

## 第7章 營造施工階段之成本估價探討

在營造施工階段，依契約所訂之工程費付款方式，承包商與業主按期辦理估驗計價，以實際完成工程之數量及契約單價計算其金額；遇變更設計時，其變更圖說或合約內容有涉及契約數量、金額之調整，應計算出變更追加減之預算；待承包商完工及業主驗收合格後，辦理移交手續及業主給付該工程之結算總價。

本章將介紹營造施工階段之成本估價作業流程、成本估價方法及透過案例講解。

### 7.1. 營造施工階段之成本估價作業流程

#### 7.1.1. 工程專案營造施工階段之成本估價作業流程

業主、設計單位、承包商先作開工前之準備，待承包商向業主及建築主管機關申報開工後，業主及監造單位即監督承包商之施工執行，承包商按期依實際完成工程數量及契約單價計算該期估驗計價之金額，待設計單位審查後，交由業主核可並支付該期計價金額；遇到需要變更設計時，依變更圖說或合約內容計算其變更追加減預算。

最後，承包商施工完成及向業主提報竣工，業主、設計單位、承包商將進行驗收確認工作，待工程驗收完成後，辦理移交手續及業主支付工程之結算總價。

工程專案營造施工階段之成本估價作業流程可參考如圖 7.1 所示。

作業階段	工程專案之成本估價流程				工程專案之作業流程					
	估價成本	估價成本	估價層次	估價流程	作業流程	作業內容	參與者權責劃分			
							業主	專案管理廠商	A/E	營造廠商
營造施工	計價金額	營造廠	細估	實際完成工作之數量 ↓ 契約單價 ↓ 總計 ↓ 計價金額	開工前準備作業 ↓ 計算 ↓ 提供	承包商： 1. 工區調查、鄰房調查、臨時水電、障礙排除、施工前會勘說明。 2. 提報品質計畫、總體施工計畫、施工預定進度、分包計畫。 設計監造單位： 1. 成立監造單位、提報監造計畫。 2. 審查廠商施工、品質計畫，並監督執行。 主辦機關： 1. 審查監造計畫及監督其執行	準備	準備	準備	準備
	變更預算	營造廠、專案管理廠商、A/E	細估	變更追加減工程項目之數量 ↓ 單價分析 ↓ 總計 ↓ 變更預算	開工 ↓ 施工 ↓ 變更設計 ↓ 估驗計價	承包商向業主提出開工報核，及向建築主管機關申報開工。 承包商施工執行，業主及設計單位監督。 提出變更設計，說明變更理由、變更內容，評估所涉數量、金額變更、工期展延等，由設計單位審查及業主核可。	核定	辦理	協辦	提出
	結算總價	業主	細估	契約金額 ↓ 變更預算驗收扣款 ↓ 總計 ↓ 結算總價	竣工 ↓ 驗收 ↓ 結案	承包商按期依實際完成工程計算計價金額，以辦理估驗計價，提報設計單位審查，由業主核可及付款。 竣工完成時，辦理使用執照申請、申接水電、機電設備測試及運轉、操作及維護人員訓練，承包商向業主提出竣工報核極集辦理工程結算。 業主、設計單位、承包商會同確認驗收內容，待全部驗收合格後，委辦、使用及相關管理單位接管，並辦理竣工計價。 業主辦理工程決算，待保固期滿退還保證金。	辦理	協辦	協辦	配合

圖 7.1 工程專案營造施工階段之成本估價作業流程

【資料來源：整理自各機關辦理公有建築物作業手冊（2001）、楊世清（1998）】

### 7.1.2. NDL 營造施工階段之成本估價作業流程

主辦機關、建築師、承包商先作開工前之準備，承包商申報開工，在施工過程中，於每月的二十五日辦理估驗計價（如遇例假日順延之），估驗時由承包商將該期內完成之工程提出估驗明細表等相關證明文件，經建築師審查，送請主辦機關核定後辦理計價，主辦機關並給付當期估驗計價金額之百分之九十五，其餘百分之五作為保留款；如有變更需要時，承包商彙整變更項目內容、變更原因，評估其調整數量、變更金額、工期展延等情況，由建築師審查及主辦機關核可後，進行變更設計，並定期彙辦修正契約圖及契約變更。

待承包商施工完成及提報竣工後，由主辦機關、建築師、承包商會同驗收確認，待驗收完成後，辦理移交手續，承包商提供竣工圖、移交清冊、使用說明、測試報告、保固書、工程結算書、使用執照及各階段驗收記錄及維護保養手冊等，主辦機關支付工程結算金額。

NDL 營造施工階段之成本估價作業流程如圖 7.2 所示。



作業階段	NDL之成本估價流程				NDL之作業流程				
	估價成本	估價者	估價層次	估價流程	作業流程	工程專案作業內容	參與者權責劃分		
							主辦機關	建築師	營造廠商
招標發包	計價金額	承包商	—	實際完成工作之數量 ↓ 契約單價 ↓ 總計 ↓ 計價金額	開工前準備作業 ↓ 計算 ↓ 提供 ↓ 開工 ↓ 施工 ↓ 估驗計價 ↓ 竣工 ↓ 驗收 ↓ 結案	承包商： 1. 工區調查、鄰房調查、臨時水電、障礙排除、施工前會勘說明。 2. 提報品質計畫、總體施工計畫、施工預定進度、分包計畫。 建築師： 1. 提報監造計畫。 2. 審查廠商施工、品質計畫，並監督執行。 主辦機關： 1. 審查監造計畫及監督其執行	備查	審定	協辦
	變更預算	建築師、營造廠	—	變更追加減工程項目之數量 ↓ 單價分析 ↓ 總計 ↓ 變更預算	變更設計 ↓ 提供	承包商向主辦機關提出開工報核，及向建築主管機關申報開工。 承包商施工執行，主辦機關及建築師監督。 承包商彙整變更理由、變更內容，評估所涉數量、金額變更、工期展延等，由建築師審查及主辦機關核可。	辦理	協辦	提出
	結算總價	主辦機關	—	契約金額 ↓ 變更預算驗收扣款 ↓ 總計 ↓ 結算總價	提供 ↓ 計算 ↓ 提供	承包商按期依實際完成工程辦理估驗計價，提報建築師審查，由主辦機關核可及付款。 竣工完成時，辦理使用執照申請、申接水電、機電設備測試及運轉、操作及維護人員訓練，承包商向主辦機關提出竣工報核極集辦理工程結算。 主辦機關、建築師、承包商會同確認驗收內容，待全部驗收合格後，委辦、使用及相關管理單位接管，並辦理竣工計價。 主辦機關辦理工程決算，待保固期滿退還保證金。	辦理	審查	協辦

圖 7.2 NDL 營造施工階段之成本估價作業流程

## 7.2. 營造施工階段成本估價方法之案例說明

### 7.2.1. 估驗計價

#### 1. 成本估價方法之文獻說明

在營造施工期間，業主與承包商於契約中，訂定估驗計價時間如分期、分段等，依實際完成工作之數量，再乘以合約單價，即得該期估驗計價之金額；【劉福勳，2001】工程若採用工期分段付款，營造廠商對業主或營造廠商之小包對營造廠請款時，針對該期所完成之各項工程數量之估計以做為付款之依據。

辦理估驗計價時，承包商應附上工程估驗計價單、估驗明細表、估驗計價施工照片等，由設計單位審查請款金額內容後，由業主核可並付款。關於實際完成工作之數量評估方法，【楊世清，1998】說明以下 4 點方法可以參考：

- a. 直接工地丈量。
- b. 按工作性質及內容，估計完成百分比。
- c. 利用施工圖說，計算數量。
- d. 利用進度計算，網圖分析結果。



#### 2. 成本估價方法之整理說明

估驗計價之金額計算之方法說明、計算公式、所需資料、使用條件、優點、缺點、誤差來源及計算步驟整理如表 7.1 所示。

表 7.1 估驗計價之方法說明

估驗計價	
項目	說明
方法說明	依實際完成工作之數量，再乘以契約單價，即得該期之估驗計價之金額。
計算公式	$C = \sum (X_i \times Y_i)$ 註 $X_i$ = 契約單價 $Y_i$ = 實際完成工作之數量 $C$ = 估驗計價之金額
所需資料	1. 工程估驗計價單。 2. 估驗明細表。 3. 估驗計價施工照片。
使用條件	各工程類型。
優點	—
缺點	—
誤差來源	—
計算步驟	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">(1) 計算實際完成工作之數量 (<math>Y_i</math>)</div> <div style="text-align: center; margin: 5px 0;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">(2) 計算該期估驗計價之金額 (<math>C</math>)</div> </div>

【資料來源：整理自各機關辦理公有建築物作業手冊（2001）、劉福勳（2001）】

### 3. 成本估價方法之案例講解

以 NDL 之第 9 期估驗計價為例，承包商於 92 年 9 月 25 日提送第 9 期估驗計價，其計價期間為 92 年 8 月 26 日至 92 年 9 月 25 日，該期估驗計價之主要工程項目為鋼筋工程、混凝土澆置工程、模板工程等。

主辦機關為了利於估驗計價之執行，以總價承攬之原意，將單項作業估驗計價係以承包商送經核定分層分棟為準，其分層分棟數量表如表 7.2 所示。

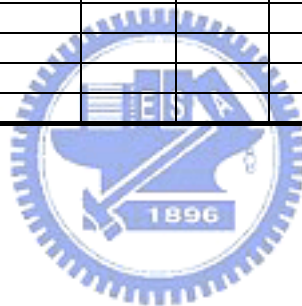
表 7.2 NDL 土建施工標之分層分棟數量表

項次	名稱	單位	數量	F	B2F	B1F	1F	2F	3F	4F	5F	6F	7F	8F	9F	10F	R1F	R2F
壹	行政研究大樓工程																	
一	結構體工程																	
1	假設工程(含臨時水電,安全圍籬及防護措施,觀測系統等)	式	1.0															
2	放樣	M <sup>2</sup>	23225.0		2856.36	2839.31	2813.1	1986.8	1811.2	1959.2	1647.3	1624.3	1653.8	1286.2	1286.2	1286.2	152.6	22.57
3	鋼管鷹架(含防護網)	M <sup>2</sup>	15527.8		1068.25	470.03	1193.3	1090.2	873.43	1132.3	1630.4	828.4	962.34	999.64	897.84	897.84	2048.4	1435.4
4	鋼管排架支撐及臨時工作架	M <sup>3</sup>	0.0															
5	挖土石方	M <sup>3</sup>	38447.9		21247.53	17200.38												
6	廢方運棄	M <sup>3</sup>	35410.6		19569.04	15841.60												
7	回填砂石級配料夯實	M <sup>3</sup>	3037.3		1678.491	1358.7787												
8	釘 H 型樁工料 H-300X300X10X15 L=15M	支	109.4			109.38												
9	釘 H 型樁工料 H-300X300X10X15 L=12M	支	108.0			108												
10	釘 H 型樁工料 H-300X300X10X15 L=9M	支	33.0			33												
11	釘鋼軌樁工料 50Kg/M L=6M	支	60.0			60												
12	釘 3cm TH 擋土板工料	M <sup>2</sup>	1637.4			1637.35												
13	15 臨時預力地錨 Fe=43t L=(6M-自由段 +5M-固定段)	支	21.6			21.6												
14	15 臨時預力地錨 Fe=86t L=(4M-自由段 +10M-固定段)	支	21.6		21.6													
15	15 臨時預力地錨 Fe=53t L=(4M-自由段 +8M-固定段)	支	6.6			6.6												
16	15 臨時預力地錨 Fe=27t L=(4M-自由段 +5M-固定段)	支	11.4			11.4												
17	15 臨時預力地錨 Fe=26t L=(6M-自由段)	支	21.9				21.9											

	+3M-固定段)																	
18	15 臨時預力地錨 Fe=69t L=(4M-自由段 +8M-固定段)	支	21.9				21.6											
19	開挖斜坡面噴 5cm TH 凝土(含錨固釘及排水 管等)	M <sup>2</sup>	1372.0		686	686												
20	各層樓板,牆面及樑等配 合機電配管作開口工程	式	0.0															
21	筏基底版地坪鋪 2mm TH 防水紅泥膠布(熱焊 接)	M <sup>2</sup>	3084.1	3084.07														
22	f'c=175Kg/cm <sup>2</sup> 預拌混 凝土(劣質)	M <sup>3</sup>	302.1	296.8			5.3											
23	f'c=280Kg/cm <sup>2</sup> 預拌混 凝土	M <sup>3</sup>	13944.1	2589.58	697.5436	1396.3062	1276.5	1370.3	859.02	867.93	847.79	808.57	760.44	702.25	571.87	558.2	562.97	74.921
24	f'c=350Kg/cm <sup>2</sup> 無收縮 水泥砂漿工料	M <sup>3</sup>	0.1															0.1
25	普通模板工料	M <sup>2</sup>	47470.0	204.96	3283.371	7672.266	5646.6	4332.5	3032.1	3094.2	3056.6	3024	2883.3	2594.5	2442.2	2391.6	3580	231.84
26	清水模板工料	M <sup>2</sup>	18100.0				2748	2778	1736	1795	1700	1588	1532	1474	1110	1112	527	
27	普通鋼筋工料 (fy=2800Kg/cm <sup>2</sup> )(可焊 式) #4	T	554.7		26.1396	56.6146	70.596	39.739	46.28	45.887	44.509	44.361	40.121	36.241	31.471	30.941	38.966	2.8302
28	高拉力鋼筋工料 (FY=4200Kg/cm <sup>2</sup> )(可焊 式) #5	T	1439.5	287.57	82.30	116.99	120.2	159.52	96.98	94.07	92.23	86.62	72.14	66.614	49.79	47.30	64.58	2.59
29	點焊鋼絲網工料 (fy=5000Kg/cm <sup>2</sup> )	T	305.9		3.97	33.21	41.92	45.69	21.24	24.81	23.12	20.11	19.17	20.11	15.57	14.43	19.89	2.68
30	鋼筋續接器#8	個	50.0															50
31	鋼構工料(含固定座,螺 栓及剪力釘,表面底漆噴 塗處理等)	T	32.3						2.7767								2.6719	26.833
32	工作縫澆置前清理及塗 佈純水泥漿	M	544.5		272.25	272.25												
33	地下室外牆工作縫複合 型水膨脹性止水條 (CJ-0725-3K)	M	1089.0		544.5	544.5												
34	水箱外牆複合型水膨脹 性止水條(CJ-0725-3K)	M	46.4		20.2												26.2	
35	地下室水箱底地坪 1:2 防水打底鋪 25cm TH 保	M <sup>2</sup>	22.0		21.96													



	麗龍																	
36	屋頂水箱底地坪 1:2 防水打底鋪 45cm TH 保麗龍	M <sup>2</sup>	18.5														18.48	
37	2" PVC 排水管"D"管	M	89.0		51.5		13.5	24										
38	3" PVC 排水管"D"管	M	318.1						27	27.6	99.6	54.4						109.5
39	4" PVC 排水管"D"管	M	476.0											124				352
40	機車道 RW14 擋土牆	M	102.0				102											
41	機車道 RW15 擋土牆	M	40.0				40											
42	施工現場清潔安全衛生管理(工程費×1.0%)	式	1.0															
43	勞工安全衛生費	式	1.0															
44	綜合營造保險費	式	1.0															
	小計																	
45	利潤管理費	式	1.0															
	小計																	
46	營業稅 5%	式	1.0															
	合計																	



