

科學圖書大庫

系 統 分 析

譯者 譚伯群·蔡明良

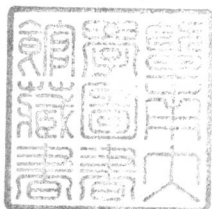
徐氏基金會出版

F270.7
714.2

科學圖書大庫

系 統 分 析

譯者 譚伯群·蔡明良



徐氏基金會出版

我們的工作目標

文明的進度，因素很多，而科學居其首。科學知識與技術的傳播，是提高工業生產、改善生活環境的主動力。在整個社會長期發展上，乃對人類未來世代的投資。從事科學研究與科學教育者，自應各就專長，竭智盡力，發揮偉大功能，共使科學飛躍進展，同將人類的生活，帶進更幸福、更完善之境界。

近三十年來，科學急遽發展之收穫，已超越以往多年累積之成果。昔之認為若幻想者，今多已成為事實。人類一再親履月球，是各種科學綜合建樹與科學家精誠合作的貢獻，誠令人無限興奮！時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就科學人才，促進科學研究與發展，允為社會、國家的基本使命。培養人才，起自中學階段，此時學生對基礎科學，如物理、數學、生物、化學，已有接觸。及至大專院校專科教育開始後，則有賴於師資與圖書的指導啟發，始能為蔚為大器。而從事科學研究與科學教育的學者，志在貢獻研究成果與啟導後學，旨趣崇高，彌足欽佩！

本基金會係由徐銘信氏捐資創辦；旨在協助國家發展科學知識與技術，促進民生樂利，民國四十五年四月成立於美國紐約。初由旅美學人胡適博士、程其保博士等，甄選國內大學理工科優秀畢業生出國深造，前後達四十人，惜學成返國服務者十不得一。另曾贈送國內數所大學儀器設備，輔助教學，尚有微效；然審情度理，仍嫌未能普及，遂再邀請國內外權威學者，設置科學圖書編譯委員會，主持「科學圖書大庫」編譯事宜。以主任委員徐銘信氏為監修人，編譯委員林碧銓氏為編輯人，各編譯委員擔任分組審查及校閱工作。「科學圖書大庫」首期擬定二千種，凡四億言。門分類別，細大不捐；分為叢書，合則大庫。為欲達成此一目標，除編譯委員外，本會另聘從事

翻譯之學者五百餘位，於英、德、法、日文出版物中精選最近出版之基本或實用科技名著，譯成中文，供給各級學校在校學生及社會大眾閱讀，內容嚴求深入淺出，圖文並茂。幸賴各學科之專家學者，於公私兩忙中，慨然撥冗贊助，譯著圖書，感人至深。其旅居國外者，亦有感於爲國人譯著，助益青年求知，遠勝於短期返國講學，遂不計稿酬多寡，費時又多，迢迢乎千萬里，書稿郵航交遞，其報國熱忱，思源固本，至足欽仰！

今科學圖書大庫已出版一千餘種，都二億八千餘萬言；尚在排印中者，約數百種，本會自當依照原訂目標，廣續進行，以達成科學報國之宏願。

本會出版之書籍，除質量並重外，並致力於時效之爭取，舉凡國外科學名著，初版發行半年之內，本會即擬參酌國內需要，選擇一部份譯成中文本發行，惟欲實現此目標，端賴各方面之大力贊助，始克有濟。

茲特摺誠呼籲：

自由中國大專院校之教授，研究機構之專家、學者，與從事工業建設之工程師；

旅居海外從事教育與研究之學人、留學生；

大專院校及研究機構退休之教授、專家、學者

主動地精選最新、最佳外文科學名著，或個別參與譯校，或就多年研究成果，分科撰著成書，公之於世。本基金會自當運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。尚祈各界專家學人，共襄盛舉是禱！

