



價值工程應用於公園整修工程之研究

國立嘉義大學土木與水資源工程學系
專題製作成果發表

指導老師： 吳振賢 講師
組員： 林宜亭、張竣凱

一、研究動機

位於台中市西區的忠明公園，由於階梯看台上的覆土重量太大，導致梁版變形，漏水不斷；另外，停車場內地坪凹凸不平，且照明昏暗。故本專題將應用價值工程技術，探討公園整修工程，以作為施工單位之參考。

二、研究目的

- 對工程的成本、可靠度、性能等三項做最佳的平衡考量。
- 發現不必要的支出項目，加以刪減，以改進管理能力。

三、研究方法

價值工程是一種系統分析方法，其利用價值分析，來界定哪些是非必要的成本，而進而在不降低安全及性能的前提下，開發出一個或多個，更低成本且滿足業主及符合合約需求的替代方案。

其中，有各式不同的研析方法與理論，其中以資料、創意、判斷、發展及建議等標準五階段式研析步驟最被廣泛使用。

依據層級分析法(AHP)，分析權重評估問卷及評估矩陣問卷，進行彙整平均並計算權重，篩選出較可行之替代方案。再利用現值法，進行壽年成本分析。

研析階段				權重評估問卷				評估矩陣問卷															
研析階段		研析步驟	達成目標	技巧方法				木作牆面 評估矩陣						防水工法 評估矩陣									
一、資料階段 (步驟1-3)	1. 審查相關資料	瞭解計畫內容	a. 取得並審查相關資料 b. 勘查工地 c. 共同問題討論	評分標準如下：較重要者3分、略重要2分、一樣重要1分、不重要1/2分、較不重要1/3分。						表列具有潛力的構想						表列具有潛力的構想							
		2. 列出可能範圍	列出可行之範圍	a. 腦力激盪術 b. 條列方式 c. 成本分析	木作牆面 若隔熱性分數為1，相較於隔熱性： 防火性分數為： 安全性分數為： 耐久性分數為： 經濟性分數為： 美觀性分數為：						構想一 實木牆- 漆深木漆						構想一 變更施作順序- 玻璃纖維補強防水層- 1:2水泥砂漿調整洩水高程- 整體粉光						
		3. 選擇研析範圍	列出有可能進行變化的研析部分	a. 評估審查 b. 腦力激盪術 c. 依組件單元列出功能	若防火性分數為1，相較於防火性： 安全性分數為： 耐久性分數為： 經濟性分數為： 美觀性分數為：						構想二 金屬牆板- 不鏽鋼、鋁						構想二 水泥砂漿填縫預結實- 玻璃纖維補強防水層- 3000psi水泥砂漿調整洩水高程- 整體粉光						
	二、創意階段 (步驟4-5)	4. 列出相關功能	將所需要的功能列出並瞭解其關係	a. 評估審查 b. 排序篩選	若防水性分數為1，相較於防水性： 安全性分數為： 耐久性分數為： 經濟性分數為： 美觀性分數為：						構想三 鋁管 (鋁格柵)						構想三 防水層材料變更- 增加防水層- 3000psi水泥砂漿調整洩水高程- 整體粉光						
		5. 確定關鍵功能	選出影響成本最大的功能	a. 評估審查 b. 排序篩選 c. 強迫思考法	若安全性分數為1，相較於安全性： 耐久性分數為： 經濟性分數為： 美觀性分數為：						構想四 %B磚+油漆- 油性水泥漆						構想四 %B磚+油漆- 清面漆						
		6. 列出替代構想	列出能達成關鍵功能的構想	a. 腦力激盪術 b. 查核表法 c. 強迫思考法	若耐久性分數為1，相較於耐久性： 經濟性分數為： 美觀性分數為：						構想五 %B磚+油漆- 清面漆						構想五 %B磚+油漆- 清面漆						
	三、判斷階段 (步驟6-7)	7. 選擇優選構想	選出最符合功能的構想	a. 評估審查 b. 優點比較 c. 排序篩選	若經濟性分數為1，相較於經濟性： (1)美觀性分數為：						構想六 %B磚+油漆- 清面漆						構想六 %B磚+油漆- 清面漆						
		四、發展階段 (步驟8-9)	8. 準備建議方案	發展需要的建議方案，並與原設計比較分析	a. 成本估算 b. 成本/效益分析 c. 可行性分析 d. 出賣分析	若美觀性分數為1，相較於美觀性： (1)美觀性分數為：						構想七 %B磚+油漆- 清面漆						構想七 %B磚+油漆- 清面漆					
			9. 提出正式建議	準備簡報並提出書面報告，詳細說明建議變更的部分，並與原方案進行比較	a. 簡報說明建議案 b. 提出簡報報告 c. 詳細比較說明	若美觀性分數為1，相較於美觀性： (1)美觀性分數為：						構想八 %B磚+油漆- 清面漆						構想八 %B磚+油漆- 清面漆					

層級分析法(AHP)

