



# 臺鐵車廂無階化規設暨 設施通用設計可行性研究

中興工程顧問公司系統及電氣工程部工程師 / 利文廷  
中興工程顧問公司系統及電氣工程部計畫經理 / 曾啟鵬  
臺鐵局機務處車輛科承辦人 / 陳勝國  
中興工程顧問公司系統及電氣工程部資深協理 / 林根勝

關鍵字：車廂無階化、上下台門、門板、門機系統

## 一、前言

交通部臺灣鐵路管理局(以下簡稱臺鐵局)，為因應高鐵通車及都會區捷運路網陸續興建完成，投入營運後之競爭轉型，以及配合政府推動綠色運輸與大眾交通運輸無縫銜接之政策，除逐步規劃全島鐵路路網之城際運輸外，並劃分北、中、南、東等區，辦理區域鐵路捷運化之運輸，爭取都會區捷運路網未達地區及鄰近市、鎮間之通勤客源。加上近年政府推動觀光及國際油價不斷上漲，造成民眾改搭大眾運輸工具，亦大幅增加鐵路運輸需求。因此，如何讓民眾能夠更便捷、舒適及安全的使用鐵路系統係本計畫推動之目標。

臺鐵局配合政府推動之計畫，分三階段執行月台與列車無階化改善工程，茲概述如下。

- 第1階段：月台提高至92-96公分。
- 第2階段：透過新購入列車及改造車廂，消除車廂台階。

- 第3階段：將全線車站之月台提高至115公分。

本計畫屬於第2階段工作，即透過改造車廂之上下台門，消除車廂台階，使車廂通道地板與月台同高，提升旅客大量進出車廂之安全性與便利性。

## 二、研究目的

依據臺鐵局於103年9月報交通部核定之「鐵路行車安全改善六年計畫(104至109年)」可行性研究暨綜合規劃報告，預定於民國108年底完成推拉式(Push-Pull, PP)客車、自強號(TEMU1000、EMU300)、自強號柴聯車(DR2800、DR2900、DR3000、DR3100)、通勤電聯車(EMU500、EMU600、EMU700)及具自動門莒光號等，計1,349輛車廂無階化改造作業。經彙整統計，納入車廂無階化改造之現車條件及數量，如表1及圖1所示。



表 1 納入車廂無階化改造計畫之現車條件彙整表

車種	車型	車輛數	每輛車門數	現有車門型式	現有車門驅動型式	車門板材質
PP 客車	PPT1000	200	4	滑塞門	氣動	不鏽鋼板 + 蜂巢鋁夾層
	PPH1300	68	4	滑塞門	氣動	不鏽鋼板 + 蜂巢鋁夾層
	PPC1400	68	4	滑塞門	氣動	不鏽鋼板 + 蜂巢鋁夾層
	PPT2000	13	4	滑塞門	氣動	不鏽鋼板 + 蜂巢鋁夾層
PP 客車	PPD2500	31	2	滑塞門	氣動	不鏽鋼板 + 蜂巢鋁夾層
			2	扇門	手動	不鏽鋼
	PPD2521	1	2	內藏滑門	電動	鋁合金
			2	滑塞門	氣動	不鏽鋼板 + 蜂巢鋁夾層
自強號電聯車	EMU300	16	2	滑塞門	氣動	不鏽鋼板 + 蜂巢鋁夾層
			2	扇門	手動	
	TEMU1000	48	4	滑塞門	氣動	鋁合金
			4	滑塞門	氣動	不鏽鋼
柴聯車	DR2800	30	2	滑塞門	氣動	不鏽鋼
			2	扇門	手動	
	DR2850	15	2	滑塞門	氣動	不鏽鋼
			2	扇門	手動	
	DR2900	10	2	滑塞門	氣動	不鏽鋼
			2	扇門	手動	
	DR2950	5	4	滑塞門	氣動	不鏽鋼
			4	滑塞門	氣動	不鏽鋼
	DR3000	50	2	滑塞門	氣動	不鏽鋼
			2	扇門	手動	
DR3070	25	4	滑塞門	氣動	不鏽鋼	
DR3100	20	4	滑塞門	氣動	不鏽鋼	
DR3150	10	4	滑塞門	氣動	不鏽鋼	
通勤電聯車	EMU500	340	6	內藏滑門	氣動	不鏽鋼
	EMU600	56	6	內藏滑門	氣動	不鏽鋼
	EMU700	160	6	內藏滑門	氣動	不鏽鋼
具自動門莒光號	FPK10400 FPK11400	41	4	內藏滑門	氣動	鋁合金
	FPK10500	42	4	內藏滑門	氣動	鋁合金
	FPK11500	7	4	內藏滑門	氣動	鋁合金
	DC10500	6	2	內藏滑門	氣動	鋁合金
			2	扇門	手動	
		2	4	內藏滑門	氣動	鋁合金
	PC10500	3	4	內藏滑門	氣動	鋁合金
	BCK10600	13	4	內藏滑門	氣動	鋁合金
	BCK10700	7	4	內藏滑門	氣動	鋁合金
	FPK10600 FPK 11600	39	4	內藏滑門	氣動	鋁合金
	SP32800	5	2	內藏滑門	電動	不鏽鋼板 + 蜂巢鋁
			2	扇門	手動	
	SP32700	10	2	內藏滑門	電動	不鏽鋼板 + 蜂巢鋁夾層
2			扇門	手動		
合計		1,349				



