

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

高速鐵路運量預測模式之檢核與發展

計畫編號：NSC 88-2211-E-002-025

執行期限：87 年 8 月 1 日至 88 年 7 月 31 日

主持人：張學孔 台灣大學土木工程學研究所

e-mail:skchang@ccms.ntu.edu.tw

一、摘要

台灣地區決定以 BOT 方式進行高速鐵路興建計畫，主管單位與民間先後進行了十次以上之高速鐵路運量預測工作，其預測值差異甚大，本研究經由檢核各研究在假設、方法、模式、預測、結果等方面的適當性與合理性後，根據高鐵計畫特性與台灣西部走廊城際運輸之特性，結合時間序列與個體運具選擇模式發展高鐵之運量預測模式，同時依一般化成本變動特性修正重力模式，推估高鐵發展後之衍生需求。

關鍵詞：BOT、高速鐵路、運量預測模式、模式檢核、衍生需求

Abstract

The project of high speed rail (HSR) infrastructure in Taiwan will be implemented under the Build-Operate-Transfer (BOT) approach. The public and private sectors have conducted more than ten ridership forecast projects, however the results are dispersive. This study assesses all HSR ridership forecast projects in terms of the rationality on assumption, methodology, and forecast results, of every project. Additionally, this study develops a rational HSR ridership forecast model, which considers the needs of authority, operator, and research institute. Induced demand estimation models are also assessed and suggested for Taiwan HSR system.

Keywords: BOT, High Speed Rail(HSR), Ridership Forecasting Model, Model Assessment, Induced Demand

二、緣由與目的

交通部預定於台灣西部地區興建高速鐵路運輸系統，以紓解航空、鐵路、公路之嚴重壅塞問題。為鼓勵民間參與重大交通系統之建設與營運，在規劃設計階段，運輸需求水準為場站、路線、與聯外系統設計容量之主要影響因素；在營運階段，營運者也必須依據需求水準研擬合適的營運策略與系統擴充計畫；在經濟與財務可行性分析方面，由於運輸需求為系統之主要收入來源，因此正確之運輸需求水準之預測非常重要。

為進行系統初步設計與營運策略規劃等先期作業，高速鐵路工程局於 1991 年委託法國 Sofrerail 進行高鐵運量預測(係設置七個車站)，隨後為符合民間投資財務規劃之需，再於 1992 年七月委請英國國鐵所屬機構 Transmark 顧問公司對於 Sofrerail 之運量預測結果進行檢討，並重新進行市場調查與運量預測。1993 年高鐵局為融資需要，委請具豐富國際融資經驗之香港 MVA 顧問公司進行運量預測與相關影響因素之敏感度分析。1994 年高鐵局為評估高速鐵路通車後之營運績效與社會效益，委託成功大學進行研究，該研究中亦提出一套運量預測結果。1996 年高鐵局因應社會經濟條件之改變、重大配合交通建設時程之修正、與 BOT 招標之需要，再度委託 MVA 公司進行運量預測之修正，並於 1996 年十月提出修正結果。1997 年高鐵局綜合比較前述各項運量預測結果，參照日本高鐵營運之實際運量成長，提出高鐵運量修訂結果，並推算高鐵設置十站後之運輸需求。1997 年交通部運輸研究所委託鼎漢國際工程顧問公司進行「第三期台灣地區整體運輸規劃」，也針對高鐵設置十站情境下，進行高鐵需求預測。

在高速鐵路 BOT 案備標階段，台灣高

鐵聯盟委託 MVA 公司進行共計二次之運量預測工作，並委託國內外交通顧問進行運量預測結果之檢核，而中華高鐵聯盟則委託鼎漢公司進行運量預測工作，也委託國內外交通顧問進行運量檢核與調整工作。

經初步統計，國內相關單位總共進行約 10 次以上之高速鐵路運輸需求量預測，預測結果之差異相當之大，經由上述分析可以發現產、官、學、研各界對於高速鐵路之運輸需求並未有一共同之認知，在此一情況下也將造成各界對於政府主管機關與高鐵經營單位提出之營運、財務、設計、費率等計畫之不信任，影響高速鐵路建設計畫之推動。

