

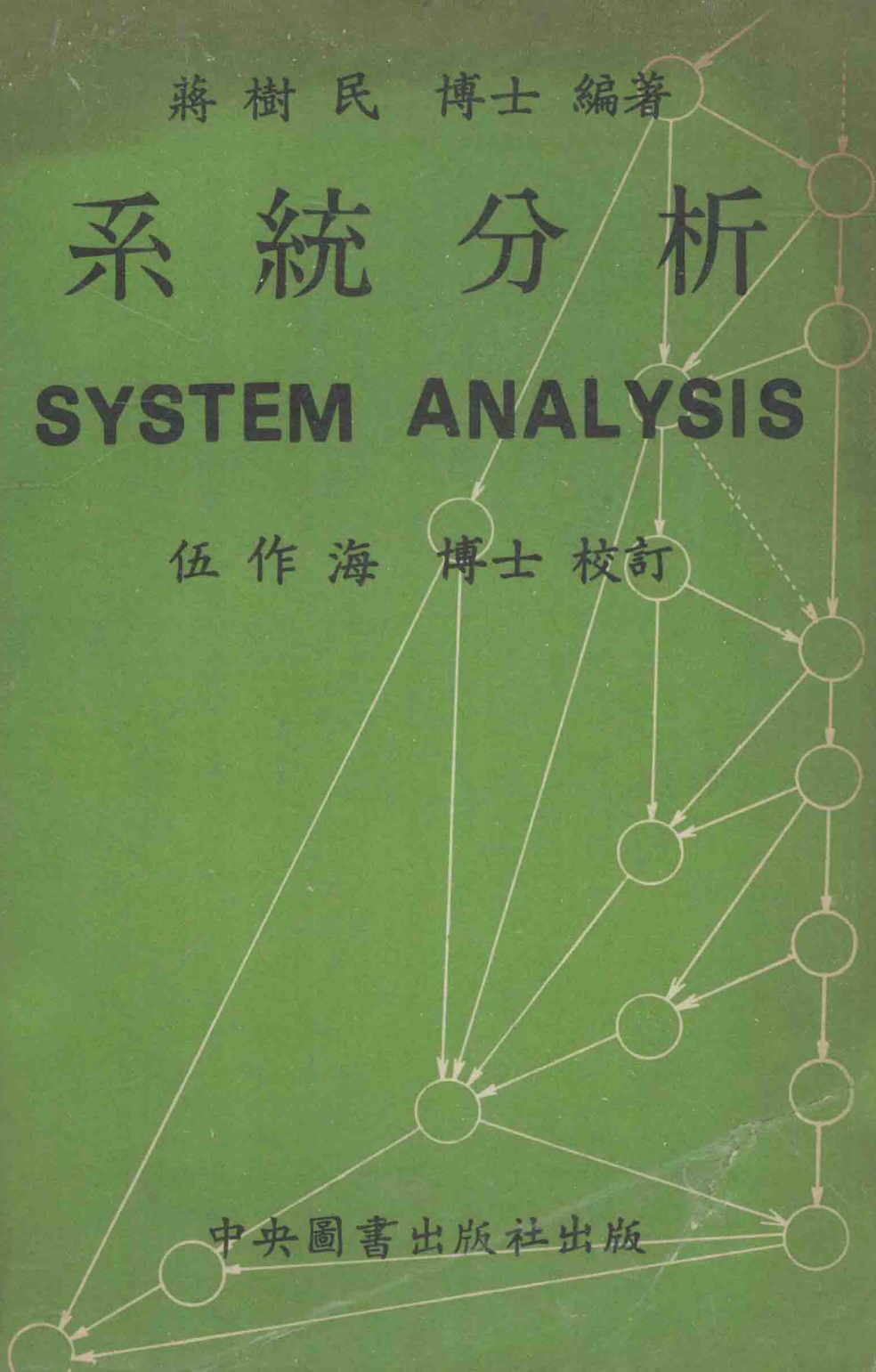
蔣樹民 博士 編著

系統分析

SYSTEM ANALYSIS

伍作海 博士 校訂

中央圖書出版社出版



蔣樹民 博士 編著

系統分析

SYSTEM ANALYSIS

伍作海

江苏工业学院图书馆
藏书章

中央圖書出版社出版

行政院新聞局出版事業登記證
局版台業第〇九二〇號

系 統 分 析

版權所有 ◆ 翻印必究

定價新臺幣八十五元

編著者：蔣

樹

民

校訂者：伍

作

海

出版者：中

央圖書出版社

台北市重慶南路一段一四一號

發行人：林

在

高

發行所：中

央圖書供應社

台北市重慶南路一段一四一號

電話：三三一五七二六

三七一九八九三

郵政劃撥帳戶：九一四號

印刷所：聯和印製廠有限公司

台北市寶興街二十一號

中華民國六十六年八月初版

編號：2512

序

自 1950 年美國蘭德公司首倡系統分析以來，由於其顯著的貢獻，已引起政府機關、軍事機構、工商企業團體廣泛的重視，并競相採用，大學院校很多科系也陸續的將其列為必修或選修課程。

系統分析已為大眾所公認：它是解決問題的一種方法；它綜合運用哲學、科學、藝術各種原則方法與技術；它是一種行動哲學、思惟方法、決策藝術、管理工具。在思惟方面它提供一種邏輯推理的構架；在研究方面它協助瞭解複雜系統的關係；在行動方面它提供可能結果的原則，在管理方面它提供解決問題的工具，在決策上它協助選擇最佳行動方案。

今天是一個科學、工程、管理的時代，凡從事工、商、政、軍、經者，均需具有系統分析的素養，方能應付所遭遇的複雜問題。美國的登月計劃曾動員數以萬計的科學家、工程技術人員、醫護衛生人員、管理人員等，對繁雜無比的龐大系統，利用系統分析就所需的衆多儀器與設備、知識、觀念、技術與情報，從事分析與研究，使其為同一目標——登月——產生整體統合的力量，將有限的資源產生最佳的效能。

