

評估籌備我國鐵道工業推動 成果報告書



逢甲大學

中 華 民 國 一 〇 四 年 十 月

目錄

| | |
|------------------------------------|----|
| 壹、緒論..... | 1 |
| 1.1 研究緣起..... | 1 |
| 1.2 研究目的..... | 1 |
| 1.3 重要性..... | 2 |
| 1.4 研究流程..... | 2 |
| 貳、文獻回顧及現況分析 | 5 |
| 2.1 鐵路建設發展..... | 5 |
| 2.2 國內軌道運輸之經營現況..... | 7 |
| 2.3 軌道工業認證..... | 15 |
| 2.4 組織成立-法律(財團法人)..... | 21 |
| 2.5 小結..... | 21 |
| 參、財團法人鐵道工業驗證及認證中心 | 22 |
| 3.1 國內外鐵道學院定位及功能..... | 22 |
| 3.2 鐵道之產學合作..... | 34 |
| 3.3 小結..... | 36 |
| 肆、我國軌道獨立系統驗證及認證制度建立之預期效益 | 37 |
| 伍、技師簽證與監理制度之機制 | 38 |
| 陸、鐵道工業推動之計劃 | 39 |
| 6.1 鐵道工業驗證及認證推動委員會..... | 45 |
| 6.2 工作小組..... | 46 |
| 6.3 委員會推動鐵道工業驗證及認證與教育發展之計劃 | 47 |
| 6.4 「鐵道工業驗證及認證中心推動委員會」建議委員名單 | 48 |
| 柒、鐵道工業驗證及認證中心設置地點 | 50 |
| 捌、結論與建議 | 52 |
| 8.1 結論..... | 52 |
| 8.2 建議..... | 53 |
| 附錄-國內軌道車輛技術能力 | 55 |
| 玖、參考文獻..... | 61 |

壹、緒論

1.1 研究緣起

交通部近年投入資源致力發展軌道運輸，提升軌道運輸之公共運輸環境，以期提供與社會大眾具舒適、效率且安全之搭乘環境，於【2012 年運輸政策白皮書】已指出公路運輸系統將著重於維護及運輸管理，未來將以發展公共運輸為首要目標，並訂定 2025 年提高公共運輸使用率至 30% 之目標，【2013 年「交通是美好生活的連接者」】亦表示未來提示公共運輸系統應逐步建設完整之鐵路，使其成為陸路運輸之主幹，【2014 鐵路建設十年綱要計畫】中設立至 2025 年臺灣鐵路進行鐵路建設發展明確之目標，「建設生活鐵道，優游鐵道生活」，【2014 年交通部運輸產業論壇】中指出載客貨之車輛為鐵路運輸服務之關鍵，推展鐵路建設之時，應同時帶動國內軌道工業發展，以助提高國內軌道工業產值及外部效益，由此可見過去由提升公共運輸使用率至發展健全之鐵路路網，未來發展目標明確且實踐願景，過去幾年鐵路運輸持續發展為未來持續推動鐵路建設成長之關鍵，於提供便捷、舒適之乘車環境之時，未來若可將鐵道工業技術生根並加以發展，可為國內產業帶來相當大之效益，目前臺鐵總營業里程為 1,067.3 公里，223 處車站，而於車輛維修及養護方面，目前 88% 貨物列車及 30% 客運列車已逾齡，本研究計畫先瞭解目前先進國家軌道工業驗證及認證之程序以及產官學人才培育，最後再結論與建議部分，提供我國軌道工業建立及軌道人才培育之方向，以達到促進國內鐵道工業發展及技術傳承之目的。

1.2 研究目的

1. 促進國內鐵道工業發展

藉由規劃成立之軌道工業認證及驗證制度推動委員會，來推動未來國內鐵道工業及認證作業，透過各方產業、政府及學者代表組成委員會，促進未來我國軌道工業可達到車輛、設備國產化等目標。

2. 成立軌動工業驗證及認證中心

我國行政院已於 88 年即核定【軌道車輛工業發展推動方案】，交由經濟部負責我國軌道工業推動之事宜，然而鑒於我國雖具有生產軌道相關產品之能力，但仍缺乏與國際接軌之軌道工業驗證及認證中心，故為使我國軌動工業發展

快速，成立軌道相關驗證及認證中心使有推波助瀾之效益。

3. 培育及傳承鐵路專業人才

目前國內已具有組裝軌道車輛之能力，未來於採購車輛可透過設計車輛之技術移轉，取得車輛製造技術以發展軌道工業，並透過規劃成立鐵道學院，培育及傳承我國之鐵道人才及技術，以利未來鐵道工業之持續發展。

1.3 重要性

1. 推動鐵道工業發展

成立由專家、機關、產業等三方所組成之委員會並賦予其定位，實際地協助鐵道工業發展及方向。

2. 逐步實現鐵道工業發展願景

未來軌道工業發展方向及短中長程之計畫，透過具體規劃達到我國軌道車輛國產化及培養鐵道人才之目標。

1.4 研究流程

1. 確立規劃研究案內容

過去鐵路建設發展促進我國具有健全之鐵路網絡並提供安全、舒適之乘車環境，本研究計畫朝我國未來發展鐵道工業，提出相關規劃計畫內容以期逐步實現發展鐵道工業之願景。

2. 文獻回顧及現況分析

透過文獻回顧及現況資料蒐集分析，藉以參考未來發展鐵道工業之規劃內容，且透過通過國際認證之方式與國際接軌，及未來對於國內鐵道工業人才培育、專業技術之傳承等，亦透過文獻及國外發展歷史，提出相關未來發展願景。

3. 提出規劃研究內容

規劃研究案將朝三個方向提出未來我國發展鐵道工業之推動方式，分別為成立鐵道工業驗證及認證中心、軌道學院及規劃未來發展願景：

(1) 成立鐵道工業驗證及認證中心

規劃成立鐵道工業驗證及認證中心，設立其定位、工作項目等具體運作內容，使其協助國家發展鐵道工業。

(2) 成立鐵道學院

將參考高鐵局鐵道學院構想，規劃鐵道學院，培育我國之鐵道工業人才及技術傳承。

(3) 未來鐵道工業發展願景

透過成立鐵道工業驗證及認證中心及鐵道學院，規劃未來國內軌道工業發展願景。

4. 結論與建議

針對本規劃研究案所提出未來鐵道工業發展願景內容進行結論及未來實施建議內容。

5. 簡報製作

提出本研究規劃案內容之簡報，以提供對外說明未來鐵道工業發展規劃。

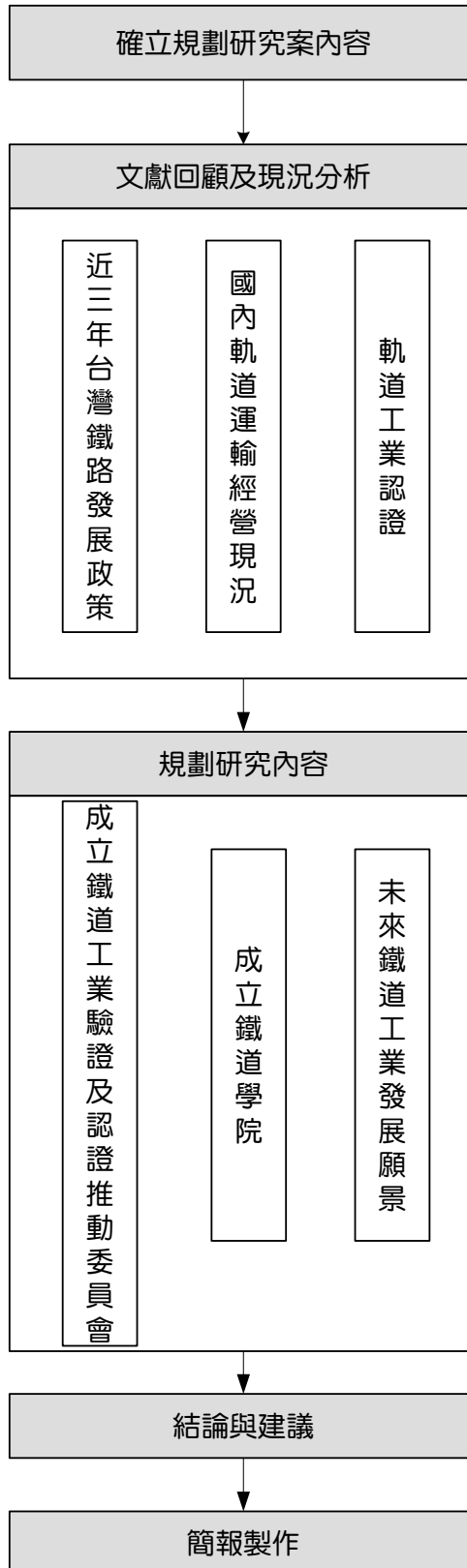


圖 1 研究流程圖

貳、文獻回顧及現況分析

2.1 鐵路建設發展

下表 1 為近三年台灣鐵路發展政策方向：

- (1) 2012 年，交通部，運輸政策白皮書—公路公共運輸
 - 於「低碳永續綠運輸」之發展願景下，全國短期目標以每年提升 5% 之公共運輸運量，推動無縫公共運輸服務，與其他運具建立公共運輸服務整合協調機制、改善接駁環境及善用電子票證技術，推動複合公共運輸服務整合；建置電子票證系統及提供優惠方案，以鼓勵使用電子票證系統。
- (2) 2012 年，交通部，交通年鑑—鐵路
 - 臺鐵捷運運化、立體化及電氣化，鐵路電氣化促進快捷化
 - 基隆苗栗捷運化計畫、台鐵都會區捷運化桃園段高架化建設計畫、臺鐵高雄至屏東潮州捷運化計畫、花東線鐵路瓶頸路段雙軌化暨全線電氣化計畫、新竹內灣支線改善計畫、台南沙崙支線計畫、台中都會區鐵路高架捷運化計畫、員林市區鐵路高架化計畫、嘉義、台南鐵路立體化計畫、高雄市區鐵路地下化計畫、高雄市區鐵路地下化延伸左營計畫、高雄鐵路地下化延伸鳳山計畫、花東線鐵路整體服務效能提升計畫、基隆火車站都市更新站區遷建計畫、南迴線及潮枋鐵路電氣化計畫
- (3) 2013 年，交通部，交通年鑑—鐵路
 - 臺鐵捷運運化、立體化及電氣化
 - 南港專案、東部鐵路後續改善計畫、林邊溪橋改建工程計畫、基隆至苗栗段台鐵都會區捷運化暨區域鐵路後續建設計畫、桃園段高架化建設計畫、台鐵高雄至屏東潮州捷運化計畫、花東線鐵路瓶頸路段雙軌化暨全線電氣化計畫、新竹內灣支線改善計畫、台南沙崙支線計畫、台中都會區鐵路高架捷運化計畫、員林市區鐵路高架化計畫、嘉義、台南鐵路立體化計畫、高雄市區鐵路地下化計畫、高雄市區鐵路地下化延伸左營計畫、高雄鐵路地下化延伸鳳山計畫、花東線鐵路整體服務效能提升計畫、

基隆火車站都市更新站區遷建計畫、臺鐵南迴鐵路臺東潮州段電氣化工程建設計畫

(4) 2014，交通部，鐵路建設十年綱要計畫-生活鐵道 2025

- 改善、電氣化、立體化及捷運化工程。並透過本綱要計畫，將詳予審視「臺灣鐵路系統」整體結構，進而擬具「動力一元化」、「提高雙線率」、「強化系統連結」、「增加易行性」及「生活便利中心」等 5 大建設策略。
- 花東線鐵路瓶頸路段雙軌化暨全線電氣化計畫、臺鐵南迴鐵路臺東潮州段電氣化工程建設計畫、台鐵購車計畫、鐵路行車安全改善六年計畫、臺北機廠遷建建設計畫、高雄機廠遷建潮州及原有廠址開發計畫、北宜直線鐵路計畫、花東鐵路雙軌化計畫、南迴鐵路雙軌化計畫、西部海線雙軌化計畫、台鐵恆春支線計畫、臺鐵臺中山海環線計畫、台鐵埔里支線計畫、台鐵高鐵彰化、雲林、嘉義站連通計畫、台鐵都會區捷運化桃園段高架化建設計畫、員林市區鐵路高架化計畫、嘉義市區鐵路高架化計畫、台南市區鐵路地下化計畫、高雄市區鐵路地下化計畫、高雄市區鐵路地下化計畫、台鐵高雄-屏東潮州捷運化計畫、台鐵都會區捷運化暨區域鐵路後續設計計畫、花東鐵路整體服務效能提升計畫。

(5) 2014 內容，交通部，運輸產業論壇實錄

- 近年來政府大量投入軌道建設，推動大眾運輸，並營建鐵道成為生活的鐵道，全民的鐵道。而在推展鐵路建設計畫的同時，也希望能帶動國內軌道工業的發展。
- 目前臺鐵貨物列車有 88% 已逾齡，而客運不論區間電聯車或城際列車也高達將近 30% 已逾齡。依據評估投入 1000 億元車輛採購，衍生效益有 2000 億元，對國家總產值高達 4000 億元，所以希望在交通部支持下，第二期車輛採購計畫來進一步國產化與國際化的產業升級。

- 鐵道運輸產業議題探討：
 - (1) 鼓勵產業合作，提升產業競爭力。
 - (2) 建立鐵道技術傳承及移轉機制。
 - (3) 成立「鐵道工業認證及驗證中心」。
 - (4) 鐵道人才之培育及技術發展。
 - (5) 選擇車輛、行車調度及號誌工業作為發展重點。

表 1 近三年鐵路發展政策

| 年 | 出處 | 內容 |
|--------|----------------------------------|---|
| 2012 年 | 交通部， 運輸政策白皮書 | 推動複合公共運輸服務整合，鼓勵使用電子票證系統 |
| | 交通部，交通年鑑 | 臺鐵捷運運化、立體化及電氣化 |
| 2013 年 | 交通部，交通年鑑 | 臺鐵捷運運化、立體化及電氣化 |
| 2014 年 | 交通部， 鐵路建設十年綱要計畫 —生活鐵道 2025 | 臺鐵都會區地下化、高架化、花東線雙軌電氣化、購車計畫、台鐵都會區捷運化計劃 |
| | 交通部運輸產業論壇 | 推動國內軌道獨立系統驗證及認證制度，進而奠定我國軌道工業基礎以帶動國內經濟發展 |

2.2 國內軌道運輸之經營現況

1. 高速鐵路

高速鐵路之車輛係以日本新幹線 700 型車輛為基礎，再依據臺灣之路線、環境、氣候、法規、營運需求等國情差異調整改良後製作而成，型號為代表臺灣的 700T 型。

(1) 列車製造廠商:

川崎重工(Kawasaki)、日本車輛(Nippon Sharyo)及日立製作所(Hitachi)等三家日本廠商承製。

(2) 車廂規格:

台灣高鐵車輛為 700T 型列車，採 12 節車輛編組，分商務與標準兩種車廂，全長約 304 公尺，每列車計有 989 個乘客座位。

(3) 最高營運速度: 可達 300 公里/小時。



(4) 機組設備:

自動列車控制系統、車上號誌、駕駛警醒裝置及自動偵測設備等設備。

(5) 轉向架: 無枕樑轉向架。

- A. 車輪直徑: 860 公釐
- B. 軸 距: 2,500 公釐
- C. 變 速 比: 2.79

表 2 700T 轉向架外觀及內部

| 700T 轉向架 | 700T 轉向架內部 |
|--|---|
|  |  |

(6) 集電弓: 帶流線型絕緣之單臂低噪音型集電弓。

(7) 供電系統:

電車線系統、變電站及電力遙控系統。沿線共設置樹林、楊梅、苗栗、臺中、雲林、新營、岡山等 7 處主變電站及烏日、左營等 2 處備援變電站自臺電公司引接三相兩迴路 161 仟伏特高壓電源，電源引接線路由臺電公司提供；整個供電系統可由電力遙控系統予以監督控制，經由通信網路，在行車控制中心以遠端遙控方式監控系統運作。

(8) 號誌系統:

高鐵號誌系統為確保行車安全及符合營運需求，須具備可靠性高、失效偏向安全(Fail-safe)之設計。並須自動控制列車速度，以防止超速、冒進、追撞等事故發生，且須提供號誌與各相關設備之聯鎖功能，防

