



輕軌號誌通用型聯鎖控制 軟體開發實務

中冠資訊股份有限公司助理副總 / 商築新

關鍵字：鐵道產業、交通科技產業政策白皮書、鐵道技術研究及驗證中心

摘要

本人40餘年的職場生涯一直從事於工業自動化系統整合的工作，有幸於數年前開始參與國內高雄輕軌、淡海輕軌、安坑輕軌三個輕軌號誌系統及供電系統之建設，之後又參與交通部鐵道局輕軌號誌系統自主技術提升計畫第一、二階段，在這個過程當中經歷了不少挑戰與成長，也了解了工業與鐵道業之間的差異，在此藉由本文提供個人淺見供未來有志於鐵道產業國產化人士策略制定之參考。

一、前言

比起工業界在鐵道業界因為安全的理由有太多的標準必需遵守，更有多方面的認證

需被滿足，而這些標準及認證需求大多為軌道技術十分成熟的歐盟組織所制定。比較美國的軌道以貨運為主要，日本以其極優的內部品管客製化封閉產品，鐵道界若要發展自我技術提升，唯有向歐盟組織所制定的各種軌道標準及軌道認證對齊，學習沿襲此一成熟可行的技術，方能事半功倍，國內針對這些標準及認證的技術資源並不多，建議可以鼓勵國內學界在這方面積極參與這些組織，將這些標準及認證技術本土化，引進到國內軌道業，提升國內軌道業對於軌道標準及軌道認證的認知，並與這些組織技術同步。

傳統工業一般均由機械、化工、電機分工合作而成，而鐵道產業除了機械、電機外，土木技術佔了極大的比重，而土木技術



在鐵道產業國產化幾乎已經十分成熟，沒有國產化的問題，由於在鐵道新建過程中，土木預算占了整體興建預算大部分，因此忽略了核心機電技術資料的取得，造成目前鐵道產業中核心機電一直是由國外廠商所把持的現象，一直無法獲得核心機電的技術，系統建置、更新時也只能任由國外廠商予取予求，因此鐵道產業核心機電國產化已是刻不容緩，急待解決的問題。在國內傳統工業機電技術國產化，已有相當成熟的經驗與成果，其作法實可作為鐵道產業核心機電國產化的參考。

技術開發方面，應該將主力放在核心部分，唯有掌握住核心技術，方能將系統整合，系統在整合過程中部分重要性低的子系統，價值低的子系統均可多方詢商，貨比三家，擇優選商，不必糾結在每樣子系統均需本土化，所有技術都要自己來。

核心技術的開發，往往會碰到一個很大的障礙，就是要求廠商提供原始程式碼，這幾乎是無法跨過的鴻溝，而這也是技術生根必經的路程，因此只能在系統採購時強烈堅持將提供原始程式碼列入選商條件，方能奏效。

為掌握軌道號誌聯鎖系統之核心技術，鐵道局輕軌號誌系統自主技術提升計畫採用商用化之控制器，並開發一套通用型之聯鎖控制軟體，作為可持續發展落地應用之基礎。

二、計畫執行

鐵道局輕軌號誌系統自主技術提升計畫執行過程中，值得其他鐵道界系統開發者參考作法說明如下：

（一）聯鎖系統控制器開發

硬體部分採 COTS(Commercial off-the-shelf)產品，軟體部分則以歐盟標準為依歸。本聯鎖系統控制器開發案一開始即規劃，硬體部分採市售 COTS 產品，軟體部分則以歐盟標準為依歸，開發號誌系統聯鎖通用性應用GA（General Application）邏輯控制程式。此聯鎖通用性應用程式GA必須搭配一專屬Configuration File 聯鎖系統配置檔案，而此系統配置檔案，乃依各種不同場域製作該場域內所有號誌系統設備種類、數量、特性、功能、聯鎖邏輯、控制邏輯...等彙整成一個或多個Configuration File 聯鎖系統配置檔案，並將該場域的聯鎖系統配置檔案匯入聯鎖控制器，聯鎖控制器以GA 聯鎖通用性應用程式依照此一聯鎖系統配置檔案內容，將該場域所有聯鎖控制實現。各個不同場域專屬的Configuration File 聯鎖系統配置檔案，除了將該場域內所有號誌系統設備種類、數量、特性、功能、聯鎖邏輯、控制邏輯、路徑控制表(control table)、route table、路徑衝突表（CompatibilityMatrix Table）...等彙整成Configuration File 聯鎖系統配置檔案，詳如圖1路徑控制表（control table）以及圖2路

