



平交道遮斷機國產化推動成果

台灣世曦工程顧問股份有限公司電機部副理 / 吳松儒
台灣世曦工程顧問股份有限公司電機部計畫經理 / 蔡文遠
至鴻科技股份有限公司開發處協理 / 張旭德
至鴻科技股份有限公司開發處經理 / 林育賢
至鴻科技股份有限公司總經理特助 / 陳俊傑

關鍵字：國產化、遮斷機、臺鐵、鐵道、軌道

一、前言

平交道是鐵路運輸中相當危險的節點，隨著交通量增加，對安全的挑戰也日益提高，近年臺鐵死傷事件雖有下降趨勢，然於平交道之死傷事故件數並未下降，除積極宣導期加強用路人經過平交道前之應注意事項及安全觀念外，藉由鐵路行車安全改善六年計畫以實際作為來提升鐵路營運安全，減少列車運行之突發事故。臺鐵自 107 年積極推動「臺鐵電務智慧化提升計畫」，其中平交道設備更新與智慧化亦為重要之一環。

畫帶動鐵道產業發展，檢討國產化現況與課題，並以輕軌系統為發展重點。進而在「2021 交通科技產業政策白皮書」中，提出鐵道科技產業政策，包含國車國造及機電國產化、提升國內廠商參與建設、發展智慧鐵道等3策略。因應國產化計畫及平交道安全性提升，於建設新平交道時亦採「平交道遮斷機」納入國產化項目，期能擁有穩定可靠之產品支援及安全運作外，更因國產化而有高效之管養支援。

二、系統設計與招標策略

交通部、經濟部及工程會 107 年組成「軌道產業推動會報」藉由前瞻基礎建設計

臺鐵平交道遮斷機已使用相當長時間，迄待辦理更新，配合國產化議題，特予設計



階段研析達成國產化之方案。

遮斷機於國外係屬成熟產品，且台灣為WTO會員國，簽署WTO政府採購協定（GPA），政府採購必須符合相關規定，並無法於採購標案內限定由國內廠商製作生產遮斷機。因此於遮斷機採購案設計階段，特別予以考量，強化國內廠商投入之意願及參與機會。相關設計及招標策略之研析重點如下：

（一）系統設計重點

遮斷機更新，除滿足既設產品功能外，為達國產化目標，須強化國內廠商競爭力，並提升功能性。基此，遮斷機於設計時，特收集使用單位意見及未來智慧化應用需求，新增部分功能。而此新功能研發，不論國內外設備商，皆須重新研發，另台灣為資通訊大國，對於智慧化功能研發具完整供應鏈與開發能力，大幅提升國內廠商參與意願及機會。

「平交道遮斷機」之系統功能優化重點如下：

1. 維修功能強化：提供遮斷機故障診斷及記錄儲存功能，包括日期、時間、電壓、電流、桿件位置(停放水平或垂直)、桿件斷桿狀況(是否發生斷桿)。並提供異物阻檔遮斷桿升降及遮斷桿折損等偵測功能，讓維修人員可以快速判斷故障，有效進行維修。
2. 安裝設定優化：為加速故障修復及降低維

保人員經驗需求，使用伺服馬達，可精確進行位置定位控制和動作速度控制，再搭配無配重化遮斷機，設備更換後，無須再配合調整配重，減少安裝調整作業，縮短現場作業時間。

（二）招標策略

依據109年08月20日「R-TEAM 109年第1次會議」研討需求，考量現有具備實績之廠商皆非國內廠商，國內廠商無擔任主標商之機會，為推動國產化之阻力。基此，本次平交道遮斷機採購策略，特別作了下列考量，設定國內廠商有參與之機制：

1. 訂定完整之「原型機測試標準」，測試通過可進行量產。以縱貫線俊英街平交道為例，每日南上北下平均300多班，因有部分為上下行同時放下，因此平均每日放下次數為280次， $280\text{次}/\text{天} \times 30\text{天}/\text{月} \times 12\text{月}/\text{年} = 100,800\text{次}/\text{年}$ ，約計10萬次據此規劃100,000次為「原型機測試標準」檢驗次數。經研討後訂定採100,000次連續上升、下降動作試驗，測試過程應予記錄動作及錄影，並由第三方驗證機構開立試驗通過認證。
2. 考量新產品之研發及測試，若無經驗，於有限工期內並無法達成，亦造成國內廠商參與標案之重大阻礙。因此於招標時特別增加產品研發及原型機測試時程，廠商可於12個月內完成，不計列工期內。給予



表 1 遮斷機功能優化設計

既設	新設計
<p>DC 馬達</p> <ul style="list-style-type: none"> • 電刷定期維修 • 須定期保養各式機構 	<p>DC 伺服馬達</p> <ul style="list-style-type: none"> • 精確進行位置定位控制和動作速度 (機能提升、機器小型化) • 電磁制動器或鎖定裝置或相同功能之裝置，採用密封型軸承不需注油保養。
<p>遮斷桿有配重設計</p>  <p>每部配合現場調整其配重塊，增加施工安裝及維護時間，且其配重塊不可有被阻擋或物件附掛，會造成遮斷桿下降或舉起位置不佳，影響實際功能。</p>	<p>遮斷桿無配重設計</p>  <p>利用其內部機構調整，無需另外配重塊之設定，加速安裝與維護，且不會有被阻擋或物件附掛問題。</p>
<p>無內建記錄裝置</p> <ul style="list-style-type: none"> • 僅偵測外部阻力、異物阻擋無異常，並具遮斷桿角度偵測輸出，惟無記錄功能，無法分析故障原因，進行預防性保養分析。 	<p>內建記錄裝置</p> <ul style="list-style-type: none"> • 具故障診斷及記錄儲存功能，包括：日期、時間、電壓、電流、桿件位置 (停放水平或垂直)、桿件斷桿狀況 (是否發生斷桿)。 • 控制器具自我學習功能，通電後，在正常環境下，操作上升及下降 5 次後，能學習紀錄桿件重量，當多節式遮斷桿發生事故造成斷桿 (斷損只剩 2 節) 時，能自動偵測判斷。

無遮斷機經驗但有實力之廠商，合理開發期限。

- 依採購法本案產品非一般商品化產品，投標廠商以具備製造、供應或承做能力

為宜。而台灣廠商並無實績及相關經驗，故於招標資格予以增訂，讓有意參與之廠商，只要符合下列條件中之 1 項即可參與：

- 製造或承做之證明文件：「軌道用遮



斷機」製造商證明文件（如契約封面及採購明細或驗收合格佐證資料）。

- B. 現有可取得履約所需設備、技術之證明文件：「軌道用遮斷機」製造商出具之技術或製造授權文件。

（三）招標結果

依上述策略，本案投標共有3家，除2家為日本廠商（臺鐵既有遮斷機設備供應商），另有1家台灣本土廠商參與，依本案在即，最低價格標決標予至鴻公司。

三、遮斷機國產化開發實務

有關產品的開發，至鴻科技公司依據「遮斷機1424套(含安裝)採購案之相關規範功能需求、既有遮斷機設備及市面上相關產品進行研究，與臺鐵既有遮斷機設備之使用經驗，以實用性高、可靠度高及耐用度佳，作為遮斷機國產化開發之設計理念。