徐氏基金會 敬啓

中華民國六十四年九月

序 言

作者寫此書的動機是爲了提供大學生及研究生在商業課程方面修習系統分析這門課的合適教材。目前，只有少數學校的企業管理或工業工程學系提供這方面的課程，然而，如果工廠方面對於系統觀念的逐漸感到興趣而欲實際應用，則課程計劃者必須注重於有用的程序與技巧，以便測度、評估組成現代工廠複雜系統之行爲。本書經由計算機模擬介紹學生系統分析方法論。不穩定性複雜性是工廠次系統的特性，唯有使用計算機，方能經濟的處理實際的系統模式。

計算機模擬，使得具有適度數學與統計方面背景的學生能用相當經濟的時間與努力而建立並處理能提供有用資料的系統模式。我們並不是說計算機模擬能代替正統的分析程序，亦非我們並不注意有關模擬方法論上許多未能解答的策略問題，但爲協助了解複雜的系統，與建立資料關於系統的設計或使用以改進決策，則計算機模擬是一種正常的手段，且根據我們的經驗，企業管理的學生對它很有興趣，因它解決的是他們熟悉的問題與情況。

由於系統模擬需要使用計算機模式，且一切的說明都依靠程式語言，因此本書先介紹一般的程式語言，使學生在學習計算機的主要應用——模擬時，也得到基本的寫程式技巧與觀念。使企業管理以及其他訓練機構的課程計劃者都感到困難的問題是：如何引導學生利用計算機來解決系統分析課程中一些現實的問題，對這個問題的解決方法有許多各種的建議，從計算機的評價課程——學生可由此學習到計算機的主要用途，到學習一般的程式語言——這樣學生方能使用計算機解決任何課業上的問題；第三種解決的方式是會計、統計、作業研究或管理科學的教師們都需要修訂他們的課程，將使用計算機處理問題或資料的方法納入其中。

首先，值得我們磋商的是計算機的評價課程是不夠充分的，必須鼓勵學生並給予機會在各種應用上不斷的練習。第二建議通常是實施短期的訓練課程，使學生應用程式技巧解決一些並非僅僅是一時令人感到有趣的問題。第三種解決的方式因許多教師未能對課程做必要的修改而少有成功的例子。

教導計算機的程序不是我們的目的，但我們無法假定學生都具有此背景，因此我們把它列入本書，我們選定互傳（FORTRAN）做為程式語言。有些人認為一本書必須是語言獨立的，但我們並不苟同。在某些場合，倘若學生真正利用計算機，則必須指定使用語言，我們所使用的程式語言是為人們所最廣泛採用的。輸入/輸出的指述（Statements）除外，本書所列的程式，經過少許的修正均可處理。倘若無使用FORTRAN的設備，就把程式寫成任何語言以適用於特殊的機器。

本書的架構

本書的特性：(1)從特定的模式演進到一般的模式或個案。(2)從考慮系統演進到幾個次系統的結合體或整體的廠商。通常我們着手分析以便發現一般以後可供應用於特定的個案上的解答或提議。如同弗烈斯特教授（Professor Forrester）所說：「我們盡我們的膽識去推廣」，我們知道決策者對於問題或情況的解決頗為關心，而我們認為這種步驟對學生更是有意義。

從次系統的分析到分析次系統的結合體，所反映的事實是就組織及行政而言，在塑造與分析次系統間相互的聯結與相互的依賴之前，先處理廠商的主要次系統是十分方便的。

本書的第一與第二章說明系統的一般概念，並應用到廠商上。於第二章討論模擬方法論之前，我們先討論模式的建立，尤其是計算機模式的本質與使用。

三、四、五章部份的功用是FORTRAN程式的介紹，著重於建立初步模擬模式所必要的指述。第五章利用確定情況下的存貨系統，決定最佳的存量再訂購法則，來說明控制指述（Control Statements）的應用。然而使用計算機計算的方法包括了列舉與評估一系列可能的再訂購法則。在此學生或會懷疑確定情況下存貨系統的假設是否明確。有關消費者的需要與供應者的前置時間（Lead time）的資料是否是完整的，事實上，這兩個變數通常視為隨機變數。在不確定情況下分析存貨系統之前，我們在第六章對一些機率的觀念有一簡要的檢討，對這方面不熟悉的學生將發現這些是有用的。