- 將評估問題層級結構化。
- 對各層級之評估因素兩兩比較，得到一比較矩陣。
- 假設此一矩陣為正倒數矩陣。
- 求此矩陣之固有向量。
- 正規化後，即為各因素之間的相對權重。

N x N	甲	乙	丙	丁	戊	R
甲	Q ₁₁ = 1	Q ₁₂	Q ₁₃	Q ₁₄	Q ₁₅	R ₁
乙	Q ₂₁	1	Q ₂₃	Q ₂₄	Q ₂₅	R ₂
丙	Q ₃₁	Q ₃₂	1	Q ₃₄	Q ₃₅	R ₃
丁	Q ₄₁	Q ₄₂	Q ₄₃	1	Q ₄₅	R ₄
戊	Q ₅₁	Q ₅₂	Q ₅₃	Q ₅₄	1	R ₅
行總和	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	5

說明：共探討N項，現假設N = 5，Q_{ab} = 1/Q_{ba} (上三角與下三角互為倒數)

$$R_n = \sum_{i=1}^N \frac{Q_{ni}}{C_i}$$

$$\begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \\ R_4 \\ R_5 \end{bmatrix}_{\sum R_i=5} \rightarrow \div 5 \text{ (正規化)} \rightarrow \begin{bmatrix} K_1 \\ K_2 \\ K_3 \\ K_4 \\ K_5 \end{bmatrix}_{\sum K_i=1}, K \text{ 即為各項之權重分數。}$$

$$W = \begin{bmatrix} 1 & Q_{12} & Q_{13} & Q_{14} & Q_{15} \\ Q_{21} & 1 & Q_{23} & Q_{24} & Q_{25} \\ Q_{31} & Q_{32} & 1 & Q_{34} & Q_{35} \\ Q_{41} & Q_{42} & Q_{43} & 1 & Q_{45} \\ Q_{51} & Q_{52} & Q_{53} & Q_{54} & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} K_1 \\ K_2 \\ K_3 \\ K_4 \\ K_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ W_3 \\ W_4 \\ W_5 \end{bmatrix}$$

$$M = W \div K = \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ W_3 \\ W_4 \\ W_5 \end{bmatrix} \div \begin{bmatrix} K_1 \\ K_2 \\ K_3 \\ K_4 \\ K_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M_1 \\ M_2 \\ M_3 \\ M_4 \\ M_5 \end{bmatrix}_{\sum M_i}$$

$$\text{一致性檢核 } CR = \frac{(\lambda_{\max} - N) / (N - 1)}{RI} \quad (RI \text{ 查表})$$

$$\text{則此範例 } CR = \frac{(\lambda_{\max} - 5) / (5 - 1)}{1.12}$$

若 CR < 0.1，則符合一致性；反之，則不符合。

N(項目數)	RI(係數)
3	0.58
4	0.90
5	1.12
6	1.24
7	1.32
8	1.41
9	1.45
10	1.49

現值法計算

已知 初始成本(現值)=P
最低要求報酬率MARR= i %
壽命=n年

求 年成本A

$$A = P * (A/P, i \%, n) = P * \{ [i * (1+i)^n] / [(1+i)^n - 1] \}$$

四、成果

木作牆面			
原契約材料：塑木			
替代方案：鋁管(鋁格柵) 優點：遮陽、通風、美觀，可重複拆裝，維修便利 缺點：無法阻隔雨水			
	單價(元/m ²)	面積(m ²)	總價(元)
塑木	8,294	226.107	1,875,331.458
鋁管(鋁格柵)	2,500	226.107	565,267.5
節省金額：1,310,063.958元 約佔「景觀及地景工程」的28.85% 「總工程經費」的7.28%			

防水工法				
原契約施工作業方法：1:2水泥砂漿調整洩水高程→玻璃纖維補強防水層 →耐黃變聚脲面漆				
替代方案：玻璃纖維補強防水層→1:2水泥砂漿調整洩水高程→整體粉光 優點：降低成本，以水泥砂漿保護防水層，耐黃變聚脲面漆可省略不用，且機能不變 缺點：施工時素地面徹底清理乾淨，否則玻璃纖維容易隆起，底漆用量稍多。				
	耐黃變聚脲面漆	單價(元/m ²)	面積(m ²)	總價(元)
原契約	有	200	974	194,800
替代方案	無	無	974	0
節省金額：194,800元 約佔「防水工程」的9.23% 「總工程經費」的1.08%。				

五、結論

本研究由標準五階段式工作計畫進行價值工程研析，經評估木作牆面及防水工法部分，木作牆面擬定九個替代方案，防水工法擬定五個替代方案分析評選。結果經價值工程研析：

- 木作牆面部分，材料將塑木改為鋁管(鋁格柵)，約可節省成本131萬元，計節省景觀及地景工程費用的28.85%，節省總工程費7.28%。
- 防水工法部分，防水層施工方法將1:2水泥砂漿調整洩水高程→玻璃纖維補強防水層→耐黃變聚脲面漆，改為玻璃纖維補強防水層→1:2水泥砂漿調整洩水高程→整體粉光，約可節省成本19.4萬元，計節省防水工程費用9.23%，節省總工程費1.08%。