

工程系統 設計與規畫

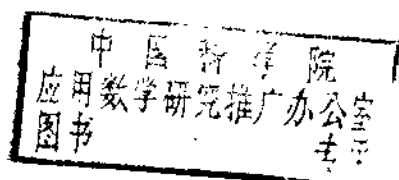
錢千山編譯

新興圖書公司

51.942

工程系統 設計與規畫

錢千山編譯



新興圖書公司

700746

27-65

工程系統設計與規畫

錢千山編譯

出版：新興圖書公司

發行：時代圖書有限公司

香港九龍彌敦道 500 號一樓
3-308884

印刷：慶年柯式印刷公司

版權所有 * 不准翻印 1979年2月版

工程系統 設計與規畫

第一章 工程問題的系統方法	1
第一節 結論	2
第二節 工程問題的系統性質	4
第三節 問題環境的了解	9
第四節 問題的明確化及其解決	13
第五節 應用範例：高樓建築物	20
第六節 作業習題	32
第二章 線性圖模式化及系線分析	36
第一節 工程網狀系統	37
第二節 工程系統的圖形模式化	37
第三節 確性題之分析：路徑問題	42
第四節 確性題之分析：流網問題	44
4.1 最大流量—最小切割理論	47
第五節 線性圖變換：原始圖—重製圖	51
5.1 用重製變分析網路	52
5.2 重製環之繪製	
5.3 平面與非平面圖	
第六節 確性題形分析：網路之改進問題	61
6.1 問題的一般網明	62
6.2 目標與投資準則	
6.3 分析步驟	
第七節 確性節形拓撲矩陣	67
7.1 節圖與結點配合矩陣	
第八節 結論	71
第九節 作業習題	72

第三章 工程系統的數學模式製作..... 76

第一節 緒論.....	77
第二節 模式的基本應用.....	78
第三節 接合構件的系統模式.....	82
3-1 問題說明	3-2 系統約束
3-3 單元外態	3-4 系統協調
3-5 系統平衡	3-6 系統模式
3-7 數字事例	3-8 問題的線性圖形模式
第四節 水準測量網模式.....	92
4-1 系統單元的確定	
4-2 系統約束之一：系統協調性	
4-3 系統約束之二：觀測誤差的外態	
4-4 完整的系統模式	4-5 數字事例
第五節 道路網的修改模式.....	99
5-1 路網容量模式	5-2 修改成本模式
5-3 預算約束模式	5-4 最適流量方向之決定
第六節 系統的數學模式.....	106
第七節 作業習題.....	107

第四章 擇適 113

第一節	擇適程序.....	114
第二節	選擇的動機及自由.....	114
第三節	最終的目標及準則.....	117
第四節	最適解答.....	121
第五節	次擇適.....	123
第六節	擇適之方法.....	122
6-1	分析法	6-2 組合法
		6-3 主觀法
第七節	作業習題.....	126

第五章 數學規畫..... 130

第一節 數學規畫之性質.....	131
第二節 線性規畫模式.....	131

第三節	線性規畫模式的演繹	132
3-1	混合生產問題	3-2 混和問題
3-3	生產進度問題	3-4 運輸問題
3-5	流量 - 容量問題	
第四節	線性規畫問題之運解法	142
第五節	單純法	144
5-1	單純法之應用	
5-2	單純表解最大值問題之步驟	
5-3	單純表解最大值問題範例	
第六節	使用單純法的困擾	151
第七節	雙重性	152
7-1	雙重問題	7-2 解最小值問題
7-3	雙重問題結果說明	
第八節	非線性規畫	157
8-1	混合生產問題	8-2 非線性問題解法
第九節	結論	159
第十節	作業習題	160
第六章	組織系統網	164
第一節	組織系統概念	165
第二節	要徑法	166
第三節	線性圖形的性質及分析	169
第四節	資源程序表	173
第五節	作業網的緊節	183
第六節	系統模式	186
第七節	結論	188
第八節	作業習題	189
第七章	決策分析	196
第一節	決策問題的要素	197
第二節	決策模式	198
2-1	問題陳述	2-2 模式形成
第三節	機率的基本概念	202