(1) 計算實際完成工作之數量 ( $Y_i$ )

首先，計算 NDL 實際完成工作之數量，乃承包商計算第九期估驗計價實際完成工作之數量，如表 7.3 所示。

表 7.3 NDL 第九期估驗計價實際完成工作之數量

項次	名稱	單位	數量	備註
一	結構體工程			
1	假設工程(含臨時水電,安全圍籬及防護措施,觀測系統等)	式	0.015	
2	放樣	M <sup>2</sup>	3,271.60	5F+ 6F
3	鋼管鷹架(含防護網)	M <sup>2</sup>	2,458.80	5F+ 6F
23	f'c=280 kg/cm <sup>2</sup> 預拌混凝土	M <sup>3</sup>	1,715.72	4F+ 5F
25	普通模板工料	M <sup>2</sup>	6,150.80	4F+ 5F
26	清水模板工料	M <sup>2</sup>	3,495.00	4F+ 5F
*27	普通鋼筋工料(fy=2800 kg/cm <sup>2</sup> )(可焊式) #4	T	27.68	4F+ 5F
28	高拉力鋼筋工料(FY=4200 kg/cm <sup>2</sup> )(可焊式) #5	T	186.30	4F+ 5F
29	點焊鋼絲網工料(fy=5000 kg/cm <sup>2</sup> )	T	47.93	4F+ 5F
*47	樑箍筋點焊鋼絲網工料	T	32.07	4F+ 5F
*48	柱箍筋點焊鋼絲網工料	T	29.64	4F+ 5F
備註：				
1. : 依 92.02.20 分層分棟數量表分配之合約數量估驗。				
2. *: 依據 92.01.24 合約變更議約記錄調整之合約數量。				
3. 4F+ 5F: 乃 92.02.20 分層分棟數量表分配之 4F 及 5F 合約數量。				

(2) 計算該期估驗計價之金額 (C)

最後，計算該期估驗計價金額，乃承包商將第九期估驗計價實際完成工作之數量乘以契約單價，即得該期估驗計價之金額如表 7.4 所示。

表 7.4 NDL 第九期估驗計價之金額

項次	名稱	單位	契約單價	數量	複價
一	結構體工程				
1	假設工程(含臨時水電,安全圍籬及防護措施,觀測系統等)	式	1	0.015	35,625
2	放樣	M <sup>2</sup>	23,225	3271.60	81,790
3	鋼管鷹架(含防護網)	M <sup>2</sup>	15,527.8	2458.80	435,208

23	f <sub>c</sub> =280Kg/c m <sup>2</sup> 預拌混凝土	M <sup>3</sup>	13,944.1	1715.72	3,127,758
25	普通模板工料	M <sup>2</sup>	47,470	6150.80	1,660,716
26	清水模板工料	M <sup>2</sup>	18,100	3495.00	1,083,450
27	普通鋼筋工料(f <sub>y</sub> =2800Kg/c m <sup>2</sup> )(可焊式) #4	T	169.9	27.68	351,536
28	高拉力鋼筋工料(F <sub>Y</sub> =4200Kg/c m <sup>2</sup> )(可焊式) #5	T	1,439.5	186.30	2,421,900
29	點焊鋼絲網工料(f <sub>y</sub> =5000Kg/c m <sup>2</sup> )	T	305.9	47.93	685,399
*47	樑箍筋點焊鋼絲網工料	T	194.6	32.07	387,758
*48	柱箍筋點焊鋼絲網工料	T	138.1	29.64	358,377
	小計				10,629,517
*42	施工現場清潔安全衛生管理(工程費×1.0%)	式	0.112	990,971	110,989
*43	勞工安全衛生費	式	0.112	986,016	110,434
*45	利潤管理費	式	0.112	2,525,915	282,902
*46	營業稅(5%)	式			556,692
	合計				<b>11,690,534</b>
備註：					
：依 92.02.20 分層分棟數量表分配之合約數量估驗。					
*：依據 92.01.24 合約變更議約記錄調整之合約數量。					

NDL 第九期估驗計價之計價金額為 11,690,534 元，依其合約第十一條第一項規定：「甲方並給付當期估驗計價金額之百分之九十五，其餘百分之五作為保留款。」，主辦機關給付本期估驗計價總金額之 95%(11,106,008)，其餘 5% 為保留款(584,526 元)。

## 7.2.2. 變更預算之估價

### 1. 成本估價方法之文獻說明

關於營造施工期間之工程變更，【Oberlender, 2000】在施工期間，每一個專案都會需要一些變更，此變更來源可能是業主、設計者或承包商。業主可能希望透過變更達成專案完成後之較佳使用狀態；設計者可能透過變更在原始圖說或施工規範；承包商無法在施工過程中，準確地預測所有情況之發生而要求變更，因此，施工期間之變更總是無法避免的。

【楊世清，1998】變更內容主要包括：增加或減少合約中之工程數量、中止或省略部分工程、更改工程之性質或內容、執行為竣工所需之附加工作、變動任何部分工程之規定順序或工期。經由市場詢價及比價配合變更圖說與合約內容，核算變更追加減金額，並確認變更金額，包括變更工程追加減預算書、變更設計修正合約總價表、變更設計詳細表、新增單價議定書、變更設計記錄。就變更申請之內容，擬定合約或簽認單據作為正式變更合約之依據，包括工程追加減呈報單、工程期限變動呈報單、工程停、復工報核表、延長工期申請書，提報業主合約變更事項與金額。

## 2. 成本估價方法之整理說明

變更預算之估價之方法說明、計算公式、所需資料、使用條件、優點、缺點、誤差來源及計算步驟整理如表 7.5 所示。

表 7.5 變更預算之估價之方法說明

變更預算之估價	
項目	說明
方法說明	依變更追加減工程項目之數量，再乘以單價（新增項目之議價、契約單價），即得該變更預算金額。
計算公式	$C = \sum (X_i \times Y_i)$ 註 $X_i$ = 變更追加減工程項目之單價（新增項目之議價、契約單價） $Y_i$ = 變更追加減工程項目之數量 $C$ = 變更預算
所需資料	變更圖說與合約內容。
使用條件	各工程類型。
優點	—
缺點	—
誤差來源	—
計算步驟	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">(1) 計算變更追加減工程項目之數量 (Y)</div> <div style="text-align: center; margin: 5px 0;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">(2) 計算變更預算 (C)</div> </div>

【資料來源：整理自各機關辦理公有建築物作業手冊（2001）、劉福勳（2001）】

## 3. 成本估價方法之案例講解

以 NDL 之 7 樓至 10 樓部分隔間調整變更設計案為例，說明變更設計所衍生之合約

金額追加減計算方式。

(1) 計算變更追加減工程項目之數量 ( $Y_i$ )

首先，計算 NDL 變更追加減之數量，乃計算 NDL 之 7 樓至 10 樓隔間變更追加減數量如表 7.6 所示。

表 7.6 NDL 7 樓至 10 樓隔間變更追加減工程項目之數量

項次	工程項目	單位	數量
壹	原合約追加部分		
1	7F 輕隔間 (type a)	M <sup>2</sup>	228.9
2	8F 輕隔間 (type a)	M <sup>2</sup>	35.6
3	10F 輕隔間 (type a)	M <sup>2</sup>	152.2
4	7F D1 單扇實心木門 90×210cm	樘	1.0
5	7F D2 單扇實心木門 120×210cm(含視窗)	樘	4.0
6	7F D9 雙扇實心木門 180×210cm(含視窗)	樘	1.0
7	7F W39 發色鋁窗 180×124cm	樘	2.0
8	7F W36 發色鋁窗 620×124cm	樘	2.0
9	8F SD29 單扇乙種木質防火門 90×210cm	樘	1.0
10	9F D9 雙扇實心木門 180×210cm(含視窗)	樘	2.0
11	9F W35 發色鋁窗 345×124cm	樘	1.0
12	9F W39 發色鋁窗 180×124cm	樘	1.0
13	9F W42 發色鋁窗 720×300cm	樘	1.0
14	10F D1 單扇實心木門 90×210cm	樘	2.0
15	10F D2 單扇實心木門 120×210cm(含視窗)	樘	1.0
16	10F D9 雙扇實心木門 180×210cm(含視窗)	樘	1.0
17	10F W33 發色鋁窗 450×124cm	樘	2.0
18	10F W37 發色鋁窗 120×124cm	樘	2.0
貳	原合約追減部分		
1	7F 輕隔間 (type a)	M <sup>2</sup>	135.7
2	8F 輕隔間 (type a)	M <sup>2</sup>	51.5
3	9F 輕隔間 (type a)	M <sup>2</sup>	34.7
4	10F 輕隔間 (type a)	M <sup>2</sup>	279.9
5	10F 輕隔間 (type b)	M <sup>2</sup>	34.2
6	7F D1 單扇實心木門 90×210cm	樘	1.0
7	7F SD29 單扇乙種木質防火門 90×210cm	樘	2.0
8	7F W35 發色鋁窗 345×124cm	樘	1.0
9	8F D1 單扇實心木門 90×210cm	樘	1.0
10	8F SD29 單扇乙種木質防火門 90×210cm	樘	1.0
11	9F D1 單扇實心木門 90×210cm	樘	2.0
12	9F SD29 單扇乙種木質防火門 90×210cm	樘	2.0
13	7F D1 單扇實心木門 90×210cm	樘	2.0
14	10F D5 單扇實心木門 120×210cm(含視窗)	樘	2.0

15	10F D9 雙扇實心木門 180×210cm(含視窗)	樘	2.0
16	10F SD29 單扇乙種木質防火門 90×210cm	樘	3.0
17	10F W35 發色鋁窗 345×124cm	樘	1.0

## (2) 計算變更預算 (C)

最後，計算 NDL 變更預算，乃將 NDL 7 樓至 10 樓隔間變更追加減工程項目之數量乘以契約單價，即得變更預算如表 7.7 所示。

表 7.7 NDL 7 樓至 10 樓隔間變更預算

項次	工程項目	單位	數量	單價	複價
壹	原合約追加部分				
1	7F 輕隔間 (type a)	M <sup>2</sup>	228.9	657	150,368
2	8F 輕隔間 (type a)	M <sup>2</sup>	35.6	657	23,362
3	10F 輕隔間 (type a)	M <sup>2</sup>	152.2	657	99,963
4	7F D1 單扇實心木門 90×210cm	樘	1.0	6,716	6,716
5	7F D2 單扇實心木門 120×210cm(含視窗)	樘	4.0	8,547	34,188
6	7F D9 雙扇實心木門 180×210cm(含視窗)	樘	1.0	10,883	10,883
7	7F W39 發色鋁窗 180×124cm	樘	2.0	9,125	18,250
8	7F W36 發色鋁窗 620×124cm	樘	2.0	23,850	47,700
9	8F SD29 單扇乙種木質防火門 90×210cm	樘	1.0	16,085	16,085
10	9F D9 雙扇實心木門 180×210cm(含視窗)	樘	2.0	10,883	21,766
11	9F W35 發色鋁窗 345×124cm	樘	1.0	15,936	15,936
12	9F W39 發色鋁窗 180×124cm	樘	1.0	9,125	9,125
13	9F W42 發色鋁窗 720×300cm	樘	1.0	43,100	43,100
14	10F D1 單扇實心木門 90×210cm	樘	2.0	6,716	13,432
15	10F D2 單扇實心木門 120×210cm(含視窗)	樘	1.0	8,547	8,547
16	10F D9 雙扇實心木門 180×210cm(含視窗)	樘	1.0	10,883	10,883
17	10F W33 發色鋁窗 450×124cm	樘	2.0	13,850	27,700
18	10F W37 發色鋁窗 120×124cm	樘	2.0	6,265	12,530
19	施工現場清潔安全衛生管理(工程費×1.0%)		1.0	5,959	570,533
20	勞工安全衛生費	式	1.0	5,930	5,930
21	綜合營造保險費	式	1.0	1,805	1,805
22	利潤管理費	式	1.0	15,554	15,554
23	營業稅 5%	式	1.0	29,989	29,989
	合計				629,771
貳					
1	7F 輕隔間 (type a)	M <sup>2</sup>	135.7	657	89,181
2	8F 輕隔間 (type a)	M <sup>2</sup>	51.5	657	33,809
3	9F 輕隔間 (type a)	M <sup>2</sup>	34.7	657	22,765
4	10F 輕隔間 (type a)	M <sup>2</sup>	279.9	657	183,894
5	10F 輕隔間 (type b)	M <sup>2</sup>	34.2	384	13,148



6	7F D1 單扇實心木門 90×210cm	樘	1.0	6,716	6,716
7	7F SD29 單扇乙種木質防火門 90×210cm	樘	2.0	16,085	32,170
8	7F W35 發色鋁窗 345×124cm	樘	1.0	15,936	15,936
9	8F D1 單扇實心木門 90×210cm	樘	1.0	6,716	6,716
10	8F SD29 單扇乙種木質防火門 90×210cm	樘	1.0	16,085	16,085
11	9F D1 單扇實心木門 90×210cm	樘	2.0	6,716	13,432
12	9F SD29 單扇乙種木質防火門 90×210cm	樘	2.0	16,085	32,170
13	7F D1 單扇實心木門 90×210cm	樘	2.0	6,716	13,432
14	10F D5 單扇實心木門 120×210cm(含視窗)	樘	2.0	6,716	13,432
15	10F D9 雙扇實心木門 180×210cm(含視窗)	樘	2.0	10,883	21,766
16	10F SD29 單扇乙種木質防火門 90×210cm	樘	3.0	16,085	48,255
17	10F W35 發色鋁窗 345×124cm	樘	1.0	15,936	15,936
18	施工現場清潔安全衛生管理(工程費×1.0%)			6,046	6,046
19	勞工安全衛生費	式	1.0	6,016	6,016
20	綜合營造保險費	式	1.0	1,832	1,832
21	利潤管理費	式	1.0	15,781	15,781
22	營業稅 5%	式	1.0	30,426	30,426
	合計				638,945
	淨追減(壹-貳)				-9,174

因此，NDL 之 7 樓至 10 樓隔間變更預算為追減 9,174 元。



### 7.2.3. 結算估價

#### 1. 成本估價方法之文獻說明

當工程驗收完成後，要辦理工程結算工作，其結算總價之計算如【各機關辦理公有建築物作業手冊，2001】說明「結算總價」之計算方式為「契約金額」加「增加金額」減「減少金額」減「驗收扣款」，其中「驗收扣款」不包括預期違約金及其他違約金；【林金面，2001】當工程完工驗收合格後，須依實際完成數量，外加屢約保證金、差額保證金、預付款、保留款、保固金等，主辦機關付予承包商之金額，完成該工程之結算工作。

#### 2. 成本估價方法之整理說明

結算估價之方法說明、計算公式、所需資料、使用條件、優點、缺點、誤差來源及計算步驟整理如表 7.8 所示。

表 7.8 結算估價之方法說明

結算估價	
項目	說明
方法說明	結算總價乃契約金額、變更追加減金額及驗收扣款金額之合計。
計算公式	$C=X+Y+Z$ 註 X=契約金額 Y=變更追減金額 Z=驗收扣款 C=結算總價
所需資料	1.契約金額。 2.變更追加減金額。 3.驗收扣款金額。
使用條件	各工程類型。
優點	—
缺點	—
誤差來源	—
計算步驟	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">(1) 計算變更追加減金額 (Y)</div> <div style="text-align: center; margin: 5px 0;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">(2) 計算驗收扣款 (Z)</div> <div style="text-align: center; margin: 5px 0;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">(3) 計算結算總價 (C)</div> </div>

