



輕軌車輛零組件國產化及在地維修化

新北市捷運工程局局長 / 李政安
台灣車輛股份有限公司專案工程師 / 范群忠
新北市捷運工程局工程員 / 林仁國

關鍵字：軌道產業、輕軌車輛、國車國造、零組件國產化、在地維修、國產化百分比

摘要

長期以來，國內軌道車輛與機電系統多採取國際標，國內相關廠商皆因實績不足導致標案大部分皆由國外廠商得標，且國外廠商亦考量避免產生未來之競爭者而未將相關技術轉移合作廠商，新北市政府藉由輕軌系統之採購策略，擴大市場規模吸引國內廠商投資，藉由導入完整之設計體系，建立我國軌道工業獨立自主與解決人才不足之困境。

淡海輕軌及安坑輕軌列車為台灣車輛股份有限公司與德國設計公司合作，採用設計買斷之方式，以國車國造為目的導入之設計圖自行尋找合適之搭配廠商生產。延續國產化的發展，不僅提供國內廠商擴大參與建設之機會，使未來維修及後續採購更具彈性。後續安坑輕軌以淡海輕軌合約採取後續擴充方式，採購同型列車與機電系統並以整體路網規劃單一機電系統為基礎，藉以降低設備

系統維護費用，朝向輕軌系統單純化、最佳化及本土化，扶植並帶動國內輕軌相關產業，拓展在地生產市場，達成節省建造經費、提升經濟效益之目標。

目前國產化之成效評估，透過淡海輕軌列車案國產化百分比約22%，主要是散料等小型零組件之國產化；後續安坑輕軌列車案國產化百分比則由約22%增加至約42%，主要是大型料件及設備之國產化。

一、前言

臺灣的城市發展往往深受交通運輸所影響，從海運、鐵路、公路、高速公路到高鐵時代，城市發展均朝向車站樞紐中心來發展。雖已發展至今，國內仍面臨城市交通壅塞、偏鄉交通不便、私人運具持有比例高、公共運輸量提升已達瓶頸等課題，就全國鐵路網之建置，包括骨幹、城際、都會內鐵道



建設做全面性規劃，並打造更普遍之軌道系統，已成為臺灣後續發展不能缺席之一部分。

其中，臺灣軌道之車輛經常性由國外廠商標得，國內廠商僅能獲得小部分產品或勞務訂單。所幸的是，國內車廠藉由與國外車輛廠商合作組裝車輛，逐步累積起軌道電聯車車廂之設計及製造能量，並與廠商形成了長期的夥伴關係，期間執行了多次車輛設計之技術轉讓，使其逐步發展成為具有設計製造能力之公司。

自政府於2009年7月簽署政府採購協定（Agreement on Government Procurement，簡稱GPA），並於2012年起取消軌道產業之工業合作計畫（Industrial Cooperation Program，簡稱ICP）後，國內軌道車輛產業廠商須憑自身競爭力與國外廠商爭取合作。為了將核心技術留在臺灣、建立產業鏈、提升本地需求與就業機會，因此必須更進一步在標案中不斷提升技術能力與國外軌道車輛廠競標。惟往往採購單位於投標資格中要求特定期間內一定數量或金額之主標實績，使國內軌道產業始終處於低迷狀態。

直至2014年新北市政府開放採認國內廠商實績，且順利由中國鋼鐵股份有限公司結合國內各工程單位組成團隊標得淡海輕軌一案，此為國內軌道產業發展奠定基石，亦是後來「國車國造」理念的發軔。

二、輕軌列車國產化促成契機

國內軌道產業至今仍大部分仰賴國外廠

商，相關設備及零組件皆完全綁定國外特定廠商，幾近原裝進口，雖省去向世界各地廠商詢價之麻煩，卻也換來極高之造價及後續維護成本。

淡海輕軌運輸系統為國內第一條「國車國造」計畫，新北市政府藉由將新北市淡海、安坑及八里等輕軌系統，採後續擴充的方式擴大採購規模，吸引國外廠商進入，使各輕軌系統設計單純化，以便利國內廠商能建立本土化軌道產業。為提昇機電系統維修效能（即設備維修在地化、降低維修成本），新北市政府亦參考工業合作之精神，由廠商自行提報其機電系統之各子系統預計提昇維修效能之項目及其預定金額，藉此了解廠商預定於國內生產製造零組件或設備比例、技術轉移之程度，及車輛在地組裝製造之構想，除有利未來執行時能降低營運維修成本，亦可促進國內輕軌產業發展升級。

