

# 捷運木柵線：移入的大型科技系統與在地交通建設網絡的共造

張國暉

本文透過科技研究的大型科技系統觀點，檢視台灣從 1980 年代起如何打造台北捷運系統木柵線。本文分析台灣戰後交通建設網絡與移入大型運輸科技系統間之銜接、對峙與轉變等關係，嘗試從科技解釋社會的視角，觀察台灣交通建設網絡的轉型。本文爭論由先進國移植的運輸科技系統，除影響台灣工程社群反應出素樸現代性詮釋，也造成一連串實作問題及失序現象，並以其科技動量拖動在地交通建設網絡轉變。然而，本土脈絡亦將這些轉變賦予在地特質，其中本土工程師們逐步建立專業的特定方向與內涵，培養自身成為專業業主。他們除有效「定義問題」外，並平衡與國外系統提供商之間關係，驅動國內營造業及工程設計顧問業的技術提升，更影響社會相關網絡與被移植的大型科技系統「共同解決問題」。本文木柵線案例研究，填補大型科技系統觀點未提「在地既存網絡」與「外來完備系統」間衝擊及磨合現象，未來應值投入更多此類案例跨國研究，為現有大型科技系統觀點擴展理論性知識。

**關鍵字：**台北捷運、木柵線、大型科技系統、交通建設、共造

---

張國暉：國立台灣大學國家發展研究所助理教授（Email: changk@ntu.edu.tw）

《科技、醫療與社會》第 22 期，頁 159-224，2016 年 04 月出版。

投稿日期：2015 年 03 月 18 日；修訂日期：2015 年 10 月 14 日

接受日期：2016 年 01 月 09 日

# Constructing the Taipei Metro Muzha Line: The Coproduction of Imported Large Technological System and Local Infrastructural Construction Network

Kuo-Hui Chang

This paper applies the idea of large technological system in science and technology studies to examine the building history of the Muzha Line of the Taipei Metro System from the late 1980s to the mid-1990s. This case study fills a theoretical gap in our understanding of how foreign systems are exported into countries that have no related technology. When one of the most advanced metro technologies in the world was transplanted from France to Taiwan, its technological momentum triggered a series of deeper problems that were embedded within the context of Taiwan's developmental and authoritative state. This paper argues that Taiwanese engineers played a critical role in the mutual reshaping of the imported large technology system and local infrastructural construction network. These key players also developed localized guidelines about how to build metro systems special to Taiwan. This paper explores the meaning of their efforts in terms of the origin and evolution of the engineering profession and its identity.

Keywords: Taipei Metro, Brown Line, large technological system, transportation system, infrastructural projects, co-production

---

**Kuo-Hui Chang:** Assistant Professor, Graduate Institute of National Development, National Taiwan University ( Email: changk@ntu.edu.tw )  
*Taiwanese Journal for Science, Technology and Medicine*, Number 22 (April 2016), pp.159-224.

Received: 2015.03.18; Revised: 2015.10.14; Accepted: 2016.01.09

## 壹、前言

自 1970 年代「十大建設」相當程度地被認為解決台灣經濟發展困境（梁國樹，1998），並在其後順勢為國民黨政權爭取統治正當性（蕭全政，1995），緊接著從 1980 年代起，各種大規模基礎建設計畫多隨著新內閣或新政府（不分黨派）的組成而陸續推出迄今，包括孫運璿「十二項建設」、俞國華「十四項建設」、郝柏村「六年國建」、連戰「十二項建設計畫」、陳水扁政府「挑戰 2008（六年國家發展計畫）」及「新十大建設」、馬英九政府「愛台十二項建設」等。甚至連地方政府也迷戀這種施政模式，如郝龍斌提出「台北新十大建設」及朱立倫的「十大施政主軸」等。基本上，這些基礎建設計畫的主要目的多為促進經濟發展及爭取政治支持，但它們發揮的功能隨時間推移已越趨廣泛及複雜。例如「十二項建設」及「十四項建設」擴及農業、教育、社會及環境等層面，而「六年國建」不僅對內可刺激經濟成長及爭取本土支持（首度經濟建設計畫冠以「國家」之名）（涂照彥，1995：268），更有藉此向國際宣傳中華民國為真正中國的外交功能（郝柏村，1995：371；梁國樹，1998）。

前述各種計畫隨時間遞移後，不僅涵蓋面越趨多元，其種類數目及經費規模也越來越龐大。<sup>1</sup> 整體來說，這些計畫的內容都包含了重大交通基礎建設，占據高比例預算支出，包括新建數條高

---

<sup>1</sup> 連戰任行政院長期間的「十二項建設計畫」因六年國建計畫過於龐大，而將之縮減，約從 3.28 兆元（六年國建的後三年經費）減為 2.5 兆元，少了 8,000 億新台幣（聯合報，1994）。

速公路、快速道路、橫貫公路、傳統鐵路及其擴展或改善工程（電氣化、地下化及改道等），還有高鐵等。而在這些交通運輸建設當中，近年重要發展趨勢之一，即是自 1980 年代中期列入「十四項建設」的台北捷運系統，迄今仍持續及擴張地列入國家基礎建設計畫。相對來說，捷運系統受到重視的程度較其他交通運輸建設為多為久，並躍居核心項目。<sup>2</sup> 因此，捷運系統的建構，特別是台北捷運，對台灣 1990 年代後國家、區域及都市發展的影響自不待言。

不同於政治經濟的觀點，本文從科技與社會（science, technology and society, STS）的視角出發，企圖同時地涵攝系統當中的科技及社會之微觀性與宏觀性的現象，也就是在透過對科技物及其知識的瞭解時，也偵測政經結構對之所起的作用。本文特再透過 STS 的大型科技系統（large technological systems）論點，分析台北捷運系統如何在台灣發展經驗脈絡下被型塑，且又型塑出什麼樣的在地現代性。這樣的 STS 觀點，係基於賦予具大型科技系統規模之捷運系統及其工程師們一種能動性的地位，然後再分別從其各自鑲嵌的脈絡深究：第一，法國科技文化脈絡：當台灣從法國引進先進的中運量 VAL（véhicule automatique léger, light automated vehicle）捷運系統時，做為行動者的台灣交通運輸工程師官僚如何面臨它，或說它帶給工程師們什麼知識及實作上的挑戰或型塑？第二，本土營建產業脈絡：當台灣戰後因威權統治而

---

<sup>2</sup> 行政院經建會 2009 年 12 月公布預計從 2009 至 2016 年的「愛台 12 建設總體計畫」，總經費約 3.99 兆新台幣，其中「便捷交通網」列第一大項，而此項下又以「北中南都會區捷運網」為首，單此一子項經費即高達 7,394.87 億元，占總經費 18.50%，數額均超過其他 11 個別大項。請參考 <http://www.cepd.gov.tw/m1.aspx?sNo=0012702>（檢索日期：2013 年 8 月 22 日）。

逐漸出現由大型公營及私營企業壟斷國內市場（特別在營造業）的現象時（劉進慶，2012；田村紀之，2003；Wu, 2005；李宗榮，2007），還有當台灣 1980 年代末至 1990 年代經歷劇烈的國家轉型時，這些變化又對工程師的專業轉型及對基礎交通建設（特別是大型技術系統或捷運科技系統）的打造構成什麼影響？因此，本文強調在科技行動者（如捷運局工程師及營造廠商等）的工程專業知識及認同上的建構及轉變，也關注科技系統本身亦可做為行動者所帶來隱而未見的專業價值型塑力量，而不同於將捷運系統視為一種外生性（*exogenous*）的技術工具而分析其與政治經濟的交互關係（楊子葆，1990；張志榮，1999），也不同於若干著重在捷運系統如何改變社會秩序及觸發新興都市現象的文化研究（李安如，2014、2009；董建宏、李安如，2009；董建宏，2007；王志弘，2002）。

本文爭論台灣發展脈絡下所建構的台北捷運木柵線，除反應基礎交通建設網絡與大型科技系統交纏及共造，更重要的是透過由科技解釋社會的途徑，主張自先進國家<sup>3</sup>移植過來的大型科技系統及文化，對台灣交通建設網絡造成了一連串的問題及失序現象，

---

<sup>3</sup> 本文將法國及台灣分稱先進國家及後進國家，主要用意在以科技系統與社會脈絡間建立關係的方式與時間長短為分別。藉 Hughes (1999) 大型科技系統如何演化的觀點，相對於木柵線的打造，法國 VAL 系統幾走過各演化階段，且與在地社會具長期互動關係。後進國的意涵主要在於其與大型科技系統間關係的經營，固然有部分經驗可參照先進國，但更有許多現象是先前未曾出現。通常先進國具有先進（*advanced*）或尖端發明的特質，以本文脈絡來說，特別在核心機電系統上，正文中多數先進一詞即採此義形容 VAL 系統。然而，這並非表示本文主張先進國發展大型科技系統的過程及經驗均具規範性價值，亦即後進國自有適合在地的科技系統與社會脈絡間之互動關係，而不是素樸地以先進國之互動樣態為正常，更難謂標竿。不過，必須注意者仍是在觀察後進國經營其與科技系統間之關係時，常發現無論先後進國的行動者（特如工程師、官方及民間業者）具有：除對先進國科技物本身之外，也對其系統與社會關係投射出的規範性想像。此即正文內所提工程師的素樸詮釋。

並以其科技動量（technological momentum）拖動了本土交通建設網絡的轉變，特別在交通運輸工程師們及其專業機構上。

## 貳、社會脈絡與大型科技系統

### 一、從社會脈絡到科技系統

著名科技史及 STS 學者 Thomas P. Hughes（1999: 51）認為，所謂科技系統包含了繁複、龐雜及種種解決問題的元件（components），這些元件除指各種科技硬體外，還有組織管理、法令規則及所需資源等，它們組合起來以達成共同的系統目的（common system goal）。Hughes 以電力科技系統的發明及發展為例，指出建構科技系統的工程師們，不只是研發了發電機、變電設施及電力傳輸線等科技設備，也建立了組織及管理，擬定策略及付諸執行，其工作核心就是要將分歧加以統整、把分散給予集中、從混亂轉成條理。更重要的是，科技系統的運作、組織及管理，往往成為科技系統重心，因為它們才是決定科技應如何組成及設計的核心。而這些組織及管理工作的存在需要建構者的社會能力，才能把基礎設施（或科技系統）與社會脈絡相互協調及結合（ibid.: 52）。因此，大型科技系統可說是社會所建構（socially constructed），其之所以得在社會當中打造及生存的關鍵，除了系統設備本身之外，更在於社經脈絡的營造與相互配合，成為一種無縫網絡（seamless web），所以美國、英國及德國的電力科技系統建構，其實更是反應各國所自有的政治、地理及社經制度條件（Hughes, 1983）。

雖然 Hughes (1999) 的研究係以大型科技系統的發明及發展為主，與台灣引進及移植大型的捷運科技系統之情形有相當差異，但 Hughes 所指社會脈絡與大型科技系統的建構、發展及演化相互間之緊密作用，仍應有啟發。例如，除無縫網絡外，Hughes (1971, 1983) 曾提出一個軍事比喻的「戰線缺口 (reverse salient)」概念說明大型科技系統的演化。Hughes 強調大型科技系統會的演化，並非生物學上常見的意涵，而是另藉戰線缺口的概念比喻其特別演化樣態。戰線缺口是一種高度複雜情形，在這當中，個人、團體、歷史及其他因素都有不同的影響力，若干意外事件也可能會扮演了如此角色 (Hughes, 1983)。而所謂演化係指一系列連串性問題，如同戰爭前線面臨缺口問題，解決方法是必須重整整個軍隊／系統的軟硬體及其與環境之關係。戰線缺口不同於所謂的瓶頸 (bottleneck) 及失衡 (disequilibrium) 概念，這兩者的挑戰僅在於刺激改善內部元件或組合，透過硬體或制度性的可見改變，以便突破瓶頸或恢復平衡。依 Hughes 的研究脈絡，由於社政經環境的顯著改變，捷運科技系統移植來台，不止面臨軟硬體系統平行安置的問題，更涉及了設計概念、營造管理、實務運作及後勤維修等系統環境的改變，引發一連串的問題，刺激出一種非平均發展 (uneven development)，不能限縮為瓶頸或失衡問題，得視為一種演化過程。。

Hughes 著眼在系統與環境的多元、緊密且難以劃分之互動的認識基礎，認為當大型科技系統發生問題時，對於問題的認識及其解決方案的設計需有跨界思維作為核心價值，而這也就彰顯出大型科技系統並不是一般所認知的系統。不過，從另一方面來說，在此所謂戰線缺口也不宜認為是專屬軍事或大型科技系統的概念，

而應是一種問題認識的取向。亦即，越是涉及複雜、多元及宏觀層次的變遷性組織或議題，應可透過戰線缺口概念給予較為適當的認識，例如政治或社福制度的改變、產業政策的升級策略或公司經營治理的重整等。本文所討論台灣的基礎交通建設網絡，及其面臨 VAL 系統的移入帶來種種衝擊及應對等，亦可藉戰線缺口概念獲得更深入的認識。

## 二、科技系統與社會脈絡的共造

STS 觀點除了像 Hughes 強調社會脈絡及國家角色對大型科技系統的影響，而可將之認識為社會建構物外，更關切大型科技系統可能反過來重構社會脈絡，甚至是國家角色，並對科技系統自身的發展產生影響。首先，Gabrielle Hecht (2009: 9) 指出，一些社會學家及人類學家主張由科技性 (the technical) 來解釋社會性 (the social) 的能力，已經可與從社會解釋科技的研究成果相提並論。許多 STS 學者如 Bruno Latour 及 Michel Callon 即強調科技的使用者及消費者如何地再定義社會關係，例如他們的同事 Madeleine Akrich 發現，工程師在設計一些社會方案的程式或系統時，使用該程式者是透過工程語言界定何謂公民 (Hecht, 2009: 351)。Bryan Pfaffenberger (1990) 更提出科技戲劇 (technological drama) 的概念，描述科技製造者與消費者之間反覆的回歸對話 (recursive dialogue)。戲劇對話的意義，在於科技的形成過程中，同時也創造出一種社會脈絡，進而產生具科技意涵的社會迷思或儀式，而這些再回過來合法化及強化由科技所建構出來的政治目的及活動等。另有更進一步從科技性來解釋及認識社會性者，

如 Hecht (2009) 提出的科技政治 (technopolitics) 概念，透過對法國核能的研究，她發現可利用科技設計或使用，進而建構、執行及具體化某些政治目的之策略性操作，而某些特定政治目標的達成必須實質地仰賴這些物質性及人造性產物 (張國暉，2013a：108-110)。

其次，許多 STS 的重要研究在質疑「科學先於科技」、「輝格式歷史觀 (whig history)」及「英雄式歷史觀 (heroic history)」等概念後 (Golinski, 1998: 4)，也強調許多新科技的發展其實往往根基在現行科技的基礎上，而加入所謂 (舊) 科技塑造 (新) 科技的概念 (MacKenzie and Wajcman, 1999: 13-16)。此概念除內含科技發明的脈絡承襲之觀點外，也著重科技本身的能動性。例如，STS 學者 John Law (1999) 延伸前述 Hughes (1999, 1983) 的無縫網絡觀點，對大型科技系統所提的異質工程 (heterogeneous engineering) 概念，指出系統建構者的任務在於整合科技與社會條件，並也常需解構其他候選系統。Latour (2005) 更企圖主張「社會性」不能全然地代表所謂的結構或脈絡，其他「非社會性」的工程知識或科技物本身也應是結構的一個關鍵。Law 所指的結構是以加入科技物的「科技性結構」為核心，而非如以上 Hughes (1999) 所較強調的一般性社會結構。基本上，Law 的觀點也貼近 Wiebe Bijker (1999, 1995) 的社會科技組聚 (sociotechnical ensembles) 概念，強調透過整體地組聚分析，所有的關係應當同時是社會性及科技性的 (張國暉，2011a：197-198)。

