

計量方法與都市土地使用模型

——數學方法、統計方法、系統分析方法與電腦應用（修訂版）

謝潮儀博士 編著

茂榮圖書有限公司 總經銷

計量方法與都市土地使用模型

(修訂版)

謝潮儀 博士編著

中華民國 七十二年 十一月 月 日	部長 邵創煥	字執 號照	年有 限效	台內著字第壹陸貳捌叁號	謝潮儀	謝潮儀	謝潮儀	姓名	謝潮儀	計量方法與都市土地使用模型	稱冊數	內政部著作權執照
				台 北 市	台 北 市	台 北 市	出生年月日	籍貫	全壹冊			

計量方法與都市土地使用模型
中華民國 72 年 11 月增訂版

版權所有
翻印必究

著作權執照字號：台內著字第 16283 號

定價新台幣 300 元正

郵政劃撥帳號：599538 王款帳戶

編著者：謝 潮 儀

發行者：謝 潮 儀

地 址：台北市光復南路 294 巷 21 號 4 F

電 話：7527961・7311681

總經銷：茂榮圖書有限公司

地 址：台北市長安西路 118 號

郵 撥：台北 16014 號

電 話：5713568

（缺頁或裝訂錯誤，請退回更換）

自序

近數十年來，國外都市計畫學術有二潮流：一是承襲 1930 年代社會科學量化革命之計量方法（quantitative method）；另一是規劃理論（planning theory）。

在先進國家的規劃教育中，計量方法與規劃理論，均已成為最重要的一種專業素養與邏輯訓練。

編著者近年來於中興大學都市計畫研究所及地政系授「計量方法」課，文化大學市政研究所亦授「計量方法與計量分析」課程，深覺目前國內尚少可資做為「計量方法」教材之中文書籍，因此乃不揣淺陋，將近年所授、所學之經驗與心得，編著本書，希望可供國內規劃實務上參考及同學們進學修業之用，並冀求本書能拋磚引玉，使「計量方法與都市土地使用模型」這門重要學科，在國內規劃學術界及實務界皆能蓬勃發展。

本書之主要內容包括計量方法與都市土地使用模型兩大部份，其中計量方法部份包括：

1. 數學方法：線性代數、微積分等。
2. 統計方法：線性模型、非線性模型、都市與區域計量經濟模型、因子分析、組群分析等。
3. 系統分析法：一般系統理論、線性規劃、動態規劃、遊戲理論等。
4. 電腦應用：社會科學用統計類集程式（SPSS）、都市資訊系統、模擬等。

都市土地使用模型部份包括：

1. 零售商業市場潛力分析模型。
2. 格林·勞利模型。
3. *EMPIRIC* 模型。
4. 赫伯·史蒂芬模型。

5. *NBER* 模型。

6. 空間互動模型。

7. 動態模型。

8. *DRAM* 模型。

9. 社區分析模型。

上述之分類，只為參閱及應用之便所作之權宜分類，其實有某些所述之計量方法涉及兩種以上的方法，例如 *SPSS*，即摻合了統計及電腦方法的應用；又如土地使用模型往往集數學方法、統計方法、系統方法或電腦應用之大成。

本書得以出版，係因承蒙中興大學都市計畫研究所諸位老師往日之教誨：辛所長晚教先生啓蒙計量方法、李瑞麟老師在規劃知識上多所啓發；張世典先生提供良好研究機會與環境，在他們教誨、鼓勵與支持之下，本書始克完成。

卓輝華、金家禾同學協助整理稿件；鍾起岱、吳文彥、何天河、張健一等同學提供虛擬變數、群落分析、因子分析、判別分析、相關分析與卡方檢定、一般系統理論等寶貴資料；高淑琴與孫玲玲小姐協助繪圖、校對；劉貞銅同學協助設計封面；劉景賢先生協助打印出版等，均在此一併致謝。此外，感謝林慶雲同學協助整理部份稿件。

編著者學識淺陋，謬誤之處必然甚多，尙祈學者先進不吝賜正，是所至幸！

謝 潮 儀、謹序于國立中興大學
民國七十年七月

再版序

本增訂版的特色，在理論與實證並重。內容上力求涵蓋計量方法的基本概念，編排上以循層次分明的系統方式作深入淺出的說明，兼輔以都市規劃的實例，期使讀者能窺計量方法之全豹，在瞭解理論之餘，觸類旁通，進而援引應用於都市土地使用的規劃實務上。

