

大專用書

工程經濟學

INTERMEDIATE
ECONOMIC ANALYSIS
FOR MANAGEMENT
AND ENGINEERING

John R. Canada

*North Carolina State University
Raleigh, North Carolina*

張國揚·曾耀煌譯



F27
56

大專用書

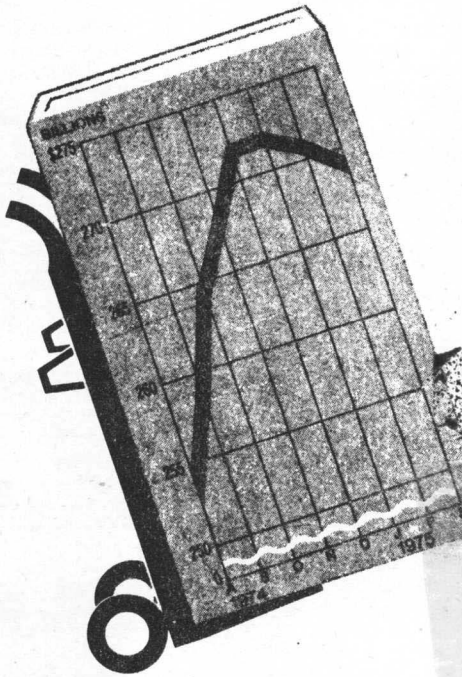
工程經濟學

INTERMEDIATE ECONOMIC ANALYSIS FOR MANAGEMENT AND ENGINEERING

John R. Canada

*North Carolina State University
Raleigh, North Carolina*

張國揚 · 曾耀煌譯



復漢出版社印行

內部參考

版權所有
翻印必究

平裝 一三五元
精裝 一七〇元

中華民國六十九年十月一日出版

工程經濟學

原著者：John R. Canada

譯著者：張國揚·曾耀煌

出版者：復漢出版社

地址：台南市德光街六五一號
郵政劃撥三一五九一號

發行人：沈岳林

印刷者：國發印刷廠

地址：台南市安平路五五六號

打字者：克林照相植字排版打字行

地址：台南市海安路和平街一二七巷二號

本社業經行政院新聞局核准登記局版台業字第〇四〇二號

目 次

第一篇 基本資本方案、評估技術

第一章 導論及成本觀念

Introduction and Cost Concepts	3
工程經濟分析中「估計的角色」與重要性.....	3
成本觀念的簡介.....	3
成本因素.....	7
公司經濟的目標及非貨幣性因素.....	7
決策程序中工程師及管理師的角色.....	8
本書範圍及價值.....	8
附錄 1 - A 基本會計觀念.....	10

第二章 考慮利率條件的成本計算

Computations Involving Interest	13
簡介.....	13
等值.....	13
利息之計算.....	13
複利公式.....	15
本金與終值的相關利息公式.....	15
本金與終值之等額多次付款利息公式.....	16
諸利息因子之關係.....	18
定差利息之計算公式.....	20
遞延的等額付款.....	24
複利計算頻率：名義利率與實際利率.....	25
連續複利公式.....	26

年度內之連續性支付·····	27
第三章 年值法 Annual Worth Method·····	37
資本回復成本之計算·····	37
單一方案之淨年值·····	38
收入與支出均已知情況下的方案選擇·····	39
當預期之年收入不變或未知時之方案選擇·····	40
收入與（或）支出為不規則狀態下之年值計算·····	41
壽命不同的方案比較評估時之假設條件·····	41
投資方案之預期壽命為無限期時，資本回復成本之計算··	43
無相斥性的方案選擇·····	43
第四章 現值法 Present Worth Method·····	49
個別專案經濟性之決定·····	49
衡量不同決策方案的時間基礎·····	50
已知收支條件下諸方案之比較·····	50
收入為常數或未知時諸方案之比較·····	51
資本化價值法·····	52
未來收益之評估·····	53
購買債券價格之評估·····	53
諸分析法則之關係·····	55
用何種經濟分析法則·····	55
相關性方案之比較·····	57
第五章 報酬率法 Rate of Return Method·····	60
評估單一方案時的報酬率之計算·····	60
應用報酬率法評比方案之原則·····	61
計算增支投資額報酬率的方法·····	62
當收入與支出皆知時之方案抉擇·····	62
數個相互排斥方案之評比·····	64
僅知道支出時其方案之評估·····	65