本文目的除在分析大型科技系統與政經脈絡的無縫網絡，更探索大型科技系統如何在後進國家如台灣形成一種社會科技組聚，

反身地對政經發展脈絡進行型塑，特別是本文所指基礎交通建設網絡，而不止在顯現因科技系統所帶來的新社會秩序或關係之現象。

## 參、研究資料與方法

本文的研究方法以文獻分析為主，深度訪談為輔。文獻資料主要來自政府報告、民意機關公報、新聞媒體報導、工程技術文獻及其他相關研究的深度訪談，藉社會科學及 STS 途徑的再予蒐集、整理、分析及爭論。在政府報告方面，由於木柵線屬政府基礎建設計畫，政府計畫依階段多具有可行性報告、發展計畫、（綜合）規劃報告、環境影響報告、總工程報告書等。不過，除這些一般性建設報告外，由於木柵線曾出現前所未有的工程爭議（以下章節詳述），且後來還整合另一機電系統的創舉，致特有不同的政府檢討報告，包括監察院（2010）及台北市政府木柵線總體檢委員會（1995）的調查報告等。<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> 在一般性的建設報告方面：首先，可行性報告之目的在提供政府決策是否要興建的參考，內容像是目的能否達成（如興建某一捷運線能否解決交通壅塞及解決多少等問題）、預算規模評估、政府能否負擔及如何負擔的評估、科技需求等。若政府內部對此項新建計畫並無足夠且充分幕僚人員（如工程師及財務精算師等），多委託工程顧問公司辦理。若可行性報告經主管機關（如交通部或台北市政府）評估同意，再加入相關政策考量而製成發展計畫後，即送請核定機關（如行政院）核定，若經同意核定即表示政府決定要進行該計畫。其次，（綜合）規劃報告及環境影響報告等的內容，則主要是指政府將如何實現該建設計畫，因此將包含較為細部的規劃，以捷運為例即包含車站位置、具體路線、施工時周邊環境影響及維護、預算編制年限及年度規模、其他機關配合事項等。至於決定興建後，承辦機關也多會委託顧問公司或自辦製作細部工程設計需求報告（engineering specifications）等，要求營造廠商依從，而承辦機關另也會製作相關營造監督報告供民意機關或外界參考。最後工程結束後，通常承辦機關也多會委託顧問公司或自辦總工程報告書，仔細說明工程的過程、評估、檢討及未來參考方向等。

雖然政府早在木柵線之前即曾興建更大規模的基礎建設，但捷運屬較新且複雜的系統，也是最早動工（就工程主體來說）與最早完工的捷運線，政府仍在摸索階段，各階段報告不若後期路線完備，內容較欠缺一致性（如不同機關的計畫報告內容之項目不同）。不過，基本上木柵線的相關政府報告已有相當數量可作為本文研究資料。另有關民意機關公報部分，同樣在政府經驗欠缺情形下，若干重要事項是在台北市議會及立法院質詢過程當中呈現，特別是高階工程師（如齊寶錚）的談話與回應，過程揭露許多科技與社會（包含治理及民意互動等）等現象。再者，捷運局、捷運公司及工程顧問公司等出版工程技術專業期刊如《捷運技術》與《軌道經營與管理》，亦為本文重要文獻來源。最後，針對木柵線在規劃、興建及營運過程的數次重大爭議，自有許多新聞媒體報導，以及專業團體刊物進行較深入分析（如《技師報》、《建築師》），皆為本研究素材。深度訪談資料方面，目前已有對捷運系統的相關社會科學研究（洪淑宜，2000；沈懷玉等，2000）、STS 分析（黃令名，2011）及媒體報導（賓靜蓀，1995；孫曼蘋，1984b、1984c、1986b）等，但以大型科技系統角度啟發重新解讀訪談資料，帶來不同詮釋。

另本研究亦訪談捷運工程師，以補充及交叉印證以上文獻分析及現有其他研究訪談資料之不足。訪談策略以彌補文獻分析侷限為主，故主要鎖定中層專業人員受訪，其主因在現存政府報告文獻較欠缺工程實作經驗分享及批判，且本研究訪談亦找尋非捷運局人員，因此可得有不同於政府文獻的角度。本研究鎖定中層人員的另一項因素，在於前述現存其他研究已有若干高層人員訪談資料，且高層說法還可在民意機構公報、媒體採訪報導及政

府調查報告中蒐集。本研究共計七位捷運專業人員受訪，包括現任職捷運局本部二位（分為工程員（代號 CG）及行政人員（代號 JK））、現任職捷運局中運量系統資深工程師一位（代號 KJ）、曾承包捷運工程顧問業務之民間機構二位（資深工程經理（代號 SB）及資深工程師（代號 LK）各一）、曾任捷運局工程師後升任交通機關高層主管一位（代號 HC）、曾承包捷運工程之民間營造廠資深工程師經理一位（代號 GL）。

## 肆、規劃捷運木柵線：由科技性延伸至社會性

本節嘗試從科技系統與工程師的角度，以捷運木柵線為例，檢視大型科技系統的移植（即便不是發明）如何與在地基礎交通建設網絡相互糾結，進而主張捷運系統的科技性除揭露了其深層結構外，更引領網絡重構的方向及內涵。

### 一、來自法國科技脈絡的馬特拉「超級」先進 VAL 系統

基本上，台北捷運系統的建構可說是台灣在鐵路電氣化後最受矚目的大型科技系統，雖未來長期恐難預料，但中、短期內應難有來者，因為它的規模仍在積極地擴張當中。若從 1975 年交通部首度規劃的台北捷運系統報告來看，而將台鐵台北市區鐵路地下化（或早期曾規劃過的高架化）與捷運共線構想作為系統建構案的起始點，<sup>5</sup>約經 20 年至 1996 年才完工通車約長 10.9 公里的第

---

<sup>5</sup> 1969 年日本新幹線總技師島秀雄曾來台倡議建構台北捷運系統，但 1968 年時國內亦在此時討論市區縱貫鐵路的高架化，民間建議可以此做為台北捷運系

一條現代捷運木柵線。不過，之後不到 20 年，已將通車公里數擴增 10 倍達約 119.7 公里，新增多條路線形成交通網絡。目前，捷運局還正執行約 47.7 公里的興建，規劃了約 20 年後達約共 270 公里以上更為綿密與擴張的網絡（捷運局，2013）。

### （一）VAL 系統

木柵線在 1988 年 6 月決定採用法國馬特拉公司的 VAL 256 系統，<sup>6</sup>並於同年 7 月完成簽約、12 月動土興建（捷運局，1988c）。據當時捷運局長（亦為首任局長）齊寶錚指出，由 15 位機關代表及專家學者組成的「中運量捷運系統評審委員會」，<sup>7</sup>當中 14 位都認為參與競選的 6 家歐美系統商中，以法商馬特拉的 VAL 系統最為優越，而給予推薦（洪淑宜，2000：附 77）。<sup>8</sup>基本上，VAL 的先進科技系統是捷運局評選小組青睞的主因，其所具四項先進科技特性，包括：小型列車輕便、全自動控制系統、列車班距可機

---

統的開端，然而政府就鐵路高架化一案即已反覆辯論，未有決定（黃令名，2011）。後來 1985 年擔任交通部捷運系統顧問的英國 BMTC 建議將台鐵地下化轉為捷運郊區線。有關台鐵地下化與台北捷運相互關係，請參考張志榮（1999：445-532）、孫曼蘋（1984ac、1986）、沈懷玉等（2000：57-64）。

<sup>6</sup> VAL 256 係從 VAL 206 修改，256 及 206 代表列車寬度分為 2,560 mm 及 2,060 mm，也以此意指兩系統的承襲及差異（林伯誠，2003：29-32）。另 VAL 256 也在木柵線之前於美國芝加哥及 Jacksonville 市採用，但與台北的 VAL 256 仍有不同，如木柵線獨有兩組四車為一營運列車之設計（史敦仁，1990、1989）。

<sup>7</sup> 15 位當中，有 5 位捷運局人員（副局長陳世圯、總工程司賴世聲、副總工程師曾水田、三處處長崔雲清、四處處長鄧乃光）、3 位中央機關代表（交通部運研所長張家祝、環保署副署長陳龍吉、經建會參事傅家齊）、3 位市府代表（新建工程處處長康有為、市府顧問王傳芳、副秘書長陳文祥）、4 位學者專家（台大環工所長曾四恭、交大管院長陳武正、成大管院長唐富藏）（劉寶傑、呂紹煒，1995：136-137）。

<sup>8</sup> 馬特拉以「名次和」16 得到第一名，亦即 15 位委員中有 14 位給第一名評分，一位給第二名；而居次的美國 UTUC 名次和 39，雙方差距相當大（劉寶傑、呂紹煒，1995：137）。

動變化、膠輪系統噪音低加速快等（捷運局 1988c：46；聯合報，1988）。不過，最主要的先進科技應為第二項，而第三項應可列屬第二項內，至所餘兩項難稱最先進者。<sup>9</sup>

馬特拉 VAL 的全自動導引系統（automatic guided transit, AGT）最重要的特色在無人駕駛，列車上也無須工作人員，乘客不會親眼看見任何工作人員（包括駕駛、隨車員及站內管理員等），若遇意外故障，因為安全防護（fail to safe）的設計，仍能提供乘客及系統安全的運作（陳柏穎、林建仁，2006；林伯誠，2003；史敦仁，1990、1989；Matra, 1990）。<sup>10</sup> 馬特拉 VAL 這樣的先進系統，不說 1988 年當捷運局專案小組進行評選時（除未納入評選的日商尚可提供全自動系統外），<sup>11</sup> 已是具都市捷運系統規模之實績者<sup>12</sup> 無可與之比較的系統，即便於目前世界上仍相當少見。基本上，馬特拉系統迄今仍可說是軌道系統當中最高技術等級的系統，國際軌道系統自動化程度可由 GoA (Grades of Automation) 0 至 4 級，木柵線是最高的 GoA 4，主要分級標準在無人駕駛且無

---

<sup>9</sup> 鋼輪與膠輪比較，請參考經濟日報（1988）。目前捷運環狀線（黃線）則屬中運量鋼輪系統，請參考陳昭延（2010）。

<sup>10</sup> 我們可簡略地想像這樣全自動系統的先進性：首先當我們進入月台候車，系統即有公告螢幕顯示所餘候車「秒數」，列車到站前會自動降速，並準確停止在指定點（25 公分誤差內），確認列車停止後同步地自動開啟月台門及車門，經一定的乘客上下車時間後再同步自動關閉。乘客們可安心確保月台門及車門同步及自動關閉後，列車才會啟動，乘坐期間可觀察到前後所有列車都自動保持安全車距，同一列車的前後車廂也都會同步及自動地啟動、運轉及煞車，安心乘坐在自動保持速限內且不會急動及急停的列車。車內有通訊及影像設備可與外聯繫，若遇軌道前方有障礙，我們也會預期列車自動地停止。下車後，車站也無工作人員，廣播資訊會自動播送，若遇特殊情況，站內設有閉路監視系統。以上這些列車、車站、軌道等系統，都僅需靠行控中心的 5 名控制員。

<sup>11</sup> 日本新交通系統（new transit system, NTS）雖有無人駕駛全自動設計，但仍安排駕駛（林伯誠，2003：36-40；Demery, 1989）。

<sup>12</sup> 多安置在機場或遊樂區內（史敦仁，1990、1989；Matra, 1990）。

隨車員。<sup>13</sup> 若以純粹工具性的專業角度觀察，以馬特拉 VAL 系統具備先進技術、實績，又其他功能未有太大差異（如運量），且未有特別不適台北市都市環境的原因等，當時選定它的技術理由可說充足。

而經濟性的理由則除建造成本最低外（歸因賴其採用膠輪及小型列車等技術，使土木工程費用可較其他採鋼輪技術者為低），營運成本也相當節省，全自動技術可較其他系統節省一半人力，而 VAL 在法國低票價政策下，開通第二年即開始獲利（林志盈、張澤雄，1989；捷運局 1988c：46、3），其當時能獲得捷運局專案小組如此高比例的青睞，應非意外。

## （二）VAL 系統背後的法國科技文化脈絡

基本上，除運輸科技外，法商馬特拉更以軍事科技在國際知名（Edwards, 1997; Misa, 1997）。若熟悉二戰後法國科技史，以馬特拉的規模觀察，應不意外它在這兩項科技所具備的國際競爭力，因為這兩項即是法國所特意發展者。二戰後的法國亟欲進行戰後重建，恢復以往強盛國力，因此領導菁英們重新思考國家在經濟發展上的角色，並特別希望透過尖端的科技，在戰後取得地緣政治上的影響力。此外，也很重要，戰後法國科技家已不甘只為政治人物服務，更質疑戰前傳統政治人物的貪腐、不實及無效率，所以他們除重新檢視自己的政治角色之外，更主張他們

---

<sup>13</sup> GoA 3 雖也無人駕駛，但需隨車員；GoA 2 雖也有 ATO 自動控制系統，但仍需駕駛配合，多數軌道系統屬這種層級，如台鐵及捷運淡水線等；GoA 1 則是需駕駛及隨車員等手動控制；至於 GoA 0 則如都市輕軌，必須在目視內由駕駛員操作，像是舊金山的街車。請參考 International Association of Public Transport。

的專業追求才是真正地具備法蘭西本質（essentially French），而政治及科技之間的界線應被抹去，改由科技家直接主導政治及經濟的發展（Hecht, 2001: 259-260；張國暉，2013a：110-111）。因此，戰後法國除特別努力追求軍事科技以爭取及確保國際地位外，更從軍事科技推展至提升經濟發展。<sup>14</sup>

至於法國的運輸科技雖不是從戰後才受刻意重視，而是早從戰前即被法國認為是國技之一，但戰後卻更蓬勃地發展，其中特別者如 Aérotrain<sup>15</sup> 及 TGV（Train à Grande Vitesse）的高鐵系統（張國暉，2013b），還有與英國合作開發的協和號客機（the Concorde）等。而馬特拉的 VAL 系統，亦屬戰後法國先進科技之一，並受惠於它在軍事科技的研發成果（Edwards, 1997）。其實，當 VAL 系統於 1983 年在法國里耳（Lille）開通有 18 座車站、長達 13.8 公里的捷運線時（林伯誠，2003），馬特拉早在 1970 年即開始研發更先進的 Aramis 系統（Latour, 1996; Anderson, 1996; Edwards, 1997; Misa, 1997）。<sup>16</sup>

---

<sup>14</sup> 例如，法國對核能科技的偏重相當罕見，而其核能科技的發展也企圖兼具經濟及軍事兩目的，因此其核電廠反應爐具有提煉原子彈原料鈾的設計（Hecht, 2001, 2009）。其他若干為人熟知的法國民生科技，也有許多衍生自軍事目的，例如網路系統 Minitel 等。

<sup>15</sup> 法國工程師 Jean Bertin 提出一種有別於傳統鐵路的高鐵系統，並得到政府政策及經費支持，實際建造出長約 18 公里的實驗性硬體設施及列車等設備。它的車體設計像是沒有翅膀的飛機跑在單軌軌道上。Aérotrain 沒有車輪，但用氣壓方式與水泥車軌之間形成剎停及懸浮效果，有點像是氣墊船，而推動器則採用飛機渦輪引擎，只有單節車體，最大車體型號約可搭載 80 位乘客（張國暉，2013b）。可至 <http://www.aerotrain.net/>（檢索日期：2013 年 8 月 22 日），觀看實際運行時的影片。