圖 1 各型列車既有之上下台門台階及門機裝置

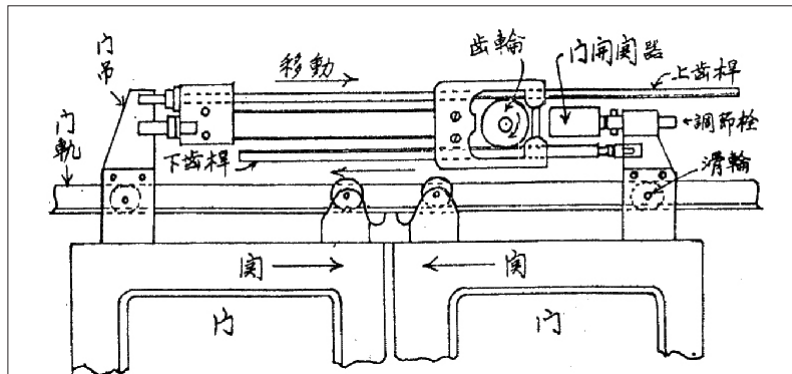


圖 2 氣動式車門系統示意圖

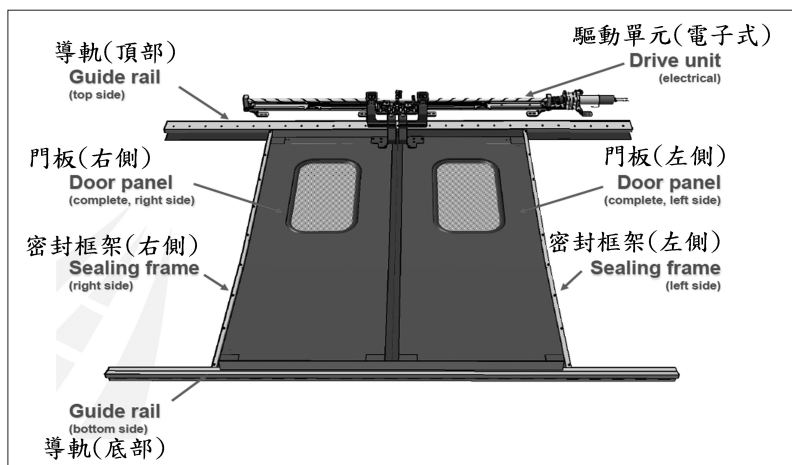


圖 3 電動式車門系統示意圖

### 三、國際現有門機產品調查及評析

#### (一) 蒐集之車門系統廠牌、電動門機型式介紹

##### 1. 氣動式車門系統構造簡介

氣動式車門系統之主要組成包含電磁閥、氣動門機、驅動機構、門板及鎖閉機構等，如圖 2 所示。氣動門機之標準操作壓力為  $5\text{kg}/\text{cm}^2$ ，其主要機構為氣壓缸。開、關

門之訊號經過電磁閥控制氣壓缸帶動驅動機構，使車門開啟或關閉。當車門關閉到位時，其鎖閉方式係利用氣壓缸之高壓氣體抵緊車門，使車門無法被手動開啟。

氣動門機之空氣源皆需經過三點式空氣源調理組，以進行油水分離及過濾空氣雜質。若空氣源不夠純淨，則會使氣動門機容易產生故障或無法正常作動。



## 2. 電動式車門系統構造簡介

電動式車門系統主要組成，包含電動門機、控制單元 (DCU)、密封框架、導軌、門板等。其中，控制單元係設定車門作動方式的主要控制器，而密封框架之設置係為增加車門關閉之緊密性。

