鐘。
- 主線營運以直達車優先通行。
- 蘆竹及青埔兩座維修機廠，其中青埔定位為主機廠，為本捷運系統的重維修機廠、普通車停駐場兼行控中心，同時亦須容納未來桃園捷運路網成形後所增加的列車數（12 列）。蘆竹機廠係定位為次機廠，提供日檢及一般定期維修，及所有直達車以及部分普通車的停駐空間。

維修系統為整體捷運系統內重要的一環，而電聯車的維修規劃，則為整體維修系統主軸。

桃園機場聯外捷運系統目前正積極進行規劃設計工作，以其在預定年期提供完整之運輸服務，而維修系統為整體捷運系統內重要的一環，電聯車的維修系統，則為整體維修系統主軸。

未來桃園機場捷運系統營運方式與台北捷運的營運方式不同，機場捷運整體服務將區分為直達車與普通車兩類，直達車主要搭載往來桃園機場之旅客，

普通車則以搭載沿線至大台北地區通勤旅次為主，是故電聯車維修規劃方式亦應不同於目前台北捷運系統電聯車之規劃方式。台灣並無機場捷運營運實績，電聯車之維修規劃多倚賴台北捷運及國外相關系統之經驗，本研究即針對機場捷運之電聯車維修系統規劃作為研究主題。

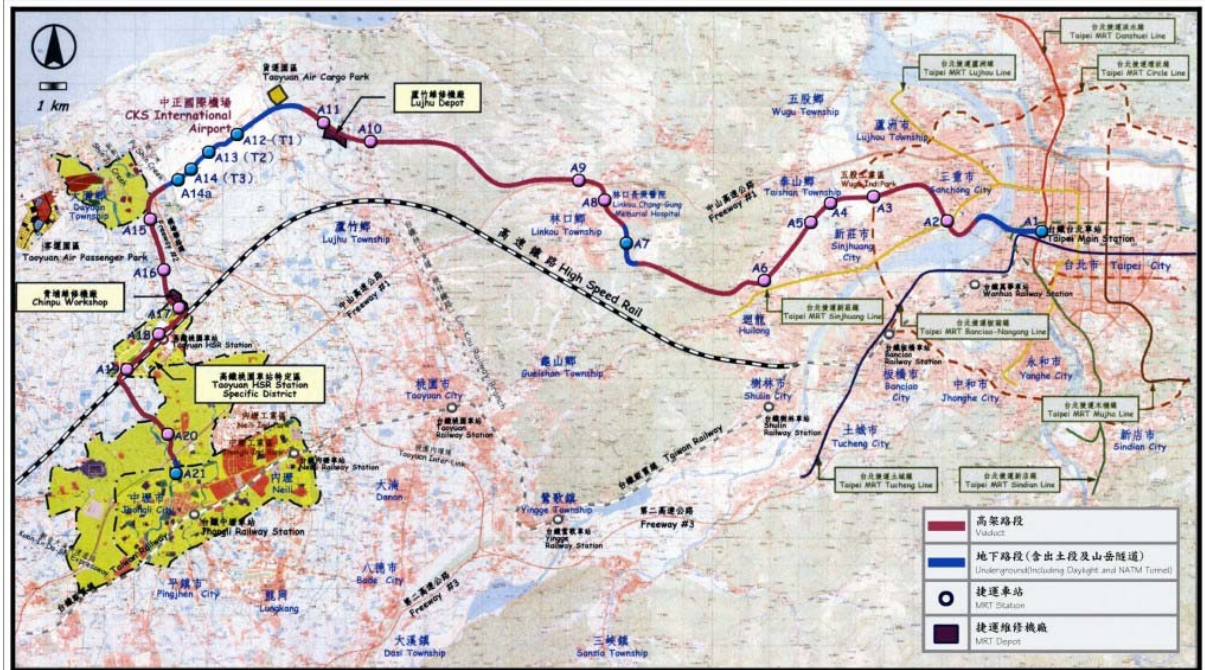


圖 1-1 桃園機場捷運核定路線圖

資料來源：交通部高速鐵路工程局

1.2 研究目的與課題

於上述研究背景與動機下，本研究之目的係為以桃園國際機場捷運之電聯車維修系統進行規劃設計，研究課題將包含以下六項：

1. 了解桃園機場捷運未來之營運需求，電聯車運行計畫。
2. 探討電聯車應執行之維修項目及維修作業。
3. 探討電聯車各項維修作業所需之設備及設施。
4. 建立營運需求、電聯車營運計畫與維修設備、設施間之量化關係。
5. 確立電聯車維修系統應有之服務容量。
6. 擬訂維修機廠整體電聯車維修系統設備與設施配置之基本需求。

1.3 研究範圍

在桃園國際機場捷運系統中，預計將設立兩座維修機廠分別位於 A17 站的青埔機廠及 A11 站的蘆竹機廠，其中青埔機廠為重維修五級廠，蘆竹機廠為設定為輕維修三級廠。

本研究範圍界定如下：

1. 僅限定桃園機場捷運電聯車(EMU)於維修機廠之預防維修(Preventive Maintenance)及修正維修(Corrective Maintenance)
2. 電聯車維修項目分類，僅以車載項目維修範圍(如:轉向架、車體、連結器、煞車系統及推進系統等項目)

1.4 研究方法

研究方法一般係指蒐集與處理資料的程序，本研究將採用文獻分析法 (Documentary Analysis)、個案研究法 (Case Studies Method) 及深度訪談法。

一、文獻分析法

文獻分析是一種簡易探索性研究方法，對既存學術進展的背景研究，廣泛蒐集相關資料、書籍，要旨在於整合與綜合某一特定領域中已被思考及研究的資訊，目的在於將先前研究文獻做一摘要、比較與分析，做為未來研究之建議，屬於「定性研究」。文獻分析具有節省時間、人力、經費的優點，且研究的過程不會干擾被研究者，具備較高的可行性；但在運用上仍有一些侷限，例如獲得的資訊、內容與研究者的期望有落差，重要檔案、文獻取得不易等等。

二、個案研究法

Robert E. Stake (1995) 認為個案是一個有界限的封閉系統 (A Bounded System)，它可以是一個人、一個事件或一個機構、單位，或者是一段時間，而非泛指某種過程。Robert K. Yin (1994) 指出，個案研究是經驗性的探究，對當代真實生活環境現像進行調查及研究，以多面向的證據及資料進行分析與詮釋，將研究結果呈現在讀者面前，讓讀者更能領會個案中現像或事件的

獨特性與複雜性現況。個案研究的功能有四個層次：「了解、解釋、預測及控制」，較偏重在「客觀事實的了解」及「主觀的解釋」。Benbasat 等人認為個案研究的優點有三：

- (一) 研究者可以在自然而非操弄的環境下了解現況，並可從務實觀察中衍生理論。
- (二) 個案研究法較易於明白整個事件過程發生的本質與複雜性。
- (三) 面對迅速變化的研究領域，個案研究較能洞察先機。

三、深度訪談法

「訪談」，簡單說是「面對面的言辭溝通，其目的在其中的一方企圖了解他方的想法與感觸等」，因此是「有一定目的，且集中於某特定主題上的」對話(Mishler, 1986)，「受」、「訪」雙方的互動，並不限於言辭往來，同時也包括非語言的交流 (non-verbal communications)。因此，「訪談」雖以一般對話的形式進行，但在以下兩方面，有別於「一般/日常對話」(conversation)。首先，「訪談」具有明確的目的，因此它的內容與歷程，應經過有意識的安排與控制，而此類安排、控制的目標便在「訊息的汲取」。其次，在進行「訪談」的過程中，「訪問者」與「受訪者」的關係是不對等的，主要是前者向後者汲取訊息，而且雙方的角色關係，是雙方均默認接受的 (Kadushin, 1990)。換言之，「訪談」屬於「研究行為」(research acts)，而「對話」則否。就深度訪談而言，一般具有如下的特徵：

表 1-1 深度訪談特徵表格

方法 面向	深度訪談 (In-depth Interview)
內容設計	過程應變(「受」、「訪」雙方共同做成的決定)
歷程控制	開放互動(開放的問題與隨機應變的研究程序/半結構的)
著重訊息	全面深度 (故研究範圍難以擴大/小樣本)
受訪對象	獨特個體 (不易進行個案比較與概化/整體主義的預設)

訪員角色	投入主動 (積極參與意義建構)
訊息詮釋	深植生命與地方脈絡中(融入脈絡中求解/獨特個案的意義與價值)

本深度訪談對象包括：台北捷運公司電聯車維修場場長及資深維修人員、台灣鐵路局機務處管理人員等，藉由訪談這些專業人士；本研究才能對電聯車維修需求及設備設施之配置有深度的瞭解。

1.5 研究流程

本研究之流程，如圖 1.5-1 所示

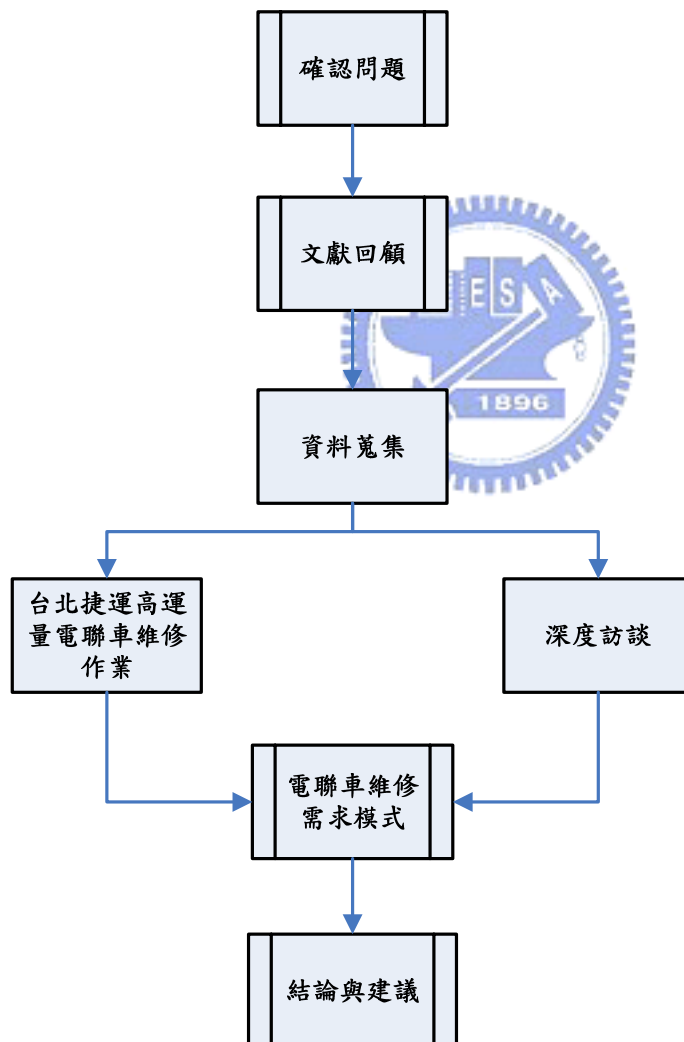


圖 1-2 研究流程

第二章 文獻回顧

2.1 軌道車輛維修理念及維修政策

依據陳勇全、林仁生（民 93）指出，建立維修政策的一些原則就是維修理念。就捷運系統而言，車輛維修理念的中心原則是捷運系統一定要保證系統和列車營運能夠高水準的按時發車且相當可靠及安全。要達到此目的，車輛必須要有良好的設計與維修。而維修政策是組織對其維修目標、約定和架構的正式宣言，每一政策宣言包含下列要件：

- (一) What: 哪些維修需要執行？這應包含設備的維修過程。
- (二) Where: 在哪裡執行維修？這應包含執行維修的設施與特定的設備。
- (三) When: 何時執行維修？這應包含維修的週期。
- (四) How: 如何執行維修？這和工程標準與作業中的執程序有關。
- (五) Whom: 誰來執行維修？

如果維修政策造成太多的維修任務需要執行，會導致無效率且耗費人力、物力，也會導致設備可用時間降低；相反地，如果維修任務過少，將導致設備服務標準降低，降低了安全標準和執行任務的能力。

維修政策也需考慮組織和營運的需求，例如達到對乘客承諾和維持某一營運水準的能力，並滿足尖峰和一般性服務的需要。

黃漢榮（民 94）提到維修理念即：

- (一) 滿足車輛、機具、設備和人員之最佳動線與作業安全。
- (二) 提供人員及車輛、機具、設備等具有足夠與安全的工作與移動空間。
- (三) 提供足夠的人員、材料、機具、設備及維修工具。
- (四) 以最少的人員、維修時間及費用，執行維修作業。
- (五) 擁有最大彈性與適應性，以面對維修工作調整及設備擴充。

2.1.2 維修目標

(一) Rommert Dekker (1996)認為，就設備而言，維修的主要目標為確保系統功能的運作正常。其維修目標摘要如下：

- (1) 確保系統正常運作（妥善率、效率及產品品質）
- (2) 掌握系統生命週期
- (3) 確保安全
- (4) 確認維修人員能夠勝任

(二) 莊明聰(民 92)認為，通常軌道車輛維修目標大致分為如下：

- (1) 確保設備可用性以執行營運
- (2) 保持設備於良好的工作狀態
- (3) 確保運輸系統的安全
- (4) 進行高品質的維修
- (5) 降低維修成本
- (6) 減少設備停機時間
- (7) 所短修理時間
- (8) 保持適量的可用備品
- (9) 增進員工的效率
- (10) 確保員工的安全
- (11) 改善作業環境與工作分配

(三) 陳勇全、林仁生（民 93）認為，就捷運系統而言，維修的目的是要達到下列的要求：

- (1) 確保足夠列車滿足尖峰時刻營運的需求，或特殊需求如慶典、表演...等活動。
- (2) 提供預備列車，應付列車因設備而致服務中斷的情況。
- (3) 確保列車沒有任何不良的瑕疵，即使有亦不致影響乘客或職員的安全。

- (4) 確保營運上的瑕疵降到最少，並且能有效率的改正這些瑕疵，降低對乘客的影響。
- (5) 確保列車整潔達到高服務標準。
- (6) 確保列車在營運時段能達到本身具有的可靠度水準。
- (7) 利用最有效益、最有效率的資源達到上述的目的。

2.1.3 維修型態

陳勇全、林仁生（民 93）認為電聯車三個主要的維修形式是：

(一) 預防性維修

要能對一零件、設備或系統項目作有效且有效率的維修，對於下列二種情形的了解很重要：

- (1) 必須知道零件、設備或系統的磨耗情形何其參數偏差的情況。失效發生的機率是隨時時間增加的。
- (2) 對一已知的失效模式，目前存在著有效的維修動作，能延遲或預防其發生。

預防性維修是在零件、設備或系統失效之前，或零件、設備或系統達到功能退化到不可接受的程度之前執行的維修。

(二) 監測性維修

這是為了確定設備狀況或修正設備的功能。維修任務包含檢查、監看、測試和確定。監測性維修沒有任何預防效果，但是用來建立項目或系統需要維修的狀況和時機。

(三) 修正性維修

這種維修用來讓零件、設備或系統，在一失效或其他不滿意狀況發生時，將零件、設備或系統回復到一滿意的狀態或水準。

Hitomi (1983) 認為，機器設備不可能不發生故障，藉由週期性檢視、修理及更換等維修作業，減少故障發生及延長壽命，此種維修稱為建設性維修。建設性維修分為：預防維修、故障維修（Breakdown Maintenance）及矯正維修。預防維修，是指為使設備保持於正常運轉狀態，所採取有計畫的維修工作；故障維修一般稱為修理

(Repair)，即當設備單一系統或部分功能發生失效狀況，為使設備恢復至特有狀態，所採取一序列的維修工作；矯正維修又稱為改良維修，是指維修過程利用統計，分析設備確實故障原因，並針對原因加以改良，以提高設備可用度，避免故障在發生。

2.1.4 電聯車維修需求

捷運車輛所需執行之維修工作按其性質不同可分為二大類：台北市捷運局（捷運機廠設備實務）

(一) 預防維修(Preventive Maintenance)

意指依預定時程，針對系統、子系統、設備、設施，所進行之維修作業程序，包括檢視(Inspection)、潤滑(Lubrication)、清潔(Clean)、功能查驗(Functional Check)、調整(Adjustment)、元件更換(Replacement)、大修(Overhaul)等項目。

依電聯車供應商建議執行各項預防性檢查及建立記錄資訊，可減少故障及修護成本更可提高妥善率。

依電聯車製造商建議執行各使用時日或里程數後所執行之非故障性之檢查。

(二) 校正維修(Corrective Maintenance)

意指在非預定時程內，將故障系統、子系統、設備、設施，回復至操作狀態之維修作業程序，包括功能故障隔離(Troubleshooting & Fault Isolate)、故障部分取出更換修理(Remove & Replace or Repair)、功能檢查(Functional Check out)等項目。

(三) 電聯車故障排除

消耗性零件除外：例如煞車塊、集電靴塊、接地碳刷、鋼輪踏面正常磨損、機油更換....等。依電聯車製造商手冊執行不論行駛中或於機廠內屬突發性或非突發性之故障排除。

電聯車之設計除有關動態包絡線外，維修設備需彼此相容且於任一機廠之主設備均可執行電聯車維修工作；其有利於爾後維修共享及彼此支援。

機廠主維修設備大都需要土建基礎，故於規劃階段首先必須瞭解電聯車之必要資訊及大部構造方可提出土建之介面需求，亦包括預埋管道位置、用電、用（排）水及通風等。

中興顧問社（捷運車輛最佳化之規劃與設計，1997）

就維修與車輛的關係而言，車輛新造之初，在原型車完成後，通常需要一段期間的試運轉，以蒐集相關測試數據暨相關意見，俾供車輛改進之參考。藉由維修保養的過程，當可發掘車輛性能與設計準則間之配合程度，進而提供車輛設計改良的重要參考依據。

維修之需求，捷運車輛所需執行之維修工作按其性質不同可分為兩大類，

（一） 維修保養和檢查

維修保養和檢查之涵義，表示維修工作可以在非長時間內完成之業務，包含下列工作項目：

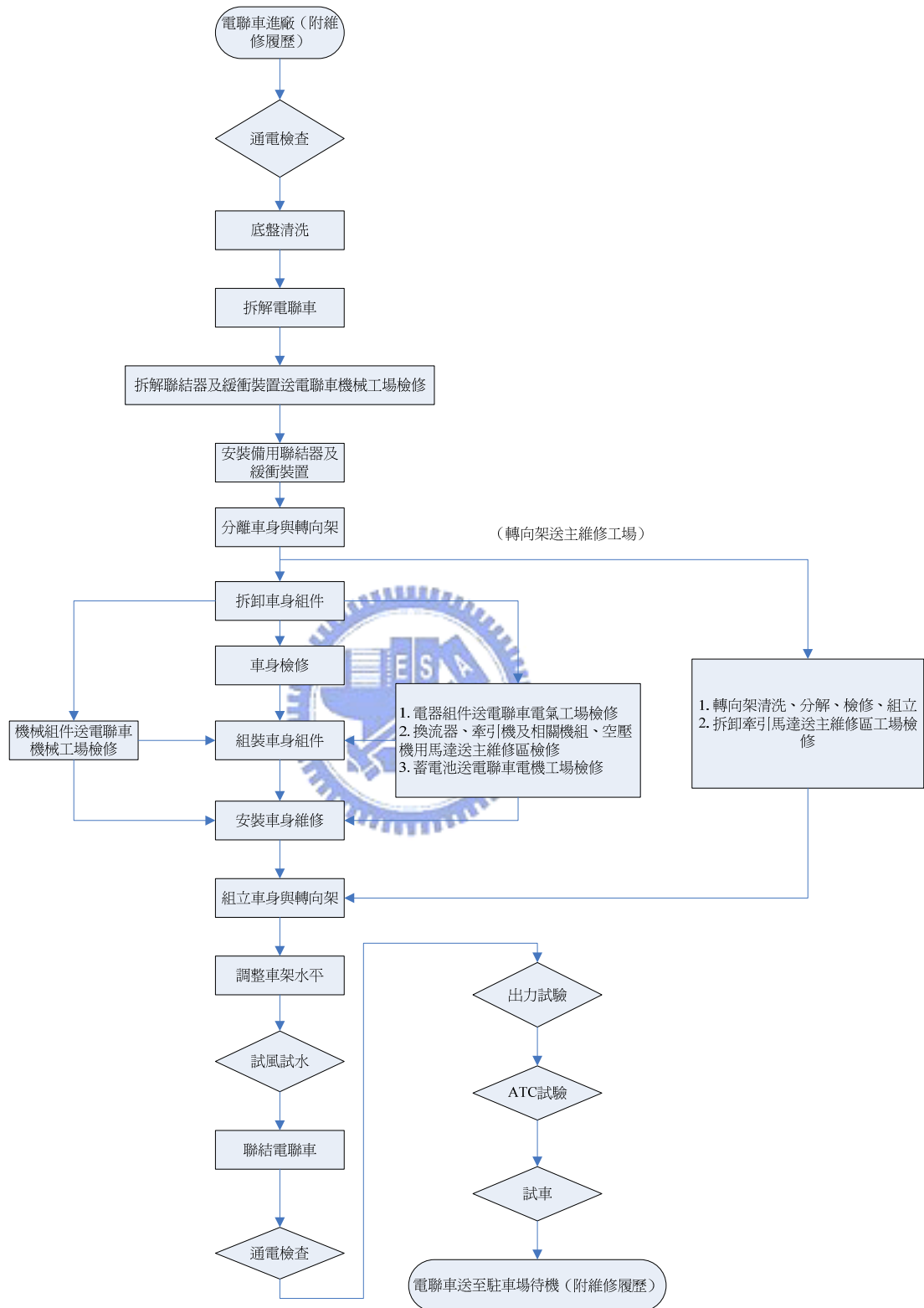
- (1) 例行檢查和維修保養
- (2) 潤滑油更換服務
- (3) 定期預防維修
- (4) 簡單之矯正修理及簡單零組件之修理
- (5) 簡單之零組件校正與調整或修換
- (6) 營運操作上正常問題之解決
- (7) 車輛底盤清洗、車身清洗與車輛內部之清潔

（二） 大修工作

大修工作之涵義，表示維修工作需花費較長時間，始能完成之業務，包括下列工作：

- (1) 主要組件之定期分解檢查與翻修
- (2) 重要之矯正修理及重要零組件之修理
- (3) 複雜之零組件校正與調整或修改
- (4) 輪軸組件之修正（輪緣修正）
- (5) 營運操作上異常問題之解決

(三) 維修流程



電聯車維修流程示意圖

圖 2-1 維修流程(本研究整理)

李萬億、蘇培坤（民 95）認為捷運車輛所需執行之維修工作按其性質不同可分為兩大類：

(一) 預防維修 (Preventive Maintenance)：

意指依預定時程，針對系統、子系統、設備、設施，所進行之維修作業程序，包括檢視(Inspection)、潤滑(Lubrication)、清潔(Clean)、功能查驗 (Functional Check)、調整 (Adjustment)、元件更換 (Replacement)、大修 (Overhaul) 等項目。

(二) 校正維修 (Corrective Maintenance)：

意指在非預定時程內，將故障系統、子系統、設備、設施，回復至操作狀態之維修作業程序，包括功能故障隔離 (Trouble Shoot & Fault Isolate)、故障部份取出更換修理 (Remove & Replace or Repair)、功能檢查 (Functional Checkout) 等項目。

2.2 捷運維修機廠功能與設計準則

台北市捷運局（捷運機廠設備實務）依整體路網規劃設計考量以設定機廠之建造等級、規模需求，但配合基地之取得及實際面積與線形進行圖面放樣佈設及調整;最後再確定機廠應具備之功能，以下考量：

