



中山高速公路對台灣西部走廊製造業發展之空間影響¹

白仁德² 岳裕智³ 林建元⁴

論文投稿日期：89年3月24日

論文接受日期：89年5月22日

摘要

重大交通建設是政府推動都市及區域發展的主要手段之一，對於促進地區的經濟成長，提昇國民生活品質上，扮演著重要的角色，其空間影響效果之分析為重要研究課題。而中山高速公路建設完成通車以來已有二十餘年，此一重大交通建設對空間及經濟發展之影響頗為一重要課題。配合地理資訊系統的應用，本研究就其路線經過所服務之台灣西部走廊地區，以市鄉鎮作為空間分析單元，應用歷年工商普查統計資料，針對工業部門中之製造業部門，分別從時間、空間及產業等三個面向探討高速公路建設對於地方沿線製造業發展之影響情形，並進一步構建交流道對空間及產業發展之影響模型，以供未來制訂國土發展相關政策之參考。

關鍵詞：中山高速公路、製造業、高速公路交流道、地方發展、地理資訊系統

1. 本研究曾獲國科會NSC-88-2621-Z-002-007之研究經費補助，特此致謝。

2. 台灣大學建築與城鄉研究所博士，Email:bryam@iot.gov.tw。

3. 台灣大學建築與城鄉研究所博士候選人，Email:yy@mail.bp.ntu.edu.tw。

4. 台灣大學建築與城鄉研究所教授，Email:cylin@ccms.ntu.edu.tw。

中華民國都市計劃學會 民國八十九年

SPATIAL IMPACTS OF CHUNG-SUN FREEWAY ON THE INDUSTRIAL DEVELOPMENT IN TAIWAN'S WEST CORRIDOR

Jen-Te Pai, Yuh-Jyh Yueh, and Chien-Yuan Lin

Graduate Institute of Building and Planning, National Taiwan University

ABSTRACT

Major transportation construction project is one of the means to promote regional development by government. Investigation of the spatial impacts for a transportation construction project on local economic development and life quality improvement is an important research topic. Since the completion in 1976, Chung-Sun Freeway has been operated more than 20 years. Empirical analysis of the impacts on industrial development around freeway interchanges is an interesting and important research topic. Based on the application of geographic information system, physical distance between townships and interchanges in Taiwan's west corridor are estimated for analysis. Associated with the past industrial census data, the spatial impacts of freeway system are analyzed in terms of temporal, spatial and industrial dimensions. In addition, linear statistical models representing the relationship between interchange accessibility and local manufacturing industry are developed to help decisions related to national physical planning and future researches.

Keywords: Chung-Sun Freeway, manufacturing industry, local development, freeway interchanges, geographic information system

一、前言

政府推動重大交通建設或其他基礎設施的開發，諸如捷運系統、高速公路、高速鐵路、機場、港口及掩埋場設置等，目的在於改善地區的交通可及性和易行性或提供生活必需的設施，成為促進地區性發展的原動力(林建元，1996)。除了實現工程計畫既定的效益之外，對於設施周圍地區環境也帶來相當大的衝擊與影響，包括地區交通量的衝擊、人口遷徙的改變、產業發展的影響及其他社會經濟層面的變化，最後當然也反應在整體區域土地的利用型態的改變與發展方向。

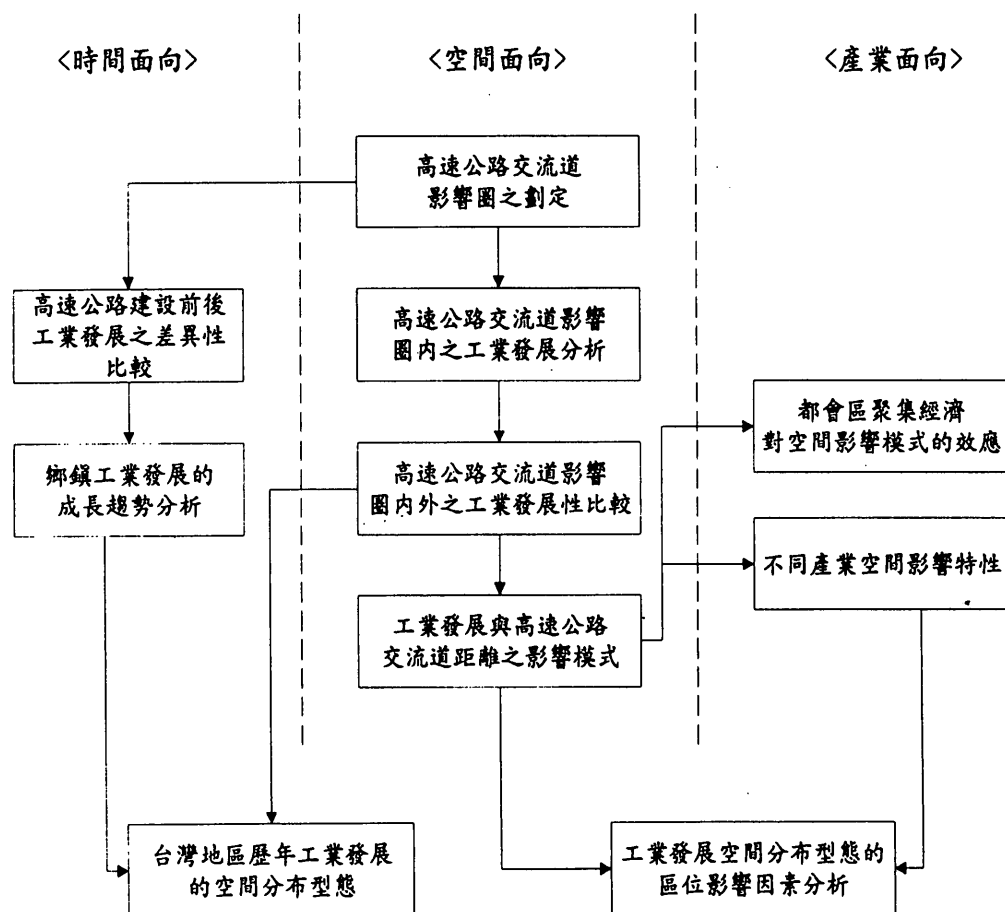
中山高速公路乃跨區域之重大交通建設，其對國土空間及地方發展的影響深大，由於交通運輸係產業發展之動脈，而產業發展又為地方經濟發展之基礎。如何合理有效地分析此類交通建設開發對於產業部門之影響，為國土永續發展與規劃的重要課題。衡諸國內目前對於重大建設影響的評估，大抵皆以環境影響評估方式消極地要求說明對環境的影響與減低影響的作法；或以系統模擬及綜合模型預測對可能的影響情形進行規劃性的預測，甚少就特定對象進行長時

間發展結果的實證分析研究。

有鑑於此，本研究針對製造業部門中之製造業，以中山高速公路建設為對象，分別從時間、空間及產業等三個面向來探討其對於地方製造業發展之實質影響，並建立分析模型以供制訂相關政策之參考。本文主要探討的課題包括：

- (1)應用地理資訊系統空間分析方法界定高速公路影響圈(服務範圍)
- (2)分析比較高速公路建設前後的製造業發展差異以及影響圈內外之發展，以及
- (3)以統計方法建立高速公路對地區製造業發展的空間影響模型並加以分析。