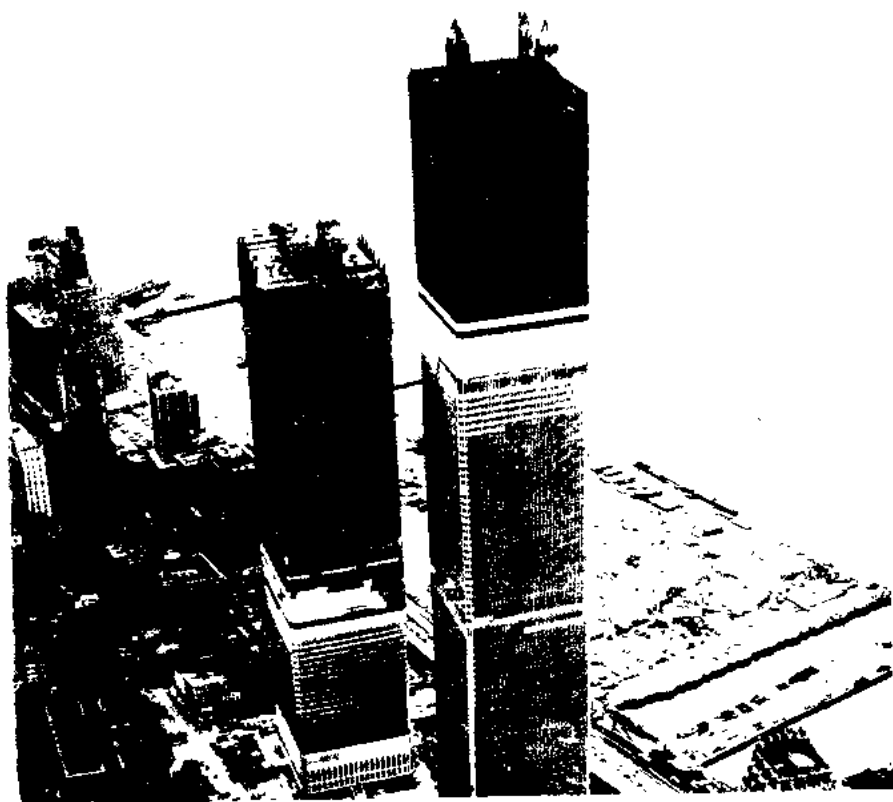
第四節	基於金錢期望值的決策分析	205
4.1	金錢期望值	
4.2	替代方案比較分析	
4.3	金錢期望值準則的含義	
第五節	基於利用價值的決策分析	210
第六節	貝耶定理	214
第七節	資料的價值	219
第八節	結論	222
第九節	作業習題	222
第八章	系統模擬	227
第一節	模擬概念	228
第二節	模擬模式	230
第三節	混凝土廠操作模擬	232
3.1	顧客訂貨的模擬	
3.2	混凝土廠的操作模擬	
3.3	模擬與分析步驟	
第四節	輸入資料的產生	245
4.1	輪值	
4.2	隨機數表	
4.3	數字方法	
第五節	模擬程序	247
5.1	問題說明	
5.2	系統輸入模式的建立	
5.3	系統模式之建立	
5.4	求解程序	
5.5	模擬結果之分析	
第六節	模擬法的限制	250
第七節	作業習題	250
第九章	系統統量	258
第一節	系統可行性	259
第二節	規畫年限	260
第三節	經濟分析	261
3.1	問題敘明	
3.2	金錢的時間價值	
3.3	現值	
3.4	年成本	
3.5	物價變動	
第四節	經濟準則	266
4.1	淨現值法	
4.2	年等值法	
4.3	益本比法	
4.4	內部報酬率法	
4.5	最少成本法	

第五節	不可計價的考慮	268
第六節	財務分析	269
8.1	債券	
8.2	債務償還	
第七節	結論	273
第八節	作業習題	274
第十章	工事管理	277
第一節	工事管理的性質	278
第二節	決策環	280
第三節	工事資源流動	282
第四節	工事組織及資料流動	285
第五節	工事資源流動模式	291
第六節	工事管理的系統分析方法	296
第七節	作業習題	297
第十一章	系統理論的狀況概念	301
第一節	緒論	302
第二節	狀況概念	302
第三節	動態規畫	309
第四節	結論	326
第五節	作業習題	327
第十二章	工事的系統概念	331
第一節	工事要適應社會需要	332
第二節	問題	332
第三節	問題的區域研究	334
第四節	諸部研究	338
第五節	問題完成	389
第六節	混凝土拌合場的數學模擬法	341
第七節	問題與系統方法的吻合	344
第八節	作業習題	345
附錄一	錄陣代數	350

第一節	定義.....	350
第二節	運算法則.....	351
2.1	相等	
2.2	相加法則	
2.3	以純量乘矩陣	
2.4	矩陣加法及以純量相乘法則之總結	
2.5	相乘法則	
2.6	乘法法則之總結	
2.7	零矩陣及單位矩陣	
第三節	矩陣應用於線性變換.....	356
第四節	矩陣的轉置.....	358
第五節	逆矩陣.....	359
第六節	逆矩陣計算.....	360
附錄二	隨機數表	363
附錄三	貼現因子表	366

