

第二版

作業研究 —
決策分析
之應用

**Decision Making
Through
Operations Research**

Robert J. Thierauf
Robert C. Klekamp

謝茂良 編譯

復 文 書 局

C 93

X 522 第二版

決策分析— 作業研究 之應用

謝茂良 編譯

Decision Making Through Operations Research

Robert J. Thierauf
Robert C. Klekamp

復文書局

作業研究—決策分析

版權所有



翻印必究

2

707 復文 平裝 214 元 精裝 254 元

著 作 者： Robert J. Thierauf
Robert C. Klekamp

編 譯 者： 謝 茂 良

發 行 者： 吳 主 和

發 行 所： 復 文 書 局

地址：臺南市東門路421巷28號

電話：3 7 0 0 0 3 號

郵政劃撥帳戶32104號

No.28. LANE421 DONG-MEN
ROAD TAINA TAIWAN REPUB-
LIC OF CHINA
TEL: 3 7 0 0 0 3

行政院新聞局登記證局版台業字第 0 3 7 0 號

序

二版的主要目的，正如同第一版，是給商學院學生對於作業研究之課程有真正的了解。

新版因為內容在編排方面較富邏輯，依標準的作業研究技術而編排，所以其結構較為嚴謹。它最初集中於作業研究的觀點，其次是利用機率與統計，矩陣代數，微積分，模擬技術，與高深課題之標準作業研究模式。作業研究主要部份都包含於本書中。一家虛構之公司，但它是典型的製造公司，美國生產公司，被利用來當做每章末之中心例子。

本書可利用適當時間——一季，一學期，或一年。因為每一章都是獨立單元，所以可以適實際需要刪掉而不破壞全書之完整性。這可適強調某些課題而做寬廣之調整。

每章末之習題是精心選擇，可使讀者對內容之了解有所連貫。習題之答案附於附錄中。有些習題可利用整批處理或分時系統之計算機來做。

很感謝初版之許多使用者。更感謝 Oregon 州立大學之 A. Eugene Abrassart 教授；Wright 州立大學之 Myron K. Cox 教授；南阿拿巴馬大學之 Adolf Diegel 教授；南德克薩士大學之 Weechet Ganjanaket 教授；Arizona 州立大學之 James Hershauer 教授；Ohio 大學之 Arthur Kraft 教授；San Jose 州立大學之 Ross Lanser 教授；南德克薩士大學之 Wesley D. Ratcliff 教授，和 Lowell 技術學院之 Bernard Shapiro 教授，等諸位之建議。另外，我亦感謝我以前的教授，Ohio 州立大學之 James A. Black 教授（現已在 Miami 大學執教），他給予我初版及二版之觀念有很大之幫忙。亦感激 Virgil Carter 教授（辛辛那提之 Bengals），及在 Xavier 大學之 Michael Dreskin, Albert Klee, William Lewis, 和 J. Michael Thierauf 諸教授之建設性的批評。更感激 Robert C. Klekamp 教授對此修正版之建議及貢獻。由於 Richard A. Grosse 於 1970 年逝世，Robert C. Klekamp 教授 BX 為本書之共同編著者。最後，亦感謝下列諸位研究生之幫忙：James Blaser, Kerry Buck, David Colson, John Commons, Harold Fogg, Robert Harrison, David Huiett, John Iannone, Eugene Koehl, Robert McCall, Andrew Rucker, Woody Scoutten, Floyd Soule, William Laib, Samuel

HWT(96/07)

Leary , Thomas Maxwell , Jerell McCullough , Elmo Rose ,
Patrick McGuire , Daniel Milne , William Murphy , Michael Tag-
gert , Arthur Thornton , 和 Gerald Witt 。這些學生目前許多已在商
場上，這就是內部訓練的讀者與問題求解委員會。