本研究的作業架構如圖一所示。



圖一 研究架構圖

二、重大交通建設對區域及經濟發展影響之相關文獻

歐美地區由於強調個人運具的發展，公路系統的建設較早且較為發達，自1970年代開始探討有關高速公路所造成的影響便相當豐富，主要的研究內容如表一所列。

表一 國外探討有關高速公路影響之相關文獻

作者(年份)	研究方法	內容概述
Mason(1973)	統計相關分析	阿拉巴馬州交流道附近之的發展，以高速公路導向(Free-way-oriented)類型之土地使用強度居多。
Epps及Stafford(1974)	多元迴歸分析方法	發現卡羅萊納州的交流道附近地區之發展與交通量、交流道間距與都會區距離及地區人口等變數有顯著相關。
Gaegler, March和Weiner(1979)	統計相關分析	興建公路短期的影響集中於沿線之市鎮；長期影響廣達全區。
Briggs(1981)	統計迴歸	有州際公路之地區，其遷移率要較其他地區為高，對飲食業、旅館業和娛樂休閒業等與旅遊業有關的產業影響最高。
Twark、Eyerly及Nassi(1980)	聯立方程式模型	影響高速公路導向之土地使用類別發展最顯著變數為聯絡道路平均日交通量。
Wilson, Graham和Aboul-Ela(1985)	計量經濟模型	探討公路投資對區域經濟發展的影響，並將公路建設分為三期據以研擬策略。
Eagle和Stephanedes(1987)	時間序列分析	公路投資會影響製造業和零售業就業，進而增加消費導致就業短期內改善，但長期效果並不顯著。
Eyerly, Twark和Downing(1987)	經濟成長指標分析	公路通車後初期幾年之產業發展以公路導向型為主，其次為商業、製造業、住宅在交流道附近發展。
Moon(1987)	逐步多變量迴歸分析	影響交流道附近地帶發展型態的重要變數包括交通流量、靠近都市之距離、交流道建造前之發展、和距離下個交流道之距離。
Politano和Roadifer(1989)	多區域投入產出分析模型	建立經濟模型分析公路投資所帶來效益增加及成本節省，將使用者成本、旅行時間、交通安全等加以貨幣化，據以推估不同區域不同部門間的經濟效益。
Biehl(1991)	理論分析架構	建立理論架構，分析公共設施建設與區域發展間的關聯。
Buffington(1992)	本益比分析	透過完整的事前事後分析及本益比計算，衡量德州地區兩條主要高速公路建設計畫對沿線經濟發展的影響。
Vickerman(1995)	市場潛力分析法	就歐洲公路路網的改善，以可及性及市場潛力指標衡量各區域經濟發展所受到影響的關聯及預測。
Ynag Xin(1996)	區域間投入產出模型	探討重大快速道路及鐵道建設計畫，對該區域所帶來的經濟效益。
Kanaroglou, Anderson及Kazakov(1998)	影響評估研究架構	將地區性的產業分為三類，於衡量各部門因公路改善所造成營業量的變動，加以彙總後可得知公路設施改善對某一地區(或社區)所造成的經濟影響。
Weisbord和Grovak(1998)	綜合性比較分析	以Kentucky 69號高速公路拓寬為對象，同時採行五種研究取向對其所造成之經濟影響進行分析驗證。

在另一方面，反觀國內自中山高速公路於民國六十幾年開始興建以來，便陸續有相關的研究從不同的面向探討其影響，簡要整理歷年來相關研究依作者、研究主題、空間範圍及內容概要加以整理如表二。

由國內外相關文獻的研究結果，有關公路建設投資對城鄉或區域發展的影響大致可歸納為下列幾點。

1. 對於高速公路或州際公路建設之投資，可增加城鄉或區域的可及性(Accessibility)，並提高民眾的機動性(Mobility)，進而衍生更多的交通旅次，影響人口之遷移，同時也促進沿線地區人

表二 國內探討高(快)速公路系統之影響的相關研究

作者(年份)	研究主題	空間範圍	內容概要
葉光毅(1988)	產業	地區性	建立中山高速公路沿線地區產業聚集型態之判別模式
周享民(1990)	人口與產業	地區性	北宜高速公路對宜蘭縣的影響
莊政達(1990)	產業	區域性	北部第二高速公路對各區域之影響
江瑞祥(1991)	人口與產業	區域性	高(快)速公路、高速鐵路與一般鐵路對台灣北部區域或西部各地區之影響
林楨家(1991)、馮正民與林楨家(1992)、陳偉志(1995)、馮正民等(1995)	人口與產業	地區性	高(快)速公路與高速鐵路對台灣北部區域或西部各地區之影響
張秀敏(1992)	產業	區域性	中山高速公路對各區域產業結構的影響
交通部台灣區國道新建工程局(1992)	產業、土地使用	地區性	中山高速公路對沿線鄉鎮市產業的影響外，更提出各類型交流道附近適宜土地使用類別之建議
王文林(1991)、馮正民與王文林(1991)	土地使用	地區性	交流道附近地區土地使用規劃方案(類型與規模)產生方法
洪雙臨(1992)，賴廷彰(1992)	產業	區域性、全國性	國建六年計畫交通建設對臺灣地區都市發展及區域發之影響
郭永祥(1993)	土地使用	地區性	西濱快速公路對沿線地區土地使用規模之影響
馮正民、蘇振維及朱冠文等人(1995)	人口與產業	區域性	探討台灣地區西部走廊高快速運輸系統區域人口聚集性的影響
交通部運輸研究所(1994)	人口與產業	區域性、全國性	就高(快)速公路與高速鐵路兩項，對人口、產業與經濟，在地區、區域與國家層級進行完整的影響分析
王英泰(1997)、葉耀墩(1998)	人口與產業	地區性	高速公路對沿線鄉鎮市區的影響

口之成長。

2. 公路建設對促進地區經濟的發展應有正面的貢獻，有助於降低產業的生產成本(Wheat, 1969)；同時也擴大產業的產出需求，會造成經濟活動之空間分佈的改變，進而影響廠商區位選擇行為。
3. 高速公路交流道的鄰近地區，由於高速公路之近便性，將衍生出對高速公路依存(Highway-dependent)產業的興起，而高速公路導向類別之土地使用會增多。
4. 高速公路交流道附近地區之發展與交通量、交流道間距、與都會區距離及地區人口、交流道建造前之發展狀況等變數有關。(Zografos, 1992)

歸納而言，公路建設會同時產生正面及負面的經濟效果，包括：

1. 正面效果：提高可及性與機動性、節省旅行時間和成本、提高鄰近地區土地價值、增加就業機會等；
2. 負面效果：部份地區土地價值下降、環境污染、及擁擠之增加。

歸納國內的相關文獻，台灣地區自民國六十年代之十大建設計畫開始，歷年來屢有重大交通建設計畫進行並完成，亦有相當多的研究探討有關重大建設計畫對城鄉及區域發展的影響(林建元，1994)，但大多偏向於預測性或模擬性的研究，缺乏基於長時間實際資料的實證性分析。中山高速公路通車迄今已有二十餘年，除完工初期有少數研究曾對其建設前後之人口分佈及產業聚集型態進行比較分析外，爾後甚少針對其所造成空間發展的影響作進一步的研究，尤其是對高速公路建設所通過沿線之市鄉鎮的衝擊作較為詳細且長期性的分析。

三、空間基礎資料庫之建立與概況分析

(一) 資料庫建立

本研究之實證資料主要係以歷年工商普查資料為基礎，配合地理資訊系統之運用，採最小的資料行政分區(即市鄉鎮)作為研究分區的資料分析單元；研究變數則選取製造業發展具有代表性之指標，資料內容包括空間資料及地方製造業發展指標等部份，其分述如下。

1. 空間資料庫

就道路特型而言，由於高速公路為高度進出控制的道路系統，交流道鄰近地區具有較高的交通可及性，本研究有關高速公路的空間影響資料建立係以交流道為區位中心。空間資料庫的內容，包括台灣地區西部走廊各市鄉鎮之製造業廠地面積、各市鄉鎮與最近交流道之距離，與省道距離、與鄰近都市距離等。其中所謂「距離」之計算方式係以各市鄉鎮地區人口最多之村里(聚落中心)假設為各地區之發展中心點(面的重心點)，計算其距最近高速公路交流道的直線距離。