鑑於台灣地區高速鐵路運輸需求水準相關預測結果之差異甚大，因此實有必要針對各項研究在假設、方法、模式、預測、調查等方面之適當性與合理性，據以歸納並提出合適之運量預測程序與方法。此外，也必須並歸納各研究對於相關影響因素之預測結果，整理出一套相關影響因素如社經條件、市場範圍、經營策略、費率變化等因素之合理預測與估計值。

本研究之具體研究目的可以歸納為六點，說明如后：

1. 由學理觀點檢核國內目前已完成之各項高鐵運量估計研究成果，檢測項目包含引用之資料、假設條件、趨勢預測模式與結果、運具分配模式或邏輯、運量預測結果等。
2. 由類比方式檢核國內目前已完成之各項高鐵運量估計研究成果，蒐集日本、法國、德國等國家高速鐵路營運前後之運輸市場結構與社會經濟資料，如各競爭運具運量變化、國民所得、人口分佈、車輛持有等資料，以檢核國內高鐵運量預測之合理性。
3. 發展合理的高速鐵路運量預測模式與程序，並考慮監理、規劃、營運單位之需求，引進相關決策變數，俾便相關策略評核之敏感度分析使用。
4. 針對傳統高速鐵路運量預測模式忽視聯外交通系統重要性之缺點，研提改善方

法。

5. 檢核國內外有關城際運輸衍生需求之各類預測方法，研提適當的城際運輸衍生需求預測模式。
6. 蒐集各城際運輸營運業者之最新營運策略，進行高鐵運量預測與相關敏感度分析。

三、結果與討論

在國外高速鐵路運量預測模式之發展與應用方面，1993 年 7 月 Marwick(1993) 進行佛羅里達高速鐵路市場分析與運量預測工作，採用之分析方法類似於總體直接運輸需求模式。該研究並進行若干營運策略假設情境之敏感度分析工作，在分析過程中 Marwick 發現聯外交通之影響程度過輕，亦提出改善方法。

Hensher 於 1997 年提出符合實務作業要求的高速鐵路運量預測模式[Hensher, 1997]，並應用於雪梨 - 坎培拉運輸走廊高速鐵路規劃之運量預測，但文獻中對於旅次產生部份之著墨較少，其運具選擇模式採用多項羅吉特(Multi-Logit)形式，校估資料為敘述性偏好問卷調查。同時也透過敘述偏好調查之情境分析估計雪梨高鐵之衍生需求；Stopher, Metcalf 等人則於 1996 採用總體直接模式進行泰國高速鐵路之運量預測[Stopher 等人, 1996]。

在台灣高鐵運量預測結果檢核方面，分別針對以下相關研究進行運量預測結果與相關變數：

1. 1991 年高速鐵路工程籌備處委託法商 Sofrerail 公司進行運量預測工作[Sofrerail, 1991]，該公司採用一般化成本無異曲線觀念，建立不同所得水準群體之運具轉換曲線，整合對於目前各運具未來成長趨勢預測模式，藉以推估未來各目標年之高速鐵路運輸需求。
2. 高鐵局另於 1993 年委託英商 Transmark 檢討 Sofrerail 運量預測結果之檢討[Transmark, 1993]，並且提出新的運量預測結果，該公司係採用都市運輸需求預測模式來進行高鐵運量預測。
3. 1993 年高鐵局同時委請香港商 MVA 公

