

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：其他)

ME01 標月台門系統工程—
月台門設備出廠測試

服務機關：交通部高速鐵路工程局 / 捷運工程處

姓名職稱：游建華 副局長

張伯良 副處長

徐安邦 副工程司

簡朝鑫 工程員

派赴國家：瑞士

出國期間：100年6月7日至6月16日

報告日期：100年8月26日

摘要

月台門 (Platform screen doors, PSD) 設置在月台側，以自動門的型式配合電聯車的進站與離站，開啓與閉合供乘客上下列車。月台門為隔開軌道與乘客直接進入的防線，除防止乘客跌落軌道外，亦有效避免在隧道內的電聯車活塞效應產生之風力，將旅客從月台捲落的意外發生，捷運系統自從設置了月台門之後，提供乘客一個安全的乘車空間，降低整體意外事故發生率，其安全性不言可喻。另外當月台門故障時，必須能以手動的方式開啓，以疏散乘客避免受困在電聯車裡。

月台門的型式主要分成半高式月台門及全罩式月台門兩種，其中半高式月台門以設置在自然通風，且無須考量冷氣流失的高架車站上，既可以保持空氣流通，又兼顧安全性；在地下車站則以設置全罩式月台門為主，全罩式月台門可避免冷氣流失、提高空調效率、有效節省電費。

臺灣桃園國際機場聯外捷運系統建設計畫之月台門系統，其專業分包商為台灣新鈞電子股份有限公司 (簡稱新鈞科技)。新鈞科技是新加坡商在台設立的公司，為本次測試的執行者，出廠測試地點為瑞士，督導單位為高速鐵路工程局，見證單位為中興監造。當測試合格後，方可交付至頂部單元／固定驅動面板生產地點進行組裝、裝箱及運送，如測試不合格將嚴重影響工進，顯見本次測試的重要性。

本月台門系統滑門控制單元所採購的設備為瑞士 Gilgen Door System AG 公司(原為 KABA AG 公司)所製造出廠之設備，試日期為 2011 年 6 月 7 日至 6 月 16 日共 10 日。

月台門是由中央控制單元、頂部單元及固定驅動面板、月台門就地控制盤、配電盤、機械結構硬體、強化玻璃門板等模組所組成。本次出廠測試之目的，在確認製造廠商交貨前，月台門系統設備的設計與製造能符合臺灣桃園國際機場聯外捷運系統建設計畫機電系統統包工程之契約規格。所有的測試結果都必須達到合格標準，測試如未通過，須詳細紀錄並載明針對測試不通過所採取的措施。重作測試後，若完全符合規範，則紀錄文件上該測試步驟會被註記通過及結果。若是因使用的測試設備之故障失誤，而導致測試步驟失敗，則須修復測試儀器或另以測試儀器重做此測試步驟。

本次見證測試完成之設備為全罩式月台門滑門控制單元及半高式月台門滑門控制單元，測試項目包含障礙物偵測、解鎖/開啓力道量測、速率曲線量測、極限開關檢查、皮帶張力等等，其測試結果均符合判定標準；另由於瑞士大眾運輸系統發達且知名，為瞭解其鐵道暨輕軌捷運的運作，亦商請廠商解說介紹鐵道暨輕軌捷運之特色。

在此感謝台灣新鈞電子股份有限公司在行程上提供的安排與協助，使得本次國外出廠測試能順利集圓滿完成。

目次

第一章：目的	3
1.1. 依據.....	3
1.2. 目的.....	3
第二章：過程	5
2.1 出國成員及任務分配	5
2.2 行程紀要	5
2.3 起始會議	6
第三章：工作報告	11
3.1 設計及測試方法簡述	11
3.1.1. 月台門的機械構造	11
3.1.2. 電路原理簡介	14
3.2 月台門運行動作分析	17
3.3 月台門系統之運作	21
3.3.1. 滑門控制單元運作模式	21
3.3.2. 月台門系統運作程序	22
3.4 測試流程	24
3.5 測試過程與結果	25
3.5.1. 測試前的準備工作	25
3.5.2. 滑門控制單元出廠測試滑門控制單元	27
3.6 輕軌暨鐵道建設觀摩行程	36
3.7 總結會議	50
第四章：心得	51
4.1 設計及製造方面：	51
4.3 測試檢驗方面：	51
4.3 見證記錄方面：	52
第五章：建議	52
附件一 業主需求 I 第 4.6.10.2 條款合約規定	
附件二 起始會議紀錄表單	
附件三 總結會議紀錄表單	
附件四 見證記錄表單	

第一章：目的

1.1. 依據

本次出國廠測係依據交通部 99 年 2 月 26 日交人字第 0990022467 號函核轉行政院同意備查，並奉報交通部 100 年 5 月 27 日交人字第 1000004975 號函辦理年國外檢測，月台門系統檢測地點為瑞士，為期共十日，另根據業主需求(I)第 4.6.(1).B 節之規定(詳附件一)，丸紅公司於 100 年 5 月 3 日以 GCO-906-04-0055 號函邀請業主及監造顧問參與本次月台門系統之月台門之滑門控制單元設備海外廠測(FAT)見證，由高鐵局、捷運工程處人員及監造顧問人員執行本次海外廠測見證。

另外本次海外廠測的見證過程係依據契約相關技術規範執行，以確認廠商之設計是否合乎規範要求(設計驗證依業主需求(I)第 4.6.(7)「測試紀錄」條款規定，測試執行之內容則依業主需求及核可之廠測程序書執行)。

(a). 設備確認測試 - 確認是否為專案所採購之主要設備的出廠測試，由製造廠商於未運送設備前完成(業主需求(I)第 4.6.10.2 條款，詳附件一)。

(b). 功能測試 - 包含月台門細部設計文件中所定義的操作參數及功能(業主需求(II)月台門系統規範之相關條款)。

1.2. 目的

臺灣桃園國際機場聯外捷運系統月台門系統，其滑門的移動係由滑門控制單元(滑門控制單元)的驅動處理器隨時加以控制，經由編碼器以具有回饋的閉路系統提供準確的速度與定位控制。高架車站為半高式月台門，地下車站則為全罩式月台門，所以滑門控制單元也具備兩種不同型式，以便驅動不同重量的滑門，其馬達輸出功率也跟著不同。為確認本系統性能、可靠性、可維修性，進行必要性的相關測試項目，而測試目的在於確保廠商所採購的設備是否合乎合約規定，並能在設備船運之前，能及早把關將有瑕疵或是不合格的設備檢出，以確保本捷運系統的權益，若是將瑕疵或是不合格設備運抵並安裝後，後續便需花費更高的金額解決問題，在設備船運之前的廠測是有其必要性與重要性。

本月台門系統滑門控制單元所採購的設備為瑞士 Gilgen Door System AG 公司(原為 KABA AG 公司)所製造出廠之設備，滑門控制單元設備必須在進

行測試，並由見證人員親赴瑞士見證本項測試。當見證確認完畢後，滑門控制單元方可運交新鈞公司進行月台門組裝及後續測試事宜。因測試地點位於瑞士，所以由見證人員親赴瑞士進行本項測試。

本次出國見證事宜之目的，必須在瑞士 Gilgen Door System AG 公司廠測時完成下列事項：

- (a). 檢測設備種類、數量
- (b). 見證實際執行測試過程
- (c). 檢視執行測試之結果
- (d). 合格或不合格品之確認
- (e). 見證現場注意事項
- (f). 見證紀錄表
- (g). 召開討論會議進行測試結果總覽

另外測試期間應遵守下列安全規則，以確保人員安全。

- (a). 完全的移除連接線。
- (b). 重新連接設備時須確認安全無虞。
- (c). 確認安裝測試期間設備無與測試項目無關之電源。
- (d). 使用接地及短路防護裝置。
- (e). 對相鄰的設備提供防護措施。

另外執行品保稽核，確認廠商韌體是否編譯合乎設計要求，硬體動作是否正確之品管作為，並確認安全性符合契約規定，見證督導單位一併查驗廠商是否完成自主檢查，測試過程及紀錄是否完備。

並見證月台門滑門控制單元之韌體設計是否合乎規範要求，傳動皮帶鬆緊度是否恰當，警示燈號動作、開啓關閉力道等是否合乎標準等。

第二章：過程

2.1 出國成員及任務分配

本次廠測屬於設備出廠見證項目，由中興工程顧問股份有限公司 SC01 標捷運機電監造工程處許正安工程師以本標案「工程司代表」之身分全程參與，並負責實質審查與見證工作，及判定測試結果；高速鐵路工程局則由游副局長建華、第三組徐安邦工程司與捷運工程處張副處長伯良與簡朝鑫工程司等四員代表業主參與，並實施督導及見證工作，若廠商與監造有意見不一致時之裁決，丸紅公司代表為王允國組長及新鈞公司呂周益專案經理負責本次測試的執行工作。

2.2 行程紀要

廠商排定的測試日期為 2011 年 6 月 7 日至 6 月 16 日共 10 日(含往返路程 2 日)，整個測試時程排定如下，惟仍依實際測試情況及進度作是當調整。

表一：行程時間表

日期	行程工作	地點
2011/06/07(星期二)	去程，搭機及轉機飛往瑞士蘇黎世	台灣至瑞士
2011/06/08(星期三)	去程，飛抵瑞士蘇黎世，轉內陸交通抵達瑞士伯恩飯店 Check in，工作準備	瑞士
2011/06/09(星期四)	Gilgen Door System AG 公司參訪及起始會議	瑞士
2011/06/10(星期五)	測試準備檢查見證(包括廠商檢測紀錄及儀器設備校正文件查核)、設備目視檢查見證、半高式及全罩式月台門滑門控制單元運轉功能測試見證	瑞士
2011/06/11(星期六)	英特拉肯鐵道車站建設參訪及整理出廠測試資料	瑞士
2011/06/12(星期日)	日內瓦鐵道車站建設參訪及整理出廠測試資料	瑞士
2011/06/13(星期一)	伯恩鐵道車站建設參訪及整理出廠測試資料	瑞士
2011/06/14(星期二)	檢視 Gilgen Door System AG—滑門控制單元、電路板品管檢測室作業流程、測試見證紀錄表單整理、結果確認、簽署及討論會議	瑞士
2011/06/15(星期三)	回程，搭機及轉機從瑞士出發回台北	瑞士
2011/06/16(星期四)	回程，搭機抵達台北	瑞士至台灣

2.3 起始會議

起始會議日期為 100 年 6 月 9 日，會議地點為 Gilgen Door System AG(原 KABA 公司)會議室，主持人為游建華副局長。

測試程序書在測試前已送審核定，但實測工作仍有項目因現場的因素必須在測試前再度確認：(起始會議紀錄，詳附件二)

- (i) 確認測試時程安排。
- (ii) 工廠的安全規則。
- (iii) 確認實測設備的校正資料。
- (iv) 確認廠商自主檢查表。

除了上述可在會議中確認的事項外，在實際測試前仍有下述相關事項須確認，這些項目非常重要，因為一旦開始測試後才發現不符測試程序書，不僅事倍功半，甚至會影響時程：

- (v) 確認測試儀器的編號(序號)是否與校正資料相同。
- (vi) 確認本次受測的設備是機場捷運系統所採購的設備。

在起始會議開始時，首先由游副局長致歡迎詞，並介紹我方的各位成員，及此次測試目的，並希望廠商妥適安排測試流程，再由廠商介紹整個測試團隊人員，**Gilgen** 公司組織簡介、產品介紹、測試流程等等。

中興監造許正安組長進行本次會議簡報需注意及配合等事項，並述明檢驗之儀器設備須合乎校正、欲檢驗之文件重點為何，並紀錄與會各單位意見作成起始會議紀錄。

當與會各單位簡報結束後，由 Gilgen Door System AG 公司人員引導實地觀摩廠商生產線以及相關產品展示，公司環境介紹等，讓相關與會人員能夠充份瞭解製造品質與控管過程，並請相關見證人員於測試期間，需注意的安全規定等等，觀摩結束後全體人員合影留念。



圖 1. 起始會議



圖 2. 游副局長致歡迎詞



圖 3. 廠商介紹測試成員



圖 4. 廠商簡報測試流程



圖 5. 工廠參訪－材質介紹



圖 6. 工廠參訪－材質種類



圖 7. 工廠參訪－自動門介紹



圖 8. 自動隔間牆－可改變空間配置



圖 9. 自動門結合液晶廣告播放器

圖 9. 液晶廣告播放器是坎入在兩側的固定門片內，具有不錯的廣告效應。



圖 10. 工廠參訪－自動門頂部設備



圖 11. 工廠參訪－簡易式驗票閘門

圖 11. 簡易式驗票閘門非常適合低運量車站，具有維修容易，造價成本低廉的優點。



圖 12. 工廠製程介紹



圖 13. 大型 NCT 機台



圖 14. 大型雷射切割機台



圖 15. 自動化切削機台



圖 16. 自動化車床機台



圖 17. Gilgen AG 公司建築物



圖 18. Gilgen AG 公司內部組裝線一隅



圖 19. 示範旅客逃生開啓方式



圖 20. 月台間隙延伸板與電車殘障門接軌



圖 21. 月台間隙延伸板防夾傷功能展示



圖 22. 起始會議參與人員合影

第三章：工作報告

3.1 設計及測試方法簡述

本章節將介紹本次廠測的一些標準與相關的測試項目，其次則是簡介一些基本概念，例如月台門的機械構造，滑門控制單元的電路原理簡介，另一項則是月台門運行動作分析，已利於閱讀本報告。