止發生號誌顯示錯誤、進路衝突、轉轍器未鎖定或中途扳轉等情況。此外，並具有邊坡滑動、落石、車軸過熱、地震、強風、豪雨等天然災害偵測警告系統，提供警告資訊至行控中心及車站控制室，以作適當的處置。

(9) 通信系統:

資料傳輸系統、有線電話系統、無線電系統、公共廣播系統、閉路電視系統、旅客列車資訊系統、子母鐘系統、設備監控系統。

2. 傳統鐵路

目前臺鐵局機種類多，以下以 EMU500 及 EMU800 型為例

(1) EMU500 型

- 列車製造廠商:南韓大宇重工業所製造。
- 車輛編組:
EMU500 以每 4 輛為 1 編組,最多可 4 組重連共 16 輛連結在一起。
- 車機電系統:德國西門子系統
- 制動方式:電阻式電軔(EP)、匣瓦士氣軔。
- 保安裝置: 列車自動防護系統(ATP)

此類型車型之經常性配件年用量較多，特定維修零件須由國外進口且價格高昂，難以及時供應。

(2) EMU800 型

- 列車製造廠商:日本車輛製造株式會社、台灣車輛股份有限公司(TSRC)。
- 車輛編組: 4M4T。
- 最高營運速度: 140 公里/小時。
- 機電設備: 由日本東芝製造，其動力車牽引逆變器(C/I)採用

VVVF IGBT 控制元件之 PWM 進行控制，並採用 220kw 三相交流馬達，每輛馬達車皆裝有 4 組馬達，總計單組最大出力可達 1760kw（1 列 2 組則為 3520kw）



- 集電弓：採用英國 Brecknell Willis 所製造的單臂式集電弓。



圖 2 EMU800 型的 Brecknell Willis 單臂型集電弓

- 轉向架：本型車之轉向架為四輪無搖枕式

表 3 無動力轉向架及動力轉向架外觀

| 無動力轉向架(無動力車廂) | 動力轉向架(動力車廂) |
|---|--|
|  |  |

- 軔機系統：採用日商納博特斯克（Nabtesco）製造的 HRA 形數位電氣指令式軔機可提供列車較強的制軔能力，制軔時亦無異味，並具備踏面清掃功能。

3. 臺北捷運

(1) 列車製造廠商：所使用的車輛為 VAL256 型由法國馬特拉公司（現在已經被加拿大龐巴迪取代）製造的中運量電車系統。

(2) 車輛規格：

每車約 60 個座位，滿載每車 370 人，每列車 2220 人。

(3) 供電系統：(以淡水-新店線為例)

捷運供電系統主要分成三大部分：分別為主變電所(Bulk Supply Substation, BBS)、牽引動力變電所(Traction Substation, TSS)與車站變電站(Station Substation, SSS) (以下圖 3 表示)。台北捷運系統每座主變電站均由台電引進 161kV 兩饋線，牽引電力變電所是由主變電所提供 22kV 電源，經由電纜輸送至牽引變器後先降壓至 589V 在整流成 750V_{DC} 供電聯車動力使用。目前淡水-新店線之供電系統設有三座主變電所，依據捷運供電系統的設計規範要求，當該沿線任一座主變電所因故停機時，其餘兩座主變電所須能維持捷運系統正常運轉，因此當臺電之四條供電迴路均同時故障時，才能造成供電不足的現象。

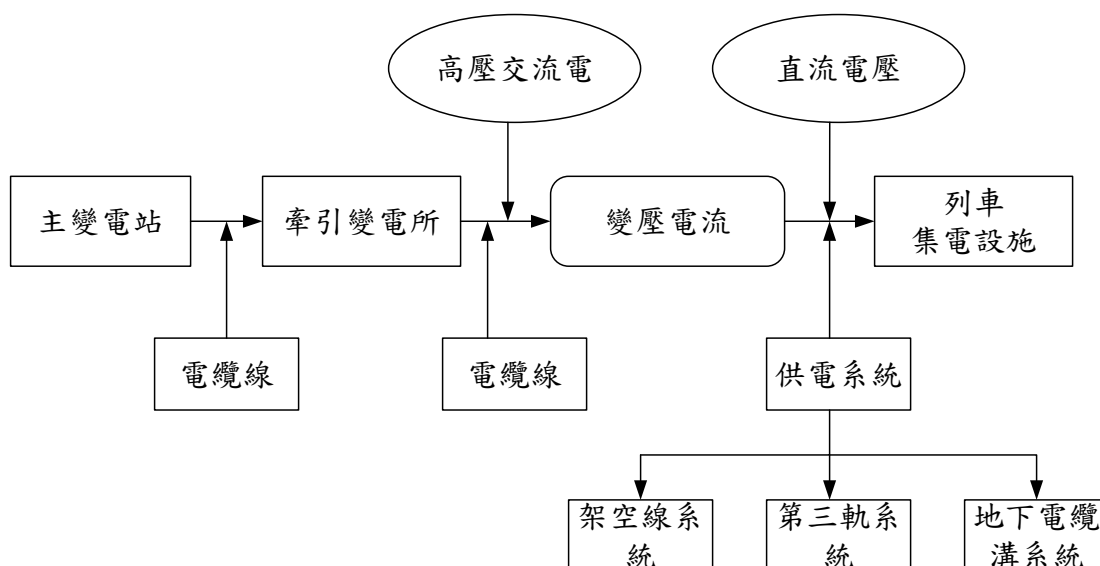


圖 3 北捷供電系統圖

(4) 列車控制系統:

行車模式選擇鈕(具備 ATO 全自動駕駛啟動/停止按鈕、CM 半自動駕駛、RM 限速手動駕駛、YM 機廠手動駕駛等不同操作模式)，以及主控制器把手(Master Controller)等各式控制裝置及開關。

駕駛室之主控制器把手係供司機員於手動駕駛時使用，為直立式 T 型把手，具有 4 段前進檔、1 段滑行檔、6 段煞車檔及 1 段緊急煞車檔位且內建有駕駛員失能裝置，當司機員失能無法操作列車時，該裝置將立即啟動使車輛緊急煞車 以確保行車安全。

下表 4 為目前世界主要無人駕駛 CBTC 系統號誌廠商：

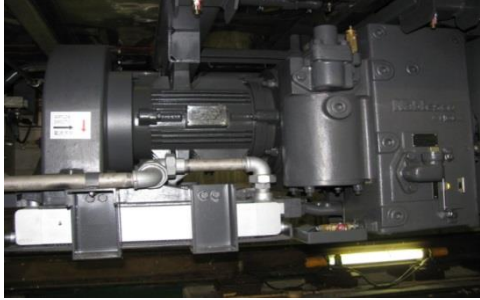

| 廠商 | 系統名稱 | 經驗 | 備考(傳輸介面) |
|---------------------|---------------|---------------------|-------------|
| 達利思(Thales) | SelTrac S40 | Vancouver SkyTrain等 | 感應線圈或天線 |
| 西門子(Siemens) | TrainGuard MT | 紐約、巴黎等 | 漏波電纜或天線 |
| 阿爾斯通(Alstom) | URBALIS | 新加坡東北線及新加坡環線、臺中捷運等 | 導波管、漏波電纜或天線 |
| 龐巴迪(Bombardier) | CITYFLO 650 | 舊金山、文湖線等 | 漏波電纜或天線 |
| 西屋(Westing House) | TBS | 新加坡市區線及香港等 | 漏波電纜或天線 |
| 日本信號(Nippon Signal) | CBTC-SL | 日本海鷗線等 | 感應線圈 |
| 安薩爾多(Ansaldo) | STS | 法國、義大利、瀋陽、臺北環線等 | 漏波電纜或天線 |

另外內湖線中運量捷運機電系統係由加拿大龐巴迪 Bombardier 公司施作，該公司採用 CITYFLO 650 ATC 系統施作於內湖線，並將原來木柵線 VALATC 系統(含木柵線現有 51 對車之車載 ATC)全部更換為 CITYFLO 650 ATC 系統。

(5) 軋機系統:列車於行駛途中，主要採用電力煞車，摩擦煞車為輔助電力煞車不足時使用。摩擦煞車所需要壓縮空氣，來自於空氣壓縮機及煞





車儲氣筒等設備。

表 5 空氣壓縮機及壓縮空氣儲氣筒

| 空氣壓縮機 | 壓縮空氣儲氣筒 |
|---|--|
|  |  |

(6) 轉向架:架框以「H」字型焊接而成。依其有無承樑分成有承樑式轉向架、無承樑式轉向架。

表 6 無承樑式與有承樑式及轉向架懸吊外觀

| 無承樑式轉向架 | 有承樑式轉向架 |
|---|--|
|  |  |
| <p>轉向架懸吊系統</p> | |
|  |  |

4. 高雄捷運

- (1) 列車製造廠商: 係由德國西門子公司位於奧地利的運輸部門所製造。
- (2) 車輛規格: 一列三車組共約可搭 750 人, 最多 1010 人(含駕駛室 10 名, 一端 5 名)。
- (3) 營運最高速度: 80 公里/小時

5. 桃園捷運

- (1) 列車製造廠商: 由新瀉鐵工所製, 部分車輛由台灣車輛公司(前唐榮鐵工廠)及中鋼機械公司生產車體與轉向架架框, 並組裝機電系統等相關零件。
- (2) 車輛規格: 編組為二輛動力車一組。計有 6 輛車。
- (3) 控制裝置: 三菱電機製 IGBT-VVVF。
- (4) 號誌及行車控制系統:

機場捷運之號誌及行車控制系統, 係採用西門子鐵路自動化公司之 CBTC-EP (通訊式列車控制系統), 該系統特性除設有傳統固定閉塞區間之軌道電路系統, 來偵測列車位置及提供軌道斷軌保護外, 並運用無線通訊(Radio Frequency, RF)技術之 CBTC, 透過天線(或漏波電纜)來傳輸道旁與列車間之監控訊號。

6. 新北市淡海輕軌

- (1) 列車製造廠商: 由台灣車輛與福伊特集團公司(Voith Engineering Services)合作設計。
 - (2) 最高營運速度: 最高速度 70 公里/小時。
 - (3) 號誌系統: 由法國號誌公司 THALES 製造
- 目前仍在規劃建設中, 預定 2018 年完工並通車。

7. 臺中捷運

- (1) 列車製造廠商: 由日本川崎重工業株式會社所製造。
- (2) 列車編組: 兩節車廂為一組，一節車廂五組車門

目前仍在規劃建設中，預計 2017 年底完工並通車。

2.3 軌道工業認證

目前歐美等先進國家在推行軌道驗證與確認制度及認證體系上皆有相當成熟之規範、制度與程序。其中歐、美、日等國家在對於軌道系統規劃、設計、製造、整合測試或營運等階段，不僅訂有嚴謹標準規範，亦規定系統須經過一定驗證及確認程序，始可運作，目的確保系統之功能、品質及安全能符合要求。然而各國軌道系統驗證及確認制度雖不盡相同，但仍可供我國之參考，以下針對歐盟、德、法等國家對於軌道獨立驗證制度作一摘要說明。

1. 歐盟之軌道系統獨立驗證及認證制度：

- (1) 由歐盟 15 國代表組成歐洲高速鐵路整合委員會，其委員會針對歐洲高速鐵路系統交互運轉制定 96/48/EC 號法令，共同訂定交互運轉之技術規範「European Association for Railway Interoperability (TSIS)」，規定歐盟各國高速鐵路交互運轉之條件。
- (2) 規定歐盟各國高速鐵路系統皆須聘請一獨立驗證機構來檢核該國高速鐵路系統是否有符合交互運轉技術規範之要求。
- (3) 歐盟授權獨立驗證機構之子系統驗證作業流程如下頁圖 4。

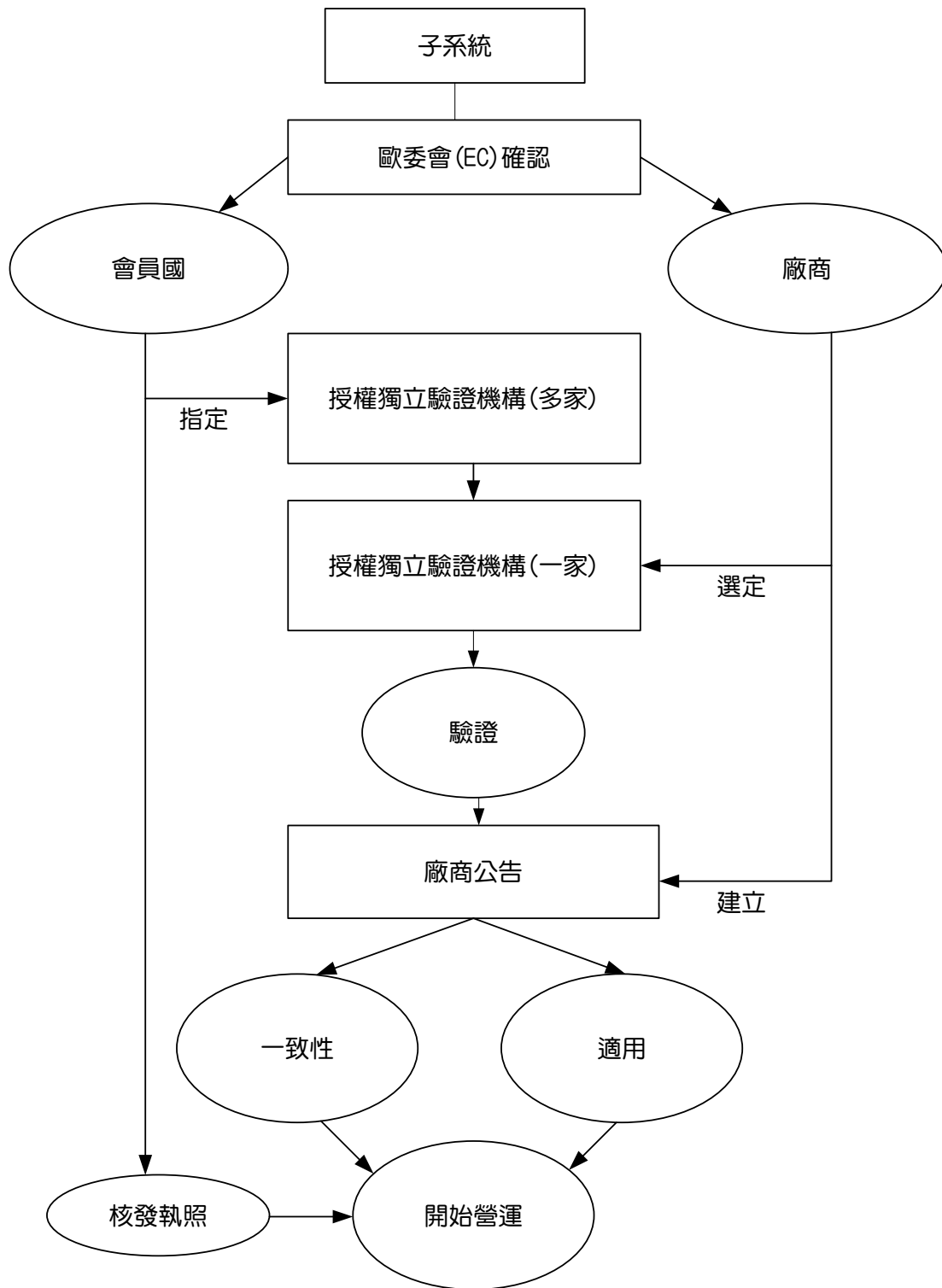


圖 4 歐盟授權獨立驗證機構之子系統驗證作業流程圖

2. 德國之軌道系統獨立驗證及認證制度：

- (1) 德國於 1994 年成立德國聯邦鐵路(EBA)，其隸屬於德國聯邦交通局，為德國鐵路事務之主管機關，受交通部委託與監督，負責技術監造且為授權機關，可自行或授權經其認可之獨立驗證機構從事文件審查、檢驗、評估與測試等工作。
- (2) 承包商對其所承建之軌道車輛或設施須委託獨立驗證機關，進行驗證與確認作業，並將相關文件送 EBA 審查。
- (3) 德國聯邦之獨立系統驗證及認證制度如圖 5 所示。