數個相互排斥方案僅知其支出額時之評比	66
公司債券報酬率的計算	67
報酬率計算之輔助表	68
非相互排斥(獨立)方案之評估與選擇	69
評比獨立方案應有的認識	70
求報酬率無解或多重解時處置之方法	71
再投資報酬率法	72
第六章 折舊 Depreciation	76
簡介	76
第一年之附加折舊	79
各種折舊法則之比較	80
單位產量之折舊	81
折舊法則之選擇	82
整體會計與分項會計	82
無須提列折舊之項目	83
第七章 稅賦對決策行爲的影響	
Consideration of Taxes	85
稅賦的主要型式	85
何時應考慮所得稅的效果	86
投資扣抵貸項稅額	86
稅後現金流量計算的表列程序	88
各種不同情況下之稅後現金流量計算釋例	88
第八章 更新分析 Replacement Analyses	96
更新分析的重要性	96
更新的原因	96
更新分析的考慮與假設	97
更新方案中投資額之決定	97
舊資產扣抵可得之殘值	98

不同壽命期的更新方案之分析	98
不同生產能量因素之考慮	99
資產會計的種類與其對納稅額之影響	100
資產壽命期之型態	100
經濟壽命期之計算	101
更新分析之模式	108
非驟然性破壞性資產的更新	108
驟然破壞性資產的更新	112
附錄 8 - A MAP I 更新分析法與一般投資分析	116

第九章 資本支出之計劃與預算

Capital Planning and Budgeting **122**

資本支出	122
資本支出預算的意義	122
資金的來源	123
可行方案之確認與評估	123
最低要求投資報酬率的訂定	124
風險與不確定性對於最低要求報酬率之影響	125
方案的選擇	126
投資建議案的分類	126
資本支出計劃與預算的決策層級劃分	128
資本投資的時機	130

第二篇 更進一步的技術、觀念與分析法

第十章 估計值與風險性，不確定性之介紹

Estimation and Introduction to Risk and Uncertainty **133**

估計值	133
估計的可靠度	134

估計的方法	134
相關係數的估計	143
得非估計法	144
會計資料在估計上之應用	145
估計通貨膨脹之考慮	146
風險性與不確定性之分別	149
風險性與不確定性之起因	151
專案風險性機率分析之缺失	152
改變與影響不確定程度的方法	152
收益、風險與選擇	152
何時與如何考慮風險性與不確定性之決策指針	153
附錄 10 - A 不確性條件下之成本-數量-利潤分析	158

第十一章 風險及不確定狀況下傳統經濟分析的程序

Risk and Uncertainty Traditional Procedures Analysis 169

直覺判斷法	169
保守估計法	170
樂觀悲觀法	171
敏感度分析法	172
損益平衡點法	176
風險折算法	177
不確定性狀況下決策方法之研討	178
競賽理論	181

第十二章 風險及不確定狀況下高階經濟分析程序

Risk and Uncertainty Advanced Analysis Procedures 191

機率性貨幣值分析法	191
效用的期望值法	195

第十三章 蒙地卡羅技術在衡量風險性專案之應用

Monte Carlo Technique for Comparison
of Projects Involving Risk **200**

簡介..... 200
隨機常態數值之產生..... 205
均勻分配值的產生..... 207
電子計算機的使用..... 212
蒙地卡羅試驗次數的決定法則..... 212
限制..... 213
附錄 13 - A 電腦模擬語言與可應用於資本投資分析
的程式..... 215

