

表 2.7 公路經濟分析之基本公式

圖例	公式及說明
	$F=P(CA); CA=(1+i)^n \quad (2.2)$ <p>CA=一次償付複利因素                      一次存款 P，在利率為 i，n 期後一次獲利之本利和 F。</p>
	$P=F(PW); PW=1/(1+i)^n \quad (2.3)$ <p>PW=一次償付現值因素                      在利率 i，n 期後一次獲得本利和為 F 之相當於目前之現值。</p>
	$F=A(SCA); SCA=[(1+i)^n - 1]/i \quad (2.4)$ <p>SCA=定額序列複利因素                      每期定額存款 A，在利率 i，n 期後一次獲得之本利和 F。</p>
	$A=F(SF); SF=i/[(1+i)^n - 1] \quad (2.5)$ <p>SF=基金存儲因素                      n 期後欲一次獲得本利和 F，則每期應定額存儲之款額 A。</p>
	$P=A(SPW); SPW=[(1+i)^n - 1]/i(1+i)^n \quad (2.6)$ <p>SPW=定額序列現值因素                      每期支出一定額款數 A，在利率 i，期術 n 的情況下，相當於現值 P。</p>
	$A=P(CR); CR=i(1+i)^n/[(1+i)^n - 1] \quad (2.7)$ <p>CR=資金還原因素                      目前一次貸款額為 P，則在利率 i，期數 n 的情況下，每其定額償付之款額 A。</p>

表 2.8 複利因素表

利率 i	期數 n	CA= $(1+i)^n$	PW= $\frac{1}{(1+i)^n}$	SF= $\frac{1}{(1+i)^n - 1}$	CR= $\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$	SCA= $\frac{i(1+i)^n - 1}{i}$	SPW= $\frac{i(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$
3%	5	1.1590	0.8626	0.1884	0.2184	5.539	4.580
	10	1.3439	0.7441	0.0872	0.1172	11.464	8.530
	15	1.5580	0.6419	0.0538	0.0838	18.599	11.938
	20	1.8061	0.5537	0.0372	0.0672	26.870	14.877
	25	2.0938	0.4776	0.0274	0.0574	36.459	17.413
	30	2.4273	0.4120	0.0210	0.0510	47.575	19.600
4%	5	1.2167	0.8219	0.1846	0.2246	5.416	4.452
	10	1.4802	0.6756	0.0833	0.1233	12.006	8.111
	15	1.8009	0.5553	0.0499	0.0899	20.024	11.118
	20	2.1911	0.4564	0.0336	0.0736	29.778	13.590
	25	2.6658	0.3751	0.0240	0.0640	41.646	15.622
	30	3.2434	0.3083	0.0178	0.0578	56.085	17.292
5%	5	1.2763	0.7835	0.1810	0.2310	5.526	4.329
	10	1.6289	0.6139	0.0795	0.1295	12.578	7.722
	15	2.0789	0.4810	0.0463	0.0963	21.579	10.380
	20	2.6533	0.3769	0.0302	0.0802	33.066	12.462
	25	3.3864	0.2953	0.0210	0.0710	47.727	14.094
	30	4.3219	0.2314	0.0151	0.0651	66.439	15.372
6%	5	1.3382	0.7473	0.1774	0.2374	5.637	4.212
	10	1.7908	0.5584	0.0759	0.1359	13.181	7.360
	15	2.3966	0.4173	0.0430	0.1030	23.276	9.712
	20	3.2071	0.3118	0.0272	0.0872	36.786	11.470
	25	4.2919	0.2330	0.0182	0.0782	54.865	12.783
	30	5.7435	0.1741	0.0127	0.0727	79.058	13.765
7%	5	1.4026	0.7130	0.1739	0.2439	5.751	4.100
	10	1.9672	0.5083	0.0724	0.1424	13.816	7.024
	15	2.7590	0.3624	0.0398	0.1098	25.129	9.108
	20	3.8697	0.2581	0.0244	0.0944	40.995	10.594
	25	5.4274	0.1842	0.0158	0.0858	63.249	11.654
	30	7.6123	0.1314	0.0106	0.0806	94.461	12.409

#### 2.4.2 公路服務年限

公路服務年限仍指在此年限內，可維持良好之通車情況而無須大規模修繕或重建之謂。公路各部份之服務年限約如表 2.9，惟在公路經濟分析時其服務年限以不超過 40 年為宜。

表 2.9 公路各部份之服務年限

公路部份	服務年限 (年)
路界用地	75~100
土方	60~100
涵洞及小型排水設施	25~50
擋土牆及一般混凝土構造物	40~75
砌石防護工程	20~50
橋及其他主要結構物	50~75
路面：碎石路面	3~10
低級瀝青路面	5~12
中級瀝青路面	12~20
高級剛性路面及柔性路面	18~30
號誌及其他交通控制設施	5~20