車門之作動方式為電動馬達驅動軸承，並藉由軸承與車門之間的連結機構帶動車門門板，使車門門板順著導軌開啟或關閉，如圖 3 為電動滑門示意圖。

電動式門機內部含有自動鎖固裝置，如圖 4 所示，當門板移動到指定位置時，鎖固裝置將自動落鎖固定門板，使車門不會因為受到外力影響而開啟。當遇緊急狀況需要開啟車門時，可啟動緊急釋放開關，將鎖固裝置解鎖即可用手動方式開啟車門。

電動門機驅動裝置又可細分為驅動馬達、軸承、鎖固單元、門機機構底板及固定架等組成單元，如圖 5 驅動裝置示意圖。其中，馬達本身有電流感測功能，即馬達運轉過程中，可藉由感測其電流變化，以達偵測是否有障礙物影響車門正常關閉或開啟。

車門控制單元 (Door Control Unit -DCU)，如圖 6 所示。係控制車門作動方式的主要裝置，藉由設定內部程式參數及可調整其開、關門時間、開、門力量、障礙物偵測時間、關門遇障礙物再開門作動方式、緩衝距離、相關數據紀錄及傳輸等。

車門控制單元負責車門控制、監視、安全等工作。當收到零速度訊號及車門開啟訊

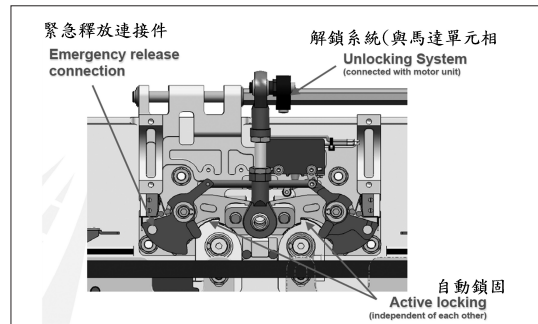


圖 4 自動鎖固裝置

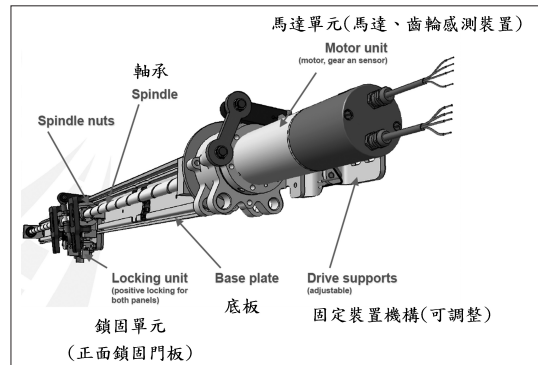


圖 5 電動門機驅動單元



圖 6 車門控制單元 (DCU)





表 2 門機廠商彙整表

門機廠商名稱	出產國	門機型式
WEGH GROUP	義大利	氣動
Train door solutions (TDS)	英國	氣動
PMC Polarteknik Doorsystems	芬蘭	氣動
Parker Pneumatic	英國	氣動
Norgren	美國	氣動
Tamware	芬蘭	氣動
Rail Door Solutions	英國	氣動
YUJIN	韓國	氣動
Ivy Machinery(Nanjing)	中國大陸	氣動
Nabtesco	日本	氣動 / 電動
Ultimate	中國大陸	氣動
KNORR-BREMSE	奧地利	電動
Faiveley	法國	電動
BODE	德國	電動
KANGNI-Nanjing	中國大陸	電動
SOMYUNG	韓國	電動
Mors Smitt	荷蘭	電動

號時，車門控制單元才會輸出訊號並使車門開啟。車門作動時，車門控制單元隨時監控並儲存車門狀態，當車門開啟或關閉過程中，車門控制單元藉由馬達運轉電流的變化來偵測是否有障礙物導致車門無法正常運作。

車門控制單元儲存之車門狀態資料，可藉由本身擁有之通訊界面，將資料傳輸至外部系統進行統整分析，並藉由相對應之分析軟體，針對車門作動之過程進行詳細紀錄、分析及計算。

經蒐集與彙整，目前市面上生產車門門機之廠商及產地國。其中，氣動門機廠商，計為 11 家；電動門機廠商，計為 6 家，統計彙整資料如表 2 所示。

#### 四、車門系統驅動型式比較

##### (一) 電動門機與氣動門機比較

臺鐵局目前各客車車輛所使用之門機型式，大多為氣動驅動方式。針對未來修改車門淨高時，亦可考量更換不同驅動型式門機裝置。氣動式及電動式門機裝置各項性能比較，詳表 3 所示。

