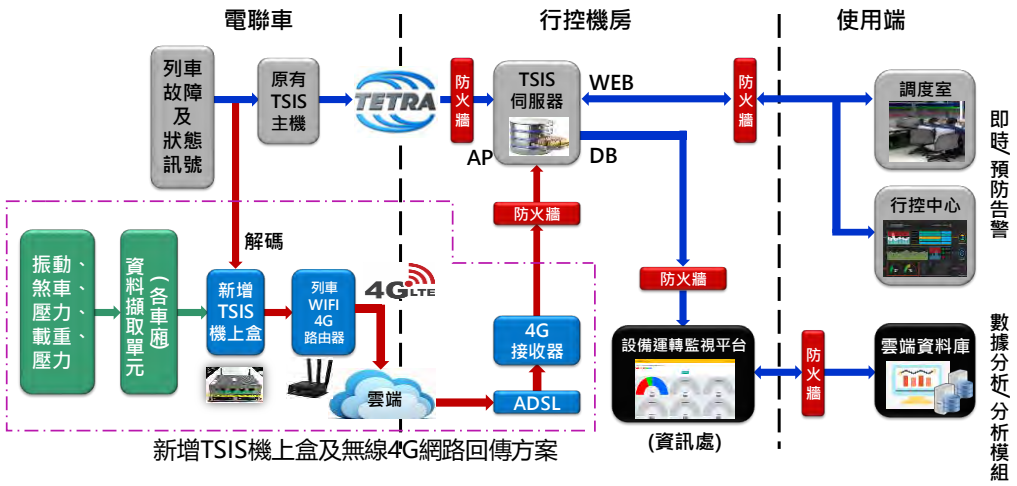
臺北市政府創意提案競賽提案表

提案類別	創新獎
提案年度	110年
提案單位	臺北捷運公司/車輛處研發中心
提案人員	主要提案人：李健男 貢獻度：40% 參與提案人：顏志誠 貢獻度：15% 蔡豐遠 貢獻度：15% 陳建志 貢獻度：15% 江連泉 貢獻度：15%
提案範圍	1. 有關各機關業務推動方法、作業流程及執行技術之改進革新事項 2. 有關各機關為民服務品質之改進革新事項
提案名稱	臺北捷運列車監督資訊系統(TSIS)效能大躍進
成效屬性(可複選)	■全國首創、□導入精實管理手法、□小 e 化、■節省成本(時間、人力、經費)、□發表期刊論文或專書、□取得專利、□其他：(如榮獲其他獎項、增加收益……等，請於15字內簡要說明)
提案緣起	一、 臺北捷運系統電聯車在線上營運發生故障時，因行控電腦無法即時顯示充足之列車設備故障資訊，使得行控中心於故障事件處理過程必須使用無線電通訊設備詢問故障列車司機員設備故障狀況，並以此得知故障資訊判斷故障類型，再依照所對應之緊急故障排除程序指示司機員排除故障狀況。 二、 目前電聯車雖已採用數位無線電系統(以下簡稱 TETRA)傳送列車設備運轉狀態訊息，但行控中心還是無法充分掌握列車故障即時資訊，其原因說明如下： 1. TETRA 系統因硬體設備限制而無法傳送大量資料，並限制每則訊息封包容量大小，且每秒只能處理3則訊息。 2. 此外，由於線上營運列車眾多(尖峰時間高達126列車)，傳送資料繁多，為確保 TETRA 無線電通訊系統能維持正常運作，故設定每列電聯車以每2分鐘傳送一次36Bytes 以下之訊息，導致行控中心無法取得即時之列車設備故障訊息，只能輔以參考及記錄。 三、 因行控中心迫切需要即時之列車設備運轉狀態及故障訊息，且維修人員對於列車設備偵測訊號需求日益增加，礙於原廠封包設計及硬體架構，如需擴充傳送封包容量及頻

提案緣起	率，須委託原廠進行系統擴充及升級，除了耗費龐大的建置費用外，後續亦無法由本公司自行修改、擴充或加值運用，故本公司採自辦方式建置列車監督資訊系統(以下簡稱 TSIS)設備，並自行開發 TSIS 監測系統軟體。
實施方法、過程及投入成本	一、實施過程及方案 1. 為使行控中心及各機廠調度班人員對列車運轉狀態能即時掌控，本公司新增 TSIS 機上盒、4G 路由器及相關感測器等監測設備(如圖1)，增加資料蒐集及資料邊緣運算能力，開發人員將列車各子系統設備運轉狀態及故障訊息進行解碼，再利用多工方式將解碼之設備監測訊息，傳送至 TSIS 機上盒進行編碼及資料封裝作業，以利回傳至後端之 TSIS 專用伺服器進行監測數據資料處理、監看畫面顯示及大數據分析與加值運用。  圖 1 TSIS 機上盒、4G 路由器等傳輸架構圖 2. 因電聯車為動態行駛之載具，列車偵測訊號傳送須使用無線網路傳輸。故自行開發運用捷運路網訊號涵蓋率及穩定度均佳之4G 無線網路(未來可升級為5G)，並搭配 VPN(虛擬專用網路且通過加密傳輸安全認證)，將列車之重要設備運轉狀態及故障訊息蒐集後，以每秒1次傳送監測訊號至後端資料庫進行儲存，再傳送至行控中心及各機廠調度班進行監看。 3. 因台北捷運系統多為地下路段，無法接收衛星定位系統(GPS)之訊號，故運用 TSIS 讀取車站識別碼資料，搭配 TSIS 新增設之列車速度(SPEED)偵測，以程式計算列車行駛距離，進而得知列車位置。