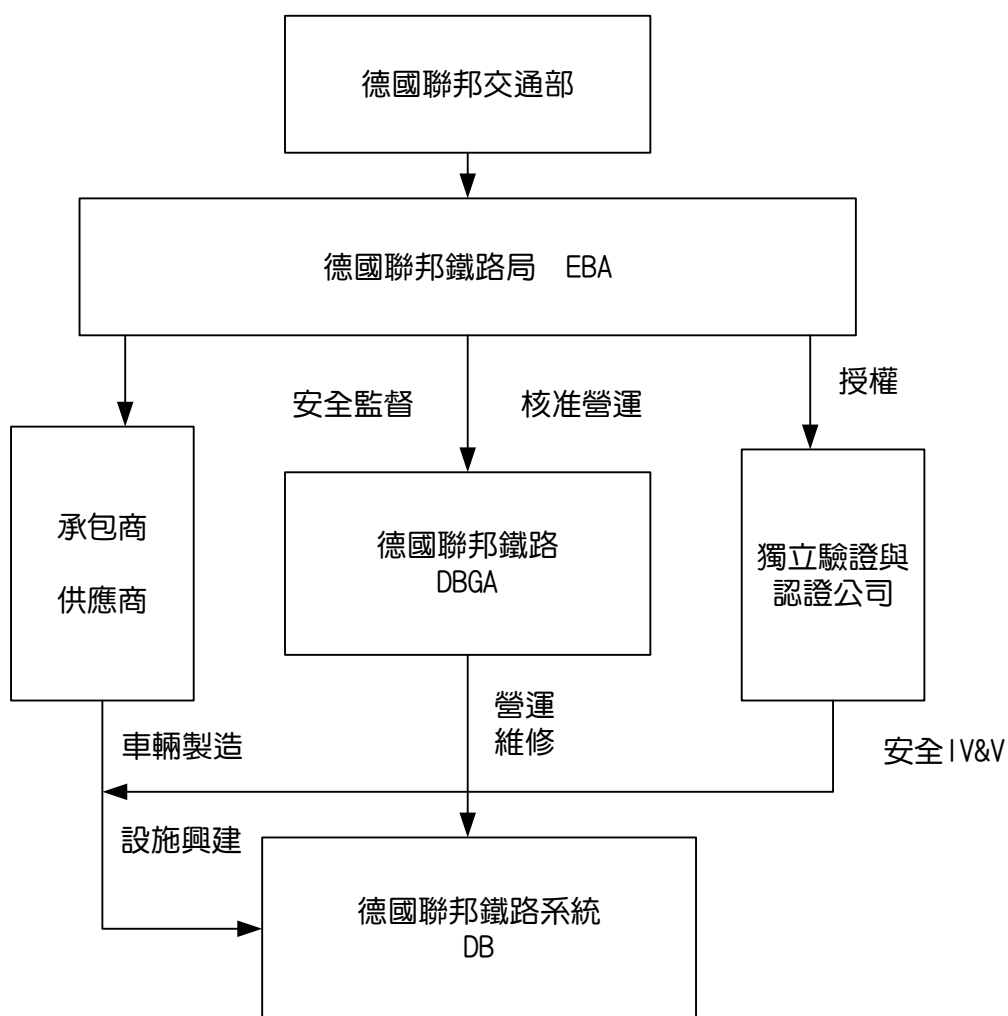


圖 5 德國聯邦之獨立系統驗證及認證制度流程圖

3. 法國之軌道系統獨立驗證及認證制度：

- (1) 於 1997 年由法國國家運輸與安全研究院、法國鐵路公司、法國鐵路工業聯盟及巴黎地區運輸公司共同成立一個鐵路認證機構「獨立驗證與確認協會(Certifer)」。
- (2) 認證機構其主要任務為：
依歐盟法令規定歐洲高鐵在運轉上一致性之規範及辦理所有驗證工作。
- (3) 此鐵路驗證機構在技術、財務上為獨立組織，為公正之第三者。
- (4) 法國交通部只負責監管鐵路認證機構以及審查其驗證結果。

4. 我國淡輕軌驗證制度：

淡海輕軌於通車前，IV&V 顧問將依交通部頒佈之大眾捷運系統履勘作業要點規定，提出整體系統獨立驗證與認證報告，除作為申請初履勘之依據，更能確保未來淡海輕軌營運安全。

其驗證與認證作業係遵循國際通用之歐洲規範 EN50126 所訂之準則及程序，進行驗證與認證，簡單說驗證在於強調過程的正確性，認證則強調結果的正確性。驗證與認證在軌道運輸系統發展先進之國家如英、法、德、日等國已應用多年，無論是在規劃、設計、製造、整合測試或營運等階段，均以嚴格之標準執行驗證與認證。

淡海線整體系統獨立驗證與認證作業，係由第三方獨立公正機構辦理(德國萊因大中華區鐵路事業部技術團隊)，以保持客觀性與獨立性，並經由一系列技術與方法，來改善工程品質及增進系統可靠度。

以下為德國萊因大中華區鐵路事業部技術團隊對淡海輕軌整體系統獨立驗證與認證之工作範圍摘要如下：

- (1) 軌道系統
- (2) 土木工程(含機廠土建)、候車站、電梯及電扶梯系統及水電環控系統
- (3) 相關應用軟體
- (4) 本計畫特殊議題評估(如噪音振動防治、電磁相容/電磁干擾等)

- (5) 品質管理
- (6) 可靠度、可用度、可維修度及安全
- (7) 營運前準備
- (8) 試運轉及穩定性測試
- (9) 營運初履勘
- (10) 系統竣工
- (11) 提出相關評估報告 (如本邀標書參、辦理期程所列，但不限於每月工作月報、觀察意見、見證報告、各階段評估報告等)
- (12) 提供教育訓練及技術移轉
- (13) 其他依本國法規及國際慣例需辦理驗證與認證之事項

5. 另外交通部高速鐵路工程局有鑑於軌道、機電系統及車輛等須向國外採購、重大事故調查須請國外專家來台協助，故為培植國內軌道系統關鍵技術及設備之自主研發能力於 104 年 1 月所提出「軌道技術研究中心發展計畫」，其目的培養興建、營運、維修及監理等軌道專業之人才。

其軌道技術發展研究中心建設有以下五大面向：

- (1) 培植我國軌道技術研發及專業之人才：

軌道技術研究屬於專業技術層面較高之工作，必須經長時間研究、不斷測試、診斷分析、系統模擬等方式進行試驗，因此必須培育相關專責之人才，始能達成軌道相關研究及發展自主目標。

- (2) 支援或協助我國軌道系統之興建、營運、維修及監理等相關業務以及辦理相關人員培訓、技能檢定(包括行控人員或駕駛)認證等業務：

目前我國現階段軌道系統之興建、營運、維修、監理等業務人員，並未具備足夠之軌道專業之技術。且鐵路法部分條文修訂，國營鐵路亦準用相關規定納入監督之際，使得軌道技術專業之人才需求更顯得急迫性。因此希望透過軌道技術研究機構建置，可將其技術研發結果提供興建、營運單位運用外，亦可提昇相關單位維修技術水準、事故調查能力，及協助監理單位制定、增修相關之標準及程序，並辦理相關人員(包括營運維修人員、駕駛、行控中心)技能訓練檢定等，以確保軌道整體系統

營運安全。

(3) 軌道運輸安全技術提昇：

軌道運輸系統可謂陸運運輸中最重要系統之一，每天服務大量旅客，因此若發生意外事故時，人員或設備都將損失慘重，故軌道系統其安全設計尤其重要。希望可透過軌道技術研究機構，進行軌道運輸安全研究及相關安全規範之訂定，能使得軌道系統具有高可靠度，提昇軌道系統之安全性。

(4) 培植我國軌道系統研發能量，提昇我國軌道關鍵技術研發能力：

希望藉由軌道研究機構針對軌道系統發展進行評估，提昇自行研發技術能力或引進國外等相關技術，以培植國內軌道工業研發及自製能力，從而降低對國外技術之依賴，提昇軌道工程技術水準。

(5) 藉由扶植國內軌道產業，以建立軌道系統產業鏈：

過去我國軌道興建或營運系統只能任由外國廠商漫天喊價，缺乏軌道、號誌與車輛等技術自主能力。因此希望藉由軌道研究機構可制定軌道相關規範、標準及程序，以透過驗證及認證方式，使國內廠商可經由認證程序，得以進入軌道系統相關工程之競標門檻。此方式不僅使國內產業廠商直接獲益，更間接帶動軌道相關零組件工業之發展，除可提昇國內工業技術水準，並可同使提昇我國軌道系統水準及降低國家軌道系統之建設成本。

2.4 組織成立-法律(財團法人)

國內目前除了台灣鐵路、高速鐵路、臺北捷運及高雄捷運外，尚有興建中之高雄環狀輕軌、臺中捷運。而這些系統若要實施驗證與認證作業時，亦須有法律明文之規定或授權，使其具有法律上執行之效力。

現行臺灣軌道系統持續建置發展，其各項零組件製作及研發，經過多年工業合作及技術移轉，已建有良好之工業基礎，惟欠缺自主研發及系統整合能力。另外行政院交通部路政司為目前國內唯一軌道運輸系統監督及營運核准之主管機關，但受限於人力編制、專業技術及適宜之法源依據，無法盡善監督之責，故建議編制一鐵道工業驗證及認證機構，以作為我國進行自主研發、技術性移轉及推動國內軌道工業發展之研究中心。

參考我國「財團法人國家實驗研究院設置條例」第1條：「為因應國家未來科技研究需求，應建立良好研究環境，有效利用共同實驗研究設施，以提昇科技研究水準，並培育優秀之人才…」，可知若欲提昇國內軌道工業之發展，勢必須成立相關之軌道研究中心，負責軌道相關驗證及認證，並培育相關之專業人才，以奠定國內軌道工業之基礎。

另依經濟部審查經濟事務「財團法人設立許可及監督要點」第2條：「要點所稱經濟事務財團法人，除法律另有規定外，指以協助提升經濟發展為目的，從事促進工商經貿、能源資源、產業科技及資訊應用之財團法人。」

2.5 小結

當有了法令依據以及驗證與確認制度之建立，接著就必須要成立一個具有公正客觀且具公信力之鐵道工業認證機關，以負責執行軌道相關之獨立系統驗證及認證作業。過去軌道相關零組件大多由外國進口且價格昂貴，然而可藉由此專業機構設立，建立我國軌道運輸系統驗證及認證之技術能力，利於國內軌道產業取得自主能力，帶動國內軌道相關產業，如軟體控制、相關硬體零組件…等，進而創造國內千億之產值。

參、財團法人鐵道工業驗證及認證中心

3.1 國內外鐵道學院定位及功能

1. 大陸

(1) 中國大陸鐵道部科學研究院-(東郊分院)

中國鐵道科學研究院環行鐵道試驗基地，通常簡稱北京環行鐵路、環鐵，是一個位於中國北京市朝陽區東北五環附近的大型鐵路綜合試驗基地，也是目前中國以及亞洲唯一的環行鐵路試驗場。

該中心建設於1958年，內設有全長38公里之鐵路及科研實驗室，基地總占64公頃，由中國鐵道科學研究院管理。其主要用途是對於鐵路車輛、城市軌道交通車輛、基建設施、通訊信號、電氣化技術等多方面進行全面測試。所有新型鐵路車輛在出廠後均需要到試驗基地進行性能及安全鑑定。下表7為鐵道試驗中心截圖。

表7 國家鐵道試驗中心及環形鐵路試驗線截圖



現有員工約5800人，總資產約11億元人民幣，其中固定資產8.5億元，

下設多所研究所及實驗室，包括：

- 動車組和機車牽引與控制國家重點實驗室
- 國家鐵路智能運輸系統工程技術研究中心
- 鐵道建築研究所
- 高速鐵路軌道技術國家重點實驗室
- 運輸及經濟研究所
- 鐵路節能環保技術中心
- 鐵路衛生技術研究所

- 鐵道部產品質量監督檢驗中心
- 中國鐵路產品驗證中心
- 鐵道部基礎設施檢測中心
- 鐵道技術科學研究發展中心
- 高速鐵路系統試驗國工程實驗室
- 高速列車技術創新服務平台
- 國家鐵道試驗中心
- 國家城市軌道交通裝備試驗線
- 鐵道技術研修學院
- 鐵路繼續教育培訓中心
- 環形鐵道綜合試驗基地

此研究院經費來源為國家預算支應、部分科研合約收入、部分標準補助費、事業性收入。其服務範圍如下

- 接受政府委託:鐵路路網整體之規劃、政策研擬、並辦理鐵路相關零組件檢驗及許可之業務。
- 鐵道專業技術人才培育。
- 配合國家政策:與各先進軌道國家及製造商技術交流。
- 高鐵鐵路系統研發。

2. 日本-鐵道總合技術研究所

(1) 現行概況及經費

於 1986 年 12 月 10 日，改制成目前規模，其員工數約為 518 名，尚有米原風洞實驗所、勝木鹽害實驗所、日野土木實驗所、鹽澤雪冰實驗所。總占地約為 266,000m²。目前經費來源為國土交通省的補助款、JR 各公司年度收入之 0.35% 及各單位業務委託服務費。

其組織工作項目如下:

A. 鐵路調查業務

蒐集、調查及分析國內外鐵路相關最新技術動向。

B. 鐵路技術之標準化

促進鐵路組織內有關技術標準化的研究。

C. 資訊服務業務

鐵路相關研究、圖書、資料電腦化的推動及文縣等相關資訊的提供。

D. 技術診斷（Diagnosis）及指導（Guidance）

提供技術上的診斷及指導服務給所有的 JR 公司，用以改善安全及技術，並減低成本。

E. 法令規章研究

為中央或地方政府機構、公營事業、社團/財團、鐵道公司及各種不同私人機構從事相關法令規章之研究。

F. 鐵道設施之檢查

在日本運輸省所制定的鐵道事業法的原則下，主要針對鐵道設施變更部分進行檢查工作

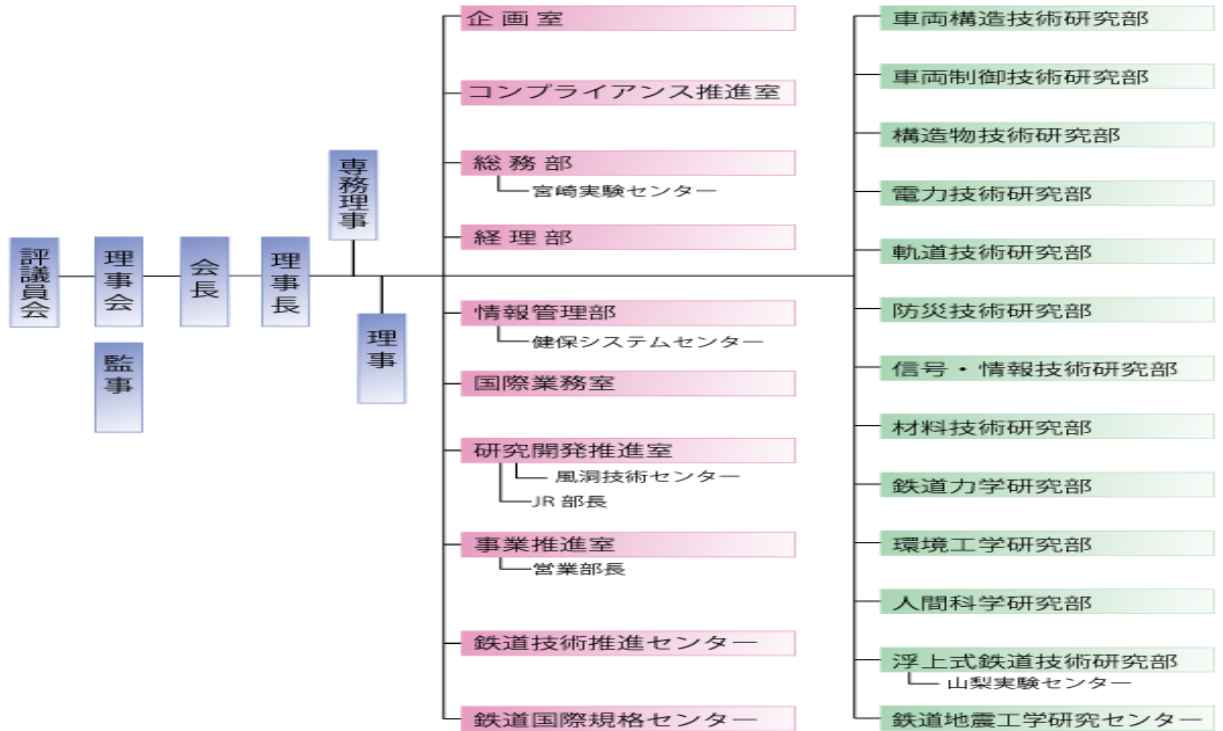
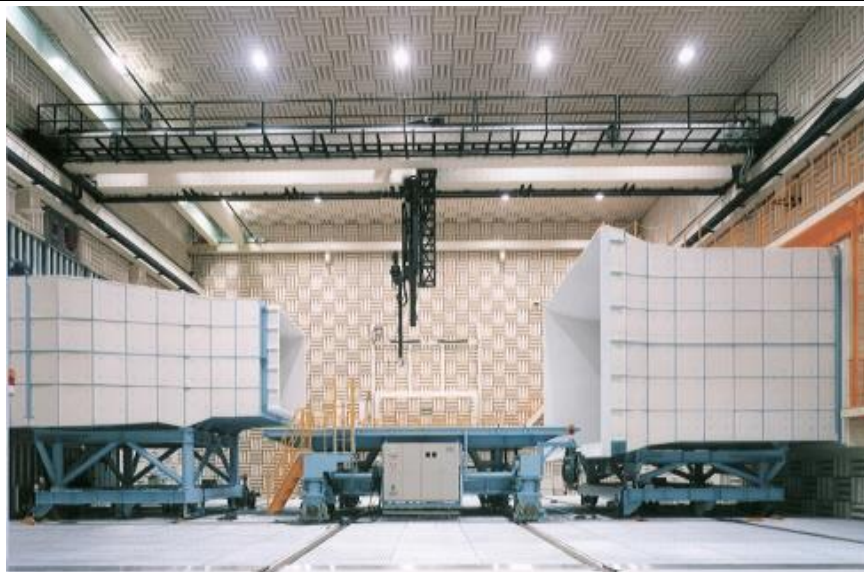


