

國立交通大學

土木工程研究所

博士論文

最有利標之選商決策與標價審查模式

Models of Contractor Selection and Bid Price Evaluation for  
Most Advantageous Tendering Method

研究生：林俊昌

指導教授：王維志 博士

中華民國九十七年十二月

# 最有利標之選商決策與標價審查模式

Models of Contractor Selection and Bid Price Evaluation for  
Most Advantageous Tendering Method

研 究 生：林俊昌

Student：Chun-Chang Lin

指導教授：王維志 博士

Advisor：Dr. Wei-Chih Wang

國 立 交 通 大 學

土 木 工 程 研 究 所

博 士 論 文



A Thesis

Submitted to Institute of Civil Engineering  
National Chiao Tung University  
in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of  
Doctor of Philosophy in Civil Engineering  
2008 December  
Hsinchu, Taiwan, Republic of China.

中華民國九十七年十二月

# 最有利標之選商決策與標價審查模式

研究生：林俊昌

指導教授：王維志 博士

國立交通大學土木工程學系（研究所）博士班

## 摘要

國內施行多年的最有利標決標方式是多準則(Multiple-Criteria)的選商決策方法之一，隨著國內公共工程逐漸大型化，所涉及的專案工程屬性也越來越複雜，在營建市場競爭之情形下，如何根據專案的特性，並透過良好的選商機制，遴選(或評估)最符合業主需求的廠商已經是學界及業界多年來關心的課題。本研究旨在結合學界與業界之作法，提出一套真正符合法規精神且可適用於不同專案特性需求之最有利標選商決策模型。

本研究探討的課題主要包括最有利標選商決策方法及最有利標標價評審兩部分。在選商決策方法部分，本研究以國內最有利標之選商案例，並以傳統 AHP 方法為基礎，運用基因遺傳演算法(Genetic Algorithm, GA)發展一套改良式 AHP 方法(Adaptive AHP Approach, 簡稱 A<sup>3</sup>)，以取代傳統 AHP 方法對決策者重新訪調之程序，快速求得符合傳統 AHP 方法一致性要求之準則項目相對重要性權重值，進而作為計算廠商得分及名次排序之依據。其次在最有利標標價評審方面，除了總標價外，本研究將標單結構中詳細表階層之分項工程價格納入評審，並將廠商投標總價及分項工程價格以線性方式轉換成分數，據以計算投標廠商之價格總得分，或作為廠商評定序位之依據，這種標價評分方法，已將學界之研究方法應用在解決實務上的問題，這些經驗與知識將可供未來相關從業人員參考。

總而言之，本研究以改良式 AHP 方法(即取代傳統 AHP 方法及實務上常用之簡單權重法)計算最有利標選商決策中準則項目之相對權重值，同時搭配實務上最常用之評分法，所得到之結果除了可符合法規之要求外，亦可得到比傳統 AHP 方法更具時間、成本及品質之效益；此外，再配合採用本研究提出之標價評審模式，將使得整體多準則選商決策結果更具公平客觀。

關鍵詞：最有利標、多準則分析、層級架構分析、基因遺傳演算法、A<sup>3</sup>、標價評審

# Models of Contractor Selection and Bid Price Evaluation for Most Advantageous Tendering Method

Student : Chun-Chang Lin

Advisor : Dr. Wei-Chih Wang

Department of Civil Engineering  
National Chiao Tung University

## ABSTRACT

The most advantageous tendering (MAT) method, which has been adopted for years in Taiwan, is one of the multiple-criteria decision procedures for contractor selection. Recently for public construction there is a tendency toward large-scale, in this condition multitudinous characteristics are involved. Due to the intense competition on construction market, both academic and businessman are most concerned to build a proper contractor selection procedure based on individual project characteristics to satisfy owner's demand. The purpose of this paper is namely to integrate academic and commercial procedure and then propose a model of contractor selection decision for MAT which conforms to the spirit of laws and regulations and is applicable to projects with different characteristics.

The major contributions of this paper include two parts, the contractor selection model and bid price evaluation for MAT. First, the study on the contractor selection is based on the traditional AHP method but adopts the genetic algorithm (GA) to derive the adaptive AHP approach ( $A^3$ ). Differing from traditional AHP, this approach is more efficient in generating criterion items and their relative significance value for further scoring and ranking since the re-interview procedure of policymaker in tradition AHP is replaced. Next as regards the bid price evaluation, the item price is also considered in the evaluation. The concept of utility value is applied to linearly transform the total price and item price into corresponding scores to obtain final scores for further grading. This method is an indeed application of academic research to solve practical problems thus any acquired experience and knowledge in this paper is absolutely referable for future application.

In conclusion, in this paper the  $A^3$  is used to calculate the relative significance value of

each criterion item for the contractor selection of MAT instead of the traditional AHP. Achievement of the adaptive AHP cooperated with familiar scoring method is not only conformable to laws and regulations but it is also more beneficial on time, cost and quality than traditional AHP. Furthermore, the proposed bid price evaluation model makes the outcome of whole multiple-criteria decision procedures more impartial and objective.

Key words: most advantageous tendering (MAT), multiple criteria analysis, analytic hierarchy process (AHP), bid price evaluation, adaptive AHP approach ( $A^3$ ), genetic algorithm (GA), contractor selection.



## 誌 謝

一份對工作與學習的熱愛與執著，成了我進入營管領域開始的關鍵，而引領我從個人的思維到擁抱社會自然，卻是一群像是大家庭般的學習環境。本論文得以完成，首先要感謝恩師王維志教授，老師這多年來亦師亦友悉心指導，無論是學業研究方面，或是在NDL專案執行工作方面，或是在一般日常生活之待人處世方面，都令學生受惠良多。尤其這漫長的求學生涯及孤獨奮戰的過程，常遇到研究瓶頸與挫折，如果沒有老師從旁的鼓勵與教導，以及不斷修正我的研究方向，否則本論文至今仍無法順利完成，特此致最深的謝意。同時，於口試期間感謝曾惠斌老師、黃榮堯老師、鄭道明老師、余文德老師及曾仁杰老師對本論文提出諸多指正與寶貴意見，使本論文更臻完善，謹此致上無限之謝意。

本論文研究期間，承蒙中華大學余文德教授在AHP及GA方法之學理、實務應用等多方面精闢之教導，且在選商決策實務問題的探討與論文寫作等方面不吝指導，特此感謝。另外，在校修課期間亦感謝系上曾仁杰老師、黃玉霖老師、翁正強老師、洪士林老師、劉俊秀老師、陳誠直老師及中華大學楊智斌老師等在課業與研究方面之關心、鼓勵與指導。在NDL專案執行期間，感謝黃世昌老師給我機會實務參與專案工作，讓我有機會將本研究問題與實務工作結合，同時虛心受教實務工作上的管理哲學與方法。

研究過程中，特別感謝同門大師兄宇亭學長無論在課業研究或工作等方面的協助與鼓勵，以及同窗好友俊男、文榮、春玲、慶祥及學弟妹正章、明聰、書萍、雅凌、奉宜、明祥、培浚及芳如等在課業或研究上的協助，還有在攻讀學位期間曾經短暫一起走過來的碩士班學弟妹們，由於你們活躍在研究室的一天，讓我感受到身為交大土木所營管組一員的驕傲。另外，在案例資料的蒐集方面，亦感謝國家奈米元件實驗室(NDL)新建工程小組及國家實驗動物中心南科分中心新建工程等長官與同仁之協助。

此外，感謝父母親多年來的生養育兒之恩，雖然父親已在12年前離開人世，但在夜深人靜獨自為論文研究苦思不前時，彷彿好像有您在身邊陪伴我、鼓勵我，讓我更具信心與勇氣面對未知的挑戰。還有母親為成就我攻讀學位的志願，捨棄在台東悠閒的生活，搬來與我同住，任勞任怨照顧三個幼兒並照料居家日常生活，使我無後顧之憂，才得以

順利完成本論文，您們的偉大終身難以回報。此外，這期間亦感謝大哥及二哥，有您們的支持、體諒、照顧及多方在生活上的協助，使我得以再回到學校攻讀學位。而岳母這多年的關心與鼓勵，亦讓身為女婿的我感念不已。

謝謝愛妻遠智，沒有妳的鼓勵與督促、關懷忍讓及研究上的協助，我將無法完成這8年多的學業，畢竟在我想要放棄或逃避時，妳總是會嚴厲督促我，要我堅持下去；在我疲累時，妳總是要我休息一下(因為休息是為了走更長遠的路)，幫我分擔一切，深怕我健康出問題。這種多年來的相知相守、互相扶持、生女伴子等生活與心靈的點滴，一切的一切將是一段我倆永遠難以忘懷的時光，感謝妳給我的一切。

最後，將本論文著作獻給這一路走來支持我、陪伴我的人，也肯定自己在這段期間的努力與付出，雖然它不是我認為最棒的著作，但卻是我們全家共同努力攜手完成的著作。



# 目 錄

摘要 .....	i
ABSTRACT .....	ii
誌 謝 .....	iv
目 錄 .....	vi
表目錄 .....	xi
圖目錄 .....	xii
第一章 緒論 .....	1
1.1 研究背景 .....	1
1.2 研究問題與動機 .....	5
1.3 研究目的 .....	8
1.4 研究範圍 .....	9
1.5 研究方法與流程 .....	10
1.6 論文架構 .....	12
第二章 最有利標法令規定與實務操作現況 .....	13
2.1 國內最有利標相關法令規定 .....	13
2.1.1 最有利標之適用情形 .....	14
2.1.2 最有利標評選項目 .....	16
2.1.3 最有利標評選方法 .....	17
2.2 國內最有利標之實務操作現況分析 .....	24
2.2.1 最有利標案例資料說明 .....	24
2.2.2 最有利標現況執行結果分析與探討 .....	24
2.2.3 現況執行之問題 .....	31
2.3 小結 .....	33
第三章 文獻回顧 .....	34
3.1 多準則選商決策方法 .....	34
3.1.1 選商決策 .....	34

3.1.2 多準則決策 (MCDM).....	35
3.1.3 以 AHP 為基礎之選商模式.....	36
3.1.4 其他選商決策方法.....	39
3.1.5 選商決策方法之比較.....	46
3.2 AHP 方法.....	49
3.2.1 AHP 應用之基本原理.....	49
3.2.2 AHP 應用於計算權重值之步驟.....	52
3.2.3 AHP 實務應用之問題.....	54
3.3 標價評審方法.....	55
3.3.1 最低標.....	56
3.3.2 平均標價法.....	57
3.3.3 工期一標價法.....	57
3.3.4 多準則標價評審方法.....	57
3.3.5 標價評審方法之比較.....	62
3.4 小結.....	63
第四章 最有利標之選商決策模型及其實證應用.....	66
4.1 最有利標之選商決策模型.....	66
4.1.1 $A^3$ 應用於最有利標之選商決策模型.....	67
4.1.1.1 準則項目權重值計算.....	67
4.1.1.2 廠商名次之排序.....	69
4.1.2 GA 運用於 $A^3$ 中之權重值計算.....	69
4.1.2.1 電腦軟體(GA)之選擇.....	70
4.1.2.2 定義目標函數.....	71
4.1.2.3 決定編碼系統.....	73
4.1.2.4 GA 之基因型定義及公式.....	73
4.1.2.4 $A^3$ 中 GA 之運算.....	75
4.1.2.5 GA 設定之參數.....	76

4.1.3 最有利標廠商之決定 .....	76
4.1.4 注意事項 .....	77
4.2 最有利標選商決策方法之實證應用 .....	78
4.2.1 案例背景說明 .....	78
4.2.1.1 工程特性 .....	78
4.2.1.2 主要空間用途說明 .....	80
4.2.1.3 工程合約型式 .....	83
4.2.1.4 主要工程屬性 .....	83
4.2.2 AHP 層級架構及相對重要性調查 .....	84
4.2.2.1 採購評選委員-決策者 .....	85
4.2.2.2 層級架構 .....	86
4.2.2.3 準則項目相對重要性調查 .....	89
4.2.2.4 建立 PWM .....	91
4.2.2.5 評選委員訪談分析 .....	93
4.2.3 評選項目權重值計算結果 .....	95
4.2.3.1 簡單權重法 .....	95
4.2.3.2 傳統 AHP 權重法 .....	96
4.2.3.3 A <sup>3</sup> 權重法 .....	98
4.2.3.4 權重值計算結果比較分析 .....	98
4.2.4 選商決策結果之分析與探討 .....	109
4.2.4.1 選商決策結果 .....	109
4.2.4.2 效益分析與討論 .....	110
4.2.4.3 A <sup>3</sup> 方法之限制 .....	113
4.3 小結 .....	114
第五章 最有利標之標價評審模式及其實證應用 .....	117
5.1 最有利標之標價評審模式 .....	117
5.1.1 模式發展 .....	117

5.1.2	投標總價分數( $S_{Tp}$ )之計算	120
5.1.2.1	合理總標價及其總價比	120
5.1.2.2	總標價分數轉換	121
5.1.3	詳細表階層之分項工程價格分數計算	123
5.1.3.1	分項工程計分權重計算	124
5.1.3.2	各分項工程合理價格及其價格比	125
5.1.3.3	分項工程價格分數轉換	126
5.1.3.4	分項工程價格得分計算	128
5.1.4	標價總得分計算	128
5.1.5	模式假設及其操作注意事項	128
5.2	最有利標標價評審之實證應用	130
5.2.1	案例背景說明	130
5.2.1.1	工程特性	130
5.2.1.2	工程合約型式	133
5.2.2	基本參數及作業程序	133
5.2.2.1	基本參數之決定	133
5.2.2.2	實務操作程序	134
5.2.3	標價評審結果	135
5.2.3.1	投標總價分數計算	136
5.2.3.2	分項工程價格分數計算	136
5.2.3.3	廠商標價及最有利標最終評審結果	138
5.2.4	敏感度分析	140
5.2.4.1	權重分配 ( $W_1$ 及 $W_2$ ) 之敏感度分析	140
5.2.4.2	合理價格係數 $\alpha$ 與 $\beta$ 值(及 $p$ 與 $q$ 值)之敏感度分析	142
5.2.4.3	分數轉換系統之差異分析	144
5.2.5	效益及限制	145
5.2.5.1	效益	145

5.2.5.2 本案例模式應用之限制 .....	147
5.3 小結 .....	147
第六章 結論與後續研究方向 .....	150
6.1 結論與建議 .....	150
6.1.1 最有利標選商決策部分 .....	150
6.1.2 標價評審部分 .....	152
6.2 研究貢獻 .....	153
6.3 未來後續研究方向 .....	155
參考文獻 .....	158
英文文獻(按作者名字第一個字母順序遞增排序) .....	158
中文文獻(按作者姓名筆畫順序遞增排序) .....	167
附 錄 .....	169
附錄一、本案例 AHP 方法各階層準則項目成對重要性調查表 .....	169
附錄二、本案例以 AHP 方法完成各準則項目權重值計算結果之彙整表 .....	175
已發表期刊論文 .....	182
作者簡歷 .....	185



## 表目錄

表 2.1 國內採購案最有利標適用及其招標作業規定 .....	19
表 2.2 案例資料(1051 件)中依決標條件不同所列之發包預算及標比 .....	29
表 2.3 現行最有利標採購發包階段執行之問題 .....	32
表 3.1 多準則選商決策方法之比較 .....	47
表 3.2 Saaty 所提出之 9 個不連續的尺度值 .....	50
表 3.3 Satty (1980)提出之隨機一致性指標(Random consistency index, RC) .....	52
表 3.4 政府採購法令規定下之最有利標價格評審方式 .....	59
表 3.5 Waara 與 Bröchner (2006)所提出價格尺度值轉換公式(本研究整理) .....	61
表 3.6 本研究蒐集文獻中之標價評審方法之比較 .....	62
表 4.1 本案例建築空間用途說明 .....	81
表 4.2 本案例傳統 AHP 之層級架構準則項目說明 .....	87
表 4.3 本案例傳統 AHP 法準則項目成對重要性調查各組專業委員訪談彙整表 .....	94
表 4.4 本案例評量項目各權重計算方法算得之平均權重值 .....	97
表 4.5 本案例 A3 weightings 與 AHP weightings 之平均 CR、DI 及 OI 值 .....	97
表 4.6 本案例決策者 DM14 以 A3 與 AHP 所算得第一階層 PWM 之 CR 值及各準則項目 之權重值 .....	107
表 4.7 本案例投標廠商之主要評選項目加權評分結果 .....	110
表 4.8 本案例傳統 AHP 與 A3 方法在人時與時程效益上之差異 .....	111

表 5.1 詳細表階層之分項工程價格分數計算彙整表 .....	125
表 5.2 本案例經評選委員會決議之標價評審重要參數 .....	134
表 5.3 本案例各廠商投標總價分數計算結果 .....	136
表 5.4 本案例各廠商分項價格分數計算彙整表(1/2) .....	137
表 5.4 本案例各廠商分項價格分數計算彙整表(2/2) .....	137
表 5.5 本案例廠商投標價格評審結果 .....	138
表 5.6 本案例最有利標評選結果 .....	139



## 圖目錄

圖 1.1 公共工程採最有利標之選商決策作業程序暨本研究之研究範圍 .....	10
圖 1.2 本研究之研究流程 .....	12
圖 2.1 政府採購法相關法令規定之最有利標決標適用情形 .....	14
圖 2.2 適用最有利標採購案招標作業流程圖 .....	22
圖 2.3 準用最有利標採購案招標成業流程圖 .....	23
圖 2.4 案例資料(1051 件)中按工程屬性分類之比例分布 .....	25
圖 2.5 案例資料(1051 件)中按工程標案類別分類之分布情形 .....	26
圖 2.6 案例資料(1051 件)中各年度工程件數及預算金額 .....	26
圖 2.7 案例資料(1051 件)中不同主辦機關之預算金額分布 .....	27
圖 2.8 案例資料(1051 件)中不同工程屬性類別之件數及其預算金額 .....	28
圖 2.9 案例資料(1051 件)中不同採購預算金額類別之案件分佈 .....	29
圖 2.10 在 1,031 件案例資料中其不同合約工期之分佈 .....	30
圖 2.11 在完整的 871 件案例資料中其工程進度執行結果 .....	31
圖 3.1 AHP 之成對權重矩陣(PWM) .....	51
圖 3.2 AHP 方法應用於計算準則項目權重值之步驟 .....	54
圖 3.3 AHP 運用來計算準則項目權重值之分析架構 .....	64
圖 3.4 AHP 運用來決定最佳廠商選擇之分析架構 .....	64
圖 4.1 本研究提出之 A <sup>3</sup> 選商決策概念圖 .....	68

圖 4.2 $A^3$ 選商決策模型與操作程序示意圖 .....	69
圖 4.3 GA 應用於 $A^3$ 之 genotype 資料結構.....	75
圖 4.4 無特定病原屏障(SPF)系統設計概念圖.....	80
圖 4.5 本案例 2 樓建築空間設計配置圖 .....	82
圖 4.6 本案例 4 樓建築空間設計配置圖 .....	82
圖 4.7 本案例傳統 AHP 及 $A^3$ 方法於最有利標選商決策之操作流程 .....	85
圖 4.8 本案例 AHP 法選商決策之準則項目層級架構圖 .....	87
圖 4.9 本案例評選委員(DM10)所回覆之第一階層準則項目重要性初始調查表例 .....	90
圖 4.10 由圖 4.9 所建立之初始 PWM.....	91
圖 4.11 成對重要性調查表重新訪調後所建立之調修 PWM 例.....	93
圖 4.12 以圖 4.10 之初始 PWM 經 $A^3$ 方法運算調整後之修正 PWM.....	93
圖 4.13 本案例之簡單權重法層級架構及其權重值 .....	95
圖 4.14 本案例 <i>Simple</i> 、 $A^3$ 及 <i>AHP weightings</i> 三種方法各別之平均權重值計算結果...100	
圖 4.15 本案例不同專業評選委員於第一階層準則項目權重值調查結果 .....	101
圖 4.16 本案例第二階層中「 <i>Technical score</i> 」之子項目相對權重值調查結果 .....	102
圖 4.17 本案例第二階層中「 <i>Organization</i> 」之子項目相對權重值調查結果 .....	103
圖 4.18 本案例第二階層中「 <i>Price</i> 」之子項目相對權重值調查結果 .....	104
圖 4.19 本案例第三階層中「 <i>Civil &amp; building</i> 」之子項目相對權重值調查結果.....	104
圖 4.20 本案例第三階層中「 <i>MEP</i> 」之子項目相對權重值調查結果.....	105

圖 4.21 本案例第三階層中「SPF」之子項目相對權重值調查結果 .....	106
圖 4.22 本案例決策者 DM14 對第一階層 PWM 經歷 4 次訪調與 A3 方法所算得之 CR 值 分佈情形.....	107
圖 4.23 本案例不同準則項目數之初始 PWM 訪調平均 CR 值之分佈 .....	108
圖 4.24 本案例不同準則項目數之初始 PWM 訪調不同專業委員平均 CR 值之分佈 .....	108
圖 4.25 本案例傳統 AHP 方法重新訪調之 DI 值分佈情形.....	112
圖 4.26 本案例 A <sup>3</sup> 方法試算調修 PWM 後其 DI 值分佈情形 .....	113
圖 5.1 本研究所提之最有利標標價評審模式 .....	119
圖 5.2 投標總價之分數轉換系統.....	122
圖 5.3 標單詳細表中分項工程之梯形價格分數轉換模式 .....	127
圖 5.4 標單詳細表中三角形價格分數轉換模式 .....	128
圖 5.5 半導體廠房機電系統工程分類說明 .....	131
圖 5.6 半導體廠房潔淨室及廠務特殊系統工程供需功能特性概念圖 .....	132
圖 5.7 本研究提出之最有利標標價評審模式實務操作程序 .....	135
圖 5.8 本案例投標總價與分項價格分數之權重分配敏感度分析 .....	142
圖 5.9 本案例合理總價係數與投標總價分數之關係 .....	143
圖 5.10 合理價格係數( $p$ 、 $q$ )與詳細表階層分項工程價格分數之關係 .....	144
圖 5.11 分項工程合理價格係數之變化於不同分數轉換系統之比較 .....	145

# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景

隨著國內公共工程逐漸大型化，涉及專業工程屬性亦越來越複雜，在營建市場競爭之情形下，如何透過好的選商機制與程序，選擇最符合業主功能需求的廠商已經是實務上重要的課題 (Hampton 1994)，亦是降低營建風險重要的工作(Turskis 2008)。自從 1965 年以來以標價最低標(the lowest bid tendering method)選商方式仍是大部分公共工程主辦機關採行的主流，但近幾年來，由於大部分的公部門主辦機關擔心投標廠商在低價搶標的情形下會對工程有降低品質或延宕工期之疑 (Banaitienė and Banaitis 2006)，或因為物價上漲，市場價格波動不定，不確定性增加，致使廠商投標承攬風險提高，廠商競標承攬意願降低，又或因主辦機關底價訂定不易，且又缺乏一套判斷廠商標價是否合理之機制，使得以最低標決標方式之工程成效受到各界之質疑(Lin et al. 2007, Wang 2002)。

國內自從 1989 年政府採購法實施後，賦予最有利標(the most advantageous tendering method)決標方式之法源依據後，機關對於複雜異質工程且不適宜以最低標決標之標案，可由報經上級機關核准後採用最有利標決標(最有利標評選辦法 2008, 最有利標作業手冊 2008)。最有利標與最低標最大不同之處在於不以價格為唯一之選商評估條件，即除價格以外，必須同時考量其他的準則項目 (例如：工期、技術、品質、安全及財務狀況等)，惟在原有最低標長久運用的制度下，且廠商之投標價格亦為業主執行專案成本的主要考量，故審查時價格仍是目前最有利標重要的評量項目之一。近幾年來公共工程採用最有利標決標的案例逐年增加，從 2000-2004 年間公共工程委員會(以下簡稱工程會)之標案管理系統的資料庫中顯示，採用最有利標決標之工程採購案例計達 1,051 件，合計總預算金額約為新臺幣(以下同)738.3 億元。再加上一般屬專案計畫性質較完整之主辦工程機關，大部分會採行公告預算方式辦理招標，這讓廠商在備標時即清楚標案之預算金額上限，以提升廠商投標率，並減少標案在價格上有太多的不確定性而增加風險，此亦為最有利標決標方式成為近幾年來國內公共工程選商決策主要趨勢之原因 (Tzeng et al. 2006)。

最有利標決標方式是一個多準則決策(Multiple Criteria Decision Making, MCDM)

的選商決策問題，因為 MCDM 是可以幫助決策者在數目有限的投標廠商的方案資料中，根據每一家廠商的方案屬性特徵，從可行的方案之中，將每個方案做一優劣排序，評估並選擇符合決策者理想的方案(Yoon and Hwang 1985)。然而業主(或決策者)在選商決策過程中，主要會分成三個部分，第一為決定準則項目，第二為決定準則項目之相對權重值，第三為依據所擇定之準則項目(即選擇目標)評估廠商之效能或其優劣。故如何依不同專案的特性來決定其方案的準則項目(即評量項目, criteria)，且依據該準則項目從不特定的投標廠商的方案中選擇最適合業主訂約的對象，更是目前公共工程主辦機關採用最有利標時最迫切解決的問題之一。

分析層級程序法(analytical hierarchy process, AHP)是由 Satty 於 1970 年所提出，主要是應用在選擇及優先排序之 MCDM 的決策問題(Saaty 1978, 1980)，亦是一個被廣泛應用在營建管理領域中有效的決策分析方法之一。例如，運用在專案管理 (Al-Harbi 2001, Chan et al. 2004)、招標選擇 (Cheung et al. 2001)、基址選擇 (Yang and Lee 1997, Chu 2002)、營建安全管理 (Teo and Ling 2006)、專案報告評估 (Su et al. 2006, Bertolini et al. 2006) 及施工技術/材料/設備的評估或選擇 (Skibniewski and Chao 1992, Hastak 1998, Hastak and Halpin 2000, Shapira and Goldenberg 2005)、綠建築評估(Chang et al. 2007)、公路工程之規劃 (Holguín-Veras 1995) 等，而近年來在選商決策課題上，無論是傳統 AHP (Fong and Choi 2000, Al-Subhi Al-Harbi 2001, Kahraman et al. 2003, Bertolini et al. 2006, )或改良 AHP (Hsieh et al. 2004, Lin et al. 2008)等之應用，一些新的決策方法更是不斷地被提出。除此之外，從學界或從業者在提出新決策方法之驗證時，大部分仍以傳統 AHP 方法作為效益分析比對之依據 (Cheng and Li 2004, 2005)，由此可知，AHP 方法已是近年來解決 MCDM 選商決策問題時重要的方法之一 (Anagnostopoulos and Vavatsikos 2006)。

依據前述眾多研究成果已證實 AHP 應用在解決 MCDM 之決策問題是不可獲缺的主要方法之一，然而在國內最有利標的工程案例中，至今並未真正有以 AHP 方法作為最有利標廠商評定方式之實務作法，這主要原因包括：(1)大多數的主辦機關認為 AHP 方法並非法規明訂的方法（一般均僅認定法規中的評分法及序位法，其他方法則須由主管機關(即工程會)核可)；(2) 最有利標係採委員制方式(即多決策者)辦理評選，若將 AHP 方法運用在實際的採購案例時，由於每一個評選委員進行準則項目相對重要性或廠商之效能優劣評估的程序太繁雜且太過耗時，一般在評選作業時間

短(一天內需完成廠商評選作業),且同時又必須符合一致性要求之條件下,無法於一天內完成評選作業;(3)大多數主辦機關辦理採購作業均持較保守態度,即大部分會採用有前例之作法,同時為避免評選方法太過複雜,幾乎採用由評選委員會合議之簡單權重法作為決定準則項目權重之依據,而較偏學術理論的方法較少被採用;(4)主辦機關或評選委員(即決策者)一般較不熟悉 AHP 方法之操作程序及其重點,故配合運用的意願不高,大部分會拒絕採用。基於前述各項因素,使得在國內眾多的最有利標案例中,採用 AHP 方法或類似之決策方法者,目前仍付之闕如。

除此之外,雖然 AHP 方法已被證實廣泛地應用在工程選商之決策,但在實際案例的操作經驗及知識學習上仍相當缺乏,這主要的原因可能是案例的實作面上仍然存在許多問題,例如:(1)在決策過程中,當層級架構中之準則項目成對重要性調查時,若所建立的 pairwise weighting matrix (PWM)無法滿足一致性(即  $CR > 0.1$ )時,則須針對原決策者重新進行成對重要性調查,使其需花費較多的時間與成本,特別是時間急迫且群體決策時,對整體專案時程之影響更大。(2)整合多種不同專業工程之複雜性高的專案,並且配合該不同專業領域工程所組成之多種專業背景群體決策者,當在進行 AHP 實際操作時,因不熟悉操作方法,而無法如預期完成決策作業,或因個人偏好而影響決策之公平性或公正性。(3)由於公共工程常因受限於既有採購法規之規範及礙於採購時效之限制,傳統 AHP 方法要如何滿足法規之要求且達到快速決策之目的。而前述這些問題,無論是學界或業界,仍是值得進一步透過實際案例的分析與探討來加以證實,或獲得妥適的解決。

從過去的經驗顯示,價格被認為是目前多準則選商決策中最重要之準則項目。故除了前述整體性之最有利標廠商決策方法外,主辦機關或標案的決策者如何依據專案的特性及廠商的標價進行實質的評審亦是目前實務操作上常遇見且較難解決的問題之一。在現行的法規中,由於最有利標係採委員制方式辦理評選,廠商之標價是否納入評選,得視工程之特性由決策者決定之,一旦價格納入評審,評選委員必須針對所有投標廠商之標價進行評分或評比。廠商的投標價格是一個專案履約的成本結構及利潤分析,在每一個結構化過程均有數據及其背景市場因素可探詢,也因為其成本結構及利潤表達上均有明確的數字可供審查,故標價的評審優於其他非直接量化評選項目(例如技術或功能僅能從廠商表達履約過程如何達成預期的成效之定性方式)之評審。但自從最有利標實施以來,在實務上仍無一套具體可行之標價評

審方式，大部分的標案主要仍由評選委員依其主觀方式直接進行評斷，進而決定其分數或序位；而會採行這種評審方式的作法，主要是因為主辦機關為避免因評選委員太早知道廠商的價格後再進行綜合評選會影響其獨立判斷廠商價格效能之評量結果，故實務上在辦理最有利標時，大部分的主辦機關會選擇在綜合評選當天才拆封廠商的標單，且在所有廠商完成簡報及評審後，才正式公開廠商的價格，並正式由評選委員針對廠商之標價進行評審。然而，此方式因為必須在非常短的時間內完成標價的評審，且涉及評選委員對專案工程與市場價格的瞭解，故在面對不同廠商投標價格方面之專業評估與判斷能力一直受到各界質疑，尤其採用直接評分或序位方式來評斷廠商的優劣，其客觀性與公正性亦屢屢受到未得標廠商之質疑。此外，若直接以序位法方式(非有評分機制)評定最有利標廠商方式時，對於標價的評審又等同於虛設，因為評選委員在進行廠商的序位評定時，大部分是以整體性來考量廠商的優劣，而無法就其價格進行實質的評審。

再者，一般的標單結構中除了總標價外，仍包括非常重要的詳細表階層之分項價格明細及其單價分析表等，然因為評審時間急迫，開標後短時間內較無法從眾多的價格資料中去評斷廠商的報價成本結構與其效能，故大部分的評選委員或主辦機關的業主均只重視廠商之總標價，而忽略了後兩項在價格結構或分項工程價格之重要性。雖然現行法規中已明文建議評選委員在評審廠商之標價時，除總標價外，可從標價組成（亦即標單詳細表工程項目價格之分佈）之正確性、完整性及合理性等方面加以評定廠商價格之優劣，但在極短的評審時間內且缺乏其他客觀價格數據之比較及有效方法之協助，於實務操作上，評選委員幾乎無法對每一家廠商多達數百項以上之分項工程價格或單價分析資料進行審查，故而在評分之標準上亦難以公正客觀，且忽略詳細表階層之分項工程價格之評估，可能導致未來發生不平衡標（unbalanced bid）之不利情況(李建中、王維志 2001)。因此，如何運用廠商投標之價格文件，建置一套合理且透明化之最有利標標價評審方式，實為目前最有利標採購發包之重要課題。