<sup>16</sup> Aramis 是一種比 VAL 更為彈性的捷運系統，單一車廂僅有 4 人乘坐，並可成一行駛單元，還可與其他車廂連結成一個較長的列車，優點在於更能進行點對點運輸。在同樣經濟性原則下，它允許設立更多車站（因為以個人車廂為單位情形下，站體不用太大），因此能有更精細的點對點服務。此外，為提供足夠運輸量，Aramis 網絡有更多的車廂，約 600 台，使彼此行駛間距更為縮小，因此需更繁複的自動控制系統。

戰後法國刻意發展軍事科技，並以此延伸至促進經濟及交通運輸等科技的開創，自有冷戰下的特殊國際政經發展脈絡。然而，更值得注意的是，法國特重工程科技的歷史與強調先進完美的科技文化，可源自啟蒙時代（the Enlightenment）追求理性的社會脈絡。自 17 世紀起在心物二分的新思潮下，知識的正當性從神學及歷史轉變為科學及科技，除了對自然界的觀察及理解可自外於傳統知識框架，並建立更高的知識地位之外，且還再更進一步地認為科學及科技知識應被利用在社會秩序的安排上。亦即，若公共事務的安排依照科學及科技知識，特別是利用被認為最完美的數學知識，則可更有效率及效能地達成目的。於是，啟蒙形塑的社會變遷帶來科學及科技知識的新認識論框架，並形塑出以此為基底的政治經濟學，追求「真」即是追求「善」。法國工程師的專業認同即不自限問題解決者，更是像法官或行政官一樣的問題定義者或價值判斷者（Picon, 2009）。就此，法國追求前述先進或軍事或運輸科技，其實不僅在於純技術能力的原因，而是「真」與「善」的合一。作為自詡擔任法官角色的工程師，其依科學知識來解決社會問題，才是創造真正的幸福，而尖端的科技系統才是通往進步社會的王道。

由此，即不難理解戰後法國工程師的政治企圖形塑了他們的科技系統設計理念，系統衍生的政治可能性（political possibilities），即是工程師的專業義務之一，因為科技物不再僅是科技物，而是再現政治及文化特質的人為象徵。如 Hecht（2001: 260）指出，「法國之所以能存在於世界的理由，即是在於法國人用法國的科技及科學，對人類文明的進展蝕刻下難以抹滅的巨大貢獻印記」。法國國家認同因此有不同的詮釋，而這詮釋的

策略即是科技家的政治性作為，因為如要界定何謂法蘭西認同，就必須透過獨特的法蘭西科學及科技（*ibid.*: 261-262；張國暉，2013a：111）。總之，所謂執意或迷戀於追求完美、先進或尖端的科技物如 VAL 系統，其所代表的不只是能不能做到的工程技術能力層次，更是顯現法國工程師的專業認同驅使來自於社會價值與信仰轉型的啟蒙脈絡（Downey and Lucena, 2004; 張國暉，2011b、2013b）。

## 二、當 VAL 系統來到台灣

透過 VAL 的移植，台灣引進了尖端的軟硬體工程，但其內隱的啟蒙脈絡卻不可能伴隨而來。VAL 系統派生於法國社會，反映了工程技術上的尖端即是解決交通問題的理想良方。雖然台北也急欲解決交通問題，但「尖端」應非所需系統的最優先價值，易於「營造」、「可靠」、「維護」、及得到「使用者信賴」等或許更是當時台灣社會所企盼。然而，當時的台灣工程師恐有認識本土社會需求的不足，致所謂專業角度認為應以工程技術尖端價值為優先，進有素樸之嫌。

據黃令名（2011）訪談馬特拉台灣分公司副總陳希聖表示「因為木柵線是沒人駕駛的，所以捷運系統裡面我們比喻是最高的，比一般捷運科技還要更難、更高檔的…」。VAL 系統的先進性主要即在達成 AGT 的自動控制（automatic train control, ATC）相關機電系統。除可見性高的電聯車及供電系統等外，還有可見性較低但卻更為關鍵的號誌及通信等系統，而這些系統內還包含許多子系統，例如列車自動防護系統（automatic train protection, ATP）、

列車自動駕駛系統（automatic train operation, ATO）、列車自動監測系統（automatic train supervision, ATS）等，而子系統下尚有許多次級系統，這些系統相互倚賴，共同合作以完成自動控制的系統目標（譚國光，1990）。此外，VAL 系統的硬體元件還包括與機電系統搭配的土木結構，如混凝土導軌及高架結構等。為達系統目標，這些系統缺一不可，而且子或次系統間無法替代，難與傳統鐵路或高運量捷運的各系統相互替換，這除了是因為當時既存中運量系統均為各國開發未久的專利系統外（吳國安，2004：73-74；張志榮，1999：487；捷運局，1988b、1988c），更重要的是前述法國運輸科技的法國性（Edwards, 1997）。亦即，格外地先進、獨特、甚至是兼具軍事科技成分等，不只多成為法國工程師們共享的工程文化，更構成了前述法國國家認同的一部分。

VAL 的「高檔」或格外先進在 1980 年代，甚至是 1990 年代都是其他國家的捷運系統難與相較。當時即便日本也有中運量技術，但仍以安全原因，備有駕駛在列車上（林伯誠，2003；聯合報，1990；Demery, 1989）。既然 1988 年捷運局評選中運量系統時以技術為優先考量，而如前述幾一致地推薦 VAL，再又以它的「高度專業」特質，法國系統便擔任一種外生性的先進及獨特工具，被賦予解決或改善台北市交通問題，無論是對捷運局或馬特拉的工程師來說。以 STS 觀點來看，這樣看似符合台北市需求的工具，卻忽略它是一個具有先進國家實績的大型科技系統，早內含了長久法國科技文化脈絡所蘊生的強韌科技動量。VAL 來台幾乎是重新營造它與台北之間的科技戲劇，甚至是重構或新構它在台北所需的無縫網絡。

### （一）VAL 256 在台灣的系統瓶頸

其實，VAL 移植台灣並非完全沒有配合台北的需求調整。例如，因氣候不同，台北 VAL 256 不採用軌道及轉轍器電力加熱設備，另剎車系統改採油壓式碟式剎車等（史敦仁，1989）。此外，頗為人知的改變，主要是台北 VAL 256 雖沿用已在芝加哥機場的車型，而非里耳的 VAL 206 及 208，但仍應台北市運量規劃需求，而改為一列 4 節車廂的行駛單元，其中 2 節車廂為一對自動控制組，一列車因此有兩對自動控制組的設計，而非芝加哥的單一車廂即一自動控制組及行駛單元，也非里耳的一對自動控制車組為一行駛單元（林伯誠，2003；張志榮，1999：561-564）。甚至，木柵線還在站體建構一列車長達 6 節車廂（三對自動控制組）的月台長度的設計，預留未來擴充的可能性（張志榮，1999：561-564）。<sup>17</sup>

然而，以上這些技術調整難謂符合 Hughes（1983, 1971）的戰線缺口概念，因為它們既沒形成一系列的關鍵問題，馬特拉也不需付出高度努力（considerable efforts）來解決，而是僅在元件或次系統內的改變，難論促進創新（MacKenzie and Wajcman, 1999: 11）。因此，就捷運局的本土工程師來說，由於專業經歷及經驗相當有限，且聘來提供協助之美國工程顧問品質堪慮（黃令名，2011），<sup>18</sup> 在面對先進又獨特的 VAL 256，他們有限的專業不僅難

<sup>17</sup> 此外，延伸的內湖線候車月台亦預留了 6 個車廂長度。

<sup>18</sup> 黃令名（2011）曾訪談當時交通部運研所主管外國顧問的濮大威：「ATC（編按：美國捷運顧問公司，American Transit Consultants INC.）是這樣出來的，我在管理他們的合約就變成說非常吃力。因為他們派不出人來，美國好久沒有做一個像樣的捷運系統了，所以你要找有經驗的美國工程師都很難，到後來我曉得說這些英國的工程師被換掉以後也失業了，我就跟 ATC 講說聘他們我可以接受，那你美國公司既然找不到人—那時候找來的人往往給我很多頭痛的問題，酗酒、沙烏地來從來沒有做過一天捷運的，然後可能就是跟美國運輸部官員有什

以減緩或轉向它的強韌科技動量，甚至還從工程專業的角度給予增強，推崇其先進性。又當時木柵線的運輸規劃脈絡，雖然歷經多國、多家專業顧問的設計（朱旭，2004；張志榮，1999；楊子葆，1990），而曾在運量能力方面提出審查意見，<sup>19</sup>但也未能對 VAL 256 本身形成關鍵衝擊。這使得 VAL 被當作一種具問題解決能力的運輸工具。然而因它內生的大型科技系統特質，如驅動及鞏固著科技動量的系統性及現代性，卻反牽引移植脈絡與之協調，甚至是向其支配。就此，台北 VAL 256 的機電設計與施工，還有土建設計，當時為利追求先進專業，均委由馬特拉承包，以近乎統包（turnkey）方式辦理。<sup>20</sup>作為科技移植國台灣，面臨新興、先進的大型科技系統，若要介入，如下節的土建施工方面，即需付出相當代價；然而，即便只是「尊重」它的先進，其亦在移植脈絡上留下深刻鑿痕。

## （二）VAL 256 在台灣的科技動量

所謂鑿痕，意指 VAL 256 的先進看似僅來自大量子系統之間大規模的技術性整合，但這樣的技術性協調其實更須充滿社會及文化的支持始有可能。因此當它移植到沒有原創技術的後進國台灣時，除牽引及震撼本土工程師的專業之外，更在公共工程營造網絡上誘發前述戰線缺口現象，斧鑿出在地原有慣習、制度及文

---

麼關係就來臺灣，還有跟黑道的女朋友有一腿弄到黑道來辦公室追殺，這種好多噢！這難以想像啊！反而是派來的印度人很強！」。

<sup>19</sup> 例如有關 6 車或 4 車編組的考量係在運量的預測上，而非技術。基本上，馬特拉決定技術，它曾在評選過程中提出 6 車編組的技術可能性（張志榮，1999：561-562）。

<sup>20</sup> 統包（turnkey）乃指業主（如捷運局）在委託包商（如馬特拉）後，業主在建造過程中均無須介入，僅期待包商屆時交予「鑰匙（key）」，然後「打開（turn）」系統即可使用。

化須改革之處，而這才是 VAL 系統在台北所流瀉的實質且充沛之科技動量。

首先，黃令名（2011）研究當時捷運工程師的核心價值為追求他們所認識的現代性，而現代性的內涵有兩層意義，一為專業技術能力，另一為國家形象提升。因此捷運系統的進步表現在運量優異、服務精準及運作系統化等的特質，還有國家的乾淨、整潔、有秩序的形象。然而，當時這些現代性其實已存在其他多數具有捷運系統的城市，雖然並非每個城市捷運系統皆具以上特質，但從捷運局的歷年規劃書、出國報告及技術文獻等觀察，他們無非期待「集優點之大成，迎頭趕上」（吳夢桂，1987）<sup>21</sup>、「使台北都會區之發展脫胎換骨，成為國際水準之現代化城市，從而建立國家進步之形象，令國人都能引以為傲」（捷運局，1991）、「最新、最好、最大、最貴」（李光真，1996）。<sup>22</sup>

由於欠缺原創技術及相關工程師，使多以運輸規劃及管理專業為主的捷運局工程師，在面對 VAL 256 時，他們所側重的多在其已具備及未來可能帶來之技術表現，亦即他們除推廣及加深 VAL 系統的科技動量外，更也轉化為系統的一部分，並為系統代言。面對著 VAL 系統，捷運工程師們體現的專業技術及國家形象的現代性價值即限素樸。抑且，後者更甚有轉化為意識型態之嫌，除可能成為當權者藉現代之名規訓市民或建構理想公民形象以為模範之外（李安如，2014），甚至更成為西方形塑何謂忠誠後進國的途徑，而後進國本身的工程師則轉身為因勢利導的重要素樸

<sup>21</sup> 原在交通部高速公路局任職，捷運局成立後轉任，1995 年以捷運局副局長退休（劉寶傑、呂紹煒 1995；李光真 1996）。

<sup>22</sup> 轉述自主跑捷運新聞的聯合晚報記者游鴻程，後轉任捷運公司董事長特別秘書。

行動／守護者。

其次，在公共工程營造層面上，由於規模不同，作為大型科技系統的台北捷運，似難相對地以其科技動量在此營造產業的結構性層面上，產生出像驅動工程師般的強力作用。不過，大型科技系統仍對公共工程營造進行結構性的挑戰，甚至促發轉化。楊子葆（1990）即曾有洞見地深入分析國家與捷運系統間的複雜互動關係，他的研究雖鎖定在捷運建構初期，但已清楚呈現執行捷運計畫的種種困境，而透過他從經濟、政治及意識型態等層次的分析，進而指出台灣國家都市政策進一步地面臨許多危機。<sup>23</sup> 楊子葆從政治經濟學的角度觀察，質疑這些困境及危機應歸因威權政體內少數政治及官僚人物的看法，而主張一種結構性的論點。他認為當時捷運的困境係衍生自戰後台灣的國家及都市發展脈絡，而累積至 1980 年代末期後形成危機。

楊子葆（1990）對台北捷運計畫提出深刻觀察及見解，與 STS 觀點同在脈絡的側重上有所聯繫。不過在他的分析中，捷運系統本身似被視為給定的外生工具。亦即，若從 STS 的大型科技系統的角度來看台北捷運系統時，做為事件的 VAL 移植系統來台後，並不僅止是事件而觸發原生交通及都市長期醞釀的問題或議題而已，卻更是將這些問題或議題拖去面對 VAL 系統的內生特質，使工程師及其所屬的政府部門或營造產業，需要重新檢視他們的專業知識及認同。簡言之，此處內生的意義在於引起行動者本身（如捷運局工程師、公私營造廠商等），對其自身專業知識及專

<sup>23</sup> 楊子葆（1990）指出了當時在執行時機錯失、國家機器缺陷、財務負擔、土地使用爭議、勞動力不足、技術依賴及欠缺規劃遠見等層面的困境難以突破，且在當時台灣特殊的政治、經濟及意識型態等結構在解嚴後暴露失調情形下，這些困境進一步導致基本服務、財務、都市社會運動及技術依賴等四種危機。

業認同的重新檢視，特別彰顯在他們從事工程專業工作時所普遍認識之行事通則，受到 VAL 系統在工程知識上的設計理念、規劃安排、營造管理及勘驗評估等階段的種種衝擊。例如，工程師們回顧自身過去專業倫理，自問以下問題：究須仍依例遵從上級決定引進特定系統，或可據自身專業給予以理性判斷？究須仍依例採行公私分包營造機制，或藉此機會重新分配以利整體技術提升？為何過往慣習的工程管理體制在與國際包商橋接時，不斷產生種種衝突及對峙？而我們工程師又應思考如何對應？以下三節將爭論大型科技系統具能動性地，以內生科技動量驅動在地交通建設網絡面對自身的戰線缺口。

## 伍、大型科技系統的營造與交通建設網絡的轉型

作為大型科技系統的法國馬特拉 VAL 系統來到台灣前，除被視為解決當時交通問題及規劃未來運輸網絡的一項先進工具，更被賦予為開創現代都市，甚至是現代國家的起始。然而，由於欠缺原創技術，台灣官方捷運工程師並未實質介入及挑戰系統本身。在規劃期間，當時的本土工程師或專家多以運輸管理及都市計畫專業為主，除前述 15 位中運量評審小組成員外，早期的重要人物還有行政院經建會的王章清、北市府中運量捷運顧問的交大運管所學者（如王傳芳），而捷運局成立後，則有從交通部運輸研究所（如濮大威等）及北市府工務局等相關機關（如賀陳旦、林陵三等）轉任服務者，以上這些多屬官僚，而非軌道工程研發者。此外，雖然規劃期間得到國外工程顧問協助，如英國 BMTC（British Mass Transit Consultants）、德國 DEC（Deutsche Eisenbahn-Consulting

