

通貨膨脹情況下之工程方案現值法分析及其影響

Study on Present Worth Analysis Under Inflation for Engineering Planning (Alternatives Analysis and Screening)

※陳益榮

摘要

工程方案分析係規劃階段之重要工作，依據分析結果，始可決定工程主體內容，其重要性可想而知，因此分析必須儘量尋求客觀，切合實際，以避免規劃偏失。

工程方案分析必須包括貨幣性效益及非貨幣性效益之分析和比較，惟本文僅討論貨幣性效益方面，亦即所謂工程經濟分析。雖然工程經濟方案之分析方法有多種，但現值法係兼顧貨幣賺錢能力 (The Earning Power of Money) 及購買能力 (The Purchasing Power of Money)，將不同期之投資方案換算為同一基期現值予以比較，為一主要之工程經濟分析方法，其應用範圍頗廣，故本文特別介紹之。

現值法之分析在早期 (尤其在第二次世界大戰前) 物價較平穩，通貨膨脹率很小時，僅以貨幣之賺錢能力因素分析比較，即能切合實際，尋得適當方案。及後物價水準逐漸上昇，特別石油危機發生以後尤烈，處此情況下，現值法分析須再考慮貨幣之購買能力因素，使分析結果更能符合實際之情況，如在物價上昇情況，仍不考慮通貨膨脹且以銀行利率計算現值因素即產生偏失；但在單一工程方案中用現值法分析，考慮貨幣購買能力因素時可依兩種方式為之，一為依照預計之通貨膨脹率，將每年之現金流動、投資支出與收益以實際貨幣列計，再以名目利率 (銀行利率：包括實質利率與通貨膨脹率) 當作貼現率換算為現值。另一為將每年之現金流動以實質貨幣 (亦即不考慮通貨膨脹率) 列計，再以實質利率貼現換算為現值，兩種方法所計算得之現值相同，結論亦一致。

故在通貨膨脹環境下，分析不同工程方案，計畫期間內，現金流動以實際貨幣表示，須名目利率貼現。如以實質貨幣表示，則須以實質利率貼現。

一、前言

工程規劃係設計工作之前提，規劃完善與否，將影響工程投資是否正確。因此工程界均很重視規劃工作。一項工程於規劃階段，通常需研提所有之可行性方案，再以貨幣性及非貨幣性效益等因素加以分析比較，以選擇最佳之工程方案，決定工程內容，以為日後細部設計之依據。方案分析關係到工程之定向，因此方案分析必須謹慎客觀，切合實際，規劃工作始不致偏失。

工程方案分析必須包括貨幣性及非貨幣性效益之分析比較，缺一不可，後者係指環境影響，工程實施難易等，本文僅討論貨幣性之分析，即一般所謂之工程經濟分析中通貨膨脹情形下，現值法之應用及其影響。

※環境及水利工程師

工程經濟分析方法計有現值法，年成本法及投資報酬率法等多種。惟工程規劃時，吾人常遇到互斥性各種不同投資型態之方案，如不同工程投資額，同工程投資額不同支付期，同完工期工程投資及不同完工工期工程投資等，涉及時間、金額及支付期不同等問題，亦即牽涉到貨幣之賺錢能力（The Earning Power of Money）及購買能力（The Purchasing Power of Money）之經濟條件變化因素。現值法可兼顧這些因素，可將各種不同型態之工程投資方案化成同一基期之現值後加以比較，適用範圍很廣。故本文特提出研討供工程界參考。

早期現值法分析，因物價水準平穩，通貨膨脹率很小，所以各方案各年期之現金流動（支出與收入）均不予考慮通貨膨脹率，此時銀行利率（名目利率）即等於實質利率，以其當作貼現率分析，其結果尚能符合實際情況，爾後物價水準逐漸明顯上昇，銀行利率雖是名目利率，但不再是實質利率。故計畫目標年較長之計畫，須預計有通貨膨脹之情況存在，應用現值法分析時須顧及此一因素，始不致有顧此失彼之慮。本文之主旨在說明，時間較長之計畫，預計有通貨膨脹時，因物價之上漲結果，使計畫時間內任何時期之現金支出均呈增加趨勢。現值法之現金流動（Cash-flow）需依實際情況列計，因此現值法分析必須考慮通貨膨脹之可能情形。但利率及通貨膨脹率常因時期不同而有不同之更動，為說明方便計，本文以預期之平均單率予以分析計算，惟實際應用時，使用單率，複率或兩者一併使用，則需審慎分析選擇之。