在開發方法及流程，採PDCA(Plan、Do、Check、Act)之品管循環模式，逐步執行計畫、執行、檢核、改善行動之流程，依據所得結果進行滾動式調整，從設計的需求分析到正式量產過程說明如下：

（一）需求分析

秉持設計理念的前提，納入臺鐵平交道

實地環境特性、養護作業規則及營運路線運作模式，進行細部需求分析及對應，透過至鴻之專案履約經驗，逐層架構及堆疊開展設計細節與精確計算，以確保設計理念符合實務的開發、生產、維護、運轉至保固，整體生命週期之成本。

（二）設計研發

以需求分析結果進行初步規劃，提出多樣式設計方案，包含材料、機構、機械、電氣、控制…等，並逐項進行方案細節討論並評估技術、成本和時間方面的可行性，配合現行市面上各IC或流通性高之既有物料，選擇並設計各可行性方案後，開始進行細部設計，包括架構、機構、電氣、控制系統等區塊化設計，以下以電源模組為例說明：

- 1.計算遮斷機可能之負載，包括各型式遮斷桿及其固定座之長度/重量、再加上舉升/下降角度、速度及時間等參數，計算各動作樣態之消耗功率需求約為738Watt，假設以常態運作之消耗功率佔電源輸出70%，再加上損失、消耗及冗餘量，以確保電源供應的穩定，最終整體電源輸出功率達1200Watt。
- 2.為提供上述電源之供應需求，既有平交道現場電源電壓DC24V條件下，供應勢必為大電流；因設備內空間限制無法使用太大線徑，故設計以分段升壓方式達到此功率需求：

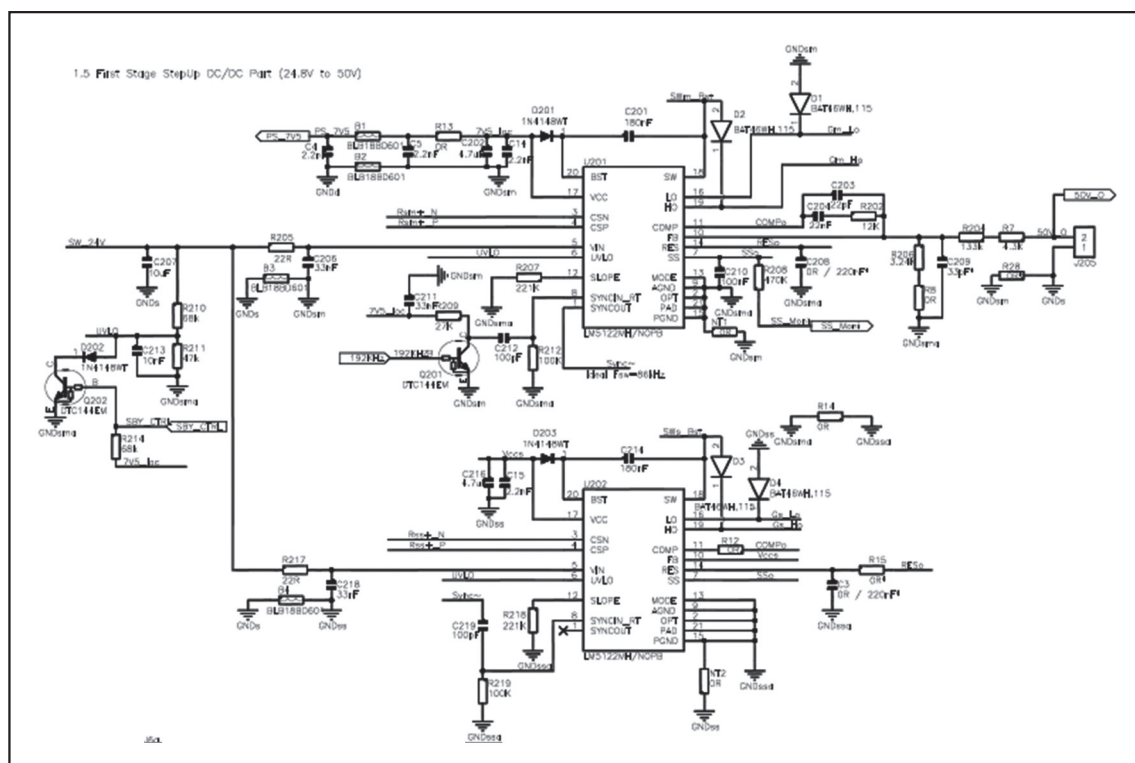


圖 1 電源模組第一階段升壓電路

- A. DC24V升壓至DC50V，詳圖1。
- B. DC50V升壓至DC300V。
- C. 整體升壓轉換效率達到95%以上。

(三) 模擬驗證

依據設計研發成果製作模擬原型，包括測試電路板、3D列印、簡易模組、軟硬體模組程式等，分項進行實驗室模擬測試，執行不同測試流程反覆驗證，以取得最真實之運轉情況，並檢驗設計的合理性和可靠性，通過後開始改以小批量製作模擬原型，再重複進行驗證，所得驗證結果為後續生產之重要指標。

(四) 製造組裝(原型機)

依據模擬驗證成果，制定明確的材料需求、製造工法和檢核流程，進行原型機的各部件生產，並確保所生產的質量是否與設計內容相符；分項及組裝後的反覆測試，此為開發過程中最重要之環節，故部分必要之測試驗證程序，交付第三方公正單位辦理。

