

中興經營管理叢書

工 程 經 濟

Engineering Economy

Anthony J. Tarquin

Leland T. Blank

郭 東 耀

林 耀 東 魏 燕 君

校訂

原著

校訂

合譯



中興管理顧問公司

發 行

校訂者簡介：郭 東 耀

國立臺灣大學化工系畢業
美國史丹福大學企業管理研究院畢業、
工業工程研究所畢業
現任：東海大學工業工程系主任

譯者簡介：林 耀 東

國立交通大學管理科學碩士
現任：華王電機公司綜合企劃室副理
中原理工學院工業工程系兼任講師
魏 燕 君

國立中興大學會計統計系畢業
現任：國立中興大學統計系助教

版權所有
翻印必究

中華民國六十七年九月初版
中華民國七十年五月四版
中興經營管理叢書

工 程 經 濟

高級精裝本實價新臺幣260元

Anthony J. Tarquin 原著
Leland T. Blank

郭 東 耀 校訂
林 耀 東 魏 燕 君 合譯

發行者 中興管理顧問公司
臺北市民生東路六十六號 新力大樓五樓
電話：五六一六三五六・五六一六三五七
印製者 金氏裝訂有限公司
臺北市長安東路二段六十六號二樓
電話：五四一〇三八二・五二二四一一八

目 錄

中文序版	1
序言	1

第 一 篇

1. 基本概念	1
標準	1
教材說明	1
1.1 基本的專門術語	1
1.2 利息的計算	2
1.3 等值	4
1.4 選擇方案	5
1.5 最低希望報酬率	6
1.6 單利與複利	8
例題解答	10
問題	13
2. 符號與現金流量圖	15
標準	15
教材說明	15
2.1 符號與它們的意義	15
2.2 P F 與 A 的時點配置	18
2.3 現金流量的解釋及表列	18
2.4 現金流量圖	20
例題解答	22
問題	25
3. 因數與它們的用法	29
標準	29
教材說明	30
3.1 一次支付公式之推導	30

3.2	年金現值因數與資本回收因數之推導	32
3.3	年金終值因數與償債基金因數之推導	34
3.4	利息表的用法	35
3.5	利息表的插補法	37
3.6	現值未來值與年金值的計算	39
3.7	計算未知的利率	44
3.8	計算未知的年數	46
	例題解答	48
	問題	52
4.	名義利率與實際利率	55
	標準	55
	教材說明	55
4.1	名義與實際利率	55
4.2	實際利率公式	56
4.3	實際利率的計算	58
4.4	複利週期小於付款週期的計算	59
4.5	複利週期大於付款週期的計算	63
	例題解答	68
	問題	69
5.	複因數的應用	73
	標準	73
	教材說明	73
5.1	現值與未來值的定位	73
5.2	開始於第1年以後的等額數列之計算	76
5.3	包含等額數列與離亂分佈金額的計算	79
5.4	等額及單項支付所相當的年金數列	81
	例題解答	83
	問題	89
6.	固定差額數列	95
	標準	95

教材說明.....	95
6.1 定差數列之定義與現金流量.....	95
6.2 定差公式之推導.....	98
6.3 定差表的使用方法.....	102
6.4 定差現值的定位.....	103
6.5 傳統定差數列之現值與相當的年金數列.....	107
6.6 移動定差數列之現值與相當的年金數列.....	109
6.7 遞減定差.....	111
例題解答.....	114
問題.....	118
7. 折舊與耗減.....	123
標準.....	123
教材說明.....	124
7.1 有關折舊的專門術語.....	124
7.2 額外第一年折舊與投資稅金貸記.....	125
7.3 償債基金折舊法.....	125
7.4 直線折舊法.....	126
7.5 年數加總數折舊法.....	128
7.6 餘額遞減折舊法.....	130
7.7 分組與綜合折舊法.....	133
7.8 所得稅的計算.....	134
7.9 耗減方法.....	136
例題解答.....	138
問題.....	143