【資料來源：整理自各機關辦理公有建築物作業手冊（2001）、林金面（2001）】

### 3. 成本估價方法之案例講解

以桃園市某廠房新建工程(稱為興建 A 工程)之實際案例,說明其結算總價之計算,其契約金額為 278,800,000 (元)。

#### (1) 計算變更追加減金額 (Y)

首先,計算興建 A 工程變更追加減之金額,乃變更追加金額及變更追減金額之合計為-18,754,368 元,如表 7.9 所示。

表 7.9 興建 A 工程之變更追加減金額

項次	工程名稱	單位	數量	單價	增減金額
壹	變更追加金額				
1	砌 1/2B 磚	M <sup>2</sup>	2,446	620	1,516,458
2	地坪機械整體粉光	M <sup>2</sup>	19,242	35	673,477
3	水箱內 1:2 防水粉刷貼 20x20 磁磚	M <sup>2</sup>	100	1,100	110,000



4	帷幕及不鏽鋼窗,不鏽鋼自動門	式	0	9,890,000	6,500,000
5	電梯人座(展望梯變更)	座	2	1,360,000	2,720,000
	小計(壹)				11,519,935
貳	變更追減金額				
1	中拉力鋼筋及彎紮組立	噸	293	13,300	3,896,900
2	高拉力鋼筋及彎紮組立	噸	260	13,500	3,510,000
3	4000 PSI 預拌混凝土含澆置	M <sup>3</sup>	4,776	1,950	9,313,200
4	5 cm PC 加點焊鋼絲網加 PU 防水	M <sup>2</sup>	418	430	179,740
5	地坪 1:3 砂漿貼石材	M <sup>2</sup>	764	2,550	1,948,200
6	地坪 1:3 砂漿貼 40x40 磁磚	M <sup>2</sup>	230	870	200,100
7	地坪 1:3 水泥粉光舖塑膠地磚	M <sup>2</sup>	852	560	477,120
8	平頂釘輕鋼架礦纖板 60x60	M <sup>2</sup>	1,282	240	307,680
9	平頂釘南亞防水 PVC 板	M <sup>2</sup>	746	360	268,560
10	內牆 1:3 水泥粉刷貼 20x25 磁磚	M <sup>2</sup>	1,808	660	1,193,280
11	圓柱 1:3 砂漿貼石材	M <sup>2</sup>	170	4,700	799,000
12	浴廁輕鋼架搗擺隔間	M <sup>2</sup>	666	2,200	1,465,200
13	外牆 1:3 粉刷貼小口磚	M <sup>2</sup>	103	920	94,760
14	電梯人座	座	2	1,250,000	2,500,000
15	屋頂不鏽鋼爬梯	支	1	6,200	6,200
16	屋頂水箱內不鏽鋼爬梯	支	1	6,300	6,300
17	地下室避難梯(B1F-1F)	支	6	7,800	46,800
18	不鏽鋼蓋(緊急逃生口)	只	6	6,200	37,200
19	不鏽鋼欄杆	M	52	1,250	64,650
20	地下室停車位劃線	式	1	45,000	45,000
21	南洋檫木扶手	M	203	850	172,533
22	浴廁大理石門檻	支	31	700	21,700
23	D1(120x210)甲種防火門	樘	40	11,000	440,000
24	SD1(550x305+50)電動烤漆捲門	樘	1	50,000	50,000
25	SD2(860x305+50)電動烤漆捲門	樘	16	72,000	1,152,000
26	SD3(866x305+50)電動烤漆捲門	樘	3	72,500	217,500
27	SD6(860x305+50)電動烤漆捲門	樘	3	95,000	285,000
28	SD7(1000x460+50)電動烤漆捲門	樘	2	95,000	190,000
29	SD10 電動不鏽鋼大門	樘	2	98,000	196,000
30	地坪 AC(前及側方)	M <sup>2</sup>	2,134	520	1,109,680
31	公共設施修護費用	式	1	80,000	80,000
	小計(貳)				30,274,303
	變更淨追減(壹-貳)				-18,754,368

## (2) 計算驗收扣款 (Z)

其次，計算興建 A 工程驗收扣款，乃興建 A 工程無驗收扣款。

### (3) 計算結算總價 (C)

最後，計算興建 A 工程之結算總價，興建 A 工程將契約金額(278,800,000 元)、變更追加減金額 (-18,754,368 元) 及驗收扣款 (0 元) 合計，即得結算總價，其計算如下所示：

$$\text{結算總價} = 278,800,000 + (-18,754,368) = 260,045,632 \text{ 元}$$

## 7.3. 小結

本章說明營造施工階段之成本估價作業流程，乃工程專案各參與者在正式開工以前，在施工期間，承包商按期依實際完成工作計算計價金額，以辦理估驗計價；當欲需進行工程變更時，提出變更設計之理由、內容，評估其所涉及之數量、金額變更及工期展延等；待工程結束及驗收合格後，辦理最後結算總價之計算工作。並透過案例說明估驗計價、變更預算、結算總價之估價方式，使估價者能瞭解營造施工階段之成本估價作業流程及成本估價方法之應用。



## 第8章 營運與使用階段之成本估價探討

【郭忠正，2001】所謂「維護 (Maintenance)」，是指一退化或失效之可維護系統，使其保持或恢復妥善運作狀態所實施之作業；按英國 BS3811 定義：維護是運用全部技術和行政行動組合，也包括督導，試圖維持或恢復一個項目，可以發揮其需求之功能之狀態；日本 JIS Z8115 定義：運用全部必須之處置與機能，去維持一個項目在可用及可運轉之條件，或者去除故障、失效、恢復它，亦稱為維護。

一般將維護管理可分為四類，【楊冠雄等，1994】說明如下：

1. 維護預防 (Maintenance Prevention) — 設施及設備於設計、規劃或施工階段即考量其經濟性與使用狀況、選擇最佳之設備。
2. 預防維護 (Preventive Maintenance) — 對於各種設施、設備實施檢查、定檢、再調整，消除潛在故障或當缺點正當處於輕微階段時予以除去，使設備機能維持正常狀態並避免故障的發生。
3. 事後維護 (Breakdown Maintenance) — 在故障或損壞發生之後所實施之修繕、維護作業。
4. 改良維護 (Corrective Maintenance) — 設法改良設施之實體，以延長使用壽命，使設施及設備故障降低，並使維護費用達到運用最佳化。

以生命週期成本角度而言，【Dunston and Williamson，1999】設計及施工成本佔建築物之整體成本之少數，約佔整體成本為 20%~50%，而整體成本較大之比例將發生在營運與維護期間，大致上為 50%~80% 如圖 8.1 所示。

使用機關如何編列合理維護更新之經費，使各項設施能維持有效之運轉及延長期壽命，為實務上及學術研究上主要探討之問題。

本章將介紹營運與使用階段之成本估價作業流程、成本估價方法及透過案例講解，另外，整理目前學術文獻上成本估價方法之研究成果及後續建議之方向。

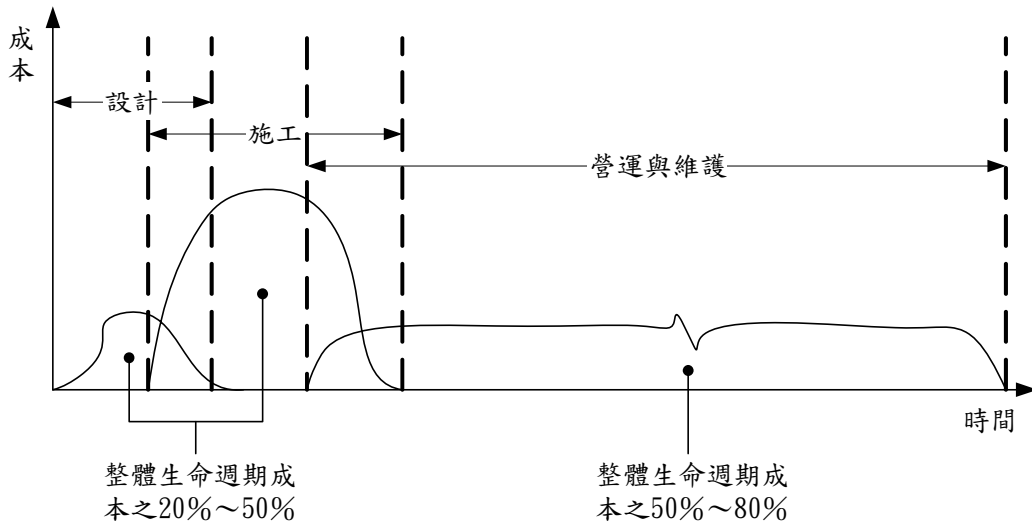


圖 8.1 生命週期成本之概念

【資料來源：Dunston and Williamson，1999】

## 8.1. 營運與使用階段之成本估價作業流程

### 8.1.1. 工程專案營運與使用階段之成本估價作業流程

在正式營運與使用後，業主持排定期或日常檢查工作，針對各項設施進行檢查及評估其使用狀況，計算所需維護更新之設施數量及透過合理之單價分析，評估其所需維護更新之費用，如圖 8.2 所示。

### 8.1.2. NDL 營運與使用階段之成本估價作業流程

在正式營運與使用後，主辦機關每年將針對各設施項目進行維護更新之檢查及評估其使用情況，擬定年度所需之維護更新預算，並提報上級機關審查；上級機關同意及核列其所需預算後，主辦機關進行各設施項目之維護更新工作，如圖 8.3 所示。

作業階段	工程專案之成本估價流程				工程專案之作業流程					
	估價成本	估價者	估價層次	估價流程	作業流程	作業內容	參與者權責劃分			
							業主	專案管理廠商	A/E	營造廠商
營運與使用	維護更新預算	業主	概略估價 細部估價	計算設施維護更新項目數量 ↓ 單價分析 ↓ 總計 ↓ 維護更新預算	工程各設施項目之檢查 ↓ 擬定所需維護更新預算 ↓ 進行維護及更新	在正式營運與使用後，業主針對工程各設施項目，進行定期或日常檢查及評估其使用狀況。	辦理	—	—	—
				←取得	提供	待檢查完畢後，依據檢查結果及使用狀況，編列需要維護更新設施項目之預算。	辦理	—	—	—
				提供	進行維護及更新	進行所需設施項目之維護更新。	辦理	—	—	—

圖 8.2 工程專案營運與使用階段之成本估價作業流程

【資料來源：整理自林志棟（2003）、陳燕菁（1997）】

作業階段	NDL之成本估價流程				NDL之作業流程				
	估價成本	估價者	估價層次	估價流程	作業流程	作業內容	參與者權責劃分		
							主辦機關	建築師	營造廠商
營運與使用	維護更新預算	主辦機關	概略估價 細部估價	<pre> graph TD     A[計算設施維護更新項目數量] --&gt; B[單價分析]     B --&gt; C[總計]     C --&gt; D[維護更新預算]     E[各設施項目維護更新檢查] -- 取得 --&gt; A     D -- 提供 --&gt; F[擬定年度維護更新預算及提報審查]     F --&gt; G[核可及進行維護及更新]           </pre>	<p>各設施項目維護更新檢查</p> <p>擬定年度維護更新預算及提報審查</p> <p>核可及進行維護及更新</p>	<p>主辦機關針對各設施項目進行維護更新之檢查及評估其使用情況。</p> <p>依據其評估結果，擬定年度所需之維護更新預算，並提報上級機關審查。</p> <p>上級機關同意及核列其所需預算，主辦機關進行各設施項目之維護更新工作。</p>	辦理	—	—

圖 8.3 NDL 營運與使用階段之成本估價作業流程

## 8.2. 營運與使用階段成本估價方法之案例說明

大致上維護更新預算之編列方式，乃藉由過去歷史資料、經驗及調查結果進行預估，此成本估價方式較無理論根據，另外，【Ottoman,et al., 1999】許多國家、政府部門、大學、中小學體系、私人機構已經調查設施維護更新之議題，許多獨特方法已經產生去幫助編列維護更新所需預算，可以歸類為 4 個共通議題如（1）設施價值法、（2）其他公式基礎法、（3）生命週期成本法、（4）情況估價法。

本研究將介紹成本估價方法有傳統經驗估價法、設施價值法（現有價值法）、其他公式基礎法（單位維護更新預算估價法）及生命週期成本法，分別說明如下。

### 8.2.1. 傳統經驗估價法

#### 1. 成本估價方法之文獻說明

估價者乃透過歷史案例維護更新預算之編列情況，作為未來維護更新預算編列之參考依據，較無任何理論架構支持，主要以經驗為導向；【楊熾宗，1998】目前公路橋樑管理機關對於維修預算之編列，傳統經驗法是利用上年度的預算執行金額，加以局部調整，以作為本年度預算金額，在方法上沒有一定之理論架構，完全以從事此項業務之經驗為依據，優點是編列快速，不需要技術分析；假設每年維護費的成長為定值，且橋樑損壞狀況也固定，與實際情況不符。

#### 2. 成本估價方法之整理說明

傳統經驗估價法之方法說明、計算公式、所需資料、使用條件、優點、缺點、誤差來源及計算步驟整理如表 8.1 所示。



表 8.1 傳統經驗估價法之方法說明

傳統經驗估價法	
項目	說明
方法說明	估價者乃透過歷史案例維護更新預算之編列情況，作為未來維護更新預算編列之參考依據，較無任何理論架構支持，主要以經驗為導向。
計算公式	$C = X \times Y$ 註 C=預估維護更新預算 X=過去維護更新預算 Y=經驗係數
所需資料	歷史案例維護更新預算之編列情況。
使用條件	各設施損壞情況固定，才能使所編列維護更新預算得到充分使用。
優點	計算快速。
缺點	無法反應實地現況。
誤差來源	以經驗為導向，容易使編列維護更新預算無法反應實地現況及滿足各設施項目之需求。
計算步驟	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">(1) 決定經驗係數 (Y)</div> <div style="text-align: center; margin: 5px 0;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">(2) 計算預估維護更新預算 (C)</div> </div>

【資料來源：整理自楊熾宗，1998】

### 3. 成本估價方法之案例講解

以探討基隆港務局維護管理經費編列情況作講解，【林志棟，2003】基隆港務局執行相關維護管理作業時，其所依循的除了中央的水利法外，就維護管理預算編列而言，其依據港灣構造物設計基準、港務局各項設施之管理及維護區分要點、港務局港設施維護檢修作業要點等。