(五) 再測試再驗證再改善

對於廠內完成生產組裝的原型機進行再測試，測試項目除功能性能外，並增加實際

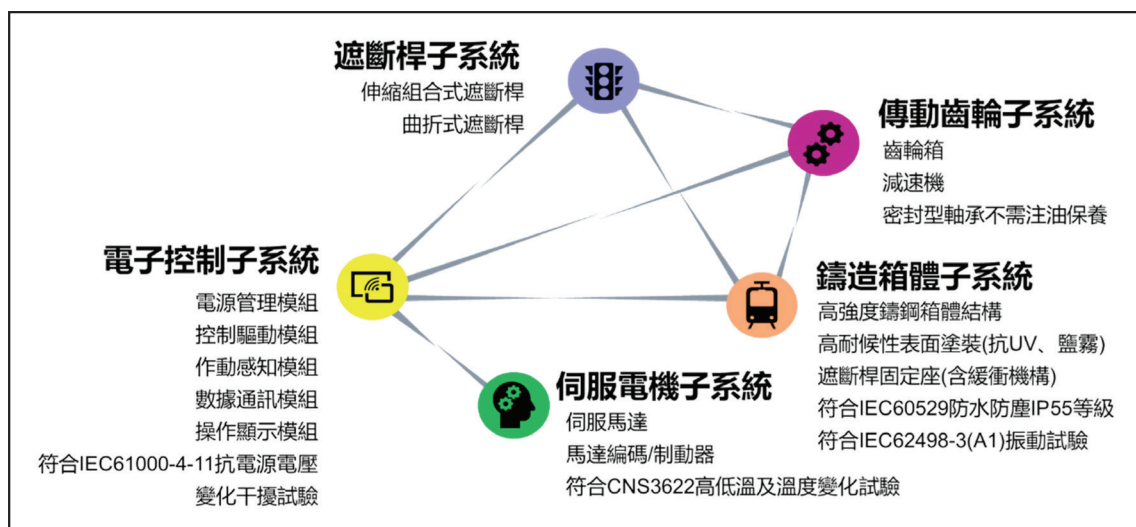


圖 2 遮斷機系統區塊圖

環境之設備壽命週期測試；再檢驗各項料件、軟硬體及性能是否達標，實際面對測試及驗證結果並提出對策，為量產建立踏實的基礎。

(六) 遮斷機架構

遮斷機開發主要關鍵技術有：高強度耐用之材料技術、機械機構、電源升壓及邏輯控制等，硬體設計及軟體之邏輯均可配合達成Fail-to-Safe之目的，並考量後續維護維修之便利性，以模組區塊方式區分為鑄造箱體子系统、伺服電機子系统(含制動器)、傳動齒輪子系统、電子控制子系统、遮斷桿子系统等5大子系统所構成。

1.鑄造箱體子系统：應能克服平交道環境的曝曬/高濕/溫差/粉塵惡劣特性，設計優先

考量高耐用度與高堅固性，相關組成如下：

- A.箱體為SC系列之中碳鑄鋼材質，螺栓及螺帽均使用不鏽鋼材質及防鬆脫設計。
- B.耐候性表面塗裝：箱體內部使用「高耐候型聚酯樹脂系粉末塗料Polyester」之防鏽底漆；外部再以聚酯樹脂系粉末塗料黃色螢光漆，耐候黑色PU漆斜對相間隔；其餘機械機構金屬件均做防鏽處理，塗黑色面漆或鍍層。
- C.遮斷桿固定座：除可調性更可安裝其他桿件型式外，遮斷桿鎖附固定座模組可通用臺鐵各式遮斷桿相容性高；另具有遮斷桿支承裝置，可於維修作業時，手動固定遮斷桿保持於垂直位，方便維修人員作業。

2.伺服電機子系统(含制動器)：國內首創第

一部採用直流伺服馬達(感應式、無碳刷裝置)與電磁制動器之平交道遮斷機：

- A. 伺服馬達：外殼採用強度佳、散熱良好之鋁擠製型材質，並使用CNC精密加工後，於縝密精細組裝下，可有效防堵外部異物及灰塵的入侵，而內部使用高精密長壽命免注油保養之滾珠軸承，確保馬達運轉時的準確及穩定性。
 - B. 電磁制動器：其作動時工作電壓24VDC可鎖住馬達軸心，斷電時放開馬達軸心，使遮斷桿自重緩降。
3. 傳動齒輪子系統：包括齒輪箱、即減速機及無須保養之滾珠軸承等相關零配件精密

的組裝，再搭配伺服電機子系統，即可使遮斷機精確穩定的運轉。

4. 電子控制子系統：新型遮斷機具有自動學習功能，使用者可運用遮斷機自動記錄儲存之遮斷桿升/降時，馬達驅動的平均電流值做為障礙查修的基準參考。其組成包括電源管理模組、控制驅動模組、作動感知模組、數據通訊模組及操作顯示模組，本維修人員可於平交道現場進行設定與調整。
5. 遮斷桿子系統採用符合臺灣鐵路財物規範-FRP遮斷桿規範(總號TRAS(K)-S10013)之遮斷桿型式，包含伸縮組合式(如圖3)及曲折式(如圖4)。