GmbH)<sup>24</sup> 及美國的 TTC (Taipei Transit Consultants)<sup>25</sup> 與 ATC (American Transit Consultants INC.) 等 (朱旭, 2004; 張志榮, 1999), 但實際具捷運經驗的 BMTC 及 DEC 都未能在捷運局成立後繼續擔任顧問, 而改委由較未具經驗及技術的 ATC, 其實際發揮的專業功能在捷運局成立未久後就屢屢遭質疑, 評價欠佳 (黃令名, 2011; 張志榮, 1999; 劉寶傑、呂紹煒, 1995; 楊子葆, 1990; 捷運局, 1988b、1998c)。因此, 以台北 VAL 256 系統角度觀察, 確有充足理由僅將之認為外生工具, 畢竟系統本身並無與國內工程專業緊密連結。然而, 更值得重視的現象卻是 VAL 的內生科技動能讓台灣的官方工程師與專家們折服了。

雖然台灣欠缺原創技術工程師, 而運輸管理及都市計畫工程師又多偏重以工具性角度認識 VAL 256 系統, 但以前述法國 Aramis 系統經驗觀察, 決定大型科技系統能否建構成功的關鍵, 往往還是落在實作者身上。<sup>26</sup> VAL 256 系統在台灣的實作者未曾參與系統的發展及製造, 使得系統與社會間的關係建立, 具有更多挑戰。眾所周知, 木柵線的實體建構過程可說是崎嶇不斷、荊棘

<sup>24</sup> 德國 DEC 為交通部地下鐵工程處顧問, 由於擔任交通部捷運顧問的 BMTC 在規劃時曾建議將台鐵台北市區段地下化部分也轉為捷運化 (當時稱郊區線 S1), DEC 曾對此提供相關意見 (張志榮 1999, 孫曼蘋 1984b)。

<sup>25</sup> 美國 TTC 做為行政院經建會顧問, 協助整合交通部及台北市政府的兩種捷運計畫, 交通部主推重運量系統, 北市府則主張在重運量系統外再有中運量的系統 (張志榮 1999; 黃令名 2011; 張世文 2011)。

<sup>26</sup> Aramis 系統在 1974 年獲得測試合約, 但後來並未成功興建, 除當時若干技術仍有待提升 (如自動控制系統較難在潮濕氣候下穩定) 因素外, 最重要的其實是社會性因素。Latour (1996) 曾以一種近似小說的形式研究 Aramis 系統為何被「謀殺」了。他發現像這樣的大型科技系統未能成功的原因, 技術應不是關鍵, 而是無法與社會脈絡結合。由於 Aramis 系統一直處於研究及測試, 在無法獲得實際落實機會時, 除系統的問題不易發現外, 更不易獲進一步解決。簡言之, 一直處於所謂研究階段, 而沒有實作, 卻反是 Aramis 系統未能獲得建構的主因。

遍佈，捷運局 1988 年與馬特拉簽約後，原訂 1991 年底完成，但拖至 1996 年 3 月才完工通車，期間對工程師乃至整體社會都是掙扎及挫折。<sup>27</sup> 雖然當時台北捷運係六線齊發，<sup>28</sup> 但木柵線做為第一條施工，<sup>29</sup> 也被預期最早完工，其系統更是如前述以先進著稱，自受到相對較多關照。本文前節主張 VAL 系統帶著豐沛科技動能來到台灣，但以 Hughes 的無縫網絡概念觀察，大型科技系統的建構實則牽連了社會許多部門，觸發了前述楊子葆（1990）所分析的困境與危機。本節仍以系統本身做為中心的角度，但不同於前節的規劃階段，而嘗試探討台北打造 VAL 256 系統當時所面臨的台灣交通建設網絡。

基本上，基礎交通建設網絡以涵攝交通行政（如捷運局）、營造產業、該二者所屬的工程師及外國系統廠商等為核心行動者。<sup>30</sup> 台北捷運系統施工的脈絡應可由捷運局工程師背景做為起點。除前述運輸管理及都市計畫工程師外，捷運局成立後，為數眾多土木工程師進入服務。除由其他政府機關轉任外，最重要者莫過於從民間與公營造業的工程師加入。其中，首任捷運局長齊寶錚即由榮工處副處長轉任，隨他一同來自榮工處者也為數頗多，<sup>31</sup> 且多占了各工程處、總工程司及局本部業務科等主管職缺，後來

<sup>27</sup> 據聞當時捷運局公關主任表示，從捷運施工高峰期 1992 年至 1996 年，沒有捷運新聞的天數只有一日（李光真，1996）。

<sup>28</sup> 除木柵線外，還包括淡水線、新店線、板橋線、南港線、中和線。

<sup>29</sup> 淡水線最先於 1988 年 7 月在北投機場施工整地，但在系統的動工興建上則以木柵線在同年 12 月 15 日最早施工，而淡水線於同年 30 日開工（捷運局，1988b、1988c）。

<sup>30</sup> 交通建設網絡一詞概念來自兩位審查人的建議。採用網絡一詞，除因其涉及多個行動者交互影響及形塑外，也是擬藉此區別第二節文獻回顧中大型科技系統的概念定義。若又以系統名之，恐生混淆，且與前述大型科技系統的系統一詞之意未符。

<sup>31</sup> 捷運局籌備處期間時，所有 12 位官員中即有 5 位即來自榮工處（互助營造，2012：207）。

相當部分更持續在局內擔任要職迄今，甚至升任北市府或中央機關首長。<sup>32</sup> 另一民間單位則是中華工程股份有限公司（中華工程），<sup>33</sup> 如第二任局長賴世聲等，它與榮工處相似也帶有軍方背景。本節企圖由這些重要人物及其所代表的營造單位與產業出發，試著從台灣戰後開始，耙梳營造產業網絡是如何地形成，特別是公營造廠、交通行政與大型科技系統間的脈絡。下節則藉此，分析其與 VAL 256 系統之交纏，甚至撼動這樣大型科技系統的可能性，但更爭論當後進國移植脈絡衝擊大型科技系統的建構時，系統的科技動量不停地驅動交通建設網絡的轉型，甚至引起戰線缺口，而需一種整體性的轉變。

## 一、 戰後台灣營造業發展及政經脈絡

有關台灣戰後營造業的發展，互助營造（2012：143-169）指出，由於台灣戰後復建需求、國民黨政權退敗入台而需大量新建官廳舍、且 1950 年代時台灣又遭遇颱風受損嚴重而需重建，促成當時營造業大幅成長。1953 年營造業登記有 1,275 家，1960 年即成長至 2,989 家，到美援結束前的 1964 年高達 3,733 家，十年內的成長幅度達 193%。<sup>34</sup> 以上戰後初期的統計僅限登記有案者，若

<sup>32</sup> 重要者如常岐德（曾任局長）、朱旭（曾任總工程司、副局長，後曾任交通部高鐵路局長）、葉向陽（曾任工程處長）、鄭國雄（現任副局長）、鄧乃光（曾任局長）、吳國安（曾任工程處長、行政院工程會主任秘書、北市府副秘書長）、高宗正（曾任副局長、現任新北市副市長）等。

<sup>33</sup> 中華工程與中華顧問工程司有所不同，前者為源自經濟部轉型後之營造商，後者為交通部投資成立之工程顧問公司。

<sup>34</sup> 至 1973 年因十大建設而略有成長至 3,818 家外，1970 年中後即大幅下降，最低至 1975 年的 702 家，直到 1994 年才又突破 1973 年的家數高峰（互助營造，2012：145）。

計入地下經營者，數目將更大，例如 1950 年代即有約 1,000 家未通過最低資本額審核而無法登記（*ibid.*: 144）。

互助營造（2012：143-169）進一步指出，雖然營造業大幅成長，但有三家公營造廠卻逐步的掌控市場。其中，榮工處在 1956 年成立，最初為承辦中橫公路的工程，也藉此安置大量隨國民黨政權入台的退伍軍人，緊接著更直接經行政院命令承包占美援最大份額的石門水庫等工程。<sup>35</sup>1964 年石門水庫完工後，榮工處承購大量營造水庫的相關機具，工程能力大幅提升，並於 1966 年獨攬曾文水庫工程。不過，更重要的則是榮工處在這段期間所增強的市場能力，因為榮工處乃由蔣經國領導的退輔業務之一，其雖非公司組織而無營業執照，但卻有政府特許支持而大獲承攬公家工程機會。此外，立法院更在 1964 年通過退輔條例第 8 條，規定政府舉辦的各項建設工程，得先經由榮工處議價承辦。直到 1997 年該條文廢除前，榮工處擁有極為優越的市場地位。

另兩家大型公營造廠，一為由資源委員會機械工程處及經濟部機械工程為前身，在二戰後接收美軍設備（陳師孟等，1991），而於 1967 年改組成立迄今的中華工程，另一為在 1962 年自民間改由省府接管的唐榮鐵工廠，它們也都和榮工處一樣擁有特殊的市場能力。這兩家公營造廠雖無榮工處所獨享的退輔條例優勢，但仍有其他相關法規的特權，而得經相關機關核准以比價或議價的方式承攬政府的重大工程，特別是有關國防軍事工程（*ibid.*）。基本上，以上三家公營造廠經戰後初期如石門水庫及軍事設施的工程經驗及能力而逐漸成長，並得法令保護獲取特權而大幅擴張

---

<sup>35</sup> 還包括北基二路、麥帥公路等。

市場影響力，以其獨特的競爭力壓迫民間營造業，無論是本省或外省業者（互助營造，2012：143-169）。之後到了 1970 年代後，更因一系列各種大型公共建設計畫，使榮工處、中華工程公司及唐榮鐵工廠等三家營造廠，贏得不成比例的工程實績經驗及市場影響力（*ibid.*; 陳師孟等，1991）。

劉進慶（2012）的研究指出，由於戰後初期國民黨政權幾乎將日本殖民時期的遺產國有化，形成龐大的公營企業，但 1960 年代起因經濟內發、美國外壓及產業政策等因素，民間企業也獲得高速發展機會。因此，戰後至 1990 年代前，台灣經濟可分為公有國家資本及私有民間資本兩種結構，但彼此之間卻是「公有企業為主導，私有企業從屬於公有企業」的主從關係（*ibid.*; 田村紀之，2003：94）。劉進慶（2012）的洞見在於指出：原本戰後台灣的龐大公業及成長私業均應在擴充後出現市場競爭的對立關係，但他發現私業的擴張並不一定會威脅具鞏固政權作用的公業。因為私業擴張的重要動力之一，即來自公業或黨官僚，而私業擴張後所帶來的利潤可成為公業額外收入來源。一方面私業贏得政經支配階級的契機，可為未來擴張鋪路，另一方面黨官僚亦得維持公業主導體制，避免地位及影響力受威脅。因此，公業及私業之間形成所謂「官商資本」，兩者間成為主從關係（劉進慶，2012：290-291）。

巫永平（Wu, 2005）沿用劉進慶（2012）的架構，更進一步地指出公業主導現象的根本原因在於鞏固國民黨政權的基調上，而戰後台灣經濟發展可說是此基調下的副產品。劉進慶主要透過對金融業及製造業的分析，而巫永平則藉由對國民黨政權及經建官僚的歷史研究，而有戰後台灣經濟發展結構的解釋。若進一步

深入來看，在官商主從結構下，營造業（或建築業、營建業）亦構成其中一環，其民營廠從屬於公營廠的現象顯著（陳師孟等，1991：48-49、106-107），但過程與內容卻與其他產業不同。如前述，雖連同本土及戰後初期隨國民黨政權來台的中國營造業者，讓民間營造業者迅速增加，但因特權及法令保護，讓即便是亦在戰後才起步的公營廠，卻能獲得政府工程的優先機會而取得絕對優勢，進而同時增進工程及市場能力，<sup>36</sup> 因此至 1960 年代公私營造業之間的對立迅速出現。然而，依劉進慶（2012）的分析脈絡，由於當時營造業較無美國外壓因素，<sup>37</sup> 且遭政府漠視，<sup>38</sup> 即便有如其他產業般的民間內發需求鼓舞，私營造廠仍不敵公營廠，特別是在公共工程計畫上。私營廠僅能維持小規模，並以民間建築及住宅工程為主。約從 1960 年代中期後，私營廠並擔任公營造廠下包，配合辦理大型公共工程。自此，民間營造業雖仍不時要求政府改革營造業這種特別傾向給予公營廠優勢的現象，但直到 1990 年代中期始出現轉機，只不過這改革壓力卻主要是來自於國外的世界貿易組織（互助營造，2012：162-167）。

戰後至 1990 年代的公私營造業主從關係，某種程度來說，可能更甚於其他產業，甚至可說是附庸關係。互助營造（2012：163）指出，1970 年代的經建行政機關其實對台灣公私營造業間的不平衡發展現象已有所瞭解，並擬規劃相關政策調整，促進民間

<sup>36</sup> 如控制建築師執照的取得（互助營造，2012：157）

<sup>37</sup> 1971 年經合會邀美籍建築師 John C. B. Moore 來台考察建築實務及教育，他提出建立考核制度、規劃投標制度、限制新增廠商數量及提升規模、釋出公共工程承包機會等四項建議，然而未獲政府實質回應，也沒有具體改變（互助營造，2012：162-163）。

<sup>38</sup> 1968 年民間營造業者曾提出協助成立專業營造學校、成立民間工程顧問公司、鼓勵合併經營、提供民間營造業特殊融資等四項訴求，但未獲政府正視（互助營造，2012：160-161）。

營造廠升級。然而，因政治因素，使經建部門的政策有所保留。其中最關鍵者，恐是榮工處的規劃及成立係來自蔣經國，其於1964年離開主管榮工處的退輔會主委職務時，立法院又通過退輔條例第8條，蔣經國對榮工處及其相關政策的影響力自非經建部門能及。另一方面，榮工處及退輔會為蔣經國及其政權所帶來的政治支持資源，亦是格外堅強（*ibid.*）。營造業這樣的發展，其實相當程度地符合陳師孟等（1991）及巫永平（Wu, 2005）對戰後台灣經濟發展的解釋，因為產業的基本方向仍繫於政權的政治決定；而公私營造業間的發展關係則狀似劉進慶（2012）所分析的主從官商關係，但公營廠的市場能力同時壓抑了私營廠的市場及科技能力，公營廠設立及擴充的目的未像瞿宛文（2007）所指多以代表全民為主要目的之其他公營事業一般，反較接近陳師孟等（1991）所指黨國資本主義。

## 二、 台灣的基礎建設與大型科技系統

戰後台灣基礎設施雖因日本殖民政體撤離、本土業者規模有限、國民黨政權仍未穩固等因素而停滯，但在美援經費及中國來台營建人力及廠商等的進入，使若干基礎設施仍獲新建或重建機會，如石門及曾文水庫、電力設施、機場、公路及橋樑等。<sup>39</sup>而從1970年代開始的十大建設，則除交通、運輸及電力等傳統及連續性的基礎設施外，更有新輸入的大型科技系統，如鐵路電氣化、核能電廠、煉油、煉鋼及造船廠等。基本上，在十大建設前，

---

<sup>39</sup> 例如麥帥公路、西螺大橋、清泉岡機場等（互助營造，2012：189）。

前述三大公營廠雖仍草創，但已承包美援（含軍事及民間）或其他特殊目的工程（如開鑿中橫公路）而逐漸站穩腳步。至十大建設時，除鐵路電氣化工程多由台鐵自辦外，其餘均由該三廠單獨或共同承包，特別是榮工處即接了其中八項（獨攬六項），所餘一項中正（桃園）國際機場則由中華工程公司獨攬（互助營造，2012：188）。