- (一) 提供電聯車、各類軌道及維修用車輛、維修設備、備品及材料之儲存。
- (二) 執行電聯車、道旁設備、維修用車輛以及其相關子系統與支援捷運系統相關設備之定期檢查、預防維修、故障排除、組件調校、大修或翻修工作。
- (三) 提供電聯車之卸載接收、儲放、調派之場所。
- (四) 執行電聯車內部清潔及外部清洗。
- (五) 機廠內需提供有關人員、車輛、機具和設備等暢通的到路網，包括主要出入通道、緊急通道和維修用通道。
- (六) 提供維修人員及相關工作人員足夠的停車空間。
- (七) 提供足夠的安全防護、防火設施、包括大門警衛、適量的照明和安全圍籬等完善的逃生設計。

- (八) 需有一燃料儲存區和燃料泵送設備以供應設備所需之汽柴油燃料。
- (九) 需有牽引動力變電站以作為機廠路軌牽引動力之來源
- (十) 需有設施動力變電站以作為廠區內設備、控制、運作所需之動力來源。
- (十一) 需有機廠控制中心以作為機廠內車輛調度或區域性車輛調度之控制。

其他支援設備，如污水處理廠、行政中心、訓練中心、及電聯車測試軌的設置等，也需要依照機廠等級或路網需求列入考慮。



台北市捷運局定義各級機廠所需設備如下（民87）：

表 2-1 各型機廠所需設備

	所需設備	第五級	第四級	第三級	第二級	第一級
1	電聯車內部清潔工具（移動式檢修工具）	√	√	√	√	√
2	電聯車外部清洗系統	√	√	√	√	
3	附有潤滑油輸送系統，廢油回收系統和壓縮空氣系統之維修坑	√	√	√	√	
4	滑動是供電系統	√	√	√	√	
5	天車、懸臂吊車，底盤升降台	√	√	√		
6	油壓式運料升降梯	√	√	√		
7	轉向架迴轉台，車體及底盤頂升設備	√	√	√		
8	地下車床，切削屑運送設備和車輛推進系統	√	√	√		
9	電聯車底盤清洗系統	√	√	√		
10	（轉向架）高壓清洗設備	√	√			
11	電聯車各類基本保養用工具機，工作台以及零組件清洗設備，焊接設備，堆高機，各類電池衝電器和零組件及備品存放所需之倉庫設備	√	√			
12	鐵公路兩用車和車輛覆軌設備以及鐵道車輛調度車	√	√			
13	各類電子測試設備	√	√			
14	車輪輪組維修用特種工具機	√				
15	移動是頂車設備	√				
16	磁粉探傷機	√				
17	噴漆廠	√				
18	輪軸清洗槽	√				

註 1：各級機廠設備資料中，以一至五級來分類

註 2：本表為台北捷運公司各機廠實際擁有之設備。

黃漢榮（民 94）認為機廠的功能：

- (一) 儲車：電聯車停放與調度、電聯車每日出車前檢查、電聯車外部及內部清潔、工程車輛停放。
- (二) 維修：
 - (1) 電聯車預防維修及故障維修
 - (2) 電機設備之維修
 - (3) 路軌之維修
 - (4) 事故災害之緊急搶救及搶修
 - (5) 電聯車大修
 - (6) 提供物料倉儲存放備品
 - (7) 提供人員訓練場所
- (三) 測試：提供測試軌，作為電聯車驗收測試及維修後之測試。

黃漢榮（民 94）對於各級機廠等級定義：

表 2-2 各級機廠維修等級定義

維修等級	定義
第一級	1. 每日例行目測檢查及調整 2. 以簡單可移動式檢修工具，進行每日例行之檢查。
第二級	1. 需使用特殊設備，進行車輛隱密部分之目測檢查及調整。 2. 以簡單可移動式檢修工具，進行車輛隱密部分較簡單、短時間內可完成之檢修。
第三級	1. 使用頂升設備，為電聯車做大部分分解，以進行檢修。 2. 需較長時間始可完成之檢修。
第四級	1. 需使用各類工具為電聯車做大部分解。 2. 其所拆下之零組件，需經加工或測試。 3. 零組件需更換，且需長時間始可完成之檢修。
第五級	1. 使用各類工具為電聯車組件做細部分解。 2. 其所拆下之零組件，需經加工或測試。 3. 零組件需更換，且需長時間始可完成之檢修。 4. 具有電聯車大修之能力。

2.2.1 捷運機廠規劃設計

李萬億，蘇培坤（民 95）認為捷運機廠之規劃設計應依整體路網規設考量以設定機廠之建造等級規模需求，配合基地之取得及實際面積與線形進行圖面之放樣佈設及調整，最後再確定該座機廠應具備之功能為何。

（一） 機廠規設考量要點

- (1) 提供電聯車、各類軌道及維修用車輛、維修設備、備品及材料之儲存。
- (2) 執行電聯車、道旁設備、維修用車輛以及其相關子系統與支援捷運系統相關設備之定期檢查、預防維修、故障排除、組件校調、大修或翻修工作。
- (3) 提供電聯車之卸載接收、儲放、調派之場所。
- (4) 提供列車卸載組合之場所。
- (5) 執行電聯車之內部清潔和外部清洗。
- (6) 機廠內需提供有關人員、車輛、機具和設備等通暢的道路網，包括主要出入通道、緊急通道和維修用通道。
- (7) 提供維修人員和相關工作人員足夠的停車空間。
- (8) 需有足夠的安全防護、防火設施，其中包括大門警衛、適量的照明和安全圍籬等完善之逃生設計。
- (9) 需有一處有圍籬和通行道路之戶外材料儲存場所以提供大件或軌道及零配件之組件的儲放。
- (10) 需有一燃料儲存區和燃料泵送設備以供應設備所需之汽柴油燃料。
- (11) 需有牽引動力變電站以作為機廠路軌牽引動力之來源。
- (12) 需有設施動力變電站以作為廠區內設備、控制、運作所需之動力之來源。
- (13) 需有一中央控制塔台以作為機廠內車輛調度或區域性車輛調度之控制。

其他支援設備，如污水處理廠、行政中心、訓練中心、實驗室以及電聯車測試軌的設置等也需依機廠等級或路網需求列入考慮。

2.3 鐵路車輛維修作業與趨勢之瞭解

經過多年的營運經驗後，許多營運單位累積了相當維修經驗，過去長時間依賴的預防維修方式，營運單位逐漸發現有過度維修的現象，為了改變這個現象，許多營運單位針對列車維修方式作了一系列的研究。

當前各國鐵路車輛維修作業趨勢，主要目的以不降低維修安全品質下，如何達到維修成本最低，避免過度維修為主要課題。然而，各國鐵路營運單位所面臨之維修問題各不相同，某些營運單位所擁有之車輛、設備新舊差異大，某些營運單位所擁有的備用車輛數相當有限，而某些營運車輛是沒有尖、離峰運轉(機場捷運)，因此，保證列車的高妥善率至為重要。因應上述維修議題，目前主要軌道車輛維修趨勢為以可靠度中心維修方式，降低整體維修成本及平衡維修方式，提高列車可用度。

以 JR 東日本維修為例 (JR East Technical Review-No.2)：

目前 JR 東日本每日約有 12000 車次運行約 7500km 的新幹線及窄軌系統，運送超過 16,000,000 旅客/日。維持如此規模龐大維修系統，為 JR 東日本公司一大課題。

2.3.1 維修工作

東日本鐵道的各項設備其服務年限各不相同，舉例來說，有些隧道、橋樑為近二十年來興建，有些則已超過百年歷史。某些車輛是最現代化的技術製造，但有些營運車輛卻是三十年前的舊技術製造而成。維修相關成本佔其總營運成本約 30%，維修相關人力約為總人力之 26%。因此，維修研發、創新及可靠的維修方式為東日本鐵道公司營運的一大課題。圖 2-2 為東日本鐵道公司營運、維修成本結構及維修人力佔各種維修作業比例分析。

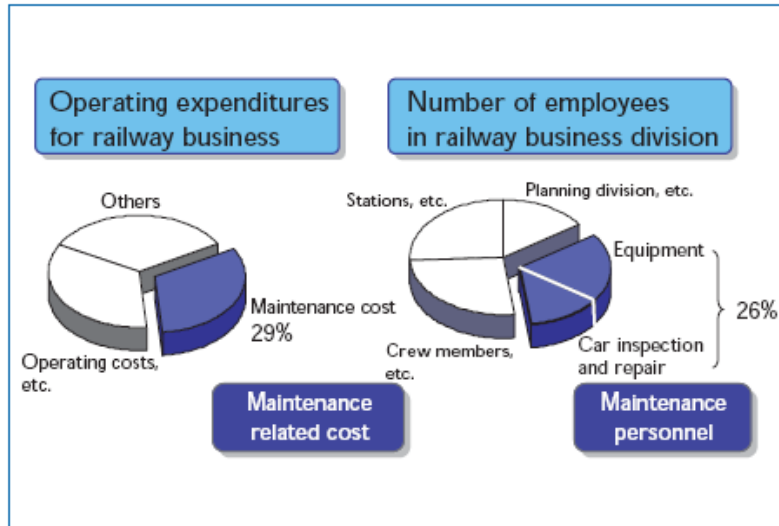


圖 2-2 東日本鐵道公司相關營運、維修成本分析及維修人員分配比重

資料來源：JR East Technical Review-No.2

以成本概念為中心之維修方式

因磨耗及疲勞產生的軌道維修成本為車輛維修成本的 4 倍，因此，為了降低因磨耗或疲勞產生的維修作業，因而研發出新的車輪材質及軌道特性。因此長期而言，降低了因磨耗或疲勞產生的維修作業，進而降低維修成本。

維修系統資料庫

維修資訊管理系統，將個別子系統之維修資訊儲存，有利於

- ◆ 整合各不同系統間之維修工作
- ◆ 檢視其他系統設備之建造工作
- ◆ 檢視即將故障之臨界點

降低車輛、設施維修次數

研發高可靠度的車輛及設備，降低維修次數及維修成本。以線上更換之模組化方式，取代列車因維修暫停之時間。

整體而言，東日本鐵道公司逐漸引進以可靠度中心之維修方式，考量各維修原件及維修方式彼此間之成本關係，對於造成主要成本負擔的項目進行研究，發展出新的模式或替代材質，取代就有維修模式或材質，達成設備高可

靠度並成功降低維修成本的目標。

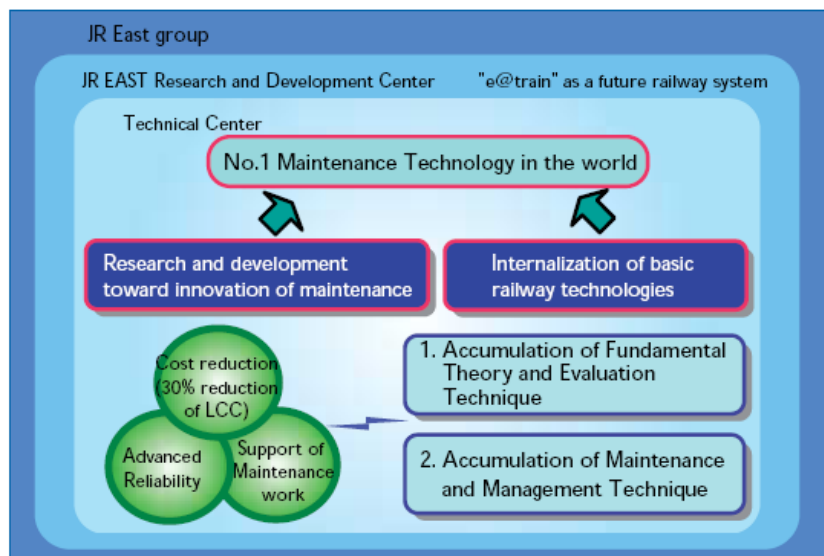


圖 2-3 東日本鐵道公司維修研發成果

資料來源：JR East Technical Review-No.2

2.3.2 東京、香港車輛均衡維修策略

目前香港、東京等地的軌道車輛檢修制度逐漸向均衡維修方式過渡。均衡維修策略主要是建立在充分掌握列車可靠度和零組件故障週期基礎上的一種維修制度。透過調整列車檢修排程，創造合適的維修條件，在管理上發揮最大效能，進而縮短列車維修暫停時間，提高列車的利用率及運行可靠性。

均衡維修的原理主要是將原本預計花費數日，每日小數量的維修工作時間，將其有系統的分類增加至每日的非尖峰時間維修，如此讓列車在上線營運及下線維修提供更大的調整空間，要如何保證車輛的可靠度又不需要停機過長，是均衡維修策略的核心內容。

均衡維修主要透過以可靠度分析，瞭解車輛零組件故障訊息的統計分析，掌握車輛組件的壽命週期及維修週期，對於短週期的零組件維修可把維修作業內容分解成小維修作業包，在非尖峰時段的營運時間內施作完成。對於長週期的零組件維修也可以適當地分解，減少列車的停機時間，進而提高列車的可靠度及妥善率目的。因此，均衡維修是建立在可靠度理論及技術基礎上之維修制度，特別是運用在技術性能及零組件質量狀態穩定，且已被掌握的軌

道車輛的維修。

與傳統預防維修制度相比，均衡維修具有下列特徵：

- [1]. 維修排程制訂方面，強調以零組件壽命週期為依據。列車上不同部位、工作強度不同的零組件及不同零組件供應商提供之零組件，壽命週期應區別對待，其壽命週期應由實際營運中統計出來，亦即壽命週期應以實際發生週期計算。
- [2]. 維修作業方面強調以模組化更換方式為主，充分運用營運時間內之非尖峰的維修時段完成。
- [3]. 維修設備使用方面，強調合理分配維修作業，使設備利用率達到最佳。
- [4]. 備品供應方面，強調零組件質與量的穩定，各備品和原裝品的壽命週期應接近同一統計分佈。
- [5]. 列車設計方面，強調較高的設計可靠度及維修度，所劃分出的最小可維修單元，儘量不依賴或依賴少量工具即能更換或維修。
- [6]. 實施均衡維修應能使列車使用可靠度及妥善率提升。

表 2-3 東京都營地鐵、名古屋市營地鐵車輛維修排程

維修排程	檢修週期	修停時間/ (天/列)
日檢查	≤ 3 天	0.25
月檢查	≤ 3 個月	1.0
重要部位檢查	≤ 40*10 ⁴ km	12~15
全面檢查	≤ 6 年	18~25

資料來源：城市軌道交通研究（西元 2004 年）

表 2-4 香港地鐵車輛維修排程

維修級別	維修排程	檢修週期
1	週檢	15 天
	月檢	45 天
	半年檢	半年
	年檢	一年
	二年檢	二年
2	三年檢	三年
	小修	六年
	大修	十二年
3	部件維修	

資料來源：城市軌道交通研究（西元 2000 年）

表 2-5 電聯車維修作業之分類

維修屬性	維修體制	策略	特色	適用條件
預防性檢修	計畫性維修	依時間	按照運轉時間的方式，進行預防性的維修。	屬於傳統上的軌道車輛維修制度
		依里程	按照運轉里程的方式，進行預防性的維修。	屬於傳統上的軌道車輛維修制度
		依狀態 On-condition	狀態維修強調的是對列車技術狀態的監測和檢查，強調在列車上採用先進檢測裝備，從擁有者的預防維修計劃的制定看，具有一定的不確定性。	列車上採用先進檢測裝備
	以可靠性為中心之維修 (RCM)	均衡維修 Balance maintenance	均衡修則強調對車輛零組件故障信息的統計分析，掌握車輛零組件的壽命週期和維修週期，對於短週期的零組件維修可把維修作業內容分解成小作業包，在營運空檔時間實施完成；對於長週期的零組件維修也可適當分解，減少列車的停庫時間，從而達到提高列車可靠性及使用率的目的。	均衡修是建立在可靠性理論與技術基礎之上的維修體制，特別適用於技術性能和零組件質量狀態穩定，且已被掌握的鐵路車輛的維護、維修。
故障性檢修	臨時性		於車輛產生故障所採取的事後「故障檢修」。	故障檢修，包含找出故障、隔離、更換失效元件及回報的設備或系統之故障，於維修工場裡進行維修工作。目的在將失效之設備或系統，恢復到其原有之正常操作狀態。

資料來源：本研究整理

2.4 台北捷運高運量電聯車系統

高運量電聯車是以 EMU(Electrical Multiple Unit, EMU) 組成，以台北捷運為例，每三節車廂為一組 EMU，每列車編成兩組 EMU，固定編組方式上線營運，其中 DM1 車配有駕駛室，兩車廂之間有通道相通。桃園機場捷運電聯車則以四節車廂為一組 EMU，每節車廂皆為動力車，固定一組 EMU 方式上線營運。電聯車主要由 11 個子系統所組成，如圖 3.1 所示，以下分別加以說明。

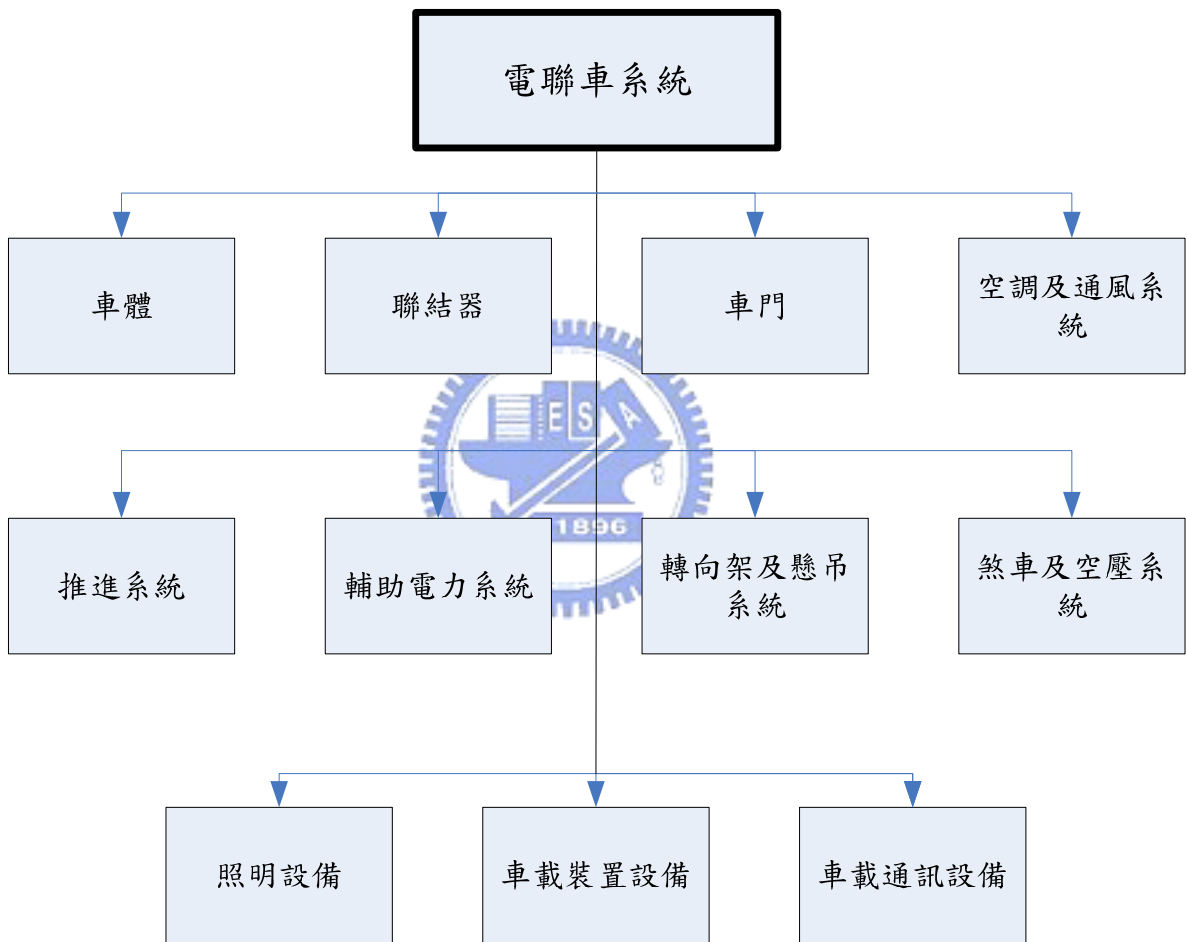


圖 2-4 電聯車子系統

參考資料：台北捷運公司電聯車子系統

[1]. 車體 (Car Body)

車體包含其外殼及內裝、駕駛室、安全設施等部分，其中車體組成又可細分成底盤、左右側板、前後端板、車頂;外殼與內裝分為座椅、支柱、扶手、緊急通話器、車內標誌、地板、通風管道等設施設備。

[2]. 聯結器 (Coupler)

包含機械聯結器(位於 駕駛室前端)、半永久聯結器部份。其中機械連結器又分為機械聯結頭、牽引聯結裝置、聯結器支撐座、中心定位裝置、氣閥。

[3]. 車門 (Door)

包含旅客車廂門、駕駛室側門、駕駛室與車廂間隔離門、緊急逃生門、車門操作及相關組件。其中最後一項又可分為駕駛室操作面板、駕駛室控制箱、車門控制箱、車門就地控制面板、車門蓋板驅動機構、車旁釋壓閥、車尾關門按鈕、門開指示燈、滑輪組、擴音器、安全聯鎖設計等。

[4]. 空調及通風系統(Air Conditioning and ventilation System)

包括壓縮機/冷凝器機組、蒸發器機組及空調控制單元等部分。

[5]. 推進系統 (Propulsion System)

包含集電靴、開刀開關、線開關、線電抗器、推進變流器、煞車電阻、冷卻風扇、牽引馬達、齒輪箱、推進邏輯、主控制器、調車控制器等。

[6]. 輔助電力系統(Auxiliary Power Supply System)

包含集電靴、開刀開關、電氣及機械聯結器、蓄電池及電池充電器、機廠插座、輔助控制回路、接地電刷、低壓接線盒、靜態變流器等。

[7]. 轉向架及懸吊系統(Bogie and Suspension System)

包含架框、主懸吊系統、次懸吊系統、輪軸系統、軸箱總成、側向緩衝檔、水平閥、縱向聯結組、防滾桿組、煞車裝置、列車自動停止裝置、輪緣潤滑器、速度偵測器、傳動單元、集電靴、接地碳刷及接地環、煞車引動器等。

[8]. 煞車及空壓系統(Brake and Compressed Air System)

包含空壓系統、編碼器、煞車控制單元、懸吊系統控制裝置、車輪防滑設備、自動列車停止裝置。

[9]. 照明系統(Lighting System)

包含日光燈、白熱燈、目的地顯示器等。

[10]. 車載號誌系統 (On-board Signalling System)

包含駕駛室號誌設備、車底盤號誌設備、自動列車保護/列車對道旁通訊接收線圈、列車對道旁通訊用發射線圈、速度感測器等。

[11]. 車載通訊系統(On-board Communication System)

包含列車識別控制單元、列車識別控制操作面盤、通知控制單元、旅客內部通話單元、列車預錄語音廣播系統、無線電收發器、整流器、旅客通話喇叭、車廂喇叭、共用話筒、專用話筒等。

由上述系統分析可以瞭解，捷運電聯車系統非常地複雜，其中所包含的裝備及設施相當複雜。因此，在維修工作上必須擇可能影響正常營運者優先加以執行，否則容易造成維修資源上的不必要浪費。

2.4.1 台北捷運電聯車 371 型維修項目及週期

台北捷運高運量電聯車使用期間及行駛公里數為週期基準實施如下表：

表 2-6 電聯車 371 型維修週期

級別	使用期間	簡稱	行駛公里數
一級	一天	1D	
二級	一個月	1 M	11,500公里
三級	六個月	6 M	69,000公里
	一年	1 Y	138,000公里
四級	三年	3 Y	414,000公里
五級	六年	6 Y	828,000公里
	十五年	15 Y	2,070,000公里