3.1.1. 月台門的機械構造

月台門設計規格如下：

設計特性 / 負荷	全罩式	半高式
滑門開啓寬度	2010mm	2010mm
滑門開啓高度	2120mm	1500mm
門扇重量	< 100 kg	< 100 kg
滑門關閉時動能	9.5J	9.5J
低速區之動能	1J	1J
開門時間 (可經由 PTE 設定)	3.0 seconds	3.0 seconds
關門時間 (可經由 PTE 設定)	3.5 seconds	3.5 seconds
電源供應	48Vdc /24Vdc	48Vdc /24Vdc
活塞效應壓力	±1500 Pa	
擁擠負荷	500 N/m ² Applied at 1.125m from finished floor level	500 N/m ² Applied at 1.125m from finished floor level
地震負荷	0.23g	0.23g
設計壽命	30 years minimum	30 years minimum

表一：規格表

整個機械構造中的主要單元分別為一直流馬達、滑動架、鎖定器單元、滑門控制單元等四個部份，並分別介紹功能如下。

直流馬達包含減速齒輪箱，採用國際知名品牌“Dunkermotoren”所製造的產品，馬達防水防塵等級為 IP65，可適應台灣多雨潮濕的氣候，其使用年限較為長久。

滑動架組件則是用螺栓固定在每扇門的頂部邊緣，可使滑動門有好的光

滑導向運動，進而降低噪音的產生。並設有垂直調整的調節裝置，可允許月台門安裝後，調節垂直位置，使得運行軌道和月台邊緣對角定位較容易。

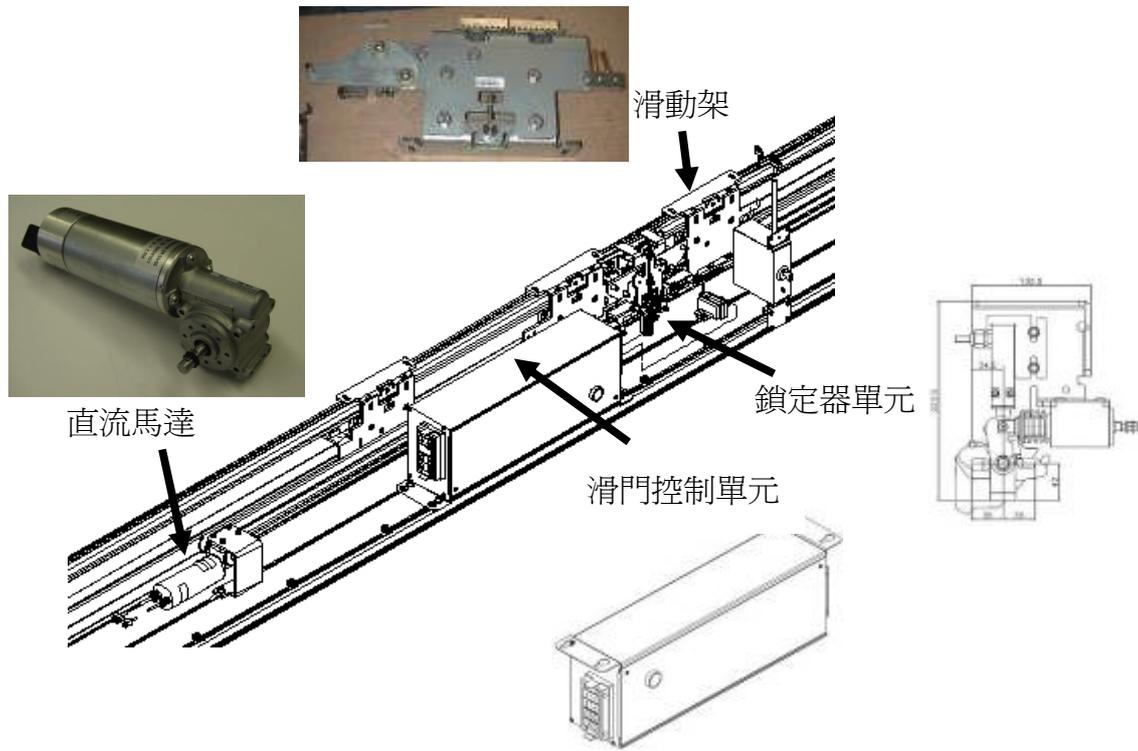


圖 23. 全罩式月台門門樑機械結構示意圖

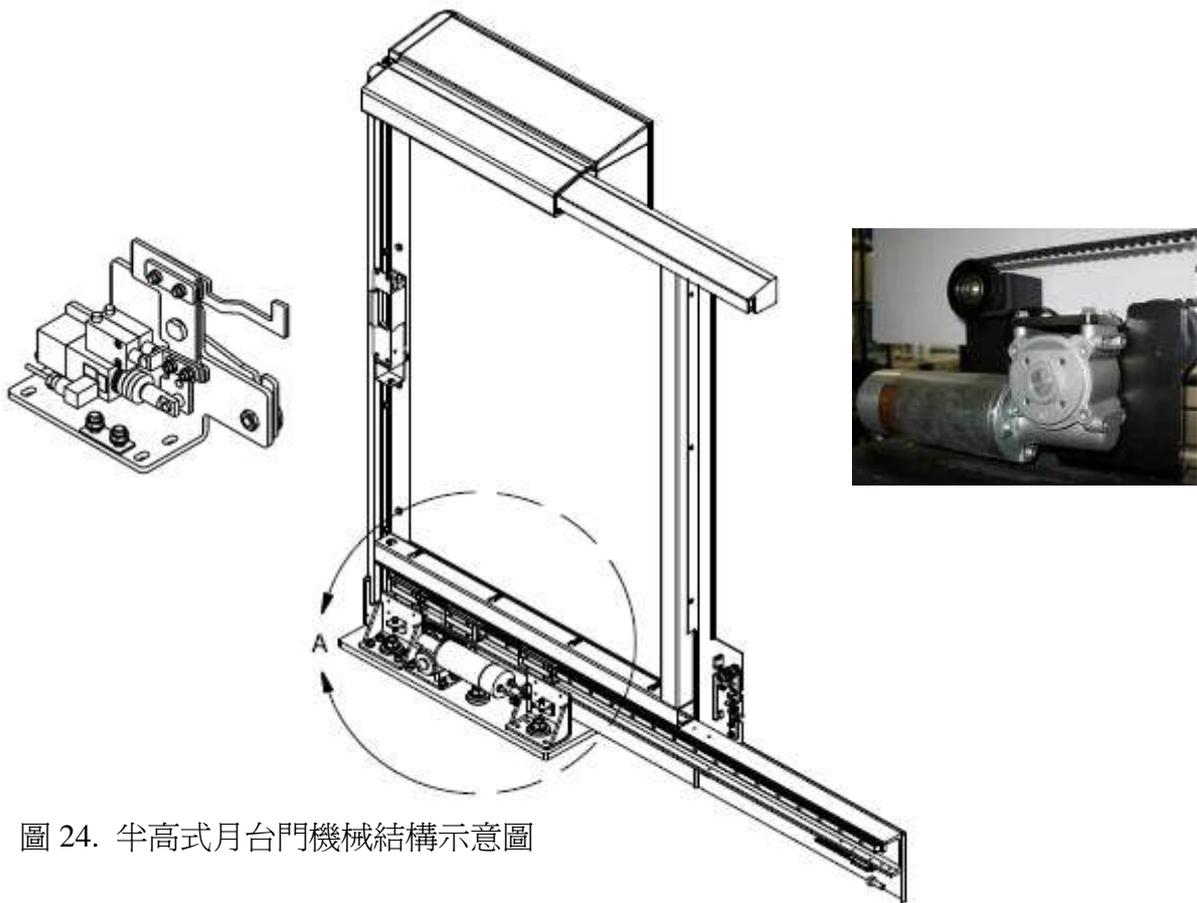


圖 24. 半高式月台門機械結構示意圖

每個滑動架組件由凹槽滾軸組成，爲了支持門重量的同時水平運行，每個主軸包含有永久潤滑的滾球軸承以及一個反向輪用來確保承載軸不跳出鐵軌和防止有障礙導致門扇傾斜。

當鎖定器單元處於關閉鎖緊狀態時，鎖鉤就與位於滑動承載器上的兩枚鎖針咬合。每扇門包含一枚鎖針、兩個動力驅動安全開關。此開關的狀態信息會發送給控制單元和信號系統。當控制單元收到一開門指令時，電流信號會被發送至電磁鐵通過電磁鐵吸起鎖板，從而鬆開位於門扇上的鎖針，最終鬆開門扇。一旦鎖定器單元解鎖，兩個安全開關將被驅動，而“關閉及上鎖”信號不會再被發送至信號系統。

滑門控制單元內建微處理器，繼電器及光耦合隔離電路，主要用來控制直流馬達運轉時間、轉速、並可以利用 RS-232 與電腦連接，透過軟體設定各項參數，另外微處理器上 I/O 埠亦可監測外部狀態接腳的電位變化(Hi→Lo)，監視是否有異常狀況發生，並記錄在 log file

整個月台門的安全裝置包括：滑門控制單元採用雙處理器設計，以增進安全性。而鎖定器單元鎖定機構爲自動門鎖，在無電源供應的狀態下，可將滑門維持閉鎖狀態，而只在兩個門扇都在正確上鎖位置及鎖栓安全上鎖時，才能傳送閉鎖信號。障礙物偵測可達 20mm，當門無法關閉達三次時將會停止一切動作。

爲防止乘客於月台上因上車或接觸電聯車產生接觸電壓而可能發生觸電，在月台上靠近月台門 2 公尺寬度範圍內，利用絕緣膜與車站結構接地電位隔離。

下列所有結構及其組件都與接地電位隔離或提供適當的絕緣塗層：

PSD 及其 PED 2 公尺範圍內

電聯車靜止時 2 公尺緩衝區

牽引動力承包商應考慮負回流軌接觸電壓符合 EN50122 規範，亦即當負回流軌與車站接地電位差大於 120V 時需提供保護。

另外也設置了緊急逃生門與動作指示燈，其主要功能爲緊急狀況時提供乘客進出，可由軌道側按壓緊急推桿或於月台側以鑰匙開啓緊急逃生門。

動作指示燈包含開門指示與暫停服務指示兩項燈號，當滑動門完全開啓

時，“開門”的指示燈恆亮；在確定關閉並鎖定後此指示燈將會熄滅；而滑動門移動過程中，此指示燈會以閃爍顯示；另當滑動門“暫停服務”或“異常故障”時，該指示燈則顯示紅色以作警示，故旅客可以因應月台門的動作，避免發生夾傷人的意外事件。

3.1.2. 電路原理簡介

以下為月台門控制系統之電氣系統方塊圖

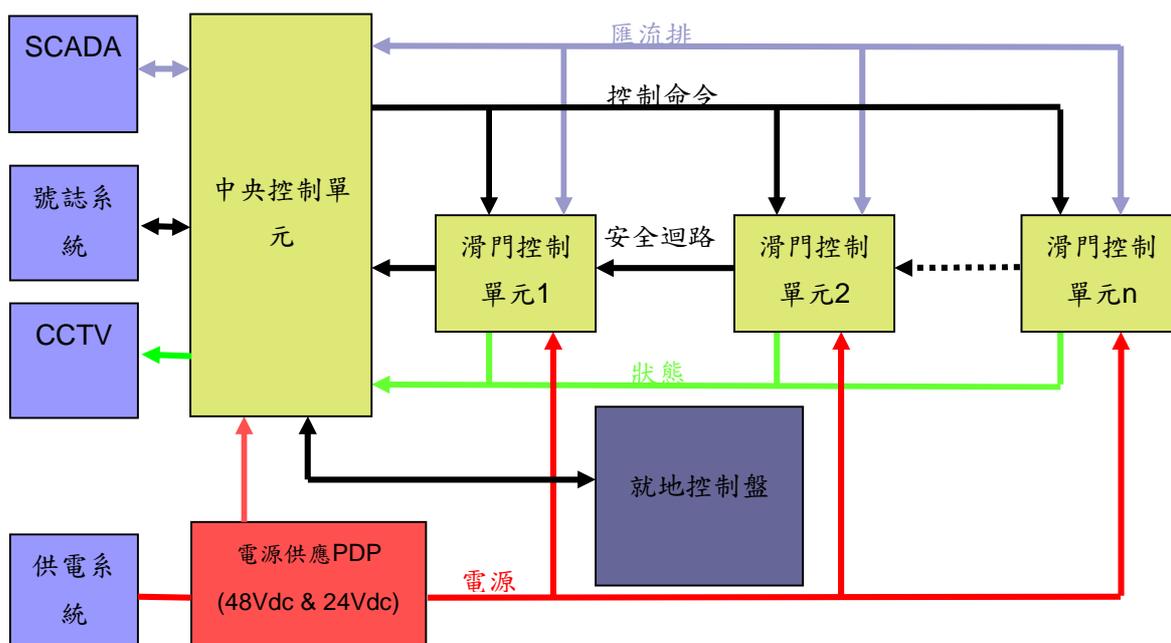


圖 25. 電氣系統方塊圖

由上圖中可以知道月台門的中央控制單元，此一中央控制單元架設在月台門設備室裡，會接收來自就地控制盤、中央監控與號誌系統所發出的觸發訊號，經過中央控制單元的判讀與運算之後，將會下達指令給滑門控制單元，電聯車的車廂門對應每一組滑門，所以會有多組的滑門控制單元皆會接收到開啓或閉合的指令，進而控制所有滑門均能一致的作動，另一方面滑門控制單元也會輸出狀態信號給中央控制單元，讓中央控制單元可以偵測到是否有異常狀況發生，當有異常狀況時中央控制單元將送出觸發信號給閉路電視系統的快速旋轉球攝影機(SPEED DOME)，移動攝影機到有異常的滑門。