假設，基隆港務局欲編列民國 91 年維護更新預算，作為說明傳統經驗估價法之使用方式。

#### (1) 決定經驗係數 (Y)

首先，決定維護更新預算之編列經驗係數，表 8.2 為 87 年~90 年基隆港務局經常性固定維護經費情況，比較 87 年~90 年基隆港務局經常性固定維護經費之成長率如下：



a. 87年~88年之成長率(以87年為基準作比較):

$$= (230,060,000 - 201,360,000) / 201,360,000 = +14.23\%$$

b. 88年下半年及89年之成長率(以88年為基準作比較):

$$= (215,620,000 - 230,060,000) / 230,060,000 = -6.28\%$$

c. 88年下半年及89年~90年之成長率(以88年下半年及89年為基準作比較):

$$= (249,800,000 - 215,620,000) / 215,620,000 = +15.85\%$$

其次，計算87年~90年基隆港務局經常性固定維護經費之平均成長率如下：

$$87年~90年平均成長率 = (14.23\% - 6.28\% + 15.85) / 3 = +7.93\%$$

因此，估價者參考87年~90年基隆港務局經常性固定維護經費之成長率(+7.93%)及評估未來各設施項目可能所需維護更新之情況，決定91年經常性固定維護經費之成長經驗係數為+7.93%(以90年基隆港務局經常性固定維護經費為編列基準)。

表 8.2 基隆港務局經常性固定維護經費表

項次	項目名稱	87年	88年	88年下半年、89年	90年
1	防坡堤	41,260	41,640	21,250	21,450
2	碼頭	72,000	84,940	65,540	44,575
3	港區設施	35,780	32,230	30,250	97,255
4	道路廣場	26,890	42,490	77,805	67,600
5	橋樑隧道	8,100	17,040	10,675	9,720
6	水電設施	16,730	11,720	10,100	10,200
	合計	201,360	230,060	215,620	249,800

備註：  
1.單位：新台幣千元。  
2.各項目維護內容如下：  
a.防坡堤類含護基混凝土塊。  
b.碼頭類含護舷、鋼板樁。  
c.港區設施含建築、倉庫、通棧。  
d.道路廣場含照明。

【資料來源：林志棟，2003】

## (2) 計算預估維護更新預算 (C)

最後，計算基隆港務局民國 91 年經常性固定維護經費之預算，乃由 90 年經常性固定維護經費 (249,800,000 元) 及經驗係數 (+7.93%) 計算民國 91 年經常性固定維護經費之預算，如下所示：

基隆港務局民國 91 年經常性固定維護經費之預算 = 249,800,000 元 × (1 + 7.93%) = 269,609,140 元。

### 8.2.2. 設施價值法

設施價值之評定主要有兩種方法：現有價值法 (Current-plant-value Method; CPV)、設施更新價值法 (Plant-replacement-value Method; PRV)，本研究將介紹現有價值法之案例說明，而設施更新價值法說明如下：

【陳燕菁，1997】依據美國國家維護部門 (Department of Defense; DOD) (1989) 之研究指出設施更新法 (Plant-replacement-value Method; PRV) 是以同一地點置換類似設施所需之單位成本為基礎，並同時考慮各地區之成本指數，如下所示：

$$\text{Facility PRV} = (\text{facility type}) \times (\text{unit cost based on facility type}) \times (\text{geographic cost index})$$

而依據設施更新預算所編列之設施維護總預算如下所示：

$$\text{Total M\&R Budget} = (\% \text{ of Total Facility Inventory PRV}) + (\% \text{ of backlog})$$

其中，backlog (穩定期間) 乃指設施常態性維護經費增加量與興建成本之比例維持穩定支期間，視不同之管理單位而有所不同，一般通常為 3~5 年。

#### 8.2.2.1. 現有價值法

##### 1. 成本估價方法之文獻說明

【陳燕菁，1997】以設施初期投資成本為預算編列依據，每年需重新評估設施初期投資成本之現值，以及設施規模或容量改變所引起之資本化成本，因此，此一方法需在設施價值已知、設施改善成本可量化之情形下才適用，其常用之現值評估方法有市場分析法、資產-稅率法及成本估計法。在私部門單位因注重設施價值及每年折舊、扣稅情形或財務報表等目的，較常採用 CPV 來估算設施價值，而在公部門比較不適用。

【Ottoman, 1999】說明 CPV 可以表示如下：

$$\text{Annual Facility M\&R Budget} = (X\%) \times (\text{CPV of facility inventory})$$

其中，CPV 乃各設施初期投資成本，其調整當年日曆或會計年度之通貨膨脹，及考慮新建、毀壞及改善；X% 依美國國家維護部門 (Department of Defense, DOD) (1989) 認為適用於服務需求項目及常態性維護管理工作為 1%，而非常態性維護管理工作及少數工程為 0.75%，BRB (1990) 建議兩者合計為 2~4%。

## 2. 成本估價方法之整理說明

現有價值法之方法說明、計算公式、所需資料、使用條件、優點、缺點、誤差來源及計算步驟整理如表 8.3 所示。

表 8.3 現有價值法之方法說明

現有價值法 (Current-plant-value Method ; CPV)	
項目	說明
方法說明	以各設施初期投資成本為預算編列依據，每年需重新評估設施初期投資成本之現值，以及設施規模或容量改變所引起之資本化成本。
計算公式	$C = X \times Y$ 註 C = 預估維護更新預算 X = 各設施期初價值 (乃各設施初期投資成本，其調整當年日曆或會計年度之通貨膨脹，及考慮新建、毀壞及改善) Y = 維護更新預算編列係數
所需資料	各設施期初價值。
使用條件	在設施價值已知、設施改善成本可量化之情形下才適用。
優點	計算方便。
缺點	在私部門單位因注重設施價值及每年折舊、扣稅情形或財務報表等目的，較常採用 CPV 來估算設施價值，而在公部門比較不適用
誤差來源	只考慮設施之價值尚嫌不足，還需包括設施年齡、面積、設施耐用年數等。
計算步驟	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">(1) 計算各設施期初價值 (X)</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">(2) 決定維護更新預算編列係數 (Y)</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">(3) 計算預估維護更新預算 (C)</div> </div>

【資料來源：整理自陳燕菁 (1997)、Ottoman (1999)】

### 3. 成本估價方法之案例講解

以某建築工程(稱為興建 A 工程)為假設案例，該興建 A 工程之各設施期初價值(乃工程剛興建完成之各設施初期投資成本)為 20,000,000 元，參考 BRB (1990) 所建議常態性工作與非常態性工作兩者合計為 2~4%之範圍，決定維護更新預算編列係數=2%，因此，編列第一年維護更新預算=20,000,000 元 $\times$ 2%=400,000 元。

本研究以計算第二年維護更新預算作講解，並考慮每年折舊情況(假設，每年各設施折舊率皆為 10%)與通貨膨脹等，說明現有價值法之使用方式。

#### (1) 計算各設施期初價值 (X)

首先，計算第一年各設施期末價值，乃興建 A 工程各設施期初價值扣除各設施折舊值加上維護更新成本，其計算如下：

第一年各設施期初價值=20,000,000 元。

第一年各設施折舊值=20,000,000 元 $\times$ 10%=2,000,000 元。

第一年各設施維護更新預算=20,000,000 元 $\times$ 2%=400,000 元。

第一年各設施期末價值=20,000,000 元-2,000,000 元+400,000 元=18,400,000 元。

其次，計算第二年各設施期初價值，乃第一年各設施期末價值(18,400,000 元)調整於第二年通貨膨脹(假設為 1.02)情況，其計算如下：

第二年期初各設施價值=18,400,000 元 $\times$ 1.02=18,768,000 元。

#### (2) 決定維護更新預算編列係數 (K)

其次，決定興建 A 工程第二年維護更新預算編列係數，參考 BRB (1990) 所建議常態性與非常態性工作兩者合計為 2~4%之範圍，因此，決定維護更新預算編列係數為 K=2%。

#### (3) 計算預估維護更新之預算 (C)

最後，計算興建 A 工程第二年維護更新預算，乃透過興建 A 工程之第二年各設施期初價值(18,768,000 元)及維護更新預算編列係數(2%)計算之，如下所示：

第二年維護更新預算=18,768,000 元 $\times$ 2%=375,360 元。

以下以此類推，可以計算興建 A 工程之每年維護更新預算，如表 8.4 所示。

表 8.4 興建 A 工程每年維護更新預算

年	0 (工程完成成本)	1	2	3	4	5
各設施期初價值	20,000,000	20,000,000	18,768,000	17,957,222	17,511,883	17,399,807
通貨膨脹		1.00	1.02	1.04	1.06	1.08
各設施折舊率		10%	10%	10%	10%	10%
各設施折舊值		2,000,000	1,876,800	1,795,722	1,751,188	1,739,981
維護更新(2%)		400,000	375,360	359,144	350,238	347,996
各設施期末價值		18,400,000	17,266,560	16,520,645	16,110,933	16,007,823

### 8.2.3. 其他公式基礎法

【Ottoman, et al., 1999】其他公式基礎法之原理，乃假設每年維護更新資金需求之決定，可以透過數學方式表達之，例如，從簡單地改變如單一變數公式至複雜演算。

本研究以各使用機關常用之單位基準（如元/ M<sup>2</sup>、元/M<sup>3</sup>、元/M、元/T、元/處等）方式作為單位維護更新預算估價法之說明。

#### 8.2.3.1. 單位維護更新預算估價法

##### 1. 成本估價方法之文獻說明

本研究將之稱為單位維護更新預算估價法，其主要編列方式乃透過單位基準（如 M<sup>2</sup>、M<sup>3</sup>、M、T、處等）之數量，乘以單位維護更新之費用（如元/ M<sup>2</sup>、元/M<sup>3</sup>、元/M、元/T、元/處等），即得維護更新預算，相關文獻說明以單位基準為維護更新預算之估價如下：

【Ottoma, 1999】說明 Square-Foot Model (SF Model)，乃透過設施之面積決定維護更新預算之需要，其公式可以表達如下：

$$(\text{Annual M\&R Budget}) = (\text{SF of Facilities}) \times (\text{Cost Factor})$$

其中，成本係數主要來自大量歷史資料如美國「大樓業主與管理者協會」(Building Owners and Managers Association; BOMA) 及 R. S. Means 成本指南 (R. S. Means Cost guides)；此模型適用於大多數之設施，其使用上簡單及容易應用，但是，可能忽視不同設施類型之維護更新需求影響，及無明確固定之歷史資料作為預期或達成維護更新之品質基礎。

【楊熾宗, 1998】說明公路橋樑維護經費之編列方式，可以以歷年之維修經費經過



統計分析後，計算每一座橋樑及每一平方公尺的維修經費概況，再將管轄的橋樑數及面積乘上此單位維護經費以獲得下年度的維護預算。以高速公路維護經費為例，統計 71 年至 85 年之年度橋樑維護經費，平均每座橋樑所得為 7 萬多元之預算，約為每平方公尺 30 元，以此類推。例如管轄 10,000 平方公尺之橋樑管理單位，大約可編列 30 萬之維修經費。此法之缺點是無法掌握每一座橋樑的確實狀況，在維護工作之執行上，有諸多之不合理，但比經驗法有較理想之參考價值。

如將高速公路歷年來所採取過之維修方法，歸納成以下幾項，並依據影響成本之各項因素考慮進去，參照過去之維修成本及廠商訪價所得各項不同之價格，修理之部分採用一般之簡單之維護修理工作，而修補之單價是採較大工程之單價分析而得如表 8.5(如中山高速公路淡水河牆補強工程等工程)；在此同時，給予每項維修工項一個編號，於預算編列時，可以很迅速地計算出來。進一步可提供維修決策及預算分配時之參考。

表 8.5 維修工項單價成本概估法

主要項目	方法	維修項目	單元	種類	維修金額預估
橋面版	修理	伸縮縫填縫膠之更新	元/M	過水	1,200
				車行	1,200
				跨越	1,000
	修補	伸縮縫之修補	元/M	過水	12,000
				車行	12,000
				跨越	9,000
		摩擦層之更新	元/T	過水	1,300
				車行	1,300
				跨越	1,000
上部結構	修理	小裂縫之修補	元/M	過水	1,200
				車行	1,400
				跨越	1,800
		鋼筋外露處理	元/處	過水	300
				車行	350
				跨越	450
	混凝土脫落	元/M <sup>3</sup>	過水	80,000	
			車行	90,000	
			跨越	95,000	
	修補	大裂縫之修補	元/M	過水	2,000
				車行	2,700
				跨越	3,500
		大面積混凝土脫落	元/M <sup>3</sup>	過水	100,000
				車行	120,000
				跨越	145,000
樑、墩柱之保固		元/M <sup>2</sup>	過水	100,000	
			車行	120,000	
			跨越	145,000	
基礎結構	修理	清除雜物	元/處		2,000
	修補	疏通河道	元/處		150,000
		保固橋墩	元/座		1,750,000

【資料來源：楊熾宗，1998】

## 2. 成本估價方法之整理說明

單位維護更新預算估價法之方法說明、計算公式、所需資料、使用條件、優點、缺點、誤差來源及計算步驟整理如表 8.6 所示。

表 8.6 單位維護更新預算估價法之方法說明

單位維護更新預算估價法	
項目	說明
方法說明	計算各設施所需維護更新之總量，乘以單位維護更新之單價，即得維護更新所需之預算。
計算公式	$C = X \times Y$ 註 X=單位維護更新之單價（如元/M <sup>2</sup> 、元/M <sup>3</sup> 、元/M、元/T、元/處） Y=各設施所需維護更新之總量（如 M <sup>2</sup> 、M <sup>3</sup> 、M、T、處） C=預估維護更新預算（元）
所需資料	1.各設施所需維護更新之總量。 2.單位維護更新之單價。
使用條件	適用於各工程類型。
優點	1.計算方便。 2.適用於大量設施項目。
缺點	可能忽視不同設施類型之維護更新需求影響，及無明確固定之歷史資料作為預期或達成維護更新之品質基礎。
誤差來源	無法反應不同設施類型之維護更新需求。
計算步驟	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">(1) 計算各設施所需維護更新之總量 (Y)</div> <div style="text-align: center; margin: 5px 0;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">(2) 計算單位維護更新之單價 (X)</div> <div style="text-align: center; margin: 5px 0;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">(3) 計算預估維護更新預算 (C)</div> </div>

【資料來源：楊熾宗（1998）、Ottoma（1999）】

## 3. 成本估價方法之案例講解

以台北市學校公共設施維護管理經費編列作為單位維護更新預算估價法之使用說明，【林志棟，2003】台北市政府預算編審乃依據「預算法」、「中央及地方政府預算籌編原則」、「台北市地方總預算編制要點」，其教育局對於學校公共設施維護管理經費編列原則如下：

1. 高中職以上學校係以學雜費收入之 30%~35% 比例編列。
2. 國中以下學校係依建築物年限及班級數對照表標準辦理，如表 8.7 所示。

表 8.7 台北市教育局國中以下學校管理維護預算編列標準

學校	編列標準	單位	單價
國中、國小、幼稚園	依建物年齡 1~5 年	班、年	22,000 元
	依建物年齡 6~15 年	班、年	23,500 元
	依建物年齡 16 年以上	班、年	25,000 元
國中小補校	依建物年齡 1~5 年	班、年	11,000 元
	依建物年齡 6~15 年	班、年	12,000 元
	依建物年齡 16 年以上	班、年	13,000 元