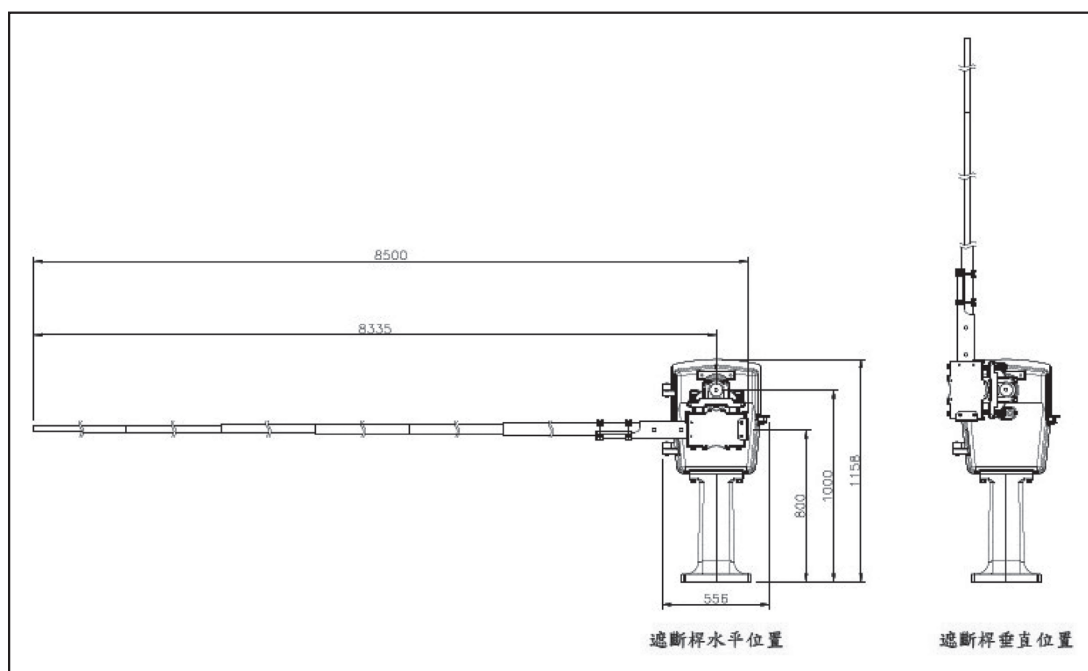


圖3 遮斷機伸縮式遮斷桿示意圖

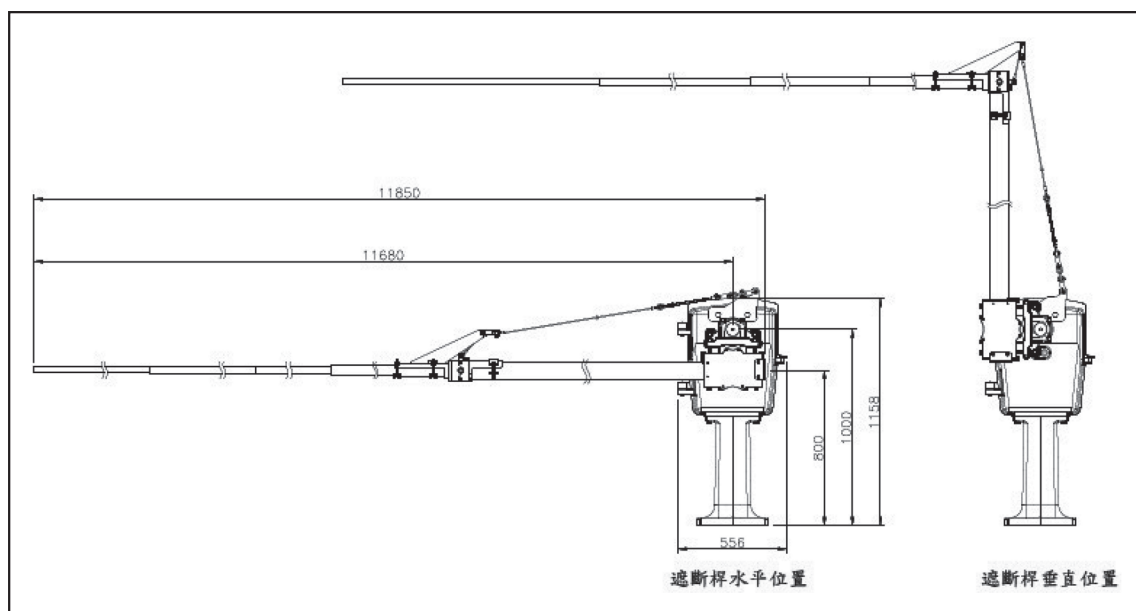


圖 4 遮斷機曲折式遮斷桿示意圖

(七) 原型機整體檢測

完成研發生產之原型機，依照規範分別進行「設備組件與規格」、「功能」及「可靠性測試」等三大檢測項目，會同業主、監造及委託第三方TAF實驗室，共同參與及認證，經過長時間努力，終於達成首座國產化遮斷機的重要里程碑，讓臺灣軌道產業邁出重要的一大步。

- 1.設備組件與規格檢測：測試內容主要為主體機械機構、電源、伺服馬達、控制器等共23個檢測內容，重點摘要詳表2。
- 2.功能檢測：本項測試內容主要為正常運轉、異常及遮斷桿動作設定等共11個主要檢測內容，重點摘要詳表3。

- 3.可靠性檢測：執行可靠性檢測時，以安裝最長及最大荷重之遮斷桿(6節伸縮組合式遮斷桿、曲折式遮斷桿直桿)進行100,000次連續上升、下降動作。測試過程皆進行記錄動作及錄影，並由第三方驗證機構開立試驗通過認證；另測試過程全程提供網路視訊連線供機關或監造單位遠端即時查核，整個不中斷測試時間耗時長達26天。

(八) 正式量產

依據國產化規範，量產時仍應辦理「工廠測試」與「工地測試」。工廠測試於各批次交貨前，至鴻公司會同業主及監造辦理工廠測試，工廠檢測項目包含：自主品管測試、例行測試、可靠性測試、型式測試、



表 2 設備組件與規格檢測摘要表

規範內容	檢測內容概述
輸入電壓及控制訊號電壓於變動範圍內，設備功能應能運作正常。	1. 變動範圍內，設備功能皆能運作正常，檢測結果符合。 2. 動態輸入電源電壓大於或小於遮斷機所設定之告警範圍並且超過設定秒數後，發出異常告警且桿件自動緩降。
具遮斷桿升降測試開關，可手動操作遮斷桿升降。	手動操作升降測試開關，遮斷桿升降作動正常，檢測結果符合
於正常運轉時，應能承受 20m/s 之風速仍能運作正常。	分別以「6 節伸縮組合式遮斷桿」及「曲折式遮斷桿直桿部分 +6 節伸縮組合式遮斷桿」進行風速 (21m/s) 下連續 30 次 (完成上升 / 下降為 1 次) 檢測結果符合。
	
遮斷桿升降遇阻及遮斷桿折損等偵測功能。	1. 遮斷機進行自動學習作業 (自動升降 5 次並自動記錄其運作標準值)。 2. 進行異物阻擋遮斷桿升降遇阻擋 2 秒以上，遮斷機顯示模組 LCD 即顯示「上升逾時異常」或「下降逾時異常」並記錄於 Log。
應具有遮斷桿支承裝置，可於維修作業時，手動固定遮斷桿保持於垂直位。	設定於維修模式，可手動固定遮斷桿保持於垂直位。
可利用筆記型電腦連接本設備的通訊埠，設定與調整遮斷桿升降時間、角度及即時監視本設備的操作狀況，如監視遮斷桿升降時間及角度、伺服馬達之電壓及電流等。	可以筆電分別連接網路通訊埠 (RJ-45) 或 Serial port(RS-232)，設定與調整操作前述功能正常，並可即時監視本設備之前述操作狀況。
應具遮斷桿規格之上升與下降所需之扭力，並能於最大遮斷桿荷重下，連續運作上升與下降各 500 次，不能有過電流或過熱情形。	最大遮斷桿荷重 (搭配曲折式遮斷桿直桿部分 + 伸縮組合式遮斷桿)，連續升降達 500 次以上時，檢視無出現伺服馬達「過電流」或「過溫」告警。
控制器應具備自我學習功能，通電後，在正常環境下，操作上升及下降 5 次後，控制器必須能學習紀錄桿件重量，當多節式遮斷桿發生事故造成斷桿 (斷損只剩 2 節) 時，應能自動偵測判斷，並可由 RJ-45 網路通訊送至 CMT 後再送出告警訊息。	1. 遮斷機進行自我學習作業 (自動升降 5 次並自動記錄其運作標準值)。 2. 將 6 節遮斷桿取下 4 節，留 2 節於遮斷機上進行作動，遮斷機啟動異常監視乾接點 (遮斷桿斷桿) 及 RJ-45(網路) 傳送告警資訊並記錄於事件記錄 Log。 3. 另可進行遮斷機斷桿敏感度測試 (依不同遮斷桿節數進行確認並記錄)。
當桿件逾時未定位於垂直位或水平位時，應能提供所有診斷資訊，經由 RJ-45 網路通訊送出告警訊息。	1. 設定上升 / 下降時間與誤差時間，遮斷機於上升 / 下降時使用異物阻擋桿件升降。 2. 阻擋時間大於等於前述設定時，遮斷機顯示模組 LCD 螢幕顯示升降逾時告警，且於「位置乾接點」測量告警訊號，並由 RJ-45 傳送告警資訊與記錄於事件記錄 Log。