本書各章提供解決問題的方法，討論如何建立正確的目標；如何設計達成目標的備選方案；如何就各方案的不確定性風險性之成本效益關係作有系統的非計量與計量分析，以探求最有效的最佳行動方案。最後并探討系統的信賴度及經濟方案的評估問題。

本書適作大專院校理工商各科系一個學期的教材及各行從業人員的自修教材之用。本書綴成於俗務公餘之暇，復以付梓倉促，謬誤之處在所難免。個人才疏學淺，可議之處，尚望碩學先進不吝指正。

本書曾蒙中正理工學院電機系潘純新副教授、羅腓力、吳煥德、沈清權等先生協助剪集及整理資料謹此致謝。本書前後剪集資料、起

IV

草、定稿，佔去作者幾近一年的大部份公餘時間，內子張秀月女士的容忍與鼓勵，亦附筆誌謝。

蔣樹民 謹識於中正理工學院電機系

民國六十六年八月

目 錄

序

第 一 章 概 論

1-1	系統及系統觀念	1
1-2	系統分析的意義及特性	2
1-3	科學管理，作業研究及系統分析	3
1-4	系統分析的構成因素	4
1-5	系統分析的結構與程序	6
1-6	工程程序	11
	問 題	15

第 二 章 決策形態

2-1	緒 言	17
2-2	設定問題	17
2-3	可行性準則	21
2-4	準則函數	22
2-5	決 策	24
	問 題	24

第 三 章 問題分析與決策制定

3-1	緒 言	29
3-2	管理的學派	30
3-3	問題分析	34

3-4	決策制定.....	41
	問 題	47

第 四 章 系統模式

4-1	緒 言	49
4-2	模式的種類	50
4-3	數學模式要素	54
4-4	建立模式時所遭遇的問題	58
	問 題	60

第 五 章 線性規劃

5-1	緒 言	61
5-2	線性規劃應用的範圍	62
5-3	線性規劃模式的限制	64
5-4	線性規劃問題	65
5-5	線性規劃問題	77
5-6	對偶性	90
5-7	線性規劃單純法——最小化	92
5-8	處理約束條件的一般法則	99
5-9	利用電子計算機解線性規劃問題	100
	問 題	104