本書模型的結構與發展，係導源於都市問題的結構以及規劃與決策的發展過程，而不囿於傳統的數學方法。旨在突破一般數學和統計理論未能直接應用於解決實際問題上之困境。基於此種狀況下，本增訂版特輔以觀念和演算的介紹與練習，以茲詳明邏輯推理與證明的連貫性。

陳榮源、張菊蘭同學協助整理增訂與修訂稿件，並代為校對，至為辛勞，在此特為致謝。

謝 潮 儀 謹誌

民國七十二年十月

目 次

	頁數
第一章 緒論	1
第一節 前言	1
第二節 科學方法與模型	3
第二章 數學方法	9
第一節 線性代數 (Linear Algebra)	9
第二節 微積分 (Calculus)	29
第三節 巨變理論 (Catastrophe Theory)	36
第四節 其他方法—以益本分析為例	44
第三章 統計方法	46
第一節 線性模型 (Linear Models)	46
第二節 非線性模型 (Non - linear Models)	50
第三節 卡方檢定與相關分析	56
第四節 複迴歸模型 (Multiple Regression Model)	65
第五節 時間序列分析	86
第六節 都市與區域經濟計量模型	93
第七節 虛擬變數 (Dummy Variables)	98
第八節 因子分析 (Factor Analysis)	115
第九節 組群分析 (Cluster Analysis)	149
第十節 判別分析 (Discriminant Analysis)	154
第十一節 貝伊氏統計方法 (Bayesian Statistics)	160
第四章 系統分析方法	164
第一節 一般系統理論 (General Systems Theory)	164
第二節 線性規劃	174
第三節 非線性規劃 (Non - linear Programming)	191
第四節 動態規劃 (Dynamic Programming)	196
第五節 遊戲理論 (Game Theory)	202

第六節	計畫評核術及要徑法·····	211
第七節	多目標規劃 (Multiobjective Programming) ·····	224
第八節	馬可夫分析 (Markov Analysis) ·····	237
第九節	量表分析法·····	243
第五章	電腦應用 ·····	249
第一節	電腦之特性及其在都市分析上的應用·····	249
第二節	社會科學用統計類集程式 (SPSS) ·····	254
第三節	MINITAB 之簡介與應用·····	257
第四節	都市資訊系統 (UIS) ·····	262
第五節	模擬 (含蒙帝卡羅法) ·····	275
第六節	電腦繪圖系統 (Computer-Mapping Systems) ·····	288
第七節	都市土地使用模型發展簡介·····	299
第六章	都市土地使用模型 ·····	305
第一節	機會可及性模型·····	305
第二節	引力模型·····	309
第三節	格林·勞利模型·····	315
第四節	海灣地區模擬研究模型 (BASS) ·····	324
第五節	住宅成長機率模型·····	332
第六節	EMPIRIC 模型·····	337
第七節	土地使用計畫設計模型·····	342
第八節	Hebert-Stevens 模型·····	346
第九節	預測用土地使用模型 (PLUM) ·····	349
第十節	NBER 模型·····	354
第十一節	空間互動模型—最大熵原理之應用·····	358
第十二節	都會區內零售就業模型 (IREM) ·····	367
第十三節	整合的運輸與土地使用類集程式 (ITLUP) ·····	372
第十四節	動態模型·····	378

	頁數
第十五節 社區分析模型	385
第七章 都市土地使用模型之改良及應用—台北及高雄之實例研究	392
第一節 緒論	392
第二節 都市土地使用細分分派模型 (D R A M)	403
第三節 DRAM模型之評估—模型評估標準及其實例	412
第四節 理論架構之修改	419
第五節 理論架構修正後DRAM之實證測試	443
第六節 空間預測、政策衝擊及空間比較	456
第七節 建議與結論	465
參考書目	468