司協助檢核 Transmark 之運量預測相關參數之合理性，該公司採用之預測方法與 Transmark 類似。

4. 1994 年高鐵局委託成功大學評估高鐵營運之可能效益，該研究中亦提出其高鐵需求預測結果[姜渝生，1994 年]，該研究係採用都市運輸規劃程序結合敘述性偏好調查方法來推估高鐵運輸需求。
5. 1993 年中旬，交通部針對國家建設六年計畫進行通盤評估，經過相關部門研究之後提出其高鐵運量預測結果[交通部，1993 年]。
6. 1996 年高鐵局再度委託香港商 MVA 公司進行運量預測之修正工作，採用之預測方法與 1993 年時相同，惟引用政府相關運輸規劃與經濟評估報告，修正相關影響變數[MVA, 1996]。其中提出之運量預測結果區分為「無運能限制狀況下之運輸需求」(Unconstrained Demand)與「運能限制狀況下之運輸需求」(Constrained Demand)，所謂運能限制與營運者採用之排班與停站策略有關，但該研究並未能進行運量與運能之回饋分析。
7. 1997 年高鐵局針對歷次委外進行之運量預測結果進行檢討分析，經彙整各項研究成果後提出運量修正結果，並推估高鐵停十站狀況下之運輸需求[高鐵局，1997 年]。
8. 交通部運輸研究所於 1997 年進行第三期台灣地區整體運輸規劃計畫，分析之基年定為 1995 年，該研究採用姜渝生教授所校估之城際運具選擇模式，配合都市運輸規劃軟體進行城際運輸運具分配，並採用階段性交通量指派與運具分配方法，經反覆運算求得收斂結果。

一般而言，造成運量預測差異之主要因素可以歸納為下列三項：

1. 影響運輸需求之因素眾多，如社經變數、聯外交通服務水準、營運策略、競爭運具營運策略、票價等，而各項因素實不

易掌握與預測，所以不同的預測單位因對於各項因素之認知與預期之差異，因此運輸需求之預測結果也就差異甚大。

2. 採用之預測方法是否正確，經初步審視各項研究報告，發現各研究所使用之預測方法皆不盡相同，但大部份皆引用傳統「都市運輸需求預測方法」於城際運輸需求之預測，本研究亦發現每個研究亦提出不同之運具選擇模式形態與參數校估結果。
3. 市場競爭範圍之劃分也會影響高鐵需求之水準，經初步審視各項研究報告，亦發現各研究所界定之高鐵市場範圍與各車站服務範圍皆不盡相同。

由檢核結果可知，運量預測結果與其使用之預測方法有相當密切的關係，一般而言，仍以個體需求預測模式所推估結果較為合理，然而台灣西部走廊之城際運輸需求相當龐大，本研究之運量預測模式整合時間序列預測模式與個體選擇行為理論：在運輸需求成長方面採用時間預測方法，依據個運具歷年來之發展趨勢，預測該運具之需求成長狀況，並據以估計整體運輸需求之成長趨勢。在個體需求模式之建立方面，本研究依據 1995 年之家戶調查資料與運輸路網屬性資料，採用巢式羅吉特模式理論，校估模式之參數值，假設高速鐵路之服務特性與航空運輸同質，在台灣西部走廊運輸系統中加入高速鐵路為新運具，以需求成長推估結果進行運具選擇與分配，以推估高鐵在整體城際運輸系統之運輸需求。

在衍生需求預測方面，審視各國高速鐵路運量規劃報告中，高速鐵路衍生需求量值從 0 至將近 50%，因此可以知道其衍生需求推估方法目前未有定論，理論發展亦不完整。而道路交通衍生交通量之量值較小，介於 0%至 8%，其推估方法如交通計數、家戶調查，通常適合小區域運量預測或事前事後驗證、評估使用，因此推估道路交通衍生量的方法對於城際運輸系統加入後，整體城際運輸衍生運量之推估較不適宜。

綜合衍生需求相關研究可知，城際運輸系統衍生需求推估方法，利用修正式重力模式以一般化成本變動比例推估方法，本研究之衍生需求推估模式可分為三個程序：(1)修改應用於旅次產生之重力模式，(2)計算各分區間之一般化成本，(3)依一般成本變動比例推估衍生需求。其衍生需求推估結果顯示，衍生需求量約佔高鐵推估總運量之6%~10%。

