

獨立驗證與認證(IV&V)如何結合獨立安全評估(ISA)作業說明，以新北市捷運車輛系統為例

新北市政府捷運工程局副總工程司 / 林逸羣

新北市政府捷運工程局工程員 / 林仁國

台灣德國萊因技術監護顧問股份有限公司軌道事業部副總經理 / 詹家維

新加坡商雷卡多有限公司台灣分公司台灣區經理 / 田若農

關鍵字: 獨立驗證與認證、獨立安全評估、車輛系統

摘要

為提升軌道系統之品質與安全，我國於民國 99 年訂定之大眾捷運系統履勘作業要點第三條規定，捷運工程在進行初勘前應提出整體系統之獨立驗證與認證報告。惟考量現行捷運系統之建設期程，如何在既定規劃的時程內持續地評估系統設計、製造、測試等階段是否滿足安全與保安準則，確保功能與規格的符合性，及確認通車營運路段的系統營運安全無虞就變得至關重要。

國內各縣市考量機關自身之人力與能力，於辦理相關捷運建設已逐步朝向委由專管顧問、監造顧問及獨立驗證與認證顧問(IV&V, Independent Verification and Validation)辦理工程之設計審查、監造及驗證工作，其作業模式與台北市政府捷運工程局自行審查、監造方式不同，因此新北市政府為滿足該專案管理特性的需求，特別建立將審查制度標準化並結合符合國際趨勢之獨立安全評估(ISA, Independent Safety Assessment)之作業方式，有效縮短設計審查及後續相關驗證所需之時程。

本文將說明如何採用前述分層負責及標準化之作業方式，並以車輛系統為例，在確保車輛生產製造與測試之驗證能於規

劃期程內完成，同時滿足契約要求之功能需求、品質及行駛安全，並彙整該作業執行經驗供相關軌道建設工程參考。

一、前言

根據新北市政府捷運工程局的規劃，是由專管顧問確認業主需求書所規定之功能規範，審查設計文件是否滿足契約相關規定，並須獲得獨立驗證與認證顧問(IV&V)之驗證，監造顧問從期中細部設計文件即介入審查與施工相關內容，使製造、安裝等需求於設計時一併納入考量，並於製造、安裝階段執行監造作業，最後藉由獨立驗證與認證顧問(IV&V)驗證整體系統於整合後成果滿足契約之功能、品質與安全之規定。

但在執行的過程中，如何避免各審查單位於細部設計階段即過度探究文件內容，或是廠商礙於商業機密，無法提供相關設計細節資料等問題，導致車輛之設計審查時程延宕，影響到整體捷運建設期程並衍生履約爭議。

為使整體專案能如期如質如預算完成各階段工作，並縮短車輛設計審查期程，新北市政府捷運工程局在車輛系統方面，研議制訂了「車輛設計審查、監造與驗證作業原則」；於獨立驗證作業方面，依據國

際趨勢於招標前置階段，獨立驗證與認證(IV&V)機構即參與專案，對契約業主需求之功能規範、標準進行評估與驗證，就各子系統層級，依據EN 50128及50129標準，在主要安全設備方面，規定須由廠商聘請獨立安全評估(ISA)機構針對該部份進行安全把關。以下即針對上述內容提出進一步說明。

二、獨立驗證與認證(IV&V)

「標準」於人類歷史與文明的演進上扮演著重要的地位，早至秦朝「書同文、車同軌、行同倫」，直至今日國際交流所依循的標準規範，均顯示標準的重要性，而為了確保產品、服務、程序是否符合標準，便產生了「驗證」制度，透過公正與獨立機構的符合性評鑑，驗證產品、服務、程序的確符合標準之規範與要求。

在現今國際化趨勢下，由於符合標準對提升市場流通性有很大的助益，「標準化」已是產品、服務、程序提供者提升商業價值與市場影響力的必要手段（經濟部標準檢驗局，民 96），且為了推廣標準在市場的普及率，各國也成立了認證機構（Accreditation Body），透過彼此承認與授權機制，由認證機構授予驗證機構（Certification Body）證書，讓驗證機構有資格對產品、服務、程序進行驗證工作並發證以確保其對標準的符合性，且此證書也被國際認可（財團法人全國認證基金會，民 104）。