中央控制單元有幾個主要模組組成－可程式邏輯控制器、CX9010 CPU 模組、電源整流器、觸控螢幕、電池組、極限(微動)開關所組合而成；分別介紹如下：

- (1). 可程式邏輯控制器 Programmable Logic Controller (PLC)

PLC 是由包含一個 CAN Bus 的可程式邏輯控制系統，安裝於中央控制單元內供每組月台門界面使用。

廠商名稱：Beckhoff，型號：CX9010-0001, 24VDC，如下圖 26。



圖 26. 可程式邏輯控制器外觀圖

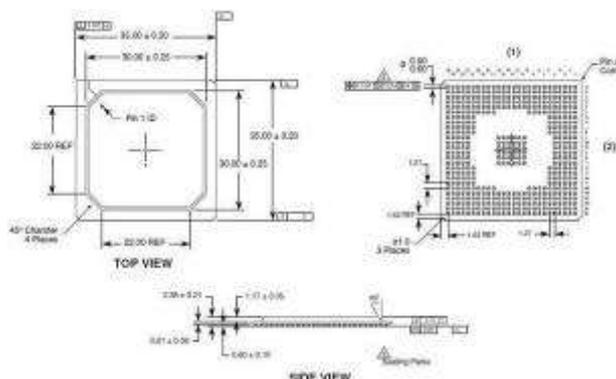


圖 27. Intel® IXP 420 IC 外觀圖

(2). CX9010 CPU 模組

CX9010 是緊湊型乙太網路控制器，採用 Intel® IXP 420 處理器，時脈頻率為 533 MHz，Beckhoff I/O 端子可以直接連接到 CPU 模組。CX9010 內建 ARM CPU、內部快閃記憶體、記憶體 SDRAM，CX9010 的標準配置包含 2 個 RJ 45 界面連接到內置交換機，無需另加以太網交換機就可以簡便地實現線型拓撲。

CX9010 還可以提供一個 CF 卡插槽為擴充儲存介面，I 型和 II 型 CF 卡均可適用。作業系統為 Microsoft Windows CE，安裝 TwinCAT 自動化軟體後，CX9010 CPU 模組便是強大 PLC 控制功能，也可使用視覺化界面操作，也可以加裝其他系統界面模組。CX9010 具有為 DVI/USB 界面模組，DVI 界面可以連接 Beckhoff 控制面板和具備 DVI 界面的顯示器或者經 DVI/VGA 轉換器連接標準的 VGA 顯示器，而 USB 2.0 的界面則可連接印表機、掃描器、滑鼠、鍵盤、隨身碟以及 CD-RW 等設備。



圖 28. 整流器模組



圖 29. 極限(微動)開關

(3). 電源整流器安裝於配電盤內，主要功能將 380Vac 3 相 60Hz 轉換成

48Vdc 電源，以供應自動滑門電源，廠商名稱：Benning。

整流器模組可組成 6kW 到 70kW 的備援電源系統，也可以配置 24V 和 60V 輸出電壓的系統。通過高效率元件和模組內部的散熱系統，整流器模組可達 1 千瓦/立方公尺的功率密度。(如圖 28.所示)。

效率>90%，輸出電壓範圍廣 (85V-275V)，具有溫度補償效應的額定輸出功率、熱插拔、額外整流器的自動設置，環境溫度在-33C+75C 的範圍內均可操作。

(4). 極限開關安裝於自動滑門，每一組自動滑門使用 2 個極限開關來監視滑門鎖定器之狀態(如圖 29.所示)。



圖 30. 觸控螢幕



圖 31. 電池組

(5). 中央控制單元配有一個可以顯示儲存的資料及 PSD/PGD 系統實際狀態的觸控螢幕，供營運維修人員使用(如圖 30. 所示)。螢幕尺寸為 12 吋、高效率型、TFT color LCD (SVGA)、直流 24 伏特。

以上(1).~(5).皆用於中央控制單元

月台門使用電池組(如圖 31.)作為預備電源，當 AC 輸入電源 A 與電源 B 失去供應時，電池組之電源供應月台門運作使用，不斷電系統所供應的電力小足以使月台門系統持續操作一小時以上，當不斷電系統電力不再供應後，此時的月台門系統電池至少還能進行 20 次的開門與關門程序循環(如圖 99.)。

全罩式月台門與半高式月台門的就地控制盤電皆使用電池組作為預備電源。

就地控制盤相當於中央控制單元設備的操作面板，設置在月台前、後端牆，可以進行操作月台層的月台門系統，當操作就地控制盤時，將會送出一個中斷信號給號誌系統的自動開關門控制，避免誤動作的產生。因為操作時會影響月台門的安全，使乘客直接面對軌道產生危險。因此，需由配有鑰匙的授權人員來操作，而不是一般人皆可隨意的操作。

就地控制盤提供的控制訊號及按鍵有，現場操作致能(enable) 按鍵，開啓按鍵、關閉按鍵信號、解除號誌聯鎖按鍵開關、燈號測試按鍵、月台門關閉與鎖定指示燈按鍵、虛擬月台門關閉與鎖定指示燈按鍵等等的按鍵可以操作。

就地控制盤電源採雙電源供應的設計方式，分別爲主電源及待命電源，當整流器有故障或是異常時、整流器也會輸出狀態信號給中央控制單元，讓中央控制單元可以偵測到有異常狀況發生，讓維修人員可以儘速排除故障。

3.2 月台門運行動作分析

(1). 一般自動滑門的速度功能分析

滑門在控制開啓與關閉時，各單一滑門速度與加速的可經由筆記型電腦行設定。

各門組在任何移動點上的最大動態動能不能超過 19 焦耳 (J) (每一門扇 <9.5 J)

關門週期有兩個階段；第一階段以較高的速度運作、第二階段滑門組鎖定前門扇間相距 150mm 時，則以較低速度運作且每一門扇的最大動態動能少於 2 焦耳 (J)。第二階段開始作用的門扇相距距離可由筆記型電腦設定。

計算參數：

單一門扇的質量 m_{max} : 90 kg

單一門扇之移動裝置的質量 m_{TC} : 8 kg

月台門開啓寬度 S_0 : 2010 mm

低速區 : 150 mm

兩個門扇的最大動態動能 : 19 J

低速區內兩個門扇的最大動態動能 : 4 J

開門時間 T_0 : 3.0 s

關門時間 T_c : 3.5 s

主驅動單元的旋轉質量慣性矩 J_p^* : $0.0000172 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

次驅動單元的旋轉質量慣性矩 J_s^* : $1.103\text{e-}3 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

驅動齒狀帶滑輪直徑 d : 0.056 m

裝置比率 1 : 10

最高速度的計算如下：

$$W_{K1} = \frac{1}{2} * (2 * m_{\max} + 2 * m_{TC}) * v^2$$

$$W_{K2} = \frac{1}{2} * J_P * \omega_2^2 \rightarrow v = \sqrt{2 * \frac{W_{K2}}{J_P (\frac{2 * i}{d})^2}}$$

$$W_{K3} = \frac{1}{2} * J_S * \omega_3^2 \rightarrow v = \sqrt{2 * \frac{W_{K3}}{J_S (\frac{2}{d})^2}}$$

$$W_{Ktot} = W_{K1} + W_{K2} + W_{K3}$$

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{W_{Ktot}}{\frac{1}{2} * (2 * m_{\max} + 2 * m_{TC}) + \frac{1}{2} * J_P (\frac{2 * i}{d})^2 + \frac{1}{2} * J_S (\frac{2}{d})^2}} =$$

$$\sqrt{\frac{19J}{\frac{1}{2} * (180kg + 16kg) + \frac{1}{2} * 0.0000172 \text{ kg} * \text{m}^2 (\frac{2 * 10}{0.056m})^2 + \frac{1}{2} * 0.001103 \text{ kgm}^2 (\frac{2}{0.056m})^2}}$$

$$= \sqrt{38/199.6}$$

$$= 0.436 \frac{m}{s}$$

低速區內的速度計算如下：

$$W_{K1} = \frac{1}{2} * (2 * m_{\max} + 2 * m_{TC}) * v^2$$

$$W_{K2} = \frac{1}{2} * J_P * \omega_2^2 \rightarrow v = \sqrt{2 * \frac{W_{K2}}{J_P (\frac{2 * i}{d})^2}}$$

$$W_{K3} = \frac{1}{2} * J_S * \omega_3^2 \rightarrow v = \sqrt{2 * \frac{W_{K3}}{J_S (\frac{2}{d})^2}}$$

$$W_{Ktot} = W_{K1} + W_{K2} + W_{K3}$$

$$v_{\min} = \sqrt{\frac{W_{Ktot}}{\frac{1}{2} * (2 * m_{\max} + 2 * m_{TC}) + \frac{1}{2} * J_P (\frac{2 * i}{d})^2 + \frac{1}{2} * J_S (\frac{2}{d})^2}} =$$

$$\sqrt{\frac{4J}{\frac{1}{2} * (180kg + 16kg) + \frac{1}{2} * 0.0000172 \text{ kg} * \text{m}^2 (\frac{2 * 10}{0.056m})^2 + \frac{1}{2} * 0.001103 \text{ kgm}^2 (\frac{2}{0.056m})^2}}$$

$$= \sqrt{8/199.6}$$

$$= 0.200 \frac{m}{s}$$

開門時間的計算如下：

由於速度曲線涵蓋的面積相等於月台門的開啓寬度，因此計算出開門時

間後便可同時確定開門速度曲線。

假設加速與減速區段皆使用相同的時間 Δt 。

$$\frac{1}{2} * \Delta t * v_{\max} + (3 - 2 * \Delta t) * v_{\max} + (3 - 2 * \Delta t) * v_{\max} + \frac{1}{2} * \Delta t * v_{\max} = 1.005m$$

$$\Rightarrow \Delta t = (3v_{\max} - 1.005) / v_{\max} = 0.695$$

等高速區段時間， $3 - 2 * \Delta t = 1.61 \text{ sec}$

加速/減速數值， $(v_{\max} - 0) / \Delta t = 0.627 \text{ m/s}^2$

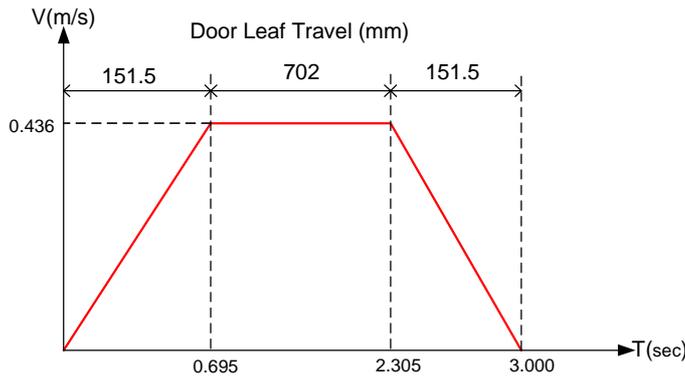


圖 32.開門流程的速度曲線以及顯示質量 90kg 的門扇所需的開門時間。

關門時間的計算

關門速度曲線涵蓋的面積相等於月台門的關閉寬度。假設加速與減速區段皆使用相同的時間 Δt ，而定低速區的持續時間為 Δt_2 。

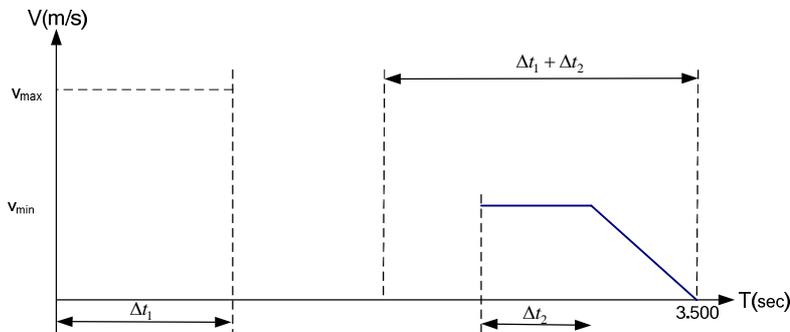


圖 33. 關門加速與減速區段示意圖

$$\begin{cases} \frac{1}{2} * \Delta t_1 * v_{\max} + (3.5 - 2 * \Delta t_1 - \Delta t_2) * v_{\max} + (1 - \frac{v_{\min}}{v_{\max}}) * \Delta t_1 * \frac{v_{\max} + v_{\min}}{2} = 1.005 - 0.15 \\ v_{\min} * \Delta t_2 + \frac{1}{2} * \Delta t_1 * v_{\max} * (\frac{v_{\min}}{v_{\max}})^2 = 0.15 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \Delta t_1 = 0.901 \text{ sec} \\ \Delta t_2 = 0.543 \text{ sec} \end{cases}$$

等高速區段 ($v = v_{\max}$) 的時間， $3.5 - 2 * \Delta t_1 - \Delta t_2 = 1.155 \text{ sec}$