第 六 章 搜索選優術

6-1	緒 言	113
6-2	強力搜索	113
6-3	單變數函數的搜索策略	115
6-4	三點等間隔搜索	116
6-5	黃金分割搜索	120
6-6	混合搜索法	122
6-7	多變數搜索策略	122

6-8	單變化搜索	125
6-9	梯度搜索	127
6-10	個案研究	133
	問 題	141

第 七 章 決策選擇方式

7-1	緒 言	143
7-2	效益向量與成本向量	144
7-3	確定性的決策問題	146
7-4	風險性的決策問題	150
7-5	不確定性的決策問題	154
	問 題	159

第 八 章 模擬選優

8-1	緒 言	161
8-2	蒙地卡羅法	162
8-3	蒙地卡羅模擬	162
8-4	模擬選優範例一	166
8-5	模擬選優範例二	168
8-6	蒙地卡羅模擬結果之信賴性	176
8-7	排隊等候模擬	177
	問 題	183

第 九 章 網狀圖解及規劃評核術

9-1	緒 言	185
9-2	網路圖	185
9-3	網路圖之編製	188
9-4	劃網路圖的慣例	190
9-5	要徑的決定	193
9-6	成本因素問題	197

9-7	規劃評核術的時間估計	201
9-8	三個時間估計的時間分布	203
9-9	作業活動期望時間 (t_e) 及差異數 ($\sigma_{t_e}^2$) 的決定	204
9-10	最早及最遲時間的決定	205
9-11	系統中寬餘時間 (Slack) 的決定	207
9-12	事件的或然性質	210
9-13	時程編排	211
	問 題	214

第 十 章 信賴度及選優

10-1	緒 言	217
10-2	信賴度的觀念	218
10-3	信賴度之決定	219
10-4	可用壽命信賴度	223
10-5	磨損信賴度	225
10-6	機遇失效與磨損失效之混合	229
10-7	串聯與並聯系統的信賴度	232
	問 題	237

第 十 一 章 經濟方案的評估

11-1	緒 言	239
11-2	等 價	239
11-3	現金然程圖	240
11-4	基本利潤公式	241
11-5	基本利潤方程式之應用	242
11-6	非一年期利潤之計算	244
11-7	經濟方案之比較	245
11-8	每年成本或收入	246
11-9	成本或收入的現值	248
11-10	報酬率	249

11-11	成本效益分析	251
11-12	方案比較的其他觀念	252
11-13	範例之計算	253
11-14	折 舊	259
11-15	折舊的方法	261
	問 題.....	266

第一章 概 論

1-1 系統及系統觀念

系統乃是一種有組織或複雜的體系，集合或組合許多事物或組件而形成一複雜或單一的體系，而能執行某項預定的任務或工作之謂也。系統觀念對企業管理（政府機構、軍事策略等等）的價值可由管理者的三項主要工作見其一般；第一，管理者希冀獲致團體整個的效益，而不使一個組織的單元的偏狹利益使整個效能發生偏差，第二，管理者在其組織環境內做這些工作時，常會涉及到衝突的組織目標。

爲了說明此一情況，僅就公司的觀點來考量應製造何種產品及其產量來做一決策。公司的生產部門經理毫無疑問的希望使產品種類少而做大量生產，如此一來，從生產某種產品而轉換到生產另外一種產品所需的機器與設備就可得以使其最小，此一政策將導致少數產品的大量存貨。而在另外一方面公司的銷售部門經理則希望庫存很多種不同的產品，如此一來，他們就可將任何一種產品儘快儘早的向顧客交貨，而公司的財務部門經理就會認爲大量存貨就會積壓資金，而這些資金本來可以投資到別的用場上，所以希望保持最低的總存量。而公司的人事部門經理則希望維持一定的生產，因此他就不必常常的在生產旺季時短期的僱用新的工人，而在淡季時又將他們解僱。由上述情形看來，可發現幾乎此組織的每一作業部門的目標均與此一簡單的決策有關，很顯然地所有這些目標之間均有相互的或大或小的衝突——低存量對高存量，多種產品對少數產品等等。