圖 6 日本鐵道總合技術研究所組織圖

(2) 以下為日本鐵道總合技術研究所設備概況：

表 8 風洞



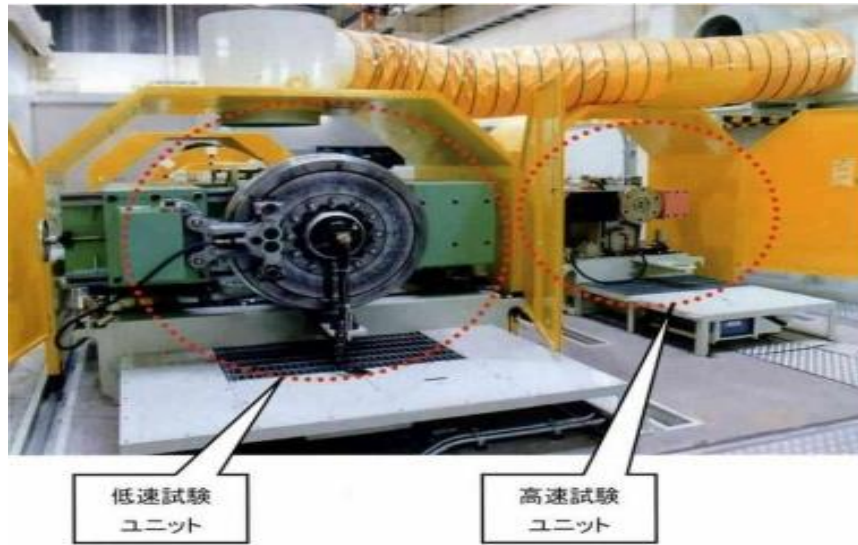
分成測試段長 6.0m、寬 2.7m 的大型低噪音風洞，與測試段長 1,600mm、寬 480mm、高 400mm 的小型低噪音風洞兩種風洞。

表 9 高速車輛實驗台



最高速度可達到 500Km/hr，並且可同時附加左右 $\pm 30\text{mm}$ 、上下 $\pm 12\text{mm}$ 、旋轉 $\pm 0.63^\circ$ 等各維運動。

表 10 剎車性能試驗機



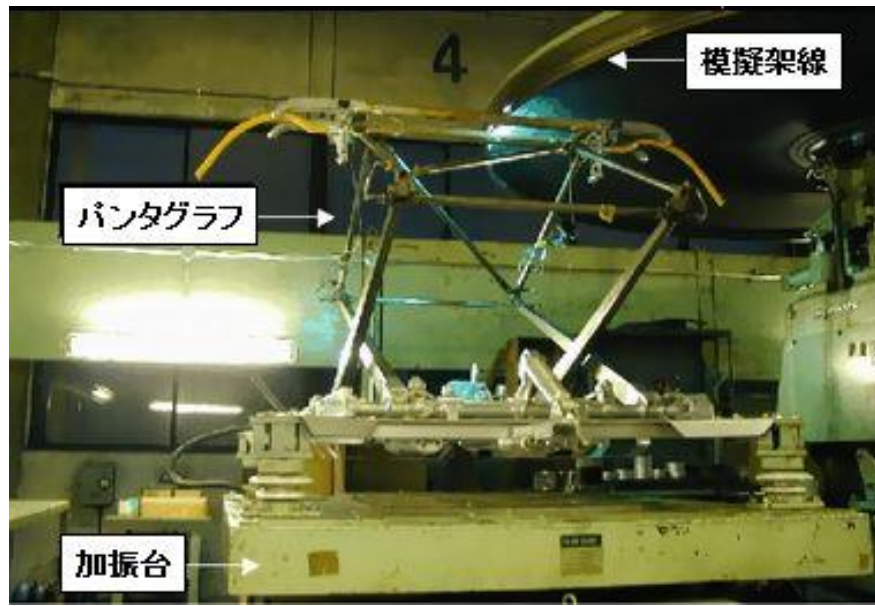
模擬各種情境煞車情況、測試其性能其熱特性、輪軌間黏著特性、煞車時的滑動控制、或有水情況下煞車性能，速度最高可達 580Km/hr。

表 11 集電弓總合試驗裝置



可模擬 5~300Km/hr 狀態下的集電弓之追隨特性、離線率、耐久性、通電性能、及摺動部的特性

表 12 集電磨耗試驗機



可用以模擬高速行駛時集電元件之磨耗狀況、使用壽命推估、集新材料測試。

表 13 高速旋轉試驗裝置



可對受信器、地點檢知裝置、及其他控設備進行高速適應性，最高可達 400Km/hr。

3. 車輛研究測試中心(Automotive Reserch & Testing Center ; ARTC)

由經濟部及車輛產業於1990年10月8日成立車輛研究測試中心(ARTC)，其願景成為「亞洲技術工業工程中心」(車輛研發創新與知識服務的領導者)。





車輛研究測試中心其定位如下：

- (1) 車輛產業研究發展機構
- (2) 車輛專業檢測驗證機構
- (3) 車輛使用及管理技術服務機構

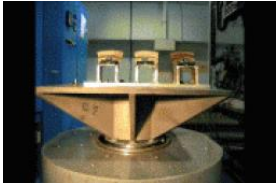

ARTC 員工人數約 400 餘人，佔地約 130 公頃(12 個專業實驗室群及國際級試車場、CAE 及光學設計中心)，以下為針對 12 實驗室及 2 個中心說明：

12 個專業實驗群如下：



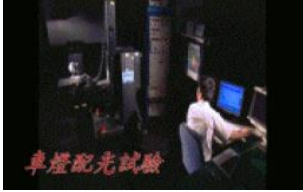

(1) 零組件檢測實驗室

| 服務項目&驗證技術 | 應用領域&產品 |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ● 輪圈性能驗證 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 衝擊試驗 ➢ 彎曲力矩、徑向負載耐久試驗 ● 安全帶性能驗證 ● 兒童安全座椅性能驗證 ● 水平燃燒試驗 ● 反光標記壓縮及彈簧彈性係數試驗 ● 煞車來令片、碟盤、卡鉗性能驗證 | <p>車輛零組件</p> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>安全座椅翻轉試驗</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>13度衝擊試驗</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>帶扣試驗</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>安全座椅翻轉試驗</p> </div> </div> |


(2) 環境測試實驗室

| 服務項目&驗證技術 | 應用領域&產品 |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● 產品環境可靠度驗證 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 電力負載驗證(超電壓、電壓耐久) ➢ 機械負載驗證(隨機振動、碎石衝擊) ● 化學負載驗證 ● 電動車電性安全驗證 ● TPMS 可靠度驗證(離心、耐壓) | <p>車電零組件</p> <p>電動車、電動機車</p> <p>安全玻璃、胎壓感知器、車燈</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> |

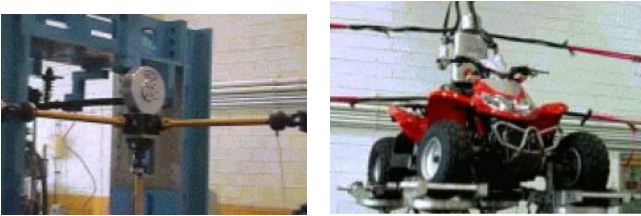
(3) 燈光檢測實驗室

| 服務項目&驗證技術 | 應用領域&產品 |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● 車燈性能驗證 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 光度、色度測試 ➢ 光通量測試 ➢ 反射率測試、穿透率測試 ➢ 燈光量測系統查驗 ● 車輛燈具產品光學設計 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 燈具之路面照明性能電腦模擬評估 ● 光源光譜分析 ● 閃爍光度分析 | <p>車輛零組件</p> <div style="display: grid; grid-template-columns: 1fr 1fr; gap: 10px;">     </div> |

(4) 安全檢驗實驗室

| 服務項目&驗證技術 | 應用領域&產品 |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● 車輛零組件強度驗證 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 車輛零組件碰撞保護性能驗證 ➢ 方向盤、儀表板碰撞保護性能試驗 ● 車輛內裝物碰撞保護性能試驗 ● 整車安全性驗證 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 整車翻覆試驗 ➢ 車門、車頂擠壓試驗 ➢ 整車頭燈照準及適路性前方照明系統檢測 | <p>車輛零組件 (儀表板、座椅、車體、車門、保險桿...)</p>  |

(5) 疲勞耐久實驗室

| 服務項目&驗證技術 | 應用領域&產品 |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ● 整車台上路況模擬驗證 ● 產品耐久可靠度驗證 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 振動、疲勞、操作耐久 ➢ 加速耐久驗證技術 ● 產品強度試驗 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 靜態強度 ➢ 衝擊試驗 | <p>風力發電機葉片、機翼零件、車輛零組檢(座椅、排氣管、懸吊系統、車架)</p>  |



(6) 實車測試實驗室(試車場)

| 服務項目&驗證技術 | 應用領域&產品 |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● 整車&零組件動態性能驗證 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 車輛實車耐久測試 ➢ 車輛動力、煞車、乘適性等實車性能 ➢ 車輛商品主觀評估及客觀評價技術 | <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">   </div> |


(7) 實車碰撞實驗室

| 服務項目&驗證技術 | 應用領域&產品 |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● 整車&零組件動態性能驗證 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 實車碰撞性能驗證 ➢ 台車模擬碰撞性能驗證 ➢ 高速攝影&影像分析 ➢ 三次元座標量測技術 | <p>車電產品、M類客車 空氣囊、安全帶</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <p style="color: red;">空氣囊展開 Airbag</p> </div>  </div> |

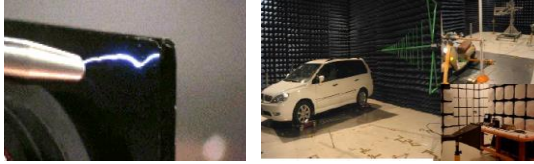
(8) 車輛規格檢測實驗室

| 服務項目&驗證技術 | 應用領域&產品 |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● 整車規格驗證 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 車輛尺度量測 ➢ 軸重/總重量測 ➢ 傾斜穩定角度量測 | <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> |


(9) 環保能源實驗室

| 服務項目&驗證技術 | 應用領域&產品 |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ● 汽/機/柴油車(引擎)由號汙染檢驗 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 里程累積耐久試驗 ➢ 柴油車黑煙測試 ➢ 各項動力性能檢驗 ● 油箱、化油器油氣蒸發檢驗 ● 車輛速率計 |  |

(10) 電磁相容實驗室

| 服務項目&驗證技術 | 應用領域&產品 |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ● 產品EMC特性偵錯改良整合服務 ● 車輛零組件及整車電磁相容性驗證 | <p>車電零組件</p>  |

(11) 振動噪音實驗室

| 服務項目&驗證技術 | 應用領域&產品 |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ● 產品音調條校技術 ● 產品 NVH 規格制定&振動噪音評價 ● 產品診斷與改良 | <p>車輛零組件</p> <p>輪胎、排氣管、引擎</p>  |

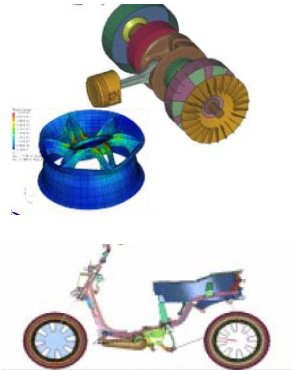
(12) 校正實驗室

| 服務項目&驗證技術 | 應用領域&產品 |
|--|------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ● 機械校正 | <p>機械規格校正及測試</p> |

2 個設計分析中心如下

(1) 車輛光學設計中心(AODC)

(2) 電腦輔助工程(CAE)分析中心

| 服務項目&驗證技術 | 應用領域&產品 |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ● 車輛及零組件產品 CAE 分析驗證 ● 產品偵錯改良與優化技術整合服務 | <p>輪圈、車燈、車架、車電零組件</p>  |

3.2 鐵道之產學合作

1. 英國國家鐵道工程技術學院-人才培育

(National Skills Academy for Railway Engineering, NSARE)

該學院成立於 2010 年 11 月，屬於「非營利」機構，目前超過 350 個成員組織，其會員包括鐵路公司、私營部門培訓公司、教育學院、大學等軌道相關單位如下圖 7。故 NSARE 結合產業與官方之力量推動而成，NSARE 主要目的為培養人才、提昇國內相關技能。

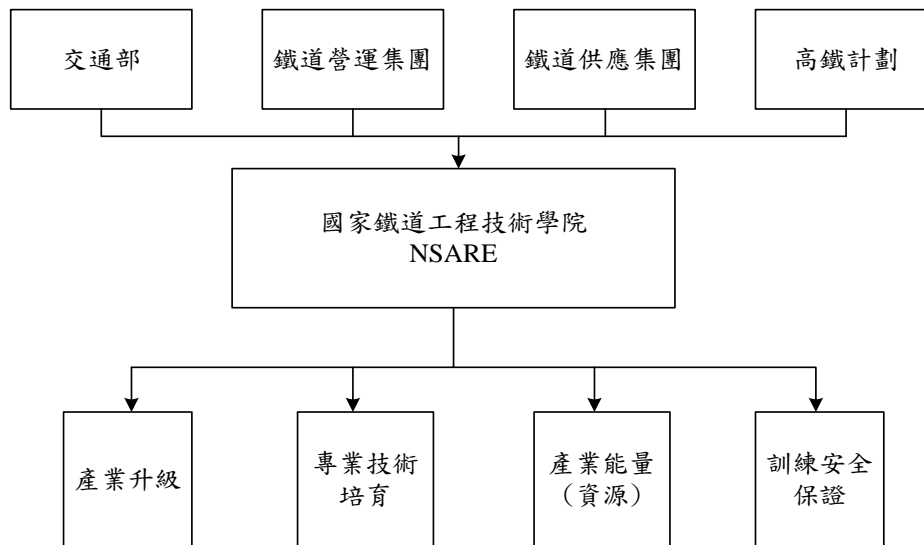


圖 7 英國國家鐵道工程技術學院

其工作涵蓋以下三面向：

- (1) 推動產官學合作，提供鐵道工程相關在職技能教育課程，
- (2) 建立教育課程認證制度，提昇訓練品質。
- (3) 建立人才資料庫，以提供個人職能認證制度，以提昇產業能力。