第一章

工程問題的系統方法



1971年之美國最佳土木獎，位於紐約港的世界貿易中心的雙生樓。該結構物曾以獨到的規畫、設計及施工解決其在結構上、社會經濟及政治間的衝突。

第一節 緒 論

工程師們傳統的以可用的資源及其具備的技術來滿足社會的需求以達服務社會的目的。為達成此目的，工程師遇到的社會問題諸如：新問題發生，替代方案設計的成立、及方案的履行成周而復始的連續交互作用。這交互作用需要決定；需要什麼？什麼時候需要？和如何達到目的？在在都需要工程師有創意的設計要規發。

規畫是顯示出某些作業使既定目的得以達成。因此規畫包括踏勘，可行性研究，細部分分析及一些有關施工、製造及維護的規範。規畫可說是目的及目標的形成，包括其與社會、政治、諸境、經濟、技術以及社會的審美等有履問題。

設計在決定最後成果的特定狀況一大小、形狀、性能—並使有需當前情況的規畫特性或特定加強處明確化；也就是說，如何程度的調查，多少次的可行性研究。工程設計常常要考慮各設備單元的細部規格及其相互的關係。對自然的物理法則及材料和設備的性質均要考慮。有些情況，設計過程的最後產物是一特殊的規畫，如運輸規畫、社區發展規畫、或高樓的施工規畫等。

猶有進者，工程師對作業及專門職業上的總規發要考慮到產品的各部分細部設計。另外，設計的廣泛意義應涉及到每步規畫所假定的性質及成功的延伸的決定。於是設計與規畫是互為相成的。

工程師利用設計及規畫過程解決社會問題示如圖 1.1。該過程開始於承認社會既存需要或新的要求，去求得設備或系統設備以滿足該需要或新的要求。過程中必要的第一步是調查需要的外在情況，由其中提出資料及數據以表明問題及建立問題的模。在真實世界的現象中，涉及收集需要和關心資料的問題，其間可能互為抵觸的。因此，工程師可能要考慮諸係到特殊設備的一些要件：利潤、成本、市場、品質、信譽（reliability）、績效（

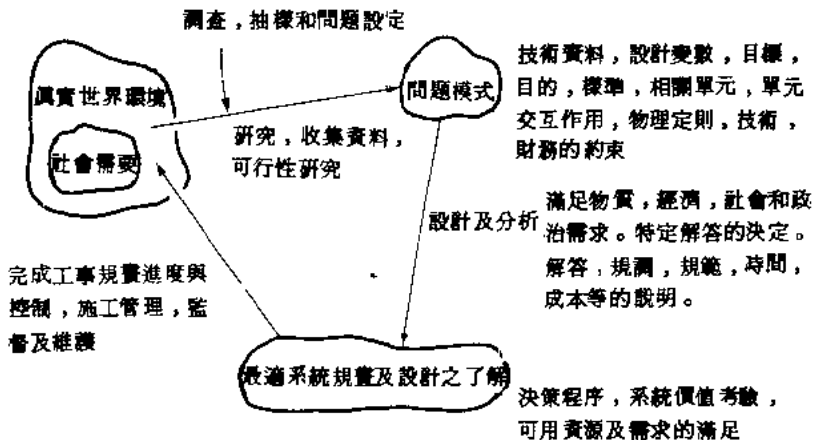


圖 1.1

基本設計規畫程序

performance)、持久、簡明、安全和美觀、還有政治和社會的容受性(acceptability)。

其次工程師必須說明模式以代表他對該問題的看法。基於該問題的模式他必須提出分析及設計的步驟, 使他將問題明確化及選擇解決的途徑。最後他必須注意在行經求解途中伴生的困難。

雖然圖 1.1 示明該些成果的程序, 但是必須注意其在設計及規畫過程中會有多次的循環。該循環發生在下列情況下:

1. 作更細節的調查會引起新的觀點, 故須重新說明問題, 或
2. 由於知識及分析的能力限制, 不能在某階段將各方面及牽連的各項同時覆及, 或
3. 新發現的技術、財務、社會或政治的約束 (constraints), 阻止提出的解決方案的完成。