由以上分析，台灣初期基礎設施及大型科技系統的打造，多承襲傳統基礎設施經驗，特別是土木工程方面，而且這些經驗多集中在三家公營廠。這樣的發展，從政經結構的宏觀面來看，可說主要是由威權體制所形成，並特別促使公營廠加速擴充，且在營造業內衍生出特別的公民營網絡關係（如轉包民營廠，無論是否符合法規）、承包慣習（如公營廠經議價而以過高價得標）、甚至是工程專業的發展方向（如民營廠科技無法升級及生根）（互助營造，2012：182-187）。因此，台灣初期基礎設施及大型科技系統並不只是營造物或工程系統等設施，更是複雜的政治與科技關係，除反映政治結構，更鞏固及培養政權實力，並將這些權力關係蔓延到營造產業內，甚至到其他產業及社會脈絡當中。當然，這些設施仍對台灣社會及經濟發展著有貢獻，但其隱晦的起源及核心，則仍源於其與政治之間的相互支持及型塑。

某種程度來說，基礎設施與大型科技系統間不易清楚劃分，畢竟若干基礎設施如公路或橋樑，因時代進步而整合越來越多不同領域科技，而大型科技系統也多仰賴傳統基礎土木工程才有可能。戰後台灣新建基礎設施及科技系統當中，同時包含土木、電力、機械及電信等整合系統，且規模龐大者，可能首推鐵路電氣化計畫。張國暉（2011b：173-178）指出，費用甚巨的鐵路電氣化

雖由台鐵自辦，但不只工程設計委由國外廠商辦理，施做亦多交國外廠商（除少數土木工程如隧道委由榮工處承包）（互助營造 2012：188），而且整個工程（無論設計或承包）更是拆成幾個較小的標案，由數個不同的歐美廠商承攬，而這樣的結果主要是受到親美的威權政府所影響。簡言之，在鐵路電氣化計畫當中，一直持反對態度，且因營運經驗不佳而停滯發展電氣化的美國，卻占相當大的份額；而對計畫常保興趣（曾建議先免費施做淡水線作為示範線），且電氣化科技成熟及工程規格多與台鐵相合的日本，卻被摒除在外。另在美國所占份額之外，則有數個歐洲國家如英國、德國及瑞典等參與。因此，基本上台鐵對決定工程規範及選擇科技來源等，沒有主導的能力，主要還是得看當時威權政府基於維持其權力原則下所產生的政治偏好，而科技來源的統一性及科技整合的困難性，雖也屬緊要，但並不是決策考量核心（張國暉，2011b：176）。

雖然台灣戰後初期基礎設施與大型科技系統間不易清楚劃分，但隨著經濟發展歷程，約從十大建設的鐵路電氣化計畫開始，越來越多的計畫需要不同工程領域之整合，而傳統土木工程則漸離核心地位。1970 至 1980 年代基礎設施與大型科技系統間界線雖仍難一刀劃分，但漸有差異。其中，仍難區劃者在於兩者的工程施做還是多委由公營廠承包。若無法負荷，從以上分析得知，也多非公開招標，而是先予議價承攬後再轉包民營廠。不過，漸有差異者，則是在工程設計方面，雖然 1950 至 1960 年代的傳統基礎設施工程設計仍由美國主導，但由於門檻較低，在實績漸多，且行政院 1969 年在交通部及經濟部出資成立公營工程顧問公司之情形下（交通部之中華顧問工程司，經濟部之中興工程社及中國技

術服務社)<sup>40</sup>，已開始透過聯合承攬方式，學習國外設計技術，而減低對國外工程設計顧問的仰賴。然而，在大型科技系統方面，由於科技門檻相當高，涉及層面多，更重要的是需跨領域整合，因此仍亟需國外的工程設計顧問協助。

其實，前述三家公營工程顧問公司的成立，某種程度來說，更讓公共建設計畫內捲而鞏固營造業的官商主從關係，甚至是鞏固如陳師孟等（1991）所稱的黨國資本主義。這主要是因為中鼎及中興均有相當程度的國民黨營投資，趁著國家資源共同投入，而為政黨牟取寡占利益。此外，工程設計不止包含公共建設的事前評估、規劃及細部設計等業務，更有事中監造及事後驗收、驗證等，更使公共設施的上、中、下游營造業務多由公／黨營業者主導。就此，從 1970 年代開始至 1980 年代，公共基礎建設計畫的設計及施做等，幾由公／黨營業者囊括，並將這樣的發展延伸至大型科技系統的建構，除繼續扶植工程顧問公司參與（但如前述，大型科技系統的工程設計門檻較高，進入障礙顯著較大），也將承造工作優先交予公／黨營業者。

然而，基礎設施與大型科技系統間的差異，主要係涉及了先進的系統設備，而一般認為所謂大型科技系統的關鍵多在於此。

---

<sup>40</sup> 財團法人中華顧問工程司（現其主要之工程顧問業務已改由其於 2007 年所轉投資之台灣世曦工程顧問股份有限公司承接）是交通部在 1969 年出資成立；財團法人中興工程社（其主要之工程顧問業務於 1990 年劃出改由中興工程顧問股份有限公司承接）則是由經濟部在 1970 年出資成立，國民黨也注資；而中鼎工程股份有限公司則是由 1959 年所成立的財團法人中國科技服務社（現改名為中技社）與中華開發信託、國民黨中央投資股份有限公司在 1979 年共同投資合作才成立。另外，當時也有若干民營工程顧問公司成立，例如林同棧工程顧問股份有限公司在 1971 年成立及泰興工程顧問股份有限公司在 1979 年成立，兩者都是由美國的工程顧問公司在台所投資的。除此之外，在 1970 年代所成立較具規模之民間工程顧問公司還有亞新，以及由國民黨所投資的昭凌。

不過，若以 STS 的角度觀察，而將營建脈絡、行政機制及由科技系統衍生之網絡等做為檢視建構大型科技系統的視角，應更能提供具深層意義的觀察及分析，特別是在東亞及發展中國家的脈絡當中。以前述鐵路電氣化計畫為例，雖以台灣當時科技水準仍低，只能從國外先進國家引進，但其引進的過程、內容及使用等，其實更還牽涉了複雜的社會及國家發展脈絡。本節指出，台灣的基礎設施、大型科技系統及其科技移轉間之連續性及發展脈絡。基本上，類似於基礎設施的建構脈絡，大型科技系統的建立方式及過程多由國外廠商承攬多數設計及施做後，也漸改交國內具特權之公營工程顧問公司進行設計，再由公營廠承包施做，民營廠則常任下包分享公共建設計畫。不過，值得注意的是，這樣的延續脈絡卻在 1980 年代後開始建構更為複雜的大型科技系統時，產生種種特殊現象及問題，特別是在以台北市鐵路地下化為開端的初期台北捷運計畫。

## 陸、在地基礎交通建設網絡與木柵線 VAL 系統銜接、對峙與轉型

當 VAL 自外引進時，接受移植的台灣交通建設網絡與之直接且大規模銜接處，在其官方（規劃、發包、監造及營造管理等）及本土營造業（承造）。由於該二者當時正隨著威權政體的轉型而改變，其與 VAL 之間除了進行銜接之外，並也因之出現對峙，更促成二者轉化。首先，官方及公營運輸規劃工程師在歷經過去的鐵路電氣化及地下化等大型軌道計畫後，已逐步思考並落實如何讓本土工程師及其在地知識取得更具主體性地位，這主體性地

位的爭取不只是一要面對國外的工程師及其知識與產品，更是要對國內威權體制主張工程專業的領域自主性（Chang, 2015; 張國暉，2011b）。其次，當 1990 年代初威權政治權力開始鬆解時，前述台灣營造業官商資本的公私業主從結構也開始改變，公營廠的特權及由此所衍生的不當現象，屢因特殊事件在國家轉型過程中獲得機會被揭露出來（如中山高速公路汐止至五股高架標案爭議），<sup>41</sup> 使得三大公營廠遭受巨大社會壓力，後來並陸續引起實質變化，導致公私業的主從結構不再像 1990 年代前般鞏固（互助營造，2012：210-213）。

### 一、VAL 256 系統規劃設計與交通建設網絡轉型：本土素樸的工程主體性漸生

如同較早的鐵路電氣化及同期的高鐵等大型科技系統計畫（Chang, 2015; 張國暉，2011b），台北捷運的打造也是歷經超過 20 年的時間醞釀才有成果（沈懷玉，1994；孫曼蘋，1984a、1984b、1986a、1986b），但這些計畫相似處更在它們打造過程中的多國參與、強勢美國及排除日本等現象。以木柵線來說，VAL 256 系統本身雖在規劃及設計階段被視為外生性專業運輸工具，但它之所以獲得青睞其實仍有專業之外的因素介入。前述及捷運局評審小組是以極高比例及優先順序給予專業推薦，然而這是在限定評審環境下的結果。當初與法國馬特拉競爭木柵線機電系統者還有 5 家，他們全來自歐美，分為美國西屋、美國聯合交通發展

---

<sup>41</sup> 即俗稱的十八標案。

(UTDC)、英國通用(GEC)、美國住友及三井公司，而這樣「歐美標」決策，即來自於行政院中美貿易小組(捷運局，1998：11、1988c：41)。即便美國住友及三井是日資參與(劉寶傑、呂紹煒，1995：138)，但在系統上仍與純日本系統有差異。因此，捷運局評審小組的專業評估，並未有機會在日本系統上發揮(洪淑宜，2000：附65)，但純日本系統一直以來卻都是北市府及捷運局所特別重視的先進系統之一(台北市政府，1984；台北市政府工務局新建工程處，1983)。

行政院中美小組是1984年成立，目的在改善美國巨額貿易順差問題，而其解決方法係增加美國進口，而非減少對美輸出(經濟日報，1984)。台北捷運計畫啟動後，捷運局即受到優先使用美國產品的指示，被要求將每一採購案列出，送中美小組審議(經濟日報，1987)。因此，木柵線受到「歐美標」的限制並不意外，只不過6家競標商當中有4家來自美國，但後來得標者卻是法國馬特拉，而受到輿論相當程度的注意(劉寶傑、呂紹煒，1995：137-138)。輿論對馬特拉得標的原因有所推測，例如當時政府著眼於未來購進馬特拉軍品的可能(蕭蔓，1990；林文玲，1994)，而透過15位評審委員中有11位為機關代表的席次優勢而給予青睞(劉寶傑、呂紹煒，1995：138-140)，但這些原因仍待足夠證據。

不過，若與當時另一大型科技系統「高鐵」的發展併同觀察，可發現1980年代末開始，隨著政治轉型而重新檢討中華民國／台灣的國際定位之際，本土交通運輸工程師們亦逐漸有越來越多且明顯的在地專業空間及主張(Chang, 2015；張國暉，2011b)，而黃令名(2011)對早期捷運工程師的研究亦有相似看法，例如其

所訪談的賀陳旦<sup>42</sup>即認為可藉機測試本土工程水平，躍躍欲試地運用專業。因此，前述齊寶錚認為評審小組從 6 家歐美廠商中選擇馬特拉系統，主基於素樸性專業決定的看法應該較貼近現實。<sup>43</sup>

就此，從 VAL 256 系統從 1980 年代末至 1990 年代初的早期移植過程觀察，可發現幾個素樸的專業主體性漸生之轉型現象。首先，當本土工程師仍未能研發大型科技系統，並也折服於這些系統的先進性時，但除藉過去累積的有限專業外，也因大型科技系統與較早期基礎設施在技術層次上有異，而漸有能力及機會參與評審及配合建構大型科技系統。更重要的是，他們進一步有專業上的政治性主張：「建設世界第一流捷運系統為目標，開創政府與國家的新形象」（捷運局，1991：9）。<sup>44</sup>這樣的發展頗如 Gary Downey 和 Juan Lucena（2004：394）在研究各國的國家與工程師團體間關係所指出的「當國家重新界定他們的願景及改變他們旅程的目的地時，他們的工程師們也會跟著擔憂其所具備的知識內容」。其次，雖然美國仍強勢地透過如中美小組的管道，而成為捷運局的總工程顧問（ATC），且還要求每一標案需優先向美國採購的情形下（張國暉，2011b），但在中運量的木柵線系統評選中，已不若過去在鐵路電氣化計畫時那樣支配地操控政府。再者，雖然中央政府仍受美國壓迫而做出「歐美標」的決策，但在評選過程中，本土工程師仍有發揮素樸專業自主性的機會，也某

---

<sup>42</sup> 早期即參與交通部運輸計畫委員會捷運小組，後曾任捷運局副處長、台北市政府交通局長、交通部次長等職，現任台北捷運公司董事長。

<sup>43</sup> 訪談捷運工程師 KJ。

<sup>44</sup> 然而，據劉寶傑、呂紹煒（1995：60），1993 年 10 月上任的第三任捷運局長廖慶隆表示捷運局因「第一流」目標吃了太多苦頭，「要達到第一流，必須社會環境與使用者的配合，光是捷運局買第一流的設備，並無法達到第一流的目標」。

種程度地尊重地方政府的需求及職權（張世文，2011）。

## 二、VAL 256 系統施工與本土營建產業失序

VAL 256 系統在木柵線的規劃及設計過程當中，雖然系統外之社會網絡所出現的轉型現象促使該系統得到青睞，但這些轉型並未進一步地帶給 VAL 系統本身衝擊，甚至反受到本土工程師給予高度素樸性專業支持。然而，當 VAL 256 系統開始在台北市打造時，即面臨本土營造業轉型所帶來的一連串問題。首先，如前述馬特拉係以幾近統包方式移植 VAL 256，除機電設計設計及施工外，還包括土木結構的設計，但土木結構的施工卻由國內營造商承包。<sup>45</sup>基本上，法方統包機電及土木設計的方式反應了捷運局的素樸專業支持，亦即就技術論技術時，捷運局的參與有限，且自限不應介入專業。不過，捷運局也漸生的素樸自主性從前小節所提擁有國際系統選擇權，延伸至土木施做應可交由在地業者承攬的主張，其主要理由在於運用及扶植國內產業的能力及技術。當時由榮工處資深工程師出身的局長齊寶錚即表示基於經驗及理念，認為國內營造業在技術上及經營上都需提升，捷運系統的打造即是一個契機。<sup>46</sup>此外，捷運局的施工發包的目的及策略，也明確地彰顯在議會質詢及相關公開場合，指出將「亟力扶持國內民營業者並善用公營機構現有人力設備…」、「引進國外營建施工及管理技術，藉以轉移至國內民營業者，提升國內營建水準…」、

<sup>45</sup> 而後將土木施工設 23 標，詳情參考捷運局 <http://www2.dorts.gov.tw/brief/statistics/m10104/T34.xls>（檢索日期：2013 年 8 月 30 日）。

<sup>46</sup> 請參考洪淑宜（2000：附 82-83）訪談游鴻程。

「擴大國內業者參與，集結整體營建力量，以達社會公平性」等（陳朝順，1997；陳朝順、古鴻坤，2000）。

捷運局以上這些策略在當時頗具正當性，也得到許多支持，然而實際上還必須注意者，更在當時營建公會及台北市議會等機構因龐大利益機會施予壓力的結果（互助營造，207-210；劉寶傑、呂紹煒，1995：292；中國時報，2009）。雖然這些壓力也有立基於促進營造公私業競爭公平的訴求，但爭相分食利益大餅的意味更明顯。不過總結來說，在技術提升、雨露均霑或爭取公平競爭環境等因素競合下，捷運系統的打造應仍可說是帶給營造業在促進技術發展及改變公私業主從關係上一個重大轉型機會，只不過後來的發展未符前述捷運局的期待。