【資料來源：林志棟，2003】

### (1) 計算各設施所需維護更新之總量 (Y)

首先，計算各設施所需維護更新之總量，假設，某國小共有 30 個班級及建築物年齡在 6~15 年。

### (2) 計算單位維護更新之單價 (X)

其次，計算單位維護更新之單價，查表 8.7 可得該國小每班每年之維護經費為 23,500 元。



### (3) 計算預估維護更新預算 (C)

最後，計算該國小維護管理預算 = 30 班 × 23,500 班、年 = 705,000 元/年。

## 8.2.4. 生命週期成本法

### 1. 成本估價方法之文獻說明

關於生命週期成本法之定義，【Ottoma，1999】生命週期成本法試圖評估未來維護更新需要，透過分割每個設施到本身系統及組成成分（如電器、屋頂等），及獨立地適用平均壽命及生命週期之觀念於每個系統及組成成分。生命週期成本法提供預防性維修、更新或替換之需要頻率評估；ASTM E833-97b 定義生命週期成本法乃初始成本、更換、營運及維護更新成本投資決策之經濟性評估方法。

生命週期成本法之計算步驟，【連夷佐，2003】生命週期成本評估法是一項評估一



個計畫或替代方案於考量的年限中之經濟性的方法，他可以反應各方案的規劃、設計、施工、營運、維護、拆除等費用，而 ASTM 說明生命週期成本法之規定較為詳細，如下所示：

- (1) 定義目標、替代方案：先選定專案預期完成之功能目標，在滿足此功能目標下選擇出可行之替代方案。
- (2) 建立基本假設：決定或假設生命週期成本評估之方法，如現值法或年金法、基年、分析年限、折現率、稅率等，作為各方案生命週期成本評估基礎。
- (3) 輸入成本項目及費用：決定各方案包含之成本及發生之時間，如規劃設計、用地取得、興建、營運維護、拆除等費用。另外，分析年限較短時須考慮專案預期年限，專案殘值
- (4) 各方案生命週期成本計算：當決定分析年限、使用利率、成本項目及發生時間後，可計算出整體生命週期成本，以下列式子表示：

$$LCC = \sum_{t=0}^N \frac{C_t}{(1+i)^t}$$



$C_t$  = t 年所發生之所有成本。

N = 分析年限。

i = 折現率。

- (5) 比較各方案之生命週期成本：當計算各方案之生命週期成本後，即可比較何種方案具有最小之生命週期成本。
- (6) 決策者在考量生命週期成本評估結果、風險及不確定性、無法量化因子、資金取得狀況等個案後選擇最優方案。

生命週期成本適用於高初始成本而未來維護費用較低之專案或低初始成本而未來維護費用較高之替代方案之經濟性比較。

## 2. 成本估價方法之整理說明

生命週期成本法之方法說明、計算公式、所需資料、使用條件、優點、缺點、誤差

來源及計算步驟整理如表 8.8 所示。

表 8.8 生命週期成本法之方法說明

生命週期成本法 (Life-Cycle Costs)	
項目	說明
方法說明	先定義目標及替代方案，假設各方案包含之成本及發生之時間、分析年限、使用利率、成本項目及發生時間後，可計算出整體生命週期成本，比較各方案之生命週期成本及選擇最優方案。
計算公式	$LCC = \sum_{t=0}^N \frac{C_t}{(1+i)^t}$ <p>註 <math>C_t</math>=t 年所發生之所有成本。  <math>N</math>=分析年限。  <math>i</math>=折現率。</p>
所需資料	t 年所發生之所有成本、分析年限、折現率。
使用條件	決策者須選擇最佳方案情況。
優點	評估一個計畫或替代方案於考量的年限中之經濟性的方法。
缺點	各個假設條件不易訂定。
誤差來源	各個假設條件不合理時，無法反應實際現況。
計算步驟	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>(1) 計算 t 年所發生之所有成本 (<math>C_t</math>)、分析年限 (<math>N</math>)、折現率 (<math>i</math>)</p> <p>↓</p> <p>(2) 計算整體生命週期成本 (LCC)</p> </div>

【資料來源：連夷佐 (2003)、Ottoma (1999)】

### 3. 成本估價方法之案例講解

以 A 橋樑工程為假設案例，其主管機關將選擇由 B、C、D 維護方式進行該橋樑工程之維護更新工作，以此說明生命週期成本法之使用方式。

#### (1) 計算 t 年所發生之所有成本 ( $C_t$ )、分析年限 ( $N$ )、折現率 ( $i$ )

以下為各參數之設定：

- a. 由於 B 維護方式較注重日常橋樑之保養，其每年維護成本為 120,000(元)，因此，該橋樑往後構建更新將隨之降低，反觀，D 維護方式為每年維護成

本為 80,000 (元)，其更新次數相對增加如表 8.9 所示。

- b. 分析年限 (N) 為 10 年。
- c. 折現率 (i) 為 5%。

表 8.9 A 橋樑工程每年支出之維護更新預算

年	B 維護方式			C 維護方式			D 維護方式		
	維護	更新	小計	維護	更新	小計	維護	更新	小計
1	120,000		120,000	100,000		100,000	80,000		80,000
2	120,000		120,000	100,000		100,000	80,000	120,000	200,000
3	120,000		120,000	100,000	50,000	150,000	80,000		80,000
4	120,000		120,000	100,000		100,000	80,000	120,000	200,000
5	120,000	50,000	170,000	100,000		100,000	80,000		80,000
6	120,000		120,000	100,000	50,000	150,000	80,000	120,000	200,000
7	120,000		120,000	100,000		100,000	80,000		80,000
8	120,000		120,000	100,000		100,000	80,000	120,000	200,000
9	120,000		120,000	100,000	50,000	150,000	80,000		80,000
10	120,000		120,000	100,000		100,000	80,000		80,000

## (2) 計算整體生命週期成本 (LCC)

最後，計算 A 橋樑工程各維護方式之整體維護更新生命週期成本如下：

$$B \text{ 維護方式之 LCC} = \frac{120,000}{(1+0.05)^1} + \frac{120,000}{(1+0.05)^2} + \dots + \frac{120,000}{(1+0.05)^{10}} = 965,784 \text{ 元。}$$

$$C \text{ 維護方式之 LCC} = \frac{100,000}{(1+0.05)^1} + \frac{100,000}{(1+0.05)^2} + \dots + \frac{100,000}{(1+0.05)^{10}} = 884,907 \text{ 元。}$$

$$D \text{ 維護方式之 LCC} = \frac{80,000}{(1+0.05)^1} + \frac{200,000}{(1+0.05)^2} + \dots + \frac{80,000}{(1+0.05)^{10}} = 996,073 \text{ 元。}$$

由上可知，C 維護方式之整體維護更新生命週期成本為最小，因而採此維護方式。

由本假設案例可以得知，透過生命週期成本法之維修策略選擇，主管機關將瞭解 10 年期間維護更新之總花費，有助於維護更新預算之編列。

## 8.3. 營運與使用階段之成本估價文獻探討

在營運與使用階段，不同結構物受其類別、使用狀況、規模大小、使用時間等影響，

譬如公路受車輛載重、車輛使用頻率、氣候因素等之影響，而公有建築物受氣候、結構形式、使用時間、地區、規模大小等之影響，如何編列合理維護管理之預算，為學術研究上主要探討與解決之問題，以下說明文獻上之研究情況：

【林志棟，2003】在公共工程進行維護管理經費之編列時，以民國九十年國內各機關關於公共工程維護管理經費編列狀況為樣本進行統計分析，以作為建立經費編列基準之參考，表 8.10 為各工程設施類別之設施維護費用佔設施興建費用百分比，其中建築又進一步分類為郵局、停車場、…、工廠等如表 8.11 所示。

表 8.10 各工程設施類別之設施維護費用佔設施興建費用百分比

	建築	水庫	河海堤岸	公路	鐵路	橋樑
案件數	714	11	30	133	7	2
平均值	7.61%	4.62%	2.23%	1.37%	0.67%	0.47%
標準差	0.21	0.065%	0.047	0.019	0.007	0.006
最大值	140.51%	22.9%	21.9%	16.9%	2.3%	0.9%
最小值	0%	0.408%	0%	0.001%	0%	0%

【資料來源：林志棟，2003】

表 8.11 建築中分類設施維護費用佔設施興建費用百分比

	案件數	平均值	標準差	最大值	最小值
郵局	51	58.89%	0.370	140.5%	1.08%
停車場	1	26.37%	-	-	-
倉庫	13	8.75%	0.227	83.6%	0%
醫院	34	8.16%	0.201	81.0%	0%
辦公場所	99	6.64%	0.202	102.9%	0%
營建工程	1	4.63%	-	-	-
教室	125	3.60%	0.100	58.2%	0%
污水處理廠	1	3.39%	-	-	-
圖書館	8	3.15%	0.070	25.3%	0%
航空站	32	2.76%	0.029	10.5%	0.09%
住宅與宿舍	38	2.39%	0.057	30.1%	0%
實驗室	30	1.74%	0.027	13.5%	0%
活動中心	24	1.61%	0.044	22.6%	0%
體育場所	5	1.34%	0.018	4.6%	0%
機房	87	1.26%	0.013	6.9%	0%
集會場所	4	0.79%	0.004	1.5%	0%
銀行	105	0.70%	0.006	3.7%	0.40%
工廠	38	0.70%	0.016	5.1%	

【資料來源：林志棟，2003】

1. 在公有建築物之部分—【陳燕菁，1997】針對學校建築維護管理維護經費分配方式，利用迴歸分析以各校之建築平均使用年齡、建築面積、學生數及班級數，計算各校之維護經費分配指標（SI）為依據；【徐春福，2003】針對公寓大廈之機電設備維護及修繕費用預測，以屋齡、總建造面積及樓層數等三個主要影響因子，利用迴歸分析探討各因子對機電設備維護及修繕費用之影響，並進一步以三個變數來建立平均每年機電設備保養及維護支出之預估模式；【Christian and Pandeya，1997】收集 14 個大學建築及 8 個政府辦公室之資料，利用迴歸分析、類神經網路、隨機偏差預測去預測設施營運維護成本，結果顯示無法全部能精確地預測，進而結合專家系統及成本分析結果，建立 TOCAP 資料庫，預測設施營運維護之單位面積成本；【Carter and Mayo，1994】針對學校工程，利用每月更新工作排列數量，透過迴歸分析預測更新成本預算。

2. 在公路之部分—【徐志忠，2002】建立「剛性鋪面養護與維修技術智慧型諮詢系統」可針對單一路段資料進行多種鋪面維修組合之分析決策，及提供維修後之鋪面績效預測模式，並利用鋪面破壞數量之計算及所選擇之維修技術，配合使用者提供之單位維修成本、折現率與首先達到破壞之門檻值，進行生命週期成本分析，計算鋪面維修策略所需之成本；【連夷佐，2003】透過橋樑檢測資料篩選分析與預防性定期維護工作之執行，建立預測橋樑構件劣化趨勢，作為評估維修時間點與計算維護成本之依據，並分析橋樑維修方式與維護成本架構，建立生命週期成本評估模式，提供橋樑管理單位預算編列之參考。

另外，【Ottom,et al. ( I )，1999】說明目前設施維護更新預測模式可以歸納為四大類：1.價值法 2.公式基礎法 3.生命週期成本分析法 4.情況估價法，並將 18 種維修更新預測模型依其功能及方法分別予以歸類；【Ottom,et al. ( II )，1999】利用多準則決策方法，分析 Ottom,et al. ( I ) 所針對 18 種設施維修更新預測模型依其功能及方法分別予以歸類，找出最合適之維護更新成本之預測模式。



表 8.12 營運與使用階段成本估價文獻之研究現況與後續建議

作者	時間	研究問題	工程類型	採用方法	研究內容說明	研究貢獻	後續建議之方向
陳燕菁	1997	維護管理經費編列、經費使用、程序、組織之探討	學校建築	統計分析 (經費分配)	檢討台北市國民小學學校建築維護管理運作之現況如管理經費編列、管理經費使用、管理程序、管理組織，以建立合理之學校建築維護管理制度，其中維護經費分配方式，利用迴歸分析以各校之建築平均使用年齡、建築面積、學生數及班級數，計算各校之維護經費分配指標 (SI) 為依據。	<ul style="list-style-type: none"> <li>●說明國內現有建築設施維護管理制度。</li> <li>●說明學校建築維護管理經費編列、管理經費使用、管理程序、管理組織等之缺失及影響。</li> <li>●建立適當之學校建築維護管理制度。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●建立維護管理經費評估之準則。</li> <li>●學校建築設施維護管理資料庫架構之研究。</li> <li>●公部門建築設施維護管理相關法令之擬定。</li> </ul>
徐志忠	2002	剛性鋪面維修成本之預測	剛性鋪面	剛性鋪面養護與維修技術智慧型諮詢系統	建立「剛性鋪面養護與維修技術智慧型諮詢系統」可針對單一路段資料進行多種鋪面維修組合之分析決策，及提供維修後之鋪面績效預測模式，並利用鋪面破壞數量之計算及所選擇之維修技術，配合使用者提供之單位維修成本、折現率與首先達到破壞之門檻值，進行生命週期成本分析，計算鋪面維修策略所需之成本。	<ul style="list-style-type: none"> <li>●說明鋪面維修技術發展現況及國內維修養護作業方式。</li> <li>●說明國外剛性鋪面維修方式、材料特性、施工方法與步驟。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●建立國內剛性鋪面維修策略之研究。</li> <li>●建立國內一綜合性鋪面指標。</li> </ul>
徐春福	2003	公共機電設施維護修繕費用之預測	公寓大廈	統計分析	收集台中市公寓大廈 8~30 層，其屋齡在 5~15 年之大樓，共 64 棟，以屋齡、總建造面積及樓層數等三個主要影響因子，利用迴歸分析探討各因子對機電設備維護及修繕費用之影響，結果顯示，總建造面積較其他兩者顯著，並進一步以三個變數來建立平均每年機電設備保養及維護支出之預估模式。	<ul style="list-style-type: none"> <li>●公寓大廈機電設備維護及修繕之現況。</li> <li>●建構公寓大廈機電設備維護費用之預估模型。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●建築物設備堪用性之研究。</li> <li>●不同型態之建築物之研究。</li> <li>●其他機電設備項目之研究。</li> </ul>