2. 製造業指標資料庫

製造業發展資料主要包括各市鄉鎮「台閩地區工商及服務業普查」中製造業場所單位之統計資料，包括：年底建築物樓地板面積(平方公尺)、年底使用土地總面積(平方公尺)、年底員工人數(人)、全年生產總值(千元)、年底場所單位數(家)。簡言之，本研究所建立之資料庫中每一項製造業發展指標與各行政區形成一矩陣型態，一個向度為行政分區(市鄉鎮別)，另一向度為製造業22業別(註一)。

(二) 交流道服務圈之空間範圍

1. 各市鄉鎮與高速公路交流道的距離估計

分別計算市鄉鎮與高速公路交流道的距離，並依台灣西部走廊以及北部、中部、南部等三個區域個別計算其平均距離，結果整理如表三所示。從表三中可發現整體西部走廊各市鄉鎮與交流道的平均距離大約為13公里，北部區域的平均距離較短，約為8公里，南部由於區域的幅員較為廣闊，各市鄉鎮的分布越離散，且交流道的距離較遠，南部地區的平均距離約為16公里，與北部區域平均距離差異約達8公里，這也是台灣西部走廊固有北狹南寬的地理特性所造成。

2. 各區域及市鄉鎮製造業發展之空間分布差異

以樓地板面積為製造業發展指標，配合空間分析，台灣西部地區歷年來各市鄉鎮之製造業發展狀況如圖二所示。從時間的年期而言，可以大致看來早期(民國65、70年)製造業發展有傾向集中於都會區鄰近地區的情形，較晚期則趨向高速公路附近地區發展出另一集中的現象。就各區域的差異來看，北部區域製造業的發展較傾向於集中於都會區鄰近地區，以台北縣及桃園縣強度較高，形成了北部的製造業中心；中部地區則有較集中於交流道附近的傾向，以台中及彰化縣為中心，於高速公路沿線形成帶狀的發展；南部地區則較為分散，以台南縣及高雄縣為中心，形成雙心型的製造業發展區。

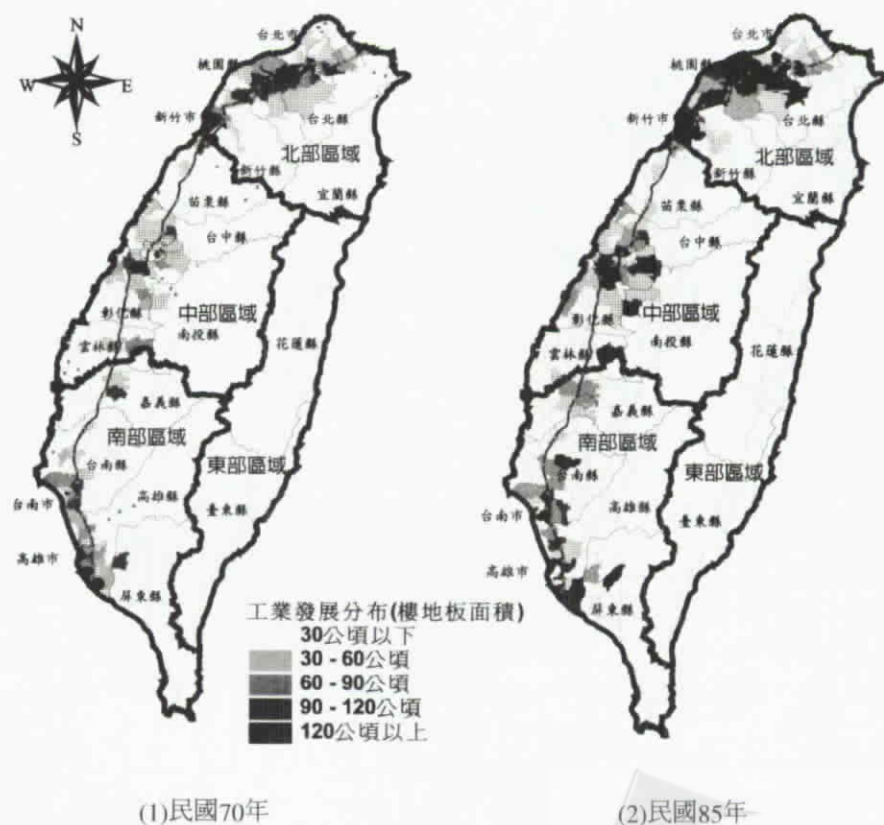
註一：本研究所指之製造業所包括之產業編號如下：

(11)食品及飲料業	(23)石油及煤製品業
(12)菸草業	(24)橡膠製品業
(13)紡織業	(25)塑膠製品業
(14)成衣及服飾品業	(26)非金屬礦物製品業
(15)皮革及毛皮製品業	(27)金屬基本製造業
(16)木竹製品業	(28)金屬製品業
(17)家具製造業	(29)機械設備業
(18)造紙業	(31)電子電器業
(19)印刷業	(32)運輸工具業
(21)化學材料業	(33)精密機械業
(22)化學製品業	(39)雜項製造業

表三 北、中、南區域各市鄉鎮距交流道之平均距離

單位：公里

	民國70年	民國75年	民國80年	民國85年
北部區域	8.68	8.28	8.12	8.12
中部區域	13.70	13.24	13.24	13.11
南部區域	16.79	16.70	16.54	16.41
台灣西部走廊	13.49	13.20	13.08	12.99



圖二 民國70與85年各市鄉鎮之製造業發展分布圖

四、高速公路對沿線各地方製造業發展的影響分析

(一) 高速公路影響圈的初步劃設

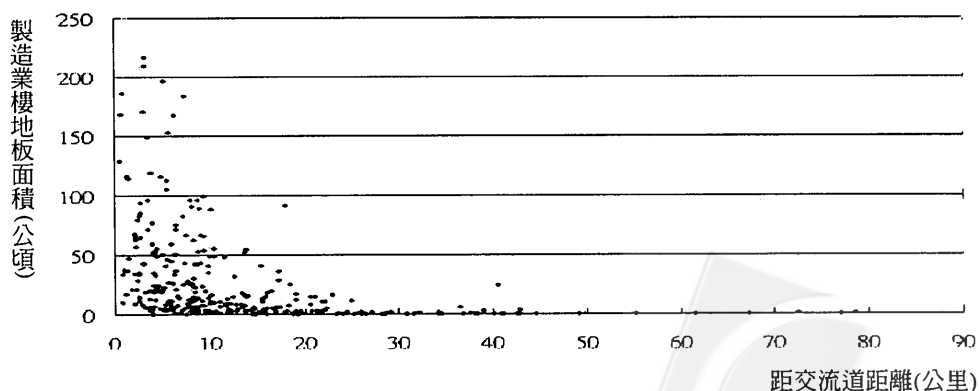
將各市鄉鎮製造業發展程度依據不同的指標項目(樓地板面積、廠地面積、員工數、廠家數及產值等)，與其距交流道的距離分別繪製統計散佈圖(Scatter Plot)，以民國75年樓地板面積指標為例，如圖三所示有趨於向原點基軸集中情形，隨著距離遞增，製造業發展指標逐漸遞減，且散佈點的分布情形顯示非線性(內凹)的分布趨勢，亦即製造業發展與其距交流道距離之間的關係與距離遞增形成非線性遞減的分配型態，同時顯示約於15-20公里後製造業發展指標變化的顯著性趨於緩和。

(二) 中山高速公路沿線地區製造業發展之差異性分析

利用民國65年至民國85年工商普查資料，以市鄉鎮區為空間統計單元，選取交流道的製造業發展影響圈內(即距離交流道20公里之內)所之含市鄉鎮區，分別以地區樓地板面積、土地使用面積、員工數、產值與工廠家數等五項指標，以相依樣本配對組t檢定方法，檢視其65年與民國70年、75年、80年及至民國85年間各指標間的累積變異情形，其統計結果如表四所示。