圖目錄

	頁數
圖 1 — 1 科學方法，模型建立，系統方法，規劃過程之相互比較	4
圖 1 — 2 B. Reif 所作數學模型之分類	5
圖 1 — 3 L. Loewenstein 所作數學模型之分類	6
圖 1 — 4 模型與假說、方程式、模擬、理論等之相互關係	8
圖 2 — 1 年齡組合	14
圖 2 — 2 各等級都市人口之估計值與真值之比較	24
圖 2 — 3 林肯隧道問題之解	30
圖 2 — 4 成本、收益與利潤的關係	31
圖 2 — 5 經濟規模	34
圖 2 — 6 成本成分及總成本函數圖	35
圖 2 — 7 七種基本的巨變模型	38
圖 2 — 8 mf 曲線	41
圖 3 — 1 散佈圖 (Scattergram)	46
圖 3 — 2 線性趨勢	47
圖 3 — 3 最小平方方法	47
圖 3 — 4 Durbin-Watson 檢定	74
圖 3 — 5 $\{ e_i / S \}$ 的散佈點	76
圖 3 — 6 典型的殘差點圖	76
圖 3 — 7 INTRA - II 模型結構	77
圖 3 — 8 時間序列圖例	86
圖 3 — 9 理想的時間序列圖	88
圖 3 — 10 費城區域經濟計量模型內部的因果關係流程圖	97
圖 3 — 11 人口與面積相關圖	106
圖 3 — 12 因子分析的目的	118
圖 3 — 13 J.K. 研究中因子分析的目的	120
圖 3 — 14 J.K. 研究中，HI - LO 兩群體雙向配置圖	125

	頁數
圖 3 — 15 理想的相關矩陣結構	129
圖 3 — 16 轉軸目的圖	133
圖 3 — 17 直交轉軸及斜交轉軸	135
圖 3 — 18 模式負荷量	136
圖 3 — 19 構造負荷量	137
圖 3 — 20 主軸與基準軸間的關係	137
圖 3 — 21 斜交轉軸之例	138
圖 3 — 22 樹形圖	153
圖 4 — 1 都市系統之結構	167
圖 4 — 2 活動關聯矩陣	170
圖 4 — 3 德爾塔圖五個基本元素	171
圖 4 — 4 無可行解	179
圖 4 — 5 無界解	180
圖 4 — 6 多重解	181
圖 4 — 7 主問題轉換成雙重問題之方式	182
圖 4 — 8 上凹及上凸之目標函數	191
圖 4 — 9 非線性規劃理論上的三種解	192
圖 4 — 10 非線性規劃之最適解	193
圖 4 — 11 非線性規劃目標函數最陡路徑示例	195
圖 4 — 12 遊戲模擬—某都市 I 之例	208
圖 4 — 13 組合單元的遊戲理論架構	210
圖 4 — 14 分類方法間之相互關係	227
圖 4 — 15 多目標規劃之例	233
圖 4 — 16 目標空間中產生非劣等性組合	234
圖 5 — 1 資訊系統與模擬系統之關係	251
圖 5 — 2 規劃師電腦知識之層次	252
圖 5 — 3 S P S S 之一般系統	256

	頁數
圖 5 — 4 資訊系統的原理·····	263
圖 5 — 5 U I S 一般的硬體結構·····	264
圖 5 — 6 完整的系統結構·····	265
圖 5 — 7 U I S 的設計及發展步驟回饋環路·····	268
圖 5 — 8 加利佛尼西亞州整合資訊系統之網狀組織·····	269
圖 5 — 9 資訊系統發展·····	271
圖 5 — 10 系統的研究程序·····	272
圖 5 — 11 資訊系統設計與評估模型·····	273
圖 5 — 12 模擬的步驟·····	276
圖 5 — 13 罷工的模擬·····	278
圖 5 — 14 近似產生函數的模擬·····	279
圖 5 — 15 以蒙地卡羅法對罷工所作模擬的特性·····	279
圖 5 — 16 A 處的 A D T ·····	280
圖 5 — 17 40 個月中分組之 A D T 觀察數的百分比·····	281
圖 5 — 18 A D T 分組的累加機率·····	282
圖 5 — 19 盤存模型·····	286
圖 5 — 20 自動繪圖電腦資訊體系協助都市政府作業的展望·····	291
圖 5 — 21 電腦繪圖系統體系圖·····	293
圖 5 — 22 自動繪圖體系流程圖·····	294
圖 5 — 23 繪圖系統一貫作業流程圖·····	295
圖 5 — 24 使用電腦 CDC 6400 印字機所繪的圖·····	297
圖 5 — 25 使用 Calcomp 繪圖器所繪的圖·····	298
圖 6 — 1 機會可及性模型之操作程序·····	306
圖 6 — 2 五條快速幹線·····	308
圖 6 — 3 等速網狀運輸·····	308
圖 6 — 4 交軸高速幹線·····	308
圖 6 — 5 線形高速幹道·····	308