綜上所述，國內主辦工程機關之業主在執行最有利標選商時，除了依據工程特性及需求來決定準則項目外，另首要工作是經由評選委員或業主的決策者確定在最有利標選商當時所採用之選商決策方法，並在這選商決策過程中，當廠商的價格納入準則項目受評時，可以在一套完整的標價評審模式之運用下，評定對業主或專案

工程最有利(或最適宜)之簽約廠商。

## 1.2 研究問題與動機

國內執行最有利標已有多數年之經驗，雖然大部分的主辦機關在辦理最有利標時，會依據法規規定與專案需求達成評選最有利標廠商之目的，但在執行最有利標選商之評選過程仍有值得探究之課題。為能深入瞭解目前國內執行最有利標時之問題所在，以及是否能從實際從業人員的觀點，結合學理及實務經驗找到解決該問題的方法，將是本研究之研究方向。

根據前節之研究背景，個人從實際承辦最有利標作業人員的角度切入，發現目前在執行最有利標選商決策過程中較常見之兩大問題主要可歸納為：(1)在法令所規定評選方法(評分法、評分單位法及序位法)下，準則項目(含子項)(即評選項目)之權重值如何決定？(2)當價格納入評選時，廠商標價如何評審？這兩類之問題謹摘述說明如下：

### 1. 評選項目(含子項)之權重值如何決定

評選項目是招商階段直接反映廠商未來履約品質(或效能)之主要指標，故在招標時，如何因應每一個專案工程的特性及需求的不同，進而決定最有利標之評選項目(含子項)及其權重值是主辦機關首先必須解決的問題。這個問題大概可從實務操作及學理應用兩個層面來探討。

(1)在實務操作方面，大部分的主辦機關為簡化作業程序，並提升採購效率，在決定最有利標評選項目(含子項)權重值之作法上會以簡單權重法(simple weighting method)為主。採用簡單權重法之原因，主要是因為最有利標係採委員制(即群體決策)，依據法規規定，評選項目(含子項)及其權重值需由該評選委員會決議後才得以公告為之，但實際操作時，主辦機關為使所訂之評選項目確實能符合專案之需求，或為縮短評選委員之開會時效，大部分會先擬定一套完整之評選項目及其權重值分配之建議，再提付到評選委員會請評選委員討論確認，而非真正由評選委員直接訂定評選項目及其權重值，而一般評選委員會之主席為主辦機關之授權代表，故大部分的評選委員會尊重主辦機

關所建議之評選項目及其權重分配(或僅作微小部分修正)，此種方式可能會衍生下列幾點問題：

- (a) 大部分僅訂定至主項目而較無法明列至子項，對於重要的主項目無法明確表達其背後需考量的重點，尤其是較複雜的工程，更突顯出此問題在評量廠商效能上的重要性。例如，僅以「技術」(簡單權重值為 0.4)及「管理」(簡單權重值為 0.3)來分別表示廠商在未來工程技術(包括工法或材料、機具等)及施工管理(包括工期、品質、安衛及小包等)之評量項目及其權重，但無法經由其子項目來充分反映廠商之履約效能。
- (b) 權重值之評估應考量各評選項目間之相互重要性關係後來決定，而非僅憑感覺來決定其分配的數值，然在實際作業上並無一套較完整的評估方式被用來決定評選項目的重要性。
- (c) 在實務上是以評選委員之評審共識之合議方式決定各評選項目之權重值，即使有些評選委員對於主辦機關所建議之評選項目及其權重分配有不同意見或看法時，有時仍不會提出，最後僅流於行事上的附議(即會議上默認所建議之項目及其權重分配)。

(2)從學理應用方面來考量評選項目之權重值，Satty 所提出之傳統 AHP 方法為決策者獨立判斷評量項目重要性的方法，亦是目前應用在決定 MCDM 選商評選項目及其權重值最常用的分析方法之一，雖然主辦機關在辦理最有利標時，甚少採用傳統 AHP 方法來決定其評量項目之權重值，但從過去的研究文獻可知，傳統 AHP 方法因為有完整的理論基礎，且同時考量主項目及其子項目在層級架構之關聯性，以及在計算評量項目權重值方法過程中，所建構在相對重要性比較與必須符合一致要求之基礎上，特別是在評估評選項目權重值時，評選委員(決策者)可在不受其他外界的干擾影響下，獨立判斷各層級項目之相對重要性。因此，傳統 AHP 方法應該是用來決定最有利標評選項目及其權重值的較佳方法，但是由於最有利標選商是採委員制(即為群體決策)，傳統 AHP 方法之實際應用上仍有以下問題待解決：

- (a) 在評估分析過程中，當確認評量項目層級架構後，主辦機關必須逐一對各評選委員進行各層級評量項目之兩兩相對重要性判斷，程序煩雜且耗時，

一般評選委員的配合度不高。

- (b) 當第一階段所進行兩兩相對重要性調查結果無法滿足一致性要求時（即  $CR > 0.1$ ），須再重新進行調查，其所需花費之時間與成本等效益高。若評選委員不願配合重新調查至符合一致性要求時，則無法完成該評選委員所進行之權重值計算。
- (c) 專業複雜之工程，且評選委員含括多種不同專業領域之專家學者，傳統 AHP 方法實際操作時，可能會因不熟悉方法或因個人偏好影響決策結果。
- (d) 公共工程因受於既有採購法規之規範及採購時效之限制時，傳統 AHP 方法可能無法滿足快速決策之問題。

## 2. 最有利標之廠商標價如何評審

一般廠商所投遞的標單資料是未來履約的重要文件，亦是施工期廠商定期估驗計價及業主付款之依據，故所提送之價格資料不僅僅只有總價，還包括詳細表階層之分項價格明細及單價分析表等重要合約資料。此外，法規中已明定當廠商價格納入最有利標之評選項目時，價格之權重比例應不得大於 50% 且不得小於 20%（即權重值亦介於 0.2~0.5 之間），同時在評審廠商之價格時，亦須考量其價格之合理性，故從招標選商及未來得標廠商履約之重要性的角度來看，均顯示廠商投標標價之評審是一件非常重要的工作，亦是專案成功的重要關鍵之一。但自從最有利標實施以來，廠商所投遞的標價資料一直都沒有一套審查的標準，在實務操作上更是缺乏具體可行之量化評審方法，大部分僅由評選委員依其主觀方式僅直接就總標價進行評審，進而決定其分數或序位，甚少針對詳細表階層之分項價格明細或單價分析表等重要價格資料進行審查，當然有些評選委員認為在時間較短之選商階段僅能就總標價進行評審，而分項價格明細及單價分析應是廠商得標後由主辦機關進行審查。惟無論如何，就目前最有利標廠商標價之評審方式仍存在許多值得探究的問題，茲概述如下：

- (1) 評選委員均非未來合約之執行者，且大部分不熟悉各合約項目之市場價格，無論是評分法或序位法，評選委員如何得以用其主觀的判斷或看法，來評斷各廠商報價之差異，特別是如何在短時間之選商階段評審廠商報價之合理性與否。

- (2) 評選委員在進行價格評分時，對於廠商報價的高或低(或之間之價格差距)反映在其所評定分數的差異，其所代表的意義為何？又其分數的差異是否能表示廠商未來履約在成本上之差異。(舉例說明：A 廠商報價 100 元，被評定為 87 分；B 廠商報價 95 元，被評定為 90 分，而兩家廠商之差價為 5 元，是否就是意味著其分數的差異是 3 分；而這 3 分的差異是否表示 B 廠商在未來履約成本效益上較優於 A 廠商的地方嗎?)
- (3) 詳細表階層之分項價格明細是未來廠商履約估驗計價及變更設計調整價格之重要依據，亦是判斷廠商總標價之主要成本結構是否合理的依據，在選商階段若未對其進行評審，如何顯示出各廠商填報價格之間的差異性，且亦無法於選商階段檢核出廠商所填報之價格明細是否有誤植或數值偏差太的情形。

綜上所述，本研究之研究動機主要有兩部分：(1)如何能夠結合學界與實務界之作法，提出一套真正符合法規精神且可適用不同專案特性需求之最有利標選商決策模型。(2)如何運用廠商投標之價格文件資料，建置一套量化且透明化之最有利標標價評審方式。



### 1.3 研究目的

綜合前節所述之研究問題與動機，本研究認為最有利標之選商機制應建立在獨立評審之概念，使決策者在選商過程中具有有獨立判斷之條件，故本研究之目的主要分為兩部分：(1)提出一套以傳統 AHP 為基礎之最有利標選商決策模型，由評選委員獨立判斷各評量項目之相對重要性，進而計算出各評選項目之權重值，以作為評定最有利標廠商之依據。(2)提出一套量化且透明化之最有利標標價評審方式，除了提供標準化之標價評審模式外，亦解決評選委員在短時間內無法快速完成所標單文件審查之問題，同時更提供協助或作為主辦機關在訂約前針對分項價格檢討商議與調整之依據。

#### 1. 提出一套以傳統 AHP 為基礎之最有利標選商決策模型

本研究為使評選委員能在完全獨立判斷的條件下，完成各評選項目(含子項目)權重值之評估，故以傳統 AHP 方法為基礎，提出一套改良式 AHP 方法

(Adaptive AHP Approach, 簡稱 A<sup>3</sup>)之選商決策模型，以改善傳統 AHP 方法在重新進行相對重要性調查之繁雜程序上的缺點，進而解決傳統 AHP 法在群體選商決策上耗時及高花費之問題。同時，經由實際案例分析結果探討傳統 AHP 方法在實際執行過程中之經驗與知識(knowledge)，以作為爾後實務或學界在運用傳統 AHP 方法進行類似工程技術複雜群體選商決策評估時之參考。

## 2. 提出一套客觀且透明化之最有利標標價評審方式

運用目前政府極力推行之電子標單制度，並將各廠商之投標價格文件資料納入評估，進而發展一套分數量化之最有利標標價評審模式。本模式將提供標準化之價格評審方式，除了廠商之總標價外，亦考量分項目工程價格之重要性，將詳細表階層之分項價格明細(即分項工程價格)納入評審，不僅在選商階段可以作為評選委員個人評定廠商價格分數或序位之作法，或經由評選委員會決議共同認定後，直接作為評定廠商價格名次之依據；亦可在訂約階段依據選商階段對分項工程價格之評分與審查結果進行檢討，以作為訂約之依據，減少未來履約之爭議。



## 1.4 研究範圍

公共工程主辦機關以最有利標辦理採購作業之程序繁雜且時間冗長，一般概可分成：招標前置作業、選商決策及訂約等三大階段工作。就選商之作業而言，招標前置作業階段之主要工作包括擬訂招標文件、審定選商決策方法(含確認評定方式、評選項目及決定評選項目之權重)及完成採購公告作業等項；選商決策階段則包括廠商資格審查、廠商服務建議書(規格文件)評審、廠商價格文件評審及綜合評定廠商名次等項；訂約階段則包括廠商服務建議書(規格文件)檢討、廠商價格文件(分項工程單價及數量)檢討及合約條款確認等項(如圖 1.1 所示)。

本研究之研究範圍主要包括兩部分(如圖 1.1 中之陰影標示部分)：第一部分為招標前置作業階段之選商決策方式，其中又以如何決定評選項目(含子項目)之權重值為主要研究重點。第二部分為選商決策階段如何針對廠商之價格文件進行評審。

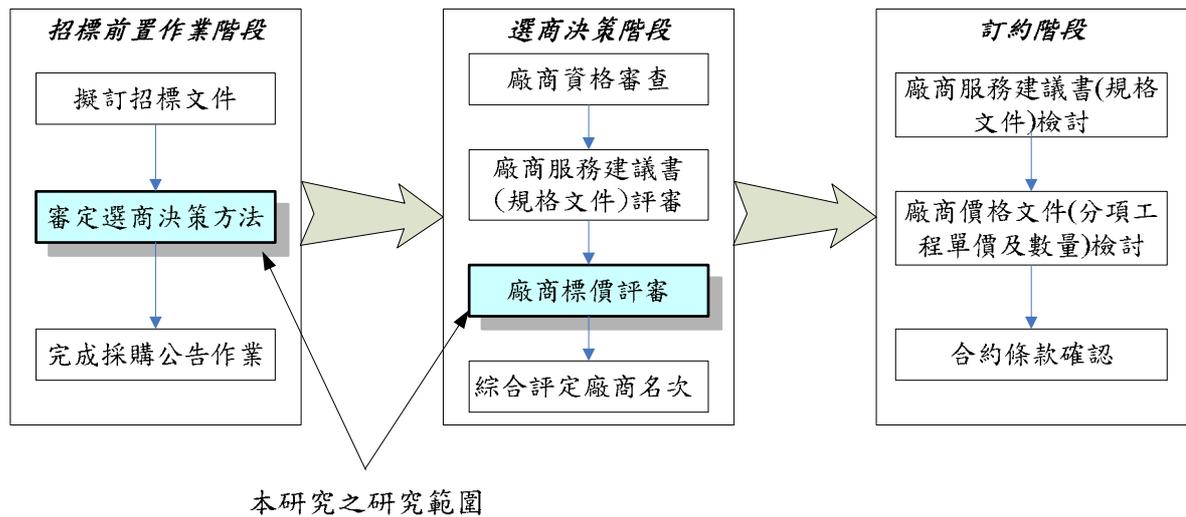


圖 1.1 公共工程採最有利標之選商決策作業程序暨本研究之研究範圍

## 1.5 研究方法與流程

本研究探討之課題主要包括：(1)最有利標選商決策方法中評選項目權重之決定及(2)最有利標標價評審模式兩部分，各部分之內容謹摘述如下。

### 1. 最有利標選商決策方法中評選項目權重之決定

在最有利標選商決策方法中評選項目權重之決定方面，本研究主要以傳統 AHP 方法為基礎，運用基因演算法(Genetic Algorithm, GA)發展一套改良式 AHP 方法(Adaptive AHP Approach, 簡稱 A<sup>3</sup>)，用來當初次之評量項目相對重要性調查出現一致性檢定未能符合要求時(即  $CR > 0.1$ )，以取代傳統方法重新訪調方式，快速解決傳統 AHP 方法之問題，進而算得評量項目相對重要性權重值，達到計算出各廠商得分及名次排序之目的。研究過程中除了學理、過去研究文獻之探討外，更透過一個工程複雜之公共工程選商案例驗證本研究之研究成果，同時更以本實際的選商案例說明傳統 AHP 方法在選商決策應用上之實例操作過程，且更進一步探討決策過程中所遭遇到的問題。

### 2. 最有利標標價評審模式

在最有利標標價評審方面，本研究主要是針對公共工程採用價格納入評選之方式，提出一套以電子標單為基礎之標價評審模式，此模式利用業主及所有投標廠商之價格，定義出合理價格，並運用效用理論之概念，發展出可量化之價格分數轉換系統模式及其加權計分方法，作為計算廠商標價分數之依據。本模式除了總標價外，亦將標單結構中詳細表階層之分項工程價格納入評分，進而作為評估詳細表工程項目價格合理性之依據。研究過程中，除了法令探討、過去文獻回顧及模式之推導外，本研究亦將藉由一個公共工程採購標案之實際運用，驗證本模式於實務操作上之可行性。

有關本研究之研究流程如圖 1.2 所示，首先探討本研究之研究問題，定義本研究之目的。另外為了進一步瞭解近年來執行最有利標之狀況，蒐集國內已施作完成之標案資料，並探究國內公共工程採行最有利標之效益。接下來是過去文獻回顧，並著重在選商決策、傳統 AHP 方法背景及標價審查等研究成果之回顧。建構本研究建議之最有利標選商決策模型及最有利標標價審查模式是本研究之主要核心，過程中將以實際操作者的觀點來建立應用模式。兩個實例的操作與分析是驗證本研究重要之重要案例，並藉由該案例之應用與分析，更深入瞭解本研究模式所考量之重點及應用過程所顯示之知識。最後將經由實際案例之驗證提出本研究模式之結論、研究貢獻及未來研究方向，以供未來接續研究之參考。

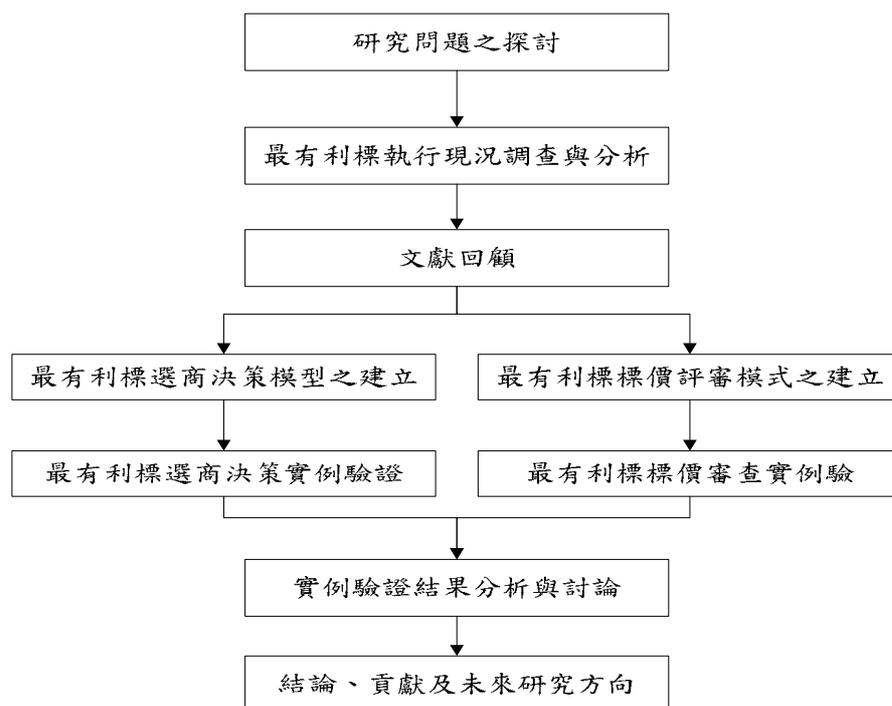


圖 1.2 本研究之研究流程

## 1.6 論文架構

本研究論文架構主要包括：第一章為緒論；第二章為最有利標法令規定與實務操作現況；第三章為文獻回顧；第四章為本研究提出最有利標選商之決策模型及其實證應用；第五章為本研究提出之最利標標價評審模式及其實證應用；第六章為結論與後續研究方向；最後為附錄及參考文獻。



## 第二章 最有利標法令規定與實務操作現況

最有利標選商制度之精神，就是要讓公共工程主辦機關能依招標文件所規定之評審標準，就廠商投標標的之技術、品質、功能、商業條款或價格等項目，作綜合評選，以擇定最佳決標對象。由於是綜合評選之結果，所以得標者可以是一個分數高、產品品質好、功能強而價格雖高但屬合理之廠商。該決標方式一方面可讓主辦機關在既定之預算規模下，買到最好之標的，把預算用得最有價值；另一方面亦可鼓勵廠商從事非價格之競爭，避免惡性低價搶標（最有利標作業手冊 2008）。

最有利標決標方式在國外先進國家已施行多年，我國自從民國 88 年政府採購法頒布實施後，賦予最有利標決標方式之法源依據，公部門單位對於複雜且異質之工程而不適宜以最低標決標之標案，可由報經上級機關核准後採用最有利標決標（政府採購法 2008）。最有利標之推行雖然解決了最低標中僅以價格為主要決標項目之問題，但其較複雜之採購評選制度及後續履約之管理，是否能解決一般業界認為最低標在品質及工期上表現不佳之問題，仍待進一步檢驗。

本章旨在探討國內對於最有利標選商相關法令之規定，並蒐集工程會標案管理系統中 91~93 年間機關採用最有利標之 1,051 個標案資料進行分析，初步嘗試探討公共工程採用最有利標選商與履約之執行狀況，並歸納整理現行的標案採行最有利標時實務操作上所面臨的問題。

### 2.1 國內最有利標相關法令規定

有關公共工程採行最有利標決標方式之相關法令規定主要包括政府採購法、政府採購法施行細則、最有利標評選辦法、採購評選委員會組織準則、採購評選委員會審議規則、機關異質採購最有利標作業須知及最有利標作業手冊等。其中政府採購法及其施行細則、最有利標評選辦法及機關異質採購最有利標作業須知等主要規範主辦機關採行最有利標決標之條件；而採購評選委員會組織準則及採購評選委員會審議規則主要規範如何組成採購評選委員會並賦予權責遴選最有利標廠商；最有利標作業手冊則是主管機關(工程會)為方便各主辦機關對於最有利標之實務操作，在眾多法令規範之條件下擬定一套法令應用之作業手冊。本節將從法令實際應用的觀點，歸納整理最有利標相關法令之規定，其主要內容包括最有利標決標之適用情

形、最有利標評選項目、及最有利標評選方法等三大主軸。

## 2.1.1 最有利標之適用情形

最有利標決標乃屬於多評準決策方法 (multi-criteria evaluation method) 之一種，亦即除標價外，廠商投標標的之工期、技術、品質、功能、及商業條款等因子皆可作為評分、序位或計數之綜合評審項目 (Herbsman 1992、最有利標評選辦法 2008)。依據政府採購法及其相關子法之規定，並參酌最有利標作業手冊之彙整，概可將公共工程採用最有利標決標之適用情形分為三類：(1) 適用最有利標決標；(2) 準用最有利標評選優勝廠商；(3) 取最有利標之精神擇最符合需要者 (最有利標作業手冊 2008)。各類之適用法令規定謹歸納整理如圖 2.1 所示，其內容摘要說明如下。

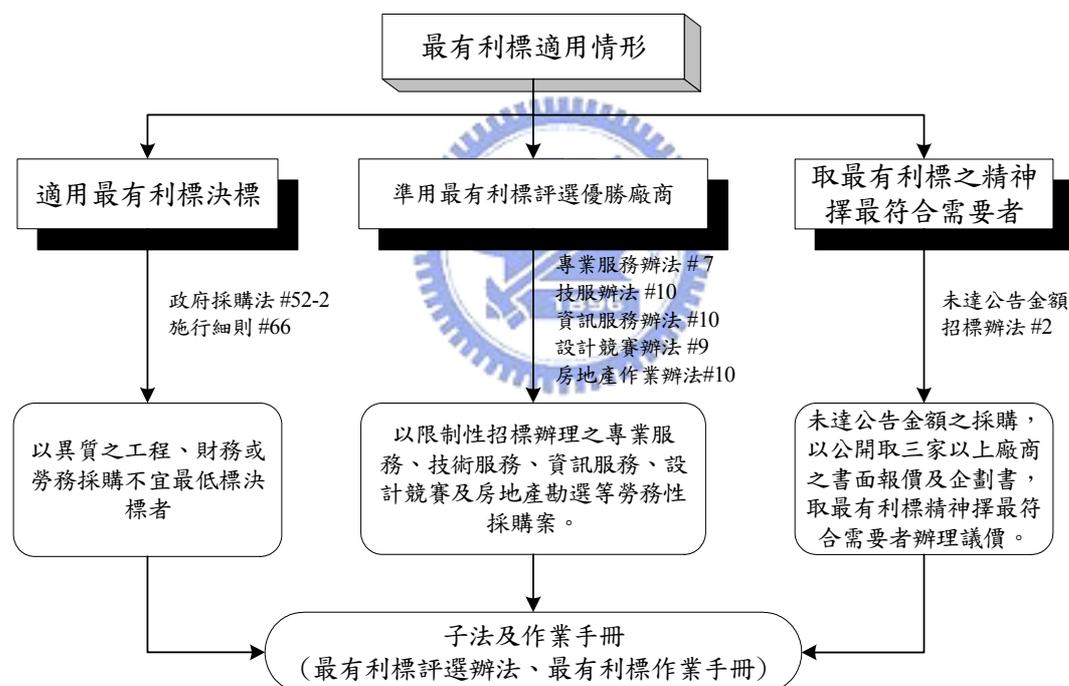


圖 2.1 政府採購法相關法令規定之最有利標決標適用情形

### 1. 適用最有利標決標

依據政府採購法第 52 條第 1 項第 3 款及第 2 項中規定，機關採最有利標決標者，以異質之工程、財務或勞務採購而不宜以最低標決標者為限。施行細則第 66 條中定義所稱異質之工程、財務或勞務採購，指不同廠商所供應之工程、財務或勞務，於技術、品質、功能、效益、特性或商業條款等之履行有差異者。故

就採購法而言，適用最有利標決標之標案僅局限在異質之工程、財務或勞務採購案，但因為勞務採購已有其相關子法之規範，故一般所指之適用最有利標決標者，大部分均指異質之工程採購案居多。就最有利標決標之操作方面，政府採購法第 56 條第一項中亦明訂，機關採最有利標辦理者，應依招標文件所規定之評審標準，並就廠商投標之技術、品質、功能、商業條款或價格等項目，作序位或計數之綜合評選，評定最有利標。再者，最有利標評選辦法各條文中亦明定其評選之作業規定，包括評定最有利標方式、評選項目、價格是否納入評選之機制等，同時搭配採購評選委員會組織準則及採購評選委員會審議規則等法令，律定採購評選委員會執行選商評選權責及作業相關事宜。除前述法規命令，在實務操作方面，最有利標作業手冊貳、一中亦提出八項作業程序之建議，以提供各主辦機關辦理最有利標評選之參考。

## 2. 準用最有利標評選優勝廠商

準用最有利標評選優勝廠商主要規範於以政府採購法第 1 項第 9 款至第 11 款所規定採限制性招標辦理之委託技術服務(技服辦法第 10 條第 2 項)、專業服務(專服辦法第 7 條第 2 項)、資訊服務(資服辦法第 10 條第 2 項)、設計競賽(設計競賽辦法第 9 條第 2 項)及採購房地產(房地產作業辦法第 10 條第 2 項)等勞務性採購之評選作業，準用最有利標評選之規定。所謂「準用」一詞，依據工程會 88 年 6 月 24 日(88)工程企字第 8808768 號函之解釋，係指性質相近可用者即應適用，性質不相近不可用者得免適用。換言之，前述各類勞務性採購案標的若符合政府採購法第 51、52 條有關最有利標相關規定者，且其採購標的之評選作業與最有利標評選辦法所規範之性質相近，則其評選作業應適用最有利標評選辦法之規定。故在實務操作方面，最有利標作業手冊貳、二中亦提出相關作業程序之建議，以提供各主辦機關辦理勞務性採購案評選作業之參考。

## 3. 取最有利標之精神擇最符合需要者

所謂「取最有利標之精神擇最符合需要者」係指未達公告金額之採購，依據中央機關未達公告金額採購招標辦法第 2 條第 1 項第 3 款之規定，以公開取得書面報價或企劃書，並採用最有利標選商之精神，擇最符合需要者辦理議價，或擇 2 家以上符合需要者依序辦理議價或比價。該方式之目的主要在於方便中央機

關辦理未達 100 萬元之採購案時，能以有效提升採購效率且符合最有利標選商之精神完成採購作業。

### 2.1.2 最有利標評選項目

有關適用最有利標之標案，其評選項目之決定，依據最有利標評選辦法第 5 條之規定，明列計有技術、品質、功能、管理、商業條款、過去履約績效、價格、財務計畫及其他與採購之功能或效益相關之事項等主要評選項目及其子項目，並於第 6 條規定主辦機關必需滿足下列五項條件：(1)與採購目的有關；(2)與決定最有利標之目的有關；(3)與分辨廠商差異有關；(4)明確、合理及可行；(5)不重複擇定子項等，則可擇定前述主要項目及其子項目，同時要求主辦機關在訂定評選項目、子項目及其評審標準時，不得以有利或不利於某特定廠商為目的。此外，該辦法第 7 條亦規定主辦機關在訂定評選項目及其子項目之配分或權重時，應能適當反應該項目或子項目之重要性。除了前述明訂之最有利標評選項目及其子項目外，該辦法第 10 條亦明訂評選最有利標時，得輔以廠商簡報及現場詢答，以利於評選委員對投標廠商於各評選項目之表現能更深入瞭解，惟投標廠商之簡報及現場詢答，應與評選項目有關，並將其列為評選項目者，其所占之配分或權重不得逾百分之二十。

在準用最有利標評選優勝廠商之勞務性採購案部分，以委託技術服務採購案之選商決策為例，依據技服辦法第 5 條第 1 項第 8 款規定，除法令另有規定外，主辦機關於辦理選商招標時，於招標文件中得視個案特性及實際需要，載明評選作業之評審項目、評審標準及評選方式；其中有關前述之評審項目，又依該法第 7 條之規定，得包括：(1)廠商於技術服務項目之經驗及信譽；(2)建議書之完整性、可行性及對服務事項之瞭解程度；(3)工作計畫及預定進度；(4)計畫主持人及主要工作人員之經驗及能力；(5)如期履約能力；(6)廠商之資源及其他支援能力；(7)價格；(8)其他必要事項等。此外，該辦法於第 6 條第 1 項中亦明訂，若主辦機關係委託廠商承辦公有建築物之技術服務，其金額在新臺幣五百萬元以上且服務項目包括規劃、設計者，則應要求廠商提出服務建議書及規劃、設計圖，並應辦理競圖；且於同條第 2 項中明辦理競圖之相關事項。由前述可知，當委託之服務項目包括規劃及設計時，該採購案之選商評選項目除前述所列之項目外，更應包括競圖作業所衍生之其他評選項目。

前述無論是適用或準用最有利標之評選項目中，均明確提到價格得為項目之一，惟在最有利標評選辦法第 12~15 條及技服辦法第 12 條中均明訂價格在評審過程中之評審方式，本研究將於第五章中另行闡述。

### 2.1.3 最有利標評選方法

有關最有利標之評選方法，依據最有利標評選辦法第 11 條第 1 項規定，評定最有利標之方式主要有四種方式：(1)總評分法；(2)評分單價法；(3)序位法；(4)其他經主管機關認定之方式。其中總評分法及序位法分別依據該辦法第 12 條及第 15 條之規定，配合價格是否納入評比，又各別衍生出三種不同之評定作業。各評選方法之內容簡述如下：

#### 1. 總評分法

依據最有利標評選辦法第 3 條第 2 項之定義，所謂總評分係指採購評選委員會依招標文件所列評選項目之配分，評審廠商投標文件，核給各評選項目之得分，再將各項得分合計後之分數。而總評分法則是將前述各評選委員所核給之分數加總後得分最高者或將各評選委員核給之分數經加總平均後之平均得分最高者，經機關首長或評選委員會過半數之決定者為最有利標得標廠商。評選委員在評分時，為避免廠商間之差異或分數差距不明顯而造成無法明確顯示廠商優劣之情形，依據最有利標評選辦法第 8 條規定，主辦機關辦理評選時，對於評選項目及子項目之計分，應符合二項規定：(1)依差異情形區分級距計分者，每一計分級距所代表之差異應明確；(2)依廠商優劣情形計分者，優劣差異與計分高低應有合理之比例。且為確保公平及公正之評選，若評分作業訂有計分基準者，應將其基準載明於招標文件中，且計分應具客觀性，且不得與採購目的無關之項目納入計分，亦不得以部分或全部投標廠商之投標文件內容為計分基準。此外，為避免得分最高之廠商整體效益或某一項目有不符標案功能效益之情形，最有利標評選辦法第 16 條亦規定，招標文件之評選規定中應載明其總評分之合格分數或各評選項目之合格分數，且同時應載明總評分或個別評選項目不合格者，不得作為協商對象或最有利標決標對象。

在評選過程中若總評分結果有二家以上相同，且均得為決標對象時，得以下列方式之一決定最有利標廠商：(1)對總評分相同廠商再行綜合評選一次，以總

評分最高者決標；綜合評選後之總評分仍相同者，抽籤決定之。(2)擇配分最高之評選項目之得分較高者決標。得分仍相同者，抽籤決定之。然為求評選之公平與公正性，避免採購爭議，主辦機關所採用之方式亦應於招標時一併載明於招標文件中。

## 2. 評分單價法

評分單價法評定最有利標方式，依據最有利標評選辦法第 13 條規定，價格不納入評分，以價格與總評分之商數最低，且經評選委員會過半數決定者為最有利標。同法第 14 條亦規定，若當價格與總評分之商數最低者有二家以上相同，且均得為決標對象時，其處理方式得比照總評法方式辦理。