表 3 功能檢測摘要

規範內容	檢查方式
若遮斷桿不在垂直位，遮斷機應解除制動器或鎖定裝置或相同功能之裝置後，啟動伺服馬達，將遮斷桿往上升方向運轉，直到遮斷桿到達垂直位後，停止伺服馬達運轉，並啟動制動器、相同功能之裝置或鎖定裝置，使遮斷桿保持在垂直位。	1. 遮斷桿設定在 0~75 度之間 (不在垂直位) 2. 輸入控制信號 DC24V，目視遮斷機將遮斷桿上升到垂直位後 (設定角度 75~90 度)，遮斷機停止伺服馬達運轉，並啟動制動器，使遮斷桿保持在垂直位。
若遮斷桿不在水平位，本設備應解除制動器、相同功能之裝置或鎖定裝置後，啟動伺服馬達，將遮斷桿往下降方向運轉，直到遮斷桿到達水平位後，停止伺服馬達運轉，並啟動制動器、相同功能之裝置或鎖定裝置，使遮斷桿保持在水平位。	1. 遮斷桿設定在 10~90 度之間 (不在水平位) 2. 輸入控制信號 DC0V，目視遮斷機將遮斷桿下降到水平位後 (設定角度 0~10 度)，遮斷機停止伺服馬達運轉，並啟動制動器，使遮斷桿保持在設定之水平位。
電源斷電或本設備異常時，利用遮斷桿之自重，降下遮斷桿，並應有緩降之設計。當電源恢復供電，或設備異常排除後，本設備應恢復為正常運轉模式。	1. 自趨安保設計驗證： (1) 輸入電壓異常：將輸入電壓設定超過 / 低於 10% 時，遮斷桿自重緩降。 (2) 停電、斷電：將遮斷機電源電壓設定為 DC0V 時，遮斷桿自重緩降。 (3) 逾時未定位：以異物輔助阻擋遮斷桿上升或下降，啟動逾時告警，並使遮斷桿自重緩降。 (4) 過電流：調整限電流參數 (以現場遮斷機數值減少 10%)，使遮斷桿自重緩降。 (5) 過熱：調整高溫參數 (以現場遮斷機數值減少 10%)，使遮斷桿自重緩降。 (6) 設備異常：將主控板或電源板任 1 條接線拔除 (斷路)，使遮斷桿自重緩降。 (7) 以上自重緩降時間均為 5~12 秒範圍內 (8) 以「異常動作流程圖」檢查表作為輔助，檢核流程圖之正確性。 2. 將遮斷機電源電壓提供 24VDC \pm 10% 內，立即恢復為正常運轉模式。
應能設定與調整遮斷桿升降時間及角度，並可監測遮斷桿升降日期、時間、角度、伺服馬達之電壓及電流。	1. 以遮斷機顯示模組 LCD 螢幕設定與顯示遮斷桿升降日期、升降時間 (4~10 秒)、垂直角度 (75~90 度)、列車續行上升角度 (75~90 度)、水平角度 (0~10 度)。 2. 可監看「遮斷桿升降日期」、「時間」、「升降角度」、「伺服馬達電壓」、「伺服馬達電流」。
遮斷桿之水平與垂直角度，應可於 0~90 度間設定與調整，並應有機械機構可限制最大與最小運作角度。	手動設定遮斷桿之水平與垂直角度 (0~90 度)。 調整凸輪限制最大 (90 度) 與最小 (0 度) 運作角度。
遮斷桿之水平與垂直間之作用時間，應可於 4~10 秒間設定與調整。	手動設定上升或下降時間 (4~10 秒) 後進行上升或下降動作。
斷電或故障時之自重下降時間：5~12 秒。	將遮斷機電源電壓調整為 0VDC，確認遮斷機立即執行自重緩降功能 5~12 秒範圍內。
前述功能於遮斷桿規格 (TRAS(K)-S10013_FRP 遮斷桿規範) 最小~最大負荷下，皆應能符合規定。	以「6 節伸縮組合式遮斷桿」及「6 節伸縮組合式遮斷桿 + 曲折式遮斷桿直桿部分」確認斷電或故障之自重下降時間 5~12 秒範圍內。



表 4 型式測試

項次	檢查項目	標準	檢試驗內容	第三方
1	防水試驗	JIS E 3017 S 或 IEC 60529 之 IPX5 或 CNS 14165 X5		暉誠國際驗證 (股)
2	振動試驗	IEC 62498-3(A1 級) 或 JIS E 3014 (第 2 種) 或 EN50125-3(L.3 級)	以震動數範圍 10~500Hz, 加速度幅度 9.81m/s ² (1G) 的條件下使遮斷機連續上升下降, 試驗後確認動作測沒有異常。	暉誠國際驗證 (股)
3	高低溫試驗	CNS3622 或 JIS E 3019(第四種)	高溫 60° C±2, 低溫 -10° C±3 的最高溫及最低溫環境下連續 2 小時進行動試驗, 此時確認動作沒有異常。	暉誠國際驗證 (股)
4	溫度變化試驗	CNS3622 或 JIS E 3020(第三種)	高溫 60° C±2, 低溫 -10° C±3 的各溫度環境下, 放置各三個小時為一輪後立刻進行動態測試, 共五輪實施之後, 確認動作沒有異常。	暉誠國際驗證 (股)
5	抗電源電壓變化干擾試驗	JIS C 61000-4-11 或 IEC 61000-4-11	動作中的供應電壓在 24VDC, 在瞬間變化最大 +10% 至最小 -10%, 電源電壓變化發生時確認動作沒有異常。	德凱國際驗證 (股)

表 5 例行測試

項次	檢查項目	檢試驗內容	第三方檢測單位
1	可靠性測試	1. 100,000 次連續上升、下降動作試驗, 測試過程應予記錄動作及錄影, 並由第三方驗證機構開立試驗通過認證 (本設備由本局與立約商共同抽取 1 件), 包含於契約交貨總數量內)。 2. 應裝設最長及最大荷重之遮斷桿執行測試。	測試單位: 律頻科技 (股) 監測單位: ETC 財團法人台灣商品檢驗中心
2	遮斷桿斷桿	安裝 6 節遮斷桿, 連續作動 10 次以後取下 4 節, 再重新作動時, 設備應能自動辨識遮斷桿斷損, 並輸出警告訊息。	
3	正常運轉	檢測運功能	
4	停電或本設備異常	裝設 2 支節遮桿測試。	