有關認證（Accreditation）與驗證（Certification），圖 1 說明業界常見的認證機構（Accreditation Body）、驗證機構（Certification Body）及產品與服務提供者的關係，其中分為兩個層級說明如下：

1. 第一個層級是認證機構授予驗證機構的證書，一般來說一個國家僅會有一個認證機構，例如我國的財團法人全國認證基金會（Taiwan Accreditation Foundation，以下簡稱TAF）、德國的DAkkS、英國的UKAS；過去常聽到執行IV&V或ISA的單位則是驗證機構，這些驗證機構須向認證機構申請認證

證書，認證機構依據ISO/IEC 17000系列標準來評鑑申請單位是否具有資格擔任驗證機構。

2. 第二個層級是驗證機構取得認證證書後，在認證機構認可的範圍內，依據各項標準執行驗證工作，並授予人員、產品、程序或服務提供者。



圖1 認證與驗證關係

依交通部運輸研究所與財團法人中興工程顧問社合作之研究計畫「大眾捷運系統獨立驗證與認證(IV&V)規範及其報告撰寫規範之研究」，由林杜寰等人於中華民國運輸學會 106 年學術論文研討會所發表，「軌道運輸系統獨立驗證制度之探討-以我國 IV&V 制度為例」，論文內建議現行使用之驗證（Verification）與認證（Validation）名詞使用應正確並須作一修正。

圖 2 引用 EN 50126 所提全生命週期概念，說明查證與確證（Verification and Validation，以下簡稱 V&V）於軌道系統生命週期中之定位，簡而言之，查證是在過程之中確認產品符合下個階段所需，即是「Build the product right」；確證則是確認最後的產品符合既定需求，即是「Build the right product」（林宜信等人，民 106）。

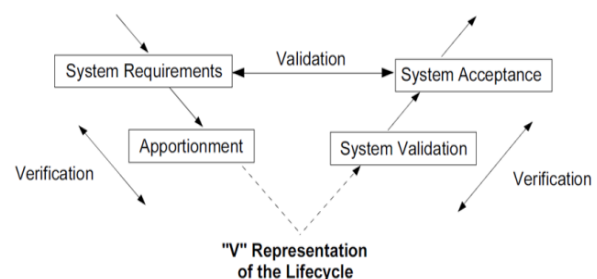


圖 2 查證與確證關係

驗證 (Certification) 是評鑑是否合格並給予證明的行為，認證 (Accreditation) 是驗證資格的給予，所謂的查證 (Verification) 與確證 (Validation) 則是驗證的手法之一，建議過去國內使用多年的「獨立驗證與認證」一詞若源自 IV&V 的翻譯，則可考量修改為「獨立查證與確證」避免名詞混淆，或直接簡化為「獨立驗證報告」更符合此報告之定位，由於該文所述名詞定義確實較符合目前實際執行之狀態，故其後相關之作業將直接引用說明，惟基於法令尚未修正前，最終名稱仍稱為獨立驗證與認證(IV&V)。

新北市政府所建設的捷運系統，依大眾捷運系統履勘作業要點規定，均納入全系統的獨立驗證與認證(IV&V)並於專案之基本設計階段即引入 IV&V 顧問協助後續專案各階段作業，早期引入 IV&V 使得 IV&V 顧問得以參考過去專案經驗，以及國內外相關國際標準及安全準則，評估高風險之功能、品質與安全需求是否妥善納入招標文件內，並提供意見供規劃單位參考，以做出最後決定，如圖 3 所示。另其所帶來之效益如下：

1. 進行專案風險評估:以第三方的角度進行風險評估,確保招標文件內之重大風險是否均已在招標文件中被考量。
2. 確認引用標準正確性:可確認招標文件中的各項規範是否適用於該專案。
3. 確保系統 RAMS 之目標值的適用性。
4. 確保重大安全需求是否未被遺漏:可協助確認重大安全功能是否遺漏,例如台鐵、地鐵等號誌系統之聯鎖系統應有 SIL4(Safety Integrity Level)之要求。