## 3. 序位法

依據最有利標評選辦法第 3 條第 2 項之定義，所謂序位係指評選委員會依招標文件所列評比項目之重要性或權重，評審廠商投標文件後所核給之序位。而以序位法評定最有利標方式，依據最有利標評選辦法第 15 條第 2 項之規定，評選委員辦理序位評比時，應就各評選項目分別評分後予以加總，並依加總分數高低轉換為序位，彙整合計各廠商之序位後，以合計值最低者為序位第一。對於採序位法評定最有利標廠商以確保符合標案功能效益，該辦法亦可比照總評分之規定，要求主辦機關應於招標文件中載明：(1)各評比項目之權重(若其子項目訂有權重者，亦應載明)；(2)序位評比結果或各評選項目之評比結果合格或不合格情形；(3)序位評比結果不合格者或個別子項目評比結果不合格者，均不得作為協商對象或最有利標決標對象。此外，序位第一之廠商有二家以上，且均得為決標對象時，依最有利標評選辦法第 15 條之 1 規定，得以下列方式之一決定最有利標廠商：(1)對序位合計值相同廠商再行綜合評選一次，以序位合計值最低者決標。綜合評選後之序位合計值仍相同者，抽籤決定之；(2)擇配分最高之評選項目之得分合計值較高者決標。得分仍相同者，抽籤決定之；(3)擇獲得評選委員評定序位第一較多者決標；仍相同者，抽籤決定之。然為求評選之公平與公正性，避免採購爭議，主辦機關所採用之方式亦應於招標時一併載明於招標文件中。

綜合第 2.1.1、2.1.2 及 2.1.3 節有關最有利標現行法令規定，本研究從實際招標程序配合採購作業，彙整國內採購案最有利標適用及其招標作業規定如表 2.1 所示。

表 2.1 國內採購案最有利標適用及其招標作業規定

決標方式	適用最有利標				準用最有利標				取最有利標精神擇最符合需要者
招標方式	公開招標(採購法第 19 條)				限制性招標 (採購法第 22 條第 1 項第 9 至 11 款)				公開取據三家以上廠商之書面報價或企劃書 (採購法第 49 條)
採購金額	巨額以上	查核金額以上-巨額以下	公告金額以上—查核金額以下	公告金額以下	巨額以上	查核金額以上—巨額金額以下	公告金額以上—查核金額以下	公告金額以下	公告金額以下
報上級機關核准	是	是	是	是	否	否	否	否	否
監辦單位	1.報上級機關派員監辦。 2.評選過程不適用監辦規定。	1.由主(會)計及相關單位會同監辦。 2.機關首長核准可採書面審核監辦。 3.評選過程不適用監辦規定。	1.由機關首長指定主(會)計或相關單位派員監辦。 2.免經機關首長核准可採書面審核監辦。 3.評選過程不適用監辦規定。	1.報上級機關派員監辦。 2.評選過程不適用監辦規定。	1.由主(會)計及相關單位會同監辦。 2.機關首長核准可採書面審核監辦。 3.評選過程不適用監辦規定。	1.由機關首長指定主(會)計或相關單位派員監辦。 2.免經機關首長核准可採書面審核監辦。 3.評選過程不適用監辦規定。	1.由機關首長指定主(會)計或相關單位派員監辦。 2.免經機關首長核准可採書面審核監辦。 3.評選過程不適用監辦規定。	1.由機關首長指定主(會)計或相關單位派員監辦。 2.免經機關首長核准可採書面審核監辦。 3.評選過程不適用監辦規定。	1.由機關首長指定主(會)計或相關單位派員監辦。 2.免經機關首長核准可採書面審核監辦。 3.評選過程不適用監辦規定。
公告程序	應公開採購資訊網路並刊登採購公報				應公開採購資訊網路並刊登採購公報				應公開於採資訊網路公告或刊登政府採購公報

決標方式	適用最有利標				準用最有利標				取最有利標精神擇最符合需要者
等標期	第一次不得少於 28 日；第二次不得少於 7 日。	第一次不得少於 21 日；第二次不得少於 7 日。	第一次不得少於 14 日；第二次不得少於 7 日。	第一次不得少於 7 日；第二次不得少於 3 日。	依採購法第 22 條第 1 項第 9 或 10 款辦理公開評選等標期：第一次不得少於 28 日；第二次不得少於 7 日。	依採購法第 22 條第 1 項第 9 或 10 款辦理公開評選等標期：第一次不得少於 21 日；第二次不得少於 7 日。	依採購法第 22 條第 1 項第 9 或 10 款辦理公開評選等標期：第一次不得少於 14 日；第二次不得少於 7 日。	依採購法第 22 條第 1 項第 9 或 10 款辦理公開評選等標期：第一次不得少於 7 日；第二次不得少於 3 日。	第一次不得少於 5 日，第二次不得少於 3 日。
押標金、保證金	工程、財物須繳納。			得免收。	得免收。				得免收。
訂定底價	以不定底價為原則				1.得訂定底價：(1)於評選優勝廠商後辦理議價 (2)不可於開標評選前即訂定底價，應參考優勝廠商之報價訂定底價。 2.採不訂定底價：應依施行細則第 74 條規定成立評審價格之評審委員會(得以採購評審委員會代之)審定廠商報價。				得訂定底價或不訂定底價。
開標條件	1. 第一次公告應有三家以上廠商投標方可開標。 2. 續辦第二次公告，可經簽准後不受三家以上廠商投標之限制。				投標廠商家數無限制，倘僅一家廠商投標亦可辦理評選。				1.第一次公告應有三家廠商以上(截止收件前簽准，倘開標時未取得三家以上報價或企劃書，改採限制性招標方式辦理)。 2.續辦第二次公告，廠商家數不受限制。
評選項目	明訂包括技術、品質、功能、管理、商業條款、過去履約績效、價格、財務計畫等主要評選項目及其子項目。				(1)於服務項目之經驗及信譽 (2)建議書之完整性、可行性及對服務事項之瞭解程度 (3)工作計畫及預定進度 (4)計畫主持人及主要工作人員之經驗及能力 (5)如期履約能力 (6)資				法規未明訂評選項目。

決標方式	適用最有利標	準用最有利標	取最有利標精神擇最符合需要者
		源及其他支援能力 (7)價格 (8)其他必要事項等。	
評選組織	<p>1. 成立評選委員會：應由具有與採購案相關專門知識之人員 5 人至 17 人組成，其中外聘專家學者人數不得少於三分之一。</p> <p>2. 於評選委員會成立時，一併成立三人以上之工作小組，協助評選委員會辦理與評選有關之作業，其成員由機關首長或其授權人員指定機關人員或專業人士擔任，且至少應有一人具有採購專業人員資格。</p>		得不成立工作小組；且得由機構人員自行評審。
評選方法	1. 總評分法 2. 評分單價法 3. 序位法。		
評審方式	<p>1. 價格納入評分：(1)價格占總滿分比率，不得低於 20%且不得逾 50%。(2)以總評分最高，且經機關首長或評選委員會過半數之決定者為最有利標。</p> <p>2. 價格不納入評分：綜合考量廠商之總評分及價格，以整體表現經機關首長或評選委員會過半數決定最優者為最有利標。</p> <p>3. 招標文件載明固定價格給付：以總評分最高，且經機關首長或評選委員會過半數之決定為最有利標。</p>		
協商措施	<p>1. 評選結果無法評定最有利標時處理方式：(1)原招標文件已標示得更改項目之內容，採行協商措施。(2)原招標文件未標示得更改項目，應予廢標。</p> <p>2. 為利評選作業，可於招標文件規定那些評選項目之內容得於評選時協商更改。協商之廠商依協商結果，就協商項目於一定期間內修改該部分之投標文件重行遞送，機關再進行綜合評選，綜合評選不得逾三次。招標文件已標示價格可依協商項目調整，並得為協商項目之一。除已標示固定金額或費率給付者外，價格必須為協商項目之一。</p> <p>3. 機關採行協商措施時，參與協商之廠商依據協商結果重行遞送之投標文件，其中有與協商無關或不受影響之項目者，該項目應不予評選，並以重行遞送前之內容為準。〈細 77〉</p> <p>4. 採行協商措施應注意：(1)列出協商廠商之待協商項目，並指明優點、缺點、錯誤或疏漏之處。(2)擬具協商程序。(3)參與協商人數之限制。(4)慎選協商場所。(5)執行保密措施。(6)與廠商個別進行協商。(7)不得將協商廠商投標文件內容、優缺點及評分，透露於其他廠商。(8)協商應作成紀錄〈細 78〉。</p>		
決標程序	評定最有利標後應即決標，不得於評定最有利標後再洽廠商議價。如有洽減價之必要，應於招標文件中將價格納入協商措施，俾於評選階段就價格進行協商。	與優勝廠商辦理議價，或按優勝序位，依序與二家以上之優勝廠商辦理議價後決標。如已於招標文件訂明決標之固定金額或費率者，則以該金額或費率決標。但須注意議價程序仍不得免除，無須議減價格，可議定其他內容。	通知最符合需要者進行議價、依序議價或比價後決標。
招標作業流程	招標流程圖如圖 2.2 所示。	參照適用最有利標招標流程(如圖 2.3)。	參照準用最有利標招標流程(如圖 2.3)。

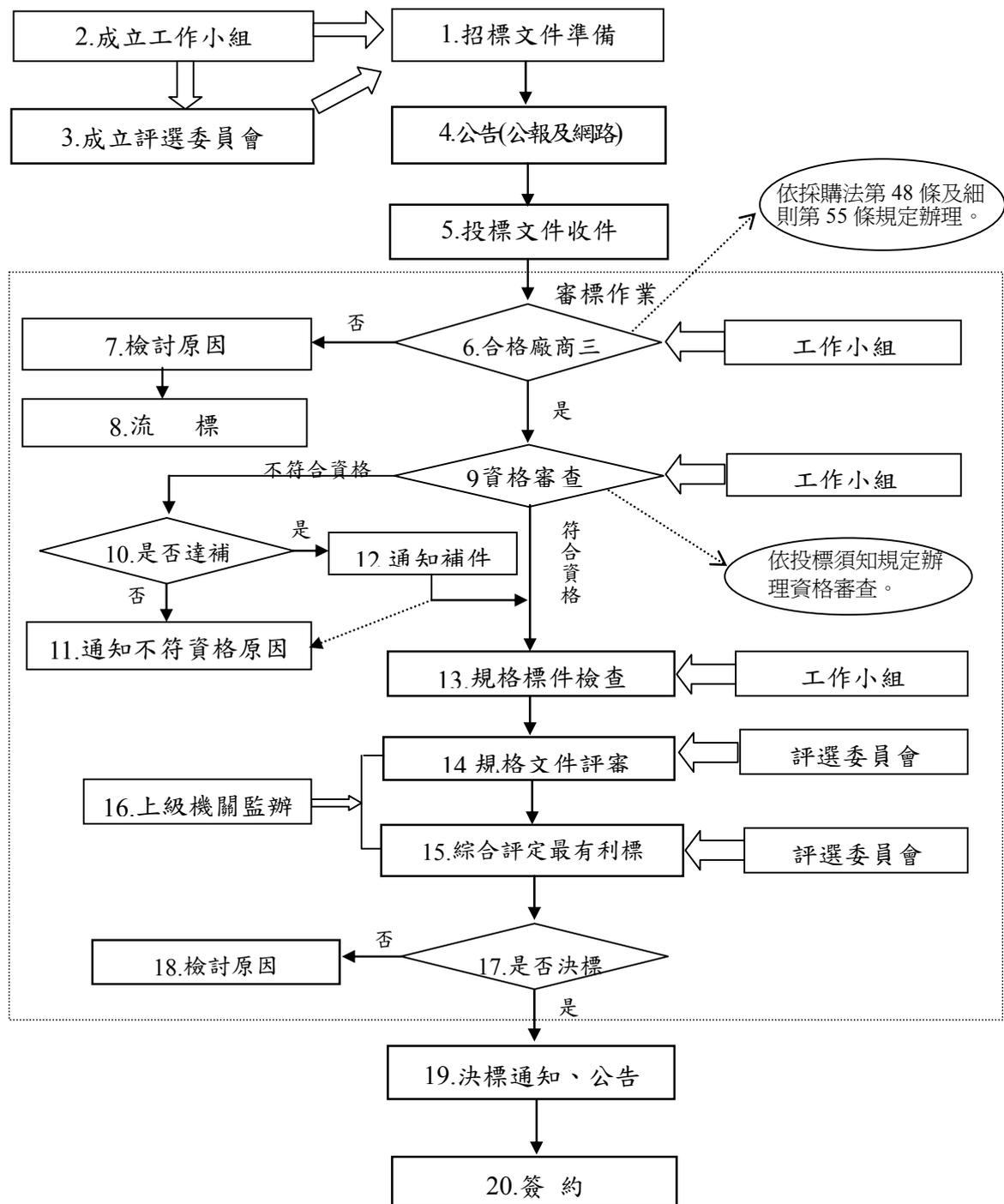


圖 2.2 適用最有利標採購案招標作業流程圖

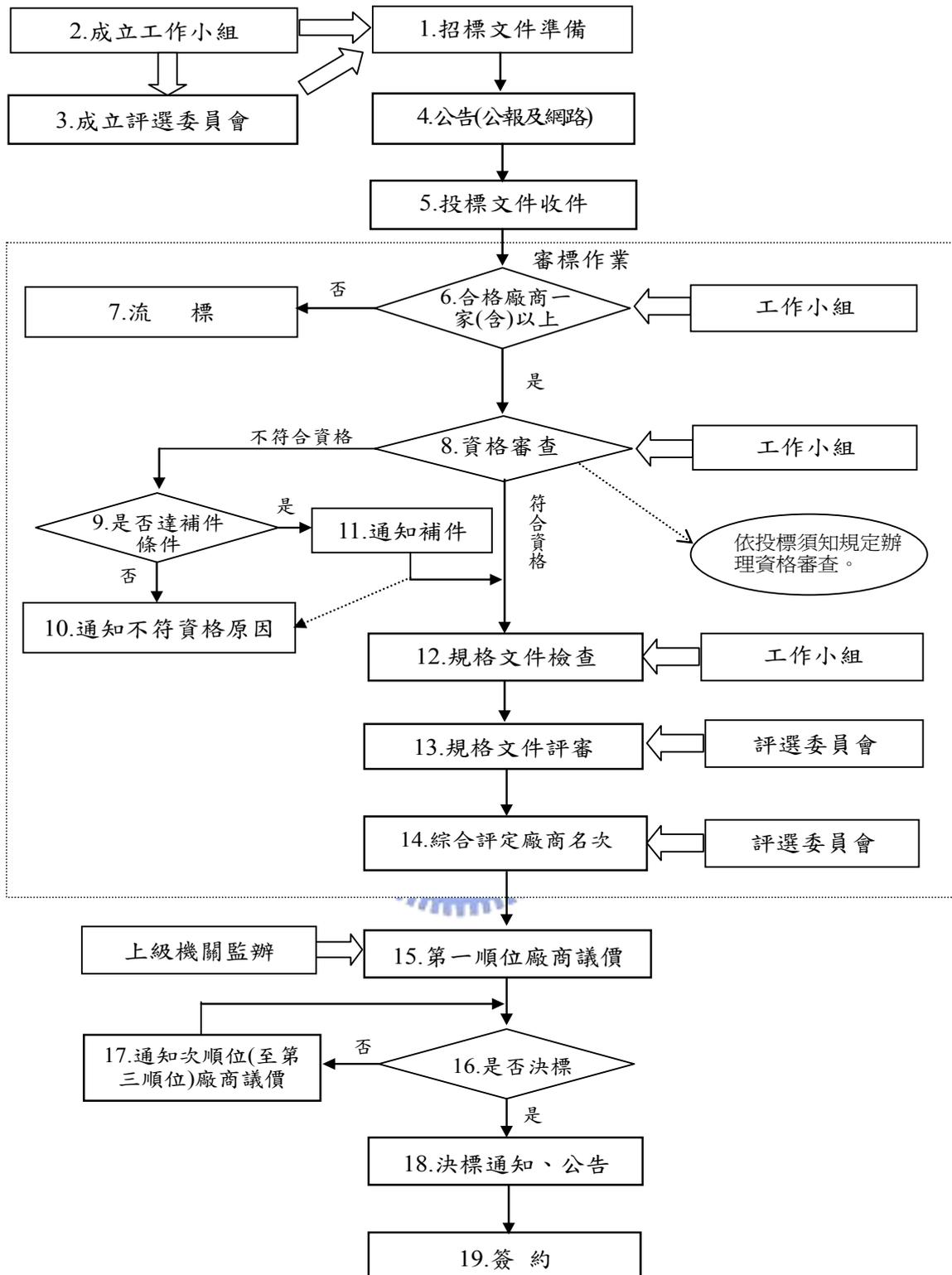


圖 2.3 準用最有利標採購案招標成業流程圖

## 2.2 國內最有利標之實務操作現況分析

國內最有利標執行至今已經十餘年，這期間不斷經過主辦機關每年在案例執行上經驗的累積，以及主管機關(工程會)在法令的補充與解釋及實務操作上的協助，使得最有利標得以在國內仍順利推動。但這幾年來，因為某些評選委員在執行最有利標評選時，發現有不公，甚致違反法令行事等情形，使得原立法最有利標決標之美意蒙上陰影，行政院相關部門亦加強監督與管控工程主辦機關採最有利標決標之案件。就此，本研究為瞭解近幾年來國內以最有利標決標之公共工程標案在其招標、審標乃至履約期間之執行成效，蒐集工程會標案管理系統中有關最有利標執行之資料，並就該資料進行分析與探討。

### 2.2.1 最有利標案例資料說明

國內每年所執行之最有利標工程採購標案眾多，主管機關(即工程會)為有效管控各工程標案執行，透過行政命令要求主辦工程機關須將每一個執行的個案相關資料回饋到工程會的標案管理資訊系統中(共有 29 項標案資料)，同時為便於主辦機關對其所執行之在建或已完成工程標案能有效管理，故特開設工程標案管理系統資訊平台(<http://cmdweb.pcc.gov.tw/pccms/owa/cmdmang.userin>)，以提供中央與地方政府等公部門工程主辦機關使用。本研究即由該資訊平台所建立之資料庫中蒐集 91~93 年三年間由各公部門主辦機關所填報之工程標案資料，再經案例資料歸納整理後，得到以適用最有利標決標之公共工程採購案件共達 1,051 件。本研究篩選案例資料之範圍與類別，主要是局限在：(1)公告金額(100 萬元)以上之標案。(2)第 2.1.1 節中所定義「適用最有利標決標」案件(即以工程採購案為主，不包括準用最有利標評選之勞務採購案。)(3)已執行完工之案件。

### 2.2.2 最有利標現況執行結果分析與探討

為能充分瞭解國內最有利標採購案之執行情況，本小節依據前節所蒐集之 1,051 件的工程實例標案資料進行分析，並依據這些標案之工程特性(合約類別、工程屬性、標案類別)、經費(預算金額、發包預算、標比、結算比)及合約工期變化(合約工期、進度執行成效)等不同類別加以分析，並歸納整理國內公共工程以最有利

標執行後可能存在之問題。相關現況案例執行初步分析結果概述如下。

## 1. 工程特性

(1)合約類別：在 1,051 案件中，以統包方式（即設計與施工合併成單一標案）辦理者計有 565 件（約占 53.8%），非統包方式者有 486 件（約占 46.2%）。換言之，在所有的案件中統包合約方式之案件占半數以上。

(2)工程屬性及標案類別：若依不同工程屬性來區分，全部案例資料中以裝（整）修工程的比例最高（約占 55.66%），其次是新建工程（約占 25.88%），河川整治工程約占 14.56%，而其他類別者占 3.9%（如圖 2.4 所示）。又若依工程標案類別區分，在所有件數中以建築工程的 455 件（約占 43.29%）最多，其次是河川整治或水土保持工程（約占 16.75%）（如圖 2.5 所示）。

由圖 2.4 及圖 2.5 可知，超過半數以上之最有利標案件為裝（整）修工程，且大部分為建築工程，這可能的原因是裝（整）修工程大部分包含多項異質工程（例如一般均包括建築裝修及水電或空調工程等）。再者，建築工程之施作項目較多，工程界面整合困難，故主辦機關為減少發包次數及界面的衝突，大部分會以最有利標決標方式將同屬性工程整合成一個標案，由得標廠商負責整合界面，以達到工程品質成效。故最有利標決標方式即成為達到此目標之手段或方法。

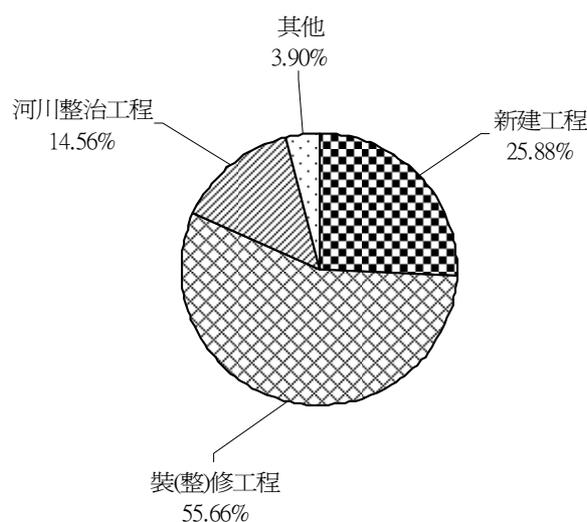


圖 2.4 案例資料(1051 件)中按工程屬性分類之比例分布

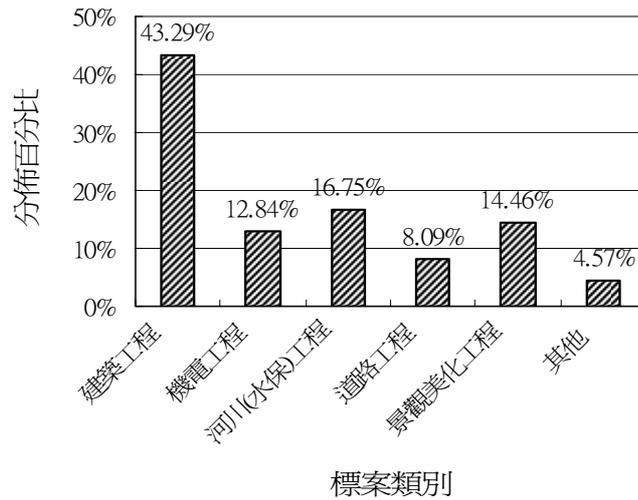


圖 2.5 案例資料(1051 件)中按工程標案類別分類之分布情形

## 2. 工程經費

(1)預算金額：本研究所蒐集 1,051 件工程標案之總預算金額為 738.3 億元，其中 91 年度計有 110 件，預算金額 94.2 億元；92 年度有 431 件，預算金額 406.9 億元；93 年度有 510 件，預算金額 237.6 億元（如圖 2.6 所示）。由前述結果可知，採用最有利標之案例數逐年在增加，這亦顯示主辦工程機關採用最有利標案件之需求性或其需要性，並且未來趨勢亦逐漸普及化。

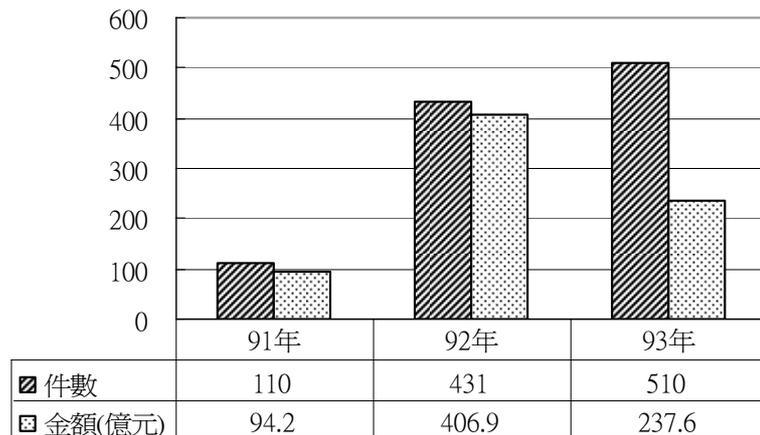


圖 2.6 案例資料(1051 件)中各年度工程件數及預算金額

此外，在主辦機關之類別方面，屬中央機關者計有 511 件（約占 48.6%），

預算金額為 467.7 億元（約占 63.3%）；地方機關者有 540 件（約占 51.4%），預算金額為 271 億元（約占 36.7%）（如圖 2.7 所示）。由圖 2.7 可知，採用最有利標決標之工程，超過半數雖在地方機關，但中央機關的執行預算卻比地方機關高出很多，這可能的原因是中央機關的案件大部分為規模較大之專案工程，經費較高，而地方機關則大部分為一般之修繕工程，經費較低。再者，一般中央機關大部分非屬工程專責單位，計畫規模大且經費較充裕之條件下，採用最有利標之條件大幅增加，雖然案件較少，但其專案工程的複雜性較高。

若以不同屬性工程類別來區分，則以新建工程的預算金額（612.6 億元）最高（約占 83%），次之為裝（整）修工程（約占 15.3%），但其案件數卻以裝（整）修工程案件最多（占 55.66%）（如圖 2.8 所示）。此亦印證了前述大部分機關在新的專案工程中較傾向採用最有利標之條件，因為大部分的主辦機關認為在非價格競爭之情形下，透過評選選商的方式才能找到好的廠商，找到好的廠商專案工程成功的機率就會增加。再者，由於最有利標是透過評選項目的訂定及專業委員的評選才得以決定訂約廠商，故只要訂好選商的遊戲規則，經由公正的評選，應該就可以找到好的施作廠商。

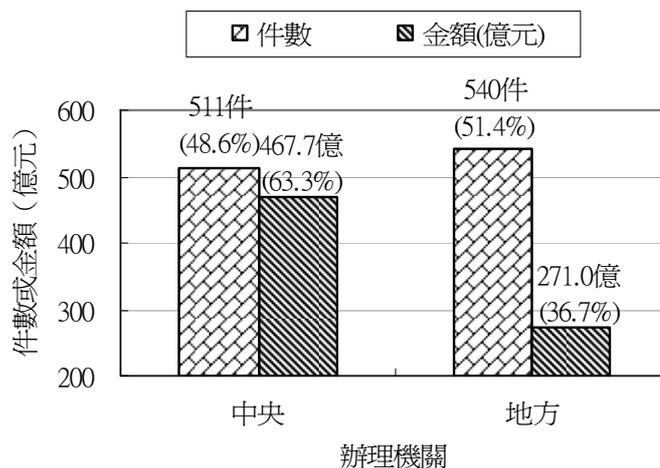


圖 2.7 案例資料(1051 件)中不同主辦機關之預算金額分布

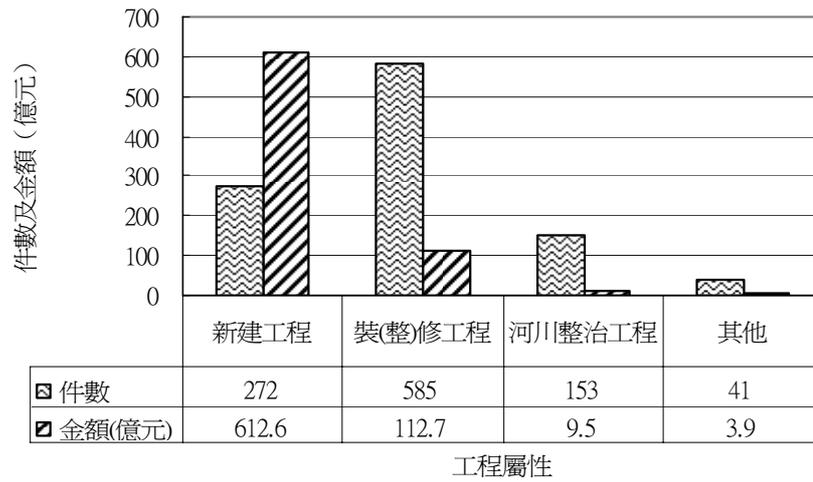


圖 2.8 案例資料(1051 件)中不同工程屬性類別之件數及其預算金額

(2)發包預算與標比：圖 2.9 顯示最有利標標案於不同採購預算金額下之案件百分比分佈情形，由圖中發現，隨著工程預算的增加，其案件漸減，且在 5000 萬以下的案件即達 83.35% (=56.04%+27.31%)，這表示最有利標決標方式仍較普遍運用於 5000 萬以下之工程，尤其是 1000 萬以下之工程居多（占全部案件的 56.04%），而 2 億元以上之鉅額採購案件僅占 7.52%。然 5000 萬以下的金額，其採購程序不用經過上級機關同意，但因採最有利標決標，其核定權仍由上級機關同意。此外，由此現象亦可發現，採用最有利標的工程並非一定是規模較大的案件，只要符合最有利標決標條件，規模較小的標案亦常被主辦機關採用。

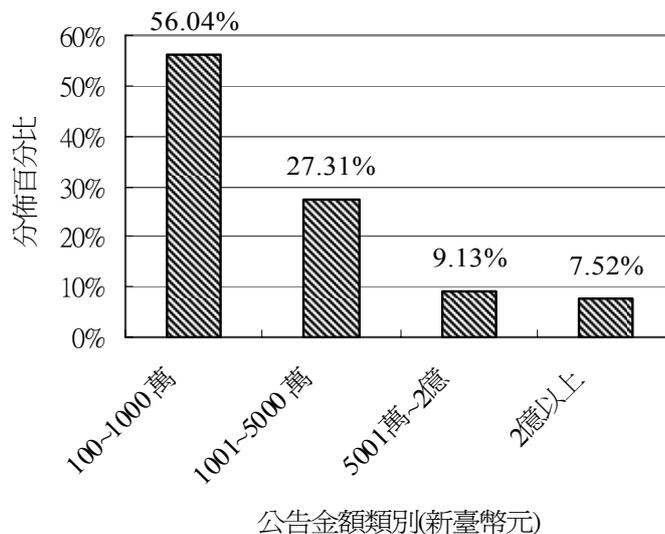


圖 2.9 案例資料(1051 件)中不同採購預算金額類別之案件分佈

在決標標比方面，雖然總平均之標比（決標金額除以預算金額）為 0.983，比一般最低標之標比（約 0.8 左右）高出很多，亦即對工程主辦機關而言，採用最有利標決標之目的並非為降低工程預算，其目的主要是在公告的預算金額內，施作廠商能將工程順利完成，並且工程品質達到預期之標準。此外，由表 2.2 中亦可發現，有 164 件之河川整治或水土保持工程，因其工作內容特殊（例如河川整治時，其砂石可折抵工程款等方式），該類工程之平均決標比僅為 0.759，這是一般最有利標案件中決標條件較為特殊之情形。故當主辦機關採用最有利標時，工程特性及所選定之評選項目，以及評選項目之評估方式等，對於最有利標之執行是選商過程中最重要的一環，特別是價格如何考量，是否納入評選，又納入評選後其價格如何評定等，都是最有利選商成功之重要關鍵。例如河川整治工程，由於河川中之砂石均是有價之物料，當如此重要的有價物料納入價格評估時，每一位廠商對於其價格的風險與利潤的考量均不同，所反映的成本回饋機制亦不同，所以在價格評審的條件也比一般無有價料物回饋的工程大不相同。

表 2.2 案例資料(1051 件)中依決標條件不同所列之發包預算及標比

工程類別	件數(a)	發包預算 (千元)(b)	決標金額 (千元)(c)	標比(%) (d=c/b)
不含河川整治案	887	72,609,503	71,645,410	0.987
河川整治案	164	1,261,187	956,831	0.759
全部工程案	1,051	73,870,690	72,602,241	0.983

(3)結算比：結算比是反映專案執行完成後，最後實際經費與決標時價格之比值。在所有的 1,051 案件中，計有 974 個案件填寫結算金額（即有 77 件未填寫結算金額），經計算其平均結算比（平均結算金額／平均決標金額）為 1.017，這顯示在履約過程中之平均變更金額增加，且所增加之金額比原招標之平均決標金額還高。