由表四可發現，除民國70年之土地使用面積與產值以及民國75年之土地使用面積外，各項指標的t值都通過0.05顯著水準之檢定，亦即在高速公路交流道影響圈(20公里)內之市鄉鎮的製造業發展強度，於通車後的其他普查年較於通車前的民國65年都有顯著性的差異。

由此一事前事後的比較分析中可以發現，高速公路對沿線各市鄉鎮地區製造業發展的影響存有時間落後(Time Lag)效應，此一效應也間接反應了廠商的區位選擇與遷移行為的交易成本。由於製造業廠商的區位惰性以及區位調整行為並不若一般住宅具有較高的彈性，一個新工廠由用地取得至廠房興建完成並開始生產，一般而言最快也要3至5年的時間，但既有工廠之擴廠或



圖三 製造業樓地板面積與交流道距離之散佈圖

表四 交流道鄰近地區歷年之製造業發展累積差異(20公里影響圈)

指標值 差異 年期	樓地板面積 (平方公尺)	土地使用面積 (平方公尺)	員工數 (人)	產值 (元)	家數 (家)
各鄉鎮差異量平均值					
民國70年與65年	90753.2	122667.7	1120.2	502984.3	81.5
民國75年與65年	125509.3	72700.5	3261.4	9678973.8	174.9
民國80年與65年	234025.6	230264.2	2962.7	15319570.2	273.8
民國85年與65年	277766.3	360114.2	2513.1	23359694.1	318.4
各鄉鎮差異量標準差					
民國70年與65年	17638.5	56453.9	399.1	257495.9	9.6
民國75年與65年	19136.0	57093.9	500.2	982585.0	19.1
民國80年與65年	32176.1	76309.7	547.8	1673234.5	33.2
民國85年與65年	31636.7	79088.4	555.6	2478391.7	38.7
t值 ¹					
民國70年與65年	5.1452* ²	2.1729	2.8065*	1.9534	8.4485*
民國75年與65年	6.5588*	1.2733	6.5197*	9.8505*	9.1611*
民國80年與65年	7.2733*	3.0175*	5.4080*	9.1557*	8.2546*
民國85年與65年	8.7799*	4.5533*	4.5230*	9.4253*	8.2296*

註：1. t檢定之顯著水準為0.05

2. *表示具顯著性差異

增產則可能於短期內完成。由於中山高速公路係民國67年底通車，至民國70年工商普查之間，僅約2至3年的時間，因此高速公路的外部性效果在70年時仍未能充分展現，尤其是產值，僅樓地板面積的差異較具顯著性；及至民國75年各項指標差異皆已明顯，惟土地使用面積的差異上仍不顯著，顯示土地使用面積的變化較樓地板面積的變化反應為慢。

基於此一事前事後比較分析的結果，可以推論高速公路影響圈內鄉鎮地區的製造業發展較影響圈外地區成長更為顯著。為確定此一影響效果，以下進一步將位於影響圈內各市鄉鎮的製造業發展成長率與全國總體製造業發展成長率加以比較如表五所示，由表中可發現影響圈內市鄉鎮於歷年各項製造業發展指標的平均成長率皆較台灣地區總體平均成長率為高，顯見高速公路所造成區位交通條件改善對製造業發展的空間影響具有加強的效果。

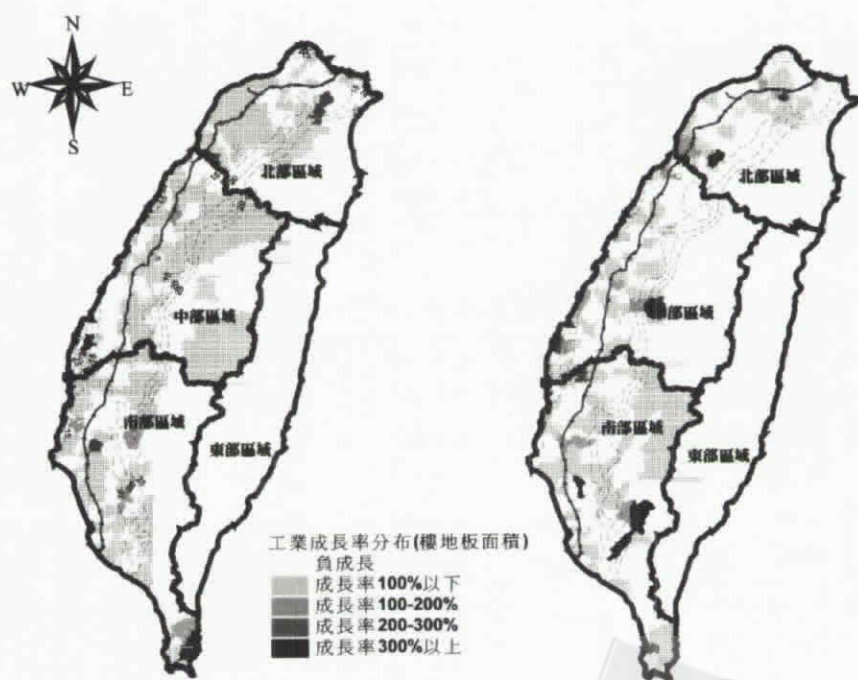
(三)交流道鄰近地區製造業發展變動率的統計分析

同樣利用民國65年至民國85年之工商普查資料，以市鄉鎮區為空間單元，分別以15公里及20公里作為高速公路的製造業發展影響圈，比較各市鄉鎮每五年間製造業發展指標的變動比

表五 交流道鄰近市鄉鎮製造業成長率與全國總體成長率之比較

單位：百分比(%)

指標 年期	樓地板面積	廠地面積	員工數	產值	家數
全國總體製造業發展平均成長率					
65年至70年	35.45%	18.98%	14.98%	11.52%	30.67%
65年至75年	48.74%	10.24%	44.16%	312.27%	64.27%
65年至80年	94.06%	36.08%	38.70%	490.71%	102.64%
65年至85年	111.40%	53.80%	31.25%	751.18%	117.83%
交流道鄰近市鄉鎮製造業發展之平均成長率					
65年至70年	38.28%	20.12%	15.48%	13.26%	32.70%
65年至75年	52.90%	11.92%	44.66%	316.60%	68.31%
65年至80年	98.69%	37.73%	39.71%	496.99%	108.71%
65年至85年	117.12%	58.98%	33.18%	769.44%	125.63%



(1)民國70-75年

(2)民國80-85年

圖四 各市鄉鎮製造業成長率之空間分布圖(以民國70-75年及80-85年為例)

例，以樓地板面積指標為例，由圖四中的相互比對中可以發現，交流道附近地區(影響圈內)製造業發展的變動較影響圈外的變動情形更為明顯。

以樓地板面積指標為例，應用t檢定方法，檢視其民國65年與民國70年至民國85年間的發展變異情形；所據以比較分析的樣本，則依各地區與交流道距離差異，區分成兩組相異樣本。一組為位於交流道製造業發展影響圈內的市鄉鎮，另一組為位於影響圈外的市鄉鎮，藉由影響區內外兩組相異樣本進行交流道有無影響之比較(t統計檢定)。比較分析之檢定結果如表六及表七所示。由表中可看出，不論將高速公路交流道之服務圈範訂為15公里或20公里，也不論由歷年