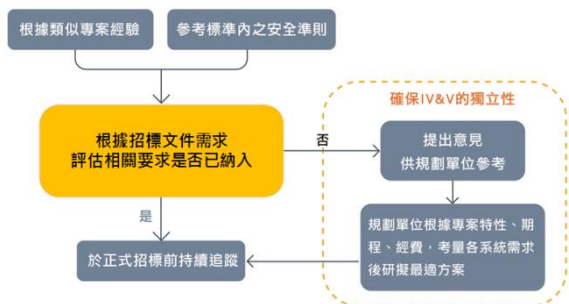


圖 3 早期引入 IV&V 之效益

以專案生命週期的觀點來看，專案的初期概念階段以及設計階段的實際費用支出僅佔全專案的極小比例，但這些階段所做的決策將會大幅影響後續的花費，若於專案前期做出了不適當的決策，後續要進行修改就可能牽扯到變更設計、契約修訂等問題，需要付出數倍的時間及經費，因此提早引入 IV&V 顧問協助招標文件的訂定可有效控制系統發展風險，降低專案可能因設計變更而產生之高昂成本與進度延宕。

一般而言系統保證(System Assurance)是由廠商自行執行，並對有 SIL(安全完整度)要求的系統聘請獨立安全評估(ISA)機構來執行驗證，而 IV&V 顧問則常由業主聘請；至於 IV&V 和 ISA 兩者是如何分工運作，對於國內各主辦機關一直是個感到困惑的問題，以獨立安全評估整體運作架構而言，其運作類似國內常見的三級品管制度，系統保證(System Assurance)的安全管理工作是廠商之一級品管，ISA 屬於廠商安全工作之二級品管，IV&V 則屬於業主方的第三級品管，關聯性如下圖 4 所示。

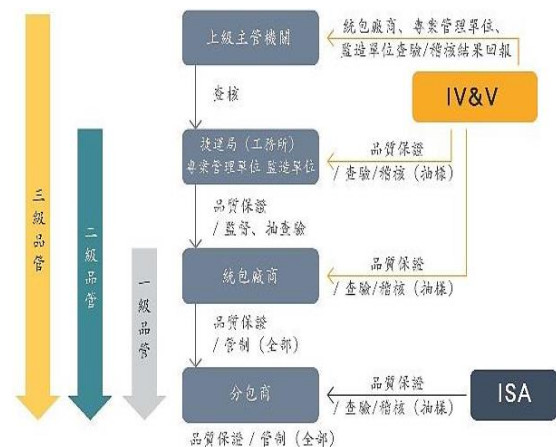


圖 4 IV&V 及 ISA 於整體專案類比三級品管之關聯性

其權責分工係由廠商自行聘請獨立安全評估(ISA)機構先行確認各關鍵系統的安全功能，再由業主聘用之 IV&V 顧問驗證全系統整合後之安全、功能、品質，相關分工示意如圖 5 所示，另 IV&V 組織定位與 ISA 執行架構及各單位間作業關係如

圖 6 所示。

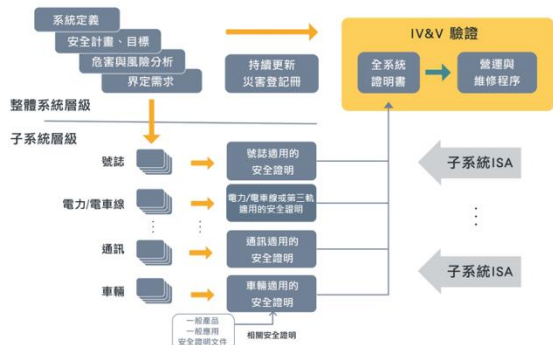


圖 5 IV&V、ISA 分工示意

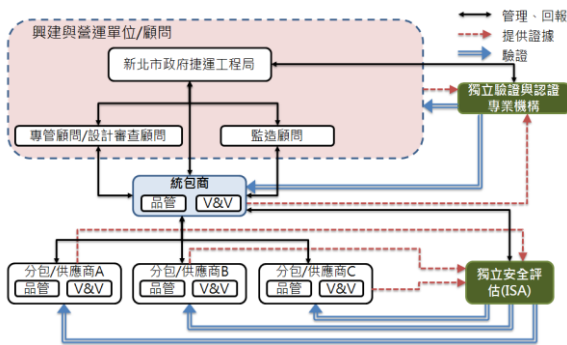


圖 6 IV&V、ISA、V&V 執行架構及各單位間作業關係圖

三、獨立安全評估(ISA)機構

另一個亦令國內各主辦機關一直感到困惑的問題，是既然有了上述的 IV&V 顧問，為何又需要一個獨立安全評估(ISA)機構，根據過往的經驗，在執行 IV&V 作業時常遇到下列幾個問題：