前項表列使用期間得扣除停用日數，使用期間及行駛公里數以先到者為施行限期，營運單位得視電聯車運用、實際情況及設備、零組件壽命而酌予增減，惟增加部分不得超過百分之十五，不足一天者以一天計（臺北大眾捷運股份有限公司高運量電聯車檢修週期及項目規定）。

資料來源：台北捷運公司維修計畫 95 年

參考台北市大眾捷運系統車輛機具檢修規則及台北捷運維修現況，車輛維修

分為五級，本研究整理如下表所示：

表 2-7 電聯車維修等級

維修等級	維修方式	維修佔用股道	備註
1	以視覺、聽覺、嗅覺、和觸覺就行車有關之主要機件、車廂及其設備等之狀態及作用進行檢查、更換消耗品及車廂清潔等，並利用列車自我診斷系統實施檢查。	通常在機廠駐車區(亦可在正線進行部份例行檢查)	
2	以清洗、注油、測量等方式保持動力、傳動、行駛、煞車等機件裝置外表清潔、動作圓滑、使用狀態正常之檢修。	主要在機廠維修軌道	包含所有 1 級項目
3	以局部拆卸分解施行檢驗、調整、校正、測試等方式保持動力、傳動、行駛、煞車儀錶等機件裝置性能正常之檢修。	主要在機廠維修軌道	包含所有 2 級項目
4	對動力、車輪、傳動、運轉、煞車、儀錶、聯結器、控制、電氣輔助設備等主要機件之特定部分施行拆卸分解之檢修。	維修軌道及大修軌道	包含所有 3 級項目
5	對一般機件施行徹底檢查，各重要機件施行重整之檢修。	維修軌道及大修軌道	包含所有 4 級項目

資料來源：本研究整理

2.4.2 台北捷運電聯車維修人時

依台北捷運電聯車維修經驗，半年檢及年檢之維修工作時間，通常於早尖峰與晚尖峰之間的維修窗(Maintenance Window)執行維修工作，於營運時段維修窗可維修時間大約八小時，通常為早上 09：00～下午 17：00。因此每列電聯車之半年檢將持續利用 3 日之維修窗時段完成，每日完成電聯車預定維修之部分，若需於午尖峰時段上正線服務，則該部電聯車應將所有電聯車內部之設備、系統復歸，保持於可營運狀態後，方可上線營運。每列電聯車之年檢將持續利用 5 日之維修窗時段完成，若於年檢時段，需配合列車調度上正線營運，其方式與半年檢相同。

表 2-8 台北捷運電聯車維修暫休時間 (Downtime)

檢修型態	暫休時間(Hrs)
日檢(一級)	1
月檢(二級)	4
半年檢(三級)	24
年檢(三級)	40

資料來源：本研究整理

2.5 車輛維修相關法令規範

2.5.1 鐵路車輛機車檢修規則 (民 95 修訂)

機車之定期檢修分為四級，其各級檢修工作重點如下：

一級檢修：以視覺、聽覺、觸覺、嗅覺，就有關行車主要機件之狀態及作用施行檢修。

二級檢修：以清洗、注油、測量、調整、校正、試驗，用以保持動力、傳動、行走、軔機、集電設備、儀錶等裝置動作圓滑、運用狀態正常之檢修或局部拆卸檢修。

三級檢修：對動力、傳動、行走(含轉向架)、軔機、儀錶、車身、連結器、控制、電氣、輔助等裝置主要機件之特定部分施行拆卸並作細部分解之檢修。

四級檢修：對一般機件施行全盤檢修，各重要機件施行重整之檢修。

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

表 2-9 鐵路機車檢修週期

級別	一級		二級		三級		四級	
	公里	期間	公里	期間	公里	期間	公里	期間
維修週期	1800	三日	90000	三個月	1000000	三年	4000000	十二年

定期檢修分為四級，各級檢修重點如下：

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

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

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

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



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

四級檢修：指更新檢修，於車輛損耗情形嚴重，須重新翻造時，施行之檢修。

2.5.2 台北市大眾捷運系統車輛檢修規則（民 80）

定期檢修分為五級，其各級檢修工作重點如左：

一級檢修：以視覺、聽覺、觸覺，就有關行車主要機件、車廂及其設備等之狀態及作用施行之檢修。

二級檢修：以清洗、注油、測量等方式保持動力、傳動、行駛、煞車等機件裝置外表清潔、動作圓滑、使用狀態正常之檢修。

三級檢修：以局部拆卸分解施行檢驗、調整、校正、測試等方式保持動力、傳動、行駛、煞車儀錶等機件裝置性能正常之檢修。

四級檢修：對動力、傳動、行駛、煞車、儀錶、車廂、連結器、控制、電氣

輔助等主要機件之特定部分施行拆卸分解之檢修。

五級檢修：對一般機件施行徹底檢查，各重要機件施行重整之檢修。

前項所列較高等級檢修應含次級檢修項目。

電聯車於每日營運前，應就左列項目之狀態及作用施行檢查：

- 一 連結裝置。
- 二 煞車裝置。
- 三 行駛裝置。
- 四 空氣調節裝置。
- 五 車門裝置。
- 六 電氣裝置。
- 七 列車警示裝置。
- 八 車內設備。
- 九 風檔裝置。
- 十 逃生裝置。



第三章 桃園機場捷運電聯車維修需求

3.1 桃園機場捷運未來營運需求及電聯車運行計畫

依據桃園機場捷運機電系統合約，業主需求規範：

桃園機場捷運計畫所興建的系統除了必須滿足預測的旅運需求之外，在核心機電系統規劃設計時，尚需考慮下列營運特殊需求以及營運限制條件：

(1) 兼具機場快線與都會捷運系統的功能，故有直達車（機場快線列車）與普通車（都會捷運列車）之分。直達車配置較舒適的座位，以提供較高品質的服務；列車運轉時亦以直達車優先通行。

(2) 由於直達車與普通車區分開來，因此有快慢車混合運轉及追越避車的問題，號誌及列車控制系統的設計必須滿足此一運轉特性。

(3) 路線全長約 51.2 公里，路線自台北車站經桃園國際機場至中壢共設 22 站，台北至桃園國際機場路段(A1 站至 A14 站)長約為 36.5 公里，其間配置 9 座高架車站，3 座地下車站(包括 A12 站)和 1 座地面機廠(蘆竹機廠)；桃園國際機場 A12 站至中壢市 A21 站路段(包括 A14a 站)，路線長約 16.3 公里，配置 6 座高架車站，4 座地下車站，及 1 座地面機廠(青埔機廠)。

(4) 初期營運階段，直達車無預辦登機以及行包處理的服務，但全線通車營運後，將提供該項服務，普通車在任何階段均無此項服務。車輛系統的設計考量直達車行包處理的需求，加掛行李車並配置相關的輸送設施。（預辦登機以及行包處理服務不在本次研究範圍）系統營運班距係依據尖峰站間最大運量及服務水準所訂定。

由機場捷運合約規範瞭解，本系統未來營運需求為直達車與普通車混和使用，直達車僅停靠部分車站，A1、A3、A8、A12(一期航廈)、A13(二期航廈)、A14(未來三期航廈預定地)。普通車每站皆停，A1 站至 A21 站。故可以瞭解普通車與直達車之每日行駛里程將會有所不同。

3.1.1 運輸旅次預測

各年期預測日總運量，通車年（民國 100 年）的全日運量約為 10 萬人旅次/日；101 年台北車站通車後，直達車成長率約 2.61%，普通車成長較大約 19.51%，全線成長率約為 16.49%，達 13.5 萬人旅次/日；119 年後運量成長趨緩，全線運量為 18.1 萬人旅次/日；129 年因桃園捷運路網的遠東百貨站、中壢站通車，故運量微幅上升，全日運量達 20.7 萬人旅次/日。

各年期尖峰運量預測，直達車之營運初期約 1100 人旅次/小時，將陸續增加至 129 年之 2880 人旅次/小時；普通車營運初期約 8830 人旅次/小時，會大幅增加至 129 年之 23480 人旅次/小時。在尖峰站間運量部份，直達車的最大站間運量係發生於民國 129 年之 2490 人旅次/單向小時，而普通車的最大站間運量則是發生於民國 119 年之 5010 人旅次/單向小時，民國 129 年下降至 4810 人旅次/單向小時。

尖峰率的預測顯示，直達車的尖峰特性較不明顯，介於全日運量的 6~7% 之間；普通車則是從營運初期（民國 100 年）的 11%，上升至 129 年的 14%。



3.1.2 尖峰運量分析

一、全日尖峰運量

通車年民國 100 年，營運車站由 A2 站（三重站）至 A21 站（中壢中豐北路），直達車尖峰運量約 1,100 人旅次/小時；民國 101 年 A1 站（台北車站）通車後，直達車尖峰運量成長至 1,210 人旅次/小時，爾後逐年成長至目標年民國 129 年尖峰運量 2,880 人旅次/小時。通車年民國 100 年，普通車尖峰運量約 8,830 人旅次/小時；民國 101 年 A1 站（台北車站）通車後，普通車尖峰運量成長至 115,400 人旅次/小時，爾後逐年成長至目標年民國 129 年尖峰運量 163,400 人旅次/小時。

二、尖峰上下車人數

各目標年期運量預測，尖峰上下車人數請參見表 3-2、表 3-3。通車年民國 100 年尖峰小時運量約 1 萬人旅次，至目標年民國 129 年成長至 2.6 萬人

旅次。民國 101 年台北車站 A1 站完工加入營運，尖峰小時運量由民國 100 年尖峰小時 1 萬人旅次增加至約 1.5 萬人旅次。

民國 100 年直達車始發站 A2 站，尖峰小時旅客上下車人數約 870 人旅次/小時；民國 101 年 A1 站（台北車站）加入營運，取消 A2 站直達車停靠服務，尖峰小時旅客上下車人數約 1150 人旅次/小時；目標年民國 129 年 A1 站，尖峰小時旅客上下車人數成長至 2390 人旅次/小時。

民國 100 年直達車停靠 A12（桃園機場一期航廈）及 A13（桃園機場二期航廈），尖峰小時旅客上下車人數分別為 A12 約 480 人旅次/小時、A13 約 540 人旅次/小時。民國 101 年 A1 車站加入營運後，尖峰小時旅客上下車人數無明顯增加，分別為 A12 約 500 人旅次/小時、A13 約 560 人旅次/小時，表 3-2 係假設 A14 站（桃園機場三期航廈）於民國 109 年提供營運服務。

通車年民國 100 年普通車始發站 A2 站，尖峰小時旅客上下車約 1980 人旅次/小時；民國 101 年 A1 站（台北車站）通車後，A1 站尖峰小時旅客上下車約 4130 人旅次/小時，A2 站尖峰小時旅客上下車人數成長至 4950 人旅次/小時。

普通車於桃園縣境 A17 站（青埔站¹）通車年尖峰小時上下車人數約 270 人旅次/小時，目標年民國 129 年成長至 680 人旅次/小時。

（一）各年期運量彙總

表 3-1 目標年民國 129 年運量預測

總量比較—直達車					
	100 年	101 年	109 年	119 年	129 年
全日運量（人旅次/每日）	18,900	19,900	27,000	35,500	43,600
尖峰運量（人旅次/小時）	1,100	1,210	1,810	2,390	2,880
站間運量（人旅次/單向小時）	1,000	1,040	1,600	2,050	2,490
尖峰率（尖峰運量/全日運量）	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07

¹ 青埔站係與高鐵桃園站銜接

總量比較—普通車					
	100年	101年	109年	119年	129年
全日運量(人旅次/每日)	80,800	115,400	122,000	145,500	163,400
尖峰運量(人旅次/小時)	8,830	14,300	16,170	20,730	23,480
站間運量(人旅次/單向小時)	2,440	3,950	4,460	5,010	4,810
尖峰率(人旅次/單向小時)	0.11	0.12	0.13	0.14	0.14

備註 1：全日運量係每日全線雙向合計的運量

備註 2：尖峰運量係尖峰小時全線雙向合計的運量

備註 3：站間運量係尖峰小時單向的最大站間運量

(二) 各年期直達車尖峰上下車運量

表 3-2 各年期直達車尖峰站間運量預測

尖峰上下車量比較—直達車(人旅次/雙向小時)										
	100年		101年		109年		119年		129年	
	上車	下車	上車	下車	上車	下車	上車	下車	上車	下車
A14 站	0	0	0	0	10	600	10	760	10	930
A13 站	10	530	10	550	10	530	10	670	10	820
A12 站	10	470	10	490	10	470	10	590	10	720
A8 站	170	10	160	10	180	30	310	40	360	40
A3 站	120	10	30	10	30	10	330	20	450	20
A2 站	790	80	0	0	0	0	0	0	0	0
A1 站	0	0	1,000	150	1,570	170	1,720	310	2,040	350
合計	1,100	1,100	1,210	1,210	1,810	1,810	2,390	2,390	2,880	2,880

備註：(1) 直達車 100 年台北端在三重市 A2 站發車，101 年以後在台北市 A1 站發車，直達車取消停靠 A2 站。

(2) 目前中正機場區捷運車站規劃係考量直達車停靠於第一航廈 A12 站及第二航廈 A13 站，並於第三航廈 A14 站折返。在三期航廈完工啟用前，A14 站僅提供列車折返，而不對外營業。

(三) 各年期普通車尖峰上下車運量

表 3-3 各年期普通車尖峰站間運量預測

尖峰上下車量比較—普通車（人旅次/雙向小時）										
	100年		101年		109年		119年		129年	
	上車	下車	上車	下車	上車	下車	上車	下車	上車	下車
中壢站	0	0	0	0	0	0	0	0	2,010	340
遠東百貨站	0	0	0	0	0	0	0	0	540	280
A21站	1,230	110	1,390	100	1,460	170	2,750	420	170	270
A20站	260	60	290	50	400	80	630	180	290	240
A19站	50	20	60	20	150	40	640	130	710	190
A18站	590	100	230	90	1,200	150	1,770	990	1,690	1,240
A17站	130	140	120	130	170	140	390	270	450	230
A16站	210	140	200	120	260	180	360	230	630	280
A15站	300	100	330	110	340	140	500	290	980	420
A14站	0	0	0	0	20	1,170	30	1,650	40	1,970
A13站	20	1,170	30	1,220	20	1,040	50	1,490	30	1,750
A12站	10	1,040	20	1,070	10	920	10	1,300	30	1,540
A11站	980	500	980	510	980	600	1,310	650	2,470	1,080
A10站	390	130	390	140	400	140	440	100	620	140
A9站	60	240	210	250	250	340	1,040	1,200	1,260	1,110
A8站	440	1,520	590	1,720	690	1,810	520	1,820	770	2,250
A7站	1,060	510	960	470	930	540	950	520	1,070	560
A6站	750	900	760	1,320	1,180	1,300	1,110	1,810	1,430	2,180
A5站	1,000	680	1,410	1,230	1,100	1,410	1,320	1,870	1,620	1,540
A4站	180	60	1,210	370	1,260	400	720	190	570	200
A3站	150	450	810	610	860	700	1,340	1,250	1,590	1,570
A2站	1,020	960	2,340	2,610	2,460	2,680	2,530	2,360	2,310	1,630
A1站	0	0	1,970	2,160	2,030	2,220	2,320	2,010	2,200	2,470
合計	8,830	8,830	14,300	14,300	16,170	16,170	20,730	20,730	23,480	23,480

備註：(1) 普通車 100 年台北端在三重市 A2 站發車，101 年以後在台北市 A1 站發車。

(2) 中壢站及遠東百貨站屬於桃園捷運延伸路網範圍，不在本計畫研究範圍。

3.2 營運時間及營運班距

本系統每日營運時間需涵蓋 06:00 ~ 24:00。普通車之尖峰時段為上午 07:00~09:00 及下午 17:00~19:00，直達車之尖峰時段為上午 06:00~09:00 及下午 17:00~19:00。離峰時段則為尖峰時段以外之時段。

依合約提供之系統運量表及尖峰最大站間運量，初期營運階段(A1~A2 尚未通車)，直達車運轉於 A2~A14 間，採無尖離峰模式運轉，每 20 分鐘發一班車，普通車運轉於 A2~A21 間，採尖離峰模式運轉，尖峰時段以每 10 分鐘發一班車，離峰時段則視實際運量狀況予以調整發車班距。

在民國 101 年 A1 站通車後，直達車採尖離峰之模式運轉，惟尖峰班距縮短為每 10 分鐘發一班車，分別由 A1 及 A14 發車。

全線通車後 (A1 站加入營運)，普通車仍採尖峰與離峰不同之發車班距，惟初次採購列車數僅能足夠以 10 分鐘發一班車，未來普通車將另增購 11 列車，全車隊數達 28 列車後，可將尖峰縮短為 6 分鐘發一班車。

3.2.1 營運班距

各班次列車間之行駛間距(Headway) 亦為系統服務水準的重要指標之一。鬆散的班距將會增加乘客在站等車的時間並造成車廂的擁擠；而密集的班距固然可改善前述之缺失，惟易形成系統能量之浪費。

有關列車班距之擬定，一般於尖峰時段之列車班距必須能夠滿足尖峰運量之需求，基本的理念是將尖峰小時最大站間運量分攤於具有標準列車承載率之營運列車車隊上，如此車隊中列車與列車之時間差距即為尖峰班距，然此班距必須是在可使列車能安全運轉的範圍之內，其計算方式可以下列公式來說明：

$$\frac{V}{L} = T \quad \frac{60}{T} = H$$

V：尖峰小時最大站間運量

L：標準列車承載率

T：尖峰小時運轉列車數

H：尖峰班距 (分)

至於非尖峰之列車班距，則多界定於具有尖峰服務能量的 50%~80%，原則上希望能提供此時段的每一位乘客均有座位，以提高非尖峰時段之競爭力，其計算方法承續上述公式：

$$T * \alpha \% = T_{off} \quad \frac{60}{T_{off}} = H_{off}$$

T_{off} ：非尖峰小時運轉列車數

H_{off} ：非尖峰班距（分）

$\alpha\%$ ：非尖峰比例值

3.2.2 列車車隊規模

各種不同營運班距下的列車需求數詳列如下：

表 3-4 直達車與普通車列車需求數

營運班距 (分)	列車別	營運車數 (列)	備用車數 (列)	車隊規模 (列)
10	直達車	9	2	11
	普通車	15	2	17
7.5	直達車	12	2	14
	普通車	20	2	22
6.0	直達車	15	2	17
	普通車	25	3	28

3.2.3 所需之列車數

因考慮到未來營運時有部分列車臨時故障或進廠維修時仍能維持正常運作，並且賦予列車服務對所預測運量之可能誤差有更大的應變彈性，故對實際列車需求量的估算，除了原計算之運轉列車總數外，另亦加入了某一比例之備用量。依目前國外於傳統鋼輪捷運之經驗，系統路線上所需之列車總數中必須包含 10% 以上之備用列車。

列車需求計算步驟：

(一) 決定列車載重乘客數

座椅以外之地板面積可提供每平方公尺 7 人之立位容量，但是基於

空間規劃考量，於列車營運規劃時，仍以每平方公尺 5 人決定列車載客量。

(二) 依各階段完工通車之時程排定階段性之營運路網

(三) 排定營運型態

(四) 於階段性營運路網上依尖峰小時單向最大站間旅次需求計算通過該站間所需之列車數

尖峰小時單向最大站間旅次需求數 (人次/小時) / 列車載客量 (人/列車) = 尖峰小時列車班距 (分/列車)

(五) 計算滿足需求之尖峰小時列車班距

$60 \text{ (分/小時)} / \text{尖峰小時通過該站間所需之列車數 (列車/小時)} = \text{尖峰小時列車班距 (分/列車)}$

(六) 計算每一營運型態全程往返時間

路線兩端點間距離 (公里) $\times 2$ (趟) / 列車平均速度 (公里/小時) $\times 60$ (分/小時) + 路線兩端迴車時間 (分) = 全程往返時間 (分)

(七) 計算營運所需之列車數

全程往返時間 (分) / 尖峰小時列車班距 (分/列車) = 營運所需列車數

(八) 計算各線最大列車需求數，即營運所需列車數 (列車) / 0.9 = 各線最大列車需求數，其中除以 0.9 反應需空留 10% 備用列車以應為修所需。

(九) 因列車無法分割，考量其基本上為半永久性聯結，故各式列車數計算，以求得整數 (無條件進位) 為原則。

3.2.4 直達車所需列車數

根據桃園機場捷運「業主需求(I) 工作範圍、服務需求及一般規定」所要求，直達車之最小營運班距為 6 分鐘；另依目標年之不同，直達車之營運班距分別為 20 分鐘及 10 分鐘。

本捷運系統之基本行車時間與停靠站時間分別為，下行直達車從 A₁ 車站到

A₁₄ 車站需 37 分鐘 54 秒，上行直達車從 A₁₄ 車站到 A₁ 車站需 36 分鐘 06 秒，若加上二端之終端站折返之時間各以 3 分鐘計，來回一周之總行駛時間為 80 分 00 秒。

依上述條件計算，本路線直達車依不同班距，所需購置之列車數量，如下表。

表 3-5 不同班距下直達車之需求數

班距	6 分鐘	10 分鐘	20 分鐘
服務所需列車數	14	8	4
再加計 90% 妥善率	16	9	5
再加計 85% 妥善率	17	10	5
再加計 80% 妥善率	17	12	5

(一) 普通車

根據桃園機場捷運「業主需求(I) 工作範圍、服務需求及一般規定」所要求，普通車之最小營運班距為 6 分鐘；另依目標年之營運班距要求，各目標年普通車尖峰時班距均為 10 分鐘。

本捷運系統之基本行車時間與停靠站時間分別為，下行普通車從 A1 車站到 A21 車站 64 分鐘 20 秒，上行普通車從 A21 車站到 A1 車站需 63 分鐘 44 秒，若加上二端之終端站折返之時間各以 3 分鐘計，來回一周之總行駛時間為 134 分 04 秒。

依上述條件計算，本路線普通車依班距不同，至少所需購置之列車數量如下：

表 3-6 不同班距下普通車之需求數

班距	6 分鐘	10 分鐘
服務所需列車數	23	14
再加計 90% 妥善率	26	16
再加計 85% 妥善率	26	17
再加計 80% 妥善率	28	17

3.2.5 列車分年採購計畫

依上述營運車隊之需求，各預測年期的尖峰最大站間運量與列車服務班距如下：

表 3-7 各年期尖峰運量與班距關係

年期	尖峰最大站間運量 (人次/小時)		尖峰列車服務班距 (分鐘)	
	直達車	普通車	直達車	普通車
100	1,000	2,440	20	10
101	1,040	3,950	10	10
109	1,600	4,470	10	10
119	2,050	5,420	10	7.5
129	2,490	5,140	10	7.5

配合各年預測所需之班距與列車妥善率，列車配合之採購時程及數量如下(以 90%之妥善率為基準)：

表 3-8 90%妥善率下各年期之列車數量

年期	尖峰列車服務班距 (分鐘)		應有列車數及配合採購之時程與數量			
	直達車	普通車	直達車		普通車	
			應有	採購	應有	採購
100	20	10	5	5	16	17
101	10	10	9	6	16	-
109	10	10	9	-	17	-
119	10	10	9	-	17	-
129	10	10	9	-	17	-