包括木柵線在內，初期台北捷運系統仍承襲著之前基礎設施的施工經驗，雖與以往不同地採公開招標公民營廠商承包，但仍有三大公營廠以議價方式得標，並出現以往常見的工程問題，甚至是弊端。諸如「高價議價、低價搶標」、工期延宕、工程層層轉包、工程品質可議及工程款追加等（互助營造，2012：207-210；劉寶傑、呂紹煒，1995；林文玲，1994；華視新聞，1995）。此外，這些問題又進一步衍生在公私營造業之間及私營造業當中，意即在穩固的公私主從市場架構隨著轉型而崩解之後，出現許多前所未見的失序現象，包括為爭奪龐大捷運工程商機，而採用非一般市場競爭方式搶奪，甚至還有違法情事層出不窮（*ibid.*）。1990年代初營造業雖有捷運系統的機會突破公私業主從關係，而主事者如齊寶錚基本上也因從承包商轉為業主身分，除熟悉營造業生態外，也具自打造早期基本設施經驗（曾文水庫及台中港）所擁有之資深經歷及使命感（譚穎霞，2007；沈景鵬，2004；洪淑宜，

2000：附 72-80），<sup>47</sup> 而看似具有相當機會將營造業導入公平競爭及技術升級的軌道。然而，捷運系統的打造所帶來的劇烈震撼，即短時間內必須施做前所未有的規模，讓資深本土工程師心中所素樸地鋪設的營造產業改良軌道顯得脆弱。

就木柵線的承造來說，即反映了營造業青黃相／不接的情形。一方面，土木施工設了 23 標，規模均不大，讓許多中小型民營造業者有機會參與；另一方面，基於過去公營廠承造基礎設施經驗，在實際發包時，捷運局還是有認為公營廠較為穩固、好協調、造福公庫的心態（刁曼蓬，1993；林文玲，1994；陳朝順、古鴻坤，2000），其中較大標案由中華工程及唐榮鐵工廠承包。<sup>48</sup> 然而，這樣的本土網絡為木柵線帶來不少問題。例如，在土木標分割較細情形下，國內中小型廠商水準參差不齊，使土木結構如帽樑出現握力不足導致裂縫、高架道平整不足、混凝土軌道品質未符等（台北捷運系統木柵線體檢委員會，1995；劉寶傑、呂紹煒，1995：294），不能達到馬特拉的土木細部設計要求。另外，公營廠唐榮的施工也出現延宕及品質不佳的問題（洪淑宜，2000：附 88；互助營造，2012：209-210）等。這些問題後來導致馬特拉因土木工程延期，使其機電系統設置必須延後而造成損失，向北市府求償約新台幣 20 億元（台北市議會，2006）。<sup>49</sup>

<sup>47</sup> 訪談曾參與捷運計畫之民營廠工程師 GL。

<sup>48</sup> 請參考捷運局東區工程處有關木柵線工程說明：<http://tcgwww.taipei.gov.tw/ct.asp?xItem=62278&CtNode=6458&mp=115031>（檢索日期：2013 年 8 月 14 日）。

<sup>49</sup> 經馬特拉提付中華民國商務仲裁協會仲裁，1993 年 10 月仲裁判定捷運局應給付馬特拉 10 億 9 千 8 百萬元。但因北市府提起訴訟，歷經多年，最後在最高法院於 2005 年 7 月 22 日判決捷運局敗訴，賠償馬特拉金額經加計利息及匯差等後共約 20 億 4 千 2 百萬元（台北市議會，2010：3348）。

### 三、VAL 科技動量拉扯初期捷運局治理

就 VAL 256 系統的角度觀察，在施工過程中看似受本土營造業所構成的網絡影響，而延後了打造時程；然而，從另一面來看，VAL 256 系統其實是以其科技動量拉扯本土交通建設網絡，系統本身並未受到衝擊。以求償案來說，VAL 256 系統的科技動量特別展現在系統的建構組織及管理。據訪談資深承造捷運的民間工程師 GL 表示，馬特拉得求償成功的關鍵在於現代的營建工程管理，因其能具體地提出延宕所造成的各種損失項目，明列證據及單據，例如其工程師因工程延後，仍需支付在台每日工資及食宿（王壽延，2005）。此外，捷運局也因馬特拉施予壓力等因素，對於前述常見工程問題無法輕視，而以較積極作為管理承包的公民營業者，捷運局即予唐榮停權參與捷運工程的處分（互助營造，2012：209-210）。

再者，VAL 256 系統的科技動量也展現在木柵線的土木細部設計上。雖然木柵線的站體設計係委由國內的沈祖海建築師事務所，業主為馬特拉而非捷運局，但捷運局本身也期待高科技系統的站體設計，而給予一些指示，因此有材料具穿透性及外型輕盈等特質（沈祖海建築師事務所，1992；丁榮生、仲倍瑩，1996；丁榮生、胡珣珮，1996）。基本上，VAL 256 系統的先進性構成了木柵線的優先設計價值，企圖展現高科技、機械化及現代性意象（ibid.；楊子葆，2004；曾瑞嫻、王富春，2009：58），而未見配合台北市的都市特質。例如，木柵線站體以鋼構、圓桶、圓柱、玻璃等元素，藉以打造出先進的太空意象以搭配 VAL 256 系統（林付姜，1992），然而諸多設計概念卻不適台北氣候，例如平面屋

頂設計除不利排水外，且還容易造成系統潮濕導致毀損，另還有玻璃帷幕易在市區積塵（劉寶傑、呂紹煒，1995：345-346），而單圓柱支撐設計更還有耐震疑慮等（台北捷運系統木柵線體檢委員會，1995：7）。<sup>50</sup>此外，木柵線站體設計也未考量台北運輸量，多僅有單側出入口（台北市議會，2009）。若乘客從木柵搭車至內湖，應可發現內湖線的車站設計相當不同，除每一站外型都有在地特色外，車站大廳及動線設計都對使用者更為友善（曾瑞嫻、王富春，2009）。

## 柒、誰的戰線缺口？突破方向？

### 一、交通建設網絡的多面戰線缺口

當 VAL 256 系統移植到台北開始施工後，所產生的失序現象由土木營造範疇延伸至基礎交通建設網絡的其他層面，由小至大，包括對國際工程財務管理不熟、處理社區抗爭經驗不足、欠缺都市基礎設施資料、市府及中央機關之間失調、忽視公共及媒體壓力、未與產業及經濟發展政策配合、轉成地方及中央政治鬥爭議題等，基本上這些失序現象多為台灣社會熟悉（互助營造，2012；黃令名，2011；王壽延，2005；張志榮，1999；劉寶傑、呂紹煒，1995；楊子葆，1990）。<sup>51</sup>

<sup>50</sup> 馬特拉總裁受訪時，也曾表示「關於地震，這並無關系統，而是較和土木工程有關，我們提供系統，我們不建高架橋或隧道等公共工程」（賓靜蓀，1995）。

<sup>51</sup> 當然，在六線齊發的情形下，這些失序現象並非都以木柵線為主，但以最先進、最早動工、預期最早完工、移植國際先進系統等因素觀察，木柵線的特殊意義應在於最新進科技移植及打造、最先觸動、涉及層面廣泛（無論是國際關係、

某種程度來說，木柵線興建的失序現象綜合起來可能造成了一種類似 Ulrich Beck (1992) 所談的政治內爆 (political implosion)，亦即當社會越來越利用科技解決越來越多且複雜的社會需求及問題時，這些科技反而生產出越來越難以解決的風險（如核污染、氣候暖化及武器擴充等）。不過，有所不同的是，當時 VAL 256 及其他捷運系統帶給當時台灣社會的風險，催／激化原有政經體制所隱含的問題，將之內捲至大型科技系統打造過程中，且又短時間內大規模地暴露出來，鑿痕斑斑。前述這些失序現象除蘊含在地基礎交通建設網絡仍待進一步現代化之外，也類似營造業發展歷程中內埋了威權體制扭曲下的官商主從結構。因此，若說做為大型科技系統的台北捷運出現所謂戰線缺口的現象，毋寧是發生在當時台灣的基礎交通建設網絡上，畢竟這些失序問題需要的是非平均解決。

當然，就 VAL 256 系統本身而言，在施工啟動後也非自顧地驅使科技動量，而沒有受到本土脈絡影響，只是這樣的影響還未到產生實質衝擊的程度。當時台北 VAL 256 面臨最大的難題如前述是將一個營運列車由「兩車一組」改為「四車兩組」的方式，此係應台北市需求而由馬特拉修改當時現存系統後首創，就工程師專業角度來看，捷運局及馬特拉多認技術可行（洪淑宜，2000：附 75-76；賓靜蓀，1995），<sup>52</sup> 且如前述當初為了木柵線 2020 年的預估需求，甚至預留「六車三組」的單一營運列車模式（張志榮，

---

工程整合、都市意義、本土營運等方面），且其還一直延伸至 2010 年內湖線完工後與之合併的文湖線。

<sup>52</sup> 但須注意的是，當時交通部運輸研究所濮大威（後曾任北市府交通局長）卻認為為法國里耳經驗，並不一定能在台北市加寬車廂、加掛車輛情況下成功（張世文，2011）。

1999：561-563）。然而，1993年5月及9月接連發生的兩次火燒車事件對系統技術引起相當大的質疑，兩組四車看似僅需整合相關系統即可，卻發現整合本身並非小問題（ibid.）。不過，即便如此，目前本土捷運工程師多認為當時的整合問題雖帶來挑戰，但素樸地就專業論專業，問題應只是遲早可解決，而非不可解決，只是遲早的問題卻隨著失序現象而變得難以收拾。<sup>53</sup> 因此，藉 Hughes（1971, 1983, 1999）的觀點，VAL系統本身雖不致面臨戰線缺口，卻也必須因移植脈絡而演化，亦即以一種「VAL—無縫網絡」的整體概念觀察檢視系統的建構。大型科技系統在移植後進國家如台灣時，需注意的是科技系統與移入國家之交通建設網絡間的對峙、衝突及磨合，因為無縫網絡並非單向地隨大型科技系統的發展歷程而逐漸延伸出來，而是由大型科技系統與堅固的國家交通建設網絡間快速及劇烈地調和，將彼此間許多的縫給揭露並縫補起來。

## 二、本土交通運輸工程師的專業能動性及其變化

VAL系統移植到台灣可能是一種大型科技系統與交通建設網絡同時演化的過程，VAL系統無可避免地遇到了移植脈絡所帶來的問題，但基礎交通建設網絡卻面臨戰線缺口般的衝擊，種種失序現象係一連串式的問題，所需要的應是結構性而非元件性的改變。從VAL系統的規劃到施工階段，交通建設網絡的演化及轉型也隨著在逐漸發生，特別是從第一線的捷運工程師開始。除前述專業能力累積，為自己贏得參與空間之外，本土工程師們更逐漸

---

<sup>53</sup> 訪談資深捷運工程師 KJ 及 HC。

在專業上提出政治性主張，希望能在本土大型工程計畫當中向國外工程師爭取自主性及獨立性，並且培植自身專業，而跳脫素樸侷限。此外，這些工程師也必須以更透明及開放的方式與捷運局以外的脈絡交流，不只是機關及府際之間，更包括營造產業、在地社區、新聞輿論等（張志榮，1999；楊子葆，1990）。因此，由本土捷運工程師們帶動的交通建設網絡轉型並不限於完工通車階段，更還繼續延伸到 VAL 256 系統的營運階段。

眾所皆知，由於捷運局與馬特拉間如前述在施工過程出現許多糾紛，而雙方在通車前又始終未能就開始營運後的維修合約達成共識。當時捷運局在通車前一年即對木柵線的後勤支援感到憂慮，擔心通車後的木柵線在短期內面臨停擺危機。後來即便木柵線已通車，雙方仍未能就維修外包合約達成共識簽訂，約二個月後又因雙方另在驗收及履約保證金延期等問題上出現高度歧異，而相互施壓（蔡輝昇，2007）。<sup>54</sup> 後來，馬特拉展開反制，在通車後僅兩月餘即撤離所有科技人員，並禁止其下包商出售備品予負責營運的捷運公司，讓木柵線半年內即可能會陷入癱瘓。

然而，捷運局及捷運公司工程師也試著分從國內、外途徑，尋求解套。他們除自行找到工研院秘密地協助破解及自製若干重要的電路板外，亦至同使用 VAL 系統的芝加哥機場捷運公司，找到若干備品來源（蔡輝昇，2007；吳昭賢等，2009），相當程度地達成時任市長陳水扁的主張「馬特拉不拉，我們自己拉」。<sup>55</sup> 據

<sup>54</sup> 捷運局認為馬特拉未依合約進行改善的情形下，決定押提履約保證金約新台幣 5 億元，並不予支付約新台幣 16 億元工程尾款，更不願支付馬特拉對土建工程延後而延宕其機電工程所要求的賠償約新台幣 29 億。法商曾向時任台北市副市長陳師孟表示，木柵線已經完工兩年，有關機電工程的 CC 350 合約，以上 29 億元，已經對該公司造成極大傷害（聯合報，1996）。

<sup>55</sup> 據受訪捷運工程師 KJ 表示，目前木柵線系統仍賴馬特拉等相關廠商提供關鍵

筆者訪談的資深捷運工程師們表示，自 1996 年木柵線通車後，本土捷運工程師、捷運局與捷運公司歷經相當多的轉變及提升。就捷運系統的規劃、設計及興建來說，除了逐漸純熟機電系統及土木等合約管理外，更已能從事基本設計及審查細部設計、<sup>56</sup> 熟悉國際機電系統承包商網絡、<sup>57</sup> 發展適合本土性的發包策略<sup>58</sup> 及監工制度、<sup>59</sup> 累積許多驗證及驗收經驗、<sup>60</sup> 相對較為獨立的維修及營運管理等。雖仍未能有效帶動軌道產業界的發展原創技術，<sup>61</sup> 而無法較為

---

備品，除因專利技術原因，亦有開發及製造成本考量，雖不見得全然自主維修，但可降低成本及風險。亦請參考張世文（2011）及下一腳註。

<sup>56</sup> 此項能力應係源自第四節我國打造基礎設施後，逐漸培養工程設計能力，而後捷運系統計畫時，亦有相同政策，刻意培養國內工程顧問公司。亦請參考張國暉（2011b）。

<sup>57</sup> 例如木柵線之後，由於馬特拉撤出，留下維修問題，據受訪捷運工程師 KJ 及 CG 表示，捷運局除尋找及開發維修備品外，也更深入瞭解包商內部的分工。據曾任捷運局長及行政院公共工程委員會主委范良鏘表示，馬特拉主要握有號誌控制技術，因這為主要關鍵技術，所以由馬特拉當主包商，但另一法商亞斯通（Alstom）則有電聯車及其他相關機電系統技術，馬特拉撤走後，亞斯通仍在，繼續提供服務（台北市議會，2009）。

<sup>58</sup> 由於木柵線不佳的統包經驗，捷運局在內湖線計畫的發包方面改為由「國內營造為主，國外機電為從」的方式，即由國內營造廠主承包，自行找國外機電系統廠配合，所謂「土建綁機電」。此種發包方式雖非首創，但與木柵線統包方式差異大，而由未具機電技術的國內營造廠主導，且土建與機電的預算金額約為相當，引起相當多的討論（吳國安，2004）。文湖線開通初期因出現若干問題，更引起輿論注意，監察院（2010）亦發動調查，對交通部及台北市政府做出數個糾正案。然而，據范良鏘（台北市議會，2009）及受訪捷運工程師 KJ、LK 及 SB 均表示，基本上目前他們仍認同內湖線採用此種發包方式，主因在成果符合他們的目標，適合台灣國情。其他有關發包策略，請參考陳朝順（1997）及陳朝順、古鴻坤（2000）。

<sup>59</sup> 此由陳水扁市長成立木柵線體檢小組後遺留迄今（台北捷運系統木柵線體檢委員會，1995）。雖據受訪捷運工程師 KJ 表示，監工制度可能有疊床架屋的疑慮，但也表示該制度可能避免了像是由高鐵局主辦的捷運機場所出現的承包爭議及延宕問題，因為捷運局本身即配有專業工程師監工，可隨時監控施工進度，不致發生機場捷運承包商發生代理問題的情形。