表六 高速公路交流道影響圈(15公里)內外之製造業發展比較分析

	製造業發展指標	民國65年	民國70年	民國75年	民國80年	民國85年
總量 (t檢定值)	樓地板面積	8.7306*	9.5749*	10.2244*	9.3545*	8.7630*
	土地使用面積	8.9420*	8.0336*	7.7501*	7.1212*	7.7868*
	員工數	8.2565*	9.6297*	10.1998*	10.4406*	10.4198*
	產值	7.7255*	9.2345*	9.7587*	9.1183*	9.1890*
	家數	7.6563*	8.1677*	8.9279*	8.8530*	9.2157*
增量 (t檢定值)	製造業發展指標	—	民國70-65年	民國75-65年	民國80-65年	民國85-65年
	樓地板面積	—	4.0807*	5.3535*	5.8068*	5.9296*
	土地使用面積	—	2.1781*	1.2670	2.3253*	3.8219*
	員工數	—	2.1365*	5.0386*	4.6381*	4.6917*
	產值	—	1.2925	9.0181*	8.5175*	8.8008*
	家數	—	6.3960*	7.6565*	7.5264*	7.7946*

註：*表示通過0.05顯著水準的t檢定

表七 高速公路交流道影響圈(20公里)內外之製造業發展比較分析

	製造業發展指標	民國65年	民國70年	民國75年	民國80年	民國85年
總量 (t檢定值)	樓地板面積	8.7306*	9.5749*	10.2244*	9.3545*	8.7630*
	土地使用面積	8.9420*	8.0336*	7.7501*	7.1212*	7.7868*
	員工數	8.2565*	9.6297*	10.1998*	10.4406*	10.4198*
	產值	7.7255*	9.2345*	9.7587*	9.1183*	9.1890*
	家數	7.6563*	8.1677*	8.9279*	8.8530*	9.2157*
增量 (t檢定值)	製造業發展指標	—	民國70-65年	民國75-65年	民國80-65年	民國85-65年
	樓地板面積	—	4.0807*	5.3535*	5.8068*	5.9296*
	土地使用面積	—	2.1781*	1.2670	2.3253*	3.8219*
	員工數	—	2.1365*	5.0386*	4.6381*	4.6917*
	產值	—	1.2925	9.0181*	8.5175*	8.8008*
	家數	—	6.3960*	7.6565*	7.5264*	7.7946*

註：*表示通過0.05顯著水準的t檢定

影響圈內外製造業的總量；或以後年期(70、75、80及85)相對於民國65年的增量來觀察，民國70-80年之交流道服務圈內外之製造業發展強度都呈顯著性差異；且隨著時間的增加，其差異更加擴大。

五、高速公路對沿線地區製造業發展空間影響模式之建立

(一)交流道距離單項影響模型

為瞭解高速公路交流道影響圈內各市鄉鎮製造業發展與其距交流道的距離的函數關係，本文應用統計迴歸分析方法，以各市鄉鎮距交流道的距離作為自變數；各市鄉鎮的製造業發展作為因變數，建立以距離為主要說明變數的距離影響模型。

首先對模型的兩項主要變數進行兩兩相對散佈圖及相關的檢視，發現兩變數之間並非為線性相依關係。依據先驗知識及多次試誤的作業方式，本研究選擇較符合統計說明意義的三類模型分別加以測試，包括線性模型、乘幂模型及負指數模型等三類，其模型函數型態大致如下：

(1) 線性函數型態

$$Y = a_0 + a_1 \cdot X$$

(2) 乘幂函數型態

$$Y = a_0 \cdot (X^{a_1})$$

(3) 負指數函數型態

$$Y = a_0 \cdot (a_1^{-X})$$

其中，Y表製造業發展指標；

X表各地區至高速公路交流道距離；

a_0 ， a_1 為模型的係數參數。

在試誤過程中，對於製造業發展指標Y採用多種可能變化型態加以測試，包括總量、增量(分別以民國65年和前5年為基年)、增率等三種方式，以找出最適的統計迴歸解釋模型，結果發現以製造業發展總量指標之迴歸分析成果相對較佳。

另為求模型建立的完整周延，並期能同時評估高速公路的影響圈，除了上述三種統計模式的考量外，再將模式的建立就北部、中部及南部等分別以15公里、20公里及25公里等，三種不同交流道距離等級分別建立模型。

依不同區域、不同服務圈及不同統計模型，應用SAS統計軟體進行多種的迴歸分析作業，經彙整所有迴歸分析的結果，其中以樓地板面積及員工數指標為製造業發展說明變數的模型較具統計意義，其成果整理如表八所示(以民國七十五年樓地板面積及員工數指標為例)。比較表八中三類的統計模型迴歸分析結果，可發現以負指數模型的結果相對較具統計意義，雖然部份各項係數參數仍未能通過統計檢定，將模型的預測值與兩變數的散佈圖相互比對，配合圖五中的分佈趨勢可判斷較符合負指數函數型態，可作為說明高速公路對沿線地區製造業發展之空間分布的距離影響模型。

又依據負指數函數型態的迴歸模型結果發現，北部區域以15公里；中部區域以20公里；南部區域以25公里等距離所建立的空間影響模型最具統計意義。顯見由於區域的不同，高速公路對地區產業所造成空間影響效果亦有所差異，反映於高速公路交流道的影響圈上所採用的空間

表八 距交流道距離單項影響模型之統計結果

	西部走廊	北部區域	中部區域	南部區域
函數型態	$Y = a_0 + a_1 \cdot X$			
模型A	$Y = 462218 - 12431 \cdot X$	$Y = 736782 - 27211 \cdot X$	$Y = 523649 - 113944 \cdot X$	$Y = 556823 - 17314 \cdot X$
Adj-R ²	0.14	0.09	0.25	0.16
F值	50.16	7.36	36.29	21.21
模型B	$Y = 13354 - 356 \cdot X$	$Y = 23806 - 866.54 \cdot X$	$Y = 17400 - 406.43 \cdot X$	$Y = 14099 - 471.33 \cdot X$
Adj-R ²	0.13	0.08	0.36	0.23
F值	46.08	6.9	58.56*	33.07
函數型態	$Y = a_0 \cdot (X^{a_1})$			
模型A	$Y = 4547099 \cdot (X^{-1.91})$	$Y = 1369560 \cdot (X^{-1.05})$	$Y = 1528810 \cdot (X^{-1.25})$	$Y = 9065622 \cdot (X^{-2.41})$
Adj-R ²	0.38	0.19	0.38	0.44
F值	194.64	17.03	62.73*	100.01*
模型B	$Y = 100710 \cdot (X^{-1.74})$	$Y = 52575.21 \cdot (X^{-1.13})$	$Y = 41772.77 \cdot (X^{-1.20})$	$Y = 131926.5 \cdot (X^{-2.07})$
Adj-R ²	0.45	0.23	0.34	0.55
F值	252.11*	21.32	53.74	156.14*
函數型態	$Y = a_0 \cdot (a_1 \cdot X)$			
模型A	$Y = 474492 \cdot (1.15 \cdot X)$	$Y = 573779.2 \cdot (0.87 \cdot X)$	$Y = 373248.6 \cdot (0.90 \cdot X)$	$Y = 407.48 \cdot (0.91 \cdot X)$
Adj-R ²	0.45	0.21	0.43	0.46
F值	253.92*	19.00	77.89*	20.95
模型B	$Y = 12456.53 \cdot (1.13 \cdot X)$	$Y = 20537.34 \cdot (0.86 \cdot X)$	$Y = 11384.41 \cdot (0.90 \cdot X)$	$Y = 498819.7 \cdot (0.98 \cdot X)$
Adj-R ²	0.50	0.25	0.42	0.55
F值	316.28*	23.39	75.55*	50.98*