第十四章 統計決策技術分析

Statistical Decision Techniques **218**

貝氏統計決策法則..... 218
完美資訊情況下的期望價值..... 223

第十五章 決策樹技術在資本專案評估之應用

Use of Decision Tree Technique in
Capital Project Evaluation **237**

肯定性範例..... 237
肯定性範例：考慮貨幣的時間價值..... 238
隨機現象的考慮..... 239
貝氏法則於評估“進一步研究分析”之應用..... 239
期望機會損失值..... 243
決策樹應用範例..... 243
附錄 A - A 間斷性複利因子表..... 250
附錄 A - B 隨機數值表..... 268
附錄 A - C 隨機常態變異表..... 269
附錄 A - D 標準化常態分配函數 $F(S)$ 270
附錄 B 一般常用符號總彙..... 271

第一篇

基本資本方案、評估技術

第一章 導論及成本觀念

Introduction and Cost Concepts

「工程經濟分析」乃是一門以貨幣價值或經濟效用為評價基礎，而用來評比、抉擇方案的技術。隨著工業科技的益趨複雜及進步，經濟上之決策分析亦變得較以往困難，而須以更嚴謹的態度來處理。原則上我們都是將各不同方案予以化簡，並使之計量化，以便易於比較評估。事實上藉著工程經濟分析的各種技術，可以使我們在各個可行方案中選擇最正確的一個，尤其在公司裡方案投資的正確與否常掌握了企業經營成敗的關鍵，故工程經濟分析乃經營管理者所必須具備的基本知識。

工程經濟分析中「估計」的角色與重要性 (Importance of Estimates in Economic Analyses)

工程經濟分析既用於處理未來可行方案之抉擇，很自然的，管理者必須著重於估計未來發展的情況，然而影響未來的因素如是之多，如何方能將估計值估計得接近未來的真值，則是此門學問中最困難的一部份。常用的解決之道，則以過去的資料為基準來估計、預測，而過去資料的來源則以企業會計記錄為主。對於「估計」方面的問題，我們將於第十章予以詳細討論，而對於一些「成本」的觀念則於本章加以介紹。

成本觀念的簡介 (Cost Concepts)

成本一詞在不同的場合有其不同的意義，完全須視其用途而定。經由公司的傳統會計所取得的財務記錄，主要著眼於過去所發生的事實，而用來決策的成本觀念，則著重於未來執行某一方案時所預計產生的現金或效益流量。實際上不同觀念的成本因素經組合後適可解決許多性質不同的管理問題，但我們必須謹記一點就是，會計人員的觀點與工程經

濟分析人員的觀點係處於相反的立場，前者是“歷史學家”，後者不妨說是“機運開創者”，以下幾節即將成本的觀念一一予以敘明。

會計上製造成本的分類

會計的功能在於記錄企業經營上財務狀況的變動。通常我們將會計上製造成本分為三大類：

1. 直接人工 (Direct labor)
2. 直接材料 (Direct material)
3. 製造費用 (Overhead)

所謂直接人工成本或直接材料成本，係指所發生的人工或材料成本可直接歸屬於某一批產品或訂單，譬如生產電子產品的線上作業員之工資，及電子零件的材料費用即屬此類成本。反過來說，間接人工成本或間接材料成本係指，所發生的成本不易歸屬於某一批之產品或訂單，譬如線上管理人員的薪資及作業時所使用的手工具等皆是，會計上乃是以分攤的方法將成本劃歸至各批產品或訂單，此類成本即前述第三類的製造費用，其他尚如水電費、維護費用、折舊、保險費等皆是。這些間接成本或製造費用的分攤方法，以及工程經濟分析中如何利用這些成本資料，將於第十章「應用會計資料於估計」一節中詳論。