前述所需配合預測年之運量所需的班距及採購列車數，若需縮短班距提高服務品質，則需增購列車。

3.3 桃園機場捷運電聯車之運用計畫

機場捷運系統採兩階段模式營運，其主要差異在於停靠車站及是否加掛行李車，下表為綜整不同階段之營運範圍、停駐站等基本桃園機場捷運電聯車營運策略彙整表。

直達車營運初期由於 A1 站（台北車站）尚未完工，營運起迄點由 A2 站至 A14 站，然 A14 站預定服務之三期航廈亦尚未啟用，因此 A14 站僅提供列車折返，不提供營運。故實際載客營運站為 A2 站至 A13 站，停靠 A2、A3、A8、A12、A13 等站。俟 A1 站完工通車後，直達車則提供 A1 至 A13 站之載客營運，停靠站更改為 A1、A3、A8、A12、A13 等站。本計畫直達車最終計畫營運區間為 A1 站至 A14 站；當桃園國際機場三期航廈完工營運後，提供 A1 站至 A14 站（三期航廈）之營運服務，停靠站為 A1、A3、A8、A12、A13 及 A14 等站。直達車未來將增列一節行李處理車廂，處理前往桃園國際機場旅客，預辦登機之行李。當 A1 站（台北車站）完工後，桃園機場捷運系統將於 A1 站及 A3 站，提供市區行李預辦登機服務，屆時由市區前往桃園國際機場出國之旅客，將可以享有於市區捷運站，預先辦理登機及托運行李服務。

普通車營運初期由於 A1 站（台北車站）尚未完工，營運起迄點由 A2 至 A21 站，普通車提供每站皆停靠之營運服務，當 A1 站完工通車後，普通車則提供 A1 至 A21 站之載客營運服務。普通車亦提供由 A18 站（高鐵桃園青埔站）至 A13 或 A12 站，欲前往桃園國際機場之旅客運送服務。

本計畫預計之末端站列車折返時間將以不少於 3 分鐘為原則，兩端點之營運需求最低平均速率（含停靠站時間），直達車為 60km/h、普通車為 45km/h。

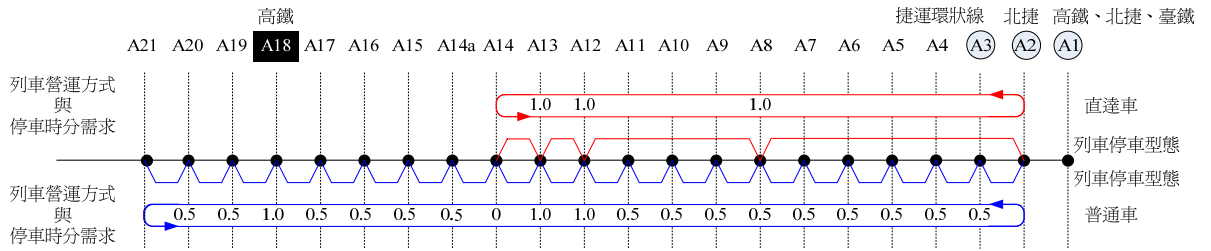
尖峰營運班距不大於 10 分鐘，號誌設計之單一車種營運班距為 6 分鐘，例如，直達車每 6 分鐘發一班車，普通車 6 分鐘發一班車。

每日營運時間預定為 06:00-24:00。

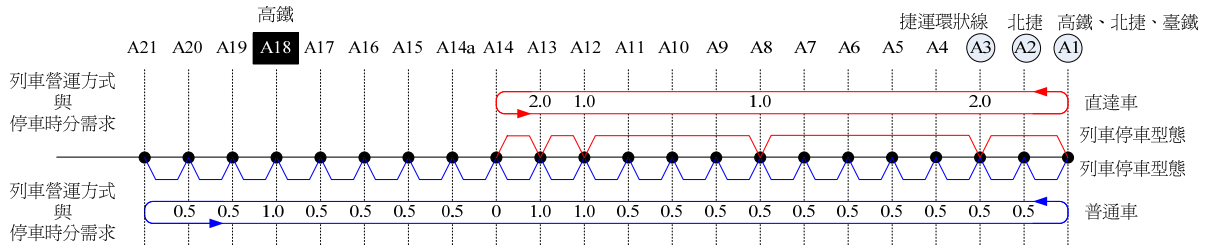
表 3-9 桃園機場捷運電聯車運用計畫

項目		說明	
營運起迄點	直達車	初期營運	A2 ~ A14 (無行李車)
		全線營運	A1 ~ A14 (有行李車)
	普通車	初期營運	A2 ~ A21
		全線營運	A1 ~ A21
列車停駐站	直達車	初期營運	A2、A3、A8、A12、A13、A14
		全線營運	A1、A3、A8、A12、A13、A14
	普通車	站站停	
中間站的停車時間(分)	直達車	A3(2)、A8(1)、A12(1)、A13(1 或 2)	
	普通車	A12(1)、A13(1)、A14(1)、A18(1) 其餘 0.5 分鐘	
行包處理列車		直達車	
預辦登機車站		A1 及 A3	
機場端行李處理車站	三期航廈啟用前	A13	
	三期航廈啟用後	A14	
機場端直達列車折返車站		A14	
末端站的列車折返時間		至少 3 分鐘	
平均速率	直達車	≥ 60 km/h	
	普通車	≥ 45 km/h	
尖峰營運班距		≤10 分鐘	
設計營運班距		6 分鐘開行 1 列直達車及 1 列普通車	
營運時間		06:00 ~ 24:00	

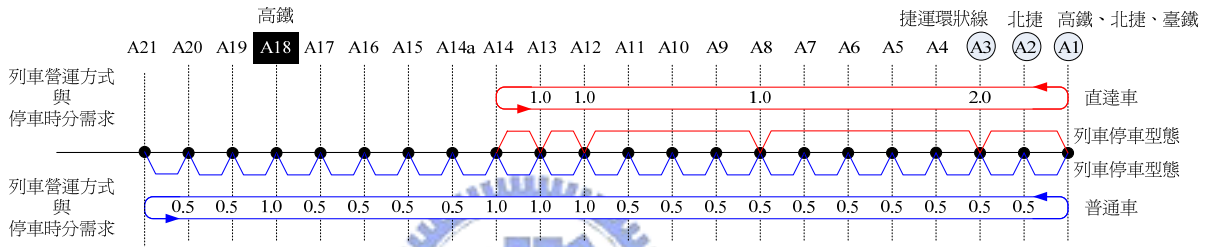
桃園機場捷運計畫於各階段列車的營運範圍、停駐車站及計畫停車時間描繪如下圖所示：



(一) 初期營運階段的列車運轉模式



(二) 全線營運階段的列車運轉模式 (三期航廈啓用前)



(三) 全線營運階段的列車運轉模式 (三期航廈啓用後)

資料來源：本研究整理

圖 3-1 桃園機場捷運營運及停站圖

3.3.1 桃園機場捷運增車計畫

各預測年期的尖峰營運班距彙整如下：

表 3-10 桃園機場捷運尖峰運量車隊需求數

年期	尖峰最大站間運量 (人次/小時)		尖峰最小班次密度需求 (班次/小時)		尖峰列車服務班距 (分鐘)	
	直達車	普通車	直達車	普通車	直達車	普通車
100	1,000	2,440	3	3	20	10
101	1,040	3,950	3	5	10	10
109	1,600	4,460	4	5	10	10
119	2,050	5,010	5	6	10	10
129	2,490	4,810	6	6	10	10

上述表格係考量直達車屬於往返桃園國際機場與台北市中心之較高等級列車，且旅客大多攜帶大小不等之隨身行李，因此直達車之尖峰最小班次密度需求以滿足 W2 承載率為原則；普通車屬於日常通勤列車，比照台北捷運模式，其尖峰最小班次密度需求，以滿足 W3 承載率為原則。

桃園機場捷運購車計畫，依據各年期運量預測而定，初期營運計畫採購直達車 11 列及普通車 17 列，滿足尖峰營運 10 鐘班距之需求。第二階段為民國 129 年後，當營運班距無法滿足運量需求時，計畫擴充車隊數至直達車 17 列及普通車 28 列，以滿足未來最大預測運量之需求。

3.4 桃園機場捷運選用之車輛系統

車輛尺寸(Vehicle Dimensions)：

車輛寬度為 2.90m 至 3.05m 之間。

自軌面起算之車輛高度為 3.6m 至 3.8m 之間。

中間車輛聯結器間之車長為 19.75m 至 20.25m 之間。

桃園機場捷運系統之車輛系統係採電聯車(EMU)模式設計，其採 4 車一編組之模式。基本上，直達車與普通車之設備均相同，僅有內裝設計不同。直達車將加掛行李車廂為 5 車編組。

電聯車之列車編組，直達車初期為四車一組 「DM—M—M—DM」不掛行李車，在台北市 A1 站至三重 A2 站完工加入營運後，則改為五車一組 — 「DM—M—M—M—DBM」，普通車以四車為一組 — 「DM—M—M—DM」。

車輛系統之電力供應採 750VDC 之牽引電力並藉由第三軌傳輸至集電靴。每一動力車輛將配置 4 組並聯集電靴，轉向架之兩邊將各固定一組集電靴。

表 3-11 桃園機場捷運電聯車組成

車型	車輛編組形式	說明
普通車	DM+M+M+DM	
直達車 (4 車組)	DM+M+M+DM	無行李車

直達車 (5 車組)	DM+M+M+M+DMB	加掛行李車
------------	--------------	-------

註： M = 動力車 ， DM = 具駕駛室之動力車
 DMB = 具駕駛室之行李動力車 +: 半永久聯結器
 列車編組兩端將配置自動聯結器。

3.4.1 電聯車駕駛模式 (Driver operation mode)

- (一)自動模式 (Automatic, ATO) ，列車在站間將能由 ATO/ATP 設備之控制，完全自動行駛，列車時速不得超過最高安全速度 (Maximum Safety Speed, MSS) 。當列車在此模式下行駛時，司機員的工作僅在於關閉車門及車站發車；在此模式時車門開啟將可自動操作。
- (二)關閉(Off)：此模式選定後方能拔除主控制鑰匙，且列車上之輔助電力將予以關閉。
- (三)待機(Standby)：當主控制鑰匙插入且模式開關轉至開啟位置後，列車將可啟動，輔助電力也開始運作。主控制鑰匙可被移除，並不影響輔助電力之供應，且駕駛室內除了「牽引/煞車控制器」外之其他列車監控功能仍能運作。此狀態下，列車不能使用牽引動力運轉，且啟動緊急煞車以防止列車滑動；旅客車門控制及其他例如通訊、照明及空調等旅客服務設施仍可啟動。
- (四)監視手動模式 (Supervised Manual, SM) ，列車應允許手動方式依 ATP 設備顯示於駕駛室之速限往前行駛，惟如列車速度超過容許速度時 ATP 應啟動緊急煞車。
- (五)限速手動前進模式 (RM Forward Mode) ，在此模式下，列車可供手動方式 ATP 限制下以 25 公里/小時之最高速度往前行駛。當列車行駛速度超過行駛速限時，ATP 應啟動緊急煞車。
- (六)限速手動倒車模式 (RM Reverse Mode) ，在此模式下，列車可以最高速度 3 公里/小時手動後退行駛。當列車行駛速度超過行駛速限時，會啟動緊急煞車。主線上允許列車倒車最長距離為 1 公尺，本模式只限於必需將列車倒退至正確的停車位置，使車門和月台門得以正常開啟時使用。如果倒車距離超過 1 公尺時，ATP 系統會啟動緊急煞車；機廠內允許列車倒車最長距離為 5 公尺。如果倒車距離超過 5 公尺時，ATP 系統會啟動緊急煞車。

(七) 限速手動洗車模式 (RM Washing Mode)，此模式可供列車於空車負載狀態下手動以 3 公里/小時之最高速度往前行駛。牽引控制系統應調節牽引力，以確保其速度不會超過容許速限。此模式應僅供洗車區及列車聯結作業時使用。

(八) 隔離降級模式 (Isolated Manual Degraded, IM Degraded Mode)，當 ATP 設備故障且使用 ATP 隔離開關隔離(Bypass)時，如列車速度超過 25km/h 時，牽引設備應移除牽引力並啟動常用煞車。在此 ATP 設備故障條件下，牽引設備應能使列車停止，並傳送「車門可開啟」訊號以允許開啟客車車門。本模式行車速度不允許超過車載牽引動力控制系統所執行的 25 公里/小時速限。

3.4.2 列車車門

直達車及普通車之載客車廂，每側有 3 車門方便旅客進出，行李車廂每側有 5 個車門方便裝載行李櫃。

正常營運模式下，當列車停於月台上之正確位置時，號誌系統將啟動並自動開啟客車車門及行李車車門，車門將透過列車駕駛之操控來關門。

3.4.3 座位容量

直達車列車座位設計為總座位數計 216 個，每車廂有 1 輪椅位區位，在 W2¹ (每平方公尺站立 5 人) 之條件下約可站立 228 人；另在 W3²(每平方公尺站立 7 人)之條件下約可站立 640 人。

普通車列車座位設計為總座位數計 200 個，每車廂有 2 輪椅位區位，在 W2 (每平方公尺站立 5 人) 之條件下約可站立 638 人；另在 W3(每平方公尺站立 7 人) 之條件下約可站立 900 人。

3.4.4 列車上通訊

除了列車無線電系統之外，電聯車上將設有相關之通訊設備，包括

- 旅客警報器，
- 駕駛室對駕駛室通訊，

¹ W2 係表示尖峰載重，其為列車空重加所有座位滿坐及尖峰站位滿載之重量。

² W3 係表示結構設計載重，其為列車所有座位滿坐外，加上立位空間每平方公尺 7 人之載客狀態。

- 列車廣播系統，
- 車廂監視 (In-Cab CCTV Monitor)
- 車廂監視攝影，
- 旅客資訊，包括車內顯示、車外顯示及自動播音系統，

這些列車上通訊設備將提供作為司機員經由駕駛室對旅客廣播、監看月台上及車內旅客、提供旅客詢問或與司機員通話及列車各駕駛室間通訊之功能。

此外，為提供機場旅客相關之飛航資訊，於直達車之每一車廂內部將配置至少 2 具飛航資訊看板 (Flight Information Panel)，提供即時之機場航機到達及起飛之資訊以供旅客審視。

3.4.5 電聯車系統降級或緊急運轉之特性

為滿足運轉上之需求，電聯車系統將依下列特性進行設計，以作為在降級運轉或緊急狀況時得以繼續運轉之用。相關設施包括：

- 於列車故障時，車輛之設計應可提供 4 車編組之普通車或 5 車編組之直達車，對於完全喪失牽引力且滿載之 5 車編組故障直達車，執行列車救援之作業。救援列車在故障列車鬆弛條件下，能於正線最陡處，依最高速度 25km/hr，啟動及爬坡將連結之故障列車拖離正線。
- 電聯車之駕駛模式將提供不同層級之備援模式，用以應付不同之降級狀況。監視手動模式(SM)將作為 ATO 系統失效時，提供列車允許以手動方式依 ATP 設備顯示於駕駛室之速限往前行駛。如有發生其他狀況無法以監視手動模式(SM)行車時，可改採限制手動前進模式(RM Forward Mode) 以限速 25 公里/小時在 ATP 保護下繼續移動列車，在此情況下，司機員應採用目視並遵循行車規章之規定駕駛列車，司機員應負擔列車運轉安全責任。當正線上發生車載 ATP 故障時，隔離降級模式 (IM Degraded Mode) 能使司機員藉由操作鉛封隔離開關(Bypass)隔離 ATP 之保護功能，使列車得以在列車牽引動力控制系統之限制下，以 25 公里/小時限速繼續移動，在此情況下，司機員應採用目視並遵循行車規章

之規定駕駛列車，司機員應負擔列車運轉安全責任。

- 於緊急狀況時，車門將可透過設於每車門之車內及車外之緊急釋放裝置來開啟。除此之外，駕駛室前面將裝設中央逃生門及斜板，以提供旅客及駕駛可以進行疏散至軌道面，此斜板只有於駕駛室前端逃生門完全打開始，方能展開。
- 若行李車車門無法自動開啟時，將透過駕駛室內車門開啟按鈕之操作，以釋放行李車門及行李處理區月台門之操控，並藉由行李裝載監督者控制月台端門的操作，於行李車側插入經認可之鑰匙來開啟及關閉行李車門。

3.5 桃園機場捷運電聯車維修需求

桃園機場捷運電聯車採用日本川崎重工製造之車輛，經確認桃園機場捷運電聯車大部分之維修需求與台北捷運電聯車 CK371 型相容，因此機廠捷運電聯車系統之維修需求將參考台北捷運電聯車 371 型之各項維修活動、維修人時及車輛製造商提供之電聯車維修週期，納入設備/設施規模估計模式，用以瞭解桃園機場捷運電聯車主要維修設備/設施需求。

有關的維修檢查時間間隔、工作內容和採用的時間，係基於川崎重工電聯車製造商所提供，以完成臺灣桃園國際機場捷運系統(TTYMRT)的每一項檢查之假設條件。

日常檢查（第 1 級）

每月檢查（第 2 級）

每六個月檢查（第 3 級）

每三年或 600,000 公里檢查（第 4 級）

每六年或 1,200,000 公里檢查（第 5 級）

電聯車維修週期

- ◆ 設備的維修週期係依據以下一項或多項方法釐定：
- ◆ 按使用時間計算（例如安全檢查、清潔、潤滑）

- ◆ 按運轉里數計算（例如列車轉向架、車輪、軌道工程）
- ◆ 按實際操作時間計算（例如照明、備用發電機）
- ◆ 按操作次數計算（電力接點、月台門操作次數）
- ◆ 按通過噸數計算（例如軌道工程）

在營運初期，由於維修經驗不夠成熟，加上要遵守設備供應商的保證條款，因此按照設備供應商建議的維修時間表來訂定個別設備的預防性維修種類、頻率和次數。待累積足夠經驗，以及透過實際操作掌握到設備的特性後，便應定期檢討和修訂維修時間表。

本研究將針對桃園機場捷運直達車、普通車於各階段之平均日行駛里程，並參考車輛製造商提供之電聯車維修週期及台北捷運電聯車現階段各級檢修所需之人時，加以分析、瞭解直達車與普通車之維修需求，以規劃電聯車維修所需之設備設施。

3.5.1 維修窗(Maintenance Window)

捷運一般營運係依據旅客流量的多寡來安排數量不同的列車上線，以台北捷運而言，早上 7：00-9：00 及下午 17：00-19：00 屬於尖峰時刻，需安排最大量的列車上線服務旅客，其他一般時段如上午 9 點以後到下午 5 點之間，一般而言屬於非尖峰時段。因此在尖、離峰之間就能夠有部分的列車回到維修機廠，執行例行性檢修。依據發包合約桃園機場捷運，直達車尖峰時段為早上 06：00-09：00 及下午 17：00-19：00；普通車尖峰時段為早上 07：00-09：00 及下午 17：00-19：00。直達車及普通車維修窗圖如下所示：

直達車第一階段列車需求數（無尖離峰營運）：

假設 A1-A14 單趟運轉時間：38 分鐘

假設端點站折返時間：5 分鐘

第一階段營運班距：20 分鐘

$(38+5) \times 2 / 20 \doteq 5$ 列車

直達車第二階段列車數需求（尖、離峰運轉）

假設 A1-A14 單趟運轉時間：38 分鐘

假設端點站折返時間：5 分鐘

第二階段營運班距：10 分鐘尖峰、離峰 15 分鐘

$$(38+5) \times 2 / 10 \doteq 9 \text{ 列車 (尖峰)}$$

$$(38+5) \times 2 / 15 \doteq 6 \text{ 列車 (離峰)}$$

直達車第三階段列車數需求（尖、離峰運轉）

假設 A1-A14 單趟運轉時間：38 分鐘

假設端點站折返時間：5 分鐘

第三階段營運班距：6 分鐘尖峰、離峰 10 分鐘

$$(38+5) \times 2 / 6 \doteq 15 \text{ 列車 (尖峰)}$$

$$(38+5) \times 2 / 12 \doteq 8 \text{ 列車 (離峰)}$$

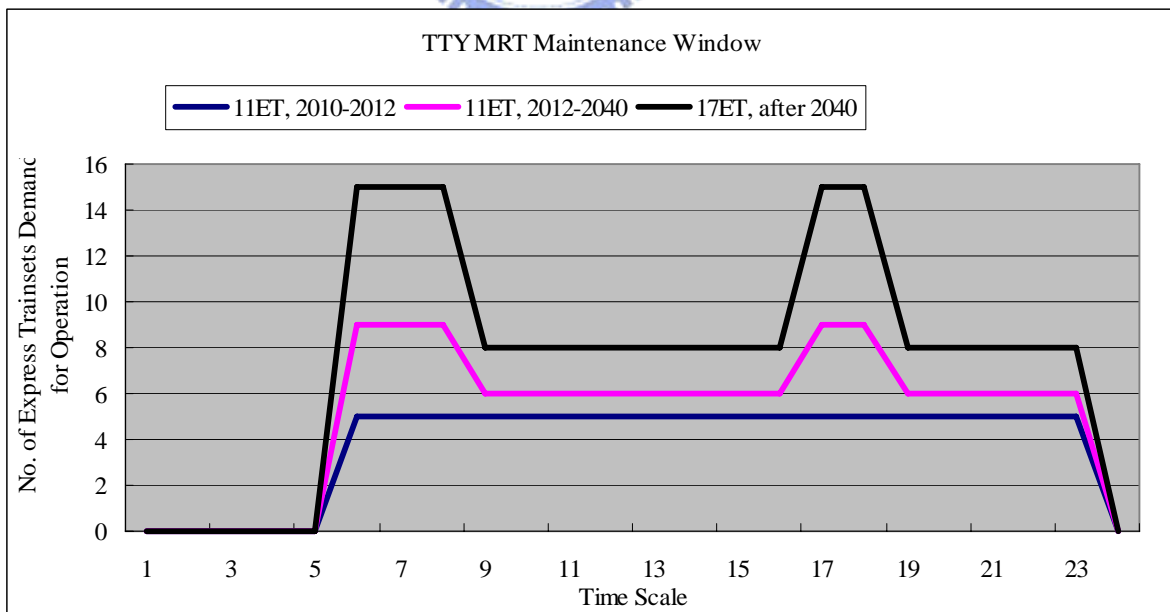


圖 3-2 直達車維修窗(蘆竹機廠)

普通車第一階段列車數需求（尖、離峰運轉）

假設 A1-A21 單趟運轉時間：65 分鐘

假設端點站折返時間：5 分鐘

第一階段營運班距：10 分鐘尖峰、離峰 20 分鐘

$$(65+5) \times 2 / 10 \doteq 14 \text{ 列車 (尖峰)}$$

$$(65+5) \times 2 / 20 \doteq 7 \text{ 列車 (離峰)}$$

普通車第二階段列車數需求（尖、離峰運轉）

假設 A1-A21 單趟運轉時間：65 分鐘

假設端點站折返時間：5 分鐘

第二階段營運班距：6 分鐘尖峰、離峰 12 分鐘

$$(65+5) \times 2 / 6 \doteq 24 \text{ 列車 (尖峰)}$$

$$(65+5) \times 2 / 12 \doteq 12 \text{ 列車 (離峰)}$$

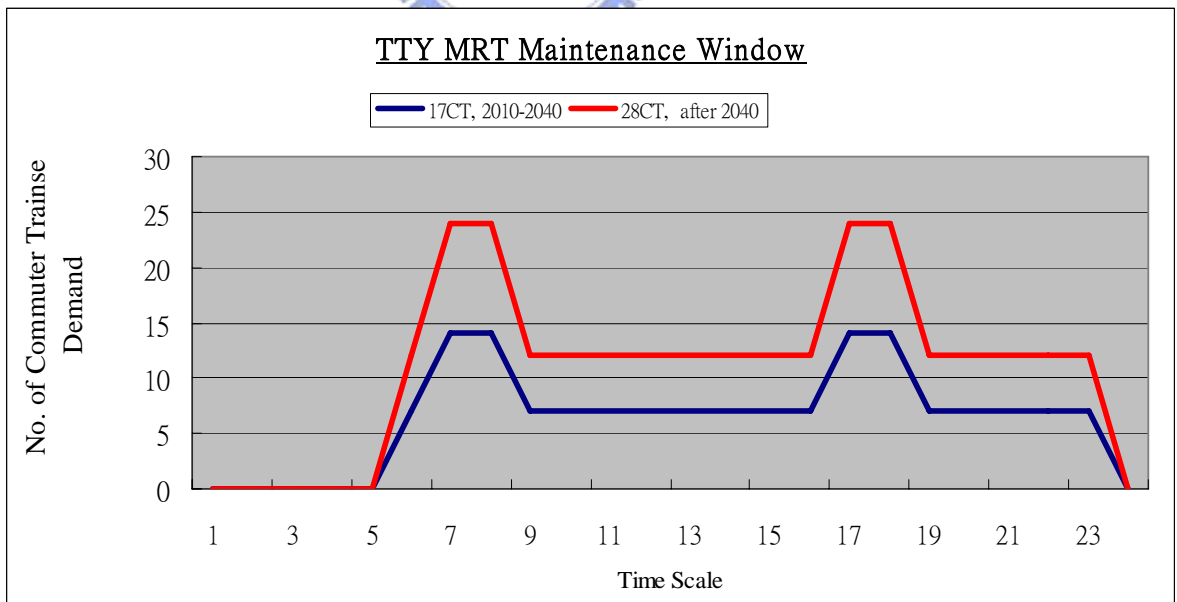


圖 3-3 普通車維修窗（青埔機廠）

3.5.2 電聯車每日營運里程數

依據鐵路機車車輛檢修規則規範，機車之定期檢修各級週期得由鐵路機構視車種型式、車況及使用情形擬定檢修週期，報請鐵路監理機關（構）核定，其各級檢修週期最長不得超過表 2-7 鐵路機車檢修規則之規定。前項表列公里數及使用期間以先到者為施行期間，使用期間得扣除停用及滯留日數。