該國家軌道工程技術學院(NSARE)成立經費來源(由下圖 8)，可知道是採用公營方式成立，由官方及民間企業各出資 50%而成立，此作法將可減少政府財政壓力，且有民間投資亦可使運作方式更具有彈性，避免完全由官方所主導而因政策限制而顯得運行效果不彰。

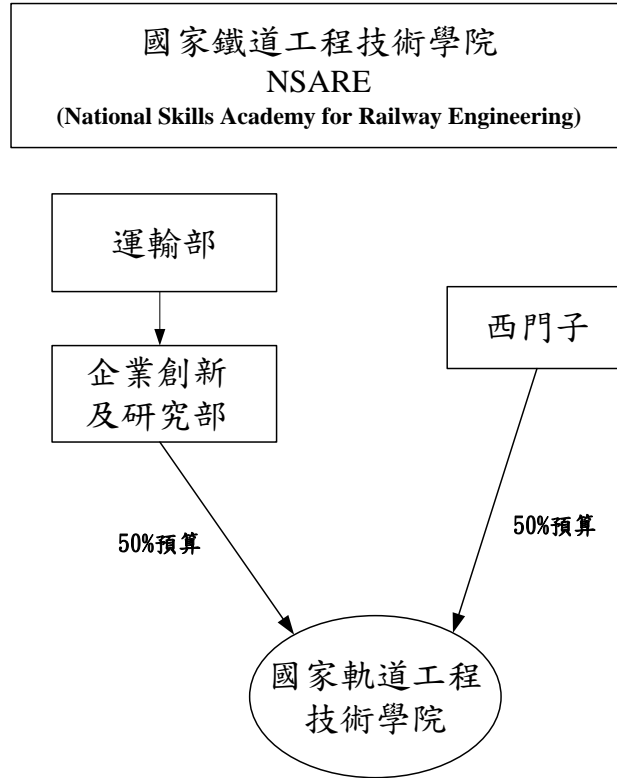


圖 8 國家軌道工程技術學院成立經費來源

透過鐵路培訓和評估認證計劃 (RTAS)，100 多家具具有軌道工程專業技術公司於各地設立 50 個主要訓練設施，由約 500 位培訓師評估，人員可藉由地方訓練設施所開設經過認證軌道工程課程，於修課完畢後可獲取「技能認證 Skills ID License」程序，透過此程序將可達到以下層面：

- (1) 建立國家全產業競爭力數據庫(如下圖 9)。
- (2) 個人的網上檔案包括技能、能力、經歷。
- (3) 雇主(贊助商)及個人能容易存取-提昇所有權自主發展。
- (4) 由雇主和 NSARE 認可的培訓機構-隨時更新檢驗紀錄。

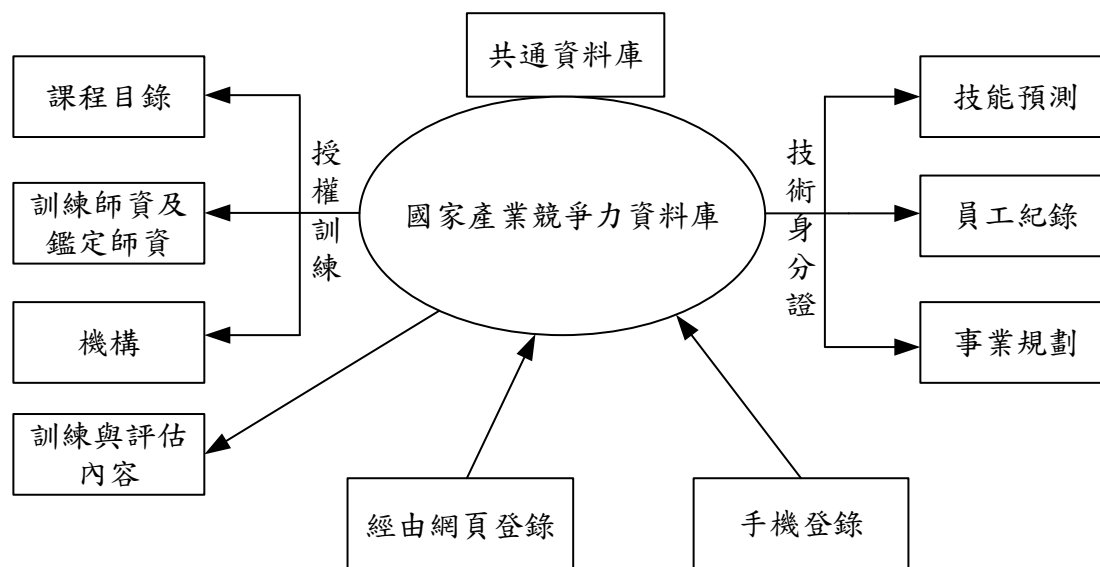


圖 9 英國國家產業競爭力資料庫

英國 NSARE 提出人才培育可透過參加已授權機構所開設之訓練課程，修業完畢，將可獲得技術身分證(Skills ID License)，利用此技能驗證程序，國家將可建立關於專業技術人才資料庫，未來國家或企業機構所需要相關專業人才(如軌道工程)，將可利用此資料庫，尋得具有專業技術之人才。

3.3 小結

綜觀以上國內外鐵道學院及產學合作，可知國外鐵道學院及 IV&V 發展都具有一定規模，無論在設備機具、測試、研發、驗證等都具有相當水準，可做為我國未來成立軌道工程驗證及認證中心之借鏡。另外人才培育部分參考近年來英國產學合作作法，利用已經認證過機構所開設之訓練課程，培育相關專業技術之人才，以建立一個國家專業技術人才資料庫，作為日後國家或民間企業選用人才之依據。雖然我國臺鐵有專屬訓練機構，但對於現行需求仍顯不足，因此可參考英國產學合作作法以積極培育軌道相關技術人才。

肆、我國軌道獨立系統驗證及認證制度建立之 預期效益

軌道系統涵蓋範圍相當廣泛，涉及土建、車輛、通訊、機電，號誌等設備及設施，且軌道工業又屬於大眾運輸工具，對於保障乘客及員工之生命財產安全有一定的程度及規範與要求，就各軌道先進國家對於軌道相關設備或零組件皆訂有標準，如英國國家標準 BS、日本工業標準 JIS、德國國家標準 DIN、美國鐵路協會標準 AAR 及國際鐵路聯盟標準 UIC 等，以上標準皆在於確認個軌道系統在其生命週期內各個不同階段能達到安全之需求，並確保系統能正常無虞運作。

在國內現有軌道運輸系統中，僅交通部及台灣高速鐵路公司所簽訂「台灣興建營運契約」中有規定乙方應自費委託獨立且公正並經過甲方同意之專業機構，來執行查驗系統驗證及認證之工作，並提出報告及結果等證明文件」，另外台灣鐵路系統與台北捷運系統僅在契約上針對零組件及次要系統有所要求，由鐵路局、捷運工程局直接予以系統查核檢驗及驗證，然而就全系統而言，除了營運履勘針對各系統介面整合測試外，並未有完備的驗證及認證程序，故在我國推動獨立系統驗證及認證制度除了能確保系統在其生命週期內可安全無虞運轉外，亦有以下之預期效益：

- (1) 利用第三方認證方式，解決軌道興建單位、營運單位、政府主管單位，三者間責任混淆不清之問題。
- (2) 解決政府主管機關人力及專業不足之困境，防止避免驗證及認證工作流於形式、表面化。
- (3) 藉由設立專業認證機構執行驗證及認證之工作，將有助於國內軌道工業本土化，奠定國內鐵道工業之基礎。
- (4) 藉由驗證及認證制度之建立，使我國軌道相關零組件符合國際之標準，不僅可供國內所需且亦可外銷國外市場。

伍、技師簽證與監理制度之機制

依據行政院公共工程委員會於九十一年七月發布「公共工程專業技師簽證規則」，自該規則施行後，所有由政府發布之公共工程中有關「設計」、「監造」部分，均需依此規則第五條之規定實施技師簽證制度，同條第一項第二款亦明定軌道運輸工程：包括鐵路、高速鐵路、捷運系統及輕軌運輸系統皆屬公共工程之範疇，同條第三項則敘明中央目的事業主管機關或主辦工程機關得視該工程之特性及實際需要，令擇適當範圍、項目，實施技師簽證制度以維護工程品質及公共安全。

技師簽證制度在國內外已行之有年，所有的工程設計圖皆需符合規範要求及經過專業技師確認是否達安全之要求，再送第三方認證機構審核，通過其審核後始可開始進行相關製造或工程。但鑒於我國目前並無軌道技師，但與其相關的電子、電機、土建、機械等工程技師不虞匱乏，故我國可先統合各方面工程技師來執行軌道工程相關之技師簽證部分，並持續發展培養軌道技師，最後逐漸將軌道運輸工程技師納入軌道工業認證體系，已奠定國內軌道工業技術能力之基礎。

目前各先進軌道國家在軌道工程標準規範這部分皆有一套符合自己之軌道標準，如美國 AAR 標準、英國 BS、日本 JIS、歐洲 IEC、EN、DIN 等規範，反觀我國在軌道運輸工程這一方面卻相當匱乏，現行狀況並未有制定一個法源依據，徒為行政命令上遵守而已，因此我國未來要建立獨立系統驗證及認證制度，可參考其他先進軌道國家之軌道工程之規範，已訂定符合我國軌道運輸系統之規範，故落實技師簽證制度對於我國軌道工業實有推波助瀾之效益。

另外未來軌道相關實驗室逐漸成立，須要求通過財團法人全國認證基金會(TAF, Taiwan Accreditation Foundation)之實驗室認證，此實驗室提供經濟與社會發展所需求之公正、客觀與獨立之第三者實驗室認證服務，以提昇實驗室技術能力及品質水準，進而達成國際間相互認可。

陸、鐵道工業推動之計劃

欲推動未來國內鐵道工業，建議規劃成立專門專職推動該項事務之組織，以期未來可有效、組織性達成國內軌道工業發展願景。故未來國內鐵道工業發展之規劃重責應由哪個部會主導、哪個部會協助，為目前首要任務。另外為使國內生產軌道相關零組件能走入國際化，建議成立鐵道工業驗證及認證中心成為具體推動之力量，有效提高國內自產率，讓國際所認同以利外銷至國外，以奠定國內鐵道工業基礎。

以下將對鐵道工業推動委員會及驗證及認證中心設立位置，分成以下三方案。

方案一：經濟部下設立財團法人鐵道研究測試中心(如下圖 10)

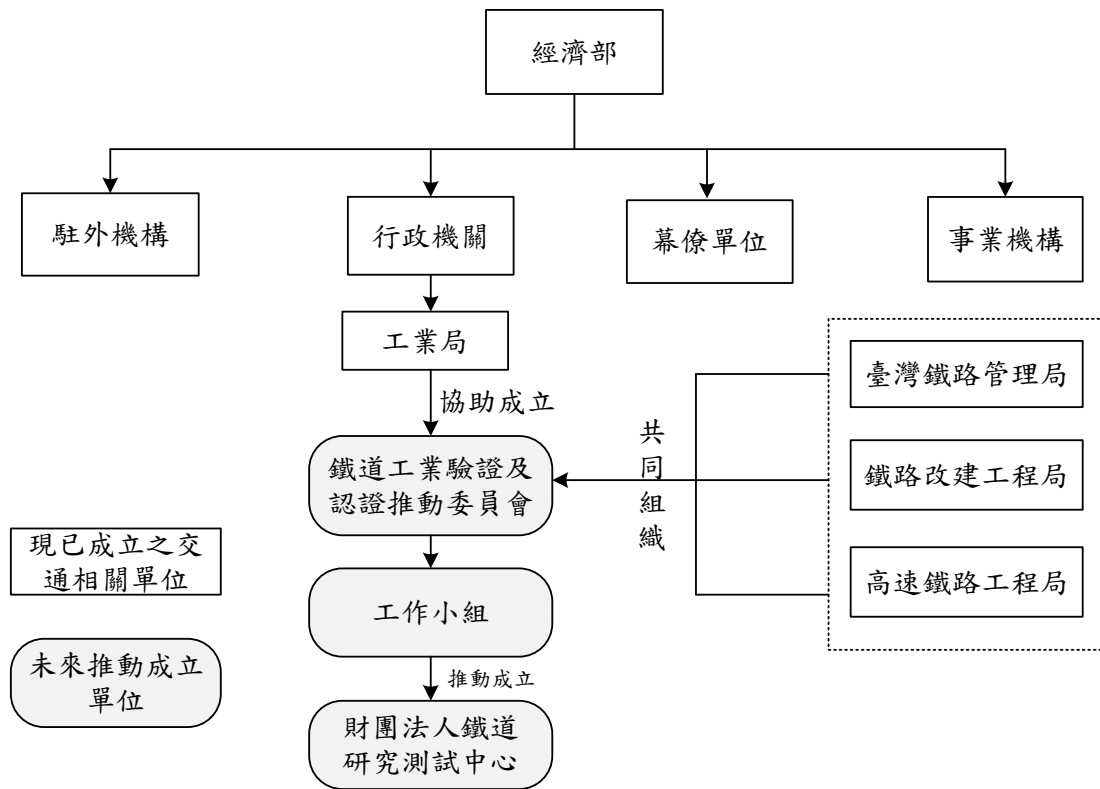


圖 10 鐵道工業驗證及認證推動委員會、工作小組、驗證中心組織設立

優點：未來帶來國內軌道產業發展，與經濟部負責執掌事務息息相關且經濟部底下已設有許多財團法人，故經濟部可依財團法人設置條例來協助成立 RRTC。且於民國 89 年經濟部已成立「軌道車輛工業發展推動小組」，因此鐵道工業發展之權責則仍可交由該小組負責，可避免資源分散及浪費。

缺點：設立於經濟部底下，交通部則較無管轄之權，則容易造成執行效果不章。

方案二：交通部底下設立財團法人鐵道研究測試中心(如下圖 11)

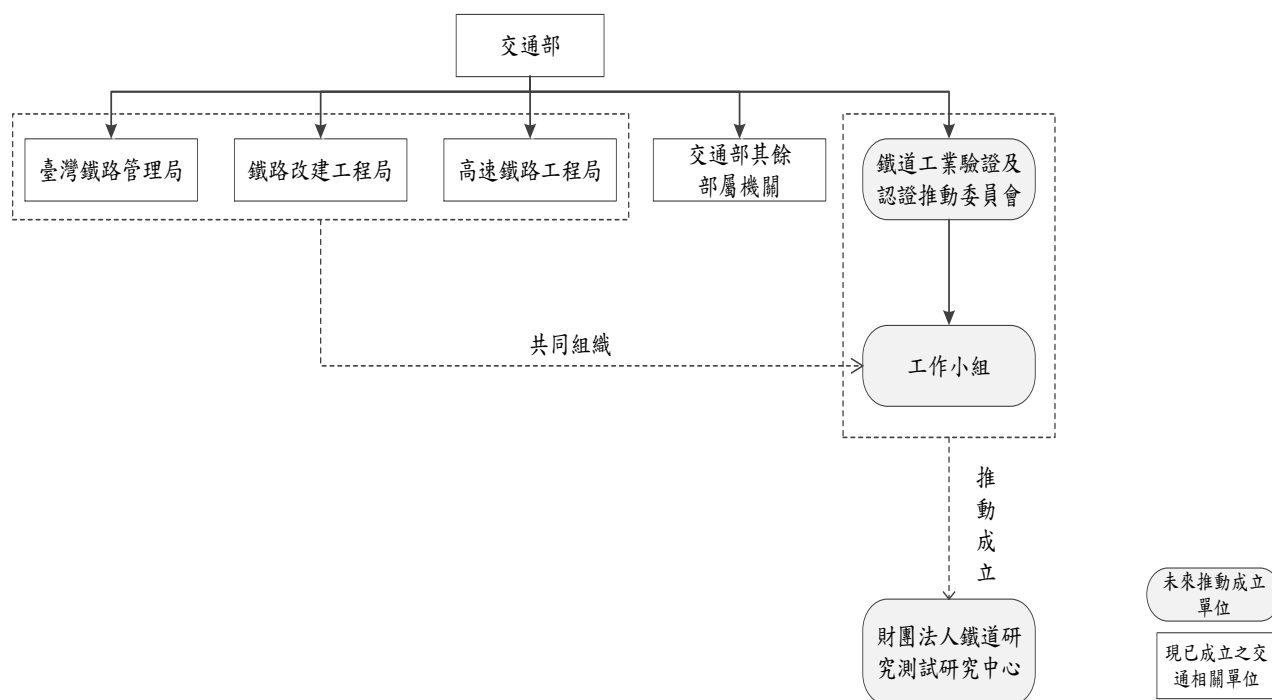


圖 11 鐵道工業驗證及認證推動委員會、工作小組、驗證中心組織設立

優點：與國內軌道息息相關，且鐵路安全非常重要，故於交通部底下設立專責單位，辦理鐵道測試研究中心之相關驗證及認證，將具有公平及可行性。

缺點：未來若於交通部底下，雖可直接對軌道相關產品進行驗證及認證，但在推動軌道工業建設同時，將與經濟部關係疏遠。

方案三：於財團法人全國認證基金會(TAF)底下設立財團法人鐵道研究測試中心(如下圖 12)