對於沒有學過會計的讀者，可參考附錄 1 - A 內一些基本的會計觀念及架構，此將有助於工程經濟分析而達成正確的決策。

機會成本

在我們生活的現實環境裡，資源的稀少性乃一普遍的現象，因此當一部份的資源用於某一用途後，此一部份的資源就不能再用於其他獲利性的場合，此一潛在的獲利性即所謂使用此一資源的機會成本。舉例而言，公司進行的某一方案須利用自身所擁有的一座空庫房，則使用此一空庫房的機會成本則為公司將此一空庫房出租所獲得的利潤；另舉一個例子，一個學生如進入社會工作，每年可賺得 5,000 元薪資，而現捨此工作機會繼續求學，每年並繳學費 2,000 元，則此學生就讀的成本實際應為 7,000 元——2,000 元的現金流出及 5,000 元的收入損失。（此處假設無課稅因素在內，且就學期間亦無謀生能力）

——經濟分析中決定利率水準的機會成本。

機會成本一個相當重要的用途，在於決定某一投資方案應行轉加之利息成本。適當而正確的利息成本不僅止於外借資金利息的付出，尚應包括內部資金因使用於此一方案而損失的利息收入，或潛在的獲利能力。這在以後經濟分析的研討中是一個很重要的觀念，舉例來說，公司擁有經常性的投資通路，譬如存入銀行生取利息或購買短期債券，其利息設若為 $X\%$ ，則公司在計算各項可行方案的成本時，資金成本即為投資金額的 $X\%$ ，而此項成本亦即前述所稱的機會成本。

——設備更新分析中的機會成本

舉另一個例子來說，假設公司準備置換一現存的生產設備，其原始成本為50,000元，目前的帳面價值為20,000元，殘值為5,000元。則我們透過工程經濟分析、研討是否應置換此一設備時，原來機器的投資額應計為5,000元，因為公司若繼續保有此一設備，則喪失了因處分此一設備所得之殘值5,000元。關於此一方面的問題將於第八章詳論。

沈入成本

所謂沈入成本乃源於過去的決策行爲，因此與現行的可行方案決策無關。所以在做經濟分析時可以不考慮沈入成本。

舉例而言，假設某人想買一輛汽車代步，於上週末逛汽車商場時，看中了一輛總價為1,000元的汽車，於是付了訂金50元，而其於本週再去商場時，則又發現了另一輛同樣滿意的車，總價為910元，此時為決定購買那輛車時，前述之訂金50元即屬沈入成本，並不影響購車的決策。亦即此時是考慮第一輛車的成本為950元（ $1,000 - 50$ ），第二輛車為910元。

一般而言，較典型的例子仍存於更新設備的決策行爲中，如有一更新例子，某設備原始成本50,000元，目前帳面價值為20,000元，殘值5,000元，則在經濟分析研討中，50,000元為沈入成本乃不爭之事實，然而另還有一觀點認為帳面價值與可實現之殘值的差價15,000元（ $20,000 - 5,000$ ）亦屬沈入成本，通常我們稱之為帳面損失或資本損失。因此做決策分析時50,000元與15,000元並不列入考慮，除非

15,000 元牽涉到納稅問題時，方行另列入考慮，有關細節將於第八章述明。

延遲成本

所謂延遲成本是指可以避免或可能延至某一段時間後才發生的成本，譬如某些形式的維護費用及管理人員的成本是可以遞延的，一般言之，只要生產能繼續進行的話，就不可避免有成本遞延的情況出現。

重置成本

重置成本正如同其名詞本身一樣，指的是重置某一項產品時所需之成本。在工程經濟分析及決策時，此項成本較諸原始成本更形重要。就如同一個雜貨店有項商品成本為 8 元，售價為 12 元，現在市場價格突然上漲，其重置成本為 14 元，此時不論有無進貨，此項商品售價一定比 14 元要高。