連夷佐	2003	橋樑維護之時間及成本之預測。	橋樑工程	生命週期成本分析	透過橋樑檢測資料篩選分析與預防性定期維護工作之執行，建立預測橋樑構件劣化趨勢，作為評估維修時間點與計算維護成本之依據，並分析橋樑維修方式與維護成本架構，建立生命週期成本評估模式，提供橋樑管理單位預算編列之參考。	<ul style="list-style-type: none"> <li>●說明國內外對於橋樑生命週期成本評估法之發展與應用情況。</li> <li>●說明國內橋樑維護管理發展之現況。</li> <li>●建立橋樑維護管理生命週期成本評估模式。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●確認預防性定期維護工作之影響性與必要性。</li> <li>●探討各維修工法對構件狀況之影響性。</li> </ul>
Christian, Pandeya	1997	設施營運維護單位成本之預測	學校建築及政府建築物設施	專家系統	收集14個大學建築及8個政府辦公室之資料，利用迴歸分析、類神經網路、隨機偏差預測去預測設施營運維護成本，結果顯示無法全部能精確地預測，進而結合專家系統及成本分析結果，建立TOCAP資料庫，預測設施營運維護之單位面積成本。	<ul style="list-style-type: none"> <li>●提供相關設施管理決策系統及模式之參考。</li> <li>●提供設施營運及維護成本之預測。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●改善專家系統之缺點如知識擷取及知識庫管理之困難等。</li> <li>●探討其他建築類型之研究如商業大樓、醫院及高科技廠房等。</li> </ul>
Carter, Mayo	1994	設施更新部分成本之預測	學校建築	統計分析	針對學校建築設施部分，利用迴歸分析方式，建立每月工作順序與更新部分成本之關連。	<ul style="list-style-type: none"> <li>●提供設施更新部分成本之預測。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●利用其他方法進行預測。</li> </ul>
Ottom, et al. ( I )	1999	設施維護更新成本之預測模型說明	—	—	說明目前設施維護更新預測模式可以歸納為四大類：1.價值法 2.公式基礎法 3.生命週期成本分析法 4.情況估價法，並將18種維修更新預測模型依其功能及方法分別予以歸類。	<ul style="list-style-type: none"> <li>●說明目前維修更新預算之預測方法，可以歸納成四大類。</li> <li>●將18種有效維修更新預算編列模型，依其功能及方法分別予以歸類。</li> </ul>	—
Ottom, et al. ( II )	1999	設施維護更新成本之預測模式選擇	—	多準則決策 (MCDM)	利用多準則決策方法，分析Ottom, et al. ( I )所針對18種設施維修更新預測模型依其功能及方法分別予以歸類，找出最合適之維護更新成本之預測模式。	<ul style="list-style-type: none"> <li>●利用多準則決策找出最合適之維護更新成本之預測模式。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●透過案例資料分析，比較其預測結果。</li> </ul>

## 8.4. 小結

本章探討營運與使用階段之成本估價，其所編列維護更新預算主要作為各項設施能維持有效之運轉及延長期壽命，透過成本估價作業流程，說明一般作業流程、參與者角色之任務及估價流程，以瞭解何者為估價者、估價資訊為何、其估價目的及過程，

在成本估價方法之案例說明部分，從文獻書籍整理出該階段國內外所使用成本估價方法如傳統經驗估價法、設施價值法（現有價值法）、其他公式基礎法（單位維護更新預算估價法）及生命週期成本法之方法說明、計算公式、所需資料、使用條件、優點、缺點、誤差來源及計算步驟，並透過案例講解。

另外，整理營運與使用階段成本估價文獻之研究現況與後續建議，提供估價者實務上之意見與研究上之參考。





## 第9章 各階段成本估價之彙整

本章將上述各章節作各階段成本估價作業流程及成本估價方法之彙整，並說明成本估價之不確定性及NDL各階段成本估價結果之探討。

### 9.1. 各階段成本估價作業流程之彙整

將工程專案各階段成本估價作業流程作一彙整如圖9.1所示，並說明如下：

- 1. 概念與可行性研究階段**—業主提出其需求與概念，由該其他部門或委託專業顧問廠商針對專案進行實施調查及各項可行性研究（如成本預算、環境評估、社會評估、法律評估等），由於專案初期無任何設計圖，僅依據業主所提出之需求或現地情況粗估工程數量，並藉由以往相似之工程案例或透過市場詢價等，評估其合理之單價資料，進行粗略估價，以計算出建造成本；待業主評估修正意見後，擬定專案各項未來執行目標等，並辦理公開徵選建築師，依【依鐘恕，1992】說明其精確度應在 $\pm 20\%$ 。
- 2. 初步設計階段**—設計單位確認業主之需求後，進行初步設計製圖如建築物之配置圖、平面圖、立面圖、剖面圖、各設備系統圖等，藉此可計算出初步之工程數量，並藉由以往相似之工程案例或透過市場詢價等，評估其合理之單價資料，進行概略估價，以計算出建造成本，依【依鐘恕，1992】說明其精確度應在 $\pm 15\%$ 。
- 3. 細部設計階段**—待初步設計完成後，設計單位依據初步成果內容進行細部設計之作業，繪製工程細部圖說（建築圖、結構圖、設備圖等）及各種計畫書（施工規範、工程預定進度計畫書、編擬招標相關文件等），由於設計圖說於該階段已達百分之百成熟度，可計算出各工作項目之所需數量，並藉由以往相似之工程案例或透過市場詢價等，評估其合理之單價資料，進行細部估價，以計算出施工預算，此時所估價之成本可以作為發包預算，依【依鐘恕，1992】說明其精確度應在 $\pm 10\%$ 。
- 4. 招標發包階段**—細部設計完成後，開始籌劃招標文件及各規範之訂定，並對外公開投標資訊，各投標廠商購標及研究圖說、合約內容後，在規定時間內投寄

一切文件，於開標前，業主依據設計單位所提出之施工預算進行底價訂定，開標時，由最低標者決標，並辦理後續之簽約。

5. **營造施工階段**—業主、設計單位、承包商先作開工前之準備，待承包商向業主及建築主管機關申報開工後，業主及設計單位即監督承包商之施工執行，承包商按期依實際完成工程數量及契約單價計算該期估驗計價之金額，待設計單位審查後，交由業主核可並支付該期計價金額；遇到需要變更設計時，依變更圖說或合約內容計算其變更追加減預算；最後，承包商施工完成及向業主提報竣工，業主、設計單位、承包商將進行驗收確認工作，待工程驗收完成後，辦理移交手續及業主支付工程之結算總價。
6. **營運與使用階段**—在正式營運與使用後，業主排定定期或日常檢查工作，針對各項設施進行檢查及評估其使用狀況，計算所需維護更新之設施數量及透過合理之單價分析，評估其所需維護更新之費用。



作業階段	工程專案之成本估價流程				工程專案之作業流程							
	估價成本	估價者	估價層次	估價流程	作業流程	作業內容	參與者權責劃分					
							業主	專案管理廠商	A/E	營造廠商		
概念與可行性研究	總工程費	業主、專案管理廠商	粗估 (基準估價)	粗略估價資訊	需求提出	首先，業主提出需求與目的之概念，由該其他單位或委託專業顧問廠商辦理與服務。	提出	-	-	-		
				粗估工程數	實施調查	依據業主所提出之需求，進行專案基本資料之調查如基地概況、法規需求、施工方式、市場行情等。	核定	辦理	-	-		
				參考同類型工程之估價資料	可行性評估	藉由上述調查結果，進行各種專案評估如財物評估、環境評估、風險評估、社會評估、法律評估、其他等，提供業主評估與核准。	核定	辦理	-	-		
				單價分析	擬定專案計畫	業主核可之後，進行擬定專案計畫，編定各項控制指標，作為控制基準及未來追蹤與預測之目標；或依實際需求，擬定專業技術服務工作報告，及辦理專業技術性工作之委託。	核定	辦理	-	-		
				粗略估價	徵選建築師	依所擬定之專案計畫，公開辦理徵選，由各建築師提出其服務計畫進行評比，由入選建築師與業主簽訂專案工程設計委任契約，進行下一階段之正式設計。	核定	辦理	配合	-		
				建造成本								
設計	初步預算 (總工程費)	專案管理廠商、A/E	概略估價 (初期估價) (草圖估價)	初步設計圖說	專業調查評估	針對專案進行更細部之調查，包括法規層面、工程測量、地質鑽探分析及環境影響評估等，並對業主之空間、設備需求等進行評估與確認。	核定	辦理	協辦	-		
				概估工程數量	初步設計製圖	俟業主需求確認之後，設計單位進行繪製初步建築圖、結構圖、系統圖及相關圖說。	核定	協辦	辦理	-		
				詢價、材料調查蒐集同類型之工程估價	各種計畫編列	<ul style="list-style-type: none"> <li>專案管理廠商研擬初步工程安全計畫、勞務計畫、綱要進度表、評估各類保險與需求等。</li> <li>設計單位除繪製初步設計圖說，並簽訂設計進度表、編列初步工程預算等。</li> </ul>	核定	辦理	辦理	-		
				單價分析	編制初步成果報告	俟上述作業完成後，編制初步成果報告書，其內容大致包括初步設計圖說、初步工程預算、法令分析、工程預定進度等，提供業主進行評估與核定。	核定	辦理	協辦	-		
				概略估價								
				初步預算								
細部設計	施工預算 (總工程費)	專案管理廠商、A/E	細部估價 (施工預算估價) (預算估價)	細部設計圖說	專業細部規劃評估	俟初步設計完成後，設計單位將進行細部設計分析，針對各空間、設備需求等細目提出報告，提供業主進行評估與確認。	核定	辦理	協辦	-		
				細估工程數量	細部設計製圖	俟業主需求確認之後，設計單位進行繪製細部建築圖、結構圖、系統圖及相關圖說。	核定	協辦	辦理	-		
				詢價、材料調查蒐集同類型之工程估價	各種計畫編列	編列施工說明書、建築物維護管理手冊、工程預定進度表、及工程契約草案等。	核定	辦理	辦理	-		
				單價分析	編制細部成果報告	俟上述作業完成後，編制細部成果報告書，其內容大致包括細部設計圖說、施工預算書、施工說明書、主要材料、設備參考廠商表及型錄、建築物維護管理手冊、工程預定進度表、工程契約草案等，提供業主進行評估與核定。	核定	辦理	協辦	-		
				細部估價								
				施工預算								

圖 9.1 工程專案各階段之成本估價作業流程彙整

作業階段	工程專案之成本估價流程				工程專案之作業流程					
	估價成本	估價者	估價層次	估價流程	作業流程	作業內容	參與者權責劃分			
							業主	專案管理廠商	A/E	營造廠商
招標發包	底價	業主	細估 (施工預算估價) (底價估價)	施工預算	備標	業主在開始招標前，前置作業為取得建築執照、招標文件準備、廠商資格訂定、招標方式及決標方式原則確定等。	核定	辦理	配合	—
				底價訂定 (業主決定)	招標公告	俟各招標內容準備齊全時，進行公開招標，刊登於政府採購公報、公開於資訊網路、張貼於機關門首公告；對於有疑義之檢討，業主修正招標文件。	核定	辦理	協辦	—
	投標價	營造廠	細估 (投標估價)	發包底價	評估投標可行性	投標廠商領取招標文件。	辦理	協辦	協辦	辦理
				可行 領取圖說	領取圖說	投標廠商按規定投寄一切文件如投標及契約文件、標單、資格及規格等相關文件，並繳納押標金及簽訂投標切結書等。	辦理	協辦	協辦	配合
營造施工	計價金額	營造廠	細估 (估驗計價)	資料收集 查詢市價	開標	業主於開標前，進行底價訂定，及審查各投標廠商資格及規格之後，進行底價之開標作業。	辦理	協辦	協辦	配合
				成本分析	決標	由最低標價之投標廠商決標。	辦理	協辦	協辦	配合
	變更預算	營造廠、 專案管理廠商、 A/E	細估	單價估算	簽約	業主與得標廠商辦理工程契約之簽訂手續，包括明訂契約範圍與相方應盡之義務、付款辦法及期限等相關規定。	辦理	協辦	協辦	配合
				初定投標總價	開工前準備作業	承包商： 1. 工區調查、鄰房調查、臨時水電、障礙排除、施工前會勘說明。 2. 提報品質計畫、總體施工計畫、施工預定進度、分包計畫。 專案管理廠商、設計監造單位： 1. 成立監造單位、提報監造計畫。 2. 審查廠商施工、品質計畫，並監督執行。 主辦機關： 1. 審查監造計畫及監督其執行	備查	審定	協辦	—
結算總價	業主	細估 (結算估價)	決定投標總價	開工	承包商向業主提出開工報核，及向建築主管機關申報開工。	核定	辦理	協辦	—	
			實際完成工作之數量	施工	承包商施工執行，業主、專案管理廠商及設計單位監督。	核定	辦理	協辦	—	
營運與使用	維護更新預算	業主	概略估價 細部估價	變更追加減工作項目之數量	估驗計價	提出變更設計，說明變更理由、變更內容，評估所涉數量、金額變更、工期展延等，由設計單位審查及業主核可。	核定	協辦	協辦	配合
				單價分析	竣工	承包商按期依實際完成工程辦理估驗計價，提報設計單位審查，由業主核可及付款。	核定	辦理	協辦	配合
	維護更新	業主	概略估價 細部估價	總計	驗收	竣工完成時，辦理使用執照申請、申接水電、機電設備測試及運轉、操作及維護人員訓練，承包商向業主提出竣工報核極集辦理工程結算。	核定	辦理	協辦	提出
				維護更新預算	結案	業主、設計單位、承包商會同確認驗收內容，待全部驗收合格後，委辦、使用及相關管理單位接管，並辦理竣工計價。	核定	辦理	協辦	配合
				契約金額	工程各設施項目之檢查	在正式營運與使用後，業主針對工程各設施項目，進行定期或日常檢查及評估其使用狀況。	辦理	—	—	—
				變更預算 驗收扣款	擬定所需 維護預算	待檢查完畢後，依據檢查結果及使用狀況，編列需要維護更新設施項目之預算。	辦理	—	—	—
				總計	進行設施 維護更新	進行所需設施項目之維護更新。	辦理	—	—	—
				結算總價		業主辦理工程決算，待保固期滿退還保證金。	核定	辦理	協辦	配合

圖 9.2 工程專案各階段之成本估價作業流程彙整 (續)

## 9.2. 各階段成本估價方法之彙整

彙整工程專案各階段之成本估價方法，整理其成本估價方法之方法說明、計算公式、所需資料、使用條件、優點、缺點、誤差來源及計算步驟如表 9.1 所示，以下說明各階段成本估價方法之應用時機：

- 1. 概念與可行性研究階段**—工程專案最開始時，沒有任何設計圖說，此時之估價資訊大致上為基地位置、基地面積、功能需求如設備或人數等數量，以利進行建造成本之粗部估價，所衍生之成本估價方法有單位基準法（單位面積法、單位設備法、單位柱間法、單位體積法）、成本指標法、成本對應產量估價法、平均單價法。
- 2. 初步設計階段**—此時之估價資訊為初步之設計圖說，可計算出初步工作項目、各設備系統數量等，以進行建造成本之概略估價，所衍生之成本估價方法有比例基準法（價格比例法、數量比例法、百分法）、主項基礎法（主要材料基礎法、主要工程基礎法）、參數估價法、因數估價法等。
- 3. 細部設計階段**—透過完成之細部設計圖說、施工規範等，計算出各工程作業項目之數量，乘以各工程作業項目之單位工作量之單價，即得該工程直接成本，再加上間接成本如管理費、利潤及稅捐等，合計得總工程費，作為發包預算之用，所採用之成本估價方法為單價分析法。
- 4. 招標發包階段**—業主如採用訂有底價之採購，則需進行底價訂定之計算如經驗估價法、權重估價法及比率估價法，另一方面，營造廠評估確認參與投標後，研讀招標文件內之工程圖說規範及工地實地勘查後，進行投標價之估價如單價分析法或資源列舉法。
- 5. 營造施工階段**—依契約所訂之工程費付款方式，承包商與業主按期辦理估驗計價，以實際完成工程之數量及契約單價計算其金額；遇變更設計時，其變更圖說或合約內容有涉及契約數量、金額之調整，應計算出變更追加減之預算；待承包商完工及業主驗收合格後，辦理移交手續及業主給付該工程之結算總價。
- 6. 營運與使用階段**—在營運與使用階段，不同結構物受其類別、使用狀況、規模大小、使用時間等影響，大致上成本估價方法有傳統經驗估價法、設施價值法（現有價值法）、其他公式基礎法（單位維護更新預算估價法）及生命週期成本法。