### 3. 合約工期變化

在所蒐集的 1,051 個案件資料中，38 件未填寫合約工期，故以下有關合約工期

之分析乃以 1,013 (=1,051-38) 件案件為對象；另在進度執行成效方面，除前述 38 件未填寫外，尚有 142 件案件尚未完成結算工期，故僅以 871 (=1,051-38-142) 件案件作為進度執行成效分析之對象。

(1)合約工期：在 1,013 件採用最有利標決標之案件中，以 61~120 天之合約工期者為最多 (290 件)，60 天以下者次之 (238 件)，即工期在 120 天 (4 個月) 內者，即占半數 (528 件 = 290+238)，這些工程大部分為裝 (整) 修工程；反觀一年以上工期之案件僅占 14.51% (=147/1,013)，件數最少者為兩年以上之工期 (僅占 3.06%=31/1,013)，這些工程大部分則以新建工程為主 (如圖 2.10 所示)。

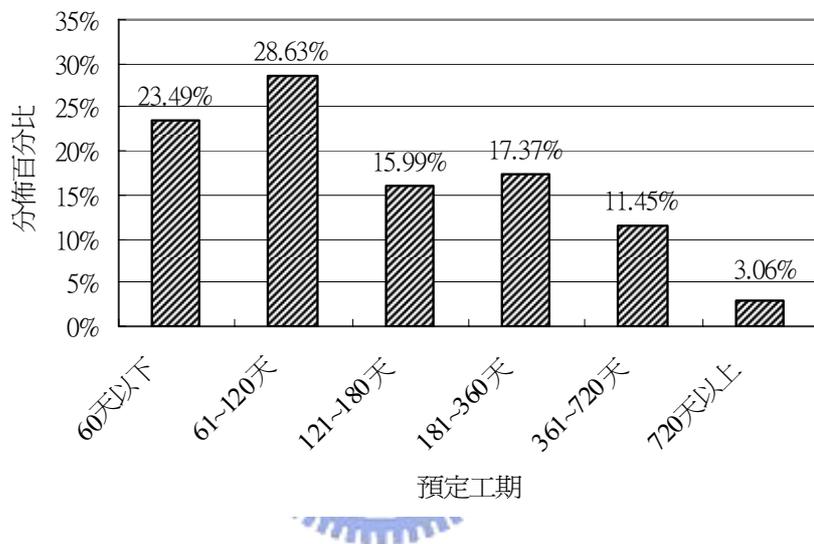


圖 2.10 在 1,031 件案例資料中其不同合約工期之分佈

(2)進度執行成效：在進度執行方面，在 871 案件中，進度落後者有 22.27% (=194/871)，換言之，採用最有利標決標未必一定能如期完工。其中以進度落後達 20%以上者最多 (11.02%=96/871)，進度落後 10%以內者次之 (59 件)，進度落後 10%~20%之案件則有 39 件。另外約有 57.86%(=504/871)如期完工；而提前完工者計有 19.86% (=173/871)，其中以提前完工達 10%以內者最多 (10.45%=91/871)，提前完工達 20%以上者次之 (6.08%=53/871)，提前完工達 10%~20%者則有 3.33% (=29/871)，各進度執行成效之分佈情形彙整如圖 2.11 所示。

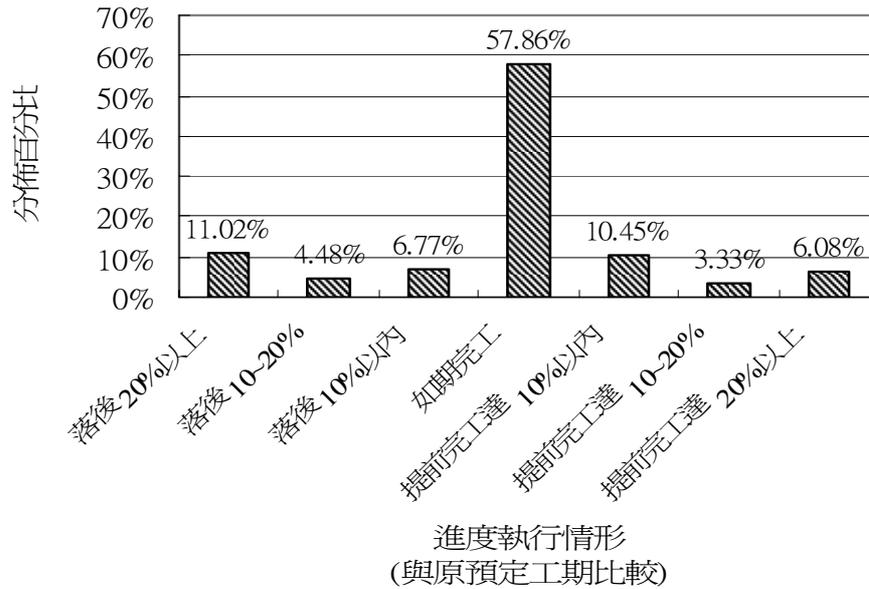


圖 2.11 在完整的 871 件案例資料中其工程進度執行結果

### 2.2.3 現況執行之問題

依據前小節所蒐集之最有利標標案執行分析結果顯示，最有利標在成案與最後結案的成效必然經過許多程序檢驗，但這些過程中最重要的就是主辦工程機關所關心的，如何在選商階段透過最有利標決標方式找到好的施作廠商，以達到工程預期之成效。雖然最有利標之精神在選擇對業主最有利的廠商，惟就前述之案例分析，目前的選商機制，業主仍然存在許多問題，本小節將從主辦機關(業主)的觀點，彙整現行公共工程採行最有利標在招標及評選階段執行上之可能潛在的問題，而這些問題經歸納分析，涉及選商決策，且對決策結果影響最大之項目包括(Tzeng et al. 2006)：(1)業主遴選之評選委員的專業不適用於採購目的；(2)價格評分不夠客觀；(3)評選委員對各廠商之評分標準不夠客觀；(4)現行最有利標評定方式無法客觀評選最有利標廠商；(5)現行法令規定評選不到真正好的施作廠商。前述各項執行問題之內容說明如表 2.3 所示。

表 2.3 現行最有利標採購發包階段執行之問題

階段	現行問題	說明
招標及評選	遴選之評選委員的專業不適用於採購目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>●機關承辦人員無法就採購目的遴選適合之評選委員。</li> <li>●未能就專業需求，分類專業評選委員之領域。</li> </ul>
	價格納入評比時，評分不夠客觀	<ul style="list-style-type: none"> <li>●價格納入評比，造成評選委員以價格為依據，忽略其他評選項目，易選出類似最低標評選之結果。</li> <li>●價格差異換算成分數之公平性存疑。</li> <li>●僅考量總價，並未將總價以外其他與價格有關之條件納入評審考量(例如分項工程單價之合理性等)。</li> </ul>
	價格未納入評比，導致廠商認為評選不公	<ul style="list-style-type: none"> <li>●廠商價格未納入評比，造成廠商以高成本方式超量設計。</li> <li>●「最有利標」得標價格較「最低標」高，但似乎增加成本並未反應於工程品質上。</li> </ul>
	評選委員對各廠商之評分標準不夠客觀	<ul style="list-style-type: none"> <li>●評選委員僅就廠商印象評分，未針對其服務建議書或投標書進行評比。</li> <li>●評選委員評選時可能採先決定總評分，再逐一配分至各分項評分項目。</li> <li>●評選委員評分標準前後不一致。</li> </ul>
	現行最有利標評選辦法，評選不到真正的施作廠商	<ul style="list-style-type: none"> <li>●最有利標評選作業均以廠商之書面資料及簡報為主要評分方式，對廠商得標後之實際施作之分包(或下包)廠商無選擇約束力。</li> </ul>
	最有利標評定方式，無法客觀評選最有利標廠商	<ul style="list-style-type: none"> <li>●目前法規明定之最有利標評定方式主要有總評分法、序位法、評分單價法等方式，惟主辦機關太過於簡化最有利標計算程序，或直接參照規定之範例，而缺乏針對工程特性的不同訂定一套計算標準，導致評選委員評定廠商得分及排序時，無法真正客觀評定廠商名次。</li> <li>●評選委員無法依據專案的需求特性來決定評選項目之權重，常造成權重之決定僅流於形式。</li> </ul>
	主辦機關要求之服務建議書編寫規定不夠具體明確	<ul style="list-style-type: none"> <li>●主辦機關對於該服務建議書之編寫規定均要求不夠具體明確，導致投標廠商所編寫之服務建議書內容亦不夠具體，進而影響最有利標執行時之依據。</li> </ul>
	招標時程冗長	<ul style="list-style-type: none"> <li>●最有利標均採委員評選制度，主辦機關於招標前須完成大部分之招標文件，且正式公告前須歷經評選委員決議評選辦法，以及投標廠商需要較多的時間備標撰寫服務建議書，造成較緊急之專案較不適用。</li> </ul>

## 2.3 小結

根據本研究所蒐集之最有利標現行案例執行結果，分析歸納結論主要包括：(1)最有利標決標方式之工程仍以統包方式居多，且以建築工程為最多；(2)在採購金額方面，以決標金額在 1,000 萬元以下者佔全部案件的 56.04%為最多，而最少者為 2 億元以上之鉅額採購案件（僅佔 7.52%）；(3)雖然中央機關之案件比地方機關略少些，但其採購金額卻高出許多；(4)由於平均標比高，故採用最有利標決標之目的並非為降低工程預算；(5)另採用最有利標決標未必一定能如期完工。

此外，除前述現行最有利標案例之分析歸納外，為持續有效解決最有利標之問題，後續仍有幾點值得再深入探討，包括：(1)持續蒐集近年相關案例資料，並擴大其他採購類別(例如針對委託技術服務之準用最有利標評選之採購案)之分析與探討；(2)目前統包工程常搭配最有利標決標方式應檢討，故可進一步分析統包工程採用最有利標之執行成效；(3)法令規範下之最有利標決標精神，係希望藉由專業評審機制，經由評選委員協助主辦機關評選出對主辦機關最有利之廠商，但若未能從標案採購開始到履約結束透過完整之專案效益分析與追蹤，建置過去執行案件之資訊及知識回饋機制，將無法提昇未來採有最有利標決標之採購效率。

總之，本研究從現行的最有利標選商案例中之資訊分析結果顯示，最有利標選商機制仍然存在許多問題，而這些問題概可歸納為兩大類：第一類為如何評選(或評定)最有利標廠商，無論是擔任評選委員的專業性或現行的評選方法等，如何有效且客觀評定得標廠商一直是政府採購法給予最有利標法源依據以來，在實務執行上最常被提出討論的課題，而這類問題的存在即表示這個問題的重要性及至今仍未找到令人滿意的解決方法。第二類為當廠商價格納入最有利標評選項目時，價格如何客觀評審？特別是將價格差異換算成分數之公平性，以及在進行評審時，是否僅考量廠商之總價等。這類問題從早期即存在實務應用上已久，而且至今亦仍無具體解決之道。因此，如何改善現行的選商機制，以及發展一套客觀的標價評審方式，是目前臺灣產、官、學界存在多年且急迫解決的問題，更是本研究提出新的選商決策方法及標價評審於實務應用之目的所在。

## 第三章 文獻回顧

根據本研究之目的及分析目前國內最有利標之法令與執行現況後，本章仍將文獻回顧分成兩部分，第一部分為多準則選商決策方法之回顧，第二部分為標價審查之回顧；文獻的蒐集與整理是本研究課題探討與分析之基礎，亦為本研究提出新方法之重要參考資料。

### 3.1 多準則選商決策方法

二十幾年來選商決策一直是營建管理領域中重要的研究課題之一，而多準則(Multi-Criteria) 選商決策有別於早期以價格(price)為唯一之單一準則(criterion)決策考量，其評量的層面更包括價格以外之工期(time)、品質(quality)、安全(safety)等。近十年來由於多準則決策方法不斷地被發展出來且成功地運用來解決選商決策之實務問題上，這顯示多準則決策方法對現在或未來在選商決策應用上之重要性。本節即回顧這多年來成功地應用於選商決策方面之研究文獻，並針對本研究所運用之AHP方法更深入探討與分析，作為本研究提出新方法之依據，同時彙整文獻中之已被提出之選商決策方法，並進一步比較各方法之優缺點。

#### 3.1.1 選商決策

在營建管理領域中，如何根據專案的特性，透過採購程序，遴選(或評估)符合業主需求之廠商，一直是學界及業界關心的重點。近年來已有許多學者認為選商決策已不再是選商階段將簽約的對象找到而已，而是期望對於所選擇的履約廠商能達到專案預期的成效，故一些有別於傳統較理論性之選商決策方法不斷地被提出(例如：效能評估模式(Hong Kong Housing Authority 1994, Kumaraswamy 1996, Alarcón and Mourgues 2002)等)。此亦驗證選商階段找到好的廠商，專案即已成功一半之說法，且顯示選商決策結果對一個專案成功與否的重要性。

基此，Holt 等人(1995)回顧英國在當時實際執行之營建工程廠商遴選方法，以及針對已完成採購發包案例之資料回顧，並對業主進行選商問卷調查之研究，結果發現主要有四項缺點與限制值得探討與改善：(1)缺乏一套普遍性的選商方法；(2)長

期信賴於預先審查的結果。(3)在投標審查或最後之選商方法中太過於重視投標總價；(4)太過於倚賴主觀的分析。同時提出任何提供選擇之選商決策方法必須要能夠將預審作業整合成為選商程序之一，且提出一套標準化的次要評估因子，擴大對投標廠商之評估，並結合投標總價之效益成為最終之總得分，進而作為評定最佳廠商之依據(Holt et al. 1995)。此外，Holt (1998)為考量美國已著手改善廠商預審程序及英國方面亦已發展 H.O.L.T. (Highlight Optimum Legitimate Tender)之選商技術，因此回顧並彙整文獻中之廠商評估及遴選模式之方法(這些方法包括：Bespoke approaches (BA)、Multi-attribute analysis (MAA)、Multi-attribute utility theory (MAUT)、Multiple regression (MR)、Cluster analysis (CA)、Fuzzy set theory (FST)及 Multivariate discriminant analysis (MDA))，同時以說明案例方式來表示各種方法之操作，最後彙整探討各方法之特性及其知道的用法與限制，以利作為從業人員參考(Holt 1998)。

### 3.1.2 多準則決策 (MCDM)

傳統作業研究之主要的目的是從一組可行解中，找出滿足單一目標函數之唯一最佳解，整個方法論的核心是採用相當客觀的數學模型，且基本上符合科學的精神。前述之模型基本上是先透過最佳化函數建立一個選擇機制，且是建立在一套最佳化之演算程序的搜尋機制上，決策者只能透過所建立的最佳化函數扮演選擇的角色，並無法直接設計可行的決策方案。故在進行決策時，可行方案的決定者應該是決策者，而不是數學模型本身，決策者在尚未清楚問題的本質時，所建立的最佳化函數是否能選出滿意的解答是有待商榷的 (Yoon and Hwang 1985)。

再者，雖然單目標最佳化的模型是早期經常被用於求解多準則決策問題的方法，其作法大部分是將多個準則合併成單一目標函數，並賦以每個準則權重(稱之為多準則單目標模型)，並運用這樣的模型可能將原先在多準則空間上的兩個不相同的解視為單目標空間上的同一個解，進而作為單一的最佳解。但在真實世界中，我們經常面臨涉及多個準則(或目標)且準則間可能互有衝突的「半結構化」和「非結構化」之決策問題，決策者可能不完全清楚決策問題的本質，或完全不知如何選擇可行方案的準則(criteria) (Balcomb and Curtner 2000)。因此，從設計可行決策方案的角度觀之，要由決策者從多準則的解答空間中找出一些適當的(或最佳的)可行方案，是設計者所面臨多準則決策的最大問題之一，因為其與單目標模型最大不同的地方是面對

衝突目標(或準則)的前提下，多準則模型在多目標解答空間中並無單一最佳解。由於這種對多準則決策本質的新體認，多準則決策方法也因此興起 (Keeney and Raiffa 1976)。

多準則決策方法起源於 Koopmans 所提出有效向量的觀念 (Zeleny 1982)，發展至今已有許多研究及決策者將其應用於設計、方案選擇或評估方面的問題。換言之，多準則決策方法為決策者在多個質化或量化的評估準則下，可以幫助決策者在已知且數目有限的可行方案中，根據每一個可行方案的屬性特徵進行評估，然而這些方案的各個屬性的評估值不一定是量化的數值，不過，最終多屬性決策方法還是必須將不是量化的評估值轉化為數量化的評估值才能進行分析，而其最終方案的選擇是經由各評估屬性相互之間，和各方案同一評估屬性內相互比較而得來的，而這些比較則會包含明顯的或隱含的取捨 (trade-offs) 效果 (Yoon and Hwang 1985)。因此，多準則的決策問題在廣義上涵蓋多屬性效用 (Multi-Attribute Utility) 及多目標規劃等問題的處理方法；其中多屬性決策乃根據各屬性形成綜合性目標，而以效用最大化來判斷，一般應用在選擇 (或評估) 上的問題；多目標規劃所關心的是是否達到預定目標的條件，一般應用在設計上的問題 (Balcomb and Curtner 2000)。

### 3.1.3 以 AHP 為基礎之選商模式

近幾年來以傳統 AHP 方法為基礎所發展出來之多準則選商決策模式不甚枚舉。Mahdi 等人(2002)提出一套可因應不同專案特性需求而作調整之最適宜廠商選擇的多準則決策支援系統(multiple-criteria decision support system (MCDSS))。作者根據其問卷調查統計分析結果將選商決策分成三個主要準則項目：(1)經驗(experience criteria, EC)(再細分 7 個子項目)；(2)過去績效(past performance criteria, PPC)(再細分 16 個子項目)；(3)財務穩定性(financial stability criteria, FSC)(再細分 6 個子項目)。並將該選商決策系統分成審查程序(screening process)及選商程序(contractor selection process)兩個主要評估程序。在第一部分之審查程序(screening process)方面，首先運用 Delphi 方法來計算前述各準則項目之權重向量，其次再利用 AHP 方法來計算專案特性準則項目之權重向量，並進而計算出選商決策準則項目相對於專案特性準則項目之相對權重值，最後再針對每一家投標廠商就每一個選商決策準則項目進行評量，而前述之評量與相對權重值相乘結果即可得到每一家廠商在考量不同專案特性

下每一個準則項目評估結果之優劣排序(ranking)。在第二階段之選商程序(contractor selection process)方面，則是考量廠商之團隊執行的能力，其準則項目包括現況執行能力(current capabilities criteria, CCC)(再細分 4 個子項目)及廠商工作對策(work strategy criteria, WSC) (再細分 8 個子項目)。其評估方式仍比照第一部分方式，最後將前述兩部分之評估程序所算得之評估結果相加所得到之最高優劣排序數值者即為最終選商決策結果之最適宜廠商。總而言之，Mahdi 等人所提出之方法主要是應用多屬性分析(multi-attribute analysis, MAA)之概念，並運用利用知識庫專家系統(Knowledge-Based Expert System, KBES)輔助 AHP 方法求算每一層級決策準則之相對權重，進而發展出一套多準則選商決策支援系統。

Al-Harbi (2001)透過一個案例來驗證說明 AHP 方法應用在專案管理領域中選商決策之實際作法。該方法主要將層級架構分成三個階層，第一階層為最終目標(即選擇最適合之廠商)，第二階層為準則項目，第三階層則為每一個準則項目下之所有目標廠商；所採用的 AHP 方法除了運用在準則項目相對權重值之計算外，亦直接用來計算每一家廠商在每一個準則項目中之單立效用，以作為評量之依據。而在選商決策執行過程中，為考量工程專案大部分由多數專家所組成的決策團體來進行，故將群體決策(group decision-making)理論運用到 AHP 方法中，且過程中並利用 Expert Choice 軟體來輔助 AHP 方法之執行。

Anagnostopoulos 與 Vavatsikos (2006) 認為為了提升選商的效能，並且使業主的失敗率減到最小，必須考慮其選商的準則項目及使用一致性的評估方法，故提出以 AHP 為基礎之多準則選商決策方法來支援公部門機構進行廠商預審作業。這個決策支援系統主要包括一個應用工具及三個原則：首先須包含各類之準則項目，並確保達到符合標準的品質要求。其次是便於使用的系統工具，一方面可以從可能的使用者那裡得到多準則方法中先前所沒有的知識(knowledge)，另一方面可以使主觀的判斷減到最小。最後，可考量 AHP 操作時之成對重要性比較之需求能減到最小。

當運用 AHP 方法在解決 MCDM 之選商決策問題時，AHP 方法僅適用在層級架構下之模式，且每一層級之準則項目間之關聯性應該獨立而不相關。Cheng 與 Li (2004)認為實際的 MCDM 之選商決策問題中，每一個準則項目應該都具有關聯性，而考量該關聯性時，則不適用 AHP 方法來求解，故將網狀分析法(analytic network

process, ANP)應用在選商決策的問題上，研究過程中並以試算例來驗證該方法之可行性，同時將試算結果與傳統 AHP 方法進行比較，以瞭解兩方法間之差異。

一般 AHP 方法大部分被運用在多準則(評量項目)之權重值計算，但 Fong 與 Choi (2000)採用傳統 AHP 方法，由決策者針對各個準則項目進行每一家廠商優劣程度之判斷，進而決定各個準則項目廠商之差異程度，最後運用多屬性決策(multi-attribute decision)概念，綜合算得每一廠商最終之優先排列順序。該方法與傳統 AHP 方法運用來計算權重值之最大不同之處，在於作者首先將層級架構之準則項目主要分成主項目(為第一層級項目)及次項目(為第二層級項目)，並將每一家投標廠商定義為附屬於次項目下之最底層級之準則項目，故在進行層級分析時，主要將每一個次準則項目中的每一家廠商均視為可行的方案進行選擇評估。換言之，其作法係將每一個次準則項目進行廠商之優劣排序，只是其排序的過程是經由 Satty 提出 9 個不連續的尺度值進行優劣程度的判斷，是一個實際量化結果的優劣排序，這與國內最有利標評選辦法中之序位法的概念一致，但最有利標評選辦法中的序位法是直接由決策者排定廠商之序位(ranking)，並非實際量化程度判斷之結果。

Hsieh 等人(2004)以模糊理論提出模糊多準則決策(Fuzzy MCDM)分析法來選擇公共工程建築規劃與設計之廠商，該方法主要以傳統 AHP 為基礎，提出模糊層級分析法(Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP)來計算準則項目之權重值。在權重值的計算過程中，該方法首先採用 Laarhoven 及 Pedrycz 所提出之三角形模糊數(triangular fuzzy number)，並採用 Chiou 及 Tzeng 與 Mon 等人分別所定義之語言尺度(linguistic scales)函數及模糊數尺度(fuzzy number scale)將傳統 AHP 方法中之尺度值轉換成為模糊語言尺度值(scale of fuzzy number)。最後則採用 Bellman 及 Zadeh 所提出之 FMCDM 之評估法來決定廠商之排序。

Palaneeswaran 等人(2006)考量營造供應商或小包對承攬廠商之重要性，以 AHP 方法為基礎，提出一套適用於承攬廠商之供應商或小包選擇之決策模式。該模式首先針對香港 400 家的承攬廠商進行問卷調查，決定其多準則決策項目(包括節省成本、完成交付的時間、保證最佳的品質、獲得最佳的服務及降低風險等 5 個主項目及其子項目)，再根據這些準則項目建構其層級分析架構；而在進行準則項目之成對重要性比較時，非採用 Satty 所提之 9 個尺度值，而以百分比方式作為準則項目相對

重要性比較之尺度值 (例如：成本與時間之相對重要性比較尺度值為 65：35)，最後則運用 Expert Choice 電腦軟體來計算各準則項目之權重值。

Bertolini 等人 (2006)運用決策支援系統輔助傳統 AHP 方法發展一套適用於公園及公有廣場之裝修與維護管理履約之廠商服務建議書評估審查模式。該方法主要是經由簡單的結構化程序中，從已完成的準則項目權重計算結果來評估最佳的方案，其兩個主要的目的是(1)這個決策方法能夠協助草擬服務建議書之架構，並建構決策準則項目及其重要性權重；(2)建構一套且正確、系統化及自動化之支援決策判斷系統工具以至能夠正確評估出廠商服務建議書中工作之差異，進而選擇出最佳之簽約廠商。其中 AHP 方法則是用來定義完整的層級分析樹(hierarchy tree)及其變量因子與準則項目，同時使用 Delphi 方法協助決策者(高階管理者及專案管理者)依據其專長與經驗來計算各層級準則項目之相對重要性權重計算。

Shiau 等人(2002)利用問卷調查方式並運用 AHP 方法，發展一套下包商選擇之決策系統。該方法首先對承包的廠商就選擇下包商的需求進行準則項目之調查，並經由統計分析評估出 5 項主要的準則項目，及 24 個子項目，然後利用 AHP 方法算得各準則項目之權重值，進而作為評量下包商之依據。El-Sawalhi 等人(2007) 結合 AHP、NN (Neural Network) 及 GA (Genetic Algorithm)，提出一套混合型之 Genetic-Neural Network (GNN) 模式作為廠商預審的方法，該模式最大的優點是可以克服大多數決策模型無法預測之缺點，尤其是模式決策執行結果之準確性及廠商執行效能的預測等，同時該模式亦提供一個經由選商決策的機會，使業主能達到專案成功的期望。

### 3.1.4 其他選商決策方法

除了前小節所述之多準則決策方法外，另有其他被提出之選商決策方法，例如：Holt 等人(1994)將多屬性分析(multi-attribute analysis, MAA)運用於選商決策，模式的發展主要包括三個選商程序：(1)資格預審(prequalification)；(2)投標廠商之評審(evaluation of tenderers)；(3)最終擇定之構成要素(finial selection components)，除此之外，亦可將投標價格納入評估考量。因應前述三個評估程序則有三個繁雜的程序 (P1、P2 及 P3)須各別計算其分數(score)(即分別為 P1、P2 及 P3 之分數)。其中 P1

分析的重點在於廠商的組織化屬性(general organizational attributes)(共有 21 項屬性)；P2 則是更進一步針對專案的特性來評估廠商的執行效能(performance)(共有 8 項屬性)；P3 則是將 P2 的評估結果與廠商之投標價格屬性整合成最終選商排序的名次。另 Holt (1996)再採用統計技術之群集分析法(Cluster Analysis, CA)運用在數量較多之營建廠商選擇判斷，過程中並運用 ANOVA 方法來表示顯著差別之準則項目以作為判斷之依據。Alhazmi 與 McCaffer (2000)提出一套專案工程採購系統模式(project procurement system selection model, PPSSM)，該模式結合了 AHP 之處理技術，以及將 Parker's 判斷價值工程之選擇技術應用到多準則之多選擇系統，同時以問卷訪調方式對沙烏地阿拉伯(Saudi Arabia)之公部門業主進行 PPSSM 使用效率測試調查，且幫助這些公部門業主為他們的工程之執行選擇最適當的採購系統模式。

另外，Holt 等人 (1994) 以英國 53 家主要的營建業主為對象，提出影響這些業主選商之因子的重要性，並利用相對序位數值(relative index ranking)技術，並將序位數值視為每一個影響因子(包括：廠商的現有工作能量、相同規模下之廠商過去經驗、廠商在教育訓練與制度執行上之管理資源、全國性或地區性廠商每年工程損壞次數及其過去如期完成工程經驗中每年平安度過風災之次數等)所出現之頻率變數，作為業主評估廠商效能及計算影響權重值之依據。同年，Holt 等人(1994)又利用多屬性分析技術提出一套量化之營建廠商選擇模式，並運用廠商預審準則項目之相對重要性及選商程序分別來決定準則項目相對重要權重及其模式流程，進而使其成為標準化之選商作業模式。再者，Holt 等人(1994)再以評估廠商達到成本、工期及品質等目標之潛在效能作為營建廠商選擇之依據，並比較該選商方法與現今採用傳統最低標決標之差異，且證明強調廠商潛在效能最佳者並非一定價格最低者。

Cheung 等人(2001)根據 Edwards 採用多屬性效用技術(multi-attribute utility technology)的概念所提出之主目標-次目標(objective-subjective, O-S)的方法運用於招標策略選擇之決策方法，其中在主目標元素(objective elements)包括(1)定義準則項目；(2)決定招標合約型態(例如統包、CM、顧問標、設計標、傳統施工標等)；(3)招標策略選擇平均效用值之設計。次目標元素主要在計算各準則項目之權重值，而 AHP 方法即是被運用在次目標之決策上，即配合使用 Expert Choice 電腦軟體來計算各準則項目之相對重要性權重值。

Kumaraswamy (1996)比較分析各國決標方式及香港現行法令規定下之廠商評估與選商的策略，並根據香港建築管理機關(Hong Kong Housing Authority 1994)採用其所發展之 PASS (*Performance Assessment Scoring System*)進行之廠商評估與遴選之實際執行案例，說明該方法之發展過程，以及進行實際運用上之優缺點分析。其中提出 PASS 之主要發展概念是以評分方式來評估過去專案執行之效能 output 結果(元素)，以後向回饋(feedback)方式以作為下一個專案執行專案效能評估之依據；然在選商應用之概念方面，則是將廠商所提出之資源與專案特性等為選商評估之 input 元素，以前向控制(feedforward)方式作為選商決策之依據。在評分系統方面，該方法(PASS)則是以直接簡單權重分配方式決定各評估準則項目之權重，再以 A(=3)、B(=2)、C(=1)、D(=0)及(NA)五個等級作為評量廠商各準則項目之依據，最後結合分別由廠商效能審查委員會(Contractor Performance Review Committee, CPRC)及建築管理委員會(List Management Committee of the Housing Authority, LMCHA)個別完成之 output 評估及 input 評估成總和分數(composite score)。

Hatush 與 Skitmore (1998)運用效用理論(utility theory)提出一套多準則附加效用選商決策模式，並以英國之案例實際操作驗證該模式之可行性。該模式所採用之各屬性之附加效用函數主要是以為風險偏好為考量，在操作程序上，首先由決策者先決定各準則項目(或子項目)之權重值，然後再由決策者依各屬性之風險偏好性及其前述所定之多準則附加效用函數計算不同廠商各準則項目(或子項目)之效用值，最後將各準則項目(或子項目)之權重乘以各評估之效用值，即可得到廠商之加權效用值，而加權效用值最高者為最佳之廠商。

Alsgair (1999)發展一套用於沙烏地阿拉伯(Saudi Arabia)之廠商競標審查架構，該審標架構包括(1)定義審標之評量因子(即準則項目)；(2)決定評量因子之影響與權重；(3)決定評量因子之評分。整個評估方法主要是藉由業主(評估者)之經驗與知識，透過問卷訪查方式逐一完成4個部分之評估內容，這4個部分的評估內容包括：(1)以百分比方式將評量因子之影響性分成7個語言尺度值，並由評估者回覆其影響的程度；(2)以直接簡單權重法決定評量因子之相對權重；(3)將審標的條件轉換成1~16個問題類型(所代表的類型即為其評量因子之分數，例如：類型9即表示其因子分數為9)，並依據問卷方式決定各因子之問題類型；(4)根據前述將評估者針對每一個評量因子所調查之評估值相乘結果相加得到總分最高者即為最佳之廠商。

Alarcón 及 Mourgues (2002)將廠商之評估分成效能評估及價格評估兩部分，並分配這兩部分所占之比例或權重，然後再分別計算這兩部分之評估值(正規化成 1 或 100)後，將兩部分各別之評估值與所占比例相乘後加總即可判斷最佳之廠商。有關前述所提之效能評估部分，Alarcón 及 Mourgues 主要是以工作執行架構(framework)為主之總效能模式(General Performance Model, GPM)來評估投標廠商之總效能。該模式主要建置在經由業主團隊之合約管理者來分析或評估廠商特性在專案執行效能上之影響。故決策模式之執過程可依業主及專案特性的不同依序分成 strategies、drivers、processes、outcomes 及 combined performance 等 5 大層級，每一層級任皆可依據業主與專案或廠商之條件設有其子項目，然後再經由專家的資訊與知識，建構選擇性表單(options table)及交互影響矩陣(cross-impact matrix)兩個資料結構模型，該資料結構中之資訊主要分別代表廠商效能中之變量及評估項目間之相互影響性，並運用專家評估的方式各別定義其變量與相互影響性之尺度值，以作為評估廠商效能之依據。