<sup>60</sup> 訪談捷運工程師 KJ。亦請參考詹前祥（1989）。

<sup>61</sup> 到內湖線計畫時，已要求機電承包商將機電設施如電聯車在台組裝（吳國安，2004）。基本上，除中運量捷運機電系統外，1990 年代初中央政府即開始研擬一連串政策發展傳統及捷運軌道產業，不過成效有限（吳學良、陳忠仁，2003）。

直接地解決問題，但已逐漸培養出「專業業主」能力，除有效地「定義問題」（如規劃及設計面）外，並平衡與國外系統提供商之間關係，亦驅動國內營造業及工程設計顧問業的技術提升，更影響其他機關，甚至社會相關網絡，一起與移植的大型科技系統「共同解決問題」。<sup>62</sup>

定義問題及共同解決問題看似非工程師的核心價值及能力，但 Downey (2009) 對當代工程師的研究指出，其實工程師的核心價值不僅在解決問題，更在於定義問題，而後者常被忽略。此外，工程師也必須關注與非工程師之間的互動，而不只限縮在使用數學等工具定義及解決問題。更重要的是，工程師們還需要自我批判。亦即，雖然達成任務仍是工程師的重要工作，但在判斷及檢視「何謂任務」及「誰的任務」方面，現代工程師也應參與及培養能力。從捷運木柵線的案例來看，定義問題及共同解決問題的能力應已成為本土交通運輸工程師的重要資產，而這是來自制度性、甚至是系統性的演化成果。這兩種能力應是代表著由一連串問題所帶來的交通建設網絡演化，透過像是解決戰線缺口的不均發展而建立。更重要者，這些演化及能力如同大型科技系統的科技動量，也從工程師及捷運機構出發，逐漸建構出一種系統動

---

<sup>62</sup> 基本上，捷運工程困難度頗高，特別是在台北特殊的地質環境，且工程品質要求高，並引進新式工法的情形下（捷運局，2007）。據互助營造（2012）及受訪工程師 GL 及 SB 表示，國內營造廠是否曾經參與過捷運工程是一種業界門檻，頗具象徵性意義。而業界門檻不只指施工技術，還包括施工管理，王壽延（2005）即從馬特拉賠償案，指出施工資料的保存及是否符合 ISO 9002 認證，已是當前營造業的標準。另在擔任業主的捷運局方面，亦著重本身的工程管理，如取得 ISO 9001 認證等（常岐德，2004）。此外，在工程顧問業方面，請參考張國暉（2011b）。不過，需注意的是，以上變化亦有其他大型技術系統計畫帶來的作用，如高鐵及高雄捷運計畫等，請參考互助營造（2012）及張國暉（2011b）。

量，推動著如董建宏、李安如（2009）、王志弘（2002）及李安如（2014、2009）所指的社會秩序及現象之種種變化。

## 捌、結論

藉由 Hughes 等一系列有關大型科技系統的衍生觀點，本文首先檢視 VAL 256 系統的先進性，並追溯其源自法國的特殊科技文化脈絡。這兩者所釀造的科技動量，驅使了本土工程師、政府機關、甚至是眾多社會層面，除期待它有效地解決台北市交通問題，並帶給台灣現代化的素樸面貌。不過，由於國家脈絡的斷裂且不同，VAL 256 系統的移植過程未如預期順利，反多災多難。看似 VAL 256 系統面臨一連串問題所形成的戰線缺口而必須大幅演化，卻是促使基礎交通建設網絡當中本土工程師、捷運規劃及營造機構朝向現代化，在短期內劇烈地與之進行對峙。其次，本文指出因營造產業的結構及發展歷程，有著與親美威權政體之間的緊密型塑關係，而描述它們對台灣在 1980 年代後開始引進及建構大型科技系統的影響，進而分析 VAL 256 系統移植到台灣後與在地交通建設網絡的互動過程。

本文藉由 Hughes 的大型科技系統理論觀照台北捷運系統木柵線的規劃、打造及初期營運，發現法國 VAL 系統不只是移入先進科技物，更帶來法國科技脈絡的充沛科技動量，深刻地開鑿在地承接網絡在工程慣習、制度及實作等層面上許多有待調整之縫，並指出本土網絡反更發生了戰線缺口式的改變。像木柵線這樣的大型科技系統打造，與 VAL 系統在法國的發明及發展的不同，顯在於科技物與社會脈絡並未長期地建立互動關係，而無法使得科

技系統以無縫網絡的方式衍生。然而，木柵線案例展現的深深刻意涵，更在於彰顯了外來完備系統與既有本土脈絡間衝擊、對峙與磨合的複雜過程，並發展出在地性的樣態。即便 Hughes (1999) 指出大型科技系統的種種演化過程，像是電力系統在柏林、倫敦及芝加哥的發展因城市脈絡不同而有不同演化，但像木柵線案例中所展現出在地網絡與整全系統在短期間大範圍且深入地相互面對的情形，仍與這些案例有相當差異。以當今許多非歐美國家引進先進大型科技系統的趨勢觀察，木柵線應是少數的前緣案例，未來值得投入更多對外來系統與本土脈絡間如何互動的跨國研究，累積不同樣態的經驗，進而建構具理論性的知識。

連同其他捷運線，木柵線的興建也被視為時機不佳，亦即若能提早應可利用威權政體的專制效率，而若能延後則可避免國家轉型的政治衝突（張志榮，1999；楊子葆，1990）。時機改變是否更有利於台北捷運係統的打造恐難證明，但以本文分析脈絡來看，所謂時機不佳其實也應帶來了若干正面效應影響迄今。當 VAL 256 系統與本土營造產業發生掙扎時，除了來自 VAL 256 系統的科技動量催化結構性的失序現象，更有本土工程師們的動量加入。他們的動量雖一方面折服於 VAL 256 而反予素樸地加強，並也來自他們因應國家轉型所給予的現代化機會及使命感，但另一方面更還有來自對建立工程專業自主性的逐步認清。雖然這兩股動量的衝突及對峙，導致交通建設網絡出現種種失序，但若非這兩股動量延伸出一條軌道，營造業及工程專業的轉型仍待下個未必會出現的機會。

雖然一連串失序問題，也導致 VAL 256 系統本身做出有限調整，但更促進了在地基礎交通建設網絡的演化。不僅本土捷運工

工程師及其所屬機構，開創了一種「專業業主」位置，而得有「定義問題」及「共同解決問題」的能力，更進一步地拖動相關政府機關及社會諸多層面，而以捷運系統重新定位府際關係、都市面貌及社會秩序等。然而，由於欠缺本土原創技術能力，「專業業主」的角色仍有延遲侷限，因此在系統轉換、整合或新進時，需不斷加速學習及重複爭取外界信任（如內湖線改採來自加拿大的龐巴迪系統整合 VAL 256）。<sup>63</sup> 此外，雖然從 1980 年代中期以來幾乎年年以政府預算巨額投資，並也吸引民間部門加入，帶動營造產業技術及規模提升，同時建立「專業業主」能力，而延續地擔任台灣發展型國家的後勤性角色，但未來發展是否就僅止於此，也應值進一步探討。

最後，為利比較本文所提各種在地基礎交通基礎建設網絡的特質在引進木柵線 VAL 系統前後所出現之不同差異，還有在打造木柵線時所發生及帶來的各樣銜接、對峙及轉變等現象，下表簡明地涵蓋文內討論的各項課題，嘗試給予一個綜合性的全貌，並藉以彰顯將木柵線藉「VAL 無縫網絡」概念觀察時可挖掘到的現象。下表內容來源除主文外，其中有部分係來自本文腳註、所引若干文獻之內容及第三節所提受訪人等。

---

<sup>63</sup> 訪談捷運工程師 SB。亦請參考李吉忠、吳政蔚（2011）。

差異面	戰後交通基礎建設網絡特質	木柵線引進 VAL 系統時與當時交通建設網絡的銜接、對峙及轉變	木柵線完成後的交通建設網絡特質 (以軌道系統為主)
政經結構面	<p>多國分包 (威權政治考量為主, 如鐵路電氣化計畫)</p> <p>美國優先參與 (委辦系統規劃及採購設備等, 有時即便美國不具核心技术)</p> <p>公營造廠支配基礎建設的承造 (受利行政特權及特定法規的保護、無美國施壓及政府忽視民間需求等)</p> <p>地方政府受中央政府控制</p>	<p>多國競爭 (經濟、技術及政治考量都有)</p> <p>美國優勢參與 (未必優先, 但得利於政治因素, 而有較高機會獲青睞, 如系統引進需開歐美標, 還有 TTC、ATC 受託擔任總工程顧問)</p> <p>公營造廠具結構性優勢 (行政慣習及較具規模)</p> <p>中央及地方政府歧見多且深。中央政府內部另有競合現象, 如基礎建設政策需另加考量如何帶動產業政策</p>	<p>多國競爭 (經濟及技術考量為主, 較少政治考量)</p> <p>美國須經競爭始得參與</p> <p>公私營造廠競爭, 並有較多國外廠參與合作</p> <p>府際間已較具合作經驗。中央及地方都各有附加的多樣政策考量, 如都市更新或有新興能源政策須配合等</p>
大型科技系統設計	無原創技術, 需購置外國核心機電系統, 且無能力要求另做工程設計	無原創技術, 需購置外國核心機電系統, 但漸具評估各國系統能力, 並提出少數在地需求變更設計	無原創技術, 需購置外國核心系統, 但具評估、比較及提出部分在地需求以變更系統設計的能力, 且有機會及能力參與少數設計
工程顧問及在地資料	受制外國工程顧問, 無法做跨領域專業工程規劃。雖有培植本土工程顧問公司, 並藉與外國公司聯合承攬方式提升技術, 但本地仍不能完全掌握自身需求 (如運量估計、路線規畫、站體設計等), 且開始有政治因素介入或加入經營, 並嘗試掠奪或操控市場	本地主要三家公營工程顧問具能力參與, 已可掌握少數自身需求項目, 特別是中華顧問, 但仍未能主導, 尚需外國顧問 (如 BMTC、DEC、TTC、ATC 等) 做主要及最後決定	本地公私營工程顧問與外國顧問公司競爭。除中華顧問外, 其他本地公民營公司也漸有能力有效認識自身需求, 且具相當的細部設計能力, 甚至輸出經驗及技術至國外 (如中鼎及中華顧問等)

差異面	戰後交通基礎建設網絡特質	木柵線引進 VAL 系統時與當時交通建設網絡的銜接、對峙及轉變	木柵線完成後的交通建設網絡特質 (以軌道系統為主)
	欠缺都市基礎設施背景資料 (如各種管線的埋設資料), 但較無市區內的大型計畫	欠缺都市基礎設施背景資料, 但亟需, 並開始進行資料累積及系統化工作	已有相當部分的都市基礎設施背景資料, 但仍 有空間須填補
承造	土木工程技術門檻不高  土木工程技術能力不高 (公營廠因規模較大關係, 而有較高技術能力)  土木工程技術學習的能力及意願均不高 (有少數民營廠較高)	土木及機電工程門檻均高  土木工程技術具一定能力 (公私營能力參差不齊)  土木工程技術學習的能力及意願較高 (但公營廠仍不高)	土木及機電工程門檻均高  土木工程具相當能力, 某些項目具競爭能力, 且能輸出  土木工程技術學習的能力及意願更高 (公私營均有較高企圖心)
	欠缺承攬機電工程能力, 幾乎完全仰賴進口	欠缺承攬機電工程能力, 但有部分測試能力等	具能力配合承攬部分機電工程 (如組裝), 某些項目具國際競爭能力, 如電力系統
	承攬以公營造廠為主、私營造廠為從, 有特定的公民營支配網絡, 常見發生工程問題, 甚至弊端	承攬以公營造廠為主、私營廠為輔, 原公民營網絡仍具支配性, 也仍常出現過去問題及弊端, 但網絡已不若以往鞏固。若干私營廠以外廠商聯合承攬的情形。參與捷運工程為跨越門檻標竿, 以彰顯技術能力, 並開始尋求國際性的工程管理認證, 如 ISO 9002	公營廠受加入 WTO 及國際市場競爭衝擊而轉型, 公私營造廠在國際規範架構下競爭, 並有合作承攬, 國內廠也有與國外廠商聯合承攬的情形。此外, 國內廠已有能力依技術及經濟因素, 爭取承攬國外案, 但並不多
	威權政治主導承造及發包市場機制	有限或檯面下多元政治, 及有限市場機制, 都有介入承造及發包市場	市場機制主導承造及發包市場, 仍有多元政治介入

差異面	戰後交通基礎建設網絡特質	木柵線引進 VAL 系統時與當時交通建設網絡的銜接、對峙及轉變	木柵線完成後的交通建設網絡特質 (以軌道系統為主)
官方工程管理	無需面對國際工程管理機制，國內慣習亦無形成制度性機制	受國際工程管理機制衝擊，須設法熟悉，並解決其與國內慣習不同而產生的問題。另並逐步建立國內制度性機制，如法令、合約及監工等，並著手進行國際認證，如 ISO 9001。	除如左欄外，漸熟悉國際工程管理機制，並與之橋接及藉機利用以爭取利益。國內制度性機制漸趨完備，亦有少數在地經驗的合約策略創新，如由土木綁機電的發包策略 (如內湖線)
	無需面對社區抗議	須面對大規模社區抗議，且有地方多元政治介入，須在短期內設想新方法解決	已累積相當經驗處理社區抗議及應對民意機關，但另有若干新興議題須處理，如越趨複雜的土地共同開發議題等
	無政府外部監督機制	須面對媒體強大壓力，且面對能力有限，窮於應付	須面對媒體強大壓力，但亦漸有能力影響、甚至操作部分媒體，以利工程進行
官方工程師角色	工具性參與，受限或受制於政治性政策及外國專業	欠缺足夠專業的業主，但開始提出自主性及獨立性要求，且專業能力提升中 (有限工程專業或素樸的)知識性參與，如要求六車三組 提供專業意見，作為最後的政策決定依據	成為專業業主，已具定義問題及共同解決問題能力 (較多綜合專業)知識性的參與，具定義問題能力 常(會/被)要求主導政策決定，共同承擔政治責任
		工程領袖(如齊寶錚)有機會改變部分交通建設網絡的結構性問題，並有願景及作為(如扶植民營造廠)	若干台北捷運系統工程主管已具相當年資，獲青睞出任中央二級或地方一級機關首長，甚至縣市政府副首長層級

差異面	戰後交通基礎建設網絡特質	木柵線引進 VAL 系統時與當時交通建設網絡的銜接、對峙及轉變	木柵線完成後的交通建設網絡特質 (以軌道系統為主)
營運及維護	營運及維護技術門檻低，涉及較高層次者則受制或購自外國工程能力	維護技術門檻高，涉及高層次者受制或購自外國工程能力，但在地已有能力學習及模仿 (如逆向工程)，甚至開始利用對國際系統商分工訊息的熟悉，另謀維護技術及備品來源	維護技術門檻高，涉及高技術層次高者受制外國工程能力，但在地已有能力學習、模仿及開發部分技術  營運經驗豐富，營運制度也漸趨完備，甚至可在軌道營運之國際競賽中獲獎，並可輸出部分技術及經驗

謝辭

感謝匿名審查人、編委會、黃令名、陳東升、王宏文、董建宏提供寶貴意見，也感謝科技部專題計畫支持 (編號 NSC 102-2410-H-002-086-MY2)。文責自負。