1. 契約關係：以軟體驗證為例，ISA 至少需審查軟體需求規範、軟體測試規範、軟體架構/界面/設計規範、軟體模組設計規範、軟體模組測試規範、軟體模組測試報告等，但部分文件涉及廠商的智慧財產權，在沒有直接契約關係的情況下，一般 IV&V 顧問是不容易取得相關資料。
2. 時程問題：ISA 需先對通用產品(generic product)或通用應用(generic application)進行評估，然後再對專案特定需求(specific)進行評估，其驗證過程短則一年長則三到五年。如果廠商因為無契約關係或是智慧財產權之故，不願提供文

件給 IV&V 顧問將導致驗證過程延宕，其責任如何歸屬將是個困擾的問題，同時也影響到整體專案執行的時程。

3. 獨立性問題：如果 ISA 與 IV&V 為同一團隊，ISA 在評估過程中若有所遺漏，此時 IV&V 是否能即時反應和監督也是值得思考。

鑒於目前軌道專案的特性，為縮短驗證的時程，廠商可於專案前期先取得通用產品或通用應用的 ISA 驗證，然後再對專案特定需求進行 ISA 獨立安全評估。

而建設專案導入 ISA 獨立安全評估機制，有下列優點：

1. 可透過標準之交互認證機制，避免重複認證造成時間與成本之浪費，有效縮短專案驗證時程，如圖 7 所示。
2. 產品、系統或過程已經依據安全法規要求，最佳實踐標準和慣例進行了評估。
3. 有一個嚴格的過程對產品、系統或過程進行檢查、分析和評估，以確保其安全性、環境和技術性能，並且這一過程有充分詳細的文檔記錄。
4. 提高產品本身信心，經過 ISA 驗證的產品，可在投標時更顯競爭力。
5. 帶動國內軌道產業升級，目前很多核心的機電設備仍仰賴國外進口，如國內生產之設備/系統取得 ISA 驗證，除產業可自我提升外亦有助於外銷至國外。
6. 與國際接軌：根據 EN 50129 於 2016 年 12 月版的要求，對於有 SIL 等級要求的系統應聘請獨立安全評估(ISA)機構，如圖 8 所示。所以導入 ISA 的機制亦符合國際標準的要求。

透過交互認證，縮短專案驗證與認證時程

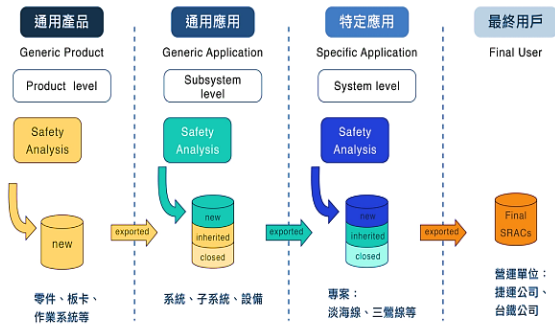


圖 7 透過交互認證縮短驗證時程
略縮語補充：安全關聯應用條件(SRACs, Safety Related Application Conditions)。

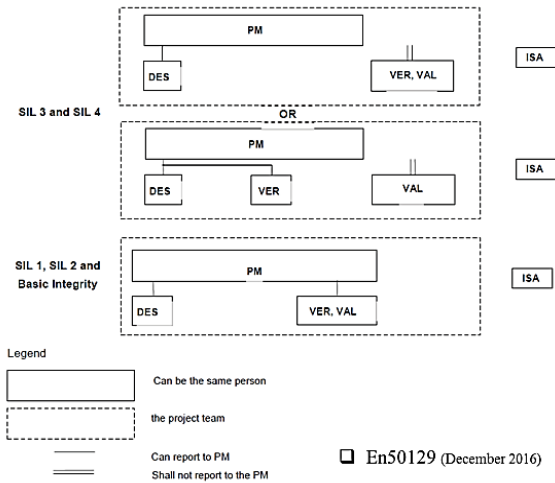


圖 8 ISA 制度與國際接軌

略縮語補充：設計者(DES, Designer)、查證人員(VER, Verifier)、確證人員(VAL, Validator)、計畫經理(PM, Project Manager)。