Pongpeng 與 Liston (2003)運用風險效用概念提出一套多準則(multicriteria)與多決策者(multidecision-makers)之招商決標評估模式(TenSem)。該模式為考量大部分的政府機關或私人公司之組織都採用多決策者之選商決策模式，且每一個決策者可以依據其不同的專長、經驗、立場及採購風險的看法針對相同的評量準則給予不同的相對重要性權重值之判斷，故導入了多決策者執行決策之作法。該模式主要分成兩部分，第一部分為評估廠商的能力(contractor ability)，這部分則是引用招標風險承擔(或偏好)之概念，並提出三個風險效用函數(中立、厭惡、喜好)供決策者決定使用，同時將該效用函數(utility function)與社會福利函數(social welfare function)結合成一套稱為社會福利效用函數(social welfare utility function)評估模式，惟在評估前必須先透過權重附加模式(weighted additive model)決定各準則項目之權重值。第二部分為招決標評估，這部分主要包括三個程序：(1)準則項目的選擇(criteria selection)；(2)準則項目之權衡量測(即權重計算)；(3)投標價格相對廠商能力之權衡量測(即標價的評估)。此外，在評估程序中運用 Excel 及 Visual Basic 的結合，配合使用端的格式化提升招決標評估作業之效率。

Lai 等人(2004)在回顧中國大陸近年來選商之審標方式後，提出一套中國大陸營建工程選商評估模式，該模式建構在 6 項評估準則項目上，且直接以配分方式決定

各準則項目之重要性(即相對權重)，然後再針對這 6 項不同屬性的準則項目進行評分(每一準則項目之分數為 100 分)，最後將每一準則項目之分數乘以其權重，即可作為選商決策判斷之依據。

Louw 等人(2006)使用一套可量化、符合便利性、透明化及客觀之決策分析系統(decision analysis system, DAS)以作為選商決策的方法。該方法以 Von Gadow 正式提出之決策方法為 DAS 應用之基礎，運用 Expert Choice 系統工具作為群體決策下計算準則項目之權重值，最後再將原決策者判斷之語言尺度(linguistic scales)轉換成量化之尺度值(number scale)，進而算得每一家廠商於各個準則項目之加權效用值，並以加權效用值最高者為最適宜廠商。

Singh 及 Tiong (2005)以多準則項目(multiple criteria)為選商評估之基礎，並運用模糊集理論(fuzzy set theory)提出一套多準則模糊模式之選商決策方法。該方法首先由決策者分別確認模糊數(fuzzy numbers)及 membership functions (有三角形及矩形兩種)及偏好結構之尺度值(即定性之語言的變量(linguistic variables))；其次根據專案執行之決策準則項目指定其模糊值(fuzzy values)，並據以彙集各決策者決定之模糊數後再根據 Zimmerman、Klir 與 Folger 及 Kaufmann 與 Gupta 等所採用之 defuzzification 方法進行 defuzzification；下一階段則根據 Shapley 所提出之方法計算決策準則之權重值(即重要性指標或 Shapley 值)；最後採用簡單加權方法計算每一家廠商之總得分，進而決定最適宜之廠商。

Turskis (2008) 認為廠商評估是專案管理中風險處理與風險管理重要的一環，且招標過程則是營建工程中重要的階段工作，故運用更好的技術(preferability technique)模式提出一套多屬性廠商排序法來選擇最適宜的訂約廠商，該方法主要是採用 Paelnick (1976)所提出之排列方法，即有  $m$  個選方案，會有  $m!$  個可能的排列順序的組合(例如有 4 個選擇方案，則共有 24 種排列順序的組合)，這種方法不僅適用定量屬性的分析，亦可用於定性屬性的評估。

在廠商預審(prequalification)項目及方法方面，Bubshalt及Al-Gobal (1996)以沙烏地阿拉伯(Saudi Arabia)之半公共工程機構及私人工程專案定義選商預審所考量之準則項目，並針對19家大型公司實際辦理廠商預審為研究對象，同時以將問卷調查表寄給202家隨機選擇的公司，經研究結果顯示重要的廠商預審準則項目包括：廠商

經驗、資金穩定性、過去履約績效、品質績效、專案管理能力、廠商失敗記錄、專案管理人員的可用性及廠商的能力等，這研究結果與美國所獲得之的結果相類似。

Li 等人(2005, 2007)基於營建廠商的預審是在選擇有潛在能力的投標廠商，並且保證營建專案成功的決定性作業，更是須符合業主需求的重要決策，因此在分析各種選商的優缺點後，提出模糊模式辨識法(fuzzy pattern recognition)及模糊方法(fuzzy approach)作為廠商資格預審及選商決策模型。該方法主要目的是運用一個模糊工作架構基礎之模糊數理論(fuzzy framework-based fuzzy number theory)來決解廠商預審的問題，這過程中包括決策準則分析、準則項目權重值之計算及決定決策模型之發展三部分，最後並經由一個隧道工程的案例來證明模糊方法的可行性。

Russell及Skibniewski (1988) 首先透過與實際執行廠商預審經驗的營建專家進行訪談結果，認為一套廠商預審決策過程之邏輯性早已被確定，這過程主要包括三個程序：(1)決策者的特性；(2)廠商的特性；(3)決策所導致之結果。這三個程序中，與決策者有關的參數被忽略了，被描述廠商特性的資料數據亦已決定了，現有的選商決策策略亦經由每一個專案應用的經驗所提出，然這些偏見均來自於從業主的觀點所決定的廠商預審決策模式。因此，針對公部門業主、私部門業主及營建管理者進行問卷調查，進而提出20個主要的廠商預審決策因子(decision factor, DF)，以作為廠商預審評估之依據 (Russell and Jaselskis 1992；Russell et al. 1992)。另Russell及Skibniewski (1990)再利用所發展的QUALIFIER-1電腦程式(Russell等人於1988年以問卷調查計算廠商預審決策因子相對權重之電腦應用程式)，提出一套線性電腦化的廠商預審模式，該模式主要透過QUALIFIER-1對投標廠商及其下包商之投標資料進行結構化、系統化及合理化分析，過程中經由兩個模式參數的計算而得到廠商預審因子之權重：(1)複合化決策因子(composite decision factor, CDF)，主要是描述單個決策因子如何建立在計算架構上使其具有相互聯繫之決定因子；(2)決策因子(DF)，被定義來計算評估投標廠商之準則項目。此外，Russell 等人 (1990)再經由QUALIFIER-1之工作執行架構(architecture)之執行效能及積極回饋(feedback)之機制，隨即提出以知識基礎(knowledge-based)之專家系統廠商預審模式(QUALIFIER-2)，藉由電腦化程序協助業主(使用者)完成廠商預審之評估。再者，Russell (1990)以美國各州交通運輸局(departments of transportation, DOTs)廠商預審官員之選商資料為基礎，提出一套新的公路廠商預審模式，該模式首先針對AASHTO

中的50位廠商預審官員進行問卷調查，並依據Russell及Skibniewski (1990)所提出之廠商預審模式為基礎，最後再以美國印第安納州公路局的一個橋梁專案為實際應用之案例。另Russell (1992)更以混合網路電腦化決策支援系統(hybrid computerized decision support system)的概念，再提出一個專案工程交由廠商執行之適合性的評估系統(Russell 1992)。

Potter與Sanvido (1994)以實際案例及公共工程業主的觀點，提出一套適用於業主招標使用之統包預審系統(Design-Build Prequalification System, DBPS)以選擇符合專案需求之統包團隊。該系統主要有三個決策重點，第一是依據專案的特性及符合專案需求之條件來決定理想統包團隊之評量項目；第二是評估團隊內部工作人員的能力(包括管理及技術)；第三則是預期未來統包團隊執行的成效。在評估過程中主要是將每個評量項目以排序方式(1-低、5-高)由專家進行評量屬性重要性之判斷，進而計算出各屬性評量項目之重要性係數，以作為決定理想統包團隊之依據。

Palaneeswaran 與 Kumaraswamy (2000)提出一套適用於香港之統包(design-build)專案廠商選擇模式。該模式主要將選商決策模型分成適用於簡單的專案及複雜性的專案兩大類，簡單的專案採用單一策略(single-stage)的選商程序，複雜的專案則分成兩階段之選商程序，第一階段為廠商能力預審(prequalification/short listing)，係根據專案的特性確認廠商屬性因子，並決定廠商屬性因子之權重，再根據廠商屬性因子之權重計算廠商預審分數，進而初步排定名次，並擇定一定名次內之廠商進入到第二階段之評審。第二段為廠商整體評估，該階段首先就廠商之技術文件及價格文件各別進行審查，並各別評得廠商之技術分數(Technical score)與價格分數(Price score)，然後將前述兩種分數依所分配之權重比例算得總分數，最後再業主需求及廠商對專案之價值，進而決定出最符合業主需求之最有價值廠商。另外，Palaneeswaran 與 Kumaraswamy (2005)再以建構整合性知識為基礎，提出一套結構化且電腦化之統包廠商(design-builder)預審系統。該方法概述統包廠商於網上預審之決策支援系統(design-builder prequalification decision support system, DBPDSS)的發展與初步確認之原型模式，過程中綜整多準則知識庫(multicriteria knowledge base)，並以資料流程圖(data flow diagram, DFD)為系統工具，據以建置資料流之邏輯模型以表示其資料系統化之轉換情形，最後再將其資料系統架構及運用在多準則決策程序(multicriteria decision-making framework)上，以建置一個顧客(業主)使用端之網上諮詢附帶決策支

援系統之統包廠商預審模式。

此外，Topcu (2004) 以成本(cost)、工期(time)及品質(quality)為主要目標(準則項目)，並且以廠商預審及符合資格之投標廠商評選兩階段程序，提出一套 Turkey 選商決策模式。SÖnmez 等人(2001) 採用證據推論(evidential reasoning, ER)方法的原理，作為解決訂約廠商選擇問題(CSP)的方法，該方法被作者認為較接近能處理定量及定性上的問題。Lo 等人(1998)以台北捷運系統工程(Taipei mass rapid transit system)為案例，探討臺灣公共工程選商之程序，文章討論重點在於將業主(台北捷運局)考量大型工程規模條件下，以國外技術與經驗的轉移為目標，進而訂定適用於臺灣捷運系統工程選商之 3 個評估程序(包括：(1)廠商資格審查；(2)廠商技術報告審查；(3)廠商競標價格之審查)，同時將台北捷運工程之選商經驗作為臺灣第二個捷運系統工程(高雄捷運系統工程)學習之參考。

### 3.1.5 選商決策方法之比較

綜合前述文獻之選商決策方法，本研究概略將選商研究文獻的發展分為三個階段：第一階段的發展在 1990~1992 年代，這時大概多以 Russell 的研究成果為代表，但所提的研究方法主要為以問卷調查選商準則項目，然後再以撰寫應用電腦程式作為計算準則項之權重及其評估系統之依據。第二階段的發展在 1994~1998 年，這時的選商方法已開始引入較具學理之多準則決策方法，大多以 Holt 的研究為代表，同時 Holt (1998)更整理提出之 BA、MAA、MCUT、MR、CA、FST 及 MDA 等不同選商決策方法之比較與應用上的探討，然除了前述以 Holt 為主的研究方法外，部分研究者亦開始提出以廠商效能評估為概念之效能模型(Performance Model, PM)。第三階段的發展在 2000~2006 年，這個階段已有更多的選商研究方法被提出，但這些方法中除了已將電腦工具及學理併用，並引入應用電腦化的評估作業外，已將兩種以上的研究方法或工具合併導入於選商決策中，但這些複合化的研究方法大概仍以 Satty 所提出的 AHP 方法為主軸 (尤其是在決定準則項目重要性之權重方面)。因此，本研究為能更清楚瞭解文獻中各種選商方法之差異性，僅就所蒐集之研究文獻及其內容列表比較，以作為後續研究之參考。有關文獻中所採用之多準則選商決策方法之比較如表 3.1 所示。由表中可知，有關選商決策之研究特性與條件，主要包括三個程序：(1)依據專案的特性及業主需求，依目標選擇決策之準則項目，該方式大部分是

以問卷調查方式決定之；(2)決定準則項目相對重要性(或相對權重值)，該方式仍以 AHP 方法為主軸，其他尚有問卷調查方式或以模糊理論方式決定之；(3)選商評估方法，該方式眾多，為決策核心，亦為決策者主客觀判斷的關鍵所在。總而言之，綜觀選商決策方法之應用，本研究發現仍以傳統 AHP (或以 AHP 為基礎)之方法最被廣泛應用，這顯示 AHP 方法近年來在解決決策問題的重要性，亦是本研究採以 AHP 方法為基礎之主要原因。

表 3.1 多準則選商決策方法之比較

選商決策方法	公式表示式	基本概念	特性或條件	作者(年份)
多屬性分析 (Multi-Attribute Analysis, MAA)	$ACr_j = \sum_{i=1}^n V_{ij} W_i$ <p> <math>ACr_j</math>=j廠商之總計分  <math>V_{ij}</math>=j廠商於準則項目i之屬性(變數)分數  <math>W_i</math>=準則項目i之單位權重或重要性  <math>n</math>=準則(目標)項目數                 </p>	將業主對廠商評估之準則(或目標)以屬性變數方式表示，並運用線性加法模式及考量準則項目之重要性條件下來計算廠商之總計分。	條件：(1)須先選擇準則項目(或目標)(2)決定準則項目權重(3)連續且獨立之屬性評估(建立屬性評估函數)。特性：(1)每一個選商決策有其獨自定義之多目標(2)目標間常常是衝突的(3)屬性評估結果常常無法用同一個單位標準來計算(4)決策者主觀判斷。	Holt 等人(1994) Mahdi等人(2002)
多屬性/準則 效用理論 (Multi-Attribute/ Criteria Utility Theory, MAUT/ MCUT)	$ACr_j = \sum_{i=1}^n U_{ij} W_i$ <p> <math>ACr_j</math>=j廠商之總效用  <math>U_{ij}</math>=j廠商於準則項目i之效用值  <math>W_i</math>=準則項目i之單位權重或重要性  <math>n</math>=準則(目標)項目數                 </p>	將業主對廠商評估之準則(或目標)以效用值方式表示，並運用線性加法模式及考量準則項目之重要性條件下來計算廠商之總效用值。	條件：(1)須先選擇準則項目(2)決定準則項目權重(3)建立獨立之效用評估函數(4)相似MAA。特性：(1)獨自定義之多目標/準則(2)目標間常常是衝突的(3)效用函數與評估是獨立建立在風險的偏好程度上，且由決策者主觀判斷。	Hatash 與 Skitmore (1998) Pongpeng 與 Liston (2003) Louw 等人(2006) Cheung 等人(2001)
Mutiple Regression (MR)	$Y^* = C_0 + \sum_{i=1}^n V_i c_i$ <p> <math>Y^*</math>= 相依變數(即被評估之廠商)  <math>C_0</math>=回歸分析之常數  <math>V_i</math>=獨立變數(即準則/屬性項目)  <math>c_i</math>=部分回歸係數                 </p>	利用統計回歸分析的方法以建立一個觀察或預測多個獨立變數架構在一個相依變數上的成效方程式，以作為預測廠商成效之依據。	條件：(1)須有多個獨立變數(即準則項目)(2)最終只有一個相依的變數(即方案)(3)須依據資料建立MR方程式。特性：(1)以預測成效為主(2)經由MR方程式與實際結果之差異最小( $R^2$ 值)來決定最佳方案(3)為主觀評估。	Holt (1995)
Cluster Analysis (CA)	jointing-tree分類法公式： $D_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2}$ <p> <math>D_{ij}</math>=i與j兩點間距離                 </p>	利用 jointing-tree 分類法或 k-means 分類法(ANOVA 統計技術)將廠商進行分類，然後再來	條件：(1)須先定義準則項目(屬性變數)(2)確認分類分析之隸屬函數(3)決定CA之演算方法。特性：(1)應用在多方案(多廠商)之分類決策(廠	Holt (1996)

選商決策方法	公式表示式	基本概念	特性或條件	作者(年份)
	$x_{ik}$ =因第 <i>i</i> 個實體之第 <i>k</i> 個變數數值 $p$ =變數(屬性)數目	決定最佳的選擇方案(廠商)	商預審)(2)非主觀評估(3)以統計分析結果進行分類。	
模糊理論 (Fuzzy Set Theory, FST)	$A = \{Cr_j, \mu A(Cr_j)\}$ $A$ =模糊集 $\mu A(Cr_j)$ 定義為 $A$ 中 $Cr_j$ 之隸屬值的強度	利用模糊隸屬函數將評估之語言尺度轉換成模糊集，再運用模糊運算因子及 defuzzified 決定最佳之廠商。	條件：(1)確認選商屬性(目標)項目(2)決定屬性(目標)項目之權重(3)決定模糊隸屬函數及 defuzzified 值。 特性：(1)利用語言尺度決定其屬性之效能值(2)定性轉成量化之評估法(3)主觀評估。	Nguyen (1985) Singh 與 Tiong (2005) Hsieh 等人(2004) Li 等人(2005,2007)
效能評估模型 (Performance Model, PM) 或 Multivariate Discriminant Analysis (MDA)	MDA 方法： $Z_i = C_0 + C_1V_1 + C_2V_2 + \dots + C_6V_6$ $Z_i$ =廠商效能預測指標 $C_0$ =常數 $C_{1...6}$ =識別係數 $V_{1...6}$ =影響廠商效能之識別變數	透過所確認之廠商屬性變數，以預測廠商未來履約效能之評估結果來決定最佳之廠商。	條件：(1)須先選擇獨立之屬性(準則)項目(2)決定屬性項目權重(或 MDA 中之識別係數)(3)建立評估函數。 特性：(1)預測評估方法(2)多為定性之語言尺度轉換成量化之評估法(3)各屬性間可為獨立關係亦可為具有某程度之關聯性。	Hong Kong Housing Authority (1994) Kumaraswamy (1996) Alarcón 與 Mourgues (2002) Holt 等人(1994)
AHP (或 AHP-based) (本研究採用之方法)	$AC_r = \sum_{i=1}^n C_{ij} w_i$ $AC_r$ =廠商之總計分 $C_{ij}$ = <i>j</i> 廠商於準則項目 <i>i</i> 之準則項目評估值 $w_i$ = 準則項目 <i>i</i> 之單位權重或重要性 $n$ =準則項目數	利用準則項目相對重要性判斷決定其重要性，並利一般線性組合方式將各準則評估結果加總來決定最佳廠商。	條件：(1)須先選擇獨立之準則項目(2)決定準則項目權重(3)建立準則評估模式。 特性：(1)準則項目屬性為獨立不具關聯性(2)利用定性之語言尺度轉換成量化之評估法(3)主觀評估。	Shiau 等人(2002) Bertolini 等人(2006) Palaneeswaran 等人(2006) Hsieh 等人(2004) Fong 與 Choi (2000) Cheng 與 Li (2004) Al-Harbi (2001) Mahdi 等人(2002) Cheung 等人(2001) Lin 等人(2008)
其他			主要條件：(1)須先選擇獨立之準則項目(2)決定準則項目權重(3)建立準則評估模式。	Palaneeswaran 與 Kumaraswamy(2000,2005) Potter 與 Sanvido (1994) Edwards (1982) Lai 等人(2004) Russell 及其他等人(1988, 1990, 1992)

## 3.2 AHP 方法

### 3.2.1 AHP 應用之基本原理

AHP 是由 Satty 於 1970 年所提出，主要應用在不確定情況下及具有數個評估準則之選擇或優先排序的決策問題(Saaty 1978, 1980)。一般結構複雜之最佳化多準則決策問題的類型可以下列公式(3.1)表示：

$$\text{Optimize}\{Z_1(x), Z_2(x), \dots, Z_n(x)\} \quad \text{s.t.} \quad x \in X, \quad (3.1)$$

其中  $Z_k(x)$  表示第  $k$  個目標； $x$  為求解之屬性向量； $X$  為求解之空間域。公式(3.1)即假設有 1、2... $n$  個最佳化目標，則決策之目的即是將所有  $n$  個目標最佳化。無論如何，在現實的決策問題中，決策者常會遇到左右兩難的情形，因為當決策者試著在改善其中一個目標時，常會將另一個目標變得更遭。因此，必須彙集所有目標上產生之效能，進而作為決策者決定最佳選擇方案之依據。故可將公式(3.1)之所有目標最佳化假設成效用(或價值)函數(utility or value functions)型式，且該函數為單調遞增(monotonically increasing)(例如資金的效益等是最佳的)，基此公式(3.1)之 MCDP 的問題可表示成公式(3.2)。

$$\text{Max}\{Z_1(x), Z_2(x), \dots, Z_n(x)\} \quad \text{s.t.} \quad x \in X, \quad (3.2)$$

但對於一些效用函數(utility functions)而言，將單調遞減乘以-1 後即可變成單調遞增。故在 MCDM 的問題中，公式(3.2)仍然無法解決前述決策目標最佳化的問題，因為這些最佳化目標通常不僅只存在於一個最佳解，故在多目標中取捨權衡(Trade-offs)是不可避免的過程。因此，在處理多目標之最佳解時，較常採用給予量化的權重目標評估值的方法來求解 MCDM 的問題，換言之，即是將公式(3.2)表示成含有目標權重值之公式(3.3)方式。

$$\text{Max}\left\{\sum_j w_j Z_j(x)\right\} \quad \text{s.t.} \quad x \in X, \sum_j w_j = 1, \text{ and } w_j \geq 0 \text{ for } j = 1, \dots, n; \quad (3.3)$$

在公式(3.3)中， $w_j$  為第  $j$  個目標的權重值，而尋得該目標最佳解之方式即是在求解公式(3.3)中  $x$  之最大值。無論如何，這個方法是假設此最佳解存在一個附加效

用(或價值)函數上，而這個附加效用函數之必要條件則是目標準則(criteria)必須喜好或偏好獨立(preferentially independent) (Bryson and Mobolurin 1994, Keeney and Raiffa 1976)。若在 MCDP 中若已假設各目標準則已優先獨立，則在決策的過程中僅剩下的工作就是計算公式(3.3)中之權重值( $w$ )。計算權重值的基本考量則是必須要能夠真正反映出決策者在許多個目標準則中對其相對重要性的看法(或判斷)，此基本考量即為 AHP 可以用來輔助決策之處。

AHP 方法是利用每一成對目標(或準則)間之兩兩相對比較(pairwise comparison)其重要性來求算公式(3.3)中之權重值，其中必須將每個兩兩相對重要性比較值轉換成 Saaty 所提出之 9 個不連續的尺度值(如表 3.2 所示)。而將所有準則項目之交叉成對重要性比較尺度值之判斷結果以一組互為倒數之實數矩陣  $A = \{a_{ij}\}$ (其中  $a_{ij} = a_{ik} \times a_{kj}$  (如圖 3.1 所示))表示時，即為 AHP 方法中之兩兩成對權重矩陣(pairwise weighting matrix, PWM)。

表 3.2 Saaty 所提出之 9 個不連續的尺度值(Saaty 1970)

尺度數值	定義
1	相同重要(Equal importance)
3	稍微重要(Weak importance of one over another)
5	重要(Essential or strong importance)
7	相當重要(Demonstrated importance)
9	極重要(Absolute importance)
2,4,6,8	內插中間值(Intermediate judgments between two adjacent judgments)

	$Z_1$	$Z_2$	...	$Z_n$
$Z_1$	$\frac{w_1}{w_1}$	$\frac{w_1}{w_2}$	...	$\frac{w_1}{w_n}$
$Z_2$	$\frac{w_2}{w_1}$	$\frac{w_2}{w_2}$	...	$\frac{w_2}{w_n}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$
$Z_n$	$\frac{w_n}{w_1}$	$\frac{w_n}{w_2}$	...	$\frac{w_n}{w_n}$

圖 3.1 AHP 之成對權重矩陣(PWM)

對照圖 3.1 中之 PWM 可知  $a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$ ，其中  $w_i$  為第  $i$  個目標(即  $Z_i$ )之權重值。若將  $A$  矩陣轉換成權重向量  $w^T = (w_1, w_2, \dots, w_n)$  表示式，則待求解之關係式即可表示成如公式(3.4)之線性方程式。

$$Aw = nw \quad (3.4)$$

根據線性理論，獲得  $w$  向量之非劣解(nontrivial solution)的唯一方法是求解  $(A-nI)w=0$ ，其中  $\det(A-nI)=0$ ，這是一個眾所周知的特徵值(eigenvalue)求解問題，其中  $n$  是  $A$  矩陣之特徵方程式的根。Saaty (1978)表示矩陣  $A$  為單位序列(即每一列是第一列的恆定倍數)，且  $A$  矩陣之最大特徵值所對應的特徵向量(eigenvector)即是代表所有準則項目所對應之權重值(即  $w_1, w_2, \dots, w_n$ )，將這些權重值代入公式(3.3)中即可求得  $x$  之解。AHP 方法是由多層級之決策程序所組成，對在每一層級之次目標(sub-objective)來說，都是一個關聯性  $A$  矩陣(associated  $A$  matrix)，Saaty 亦以這個方法為條件，彙集不同層級之權重矩陣；然而在進行彙集之前，得先將由公式(3.4)中之特徵向量所算得之權重向量正規化(normalized)，使其所有向量的總和等於 1；兩個臨近層級的彙集程序是一個簡單的乘法運算，即較低層級之權重值等於其正規化後之權重向量乘以較高層級之權重值。因此，最低層級之考量目標的貢獻是將所有的權重沿著層級路徑從最高目標到所考量目標之乘積的累積。

如上所述，在 MCDM 的方法中，AHP 方法是一個有組織、有系統且有效益之計算準則項目相對重要性權重值的方法，但是根據 Saaty 的 9 個不連續的尺度值，以及在計算權重時因人為判斷過程中造成相對重要性兩兩相對比較結果之不一致性(unconsistency)，對於所彙集之權重向量計算結果是不可被接受的。Saaty 認為在描述  $A$  矩陣中之係數的不一致性是一個困擾的問題，因此將公式(3.4)之  $Aw = nw$  修正為  $Aw' = \lambda_{max}w'$ ，而該不一致性可以被表示為準則項目數( $n$ )與  $\lambda_{max}$  兩數值間之差異，這證明了互為倒數的  $A$  矩陣，僅僅在  $n = \lambda_{max}$  時之結果才一定可以符合一致性要求。因此，Saaty (1980)首次提出一套透過估算一致性指標(consistency index,  $CI$ )的方法來量測權重矩陣之不一致性，其中  $CI$  值之計算如公式(3.5)所示。

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (3.5)$$

公式(3.5)中  $n$  及  $\lambda_{\max}$  詳如前述之定義；而  $CI$  值則是經由隨機一致性指標 (Random Consistency Index,  $RC$ ) 算得一致性比 (consistency ratio,  $CR$ )，即  $CR = \frac{CI}{RC}$  ( $RC$  值如表 3.3 所示)，當  $CR$  值大於 0.10 時，則兩兩相對重要性比較結果之 PWM 是無法被接受的，故必須針對各準則項目重新進行兩兩相對重要性調查，直到  $CR$  值小於或等於 0.10 為止。雖然這個概念可以被遵循而發展一套更好的兩兩相對比較結果，但當時間急迫時，前述 Satty 所提僅只有 9 個不連續尺度值之限制，以及缺乏自動化機制來改善  $CR$  值之缺點，將使傳統 AHP 方法變得較不實用(或較不可能)被用來解決 MCDM 之問題。

表 3.3 Satty (1980) 提出之隨機一致性指標(Random consistency index,  $RC$ )

準則項目數目	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>RC</b>	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

### 3.2.2 AHP 應用於計算權重值之步驟

根據前一小節針對 AHP 基本原理說明後，一般 AHP 之應用依序可透過下列各項步驟來處理決策問題中準則項目之權重分配(步驟流程如圖 3.2 所示)：

1. 定義決策問題及決定目標：清楚應用領域的特性，並瞭解欲解決問題之決策過程，定義決策問題與欲求解的目標。
2. 定義準則項目及建立層級分析架構：即依據問題的特性及解決問題的需要定義目標準則項目及其子項目，並從決策者的觀點，從階層最頂層(即決策目標)至最低階層(即可能為選擇方案或最後評量之子項目)逐一排列組成上下階層具有相互關聯性之層級分析架構，但每一階層之準則項目均為獨立無關聯性之屬性關係。

3. 準則項目兩兩相對重要性比較(pair-wise comparison)：針對每一階層之每一關聯性準則項目，設計方便決策者獨立判斷之準則項目兩兩相對重要性調查表，並依據 Satty 所提出之 9 個相對重要性尺度因子，對決策者進行準則項目相對重要性調查。每一個調查表共有  $n(n-1)/2$  個元素需要完成調查。
4. 建置準則項目兩兩相對重要性比較矩陣(pair-wise comparison matrices, PWM)：依據前項之兩兩相對重要性比較調查結果，建置準則項目相對重要性比較矩陣，該矩陣式為沿對角線互為倒數的  $n \times n$  方陣(如圖 3.1)。
5. 計算成對重要性矩陣之最大特徵值( $\lambda_{max}$ )：依據前所建置 PWM 計算矩陣之最大特徵值。
6. 計算一致性比 CR 值：在進行 CR 值計算前須先完成一致性指標 CI 值之計算(CI 計算如公式(3.5))，則  $CR=CI/RC$ ，其中 RC 值如表 3.2 所示。
7. 一致性檢定：常前項所算得 CR 值大於 0.1 時，則所建置之 PWM 無法滿足一致性要求，其計算結果不得採用，故必須重覆步驟 3~6 直到  $CR \leq 0.1$  止。
8. 相對權重值計算：當所建置之 PWM 通過一致性檢定時，則可依據所算得之最大特徵值計算其所對應之特徵向量，而該特徵向量即為該組準則項目相對重要性權重值，該相對權重值之和為 1.0。
9. 計算整體架構準則項目之權重值：步驟 2 所定義之層級架構中自最高階層至最低階層中之每一關聯性準則項目都必須依據步驟 3~8 計算相對權重值，然後再依據上下階層準則項目所屬之關係計算整體架構條件下之準則項目權重值(整體架構全部所有準則項目權重值之總和為 1.0)。

無論如何，本小節之步驟僅說明將傳統 AHP 方法應用於準則項目之權重值計算時，若直接用來決定方案選擇之分析判斷，必須將目標方案準則項目置於層級分析架構中之最低階層。換言之，即將目標方案選擇項目視為每一個準則項目下所屬之準則項目。