表 9.1 工程專案各階段之成本估價方法彙整

作業階段	成本估價方法	成本估價方法之計算說明			
		計算公式	輸入值	輸出值	使用特性
概念與可行性研究	單位面積法 (Square Foot Estimate、Unit Area Cost Estimate)	$C = X \times Y$	X：單位樓地板面積之單價 Y：興建工程之樓地板面積總量	C：興建工程之總工程費	<ul style="list-style-type: none"> <li>越相似之工程類型，其估算準確度相對提高。</li> <li>單價易受建築物之形狀及性質之不同。</li> </ul>
	單位設備法 (Function Estimate)	$C = X \times Y$	X：單位設備之單價 Y：興建工程設備之總量	C：興建工程之總工程費	<ul style="list-style-type: none"> <li>以功能為主之工程類型。</li> <li>需對興建工程進行詳細之調查。</li> </ul>
	單位柱間法	$C = X \times Y$	X：單位等柱間樓面積之單價 Y：興建工程等柱間之總數	C：興建工程之總工程費	<ul style="list-style-type: none"> <li>適用規則性之建築工程類型。</li> </ul>
	單位體積法 (Unit Volume Cost Estimate、cubic foot)	$C = X \times Y$	X：單位體積之單價 Y：興建工程體積之總量	C：興建工程之總工程費	<ul style="list-style-type: none"> <li>越相似之工程類型，其估算準確度相對提高。</li> <li>體積計算較為複雜。</li> </ul>
	成本指標法 (Index Number estimate、Cost indices)	$C_c = \left( \frac{I_c}{I_r} \right) \times C_r$	$C_r$ ：已知設備容量之成本 $I_c$ ：預估新設備之建造年指標 $I_r$ ：已知設備之基準年指標	$C_c$ ：預估新設備容量之成本	<ul style="list-style-type: none"> <li>需注意成本指標之適用性。</li> </ul>
	成本對應產量法 (Cost-Capacity Factor Estimate)	$C_2 = C_1 \left( \frac{Q_2}{Q_1} \right)^x$	$C_1$ ：已知設備容量之成本 $Q_2$ ：預估新設備之容量 $Q_1$ ：已知設備之容量 X：專案類型之成本容量因素	$C_2$ ：預估新設備容量之成本	<ul style="list-style-type: none"> <li>需注意專案類型之成本容量因素之適用性。</li> </ul>
	平均單價法	$C = X \times Y$ ， $X = (a + 4 \times b + c) / 6$	X：預估單位成本 a：先前專案之最小單位成本 b：先前專案之平均單位成本 c：先前專案之最大單位成本 Y：興建工程預估項目之數量	C：興建工程之總工程費	<ul style="list-style-type: none"> <li>無法反映通貨膨脹、地區性等之影響。</li> <li>運用於相似工程類型，估價準確度相對提高。</li> </ul>



設計	初步設計	百分法	$C_j = (C_i \times X_j) / X_i$	$C_i$ : 興建工程 i 工程項目之費用 $X_i$ : 過去工程 i 工程項目之費用比例 $X_j$ : 過去工程 j 工程項目之費用比例	$C_j$ : 興建工程 j 工程項目之費用	<ul style="list-style-type: none"> <li>●相似工程類型，精確度相對提高。</li> <li>●建築物各工程項目之費用比例。</li> </ul>
		主要材料基礎法	$C = \sum (X_i \times Y_i) \times K$	$X_i$ : 興建工程各主要材料之單價 $Y_i$ : 興建工程各主要材料之數量 $K$ : 預估總工程費之調整係數	$C$ : 興建工程之總工程費	<ul style="list-style-type: none"> <li>●工程特性之分類需特別加以考慮。</li> </ul>
		主要工程基礎法	$C = (X \times Y) \times K$	$X$ : 興建工程主要工程之單價 $Y$ : 興建工程主要工程之數量 $K$ : 預估總工程費之調整係數	$C$ : 興建工程之總工程費	<ul style="list-style-type: none"> <li>●工程特性之分類需特別加以考慮。</li> </ul>
		參數成本估價法 (Parameter Costs Estimate)	$C = X \times Y$	$X$ : 過去工程之主要度量單位或參數費用 $Y$ : 興建工程預估項目之總數	$C$ : 興建工程之總工程費	<ul style="list-style-type: none"> <li>●專案之度量單位或參數建立，需加以調查與說明。</li> </ul>
		因數估價法 (Factor Estimating)	$C_j = (C_i \times X_j) / X_i$	$X_i$ : 過去工程主要工程項目之因素比例 $X_j$ : 過去工程其他工程項目之因素比例 $C_i$ : 興建工程之主要工程項目之費用	$C_j$ : 興建工程其他工程項目之費用	<ul style="list-style-type: none"> <li>●當工程類型不同時，易受其因素比例之影響。</li> </ul>
	細部設計	單價分析法 (Unit Pricing Estimate)	$C = \sum (X_i \times Y_i)$	$X_i$ : 各工程項目單位工作量之單價 $Y_i$ : 各工程項目之數量	$C$ : 工程總直接成本	<ul style="list-style-type: none"> <li>●有例可援，按既成之格式作業，不必耗用太多時間。</li> </ul>
招標發包	經驗估價法	$C = X \times Y$	$X$ : 發包預算價 $Y$ : 經驗係數	$C$ : 底價	<ul style="list-style-type: none"> <li>●以經驗作為判斷基礎，故較為主觀</li> </ul>	
	權重估價法	$C = \sum (X_i \times Y_i)$	$X_i$ : 各單位之發包預算價 $Y_i$ : 各單位之權重比	$C$ : 底價	<ul style="list-style-type: none"> <li>●各單位之發包預算價均受到尊重與運用。</li> <li>●各單位之權重比不易訂定。</li> </ul>	
	比率估價法	$C = X \times A + Y \times B$	$X$ : 業主初步底價 $Y$ : 所有投標廠商報價平均值 $A$ : 業主初步底價之百分比 $B$ : 所有投標廠商報價平均值之百分比 $A + B = 100\%$	$C$ : 底價	<ul style="list-style-type: none"> <li>●不適用於公共工程。</li> </ul>	

招標發包	單價分析法 (Unit Pricing Estimate)	$C = \sum (X_i \times Y_i)$	X <sub>i</sub> : 各工程項目單位工作量之單價 Y <sub>i</sub> : 各工程項目之數量	C: 工程總直接成本	●有例可援，按既成之格式作業，不必耗用太多時間。
	資源列舉法 (Resource Enumeration)	$C = \sum (X_i \times Y_i \times K_i)$	X <sub>i</sub> : 各工作項目之平均資源成本 Y <sub>i</sub> : 各工作項目之數量 K <sub>i</sub> : 效率比例(調整工作項目單位之資源成本)	C: 總工作項目之勞力成本	●估價者必須考量工程適當之施工方法及施工機具，否則，將使單價資料不切實際。
營造施工	估驗計價	$C = \sum (X_i \times Y_i)$	X <sub>i</sub> : 契約單價 Y <sub>i</sub> : 實際完成工作之數量	C: 估驗計價之金額	—
	變更預算之估價	$C = \sum (X_i \times Y_i)$	X <sub>i</sub> : 變更追加減工程項目之單價(新增項目之議價、契約單價) Y <sub>i</sub> : 變更追加減工程項目之數量	C: 變更預算	—
	結算估價	$C = X + Y + Z$	X: 契約金額 Y: 變更追減金額 Z: 驗收扣款	C: 結算總價	—
營運與使用	傳統經驗估價法	$C = X \times Y$	X: 過去維護更新預算 Y: 經驗係數	C: 預估維護更新預算	●以經驗為導向，容易使編列維護更新預算無法反應實地現況及滿足各設施項目之需求。
	現有價值法 (Current-plant-value Method)	$C = Y \times K$	Y: 各設施期初價值 Y: 維護更新預算編列係數	C: 預估維護更新預算	●在私部門單位因注重設施價值及每年折舊、扣稅情形或財務報表等目的，較常採用CPV來估算設施價值，而在公部門比較不適用。
	單位維護更新預算估價法	$C = X \times Y$	X: 單位維護更新之單價 Y: 各設施所需維護更新之總量	C: 預估維護更新預算	●可能忽視不同設施類型之維護更新需求影響，及無明確固定之歷史資料作為預期或達成維護更新之品質基礎。
	生命週期成本法 (Life-Cycle Costs)	$LCC = \sum_{t=0}^N \frac{C_t}{(1+i)^t}$	C <sub>t</sub> : t年所發生之所有成本。 N: 分析年限。 i: 折現率。	LCC: 整體生命週期成本	●決策者須選擇最佳方案情況。 ●評估一個計畫或替代方案於考量的年限中之經濟性的方法

### 9.3. 各階段成本估價之不確定性

如何提高工程專案成本估價之精確度，為目前實務上及學術研究上主要探討之問題，而影響工程成本估價之因素如表 9.2 所示，因此，隨著工程專案之進行，其成本估價之不確定程度也隨逐漸減少，成本變動情形也從廣泛到明確如圖 9.3 所示。

由上整理說明，估價者於進行工程專案成本估價時，需注意影響成本估價因子所造成較大之誤差。

表 9.2 工程專案成本估價之影響因素

項目	說明
設計圖說	設計圖為設計者之表達及建造者建造工程之藍本，又為計算工程數量之依據，故必須詳細瞭解設計圖說，避免導致估算不合理。
專案資訊	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. 施工規範</b>—施工規範為訂定每一工程項目之通則、產品、施工及計量計價辦法，編列工項之單價需符合其規定之標準及計量計價原則。</li> <li><b>2. 施工計畫</b>—合理施工計畫應考慮正常工狀態每日所能完成之最大工作量及工程施工之先後順序，選用適當之施工機具，以便推算合理之工期及編制合理之工程估價。</li> <li><b>3. 施工方法</b>—選用最合理之施工方法，可以使單價分析接近實際。</li> <li><b>4. 工期</b>—一件工程工期之緩速特定要求，直接影響單價之高低，一般皆以正常工作時間來進行工程，據以估算。如有特殊趕工需要，將與正常施工有差異。</li> <li><b>5. 使用功能</b>—工程使用於公路、水庫及公有建築物等，會有不同之單價資料與維護費用。</li> <li><b>6. 構造形式</b>—包括木造建築物、磚造建築物、加強磚造建築物、鋼筋混凝土造建築物等，會有不同維護費用。</li> <li><b>7. 使用狀況</b>—使用情況越高，造成其損壞率也相對提昇。</li> <li><b>8. 工程規模</b>—工程大小，將影響單價高低及維護費用之編列。</li> <li><b>9. 使用時間</b>—建築物會隨時間增加，其損壞率會逐漸提高，其維護費用也會相對地提高。</li> <li><b>10. 建築類別</b>—結構體工程、裝修工程、水電消防工程、機電工程等，會有不同之維護費用。</li> </ol>
工址環境	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. 地形</b>—受施工地區環境之影響，如在山區、丘陵區、或狹窄地區施工，將影響施工機具工作效率之高低。</li> <li><b>2. 地質</b>—地質環境決定了施工方法與施工機具之選擇，除了影響工程單價之估算外，甚至影響整個工程計畫與工期至深且鉅。</li> <li><b>3. 氣候</b>—氣候因素隨工作地區而有所差異，將影響到實際施工之天數。</li> <li><b>4. 物料來源</b>—就地取材或由外地搬運材料數量、運輸工具及儲存場等皆會影響單價。</li> </ol>
其他因素	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. 資料調查不足</b>—工程相關之基本資料、地形、地質、水文、氣象及公共設施管線等資料收集不足，所造成成本估價之誤差。</li> <li><b>2. 估價錯誤</b>—人為估價所產生之誤差。</li> <li><b>3. 市場波動</b>—市場供需出現變化如工資、材料暴漲等。</li> <li><b>4. 其他</b>—可能意外或無法預見之偶發事件等狀況，而需編列工程預備費如天然災害、法令政策改變、民眾抗爭等。</li> </ol>

【資料來源：整理自鄭光正（2002）、郭榮欽（2004）、Halpin（1998）】

備註：

1. 此圖主要表達成本估價隨時間進行時，工程專案其他階段影響因素較開始時，相對變得較小及明確。
2. ●：影響成本估價程度較大者。
3. ○：影響成本估價程度較小者。



圖 9.3 工程專案各階段成本估價之不確定性

【資料來源：整理自鄭光正（2002）、郭榮欽（2004）、Halpin（1998）】

## 9.4. NDL 各階段成本估價結果之探討

在各階段成本估價方法使用時，由於 NDL 無法皆符合其估價所需之資料，因此，已可以利用 NDL 案例資料估價作為說明，將各階段成本估價方法之估價結果與 NDL 做一比較如表 9.3 所示，並說明如下：

- 1. 概念與可行性研究階段**—此階段 NDL 主辦機關利用單位面積法所預估之總工程費為 275,339,631 元，而採用單位面積法、成本指標法及平均單價法分別為 237,391,770 元、237,246,240 元及 234,853,080 元，以 NDL 所預估之總工程費為基準，比較單位面積法、成本指標法及平均單價法之估價結果，分別為 -13.78%、-13.84% 及 -14.71%；另一方面，NDL 發包金額為 229,973,050 元及以此為基準，比較單位面積法、成本指標法、平均單價法及 NDL（單價面積法）之估價結果，分別為 +3.23%、+3.16%、+2.12% 及 +19.73%。
- 2. 初步設計階段**—此階段 NDL 利用單價分析法所預估之總工程費為 246,974,000 元，而百分法、主要材料基礎法、主要工程基礎法、參數估價法及因素估價法分別為 245,176,930 元、240,452,079 元、241,419,500 元、240,257,745 元及 243,787,005 元，以 NDL 所預估之總工程費為基準，比較單位面積法、成本指標法及平均單價法之估價結果，分別為 -0.73%、-2.64%、-2.25%、-2.72% 及 -1.29%；另一方面，NDL 最後發包金額為 229,973,050 元及以此為基準，比較百分法、主要材料基礎法、主要工程基礎法、參數估價法及因素估價法及 NDL（單價分析法）之估價結果，分別為 +6.61%、+4.56%、+4.98%、+4.47%、+6.01% 及 +7.39%。
- 3. 細部設計階段**—此階段 NDL 利用單價分析法所預估之總工程費為 243,787,005 元，NDL 最後發包金額為 229,973,050 元及以此為基準，比較 NDL（單價分析法）之估價結果為 -4.37%。

由上述得知，所使用各階段成本估價方法與 NDL 之發包金額較為接近，應為所採用過去案例資料與其接近所致因此，如果採用各成本估價方法使用時，越相似工程性質與類型可以得到較佳的預測結果，其中，在概念與可行性研究階段，NDL 主辦機關與單位面積法、成本指標法及平均單價法之估價結果誤差為 13%~15%，而發包金額誤差為 +19.73%，主要乃 NDL 在概念與可行性研究階段規劃為地上七層及地下二層，而最