第 二 篇

8. 現值與資金成本的評價.....	147
標準.....	147
教材說明.....	147
8.1 壽命相等之選擇方案的現值比較.....	147

8.2	壽命不等之選擇方案的現值比較	149
8.3	資金成本的計算	151
8.4	兩種方案資金成本的比較	154
	例題解答	156
	問題	160
9.	等值年金成本的評價	167
	標準	167
	教材說明	168
9.1	不等壽命選擇方案的研究週期	168
9.2	殘值償債基金法	168
9.3	殘值現值法	170
9.4	資本回收加利息法	170
9.5	由 EUAC 比較選擇方案	171
9.6	永久性投資的 EUAC 值	173
	例題解答	175
	問題	180
10.	報酬率的評價	185
	標準	185
	教材說明	185
10.1	現金流量的表列	185
10.2	以現值法計算報酬率	189
10.3	以 EUAC 法計算報酬率	193
10.4	額外投資之報酬率的解釋	194
10.5	以增額投資分析法評價選擇方案	195
10.6	以 EUAC 法評價選擇方案	198
	例題解答	199
	問題	204

第 三 篇

11.	利潤 / 成本比率與服務壽命的評價	209
-----	-------------------	-----

標準.....	209
教材說明.....	210
11.1 利潤、成本及非利潤的分類.....	210
11.2 利潤、非利潤與成本的計算.....	211
11.3 以利潤 / 成本分析法比較選擇方案.....	212
11.4 多項選擇方案的利潤 / 成本分析法.....	214
11.5 服務壽命分析的目的與公式.....	215
11.6 以服務壽命決定需要壽命.....	216
11.7 以服務壽命計算法比較兩項方案.....	217
例題解答.....	219
註釋.....	224
問題.....	224
12. 重置、報廢與損益平衡分析.....	229
標準.....	229
教材說明.....	230
12.1 保守者 / 挑戰者觀念.....	230
12.2 利用特定的計劃水準作重置分析.....	232
12.3 計算保守者的重置價值.....	235
12.4 決定最低成本壽命.....	236
12.5 由兩項方案中計算損益平衡點.....	238
例題解答.....	242
註釋.....	248
問題.....	248
13. 債券.....	259
標準.....	259
教材說明.....	259
13.1 債券分類.....	259
13.2 有關債券的專有名詞與利息.....	261
13.3 債券現值的計算.....	263
13.4 債券投資的報酬率.....	266

例題解答	267
問題	269

第 四 篇

14. 工程經濟學家的實用會計	273
標準	273
教材說明	274
14.1 資產負債表	274
14.2 損益表及銷貨成本表	276
14.3 會計比率	277
14.4 製造費用的分擔	280
14.5 製造費用的計算與其差異	283
例題解答	284
問題	287
15. 公司稅的結構	293
標準	293
教材說明	294
15.1 一些稅金的定義	294
15.2 基本稅金公式和計算方法	295
15.3 資本利得與損失的稅則	297
15.4 投資稅金貸記的稅則	299
15.5 營業損失的稅則	301
15.6 折舊模式對稅金的影響	301
15.7 虛列稅前報酬率的使用	304
例題解答	304
註釋	308
問題	308
16. 稅後經濟分析	315
標準	315
教材說明	315

16.1	稅後現金流量的表列	315
16.2	利用現值或 EUAC 分析法作稅後分析	318
16.3	稅後報酬率的計算	320
16.4	稅後重置分析	322
16.5	耗減律的稅金影響	324
	例題解答	326
	註釋	331
	問題	331
17.	多項選擇方案的評價	337
	標準	337
	教材說明	338
17.1	互斥方案的選擇	338
17.2	利用增額報酬率的選擇	339
17.3	利用增額利潤 / 成本比率的選擇	344
17.4	資金—預算問題	346
17.5	對資金—預算問題報酬率的解法	347
17.6	對資金—預算問題現值的解法	349
	例題解答	353
	問題	358
18.	設定最小的希望報酬率	365
	標準	365
	教材說明	366
18.1	融資的型態	366
18.2	資金成本	367
18.3	MARR 的變異	367
18.4	貸款融資的資金成本	368
18.5	增股融資的資金成本	371
18.6	平均資金成本的計算	374
18.7	負債 / 權益比率對資金成本的影響	376
	例題解答	377

註釋	382
問題	382
19. 敏感性與冒險性分析	387
標準	387
教材說明	388
19.1 敏感性分析的研究	388
19.2 預測值敏感性的決定	389
19.3 利用因數的三項預測值分析選擇方案的敏感性	393
19.4 經濟的不確定性及期望壽命	395
19.5 經濟方案的期望值	396
例題解答	399
問題	401