因此，新北市政府在後續的捷運建設三鶯線及安坑輕軌案之契約內均規定廠商針對所有機電系統須依 EN 50126、50128、50129 等安全相關標準，執行安全分析與管理，並針對有 SIL 要求的系統，聘任具 ISO 17020 及 ISO 17065 軌道系統驗證資格之獨立、公正、專業的獨立安全評估(ISA)機構執行獨立安全評估工作，並出具符合計畫的驗證報告。

至於 IV&V 及 ISA 應該具有的資格，在很多國家或地區於遴選 IV&V 及 ISA 廠商時，都會將是否具備 ISO 17020 軌道系統驗證的資格作為選商的要求。

(一) ISA 機構之獨立安全評估原則

有關獨立安全評估方法如圖 9 所示，對於 ISA 之評估作業於相關契約內針對 ISA 機構所需簽認或出具報告之文件內容範圍及時機點，均明確規定 ISA 機構應對廠商所提交之安全相關文件，就其內容簽認是否符合安全及業主需求，包含硬體與軟體。

另為加速各單位審查意見的收斂，規定須俟 ISA 機構關閉所有屬嚴重影響安全之相關議題後，始可進行後續提送各審查單位執行之審查作業，以加速文件收斂時間。同時為確保廠商對於 ISA 機構顧慮之議題已充分考量與處置，並建立完善之管理制度，係透過 IV&V 顧問對於廠商定期進行稽核作業確認，使得計畫能夠有效得到管制。

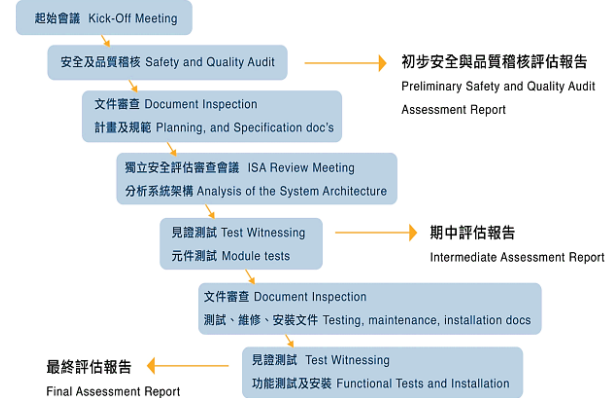


圖 9 獨立安全評估方法

契約內亦規定 ISA 機構應配合 IV&V 顧問提出報告之內容與時機，提出相關階段性歷程評估報告。除可確認核心系統在全生命週期各階段均經 ISA 機構針對安全議題全盤考量外，亦可使 IV&V 顧問基於 ISA 評估結果，更著重於評估整體捷運系統之界面整合與營運維修安全危害議題，有效掌握並減低計畫風險，未來以多重保證展現評估成果，提供社會大眾對本計畫通車營運之信心。

IV&V 顧問依據前述作業原則，除於各計畫階段檢視廠商相關子系統執行作業所提供之文件外，另廠商聘任之 ISA 機構依照業主需求及其依遵循之標準檢核廠商相關文件、稽核、現地驗證及定期提交進

度報告等文件亦同時為佐證之資料。

四、車輛系統設計審查作業

以淡海輕軌為例，雖 IV&V 於基設階段就協助業主審查招標文件，釐清廠商所應遵循的標準及需求，然為避免後續階段，因諸多審查者或評估者由於經驗之差異致所提審查意見過度細究，及受限於廠商智慧財產權等問題，延宕審查作業時程，為此新北市政府制訂了「車輛設計審查、監造與驗證作業原則」，驗證作業流程如圖 10 所示。

藉由標準化作業(型式審查、功能審查及功能驗證)的方式，概念示意如圖 11 所示，除縮短審查作業期程外並確保車輛系統的功能、品質、安全得到控管。

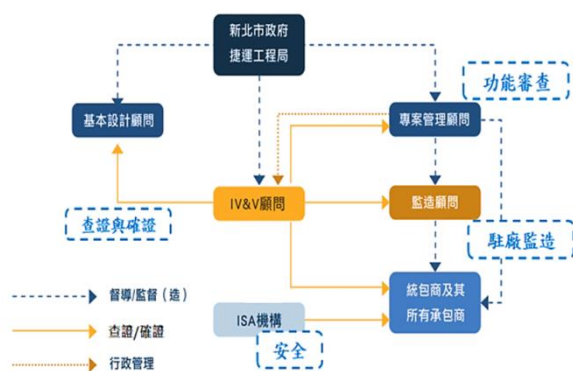


圖 10 車輛驗證作業



圖 11 車輛設計審查、監造與驗證作業概念示意

以下針對型式審查、功能審查及功能驗證作進一步的說明。

(一) 型式審查原則

型式審查屬於程序審查，主要分為三部分，分別為安全評估審查、品質管理系統審查原則、簽證作業，透過相關之簽證、證照或經第三方驗證單位把關基本的品質，概念如圖 12 所示。