註：1.模型A以樓地板面積為因變數；模型B以員工數為因變數。

2.Y:民國75各市鄉鎮樓地板面積(平方公尺)、員工數(人)。

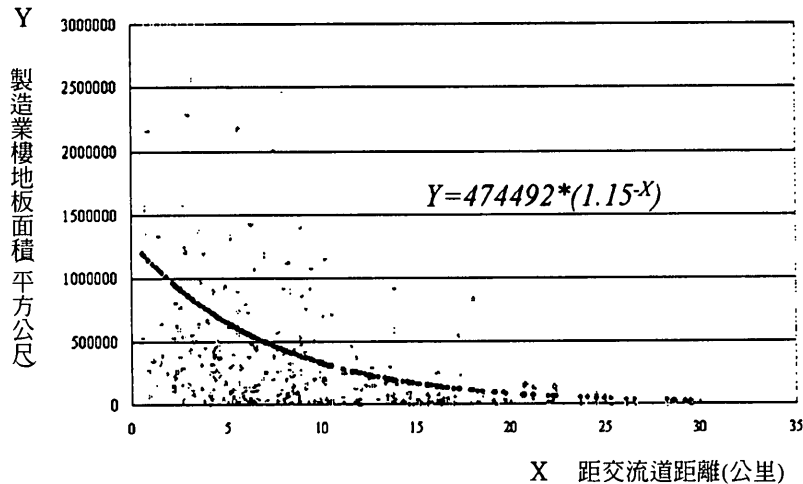
3.X:各市鄉鎮與交流道直線距離。

4.*表示F值檢定通過0.05顯著水準。

影響模型，於不同區域具有不同的影響範圍，此一現象或與地方聯絡道路的可及性及地價水準均具有密切關係。但從模型明顯的說明了製造業於西部走廊之發展強度的空間分布情形，有距高速公路交流道遞遠遞減的情形，而其分布型態係符於距離變數的負指數型態。

(二) 多變項影響模型

前述所建立之模型主要係以歷年同期的不同空間資料及製造業發展指標進行迴歸分析，其中所建立的負指數函數($Y = a_0 \cdot (a_1 \cdot X)$)型態，可視為是高速公路交流道對地方製造業發展空間影



圖五 交流道距離影響模型預測值與實際製造業發展觀測值之比對圖

響的簡單模型。以此簡單模型為基礎，以下加入都會聚集變數以建立複項影響模型。

勞力供給為製造業生產的重要投入變數，且聚集經濟對廠商區位選擇應有一定影響，本研究乃就前述所建立的距離影響模型中，增入市鄉鎮距都會區距離的說明變數，同時以同年各市鄉鎮距都會區距離及距交流道距離為自變數；以各市鄉鎮的製造業發展指標為因變數，進行多元迴歸分析，同樣利用前述所考量的三種模式函數型態，以西部地區所有的市鄉鎮為整體樣本資料，據以建立統計模型。茲以樓地板面積及員工數為例，其迴歸分析結果如表九所示。

從表九中可以發現各類統計模型的迴歸分析結果在統計上並不理想，各模型的F值檢定皆無法達與顯著水準，故無法建立具充分解釋能力之統計模型，顯見於空間影響模型納入距都會區距離的變數，對提高模型說明能力的貢獻相當有限。

(三)市鄉鎮既存製造業聚集的影響

前述各節的分析，主要就工商普查結果當年各市鄉鎮之製造業發展在空間上分佈的型態，受到市鄉鎮距交流道之距離、距都會區距離以及其他社經因素(諸如：單位產值等)的影響，進行空間影響模型的構建，以統計模式說明各空間單元之製造業發展於台灣西部之空間區位分佈的變動。但就產業的發展而言，單就橫斷面進行空間的分析，仍無法反應高速公路建設對製造業發展之事前事後的影響程度，故影響模式的構建乃進一步將時間的落後因素一併納入考量。

配合工商普查的年期，以每五年為一資料樣本點，假設後一期的製造業發展係以前一期的製造業發展成果為基礎，因於各市鄉鎮距交流道距離的不同，而受到不同程度的發展影響。基於前列各節基本模型中的經驗，所考量採用的模型的函數型態以線性函數及負指數函數為主要考量。以 Y_{t+5} 表後一年期(五年後)之製造業發展指標； Y_t 為基年之製造業發展指標， X 表各市鄉鎮至高速公路交流道距離。模式型態分別表示如下：

表九 交流道與都會區複項影響模型之統計結果

函數型態	$Y=a+b(X_m)+c(X_i)$			
年期別	民國70	民國75	民國80	民國85
模型A	$Y=339917+6818.48 \cdot (X_m)-17034 \cdot (X_i)$	$Y=385428+5693.25 \cdot (X_m)-16676 \cdot (X_i)$	$Y=500335+7259.9 \cdot 3(X_m)-21665 \cdot (X_i)$	$Y=557650+7093.53 \cdot (X_m)-22969 \cdot (X_i)$
Adj-R ²	0.17	0.15	0.14	0.14
F值	32.12	28.85	24.86	25.01
模型B	$Y=8310.00+203.62 \cdot (X_m)+459.28 \cdot (X_i)$	$Y=10393+219.53 \cdot (X_m)-520.46 \cdot (X_i)$	$Y=9768.05+234.78 \cdot (X_m)+529.93 \cdot (X_i)$	$Y=9298.08+223.04 \cdot (X_m)-508.61 \cdot (X_i)$
Adj-R ²	0.16	0.16	0.17	0.16
F值	31.15	29.38	31.78	30.22
函數型態	$Y=a(X_m)^b(X_i)^c$			
年期別	民國70	民國75	民國80	民國85
模型A	$Y=188.67 \cdot (X_m)^{0.004} \cdot (X_i)^{-0.003}$	$Y=179.46 \cdot (X_m)^{0.01} \cdot (X_i)^{-0.03}$	$Y=83.93 \cdot (X_m)^{0.004} \cdot (X_i)^{0.07}$	$Y=225.87 \cdot (X_m)^{0.005} \cdot (X_i)^{-0.02}$
Adj-R ²	0.001	0.01	0.03	0.01
F值	0.25	2.70	5.97	2.91
模型B	$Y=39.25 \cdot (X_m)^{-0.004} \cdot (X_i)^{-0.007}$	$Y=35.51 \cdot (X_m)^{0.01} \cdot (X_i)^{-0.03}$	$Y=19.29 \cdot (X_m)^{0.01} \cdot (X_i)^{0.05}$	$Y=43.81 \cdot (X_m)^{0.004} \cdot (X_i)^{-0.02}$
Adj-R ²	0.003	0.01	0.02	0.02
F值	0.50	1.80	3.88	3.67
函數型態	$Y=a(b)^{X_m}(c)^{X_i}$			
年期別	民國70	民國75	民國80	民國85
模型A	$Y=221.40 \cdot (1.00)^{X_m} \cdot (0.99)^{X_i} \cdot (1.02)^{X_i}$	$Y=188.67 \cdot (1.01)^{X_m} \cdot (1.05)^{X_i}$	$Y=122.73 \cdot (1.01)^{X_m} \cdot (1.00)^{X_i}$	$Y=225.88 \cdot (1.00)^{X_m}$
Adj-R ²	0.01	0.01	0.02	0.0002
F值	1.98	1.91	3.88	0.03
模型B	$Y=45.6 \cdot (1.00)^{X_m} \cdot (0.98)^{X_i}$	$Y=39.25 \cdot (1.01)^{X_m} \cdot (0.98)^{X_i}$	$Y=487.85 \cdot (1.01)^{X_m} \cdot (1.04)^{X_i}$	$Y=49.90 \cdot (0.99)^{X_m} \cdot (1.00)^{X_i}$
Adj-R ²	0.01	0.008	0.01	0.003
F值	2.56	1.22	2.71	0.49