其中，台灣車輛股份有限公司為臺灣軌道車輛之領頭羊，為準備國產化車輛所需具備之能力，於技術轉移、軟體環境、驗證認證、海外受訓、生產線建置及測試廠房與設備方面投資超過6億元，更直接由國內車廠執行原型車之製作及後續驗證與調修工作，目的就是為未來的「國車國造」鋪路。

輕軌車輛主要關鍵技術包含模組化車體、低底盤轉向架、牽引動力與能量儲存裝置等，台灣車輛股份有限公司從德國著名之車輛設計公司全面導入輕軌車體、轉向架、艙裝、電裝及內裝等設計、製造與驗證技術，經由此技術移轉方式不僅可充分掌握關鍵技術，提高產品自主性且充分掌握採購關



鍵子系統（如牽引與儲能裝置）與零組件之主導權，更可以使營運單位對於後續之維修可大幅降低成本及縮短維修時程。

三、輕軌列車國產化策略

（一）國內輕軌列車之各系統能力

為便於了解國內軌道列車之優勢及欠缺之能力將車輛簡化分成五大類，包含車體；內裝、照明、空調系統等；轉向架；煞車系統；推進系統，並將車輛生產之各階段能力分析製成對照表，如表1。

由表可知，國內廠商在車體部分已具備一定程度以上之能力；在內裝、照明、空調系統等部分具有部分能力；轉向架部分，除設計外有一定程度以上之能力；其餘煞車系統及推進系統僅於組裝及測試有部分能力外，其餘仍不具備能力。因此，國內輕軌列車在各系統之自主能力仍有成長空間。

（二）國產化百分比計算

為使國產化成效能具體展現，本文採取量化方式說明，透過將其國產化換算成百分

表 1 輕軌列車生產之各階段能力對照表

項次	項目	設計	製造	組裝	測試
1	車體	◎	●	●	◎
2	內裝、照明、 空調系統等	◎	◎	◎	◎
3	轉向架	○	◎	●	◎
4	煞車系統	○	○	◎	◎
5	推進系統	○	○	◎	◎

註：○不具能力；◎具部份能力；●具完整能力

比進行計算有助於判斷執行之成效，並可分類作為國產化先後順序之依據。

國產化百分比計算式如後：總採購金額為分母，各設備/材料之價格為分子，換算出各分項之分率，即可得出該設備/材料之百分比。

國產化百分比如下列算式：

$$\frac{\text{設備/材料價格 (外幣換算成新台幣; NTS)}}{\text{採購總金額 (新台幣; NTS)}} = \text{國產化百分比(\%)}$$

此需注意之處有三項重點：

1. 關鍵技術之設備價格較為昂貴（意指難度越高，並為國外廠商獨佔），價格與策略國產化成效之重要性成正比，故不另計算其加權指數。
2. 國產化成功之項目，亦不會將其分母及分子價格替換成國內廠商價格，一方面將失去國產化重要性之闡釋，且可能造成低估成效。
3. 國內車廠組裝、設計等國產化項目，因不易量化，本文不納入計算。

（三）國產化策略目標

依上述（一）、（二）說明為基準，作為國產化目標訂定之依據。為使國產化可確實執行，將其目標制訂為近程及遠程之策略方式逐步拓展，如下說明。

1. 短期目標

- (1) 國外廠商合作，建立臺灣與國外技術公司的信賴合作關係，奠定拓展相關產業的技術輸入基礎（如：零組件生產技術



輸入)，讓輕軌產業在臺灣扎根，並進行一定程度以上之技術轉移。

- (2) 輕軌車輛國內生產亦可同時進行技術人員培訓，並利於就業市場發展，如車輛生產所需原料（金屬素材、機械加工、複合材等產業），造就至少千人以上就業人口，逐步形成生產供應鏈。
- (3) 以實際輕軌列車案逐案提升設計能量，隨設計能量提升（預期與輕軌案大小及規模成正比），將可提升軌道相關產業品質，有助於RAMS（可靠性、可用度、維護度、安全度）展現之提升與穩定。
- (4) 維修保養相關之國產化，將定期更換之耗材及周邊設備（如生產耗材之設備）