實施方法、過程及投入成本

4. 開發列車即時監測軟體及監看畫面，使行控中心及各機廠調度班人員可即時監看各列車位置及設備運轉狀態，同時增加設備異常即時告警功能，當列車設備出現異常時，能夠精準得知異常設備位置及故障狀況，以縮短故障排除時間，避免造成列車延誤。
5. 藉由增設訊號接點及感測器元件(例如：溫度、速度及振動感測器等)，以擴增設備運轉狀態偵測訊號，進一步掌握更完整列車設備運轉狀態及故障訊息。利用即時列車監測訊號，發展列車線上故障排除專家系統，於列車故障時即時自動診斷故障類型，並即時提供行控中心於列車設備異常當下相對應之緊急故障排除程序，有效縮短列車故障排除時間。

二、實施成本

以下就本案開發物料費用、開發人時進行成本分析，其相關開發施作費用項目如下表。

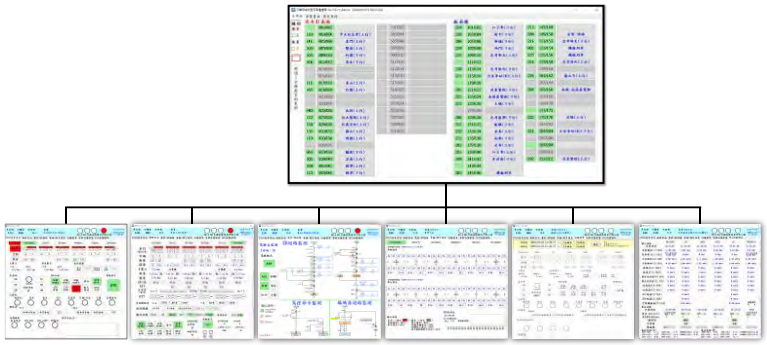
項目	小計	施作費用
1.開發物料成本		1,437.2萬元
(1)1列原型車費用 (2)64列車費用	22.2萬元 1,415萬元	
2.開發人時成本		189.6萬元
(1)軟體開發費用 (2)原型車硬體安裝測試費用	153.2萬元 36.4萬元	
3.現場安裝人時成本		29.4萬元
(1)64列車安裝人員費用 備註：1列車安裝人員費用0.46萬元	29.4萬元	
總計施作費用		**1,656.2萬元**

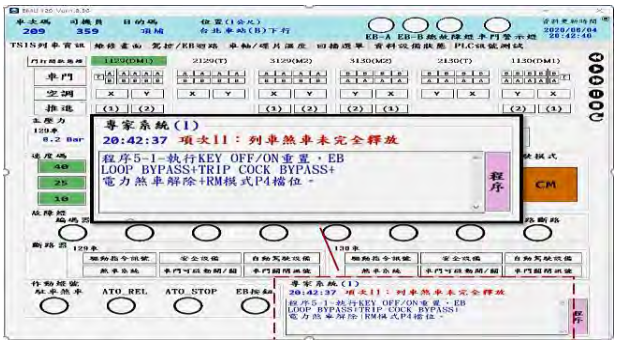
實際執行（未來預期）成效

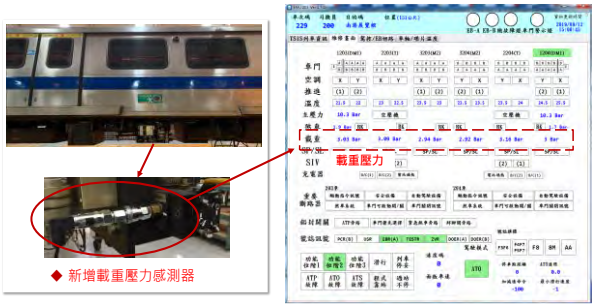
（請強調提案之成本效益分析及內、外部效益，並請儘量以量化方式具體呈現。）

一、首創國內捷運系統營運單位自行開發電聯車設備運轉狀態即時監測系統：

1. 透過監測軟體，現場行控中心及各機廠調度班人員可即時監測線上各列車位置及設備運轉狀態(如圖2所示)。本專案全車隊預計完成79,000組偵測訊號即時回傳，目前已完成301/321/341型電聯車共計22,868組偵測訊號(約29%)，其餘371/381/256/370型電聯車預計110年12月底前陸續完成。