註：1. 模型A以樓地板面積為因變數；模型B以員工數為因變數。

2. Y: 民國65、70、75、80、85年各市鄉鎮樓地板面積(平方公尺)、員工數(人)。

3. X_m : 各市鄉鎮與鄰近都會區直線距離。

4. X_i : 各市鄉鎮與交流道直線距離。

5. 本表中各模型之F值檢定皆未達於0.05顯著水準。

1. 線性函數型態

$$Y_{t+5} = a_0 + a_1 \cdot Y_t + a_2 \cdot X$$

2. 負指數函數型態

$$Y_{t+5} = a_0 \cdot Y_t^{a_1} \cdot (a_2 \cdot X)$$

其中 a_0 ， a_1 ， a_2 為模型的係數參數。

同樣應用多項迴歸分析方法，以相對基年(民國65、70、75、80年)的製造業發展指標以及距交流道的距離為因變數，對後五年(民國70、75、80、85年)的製造業發展指標為應變數，建立統計模型。模型中分別以每五年間的前後製造業發展指標為因變數及應變數，將基年的發展情形納入作為影響未來發展的因素。

以西部走廊樓地板面積及員工數為例，迴歸分析得的結果如表十所示，由表中可以發現此等模型均較前列各節中的基礎影響模型較具統計顯著性。其中距交流道距離變數之係數值為負值，可說明製造業發展隨著距離的增加有遞遠遞減的情形；令基年製造業發展指標變數的係數值為正值，也反映了各市鄉鎮若原來的製造業發展已具有較佳的體質，則其受高速公路建設所帶來的影響效果則有某種程度的乘數效應。

由單變項的基礎距離模型，發展至本節考量前後期製造業聚集的影響模型，可發現模型的函數關係係以距交流道之距離(X)的負指數變項($a_1 \cdot X$)為阻力因素，而各市鄉鎮原有的製造業規模(Y_t)為吸引力產生項，函數型態如下：

$$Y_{t+5} = a_0 \cdot \frac{Y_t^{a_1}}{a_2^X}$$

函數之分母以原有製造業發展為基礎，依某一非負參數值為影響因子，呈指數型態作為影響後期製造業發展規模的變項，類似於乘數效應因子(multiplier effect)；而分子則以距離變項為指數型態，將發展規模於空間上相對於交流道位置進行空間分配，可視為阻力因素對空間分佈效應(distribution effect)的調整因子。此一函數型態同時也將地方製造業自然成長的因素納入考量，由前期影響後期，隱含有時間序列資料的意義，此一模型除具有說明對交流道距離的影響的能力，同時也說明了產業發展於時間上的演進，可視為交流道與製造業產業聚集影響的整合模型。

六、結論與建議

(一) 結論

區域性重大交通建設工程，為政府促進區域性與地方性經濟發展之重要手段，其空間影響效果之分析為重要研究課題。本研究以中山高速公路為研究主體，分析之空間範圍為中山高速公路所服務之台灣西部走廊地區，有別於採部分地區或估計資料為分析基礎，應用歷年之工商

表十 西部地區交流道與製造業聚集之時間落後影響模型
(以樓地板面積及員工數為例)

年期別	民國70年	民國75年	民國80年	民國85年
模型A	線性函數型態： $Y_{t+5} = a_0 + a_1 \cdot Y_t + a_2 \cdot X$			
a_0	224894.0	100025.0	10141.0	225465.0
a_1	0.861378	0.913013	1.271181	0.833481
a_2	-11889	-4476.63	-0.679328*	-12961
Adj-R ²	0.574	0.767	0.816	0.671
F值	167.456	407.225	541.92	252.689
模型B				
a_0	4048.5	1045.7	475.6	659.0
a_1	0.794903	1.143891*	0.955621	0.939447
a_2	-167.679	-15.8257	-45.7917	-65.0223
Adj-R ²	0.735	0.737	0.753	0.926
F值	344.326	1835.59	2502.503	1542.196
模型A	負指數函數型態： $Y_{t+5} = a_0 \cdot Y_t^{a_1} \cdot (a_2 \cdot X)$			
a_0	0.6883	5.9803	0.9211	0.0508
a_1	0.9751	0.5467	0.9489	1.0132
a_2	0.0339	0.0515	0.0170	0.0152
Adj-R ²	0.758	0.609	0.718	0.923
F值	386.8	192.4	315.1	1489.7
模型B	負指數函數型態： $Y_{t+5} = a_0 \cdot Y_t^{a_1} \cdot (a_2 \cdot X)$			
a_0	0.7895	3.6131	0.5441	0.0586*
a_1	0.9439	0.6401	0.9467	1.0027
a_2	0.0329	0.0404	0.0231	0.0102
Adj-R ²	0.760	0.716	0.828	0.958
F值	392.6	312.3	594.9	2827.9

註：1. 模型A以樓地板面積為因變數；模型B以員工數為因變數。

2. Y_t 、 Y_{t+5} ：表該年各市鄉鎮樓地板面積(平方公尺)或員工數(人)， t 為民國65、70、75、80年。

3. X ：各市鄉鎮與交流道直線距離。

4. 各模型F值檢定皆達於0.05顯著水準。

5. *表變數係數之 t 檢定值達於0.05顯著水準。



普查統計資料，作為空間產業分析之基礎，輔以地理資訊分析技術，將空間單元細分至統計最小單元(市鄉鎮區)，進行最細緻的空間分析。採用多變量統計的分析架構，由單變項逐步擴充至多變項以測試各種可能的影響變數，諸如開發前後影響效果、時間影響效果、都會區聚集經濟效果、地方經濟累積效果、空間距離效果等。茲將較重要的發現歸納如後：

1. 經由事前事後的比較分析顯示，中山高速公路之建設完成後，其交流道鄰近市鄉鎮比非鄰近地區之製造業發展具有較明顯的成長影響。其沿線製造業發展的成長較全國的平均成長率為高，顯示高速公路建設後，為其交流道周邊地區之製造業發展帶來一定程度的增強效果(Enhancement Effects)，而且此一效果隨著地區距交流道之距離而呈非線性型態之遞減趨勢。
2. 由製造業分佈的空間分析中亦發現，未建設高速公路前有趣向都會區集中的現象；之後則有趣向交流道附近集中的現象，說明了高速公路建設所產生的增強效果有時間差的現象，影響效果並非立即可顯現，但初期的效果較顯著；晚期的效果較不顯著，除去外在經濟環境的影響因素，高速公路建設對城鄉發展的促進效應有邊際遞減的現象。
3. 另經由時間與空間交叉分析發現，製造業發展在高速公路通車前有趣向都會區集中的現象；之後則有趣向交流道附近集中的現象，此點隱含著製造業的區位調整需要時間，即高速公路建設所產生的增強效果有時間差(Time lag)的現象，且其對城鄉發展的效應隨建設時間存在有邊際遞減的現象。
4. 依所建立的空間距離模型顯示了製造業於西部走廊之發展強度的空間分布情形，有距高速公路交流道遞遠遞減的情形。雖然空間距離模型說明能力上略嫌不足，但仍有助於瞭解高速公路交流道影響地方製造業發展於空間上分佈型態。經迴歸結果分析判斷交流道影響圈的範圍，北部區域為15公里；中部區域為20公里；南部區域為25公里，此亦顯示影響範圍受地價水準一定程度的影響。
5. 如在模型中加入時間落差的考慮，即納入前一年期(基年)製造業發展對後一年期製造業發展的影響效應，則所得模型以 $Y_{t+5} = a_0 \cdot Y_t^{a_1} \cdot (a_2^x)$ ，(其中 Y_{t+5} 、 Y_t ：分別為 $t+5$ 及 t 年的製造業發展指標； x 為距高速公路交流道的距離)較具統計顯著性。換言之，各鄉鎮原有的製造業發展具有聚集經濟，即使高速公路完成，仍具相當顯著影響。