加速數值， $(v_{\max} - 0) / \Delta t_1 = 0484 \text{ m/s}^2$

關門流程的速度曲線如下圖所示：

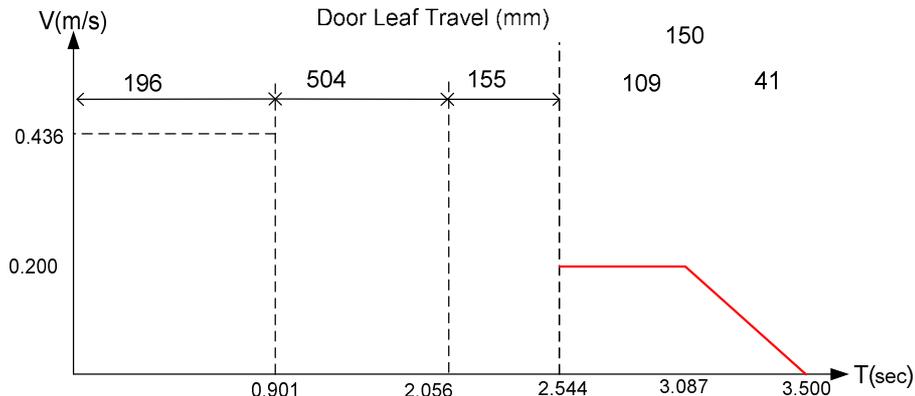


圖 34. 一般滑門的關門速度曲線，質量 90kg 的門扇所需的關門時間。

月台門第 1 及第 12 自動滑門的速度功能分析

第 1 及第 12 自動滑門位於列車駕駛員車門旁，爲了不危及列車駕駛員上下車，駕駛員車門需要做一個特別設計。爲達此目的，採用不對稱滑門的方案，其參數如下：

單一門扇的質量 m_{\max} ：80 kg 爲狹窄型門扇；90 kg 爲寬敞型門扇

單一門扇之移動裝置的質量 m_{TC} ：8 kg；月台門開啓寬度 S_o ：805 mm 爲狹窄型門扇，1005 mm 爲寬敞型門扇，低速區：150 mm。

其餘的參數，例如：動態動能約束、開門/關門時間、馬達的慣性資料等等，將如同一般自動滑門門扇。

(2). 使用該不對稱設計，駕駛員車門的有效淨開度可達到 580mm。

依據上述的計算方式，可以得到不對稱滑門狹窄型門扇的開門速度曲線如下圖所示：

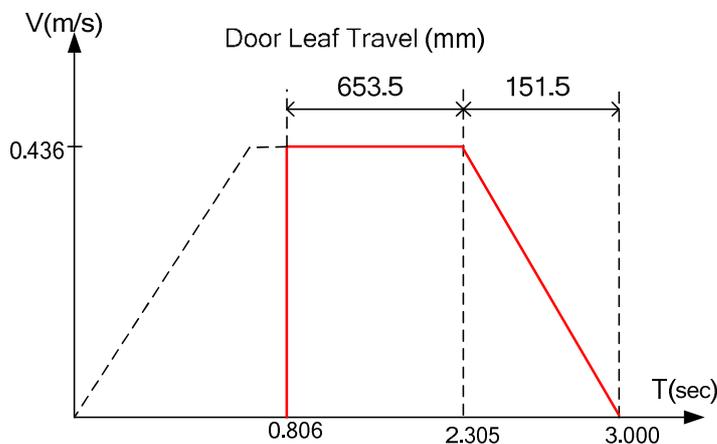


圖 35. 不對稱滑門狹窄型門扇的開門速度曲線

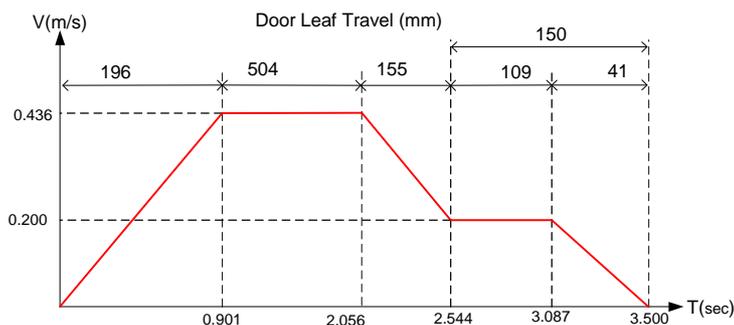


圖 36. 不對稱滑門狹窄型門扇的關門速度曲線

下圖顯示不對稱自動滑門之設計。

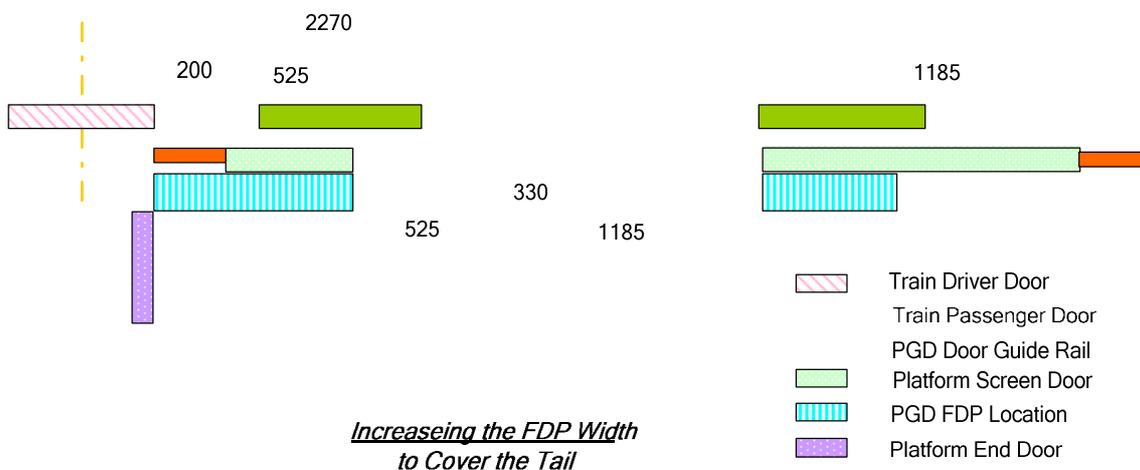


圖 37. 不對稱自動滑門之設計

3.3 月台門系統之運作

3.3.1. 滑門控制單元運作模式

滑門控制單元運作模式可在 3 種模式下運行：自動、手動與隔離等 3 種模式。可透過滑門控制單元上的 3 段式選擇開關選擇運作模式。

(1). 自動模式

當開關鈕撥至此位置上時，月台門將會在自動控制模式下操作。門的關閉訊號將包含“所有月台門關閉上鎖”(ALL DOORS CLOSED AND LOCK)狀態；月台門正常運作狀態，根據來自號誌系統且透過就地控制盤傳送或指令作出反應，每一滑門將提供狀態指示燈，可經由設定，其警鈴將在關閉月台門時發出聲響。

(2). 手動模式

當開關鈕撥至此位置上時，所有來自中央控制單元傳入的指令將不受

理，且該門組將顯示“所有月台門關閉上鎖”訊號於中央控制單元上，但該訊號並不會觸發月台門的運作。在手動模式的情況下，狀態指示燈將啟動且門組的“所有月台門關閉上鎖”狀態並非無效的。

以下的機構零件提供所需的操作和警示功能：

2 個開關（按鈕）允許月台門以手動方式開啓與關閉。

警鈴在門關閉時提供警示訊息。

(3). 隔離模式

月台門開關功能失效，且接收到的指令訊號無法操控月台門的運作時，切換至隔離模式下的門組將在第一時間關閉，且馬達電源將被切斷。

月台門將在完全開啓/關閉的位置上被機械式鎖上；操作員必須將滑門控制單元的選擇開關轉至隔離模式才能啟動機械式門鎖。當決定將隔離模式恢復至正常模式時，操作員必須解除門鎖，並將滑門控制單元開關轉回自動模式。

3.3.2. 月台門系統運作程序

包括一般運作、障礙偵測系統與特殊狀況，例如，故障回應及故障復原等等。

(1). 一般運作程序

電源開啓時，滑門控制單元初始化並以低速關上未關閉的門組。滑門控制單元的運作起始於關閉上鎖狀態。

開門/關門指令：開門/關門指令由 ENABLE 輸入及 OPEN COMMAND 輸入進行 AND 運算操作。

ENABLE 輸入	OPEN 輸入	月台門操作
高	低	關門
高	高	開門
低	高	關門
低	低	關門

表 2. 開門/關門操作真值表

(2). 障礙偵測系統

在關門週期裡於兩個門扇之間（或開門行程中於門扇前）所偵測到的所有物件或人均稱為障礙物。為了不危及人員的安全，月台門系統測量馬達的驅動電流並依該電流算出整個關門（及開門）週期裡月台門的受力。門扇上

毋須安裝任何的感應器，這表示移動的門扇與滑門控制單元之間並無任何電纜，當月台門驅動器的施力超過 140 N 時，障礙偵測系統將被啟動。障礙偵測系統將偵測出所有直徑超過 20mm 的障礙物。

在關門週期偵測出障礙物時，滑門將依以下需求操作：

當門組在關閉行程中偵測到障礙物且監視設備未偵測到門組鎖定狀態時，應重新開啓 0.5 公尺使障礙物得以移除。

在短暫暫停後，門組應再次關閉。若連續三次嘗試關閉失敗，門組應停止動作。

門組停止後，需再次收到另一關門指令後，方能再執行關閉動作。

滑動門在障礙物清除後或失去電力時，不可急速關閉。

門組的嘗試關閉次數應可從 1 至 20 次進行調整，門組的重新開啓距離應可從 0.3 公尺至全開寬度進行調整。

(3). 特殊狀況

首先是透過持續監視系統臨界溫度（參數可調）以判斷是否熱量過載，若發生熱量過載事件，滑門控制單元將中斷門組的關閉嘗試並完全開啓門組，等待最多 15 秒後才又恢復關門步驟。其次是為開門週期的障礙，同樣假設熱量過載將持續被監視（透過監視其臨界溫度參數）。若發生熱量過載時，滑門控制單元將中斷門組的開啓嘗試並完全關閉門組，等待最多 15s 後才又恢復開門步驟。最後則是單一滑門的故障，當乘客方面（從軌旁/列車外），手動釋放滑門，滑門控制單元將進入緊急釋放模式。

(4). 開門/關門的施力標準如下：

依據軌道應用的相關標準，以下為月台門開門/關門所需的施力：

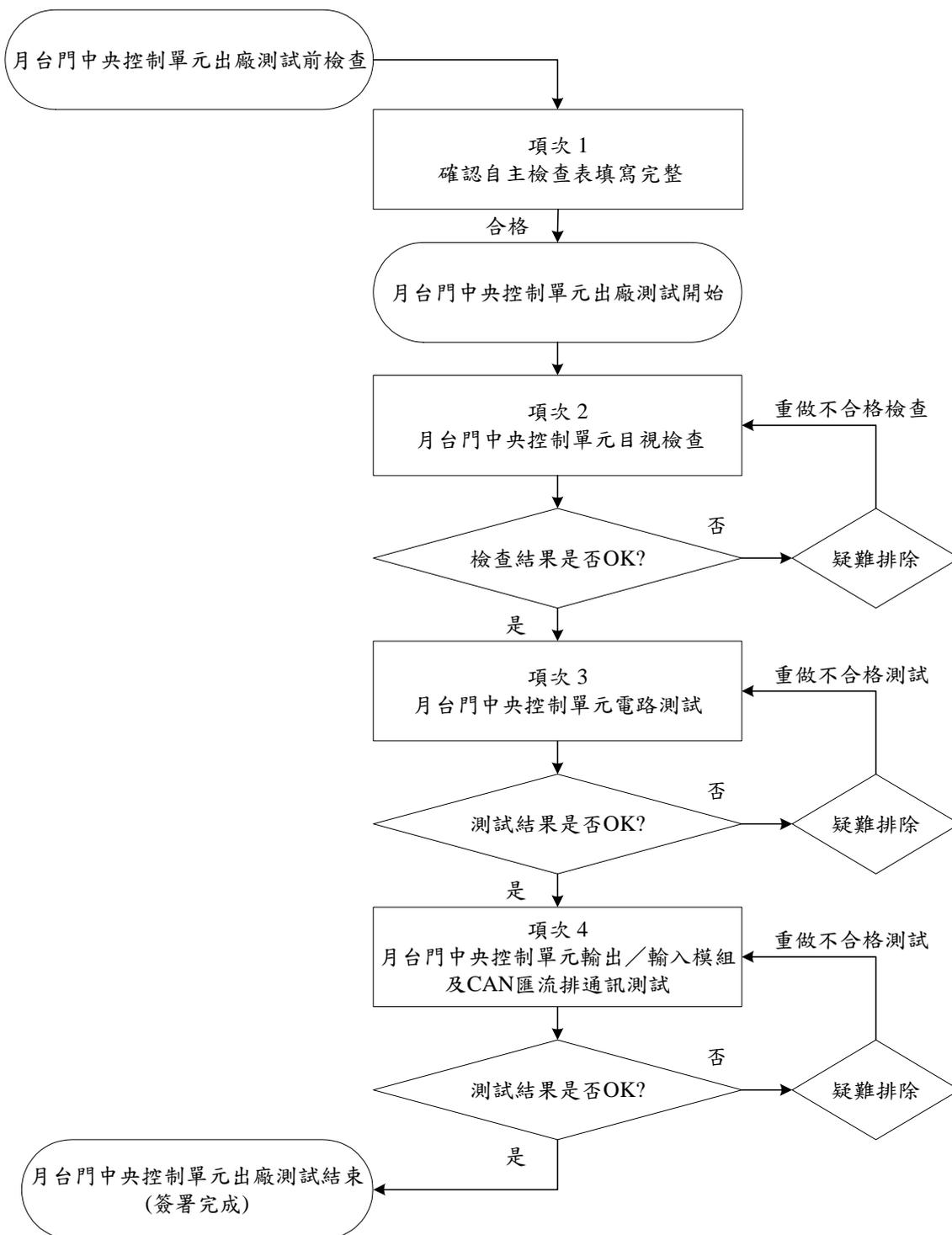
手動解鎖施力： < 69N

手動開門施力： < 147N

手動關門施力： < 137N

開門/關門時的滑門施力（最大）： 140 N

3.4 測試流程



所使用的測試設備與儀器包括：水平尺、厚薄規、三用電錶、皮帶張力配重、測力計、線性編碼器、示波器等，以上這些設備都須包含校正資料是否合格，方可使用，並在測試前需檢查滑門控制單元之廠牌與驅動馬達之廠牌及型號、機件的整體性、完整性、各個螺絲必須鎖緊、以及確認所有的連接或鎖件是否沒有鬆脫，所有項目是否都適當固定、鎖緊。