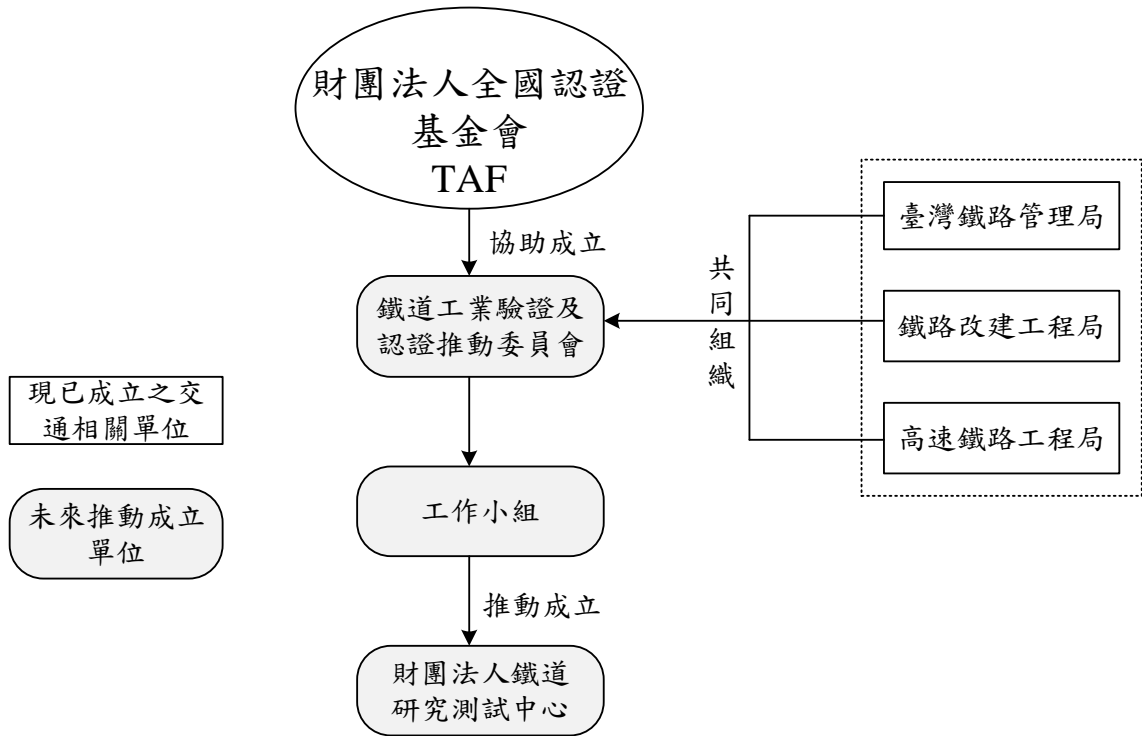


圖 12 鐵道工業驗證及認證推動委員會、工作小組、驗證中心組織設立

優點：財團法人全國認證基金會(TAF)本身為推動國內各類驗證機構及實驗室之品質與技術能力評鑑，並致力於人才培訓工作，故設立於 TAF 底下，可直接授權民間機構，引用民間之力量。

缺點：交通部未來無法針對軌道工業驗證及認證之業務進行直接監管權力。

綜觀以上三方案，本研究初期評估未來鐵道工業發展與國內軌道產業息息相關，且鐵路運輸其安全性非常重要，故建議未來鐵道工業驗證及認證中心可依財團法人形式設於經濟部底下，以便於督導及管理，另由交通部從旁協助之。

建立我國鐵道工業驗證及認證中心固然重要，但同時培育軌道相關人才也應積極進行，上述參考英國產官學培育人才方式，確實有值得讓我國學習地方，故就我國目前的資源，提出以下二大方案，進行軌道相關之專業人才培育。

方案一：考量鐵道乃屬專業性之運輸系統，交通部監管全國各鐵路，故人才培育亦相當重要，故將鐵道學院設立於交通部底下，負責國內軌道專才之培育責任。

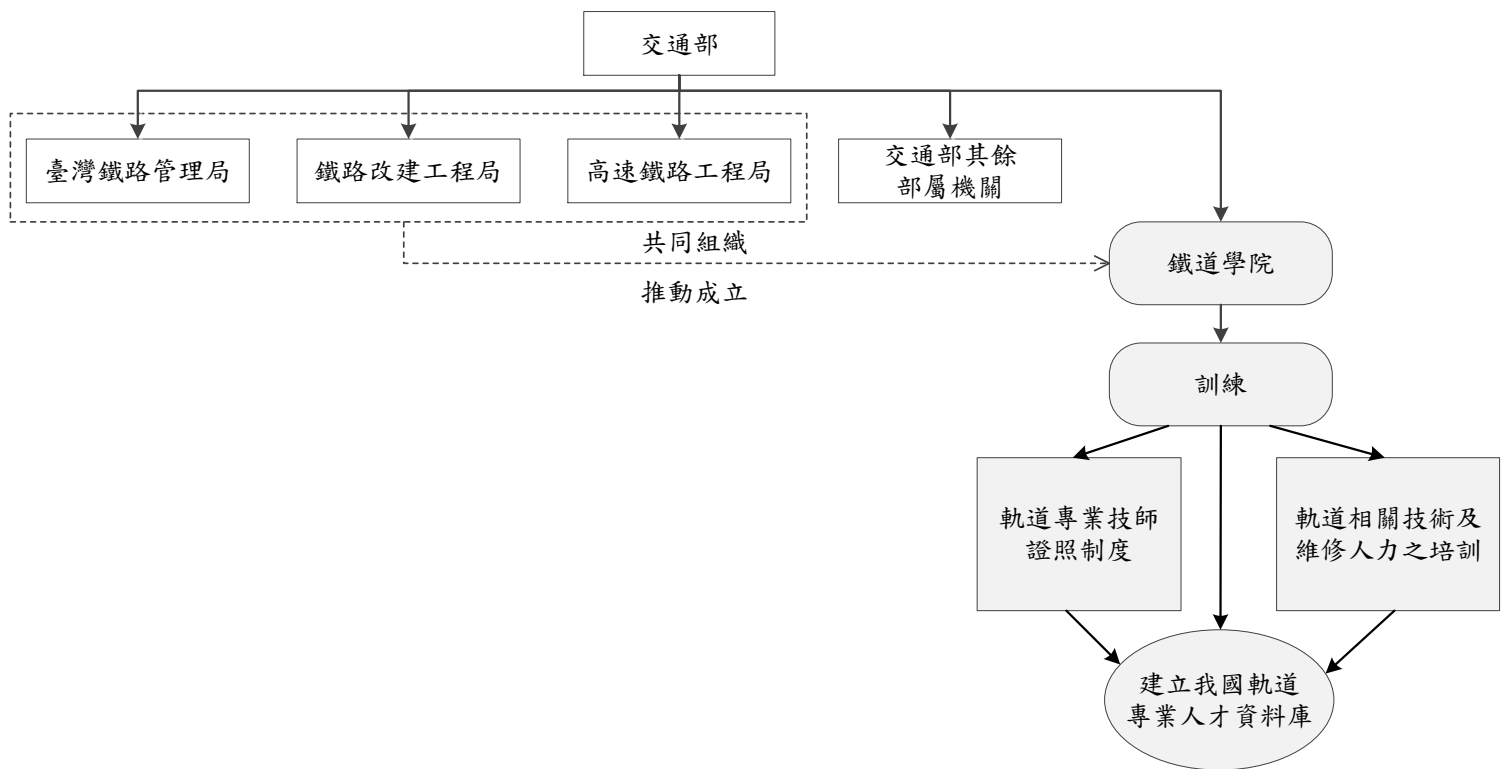


圖 13 鐵道學院設立及培育人才概念圖

方案二：建議軌道相關人才培育可由「中華軌道車輛工業發展協會」協助推動，如以下圖 14 所示。

社團法人中華軌道車輛工業發展協會成立於 1997 年，至今已有 140 個國內軌道專業會員廠商，故希望透過這些廠商提供軌道專業訓練課程或培訓，栽培軌道相關技術之人才並取得相關證照，並建立我國軌道專業人才資料庫，可供未來我國軌道業者或民間企業選用人才之依據。

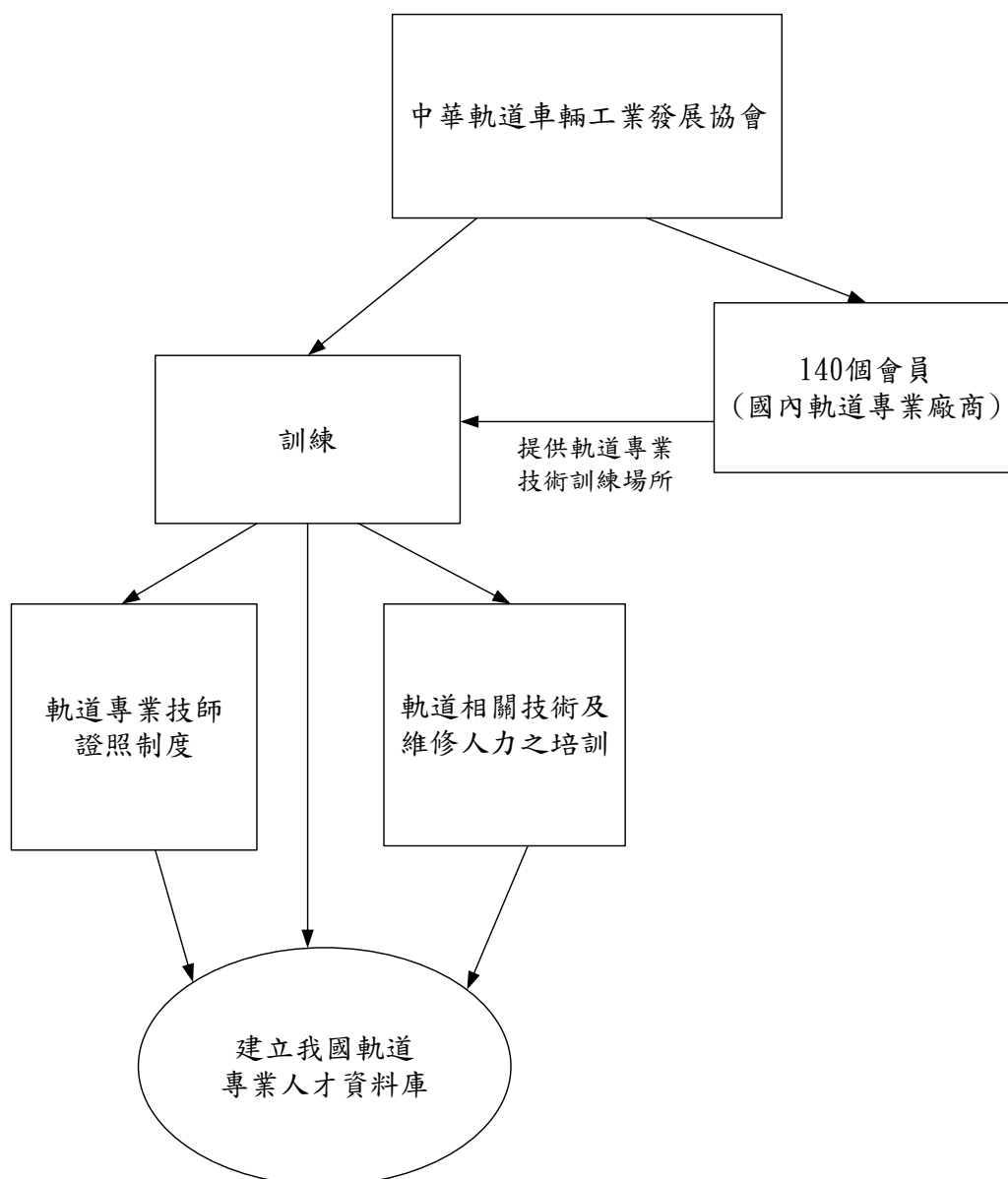


圖 14 中華軌道車輛工業發展協會協助培育軌道相關人才之概念圖

綜觀以上針對培育軌道相關人才方案，本研究初估可由未來將成立的鐵道學院來負責，辦理培育軌道相關人才之訓練工作，並藉此建立我國軌道專業人才資料庫，供未來我國鐵道業者或民間企業選用專才依據。

6.1 鐵道工業驗證及認證推動委員會

鐵道工業驗證及認證推動委員會規劃隸屬於經濟部之部屬單位，而因其設立宗旨為規劃成立財團法人鐵道研究測試中心(Railway Research and Testing Center, RRTC)，僅屬於臨時編組之組織單位，未來順利成立後則進行裁撤；而委員會主要將由專家學者組成，規劃未來 RRTC 之發展願景，委員會設置之工作小組則需協助委員會召開會議等相關行政作業。

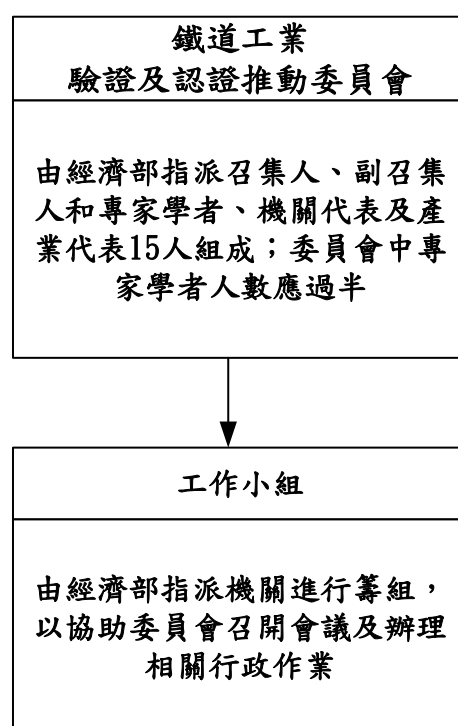


圖 15 鐵道工業驗證及認證推動委員會人數及工作小組

1. 任務

(1) 規劃「財團法人鐵道研究測試中心(RRTC)」組織架構:

委員會推動成立 RRTC，首要任務為規劃財團法人鐵道研究測試中心之組織架構，並評估訂定未來成立據點，以利未來報請行政單位成立。

(2) 規劃財團法人鐵道研究測試中心未來發展願景:

明確規劃未來 RRTC 之發展願景，包含成立宗旨、發展藍圖、效益等內容。

2. 人員組成

鐵道工業驗證及認證推動委員由經濟部指派召集人、副召集人和專家學者、機關代表及產業代表 15 人組成，其中委員會中專家學者人數應過半，專家學者委員 8 名、機關代表委員 4 名及產業代表委員 3 名，下圖為委員會架構圖。