(二)建議

就本研究之結果，提出幾項有待進一步研究之建議：

1. 由於本研究係以各市鄉鎮區為最小空間分析單元，以行政區界線的劃分為資料樣本的統計基礎，交流道的距離計算則係選取各市鄉鎮的人口聚集中心為參考點，雖已具製造業發展於空間分佈的代表性，仍無法明確展現均質空間的連續分佈。若得以歷年較為細緻的空間分析單元，如：各廠商的明確位置或由航照圖影像判讀的建物量體等更為細緻的統計資料，則研究分析理論上將更為精確。
2. 於模型構建中，尚有其他潛在影響因素並未被納入，如都市地價、製造業區的區位、其他交通設施、整體產業結構與總體經濟發展等，以及造成累積性效果的其他聚集經濟變

動的因素。若能取得適當的相關資料，據以說明空間影響模型的建立更為完整。

3. 高速公路建設對地區產業的發展所造成的影響，有隨著時間經過會有邊際遞減的效應，依此推論，此一增強效果或地區的製造業發展總量似有一飽和值，若得以取得相關資料，如地區可用於製造業生產的總樓地板面積等，或可建立地區製造業發展因於交通建設投入的成長趨勢預測模型。
4. 未來若可結合交通流動的相關統計資料，如各地區鄰近高速公路與主要道路的交通量或客貨運起訖交通調查之完整資料，應可更為明確瞭解高速公路建設對地區產業發展的空間移動現象以及高速公路所衍生之經濟效果。另本研究係以空間直線距離作為阻力因素的考量，未來若得以搭配相關的交通調查結果，以時間距離作為分析的基礎，將使模型合乎實際狀況。

參考文獻

1. 王文林(1991)，「高速公路交流道附近地區土地使用方案之研究－模糊多目標規劃法之應用」，交通大學交通運輸研究所碩士論文。
2. 王英泰(1997)，「中山高速公路建設前後對地區經濟發展的影響」，交通大學交通運輸研究所碩士論文。
3. 交通部台灣區國道新建工程局(1992)，「高速公路沿線地區土地配合使用可行性之研究」，委託中國地政研究所辦理。
4. 交通部運輸研究所(1994)，「台灣地區西部走廊高速運輸系統對區域發展影響之研究」，委託成功大學都市計劃研究所辦理。
5. 江瑞祥(1991)，「內陸運輸部門與區域發展之系統動態研究」，成功大學交通管理科學研究所碩士論文。
6. 周享民(1990)，「道路建設對地區產業及人口衝擊影響之研究」，成功大學都市計劃研究所碩士論文。
7. 林建元(1994)，「工業區開發方針之檢討」，經濟部製造業局。
8. 林建元(1996)，「台灣地區中、東部區域重大建設影響之分析(第一期)」，台灣省住都局。
9. 林楨家(1991)，「重大建設對區域發展之衝擊分析—以台灣北部區域為例」，交通大學交通運輸研究所碩士論文。
10. 張秀敏(1992)，「交通建設投資對投入產出係數影響之研究」，成功大學都市計劃研究所碩士論文。
11. 洪雙臨(1992)，「國家建設六年計畫交通建設對台灣地區都市發展影響之研究」，中興都研所碩士論文。
12. 莊政達(1990)，「產業與區位之投資組合研究」，交通大學交通運輸研究所碩士論文。
13. 郭永祥(1993)，「西部濱海快速公路對沿線土地使用衝擊之研究」，中興大學都市計劃研究所

碩士論文。

14. 陳偉志(1995)，「可及性與區域發展－以台灣地區西部運輸走廊為例」，中興大學都市計劃研究所碩士論文。
15. 馮正民、王文林(1991)，「交流道附近地區土地使用規劃方案之產生－模糊多目標規劃法之應用」，規劃學報，18期，第131~152頁。
16. 馮正民、林楨家(1992)，重大建設對區域發展之衝擊分析－以台灣北部區域為例，「運輸計劃季刊」，21卷，3期，第367-400頁。
17. 馮正民、蘇振維、朱冠文(1995)，台灣地區西部走廊高快速運輸系統對區域發展之衝擊，「運輸計劃季刊」，24卷，4期，第355~368頁。
18. 葉光毅(1988)，高速公路建設前後沿線地區產業集聚型態變化之分析，「運輸計劃季刊」，17卷，4期，第511~531頁。
19. 葉耀墩(1998)，「高速公路交流道設置前後人口與產業之比較分析」，交通大學交通運輸研究所碩士論文。
20. 賴廷彰(1992)，「國家建設六年計畫交通建設對台灣地區區域發展之影響探討」，中興都研所碩士論文。
21. Biehl, D. (1991). The Role of infrastructure in Regional Development, in Vickermna, R.W.(ed.) *Infrastructure and Regional Development*, European Research in Regional Science 1. London : Pion.
22. Briggs, R. (1981). *The Impact of the Interstate Highway System on Non-metropolitan Growth*, US Department of Transportation .
23. Buffington, Jesse L., Crane, Laurence M., Clifton, Burton and Speed, John. (1992). Methodology for Estimating Economic Impacts of Highway Improvements: Two Case Studies in Texas, *Transportation Research Record*, 1359:156-165.
24. Eagle, David and Stephanedes Yorgos J. (1987). Dynamic Highway Impacts on Economic Development, *Transportation Research Record*, 1116:56-62.
25. Epps, J. W. and Stafford, D. B. (1974). Interchange Development Patterns on Interstate Highways in South Carolina, *Transportation Research Record*, 508:23-37.
26. Eyerly, Raymond W. and Twark, Richard D. and Downing Roger H. (1987). Interstate Highway System: Reshaping the Nonurban Areas of Pennsylvania, *Transportation Research Record*, 1125:1-8.
27. Gaegler, A. M., March, J. W. and Weiner, P. (1979). Dynamic Social and Economic Effects of the Connecticut Turnpike, *Transportation Research Record*, 716:20-28.
28. Kanaroglou, Pavlos S. and Anderson, Williams; Aleksandr, Kazakov. (1998). Economic Impacts of Highway Infrastructure Improvements-Part 1. Conceptual Framework, *Journal of Transport Geography*, 6(3):28-43

29. Mason, J.B. and Moore, C.T. (1973). Commercial Site Selection at Interstate Interchanges, *Traffic Quarterly*, 27(1):19-33.
30. Moon, Henry E. (1987). Interstate Highway Interchange as Instigators of Nonmetropolitan Development, *Transportation Research Record*, 1125:8-15.
31. Politano, Arturo L. and Roadifer Carol J. (1989). Regional Economic Impact Model for Highway System, *Transportation Research Record*, 1229:43-52.
32. Twark, R.D. and Eyerly, R.W., and Nassi, R.B. (1980). Quantitative Technique for Estimating Economic Growth at Non-Urban Limited-Access Highway Interchanges, *Transportation Research Record*, 1229:12-19.
33. Weisbord, Glen and Grovak, Michael. (1998). Comparing Approaches for Valuing Economic Development Benefits of Transportation Projects, *Transportation Research Record*, 1649:86-94.
34. Wheat, L.F. (1969). The Effect of Modern Highway on Urban Manufacturing Growth, *Highway Research Board*, 227:9-24 .
35. Wilson, F. R., Graham, G. M. and Aboul-ela, Mohamed. (1985). Highway Investment as a Regional Development Policy Tool, *Transportation Research Record*, 1046:pp.10-14.
36. Yang, Xin. (1996). Study of regional Economic Benefit Model of Transportation System Projects, *International Journal of Transport Economics*, 23(1):89-105.
37. Vickermna, R. W. (1995). Regional Impacts of Trans-European networks, *Annals of Regional Science*, 29:237-254.
38. Zografos, K.G., Stephanedes, Y.J. (1992). Impact of State Highway Investment on Employment Along Major Highway Corridors, *Transportation Research Record*, 1359, pp.151-155 .