因此反覆程序 (interactive process) 有其必要, 示如圖 1.2。

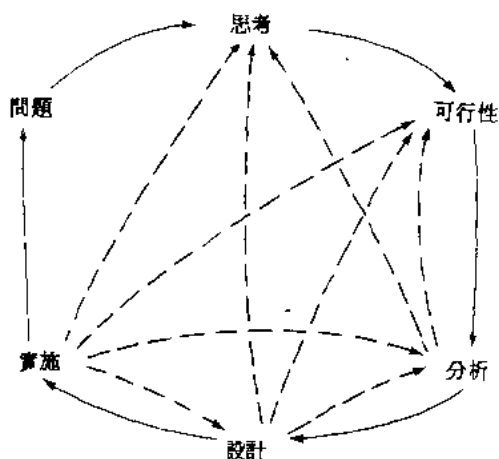


圖 1.2

設計及規畫作業的交互作用性

為達到工程師的專門職責，他必須使用所有途徑以認清所面對問題的複雜性。這些途徑須適用於其相互的作用，且有合理的結構（frame work）來呼應問題的各有關細節。初視之，該工作非常繁瑣，但若使用有理解性的系統方法，問題能解決，並引起各問題的廣泛關連。

第二節 工程問題的系統性質

解決工程問題時，工程師最初遇到的挑戰是對問題性質，既存環境及隨件問題與外界環境所發生現象的了解。問題性質可顯示其內在以造成該問題之因素。因此，解決方案必須同時考慮這些因素。環境是一組集合，把問題包含在內或在問題的四周。對應的現象指示出問題的範圍及其環境被激勵的途徑。這激勵（stimulus）可能加以修正，以尋出特殊剛才發生問題的解決方案。

工程師的職責在使問題的解決合理，因此他的說明及認識應代表問題與真實世界中的關連。於是他必須認清真實世界的複雜性及對大自然的適應性和政治、社會力量的干涉。誠然，在問題範圍的調查是有限制的，該限制也就使解決方案的形成受了限制，因此對問題的這種看法很重要而其需注意之點，將在下節討論之。

下列數例說明工程問題的高度複雜性質及問題範圍和其環境間交互及對應的關係。

1. 都市高速車道 (free-way) 受阻，不僅影響高速車道的使用，且影響都市整個運輸系統 (transportation system)。同理，高速車道的改善，也改善了整個都市的運輸系統。
2. 材料供應上會影響設備的施工延遲和形成工人暫時無工可作的結果
3. 部份機械損壞將造成機械操作的惡劣性能與受到限制，以致急速減產或停工。
4. 基礎某部份的強度不足能影響其承載建築物的載重，也就是限制建築物的使用。

總之，交互作用 (interaction) 對應的或誤用的影響，最後將導致政治、社會或經濟的後果。該後果將會顯示出某種程度。

此種影響對工程師很重要而有趣，可分兩方面說明。第一：紊擾激動說明問題的起因，因此該激動引領工程師找出解決問題的方向，第二：一旦問題解決方案提出了難題，於是其本身變成了紊擾激動，工程師應關心該結果即被影響的環境所致的後果。故工程師所遭遇部分專業的挑戰是他的分析和設計不僅僅要應到當前的問題，並且還要思考其不同的後果。因此，工程師必須把問題和其環境視為一體來處理，因為其交互作用觀點遠超過其單獨零星的觀點。

工程師所涉及的設施是較大單位的真實部份。另外，該設施包含有數部份或單元（components）可用來達到某些目的或作用。簡言之，工程師論及系統或系統的系統，他使用的方法必須以此為基礎才能解決問題。

系統是多數單元的集合體，由交互作用或互相關係密切組合，集體的對某些激勵或需要之反應並達成某種特殊的目的或效用。在系統中，每單元對激勵的反應是依其單一性質（intrinsic nature），但其所受實際激勵和發生的實際行動都因與其他系統的單元交互作用而成條件的關係。所以系統的需求使其內單元單獨活動，以致集體的綜合成結合行動成為系統的反應。論及系統，最好認清其下列各種特性：

1. 有特殊目的或效用必須達成或施行；
2. 有若干單元（至少有兩個）可證實為問題的必須組成分子。猶有進者，每一單元有其不同屬性，用以對其自身，題含的，實質的及外表的說明。
3. 單元彼此間有一定的關連以滿足單元間交接面的結合。和
4. 有些約束會限制系統的行態（behavior）和單獨單元的反應狀態。