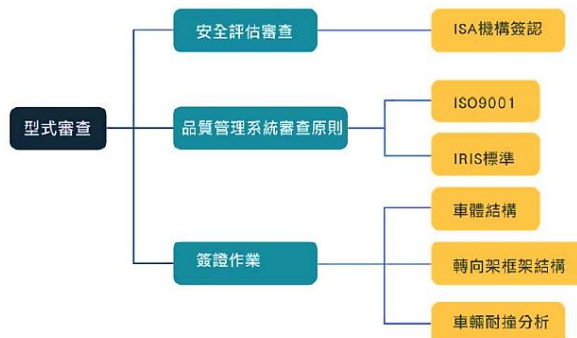


圖 12 車輛設計之型式審查

1. 安全評估審查流程

在產品設計、製造、安裝及測試過程中，廠商所提交涉及安全相關內容文件應一併提送 ISA 機構提具之意見，及就其內容簽認是否符合安全需求，俾利產品可接續執行下一階段作業。

廠商於提送各階段相關工作成果中，應提出車輛之業主需求符合表以及災害登記冊(Hazard Log)，以自主驗證符合各項業主之安全需求，而廠商所聘請之 ISA 機構則進行確認並提出階段性驗證成果，如 ISA 機構對廠商文件或作業有疑義，即表示產品在設計、製造、安裝或測試過程中尚有安全疑慮，此時業主若過早涉入審查作業，恐於相關安全議題未排除前，提出類似疑慮或針對未定案內容提出審查意見，易造成審查作業疊床架屋而未達到實質審查效果。

故廠商須針對 ISA 機構之疑義妥適處理回覆，並於關閉所有屬嚴重影響安全之相關議題後將回覆辦理情形、ISA 簽證文件連同送審文件一併提交各審查單位，進行下一階段之審查作業。

2. 品質管理系統審查原則

為檢視產品或設備零組件的品質管理作業是否妥善，廠商可展示國際品質管理證書，即可客觀證明相關設備或產品係依

循具國際認可的品質管理原則生產製造，因此於契約內規訂，廠商所採用之軌道及各機電子系統廠商、主要設備供應商，均須為經第三公正單位驗證之品質管理系統合格廠商，並出具證書。

以車輛系統為例，車輛廠商應提送其子系統與設備之供應商/製造商之品質管理系統合格證書，以證明其子系統與設備(含重要元件/零組件)之生產流程、品質管控與產品符合國際 ISO 9001 或 IRIS 國際鐵路產業標準(ISO 22163)。

其中 IRIS 標準較 ISO 9001 更適用於鐵路行業，IRIS 是由歐洲鐵路工業聯合會 (UNIFE) 制定的，並得到了四大系統製造商 (Bombardier、Siemens、Alstom 及 Ansaldo Breda) 的大力宣傳和支持，IRIS 以 ISO 9001 品質管制標準為基礎，在品質管理體系中增加了鐵路行業的特殊要求，例如與項目管理和設計相關的要求。

IRIS 旨在強化競爭並確保更高的品質標準，目的是在全球範圍內實現語言、評估指南和稽核工作統一，以便在整個鐵路供應鏈中提高透明度，IRIS 適用於鐵路行業的設備和零組件供應商，自 2009 年以來已成為歐洲軌道車輛和號誌部門的強制性要求。

IRIS 標準之認證項目可分為 20 類，如表 1 所示，而每一種類之下再作細分，依各項複雜程度最多可再向下分成四階層，因此 IRIS 標準認證範圍包含車輛子系統/設備以及元件/零組件等。