後確認為地上十層及地下二層，故為造成誤差之主要來源。

表 9.3 NDL 各階段成本估價方法之估價結果

作業階段	成本估價方法		估價成果	NDL 各階段 成本估價 結果比較	NDL 發包金額 之比較
概念 與可 行性 研究	1.單位基準法	1.1 單位面積法	237,391,770	-13.78%	+3.23%
	2.成本指標法		237,246,240	-13.84%	+3.16%
	3.平均單價法		234,853,080	-14.71%	+2.12%
	<b>4.NDL 主辦機關 (單位面積法)</b>		275,339,631	0	+19.73%
初步 設計	1.比例基準法	1.1 百分法	245,176,930	-0.73%	+6.61%
	2.主項基礎法	2.1 主要材料基礎法	240,452,079	-2.64%	+4.56%
		2.1 主要工程基礎法	241,419,500	-2.25%	+4.98%
	3.參數估價法		240,257,745	-2.72%	+4.47%
	4.因素估價法		243,787,005	-1.29%	+6.01%
<b>5.NDL 建築師 (單價分析法)</b>		246,974,000	0	+7.39%	
細部 設計	<b>1.NDL 建築師 (單價分析法)</b>		219,917,501	-	-4.37%
招標 發包	<b>1.NDL 得標廠商 (單價分析法)</b>		229,973,050	-	0
備註：					
1.關於 NDL 各階段成本估價結果比較，乃各種成本估價方法與該階段 NDL 所預估之成本（以此為基準）作比較，以成本指標法之計算作為說明： 誤差 = $(237,246,240 - 275,339,631) / 275,339,631 = -13.84\%$ 。					
2.關於 NDL 發包金額之比較，乃各種成本估價方法與 NDL 發包金額（以此為基準）作比較，以成本指標法之計算作為說明： 誤差 = $(237,246,240 - 229,973,050) / 229,973,050 = +3.16\%$ 。					

## 9.5. 小結

本章以工程專案生命週期角度為出發，彙整各階段之成本估價作業流程、成本估價方法，說明工程專案成本估價之不確定性及 NDL 各階段成本估價結果，期望透過本研究之整理，作為估價人員整體性成本估價之導覽，使其對於成本估價有基本之概念與認知，改善目前成本估價教科書不足之處，達到成本估價之教育訓練。



## 第10章 結論與建議

### 10.1. 結論

本節彙整前述之研究過程及完成之研究成果，以成本估價作業流程、成本估價方法之應用及成本估價文獻研究現況為主要說明，提供估價者整體性之成本估價教育訓練，改善目前成本估價教科書之不足之處，以下作成幾點結論：

4. **各階段成本估價作業流程**—從目前成本估價教科書中，估價者不易瞭解到整體性成本估價作業流程，因此，本研究將工程專案之各階段成本估價流程、作業流程及參與者權責劃分作一整理，使估價者瞭解到工程專案隨時間進行時，各階段成本估價方法之運用時機、各階段成本估價方法之估價層次、估價成本之目的、由何工程專案參與者進行成本之估價及各階段成本估價作業流程之整體性概念。
5. **各階段成本估價方法之案例說明**—工程各階段因估價資訊之不同，而衍生出各種不同成本估價方法，目前成本估價教科書主要集中單一階段之成本估價介紹，對於其他階段之成本估價方法則較無完整之描述，因此，將各階段成本估價方法之方法說明、計算公式、所需資訊、使用、優點、缺點、誤差來源、計算步驟作一整理介紹並透過案例說明，使估價者瞭解各階段成本估價方法之運用。
6. **各階段成本估價文獻探討**—從目前成本估價教科書之介紹內容得知，尚未整理各階段學術研究上之成本估價方法之探討，因而，往往需耗費許多時間蒐集資料與分析，有鑑於此，本研究整理概念與可行性研究、初步設計、招標發包及營運與使用階段之成本估價文獻，針對學術研究上之成本估價探討，提供估價者目前成本估價之研究現況及後續建議之方向。

## 10.2. 建議

本節歸納前述之研究成果，提出以下幾點未來研究建議：

1. **建立不同成本估價方法之估價所需資料庫**—本研究整理各階段成本估價方法之應用說明，實際上，估價者進行工程專案成本估價時，大都利用單位基準（如面積、長度等）及比例基準（如百分法）之方法，而並未針對該工程情況採用合適之成本估價方法，因此，若從過去工程案例取得各成本估價方法之估價所需資料，將其作一統計彙整成資料庫，在進行未來工程專案之成本估價時，可以提供估價者於成本估價時之應用及成果比較。
2. **建立各種成本估價時之參考指標**—當進行工程專案成本估價時，乃利用過去歷史案例作為推估之基礎，若無大量案例資料易造成較大之誤差，如能整理不同工程專案類型之數量、單價及工程項目費用之統計比例，將可使估價者在進行成本估價時，得到較快速及成本合理範圍之應用與參考。
3. **其他工程類型之成本估價方法應用**—本研究主要介紹工程專案各種成本估價方法之應用，由於工程案例收集及時間不足之因素，故以建築工程案例為成本估價應用之介紹，可進一步將成本估價方法應用於其他工程類型（如水壩、橋樑工程等）之研究，評估各種成本估價方法計算成果及使用情況，歸納成本估價方法於各工程類型應用時之特性與結果，將可以使本研究內容更為充實。

## 參考文獻

- [1] 陳炳東，建築估價（上、下冊），東宇出版社，臺北，民國六十八年。
- [2] 洪憶萬，建築工程估價學（上、下冊），二版，大中國圖書公司，臺北，民國六十九年。
- [3] 林文天，建築營造與估價，大行出版社，台南，民國七十二年。
- [4] 顏榮記，工程估價，三民書局，臺北，民國七十六年。
- [5] 黃政勇等，施工估價實習，大中國圖書公司，臺北，民國七十八年。
- [6] 李建雄，建築估價，詹氏書局，臺北，民國七十九年。
- [7] 汪欒之，土木工程估價，二版，大中國圖書公司，臺北，民國七十九年。
- [8] 史天興、劉仲宣，土木建築工程估價，五洲出版社，臺北，民國八十四年。
- [9] 王珏，建築工程估價投標，二版，詹氏書局，臺北，民國八十五年。
- [10] 范光懿，投標估價與數量計算，詹氏書局，臺北，民國八十六年。
- [11] 杜訓、黃如寶，國際工程估價，淑馨出版社，臺北，民國八十七年。
- [12] 楊世清，營建管理技術手冊，地景企業股份有限公司，臺北，民國八十七年。
- [13] 林金面，施工估價，文笙書局股份有限公司，臺北，民國九十年。
- [14] 劉福勳，營建管理概論，七版，詹氏書局，臺北，民國九十年。
- [15] 鄭光正，工程估價實務與資訊之連結，財團法人中華顧問工程司，臺北，民國九十一年。
- [16] 呂以寧，營建工程專案管理，六合出版社，台北，民國九十一年。
- [17] 郭榮欽，工程估價 Excel 應用，三版，全華科技圖書股份有限公司，臺北，民國九十三年。
- [18] 中華民國九十年度中央政府總預算編制辦法，民國八十九年。
- [19] 台灣營建研究院，營建物價第二十二期，財團法人台灣營建研究院，台北，民國九十年。
- [20] 行政院公共工程委員會，各機關辦理公有建築物作業手冊，初版，臺北，民國九十年十二月。
- [21] 行政院公共工程委員會，公共建設工程經費估算編列手冊—總則篇，二版，臺北，民國九十年九月。
- [22] 行政院公共工程委員會，公共工程綱要編碼，三版，臺北，民國九十年十二月。
- [23] 行政院公共工程委員會，政府公共工程計畫與經費審議作業要點，臺北，民國九十二年五月。

- [24] 國家奈米元件實驗室，國家奈米元件實驗室新建實驗室計畫，民國九十三年。
- [25] 鍾恕，「工程估價系統個體導向模式之分析」，國立台灣大學，碩士論文，民國八十一年。
- [26] 黃春田，「工程估價精確度預測之分析」，國立台灣科技大學，碩士論文，民國八十二年。
- [27] 郭坤池，「規劃設計階段使用之參數估價研究----以八十二年度台中市之十三、十四層RC造集合住宅為例」，淡江大學，碩士論文，民國八十三年。
- [28] 楊冠雄等，「建築物設備使用管理計畫與節能效益調查研究」，內政部建研所籌備處，民國八十三年。
- [29] 陳信夫，「建築工程成本估算法之比較研究\_與類神經網路估算法之研究」，國立台灣大學，碩士論文，民國八十五年。
- [30] 謝明恕，「高雄地區集合住宅工程數量推估模式之研究」，國立成功大學，碩士論文，民國八十五年。
- [31] 陳燕菁，「學校建築維護管理之探討-以台北市國民小學為例」，國立台灣大學，碩士論文，民國八十六年。
- [32] 楊熾宗，「公路橋樑維護管理決策模式之研究-以中山高速公路為例」，國立臺灣大學，碩士論文，民國八十七年。
- [33] 郭忠正，「國軍軍事設施維護管理制度之研究」，國防大學中正理工學院，碩士論文，民國九十年。
- [34] 余家祥，「以案例式推理建構建築工程成本估算系統」，國立中央大學，碩士論文，民國九十年。
- [35] 郭炳煌，「以統計方法與類神經網路模式預估工程直接成本之研究」，國立高雄第一科技大學，碩士論文，民國九十一年。
- [36] 徐志忠，「剛性鋪面養護與維修技術智慧型諮詢系統雛形之建立」，淡江大學，碩士論文，民國九十一年。
- [37] 韋桂仁，「公共工程標價偏低時之審標作業研究」，國立中央大學，碩士論文，民國九十一年。
- [38] 謝文山，「演化式建築工程成本概算模式之研究」，國立台灣科技大學，碩士論文，民國九十一年。
- [39] 鄭景鴻，「類神經模糊系統於公路土石方工程成本估價之應用」，中華大學，碩士論文，民國九十一年。
- [40] 盧順逸，「以迴歸分析預測最低標之研究—以美國A+B競標法及我國道路工程為

- 例」，國立雲林科技大學，碩士論文，民國九十一年。
- [ 41 ] 連夷佐，「橋樑維護管理生命週期成本評估模式之研究」，中央大學，碩士論文，民國九十二年。
- [ 42 ] 徐春福，「公寓大廈共用部分機電設備維護費用支出之研究-以台中市為例」，中華大學，碩士論文，民國九十二年。
- [ 43 ] 林志棟，「公共工程維護管理經費編審及查核制度之研究」，行政院公共工程委員會研究報告，台北市，民國九十二年。
- [ 44 ] A. L. Barco, “Budgeting For Facility Repair and Maintenance”, Journal of Management Engineering, Vol.10, No. 4, pp. 34, July/Aug 1994.
- [ 45 ] ASTM E917-94, “Standard practice for measuring life-cycle costs of buildings and building system”.
- [ 46 ] Building Research Board ( BRB ) Committee on Advanced Maintenance Concepts for Buildings, and National Research Council Commission on Engineering and Technical Systems, “Committing to the cost of ownership maintenance and repair of public buildings” National Academy Press, Washington, pp. 8, 1990.
- [ 47 ] Department of Defense, “Renewing the built environment”, RPMA Study Department of Defense Rep. TP Congr., Washington, pp. 30, 1989.
- [ 48 ] D. S. Barrie, and B. C. Paulson, Professional Construction Management, Third Edition, McGraw-Hill, America, 1992.
- [ 49 ] D. J. Pratt, Fundamentals of construction estimating, Delmar Publishers, America, 1994.
- [ 50 ] D. W. Halpin, and R. W. Woodhead, Construction Management, Second Edition, New York, 1998.
- [ 51 ] Engineering New Record,  
“<http://enr.construction.com/features/conEco/costIndexes/default.asp>”, 2004.
- [ 52 ] F. R. Dagostino, Estimating In Building Construction, Third Edition, Prentice Hall, 1989.
- [ 53 ] G. R. Ottoman,et al., “Budgeting for Facility Maintenance and Repair. I:Methods and Models”, Journal of Management in Engineering, ASCE, Vol. 15, No. 4, pp. 71-83, July/August 1999.
- [ 54 ] G. R. Ottoman,et al., “Budgeting for Facility Maintenance and Repair. II:Multicriteria Process for Model Selection”, Journal of Management in Engineering, ASCE, Vol. 15,



- No. 4, pp. 84-95, July/August 1999.
- [ 55 ] G. D. Oberlender, Project Management for Engineering and Construction, Second Edition, McGraw-Hill, America, 2000.
- [ 56 ] H. E. Pulver, Construction Estimate and costs, Third Edition, McGraw-Hill, America, 1995 .
- [ 57 ] Hojja Adeli, and Mingyang Wu, “Regularization Neural Network for Construction Cost Estimation”, Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, Vol. 124, No. 1, pp. 18-24, January/February 1998,
- [ 58 ] J. J. O’Brien, Preconstruction Estimating Budget Through Bid, McGraw-Hill, America, 1994.
- [ 59 ] J. P. Carter, and R. E. Mayo, “Prediction of Repair Budget Requirements,” Cost Engineering, Vol. 36, No. 4, pp.15-22, April 1994.
- [ 60 ] J. P. Carter II, and R. E. Mayo, “Prediction of Repair Parts Budget Requirements”, Cost Engineering, Vol. 36, No. 4, pp. 15-22, April 1994.
- [ 61 ] J. Christian, and A.Pandeya, , “Cost Prediction of Facilities,” Journal of Management in Engineering, ASCE, Vol. 13, No. 1, pp.52-61, January/February 1997.
- [ 62 ] M. A. Khalil, et al., “A Conceptual Cost Estimating Model for Water Reservoirs”, Cost Engineering, Vol. 41, No. 5, pp. 38-43, May 1999.
- [ 63 ] McGraw-Hill Construction, Engineering News-Record, McGraw-Hill, America, 2004.
- [ 64 ] N. J. Smith, Project Cost Estimating, 1995.
- [ 65 ] O. Moselhi, and I. Siqueira, “Neural Networks for Cost Estimating of Structural Steel Buildings”, AACE International Transactions, 1998.
- [ 66 ] P. F. Ostwald, Cost estimating for engineering and management, Prentice-Hall, 1974.
- [ 67 ] P. S. Dunston, and C. E. Williamson, “Incorporating Maintainability in Constructability Review Process”, Journal of Management in Engineering, ASCE, Vol. 15, No. 5, pp. 56-60, September/October 1999.
- [ 68 ] R.S. Means Company, Means building construction cost data, America, 1997.
- [ 69 ] R. C. Creese, and L. Li, “Cost Estimation of Timber Bridges Using Neural Networks”, Cost Engineering, Vol. 37, No. 5, pp. 17-22, May 1995.
- [ 70 ] R. H. Clough, et al., Construction Project Management, Fourth Edition, America, 2000.
- [ 71 ] R. L. Peurifoy, and G. D. Oberlender, Estimating Construction Costs, Fifth Edition, McGraw-Hill, New York, 2002.



- [ 72 ] S. D. Schuette, and R. W. Liska, Building Construction Estimating, McGraw-Hill, America, 1994.
- [ 73 ] T. J. Trauner et al., Construction Estimates, Third Edition, McGraw-Hill, America, 1995.
- [ 74 ] T. E. Uher, “A Probabilistic Cost Estimating Modl”, Cost Engineering, Vol. 38, No. 4, pp. 33-40, April 1996.
- [ 75 ] Wang. Wei-Chih,“SIM-UTILITY : Model for Project Ceiling Price Determination”, Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, Vol. 128, No. 1, pp. 76-84, February 2002.