三、現值法之傳統分析：

在物價水準平穩情況下，設無通貨膨脹情況，各年期之工程投資或營運費用支出均以相同之金額列計，計算頗為簡化。

表 1 （設名目利率為 10 %）

年	期初投資	生產成本	收 益	淨利所得	現 值 係 數 (貼現率 10 %)	淨利現值
0	- 15000			- 15000	1	- 15000
1		- 5200	10000	4800	6.145	29496
2		- 5200	10000	4800		
3		- 5200	10000	4800		
4		- 5200	10000	4800		
5		- 5200	10000	4800		
6		- 5200	10000	4800		
7		- 5200	10000	4800		
8		- 5200	10000	4800		
9		- 5200	10000	4800		
10		- 5200	10000	4800		

合 計

14496

三、考慮通貨膨脹率之現值分析：

3-1 有關之專有名詞定義

在討論通貨膨脹下之現值法分析，對於幾個名詞必須先加以說明定義（參考 The Industrial Engineer & Inflation by William G. Sullivan, P.E. James A Bontadelli P.E.）。

1. 實際貨幣 (Actural dollars) A \$:

於任何年期，實際上任何現金流動，例如某人之月薪現在為新台幣 20000 元，2 年後月薪為 25000 元。

2. 實質貨幣 (Real dollars) R \$:

於任何年期，實際上任何現金流動數量，均以以前某一基準年為準，以具有與基準年相同之購買力之貨幣表示，例如二年後之月薪雖由現在之 20000 元調昇為 25000 元，如以現在為準，因購買力降低影響二年後 25000 元之月薪，其購買力可能為現在實質貨幣之 21000 元。

3. 一般通貨膨脹率 f :

貨幣對於一般物品購買力降低率。

4. 某一物品年物價差異上揚率 e_k'

某一物品年物價上揚率與年通貨膨脹率差異數，它可為正亦可為負。

5. 某一物品年物價上揚率 e_k

某一物品年物價上揚率，取決於一般通貨膨脹率 f 及年物價差異上揚率 e_k' ，其關係如下：

$$(1 + e_k) = (1 + f)(1 + e_k')$$

如某一物品年物價上揚率 e_k 與一般通貨膨脹率 f 一致，則 e_k' 為零， $e_k = f$ 。

6. 實質利率 i_r

實質利率，在無一般通貨膨脹率 f 情形下之利率，通稱貨幣賺錢力亦即所謂實質資金成本，或實質貨幣利率，在無通貨膨脹情況下等於名目利率。

7. 名目利率 i_o

名目利率，可因一般通貨膨脹率 f 與實質利率相加或減所決定之利率。它同時考慮通貨膨脹率與資金賺錢能力，又稱市場利率、綜合利率，或名目資金成本，如以此利率當貼現率時，所有現金流動，必須均以實際貨幣表示，其與實質利率，通貨膨脹率之關係如下：

$$(1 + i_o) = (1 + f)(1 + i_r)$$

$$\text{即 } i_o = i_r + f + i_r f$$

3-2 現值 P 關係式

由複利定義推算現值公式如下：A \$ = P (1 + i_o)ⁿ 而 A \$ = R \$ (1 + f)ⁿ

$$P = A \$ (1 + i_o)^{-n} = \frac{A \$}{(1 + i_o)^n}$$

P : 現值

n : 年期間

其他：同前

$$P = R \$ (1 + f)^n / (1 + i_e)^n \dots\dots\dots(1)$$

$$1 + i_e = (1 + i_r) (1 + f)$$

$$P = \frac{R \$}{(1 + i_r)^n} \dots\dots\dots(2)$$

由(1)式可知，於求現值時，如現金流動以實際貨幣列計，則需以名目利率（資金成本）當貼現率，由(2)式知以實質貨幣列計，則需以實質利率（資金成本）當貼現率，二者計算之現值結果相同。

再以上例依此公式計算現值，說明公式之關係。設通貨膨脹率 f 為 6%，實質利率 i_r 為 4%，則名目利率 i_e 為 $(0.04 + 0.06 + 0.04 \times 0.06) 0.1024$ （即 10.24%）。投資方案相同，以公式(1)及(2)不同之現值計算，仍得相同之現值，此關係仍以表 1 之基本資料計算，將通貨膨脹因素，列於現值法計算，其結果如表 2 及 3。

表 2 以實質貨幣計算現值

(1 在通貨膨脹情形下但以實質貨幣表示)
 (2 貼現率以實質利率 4 % 計算)

年	期初投資 ※	生產成本 ※	收 益 ※	淨利所得 ※	現 值 係 數 (貼現率 4 %)	淨利現值
0	- 15000				1	- 15000
1		- 5200	10000	4800	8.111	38932
2		- 5200	10000	4800		
3		- 5200	10000	4800		
4		- 5200	10000	4800		
5		- 5200	10000	4800		
6		- 5200	10000	4800		
7		- 5200	10000	4800		
8		- 5200	10000	4800		
9		- 5200	10000	4800		
10		- 5200	10000	4800		
	合 計					23932