表 1 IRIS 認證分類表

項次	項目
1	車體 Car Body
2	車體配件 Car body fittings
3	導引系統(轉向架與傳動裝置) Guidance (Bogies and running gear)
4	供電系統 Power System
5	輔助系統 Auxiliary Systems
6	推進系統 Propulsion
7	煞車系統 Braking System
8	車輛內裝 Interiors
9	車載控制系統 On board vehicle

	control
10	旅客資訊系統 Passenger Information Systems (PIS)
11	通訊系統 Communication Systems
12	電纜與箱櫃 Cabling and Cabinets
13	車門系統 Door System
14	空調系統 Heating, Ventilating and Air Conditioning (HVAC)
15	傾斜系統 Tilt System
16	照明 Lighting
17	聯結器 Coupler
18	車輛型式 Rolling Stock
19	固定設施 Infrastructure
20	號誌系統 Single railway components

3. 設計簽證之審查原則

車輛廠商應依據契約與規範規定，對於車體結構、轉向架框架結構與車輛耐撞分析等文件，須經由專業技師簽證，作為其對該設計、計算、模擬與分析等之認可，以利各單位審查。

(二) 功能審查

對於車輛廠商提送之設計文件，專案管理顧問依據契約功能規範針對各項設計文件、計算書、分析模擬報告等內容，逐項確認相關參數、輸入條件是否滿足契約規定，相關功能審查要點，如圖 13 所示。其中與安全有關之功能需求，應有 ISA 之評估報告，並需確認 ISA 機構分析/評估之參數是否符合契約規定。IV&V 顧問則對前述辦理的歷程及結果進行查證與確證。



圖 13 功能審查概念圖

(三) 功能驗證

為驗證車輛廠商設計之車輛系統功能是否滿足契約與規範所規定之功能需求，車輛廠商應依據契約規範所規定之測試項目，以及 IEC 61133/EN 50215 標準規定之相關測試項目，對於車輛首件元件、首件子系統/設備以及原型車進行設計驗證測試，以證明車輛概念性系統或組件符合性能規格和要求。車輛系統功能測試項目清單至少應包含表 2。

表 2 車輛系統功能測試項目清單表

	測試名稱	
型式測試 — 元件設 計驗證測 試	車廂地板防火測試	
	車間走道防火測試	
	玻璃壓力/衝擊負荷測試	
	旅客座椅強度測試	
	車輪減噪功能測試	
	齒輪箱功能測試	
型式測試 — 子系統 /設備設 計驗證測 試	車體結構強度測試	
	車廂抗塗鴉測試	
	轉向架框架(含承樑)結構靜態強度測試	
	轉向架框架(含承樑)結構疲勞強度測試	
	推進與電力煞車系統整合測試	
	靜態換流器測試	
	電池充電器及電池性能測試	
	集電器機構及集電靴片性能及耐久測試	
	照明系統測試	
	車門扇及門座強度測試	
	車門機構開/關門力測試	
	車門機構壽命測試	
	空調機性能測試	
	空壓系統測試	
	摩擦煞車耐久測試	
	煞車碟表面溫度測試	
	旅客資訊系統測試	
	型式測試 — 原型車 設計驗證	轉向架車輪荷重測試
		轉向架穩定度靜態測試
		空調天候模擬測試

測試	軸重限值與車輪重測試	
	列車性能測試	
	列車拖救性能測試	
	噪音測試	
	振動測試	
	乘車品質測試	
	轉向架穩定度動態測試	
	列車系統安全功能驗證	
	聯結器操作測試	
	列車控制測試	
	車廂地板外緣與月臺邊緣之水平間隙測試	
	車廂地板外緣與月臺邊緣之垂直高度測試	
	車輛動態測試與車輛靈活係數檢查測試	
	列車電磁干擾/電磁相容性測試	
	煞車電阻功能測試	
	輪/軌潤滑裝置功能測試	
	車輛抬升試驗	
	可操作性及可維護性試驗	
	例行測試	電路連續性測試
		絕緣阻抗測試
耐壓測試		
車重量測		
車體尺寸量測		
車輛水密測試		
列車管理系統(TMS)測試		
靜態功能測試		
動態行駛測試		
接收/外觀檢查		
列車靜態測試		
列車動態測試		
其他測試 項目	列車耐久性測試	
	車輛每公里耗電率測試	
	全車隊列車 RAMS 展現測試	