第七、八章存貨系統經計算機模式與處理實驗的模式而分析，第九、十章建立單線等候的模式，此程式適用於許多的實體分配或實體服務系統。首先由分析上建立等候系統模式，然後在第十二章討論等候系統的計算機模擬。由於等候系統的模式所需的隨機樣本，取自各種不一致的分配，我們在第十一章說明取得此樣本的發展。更高等的統計與程式概念是需要的，這些將

於本章與下章中介紹。

第十三章“管理規畫模式”，再度反映在模擬企業系統中對於一個分析者的特殊需要。需求被視為一個隨機變數，是系統的一個外因，而模式的建立者如同企業決策者一樣，必須設計方法以預估需求，多種短期計劃與預測規劃常被使用，許多重要的方法，如網路計劃方法也在本章說明。為分析複雜的系統，矩陣方法是重要的，這在第十四章討論。此外我們也建立簡單的線性規劃，並提供用以解決線性規劃問題的有效之 FORTRAN 常規。

前三章給學生某些背景與技巧，使能設計與實施大型且合理之工廠計算機模式。為引介大規模系統的模擬，第十五、十六章包括一個模擬的成果摘要。第十五章是系統發展公司 (Systems Development Corporation) 與 C. P. Bonini 的模式摘要，第十六章介紹工業動態，一種特殊形式的模擬。就概念上而言，工業動態連續變化模式與本書所討論過的那些不連續的變化模式成對比。工業動態模式是用 FORTRAN 的語言組成，因此學生可區別此兩種模式的形態，並能從事於建立工業動態的模式，而無需學習特殊的程式語言 DYNAMO。

第十七章裏，我們討論一種假設的工廠模式，它應用前面幾章所建立各種次系統模式。其目的不僅構架一個工廠的模式，且利用它以便試驗及評估各種決策與政策。

最後，第十八章要求學生注意到的是許多與模擬的使用有關的問題尚未被回答，我們提到一些學生需遵循的方針與程序，以排除與模擬方法有關的一些無效率的實驗。

以上可看出本書全部的內容並非在一季或一學期的期間就能授完，對大學生而言，假設第三、四、五、六章需詳細解說的話，我們曾試過可以在一季裡面每週三小時的課程內授完第十章及十七章內的 SIMCO 模式。對研究生的水準而言，若上課時數與上述相同，而把 FORTRAN 的教學排在課程之外，並省略第六章的詳細說明，則我們可能教完全部的教材及選定的作業。

我們建議教師與學生經常做指定的作業，一個問題的概念程序與運用計算機的模式，是種欠明確的程序，因此唯有透過作業的練習方能熟練之。這也同樣可應用到最起碼的程式技巧的獲得，同時從計算機程式的成功作品及其應用所得到的資料，以便改進做決策的水準，將帶給學生經驗與信心。

系統分析的課程，特別是講授經常利用計算機的課程，將會有多多少少獨特的經驗，教師們將很快了解，就財源而言，這是相當費錢的課程。由於

VI

物質的安排與容納多數的學生所需的機構——以使他們的程式在短時間內必須準備與處理，教師與學生將經歷一些挫折。大體說來，有中央電腦設備的學校，其主要目的不在於服務學生去做那些多而程式較短的練習題。我們並不高估此項困難，但僅喚起教師對他們的注意。

總之，系統分析，特別是在企業管理上，是種有意義與日益成長的知識。即使是企業管理的大學生，透過計算機使用的模擬程序，也能經濟地完成複雜系統的分析，計算機的入門與了解，像是學生對系統分析課程的副產品。不可否認的，有許多方法可完成之，藉由集中注意力於某項重要的應用——系統分析，我們適度地強調把計算機當做是一種工具。本書係故意的設計使成自備自足的。當然，大學數學的基本課程是列為唯一必要之預備知識，而且為了便利構架模式的過程與讓學生在機器上處理它們，我們使用 FOR - TRAN。倘若我們的經驗廣被證實，我們可望本書之主題，對學生將不僅是有利與挑戰性的，而且引發他們對計算機的興趣，並將其應用於其他方面。