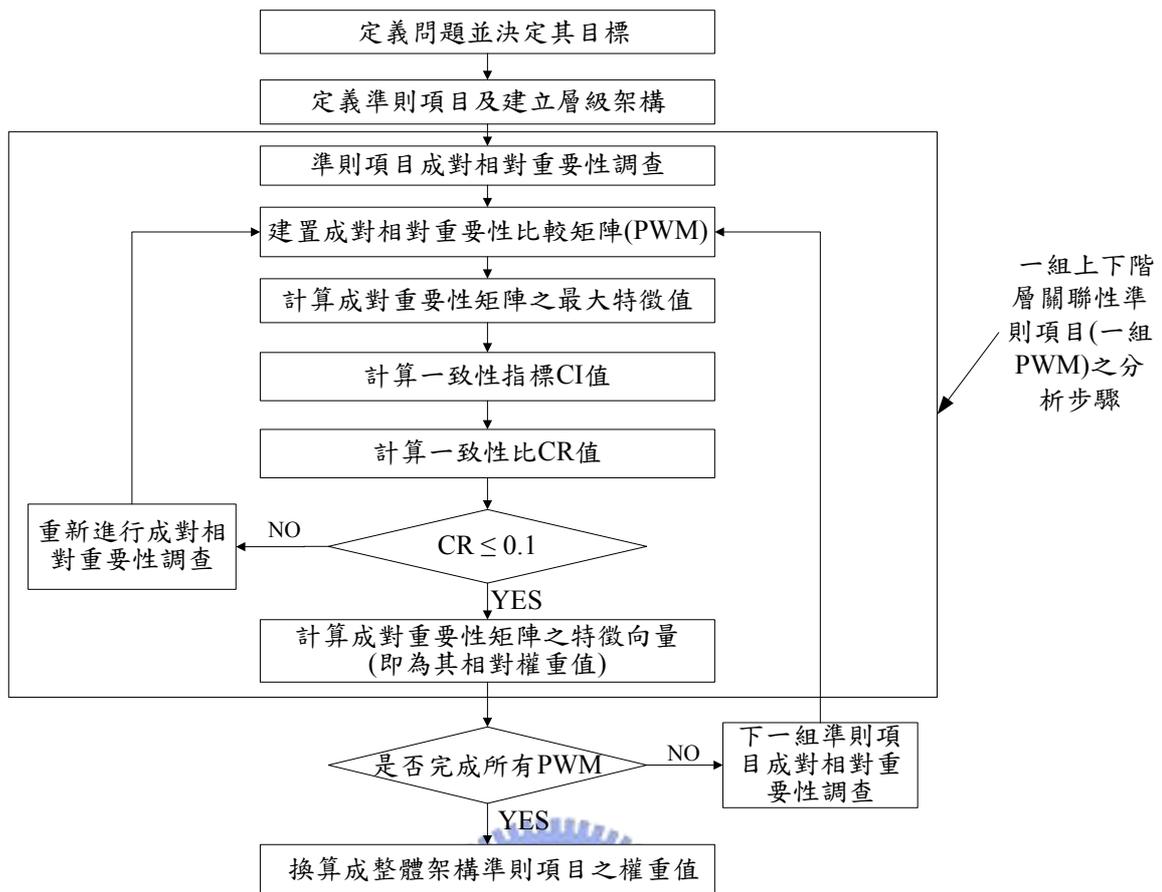


圖 3.2 AHP 方法應用於計算準則項目權重值之步驟

### 3.2.3 AHP 實務應用之問題

從文獻回顧中雖然已顯示傳統 AHP 方法被應用在解決合約附加價值優先選擇權之 MCDM 問題(Boender et al. 1989, Bryson and Mobolurin 1994), 以及應用於模糊集隸屬函數值(membership values of fuzzy set)之計算(Lambert 1992)。同時有更多的研究更顯示傳統 AHP 方法在多評準選商決策應用上之重要性(Lamata and Pelaez 2002)。但無論如何, 傳統 AHP 方法應用在多準則決策時, 一些研究者早已提出該方法實際操作上之缺點(Lamata and Pelaez 2002, Triantaphyllou and Mann 1990, Lakoff 1977), 例如 Triantaphyllou and Mann 則提到 Saaty 所提出之 AHP 方法僅能讓決策者(DMs)從有限的 9 個不連續的尺度值組合  $\{1/9, 1/8, 1/7, \dots, 1, 2, 3, \dots, 7, 8, 9\}$  中選擇其相對重要性數值, 這與實際的模糊隸屬函數值是相互矛盾的, 因為在大部分的實際問題中, 模糊組合中的隸屬函數值是連續性之實數, 而非離散數, 而 Triantaphyllou and Mann 發現這個限制足以使傳統 AHP 的立論失敗, 也因此使人們

可能降低了表達原來知識的精準度，而增加問題的複雜性(Triantaphyllou and Mann 1990)。因此，當準則項目增加時，經成對重要性比較之調查所建立之 PWM 之不一致性的可能性越高的原因之一。

再者，依據 Saaty 所提出之 AHP 方法中，當初次成對重要性比較訪調所建立之 PWM，經計算其 CR 值大於 0.1 時，其兩兩相對重要性調查將不被採用，必需對原來的決策者重新進行成對重要性之訪調，然而其重新訪調的過程冗長費時，且並不保證重新調查所建立之 PWM 一定能夠滿足一致性要求。然而對原來的決策者而言，這種重新訪調是令人厭煩且不切實際的，因為這些決策者大部分都是公司或決策單位的高階管理者，重新進行訪調必須花費他們較多的時間及精神，原意再接受重新訪調的意願不高，即使願意接受重新訪調，其心態上常也是應付性質較多。

此外，若面對的是屬於具有時效性或急迫性的決策問題時，則更必須迅速解決重新訪調過程所耗費冗長時間的問題，故要短時間排除重新訪調的作業就必須付出昂貴的代價(Tam et al. 2006)。雖然 Tam 等人(2006)已提出一套快速一致性檢核的方法(即將原來的 1-9 尺度值改為 1-3 尺度值)，並以自動化改善 CR 值方式使其重新找到符合一致性要求之準則項目連續性相對重要性權重值的計算結果，以節省因不一致性須重新訪調所花費之時間(Tam et al. 2006)，但其方法仍與原 Saaty 所定義之尺度值的應用與判斷有較大的差異。因此，本研究將 AHP 應用於實務之選商決策問題時，一部分的研究重點亦在解決前述重新訪調的問題。

### 3.3 標價評審方法

廠商投標價格一直是招標單位選商的一個重要考量，目前所進行的選商評估方法中，對於廠商價格的考量一般有下列三種方式：(1)採單一價格評估來決定簽約的廠商；(2)採多準則項目評估法將價格與其他準則項目一併納入整體選商評估(或將技術與價格先各別分開評量後，再結合成最終評估結果)；(3)採技術與價格兩階段評估法(即先評估廠商的技術條件，定出其名次排序後，再進一步評估廠商之標價)。但無論是採那一種方式，廠商所投遞的標價如何進行評審一直是大家關心的課題，也是選商評估方法中待解決的問題。然而至今標價評審的方法眾多，本節首先概略回顧單一標價之最低標評估方式，再回顧多準則選商決策價格之評估方法，並簡單彙整及分析各種評估法之差異，以作為本研究提出新評估方法之參考。

### 3.3.1 最低標

最低標為國內外採購案最普遍之決標方法之一，該法主要是以廠商投標總價作為決標判斷之依據，投標總價最低且低於招標單位（即業主）所訂之底價者為得標廠商(Crowley and Hancher 1995)。在此種決標方式下，一般廠商在算標初期仍會詳細估算標單中各工項之價格，但在最後投標時，往往會考量低利潤高得標率之策略，以較其原估算低之價格投標(Choi and William Ibbs 1990)；倘若遇經濟不景氣時，此種惡性競標情況更為激烈，常造成低價搶標之情形，進而嚴重影響工程品質；然而再加上業主底價訂定之不易(王維志、李建中 1998)，且在多年來一般業主普遍又缺乏判斷廠商標價是否合理之機制下，往往無法準確且有效評估廠商標價之合理性，進而影響業主選擇與廠商訂約之基本價格條件(李建中、王維志 2001, Crowley and Hancher 1995, 王維志、李建中 1998)，這也使得最低標決標法一直受到學界及業界質疑與挑戰(Ellis and Herbsman 1992)。

為了杜絕前述採最低標決標可能產生之問題，以及業主在與得標廠商於合約簽約前，在得標總價不變的條件下，能有一個標價(或單價)審查與調整的機制。因此，Crowley 及 Hancher (1996)以統計學的方法，提出一套用來整體評估專案的價值、不一致性評量及定義不合理低價標相對關係的定量評估方法。Wang (2002)提出電子標單支援審查最低標廠商標價之合理性，並作為調整廠商合約單價之依據。該方式係於招標階段要求廠商投標時，能提送價格文件完整之電子檔，並於開標後利用該電子標單文件快速審查得標的最低標廠商之標價是否有不平衡標(unbalanced bids)之情形。另 Wang 等人(2006)亦以前述之電子標單為基礎，提出一套競標廠商之單價審查模式(unit-price-based model)來評估所有投標廠商之標價。該模式主要是於招標階段經由廠商所提送之標單電子檔，彙整所有投標廠商各項工程之分項價格，並將業主之預算價格一併納入評估考量定義合理價格，同時於開標前事先決定一些原設定之重要評估參數(例如價格比等)，逐項來審查最低標廠商電子標單中之分項工程所填報的價格是否有不合理且有降低品質之虞。再者，Salem Hiyassat (2001)提出一套統計方法之標價評估模式，該模式以先前的標價資料所建立的資料庫，運用 t 分佈及標準分佈之簡單的統計分析方法來評估不合理的低價標；作業上則是將廠商投標價格與業主估算價格之比值作為排除對專案不良影響之依據，而當拒絕不合理低價標後，其餘的標價應可被接受。

### 3.3.2 平均標價法

平均標價法(average bid price)之執行方式為將所有廠商之投標總價加總平均後，標價低於平均價格且最接近平均價格者為得標廠商 (Ioannou and Leu 1993)。另一種發展於歐洲類似平均標價之方法（稱 Danish 法）主要在選擇最合理投標價格之廠商 (Purushottam 1980)，使用此法時首先刪除所有廠商中最高及最低之價格，然後再從剩餘之廠商價格計算其修正後平均價格 ( $A_{mb}$ ) 及最高價格 ( $H_{mb}$ ) 與最低價格 ( $L_{mb}$ )，最後算得最合理之投標價格 ( $= (L_{mb} + 4A_{mb} + H_{mb}) / 6$ )，投標價格最接近最合理投標價格者為得標者。

### 3.3.3 工期一標價法

此法乃對於工期極為重要之工程標案，且對於工期單位成本得以計算之條件。該方法之動機主要是以實際獎償方式，鼓勵廠商縮短工期，進而達到儘早使用之目的。換言之，該方法之標價審查主要有兩個選商準則項目(價格及工期)，有別於前述小節僅單一價格之準則項目，但因其審查概念乃在最低標之原則下，將廠商未來之履約工期轉換成等值之價格，且納入廠商競標之投標價格一併計算成總價格，故最後仍是以實質的價格來決定簽約的廠商。典型方法主要有 A+B 法(Herbsman 1995) 及成本-時間價值法(time-cost) (Ellis and Herbsman 1990, Herbsman and Ellis 1992, Herbsman et al. 1995, Shen et al. 1999)，這些方法假設在施工品質相同之條件下，若工程越早完工使用，其衍生之價值，可部分反映在工程造价上。例如：廠商之投標總價格  $LCB = A + B \times RUC$ ，其中  $A$  為廠商之投標價格(\$)， $B$  為廠商評估之履約工期， $RUC$  為經換算專案工期每日之等值價格(\$/天)。由於其每日之單位成本是可以計算出來的，故該方法大部分適用在道路工程之選商決策上。

### 3.3.4 多準則標價評審方法

#### 1. 國內最有利標之標價評審

目前政府採購法對於最有利標價格之評審僅以原則性方式規範如表 3.4，在該法之三種評審方式下（總評分法、評分單價法、序位法），僅於總評分法中明確規定評選委員對於價格之給分，應考量該價格相對於所提供標的之合理性，以決定其得分，

而非與其他廠商之報價相較而決定其得分。在實務操作上，除一般依賴評審委員直接加以評分或序位外，較客觀之評審方式乃將廠商之標單總價（未明確考量詳細表價格部份）轉化成分數，其轉化方式主要有下列三種(廖宗盛、王明德 1998)：

$$\text{價格評分} = \frac{\text{所有廠商之最低標價}}{\text{該廠商標價}} \times \text{最高配分} \quad (3.6)$$

$$\text{價格評分} = \frac{\text{該廠商標價}}{\text{底價}} \times \text{最高配分} \quad (3.7)$$

$$\text{價格評分} = \frac{\text{該廠商標價}}{\text{預算}} \times \text{最高配分} \quad (3.8)$$

其中公式(3.6)及(3.7)引用最低標之精神，是最常被採用之方式(張正德 2000, 周正祥 1998)；而公式(3.8)則以業主之預算價格作為分數轉化之基準，惟由於一般均認為業主之預算編列不盡翔實，底價亦無法明確，故較少被採用。

再者李建中及張紫瑩(2003)提出現行的最有利標標價評審方式概可分為三種基本型式：(1)直線型：即廠商報價越低則給分越高的概念，較接近於最低價中以價格為導向的機制；(2)三角型：即廠商報價越接近最適價者給分越高，離最適價越遠則分數以一定斜率遞減，其給分機制以合理價格為導向，而如何定義最適價則是使用本型式的重點；(3)拋物線型：為變化最多，操作相對比較複雜的標價評審方式，其給分機制與三角型相似，不同點在於拋物線型中，離最適價越遠分數並非依固定斜率遞減，而是以區間性的斜率遞減。最後作者再以此三種型式為基礎，探討其運用上問題，進而衍生其他三種型式。

總而言之，國內目前無論在實務及學界在最有利標標價之審查方式大多僅針對廠商之總價進行評審，而甚少將標單結構中詳細表階層之分項工程價格作為評審之依據。

表 3.4 政府採購法令規定下之最有利標價格評審方式

評審方式	價格評審考量種類		
	價格納入評選項目	價格不納入評選項目	固定價格
總評分法	<ul style="list-style-type: none"> <li>●以總評分最高且經評選委員會出席委員過半數決定者為最有利標。</li> <li>●評選委員對於價格之給分，應考量該價格相對於所提供標的之合理性，以決定其得分，而非與其他廠商之報價相較而決定其得分。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●綜合考量廠商之總評分及價格，以整體表現經評選委員會出席委員過半數決定最優者為最有利標。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●招標文件已載明之固定價格給付，以總評分最高者為最有利標。</li> </ul>
評分單價法	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>●以價格與總評分之商數最低且經評選委員會出席委員過半數決定最優者為最有利標。</li> </ul>	—
序位法	<ul style="list-style-type: none"> <li>●以序位總和數最低者為最有利標。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●綜合考量廠商之評比及價格，以整體表現經評選委員會出席委員過半數決定最優者為最有利標。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●招標文件已載明之固定價格給付，以序位總和數最低者為最有利標。</li> </ul>
備註	<ul style="list-style-type: none"> <li>●價格所占全部評選項目滿分合計總分數之比率，不得逾 50%。</li> </ul>		

## 2. 國外文獻之方法

Holt 等人(1994)於其所提出之多屬性分析法作為選商決策之方法中，有關價格一項之評估則採用最低價格與投標價格之比值作為屬性值計算之依據。Hatush (1998)在所提出的多準則效用理論選商決策方法中，有關價格一項之評估，雖然其所占的權重已超過全部準則項目的 50%(為 0.55)，但其評估方式仍運用其他準則項目之評估法來計算其效用值，即運用風險偏好度之概念，將廠商投標價格依線性方式轉換成 0~1 之效用值，藉此評估廠商投標價格所得到之加權效用值。

Alarcón 及 Mourgues (2002)將廠商之評估分成效能評估及價格評估兩部分，其中效能部分之評估如第 3.1.4 小節所述，在價格評估部分，雖然其所占比例比效能評估高(占 60%)，但 Alarcón 及 Mourgues 仍是利用簡單的公式(3.9)方式將廠商投標價

格轉換成無因次之分數，其中  $p =$  正規化後之數值(可為 1 或 100)，而對於公式中分子之專案評估成本一項之評估雖未多著墨，但從案例之試算中發現，該值類似國內業主所訂之底價，或經評選委員會所訂之建議金額。總而言之，專案評估成本應該是經由業主或一組專業人員依實際專案的特性或需求所做之成本評估。

$$\text{投標價格分數} = \frac{\text{專案評估成本}}{\text{廠商投標價格}} \times p \quad (3.9)$$

Lai 等人(2004)在回顧中國大陸近年來選商之審標方式後，提出一套中國大陸營建工程選商評估模式，該模式建構在 6 項評估準則項目上，且直接以配分方式決定各準則項目之重要性。在這些準則項目中，有關標價的評審主要分成投標標價(占 90 分)及所使用的三種材料(鋼筋、水泥及木材)的數量(占 10 分)兩部分，在標價評估方面，則是利用廠商投標價格與專案基本價格之差距比值 $((b_i - b_0)/b_0)$ 從-5%~5%分成 10 個級距，並給予不同的級距不同的分數(最高 90 分，最低 0 分，每一級距之分數差為 5 分)，若考量專案的特殊性，則可結合專案基本價格( $b_0$ )及所有廠商投標價格( $b_i$ )所組成之合成標價  $b_c$  來取代  $b_0$ ，其中  $b_c = 0.4b_0 + 0.6b_a$ ，而  $b_a$  為所有投標廠商之平均價格。例如：某  $k$  廠商之標價為  $b_k$ ，當  $-3\% \leq (b_k - b_c)/b_c < -2\%$  時， $k$  廠商之標價分數為 85 分。

Pongpeng 與 Liston (2003) 運用風險效用概念提出多決策者 (multidecision-makers) 之標價評估方法。該方法為考量大部分的政府機關多為多決策者之選商方式，且每一個決策者可以依據其不同的專長、經驗、立場及採購風險的看法來決定標價之重要性權重值；同時在廠商標價之評估方面，則引用招標風險承擔(或偏好)之概念，提出三個風險效用函數(中立、厭惡、喜好)供決策者決定使用，即將廠商之標價轉換成效用值為 1 到 10 之間 (1 表示最高標價之效用值，10 表示最低標價之效用值)。

Waara 與 Bröchner (2006) 利用所蒐集的瑞典政府機關於 2003 年之 386 筆決標資料作為提出僅價格與非僅價格之兩類選商評估分析的依據(其中有 48 筆資料為僅以價格為選商依據)。其在考量價格為唯一選商條件方面，作者所提出的價格評估公式 (price formulas) 主要是將廠商之投標價格 (bid prices) 轉換成價格尺度值 (price scale

values)，並根據該價格尺度值大小決定得標廠商。作者經由 48 筆資料分析結果歸納出 3 類價格評估公式：(1)以最低標價轉換基礎型式(計有 35 筆專案資料)；(2)以標價分佈為基礎型式(計有 4 筆專案資料)；(3)以平均標價為基礎型式(計有 5 筆專案資料)；各類之小分類及其價格尺度值計算方式表列彙整如表 3.5 所示。

表 3.5 Waara 與 Bröchner (2006)所提出價格尺度值轉換公式(本研究整理)

類別	名稱	小類別	資料數	價格尺度值轉換公式	備註
Type I	最低標 (Based on Lowest Bid)	I(a)	11	$p_j = -\frac{p_{\max} b_{\min}}{b_j}$	簡單的比值方式
		I(b)	24	$p_j = p_{\max} \left( \frac{b_j - b_{\min}}{b_{\min} (k_1 - 1)} \right), \quad b_{\min} \leq b_j < k_1 b_{\min}$ $p_j = p_{\min}, \quad b_j \geq k_1 b_{\min}$	被運用最多之方式( $k_2$ 為常數)
		I(c)	3	$p_j = k_2 (b_j - b_{\min}) - p_{\max}$	固定標價方式
		I(d)	1	$p_j = -\frac{b_j - b_{\min}}{k_3 b_2} - p_{\max}$ when $b_{\min} < 0.9b_2$ then $p_j = \frac{1 - b_{\min} / b_2}{k_3 + k_4 (0.9b_2 - b_{\min})} + \frac{b_j - b_2}{k_3 b_2} - p_{\max}$	將次低標( $b_2$ )納入評估方式， $k_3$ 、 $k_4$ 為常數，其值分別為0.015及0.05。
Type II	Based on Bid Spread	-	4	$p_j = p_{\max} \left( \frac{b_j - b_{\min}}{b_{\max} - b_{\min}} - 1 \right)$	以最高標價為主
Type III	平均標價 (Based on Average Bid)	III(a)	3	$p_j = \frac{p_{\max} b_j}{b_{\text{mean}}}$	均為複雜的開挖工作
		III(b)	2	$p_j = \frac{p_{\max}}{2} \left( \frac{b_j - b_{\text{mean}}}{k_5 b_{\text{mean}}} - 1 \right)$	為公共建設的專案，且較低標價者比較高標價者具競爭性。
<p>符號說明：</p> <p><math>b_j</math> = 廠商j之投標價格。</p> <p><math>b_{\max}</math> = 所有廠商中之最高標價。</p> <p><math>b_{\min}</math> = 所有廠商中之最低標價。</p> <p><math>b_2</math> = 次低標價。</p> <p><math>p_j</math> = 廠商j投標價格之價格尺度值。</p> <p><math>p_{\min}</math> = 最低價格尺度值(定義為0或1)。</p> <p><math>p_{\max}</math> = 最高價格尺度值(為4~130，最常用的值為5、10或100文獻中定義為100)。</p>					

### 3.3.5 標價評審方法之比較

綜合前述文獻中之標價評審方法，除了單一準則(價格)大部分採用最低價格或平均價格來決定簽約廠商外，其餘均為兩個準則以上之多準則選商決策中價格一項之評估方法，而為能更清楚瞭解文獻中各方法之差異性，本小節僅就所蒐集之文獻及其內容列表比較，以作為後續研究之參考。有關文獻中所採用之標價評審方法之比較如表 3.6 所示。由表中顯示，無論單準則或多準則選商模式，所運用之單價評估、效用值、分數或語言尺度等方式將廠商之投標價格轉換成可評量(量化)的數值上，或直接以投標價格決定所選擇之廠商，其目的是希望將廠商的投標價格能合理、公正的反映在選商的決策過程中。但這些研究成果，大部分僅考量廠商總標價之影響，而甚少對分項工程價格進行評估。

表 3.6 本研究蒐集文獻中之標價評審方法之比較

標價評審方法	評估目的	運用之基本概念(原理)	作者(年份)
單價分析模式 (Unit-price-based model)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●評估是否有不合理價格之情形。</li> <li>●作為合約標單調整之依據。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●利用價格差異比(differential ratio)進行標單中分項工程價格之評審。</li> </ul>	Wang等人(2006)
價格比值法	<ul style="list-style-type: none"> <li>●作為價格屬性值計算之依據。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●以最低價格與投標價格之比值為其評估之屬性值。</li> </ul>	Holt 等人(1994)
效用值轉換法 (Utility value)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●效用值大小為價格評量結果，得作為選商決策之依據。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●利用所定義之效用函數將價格轉換成等值之效用值。</li> <li>●效用值可為0~1或1~10。</li> </ul>	Hatush (1998) Pongpeng 與 Liston (2003)
價格尺度值法 (Price scale value)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●尺度值大小為價格評量結果，得作為選商決策之依據。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●利用最高與最低(或平均)標價，以線性方式決定廠商標價所對應之價格尺度值。</li> <li>●最大與小尺度值分別0及100)。</li> </ul>	Wara 與 Bröchner (2006) Alarcón 及 Mourgues (2002)
價格分數轉換法	<ul style="list-style-type: none"> <li>●分數高低為價格評量結果，得作為選商決策之依據。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●價格差異比將價格轉換成不同級距之得分。</li> </ul>	Lai等人(2004)
價格給分法	<ul style="list-style-type: none"> <li>●將價格以線性型式合理給分。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●利用直線型、三角型或拋物線型方式直接將價格變數轉換成分數。</li> </ul>	李建中與張紫瑩 (2003)
直接評分法	<ul style="list-style-type: none"> <li>●分數高低為價格評量結果，得作為決定最有利標廠商之依據。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●直接由決策者評定投標價格之分數。</li> </ul>	最有利標作業手冊 (2008)
A+B法	<ul style="list-style-type: none"> <li>●以整合後之總價格來</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●將履約工期換算成等值</li> </ul>	Ellis and Herbsman (1990), Herbsman and

	選擇簽約廠商。	之價格併入投標價格計算總價格。 ●仍以最低標為原則。	Ellis (1992), Herbsman et al (1994), Herbsman (1995), Shen et al. (1999)
--	---------	-------------------------------	--

### 3.4 小結

#### 1. 多準則選商決策方法部分

對業主而言，多準則選商的目的是經由選商決策之機制，選擇最符合業主需要的廠商，進而順利期望達成專案之目標。而這些選商決策機制無論是運用學術理論的方法或由歷史專案資料中彙整出之簡單的方法，業主之決策者如何因應市場廠商競爭條件及配合專案特性的需要，選擇適宜的決策方法更顯得重要。本研究蒐集近年來已發表之多準則選商決策方法，進而瞭解、分析及探討各方法之特性，除了作為本研究提出新方法之參考外，亦希望經由本研究之彙整能提供相關從業人員參考之用。

綜觀所蒐集文獻之選商決策方法中，發現自 2000 年以後，AHP 方法已逐漸開始被發展應用，且近年來的研究文獻中仍以 AHP 或以 AHP 為基礎之決策方法較多，這主要原因可能是因為 Satty 所提出的 AHP 方法學理及計算邏輯清楚易懂，且操作容易，實務上被應用來決解的領域問題亦較廣泛。再者，無論是直接以 AHP 方法或以 AHP 為基礎之選商決策中，其應用上概可分為兩類：第一類僅將 AHP 方法運用於計算層級架構中準則項目之權重值；第二類係直接以 AHP 方法進行最佳廠商之選擇。這兩類之差異在於後者是將所有投標廠商視為目標方案選擇項目，並置於層級分析架構中最低階層之項目，直接經由層級分析結果作為最佳廠商選擇之依據(兩類應用之差異分別如圖 3.3 及圖 3.4 所示)。

總而言之，將 AHP 方法應用來解決營建領域中廠商選擇之問題，概可歸納下列三項優點：(1)決策目標清楚，且準則項目(含子項目)透過層級架構之規劃，更能反映出業主針對專案需求特性所面對決策問題的重點；(2)運用矩陣向量之特性及符合統計學一致性要求之概念，經由決策者之獨立判斷，清楚反映出各準則項目間之相對重要性；(3)矩陣數學計算雖然複雜，但配合電腦程式軟體之運算，能快速找到決策運算結果。該方法雖然有上述之優點，但在實務操作之應用上，仍然有下列兩點缺點待解決：(1)當初次 PWC 訪調結果無法符合一致性要求時，必需對原來的決策

者重新進行 PWC 之訪調，這重新訪調的過程冗長且費時，對於較具時效之急迫專案工程，更突顯這問題的嚴重性；(2)對公共工程而言，如何配合現行法令之規範，使得運用上更符合業主需求。無論如何，本研究之目的即希望在瞭解 AHP 方法之實務運用，且在解決原有 AHP 方法之缺點後，在保有原優點之條件下，配合國內採購法令之規範，將 AHP 方法更實務地應用在營建領域之選商決策上。

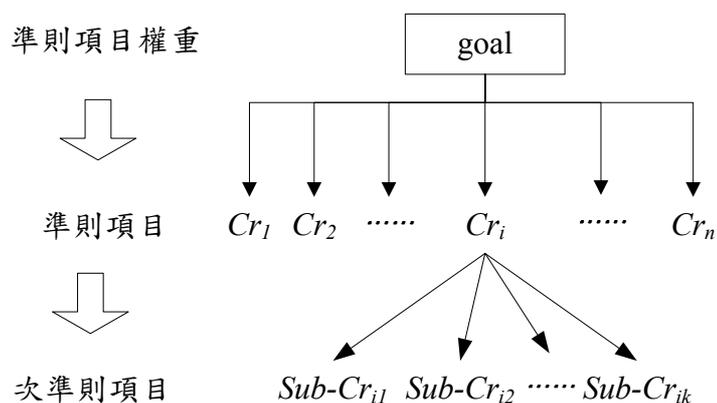


圖 3.3 AHP 運用來計算準則項目權重值之分析架構

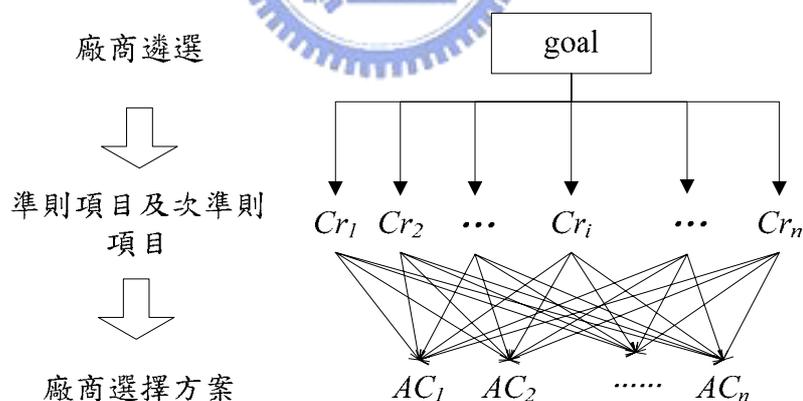


圖 3.4 AHP 運用來決定最佳廠商選擇之分析架構

## 2. 多準則標價評審方面

標價評審之目的在於將廠商投標之價格經由業主合理性之評估後，作為選商決策的唯一要件或其中一項條件。多準則標價評審顧名思義不以價格為唯一選商條

件，而價格僅是選商條件中之一個項目，故在決策考量上不應僅以最低價格作為決策之依據。綜觀前述之文獻，本研究發現當選商過程中屬單一準則決策時，幾乎全部採用直接價格的比價方式(最低價格)來決定簽約廠商；但在多準則項目中，因價格只是其中一個項目，且評估計算所用的單位及方式不同，故其評審方式大部分是將價格轉換成與其他準則項目相同無因次之表達方式，例如將價格以效用的概念轉換成 0~1 之效用值，或轉換成 0~100 分之分數方式，或以語意尺度(linguistic scales)轉換成價格尺度值等。

無論如何，價格在選商決策準則項目中仍受大家重視的準則項目，因為價格的多寡將是廠商與業主未來履約執行權利義務的核心。在所蒐集的文獻中，當涉及標價評審時，大部分的作者均僅就廠商的總標價進行評估，甚少考量到分項工程之價格的合理性問題，此方式有三個課題提出討論：(1)在標價評審的方法中，決策者如何運用其經驗與知識的判斷，將價格近似等值的反映在效用值、分數或語言尺度上；(2)在標單結構中，總標價是為分項價格整合後的一個數值，評審時僅考量一個數值的總標價而未將實質工作之分項價格納入評估，可能較難判定總標價之合理性；(3)分項工程之價格才是未來履約估驗請款之項目，在招標審標期間確未對其分項價格或單價分析進行評審(一般業主在簽約時才審查分項價格，甚至於有些業主僅依標比進行分項價格調整，而並未進行審查)。因此，如何考量符合業界需求，且客觀解決前述三個實務性的課題，進而達到選擇最適宜廠商之決策目標，是本研究提出新標價審查方法的主要目的。

## 第四章 最有利標之選商決策模型及其實證應用

本章主要包括本研究提出之最有利標選商決策模型及其實際案例之驗證與應用兩部分。在選商決策模型部分，主要是以傳統 AHP 方法為基礎，運用基因演算法 (Genetic Algorithm, GA) 發展一套改良式 AHP 方法 (Adaptive AHP Approach, 簡稱 A<sup>3</sup>)，以取代傳統書面訪調方式，快速求得符合傳統 AHP 方法一致性要求之評量項目相對重要性權重值，進而作為計算廠商得分及名次排序之依據。在實際案例之驗證方面，本研究將以某財團法人研究單位之新建專案工程為案例，除了探討本研究提出之 A<sup>3</sup> 方法之實證應用外，更將進一步詳細分析以傳統 AHP 方法應用於最有利標廠商評選之經驗。

### 4.1 最有利標之選商決策模型

依據 Saaty 所提出傳統 AHP 之 CR 值的計算方法，即當經計算初次訪調所建立的準則項目相對權重矩陣 (pairwise weighting matrix, PWM) 之 CR 值大於 0.1 時，其初次完成之準則項目成對重要性調查 (pairwise comparison) 必需重新進行訪調，然而其重新訪調的過程冗長費時，且並不保證重新訪調所完成之成對重要性調查一定能夠滿足 PWM 之一致性要求 (即  $CR < 0.1$ )。換言之，當決策者初次訪調所建立之初始 PWM，經計算得到之 CR 值若大於 0.1 時，則必需就該準則項目重要性調查表再對同一決策者重新進行 PWC 之調查，並反覆執行至所算得之 CR 值滿足一致性要求為止。然而對決策者而言，這種重新針對準則項目相對重要性的調查是令人厭煩且不切實際的，因為這些決策者大部分都是公司或決策單位的高層管理者，重新進行訪調的過程必須花費他們較多的時間及精神，因此以傳統 AHP 在執行準則項目權重值調查時，大部分決策者的接受度較低 (這些反應可在本研究第四章之實際案例對決策者進行訪調時之心得彙整中得到驗證)；再者，若是屬於較急迫性之 MCDM 決策問題時，更是必須迅速解決重新訪調過程所耗費時間的問題，若仍必須在短時間內解決重新訪調之程序，在執行過程中就必須付出較昂貴的代價 (Tam *et al.* 2006)。基於此，Tam 等人提出一套快速檢核一致性的方法 (即將原來傳統 AHP 方法之 1-9 的尺度因子改為僅 1-3 的尺度因子，以減少因相對重要性尺度值判斷差異太大而增加不一致性發生之機會)，並以自動化改善 CR 值的方法使其重新找到符合一致性要求之評量項目連續性相對重要性權重值，以節省因不一致性須重新訪調所花費之時間 (Tam *et*

al. 2006)。

在與前述 Tam 等人相同的動機與目的條件下，本研究仍以傳統 AHP 方法中所建立之初始 PWM 為基礎，運用基因演算法(Genetic Algorithm, GA)發展一套改良式 AHP 方法(Adaptive AHP Approach, 簡稱 A<sup>3</sup>)，以取代當初始成對重要性調查訪調所完成的 PWM 無法符合一致性要求時所必須重新訪調之執行程序。換言之，即利用 GA 方法重新找到符合一致性要求之 PWM，並據以計算準則項目連續性之相對重要性權重值。以下本節將逐一從模型之建立、GA 電腦程式軟體、定義目標函數、運算系統辨識、GA 於 A<sup>3</sup> 之規劃、A<sup>3</sup> 中 GA 之運算及最有利標選商之決定等部分進行說明與探討。