表三. 功能檢查 Functional Checking

全罩式月台門功能檢查項目	半高式月台門功能檢查項目
滑動架（懸吊）的設定	鎖定裝置的設定
反向壓力導輪的設定	手動門組測試
鎖定裝置的設定	極限開關檢查
手動門組測試	皮帶張力
極限開關檢查	解鎖力道量測
皮帶張力	開啓力道量測
解鎖力道量測	滑門控制單元控制測試
開啓力道量測	速率曲線量測
滑門控制單元控制測試	雜音測試
速率曲線量測	關閉力道量測
雜音測試	指示燈檢查
關閉力道量測	非對稱滑門回推功能檢查
指示燈檢查	

3.5 測試過程與結果

3.5.1. 測試前的準備工作

包括自主檢查表、測試儀器校正資料等等文件的檢查，並在測試前由廠商解說相關設備及安全規定。



圖 38. 文件審查討論



圖 39. 測試前－設備解說

爾後由見證督導人員詳細確認測試儀器與設備，是否與文件符合一致。



圖 40. 測試文件與儀器一字排開待檢證
 測試設備包括有三用電錶、線性編碼器、示波器、厚薄規、筆記型電腦、測速計及荷重法碼等等。



圖 41. 測試儀器與工具近照



圖 42. 測試儀器—測力計



圖 43. 測試設備—荷重法碼



圖 44. 測試儀器—示波器



圖 45. 速度曲線量測儀器—線性編碼器

速度曲線量測設備儀器配置說明—圖 45. :

- (a). 將線性編碼器連接至滑動門之門扇上
- (b). 線性編碼器固定於滑動門全開位置之後，量測全程滑門移動距離
- (c). 利用周率與電壓/電流轉換器，將線性編碼器量測結果轉換為電壓值，並傳送至示波器上顯示，X 軸為時間，單位為 500ms，Y 軸為電壓，單位為伏特(比例為 10:1)。



圖 46. 檢驗測試儀器

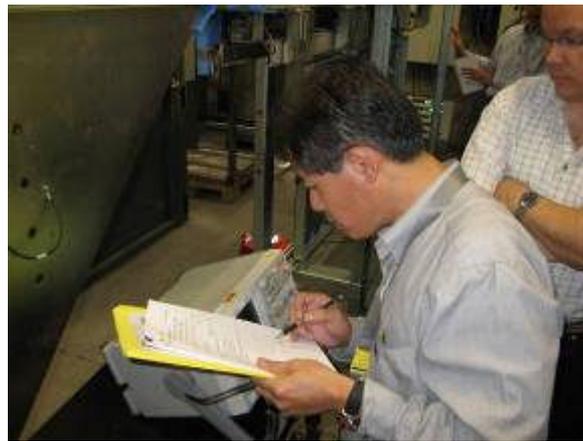


圖 47. 檢驗測試儀器



圖 48. 半高式滑門控制單元－確認接線
將滑門控制單元安裝至測試機台上(如圖 48.)，目視檢查下列項目：檢查確認所有螺絲已鎖緊，檢查確認所有連接或鎖件無鬆脫，且所有項目都已適當固定、鎖緊設定滑動架(懸吊)。



圖 49. 全罩式滑門控制單元－確認接線

3.5.2. 滑門控制單元出廠測試滑門控制單元 全罩式月台門滑門控制單元出廠測試



圖 50. 全罩式 DCU 外觀尺寸量測



圖 51. 全罩式 DCU 外觀尺寸量測

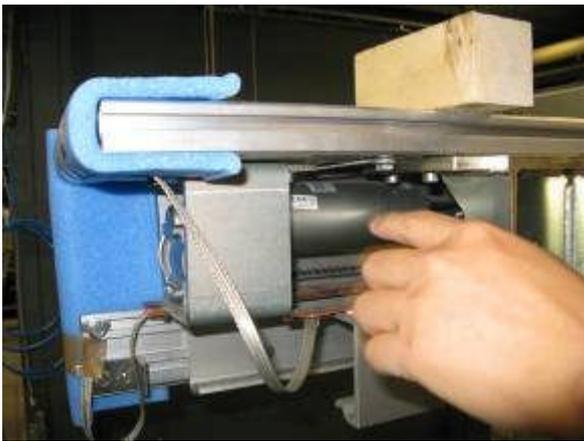


圖 52. 直流馬達接地線連接



圖 53. 極限(微動)開關裝置



圖 54. 檢查確認所有連接或鎖件無鬆脫
先鬆開滑動架上 M5 螺母(設定支撐/懸吊機構)，接著鬆開懸吊機構上的所有 M8 螺母，然後再次鎖緊所有的螺母(圖 54.)



圖 55. 極限(微動)開關裝置動作測試

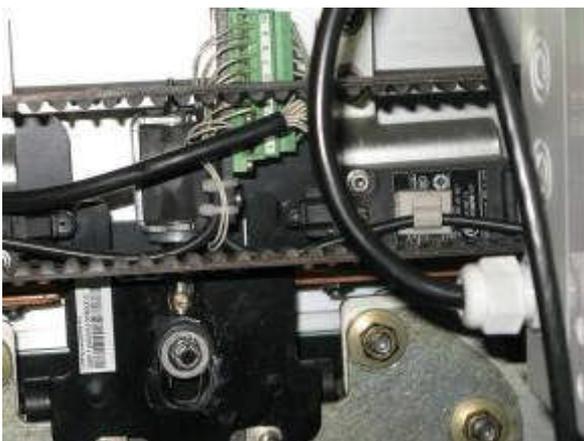


圖 56. 檢查確認所有連接或鎖件無鬆脫
手動開/關滑門一次，於滑動架上所有的滾輪必須滾動
設定反向壓力導輪
設定反向壓力導輪時鎖定機構之鎖定板須先卸下。



圖 57. 滑動架上所有的滾輪必須滾動



圖 58. 卸下鎖定板

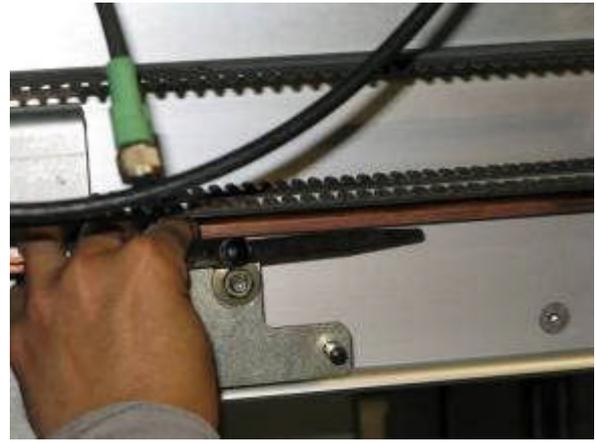


圖 59. 厚薄規檢查鎖定板及門鎖之間隙

使用厚薄規中 0.3mm 之間隙片置入滾輪與鉛擠型之間，手動開啓滑門時反向壓力導輪於滑門開門過程中不可接觸到導軌，最後重新裝上鎖定板。
使用厚薄規檢查鎖定板及門鎖之間隙為 1mm(圖 59.)。



圖 60. 手動解鎖力道量測



圖 61. 手動解鎖力道量測數據

手動門組測試—手動開啓滑門並檢查開門過程是否平順(無阻礙)
手動解鎖力道量測(如圖 60.)，手動解鎖力道量測目標值須小於 67N。



圖 62. 手動開啓力道量測



圖 63. 手動開啓力道量測數據

手動開啓力道量測(如圖 62.)，手動開啓力道量測目標值須小於 140N。

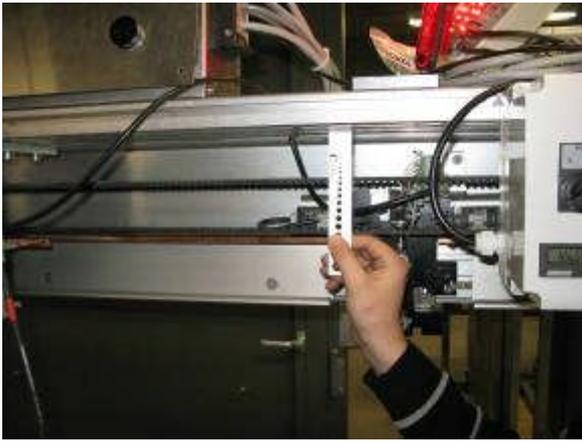


圖 64. 皮帶張力量測前位置數據



圖 65. 皮帶張力加掛法碼後量測數據

皮帶張力量測如圖 64.所示，量測目標值須 $58 \pm 1\text{mm}$ 範圍內。

接上電源開始初始化滑門控制單元(如圖 66.所示)；將開關切換至手動模式。



圖 66. 初始化滑門控制單元



圖 67. 將開關切換至手動模式

按壓手動開門按鈕，滑門緩慢開啓並搜尋終點位置

按壓手動關門按鈕，滑門緩慢關閉

當滑門關閉且鎖定時，設定完成



圖 68. 滑門滑動至完全開啓位置作動中



圖 69. 開門指示燈閃爍及蜂鳴器鳴叫

(1).指示燈及蜂鳴器測試

(a). 使用手動開門按鈕開啓滑門，開門指示燈閃爍直到滑門至完全開啓位置滑門完全開啓，開門指示燈恆亮

(b). 使用手動關門按鈕關閉滑門，開門指示燈閃爍且蜂鳴器發出聲響直到滑門關閉

且鎖定，滑門關閉後，開門指示燈熄滅，蜂鳴器不再發出聲響

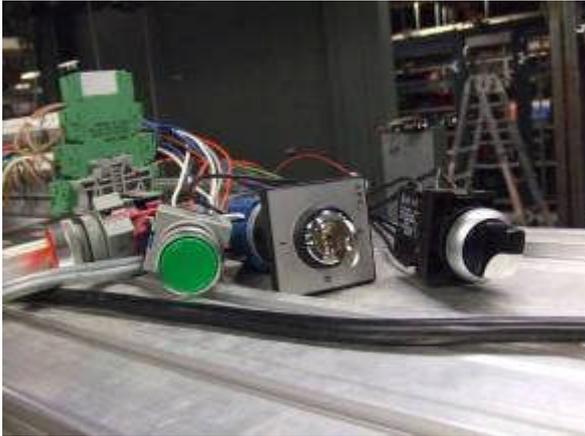


圖 70. 按壓鎖定單元中定位開關

圖 71. 20 秒內故障指示燈亮起，蜂鳴器鳴叫

(2). 按壓鎖定單元中一個定位開關 20 秒鐘以產生重大異常狀況(例如馬達負載過熱)，於此 20 秒內故障指示燈將亮起，且蜂鳴器發出聲響，鬆開鎖定單元定位開關後，故障指示燈熄滅，蜂鳴器不再發出聲響，恢復正常狀態。

(3). 故障指示燈於隔離模式

將開關切換至隔離模式，故障指示燈亮起。

將開關切換至手動模式，故障指示燈熄滅。

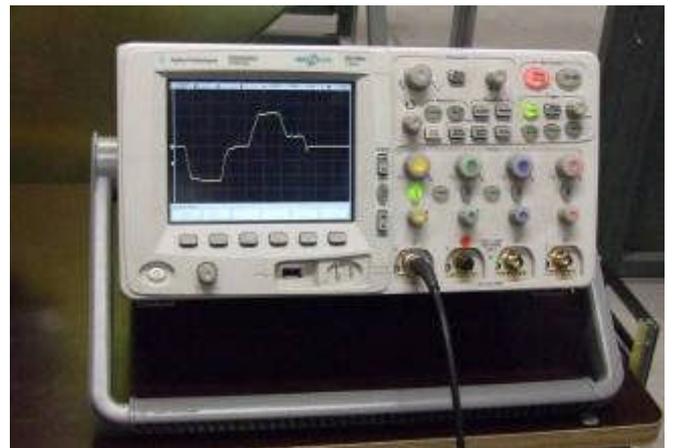


圖 72. 安裝線性編碼器於測試機台

圖 73. 示波器實測值數據

(a). 安裝速率曲線測試設備(如圖 72.)

(b). 安裝線性編碼器測速計於測試機台上開/關門一次，用來紀錄速度曲線，並顯示在示波器上。



圖 74. 量測關門力道



圖 75. 量測關門力道實測數據

關閉力道量測(如圖 74.)