	頁數
圖 6 — 6 I_{ij} 與 T_{ij} 之關係.....	310
圖 6 — 7 Garin-Lowry 模型之函數結構.....	315
圖 6 — 8 住宅次模型之結構流程.....	328
圖 6 — 9 Hebert-Stevens 模型結構.....	348
圖 6 — 10 需求、供給與市場均衡部門間各次模型的關係.....	355
圖 6 — 11 分析互動的不同觀點.....	362
圖 6 — 12 運輸計畫分析系統.....	373
圖 6 — 13 土地使用計畫分析系統.....	373
圖 6 — 14 整合的土地使用與運輸計畫分析系統.....	374
圖 6 — 15 整合的運輸與土地使用模型 (ITLUP)	375
圖 6 — 16 舊金山海灣地區 ITLUP 研究實例.....	377
圖 6 — 17 典型的都市動態行為.....	384
圖 6 — 18 社區分析模型各次模型之運作流程.....	385
圖 7 — 1 本章的研究架構.....	396
圖 7 — 2 平均旅次長度之累積機率分配.....	400
圖 7 — 3 台北市 50 區分區圖.....	402
圖 7 — 4 DRAM 的修改.....	419
圖 7 — 5 五種解法之比較.....	435

表目錄

	頁數
表 2 — 1 目標達成矩陣.....	18
表 2 — 2 投入產出表.....	20
表 2 — 3 人口分配之估計值及觀察值.....	24
表 2 — 4 里鄰對捷運鐵路之投票.....	26
表 2 — 5 里鄰 I 對捷運鐵路之意見.....	26
表 2 — 6 里鄰 II 對捷運鐵路之意見.....	26
表 2 — 7 家庭所得之估計.....	27
表 2 — 8 七種基本的巨變模型.....	37
表 3 — 1 民國六十五年平均每人可支配所得與汽車持有率相關係數計算表	60
表 3 — 2 所選變數.....	67
表 3 — 3 變異數分析表.....	69
表 3 — 4 所有可能的迴歸法之結果摘要表.....	81
表 3 — 5 虛擬變數之轉換表.....	107
表 3 — 6 多變數方法之約略分類.....	117
表 3 — 7 J. K. 在 1960 年北卡羅來納州各郡之研究中使用的變數	119
表 3 — 8 因子負荷量.....	120
表 3 — 9 因子餘弦.....	121
表 3 — 10 因子權數 (得點係數).....	121
表 3 — 11 標準化得點因子.....	122
表 3 — 12 相關矩陣 R.....	126
表 3 — 13 J. K. 研究中的相關矩陣.....	128
表 3 — 14 J. K. 研究中的主成份分析解法.....	131
表 3 — 15 J. K. 研究之理想因子負荷量.....	139
表 3 — 16 初期因子對轉軸因子負荷量之比較(-).....	140
表 3 — 17 初期因子對轉軸因子負荷量之比較(=).....	141
表 3 — 18 不同轉軸法之比較(-).....	142