類似的情況會發生在企業的其他階層，生產部門必須經常地依據其退貨的比例及未經發覺出來的不良產品的比例，來使其生產速率平

衡。當有缺點的產品引起抱怨與銷售不佳時，市場函數就會變為錯綜複雜。當組織內之勞工不和時，將各個不同單元使成為整體的管理工作將是首要的工作，此時管理者必須採用系統方法來加以分析研究改進。

系統觀念或觀點係確認任何組織皆為由各若干部門所組成的系統，而每一部門皆有其自己的目標，管理者確認僅有從整個系統并設法去瞭解及量度其交互關係而使其成為一個整體，而使此機構有效的追求其目標。當然，此即說明在一個組織之內，有些作業部門不得逕自不顧的完成其偏狹的目的，因為凡對全體有利的事不見得對系統的每一組成部門有利。因此當決定從事多種產品而小量製造時，生產部門的表現（成績）似乎下降，然而如果此一舉措導致更大的總收入，因為銷路很好，則整個的衝突為正。此一簡單的認識即為系統觀點的要素，而導致一更有效的管理決策，及更有效的執行這些決策。

1-2 系統分析的意義及特性

系統分析目前應用的範圍很廣，任何事物，工程設計，電腦設計，國家政策的設計，軍事設施及新武器的發展以及企業管理等等均應用系統分析。系統分析不是一套具有一定內容的理論，甚至也不是有一定體系的方法，而是處理問題與分析問題時的一種態度及觀點。因此系統分析係以問題為中心，系統分析的研究隨問題而異，甚至於對同一問題的系統分析，由於目標不同，亦能產生不同的結果。

系統分析的目的是為了向決策者提供有關政策的建議，或向決策者提供正確的目標及各種可行的方案；但系統分析人員自己並不從事決策的製訂。系統分析因為必須考慮問題的各方面，故系統分析必須網羅各種專家。同時系統分析所考慮的問題多為未來問題，因而具有不確定性，系統分析乃是就不確定的各種情況，與問題的各種可能行動方案，分析其可能的結果，並依據直覺與判斷，作成結論或報告，以供決策者參考。

系統分析是一種研究方略，是在不確定的情況下，就全部問題找出其目標及各種可採行的方案，比較其結果，並以其對問題的直覺與

判斷，協助決策者就複雜問題從事最好的決策，並提供建議。根據以上所述，可列舉系統分析的特質如下：

1. **以問題為中心** 因為系統分析是處理問題的一種態度與觀點，故必須以問題為中心。沒有待解決的問題，即不需系統分析；不同的問題有不同的系統分析。

2. **採取系統觀點** 任何一項系統分析，必須以問題的全部為對象，而不應該拘限於個別部份；因為表面上雖為一局部問題，事實上它可能會影響到全體。

3. **重視價值判斷** 因為系統分析需要在不確定的未來事件中從事決策，因此特別重視價值判斷。

4. **應用數量方法** 系統分析必須依據模式，從事成本與效益的分析，而在應用模式時，常需處理大量衆多的資料與數據，故系統分析須應用數量方法，常須藉助於電子計算機來處理龐大複雜的資料。

1-3 科學管理，作業研究及系統分析

系統分析，作業研究及科學管理之間，在若干方面有相同之處，也有不同之處。其相同之處是都要考慮數量因素，重視正確分析；而其不同之處則是其所考慮的範圍及着眼點不同。

早期的科學管理可以說是純技術性的問題，是站在工頭或領班的立場，求人與機器在操作上得到最佳的配合，而產生最大的效率，因此注重動作與時間的研究。促成此一研究的原因，是由於在產業中機器的大量使用。若以軍事上的術語來講，科學管理是屬於戰鬥性的問題。

作業研究是屬於管理性的問題，是站在企業管理者的立場，為了求取人、機器、物料、金錢及生產程序的最佳配合，發揮其最高效率，以達成企業的一般目標。故其範圍遠較科學管理為廣泛。促成作業研究之發展，則是由於企業組織規模的日趨龐大與複雜，使管理工作亦日趨複雜，並且由於高速電子計算機的應用，能大量的處理衆多的資料，使複雜的數量分析成為可能。以軍事上的術語講，作業研究是屬於戰鬥性的問題。