#### 4.1.1 A<sup>3</sup> 應用於最有利標之選商決策模型

一般公共工程之最有利標選商決策大部分包括：準則項目的選擇、各準則項目相對權重值計算及廠商名次如何排序等三部分。其中第一部分(準則項目的選擇)主要是依據專案的特性及業主(或決策者)的需求(或偏好)來決定，且近年來亦有相當多的研究者或業界從業人員提出如何選擇準則項目(例如 Bubshalt 與 Al-Goball(1996)、Waara 與 Bröchner(2006)、Banaitienė 與 Banaitis(2006))，本研究將不包含這部分之研究範圍。圖 4.1 為本研究所提出之 A<sup>3</sup> 選商決策概念圖，主要包括：(1)準則項目權重值計算；(2)廠商名次之排序兩部分，其中又以左側之準則項目權重值計算為主要核心，相關內容概述如下。

##### 4.1.1.1 準則項目權重值計算

圖 4.1 左側為本研究以傳統 AHP 方法為基礎，並運用 GA 所發展之 A<sup>3</sup> 評量項目權重值計算決策概念。在運用該方法之前題是業主(或決策者)必須依據專案工程之特性確認其準則項目，同時根據項目之屬性與傳統 AHP 方法之要求，建立其層級分析架構(故決策判斷之前題是準則項目是已知，且層級架構完成)，即準則項目為決策系統之 Input，傳統 AHP 及 GA 方法是本決策系統達成目標之手段，各準則項目之權重值結果為第一部分決策系統之 Output，最後在廠商投標資料中經由決策者評估與評分後，得到之廠商名次排序即是本決策系統之目的。

圖 4.2 為  $A^3$  選商決策模型與操作程序示意圖，其圖右側則為權重值決策計算過程依前述建構層級分析架構後，再來必須仰賴決策者對不同層級之準則項目進行成對重要性調查調查，以建立初始的 PWM，然後計算 CR 值，並經由一致性檢定方法，確認決策者初始訪調所建立之 PWM 是否可以被接受，若當不符合一致性要求時，則透過 GA 輔助軟體程式，重新試算建立符合一致性要求之 PWM，以取代必須重新訪調之執执行程序，最後再以 GA 方法調修後之 PWM 計算其相對權重值。因為以此方式完成之各層級準則項目均為其相對權重值，故必須整合成總體性權重值(Global weights)。而該總體性權重值即為本決策模式之輸出結果(Weighting factors)。再者，依據 Pongpeng 與 Liston (2003)之看法，大部分的政府機關或私人公司之組織都採用多決策者之選商決策模式，而每一個決策者可以依據其不同的專長、經驗、立場及採購風險的看法針對相同的評量準則給予不同的相對重要性權重值的判斷。惟屬多人之群體決策模式應用在 AHP 方法上，仍應特別注意個體決策結果在群體中對總體決策結果之影響 (Dyer, R. F. and Forman 1992)。故本研究亦將以此多決策者之選商決策應用於本研究提出之模式上。

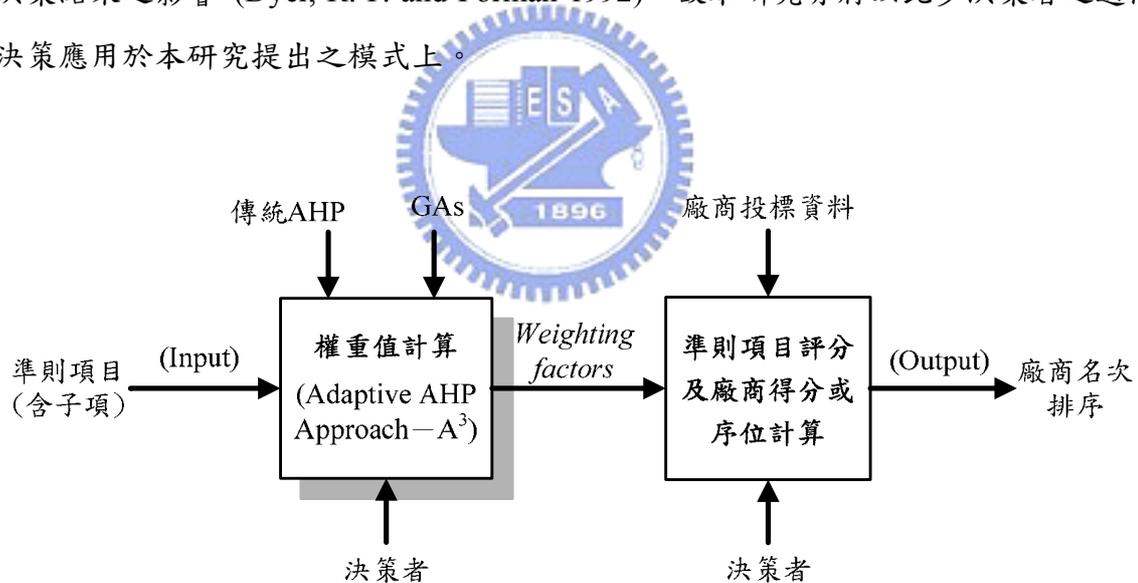


圖 4.1 本研究提出之  $A^3$  選商決策概念圖

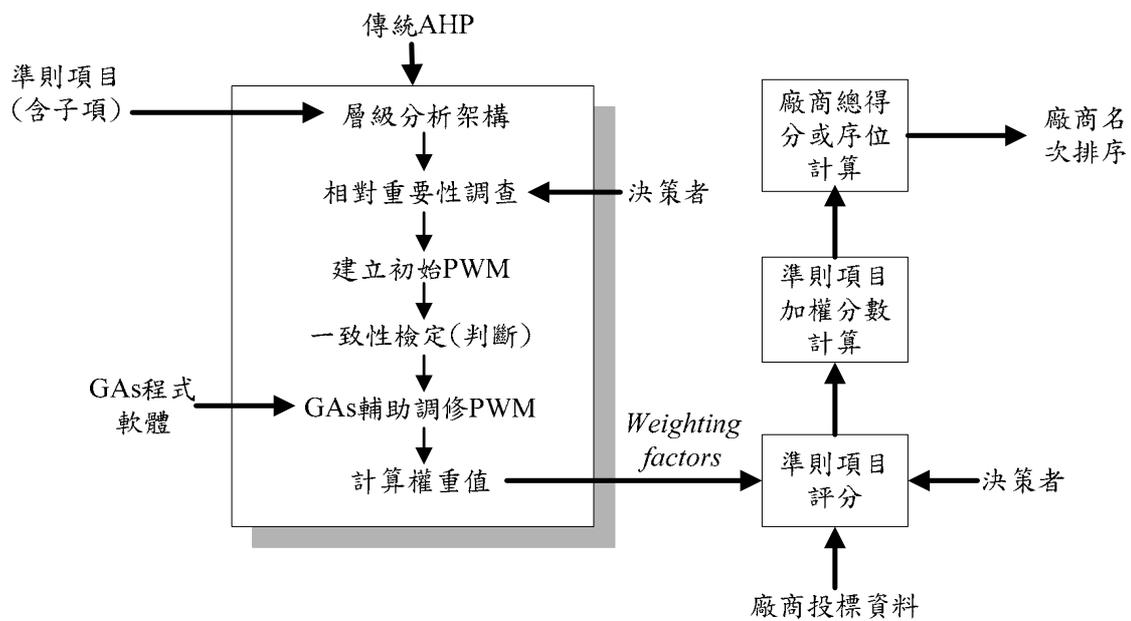


圖 4.2 A<sup>3</sup> 選商決策模型與操作程序示意圖

#### 4.1.1.2 廠商名次之排序

當完成準則項目之權重值計算後，最有利標之選商決策的另一個重點為如何決定廠商的最後排序。本研究提出 A<sup>3</sup> 之廠商最後名次排序之決定，將依據目前公共工程適用最有利標決標之法令規定(即最有利標評選辦法)，可運用總評分法或序位法方式來決定投標廠商最後名次之排序。細節詳如第 4.1.3 節。

### 4.1.2 GA 運用於 A<sup>3</sup> 中之權重值計算

在過去的營建管理領域決策中，大部分的多目標決策問題均意味著增加成本是專案失敗的原因之一，在傳統 AHP 方法中訪調試算結果產生不一致性之情形仍然隨時會出現，而重新進行訪調更是不可避免的。然而在多評準的決策方案中大多數的決策者均為高階管理者，對其進行重新訪調將會增加成本(即人時成本)，甚至有一些高階管理者因為時間受限而無法進行重新訪調的工作。此時則是非常需要一套電腦軟體來輔助解決這些問題。本研究即以 GA 電腦軟體作為輔助解決傳統 AHP 方法在重新訪調上的問題，並進而快速地計算出層級架構中各準則項目中之權重值，有關 GA 方法運用於 A<sup>3</sup> 中權重值之計算概述如下。

#### 4.1.2.1 電腦軟體(GA)之選擇

傳統剛性計算(hard computing)(數學模式)方法，其主要的目標是要能準確、確定及精密完成計算。而與剛性計算方法相比，柔性計算(soft computing)模式所產生之不精確的容許誤差、不確定性及其近似的推論，是可被允許的，只不過開發柔性計算模式的目的是必須能減低成本，且其所得之解答是可被接受的 (Mitra and Hayashi 2000)。近年來幾種柔性計算系統已被開發出來，包括 Fuzzy sets (Zadeh 1965)、Artificial Neural Networks (ANNs) (Tickle et al. 1998)、Rough sets (Hirano et al. 2002)、Genetic Algorithm (GA) (Holland 1976, Goldberg 1989) 等。而計算方法的技術選擇是必需考量應用案例的敏感性及所必需解決問題的特性，例如 Fuzzy sets 適合應用在解決具有結構化的問題(structured problems)，ANNs 適合應用在解決具有半結構化的問題(semi-structured problems)，而 GA 則是最適合解決非結構化的問題(non-structured problems)。

依據前面(第 3.2.3 節)之敘述，在傳統 AHP 方法中，經成對重要性調查訪調所建立之 PWM 僅在其 CR 值小於或等於 0.10 時才可被接受，然而決策者在進行兩兩相對重要性調查訪調時之相對重要性判斷時，會產生 CR 值較高的原因與非連續性的 9 個整數的尺度值作為相對重要性判斷及模糊集中是否能準確辨識出兩準則項目間之相對重要性程度的差異有關，特別是越多的準則項目時其情況越明顯。而雖然 Tam 等人已將原來的 1-9 尺度值改為 1-3 尺度值來快速檢核一致性，但其仍非建立在 Satty 的立論基礎上。因此，渴望能有一個能取代非連續的連續性權重值，以及較適宜自動化演算的方式來計算實數權重值之運算系統。然而在建構 PWM 時，筆者已觀察到 PWM 中各元素之間的數值具有一定的相關性，且該矩陣特徵值亦是一個非結構化的形式，故本研究運用 GA 方法作為輔助計算軟體比其他學習性的系統(e.g. gradient descent in back-propagation ANN)更適合用來作為解決 AHP 方法中不一致的問題，然而在運用 GA 時，其必須很清楚瞭解所定義的目標函數(objective function)及其變數(parameters)間的相關性。

GA 是一種仿效自然選擇(“物競天擇，適者生存”)與生物演化機制之搜尋法則，自 1976 年 Holland (1976)首先提出 GA 搜尋技術的基本架構後，GA 之應用開始受到重視，至今已廣泛應用到科學、商業、工程及管理等各領域(呂守陞、楊崇揮 1999)。

GA 之基本單元主要包括基因(gene)、染色體(chromosome)及族群(population)三種，其中染色體是搜尋最佳解之主要函數；基因則是求解之變數；族群則取決於所有染色體的組合。GA 是一種連續性之平行搜尋架構，其搜尋的過程，主要係藉由隨機選取，並經由基因複製(reproduction)、配對交換(crossover)及突變(mutation)等運算元(operators)產生子代(offsprings)，再由預定之目標值或相似值評估其染色體個體之適應程度(fitness)進行複製，進而產生新的族群。再以此新產生之族群為新的出發點，對整個搜尋空間(domain)逐次搜尋，經過數代後而求得一個或多個適合此演化環境之解(近似解)(Hegazy 1999, Leu and Yang 1999, 呂守陞與楊崇揮 1999)。有關 GA 操作的細部敘述，可參考 Goldberg 發表之著作(Goldberg 1989)。至於 GA 如何運用在本研究提出之 A<sup>3</sup> 將於以下各小節中敘述。

#### 4.1.2.2 定義目標函數

從傳統 AHP 必須符合一致性的基本要求觀之，當 CR 值小於 0.10 時，其所得之權重值計算結果才得以被接受。基此，本研究首先要定義的目標是 CR 值必須最小化；但無論如何，若僅僅只考量 CR 值為其唯一目標，那只有 CR 值滿足需求的條件下(CR<0.10)，即使是犧牲決策者對某準則項目相對重要性的最原始偏好判斷，其建立的 PWM 所計算出權重結果仍可被接受，但此現象亦非原決策者所期望。因此，另一個設定的目標有必要直接朝維持(或最接近)決策者對準則項目的相對重要性判斷之原始效益(或偏好)方向為主，故本研究所提出之 A<sup>3</sup> 的第二個目標即是期望以 GA 方法調修後的 PWM 與初始訪調的 PWM 兩者間元素之數值的量度差異要越小。有關運用 GA 方法時所定義之兩個目標函數值說明如下：

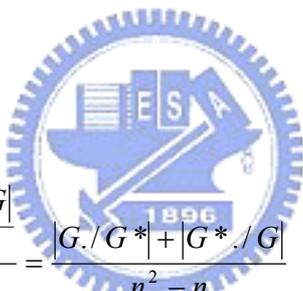
##### 1. CR 值最小化

即運用 GA 的搜尋過程中，主要是以最小化之 CR 值為目標，並在較小 CR 值且符合傳統 AHP 方法必須滿足一致性要求之條件下(即  $CR \leq 0.1$ )，得到相對應之調修後的 PWM，並據以作為計算各評量項目之相對權重值。雖然所得到之 CR 值越小越好(例如越接近 0，即表示各相對重要性的判斷性越一致)，但因為要花更長的時間來進行計算，故一般在操作執行時，均控制只要 CR 值小於 0.1 時即可停止計算，以節省軟體計算時間；又依據 Satty 所提到 CR 值與最大特徵值( $\lambda_{max}$ )成正比關係，故目標函數 CR 值可表示如公式 4.1 所示。

$$CR = \frac{CI}{RC} = \frac{\left(\frac{\lambda_{\max} - n}{n-1}\right)}{RC} \leq 0.1 \quad (4.1)$$

## 2. 調修後的 PWM 與初始建立的 PWM 各元素間之差異最小

即以決策者初次完成準則項目兩兩相對重要性調查結果所建立之初始 PWM 為依據，在運用 GA 的搜尋過程中，以後來調修之 PWM 與初始之 PWM 間之元素值的差異最小為目標函數(如公式 4.2 所示)，並在符合傳統 AHP 方法必須滿足一致性要求之條件下(即  $CR \leq 0.1$ )，得到相對應調修後之 PWM。由於其演算及搜尋過程是由是初始 PWM 為基礎，故最後其所得調修後之 PWM 結果可較接近決策者之原始準則項目相對重要性判斷；換言之，即較符合(或接近)決策者在第一次時對準則項目相對重要性判斷之原意。



$$DI = \frac{\frac{|G./G^*| + |G^*./G|}{2}}{\frac{n^2 - n}{2}} = \frac{|G./G^*| + |G^*./G|}{n^2 - n} \quad (4.2)$$

其中： $n$  為準則項目之數目。 $G$  與  $G^*$  分別為初始基因型及調修基因型後之列向量(均為實數)。“./”表示元素到元素之除法(*element-to-element division*)方式。即於兩基因型中，針對相同位置的每一對元素進行相除。當  $G$  與  $G^*$  相同時，公式(4.2)中之  $DI=1$  (即  $DI$  最小值=1)。採用公式(4.2)而非運用 Hamming 距離法計算  $DI$  值之原因，主要是因為 Hamming 距離法無法於兩基因型中充分反映出兩相同基因值間之實際差異，而差異平方根總和法亦與 Hamming 距離法亦有類似相同的問題。

### 4.1.2.3 決定編碼系統

GA 之編碼系統需要考量三個重點：(1)這套編碼系統必須為整體性搜尋(global search)系統；(2) 編碼必須簡潔；(3)相似的數值其編碼必須相似。在考量整體性搜尋系統方面，主要是將所有可能出現的參數值，均必須透過編碼系統進行編碼。在簡潔的條件上，其方法是編碼數，即數量(digit number)的大小不可以太大，否則將會有電腦程式執行時太耗容量的問題。雖然二位元編碼系統可滿足前述兩個需求，但第三個需求(相似的數值其編碼必須相似)卻無法滿足(理由說明如後段)；換言之，相近的數值必須定義相似的編碼是較困難的，舉例說明：在 4 個數(digit)的二位元格式中，數值“7”可以編碼成“0111”，而一樣在 4 個數的二位元格式中，數值“8”可以編碼成“1000”，儘管“7”非常接近“8”，但在“7”與“8”之間的二位元編碼 Hamming 距離仍然是 4(即是 4 個數的編碼方式中最大的誤差量就是 4)。為了改善這個缺點，本研究採用灰色編碼系統(Gray Code, GC)來取代原來的二位元編碼，GC 可以經由二位元編碼執行 XOR 運算子後來獲得，例如：一個 n 位數的二位元編碼可表示為  $[b_n b_{n-1} \dots b_1]$ ，而 GC 根據二位元之  $[b_n b_{n-1} \dots b_1]$  則另可表示成  $[g_n g_{n-1} \dots g_1]$ ，其中  $g_n = b_n$ 、 $g_k = b_k \oplus b_{k-1}$ ，例如：數值“7”的 GC 可以編碼成“0100”，而數值“8”的 GC 可以編碼成“1100”，“7”與“8”之間的 GC 編碼 Hamming 距離是 1，此結果已可改善了二位元編碼系統中無法將相似數值的編碼相似之缺點。經二位元編碼系統轉換之 GC，則均可確保符合 GA 運算編碼系統須符合之整體性搜尋、簡潔編碼及相似數值其編碼相似等三項需求。

### 4.1.2.4 GA 之基因型定義及公式

在 GA 應用於  $A^3$  的公式發展之前，首先必須定義所有必須引用之參數。由於 GA 之目的是以 PWM 中之元素值為基礎，進而能夠計算出該準則項目相對重要性矩陣之特徵向量(eigenvector)，因為該特徵向量即為各準則項目所對應之最終權重值，故首要工作是將 PWM 中所有的矩陣元素均須清楚地定義出來。由於所建構之 PWM 是一個各元素沿對角線所形成的正倒數方陣，因此僅僅只需要定義 PWM 對角線之上三角形元素值即可，並可經由倒數關係定義其他位置上的元素，可以以公式(4.3)來表示。

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}} \quad (4.3)$$

其中： $a_{ij}$  代表 PWM 中第  $i$  列及第  $j$  行之元素值。因為建構 PWM 僅需要  $\frac{n^2-n}{2}$  個元素值(即對角線之上三角形元素值數量)，因此在 GA 中亦僅需定義  $\frac{n^2-n}{2}$  個元素之參數即可(其中  $n$  為 PWM 中準則項目之數目)。而以 GA 方法所架構的  $A^3$  中，所定義之個別基因(individual gene)則稱為基因型(genotype)，在其基因型上的每一個參數是一個染色體(chromosome)，故依據前述，在 PWM 中共有  $\frac{n^2-n}{2}$  個元素值是必須以 GCs 來編碼。例如：一個 3-digit 的實數可以快速的以 10-digit 的 GC 來編碼，而在 GC 中的每一個 digit 不是 0 就是 1。

此外，除了在 PWM 中的  $\frac{n^2-n}{2}$  個元素值必須被定義外，另有下列 3 個實數值亦必須被記錄在每一個基因型中：(1)相對重要性矩陣之最大特徵值(maximum eigenvalue,  $\lambda_{\max}$ )；(2)調修後的基因型與原始基因型間之差異指標(difference index,  $DI$ )；(3)整合執行  $CR$  及  $DI$  結果之總體指標(overall index,  $OI$ )。各說明如下：

### 1. 最大特徵值( $\lambda_{\max}$ )

$\lambda_{\max}$  為 GA 運算之第一目標函數值。因為由公式(3.5)及表 3.3 可知，Satty 所提之傳統 AHP 中之  $CR$  值可以公式(4.1)表示，其中  $RC$  為常數，可由表 3.3 求得， $CR$  值與  $\lambda_{\max}$  成正比關係，故求得較低的特徵值即可算得較低的  $CR$  值。

### 2. $DI$ 值

$DI$  值為 GA 運算之第二目標函數值 (即由初始基因型之差異求得)。有許多不同的方法來計算  $DI$  值(例如：利用兩基因型之間的 Hamming 距離，或兩基因型間之所有元素值差異平方根總和(the summation of square difference))。本研究提出之  $A^3$  所定義  $DI$  值之計算方式如公式(4.2)所示。

### 3. $OI$ 值

基因型的最後一個參數是兩個目標之總體評估(overall evaluation)值，顯然本研究

提出的  $A^3$  之目標主要是希望能夠降低  $DI$  及  $OI$  值。由前述可知，第一個目標值( $\lambda_{max}$ )較低之目的是希望得到較佳的一致性結果(即 CR 值越小越好)；而第二個目標值( $DI$ )較低之目的是希望調修後的 PWM 能與決策者原始的決策判斷一致(或接近)。因此，本研究簡單地將總體指標  $OI$  值定義為  $\lambda_{max}$  與  $DI$  之和，然而從最低的  $\lambda_{max}$  值是  $n$  (準則項目數目)及最低的  $DI$  值是 1 (即當兩個基因型完全相同時)之條件，故  $OI$  值之計算可定義如公式(4.4)所示。

$$OI = (\lambda_{max} - n) + (DI - 1) \quad (4.4)$$

完成所有參數之定義後，一個基因型的資料結構即可表示如圖 4.3 所示。並由該資料結構型式可得到一個基因型全部共有  $(\frac{n^2-n}{2}+3)$  個元素。其中第一項  $\frac{n^2-n}{2}$  個元素為 GC 型式(0 或 1)，而最後 3 個元素( $\lambda_{max}$ 、 $DI$ 、 $OI$ )則為實數。

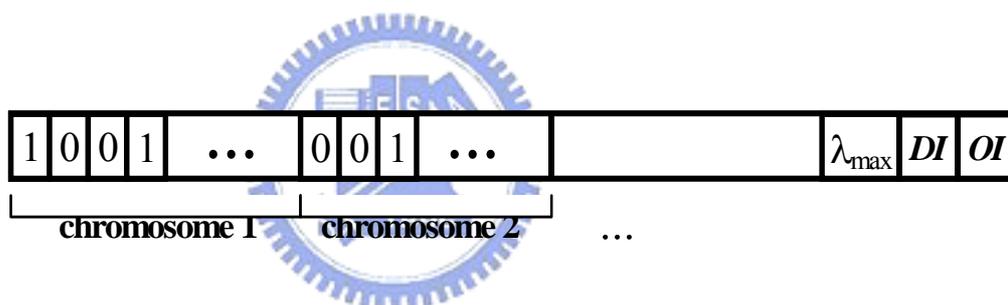


圖 4.3 GA 應用於  $A^3$  之 genotype 資料結構

#### 4.1.2.4 $A^3$ 中 GA 之運算

GA 運算流程的第一步驟即是建立 GA 之初始群族(initial population)。GA 中的群族是基因型群族之選擇，而一個世代(*generation*)代表一個群族執行一個 GA 的運算循環。GA 的運算因子主要包括複製(*reproduction*)、配對交換(*crossover*)及突變(*mutation*)，而 GA 的運算過程，僅僅考量其基因型之母代經由一個循環的運算後，選擇得到最佳的執行結果，再將該結果傳給下一世代。特別是一個決策者僅僅只進行一次兩兩相對重要性訪調即可得到初始 PWM，而原始基因型即是從初始的 PWM 中之右上三角形矩陣元素中所得，這原始基因型被複製 20 次，並複製出 20 個相同的基因型，然後所有基因型均進行突變，但只有一個與原始基因型完全相同，並進而產生一個初始群族，其餘 19 個基因型則均與原基因型有些微的不同。

GA 運算流程的第二步驟是將初始族群與自己配對交換而繁衍 400 (=20×20)個子代，但其中只有一個子代與原始基因型完全相同，其他 399 個都是新產生出來的新的基因型。這所有 400 個子代基因型均須進行評估，且被篩選出來的最佳 20 組基因型亦更須深入計算與評估，當所有的基因型均相同，或目標執行後均無法作任何的改變時，該計算程序就會停止。因此，有最佳客觀性能的基因型被選擇成為最後的基因型，調修後的 PWM 即是由最後的基因型來建立，故由調修後之 PWM 所算得之特徵向量即為準則項目之最後相對權重值。故無論有多少數量之準則項目，將 GA 運用於本研究提出之  $A^3$  方法，則能真正達到反映出決策者初始判斷原意之目的，並且可以得到比符合一致性需求(即  $CR \leq 0.1$ )更低的 CR 值，這實際的運用將於第 4.2 節之實例操作中得到驗證。如果準則項目的數量太大時，決策者雖經由多次的重新訪調，但要符合 CR 值之一致性要求仍然是非常困難，這主要是因為以人們的能力要準確的表達其知識(knowledge)的判斷來降低問題的複雜性是較困難的。這些現象的結果亦可由本研究第 4.2 節之實例分析中得到驗證。

#### 4.1.2.5 GA 設定之參數

綜合前述有關本研究所採用之 GA 參數設定為：(1)族群大小為 20；(2)交配率為 0.05(=1/20)，即每個族群複製後，以 $(\frac{n^2 - n}{2} \times \frac{1}{2})$ 的字串長度針對其他複製出來的族群逐一進行交配(其中  $n$ =準則項目數目)；(3)突變率為 $\frac{1}{2(n^2 - n)}$ (= $\frac{1}{\frac{n^2 - n}{2} \times 4}$ )，係突變率隨著準則項目數目  $n$  而改變，即在 $(\frac{n^2 - n}{2} \times 4)$ 個基因碼數量中，隨機取 1 個進行突變，故以 4 個準則項目為例 ( $n = 4$ )，突變率為 $\frac{1}{24}$ (約為 0.04)；(4)世代數為 400(=20×20)；(5)設定收斂條件為  $CR < 0.1$  時，不再進行演算，即停止程式。

#### 4.1.3 最有利標廠商之決定

當完成準則項目之權重值計算後，最有利標廠商之決定係依據目前公共工程適用最有利標決標之法令規定進行決策，其方式概述如下：

1. 即由決策者(即評選委員)依據最低層級之準則項目(或子項目), 針對投標廠商所投遞之投標文件內容進行評分, 再將其評分乘以前述對應之 Weighting factors, 即可得到最低層級每一準則項目之加權得分, 加總最低層級每一準則項目之加權得分, 即可得到決策者對每一家投標廠商之加權總評分, 而加權總評分最高者, 其名次排序為第一, 次高者, 名次排序為第二, 以此類推。
2. 若決策者為多數者(群體決策), 則可由每一位決策者均獨立完成每一家廠商之加權總評分後, 再以平均方式算得平均加權總評分的結果來決定最後名次排序, 或先行算得群體決策者於每一家廠商最低層級每一準則項目之平均加權得分後, 再加總其平均加權得分得到加權總評分方式決定最後名次排序。假如發生平均加權總評分相同者, 得參照最有利標評選辦法中之規定方式來決定廠商最後的名次排序。
3. 又若以序位法方式評定最後名次排序者, 其評定方式與最有利標評選辦法方式相同, 即則可由前述第 1 點方式評定廠商之序位; 當為多數決策者時, 則將每一決策者之序位數值加總, 序位數值總和最低者其最後名次排序為第一, 次低者, 名次排序為第二, 以此類推。假如發生序位數值總和相同者, 得參照最有利標評選辦法中之規定方式來決定廠商最後的名次排序。
4. 當總評分或準則項目分數設有門檻值時, 則得由前述第 1 點方式之結果中進行確認廠商之評分結果是否達到門檻標準。惟其門檻值之設定, 本研究建議應以加權得分後之結果為基準, 而非以決策者之評分結果為基準, 因為每一位決策者其所算得之準則項目權重值不同, 以加權得分後之結果作為門檻值設定之基準較能符合決策者考量該準則項目之重要性後之獨立評估判斷的結果。
5. 有關前述第 1 點方式中廠商標價之評分方式, 建議得採用本研究於第五章所提出之最有利標標價評審模式進行評分。

#### 4.1.4 注意事項

本研究提出之  $A^3$  選商決策模型在運用時, 有下列兩點事項須注意:

1. 權重值計算必須依賴初次相對重要性訪調所建立初始 PWM 之元素值

由於本研究所提出之  $A^3$  主要是在解決當傳統 AHP 方法初次進行的相對重要性調查調查所建立之初始 PWM 無法滿足一致性要求時，則運用 GA 方法直接進行初始 PWM 之修正，以取代傳統 AHP 方法必須重新訪調之工作，且快速算得各準則項目之權重值。故本研究所進行的 GA 演算的 input 數值主要為對決策者進行初次 PWC 調查所建立之初始 PWM 之元素值。

## 2. 廠商名次排序方式以最有利標評選辦法規定為基準

雖然近幾年來多準則(或多目標)之選商決策模式已有相當多之新方法被提出來，但基於國內公共工程採行最有利標決標必須受制於符合最有利標評選辦法之規定，故本研究提出之  $A^3$  模型目前僅適用於決定準則項目權重值之計算，在廠商名次之排序方面，仍須依政府採購法中之最有利標評選辦法所定之評分法或序位法方式來決定。

## 4.2 最有利標選商決策方法之實證應用

本案例為國內某財團法人機構之專案工程計畫，為一個工程標案以最有利標決標方式進行選商決策之實際案例。本案例在承辦單位辦理最有利標評選作業中，除依政府採購法相關法規規定及程序辦理最有利標評選外，亦經由筆者詢問該採購評選委員會個別委員之同意後，各委員均接受本研究以學術的角度，用傳統 AHP 方式進行評選項目之權重調查，以作為本研究分析參考之實例。故在本案例之選商決策問題中，本節除了將驗證本研究提出之  $A^3$  方法外，亦將與傳統 AHP 方法及承辦單位所採用之簡單權重法進行比較，進而探討其差異性，以作為各公部門機關爾後辦理最有利標選商決策之參考。

### 4.2.1 案例背景說明

#### 4.2.1.1 工程特性

本工程專案業主為國內某財團法機構下之實驗研究單位，計畫內容主要於南部科學工業園區興建一座飼養及供特殊實驗使用之實驗動物建築物。所謂實驗動物

(laboratory animals)是指人為飼養，具特殊遺傳特性，動物品系分類明確，提供作為生物製劑毒理分析、疫苗之產製、新藥開發及測試，甚或基因治療、疾病模式之探討及研究應用的動物，包括齧齒類(如小鼠、大鼠、倉鼠、天竺鼠等)、兔、犬、貓、猿猴等哺乳類動物。本專案興建總經費為新台幣 8.73 億元(包括工程經費 6.73 億及初期營運設備費 2 億元)，總計畫期限約為 4 年。有關本專案工程之建築空間與用途設計之重點僅摘述如下：