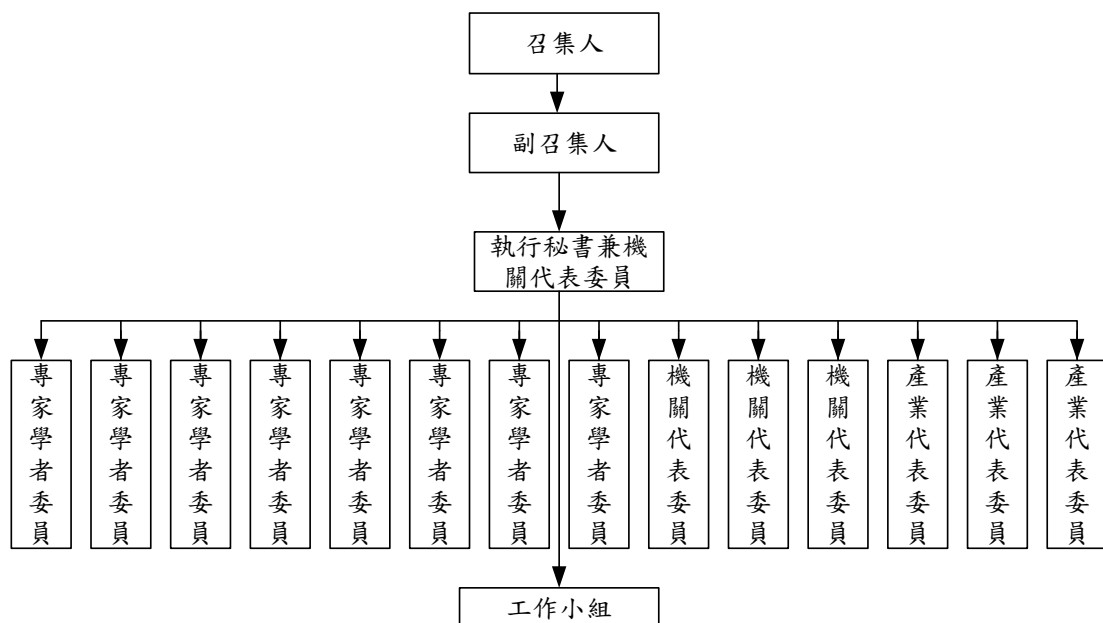


圖 16 鐵道工業驗證及認證推動委員會之組織圖

6.2 工作小組

1. 任務:

協助委員會召開會議及辦理相關行政作業。

2. 人員組成:

主要由國內軌道業者、機關代表及專家學者等三個單位共同組成，協助委員會相關行政作業。

6.3 委員會推動鐵道工業驗證及認證與教育發展之計劃

當鐵道工業驗證及認證推動委員會成立後，須開始著手進行國內鐵道工業驗證及認證之作業，其計劃依推動時程可分為短期、中期、長期目標。希望透過逐步發展鐵道工業計劃，使國產之軌道車輛相關零組件自製率提高並透過國際認同之驗證及認證程序，使其進入國際市場，進而提昇我國軌道工業產值，並且透過產、官、學界合作，保持產品及研發技術領先。

一、短期目標

- A. 遴選軌道工業驗證及認證中心專業之成員。
- B. 規劃其組織架構、確認其定位、工作內容。
- C. 調查規劃國內目前可適合設立驗證中心之廠址。
- D. 調查國內各類檢測認證機構能量與資格，以期能充分運用或補充不足檢測能量。
- E. 瞭解國外軌道驗證及認證程序及作法以作為學習之方向。
- F. 研擬與訂定軌道工業安全認證體系之具體作業方式與程序

二、中期目標

- A. 以國內軌道之號誌、車輛、電力及道岔為重點發展項目。
- B. 針對重點發展項目，逐步優先設立相關之實驗室。
- C. 推動產、官、學界合作，設計採購規範及培育研究之人才，以提昇國內軌道相關零組件自製率。
- D. 草擬、補充各類 CNS 驗證認證流程標準。

三、長期目標

- A. 研發軌道關鍵技術，開發專利產品，使其進入國際市場。
- B. 各實驗室逐項通過國際認證，驗證及認證業務展開，協助外銷國外市場，創造國內軌道工業產值。
- C. 協助研訂軌道相關零組件之標準規範
- D. 與業界相互合作，及積極培育軌道相關專業人才，保持軌道關鍵技術及產品之領先。

6.4 「鐵道工業驗證及認證中心推動委員會」建議委員名單

成立鐵道工業驗證及認證中心推動委員會，其成員組成應具備不同層面專業之人才(如軌道知識、產業發展、風險管理、學術界專業之人才、國內軌道相關製造商等)，而列出以下委員建議名單。

| 姓名 | 服務單位及職務 最高學歷 | 專長 | 備註 |
|-----|--|---|------|
| 古碧源 | 台北科技大學電機工程系教授 美國康乃爾大學電機博士 | 軌道供電及車輛機電系統 | 專家學者 |
| 成維華 | 交通大學機械工程學系教授 美國哥倫比亞大學機械工程博士 | 機構設計、微機電系統、工業控制器 | 專家學者 |
| 杜紫軍 | 行政院政務委員兼國家發展委員會主任委員、兼福建省政府委員並為主席 美國紐約州立大學環境資源工程博士 後研究 | 產業政策規劃、產業科技研發與管理、兩岸及國際經貿合作 | 專家學者 |
| 李建中 | 台灣世曦工程顧問股份有限公司董事長、中國工程師學會第69屆理事長 美國密西根州立大學土木工程博士學位 | 政府採購制度、民間參與公共建設及公共政策 | 專家學者 |
| 李治綱 | 南台科技大學行銷與流通管理系教授 美國伊利諾大學香檳分校土木博士 | 作業管理、營收管理、風險管理 | 專家學者 |
| 吳松竹 | 臺灣大學軌道科技研究中心顧問 美國北卡羅萊納州立大學土木工程學博士 | 高速鐵路與捷運系統、軌道系統之獨立查驗與認證 | 專家學者 |
| 吳翼貽 | 臺灣科技大學電機工程系副教授 美國 Syracuse University 材料科學博士 | 金屬材料、軌道系統驗證認證體系 | 專家學者 |
| 卓訓榮 | 國立交通大學運輸科技與管理學系教授、財團法人中華顧問工程司董事長 美國賓夕法尼亞大學交通運輸管理與規劃、都市與區域規劃博士 | 智慧型運輸、車流理論、網路分析、號誌控制與模擬、地理資訊系統、物流與供應鏈、都市與區域規劃 | 專家學者 |
| 施顏祥 | 財團法人中興工程顧問社董事長、中原大學講座教授 美國麻省理工學院博士 | 產業發展與政策、公營事業與非營利機構 | 專家學者 |
| 許俊逸 | 行政院政務委員兼行政院公共工程委員會主任委員 泰國亞洲理工學院運輸研究所碩士 | 運輸工程 | 專家學者 |
| 郭芳源 | 勞氏鐵路(亞洲)有限公司臺灣分公司亞太區前技術總監 美國密西根大學博士 | 軌道系統認證與驗證、軌道工程 | 專家學者 |
| 張家祝 | 中華開發工業銀行董事長 美國普渡大學工學博士 | 都市及運輸工程、運輸政策、交通建設專案管理 | 專家學者 |
| 陳南鳴 | 臺灣科技大學電機工程系教授 美國普渡大學電機博士 | 軌道運輸系統的機電系統 | 專家學者 |
| 葉名山 | 逢甲大學運輸科技與管理學系副教授兼車輛行車事故鑑定研究中心主任 美國密西根州立大學土木工程博士 | 運輸安全、肇事分析、路面設計、軌道工程與管理 | 專家學者 |
| 廖慶隆 | 臺灣大學土木工程學系教授兼軌道科技研究中心主任 臺灣大學土木工程學系博士 | 軌道系統工程實務、混凝土工程與應用 | 專家學者 |
| 廖崑亮 | 交通部鐵路改建工程局副總工程司 美國麻州大學物理研究所博士 | 軌道車輛機電工程、系統驗證及認證 | 專家學者 |
| 劉玉山 | 第四屆監察委員(已卸任) 國立成功大學土木工程博士 | 交通管理、都市計劃 | 專家學者 |
| 劉觀生 | 美商栢誠國際股份有限公司協理 美國喬治華盛頓整體品質管理在職專班 | 風險評估、軌道系統可靠度認證與驗證 | 專家學者 |

| 姓名 | 服務單位及職務 最高學歷 | 專長 | 備註 |
|-----|------------------------------------|----------------------------|------|
| 蔡輝昇 | 臺北市政府捷運工程局前局長 美國普渡大學土木研究所交通運輸博士 | 軌道運輸、鐵路工程 | 專家學者 |
| 賴勇成 | 臺灣大學土木工程系副教授 美國伊利諾伊大學香檳分校鐵路工程博士 | 軌道運輸工程、軌道營運與控制、軌道安全、運輸作業研究 | 專家學者 |
| 羅孝賢 | 淡江大學運輸管理學系副教授 國立臺灣大學土木工程(運輸)博士 | 運輸規劃、公路幾何設計、系統模擬車流、軌道運輸安全 | 專家學者 |

註：本表為專家學者，謹依姓名筆畫順序進行排列，遴選8名。

「鐵道工業驗證及認證中心推動委員會」建議委員名單

| 姓名 | 服務單位及職務 最高學歷 | 重要經歷 | 備註 |
|-----|---|---|------|
| 吳明機 | 經濟部工業局局長 國立政治大學科技管理研究所博士 | 行政院顧問兼科技會報執行秘書、經建會副主任委員、經濟部技術處處長 | 機關代表 |
| 林信得 | 交通部運輸研究所所長 國立台灣大學管理學院商學研究所碩士 | 運輸研究所副所長、民航局副局長、民航局助航組、空運組組長、交通部航政司技正、空運科科長 | 機關代表 |
| 林志明 | 交通部民用航空局局長 美國麻省理工學院土木工程研究所碩士 | 交通部運輸研究所所長、交通部技監、交通部公路總局局長、交通部航政司司長、路政司司長、交通部運輸研究所副所長 | 機關代表 |
| 周禮良 | 臺北市政府捷運工程局局長 日本東京大學土木系博士 | 交通部政務次長、高雄市政府捷運工程局局長、交通部高速鐵路工程局副局長、臺北市政府捷運工程局總工程師 | 機關代表 |
| 周永暉 | 交通部臺灣鐵路管理局局長 國立交通大學運輸工程博士 | 交通部鐵路改建工程局局長、交通部臺灣鐵路管理局副局長、交通部鐵路改建工程局主任秘書、副局長、交通部科長、專門委員、交通部高速鐵路工程局科長 | 機關代表 |
| 胡湘麟 | 交通部高速鐵路工程局局長兼任鐵路改建工程局局長 國立交通大學運輸管理學系學士 | 交通部高速鐵路工程局副局長、第一組組長、交通部高速鐵路工程籌備處科長、副組長 | 機關代表 |
| 陳天賜 | 交通部運輸研究所副所長 國立交通大學運輸研究所博士 | 航政司司長、民用航空局副局長、主任秘書、組長、高速鐵路工程局正工程司、高速鐵路工程籌備處科長、原臺北市區地下鐵路工程處科長 | 機關代表 |

| 姓名 | 服務單位及職稱 | 公司經營相關領域 | 備註 |
|-----|-----------------|---------------------------------|------|
| 李文 | 亞力電機股份有限公司董事長 | 軌道電車線用配件及輸配電線路、變電所、軌道電力、通信號誌 | 產業代表 |
| 宋育志 | 中國鋼鐵股份有限公司總經理 | 鋼板、條鋼、線材、熱軋、冷軋、電鍍鋅鋼捲等鋼品 | 產業代表 |
| 陳成雄 | 台灣車輛股份有限公司董事長 | 電聯車、柴聯車、客車，與柴液機車頭、輕軌電車、貨車之設計和製造 | 產業代表 |
| 陳和貴 | 國祥冷凍機械股份有限公司董事長 | 軌道車輛空調機、地下及隧道區間空調及通風 | 產業代表 |
| 廖榮鑫 | 漢翔航空工業股份有限公司董事長 | 軌道機電整合系統 | 產業代表 |
| 鄭光遠 | 台灣高速鐵路股份有限公司執行長 | 高速鐵路運輸服務 | 產業代表 |

註：本表為機關代表、產業代表，謹依姓名筆畫順序進行排列，遴選7名。

柴、鐵道學院設置地點

目前富岡基地設施配置及土地使用情形如下圖 17，該基地亦設有軌道、維修工廠、月臺、倉庫、訓練中心等軌道相關設施，故建議未來鐵道學院可設立於此，包含軌道專才培訓及軌道證照等課程，且應與目前設施整合，以避免資源上浪費。



圖 17 富岡基地開發計畫之土地使用分區圖

富岡基地於開發計畫變更後面積分配表如下表 14，可發現土地尚有面積可建造相關之研究場所。

表 14 富岡基地於開發計畫變更後面積分配表

| 土地使用項目與內容 | | | 土地使用編定 | 面積 (平方公尺) | 百分比 (%) |
|------------|--|---------|--------|--------------|------------|
| 使用項目 | 使用內容 | | | | |
| 軌道及設施 | 軌道、維修工場、月臺、倉庫、停車場及場內道路、污水處理廠、廢料、垃圾及資源回收區 | | 交通用地 | 280,450 | 63.25 |
| | 辦公大樓、訓練中心、餐廳及宿舍 | | | 21,121 | 4.75 |
| 行政及宿舍 | 外環道路 | | | 21,121 | 4.75 |
| 合計(交通用地) | | | | 301,571 | 68.00 |
| 綠地 | 綠 1 | 自然生態景觀區 | 國土保安用地 | 24,932.48 | 21.83 |
| | 綠 2 | 綠地 | | 71,855 | |
| 合計(國土保安用地) | | | | 96,787.48 | |
| 滯洪池及溜池 | 水 1 | 滯洪池 | 水利用地 | 36,138 | 10.17 |
| | 水 2 | 溜池 | | 8,939 | |

另可參考國外軌道研究測試中心及國內高鐵提出軌道技術研究中心發展計畫，可知若要成立一個完整軌道必須設置相關測試及實驗室，應至少包含以下所示，有些實驗室或培訓課程可委由國內外之學界或產業界來辦理，另可整合高鐵之軌道研究測試中心之實驗室，以避免有相同類型實驗室，造成資源分散。

1. 風洞試驗區
2. 轉向架研發及測試工場
3. 軔機與空氣壓縮裝置及測試工場
4. 集電裝置與供電系統研發及測試工場
5. 車輛動態行為研發及測試工場
6. 高速迴轉試驗裝置測試工場

除了上述設立軌道相關實驗室外，也應建立一個室外及隧道(室內)之測試軌來對整體系統運行做測試評估，因此此測試軌應含有以下方面：

表 15 直線及環形之測試軌

| | 直線測試軌 | 環形測試軌 |
|-------|--|---|
| 設施及用途 | 建設一條至少 1 公里以上之測試軌，來進行車輛加速、減速、定速等行駛需求及其他相關測試。 | 建設一條轉彎半徑 200 公尺、直線段 200 公尺之環形測試軌，且環形代表路徑無限長，列車可持續加速，若同時建置完備設備則可滿足各種動力車的運轉測試及關鍵零組件如轉向架、氣軔、推動馬達系統等測試。 |

捌、結論與建議

8.1 結論

1. 目前國外先進軌道國家對於軌道運輸系統在興建、營運、維修、機械性能監測及研發等，均須經過驗證及認證之程序，確認各項作業是否符合相關規範標準，然而我國仍缺乏明確軌道相關之標準，故難以說服業者納入採購考量，這也是目前國內推動軌道工業發展之主要障礙。
2. 我國未來軌道 IV&V 設立，不僅可建立軌道系統安全認證與驗證外，如結合技師簽證、監理制度與財團法人全國認證基金會(TAF, Taiwan Accreditation Foundation)之實驗室認證，這樣將可使我國軌道工業系統建立更加完善之認證體系，進而形成「認證產業」之興起，喚起國人對產品品質重視及要求，且建立相關證照、標章或規範標準及制度以確保軌道公共安全。
3. 建立我國軌道系統獨立系統驗證及認證制度固然重要，但積極培育軌道專業人才也是未來應努力之方向，我國目前鐵道專才多主要透過考試錄取者任用，其數量對於目前軌道環境仍屬缺乏，且維修技術能量相較國外仍有不足地方，軌道系統研發、測試部分則差距更大，因此未來若成立軌道相關研究、測試中心(如 Railway Research and Testing Center, RRTC)，配合產、官、學力量，開設相關課程以培訓軌道專才，甚至到國外觀摩學習，以培訓出更加專業之軌道專才。