固定成本、增支成本

在生產情況或經濟條件變換時（如購買新設備，改變產能等）有些成本受到影響，有些則否。不受此變動影響的成本，我們常稱之為固定成本，而受此變動影響的成本則稱之為增支成本。此兩個術語在分析不同產能之成本時常用到，而在說明產能變動量很小時，則常以邊際成本（Marginal Cost）來代替增支成本。在工程經濟分析中，我們僅考慮增支成本，因為在評比方案時，只要針對其不同部份即可。

現金成本（Cash Cost）及帳面成本（Book Cost）

現金支出的增加以及負債的增加稱為現金成本，以別於所謂的帳面成本。帳面成本意指並不包含現金支出，而是由於過去的資本支出延至後日攤銷至各期負擔，最常見的例子為資產、設備等之折舊及折耗費用。在經濟分析時我們僅考慮現金成本或潛在的現金流量，而不考慮帳面成本，除非影響到納稅問題時方考慮之。

成本因素 (Cost Factors)

在工程經濟分析評估時所考慮的主要成本等因素列示如下：

投資 (Investment)

經濟壽命 (Economic life)

殘值 (Salvage value)

年收入或年儲金 (Annual revenue or savings)

年支出費用 (Annual expenditures)

直接人工 (Direct labor)

間接人工 (Indirect labor)

直接材料 (Direct material)

間接材料 (Indirect material)

稅額 (Taxes)

保險費 (Insurance)

維護費用 (Maintenance)

電費 (Power)

機會成本

更詳細完整的成本因素以及非貨幣性因素列示於表 17-A-1

(附錄 17-A)

公司經營的目標及非貨幣性的因素

(Objectives of Firm and Nonmonetary Factors)

本書剛開始所提到的是基於經濟或貨幣性需求的基礎上來考慮各種問題，但不可否認的，在評估選擇方案時，尚須考慮許多貨幣性的因素，除了使公司利潤最大化或成本最小化之外，以下所列即為公司其他目標的示例：

最低的損失風險

最大的安全保證

最大的銷售額

最佳的服務品質

降低公司本身的循環變動 (例如季節的影響或產業之淡季、旺季等)

降低經濟循環變動的影響

加強或維持顧客品牌忠誠

因此當我們分析評估一個問題時，先將可以量化的因素予以計量化，貨幣性的因素予以貨幣數值化，然後利用工程經濟分析的技術求取其最佳值，當然僅以此結果做為決策的依據是不正確的，尚須合併其他非量化的因素加權後再予以分析訂定決策，至於如何加權及如何分析其細節則容後詳述。

決策程序中工程師及管理師的角色 (The Role of the Engineer and Manager in Economic Decision-making)

一個工程師可以在其設計的設備、工具或人機系統中完成經濟分析與決策，但現實的環境並不如此單純，尚受制於財務、人工、產能及人為的許多因素，因此管理師即以整體的、系統的觀念來予以整合分析，使技術能與外在的環境更密切的配合，也使資源的利用及分配達到全面的最大效用，因此管理師與工程師在情報溝通及意見交流上愈形重要，相輔相成的缺一不可。

本書範圍及價值 (Scope and Importance)

從第二章至第八章所使用的分析過程均採單一估計值，也就是說一項分析若包含了方案本身投資額、使用年限、殘值、操作費用等的估計值，則不論此些估計值是否正確與肯定，我們仍然以單一估計值的方法來衡量，通常我們稱此種分析是在“確定狀況”下才予以使用。然而如前所述，實際的環境為變動無常的，所以從第十章起我們將統計的變異幅度等列入考慮，以便做出更合理而正確的決策。

姑且不論誰來進行經濟分析，亦不論誰來做最後決策，正確而適時的經濟分析對整個社會及世界的經濟進步扮演相當重要的角色，尤其是公司本身更是如此。由於經濟上的決策常為回收率慢，且須不斷的計劃與執行的巨額資本投資，更因為隨著經濟的成長、研究發展及資本設備亦愈形增加，所以工程經濟分析的科技知識乃相當重要，凡從事於各種產業的幹部人員均應列為不可或缺的常識而隨時修習之。