四、計畫成果自評

本研究計畫主要針對台灣地區之高速鐵路運量預測、城際運輸需求、總體經濟變數等資料搜集，並經由各項研究需求預測模式的檢核，對於台灣高速鐵路與城際運輸需求預測方法與結果有相當程度的瞭解，再根據高鐵運輸特性，提出時間序列預測需求與個體選擇行為理論整合之高速鐵路運量預測模式，可獲致較為合理之運量推估結果。

就內容而言，本研究結果可提供台灣地區高速鐵路系統規劃時之參考，對於接駁系統影響的分析，亦可作為高鐵承建廠商評估接駁系統投資之重要依據。本研究在運量預測模式方面的研發，對於新建城際運輸系統之運量預測有較合理之推估能力。本研究與原計畫書所研提之工作內容大致相符，研究結果亦能達成預期目標，惟國外高鐵運量資料與相關社經變數分析方面，因資料取得較為困難，且資料繁多，尚未在此計畫中獲得具體結果。

整體而言，在時間、人力與經費的限制下，本研究針對目前所有之台灣高速鐵路運量預測相關研究進行詳盡的檢核，並提出較為合理之推估方法，突破以往直接引用都市運輸規劃方法進行高鐵運量預測工作，對於城際運輸需求預測方法，應是一項重要的變革。往後對於城際運輸需求預測方面，可依本研究內容為基礎進行更深入之學術探討。

五、參考文獻

1. 張學孔、張堂賢，高速鐵路運量預測與營運計畫，台灣高速鐵路企業聯盟委託專題研究，1997

- 年9月。
2. 鼎漢國際工程顧問公司，第三期台灣地區整體運輸系統規劃－旅運特性及交通調查分析評估，交通部運輸研究所委託研究計畫，1996年。
3. 鼎漢國際工程顧問公司，第三期台灣地區整體運輸系統規劃－整體運輸系統供需預測與分析，交通部運輸研究所委託研究計畫，1997年。
4. Sofrerail 顧問公司，台灣西部走廊高速鐵路綜合規劃，交通部高鐵路委託研究計畫，1991年6月。
5. MVA, Transmark, 高速鐵路運量預測細部檢討研究，交通部高鐵路委託研究計畫，1993年6月。
6. 姜渝生，高鐵營運績效之研究，交通部高鐵路委託研究計畫，1994年3月。
7. 交通部，國建交通建設計畫期中檢討，1993年6月。
8. 張學孔、張堂賢，台灣高速鐵路營運與車站規劃，台灣高速鐵路企業聯盟委託專題研究，1998年1月。
9. MVA, Ridership and Revenue Forecasts for HSR privatization, 交通部高速鐵路工程籌備處委託研究計畫，1996年7月。
10. D. A. Hensher, "A practical Approach to Identifying The Market Potential For High Speed Rail: A Case Study In The Sydney-Canberra Corridor," Transpn. Res. A. Vol. 31, No. 6, pp.431-446, 1997.
11. Transportation Research Board, In Pursuit of Speed: New Options for Intercity passenger Transport, TRB Special Report 233, National Research Council, Washington D.C., 1991.
12. H. Okada, "Features and Economic and Social Effects of The Shinkansen," Japan Railway & Transport Review, No. 3, pp.9-16, 1994.
13. M. Sugawara, "The Progress and Impact of Railway Speed-up," High Speed Railway Seminar, Australia, pp.1-26, 1991.
14. P. B. Goodwin, "Empirical Evidence on Induced Traffic: A Review and Synthesis," Transportation, Vol. 23, No. 1, pp.35-54, 1996.
15. P. Marwick, Florida High Speed and Intercity Rail Market and Ridership Study, Florida department of Transportation, Final Report, July, 1993.
16. P. J. Hills, "What is induced traffic ?," Transportation Vol. 23, pp5-16, 1996.
17. P. Bonsall, "Can induced traffic be measured by surveys ?" Transportation Vol. 23, pp17-34, 1996.
18. D. B. Lee, L. A. Klein and G. Campus, "Induced Traffic and Induced Demand in Benefit-Cost Analysis," Presented of the 1999 TRB Annual Conference. Washington D.C. January 1999.