依據台北市大眾捷運系統車輛檢修規則，第七條：電聯車定期檢修，其各級檢修週期由營運機構依電聯車行駛公里數或使用期間擬訂，報請主管機關核定。

因此，電聯車之定期維修係依據電聯車行駛公里數或使用期間而決定，以桃園機場捷運系統為例，其直達車與普通車之每日預計行駛里程數如下：

本研究分析係依據桃園機場大眾捷運聯外系統合約規範為依據，營運初期系統每日營運時間涵蓋 06:00 ~ 24:00，其後直達車與普通車之尖峰營運班距，依各階段運量預測模式及列車採購政策為動態方式呈現。第一階段直達車採無尖離峰方式運轉，其營運班距為每 20 分鐘一班。第二階段直達車之尖峰時段為上午 06:00~09:00 及下午 17:00~19:00，尖峰時段班距為十分鐘，離峰時段班距為 20 分鐘，第三階段直達車班距為 6 分鐘，離峰時段班距假設為 12 分鐘。第一階段普通車之尖峰時段為上午 07:00~09:00 及下午 17:00~19:00，尖峰時段班距為 10 鐘，離峰時段班距假設為 20 分鐘，第二階段普通車尖峰班距為 6 分鐘，離峰時段班距假設為 12 分班。直達車與普通車各階段班距及發車數量如下表所示：

表 3-12 各階段直達車與普通車之營運班距與發車數

階段(民國年)	尖峰最小班次密度需求 (班次/小時)		尖峰列車服務班距 (分鐘)		離峰最小班次密度需求 (班次/小時)		離峰列車服務班距 (分鐘)	
	直達車	普通車	直達車	普通車	直達車	普通車	直達車	普通車
一 (100 ~101) 年	3	6	20	10	3	3	20	20

二 (101~ 129)年	6	6	10	10	3	3	20	20
三 (129 年 以後)	10	10	6	6	5	5	12	12

由於平常日與例假日營運型態依實際需求，列車發車班次及班距會有不同，每日之營運時間從早上 06：00 至晚上 00：00 共 18 小時，因此假設每日發車至正線行駛之非尖峰列車皆至少服務 18 小時，尖峰行駛時數則為直達車 5 小時，普通車 4 小時，不計列車往返機廠里程數且營運中不換車，其直達車與普通車估計之里程數如下：

● **直達車每日平均行駛里程**

(每日非尖峰里程數 + 每日尖峰行駛里程數) ÷ 所有列車數量

第一階段 2010 年至 2012 年 A1 站通車前，直達車數 5 列，營運班距 20 分鐘，無尖、離峰之情況：

$$18(\text{日營運時數}) * 3(\text{每小時發車數}) * 73(\text{A1-A14 來回行駛里程}) = 3942 \text{ km/day} \quad (1)$$

$$3942\text{km} \div 5(\text{初期列車購置數}) \div 785 \text{ km-day/直達車} \div 286525\text{km-year/直達車}$$

第二階段 2012 年-2040 年，直達車數增加為 11 列，營運班距尖峰 10 分鐘、離峰 20 分鐘：

$$18(\text{日營運時數}) * 3(\text{離峰每小時發車數}) * 73(\text{A1-A14 來回行駛里程}) = 3942 \text{ km/day} \quad (2)$$

$$5(\text{尖峰營運時數}) * 3(\text{尖峰時段增加之發車數}) * 73(\text{A1-A14 來回行駛里程}) = 1095 \text{ km/day} \quad (3)$$

$$(2) + (3) = 5037\text{km 直達車每日行駛總里程}$$

5037km ÷ 11(購置列車數) ÷ 458 km-day/直達車 ÷ 167170 km-year/直達車

第三階段 2040 年以後，直達車數增加為 17 列，營運班距尖峰 6 分鐘、離峰 12 分鐘：

$$18(\text{日營運時數}) * 5(\text{離峰每小時發車數}) * 73(\text{A1-A14 來回行駛里程}) = 6570 \text{ km/day} \quad (4)$$

$$5(\text{尖峰營運時數}) * 5(\text{尖峰時段增加之發車數}) * 73(\text{A1-A14 來回行駛里程}) = 1825 \text{ km/day} \quad (5)$$

(4) + (5) = 8395km 直達車每日行駛總里程

8395km ÷ 17(購置列車數) ÷ 494 km-day/直達車 ÷ 180310 km-year/直達車



● **普通車每日平均行駛里程**

(每日非尖峰里程數 + 每日尖峰行駛里程數) ÷ 所有列車數量

第一階段 2012 年-2040 年，普通車數為 17 列，營運班距尖峰 10 分鐘、離峰 20 分鐘：

$$18(\text{日營運時數}) * 3(\text{離峰每小時發車數}) * 103(\text{A1-A14 來回行駛里程}) = 5562 \text{ km/day} \quad (6)$$

$$4(\text{尖峰營運時數}) * 3(\text{尖峰時段增加之發車數}) * 103(\text{A1-A14 來回行駛里程}) = 1236 \text{ km/day} \quad (7)$$

(6) + (7) = 6798km 普通車每日行駛總里程

6798km ÷ 17(購置列車數) ÷ 400 km-day/普通車 ÷ 146000 km-year/普通車

第二階段 2040 年以後，普通車數增加為 28 列，營運班距尖峰 6 分鐘、離峰 12 分鐘：

$$18 (\text{日營運時數}) * 5 (\text{離峰每小時發車數}) * 103 (\text{A1-A14 來回行駛里程}) \\ = 9270 \text{ km/day} \quad (8)$$

$$4 (\text{尖峰營運時數}) * 5 (\text{尖峰時段增加之發車數}) * 103 (\text{A1-A14 來回行駛里程}) \\ = 2060 \text{ km/day} \quad (9)$$

$$(8) + (9) = 6798 \text{ km} \quad \text{普通車每日行駛總里程}$$

$$11330 \text{ km} \div 28 (\text{購置列車數}) \doteq 405 \text{ km-day/普通車} \doteq 147825 \text{ km-year/普通車}$$

3.5.3 桃園捷運電聯車一級維修

一般來說，因為維修型態的不同，一至三級維修定義為輕維修，輕維修於青埔機廠及蘆竹機廠之檢修區執行維修工作。一級維修參考台北捷運作法於大多數的情況下，於駐車區執行，檢修時間原則上以夜間列車收車進機廠後施行。

一級維修定義為日檢，通常以視覺、聽覺、嗅覺、和觸覺就行車有關之主要機件、車廂及其設備等之狀態及作用進行檢查、更換消耗品及車廂清潔等，並利用列車自我診斷系統實施檢查。

3.5.4 桃園捷運電聯車二、三級年度維修計畫模式

依據電聯車製造商提供之維修週期資料，桃園機場捷運電聯車二、三級維修係依據時間為基準，年度計畫維修模式架構如下：

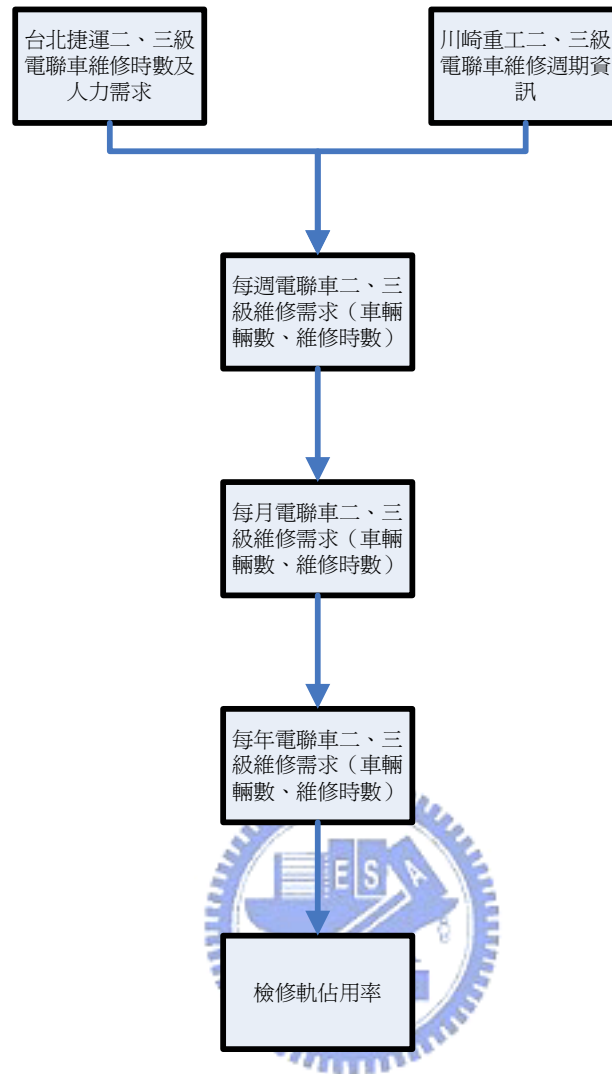


圖 3-4 電聯車二、三級維修計畫模式

資料來源：本研究整理

本研究之電聯車二、三級維修計畫模式，採用桃園機場捷運規範之未來最大車隊數 57 列車，作為本維修計畫之分析基礎；由於需考量未來將有桃園捷運藍線額外之 12 列普通車將使用桃園機場捷運之維修機廠，包含一般駐車、維修及大修之可能性。因此桃園機場捷運計畫電聯車之維修機廠配置，於最終階段將有 30 列普通車停駐於青埔機廠，另外將所有直達車共 17 列以及 10 普通車停駐於蘆竹機廠，共 57 列車。

依據表 2-7 台北捷運電聯車維修暫休時間 (Downtime) 及經由深度訪談瞭解，台北捷運二、三級維修每維修班約 5 名維修人員，執行該維修勤務，二級維修為月檢查，電聯車維修時間需要 4 小時完成；三級維修分別為半年檢及年檢，半年檢需 24 小時之維修工時，年檢需要 40 小時之維修工時。

依台北捷運維修經驗，半年檢及年檢之維修工作時間，通常於早尖峰與晚尖峰之間的維修窗執行維修工作，維修窗可維修時間大約八小時。因此每列電聯車之半年檢將持續利用 3 日之維修窗時段完成，每列電聯車之年檢將持續利用 5 日之維修窗時段完成。

本維修計畫模式以微軟 Excel 軟體呈現，每列車之維修時程依序填入 Excel 試算表中，利用 Excel 軟體 Countif 函數計算出每週所需之各等級維修次數再利用 Sumation 函數加總所有維修次數所需維修時間總和。

符號說明：

CT1 (Commuter Train) :1 號普通車、CT2：2 號普通車....以此類推。

ET1 (Express Train) :1 號直達車、ET2：2 號直達車.....以此類推。

BCT1 (Blue line Commuter Train) :1 號桃園藍線普通車、BCT2：2 號桃園藍線普通車.....以此類推。

M1 (Monthly Inspection) : 月檢一

M2 (Monthly Inspection) : 月檢二

M3 (Monthly Inspection) : 月檢三

M4 (Monthly Inspection) : 月檢四

M5 (Monthly Inspection) : 月檢五

HY (Half-yearly Inspection): 半年檢

Y1 (Yearly Inspection): 年檢

以一月第一週所需之電聯車維修時數為例：

一月第一週之電聯車月檢維修量

$\text{Countif}(\text{CT1:BT2}, "M^*") = 6$ (共有 6 列普通車需要施行月檢) (10)

一月第一週之電聯車半年檢維修量

$\text{Countif}(\text{CT1:BT2}, "HY") = 0$ (共有 0 列普通車需要施行半年檢) (11)

一月第一週之電聯車年檢維修量

$$\text{Countif}(\text{CT1:BT2}, "Y1") = 2 \text{ (共有 2 列普通車需要施行年檢)} \quad (12)$$

一月第一週共有 6 列普通車需執行月檢及 2 列普通車需執行年檢，所需維修時數如下：

$$\text{Countif}(\text{CT1:BT2}, "M*") \times 4 + \text{Countif}(\text{CT1:BT2}, "HY") \times 24 + \text{Countif}(\text{CT1:BT2}, "Y1") \times 40 = 104 \text{ 小時 (一月第一週所需之二、三級電聯車維修時間)} \quad (13)$$

藉由圖 3-5、3-6 可瞭解年度二、三級電聯車維修分佈情況，藉以安排各項電聯車維修作業所需之準備，例如人員、機具、設備及備品等。以台北捷運實際維修經驗，15%的維修餘裕作為各級電聯車維修到期時之彈性調整。台鐵局實際維修經驗則為 20%之維修餘裕作為各級電聯車維修到期之彈性調整。

(一) 二級維修

二級維修主要以清洗、注油、測量等方式保持動力、傳動、行駛、煞車等機件裝置外表清潔、動作圓滑、使用狀態正常之檢修。

二級維修主要檢查項目包括：

- (1) 車體系統
- (2) 車門系統
- (3) 空調系統
- (4) 輔助電力系統
- (5) 推進系統
- (6) 轉向架及懸吊系統
- (7) 摩擦煞車系統
- (8) 列車通訊設備

(二) 三級維修

以局部拆卸分解施行檢驗、調整、校正、測試等方式保持動力、傳動、行駛、煞車儀錶等機件裝置性能正常之檢修。

三級維修主要之檢修項目包括（半年檢）：

- (1) 車體系統
- (2) 連結器系統
- (3) 車門系統
- (4) 輔助電力系統
- (5) 空調系統
- (6) 推進系統
- (7) 轉向架及懸吊系統
- (8) 摩擦煞車系統

三級維修主要之檢修項目包括（年檢）：

- (1) 車體系統
- (2) 連結器系統
- (3) 車門系統
- (4) 空調系統
- (5) 輔助電力系統
- (6) 推進系統
- (7) 列車號誌設備



三級維修半年檢與年檢，會因為列車某些設備之維修週期不同，而作適當之調整，通常於營運一段時間後，營運業者依據實際列車維修需求，微調各項維修設備/設施之維修頻率。

Chinpu Depot

Month Train-set No.	Jan					Feb				Mar					Apr				May				Jun				Jul					Aug				Sep				Oct					Nov				Dec					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4
CT1	M5			Y1		M1				M2				M3				M4				M5				HY			M1				M2				M3				M4													
CT2		M1				M2				M3				M4				M5			HY			M1			M2			M3				M4				M5				Y1			M1									
CT3			M2				M3				M4				M5			Y1				M1			M2				M3				M4				M5			HY			Y1			M1								
CT4				M3				M4					M5			Y1				M1			M2				M3				M4				M5				HY						M1									
CT5	M4				M5			HY					M1			M2			M3			M4				M5			Y1				M1				M2				M3													
CT6		M5				HY			M1				M2			M3			M4			M5				M1			Y1				M2				M3				M4				M5									
CT7			HY				M1			M2				M3			M4			M5			M1				Y1			M1			M2				M3				M4				M5									
CT8				M1			M2				M3				M4			M5			HY				HY			M1			M2				M3				M4				M5			Y1								
CT9	M2				M3				M4				M5			Y1			M1			M2				M3			M4				M5				HY				Y1			M1										
CT10		M3				M4				M5			Y1			M1			M2				M3				M4				M5				HY				Y1				M1											
CT11			M4				M5			HY				M1			M2			M3				M4				M5				Y1				M1				M2				M3										
CT12				M5				HY			M1			M2			M3			M4				M5				Y1			M1				M2				M3				M4											
CT13	Y1				M1				M2				M3			M4			M5			HY				M1			M2				M3				M4				M5													
CT14		M1				M2				M3				M4			M5			HY				M1			M2			M3				M4				M5				Y1												
CT15			M2				M3				M4				M5			HY				M1				M2			M3					M4				M5				Y1				M1								
CT16				M3				M4				M5			Y1			M1			M2				M3				M4				M5				HY				Y1				M1									
CT17	M4				M5			Y1					M1			M2			M3				M4				M5			HY				M1				M2				M3				M2								
CT18		M5				HY			M1				M2			M3				M4				M5				Y1			M1			M2				M3				M4												
CT19			HY				M1			M2				M3			M4			M5				M1				Y1			M1			M2				M3				M4				M5								
CT20				M1				M2				M3				M4			M5			HY				M1			M2				M3				M4				Y1													
CT21	M2				M3				M4				M5			Y1			M1				M2				M3				M4				M5				HY				Y1											
CT22		M3				M4				M5			Y1				M1			M2				M3				M4				M5				HY				Y1														
CT23			M4				M5			HY				M1			M2				M3				M4				M5					M1					Y1								M3							
CT24				M5				HY					M1			M2				M3				M4				M5						M1				M2										M4						
CT25	Y1				M1				M2				M3				M4			M5				HY				M1			M2				M3				M4				M5											
CT26		M1				M2				M3				M4				M5			HY				HY				M1				M2				M3				M4				M5			Y1						
CT27			M2				M3				M4				M5			HY				M1				M2				M3				M4				M5				Y1						M1						
CT28				M3					M4				M5			Y1			M1				M2				M3					M4					HY				Y1								M2					
BCT29	M5				Y1				M1				M2				M3			M4				M5				HY			M1			M2				M3				M4												
BCT30		M1				M2				M3				M4				M5			HY				M1				M2					M3				M4				Y1												
M=4 hours	6	8	5	7	6	6	7	5	6	8	4	3	5	8	6	7	4	6	8	4	7	5	6	8	4	2	6	6	6	7	5	6	8	5	7	8	6	5	3	3	6	8	4	7	8	4	5	3	4					
HY= 24 hours			2			2		2		1		1	1					3			4	2		2				2			1			2			1	2	2															
Y1= 40 hours	2				2				1					2		3	2							1	1			2		2	1		2									3				4		1	1					
Hours per week(Downtime)	104	32	68	28	104	72	28	68	88	32	40	36	20	32	104	28	136	104	32	88	28	32	112	28	68	72	32	56	48	24	72	104	28	100	88	32	100	28	32	72	20	36	60	72	32	136	28	32	176	20	52	56		
Hours per Month(Downtime)	232					272				216					300				252				240				232					304				248				220					268				336					
Hours per Year(Downtime)	3120																																																					

圖 3-5 青埔機廠輕維修計畫模式(二、三級維修)

Luchu Depot																																																							
Month	Jan				Feb				Mar				Apr				May				Jun				Jul				Aug				Sep				Oct				Nov				Dec										
Train-set No.	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
Week No.	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
ET1	M5			Y1			M1				M2			M3			M4			M5			HY			M1			M2			M3			M4																				
ET2		M1			M2			M3			M4			M5			HY			M1			M2			M3			M4			M5			Y1																				
ET3		M2			M3			M4			M5			Y1			M1			M2			M3			M4			M5			HY			M1																				
ET4			M3			M4			M5			Y1			M1			M2			M3			M4			M5			Y1			M1			M2																			
ET5	M4			M5			HY			M1			M2			M3			M4			M5			Y1			M1			M2			M3			M4																		
ET6		M5			HY			M1			M2			M3			M4			M5			Y1			M1			M2			M3			M4																				
ET7			HY			M1			M2			M3			M4			M5			Y1			M1			M2			M3			M4																						
ET8			M1			M2			M3			M4			M5			HY			M1			M2			M3			M4			M5			Y1																			
ET9	M2			M3			M4			M5			Y1			Y1			M1			M2			M3			M4			M5			HY			M1																		
ET10		M3			M4			M5			Y1			M1			M2			M3			M4			M5			Y1			M1			M2																				
ET11			M4			M5			HY			M1			M2			M3			M4			M5			Y1			M1			M2																						
ET12			M5			Y1			M1			M2			M3			M4			M5			HY			M1			M2			M3			M4																			
ET13	HY			M1			M2			M3			M4			M5			Y1			M1			M2			M3			M4			M5			HY																		
ET14		M1			M2			M3			M4			M5			Y1			Y1			M1			M2			M3			M4			M5			HY																	
ET15			M2			M3			M4			M5			Y1			M1			M2			M3			M4			M5			Y1			HY																			
ET16			M3			M4			M5			HY			M1			M2			M3			M4			M5			Y1			M1																						
ET17	M4			M5			Y1			M1			M2			M3			M4			M5			HY			M1			M2			M3																					
BCT31			M2			M3			M4			M5			HY			M1			M2			M3			M4			M5			Y1																						
BCT32			M3			M4			M5			Y1			M1			M2			M3			M4			M5			Y1			M1			M2																			
BCT33	M4			M5			HY			M1			M2			M3			M4			M5			Y1			M1			M2			M3																					
BCT34		M5			HY			M1			M2			M3			M4			M5			Y1			M1			M2			M3			M4																				
BCT35			HY			M1			M2			M3			M4			M5			Y1			M1			M2			M3			M4																						
BCT36			M1			M2			M3			M4			M5			HY			M1			M2			M3			M4			M5			Y1																			
BCT37	M2			M3			M4			M5			Y1			M1			M2			M3			M4			M5			Y1			M1			M2																		
BCT38		M3			M4			M5			Y1			M1			M2			M3			M4			M5			Y1			M1			M2																				
BCT39			M4			M5			HY			M1			M2			M3			M4			M5			Y1			M1			M2																						
BCT40			M5			HY			M1			M2			M3			M4			M5			Y1			M1			M2			M3																						
M=4 hours	6	6	5	7	6	4	7	5	4	6	3	3	6	7	4	7	4	5	6	4	7	7	4	7	5	6	6	4	3	5	6	4	7	5	4	6	5	7	7	4	5	2	4	5	6	4	7	7	4	5	4	3			
HY= 24 hours	1		2		2		1	2		1	1			1			2		2			1		2		1		1		1		1		1		1		1		2		2		2		2		1		1		1			
Y1= 40 hours					1			1		1				2		2		2		1			1			1		1		1		1		1		1		2		2		2		2		2		2		2		2			
Hours per week	48	24	68	28	64	64	28	84	104	24	36	36	24	28	96	28	120	100	24	104	28	28	80	28	68	64	24	56	52	20	48	96	28	84	120	24	100	28	28	64	20	56	56	68	24	120	28	28	80	20	16	92			
Hours per Month	168				240				224				272				256				204				216				256				272				224				240				236										
Hours per Year	2808																																																						