系統分析是屬於決策性的問題，是站在企業決策者的立場，考慮內在與外在的有關諸因素，就重大問題作全面研究，以便採取最佳的決策，故其考慮的範圍更大。以軍事術語講，系統分析是屬於戰略性的問題。

對於上述三者的不同，可設一比喻加以說明。系統分析猶如某一家庭因收入增加，希望用增加的收入改善其生活水準，但改善生活水準的方式很多，可以換較大的房屋，或全部更換新的傢俱，或購買一輛汽車，或購買鋼琴，彩色電視機，或從事一次國外旅行等等。但所增加的收入不可能完全達到購買全部的目的，因此必須就這些項目加以選擇。爲了能作最佳的決策，必須就每一方案所必須花的代價，及其在生活上所能產生的幸福，依據某種標準，作一通盤的分析，然後決定一項選擇。假定最後之選擇爲購置一架大型彩色電視機。作業研究猶如已決定購買大型彩色電視機後，就要研究應該購買何種廠牌？此時必須就各種廠牌電視機的性能、設計、式樣、價格、及廠商所提供的服務等項目，作一比較研究與分析，然後決定購買某一廠牌。而科學管理猶如將電視機買回家以後，究竟應該放置於何處？其方向爲何？燈光如何設置？天線如何架設始能收到最好的收視效果？由上述的比喻，可看出三者的研究範圍不同。

1-4 系統分析的構成因素

由上節的說明，可知系統分析必須進行三項研究程序，即：

第一：對決策者的目標須作有系統的分析，並提供準則，以便在各種可能完成這些目標的各種行動方案中加以裁決。

第二：各種行動方案須加以確定，並分析其可行性，比較其效益與成本，考慮其所需時間及風險等因素。

第三：如果發現以前的分析有所欠缺，必須設計更佳的行動方案，並選擇其他目標。

依據此項研究程序，可看出系統分析的構成因素將包含下列五項

(1)目標 系統分析是幫助決策者選擇一項政策或行動方案(Course of action)。系統分析的第一及最重要的任務之一，就是去發掘決策

者所企圖達到的目標是什麼？並如何測定其達成的程度。所謂目標是決策者對某項問題所希望獲致的結果。決策者的目標可能只有一項，也可能有多種目標存在。在多種目標的場合，不同目標之間可能是一致的，即某一行動的完成，亦有助於其他目標的完成。但也可能目標與目標之間，是互相衝突的，即某一目標的完成，會不利於其他目標的完成。故在進行系統分析時，首先須對目標從事系統分析。

(2)方案 方案係達成目標的各種方法，為達成一定目標，可能有很多種不同的方法，而每一種方法所引起的成本與所能獲致的效益，可能亦不相同；同時每一種方法，也可以完成不同的目標；系統分析就是在選擇最佳的方案。

(3)成本與效益 成本係指於採取某一種方案時，所引起的資源損耗，例如金錢的支付，物料的損耗，人員的派遣等。大部份的成本，均能以貨幣價值表示，如資源，物料，金錢等是；也有些成本是不能以貨幣價值來表示的，如時間的等待，某一方案的實施對有關人員所引起的心理上的反感等。所謂效益，即每一方案所能達成目標的程度。不同的方案可能有不同的效益出現。大部份的效益與成本均可以用貨幣價值或某種數量來表示，但也有某項效益不能用數量來表示。

(4)模式 模式是分析成本與效益的工具。通常所謂模式是在所研究的問題中將各主要因素間之關係及其因果關連，以某種方式加以表示，用以代表所研究的問題而便於分析。模式可分為實體模式與符號模式。實體模式在工程設計的系統分析中使用較為普遍，如把實際的工程設計縮小，以便於實驗，如橋樑模式是；或把實際的事象放大，以便於觀察，如原子構造模式是。所謂符號模式，即以一組符號來代表問題本身，可能是一組方程式，流程圖，或計算機程式設計等。一個模式的良窳是由它所包含的因素能否充分解答所尋求的問題來決定。簡言之，模式是實物的代表，它將所要研究的問題的真實容貌抽出來，其表示法可為一組數學方程式，或為一套計算機程式，或情況的純粹口頭說明。