一併國產化，未來可轉由國內供應，提升整體軌道車輛產業鏈之價值。

2. 長期目標

- (1) 提升國內測試驗證能力，第三方驗證轉由國內具公信力單位進行。
- (2) 統一輕軌產業規格便於未來輕軌系統之整合，並提升國內市場需求量。

四、淡海輕軌 - 國產化 1.0

(一) 由小至大逐步推動零組件國產化

淡海輕軌列車為全臺灣第一個國內生產的輕軌列車案（路網規劃圖如下；圖1），最



圖 1 淡海輕軌路網規劃圖



初僅能由原國外設計公司直接選配其熟悉廠商，因此初期除了部分之碳鋼及不鏽鋼材外，幾近等同國外產品。基於設備及材料由國外進口十分昂貴，且國外各設備交期普遍至少半年起至一年不等，因此於淡海輕軌列車生產初期即著手國產化之進行。

國產化採用的策略為由小至大、由易至難逐步推動方式，從小型零件開始，尋求國內現有的廠商直接購入以替換掉國外進口，較簡易之連接組件則找材料廠商依圖製造，設備等難度較高恐難以於淡海輕軌列車上實現之部分，則於國內軌道車輛廠商生產輕軌列車時即開始洽詢具國內軌道實績之設備廠商開始研發，並連結工業技術研究院等研究單位協助尋求合適的合作廠商共同研發，為

未來國內輕軌列車國產化市場開始作準備。

(二) 淡海輕軌列車國產化成效

淡海輕軌列車案因新北市政府與台灣車輛股份有限公司於執行初期即刻進行國產化的推動，才可於淡海輕軌15列車生產完畢時，由最初僅少量板材國產化至最終增加為約22%。淡海輕軌先從國內已有生產之板材、散料（螺絲等）進行，再將有軌道車輛零組件生產經驗之廠商拉入開發（如空調設備，於後續安坑輕軌案實現國產化之開發），部分無國內軌道車輛實績但已是國際大廠亦尋求合作開發材料完成（如車頭玻璃纖維強化塑膠（FRP）等）。

淡海輕軌國產化成果量化說明如表二，

表 2 淡海輕軌國產化進度

項次	項目	已國產化百分比
1	車體 - 車體結構	6.0%
2	車體 - 車體飾板料件	0.3%
3	車體 - 緊固件、散料及組裝	1.7%
4	車頭 - 玻璃纖維強化塑膠（FRP）	1.5%
5	風道料件	0.2%
6	接線箱	0.3%
7	扶手、行李架、吊環	0.8%
8	車門料件	0.2%
9	配電盤	2.0%
10	車內設施散料及組裝	0.4%
11	推進系統電纜、接頭及組裝	1.9%
12	轉向架結構體	4.2%
13	轉向架懸吊、避震、其他設施等	0.3%
14	閉路電視（CCTV）	1.4%
15	部分油漆	0.3%
16	其他（所有支架、管路、貼紙等散料）	0.3%
淡海輕軌列車案百分比加總		21.8%



圖 2 淡海輕軌列車營運照片

其百分比加總後國產化比例共21.8%（約22%），後續淡海輕軌綠山線於107年12月24日營運通車後（營運照片如下；圖2），其國產化零組件並無出現重大問題，且因屬國內廠商製造，相關疑慮之部分在反應的同時即可獲得解決及應對。而尚未於淡海輕軌列車進行國產化之部分，如集電弓等關鍵技術設備，則須待國外廠商遠端分析或抵台進行檢