附 錄

A 複利因數	409
B 連續複利	441
標準	441
教材說明	441
B-1 連續複利的實際利率	441
B-2 連續複利的利息因數	
B-3 利用連續複利的計算	
B-4 基金的均一流量	
C 問題解答	

第一章 基本概念

本章的目的在於解釋工程經濟學的一些基本專門術語，以及說明形成經濟分析基礎的一些基本概念。

標準

爲了要澈底瞭解本章的內容，您必須能够做到下列各點：

1. 定義金錢的時值、利息與本金。
2. 定義利率與利息週期，如果我們知道本金與利率或總增加金額，試計算在一利息週期內所增加的利息。
3. 定義等值，並且（a）如果我們曉得一目前總金額、等值之未來或過去的時點與利率，試計算相當於目前總金額的金額數，以及（b）若每隔一年之不同金額皆爲等值時，試計算年利率。
4. 定義選擇方案、評價標準與無形的因素。
5. 說明：最低希望報酬率、從一安全性投資中可獲得之報酬率與從一新方案中所期望之報酬率等彼此間的相互關係。
6. 定義單利與複利，若給予年利率及本金，試以單利法與複利法計算數年後增加的總金額。

教材說明

1.1 基本的專門術語

在說明工程經濟的專門術語及基本概念之前，我們似乎應該先定義什麼叫做工程經濟（engineering economy）。簡而言之，工程經

2 第一章 基本概念

濟是爲了要簡化某些經濟上的比較方法所搜集的一些數學技巧。運用這些技巧，我們可以採用合理而有意義的步驟，從經濟觀點去衡量爲達成某一特定目的，所採用之各種不同手段，因此，工程經濟乃是一種有助於決策的工具，運用了它，我們可以選擇出一種最經濟的方案。

爲了要使您能够運用這些技巧，首先您必須瞭解形成工程經濟學研究基礎的一些基本專門術語及基本概念，這些術語及概念我們陳述如下：

常言謂「錢賺錢」，此言著實不虛，因爲如果一個人在今天將他的金錢投資（例如，存入銀行或某些借貸機構），到了明天，他所累積的金錢將比原先投資時的金額增加，這種金錢的累積，稱之爲金錢的時值（time value of money），這是工程經濟學上最重要的概念。你也可以瞭解若某人或某家公司認爲它今天應該借錢，則到了明天，他所欠的錢將要比原先借來的爲多，金錢的時值對這些事實也都有說明。

這種金錢時值的證明卽是我們所謂的利息（interest），它是一種衡量原借款額、原投資額與最後負債額、增加總額的尺度，因此，如果您在過去曾經投資一筆錢，則利息爲：

$$\text{利息} = \text{累積的總金額} - \text{原來的投資金額} \quad (1.1)$$

相反地，如果您在過去曾經借了一筆款，則利息爲：

$$\text{利息} = \text{目前所虧欠的總金額} - \text{原來的借款金額} \quad (1.2)$$

在任何一種情形之下，不論原來的投資金額或借款金額，在金額上都有增加，而所增加者卽爲利息，而原來的投資額或借款額稱之爲本金（principal）。

問題P1.1，P1.2

1.2 利息的計算

當利息以每單位時間原金額的百分比來表示時，其結果稱之爲利

率 (interest rate) 它可由下列公式計算之：

$$\text{利率百分比} = \frac{\text{每單位時間增加的利息}}{\text{原金額}} \times 100\% \quad (1.3)$$

目前利率期間的表示方法，通常為一年期，但是一般也有比一年為短之期間者（如每月1%），因此，用以表示利率的時間單位稱之為利息週期 (interest period)。下面的例題說明了利息與利率的計算方法：

例1.1 Get-Rich-Quick (GRQ) 公司於5月1日投資\$100,000，而在整整一年後回收了\$106,000，試計算（a）由原投資中所獲得的利息，（b）本項投資的利率。

（解答）

（a）利用公式 (1.1)

$$\text{利息} = 106,000 - 100,000 = \$6,000$$

（b）由公式 (1.3) 可以得到

$$\text{利率} = \frac{6,000/\text{年}}{100,000} \times 100\% = 6\%/\text{年}$$

註解：借款的情形，計算方法亦如上，但利息以公式 (1.2) 計算之，例如GRQ公司目前借\$100,000，而一年後還\$110,000，利用公式 (1.2)，利息是為\$10,000，而利率從公式 (1.3) 算出是為每年10%。
////