Robert J. Thierauf

1974 年 12 月

復文書局 工業圖書目錄

書名	編著者	定價	備註
塑膠大全	賴耿陽	74.00	大專用
投影幾何例解	陳春錦	精 120.00 平 100.00	大專用
電腦語言FORTRAN IV	李宗義	平 120.00 精 150.00	大專用
計算機原理	林巍聳	平 116.00 精 146.00	大專用
電工學(電工概論)(全)	林巍聳	精 220.00 平 190.00	大專用
電工學(電工概論)(上)	林巍聳	100.00	大專用
電工學(電工概論)(下)	林巍聳	96.00	大專用
金相圖概論	蕭北魁	70.00	大專用
電子計算機組織	鄭恩澤	精 120.00 平 92.00	大專用
電學進階(三)	曾家楨	82.00	大專高工適用
電學進階(一)	李宗義	70.00	大專高工適用
電學進階(二)	李憲文	92.00	大專高工適用
電學進階(四)	葉中雄	72.00	大專高工適用
金屬材料及試驗法	徐景福	58.00	大專高工適用
工業電子學	劉濱達	80.00	大專用
基本脈波	林巍聳	精 120.00 平 100.00	大專用
半微量定性分析	蘇癸陽	精 122.00 平 92.00	大專用
界面化學	趙承琛	60.00	大專用
化學日文	趙承琛	65.00	大專高工適用
化學程序動力學	張誠修	58.00	大專適用
鋼鐵表面處理之理論與實際	王龍祥	平 112.00 精 142.00	大專適用
螺釘、螺絲、螺帽	賴耿陽	平 96.00 精 126.00	高工大專適用
電路分析導論	林耕東	58.00	大專適用
基本電子學(全)	黃陞平	48.00	高工教科書
機工電學(全)	許松泉	18.00	高工教科書
基本電學(上)(分上、下二冊)	劉濱達	上 47.00 下 48.00	高工教科書
機件原理(上)(分上、下二冊)	宋志育 宋志章	上 23.00 下 24.00	高工教科書
金屬材料(全)	金重勳	58.00	大專高工適用
電工原理(上)(分上、下二冊)	許瑞銘	上 43.00 下 44.00	高工教科書
機械力學(上)(分上、下二冊)	曹永全	上 29.00 下 30.00	高工教科書
電工機械(上)(分上、下二冊)	孫繼瑞	上 58.00 下 60.00	高工教科書
機械工作法(分三冊)(一) 19.00	林財教	二冊 54.00 三冊 22.00	高工教科書
品質管制學(全)	莊德樹	精 122.00 精 92.00	大專高工適用
輪配電學(上)(分上下冊)	黃進芳	上 23.00 下 24.00	大專高工適用
工業力學(上)(分上下冊)	施啓輝	上 28.00 下 30.00	高工教科書

直接郵購九折優待，請利用免郵費劃撥 地址：台南市東門路421巷巷28號
 帳號32104 復文書局(向就近郵局辦理) 電話：370003 郵撥：32104號

作業研究：決策分析／目次

第一篇 作業研究之縱覽

第一章 作業研究一簡介	1
科學管理之歷史	1
作業研究之歷史	2
計算機之關係	5
基本的作業研究特性	6
作業研究定義	10
模式之定義	11
模式之型態	13
數學模式之型態	15
計量模式之供給	19
摘 要	23
第二章 公司中之作業研究	26
作業研究成功的指南	26
作業研究之問題領域	33
作業研究之組織化	35
成功的作業研究領域	39
美國生產公司	42
摘 要	43

第二篇 作業研究模式—機率與統計

第三章 決策理論	46
----------------	----

機率術語.....	46
統計獨立.....	48
統計相依.....	51
獨立和相依間之關係.....	55
機率問題.....	58
機率之修正.....	60
最佳準則的選擇.....	64
決策樹.....	73
決策樹之應用——美國生產公司.....	77
摘 要.....	78
第四章 未確定需求的決策分析.....	89
離散機率分佈.....	89
連續機率分佈.....	101
未確定需求之應用——美國生產公司.....	107
摘 要.....	108
第五章 計劃評核術／時間，計劃評核術／成本， 計劃評核術／生產線平衡	115
計劃評核術／時間.....	115
計算機應用於計劃評核術.....	126
計劃評核術的優點和缺點.....	127
計劃評核術／成本.....	128
計劃評核術／生產線平衡.....	135
計劃評核術／生產線平衡／成本.....	137
計劃評核術的各種應用.....	137
完成一個計劃評核術計劃的機率.....	138
計劃評核術應用——美國生產公司.....	140