## 參考文獻

- 丁榮生、仲倍瑩（1996），〈參與捷運設計的經驗：訪沈祖海建築師事務所白瑾、喻中柱及莊雅典先生談木柵線車站設計經驗〉。《建築師》256：72-73。
- 丁榮生、胡珮珮（1996），〈捷運的建築是要呈現文化的精緻度：訪捷運局第二處處長鍾維力先生〉。《建築師》256：86-87。
- 刁曼蓬（1988），〈沒錢，還是沒效率？〉。《天下》82：28-32。
- 一一（1993），〈舊官僚拖垮新捷運〉。《天下》149：73-81。
- 中國時報（2009），〈記取教訓，捷運還是變「劫運」〉。7月28日。
- 互助營造（2012），《臺灣營造業百年史》。台北：遠流。
- 王志弘（2002），〈活動地景與時空操演：臺北捷運系統與新都市經驗〉。《地理學報》31：83-115。
- 王壽延（2005），〈從「台北捷運馬特拉賠償案」看工程爭議解決〉。《技師報》459。<http://www.twce.org.tw/info/%E6%8A%80%E5%B8%AB%E5%A0%B1/459-4-1.htm>（檢索日期：2013年8月22日）。
- 台北市政府（1984），《台北市中運量新捷運系統發展計畫綜合報告》。台北：台北市政府中運量專案小組。
- 台北市政府工務局新建工程處（1983），《台北市中運量捷運系統之發展規劃》。台北：台北市政府工務局新建工程處。
- 台北市捷運系統木柵線體檢委員會（1995），《捷運紅皮書：台北捷運系統木柵線體檢報告（含別冊）》。台北：台北市捷運系統木柵線體檢委員會。
- 台北市議會（2006），《台北市議會公報》72（7）。台北：台北市議會。

- （2009），《第10屆定期大會文湖線調查小組第1及4次訪問會議紀錄》。台北：台北市議會。
- （2010），《台北市議會公報》81（9）。台北：台北市議會。
- 史敦仁（1989），〈中運量捷運系統簡介〉。《捷運技術》1：72-80。
- （1990），〈木柵線中運量捷運系統CC350標合約車輛採購規範淺述〉。《捷運技術》2：71-79。
- 田村紀之（2003），〈工業化的承擔者〉，見谷浦孝雄編，雷慧英譯，《台灣的工業化：國際加工基地的形成》。台北：人間，頁91-146。
- 交通部運輸計畫委員會（1983），《臺北都會區大眾捷運系統計畫》。台北：交通部運輸計畫委員會。
- 朱旭（2004），〈台北捷運核心技術之建立與發展〉。《捷運技術》30：11-40。
- 吳昭賢、劉興隆、張程毓（2009），〈建立電路板建立自主維修與研發能力〉。《軌道營運與管理》5：74-93。
- 吳國安（2004），〈台北中運量系統木柵線的更新與其延伸之內湖線的精進〉。《捷運技術》30：71-84。
- 吳夢桂（1987），《東南、北亞捷運行》。台北：捷運局。
- 吳學良、陳忠仁（2003），〈國防、軌道相關公營事業民營化成功帶動產業自主發展之條件〉。行政院經建會委託財團法人成大研究發展基金會研究案。
- 李光真（1996），〈捷運天蠶變〉。《光華畫報雜誌》21（5）：76-88。
- 李吉忠、吳政蔚（2011），〈文湖線370型電聯車營運回顧與展望〉。《軌道營運與管理》9：72-89。
- 李安如（2014），〈地鐵作為〈文化親密〉的空間：以臺北市大眾捷運

- 系統為例〉。《考古人類學刊》70：79-108。
- （2009），〈文化親密與城市認同一全球體系下的臺北捷運〉。《捷運技術半年刊》48：11-20。
- 李宗榮（2011），〈在國家與家族之間：企業控制與臺灣大型企業間網絡再探〉。《台灣社會學》13：173-242。
- 沈祖海建築師事務所（1992），〈穿梭在台北的精靈之二：木柵線場站設計系統〉。《建築師》216：84-87。
- 沈景鵬（2004），〈敬悼齊寶錚先生：工程界的一代巨星〉。《中國工程師學會會刊》，6月。<http://www.c-km.org.tw/people/9306.pdf>（檢索日期：2015年12月14日）。
- 沈懷玉、王雪玉、孫可立、謝采秀、王麗媛（2000），〈王章清先生訪問紀錄〉，見呂芳上等訪問紀錄，《都市計畫前輩人物訪問紀錄》。台北：中央研究院近代史研究所，頁17-72。
- 林文玲（1994），〈金色幹線，黑色捷運〉，《遠見》101：44-50。
- 林付姜（1992），〈台北的太空城：論捷運木柵線車站〉。《建築師》216：88-89。
- 林伯誠（2004），〈中運量電聯車簡介〉。《捷運技術》28：25-44。
- 林志盈、張澤雄（1989），〈赴歐研習大眾捷運系統路往規劃研習報告〉。《捷運技術》1：111-140。
- 涂照彥（1995），〈金融、財政：「獨裁性經濟發展」的陰影〉，見劉進慶、涂照彥及隅谷三喜男著，雷慧英、吳偉健、耿景華譯，《台灣之經濟—典型 NIES 之成就與問題》。台北：人間，頁199-274。
- 洪淑宜（2000），《我國交通建設決策過程之研究：台北捷運系統（木柵線）及台灣高速鐵路之個案研究》。台北：國立台北大學公共政策研究所博士論文。

- 孫曼蘋（1986a），〈「捷運」之結〉。《天下》59：58-64。
- （1986b），〈行政院秘書長王章清談：大眾捷運起步難〉。《天下》59：70-72。
- （1984a），〈大眾捷運系統化亂為序？〉。《天下》36：132-139。
- （1984b），〈董萍談：鐵路地下化〉。《天下》36：134。
- （1984c），〈交通部次長陳樹曦談：大眾捷運系統的爭議〉。《天下》36：140-141。
- 郝柏村（1995），《不懼》。台北：五四書店。
- 常岐德（2004），〈捷運工程管理新思維〉。《捷運技術》30：3-10。
- 張世文（2011），〈邊摸索邊前進 台北捷運走出自己的路〉。《台灣區電子電機同業工業公會電子報》。<http://www.teema.org.tw/industry-information-detail.aspx?infolid=1405>（檢索日期：2013年8月29日）。
- 張志榮（1999），《都市捷運：規劃與設計（下）》。台北：三民。
- 張國暉（2013a），〈當核能系統轉變為科技政體：冷戰下的國際政治與核能發展〉。《科技、醫療與社會》16：103-160。
- （2013b），〈高鐵的創新關鍵〉。《科學發展》484：26-32。
- （2013c），〈國族渴望的巨靈：台灣科技官僚治理的中國脈絡〉。《國家發展研究》12（2）：73-132。
- （2011a），〈對技術的社會建構論（SCOT）之挑戰：建構東亞技術研究主體性的一個契機〉。《科技、醫療與社會》13：171-222。
- （2011b），〈追尋主體性的工程設計：威權政治轉型下的台灣高鐵土木設計〉。《台灣社會研究季刊》85：157-200。
- 捷運局（2013），《捷運白皮書》。台北：捷運局。<http://www.dorts>。

- gov.tw/ct.asp?xItem=185514&CtNode=45281&mp=115001 (檢索日期：2013 年 8 月 23 日)。
- (2007)，《行二十年百里路：台北捷運念真情(上、下)》。台北：捷運局。
- (1998)，《台北都會區捷運系統：木柵線工程總報告》。台北：捷運局。
- (1991)，《捷運策略》。台北：捷運局。
- (1988a)，《台北都會區大眾捷運系統核定路網環境影響評估報告》。台北：捷運局。
- (1988b)，《台北都會區捷運系統建設計畫問答專輯》。台北：捷運局。
- (1988c)，《捷運年刊：中華民國七十七年》。台北：捷運局。
- 梁國樹 (1998)，《國際經貿政策建言》。台北：遠流。
- 陳昭延 (2010)，〈捷運環狀線電聯車設計概念架構簡介〉。《捷運技術》43：9-22。
- 陳柏穎、林建仁 (2006)，〈內湖線行車控制系統功能〉。《捷運技術》35：65-76。
- 陳師孟、林忠正、朱敬一、張清溪、施俊吉、劉錦添 (1991)，《解構黨國資本主義：論台灣官營事業之民營化》。台北：澄社。
- 陳朝順 (1997)，〈台北捷運發包策略之回顧與展望〉。《捷運技術》17：86-88。
- 陳朝順、古鴻坤 (2000)，〈台北捷運發包策略之沿革與未來趨勢〉。《捷運技術》22：233-240。
- 曾瑞嫻、王富春 (2009)，〈內湖線高架車站之美〉。《捷運技術》40：217-230。

- 華視新聞（1995），〈疑雲圍繞工程轉包〉。4月22日。
- 黃令名（2011），《通往「現代」的曲折軌道：台北捷運誕生史與捷運科技生活形式》。新竹：國立清華大學社會學研究所碩士論文。
- 楊子葆（2004），《世界經典捷運建築》。新店：木馬文化。
- （1990），〈台灣都市交通政策的政治經濟學分析：台北都會區大眾捷運系統計畫之個案研究〉。《台灣社會研究季刊》3（2-3）：33-103。
- 經濟日報（1988），〈台北都會區中運量系統誰捷足先登，三國六場卯足勁競標成各方焦點〉。3月28日。
- （1987），〈捷運系統每一標工程：均需優先向美國購買〉。9月2日。
- （1984），〈中美貿易專案小組昨會決定：我決擴大採購美國產品〉。1月11日。
- 董建宏（2007），〈台灣高鐵通車與台灣社會對現代化之渴望〉。《當代》239：86-99。
- 董建宏、李安如（2009），〈進步性交通建設與台灣都市文化轉變：以台北捷運與台灣高鐵為例〉。《經濟前瞻》124：101-105。
- 詹前祥（1989），〈捷運工程國外採購、監造、測試及驗收作業〉。《捷運技術》1：88-92。
- 監察院（2010），〈臺北捷運文湖線…乙案〉，案號：099交正0009。http://www.cy.gov.tw/sp.asp?xdUrl=./di/edoc/eDocForm\_Read.asp&ctNode=910&AP\_Code=eDoc&Func\_Code=t01&case\_id=099000226（檢索日期：2013年8月23日）。
- 賓靜蓀（1995），〈台北沒有理由行不通：專訪馬特拉運輸公司總裁〉。《遠見》111：160-162。

- 劉進慶（2012），《台灣戰後經濟分析》。台北：人間。
- 劉寶傑、呂紹緯（1995），《4444 億的教訓》。台北：時報。
- 蔡輝昇（2007），〈破解電子電路板建立自主維修能力〉。《軌道營運與管理》2：18-28。
- 蕭全政（1995），《臺灣新思維：國民主義》。台北：時英。
- 蕭蔓（1990），〈法國國鐵提供了什麼經驗〉。《遠見》54：28-36。
- 聯合報（1996），〈馬特拉攤牌 捷運木柵線可能停擺〉。4月18日。
- （1994），〈十二項建設 需花二兆五千億元〉。1月11日。
- （1990），〈我國急需的交通尖端科技〉。7月8日
- （1988），〈VAL 物美價廉，四大技術特性獲得青睞〉。4月21日。
- 瞿宛文（2007），〈戰後台灣經濟成長原因之回顧：論殖民統治的影響與其他〉。《台灣社會研究季刊》65：1-33。
- 譚國光（1990），〈中運量之列車自動控制〉。《捷運技術》2：49-59。
- 譚穎霞（2007），〈齊寶錚先生與台北捷運文物捷運〉。《捷運技術》37：217-230。
- Anderson, J. Edward (1996). Some Lessons from the History of Personal Rapid Transit (PRT). Paper presented in The International Conference on PRT and Other Emerging Technologies, Minneapolis, MN. <http://faculty.washington.edu/jbs/itrans/history.htm> (Retrieved: Aug. 22, 2013).
- Beck, Ulrich (1992). Risk Society: Towards a New Modernity. London: Sage.
- Bijker, Wiebe E. (1999). The Social Construction of Bakelite: Toward a Theory of Invention. In *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*,

- edited by Wiebe E. Bijker, Thomas P. Hughes and Trevor F. Pinch. MA: The MIT Press, pp. 159-87.
- (1995). *Of Bicycles, Bakelites, and Bulbs: Toward a Theory of Sociotechnical Change*. MA: The MIT Press.
- Chang, Kuo-Hui (2015). Technological Construction as Identity Formation: Constructing Taiwan's High Speed Rail during the 1990s State Transformation. *Engineering Studies* 7 (1): 1-27.
- Demery, Leroy W. Jr. (1989), 〈不同風情的運人系統大觀〉，黃玲珠譯。《捷運技術》1：81-83（*Railway Gazette*）。
- Downey, Gary L. (2009). What Is Engineering Studies for? Dominant Practices and Scalable Scholarship. *Engineering Studies* 1 (1): 55-76.
- Downey, Gary L. and Juan C. Lucena (2004). Knowledge and Professional Identity in Engineering: Code-Switching and the Metric of Progress. *History and Technology* 20: 393-420.
- Edwards, Paul N. (1997). Book Review: Bruno Latour, *Aramis, or the Love of Technology*. *Isis* 88 (2): 322-324.
- Golinski, Jan (1998). *Making Natural Knowledge: Constructivism and the History of Science*. NY: Cambridge University Press.
- Guigueno, Vincent (2008). Building a High-Speed Society: France and the Aerotrain, 1962-1974. *Technology and Culture* 49: 21-40.
- Hecht, Gabrielle (2009[1998]). *The Radiance of France: Nuclear Power and National Identity after World War II*. MA: The MIT Press.
- (2001). Technology, Politics, and National Identity in France. In *Technology of Power: Essays in Honor of Thomas Parke Hughes and Agatha Chipley Hughes*, edited by Michael Thad Allen and Gabrielle

- Hecht. MA: The MIT Press, pp. 253-294.
- Hughes, Thomas P. (1999). *The Evolution of Large Technological Systems*. In *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, edited by Donald MacKenzie and Judy Wajcman. MA: The MIT Press, pp. 51-82.
- (1994). Technological Momentum. In *Does Technology Drive History? The Dilemma of Technological Determinism*, edited by Merritt Roe Smith and Leo Marx. MA: The MIT Press, pp. 101-14.
- (1989). Machines, Megamechines, and Systems. In *In Context: History and the History of Technology, Essays in Honor of Melvin Kranzberg, Research in Technology Studies, Volume 1*, edited by Stephen H. Cutcliffe and Robert C. Post. PA: Lehigh University Press, pp. 106-19.
- (1983). *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930*. MD: Johns Hopkins University Press.
- (1971). *Elmer Sperry: Inventor and Engineer*. MD: Johns Hopkins University Press.
- International Association of Public Transport. A Global Bid for Automation: UITP Observatory of Automated Metros confirms Sustained Growth Rates for the Coming Years. [http://www.uitp.org/news/pics/pdf/Observatory%20of%20Automated%20Metros-Press%20Backgrounder\\_final.pdf](http://www.uitp.org/news/pics/pdf/Observatory%20of%20Automated%20Metros-Press%20Backgrounder_final.pdf) (Retrieved: Aug. 29, 2013).
- Latour, Bruno (2005). *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory*. NY: Oxford University Press.
- (1996). *Aramis, or the Love of Technology*. MA: Harvard University

Press.

Law, John (1999). Technology and Heterogeneous Engineering: The Case of Portuguese Expansion. In *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, edited by Wiebe E. Bijker, Thomas P. Hughes and Trevor Pinch. MA: The MIT Press, pp. 111-134.

MacKenzie, Donald and Judy Wajcman eds. (1999). *The Social Shaping of Technology: How the Refrigerator Got Its Hum*. PA: Open University Press.

Matra (Mécanique Aviation TRAction) (1990) , 〈中運量行車控制系統功能簡介〉, 陳強譯。《捷運技術》3: 13-19。

Misa, Thomas J. (1997). Book Review: Bruno Latour, *Aramis, or the Love of Technology*. *American Scientist* 85: 196.

Pfaffenberger, Bryan (1992). Technological Dramas. *Science, Technology, & Human Values* 17 (3): 282-312.

Picon, Antoine (2009). The Engineer as Judge: Engineering Analysis and Political Economy in Eighteenth Century France. *Engineering Studies* 1 (1): 19-34.