圖 3-6 蘆竹機廠輕維修計畫模式（二、三級維修）

3.5.5 電聯車大修

一般來說，電聯車的大修意味者電聯車整體性的翻修，翻修是一種預防性維修的過程，當零件、設備或系統不使用時，從主要設備上拆解下來，執行維修。這包含了系統性的拆解、更換或回復退化或磨損的零件，接著重組和全面測試，使零件、設備或系統回復其特定容許誤差和功能標準。翻修並非將零件、設備或系統回復至新的狀況，而是增加零件、設備或系統到另一番修週期的機率。（林人生、陳勇全，民 93 年）

就桃園捷運系統特性而言電聯車大修之規劃，根據深入訪談台鐵局機務處資深管理人員歸納其考量要點如下：

- ◆ 於設計之初即考量盡可能平衡普通車與直達車之列車日平均行駛里程，讓直達車與普通車能夠維持相同之維修間隔。如此一來，將可避免普通車與直達車於某一時點需同時進行大修活動，若無法將普通車與直達車日行駛里程有效平均，則一股頂升軌(大修軌)將無法滿足車隊大修需求。
- ◆ 就成本效益觀點，以桃園機場捷運系統為例，同一時間一組大修人力維修一列車，將比同一時間兩組大修人力，利用兩股頂升軌維修兩列車更為經濟。參考以下大修佔用計算，於 57 列車組之情況下，每列車於每六年大修期將至少擁有 26.3 天大修暫修期，包含四級與五級維修，若同時維修兩列車將導致某些時段無車可修，且造成人力的浪費。
- ◆ 假設直達車與普通車之日平均行駛里程數相當接近，車隊之大修計畫利用不同之車組運用，將每列車之行駛里程或行駛日數分開。例如，假設五級維修之頂升軌佔用時間為 18 天，則可將下一需大修之列車，利用車組不同之運用，安排約 18 天後到達需大修之標準。藉由行駛里程數的差異，自然將各列車之大修期分開。

依照上述方式，當第一次大修完成後，後續之第二次、第三次等大修自然分開。

(二)基本分析

參考台北捷運公司經驗，四級維修大約需 7 日之維修暫修時間，五級維修大約需 18 日之維修暫修時間。台北捷運電聯車型為 6 節車廂，2 組 EMU 所組成，總長度 141 公尺。

桃園機場捷運電聯車，普通車為 4 節車廂、直達車初期為 5 節車廂，1 組 EMU 組成，總長度普通車約為 80 公尺、直達車約為 100 公尺。一般來說，大修工作型態為每日 8 小時，每週上班 5 天（台鐵及捷運經驗）。

以桃園機場捷運電聯車為例，於 57 列車組情況下，每六年每列車可利用之大修日數為：

$$(365-115^1)*6/57= 26.3$$

理論上來說，於 57 列車組的狀況下，每列車於六年期間，將可有 26.3 日的大修時間，亦即一股頂升軌之佔用時間，包含四級與五級維修。

桃園機場捷運電聯車各級維修之暫修時間，係參考台北捷運電聯車維修作業現況，由於桃園機場捷運電聯車之車長、模組化程度不同於台北捷運電聯車，未來實際維修暫修時間應不同於台北捷運電聯車之大修作業時間。然而，桃園機場捷運電聯車屬於較新式的設計及較短之車身，因此，其大修維修複雜度推測較台北捷運電聯車為低，故其各項維修暫修時間，以台北捷運電聯車之各項維修作業作為其估算依據。

計畫性之四級維修

四級維修將依照大約三年的時間間隔或 600,000 公里的行駛里程間隔執行。直達車與普通車之四級維修，將全部於青埔機廠執行，維修期間將使用到檢修軌、頂升軌及測試軌等設施。列車之四級維修大約需要 7 天時間完成，包含所有的維修活動及功能測試項目。

計畫性之五級維修

五級維修將依照大約六年的時間間隔或 1,200,000 公里的行駛里程間隔執行主要元件大修。所有大修活動將於青埔機廠施行，每列車

¹ 假設 115 日為平均每年法定休假日數，考量週休二日及國定假日。

所需之頂升軌佔用時間大約 18 天及 5 天左右的檢修軌/測試軌佔用時間。

(三)大修排程

電聯車的大修作業主要集中在頂升軌，一般亦稱為大修軌；頂升軌提供整列車同步頂升的能力，一般於電聯車大修作業時，主要零部件、零組件、設備等會從轉向架中拆解下來檢視、維修或更新。電聯車大修排程的結果，直接影響每日收發車是否能夠維持正常水準，桃園機場捷運電聯車大修排程主要考量因素如下：

- (1) 電聯車之大修時程，以時間先到或行駛里程先到？
- (2) 普通車與直達車之大修週期是否相同？若大修時程以時間先到，則普通車與直達車之大修週期相同；若大修時程以行駛里程先到，亦即普通車與直達車之平均日行駛里程存在相當之差異，則可視為普通車與直達車之大修週期不同。
- (3) 維修人力需求，大修作業通常為正常班，週休二日。
- (4) 儘可能提供頂升軌利用率，避免設備閒置。

本研究桃園捷運電聯車大修排程之模式架構，假設直達車與普通車之維修週期相同、維修暫修時間均為四級維修 7 天（含功能測試），五級維修 18 天（含維修後之動靜態測試）、維修工廠內提供之維修量能，一年不超過 250 天為原則。

以桃園機場捷運電聯車大修排程為例：

◆ 直達車

系統最大設計營運車組數為 17 列，預計分三階段購置以滿足各階段之營運需求，第一階段 5 列，預計民國 100-101，第二階段增購 6 列，預計民國 101 年至 129 年，第三階段額外增購 6 列，民國 129 年以後。各階段之平均行駛里程，請參照 3.5.1 電聯車每日營運里程數推算，由於第一階段 5 列車採無尖離峰方式運轉，因此其大修週期將以里程先到為基準，故直達車約 2 年左右即需執行第一次四級維修，爾後，由於列車的增購及營運班距的變化（採尖離峰方式營運），因此，其大修週期將為以時間先到為基準之大修。

◆ 普通車

系統最大設計營運車組組為 28 列車，預計分兩階段購置以滿足各階段營運需求，第一階段 17 列，預計民國 100-129 年；第二階段增購 11 列，預計民國 129 年以後。各階段之平均行駛里程，請參照 3.5.1 電聯車每日營運里程數推算，普通車各階段皆採尖離峰方式運轉，其大修週期將以時間先到為基準。

本大修排程模式以微軟 Excel 軟體呈現，規劃營運 40 年之大修週期，由於直達車第二年即需執行四級維修，將因此與普通車之維修週期自然分開，請參照附錄四 桃園機場捷運電聯車大修排程，每列車之維修時程依序填入 Excel 試算表中，利用 Excel 軟體 Countif 函數計算出每週所需之各等級維修次數再利用 Sumation 函數加總所有維修次數所需維修時間總和。

符號說明：

CT1 (Commuter Train) :1 號普通車、CT2：2 號普通車....以此類推。

ET1 (Express Train) :1 號直達車、ET2：2 號直達車.....以此類推。

BCT1 (Blue line Commuter Train) :1 號桃園藍線普通車、BCT2：2 號桃園藍線普通車.....以此類推。

Y3 (Every 3 Years Inspection) : 三年檢

Y6 (Every 6 Years Inspection) : 六年檢

第四章 桃園機場捷運電聯車維修設施設備需求估計

4.1 桃園機場捷運電聯車各級維修之作業及所需設施設備

機廠主維修設備之服務對象係電聯車及其系統，故首先依據電聯車設計瞭解其構造以確立維修模式及區域；四車組普通車或四、五（含行李處理車廂車）組之直達列車，可直接駛入機廠做檢修或於機廠拆解。

列車調度或進行維修之區域一般歸類為“作業區”，“作業區”設施設計必須確保作業區與步行及道路車輛之動線盡可能區隔。尤應特別注意未受過適當訓練且不瞭解機廠潛在危險之外賓來訪的情況，如外賓於未區隔區附近活動時，均須由受過完整訓練之人員全程陪同，如此將造成維修單位人力資源浪費。由於正常列車行進無法快速停止的先天特性，故列車維修及儲放設施之潛在危險並無法完全消除，如工作人員誤觸活線之第三軌、以及工場內進行的各種工程作業等均有相當的潛在危險。

維修及儲車設施之主要功能為確保列車發車之準點率、安全性、及可靠度。

4.1.1 駐車區配置

列車營運發班最為關鍵重要，列車如無法發班則系統營運服務將立即中斷。列車發班乃是最頻繁的作業項目，如依據每日兩個尖峰時段之營運服務估算，則每一列車每日至少發班一次，部份列車則可能兩次，實際數字則取決於尖離峰營運列車比例。列車收班則較容易控制且對營運之影響較小，如發生問題時仍可留在正線上繼續營運。

其他作業則包括每日每列車一次清理，以及每週或雙週之每列車例行保養。

為確保發車效率，則每列車自駐車線至發車點之行車時間必須少於發車班距，如此一行車時間超過發車班距，則發車設施之發車可靠度將不足。機廠股道配置應確保單點故障不會妨礙正常列車發班。

一進路單股道停駐一列車或多列車之配置方式或停駐多列車之單股道兩端進路，此為機廠設計駐車區時之一般考量，取決於機廠面積及營運實際

需求。惟參考許多捷運系統之實際營運數據，一進路單股道停住多列車之配置方式，相當可靠度且可大幅節省成本及土地使用，然而此種配置方式於機廠調車時，需較長時間，例如台北捷運新店機廠或南港昆陽機廠等。停駐多列車之單股道兩端進路，擁有較多機廠調車彈性及當某一駐車股道進路失效時，仍可利用另一方向施行調車，然而，此種駐車軌道配置需要利用較大面積之土地，典型的例子為台北捷運北投機廠。相較於桃園機場捷運兩座機廠，青埔機廠及蘆竹機廠皆只有不到北投機廠一半之腹地面積，若要採用兩端進路駐車方式，可能較為困難。因此建議採用單一股道進路之駐車軌配置方式。

此種配置之接受與否，有待進一步執行故障列車對系統營運服務之風險評估。尖峰時段前之離峰時段約有半數列車發車上線服務，另一半數量之列車則陸續於二小時內發車而達到尖峰營運服務。單一進路單股道二列車駐車線之前半段列車將先行發班提供離峰營運，如其中一列前段發班列車故障，可立即由另一前段列車已發班之後段列車補班，並利用後續約二小時的時間，將該故障之前段列車拖離以使該股道後段之一列車得以及時發車。尖峰轉離峰後，則開始陸續將半數列車駛回駐車線，此半數列車應各自停駐於每一駐車線後段(避免同一駐車線同時停駐二列車)，並等待下一波尖峰時段之相同發車循環。

駐車區組合配置一般通則為，採每四股一組，二側邊配置踏階，讓駕駛或維修人員上下車或連續平台，讓列車外部清潔人員清潔列車。

4.1.2 檢修軌區配置

檢修線之情況則不相同，單一進路單股道檢修線僅能服務一列車，兩端進路單股道檢修線則可視需要採二列車檢修線配置，此為一般法則。其原因為任一股單一進路檢修線之前段維修中列車將使得後段檢修完成之另一列車動彈不得。雖然維修作業之頻率不高，惟整體檢修線配置仍需考量調車效率及降低維修作業時間。

投資(初期)成本

車輛維修設施之主要初期成本為維修廠房建置，包含各類工場、辦公室、倉庫及維修股道。一股配備混凝土基座軌道及低地版之列車維修線之造價

至少為室外單股駐車線之十至十五倍。主要價差來自於維修線所需之額外設備作業空間、土木結構基礎、及公用設施需求(包括照明、空調、交流供電及工業配電)、高架步道及廠房大樓結構等。因此廠房大樓之量體大小影響成本最為顯著，廠房大樓量體減小亦能有效降低作業成本。

大部分的廠房大樓空間為維修股道配置空間，股道數量減少可大幅降低初期成本。維修股道配置數量，必須依據預估的維修能量外加合理的餘裕之最低需求，數量配置不宜考慮迅速累積擴大之極少發生的特殊狀況，有限人力資源僅能負荷有限的維修作業，過多的股道配置亦需充裕人力配合，惟人力資源配置需合理反應列車數量，不可能漫無限制。非計劃性的維修仍可依機率統計加以合理預估，且大部份的情況均未超出正常工作量加上標準差異量之範圍。無論如何，大幅的工作量變動問題均可透過許多有效管理方法加以減輕。

為盡可能減少維修軌之配置數量，故必須依據列車數量、維修頻率、維修作業時間、人員工作時數、及因應突發狀況之合理餘裕等條件整體預估股道使用率方能奏效。

如檢核廠房結構成本及潛在空間浪費，則軌道中心線之間距亦是另一重要成本考量因素，車輛維修區週遭空間及寬度須實際反應維修作業需求，股道兩旁須預留拆卸最小更換單元(LRU)或模組所需之人員、機具設備作業空間。廠房內同一維修區之相鄰股道空間可共同使用，但列車與牆面或柱子之間距則需保持適當作業空間。

檢修軌組合配置一般通則為，採每三股一組及輕型剛構。

4.1.3 大修區軌道配置

大修線之間距通常較輕度維修軌大，以配合大修時大型組件之拆解搬運。

大修股道之組合配置一般通則為，採每二股一組配置於二柱線之間

設施之設計必須考量營運成本，整個設施使用壽期期間，營運成本將持續發生，最終累積之金額將可能超出初期成本數倍之多。廠房大樓之量體應經由設計作業盡可能縮小，以有效降低廠房大樓之營運成本，尤其是對配備空調環境之作業場所之影響特別顯著。

廠房大樓設計必須考量最大預估的員工數量，員工數量預估須考量合理的平均工作量，避免不當寬估而造成大量員工長期無適量工作可做。

為防止尖離峰工作量產生不當的懸殊差距，初始營運階段即需規劃並執行各列車之行車里程數控管，一部分列車採頻繁營運使用，另一部分列車則盡可能少使用，此一刻意安排，將使得高使用率列車之第一次大修時間提早發生，反之，低使用率列車則延後發生，此一預期結果將可大幅降低第一階段大修作業之最大工作量需求，屆時第一階段大修作業之實際工作量得以因此合理平衡。

藉由此一技術之應用，則列車一旦發生局部性故障時，工作量尖峰(列車數量不敷使用)發生機率將可大幅降低。列車局部性故障與運轉時間及行車里程數息息相關，高行車里程數之列車率先發生局部性故障之機率較高，由於初期發生局部性故障之數量已有效控制，故同時大量發生局部性故障之機率將會較小。

為適當平衡列車大修工作量，部分列車必需長時間暫停營運服務(進行大修作業)，此期間將由備用列車補足營運需求。依車隊規模訂定最大容許的大修作業時間，再據以規劃大修時距及全年大修天數，將可更有效的管理大修工作量。隨著車隊規模增大，員工數量將依比例遞增，大修作業時間則依比例遞減。

一般而言，人員及材料搬運動線應盡量減少，以讓出較多空間供較頻繁發生之作業項目使用。維修過程中須儘量減少同時間吊(運)裝或拆卸列車設備，更換單元之現場儲放應考量方便存取。車輛維修區各場所須設定優先作業等級，非屬核心維修作業項目可考量與其他場所區隔或採外包作業，惟仍需符合整體維修策略之架構。

4.2 桃園機場捷運電聯車維修設施/設備規模估計

4.2.1 設備資源數目預估

若設備的購入數量沒有詳細資料可供參考時，就需要有維修相當經驗的人，能夠預估設備、設施的需求量；但若能從其他地方取得相關設施、設備使用情況的歷史資料(如表 2-7 台北捷運電聯車維修暫修時間)，則亦能推估設備需求量。

設備數量的多寡決定因素，包括即將到期之工作項目、頻率及加工時間等，故某一設備的總使用時間可整理成以下公式：

設備使用總時間= 即將到期需維修之設備數量 * Σ (維修工作項目工作時間*工作項目來到頻率)

以桃園機場捷運電聯車地下車床軌道估算為例，未來最大車隊數為 57 列，未來在此設備執行的工作為車輪車削，設備使用時間為一列車約 8 小時。假設每 3 個月需執行車輪車削一次，因此每 3 個月 57 列車車輪車削總時數為 $8 * 57 = 456$ 小時，推得每日平均車輪車削時數為 $456 / 90 \approx 5.1$ 小時。理論上一股地下車輪車床應能滿足 57 列車之車削需求。然而，以上的分析計算，假設的條件相對於實際情形可能還不是很足夠，如所有列車分為兩個機廠停駐，基本上地下車輪車床應設置於青埔主機廠，若蘆竹機廠之直達車需要車輪車削時，則需要跨機廠間的調度，或者有些車輛同時到達需車輪車削之標準時，一股地下車輪車床將不敷使用。但由這個概念和類似的資料建立和推算，都將可以更精確地預估設備需求的數量，而此數據未來可提供其他路線維修機廠之分析參考。

4.2.2 駐車軌、檢修軌及大修軌道數量估計：

藉由分析桃園機場營運普通車與直達車每日平均行駛里程、參考台北捷運電聯車各級維修保養之維修人力及工時，進而瞭解桃園機場捷運電聯車檢修軌道數需求量。

藉由與台北捷運電聯車資深維修人員及台鐵局機務處資深管理人員深度訪談，瞭解規劃電聯車大修計畫之考量因素，並分析桃園機場捷運電聯車駐車軌、檢修軌及頂升軌數量需求。

(一) 駐車場及洗車場

駐車區以最佳化列車營運收發班模式為基礎進行數量估算及配置，並考量每一營運列車收發班之臨停及儲車調車效率，基於投資效益考量故應盡可能分階段逐步建置至最終車隊規模所需之駐車容量。以桃園機場捷運系統為例，青埔機廠位於 A17 站，為五級維修廠；蘆竹機廠位於 A11 站，為三級維修廠。由於直達車僅服務 A1 站至 A14 站，因此，將所有直達車停放於蘆竹機廠為比較適當的作法，所以蘆竹機廠應至少設計容納最終車隊數 17 列之 5 節車廂直達車之駐車空間。所有普通車則停放於青埔機廠，因此青埔機廠應至少設計容納桃園機場捷運最終車隊數 28 列之 4 節車廂普通車之駐車空間。未來額外增加之 12 列桃園捷運藍線列車，大部分可規劃駐車於蘆竹機廠。

參考台北捷運駐車做法，正線上不停放列車過夜，且列車需每日執行一級檢修，因此，桃園機場捷運電聯車之駐車軌，應滿足所有列車之駐車空間，亦即青埔及蘆竹機廠總共應至少提供 57 列車之駐車空間。

每一機廠應提供一座自動洗車機及駐車區須配置一座人工洗車平台，正常情況下，列車於營運結束後回送機廠時進洗車機洗車，人工洗車則為進入駐車線再行洗車。

車內細部清洗通常使用動力刷洗設備其頻率約為每 30 天一次，因此約每 30 列車，應配置一處清洗月台。

(二) 檢修線

已知青埔機廠未來最大車隊數為 30 列，更高等級維修作業施行時，將同時施做其較低等級之維修作業，例如當執行半年檢維修時，則包含當次需施作之電聯車月檢。

- ◆ 一年內一列車維修總時數：

$$10 * 4 (\text{月檢暫修時數}) + 1 * 24 (\text{半年檢暫修時數}) + 1 * 40 (\text{年檢暫修時數}) = 104 \text{ 小時}$$

一年內青埔機廠所有電聯車維修總時數：

$$104 * 30 = 3120 \text{ 小時}$$

青埔機廠

依據 3.5.3 桃園捷運電聯車二、三級年度維修計畫模式推估，青埔機廠設計最大列車數量為 30 列車執行二、三級維修，每年總維修時數為 3120 小時。

平均每日維修量：

$3120 / 365 \approx 8.5$ 小時，以每日機廠提供 16 小時二、三級維修而言，至少需一股檢修軌。

依據圖 3-3 青埔機廠電聯車二、三級年度維修計畫排程，單週最大維修量為：176 小時，以每日機廠提供 16 小時二、三級維修估計： $176 / 7 / 16 = 1.57$ 股

推算青埔機廠應至少需提供 2 股檢修軌。

若以檢修軌最大需求來看，最長檢修時數為電聯車之年檢，需 40 小時，分 5 天完成，每列車於每日之維修窗施行維修。以圖 3-3 來看，青埔機廠每週約 8 列車需施行二、三級檢修，假設連續 5 天或 5 天以上，皆同時遇到不同電聯車之年檢，以每列車年檢需要分成 5 天完成維修的情況下，最壞的狀況為 5 列車同時停放於機廠檢修軌待修。



蘆竹機廠

已知蘆竹機廠未來最大車隊數為 27 列，更高等級維修作業施行時，將同時施做其較低等級之維修作業，例如當執行半年檢維修時，則包含當次需施作之電聯車月檢。

- ◆ 一年內一列車維修總時數：

$$10 * 4 (\text{月檢暫修時數}) + 1 * 24 (\text{半年檢暫修時數}) + 1 * 40 (\text{年檢暫修時數}) = 104 \text{ 小時}$$

一年內青埔機廠所有電聯車維修總時數：

$$104 * 27 = 2808 \text{ 小時}$$

依據圖 3-4 蘆竹機廠電聯車二、三級年度維修計畫排程，蘆竹機廠設計最大列車數量為 27 列車執行二、三級維修，每年總維修時數為 2808 小時。

2808 / 365 \approx 7.7 小時，以每日機廠提供 16 小時二、三級維修而言，至少需一股檢修軌。

依據圖 3-3 青埔機廠電聯車二、三級年度維修計畫排程，單週最大維修量為：120 小時，以每日機廠提供 16 小時二、三級維修估計： $120 / 7 / 16 = 1.07$ 股

推算蘆竹機廠應至少需提供 2 股檢修軌。

若以檢修軌最大需求來看，最長檢修時數為電聯車之年檢，需 40 小時，分 5 天完成，每列車於每日之維修窗施行維修。以圖 3-4 來看，蘆竹機廠每週約 8 列車需施行二、三級檢修，假設連續 5 天或 5 天以上，皆同時遇到不同電聯車之年檢，以每列車年檢需要分成 5 天完成維修的情況下，最壞的狀況為 5 列車同時停放於機廠檢修軌待修。

一般來說，規劃檢修軌數量時，於預防性檢修之軌道需求外，應額外增列一股非預期性檢修需求。若以最差狀況設計，則青埔機廠及蘆竹機廠檢修軌數量為：

檢修軌數量 = 預防檢修需求量 + 非預期性檢修股數

預防檢修需求量 5 股 + 非預期性檢修股 1 股 = 6 股（青埔機廠及蘆竹機廠檢修軌需求量）

(三) 大修線

已知本系統最終車隊數為 57 列車，以每列車每六年執行一次 5 級維修需要 18 天，每三年執行一次 4 級維修需要 7 天作為估算基礎一年內所需維修之總日數：

$$(57 * 18 + 57 * 7) / 6 = 237.5 \text{ 天}$$

依照目前業界大修方式，電聯車大修每週僅施行 5 天，週休二日，因此依照每年人事行政局公告之上班日數 250 天~255 天作為估算標作。本研究採 255 天作為估算標準。