摘 要.....	140
----------	-----

第三篇 作業研究模式—矩陣代數

第六章 線性規劃.....	151
---------------	-----

線性規劃的基本規定.....	151
----------------	-----

線性規劃圖解法.....	153
--------------	-----

線性規劃的代數法.....	158
---------------	-----

線性規劃的單純法.....	166
---------------	-----

最大化問題.....	166
------------	-----

最小化問題.....	176
------------	-----

線性規劃問題之對偶.....	187
----------------	-----

線性規劃方法之優點.....	190
----------------	-----

線性規劃方法之警告.....	197
----------------	-----

線性規劃之應用.....	197
--------------	-----

線性規劃之應用——美國生產公司.....	198
----------------------	-----

摘 要.....	201
----------	-----

第七章 運輸術.....	209
--------------	-----

運輸問題求解之方法.....	209
----------------	-----

弗格近似法.....	209
------------	-----

階梯法——利用西北角法則和觀察.....	211
----------------------	-----

修飾分配法.....	223
------------	-----

線性規劃之單純法（數字計算機）.....	229
----------------------	-----

按次序安裝機器.....	234
--------------	-----

運用運輸模式的其他問題.....	238
------------------	-----

分配，總公司模式的一部份.....	239
-------------------	-----

運輸之應用——美國生產公司.....	239
--------------------	-----

摘 要	241
第八章 競賽和策略	249
兩人零和競賽	249
混合策略與競賽值 (2×2 競賽)	255
混合策略與競賽值 (3×3 和更大的競賽)	268
競賽理論的基本限制	274
競賽理論之應用——美國生產公司	275
摘 要	276
第九章 馬可夫分析	282
程序 1 ——發展遞移機率矩陣	282
第一階段和較高階段之馬可夫分析	285
程序 2 ——計算未來市場佔有率	285
大概的市場佔有率 (高階)	290
程序 3 ——決定均衡條件	291
利用馬可夫分析之管理	300
馬可夫分析之其它用途	301
馬可夫分析之應用——美國生產公司	302
摘 要	302
第四篇 作業研究模式——微積分	
第十章 古典最佳化技術	308
微 分	308
積 分	318
偏導數	325
拉氏乘數	326
微積分之應用——美國生產公司	333

摘 要.....	335
第十一章 存貨控制模式	343
存貨之執行功能.....	343
基本的存貨決策.....	344
存貨成本.....	344
平均存貨之觀念.....	346
經濟採購量.....	346
數量折扣.....	356
重購點與安全(緩衝)存貨.....	363
存貨與量確定.....	365
經濟採購量應用在生產上.....	369
未來存貨模式.....	376
存貨之應用——美國生產公司.....	377
摘 要.....	379
第十二章 整數規劃與非線性規劃	388
整數與非線性規劃問題之特殊型態.....	388
整數線性規劃.....	391
非線性目標函數與線性限制式.....	398
非線性目標函數與非線性限制式.....	400
二次規劃.....	403
非線性規劃應用——美國生產公司.....	410
摘 要.....	411
第五篇 作業研究模式——模擬技術	
第十三章 等候模式	416
到達率與服務率.....	416

等候之應用.....	417
均一到達時間與服務時間.....	418
單站等候理論.....	419
多站等候理論.....	433
蒙地卡羅術應用於等候原理上.....	439
等候（服務）之應用——美國生產公司.....	448
摘 要.....	449

第十四章 模 擬.....456

模擬之定義.....	456
作業的競賽方法.....	457
蒙地卡羅術.....	461
系統模擬法.....	462
模擬技術的優點與限制.....	462
系統計算機法應用到模擬.....	464
較常用的模擬語言.....	466
隨機號碼產生器.....	469
在公司中之模擬.....	469
模擬應用——美國生產公司.....	485
摘 要.....	488

第六篇 作業研究模式——高等論題

第十五章 動態規劃.....496

動態規劃之特性.....	496
動態規劃之結構.....	497
平穩生產之問題.....	498
各行銷區域之銷售人員之分配.....	500

未確定情況下購買.....	508
動態規劃與線性規劃之比較.....	511
動態規劃之應用——美國生產公司.....	512
摘 要.....	515
第十六章 啓迪式規劃	520
啓迪式規劃之定義.....	520
啓迪式規劃之特性.....	521
倉庫之位置.....	522
銷售人員旅行問題.....	523
排定計劃.....	525
其他的啓迪式應用.....	529
啓迪式規劃之優點與限制.....	533
啓迪式規劃應用——美國生產公司.....	533
摘 要.....	534
第十七章 行爲模式	537
行爲模式之定義.....	537
許多行爲模式根本的理論.....	538
設計行爲模式.....	540
市場行爲模式.....	541
員工行爲模式.....	548
員工行爲應用——美國生產公司.....	553
摘 要.....	555