誌 謝

作者對本書資料之選擇，組織與說明負責。然而，當這些資料在發展及收集之中，有許多人有所貢獻，因此我感謝他們的幫助。他們包括了 E. Martin Basic, Rodney J. Boyes, John Demaree, David Fleckenstein, Stanly T. Hardy, John C. Moffett, Ralph Trine 及 James L. Brown。其中 Fleckenstein 先生協助撰選程式與準備指導手冊，以及 Mrs. Peggy Cushion 監督原稿在準備過程中多次的修正，我們特別誌謝她的協助。

科羅拉多州·波德市

1968年二月

克勞帝·麥米蘭

理查·高哲立茲

目 錄

序 言

第一章 系統與模式

§ 1	系統分類·····	2
§ 2	系統分析·····	4
§ 3	模 式·····	6

第二章 模 擬

§ 1	定 義·····	13
§ 2	為何應用系統模擬··	14
§ 3	方法論·····	18
§ 4	模擬法和決策·····	19
§ 6	實 例·····	21

第三章 程式計劃

§ 1	代數方程式、記憶和 操作順序·····	25
§ 2	運算符號·····	26
§ 3	代數方程式中之數學 運算層次·····	27
§ 4	WRITE 指述·····	27
§ 5	指述號碼和COTO指 述·····	27
§ 6	計算重複次數的方法	28
§ 7	IF 指述·····	28
§ 8	STOP 和 END 指述	29
§ 9	DO 指述·····	30

§ 10	程式之寫法與打卡··	31
§ 11	FORMAT 指述·····	32
§ 12	浮動點、固定點、變 數和常數·····	34
§ 13	FORTRAN 其他規 則·····	35

第四章 數值分析和反覆程序

§ 1	定差方程·····	37
§ 2	定差方程與微分方程	38
§ 3	定差方程之解·····	39
§ 4	現 值·····	39
§ 5	年 金·····	41
§ 6	機器之最佳使用年限	42

第五章 確定情況下之存貨系統

§ 1	最佳訂購量 $\hat{Q}$ 之解法	50
§ 2	決策法則·····	54
§ 3	計算機程式之一般模 式·····	54

第六章 機率概念

§ 1	機 率·····	58
§ 2	事 件·····	60
§ 3	隨機變數·····	69
§ 4	馬可夫程序·····	81

§ 5	亂數	83
-----	----	----

第七章 不確定情況下之存貨系統——非連續分配

§ 1	布朗電子公司	86
§ 2	蒙地卡羅模擬法	89
§ 3	不確定情況下之存貨模式	98

第八章 不確定情況下之存貨系統——連續分配

§ 1	前置時間中發生缺貨之機率	115
§ 2	前置時間中預期缺貨數量	118
§ 3	最佳缺貨冒險率	122
§ 4	辛普森原則估計積分法	125
§ 5	估計一次和二次積分	126
§ 6	估計常態分配一次和二次積分	131
§ 7	一次和二次積分表於存貨政策中之用法	132
§ 8	常態分配下之存貨管理制度	132
§ 9	折價和“兩堆存貨系統”	134
§ 10	變數前置時間	136
§ 11	多倉庫存貨管理，固定訂貨週期	137

第九章 二項和卜氏程序

§ 1	二項機率分配	141
§ 2	卜氏分配	149
§ 3	負指數分配	153
§ 4	伽瑪分配	153

第十章 基本等候理論之觀念

§ 1	Pete 二分鐘汽車沖洗機	154
§ 2	單線等候系統（卜氏到達和負指數的服務時間）	156
§ 3	單線等候系統模式之分析	160
§ 4	轉化狀態和片段性	163
§ 5	最佳系統設計	164