此外對於型式測試，車輛廠商應委由第三公正單位執行見證並出具測試報告，且應於測試前提送第三公正單位相關資格文件供業主審核。各項型式測試進行期間，業主、專管顧問、監造顧問與 IV&V 顧問

等單位得派員監督辦理。

功能驗證必須要確認契約所列測試項目是否足以驗證車輛廠商所有設計議題，經確認若包含足夠之測試項目，則透過各項測試確認所有細部設計成果及生產品質，概念如圖 14 所示。



(四) 電聯車 ISA 獨立安全評估報告

為於初勘前 IV&V 能提出整體性系統驗證與認證報告，廠商應提供安全證明文件，另對於安全關鍵系統則需提交 ISA 報告。以車輛系統的 ISA 報告為例，內容應包含下列：

1. 每個關鍵子系統應辦理失效模式、效應及關鍵性分析(FMECA, Failure Modes, Effects and Criticality Analysis)，如車門、煞車系統、轉向架、聯結器等，是否已建立與安全有關的故障模式，並且進一步登錄在風險及災害登記冊。
2. 關於風險及災害登記冊中，對每個風險及危害控制的緩解措施，是否足以排除或降低至合理可行之程度，並且檢附相關證據，如系統設計規範，模擬/計算報告等緩解措施之證據。
3. 以系統化的方法確定安全需求已儘可能提出，並提供足夠證據證明安全需求已被滿足且風險降低至合理可行之程度。
4. 應確認廠商之 SIL 展現成果(SIL Demonstration)滿足各子系統安全完整性等級(SIL)需求，如煞車和車門系統，並驗證符合全系統安全完整性等級(SIL)之要求

5. 所有定量風險分析工作完成度，如故障樹分析，事件分析等，並針對系統設計不足之處的改進措施。
6. 對車體結構安全考量，其中大部分集中在車體，聯結器和轉向架，對於檢查模擬/力量/性能計算報告、疲勞強度測試規範和測試報告等，是否符合相關標準並通過測試。
7. 檢查電聯車項目的品質管理計畫以及資格證明，如 ISO9001 認證或 IRIS 認證。

五、結論

全世界幾乎沒有一個軌道系統不是「拼裝」出來的，系統整合能力才是重點，新北市政府依據大眾捷運系統履勘作業要點規定，在淡海輕軌、安坑輕軌及三鶯捷運線中納入獨立驗證與認證的制度，為使該制度發揮最大的效用，率先於基本設計階段就引入獨立驗證與認證機構，減少後期磨合的困難度，同時為使該制度更健全及易於執行，又納入了 ISA 獨立安全評估的機制，更將驗證方式與國際標準接軌。

另為有效管理整個設計、審查及驗證，制訂了「車輛設計審查、監造與驗證作業原則」透過型式審查、功能審查及功能驗證等標準化作業方式，使得執行準則明確、契約見解統一，除有效縮短審查及驗證作業所需之時程外，並透過技師簽證制度、ISO 9001、IRIS 標準及第三方之 ISA 獨立安全評估制度，搭配專管顧問、監造顧問及 IV&V 顧問分層把關的組織架構來確保功能、安全及品質得以管控。

六、未來展望

透過本文的分析，希望藉由新北市政府目前淡海輕軌、安坑輕軌及三鶯線執行上的實務經驗，提供現正進行或未來之軌道工程參考，期使未來捷運系統的獨立驗證與認證制度能夠更趨近國際趨勢，並於既定之專案時程內發揮最大的功效，以利相關建設推動。

參考文獻

1. EN50126 (2017), “Railway applications The specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS) Part 1. Generic RAMS Process & Part 2 System Approach to Safety”
2. EN50129(2016), ” Railway applications - Communication, signalling and processing systems – Safety related electronic systems for signaling”
3. 台灣德國萊因技術監護顧問股份有限公司，
軌道系統獨立驗證與認證制度及實務研討會會議資料，2017。
4. 林杜寰、孫千山、李治綱、張開國、葉祖宏、吳熙仁，「軌道運輸系統獨立驗證制度之探討-以我國 IV&V 制度為例」，中華民國運輸學會106年學術論文研討會,2017。
5. 林杜寰、林逸羣，「獨立驗證與認證制度於台灣軌道系統之回顧與展望-以淡海輕軌為例」，營建管理季刊 101 期，2015。
6. 新北市政府捷運工程局，「車輛設計審查、監造與驗證作業原則」，2016。