工廠測試。型式測試及例行測試項目, 詳表 4~5。

四、遮斷機上線運轉

當原型機/量產機接連通過一連串嚴苛檢測流程之後, 首次國產化遮斷機正式投入臺鐵平交道運轉前, 考量平交道涉及鐵道與公

路交會, 如何確保鐵公路行車安全, 並考量既有遮斷機之運轉維運現況, 因此設備相容性與臺鐵人員技術能量之盤點與制定計畫, 皆應於導入前完成。故計畫採逐步漸進汰換方式導入, 必要時並延長各階段之觀察期, 以利確認新遮斷機與既有介面之相容性與整合性。

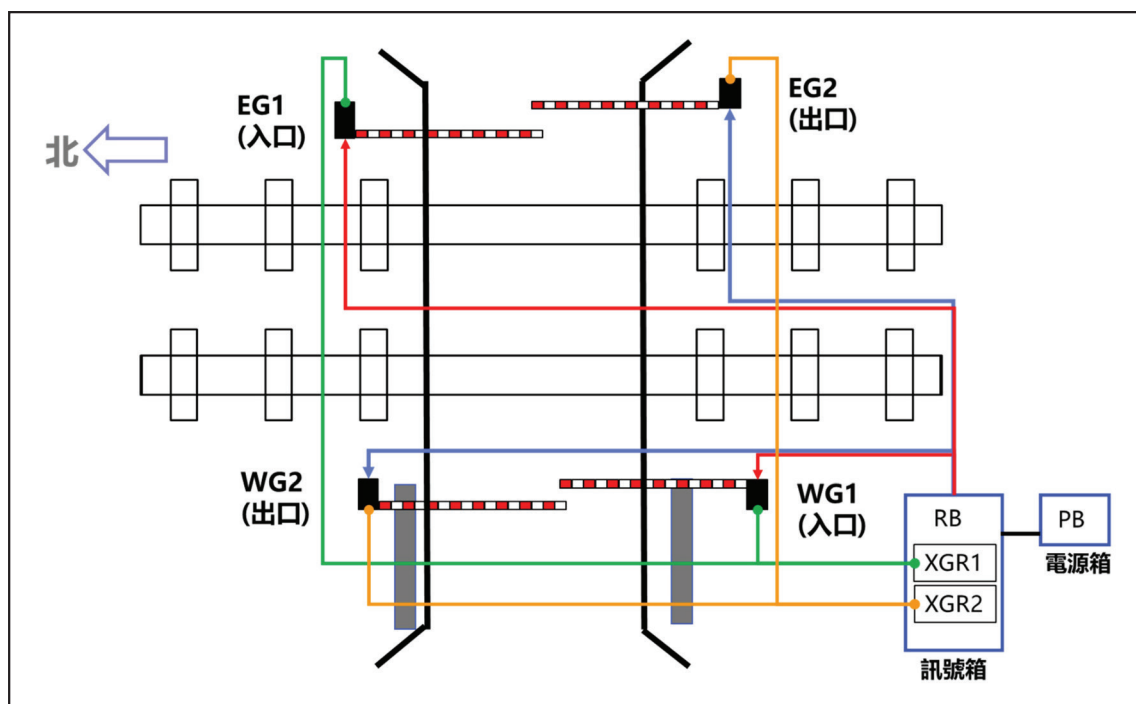


圖 5 五號碼頭平交道 - 線路配置圖示

(一) 試安裝與試運轉計畫 - 第一階段

為確保鐵公路用路人之安全，首先擇定以列車班次較少之花蓮港支線五號碼頭平交道(花蓮港支線K06+847)，作為新式遮斷機上線運轉觀測檢驗位置，該處為公路14.8公尺寬雙向4車道，提供進出港口大型貨車之平交道，具有4套曲折式遮斷桿之遮斷機，詳圖5，具有屬大型路口，可有效完成測試實用上之問題。DC24V電源由PB箱分接至RB箱，4套遮斷機由無熔絲開關(10A)分別引接，沿用既有電源纜線；控制訊號由RB箱之繼電器，以號誌電纜分接至遮斷機。

有關安裝後運轉遭遇之問題，分述如下：

1.4套遮斷桿無法同時舉升

- A. 原因分析：既設遮斷機運轉電流(約17A)，既有電源系統無法滿足新式遮斷機之起動電流(約24A)。
- B. 原因說明：新式遮斷機作動採伺服馬達控制驅動無配重之遮斷桿，故遮斷機要將遮斷桿舉升瞬間起動電流相對較大，而既設遮斷機係採配重設計，故起動電流相對低，平交道既有電源系統(充電機/蓄電池/饋線)，供電時可能出現遮斷桿無法同時舉升的問題。
- C. 改善方案：當平交道距供電點遠，導

致壓降大時，以1：1變壓器提升二次側電壓至穩定110V。另因應瞬間起動大電流需求，須電池具良好放電能力，當電池老化時，將不足以供電，必須一併辦理更新。

2. 遮斷桿異常舉升

當列車經過時，遮斷機正常作動，放下遮斷桿後，兩端出口處 (WG2、EG2) 遮斷桿 7 秒內自行舉升、降下後再自行舉升，嚴重違反遮斷機運轉機制。

A. 原因分析：讀取控制器之log檔，經檢視後發現EG2與WG2(出口處遮斷機)，出現異常控制訊號，造成遮斷機誤判遮斷桿異常舉升。

B. 原因說明：異常舉升出現於每個月24日早上，皆會出現1~2次的誤作動(落下後不當舉升)，且此時間過後就又皆運作正常，檢視事件發生時之遮斷機

作動記錄log檔，確實發現控制訊號處於不穩定之狀況(高準位/低準位連續變動)，如圖6、圖7控制訊號時序圖。

由於此異常舉升事件發生時，入口處遮斷機(EG1/WG1)運作皆正常(降下/水平位定點/舉升)，異常舉升皆為出口處遮斷機(EG2/WG2)，研判應為出口處遮斷機控制訊號受到不明訊號干擾；故以監控儀器長期記錄、控制訊號變動，確實發現其於作動過程中，控制訊號於高/低電位發現雜訊，如圖8、圖9。