第十一章 程式產生式

§ 1	亂數之產生	165
§ 2	卜氏變數之產生式	170
§ 3	常態分配變數之產生式	172
§ 4	伽瑪分配	173
§ 5	伽瑪產生程式	175
§ 6	其他產生式	176

第十二章 等候系統之模擬

§ 1	單線等候系統之模擬	177
§ 2	多站服務設備	186
§ 3	多種路線	187

§ 4	一般目的之系絲模擬 程式.....	189
§ 5	SIMSCRIPT 程式	191

第十三章 管理規劃模式

§ 1	PERT 網路分析...	192
§ 2	網路分析之計算機模 式.....	197
§ 3	短期預測.....	210

第十四章 矩陣法

§ 1	對線型方程式解法之 需要性.....	223
§ 2	投入——產出分析...	223
§ 3	反矩陣解法.....	231
§ 4	零件需求問題.....	236
§ 5	線型規劃.....	247

第十五章 大型模擬模與方 式法論

§ 1	系統發展公司模式...	273
§ 2	Bonini 模式.....	287

§ 3	Bonini 模式.....	296
§ 4	企業競賽.....	301

第十六章 工業動態學

§ 1	工業動態模式之設計	309
§ 2	DYNAMO 程式.....	319
§ 3	分銷商和工廠水準...	321

第十七章 “整體”系統模 擬法之研究

§ 1	西蒙可銷售公司.....	322
§ 2	模擬西蒙可銷售公司 經營之“整體”系統 模式.....	324

第十八章 實 驗

§ 1	計劃實驗.....	347
§ 2	評估模式之性質.....	348

附 錄		352
-----	-------	-----

第一章 系統與模式

在未說明公司的系統及模擬法之前，通常總先考慮到系統的意義。這名詞運用頗廣，它在各種有組織的研究和學習形式裡，有其不同的意義。就企業而言，我們常用「庫存系統」、「分配系統」和「生產系統」等名詞。我們也常提及「決策系統」和「情報系統」。為說明起見，爰將「系統」的定義，作一概略之解說。

「系統」是物件和物件間及其屬性 (Attributes) 間相互關係之集合。公司內個體的種類是無限的。實質物體和機器、原料、製成品、辦事員和機器操作員皆為系統之個體。抽象物體如利潤目標、銷售量、生產標準和成本也可組成一個系統。

屬性是個體的性質，可從所列出的屬性裏，獲悉個體之概念，來說明個體。個體如為 784 號機器，則此個體可能具有如價格、重量、顏色、機器速度、操作成本以及生產率之性質。考慮 XYZ 零件的存貨時，利息之屬性便為在某一定時間的數量，每月單位存儲成本，或去年消耗的數量。考慮各種組成企業系統之個體時必須體認個體具有很多屬性。有很多的分析，我們僅須考慮一些屬性，其餘則予省略。

個體及其屬性間所存在的關係使系統連繫起來。如果其間沒有關係存在，系統觀念便沒有意義。再次強調，公司中個體及其屬性間之關係是無限的。我們對於一種產品之價格和銷售量間之屬性關係都很清楚。經濟學的原理則依不同的競爭情形處理這種關係；常將產品成本與價格之關係予以數量化。銷售量與廣告支出間為另一種常遇到之關係。在庫存系統中，我們將考慮存貨之實際數量、訂購量和需要量等諸屬性相互間之關係。

由個體及其屬性之集合，即能確定很多關係。對這些關係，我們也想到它們對系統的改變具有很大的影響。系統分析或許能導致對已被省略或實際未被確定之關係予以重新考慮。

以個體、屬性和關係定義系統之後，亦應對系統之環境 (Environment) 有所定義。系統之環境較正確的意義可定義如下：

2 系統分析

物體屬性之改變，足以影響系統的變更，而系統行為之變更亦足以影響物件屬性之改變，兩者之集合體即環境。

任何不包括於系統者即構成環境，將物件的集合任意細分成部份集合 (Subsets)，系統和環境。有人或許會懷疑，但只要瞭解此分劃是爲了便利說明系統分析，這個結論便是正確的。