測解決，除無法立即解決問題外，此亦導致營運單位維護及處理問題之困難，故新北市政府與台灣車輛股份有限公司持續不間斷地找尋國內技術廠商進行合作討論。

五、安坑輕軌列車 - 國產化 2.0

（一）淡海輕軌列車案後續

淡海輕軌列車案於初期即開始謀求國產化的潛力廠商，雖陸續開始洽談合作，但由於開發不易，且其耗費時間長（如與工業技術研究院洽談數項材料之國產化開發，材料的分析與開發可行性評估即耗費半年以上時間），故無法於淡海輕軌中完成國產化，但開發成效於安坑輕軌列車案即可陸續展現（路網規劃圖如下；圖3），如空調機等重要設備開發成功等。

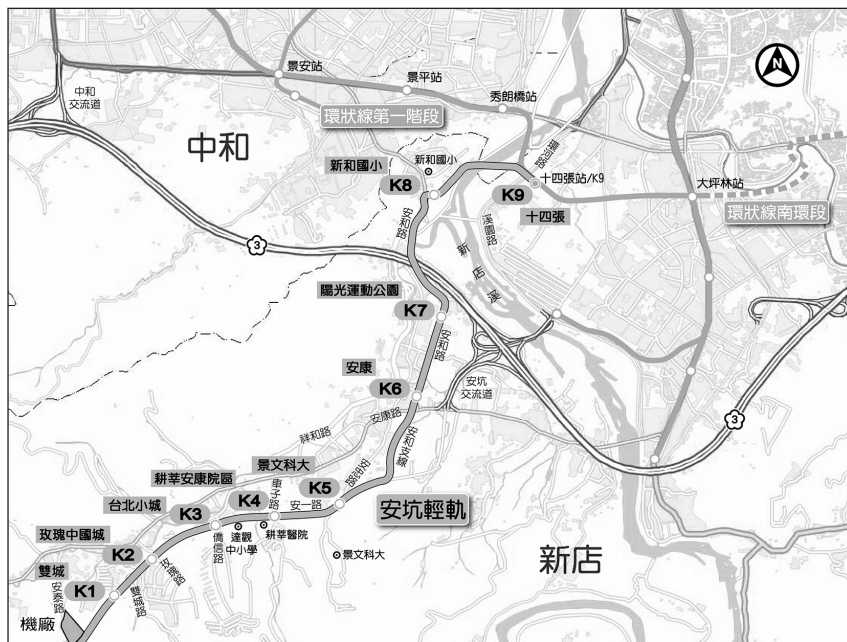


圖 3 安坑輕軌路網規劃圖



為免除國內設備或材料的生產可能有不
如國外產品的疑慮，新北市政府要求將所有
國產化項目皆需通過原國外設備或材料的檢
測項目及符合國際相關標準，部分項目如工
業技術研究院開發的地板及外板等，甚至具
有更優化的條件，為安坑輕軌國產化的重大
突破。

(二) 安坑輕軌國產化成效

安坑輕軌列車案之國產化推動承繼淡海
輕軌列車案，部分淡海輕軌列車案執行即投
入國產化之開發於本案完成，如空調（實際安
裝照片如下；圖4）、地板、外板等項目，除
前述項目外，本案也因淡海輕軌列車案營運
狀況回饋為國產化開發依據；另外也將國外
無法生產的項目改轉為國內開發，如香檳金
之油漆材料（實際成果照片如下；圖5）。經