第七篇 作業研究之未來

第十八章 作業研究——目前與未來	560
目前的計量行銷模式.....	560

目前之計量的實體分配模式.....	565
目前的計量製造模式.....	568
目前之計量財務模式.....	573
目前計量會計模式.....	577
目前計量共同的計劃模式.....	579
作業研究——縱覽.....	584

附錄

A 向量，矩陣，與行列式.....	586
B 微分與積分.....	608
C 曲線下之面積.....	616
D 指數函數的值.....	617
E 隨機號碼表.....	619
F 習題的答案.....	621

第一篇 作業研究之縱覽

第一章 作業研究一簡介

今天，在充滿著變化的動態商業環境中，管理當局的作業將更迷惑。這許多變化中，有些管理當局能加以有系統的處理，但大部份通常是不可能的。它們都是由於短暫的產品壽命週期和技術之進步而產生。同理，因為公司在追求利潤的社會無知之強烈影響下，政府和社會環境是很重要的變化因素。由這些事實看來，今日有效率的公司必須更依賴計量的方法和計算機，來處理它的許多例行的和複雜的問題。管理當局必須面對著很差的構造（非規劃）問題之負荷增加。所以當管理當局遇見一複雜性之工作而想用數學商業模式來解決時，需要考慮利用計算機來處理。

管理當局在處理問題時，其順序是，闡明問題，分析問題，最後再求解。通常，問題的複雜性需要分析的方法。傳統的方法是基於過去的技術和解答。這方法牽涉到太靜態了，所以對於動態商業祇有少許之效果。第二個方法，觀察的方法，是從其他管理者在相似情況下，觀摩和學習的方法。它亦是一種很差的方法，但經改良後可以應用於改進之詳盡技術。另一種對於商業問題求解之方法是系統的方法。理論上的系統效用觀念和實際在研究下之問題有幾分不同。系統的方法因為是由幾個方法組合，所以在獲得最後解是有用的，亦即它是一種科學的方法。即使科學管理是集中於製造行動的主要目標上，但它的基本方法論亦能夠應用於大多數目前和未來的商業問題上。

科學管理之歷史

科學方法之正確起源現已知道了。在幾千年前就發現了科學方法的基礎之個案。在舊約中的摩西法律之父，是組織原則的較著名論說。更近的起源是19世紀的 Charles Babbage，“機器和製造之經濟性”。

美國工程師，泰勒氏發表一篇“科學管理之父”。他的研究過程是基於領班之任務和責任。他的科學管理是與第一線工作有關，而這些工作要如何才能達到最佳和最有效率的方法。泰勒氏研究工廠之效率問題。他利用科學的實驗方法，而不用主觀的評價，來尋出一個人一天能做的事有多少。結果，發現有些人有能力去做那些有效率的工件，而其他不可能。所以，工作者之甄選與訓練才產生。他利用製造上的專門化而估計工作者的標準。事實上

，泰勒氏對於製造問題應用科學分析。他的科學管理的方法可用下列來建立：

1. 管理利用科學方法較利用實際經驗所得之作法為佳。
2. 協諧的組織是由於指派到作業的人能力相近。
3. 工人與管理者之合作必須實施。
4. 最有經濟的製造之最佳方法必須被選用。
5. 工作者之專業化，由於生產效率增加的目標而獲得。
6. 企業整體目標與個人之目標必須完成。

甘特氏，泰勒的同事，是早期的科學管理領域中，以他的生產計劃圖表而聞名。在他之前，製造時之瓶頸都被忽視。而他用箭頭表示每一機器到機器之工作的最小延遲。假使每個月，能預先用甘特圖表畫出機器負荷，則可以更準確的達到預定目標。更重要的是，甘特氏考慮了管理者對於工人之態度。人事部門必須知道甘特氏的方法是泰勒的科學方法之主要部份。