C. 解決方案：此雜訊雖為單一事件且於定期(每月24日上午)出現，惟平交道皆為開放空間，為防範往後遭受異常訊號干擾，可能出現各種不同雜訊，遮斷機出現誤動作，致影響行車安全，故採取改善方案作為此風險對策，如表6。

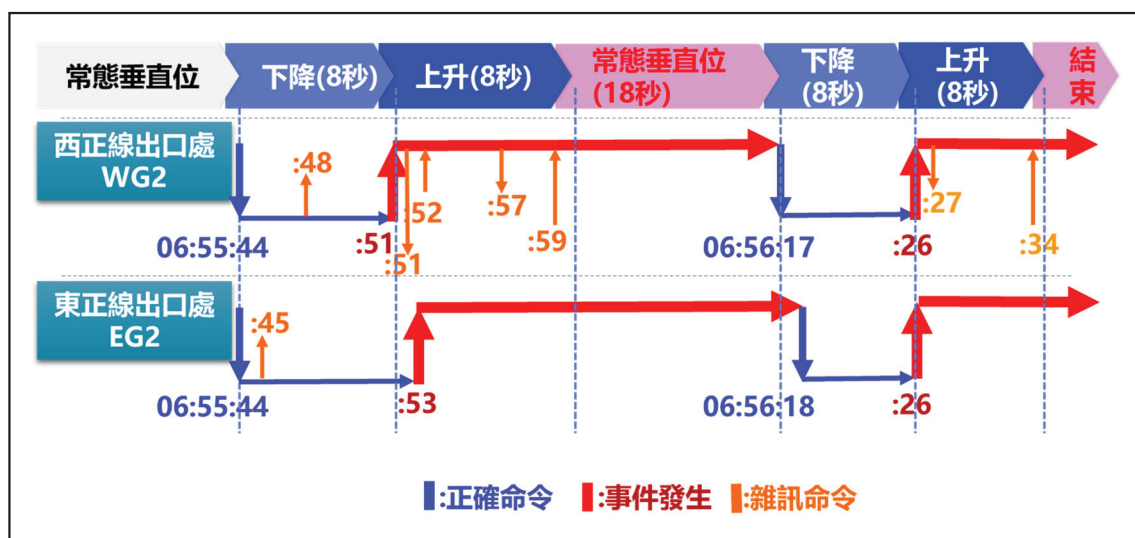


圖 6 控制訊號時序表（異常記錄 1）

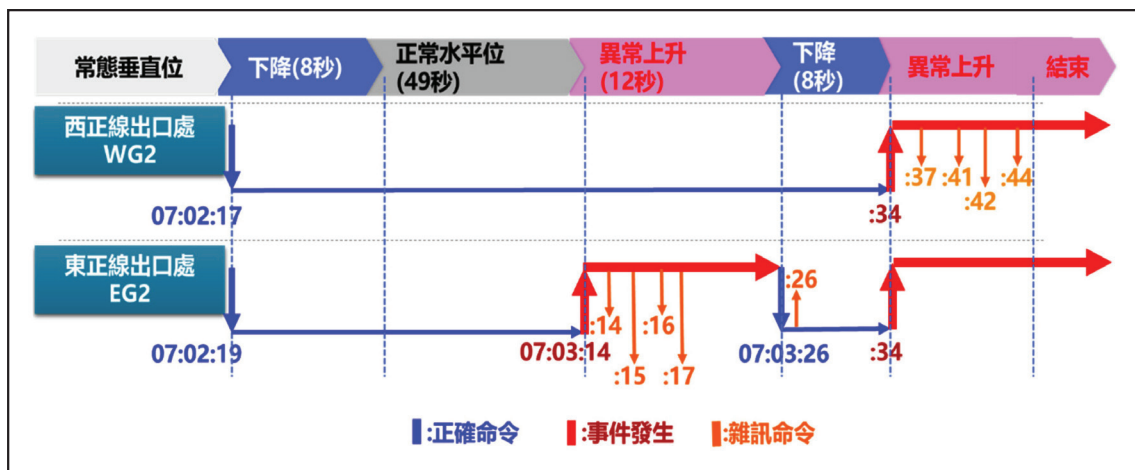


圖 7 控制訊號時序表 (異常記錄 2)

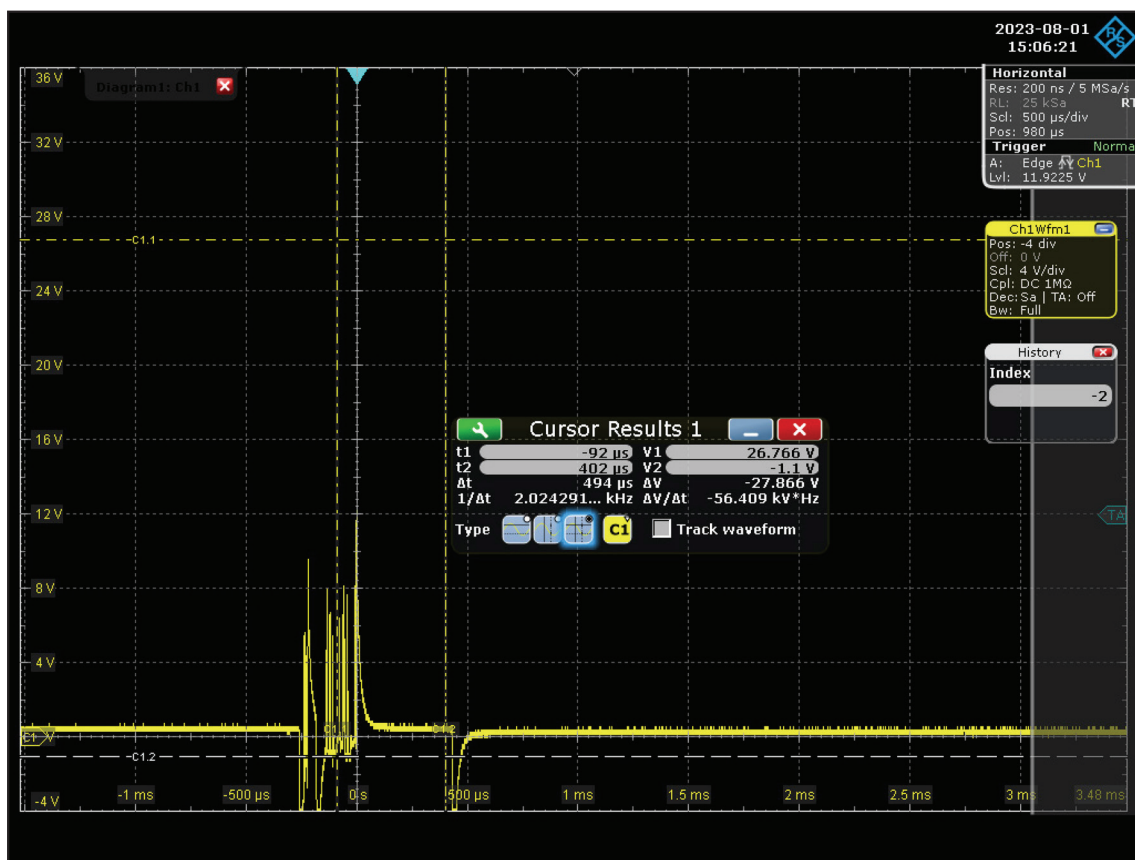


圖 8 低電位雜訊 (異常 1)