總體而言，氣動門機系統障礙偵測性能較不靈敏，需另外加裝特定的控制單元及感測器才有自動故障偵測紀錄及傳輸功能。需更換之耗材成本較低、耗材項目較多、備品需求較多、維修週期短、機構較複雜、所需之人力成本較高；電動門機系統障礙偵測性能較佳，本身即有控制單元及自動故障偵測



表 3 門機型式比較表

		氣動式	電動式
性能	障礙物偵測系統	<ol style="list-style-type: none"> <li>藉由門板邊緣設置感應壓條，以偵測夾持力量感應是否有障礙物，反應較不敏感。</li> <li>須設置壓力開關與繼電器等元件，增加設置及維修成本並影響可靠度。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>可藉由馬達電流之變化反映障礙物偵測，偵測效果較為敏感。</li> <li>僅需增加感測元件，可靠度不受影響。</li> </ol>
	監控系統	<ol style="list-style-type: none"> <li>需另外加裝感應裝置，以達到監控部分元件(如氣缸、電磁閥、過濾器等)的功能，增加了安裝成本及元件故障的機率。</li> <li>需另外安裝特定的控制單元，才能擁有自動故障偵測及紀錄、傳輸維修資料等功能。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>不需另外加裝感測裝置，所有主要元件(如馬達、斬波器、繼電器)的狀態資料皆可顯示於控制面板上。部分機械原件的損壞檢測亦可透過電流監控取得。</li> <li>控制單元本身即擁有自動故障偵測、紀錄，即數據傳輸功能。</li> </ol>
維修	維修週期	<ol style="list-style-type: none"> <li>氣動機構維修週期短，需更換之耗材較多，花費之人力及時間成本亦較高。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>電動機構維修週期長，平時只需進行簡易清潔，需更換之耗材較少，花費之人力及時間成本亦較少。</li> </ol>
	耗材	<ol style="list-style-type: none"> <li>耗材成本較低，但需更換之項目(如氣缸墊片、管路等)較多，備品需求亦較多。</li> <li>氣動門機於每次更換耗材時，需拆專門機裝置、氣源管路等，所需之人力及時間成本較高。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>耗材成本較高，但需更換之項目較少(如馬達電源控制單元的額外配線)，備品之需求較少。</li> <li>由於電動門機元件之設置位置較集中，更換耗材時不需拆裝其餘裝置或線路，所需之人力及時間成本較低。</li> </ol>
可靠度	應納入考慮項目	<ol style="list-style-type: none"> <li>氣缸</li> <li>電磁閥</li> <li>過濾器</li> <li>管路</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>直流馬達</li> <li>螺桿</li> <li>極少的額外配線</li> </ol>

紀錄及傳輸功能。需更換之耗材成本較高、耗材項目少、備品需求較少、維修週期長、機構較簡單、所需之人力成本較，惟門機驅動型式之選擇，仍需應視車輛實際支援條件、評估結果及需求而定。

### 五、車輛改造之初步構想

臺鐵局依據車輛使用壽命等因素，對車輛無階化改造案，初步決定 TEMU1000 型、DR2800 型、DR2900 型、DR3000 型之列車不進行改造。其餘各型列車之改造構想，茲說明如下：

#### (一) 上下台門台階填平

各型列車需進行上下台門台階填平、受影響區域之車廂地板鋪層更新及配合台階填平後之上下台門扶手更新或裝設，以及標示、標誌與標語重新設置。

為了車廂美觀及避免不良影響產生，車廂入口台階填平及車廂地板更新所採用之材料應盡可能與原車車廂地板材料相同或具相容性之材質。另台階填平面應覆蓋與車廂地板相同或近似之防滑材料，惟顏色應與原車相地板鋪設之防滑材料顏色、圖案契合。