進行測試關門力道之前，需使用筆記型電腦關閉『障礙物偵測功能』，測試結束之後再回復此功能，因為障礙物偵測功能會將滑門組退縮，導致無法量測。

筆記型電腦連接並登入後，更改第 102 項及第 103 項參數為“0ms”以關閉障礙物偵測功能，測試完畢之後參數更改為“1000ms”以復歸障礙物偵測功能。

開始於測試台上手動量測關門力道，使滑門速度緩慢降低至停止狀態，於此時量測關門力道

關門力道量測目標值須小於 140N。

回復第 2 項及第 3 項參數設定為“1000ms”，復歸障礙物偵測功能



圖 75. 障礙物偵測



圖 76. 移除障礙物

障礙物偵測(圖 75.)

使用障礙物測試塊(大於門縫 20mm 木塊)確認障礙物偵測功能是否正常，滑門正常關門 3 次(重新開啓距離約 500mm)

雜音測試

於週期測試時注意測試機台有無異音(磨擦聲、刮擦聲及尖銳而刺耳之聲音)，實際測量時並無發生此異音。

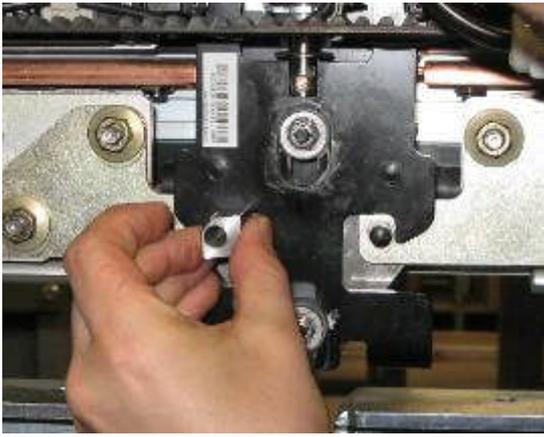


圖 77. 量測螺栓與門鎖間隙



圖 78. 填寫測試見證紀錄表

以下為半高式月台門滑門控制單元出廠測試結果：

將滑門控制單元安裝至測試機台上，開始檢查接線方式與外觀尺寸量測等工作(圖 79. 至圖 80.)



圖 79. 外觀尺寸量測



圖 80. 外觀尺寸量測



圖 81. 開啓力道量測中



圖 82. 開啓力道實測值

開啓力道量測(如圖 81.)，手動開啓力道量測需小於 140N。

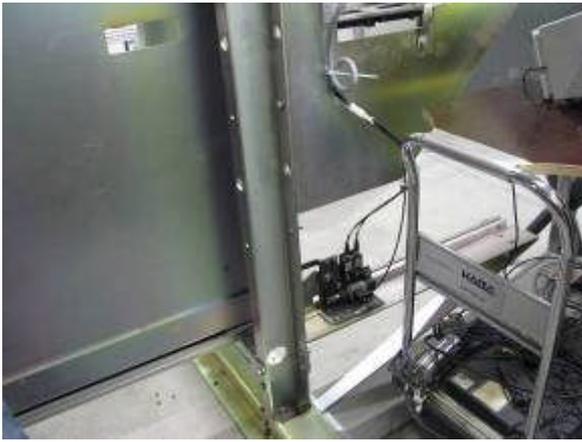


圖 83. 滑門緩慢開啓並搜尋終點位置



圖 84. 開門指示燈及蜂鳴器

初始化滑門控制單元

於端子排接上電源，將開關切換至手動模式；按壓手動開門按鈕，滑門緩慢開啓並搜尋終點位置。

按壓手動關門按鈕，滑門緩慢關閉；當滑門關閉且鎖定時，設定完成。

指示燈及蜂鳴器檢查是否正常(圖 85.)。

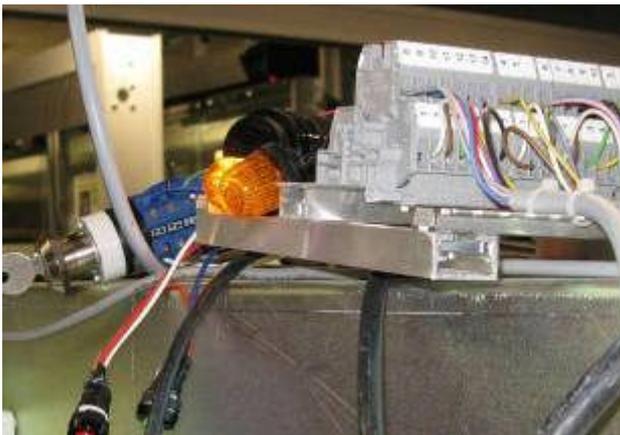


圖 85. 開門指示燈亮起及蜂鳴器鳴叫中



圖 86. 手動關門按鈕—關閉滑門

使用手動開門按鈕開啓滑門，開門指示燈(主控端及附屬端)閃爍直到滑門至完全開啓位置，滑門完全開啓，開門指示燈(主控端及附屬端)恆亮。

使用手動關門按鈕關閉滑門，開門指示燈(主控端及附屬端)閃爍且蜂鳴器發出聲響直到滑門關閉且鎖定。

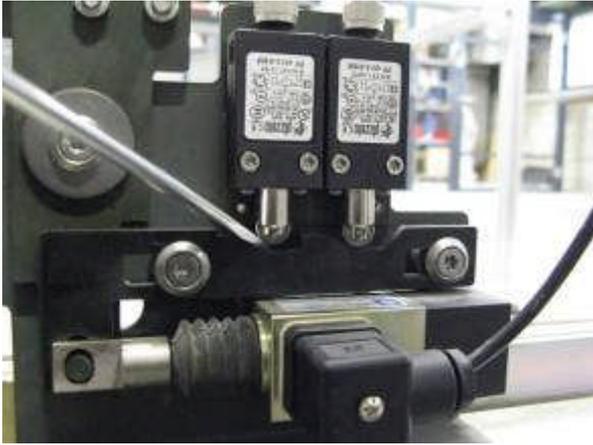


圖 87. 按壓鎖定單元其中一個定位開關中

圖 88. 20 秒內故障指示燈亮及蜂鳴器鳴叫

滑門關閉後，開門指示燈(主控端及附屬端)熄滅，蜂鳴器不再發出聲響

按壓鎖定單元中一個定位開關(主控端)20 秒鐘以產生重大異常，於此 20 秒內故障指示燈(主控端及附屬端)將亮起，且蜂鳴器發出聲響。

鬆開鎖定單元定位開關後，故障指示燈(主控端及附屬端)熄滅，蜂鳴器不再發出聲響
故障指示燈於隔離模式

將開關切換至隔離模式，故障指示燈(主控端及附屬端)亮起

將開關切換至手動模式，故障指示燈(主控端及附屬端)熄滅

速率曲線量測

安裝測速計於測試機台上(主控端)開/關門一次，紀錄速度曲線

於附屬端上重複操作一次，紀錄速度曲線



圖 89. 紀錄開門速度曲線

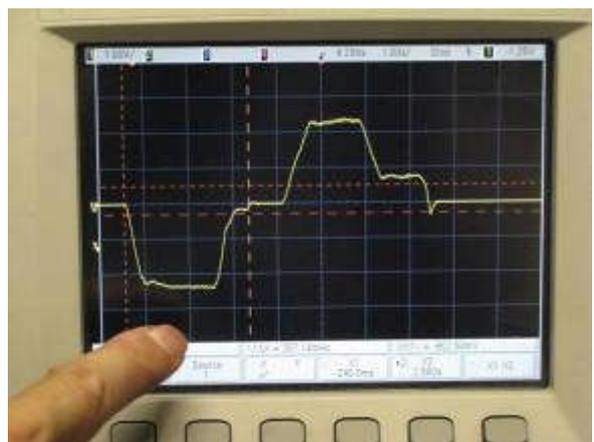


圖 90. 紀錄開門速度曲線實測波形

關閉力道量測



圖 91. 關閉力道量測中



圖 92. 關閉力道實測值

於測試關門力道之前，同樣先使用筆記型電腦關閉障礙物偵測功能，設定步驟如前段落之全罩式滑動控制單元設定，不再贅述。

開始於測試台上手動量測關門力道(主控端)，使滑門速度緩慢降低至停止狀態，於此時量測關門力道，關門力道量測實測值須小於 140N



圖 93. 門縫間隙量測中



圖 94. 量測障礙物尺寸

障礙物偵測

使用障礙物測試塊(20mm 圓棒)確認障礙物偵測功能，滑門正常關門 3 次(重新開啓距離約 500mm)。

3.6 輕軌暨鐵道建設觀摩行程

主要對伯恩市、日內瓦、英特拉肯等所形成的輕軌捷運、捷運/鐵道工程與高山鐵道的運輸系統進行觀摩，並顯示輕軌捷運高架纜線對於市容景觀的衝突。



圖 95. 旅客寄物櫃



圖 96. 止衝擋



圖 97. 火車隔音牆之隔音材



圖 98. 電車電控箱



圖 99. 列車資訊顯示器



圖 100. 自行車吊掛具



圖 101. 自動售票機



圖 102. 自動售票機



圖 103. 自動售票機



圖 104. 自動繳費機



圖 105. 車廂內廣告夾具



圖 106. 車門緊急開啓把手

圖 105. 車廂內廣告夾具相當簡潔與便利，幾乎免維修。



圖 107. 穿堂層加熱器



圖 108. 穿堂層加熱器

圖 107. - 圖 108. 瑞士是會下雪的國家，所以需要裝設加熱器。

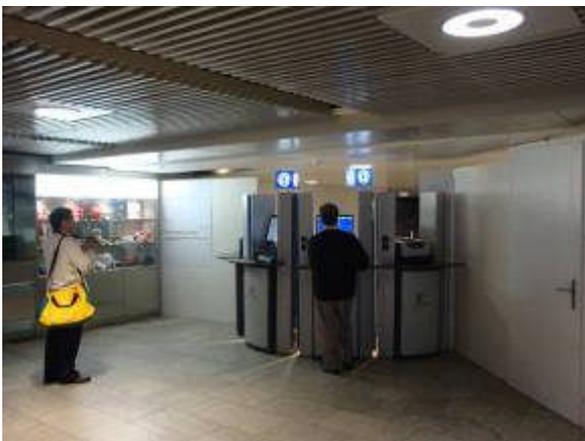


圖 109. 旅客資訊服務站



圖 110. 軌道軌枕及軌道電路

圖 109. 旅客資訊服務站是無人服務，少了人情味，但是提高便利性。



圖 111. 旅客資訊看板



圖 112. 旅客資訊看板



圖 113. 消防撒水頭



圖 114. 偵煙器與廣播喇叭

圖 113.—圖 114. 設置在電車中廁所裡的設備，很少見。



圖 115. 除臭省水馬桶及開關



圖 116. 電車內洗手盆及開關

圖 115.—圖 117. 乾淨明亮的電車內廁所。



圖 117. 電車內廁所外觀



圖 118. 旅客資訊顯示器及隱藏式攝影機



圖 119. 無遮雨棚電梯出入口

圖 119. 很特別的無遮雨棚電梯出入口一下雨天就撐傘吧！



圖 120. 集電弓



圖 121. 集電弓



圖 122. 照明與喇叭



圖 123. 照明與攝影機

圖 123. - 圖 124. 燈具與照明還有攝影機整合在一起，兼顧美觀與實用性。



圖 124. 照明與攝影機



圖 125. 電車內攝影機

圖 125. 可以明顯看出攝影機為知名品牌 AXIS—為網路攝影機知名製造商，可透過網路監看車內動態。



圖 126. 站旁自行車架



圖 127. 電話亭

圖 127. 依據音波反射的原理，因為是圓型造型電話亭，所以反射音波仍會交集在發話音源上，所以小聲講電話，對方應該會聽的清楚吧！



圖 128. 電車連結方式



圖 129. 電纜出線口



圖 130. 輕軌道叉



圖 131. 輕軌道叉



圖 132. 輕軌電車埋入式軌道轉撤器及偵測器及軌道電路



圖 133. 輕軌電車埋入式軌道轉撤器及偵測器及軌道電路



圖 134. 輕軌電車站旁變電箱



圖 135. 輕軌電車馬達與煞車系統



圖 136. 輕軌電車售票機



圖 137. 輕軌電車集電弓



圖 138. 輕軌電車號誌



圖 139. 輕軌電車號誌



圖 140. 輕軌電車資訊顯示器



圖 141. 輪椅呼救鈕及通風口



圖 142. 類比子鐘



圖 143. 驗票機



圖 144. 行李架



圖 145. 推進式登山火車

圖 145. 火車頭在後面向前推進，跟常見的火車頭在前面方式，很不一樣的配置。



圖 146. 第三軌為齒輪軌

圖 146. 雙軌之間的第三軌為齒輪軌，是為了下雪時怕會下滑，增加安全性。



圖 147. 44 度登山鐵道列車

圖 147. 是一個登山角度高達 44 度的鐵道列車，整個車廂也跟著傾斜 44 度的方式建造，是很特別而且知名的登山鐵道列車。



圖 148. 44 度登山鐵道列車控制盤



圖 149. 44 度登山鐵道列車集電器



圖 150. 44 度登山鐵道齒輪軌

圖 150. 登山鐵道一樣的齒輪軌設計，前進速度慢但是上升的高度快，二十來分左右便可以到山上了。



圖 151. 44 度電車內門鎖



圖 152. 44 度電車內照明及廣播

圖 151. 古典優雅的車內照明與不能從內部開門的門鎖。



圖 153. 輕軌電車自動售票機



圖 154. 輕軌電車車站



圖 155. 輕軌電車軌道維修孔



圖 156. 輕軌電車連結控制盤



圖 157. 輕軌電車資訊看板



圖 158. 輕軌電車標誌線



圖 159. 驗票閘門



圖 160. 驗票閘門

圖 159. — 圖 160. 非常簡易的驗票閘門 — 誠實的瑞士小孩也不會鑽過去，一切都是信任乘客。



圖 161. 輕軌電車維修廠



圖 162. 輕軌電車維修廠



圖 163. 輕軌電車維修廠



圖 164. 輕軌電車維修廠－維修走道



圖 165. 拜會伯恩市鐵道公司



圖 166. 旅客資訊解說



圖 167. 輕軌電車纜線與景觀衝突



圖 168. 輕軌電車纜線與景觀衝突



圖 169. 輕軌電車纜線與景觀衝突



圖 170. 輕軌電車纜線與景觀衝突



圖 171. 輕軌電車纜線與景觀衝突



圖 172. 輕軌電車纜線與景觀衝突

3.7 總結會議

總結會議日期地點為 100 年 6 月 14 日，Gilgen Door System AG(原 KABA 公司)會議室，主持人為游建華副局長，其目的在於確認下列事項：