(5)準則 準則是一項規則或標準，用以判定成本及效益之高低，從而決定各種方案之優先次序者。對於不同的問題及不同的模式，常

須採取不同的準則。

1-5 系統分析的結構與程序

圖 1-1 說明系統分析的結構情形。此圖之最左邊之 (I) 表示對於某項問題有各種可予採行的方案，但這些方案在未經過分析之前，實無法得知其每一方案的相對效益與成本，因此無法列出其優先次序， $A_1, A_2, \dots$ ，等均代表不同的方案，而無一定的優先次序。(II) 表示模式，此模式告訴由每一方案所能得到的結果與輸出。在此模式中列出目標，選定有關的變數，並確定其間的結構關係，依據此一模式，即可對每一方案進行分析。(III) 表示由模式分析所得之結果。所希望獲得之結果有二：第一即為方案所能達成的效益，其二則為實行該方案時之成本，在圖中以“+”號表示效益，以“-”號表示成本。但是僅知道每一方案的效益與成本，仍不能在所有方案中從事抉擇。因此必須根據某項準則，將每一方案的效益與成本，加以衡量比較，然後將各方案列出一個優先順序。(IV) 表示準則。準則猶如天平，經此天平衡量後，所有方案即如 (V) 所示，可列成一優先順序，不似 (I) 所列之方案毫無優先次序。

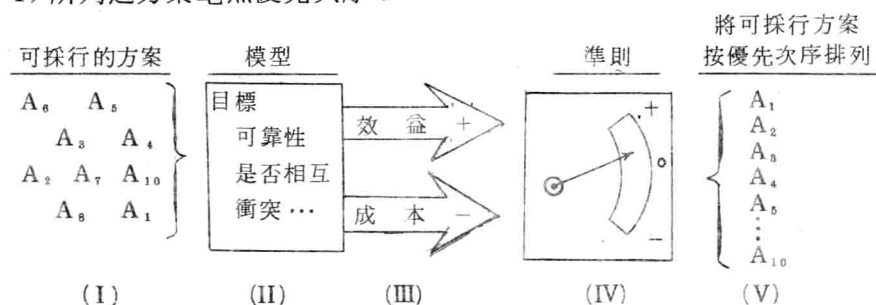


圖 1-1 系統分析的結構

由圖 1-1 所示之系統分析的結構觀之，可進一步說明系統分析有五個程序：

(1) 設定問題 (Formulation) 說明問題的重點與範圍。

(2) 搜集資料 (Search) 收集各項有關資料，並發現其中的相互關係，以及搜集各種能解決問題的行動方案。

(3)評鑑 (Evaluation) 建立各種模式，並利用各種模式以預測每一可採行的行動方案可能產生的結果，即效益與成本。

(4)判斷 (Judgement) 設定準則或依據其他考慮，對各種可採行的行動方案加以比較，並獲致結論，以指示行動方針。

(5)驗證 (Verification) 以實驗來測試所獲得之結論。

所有分析都會包括這五種活動至某種程度，但第4項活動常是由決策者負責執行，而最後一項活動常須間接完成。系統分析的程序如圖 1-2 所示。現在將每一程序的內容簡略說明如下：

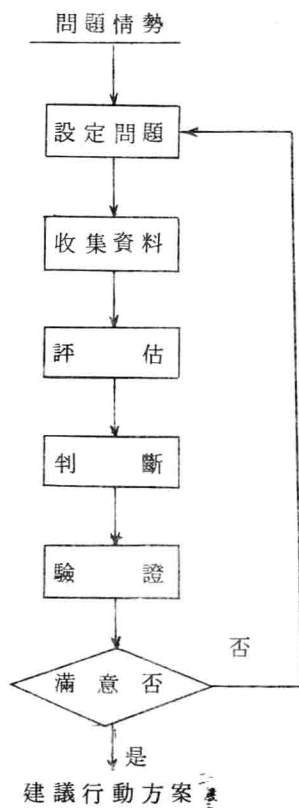


圖 1-2 分析的活動項目

(1)設定問題

設定問題就是將所要分析的問題予以孤立，確定其內容，決定目標，發現有關的變數，並說明變數之間所存在的關係。如果經驗上的