依照附錄 4 桃園機場捷運電聯車大修排程，估算各年期之大修佔用分析如下圖：

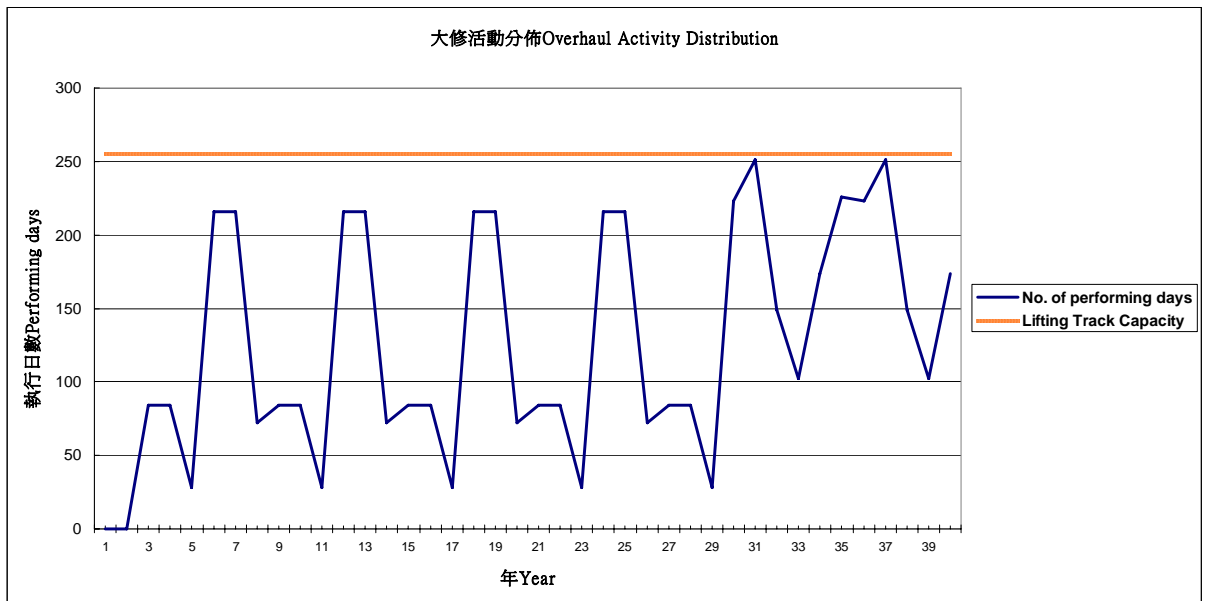


圖 4-1 各年期大修佔用分析

資料來源：本研究整理分析

桃園機場捷運系統最大車隊規模達 57 列車，如依據三年及六年列車大修週期及平均最長 18 天大修作業時間估算，參照附錄 4 桃園機場捷運電聯車大修排程，需配置一股定期維修大修線。

車隊遞增至一定規模時，資源分配及大修作業時間將瀕臨限制瓶頸，屆時一大修線之能量將達飽和狀態，勢必無法再提供不定期頂升，為因應此一狀況故應配置另一股頂升線，作為不定期頂升及大修作業之需，此一股道必須配備五車編組(聯結)列車同步頂升之功能。

(四) 測試軌

測試軌設置於 5 級維修廠，一般來說當電聯車執行完大修作業時，需執行電聯車之動、靜態測試，其動態測試於測試軌執行。

測試軌之需求配備功能應比照正線營運等級，相關設施設備下列：

- (1) 2 個假車站(測試列車停靠功能但無月台門)
- (2) 道旁號誌
- (3) 第三軌

第五章 桃園機場捷運電聯車維修設施設備之配置

系統性設施配置規劃程序 (Systematic Layout Planning) (Muther, 1973)發展目的在於解決大型設施配置問題;諸如生產系統、運輸系統、存貨系統、支援性服務與其他間接活動之問題。首先以產品、數量、途程、排程策略與維修時間等，瞭解維修工廠物流概況，進一步加入空間考量因素而建構出空間關係圖。再加上設施設備佈置之限制因素後得到各種配置方案。

電聯車維修流程圖如下所示：

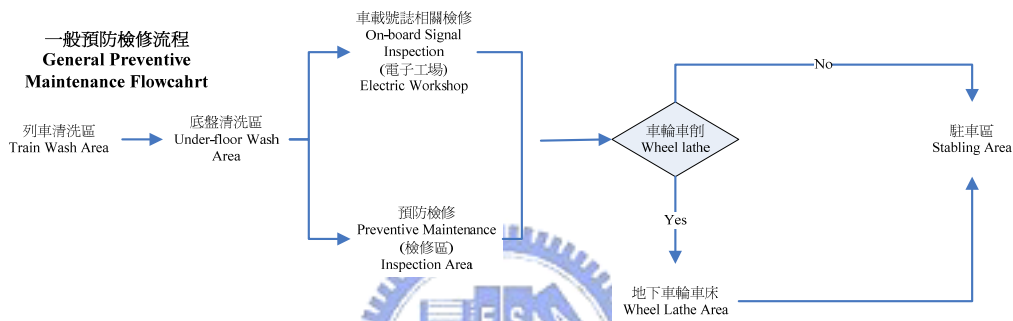


圖 5-1 一般電聯車預防檢修流程圖

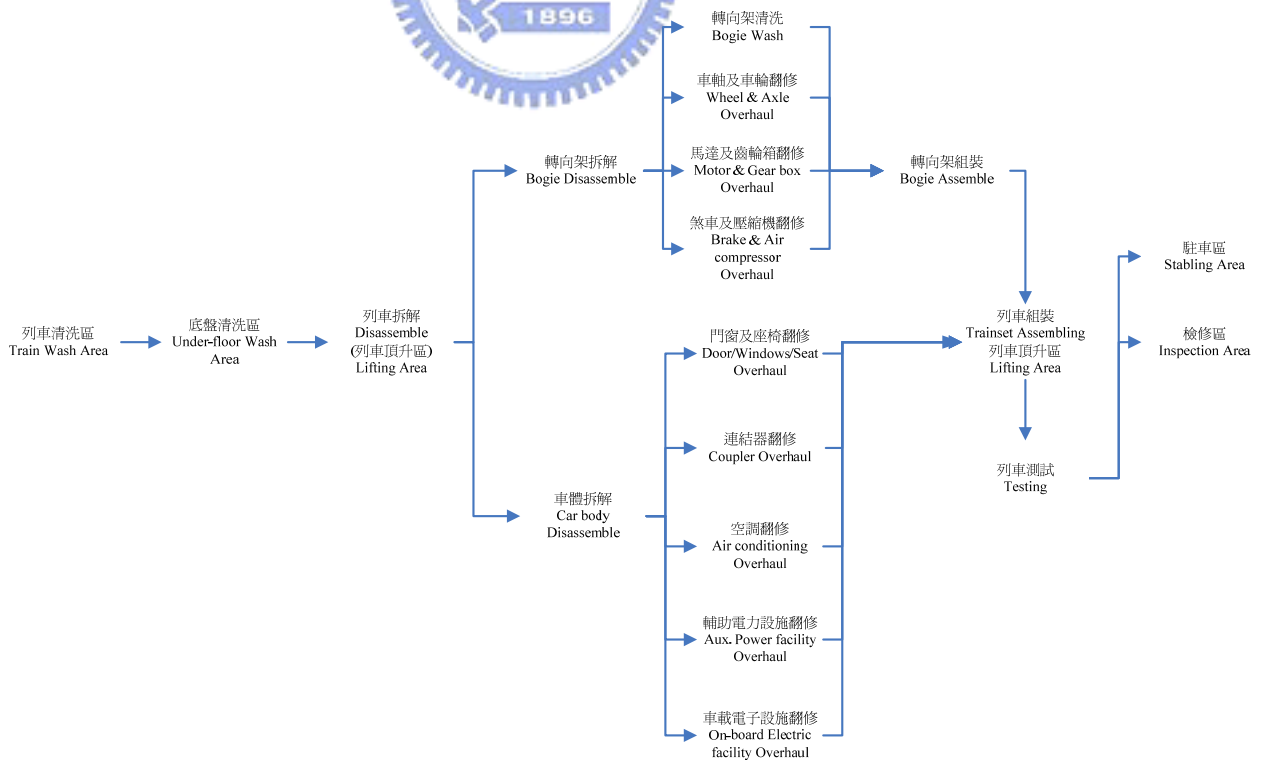


圖 5-2 一般電聯車大修流程圖

5.1 桃園機場捷運電聯車各級維修作業之區位配置

青埔及蘆竹機廠概念配置係用以展現兩機廠之功能配置完整性，並據以建立系統設施數量需求，每一設施容量須考量空間需求及廠房大樓建造成本，每一機廠設施配置應考量長期列車營運的最佳化需求及系統建造期間之用地取得時程。

主維修工場將設置於青埔機廠內，並於車輛組件運抵交付工地前建造完成，以提供列車組裝場所。

青埔機廠之主維修工場之整體配置需足以處理 4/5 車編組之列車所需之維修能量。

有關機器設備之估計，由於各子工場作業任務需在設施配置規劃前決定；意味著其所需之機器設備或作業方式需要先決定，故機器設備之空間以各機廠機器所佔空間為考量，並且考量作業員的工作範圍。參考(Meyers,1993)之建議，作業員之工作範圍所佔空間應為機台空間的百分之五十；所以人-機空間估計為：

$$\text{人-機空間} = \text{機台空間} \times (1+50\%)$$

設施配置之限制因素

在設施配置時，需與作業流程所產生之限制同時考慮才能符合實際情況（如轉向架拆卸過程中，拆卸零件之先後順序），於電聯車維修廠訪談後發現，在維修廠現行所使用之設施與設備，主要限制因素如下：

- (一) 天車設定之寬度與運動方向，以台北捷運為例，天車可利用寬度為 21.6 公尺，方向為單一方向，需經過多個子工場。天車無法到達的地方，則無法利用天車載運重物。
- (二) 各子工場之物料進出口位置。
- (三) 直達車列車長度固定為 100 公尺，所以各檢修軌長度至少需超過 100 公尺，大修區亦然。
- (四) 轉向架翻修區旁邊，需提供物料暫存區，供列車於舉升軌區拆卸後，臨時性物料存放。

(五) 由於預防檢修為經常性作業，所以應靠進出入口。

(六) 軌道區域之空間需配合軌道設置。

5.2 桃園機場捷運電聯車維修設施/設備之配置

青埔機廠

青埔機廠面積約為 19 公頃，建置須保證能配合車輛交貨組裝及試運轉作業，並提供車輛組裝所需之工場設施，並且規劃為電聯車五級維修廠，故應配備頂升設備以處理電聯車大修及非預期性之列車維修，青埔機廠應配置各類維修工場以支援車輪鏟修、底盤清洗、頂升系統及底盤下清潔洗車、車體組裝等功能。

由於機廠與高架車站之高差，故需設置斜坡(Ramp)引接進場曲線軌道，因應地形限制，駐車區配置於進場軌道區之反向位置，以提供駐車線、進場軌道區、洗車線三者間調車動線之最佳配置。

大修線：應提供五車列車編組拆解後大修作業所需之空間，每車間距兩公尺以供連結器拆卸，前後端各預留五公尺作為迴旋空間。

檢修線：地版面低於鋼軌面 1.1 公尺並於兩端點設置 10%、11 公尺(長度)坡道，坡道於兩端最後一組轉向架位置開始上昇，前後端地面層各預留五公尺迴旋空間。

駐車線：提供單一進路之駐車線，其末端設置 15 公尺側線止衝擋，車鼻頭與止衝擋間，保持 4 公尺距離以作為停車安全餘裕，股道長度須容納完整列車編組，並於進出端點保持 10 公尺號誌燈號目視距離。供停駐二列車之駐車線，二列車之間應另加 5 公尺安全間距。

地下車輪車床：車床前方及後方之股道，其長度各須容納 5 車列車編組，且不會觸發進路點之警衝狀態。

維修工場之配置組合必須考量設備元件、頂升軌、轉向架工場、車體安裝設備間之最短動線。

轉向架框架及牽引馬達則利用全範圍(整個工場)移動之天井吊車搬運，車輪組則使用車輪組轉盤搬運，如有必要，轉向架亦可從工場個別送往地下

車輪車床進行車輪鑲削(Wheel Truing)。

維修工場之最大能量預估，大小依據每 18 天處理一列車，每 2 天處理一組轉向架為基礎，工場上方之夾層，則配置辦公室及更衣室等頭頂淨高需求較寬鬆之場所。工場／維修廠房內設置主倉庫，提供物品收發（各工場、列車、機電系統設備）之較佳工作流程。

頂升軌須容納五車編組之直達車，檢修軌亦須能容納五車編組，以配合大修後之檢修作業。

駐車線終點(Dead end)應設置止衝擋以區隔及保護後方道路車輛。

蘆竹機廠

蘆竹機廠大小約 23 公頃，由於位於桃園國際機場及台北車站間，蘆竹機廠定位為所有直達列車及部分普通車之車輛基地一般列車的維修工場。蘆竹機廠規劃不設置大修工場，屬典型的次機廠，廠內設置儲存部分機電系統設備之倉庫。

檢修線須可容納加掛行李車之五車編組直達車。駐車軌數量依車隊規模按比率配置，其股道長度應能容納 4 或 5 車編組之列車，採分階段建置方式以降低初期成本。

由於機廠與高架車站之高差，故需設置斜坡(Ramp)引接進場軌道，駐車區配置於進場軌道區之反向位置，提供駐車線、進場軌道區、洗車線三者間調車動線之較佳配置。

廠內保留配合未來桃園藍線所需之維修工場用地，除此之外，也保留底盤清洗工場、地下車輪車床、機車頭修理庫、加油站等之用地。

5.3 桃園機場捷運電聯車維修設施設備之空間配置

維修工場相關設施設備關聯圖

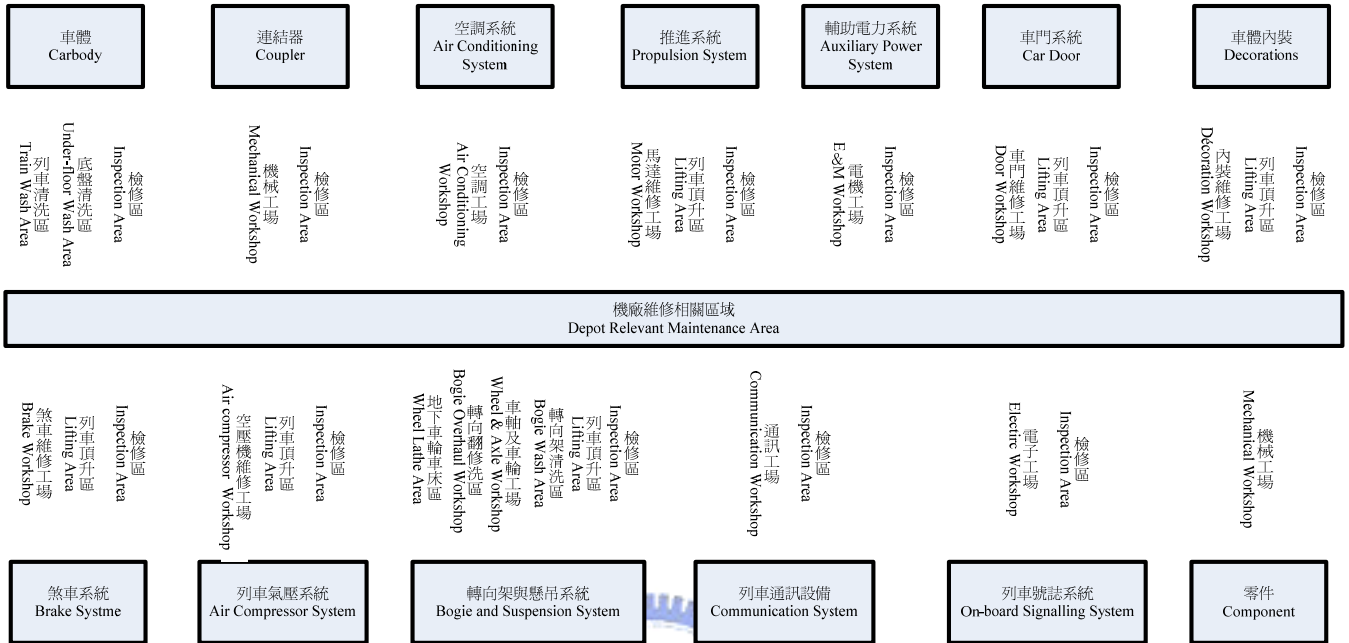


圖 5-3 維修工場相關設施設備關連圖

資料來源：本研究整理

檢修區

檢修區為執行車輛計畫型維護工作之主要工作區，也是短期簡易故障排除之維修區，具有 6 股檢修軌。

檢修區設置檢修坑低於軌道約 1.1 公尺及軌道，端點設置止衝檔，每股軌道中間設置檢修坑，供維修人員站立以便檢修及拆解車底設備，溝內設置空氣配管及接頭(每車四組,每組 1 個)、防撞擊燈具、防爆開關及插座。廢油經由溝內之收集漏斗接至廢油桶，再倒入廢油槽後集中處理。

檢修區兩端設置斜坡道、階梯及上下車平台，供小型堆高機及維修人員進出車底或車內，軌道兩端設固定式鋼架上、下車平台。

檢修區裝設架空滑動式供電系統，經由電纜供應 750 伏特直流電，提供電聯車推進系統及輔助電力系統測試及維修用電；軌道兩端並配有控制開關以及緊急切斷開關、供電警示燈，以確保工作安全。

檢修區之軌道必須能足以容納一列 5 節車廂長度在同一軌道維修所需之間隔。

大修區

大修區軌道具有 2 股，鋪設與地面同高，軌道端設置止衝檔，每一股設置固定式電聯車輛升降設備，頂升機構置於地下機坑，機坑頂部則設置機械通風設備，二軌之間設置壓縮空氣管路及快速接頭，快速接頭每車設置 4 組，每組 2 個，本區設置吊車與維修平台(移動式)，滑動式供電系統。

頂升設備可同步升降一列電聯車，以進行車底零組件之檢修及更換工作。頂升高度可隨人員與維修機具之工作高度調整，頂升後可以車體固定架支撐。利用迴轉盤將拆下之轉向架總成，經由迴轉盤、軌道推移至緊鄰之轉向架維修區，進行轉向架維修工作。

本區之迴轉盤主要作為大修區拆卸後需再拆解、車修或完成大修之轉向架推移用。

主要設備包括：

- ◆ 車輛牽引車
- ◆ 天井起重機
- ◆ 作業人員工作平台
- ◆ 固定式車輛升降設備
- ◆ 移動式車輛升降設備
- ◆ 轉向架轉盤(電動)
- ◆ 聯結器拆卸裝置



轉向架維修區：

本區面積約 36*45M，需緊鄰頂升區，設置轉向架迴轉盤、轉向架頂升設備及吊車、吊車維修平台，每組轉向架頂升設備旁設置壓縮空氣管路及快速接頭(1 組 2 個)。

另設置轉向架清洗區，配置給水、壓縮空氣管路、快速接頭、設置通風設備及污水收集系統等，收集之污水經污泥收集及除油處理後導入污水處理廠。

主要設備包括：

- ◆ 轉向架轉盤
- ◆ 輪軸轉盤天井起重機
- ◆ 轉向架昇降裝置
- ◆ 轉向架清洗裝置
- ◆ 轉向架分解組立裝置
- ◆ 轉向架框架昇降裝置
- ◆ 磁粉探傷裝置
- ◆ 轉向架荷重試驗裝置
- ◆ 空氣彈簧漏氣試驗裝置
- ◆ 油壓避震器試驗機
- ◆ 高度調整閥試驗機



主要施作項目：

- ◆ 拆卸主牽引馬達
- ◆ 轉向架清洗
- ◆ 轉向架分解
- ◆ 轉向架框架檢修（更換磨耗件、補焊及檢驗變形等）
- ◆ 主懸吊系統及空氣彈簧檢修

動線說明：

- ◆ 利用轉向架轉盤，將轉向架移動至轉向架工場內

- ◆ 完修後之轉向架總成，利用轉向架轉盤移動至頂升區與車體組立。

車輪工場：

配合轉向架工場設置車輪工場，亦採據點檢修方式，全部機具及設備配合轉向架工場排列成連續一貫作業方式，使檢修流程順暢。並規劃立體自動車輪組貯放空間及車輪胚料貯放空間。

主要施作項目：

- ◆ 分解車輪組。
- ◆ 車軸檢查(清洗、超音波探傷等)。
- ◆ 踏面鏟削。
- ◆ 平衡試驗。
- ◆ 車輪新料鏟削。
- ◆ 軸箱及軸承檢修。



動線說明：

- ◆ 配合轉向架檢修一貫化流程，將車輪組橫向移至車輪工場檢修。
- ◆ 完修後之車輪組，利用另一股道橫向移至轉向架工場組立。

牽引馬達工場

牽引馬達工場配置於轉向架工場旁，主要牽引馬達為交流馬達檢修流程，因此主要機具及設備配合交流馬達檢修流程，排列成連續一貫作業方式，並規劃待修品及完修品分別之貯放空間。

主要施作項目：

- ◆ 清潔除塵、分解。
- ◆ 檢查、測定。
- ◆ 修補。

- ◆ 組立。
- ◆ 無負載試驗。

動線說明：

- ◆ 於轉向架工場拆卸後，利用搬運車運至迴轉機工場內施修。
- ◆ 完修後同樣利用搬運車運至轉向架工場組立。

聯結器工場：

聯結器工場主要為負責聯結器、緩衝器等之檢修作業。

動線說明：

- ◆ 由物料搬運車運至場區維修。
- ◆ 完修後仍由物料搬運車運至頂升區直接安裝。

煞車模組工場：

煞車模組工場主要負責煞車模組系統、各類閥件、考克等清潔、檢修作業。

施作項目：

清潔除塵、分解、檢修、試驗及組裝

動線說明：

- ◆ 由物料搬運車運至場區維修。
- ◆ 完修後由物料搬運升降機運至裝設區直接安裝。

空調機工場：

空調機設備工場主要為維修電聯車之空調設備。

施作項目：

- ◆ 清潔除塵。
- ◆ 檢修(壓縮機、電路系統、抽真空及加冷媒等)。

- ◆ 絕緣測試。
- ◆ 通電試驗。
- ◆ 組裝(外蓋、濾網等)。

動線說明：

- ◆ 於車頂拆除空調機後直接搬運至檢修區，進行檢修作業。
- ◆ 完修後由搬運至裝設區直接安裝。

電器設備工場：

電氣設備工場包含電氣作業區及電子設備作業區。

主要施作項目：

清潔除塵、分解、檢修、試驗及組裝。

動線說明：

- ◆ 由物料搬運車運至場區施修。
- ◆ 完修後仍由物料搬運車運至頂升區直接安裝。



機械工場：

設置車床、銑床、鉋床、鑽孔機、電鋸及焊接等機械設備作為維修、加工之場所。

地下車輪車床區：

地下車輪車床區主要為進行列車編組車輪鏟削，配置股道長約 110 公尺(頭尾各留 5 公尺之餘裕)，可容納 5 輛編組之電聯車依序進入施作。可提供轉向架機動移至地下車輪車床區施作車輪鏟削。

物料搬運動線說明：

材料倉庫設於場區上上方，場區外預留通道，方便運輸車輛進出，進入場區後，各主要檢修作業區間皆設至少 3 公尺通道，方便搬運車行動。

第六章 結論與建議

本研究利用文獻分析及深度訪談的過程，結合桃園機場捷運電聯車相關設計、規劃需求，建立桃園機場捷運電聯車二、三級維修排程及電聯車大修排程，綜合整理出以下結論與建議。

6.1 結論

- (一) 透過需求分析方法的建立，可瞭解到有關電聯車各項維修工作之考量因子，再由這些因子對維修系統運作上的影響程度，記錄並調整成較佳的維修作業安排。
- (二) 捷運系統先期規劃之電聯車數量與未來是否有足夠的電聯車能夠在行駛里程或時間之維修需求下，有充分的時間維修息息相關，藉由本研究發現當捷運系統採用尖離峰方式營運時，其列車數需求量，依照經驗公式，以滿足列車於尖峰時刻需求量加上 10%~15% 的備用車需求量即可。然而，以桃園機場捷運為例，第一階段直達車採用無尖離峰方式營運，本研究發現若採用此種模式營運，則初期採購列車數 5 列，將無法滿足定期性預防維修需求與同時需要一列備用車待命之基本設計需求。第一階段直達車營運班距為 20 分鐘，需要同時間 4 列車於正線營運，因此僅有一部備用車於機廠待命兼執行預防性維修，因此，若正線有列車故障或有一組列車達到其大修里程時，正線將無法提供滿足系統需求之 20 分鐘班距之服務水準。