	頁數
表 3 — 19 不同轉軸法之比較(一).....	142
表 3 — 20 J.K. 研究中求得之因子權數及因子負荷量.....	143
表 3 — 21 群體之因子得點值及平均值(一).....	145
表 3 — 22 群體之因子得點值及平均值(二).....	146
表 3 — 23 組群分析用語定義表.....	149
表 3 — 24 貝氏定理之計算步驟.....	162
表 4 — 1 每一生產單位財貨所需之資源.....	175
表 4 — 2 兩指猜拳收支矩陣.....	203
表 4 — 3 主領決策遊戲之支付矩陣.....	204
表 4 — 4 鞍點遊戲之收支矩陣.....	204
表 4 — 5 非理性決策遊戲之收支矩陣.....	205
表 4 — 6 都市更新實例運用囚犯矛盾的收支矩陣.....	207
表 4 — 7 Noninferiority 的範例.....	226
表 4 — 8 Rio Colorado 流域模型多目標公式序文的摘要.....	229
表 4 — 9 Rio Colorado 流域模型限制條件適用性之計算摘要.....	234
表 4 — 10 馬可夫鏈計算例解.....	242
表 4 — 11 原始資料矩陣.....	244
表 4 — 12 完全資料矩陣(一).....	244
表 4 — 13 完全資料矩陣(二).....	245
表 4 — 14 不完全資料矩陣.....	246
表 5 — 1 A 處 40 個月的 A D T.....	280
表 5 — 2 機率及累加機率、相對次數.....	281
表 5 — 3 設計 A D T 分組的隨機數(亂數).....	282
表 5 — 4 30 個亂數及同組距之 A D T 分組.....	283
表 5 — 5 A D T 分組的模擬次數.....	284
表 5 — 6 繪圖方法之比較.....	289
表 5 — 7 六〇年代第一代都市模型之發展情形.....	300

	頁數
表 5 — 8 英國若干研究所用都市模型之改良·····	303
表 6 — 1 就業數量表·····	323
表 6 — 2 人口數量表·····	323
表 6 — 3 熵與亂度、資訊等之關係·····	361
表 6 — 4 動態都市模型的比較·····	378
表 7 — 1 D R A M模型之部份實際結果·····	393
表 7 — 2 本研究在台北市採用之分區方式·····	401
表 7 — 3 現有住宅區位模型之評估·····	415
表 7 — 4 現有非線性規劃解法之優劣比較·····	437
表 7 — 5 修正後單變數 E M P A L 之參數·····	444
表 7 — 6 修正後雙變數 E M P A L 之參數·····	447
表 7 — 7 修正後三變數 E M P A L 之參數·····	450
表 7 — 8 修正後 E M P A L 之結果·····	451
表 7 — 9 單變項 D R A M 測試結果之參數·····	452
表 7 — 10 雙變項 D R A M 測試結果之參數·····	453
表 7 — 11 修正後 D R A M 測試結果 (R^2 與 φ) 之比較·····	454
表 7 — 12 修正後分派結果與原模型分派結果比較(以 R^2 衡量)·····	455
表 7 — 13 台北地區修正後 D R A M 之空間預測結果(1990 年)·····	456
表 7 — 14 台北市都市經濟發展政策的衝擊(1991)·····	459
表 7 — 15 美國若干代表性之 D R A M 參數·····	463

第一章 緒 論

第一節 前 言

一九三〇年代社會科學界的「計量革命」(the "Quantitative Revolution")以及六〇年代發端的系統方法，是促成都市研究者在七〇年代廣泛重視並應用計量方法(Quantitative Methods)及都市模型(models)的主要原因。模型在先進國家規劃實務中已經普遍的加以應用，根據珍妮佩克(Jeanne Pack, 1975)的調查：全美國接受調查的1,500個都市或區域規劃機構，有一半以上者認為模型「非常有用」(原文為"very useful")，只有10%的機構認為「沒有用」("not useful")；有25%的機構正在發展模型；而使用模型者，80%是用於預測，53%用於計劃的評估；區域規劃機構又比都市規劃機構應用得普遍。凡此足見：未來的趨勢計量方法與都市模型不唯是規劃學術上的主流之一，也是規劃實務上的主要工具。

今日規劃上應用的計量方法，種類繁多：諸如微積分、線性代數、系統分析、統計、最大熵(maximum entropy)、巨變(catastrophe)數學，模擬……等，皆在廣義的計量方法範疇內。本書為便於討論起見，將規劃上應用的計量方法分成五大類：

(一)數學上的方法

如解析幾何、代數、微積分、線性代數、脫普學(topology)、巨變數學等。

(二)統計學上的方法

如相關分析、假說檢定、迴歸分析、經濟計量方法、多變量分析、變異數分析(ANOVA)、貝伊氏統計(Bayesian Statistics)等。

(三)系統分析上的方法