[illegible]

圖 1 路徑控制表 (control table)

徑衝突表（CompatibilityMatrix Table）兩個
Configuration File 聯鎖系統配置檔案。

（二）GA 通用性應用程式

此GA 聯鎖通用性應用程式可謂萬用程式，不同場域會有不同的聯鎖系統配置檔

案，而此一GA 聯鎖通用性應用程式，則依照不同的聯鎖系統配置檔案，將不同場域一一完成該場域的不同聯鎖控制邏輯，因此此一GA 聯鎖通用性應用程式極為重要，可謂號誌系統中重中之重，而此GA 聯鎖通用性應用程式即是要爭取安全認證的標的物。GA 聯鎖通用性應用程式的開發以ANSYS

圖 2 路徑衝突表 (CompatibilityMatrix Table)



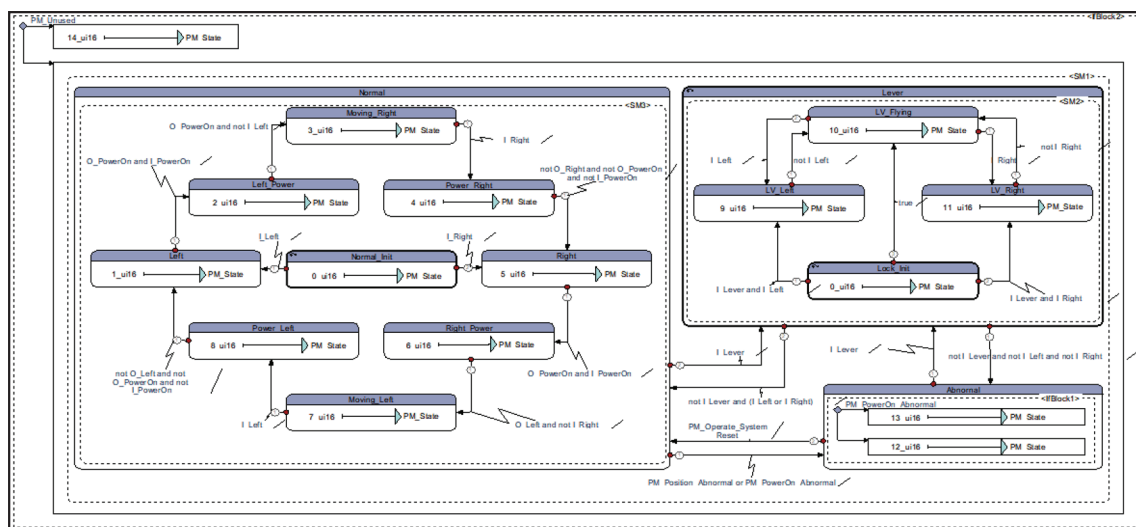


圖 4 轉轍器狀態機

SCADE suite為開發工具，主要原因為其工具已經過正式驗證過，使用本工具系統開發以建模為主，建模後可即時仿真模擬測試，自動生成 C-code程式代碼，以及產出已通過驗證的部分查證（verification）和確證（validation）報告書，縮短開發時程。

GA 聯鎖通用性應用程式開發建模，與其他控制系統開發有著極大的差異，GA 聯鎖通用性應用程式開發，須將基礎場域內所有各種號誌系統設備，其專屬的屬性(attribute)及行為(behavior) 完全釐清，例如將號誌機、轉轍器、計軸區間(軌道電路)分析完其專屬的屬性(attribute)及行為(behavior) 後，以狀態機將其屬性及行為完全描素詳如圖3號誌機狀態機、圖4轉轍器狀態機、圖5計軸區間狀態機，再以功能需求

規範串成模型，完成規劃。

開發GA通用性應用程式，再配合Configuration File系統配置檔案。如此程式設計開發方式，在一般傳統工業自動化系統開發，幾乎沒有在市場上看到過，實屬創意十足，且對於相同的應用場域，僅針對不同場域製作該場域專屬的Configuration File系統配置檔案即可實施，不需再修改GA通用性應用程式，價值性極高。