實際執行（未來預期）成效	 圖2 行控中心與各機廠調度班監看畫面 2. 因應各車型之各項設備監測需求，自行開發客製化即時監測畫面(如圖3所示)及即時告警項目(如圖4所示)，以提供即時列車故障狀態資訊，以利於行控中心列車調度，降低對營運之影響。  圖3 TSIS 監看畫面 圖4 TSIS 即時告警畫面 自行開發之 TSIS 監測系統軟體功能說明如下： (1)全線各列車運轉情況監視。 (2)列車各車廂設備運轉狀況及故障告警訊息顯示。 (3)列車設備運轉狀態回播(PlayBack)及歷史記錄查詢。 (4)列車線上故障排除專家系統提示(如圖5所示)。 (5)列車車軸/碟片溫度偵測顯示功能。 本專案針對各車型共客製化49組即時監測畫面及160類即時告警項目，目前已完成301/321/341型電聯車21組即時監測畫面(約43%)及70類即時告警項目(約44%)。

實際執行（未來預期）成效	 圖5 列車線上故障排除專家系統提示畫面 二、首創地下路段捷運列車位置即時定位功能： 因台北捷運系統多為地下路段，無法接收衛星定位系統(GPS)之訊號，故運用 TSIS 讀取車站識別碼資料，搭配 TSIS 新增設之列車速度(SPEED)偵測，以程式計算列車行駛距離，進而得知列車位置。 三、首創捷運列車線上故障排除專家系統： 完成開發列車線上故障排除專家系統，於列車故障時即時自動診斷故障類型，並即時提供行控中心於列車設備異常當下相對應之緊急故障排除程序，有效縮短列車故障排除時間。統計至109年1月至12月，於線上發生列車故障啟動專家系統共有11件，其中2件經由專家系統輔助，延誤時間由5分鐘以上降低為5分鐘以下(以109年因列車設備異常造成5分鐘以上延誤共5件估算，約可減少40%)。 四、自行開發節省之成本效益： 本專案採自主開發方式辦理，由本公司自購設備由維修人員進行安裝，並由開發人員自行撰寫相關監測系統軟體，本專案建置成本共1,656.2萬元，相較於委託專業廠商建置需7,000萬元(廠商報價)，共節省約5,344萬元。 五、節省人時費用效益： 可藉由 TSIS 之設備運轉狀態自動監測功能，取代維修人員執行電聯車設備之部分預防檢修量測作業(例如：煞車壓力、空壓機振動、冷凝機振動量測等)，經統計可減少預防檢修項目共28項(目前已減少301型列車共4項)，估計全車隊每年可減少26,580人時，換算人工費用約為760萬元。 六、監測數據加值運用： 運用車廂載重監測數據自主開發車廂擁擠度資訊 APP，旅客可透過「台北捷運 GO」App 及月臺電視(如圖6及圖7所示)查看即將進站列車各車廂之擁擠度即時資訊，依車廂擁擠程度分為舒適(綠色)、普通(黃色)、略多(橘色)及人多(紅色)等4個等級，輕鬆掌握進站各車廂內的人潮狀況。特別在防疫期間，此功能更有助於旅客避開人潮較多的車廂。本公司已

	先行在旅運量高之板南線試辦並於109年5月啟用，接續文湖線目前正在進行系統穩定度測試中，預計於110年3月正式啟用，其餘路線則預計於110年12月底前陸續啟用。  圖6 車廂載重壓力加值運用-車廂擁擠度資訊APP開發1 圖7 車廂載重壓力加值運用-車廂擁擠度資訊APP開發2 七、重要監測數據資料上傳雲端，進行大數據分析，發展電聯車分析模組： 運用TSIS監測數據雲端資料庫進行大數據分析，發展電聯車設備零組件維修趨勢分析模組共52項，藉由設備狀態之趨勢變化提前掌握設備運轉狀態，可在設備發生故障前即時予以檢修避免影響主線營運，亦即以預先進行異常初期之零組件更新、調整等維護保養或調整維修策略，達到預測性維修之功效。
相關附件	無
聯絡窗口	姓名：陳建志 電話：2893-0105#8214 Email：e01818@metro.taipei

※ 注意事項：

一、提案表

（1）內文格式：標楷體字型，字體大小為14點，行距為固定行高18pt。

（2）**頁數：A4紙以不超過6頁為原則。**

二、相關附件

（1）內文格式：不限。

（2）**頁數：A4紙以不超過6頁為原則。**