下列幾例用來說明上述的系統性質。

範例 1.1 高速車道的交流道（interchange）可視為運輸系統（transportation system）。

系統目的：令兩公路交會處的車輛暢行無阻。

系統單元：兩條公路、超越、匝道（ramp）、路誌、路號交通等。

系統結構 (system structure) : 交流道施測、交通流量觀測 (traffic flow)。

系統約束 (system constraints) : 交通空間、人的反應時間、交通規則等。

範例 1.2 都市高樓是工程系統。

系統目的：建造商店、辦公室及住宅。

系統單元：實質結構、地板、電梯、加溫及照明等。

系統結構：空間利用、施測等。

系統約束：地板—空間規定、安全設施、施工成本、四周環境等。

範例 1.3 都市污水處理系統

系統目的：處理城市建築物的污水。

系統單元：建築物、污水管路、處理場、處理過污水出口等。

系統結構：污水流動、處理、工程施測等。

系統約束：污染標準、人口密度和分佈等。

雖然每例只重視一個系統，但是工程師可能會發現問題實際涉及若干層系統，如圖 1.3 所示。在這種情形，每一系統層必須審查其所包含的單元及其與上一層系統和下一層系統的交互作用。

在鑑定單元之外，單元之間的交互作用必須明確化。因單元和交互作用說明系統的結構。系統結構是非常重要的，因為當系統某部分受激勵或修正時，他可鑑定系統活動狀態。簡言之，系統結構是決定系統反應的鎖匙。

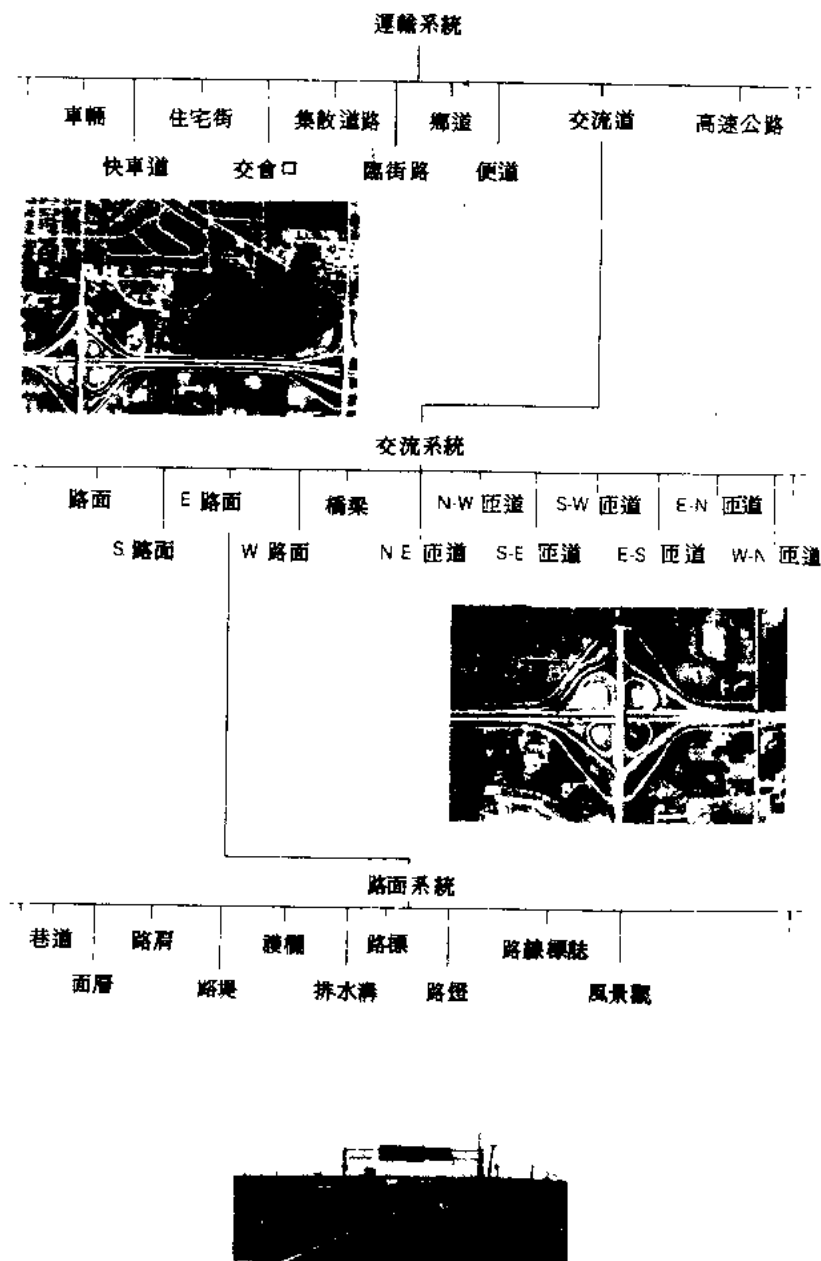


圖 1.3

系統層次

(Aerial photographs courtesy of Chicago Aerial Survey)