區分系統和環境其困難的例子將在後面於確定公司模式時出現。有時消費者被視爲環境之一部份。以偏好和所得的屬性來描述消費者～兩者中任何一個之改變皆可能影響公司～也不違反環境之定義；有人甚至主張將消費者包含於擴大的系統內也不違反系統之意義。同樣的問題，例如決定供給者和競爭者是否爲系統之環境或系統本身的一部份，亦爲如此。

有一區分系統和環境的方法，即考慮系統活動是否受管理控制的影響或限制。

區分那些活動與管理活動有關，那些活動與企業環境有關是必要的。區分的基礎則依管理活動之情形是否能被預期地控制。消費者、銀行、工會、銷售商、競爭者和周圍的經濟活動，這些因素超越了管理活動的控制則視爲環境因素。

依系統和環境的定義，系統可以再細分成次系統 (Subsystem)。公司之次系統即爲主要的功能部門～生產、人事、會計和分配。然而，我們不能將次系統限制於這個集合而已；系統觀念允許其它有意義的次系統，如公司之情報系統。

屬於次系統之個體亦爲其它或某些次系統環境之一部份，依據系統、次系統的定義，系統之元素可爲低階系統本身。換言之，所有之系統皆爲次高階系統之次系統。此即在一個系統中次系統的層次 (Hierarchy) 組織以及各種次系統的水準。

研究系統時，有二種方法皆可用於分析公司的行為；一爲個體行為研究法 (重視各種次系統之詳細行為，一爲總體行為研究法 (研究系統之整體行為)。由次系統分析進到總體系統分析，則須經一重要的過程。應用第二種方法時，次系統間之關係必須予以評估。絕大多數的企業，發現影響每個次系統設計的因素很多，但卻沒有一種完全一致的實用方法能確定一些次系統之設計。次系統的目標不是全然合理化的；即各目標並非一致的，互輔的或相互支援的。我們稱此類系統缺乏整體性。

§ 1 系統分類

為建立系統的觀念，將系統分類如下。

第一，自然系統(Natural system)和人造系統(Man-made system)。即使公司經營的環境含有自然系統，可是在很多方面則視公司為人造系統。就複雜性與動態性來說，很少有相同的人造系統。

第二，開放系統(Open system)和封閉系統(Closed system)。大部份的系統為開放的，意即它們將材料、能量或情報與其環境交換。若無任何形式之能量（如情報、熱量、實質材料等）輸入或輸出，此系統便是封閉系統。

若將相互作用之環境分離，而後把造成能量、材料或情報相互交換的環境部份視為一個系統，則一開放系統可分成兩個封閉系統。把公司視為封閉系統似乎較不合理，因為，實際上在我們的社會裡，舉不出不屬於公司環境的因素。

第三，可適應(Adaptive)和不可適應的(Not adaptive)系統。可適應系統對環境改變的反應，在設計系統目的時必須重視。馬屈(March)和塞特(Cyert)稱公司為可適應系統，意即環境的改變或震盪所引起的反應（決策）便形成新的系統狀態。此種連續的震盪和反應，即為公司經歷的一部份。因反應而導致較優的系統，便是所謂組織上的學習(Organizational learning)。

回憶系統的定義；系統為個體及其相關屬性的集合。經由時間的變遷，屬性就有其不同的價值。在任何時點，可由觀察屬性的當期價值來說明系統狀態。例如說明公司經營的狀態，可由觀察利潤、欠撥量、生產量和其它諸數值而得。一組變數一經選定，經由時間之變遷便可確定連續的系統狀態。

若系統屬性之值保持為不變之常數，或在某限度之內，此系統為穩定的，反之，如果屬性之值變動很大，此系統即為不穩定的。系統有時呈穩定，有時呈不穩定。此種行為的例子，在分析等候線(Waiting line)時將會發現。等候線長度的變動是受服務中心（工具間、付款櫃臺、售票房等）之影響。這是由於受設備的相對固定能量以及對設備服務的變動需求而造成。