8.2 建議

1. 交通部協助經濟部設立「財團法人軌道研究測試中心 RRTC」。以財團法人形式成立，相關人員任用、資金籌措來源、軌道相關技術人才培育等，可參考現行國外獨立系統驗證及認證機構(IV&V)，如日本鐵道綜合技術研究所 RTRI 實際運作情形，甚至其他領域如驗船中心(英國勞氏驗船協會(LR)及我國財團法人中國驗船中心(CR)，以供我國初期組織運作之參考。另外中心之工作人員組成必須涵蓋軌道相關安全認證之專業知識，才有足夠技術能量可執行軌道運輸系統安全認證相關之作業，且應定期派往國外相關獨立驗證及認證機構，觀摩學習驗證及認證各項作業程序和技能。
2. 軌道系統本身非常複雜且龐大，均由許多系統互相整合而成，故未來設立「財團法人軌道研究測試中心 RRTC」其定位乃先以軌道車輛零組件之驗證及認證為首要目標，使其產品能與國際標準接軌，並逐漸累積經驗，再朝向軌道系統 IV&V 目標前進。
3. 現行國內軌道零組件產業，雖有能力可自行生產，但缺乏國際標準規範，故有閉門造車之憾，因此未來「財團法人軌道研究測試中心 RRTC」成立後，且建立符合或引進國際標準，要求國內軌道產商定時派遣人員至 RRTC 學習國際標準技術規範，使得產品符合國際規定，進而帶動國內軌道產值。
4. 我國因軌道工業基礎起步較慢，相較其餘先進軌道國家對於相關設備或組件皆訂有其標準規範，故目前可透過修法來引進國際標準作為取捨與參考，對我國未來軌道工業標準之訂定將有所助益，且在建立我國軌道設備之國家標準並以法制化後，將使國內外軌道業者選擇產品有所依循，可確保系統設備及產品之品質、安全、等功能。
5. 落實「公共工程專業技師簽證規則」，針對軌道工業相關涉及範圍，如土建、機械、機電、通訊、車輛等系統及設備有關「設計」、「監造」等部分均實施技師簽證制度，再訂定獨立系統驗證及認證之法源依據，以作為推動軌道系統設備、相關零組件國產化之助力，奠定我國軌道工業之基礎。
6. 統合國內軌道技術能量，避免資源分散以致推動力量薄弱。高鐵局「軌道技術中心」與「鐵道工業驗證及認證中心 IV&V」未來將會擬定成立多項軌道相關研究室及測試工場，亦可能產生同質性之實驗室，造成資

源上浪費。故兩者間應相互協調，甚至部分實驗室可透過虛擬團隊之合作方式，委由學界、產業界來辦理，相關作業模式配套措施。

7. 綜觀世界可達技術輸出之軌道國家，可知無不以強大研發能力及技術能力作為後盾。故我國未來不僅以 IV&V 成立為目標，也應重視軌道專業人才培育部分，故在交通部底下建議成立「鐵道學院」，結合產、官、學、研之力量，建立培養軌道專才制度，藉由所開設訓練課程培訓軌道專才，訓練且經過測驗通過者將可取得相關證照，再利用網際網絡建立我國軌道人才資料庫，做為我國民、公軌道企業所任用之管道，以提昇我國軌道產業能力。

附錄-國內軌道車輛技術能力

表 16 輕軌電車研製、組裝、測試技術參與廠商

| 編號 | 廠商名稱 | 編號 | 廠商名稱公司 |
|----|--------|----|------------|
| 1 | 中鋼公司 | 22 | 巨科公司 |
| 2 | 漢翔公司 | 23 | 台灣康旭公司 |
| 3 | 唐榮公司 | 24 | 台灣瑞侃公司 |
| 4 | 隆成發公司 | 25 | 太平洋電線電纜公司 |
| 5 | 六和機械公司 | 26 | 台灣日光燈公司 |
| 6 | 東元電機公司 | 27 | 大億交通公司 |
| 7 | 台朔重工公司 | 28 | 尚程公司 |
| 8 | 中台橡膠公司 | 29 | 國祥公司 |
| 9 | 泰元鋼鐵公司 | 30 | 華美公司 |
| 10 | 同榮公司 | 31 | 中國菱電公司 |
| 11 | 元生鋁業公司 | 32 | 恩良公司 |
| 12 | 力霸公司 | 33 | 凌特公司 |
| 13 | 永康玻璃公司 | 34 | 中鼎工程公司 |
| 14 | 嘉成億公司 | 35 | 隆都鋁業公司 |
| 15 | 台安電機公司 | 36 | 強化塑膠協會 |
| 16 | 亞力電機公司 | 37 | 中華軌道工業發展協會 |
| 17 | 亨利公司 | 38 | 台灣科技大學 |
| 18 | 肇源公司 | 39 | 中正大學 |
| 19 | 國橋電機公司 | 40 | 中華技術學院 |
| 20 | 安沅公司 | 41 | 工研院材料所 |
| 21 | 立峰井公司 | | |

資料來源：高鐵局「推動設置軌道運輸系統研發機構」，90年

以下為輕軌電車各項零組件的研發、製作、組裝、測試相關配合廠商
及產品規格的相關資料：

表 17 主件名稱及編號：動力轉向架 (A1)

| 項次 | 料件名稱 | 組／ 零件 | 規格 | 數量 | 配合 單位 | 技術 能力 | 備考 |
|----|---------------|----------|--|----|----------------------|----------|---------------------------|
| 1 | 主框架 | 組件 | 鋼製焊接件，參考設計圖 | 2 | 中鋼公司 | 自製 | 中科院提供設計圖 |
| 2 | 傳動系統 | 組件 | 傳動軸直徑：120Φ 車輪直徑：660Φ，具 防滑及減震功能 | 4 | 中鋼公司 | 自製 | 傳動軸、軸聯器、車輪組(2組) |
| 3 | 齒輪箱組 | 組件 | 可逆轉，齒輪比：6.67 | 4 | 台塑重工 | 自製 | 齒輪箱 |
| 4 | 牽引馬達組 | 組件 | 三相感應非同步馬達，具再生系統可逆轉 尺寸：Max.440Φ×600L，最大輸出功率：140kW 額定轉速：2000rpm，馬達功能需滿足規格 | 4 | 東元電機 | 自製 | 馬達及馬達煞車 |
| 5 | 變頻器組 | 組件 | 盤外壁掛型 NEMA1，440V，200HP | 2 | 東元電機 | 自製 | 參考設計圖 |
| 6 | 機械式煞車及控制組 EBC | 組件 | 時速 7 公里以下作用，碟式常閉型制動器 | 8 | 六和機械 SAB WABCO | 技術合作 | 油壓煞車，油壓及管線組，來令片控制器由漢翔公司開發 |
| 7 | 再生式煞車及控制組 | 組件 | 以再生系統產生電磁力，煞車功能需滿足規格 | 4 | 東元電機 SAB WABCO | 自製 | 再生電磁煞車控制器由漢翔公司開發 |
| 8 | 電磁軌道煞車及控制組 | 組件 | 以電磁力吸住軌道，煞車功能需滿足規格 | 4 | 電機聯盟 | 自製 | 具升降機構控制器由漢翔公司開發 |
| 9 | 懸吊系統 | 組件 | 主懸吊：橡膠彈簧，載重範圍：4公噸至7公噸，最大變形量：15mm | 2 | 中台橡膠 泰元 | 自製 | 主緩衝器(4組)、次緩衝器(4組)、緩衝器 |

| 項次 | 料件名稱 | 組／零件 | 規格 | 數量 | 配合單位 | 技術能力 | 備考 |
|----|-----------------|------|--|----|------|------|---------|
| | | | 次懸吊：金屬彈簧及阻尼器，載重範圍：2.5公噸至6公噸，最大變形量：60mm | | 鋼鐵 | | 座 |
| 10 | 灑沙器組 | 組件 | 容量：60公升，出口管徑：6/8英吋，填入口大於：150×150mm | 4 | 中鋼公司 | 自製 | 含支架、控制閥 |
| 11 | 車體接合機構 | 組件 | 參考設計圖 | 2 | 中鋼公司 | 自製 | 配合車體共用 |
| 12 | POWER CONVERTER | 組件 | 參考設計圖 | 4 | 力佳興業 | 自製 | 漢翔公司協調 |

資料來源：高鐵局「推動設置軌道運輸系統研發機構」，90年

表 18 主件名稱及編號：無動力轉向架 (A2)

| 項次 | 料件名稱 | 組／零件 | 規格 | 數量 | 配合單位 | 技術能力 | 備考 |
|----|---------------|------|---|----|-------------------|------|----------------------------|
| 1 | 主框架 | 組件 | 鋼製焊接件，參考設計圖 | 1 | 中鋼公司 | 自製 | 中科院提供設計圖 |
| 2 | 傳動系統 | 組件 | 傳動軸直徑：120Φ 車輪直徑：660Φ，具防滑及減震功能 | 2 | 六和機械 SAB WABCO | 自製 | 傳動軸、軸聯器、車輪組(2組) v-WHEEL |
| 3 | 機械式煞車及控制組 EBC | 組件 | 時速 7 公里以下作用，碟式常閉型制動器 | 4 | 六和機械 SAB WABCO | 技術合作 | 油壓煞車，油壓及管線組，來令片控制器由漢翔公司開發 |
| 4 | 電磁軌道煞車及控制組 | 組件 | 以電磁力吸住軌道，煞車功能需滿足規格 | 2 | 電機聯盟 | 自製 | 具升降機構控制器由漢翔公司開發 |
| 5 | 懸吊系統 | 組件 | 主懸吊：橡膠彈簧，載重範圍：4公噸至7公噸，最大變形量：15mm 次懸吊：金屬彈簧及阻尼器，載重範圍：2.5 | 1 | 中台橡膠 泰元鋼鐵 | 自製 | 主緩衝器(4組)、次緩衝器(4組)、緩衝器座 |

| 項次 | 料件名稱 | 組／零件 | 規格 | 數量 | 配合單位 | 技術能力 | 備考 |
|----|--------|------|---------------------|----|------|------|--------|
| | | | 公噸至 6 公噸，最大變形量：60mm | | | | |
| 6 | 車體接合機構 | 組件 | 參考設計圖 | 1 | 中鋼公司 | 自製 | 配合車體共用 |

資料來源：高鐵局「推動設置軌道運輸系統研發機構」，90 年

表 19 主件名稱及編號：車體 (A3)

| 項次 | 料件名稱 | 組／零件 | 規格 | 數量 | 配合單位 | 技術能力 | 備考 |
|----|-------------|------|---------------------------------|----|---------|------|-------------------------------|
| 1 | 鋁合金車身主結構及蒙皮 | 組件 | 參考設計圖 | 2 | 隆成發公司 | 自製 | 工研院提供設計圖 |
| 2 | 不銹鋼車身主結構 | 組件 | 參考設計圖 | 1 | 唐榮公司 | 自製 | 工研院提供設計圖 |
| 3 | 車頭及駕駛座艙 | 組件 | 參考設計圖 | 2 | 永康玻璃膠公司 | 自製 | 工研院提供設計圖 |
| 4 | 不銹鋼蒙皮 | 組件 | 參考設計圖 | 1 | 唐榮公司 | 自製 | 工研院提供設計圖 |
| 5 | 強化纖維蒙皮 | 組件 | 參考設計圖 | 1 | 永康玻璃膠公司 | 自製 | 工研院提供設計圖 |
| 6 | 車門及控制系統 | 組件 | 電動對開式 寬度：1500mm 高度：1900mm | 6 | 中國菱電 | 自製 | 含門機系統及門機控制，控制器由漢翔公司開發 |
| 6 | 內裝系統 | 組件 | 參考設計圖 | 3 | 同榮公司 | 自製 | 座椅，上、下側板，照明設備，車窗，地板（含隔音），空調設備 |
| 7 | 車體接合機構 | 組件 | 參考設計圖 | 1 | 中鋼公司 | 自製 | 配合轉向架共用 |
| 8 | 聯結器 | 組件 | 參考設計圖 | 6 | 全鋒實業 | 技術合作 | 工研院提供設計圖 |

資料來源：高鐵局「推動設置軌道運輸系統研發機構」，90 年

表 20 主件名稱及編號：電力及控制系統 (A4)

| 項次 | 料件名稱 | 組／零件 | 規格 | 數量 | 配合單位 | 技術能力 | 備考 |
|----|---------|------|------------------------------|----|------|------|--|
| 1 | 集電弓 | 組件 | 750VDC, overhead wire, 參考設計圖 | 1 | 全鋒實業 | 技術合作 | |
| 2 | 避雷器 | 組件 | 參考設計圖 | | | 自製 | |
| 3 | 真空斷路器 | 組件 | 參考設計圖 | | | 自製 | |
| 4 | 主變壓器 | 組件 | 參考設計圖 | | | 自製 | |
| 5 | 整流器 | 組件 | 參考設計圖 | | | 自製 | |
| 6 | 主控制盤 | 組件 | 參考設計圖 | 2 | | 自製 | 漢翔公司提供設計圖 |
| 7 | 儀表板 | 組件 | 參考設計圖 | 2 | | 自製 | 漢翔公司提供設計圖 |
| 8 | 牽引馬達控制器 | 組件 | 參考設計圖 | | | 自製 | 漢翔公司提供設計圖 |
| 9 | 速度控制器 | 組件 | 參考設計圖 | 2 | | 自製 | 漢翔公司提供設計圖含負載感應器、速度感應器、加速度感應器、軸轉速計、馬達轉速器 |
| 10 | 煞車控制器 | 組件 | 參考設計圖 | 2 | | 自製 | 漢翔公司提供設計圖含行車煞車、替代煞車、緊急煞車、安全煞車、停車煞車、暫停煞車等煞車程序 |
| 11 | 電池及充電組 | 組件 | 24VDC or 110VDC | 3 | | 自製 | 漢翔公司負責 |
| 12 | 門機控制器 | 組件 | 參考設計圖 | 6 | | 自製 | 漢翔公司負責 |

資料來源:高鐵局「推動設置軌道運輸系統研發機構」, 90年

表 21 主件名稱及編號：信號系統 (A5)

| 項次 | 料件名稱 | 組／零件 | 規格 | 數量 | 配合單位 | 技術能力 | 備考 |
|----|--------|------|-------|----|------|------|---------------------------|
| 1 | 警示系統 | 組件 | 參考設計圖 | 2 | | 自製 | 漢翔公司提供設計圖含聲、光警示、煞車指示燈、尾燈等 |
| 2 | 播音系統 | 組件 | 參考設計圖 | 1 | | 自製 | 漢翔公司提供設計圖 |
| 3 | 到站顯示系統 | 組件 | 參考設計圖 | 1 | | 自製 | 漢翔公司提供設計圖 |
| 4 | 警醒系統 | 組件 | 參考設計圖 | 2 | | 自製 | 漢翔公司提供設計圖 |

資料來源：高鐵局「推動設置軌道運輸系統研發機構」，90年

玖、參考文獻

- [1] 【2012 年運輸政策白皮書】
- [2] 【2013 年「交通是美好生活的連接者」】
- [3] 【2014 鐵路建設十年綱要計畫】
- [4] 【2014 年交通部運輸產業論壇】
- [5] 臺鐵局網站
- [6] 高鐵局「推動設置軌道運輸系統研發機構」，90 年
- [7] 交通部高速公路工程局-軌道技術研究中心發展計畫
- [8] 鐵道工業推動籌備委員會簡報
- [9] 維基百科 wikipedia
- [10] 獨立驗證考察-廖崑亮
- [11] 獨立驗證與確認制度對我國軌道系統安全之影響-陳建財
- [12] 軌道運輸系統之系統保證機制研究-李陽琛、吳翼貽
- [13] ARTC 成立沿革與簡介
- [14] 軌道運輸系統保證作業探討-李應雄
- [15] 鐵路安全管理規則—獨立驗證和認證(IV&V)-李仁軒、李正剛
- [16] 驗證與認證體制的研究-高煜南
- [17] 德國萊因 TÜV 大中華區網站
- [18] 淡海輕軌獨立驗證及認證
- [19] 英國軌道產官學考察-林松沂
- [20] 鐵路安全監理制度之回顧 - 李治綱、賴勇成
- [21] 富岡電聯車基地開發計畫
- [22] Simon Zhang, Human Factors in the Development of Safety-Critical Railway Systems, 2012