以相似之機場捷運快線為例，為了服務往來機場與市區之旅客，通常往返國際機場之旅運需求，並無明顯間離峰之情形，以香港地鐵為例，其機場快線設計以無尖離峰方式營運。若未來桃園機場捷運直達車若需變更營運方式，則需另外增購列車組，以滿足電聯車之維修需求。

- (三) 依據本研究結論，若以最大需求量估算檢修軌之需求量，恐怕會有高估疑慮。以 3.5.3 節為例，若以最大檢修軌需求分析，則青埔機廠及蘆竹機廠各需 6 股檢修線（含一股非預期性維修之檢修線），然而，若依照圖 3-5 青埔機廠電聯車輕維修計畫、圖 3-6

蘆竹機廠電聯車輕維修計畫估算，青埔機廠及蘆竹機廠各需要預期性檢修軌 3 股，外加一股非預期性維修之檢修軌，共 4 股檢修線即可滿足店連車之二、三級維修需求。

依維修工場實際經驗來看，檢修軌道或大修軌道的數量，需與實際維修人力相結合，若維修人力僅能及於每日 2 或 3 個作業班，那麼過多利用極低的軌道，無形中將成為一種投資浪費。

6.2 建議

在機廠維修設施設備配置中，本研究雖然羅列主要維修需求量，實際規劃機廠維修設備之配置，仍需要更進一步的研究，分析各相關設施設備利用率及電聯車翻修之順序，在配合現有地形，從而調整各項設施設備之設置位置，及備品、零組件暫存區。此一機廠設施設備配置規劃，需更進一步之研究與探討。

研究電聯車維修與相關維修設施設備之配置時，牽涉到很多維修人員工作之工作經驗，有些建議非常具有參考價值，例如，當設計轉向架維修流程時，需同時考量電聯車之拆解特性，雖然電聯車外觀看似大同小異，有時候因為科技的進步或業主有特殊要求時，其內部相關設備之配置亦會有所不同，如台北捷運電聯車之空調設備設置於車底盤處，桃園機場捷運電聯車之空調設備則置於車頂，因此當機場捷運設計轉向架維修動線時，可將空調設備一項剔除，但需要另外設計，高架平台拆裝電聯車之空調設備等。

然而某些建議則可能屬於維修人員之偏好，對整體設計不見得有幫助。因此，若未來從事相關之研究，則需要特別注意，並判別相關之維修需求。

參 考 文 獻

- [1]. Rommert Dekker, “Applications of maintenance optimization models: a review and analysis”, Reliability Engineering and System 51 (1996) p229-p240.
- [2]. K.Hitomi, “Manufacturing System Engineering”,(1983),pp.156.
- [3]. James V. Jones, “Integrated Logistics Support Handbook” pp.84 (1995)
- [4]. Muther,”Systematic Layout Planning” (1973)
- [5]. Mayers F.E, “Motion and Time Study: Improving Work Methods and Management”, (1992).
- [6]. Blanchard, B.S., “System engineering management”, (1991).
- [7]. Dorfman, M.,”System and Software Requirement Engineering”, (1990), IEEE Computer Society Press, pp.4-16.
- [8]. Francis, R.L. and White, J.A, “Facility Layout and Location an Analytical Approach, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, (1974).
- [9]. K. Hitomi, “Manufacturing System Engineering”, (1983) pp.156
- [10]. JR East Technical Review-No.2, (2006)
- [11].Stefano Carrese, Giuseppe Ottone,” A Model for the Management of a Train Fleet”, (2005)
- [12].張煥光，”中運量捷運系統維修計畫” 民國 78 年
- [13].林宜勝，”機廠維修設備配置與設計”，捷運技術半年刊，第十一期，第 19-27 頁，民國 83 年。
- [14].台北市政府捷運局，”規劃手冊”，民國 81 年。
- [15].台北捷運公司，”維修計畫”，民國 95 年。
- [16].田榮生，”北投機廠電器設備維修場設計”，民國 81 年，第 39-42 頁。
- [17].楊善國，”可靠度工程概論”，民國 94 年。

- [18]. 王文賓，”考量安全性之捷運系統電聯車維修排程模式”，民國 95 年。
- [19]. 勞定華，”台北捷運系統機廠與列車維修計畫之配合”，捷運技術半年刊第十一期，第 28-33 頁，民國 83 年。
- [20]. 劉志明、溫于平、簡禎富等，”捷運系統機廠佈設最適化之研究”，民國 87 年。
- [21]. 陳勇全、林仁生，”軌道機電系統概論” 民國 93 年
- [22]. 李萬億、蘇培坤，”捷運機廠規設理念及相關維修設備”，捷運技術半年刊，民國 95 年
- [23]. 黃漢榮，”軌道工程學”，民國 94 年
- [24]. 張思、鄭國雄，”軌道工程” 民國 91 年
- [25]. 賴聰乾，”排程問題動態規劃法之研究”，行政院國家科學委員會專題研究計畫，民國 86 年。
- [26]. 台北市政府捷運工程局，”捷運常用詞彙”，台北市政府捷運工程局 (1991)。
- [27]. 台北大眾捷運股份有限公司，”高運量捷運系統專業詞彙”，台北大眾捷運股份有限公司 (2000)。
- [28]. 台北大眾捷運股份有限公司，”淡中線列車運行計劃”，台北大眾捷運股份有限公司 (1998)。
- [29]. 蔡文昉，”大眾運輸排班系統之研究”，國立交通大學碩士論文，民國 89 年。

附錄一 台北捷運電聯車 371 型維修項目

表 6-1 電聯車 371 型維修項目

等級	維修項目		週期
一級檢修	(一) 車外檢查 1、懸掛品檢視 2、連結器與電器接頭檢視 3、閘刀開關檢視 4、氣閥開關檢視 5、列車外表檢視 6、標誌燈、頭燈及尾燈檢視 7、集電靴檢視 8、頸軸承總成外部檢視 (二) 駕駛室檢查 1、指示燈檢視 2、故障燈檢視	3、斷路器檢視 4、駕駛室燈光檢視 5、主氣壓缸壓力檢視 6、車門檢視 7、雨刷作動及噴水檢視 8、擋風玻璃檢查 9、列車監督系統 (TSIS) 檢視 (三) 車廂檢查 1、車廂門窗檢視 2、電氣箱門檢視 3、座椅、扶手、行李架檢視 4、燈光檢視	每日
二級檢修	(一) 車體系統 1、駕駛室側門限制開關檢查 2、滅火器檢查 3、車門及車廂門檢查 (二) 車門系統 1、關門故障燈操作檢查 (三) 空調系統 1、空氣回風濾網清潔 2、偵煙器檢查 (四) 輔助電力系統 1、電池保險絲檢查 (五) 推進系統 1、閘刀開關箱 (1) 閘刀開關箱檢查 (2) 絞鍊及顎夾緊度調整 2、高速斷路器檢視 3、線斷路器檢視 4、換流器及動力煞車組件 (1) 冷卻風扇檢查 (2) 固定元件檢查 5、馬達 (1) 電纜檢查 (2) 馬達固定檢查 6、接地碳刷座檢查 (六) 轉向架及懸吊系統	5、水平閥與調整桿檢查 6、煞車夾持器固定座檢查 7、潤滑器檢查 (1) 油量檢查 (2) 管路與配件檢查 8、次懸吊系統清潔檢查 9、集電靴高度及磨耗檢查 10、集電器總成檢查 11、管路及支架檢查 12、絆腳閥高度檢查 13、架框檢查 (七) 摩擦煞車系統 1、空壓機潤滑油油量檢查 2、空氣乾燥器濕度及運轉檢查 3、空壓機空氣濾清器清潔 4、駕駛室雙針壓力錶檢查 5、煞車夾持器及煞車塊檢查 (八) 列車通訊設備 1、直流/交流電源整流器檢查 2、車裝無線電清潔檢查 3、列車識別控制單元檢查 4、列車識別控制面板檢查 5、通訊控制單元檢查 6、乘客緊急通話單元檢查 7、列車資訊顯示系統檢查	每月

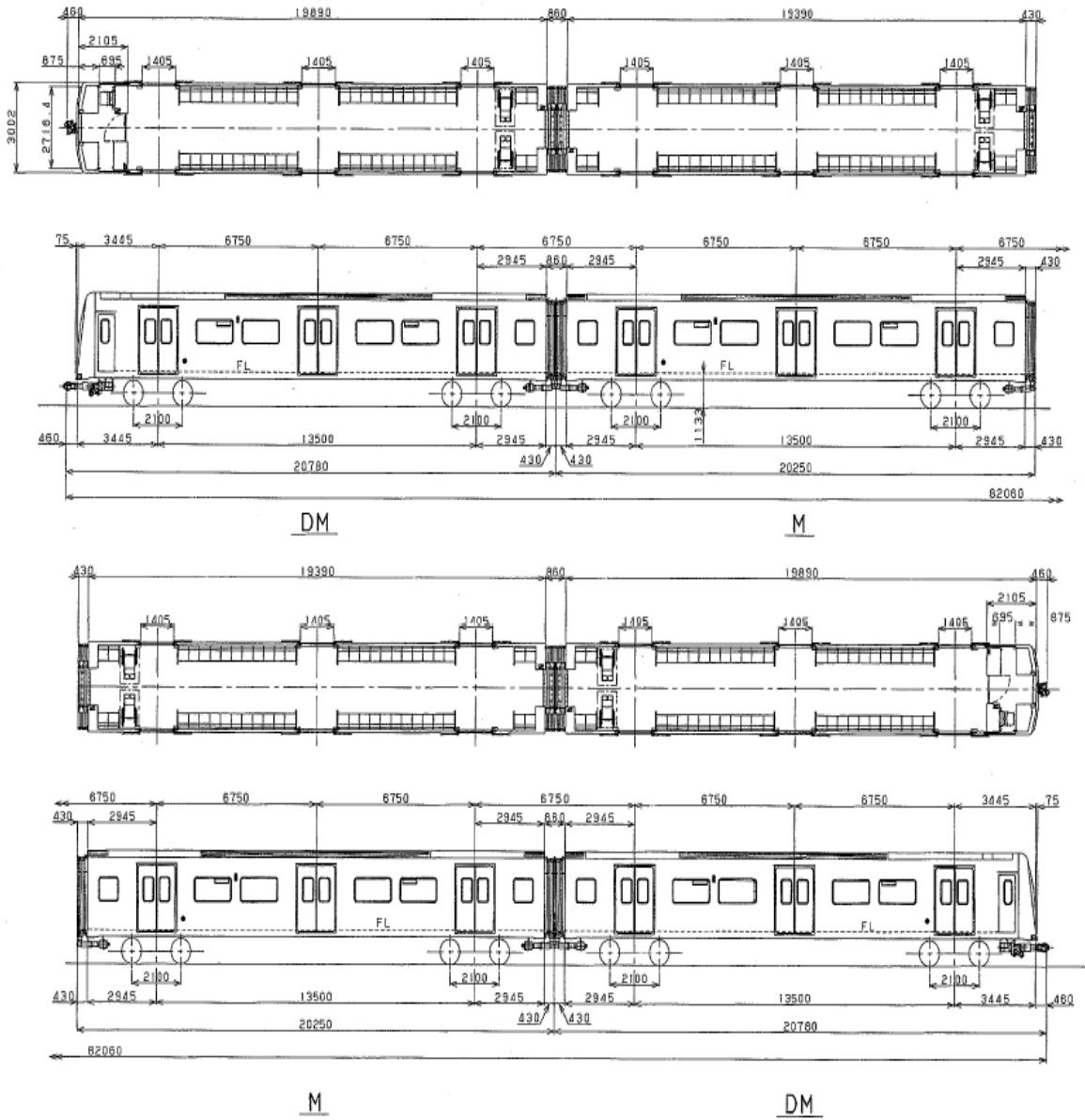
等級	維修項目		週期
	1、車輪磨損檢查 2、車軸及軸箱安全線檢查 3、線/管路及管路束子檢查 4、空氣彈簧高度調整	8、列車監視系統檢查 (九) 列車通訊設備 1、煞車保證單元檢查	
三級檢修	(一) 車體系統 1、車間通道檢查(含底部間隙) 2、出風口及回風柵欄清潔 3、乘客座椅檢查 4、雨刷總成檢查 (二) 連結器系統 1、解聯機構潤滑 2、喉部結構、凸輪、插梢檢查潤滑 3、氣閥、墊圈和管路檢查 4、連結器水平檢查 5、電氣連結器檢查 6、機械式連結器清潔、潤滑、檢查、調整 7、掛鈎量測 8、緩衝面與拉伸面檢查 9、高度調整螺栓潤滑 (三) 車門系統 1、車旁緊急按鈕/旋鈕功能檢查 2、車尾關門按鈕功能檢查 3、車門操作機構檢查 (四) 輔助電力系統 1、指示燈檢查 2、車底接地端子檢查 3、車間電纜檢查 4、靜態換流器 (1) 固定座、栓、扣檢查 (2) 過濾網清潔 (3) 水密檢查 5、電池充電器 (1) 固定座、栓、扣檢查 (2) 過濾網清潔	(3) 水密檢查 6、集電靴磨耗檢查 (五) 空調系統 1、緊急通風功能檢查 2、冷媒量檢查 3、溼度指示器檢查 4、彈性拖架檢查 (六) 推進系統 1、邏輯控制器檢查 2、電阻箱電纜線固定螺絲扭力檢查 3、馬達 (1) 清潔 (2) 進氣口檢查 (七) 轉向架及懸吊系統 1、橫向阻尼器檢查 2、中心樞軸檢查 3、牽引導桿檢查 4、接地端子檢查 5、電纜線檢查 6、主懸吊檢查 7、水平閥及調整桿檢查 (八) 摩擦煞車系統 1、壓縮機潤滑油更換 2、壓縮機機油濾清器更換 3、空氣濾清器清潔 4、車輪防滑控制設備檢查 5、雙針壓力錶檢查 6、絆腳閥功能及高度檢查 7、貯氣槽檢查	半年
三級檢修	(一) 車體系統 1、車廂外板、結構及車帽檢查 2、車內側壁板檢修 3、車內端牆板檢修 4、地板檢修 5、踢腳板檢修	2、冷凝器盤管清潔檢查 3、蒸發器盤管清潔檢查 4、冷凝水收集盤清潔檢查 5、通風機轉子與葉片固定檢查 6、散熱風扇檢查 7、蒸發器熱絕緣護套檢查	每年

等級	維修項目		週期
	<p>6、天花板檢修</p> <p>7、屏風檢查</p> <p>8、扶桿、扶柱檢查</p> <p>9、握環檢查</p> <p>10、車門及車門蓋板檢查</p> <p>11、電氣櫃門檢查</p> <p>12、車廂門檢查</p> <p>13、逃生門操作檢查</p> <p>14、駕駛室側門、窗、門鎖及門蓋板檢查</p> <p>15、駕駛室側門限制開關檢查</p> <p>16、駕駛室內部檢查</p> <p>17、駕駛台檢查(兩側)</p> <p>18、駕駛椅檢查</p> <p>19、駕駛安全防護玻璃清潔檢查</p> <p>20、遮陽板檢查</p> <p>21、空氣管路檢查</p> <p>22、空調風管檢查</p> <p>23、車窗及車門窗檢查</p> <p>24、底盤拖架檢查</p> <p>25、車間通道檢查</p> <p>(二) 連結器系統</p> <p>1、緊急鬆脫螺栓檢查</p> <p>2、挺桿閘外觀及密封橡膠環完整性檢查</p> <p>(三) 車門系統</p> <p>1、隔離開關檢查</p> <p>2、近接開關檢查</p> <p>3、喇叭功能檢查</p> <p>(四) 空調系統</p> <p>1、冷凝器檢查</p>	<p>8、啟動運轉檢查</p> <p>(五) 輔助電力系統</p> <p>1、接地碳刷檢查更換</p> <p>2、電池液補充</p> <p>3、電池清潔檢查</p> <p>4、電池電壓檢查</p> <p>5、靜態換流器</p> <p>(1) 外箱檢查</p> <p>(2) 電纜與接頭檢查</p> <p>(3) 箱內組件清潔檢查</p> <p>(4) 電容器檢查</p> <p>6、電池充電器</p> <p>(1) 外箱檢查</p> <p>(2) 箱內組件清潔檢查</p> <p>(3) 電纜與接頭檢查</p> <p>(4) 電容器檢查</p> <p>(六) 推進系統</p> <p>1、電阻箱固定端子扭力檢查</p> <p>2、閘刀開關箱清潔、潤滑及檢查</p> <p>3、線電抗器</p> <p>(1) 清潔</p> <p>(2) 絕緣阻抗檢查</p> <p>4、速度感測器清潔、檢查</p> <p>5、冷卻風扇扇葉清潔</p> <p>6、推進馬達軸承潤滑</p> <p>7、馬達連結器潤滑檢查</p> <p>8、更換齒輪箱油</p> <p>(七) 列車號誌設備</p> <p>1、靜態測試</p> <p>2、動態測試</p>	
四級檢修	<p>(一) 車體系統</p> <p>1、車底配線導管檢查</p> <p>2、接地線檢查</p> <p>3、空調排水管檢查</p> <p>(二) 轉向架及懸吊系統</p> <p>1、轉向架總成檢查</p> <p>2、頸軸承總成檢查</p> <p>3、接地端子檢查</p> <p>4、車軸超音波檢測</p> <p>(三) 輔助電力系統</p>	<p>6、絕緣檢測</p> <p>7、靜態換流器操作檢查</p> <p>8、電池充電器操作檢查</p> <p>(四) 摩擦煞車系統</p> <p>1、管路濾清器檢查</p> <p>2、水平閘大修</p> <p>3、駕駛室雙針壓力錶校正</p> <p>(五) 推進系統</p> <p>1、調車控制器檢查</p> <p>2、電阻箱</p>	每三年

等級	維修項目		週期
	1、集電器絕緣檢查 2、集電器固定螺絲扭力檢查 3、繼電器及接觸器檢查 4、雙致動閥檢查 5、接地線接觸面清潔檢查	(1) 清潔 (2) 絕緣體檢查 (六) 連結器系統 1、挺桿閥拆解潤滑 (七) 電聯車二級試車	
五級檢修	(一) 車體系統 1、中心銷非破壞性檢測 2、車底設備吊掛支架檢查 3、車間電纜檢查 4、底盤接線箱檢查 (二) 連結器系統 1、固定台座非破壞性檢測 2、連結器大修 (三) 空調系統 1、冷凝機組大修 2、蒸發機組大修 (四) 輔助電力系統 1、集電裝置總成檢查 2、集電器雙致動閥檢測 3、配線與絕緣高壓檢測 4、集電器電纜檢查 5、集電器保險絲及絕緣蓋檢查 6、手動縮回裝置檢查 7、集電器連結組件檢查 8、電池組檢查 9、靜態換流器箱檢查 10、電池充電器箱檢查 (五) 推進系統	1、推進馬達大修 2、主控制器大修 3、高速斷路器總成檢查 4、齒輪箱大修 5、推進換流器箱檢查 (六) 轉向架及懸吊系統 1、轉向架組件大修 2、輪軸超音波檢查 (七) 摩擦煞車系統 1、煞車主機檢測 2、管路閥件檢測 3、煞車制動器大修 4、煞車夾持器組件檢查 5、煞車碟片檢查 6、空氣軟管檢查 7、雙塔過濾器大修 8、管路濾清器更換 9、空壓機大修 10、絆腳閥大修 (八) 車門系統 1、車門機構總成檢測 (九) 電聯車靜態測試 (十) 電聯車一級試車	每六年
五級檢修	(一) 輔助電力系統 1、雙致動閥更換	(二) 摩擦煞車系統 1、管路閥件大修	每兩次六年
五級檢修	(一) 車體系統 1、車間通道檢修 2、車底盤管路檢修 3、車底盤配線導管檢修	(二) 車門系統 1、驅動機構檢查	每十五年

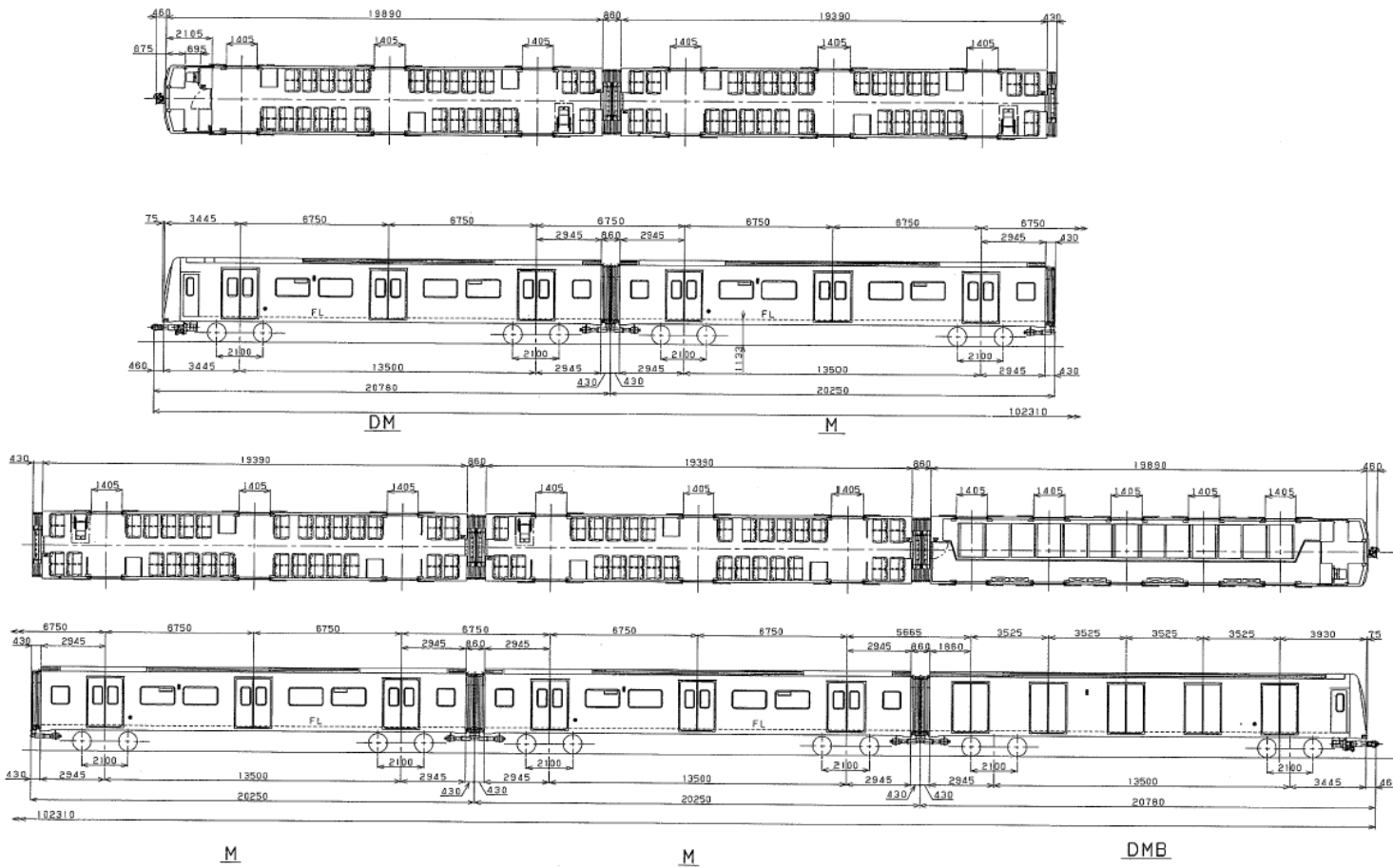
資料來源：台北捷運公司維修計畫 95 年

附錄二 桃園捷運電聯車普通車建議平面圖



資料來源：川崎重工

附錄三 桃園捷運電聯車直達車建議平面圖



資料來源：川崎重工