此一作法與日系作法如高鐵場域、台鐵場域差異極大，日系作法仍採用傳統工業自動化系統開發方式，對於不同場域，製作該場域專屬應用程式，沒有所謂的系統配置檔案，每一個場域專屬應用程式只能在該場域實施，無法再利用於其他場域。

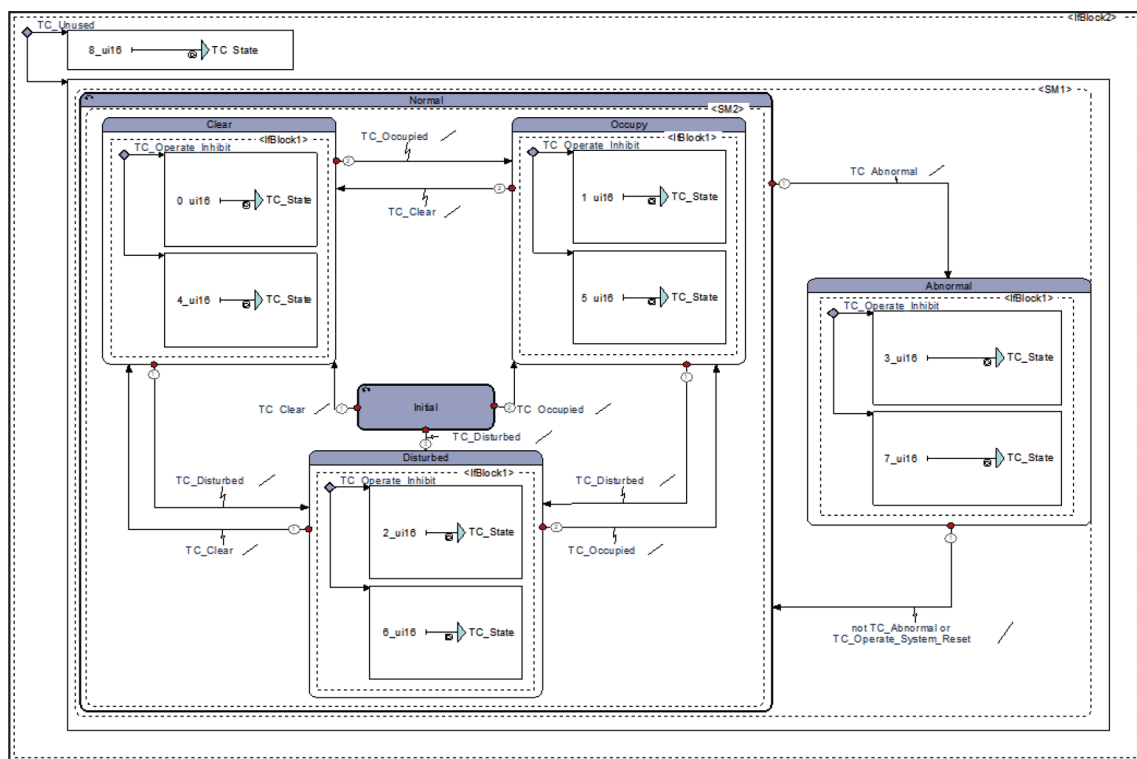


圖 5 計軸區間狀態機

三、結論

系統開發應先行，先有一完整雛型系統後再開始作系統認證。本案在GA 聯鎖通用性應用程式的認證過程中，為滿足標準及認證需求，與ISA獨立認證單位協商後約需完成107份文件，才有可能滿足標準急認證要求。文件數量龐大是當初目標設定時，設定目標較高為SIL-4，比起輕軌號誌需求僅需SIL-2高出許多，原因為輕軌號誌與捷運號誌聯鎖邏輯差異不大，若不談捷運有的而且是輕軌所欠缺的ATO、ATP、ATS，兩者幾乎相同，若將計軸區間改為軌道電路，則未來可以考

慮共用本號誌聯鎖系統。

本案系統開發與系統認證採同時並行，因為兩者同時並行，常常因為開發修改造成認證文件必須隨之修正，尤其在開發修改追溯時，所必須對應追溯修改認證文件的工作量尤為可觀，若是一而再再而三地反覆進行追溯修改，則所需耗用人力是十分可觀，兩者相互疊代造成開發與認證費時費工、事倍功半。因此強烈建議系統開發與系統認證，系統開發應先行，先有一完整雛型系統後再開始執行系統認證工作。