例1.2 Joe Bilder 先生計劃以5%之利率借款\$20,000，期間一年，試計算（a）利息，（b）一年後總負債額為多少？

（解答）

（a）由公式 (1.3) 可以算出所必須付給的利息為

$$\text{利息} = 20,000(0.05) = \$1,000$$

4 第一章 基本概念

(b) 總負債額是本金與利息的總和，亦即：

$$\text{總負債額} = 20,000 + 1,000 = \$21,000$$

註解：請注意上例之 (b)，總負債額也可由下式計算得之：

$$\text{總負債額} = \text{本金}(1 + \text{利率}) = 20,000(1.05) = \$21,000 \quad \text{////}$$

在上二例中，利息週期都是一年，而利息都是在週期完後立即計算之，但當利息週期要比一年為長時(例如：如果我們希望知道GRQ公司在貸款三年後，所積欠的利息時)，我們便必須要先瞭解利息的支付辦法是採單利或複利計算法，單利與複利的概念在1.6節中將會討論及。

例1.5, 1.6

問題P1.3-P1.5

1.3 等值

金錢的時值與利率二者混合運用便產生了等值 (equivalence) 的概念，它意味著在不同時點的不同金額可具有相等的經濟價值。例如：年利率為6%，今天的\$100將會等於一年後的\$106，因為

$$\begin{aligned}\text{增加總金額} &= 100 + 100(0.06) = 100(1 + 0.06) = 100(1.06) \\ &= \$106\end{aligned}$$

因此，如果某人今天給了您\$100的禮物，或在一年後給您\$106的禮物，您所得者並無不同，因為在任何一種情況之下，一年後您的所得都是\$106！二者的總金額在年利率6%之下都是相等的，但如果利率變動的話，則今天的\$100就不會等於一年後的\$106。為更進一步瞭解等值，我們也可以利用上面的概念去決定數年前的等值，例如，年利率是6%的話，今天的\$100等於一年前的 $100/1.06 = \$94.34$ 。從上面這些例子，我們可以很清楚地看出：在年利率6%之下，去年的\$94.34，今年的\$100與明年的\$106都是相等的，由這些總金額都相等的事實，我們可用它們計算利率如下：

$$\frac{106}{100} = 1.06 \text{ 或 } 6\%/\text{年}$$

及 $\frac{100}{94.34} = 1.06$ 或 6 % / 年

例1.7, 1.8

問題P1.6, P1.7

1.4 選擇方案

所謂選擇方案是指在某些已知的情況之下，我們對問題所選擇的可能解決途徑。事實上，我們所做的每一件事情，都面臨了一些方案的選擇問題，例如：決定要買或是租房子時，我們便需考慮到每天上班的交通問題。同樣地，在實際的工程上，為要完成一件指定的工作，通常都有許多不同的方法，因此，我們必須能夠以一種合理的方法對它們加以比較，以便選擇出一項最經濟的方案。在工程上選擇方案所考慮的觀點一般包括有：資產購置成本（主要成本）、預估資產使用年限、資產每年的維護費用（每年之操作成本）、預估資產的變賣價值（殘值）與利率。在這些實際及預估的資料收集齊全之後，再利用工程經濟分析的方法去決定：以經濟的觀點視之，何者為優。但是若某一特定的工作必須要完成，而沒有另外其他方案可供選擇時，很顯然地，它就不需要作工程經濟分析了。本書中所說明的一些程序，便是要讓您在考慮一些選擇方案時能夠作一正確的經濟決策，正如大部份的工程或科學工作，解決方案是否正確，往往是與那些提供解決問題的預測資料正確與否成正比關係，這亦如電子計算機輸出的答案一般，“無價值的輸入即意味輸出的資料將不會有價值”。

為了能夠對完成某特定目標的許多方法加以比較，它需要有一種評價標準（evaluation criterion）來判斷這些選擇方案，在工程經濟上，通常以金額（dollars）作為比較的基準。因之，若要完成某特定目標，而有許多不同的方案，則我們通常都選擇總成本為最低的方案。