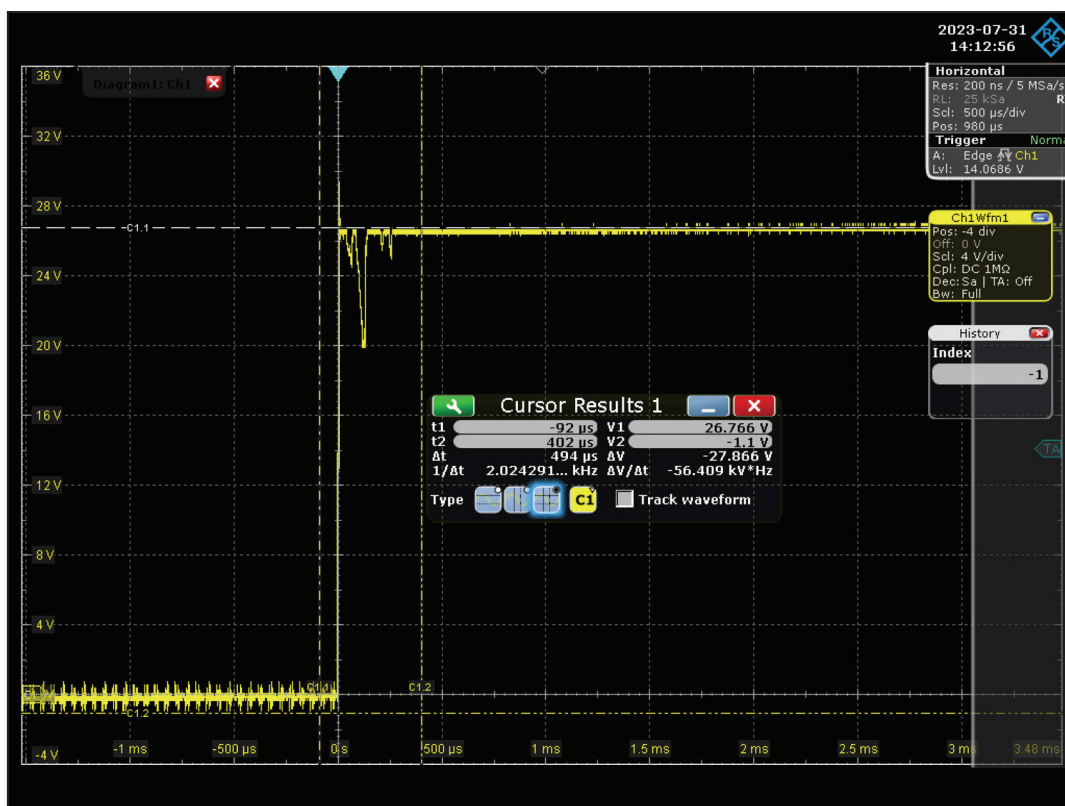


圖 9 高電位雜訊（異常 2）

表 6 雜訊課題分析與防範改善方案

問題分析	分析說明	防範作為	精進方式
控制訊號之雜訊	控制訊號受干擾，電壓出現準位變化率不一致	加裝濾波電路如圖	以 RC 濾波電路降低雜訊干擾
控制訊號之位準	避免因雜訊干擾或電壓問題造成控制位準不一	加裝強制位準提升電路，以控制訊號高位準約 21V 以上作為辨識基準	增加穩壓二極體電路作控制訊號位準再確認機制
控制訊號之辨識	遮斷機為被動設備，受控制訊號變化而作動，增加控制訊號變動之辨識邏輯	<ol style="list-style-type: none">延長控制訊號辨識之偵測時區，且必須為相同位準數次後才認定，以避免短時間位準變化造成誤判遮斷桿下降至水平位定點後，延長不辨識時間，避免錯誤訊號造成誤作動	<p>改善軟體辨識機制</p> <ol style="list-style-type: none">主循環控制訊號偵測間隔時間改為 4ms 且連續偵測 4 次為相同準位時才判定為真考量遮斷桿下降後無立即上升的工作模式，修改為水平定位 5 秒後，才開始進行控制訊號偵測



（二）試安裝與試運轉計畫 - 第二階段

經由第一階段之試安裝與試運轉作業，遮斷機趨於穩定，惟為確保臺鐵沿線既設電源系統，滿足新式遮斷機需求，增加4處平交道進入第二階段試運轉計畫。

第二階段試運轉計畫之遮斷機，經由五號碼頭平交道之實務經驗及相關測試結果，增補相關措施及精進方案後，遮斷機皆正常持續運作，確認此新式遮斷機符合規範功能、運轉需求及平交道現場環境，正式啟動全面換裝作業。

五、結語

鐵道產業發展國產化係許多鐵道產業人員的期待，而平交道遮斷機以往皆由國外進口，維修支援不易，藉此國產化契機，臺鐵公司將其納入國產化項目之一。因此本案初期擬定採購策略時，特別設定國內廠商有投入之意願及參與機會，包括強化維修功能、優化安裝設定及預防性保養等設計重點；訂定測試標準取代銷售實績；給予廠商合理開發期限及放寬參與資格。藉此機制，本採購確實吸引國內外廠商之參與投標，並由國內廠商至鴻科技股份有限公司得標。

至鴻公司於得標後，積極進行產品之研發，除了掌握契約規範之功能/規格，尚需瞭解臺鐵的鐵道環境、養護作業規則、系統運

作模式，將設備日後的運作、保養、維修、保固，納入整體開發設計考量。包括機構、電氣、控制、零件、材料、驗證、製程到生產，並通過獨立驗證之連續性測試，確保產品穩定可靠。

為確保遮斷機與既有環境條件整合運作可靠，採分階段逐步導入，並分別面臨無法同時舉升及異常舉升之課題，研析既有電源強化；及強化抗干擾等改善方向，已確認產品可於臺鐵現有運轉環境使用。

本案由功能設計、採購策略、研發製造至上線運轉等經驗，已確認為國產化設備可行作法之一。期能供各界參卓，提升國內鐵道產業競爭力。

參考文獻

1. 臺灣鐵路財物規範-平交道遮斷機-總號 TRAS(K)-S20024
2. 臺灣鐵路財物規範-FRP遮斷桿規範-總號 TRAS(K)-S10013
3. 臺鐵公司-遮斷機1424套(含安裝)案-設計文件(核定版)
4. 臺鐵公司-遮斷機1424套(含安裝)案-原型機測試計畫(核定版)
5. 臺鐵公司-遮斷機1424套(含安裝)案-測試計畫(核定版)
6. 臺鐵公司-遮斷機1424套(含安裝)財物採購規範
7. 臺鐵公司-遮斷機1424套(含安裝)案-新設遮斷機起動電流、耗電量測試計畫(核定版)
8. 臺鐵公司-遮斷機1424套(含安裝)案-5號碼頭平交道-試運轉測試報告(核定版)
9. 臺鐵公司-遮斷機1424套(含安裝)案-秀林路、民享路、康樂村與志學村平交道-試運轉測試報告(核定版)