※本表之計算，雖然在通貨膨脹情形下，但其支出與收益均以實質貨幣表示。依上述公式以實質利率 4 % 貼現，計算淨現值。

表 3 以實際貨幣計算現值

(1 在通貨膨脹情形下但以實際貨幣表示之)
 (2 貼現率以名目利率 10.24 % 計算)

年	期初投資 ※	生產成本 ※	收 益 ※	淨利所得 ※	現 值 係 數 (貼現率 10.24%)	淨利現值
0	- 15000			- 15000	1	- 15000
1		- 5512	10600	5088	0.907	4615
2		- 5843	11236	5393	0.823	4438
3		- 6193	11910	5717	0.746	4265
4		- 6565	12625	6060	0.677	4103
5		- 6959	13382	6423	0.614	3944
6		- 7376	14185	6809	0.557	3793
7		- 7819	15036	7217	0.505	3645
8		- 8288	15938	7650	0.458	3504
9		- 8785	16895	8110	0.416	3374
10		- 9312	17908	8596	0.377	3241
	合 計					23932

※本表之計算是在通貨膨脹情形下以實際貨幣及名目利率 10.24 % 計算淨現值。

由表 2 及表 3 顯示，以實際貨幣計算現值時，用名目利率（資金成本）當作貼現率，與以實質貨幣計算現值時，用實質利率（資金成本）作貼現率，則兩者均得相同之現值。計算雖然不同，結果仍將一致。

至於在通貨膨脹環境下，如以實質貨幣表示現金流動，而又以銀行利率即名目利率（亦即名目資金成本），當貼現率，不符合實際情況，對於初期投資較小後續投資大的方案尤然。在自來水工程規劃，常常遇到是否使用動力之方案選擇問題，如使用動力，通常初期之工程建設費較小，但工程施設以後，尚需有陸續之其他投資，如動力費，人員操作費，有限壽命之機械再購買費等，即本文所謂之初期投資較小而有後續投資之方案。如不使用動力，初期投資較大，而後續投資比採用動力方案為小，兩個特性顯然不同之方案，將因是否考慮通貨膨脹因素，而使分析結果截然不同。茲舉下列例子說明。

方案 A：

表 4 初期投資較小而有後續投資之方案

年期	投 資 ※	營運費 ※	收 益 ※	淨利所得 ※	現 值 係 數 (貼現率 10.24%)	淨利現值
0	- 10000			- 10000	1	- 10000
1		- 700	3000	2300	3.153	7152
2		- 700	3000	2300		
3		- 700	3000	2300		
4		- 700	3000	2300		
5	- 3000	- 700	3000	- 700	0.614	- 430

6		- 700	3000	2300	1.936	4453
7		- 700	3000	2300		
8		- 700	3000	2300		
9		- 700	3000	2300		
10	- 3000	- 700	3000	- 700	0.377	- 264
11		- 700	3000	2300	1.420	3266
12		- 700	3000	2300		
13		- 700	3000	2300		
14		- 700	3000	2300		
15		- 700	3000	2300		
合 計						4177

※本表 4 說明，在物價上漲環境中，方案 A 之任何期之支出與收入以實質貨幣計算，却不考慮通貨膨脹因素（即不用實際貨幣計算），且以名目利率貼現計算淨現值之結果。

方案 B：

表 5 初期投資較大而後續投資較小之方案

年期	投 資 ※	營運費 ※	收 益 ※	淨利所得 ※	現 值 係 數 (貼現率 10.24%)	淨利現值
0	- 20000			- 20000	1	- 20000
1		- 200	3000	2800	7.5	21000
2		- 200	3000	2800		
3		- 200	3000	2800		
4		- 200	3000	2800		
5		- 200	3000	2800		
6		- 200	3000	2800		
7		- 200	3000	2800		
8		- 200	3000	2800		
9		- 200	3000	2800		
10		- 200	3000	2800		
11		- 200	3000	2800		
12		- 200	3000	2800		
13		- 200	3000	2800		
14		- 200	3000	2800		
15		- 200	3000	2800		
合 計						1000

本表 5 同表 4，在物價上漲環境中，方案 B 任何期之支出與收益以實質貨幣計算均不考慮通貨膨脹因素，且以名目利率貼現計算其淨現值之結果。

表 4，表 5 兩種特性不同之投資方案，如處在通貨膨脹環境裡，而不予考慮通貨膨脹，則由表 4，5 以實質貨幣及名目利率現值之結果，顯然是表 4 之初期投資較小而有後續投資之動力方案淨利現值為大，從工程經濟方面看，應是較表 5 之不用動力方案為佳。但是違背以實質貨幣及實質利率或實際貨幣及名目利率計算現值之法則，如同樣兩種方案，考慮計畫期間之平均通貨膨脹率為 6%，以實質貨幣及實質利率 4%，計算現值，如表 6，7。