- (1). 廠測見證過程之意見討論。
- (2). 廠測見證表單之測試結果討論。
- (3). 是否有見證不符合事項報告及改善事項。
- (4). 廠商自主檢查數據。
- (5). 所有測試項目是否執行完畢及檢測測試數據。
- (6). 是否依照程序書執行測試等。
- (7). 其他建議事項討論。

整體而言，此次測試結果是完全符合規範要求，並無測試不合格情形，並由 SC01 標監造、廠商新鈎公司及統包商丸紅公司簽署各項紀錄表單，總結會議紀錄詳附件三。



圖 173. 中興監造簡報測試結果
在總結會議中確認各項測試結果並檢討整個測試流程，並做成見證報告結論。



圖 174. 總結會議討論情形



圖 175. 總結會議討論情形

第四章：心得

4.1 設計及製造方面：

本次廠商為月台門製造業，世界排名在前 3 名內，其品質控管相當嚴格，在本次工廠參訪裡，首先讓人印象深刻的是非常人性化管理一面，在這家國際大廠裡的技師們，都是非常準時的下班，偶爾才會加班一下，在瑞士這個國家的國民，是非常注重個人生活品質，所以看在忙忙碌碌的台灣人眼裡，真的好生羨慕，因為他們的薪資是台灣人的 3 倍多，但相對物價上也高出許多。

GILGEN AN 這家公司原名稱為 KABA 公司，生產自動門的種類非常的多，而且型式上也非常多，這家公司累積了 30 多年的經驗與技術。自然有獨到的競爭優勢，例如安全性與可靠性是比同業來的好，自然也就能生存至今，而且並不是像台灣以大量生產為目標導向，以品質為目標導向不願意削價競爭。GILGEN AN 的生產強項為機械性作動的機構產品為主，在電子產品的生產上是採用自主研發、外包生產打件為主。所以電子研發方面跟台灣的電子公司相較之下，較為弱勢，其電子元件的良率不高大約 70%，但是 GILGEN AN 採用嚴格篩檢的方式進行入料檢驗，以確保產品品質。

4.3 測試檢驗方面：

本次測試主要重點分別略述如下：

- (a). 解鎖力道量測
- (b). 關閉力道量測
- (c). 開啓力道量測
- (d). 障礙物偵測

以上的測試項目主要都跟安全性有密切的關聯，其次是針對元件/組件的功能性效能、機械組件及其配件的尺寸/美觀/光潔度等進行檢測。由於本次測試是月台門系統中的一個組件，所以本次測試成功並不代表月台門系統整體成功，只是成功了大約 3 成。最後月台門系統的成品檢驗，將由新加坡科技電子公司負責規劃，並由供應商/製造廠負責執行，確保產品/系統的完整性，

以及各檢驗階段期間發現的缺失，皆在產品/系統運送交貨前都必須經過修正。而成品運送至現場或至其它工廠/設備作進一步處理前，供應商/製造廠必須經過自主檢查這一關卡，才能交由新鈞公司進行組裝與安裝後的測試檢驗。

廠商在本次測試所使用的儀器設備皆有校正單位的檢驗報告，完全符合測試檢驗儀器的規定，相關儀器須經見證人員確認無誤後方可進行測試。所以在測試檢驗方面，見證單位是以嚴謹的態度審慎把關，力求測試的正確性。

4.3 見證記錄方面：

本次測試見證單位有中興監造顧問與高鐵局等單位，合計五人執行本次見證過程，見證記錄表單詳如附件四，負責執行測試人員則有六人，確保整個測試流程精準與正確，很高興在本次的場測過程當中，並無任何的不符合測試的結果，也無須重新進行測試，整個任務可以說是圓滿達成。

第五章：建議

一、 正所謂人潮就是錢潮，捷運上下班的時段人潮非常洶湧，因為地下車站為全罩式月台門，其空間是可以加裝如圖 9 所示的廣告機，則可以對外招收廣告業務，如此一來便可以增加廣告效應。

二、 本次出廠測試過後，新加坡科技電子有限公司即可安排後續產品的運送，可運交新加坡科技電子有限公司開始進行系統組裝，個人建議月台門設備在運送過程前後，都必須做好封箱的工作，以及包裝與標籤過程管制，以確保產品符合規格需求。而封箱/包裝所使用之木箱、紙箱、防水膜包裝都要結構堅固，並適當的加入乾燥劑保護，防止水分侵入。

三、 將來各大型組件都會運來台灣組裝，新鈞公司也已經備妥倉庫，將於倉庫內進行接線組裝及測試，然後再運抵工地安裝，所以建議倉庫盡量保持乾燥與清潔，以防止等待使用或運輸之月台門設備損壞或品質下降。為避免人為偷竊或事故發生，新鈞公司要自備消防設備，例如：滅火器及緊急照明燈、攝影機等等。

附件一

- B. 機電系統承商必須依下列原則選擇適當試驗室：
- a. 公認具備執行該項試驗作業之試驗室且其試驗標準為業主可接受者。
 - b. 廠商特別建議並經業主核可之試驗室。

(7) 測試記錄

- A. 任一單獨測試項目完成後 30 天內製作提送完整測試報告予業主審查，包含所有相關測試資料及結果，如測試程序規定廠商須於現場填寫測試記錄後製作手稿影本時，則應於測試時間提供該影本，如業主未見證該測試作業則應於測試完畢後儘早提送業主一份影本。個別測試項目或一序列測試項目完成後，機電系統承商必須提供詳細測試報告如下列：
- a. 規範所要求的測試種類、數量及合格標準。
 - b. 實際執行的測試及結果。
 - c. 合格或不合格的確認，及達成符合規範及設計文件核可標準的進一步測試或後續必要的作業時程。
- B. 此外，廠商須保存一份完整測試報告及相關資料以備業主檢查及稽核，內容必須包含下列：
- a. 完成測試之材料或工作項目。
 - b. 取樣之地點及批次大小或設備設施位置。
 - c. 測試程序及測試時程之參考文件。
 - d. 測試地點。
 - e. 測試日期及時間。
 - f. 工地測試時的天候狀況。
 - g. 測試監督及執行人員簽名。

附件二

附件 A 起始會議之簽到表及記錄表

交通部高速鐵路工程局捷運工程處

SC01 標捷運機電監造工程處

起始會議簽到表

會議名稱：月台門系統滑門控制單元(DCU)廠測見證起始會議

日期：100年6月9日

時間：下午2:30 ~ 3:10 (當地時間)

地點：Gilgen Door Systems AG (Kaba) 公司

主席：游建華

測試名稱：月台門系統滑門控制單元(DCU)廠測

參加人員：

交通部高速鐵路工程局

徐安邦

交通部高速鐵路工程局捷運工程處

張伯良

中興工程顧問股份有限公司

許世安

日商丸紅國際股份有限公司交通專案分公司

王允國

新加坡科技電子有限公司

李國強 King

Gilgen Door Systems AG(設備供應商)

Udo Jeng

L.R. (游氏)

STEPHEN CLARK

第 3 頁

交通部高速鐵路工程局捷運工程處
SC01 標捷運機電監造工程處
起始會議紀錄 Minutes of Meeting

會議名稱	月台門系統滑門控制單元(DCU)廠測見證起始會議				
日期	100.06.09	時間	14:30~15:10	頁次	1/1
主席	游副局長建華	記錄	許正安	地點	瑞士 Gilgen (Kaba)公司
與會人員	高鐵局：徐安邦 捷工處：張副處長伯良、簡朝鑫 中興顧問：許正安 丸紅公司：王允國 新加坡科技電子(STE)：呂周益、Wilton Gilgen Door Systems AG(Kaba)：楊榮達				
列席	L.R RAIL:Stephen Clark				
會議記錄	一、本次測試請廠商依照業主核定之廠測程序書(CKS- ME01-PRO-ESD-0001)及 SC01 監造之廠測見證出國計畫書進行測試，SC01 監造將見證各項測試並簽署。 二、請廠商於廠測過程中每一測試項目均拍照存證，若發現瑕疵事項，須記錄於測試見證紀錄表單。 三、若有測試結果不合格項目，廠商須進行修正後重新測試。 四、請廠商於測試前提供下列文件： (一)廠商依核定之廠測程序書所完成之自主廠測結果紀錄，以確認廠商已完成自主檢測。 (二)各項檢測所需之設備儀器於有效期間之合格校準證明，以檢視核對設備儀器之有效性。 五、本次廠測見證將於討論會議時討論相關見證結果，並簽署本次月台門系統設備 SC01 監造之廠測見證出國計畫書之各式紀錄表單。 六、本次廠測見證完成後，所簽署之各類測試紀錄表單及起始會議、討論會議之會議紀錄將由 SC01 監造單位攜回，並由 SC01 監造依程序提送業主本次廠測見證結果報告。 ~以下空白~				

附件三

附件 B 討論會議之簽到表及記錄表

交通部高速鐵路工程局捷運工程處
SC01 標捷運機電監造工程處

討論會議簽到表

會議名稱：月台門系統滑門控制單元(DCU)廠測見證討論會議

日期：100年6月14日

時間：上午 9:30 ~ 12:00 (當地時間)

地點：Gilgen Door Systems AG (Kaba) 公司

主席：徐安邦

測試名稱：月台門系統滑門控制單元(DCU)廠測

參加人員：

交通部高速鐵路工程局

徐安邦

交通部高速鐵路工程局捷運工程處

張伯良

簡朝鑫

中興工程顧問股份有限公司

許正安

日商丸紅國際股份有限公司交通專案分公司

王允國

新加坡科技電子有限公司

Young
Wilton

吳周春

Gilgen Door Systems AG (設備供應商)

L.R. (簽名)

STEPHEN CLARK

MICHAEL YEMER

交通部高速鐵路工程局捷運工程處
SC01 標捷運機電監造工程處
討論會議紀錄 Minutes of Meeting

會議名稱	月台門系統滑門控制單元(DCU)廠測見證討論會議				
日期	100.06.14	時間	9:30~12:00	頁次	1/1
主席	游副局長建華	記錄	許正安	地點	瑞士 Gilgen (Kaba)公司
與會人員	高鐵局：徐安邦 捷工處：張副處長伯良、簡朝鑫 中興顧問：許正安 丸紅公司：王允國 新加坡科技電子(STE)：呂周益、Wilton Gilgen Door Systems AG(Kaba)：楊榮達				
列席	L.R. RAIL：Stephen Clark				
會議紀錄	一、本次所進行之廠測項目見證結果： (一)全罩式月台門 DCU(含頂部單元)廠測項目經現場見證符合判定標準，見證紀錄詳表 1-1、表 1-2-1、表 1-3-1 及表 1-4-1(第八項因廠商係提供 DCU 測試用門組機台，故皮帶張力未予檢測見證，詳本紀錄表之註明)。 (二)半高式月台門 DCU 廠測項目經現場見證符合判定標準，見證紀錄詳表 1-1、表 1-2-2、表 1-3-2 及表 1-4-2。 二、總結： (一)本次廠測項目實測結果如上所述，SC01 監造及廠商已完成簽署各項測試紀錄表單。 (二)本次廠測見證結果報告含各項測試紀錄表單由 SC01 監造於本次廠測見證事畢後依規定程序提送業主備查。 (三)本次廠測見證之結果，不代表該設備功能已完成驗收，不能免除統包廠商依據契約完成工作之任何義務、責任及依法應負之責任。 ~以下空白~				