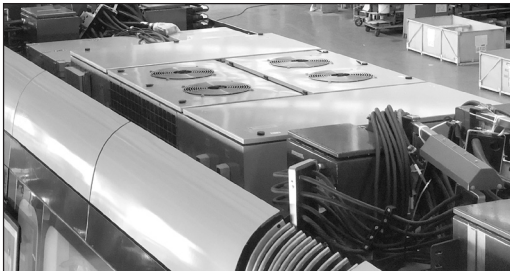


圖 4 國產化空調機



圖 5 安坑輕軌列車（香檳金塗料）

由漸進式國產化的共同成果，使得國產化百
分比成效較淡海輕軌列車案增加為約20%。

安坑輕軌國產化成果量化說明如表3，

表 3 目前整體國產化進度

項次	項目	已國產化百分比
淡海輕軌列車案國產化百分比		
1	車體 - 車體結構	6.0%
2	車體 - 車體飾板料件	0.3%
3	車體 - 緊固件、散料及組裝	1.7%
4	車頭 - 玻璃纖維強化塑膠 (FRP)	1.5%
5	風道料件	0.2%
6	接線箱	0.3%
7	扶手、行李架、吊環	0.8%
8	車門料件	0.2%
9	配電盤	2.0%
10	車內設施散料及組裝	0.4%
11	推進系統電纜、接頭及組裝	1.9%
12	轉向架結構體	4.2%
13	轉向架懸吊、避震、其他設施等	0.3%
14	閉路電視 (CCTV)	1.4%
15	部分油漆	0.3%
16	其他 (所有支架、管路、貼紙等散料)	0.3%
淡海輕軌列車案百分比加總		21.8%
安坑輕軌列車案國產化百分比		
17	空調	5.0%
18	車頂板	2.4%
19	內裝板玻璃纖維強化塑膠 (FRP)	4.8%
20	地板布	0.2%
21	地板	1.5%
22	客室座椅	0.5%
23	玻璃	0.1%
24	外板	2.2%
25	車內照明	0.8%
26	油漆	0.8%
27	電線電纜	1.8%
安坑輕軌列車案百分比加總		20.1%
整體國產化進度		41.9%



圖 6 淡海、安坑輕軌國產化高強度塑膠材質座椅

其與淡海輕軌比較後增加百分比約共20.1%（約20%），透過新北市在建工程之淡海輕軌列車案及安坑輕軌列車案，國產化百分比已達41.9%（約42%）。

（三）淡海輕軌列車設計精進回饋

本案中值得一提的是，安坑輕軌列車案在淡海輕軌列車案後期試營運時即開始進入設計階段，營運中所有獲得的意見反饋、缺失問題皆可於安坑輕軌列車設計藍圖上進行精進。舉例來說，淡海輕軌原座椅材質設計使用鋁板表面貼人工皮呈現，原意是為提供更佳的旅客搭乘體驗，惟人工皮設計較不耐旅客隨身鑰匙、背包金屬扣件或牛仔褲鈕扣等刻劃問題，造成部分座椅出現磨耗破皮的狀況，進而影響使用壽命，因此安坑輕軌國產化設計階段改採高強度塑膠材質，除表面質感亦納入乘坐防滑問題及耐刻劃強度，同時也一併將淡海輕軌列車座椅全面優化為相同材質（實際照片如下；圖6）。

六、未來面臨之挑戰

（一）目前情形

綜上，淡海輕軌列車案及安坑輕軌列車案之國產化已有相當成效，但隨著國產化百分比的提升，國產化難度也逐步攀升。雖然國內軌道產業實績、產製能量等皆已具備，且中央政府亦推動前瞻計畫助瀾國產化的成績，惟國內輕軌車輛仍僅具簡易自主設計能力、市場規模使多數國內供應商望之卻步等卻也是未來持續進行國產化最大的阻礙，該相關之優勢、劣勢、機會、威脅等，於此進行強弱危機（SWOT）分析，如下表4中說明。

（二）精進方向之建議

目前輕軌列車多數採用系統性設備（例：車門系統、集電弓系統、轉向架系統…等），其關鍵技術大部分均受制於國外廠商，國內



表 4 國產化對於優勢、劣勢、機會、威脅進行 SWOT 分析

優 勢 (Strength)	劣 勢 (Weakness)
1. 國內軌道車輛產製實績已建立。 2. 國內軌道車輛產製能量初步建立。 3. 具備配合現有系統即時調整能力。	1. 車門系統、轉向架系統、推進系統、煞車系統等僅簡易設計與選配能力。 2. 系統及機電整合設計能力尚待加強。 3. 供應鏈體系尚未完整。 4. 國內廠商研發及製造設備不足。 5. 設備零組件國產化智慧財產權問題。
機 會 (Opportunity)	威 脅 (Threat)
1. 國內軌道車輛市場增加 - 前瞻計畫。 2. 東南亞國家市場需求增加。	因數量與市場規模考量而降低國產化意願。

產業尚未掌握技術，無論是透過中央單位媒合或是地方政府推動，給予國內廠商或研發單位適時協助相當重要，如下列建議：

1. 扶持國內具備產品檢測能力等相關研究機構建立輕軌車輛零組件之測試驗證能力，除將國外技術帶入國內外，並取得可於國內之測試驗證資格。
2. 藉由國產化佔比及通用規格，整合各地輕軌採購需求，提升國內軌道產業技術能量並擴大市場規模，則國產化比例可望大幅度提升。