### 2.4.3 公路經濟分析法

下列諸分析法中所用代號的意義如下：

- C = 公路建築一次投資之資本費用。
- S = 在公路使用年限末期之公路構造物的殘餘價值。
- M = 在公路使用年限內之分年養護費。
- U = 在公路使用年限內之分年公路使用者費用。
- n = 公路之使用年限。
- i = 利率。

#### 一、分年費用法

將每一方案之殘餘價值 S 改為現值  $S(PW-i-n)$ ，再由基本費用 C 中扣除後化為每年支出  $[C-S(PW-i-n)](CR-i-n)$ ，其分年支出與分年公路使用者費用及養護費用之和最小者，經濟價值較高，其式如下：

$$\begin{aligned} \text{等值分年費用 EUAC} &= [C-S(PW-i-n)](CR-i-n) + M + U \\ &= [C(CR-i-n) - S(SF-i-n)] + M + U \end{aligned} \quad (2.8)$$

#### 二、現值法

將每一方案之殘餘價值 S，分年公路使用者費用 U 及養護費用 M，化為現值後，與資本費用 C 之總和最小者經濟價值較高，其式如下：

$$\begin{aligned} \text{現值 PW} &= (EUAC)(SPW-i-n) \\ &= [C-S(PW-i-n)] + (M+U)(SPW-i-n) \end{aligned} \quad (2.9)$$

#### 三、益本比法

每兩方案互相比較，A 案公路使用者較 B 案所獲之利益（即節省費用）

高於因興建或改善該路而增加之費用支出，則 A 案優於其所比較之方案。

$$\text{A 案對於 B 案} = \frac{\Delta U}{\Delta H} = \frac{U_B - U_A}{H_A - H_B} \quad (2.10)$$

若  $\frac{\Delta U}{\Delta H} > 1$  則 A 案優於 B 案。

若  $\frac{\Delta U}{\Delta H} < 1$  則 B 案優於 A 案。

式中： $H_A = [C - S(PW - i - n)]_A (CR - i - n)_A + M_A$

$H_B = [C - S(PW - i - n)]_B (CR - i - n)_B + M_B$

#### 四、投資報酬率法

將每一方案求得之效益與所投資本的比值求算投資的報酬率。即設置基金 F，此資金支付投資額  $I = C - S(PW - i - n)$  後剩餘款按複利計算每年收入  $e = (F - I)(CR - i - n)$ ，則分年總收益除 e 外，尚有公路使用者費用及養護費用節省的收益，此分年總收益與基金的比值由資金還原因素  $(CR - i - n)$  可算得在使用年限 n 之利率 i，此利率 i 即為投資報酬率，其計算式如下：

$$(CR - i - n) = \frac{B}{F} \quad (2.11)$$

在已知 n 及 B/F 由資金還原因素表查得 i，或由式 (2-7) 計算之。上式中： $B = \Delta B + e = [(U + M)_B - (U + M)_A] + \{F - [C - S(PW - i - n)](CR - i - n)\}$

**例題 2.1** 設有一雙車道公路，路段長 10 公里，路面情況惡劣，不足負荷日漸增加之交通量，因之擬定兩個改善方案：

甲案：就原有路面加以翻修並加固及放寬或改建構造物，以提高原有路線之標準。經改善後  $\pm 4\%$  之縱斷坡度各長 510 公尺曲率半徑 100 公尺之平曲線共長 500 公尺。

乙案：將原有路線廢棄新闢路線，新線較舊線短 2 公里， $\pm 2\%$  之縱斷坡度各長 440 公尺，曲率半徑 150 公尺之平曲線共長 620 公尺。

甲、乙案之工程費殘餘價值及養護費如下：

項 目	甲 案	乙 案
工程費用 (元)	9,374,000	97,720,000
殘餘價值 (元)	750,000	650,000
養護費 (元/公里)	38,000	30,000

根據交通量調查分析的結果，估計 20 年內，平均每日交通量小客車 1,200 輛，大貨車 300 輛。改善或新建後，平均行駛速率甲、乙兩案均為 60 公里/小時。試按年利率 3% 作此兩方案之經濟分析。

解：

甲、年行駛費用之計算

方案	$U=365A (\sum L_1 U_1 + \sum L_2 U_2 + \sum L_3 U_3 + \dots)$	合計 (元)
小客車	$U_1 = 365 \times 1200 [8.98 \times 5.563 + 0.51(7.167 + 4.791) + 0.5 \times 1.095]$	
甲案	=24,791,597	
大貨車	$U_2 = 365 \times 300 [8.98 \times 21.721 + 0.51(29.403 + 20.684) + 0.5 \times 2.904]$	
	=24,314,579	49,106,176
小客車	$U_1 = 365 \times 1200 [7.12 \times 5.563 + 0.44(6.365 + 4.816) + 0.62 \times 0.710]$	
乙案	=19,696,159	
大貨車	$U_2 = 365 \times 300 [7.12 \times 21.721 + 0.44(25.354 + 18.792) + 0.62 \times 1.879]$	
	=19,189,080	38,885,239