則兩方案之分析結論完全相反，表 4 之方案 A 動力方案則變為不利，因此是否考慮通貨膨脹及是否採用同性質之貨幣及利率成為重要關鍵。有後續投資之方案在考慮通貨膨脹情形下，如使用之貨幣及利率性質不相同，則所計算之現值，不甚正確，而使此方案變為不可執行，不可執行之方案自然不能提出加以比較。惟考慮通貨膨脹因素後，依採用與利率同性質貨幣列計後續投資所需之資金及收益額，使各方案均基於可執行之相同基礎條件下，加以比較，始較合理。故本文主張，計畫年限較長，預計有通貨膨脹之情況於方案分析現值計算時，應根據上述原則加以考慮和區別。

四、結語：

較短期之工程計畫，且在物價尚穩定情況下，以現值法分析比較工程方案時，不必要考慮通貨膨脹，計算簡便而能符合實際。然而較長期之工程計畫、預期、物價水準有明顯上昇情況，則需考慮通貨膨脹因素，尤其對投資型態迥異之方案比較，影響更加顯著，已如前節所述。至於未來之通貨膨脹率，難予正確預測，簡易克服之道可以貼現率敏感度（須含蓋通貨膨脹因素）分析判斷。其他方法更有外國學者著文論述將利率及通貨膨脹率加以綜合分析出其預測係數以應用於現值法之分析。於此，足以說明在物價上昇情況，以淨現值法分析比較工程方案時，實須考慮通貨膨脹因素，以及貨幣之表示和利率之採用是否一致，以求其客觀正確分析結果。

表 6 初期投資小後續投資大之方案

年期	投資	營運費	收益	淨利所得	現值係數 (貼現率 4%)	淨利現值
	※	※	※	※		
0	- 10000			- 10000	1	- 10000
1		- 700	3000	2300	3.631	8351
2		- 700	3000	2300		
3		- 700	3000	2300		
4		- 700	3000	2300		
5	- 3000	- 700	3000	- 700	0.822	- 575
6		- 700	3000	2300	2.985	6865
7		- 700	3000	2300		
8		- 700	3000	2300		
9		- 700	3000	2300		
10	- 3000	- 700	3000	- 700	0.676	- 473
11		- 700	3000	2300	3.0095	6922

12	- 700	3000	2300
13	- 700	3000	2300
14	- 700	3000	2300
15	- 700	3000	2300

合 計

11090

※本表 6 說明，在物價上漲環境中，方案 A 任何期之支出與收益均考慮通貨膨脹因素，但為計算方便，均以實質貨幣表示以實質利率貼現計算其淨利現值之結果。

表 7 初期投資大後續投資小之方案

年期	投 資 ※	營運費 ※	收 益 ※	淨利所得 ※	現 值 係 數 (貼現率 4%)	淨利現值
0	- 20000			- 20000	1	20000
1		- 200	3000	2800	11.118	31130
2		- 200	3000	2800		
3		- 200	3000	2800	同	
4		- 200	3000	2800	表	
5		- 200	3000	2800	6	
6		- 200	3000	2800		
7		- 200	3000	2800		
8		- 200	3000	2800		
9		- 200	3000	2800		
10		- 200	3000	2800		
11		- 200	3000	2800		
12		- 200	3000	2800		
13		- 200	3000	2800		
14		- 200	3000	2800		
15		- 200	3000	2800		

合 計

11130

※本表 7 說明，在物價上漲環境中方案 B，任何期之支出與收益均考慮通貨膨脹因素，但為計算方便，均以實質貨幣表示，以實質利率貼現計算其淨利現值之結果。

本文參考資料

1 Engineering Economy Sixth Edition 第 5, 7 章

by G. J. Thuesen and W. J. Fabrycky

2 工程經濟與決策分析 千住鎮雄，篠田精一，伏見多美雄，山口俊和原著
清華大學陳光辰譯

中興管理顧問公司印行

3 The Industrial Engineer & Inflation

by William G. Sullivan, P.E.

University of Tennessee Knoxville, TN.

James A. Bontadelli, P.E.

Tennessee Valley Authority, Knoxville, TN.

4. 工程成本分析 科技圖書股份有限公司出版 曾慧鶯譯述

Cost Engineering Analysis by William R. Parb.

5. The Role of Interest and Inflation Rates in Present-Worth
Analysis in the United States.

By Donald S. Rener Harvey Mudd College

Saleem A. Ganiy SWECO Inc.