大部份的情況，選擇方案包括有無形的因數（intangible fact-

6 第一章 基本概念

ors)，它無法以金額表示之，例如：由於製造程序的改變而影響作業者士氣的程度問題便是。若當各適用之選擇方案的成本近乎相等時，常常便可以用非數量化，或無形的因數來作為選擇最佳方案的標準。

問題P1.8

1.5 最低希望報酬率

為使投資方案讓投資者看來更為“有利潤可圖”，便必須使他們期望能够獲得比投資金額更多的回收，換言之，他們企求得到一公平的投資報酬率（rate of return）。當利息週期等於或少於一年時，該利息週期之報酬率（RR）百分比為：

$$RR = \frac{\text{回收的總金額} - \text{原投資金額}}{\text{原投資金額}} \times 100\% \quad (1.4)$$

$$RR = \frac{\text{利潤}}{\text{原投資金額}} \times 100\%$$

注意計算報酬率的方法與計算利率的方法，公式（1.3）相同，這兩個名詞在使用上可互換使用，但報酬率一般用於欲決定某項方案或以往投資所獲之利潤時，而利率用於欲決定貸款或債券之固定比率時，這在下章中，將可分辨清楚。如前所言，投資者在投入資金以前，都期望能有一“合理的”利潤或投資報酬率，因之，這個“合理的”報酬率必須大於某特定報酬率，這一般是指從銀行或其他安全性投資行為中所能得到的報酬率，因此，“合理的”報酬率一般都高於銀行利率，因為大部份其他的投資多少都具有冒險性及不確定性，這種“合理的”比率稱之為最低必須報酬率或“最低希望報酬率”（MARR）。

大部份商業及工業機構中，投資資金係屬於有限資源，也就是說：有許多的投資機會可以造成大於 MARR 的報酬率，但是可資運用的投資基金却是有限的。通常進行中的計劃其預期報酬率都要比 MARR 為高，甚而有些計劃的投資報酬率雖大於 MARR，但却由

於資金的限制，而無法適時投資。因此，我們所考慮中的新計劃，除非它的報酬率要比那些雖可行但尚未投資之計劃的報酬率來得高時，我們方予以考慮。圖1.1表示出各不同報酬率值互相間的關係。

我們得首先瞭解的重要概念是 MARR 如何建立，而後對於那些無法產生比 MARR 更高，或僅相等報酬率的投資計劃，我們將認定它們是不符合經濟性的。

問題P1.9，P1.10

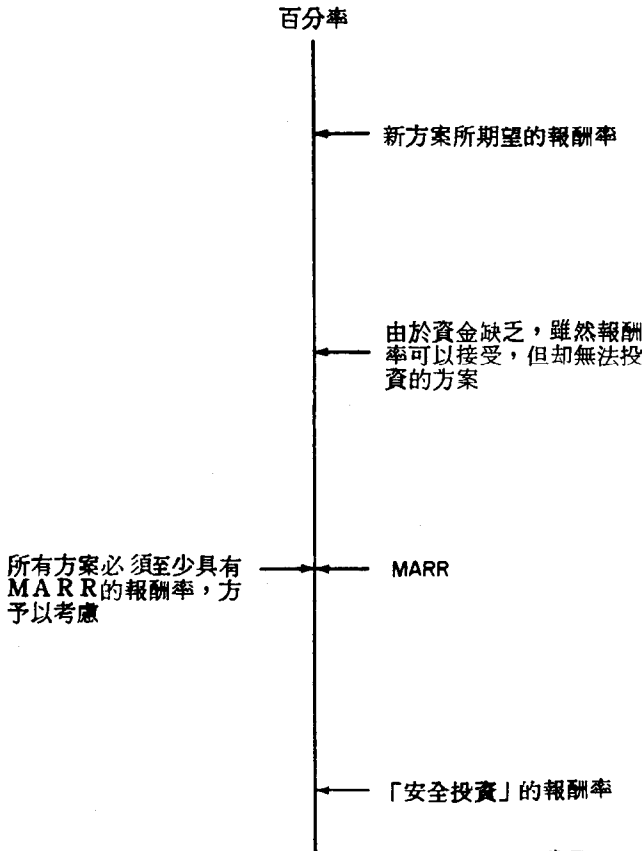


圖1.1 不同報酬率值相互間的關係