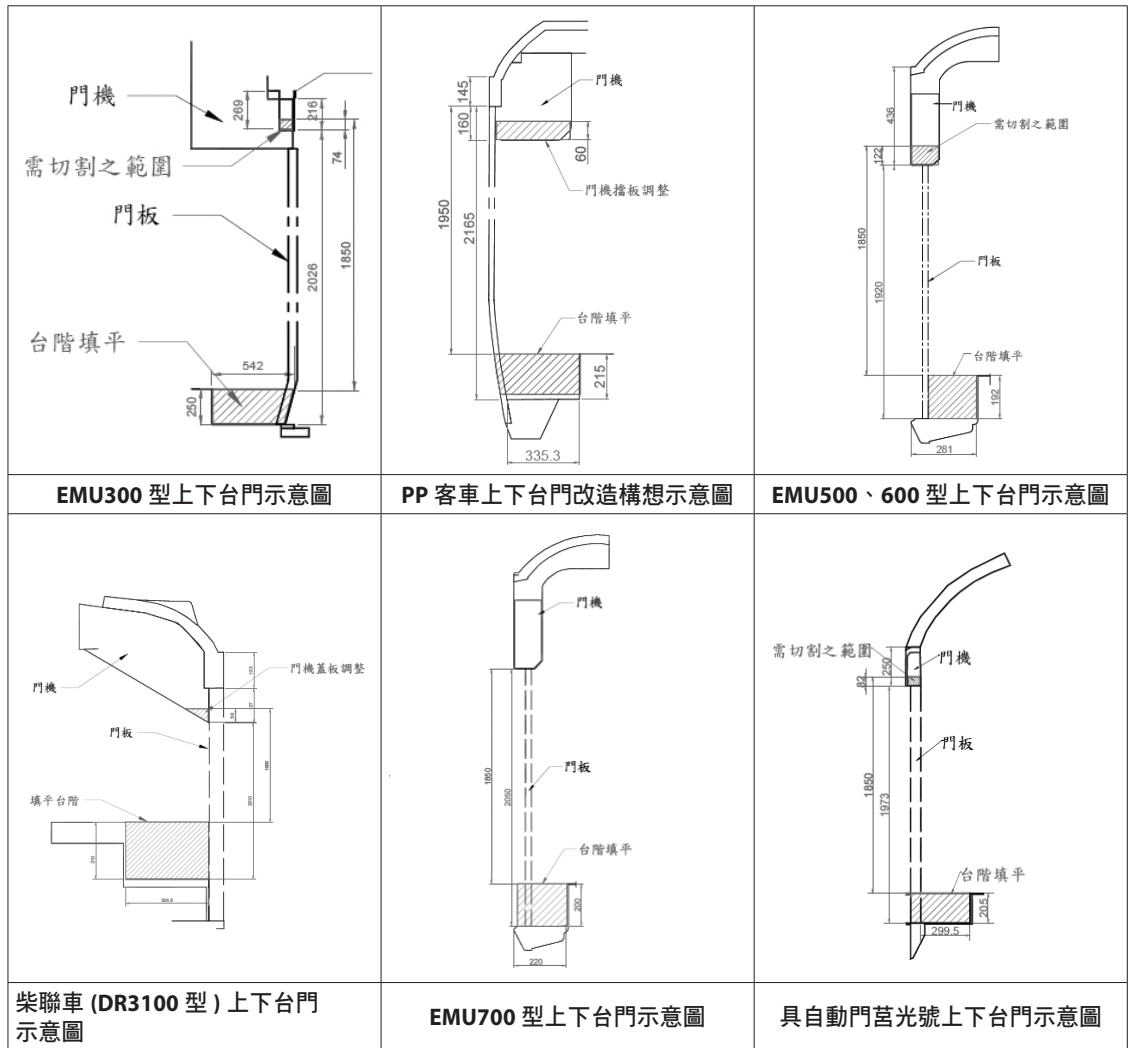


圖 7 各型列車改造之初步構想示意圖

## (二) 上下台門門框切割及門板、門機系統更新

配合台階填平，上下台門之門板及門機系統需更新且上下台門通行高度不足 1,850mm 之車型需進行門框切割或是調整門機蓋板。

各型列車改造之初步構想示意圖如下圖 7 所示。

## 六、結論

本計畫主要工作內容為協助臺鐵局辦理前期規劃與基本設計及製作車廂無階化改造





工程之招標文件、編製預算等作業。規劃階段，針對所有改造目標車型進行上下台門現況及列車 24V 電量使用狀況調查，以評估列車裝設電動門機之可行性。

為確保了解市場上各家廠商之門機產品可滿足本計畫之需求，更蒐集了各家門機廠商之型錄及規格資料，並針對電動、氣動門機進行優、缺點比較分析，使業主了解不同驅動型式之門機系統在營運及保養維修上所帶來的差異，並確立採用未來採購車輛之門機型式。

本案業已於 104 年 12 月 18 日完成發包作業，目前各型列車正在改造中，預定於 109 年底完成所有改造作業。未來，俟臺鐵路完成全線所有月台高度提升至 115 公分，即可達成車廂通道地板與月台高度同高之目標，更加提升了旅客進、出車廂之安全性與便利性。 ◆

#### 參考文獻

1. 各型車廂無階化規劃報告，中興工程顧問股份有限公司。
2. 各型車廂無階化基本設計報告，中興工程顧問股份有限公司。