附件四

附件 C 測試準備檢查見證記錄表

交通部高速鐵路工程局捷運工程處

表 1-1

SC01 標捷運機電監造工程處

月台門系統設備出廠測試準備檢查見證記錄表

工程名稱	臺灣桃園國際機場聯外捷運系統設計畫機電統包工程		標別	ME01
抽查時間、地點	100年6月10日 ^{09:30} 時，地點：瑞士KABA工廠 11:00		系統編號	906
抽查設備	月台門系統滑門控制單元			
檢查項目			實測值或狀態確認	檢查結果
1. 廠商依規定提送「月台門系統廠測程序書」審查，且此程序書業經核准在案。			SC01 100.05.05 ME01-SCM1- ESD1000008 認	✓
2. 廠商已發文邀請業主見證此次「月台門系統出廠測試」。			范紅 100.05.03 906-906-04-0055 函	✓
3. 廠商已完成自主檢查，且需有自主檢查記錄內容。			已完成	✓
4. 檢查廠商現場所備文件表單，是否與核定之「月台門系統廠測程序書」相符。			應備文件符 合廠測程序書	✓
5. 下列 5.1~5.7 所述測試設備與儀器由廠商提供，且各測試設備與儀器校驗在有效期內。			有效期	檢查結果
5.1 厚薄規，型式：尺規 0.3mm 及 柱規 (編號 0761-134) 1mm			N/A	✓
5.2 三用電錶，型式：FLUKE 87 序號：10607			2012/02/16	✓
5.3 皮帶張力配重，型式：N/A 序號：0922-586			N/A	✓
5.4 測力計，型式：Erichsen 906 500N 序號：967/13091			2013/02/24	✓
5.5 線性編碼器，型式：GS2-2000-T5-D8 序號：20004671712			2012/07/08	✓
5.6 示波器，型式：Agilent Technologies DS06034A 序號：12660			2012/04/18	✓
5.7 直徑 20mm 圓棒 60(W)×60(H)×145(L)mm 測試塊 (註：請詳表 1-4-1 第一項及表 1-4-2 第七項之說明)			N/A	✓
填表說明	一、檢查結果合格之項目打「V」，不合格項目「X」，不適用項目打「—」。			
見證單位	SC01 監造	見證人	許正建	承包商 王允國 吳國全

附件 D 目視檢查見證記錄表

交通部高速鐵路工程局捷運工程處

表 1-2-1

SC01 標捷運機電監造工程處

月台門系統設備出廠測試目視檢查見證記錄表

工程名稱	臺灣桃園國際機場聯外捷運系統建設計畫機電統包工程		標 別	ME01
抽查時間、地點	100年6月10日 ^{14:00} _{17:30} 時，地點：瑞士KABA工廠		系統編號	906
抽查設備	滑門控制單元(DCU)			
設備型式	全罩式月台門			
	檢 查 項 目	實測值或狀態確認	檢查結果	備 註
	1. 實體檢查。檢查設備實體是否完整及無損壞。(詳表 1-4-1)。	外觀無損壞及異常	✓	
	2. 尺寸檢查。DCU 實際尺寸測量 545 (W)× 205 (H)× 35(D)mm。	丈量外箱尺寸	✓	
	3. 電氣檢查。檢查提供給設備之電氣值是否符合設備要求(48VDC)。	48.2VDC	✓	
	4. 設備之廠牌、型號、規格是否正確。(詳表 1-4-1)。	是	✓	
	5. 設備是否正確牢固安裝。	是	✓	
	6. 開機檢查設備是否出現異常運作之燈號或訊息。	否	✓	
填表說明	一、檢查結果合格之項目打「V」，不合格項目「X」，不適用項目打「—」。			
見證單位	SC01 監造	見證人	許世杰	承包商 王允成 吳國榮

交通部高速鐵路工程局捷運工程處

表 1-2-2

SC01 標捷運機電監造工程處

月台門系統設備出廠測試目視檢查見證記錄表

工程名稱	臺灣桃園國際機場聯外捷運系統建設計畫機電統包工程			標 別	ME01
抽查 時間、地點	100年6月10日 ^{11:00} _{12:00} 時，地點：瑞士KABA工廠			系統編號	906
抽查設備	滑門控制單元(DCU)				
設備型式	半高式月台門				
	檢 查 項 目	實測值或 狀態確認	檢查結果	備 註	
	1. 實體檢查。檢查設備實體是否完整及無損壞。(詳表 1-4-2)。	外觀無損壞 及異常	✓		
	2. 尺寸檢查。DCU 實際尺寸測量 350 (W)× 380 (H) × 110 (D)mm。	丈量外箱 尺寸	✓		
	3. 電氣檢查，檢查提供給設備之電氣值是否符合設備要求(48VDC)。	48.2VDC	✓		
	4. 設備之廠牌、型號、規格是否正確。(詳表 1-4-2)。	是	✓		
	5. 設備是否正確牢固安裝。	是	✓		
	6. 開機檢查設備是否出現異常運作之燈號或訊息。	否	✓		
填表說明	一、檢查結果合格之項目打「✓」，不合格項目「X」，不適用項目打「—」。				
見證單位	SC01 監造	見證人	許安	承包商	王公國 吳國春

附件 E 運轉功能測試檢驗見證記錄表

交通部高速鐵路工程局捷運工程處

表 1-3-1

SC01 標捷運機電監造工程處

月台門系統設備運轉功能測試檢驗見證記錄表

工程名稱	臺灣桃園國際機場聯外捷運系統建設計畫機電統包工程		標 別	ME01	
抽查時間、地點	100年6月10日 ^{14:00} _{17:30} 地點: 瑞士 KABA 工廠		系統編號	906	
抽查設備	滑門控制單元				
設備型式	全罩式月台門				
測試名稱	測 試 項 目		測 試 結 果		
設 備 出 廠 測 試	1. 設定滑動架(懸吊)		<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格		
	2. 設定反向壓力導輪		<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格		
	3. 鎖定裝置的設定		<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格		
	4. 手動門組測試		<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格		
	5. 手動解鎖力道量測		<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格		
	6. 手動開啟力道量測		<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格		
	7. 皮帶張力		<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格		
	8. 初始化滑門控制單元		<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格		
	9. 指示燈及蜂鳴器檢查		<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格		
	10. 速率曲線量測		<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格		
	11. 關閉力道量測		<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格		
	12. 障礙物偵測		<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格		
	13. 雜音測試		<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格		
一、測試程序及方法詳表 1-4-1。					
二、測試結果總評： <input checked="" type="checkbox"/> 合格。 <input type="checkbox"/> 不合格，詳廠測見證不符合事項報告表 1-5，NCR 序號：_____。					
見證單位	SC01 監造	見證人	許 永 表	承包商	王 允 國 呂 周 益

交通部高速鐵路工程局捷運工程處

表 1-3-2

SC01 標捷運機電監造工程處

月台門系統設備運轉功能測試檢驗見證記錄表

工程名稱	臺灣桃園國際機場聯外捷運系統設計畫機電統包工程		標 別	ME01
抽查時間、地點	100年6月10日(地點:瑞士KABA工廠)		系統編號	906
抽查設備	滑門控制單元			
設備型式	半高式月台門			
測試名稱	測 試 項 目		測試結果	
設 備 出 廠 測 試	1. 手動開啟力道量測		<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	
	2. 初始化滑門控制單元		<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	
	3. 指示燈及蜂鳴器檢查		<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	
	4. 速率曲線量測		<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	
	5. 關閉力道量測		<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	
	6. 障礙物偵測		<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	
	7. 雜音測試		<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	
一、測試程序及方法詳表 1-4-2。 二、測試結果總評： <input checked="" type="checkbox"/> 合格。 <input type="checkbox"/> 不合格，詳廠測見證不符合事項報告表 1-5，NCR 序號：				
見證單位	SC01 監造	見證人	許	承包商 王 呂

表 1-4-1 全罩式月台門滑門控制單元(DCU)廠測見證紀錄表

測試地點：瑞士 KABA 工廠	測試日期：100年6月10日
-----------------	----------------

見證人：Scol 沈曉	承包商：王介國 吳國卷
-------------	-------------

測試儀器：	厚薄規、三用電錶、皮帶張力配重、測力計、線性編碼器、示波器、直徑20mm圓棒 60(W)×60(H)×145(L)mm 測試塊
-------	---

項次	測試程序/測試方法	判定標準 (Criteria)	實際測量值 或狀態確認	測試結果
一、	目視檢查			<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
1.	檢查滑門控制單元之廠牌	Kaba Gilgen AG	KABA	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
2.	檢查驅動馬達之廠牌與型號	Dunkermotoren GR 63x55	Dunkermotoren GR 63x55	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
3.	檢視標籤並確認名稱及識別編號	標籤名稱為全罩式月台門滑門控制單元；記錄識別編號	標籤 side plate DCU 編號 45-0919-063/02	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
4.	檢視機件的整體性及完整性	機件的整體性及完整性正常	目視正常	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
5.	檢視螺絲是否鎖緊	螺絲已鎖緊	目視正常	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
6.	檢視構件連接或鎖件	構件連接或鎖件無鬆脫，且都已適當固定、鎖緊	目視正常	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
二、	設定滑動架（懸吊）			<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
	1. 檢視滑動架設定（先鬆開滑動架上 M5 螺母（設定支撐/懸吊機構），接著鬆開懸吊機構上的所有 M8 螺母，然後再次鎖緊所有的螺母）	1. 所有螺母已鎖緊	目視正常	
	2. 手動開/關滑門一次，於滑動架上所有的滾輪必須滾動	2. 滑動架上所有的滾輪滾動		

項次	測試程序/測試方法	判定標準 (Criteria)	實際測量值 或狀態確認	測試結果
三、	設定反向壓力導輪 使用厚薄規量測導輪與軌道之間隙	反向壓力導輪與軌道之間隙為 0.3mm	導輪與軌道間以 0.3mm 厚薄規量測間隙正常	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
四、	鎖定裝置的設定 使用厚薄規量測螺栓與門鎖之間隙	螺栓與門鎖之間隙為 1mm	螺栓與門鎖間隙以 1mm 厚薄規量測正常	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
五、	手動門組測試 用手將門打開，檢查門在開啟時是否平順	門在開啟時無摩擦、不順情形	門組移動平順	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
六、	手動解鎖力道量測 使用測力計於鎖定機構之鎖定板下緣向上量測手動解鎖力道	解鎖力道小於或等於 67N	53 N	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
七、	手動開啟力道量測 滑門手動開啟時於門扇上使用測力計量測開門力道	開啟力道小於 140 牛頓	月台側左門 34.5 牛頓 月台側右門 34 牛頓	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
八、	皮帶張力 使用皮帶張力配重 (700 克) 位於上方皮帶中央位置，量測滑門皮帶張力	量測值為 58±1mm	本皮帶張力測試因廠商未能提供 MEO1 相同之門板，僅提供 MEO1 月台門系統之 DCU 測試區臨時門組，故本項不予測試，若其自品管測試結果符合，依計畫尚有第一次新加坡月台門功能運轉測試，屆時加強見證工作。	<input type="checkbox"/> 合格 <input checked="" type="checkbox"/> 不合格



項次	測試程序/測試方法	判定標準 (Criteria)	實際測量值或狀態確認	測試結果
九、	<u>初始化滑門控制單元</u> 1. 檢視初始化設定 (於端子排接上電源，將開關切換至手動模式，按壓手動開門按鈕，滑門緩慢開啟並搜尋終點位置) 2. 按壓手動關門按鈕，滑門緩慢關閉，當滑門關閉且鎖定時，設定完成	1. 滑門開啟至全開定位 2. 滑門關閉且鎖定	目視開啟正常 目視關閉正常	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
十、	<u>指示燈及蜂鳴器檢查</u> 1. <u>開門指示燈及蜂鳴器</u> (1) 使用手動開門按鈕開啟滑門	開門指示燈閃爍直到滑門至完全開啟位置	同判定標準	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
	(2) 滑門完全開啟	開門指示燈恆亮	同判定標準	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
	(3) 使用手動關門按鈕關閉滑門	開門指示燈閃爍且蜂鳴器發出聲響直到滑門關閉且鎖定	同判定標準	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
	(4) 滑門關閉後	開門指示燈熄滅且蜂鳴器不再發出聲響	同判定標準	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
	2. <u>故障指示燈及蜂鳴器</u> (1) 按壓鎖定單元中一個定位開關 20 秒鐘以產生重大異常	於此 20 秒內故障指示燈亮起，蜂鳴器發出聲響	約於 1 秒內即正常作動	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
	(2) 鬆開鎖定單元定位開關	故障指示燈熄滅，蜂鳴器不再發出聲響	同判定標準	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格

項次	測試程序/測試方法	判定標準 (Criteria)	實際測量值或狀態確認	測試結果
	3. 故障指示燈於隔離模式 (1) 將開關切換至隔離模式	故障指示燈亮起	同判定標準	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
	(2) 將開關切換至手動模式	故障指示燈熄滅	同判定標準	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
十一	速率曲線量測 安裝線性編碼器及示波器監視速度曲線。開/關滑門一次，同時記錄速度曲線。比對設計的速度曲線以及所得到的速度曲線，將速度曲線印出並附加在測試報告內	滑門開啟及關閉之速度曲線時間需落於3秒及3.5秒之容許範圍內	開啟2.78秒 關閉3.46秒 速度曲線詳次頁(共15頁)	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
十二	關閉力道量測 滑門關閉時於門扇上使用測力計量測關門力道	關閉力道小於140牛頓	右側右門66牛頓 左側左門65.5牛頓	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
十三	障礙物偵測 使用20mm圓棒確認障礙物偵測功能	滑門嘗試關門3次(重新開啟距離約500mm)	使用145mm測試塊，滑門嘗試關門3次後停止動作(重新開啟距離約500mm)	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 注：門組關閉時間隙125mm，故使用145mm測試塊取代20mm圓棒
十四	雜音測試 於週期測試時注意測試機台有無異音(磨擦聲、刮擦聲及尖銳而刺耳之聲音)	無異音	無異音	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格
備註：測試結果合格之項目打「V」，不合格項目「X」，不適用項目打「—」。				