目前國內已設立交通部鐵道局，以協助整合各系統規格並訂定出標準作為第一步，而新北市政府將持續進行八里、五泰、深坑及泰板等本市輕軌建設。未來全台輕軌列車倘皆採用淡海輕軌之相同規格，國產化比例將更有機會（甚至提前）達到50%。

全國各路線興建輕軌列車規模預計約為

217輛，在採購時程及需求明朗且商機規模巨大的條件下，國內廠商及研究單位將較有足夠的市場誘因進行系統性設備的開發，使國外進口直接轉由內需，國產化比例預期可躍進式提升，亦可有更大的優勢於後續維修保養及擴充，同時具有更高的優化自由度及開發空間。

七、結論及未來展望

經過淡海輕軌列車案的努力，新北市政府以策略化之較簡易的、可取得性高的優先執行，將國內本來就有生產且較簡易的組件改由國內購入，並督導台灣車輛股份有限公司在特殊材料與國內廠商合作開發有了初步成效，淡海輕軌案國產化提升為21.8%（由最初國產化3%增加18.8%）；安坑輕軌列車案則陸續完成需要專業技術及能力才能開發的設備及材料。另外，國內研發之設備與其他國外設備也在不斷修改及測試下完成了整列車之系統整合，將國產化僅花了3年即達到41.9%（增加20.1%）。



新北市政府除持續媒合台灣車輛股份有限公司與適合廠商協同合作外，另對未來遠景預計採行以下策略，以便逐步擴大並強化目前之供應鏈雛型：

1. 政府單位協助業者共同合作開發輕軌車輛零組件。
2. 建立輕軌車輛零組件之測試驗證能力。
3. 提升國內軌道產業技術能量並擴大市場規模。

國車國造之本意在於打破國內軌道產業長期受外商壟斷系統技術，以降低建置、營運及維修成本為出發點，並非整列車都由國內廠商進行生產製造。政府需提供足夠之在地內需市場，國內廠商全力投入進行開發，並建立驗證軌道列車諸多核心設備之能力如車門系統、煞車系統、推進系統等具有安全相關之需求為第一要務，方可突破目前現況。

從這些經驗下可得知，新北市輕軌網絡並不是國車國造的起點與終點，而是作為促成國車國造發展的推手，不僅止於此，淡海輕軌問題均將回饋到安坑輕軌等其他後續擴充路線加以精進，期盼中央及地方能持續與軌道產業相關廠商共同謀求一致共識，以促進整體軌道產業發展，目標在未來臺灣的軌道產業也可以在國際上駐足一席之地。

參考文獻

1. 淡海輕軌運輸系統綜合規劃報告書，新北市政府捷運工程局，https://www.dorts.ntpc.gov.tw/home.jsp?id=111&parentpath=0,6&mcustomize=download_view.jsp&dataserno=201802140001&t=null&mserno=201801170002。
2. 安坑線輕軌運輸系統暨周邊土地開發綜合規劃報告書，新北市政府捷運工程局，https://www.dorts.ntpc.gov.tw/home.jsp?id=111&parentpath=0,6&mcustomize=download_view.jsp&dataserno=201802070109&t=null&mserno=201801170001。

3. 新北市政府捷運工程局資訊網，<https://www.dorts.ntpc.gov.tw/>。
4. 輕軌系統採購作業指引，交通部鐵道局資訊網，<https://www.rb.gov.tw/showpage.php?lmenuid=45&smenuid=311&tmenuid=215&pagetype=0>。
5. 低底盤輕軌車輛設計及系統整合技術，經濟部工業局工業合作推動小組，<https://www.icpo.org.tw/Page.aspx?ID=24cf6203-53ca-41ea-9a29-0889292fe843>。
6. 社團法人中華軌道車輛工業發展協會資訊網，<http://www.crida.org/>。
7. 輕軌列車國產化 - 淡海輕軌「國車國造」，循軌·尋軌 - 臺灣軌道的根與芽 (p.292-p.294)，台灣軌道工程學會，108年6月。