泰勒氏和甘特氏後更進一步之發展研究者是 Frank B. 和 Lillian E. Gilbreth。動作研究是一種科學方法，目前已普遍應用。這方法是把一工作分割成許多最基本的元素，再研究這些元素之間的關係，最後利用研究的結果建立最少浪費的方法。當 Frank Gilbreth 在研究生產方面時，Lillian Gilbreth 則在研究關於心理方面的問題。Gilbreth 對於科學管理的貢獻是泰勒氏的時間研究之補充。

在 1910 年代之美國，泰勒對於製造程序上單一工作已尋出最佳的方法。當甘特正由全面之觀點在研究製造程序時，Gilbreths 則由個別之工作在分析由於不必要和沒效率的動作所引起之浪費。歐洲亦在那時候，法國一位叫做 Henry Joseph Fayol 的工程師出版了一本叫做“大眾的工業管理”，那本書是涉及一般管理的原則。Fayol 主要之研究對象是公司的高階層到低階層中之較高階層。這與泰勒研究組織中之較低階層相對比。Fayol 的研究是泰勒氏之補充。亦即，他們不僅研究組織中之對立階層，而且亦都用科學的分析應用於商業問題。泰勒，甘特，Gilbreths 和 Fayol 對於科學管理都有很大的貢獻，都是利用科學的方法來決定在已存之條件下的工作要如何完成。

作業研究之歷史

要了解作業研究的正式起源是有些困難。許多早期開拓者，像上面提及的，他們已像今日考慮了作業研究的方法，一樣在執行工作。在 1914 年代，F. W. Lanchester，在英國發表了一篇人力和火力之工廠與供應商之間

的關係之理論的論文。在美國，Thomas Edison 亦在第一次世界已研究在敵人潛水艇之攻擊下，如何尋出利用商船而能有最小損失的最大效率。不管在實際戰爭之條件的冒險，他得到一項結果“船隻之戰術運用”。在同時候（1910年代晚期），丹麥的一位工程師，哥本哈根電話公司的A. K. Erlang，亦從事一項基於自動電話交換機設備的電話設備需求之往復移動，他的工作正是今天等候線理論之許多數學模式的基本理論。

在1930年代，Horace C. Levenson 對於一大群資料應用數學模式，否則不能算是管理。他最感興趣而且亦是聞名於世的研究是拒絕顧客而接受C. O. D.這拒絕率大約是總銷售的30%。兩個拒絕課題都是獨立的：第一，昂貴較大的訂單更容易拒絕；第二，訂單發出後五天要裝貨。五天後交貨是不適合的。在如此資料下，對於郵購公司比較迅速運貨之高成本的拒絕成本與決定最佳裝運效力是容易的。

1937年開始，英國科學家被要求更進一步幫助軍事方面研究如何利用新發展之雷達去捕捉敵人空軍之位置。科學家們，對於此課題有不同之觀點，在1939年，9月在H. Q. Fighter Command (RAF) 集合在一起。這一群，就是第一組作業研究小組之開始，在原來雷達之問題外，更擴展其見解，並且把各種觀察者之意見集合在一起。

在這群小組之發展後不久，反空軍研究小組亦在1940年9月聚在一起研究反空軍目標之問題。這是由英國物理學家P. M. S. Blackett所領導。這小組是研究在地面之槍砲管制裝備之績效，特別是當其實際使用來當軍隊之工具時。第一個小組是由兩個物理學家，兩個數學家，一個天文學家，一個軍事家，及一個觀測員所構成。後面那小組是由三個物理學家，二個數學家所組成。這即是後來聞名於世的“Blackett's Circus”。這小組之11個科學家就像光譜經過分光儀之明顯區分。小組擴充後參加陸軍和海軍之小組，這即造成大不列顛的軍事力量，在1941年大戰時之軍事作業研究小組。因為最先研究的是雷達之作業使用，在大不列顛之科學行動之型態即稱為“作業研究”(Operational Research)。

Robert Watson-Watt 先生，他宣稱在1937年已發展了兩篇論文，推薦作業研究給英國之陸軍大臣與美國之海軍部長。在1942年，4月，已決定把作業研究導進高階層中。在最初之問題包括雷達與研究在敵人潛水艇攻擊下使得商船之護航減到最小之損失。在美國，空軍即稱為“作業分析”海軍與陸軍即稱為“作業研究與作業評估”。在二次世界大戰時，這行動之成長不僅在英國與美國，而且亦在加拿大與法國。