分析等候系統時，通常會發現開始時服務中心是開放的，又在起始期間時等候線長度做不定的增減。過了起始期間後等候線長度便在窄小和預期限度內變化。發生不固定行為的期間定義為轉化狀態(Transition state)。當屬性變數值顯示系統狀態過度增強或波動時即指爆發狀態(Exploding state)。系統持續愈久，其波動愈大。

均衡可以系統狀態定義之。系統如果沒有外界的震盪且其狀態維持不變

4 系統分析

，系統即為均衡。如果對外界震盪系統會回復均衡狀態，則稱此系統為穩定的。

最後，系統有一部份之產出是規則地回輸 (Fed back)——這就是，將它做為投入以影響未來的狀態。產出的部份，回輸的目的是為了控制，它是由情報所構成。而我們這些系統為情報回輸系統。機電控制機構 (Servomechanism) 便是利用回輸之人造系統。符萊斯特 (Forrester) 教授對情報——回輸系統給予更進一步之定義。

因環境所導致的決策，此政策再影響環境的活動進而影響未來的決策時，便存在情報回輸系統。情報回輸控制的系統在我們生活的世界裡可以找到很多例子。茲以企業情形為例舉述如下。

企業內部，因訂貨量和存貨量導致製造的決策，以便供應訂貨和調整存貨量，由此再導致新的製造決策。

可獲利的產業吸引競爭者直到邊際利潤與其它的經濟力達到均衡時，競爭者即停止加入此產業活動。

對新產品的競爭需要所導致研究和發展費用的支出使生產技術革新。

設計情報回輸系統時有很多繁雜的問題。符萊斯特最近的研究，給予我們對企業內這些系統的設計和行為之瞭解有很大的貢獻。用模擬法對此類系統之研究，符萊斯特教授將其命名為工業動態學 (Industrial Dynamics)。

§ 2 系統分析

上面所述者為系統之定義和分類。本書名之曰系統分析，又在下章中將提出機率模式分析企業系統的合理化使用。本章第一段曾說過系統的觀念已深入各種學問之內。實際上，希望有朝一日存在著一般系統理論 (General System Theory) 而能將所有的生物學家、數學家、心理學家、經濟學家、音樂家及其他研究者聯結起來，使他們用一種通用的語言來說明他的系統；使其他研究分析者模仿這種研究工作並由此理論推演出方法論來，而不再由觀察特殊系統以推演方法論。

一般理論此時僅是一種希望，有人說研究這種理論只是浪費時間而已，因為對類似的分析尚要花很多的時間和努力。系統可用統一的形式予以數學化地說明，可是類如行為現象的系統則屬不可能，因為它們絕少相似的。

由於自然科學家和工程師不瞭解社會科學，又社會科學家都不是熟練的數學家，因此社會科學的系統分析就很困難。其一般理論更是不可能。一般理論必須能適應所有的系統才行。理論之被採用，必須使衡量和分析的工具

變成可能才行。又因素的定義、性質、結構及其相互關係也必須能確定。對這種工作的達成，觀點不清楚的人，認為系統分析是科學的要求（Scientific inquiry），而解釋系統分析為某一特殊系統的分析。

此類論爭層出不窮。為著溝通研究者的努力使能抗拒世界不斷增加的複雜性，有人堅持一般理論必須建立。可是他們的反對者却指出有很多的困難橫阻於眼前。此類人士未曾確定系統分析的定義，但是他們承認設計某一特殊系統行為的方法論是存在的。本書第十五章所舉之例，工程師想出這種方法來設計和控制實質系統，他們稱此方法論為理論。這種方法對於分析社會經濟系統頗具潛力，惟尚缺乏例證。

讀者切盼此書者，即應有一組系統模式助益決策者。有些模式可獲致數學解答，有些則不可。確定模式以後即將討論，惟讀者需明白這些規則在目前的情況尚未確定統一。就某一觀點，有人稱模式之處理便是系統分析。可是，對模式的運算，並不能對模式的可能使用情形詳盡說明，因此也不能定義其為系統分析。