乙、養護費用

方案	長度 (公里)	每公里每年之養護費 (元)	總分年養護費 (元)
甲案	10	38,000	380,000
乙案	8	30,000	240,000

丙、經濟分析

項目	方案	
	甲案	乙案
1. 資本值 C (元)	9,374,000	97,720,000
2. 殘餘價值 S (元)	750,000	650,000
3. $R = [C - S(PW_{-3\%, -20})](CR_{-3\%, -20})$ $= (C - S \times 0.5537) \times 0.0672$ (元)	602,026	6,566,784
4. 分年養護費 M (元)	380,000	240,000
5. 分年用路者費用 U (元)	49,106,176	38,885,239
分年費用 $EUAC = R + M + U$ (元)	50,088,202	45,692,023
I. 分年費用法之優勢比較	(2)	(1)
6. $PW = [C - S(PW_{-3\%, -20})] + (M + U)(SPW_{-3\%, -20})$ $= (C - S \times 0.5537) + (M + U) \times 14.877$ (元)	745,164,202	679,426,276
II. 現值法之優勢比較	(2)	(1)
7. 乙案比甲案 $(U_B - U_A)$ (元)		10,220,937
$(H_A - H_B)$ (元)		5,842,750
乙案比甲案之益本比 $(U_B - U_A) / (H_A - H_B)$		1.75
III. 益本比之優勢比較	(2)	(1)

8.對甲案之超益 $\Delta B=(U+M)_B-(U+M)_A$	(元)	0	10,360,937
9.投資額 $I=C-S(PW_{.3\%-20})$	(元)	8,958,725	97,360,095
10.可利用之基金 F	(元)	97,360,095	97,360,095
11.剩餘基金 $\Delta F=F-I$	(元)	88,401,370	0
12.剩餘基金之分年收入 $e=\Delta F(CR_{.3\%-20})$ $=\Delta F \times 0.0672$	(元)	5,940,572	0
13.總分年收益 $B=\Delta B+e$	(元)	5,940,572	10,360,937
14. $(CR_{.i-20})=B/F$	(元)	0.061016	0.106419
15.投資報酬率 I	(%)	2	8.5
IV.投資報酬率之優勢比較		(2)	(1)

## 2.5 公路財政之來源

### 2.5.1 公路受害者

公路建築後，受益者有：(1) 公路使用人、(2) 公路兩旁之各種不動產之所有者、及 (3) 社會上之公眾。

公路使用人之受益是直接，其所受之利益有：

1. 運輸費用較前低廉。
2. 交通較前便利舒適，且較節省時間。
3. 旅行遊覽較前便利。
4. 促進工商業之發展。

路旁不動產所有人所得之利益有：

1. 公路附近區域之交通得以啓發。
2. 公路附近之地價得以高漲。
3. 公路附近之出產物得以運輸。
4. 公路附近居民之生活得以改善。

社會上大眾之受益是間接的，其所受利益是由於交通發達，運輸成本降低，促進：

1. 公路附近區域得以發展。
2. 貨物價格得以減低。
3. 郵政、衛生、教育得以普及。
4. 國防得以鞏固。

### 2.5.2 公路稅收

用路者即蒙受公路所給予之利益，則其對公路就應盡其義務，一般由主管機關向其徵收牌照稅、燃料機油稅、汽車營業稅、重車特別稅。

公路之興建，社會上大眾亦常蒙受其利，因之政府多將向社會群眾徵收之房地產捐、營業所得稅，及其他稅收中撥出一部份作為公路興建之財源。

## 投資報酬率法補充實例

	甲案 (B)	乙案 (A)
A. 等額年值法 (n=20, i=3%)		
I	0.60 M	6.57 M
M	0.38 M	0.24 M
U	49.11 M	38.89 M
B. 現值法		
I	8.96 M	97.36 M
M	5.65 M	3.57 M
U	730.58 M	578.51 M
C. 投資報酬率法		
對甲案之超益 $\Delta B$	0	10.36 M
投資額 I	8.96 M	97.36 M
可用基金 F	97.36 M	97.36 M
剩餘基金 $\Delta F$	88.40 M	0
剩餘基金之分年收入 e	5.94 M	0
總分年收益 $B = \Delta B + e$	5.94 M	10.36 M
$\text{crf}(i, 20) = B/F$	0.06	0.106
投資報酬率 i (%)	2	8.5