就系統分析的性質大家一致公認整體（The Whole）是系統分析的重點。系統的整體觀念和定義已常被人所接受，但亦必須超越定義之外而接受一些已存在的規則。不可思議地，很多公司已分配一筆預算給系統分析部門。很多大學的工商學院也開設此課程，在此情況下，基於好奇心理，吾人來研究何以本書竟也採用系統分析為書名呢？

對於公司及其經營的環境，系統分析有某些特殊的意義。最通常的意義是公司之情報系統，公司本身亦以系統的設計、改進和維持而努力。情報系統繫於電子計算機之使用，人事上包括程式設計師、機器操作員、方法改良人員（系統分析人員）、管理人員及其助理人員。依據個人的年齡和背景，系統分析活動具有重組公司之潛力，這是由於情報系統集權化和機械化的結果。如果使用打卡（單元記錄）設備處理他的每一細部工作，很多管理者對系統分析的整個活動感到很驚恐。他可能將系統分析視為僅是列表的部門而已。

就工業工程師的觀點來看，他們傳統的工作是改良和衡量人與機器系統的績效。當這些系統開始實施時需很多的資金並與其它工作部門發生關係，此時工業工程師勢必將其 22 條動作經濟定律和馬錶拋棄，而學習整體系統的新技術與公司的情報系統。本書很多模式皆為工業工程師、生產工程師或規劃者所採用。從某種意義來說，這些幕僚人員已適應於更複雜的情況而且

從事他們所謂的系統分析之研究工作。

另外又可在作業研究的範疇中發現系統分析這個名詞使用於企業界。沒有人嘗試去區分系統分析與作業研究，其與管理科學更是混淆不清。十年前，在公司裏之作業研究專家現在被稱為系統小組（Systems Group）。他們與電算機，電算機控制以及其時間分配有利害關係，但是很顯然的，他們並不是情報系統的幕僚。

此種混亂將持續至另一代。差不多任何人皆可隨便說他的工作是屬於系統分析的工作。惟一能夠幫助區分的是企業情報系統工作和所有其它性質的工作予以廣泛地區分。由序言中可了解本書並不涉及公司之會計情報系統。

§ 3 模 式

系統模擬的方法論是由系統模式之實驗而產生。模式建立和使用對模擬法是必要的。有位作者曾說“使用任何一種模式時，便發生模擬法”。

分析是以系統或事件的觀察而開始。由觀察、認識和考慮系統進而確立假說；假說是對系統行為之可能描述。建立模式已被解釋為假說敘述的擴張和形式化。如系統或事件的抽象、簡化或理想化，模式可助於說明。模式雖不能取代實際情況，但是模式能將複雜的系統儘可能變成可管理的部份或使我們的思考與理論具體化。

如果分析者能使模式符合實際情況，則以模式來研究系統的特性較比由實際情況下手容易。

由實際系統做出摘要，分析者即能將注意力集中於較簡單的系統，不會由於忽略一些細節，而造成大的損失。

若模式能正確地處理實際系統行為，則此模式在實務上是有用的。如果模式不能做到這種地步，便只有再提供資料以尋求新模式的發現。

模式無所謂真假，它們的價值則依其幫助我們了解系統的貢獻而判斷。

觀察情況、確定問題、確立假說，再由假說建立模式以後，應對模式加以評估。更進而對系統的觀察和衡量或實驗，即可試驗模式的真實性。因試驗所得的新資料。用來核對模式以決定模式能否與實際系統配合。如果觀察結果不能由模式來解決，則應修正模式。利用實驗來試驗模式其原則相同；如果模式不能使模式的假說有效，模式就必須修正。

模式經試驗且被接受以後，便對問題有所瞭解。針對某種情況有用地解釋模式，此模式便具有預測的能力，亦即當情況改變時便能根據模式之邏輯運算。有一作者對模式建立和形式上的分析做成結論。