## 1. 設計重點

本案例之建築用途主要為提供一座未來可供飼養及特殊實驗使用之實驗動物建築物，在設計的重點上主要包括下列四項：

- (1) 動物房內部為潔淨等級 10,000 級所構成的潔淨室，並透過氣壓控制來達到所需之生物安全性。
- (2) 動物房環境主要透過吹塵(air shower)、煙燻消毒、傳遞箱(passing box)及高壓滅菌(autoclave)等設備所建立之獨立屏障空間，並透過消毒及滅菌之作業以達到動物房內無特定病原屏障系統(Specific Pathogen Free (SPF) barrier system)所需之生物安全界面。
- (3) 本專案共規劃 4 個 SPF barrier systems，動物房中的每個空間均採模組化配置，以因應任務需要之彈性擴充與更新。
- (4) 本建築物之結構體採隔震系統設計。

## 2. 功能特性

本案例之工程特色除了因應業主空間使用需求外，在系統功能上主要必須滿足供飼養實驗動物空間使用之 SPF barrier systems 生物環境控制要求(有關 SPF barrier systems 之設計概念如圖 4.4 所示)，故其設計考量上須注意下列各項：

- (1) 明確定義各空間區室對於潔淨程度的要求及其動線順序之規定。
- (2) 為避免生物安全感染，須明確規劃人員、動物、物料及設備器材之進出動線。
- (3) 供飼養及特殊實驗使用之動物房建材要求應達到：(a)容易保持清潔；(b)易清潔；(c)不易產生有害物質；(d)能耐受清潔劑或消毒水之擦拭；(e)能耐受煙燻；(f)氣密。

(4) 符合維持動物房生物環境需求之空氣調節系統 (HVAC) 要求、達到緊急發電及供電等之穩定性及滿足生物性廢棄物與廢水處理系統之標準等。

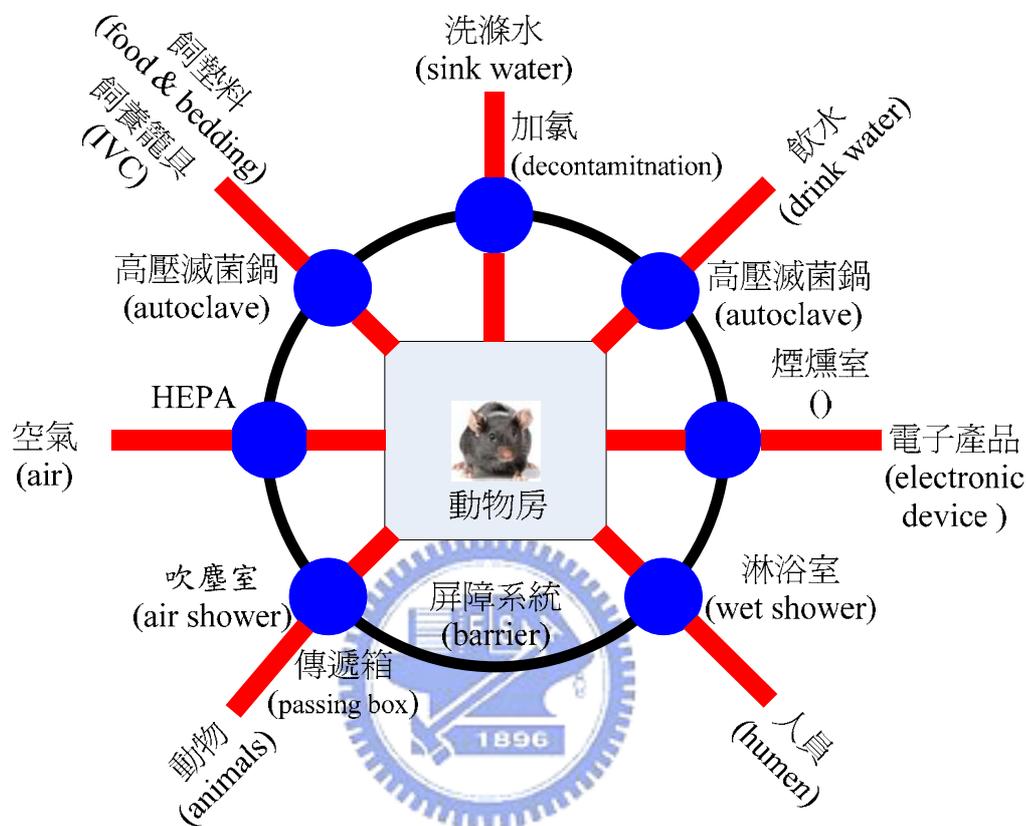


圖 4.4 無特定病原屏障(SPF)系統設計概念圖

#### 4.2.1.2 主要空間用途說明

本案例經建築師規劃設計後之建築物為地上 5 層地下 2 層(含一層隔震層)之鋼筋混凝土構造(前區域頂層為造型鋼構)，空間區別主要分為前後兩個區域，前區域主要為行政辦公空間及實驗室，後區域主要為動物房及機電設備機房等空間，建築地下 2 樓為隔震層，地下 1 樓為停車及避難空間，1 樓為行政空間及機房，2 樓為動物房、研究實驗室及研究人員辦公室、3 樓為設備層及部分研究人員辦公室，4 樓為動物房及研究實驗室，5 樓為設備層，頂樓為空調機房。有關各樓層空間設計及用途詳如表 4.1 所示。最重要之 2 樓及 4 樓建築空間用途(SPF 實驗動物房)分別如圖 4.5 及圖 4.6 所示。

表 4.1 本案例建築空間用途說明

樓層別	主要功能區別		用途概述
隔震層 (地下2層)	全區	隔震器及其維護空間。	依法規設計之獨立隔震系統層，包括隔震器及其定期或地震發生後之檢測與維護使用。(獨立樓層依法規不計入容積面積)
地下1樓	全區	停車避難空間	包括依法規設計之停車及避難空間、消防水系統設備及實驗動物屍體暫存空間。
1樓	前區域	行政辦公空間	包括行政人員辦公空間、陽光中庭、大門出入口、會議室、訓練教室、外賓招待室等。
	後區域	檢疫室	包括檢疫室及小型動物房。
		機電機房	包括空調主機、電力、台電受電室、鍋爐室、中央監控室等。
2樓	前區域	行政辦公空間	主要為研究人員辦公區。
		實驗室空間	包括一般實驗室區及特殊實驗室區。
	後區域	A2動物房(含檢疫區)	採單走道之模組化設計，為SPF barrier 獨立系統之動物房區，主要為接受代養之實驗動物區，或供外部單位實驗使用之空間。
		B2動物房(含檢疫區)	採單走道之模組化設計，為SPF barrier 獨立系統之動物房區，主要為生產及飼育之實驗動物區。
	SPF 支援設施/備空間	包括洗滌區、滅菌消毒前、後準備區，滅菌鍋、煙燻室、吹塵室及人員進入動物房之淋浴間等。	
3樓	前區域	人員辦公空間	生產及研究人員辦公空間。
	後區域	洗衣房	動物房使用之無塵衣洗衣房。
4樓	前區域	室外露台	目前為室外露台，未來可擴充為室內空間使用。
		實驗室空間	特殊實驗室使用。
	後區域	A4動物房(含檢疫區)	採單走道之模組化設計，為SPF barrier 獨立系統之動物房區，主要為生產及飼育之實驗動物區。
		B4動物房(含檢疫區)	採單走道之模組化設計，為SPF barrier 獨立系統之動物房區，主要為生產及飼育實驗動物區。
	SPF 設施/備支援空間	包括洗滌區、滅菌消毒前、後準備區，滅菌鍋、煙燻室、吹塵室及人員進入動物房之淋浴間等。	
5樓	後區域	空調機房	供應4個的SPF barrier systems 空調功能之獨立空調機房。

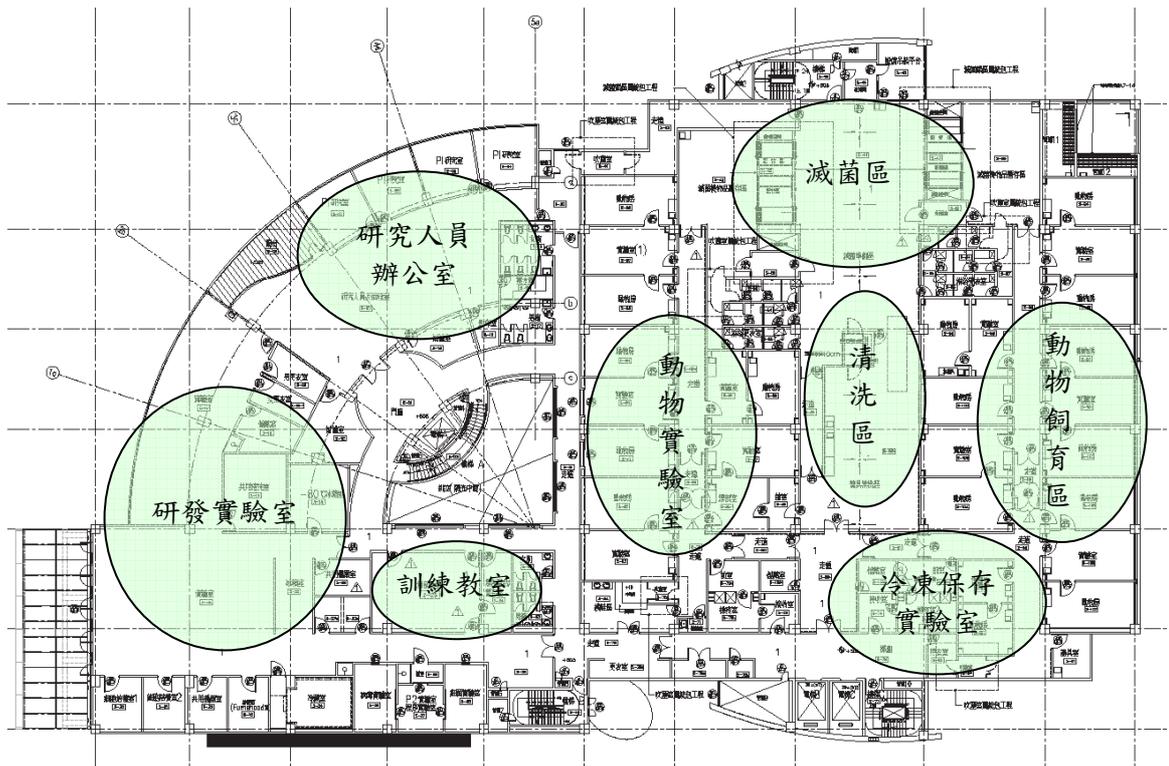


圖 4.5 本案例 2 樓建築空間設計配置圖

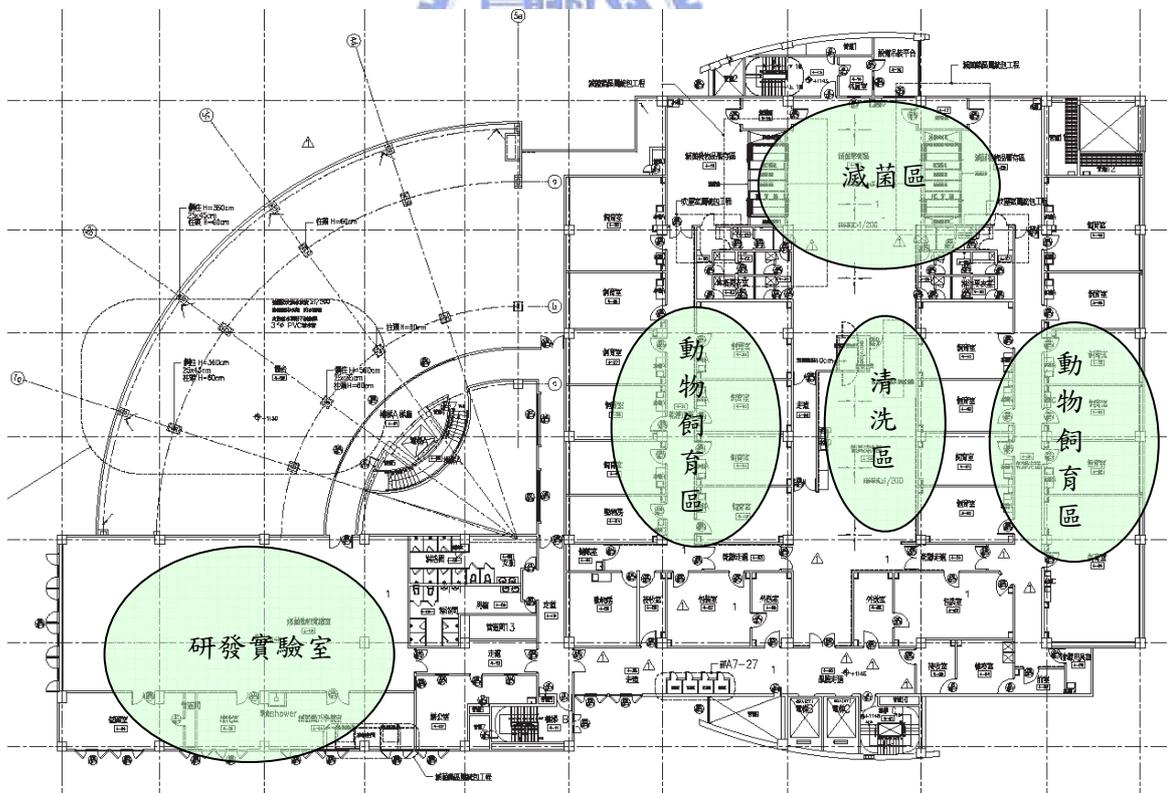


圖 4.6 本案例 4 樓建築空間設計配置圖

#### 4.2.1.3 工程合約型式

本專案採異業共同投標之共同承攬合約型式，主要係將土建、一般機電工程(MEP)及 SPF barrier systems 合併成一標(一個採購案)，由一個施工團隊採共同投標之單一合約方式負責履約執行，其中土建及一般機電工程是經由設計單位(建築師)完成細部設計後，交由得標之施工團隊進行施工；SPF barrier systems(含設備)則是由建築師完成規劃及基本設計後，再由施工團隊以統包(Design-Build)方式，先進行細部設計發展，且經審定細部設計成果(含設備審查)後再據以進場安裝施作。採用共同投標的理由主要是避免因為土建、MEP 及 SPF barrier systems 彼此間之施作界面所產生的衝突，而影響本專案工程的執行，進而造成對生物環境控制要求甚高的滅菌與消毒系統及動物房施作品質的不良影響。本案例工程合約期限為 450 天(含土建及一般機電工程施工及 SPF 設備安裝與 barrier systems 之測試與確效)，工程合約金額為新台幣 5.98 億元。

#### 4.2.1.4 主要工程屬性

依據前述，本案例之採購案主要由土建工程、一般機電工程及 SPF barrier systems 三大工程屬性所組合而成的一個合約，由於每一類工程屬性的內容及其施作的專業廠商均不同，故在辦理選商時，必須特別注意各工程專業與特性的差異，同時因為係採共同投標方式，故在選商評估上亦須特別考量競標施工團隊成員中之各主要工程的分工與履約責任的定義。有關本案例三大專業工程之各工程項目如下：

##### 1. 土建工程(Civil & Building)

土建工程之施作者主要為營造廠商，其工程金額占合約總金額的60% (=3.59億/5.98億)，各工程項目主要包括：(1)基礎及開挖工程；(2)隔震工程；(3)結構體工程；(4)裝修工程；(5)電梯工程；(6)景觀工程。其中隔震工程為國內較新之施工技術；而裝修工程是土建工程最重要的施工項目，因為動物房的隔間裝修及面材的施作品質都將直接影響未來飼養實驗動物成敗的關鍵因素，且又因為隔間相當多，空間單元複雜，對於整體工程進度的管控與執行影響甚巨。總而言之，土建工程之合約工期為360天，在一年的期間內要完成所有工事，對國內的施作廠商而言即是一項挑戰。

##### 2. 一般機電工程(MEP)

一般機電工程之施作者主要為水電廠商，其工程金額占合約總金額的36.13% (=2.16億/5.98億)，各工程項目主要包括：(1)空調系統工程；(2)蒸氣系統工程；(3)消防系統工程；(4)給排水系統工程；(5)電氣系統工程；(6)弱電系統工程；(7)中央監控系統工程；(8)門禁系統工程。空調系統為本新工程之核心所在，因為要維持動物房生物環境控制要求及未來實驗動物的供氣與換氣品質主要必須依賴空調系統的穩定性，故該系統為本案例工程成敗的最大關鍵，亦是業主最關心的工程項目。MEP工程之合約工期為450天(即土建工程完工後90天即為MEP工程之完工日)。

### 3. SPF barrier systems

SPF之施作者主要為供應實驗動物使用的專業設備廠商，其工作除了必須提供符合業主使用功能需求之大型設備定製與安裝外，亦必須使得每一個單元之實驗動物房的裝修功能符合生物環境控制之要求，即達到完全彌封使其無生物環境污染的虞慮。本系統工程金額占合約總金額的3.83% (=0.23億/5.98億)，其項目主要包括：(1)高壓滅菌鍋系統工程；(2)煙燻室消毒系統工程；(3)傳遞箱及吹塵室系統工程；(4)實驗動物自動飲水系統工程；(5)動物房彌封與確效工程。本系統工程因業主預算不足，故分為二期，第一期僅完成25%的設備安裝，並僅提供1個SPF barrier system的營運功能，其餘待業主預算充裕後再進行後續擴充。本系統工程之合約工期與MEP工程相同為450天。

#### 4.2.2 AHP 層級架構及相對重要性調查

本案例因採異業共同投標之合約方式，且在招標選商時即以最有利標方式決標，其選商方式是實務上一個 MCDM 的問題。本案例採用傳統 AHP 與  $A^3$  方法在最有利標選商決策之操作流程如圖 4.7 所示。其中虛線矩形框即當每一層級架構之準則項目在其經每一位評選委員(即決策者)進行相對重要性調查後，所建立之初始 PWM 之 CR 值無法滿足一致性要求(即  $CR > 0.1$ )時，本研究分別以傳統 AHP 方法及  $A^3$  方法來進行初始 PWM 之調修，使其達到一致性檢定之要求。因此，本節將以該流程步驟為主，具體說明本案例分別以傳統 AHP 及  $A^3$  方法在最有利標選商決策之過程。

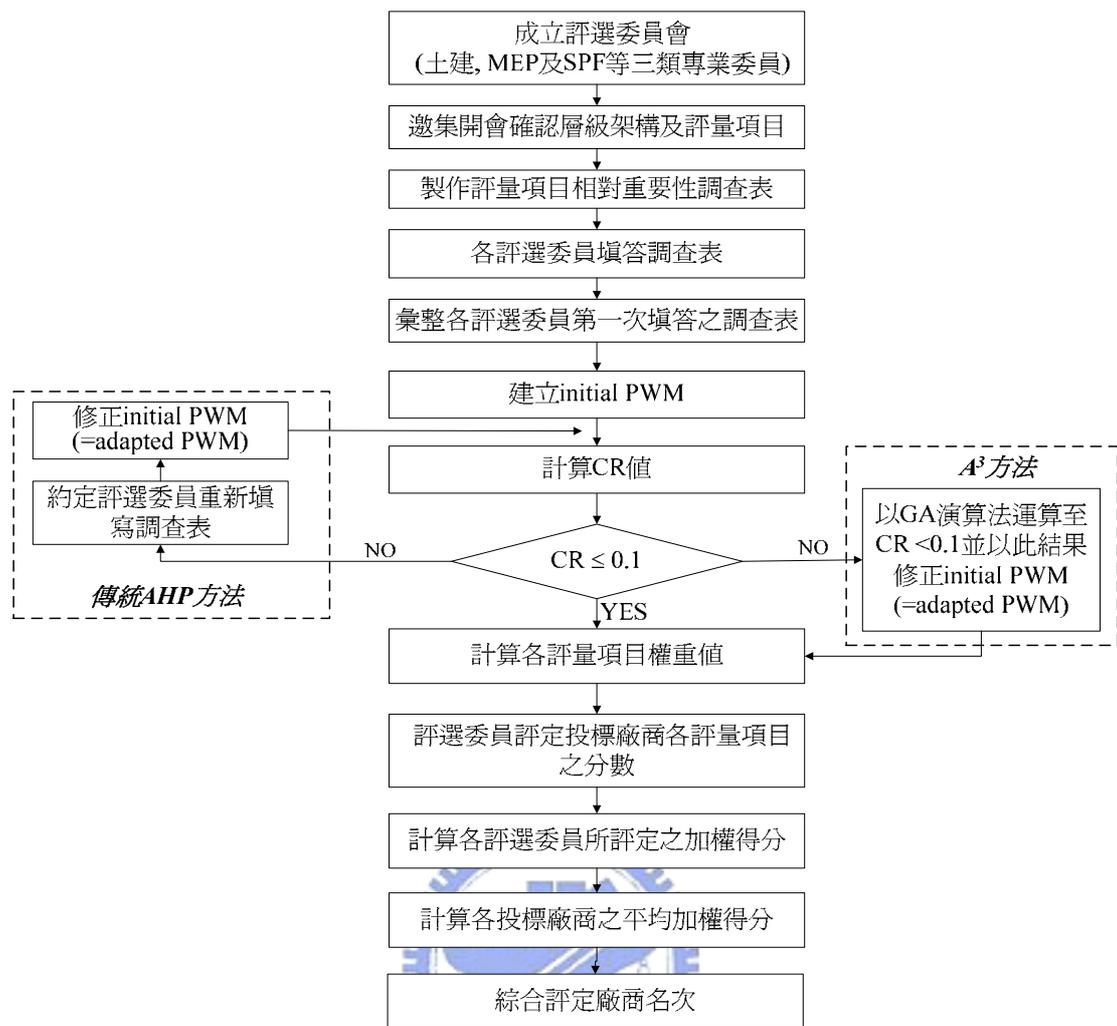


圖 4.7 本案例傳統 AHP 及 A<sup>3</sup> 方法於最有利標選商決策之操作流程

#### 4.2.2.1 採購評選委員-決策者

依據本案例之合約型式，主要由土木工程(Civil & Building)、一般機電工程(MEP)及 SPF barrier systems 三個專業工程屬性的廠商所組成。承辦單位依據最有利標評選辦法及評選委員會組織準則等相關法令規定，於招標公告前成立最有利標採購評選委員會(MAB evaluation committee, MEC)，評選委員會成員共 17 人(即決策者, DMs)，並依據前述專業工程屬性之需要，委員會成員由土木工程、一般機電工程及 SPF 系統/設備專長背景之學者或專家所組成，其人數分別為：土建專業委員 5 位(包括建築專長背景 2 位、營建管理專長背景 2 位及結構專長背景 1 位)；一般機電專業委員 6 位(包括空調專長背景 3 位、電力及弱電專長 2 位、工業安全專長 1 位)；實驗動物專業委員 6 位(包括業主代表 3 位及外聘實驗動物專家學者 3 位等)。每一位評選

委員均為該領域之學校教授或機關單位主管。

另依據最有利標評選辦法、評選委員會組織準則及評選委員審議規則等法令之規定，本案例在進行最有利標之選商作業程序及步驟分為：(1)由本專案之執行單位提出委員建議名單；(2)採購單位主管或其授權人核定委員名單，並正式成立採購評選委員會；(3)於正式公告招標前召開第一次採購評選委員會議，並依據最有利標需求文件(MAB request for proposal, RFP)確認評選項目及評選方式；(4)公告招標(announcing RFP)；(5)投標廠商服務建議書審查(prequalification)；(6)投標廠商簡報及答詢，並由出席之 MEC 進行綜合評比；(7)綜合評選出最有利標廠商(most-advantageous contractor, MAC)。故在 MCDM 之決策作業主要為步驟(3)至步驟(6)，其中步驟(6)所執行選商決策之評選項目及其決策方法，應於步驟(3)時即已決定，並於公告招標前，由評選委員會確認各評選項目之權重。

#### 4.2.2.2 層級架構

有關本案例於第一次採購委員會議討論之 MCDM 選商決策評選項目層級架構如圖 4.8 所示，主要分成 3 個層級，第一個層級有 4 個主項目，包括標價(*Price*)、工程技術(*Technical score*)、組織運作(*Organization*)、及簡報詢答(*Question and answer, Q&A*)。第二層級為第一層級項目之子項目，其中標價部分包括「總標價(*total bid price*)」及分項工程價格(*item bid prices*)兩個子項目；組織運作部分包括整合能力(*integration ability (integration)*)、共同承攬經驗(*joint contract experience (experience)*)及共同投標成員的信譽(*team member's reputation (reputation)*)三個子項目；而工程技術部分則亦分有三個子項目，包括土木工程(*Civil & Building*)、一般機電工程(*MEP*)及 SPF 系統/設備(*SPF*)。第三層級則為 *Civil & Building*、*MEP* 及 *SPF* 三個項目之各別子項目，其中 *Civil & Building* 及 *MEP* 屬工程施工性質，均由 6 個子項目所組成，包括品質保證(*Quality assurance (QA)*)、進度規劃與控制(*Capability on schedule planning and control (schedule)*)、主要材料與設備(*Specification of products (SPEC)*)、施工或小包管理(*Capability on construction management (CM) or sub-contractor management (S.C.)*)、安全衛生(*Safety and environmental protection (S&E)*)及過去績效(*Previous performance (perform)*)等 6 項，而 *SPF* 因為較偏重設備及動物房生物環境控制功能，故除了包含前述之 *QA*、*schedule*、*SPEC*、*S&E*、*S.C.*及 *perform* 6 個子項

目外，還包括 SPF 設備之售後服務(Service after installation (*service*))。有關各準則項目及其子項目之內容說明如表 4.2 所示。且每一階層之次準則項目間之關聯性均確保為獨立。

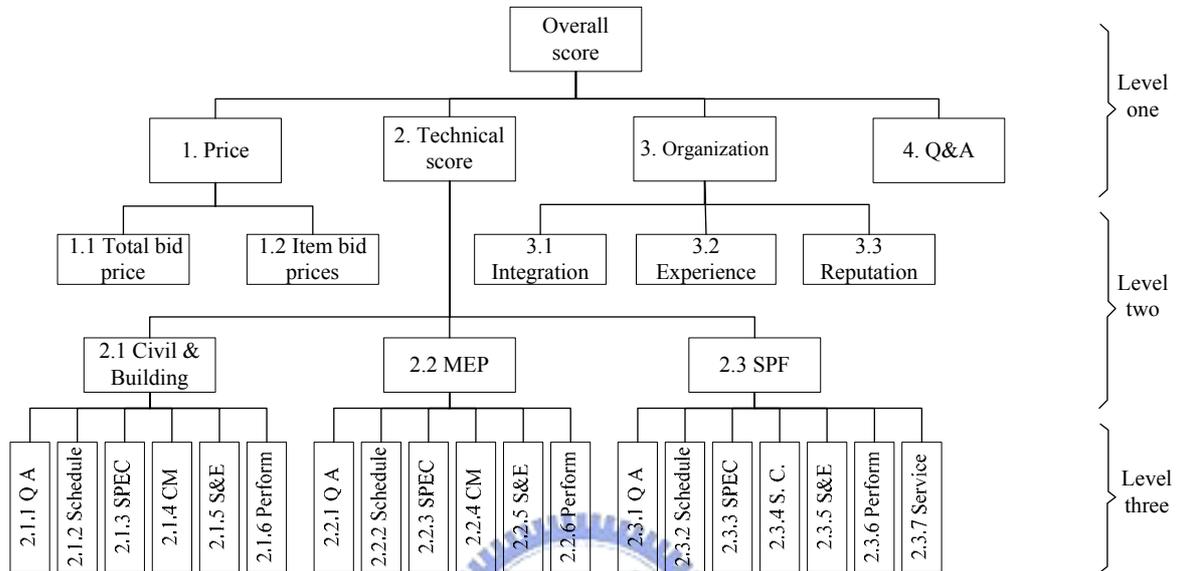


圖 4.8 本案例 AHP 法選商決策之準則項目層級架構圖

表 4.2 本案例傳統 AHP 之層級架構準則項目說明

Criteria	內容說明
<b>1. Price</b>	
1.1 Total bid price	即未來合約的總價格，該金額不得大於業主公告之預算金額。
1.2 Item bid prices	即位於標單詳細表中之各主要分項工程之價格，為未來廠商履約請款的重要資料。
<b>2. Technical score</b>	
2.1 Civil & Building	
2.1.1 QA	如何確保開挖及基礎、隔震、結構體、裝修及景觀等工程之品質保證與執行。
2.1.2 Schedule	繪製土木工程之預定進度網圖，並至少載明各項工程之預定開始時間、完成時間及各作業間之前後關係。
2.1.3 SPEC	載明得標後未來預計採用之主要材料、廠牌(至少包括隔震器、電梯及主要裝修材料)。
2.1.4 CM	包括人員組成與工作分派、主要協力廠商、採購計畫、施工界面之處理及行政管理等。
2.1.5 S&E	包括派任之安全衛生專責人員、施工安全與環境衛生維護措施及緊急事故處理機制等。

Criteria	內容說明
2.1.6 Perform	包括過去承攬同等規模以上之業績、公司財務狀況、重建工程之執行情形(含總工程費、執行進度及已請領及未請領之工程款)及過去曾經獲頒政府機關之優良記錄。
2.2 MEP	
2.2.1 QA	如何確保空調、消防、給排水、電氣、弱電及中央監控及門禁控制等系統工程之品質保證與執行。
2.2.2 Schedule	繪製土建工程之預定進度綱圖,並至少載明各項工程之預定開始時間、完成時間及各作業間之前後關係。
2.2.3 SPEC	載明得標後未來預計採用之主要材料、廠牌(至少包括空調主機及空調箱、蒸氣機、消防泵、發電機、分電盤、UPS及門禁管制系統等)。
2.2.4 CM	包括人員組成與工作分派、主要協力廠商、採購計畫、施工界面之處理及行政管理等。
2.2.5 S&E	包括派任之安全衛生專責人員、施工安全與環境衛生維護措施及緊急事故處理機制等。
2.2.6 Perform	包括過去承攬同等規模以上之業績、公司財務狀況、重建工程之執行情形(含總工程費、執行進度及已請領及未請領之工程款)及過去曾經獲頒政府機關之優良記錄。
2.3 SPF	
2.3.1 QA	如何確保高壓滅菌鍋、煙燻消毒、傳遞箱與吹塵及無塵室等系統及內裝工程之品質保證(含執行、安裝檢測及功能確效等)。
2.3.2 Schedule	各類設備之製造、運輸、安裝、檢測及功能確效之預定時程。
2.3.3 SPEC	載明得標後未來預計採用之設備廠牌(包括高壓滅菌鍋、煙燻消毒、傳遞箱與吹塵系統等設備)。
2.3.4 S. C.	包括主要工作人員、供應(或代理)廠商、與土建及 MEP 工程施工界面之處理及行政管理等。
2.3.5 S&E	包括派任之安全衛生專責人員、施工安全與環境衛生維護措施及緊急事故處理機制等。
2.3.6 Perform	包括過去承攬業績、公司財務狀況、重建工程之執行情形(含合約金額及執行進度等)及曾經獲頒之優良記錄。
2.3.7 Service	協助業主辦理相關認證、保固期間各設備之維護保養及可提供之長期的後服務。
<b>3. Organization</b>	
3.1 Integration	計畫採用之團隊整合方式(包括團隊組織、運作方式、人力及行政管理模式等)、領導廠商、統籌專案執行的能力及專案經理能力(包括人選、專案執行經驗、學經歷及整合與解決問題之能力)。
3.2 Experience	團隊組成方式之過去經驗、過去曾經遭遇之問題及其解決方式。
3.3 Reputation	團隊成員過去之信譽、得獎記錄及過去所完成之業績。
<b>4. Q&amp;A</b>	綜合評選當日廠商之簡報及對評選委員之答詢。

#### 4.2.2.3 準則項目相對重要性調查

依據圖 4.8 之架構圖所示，最頂層級(即第一層級)有 4 個主項目，需要 1 個相對重要性調查表；第一層級中之「Price」有 2 個子項目(*Total bid price* 及 *Item bid prices*)、「Technical score」有 3 個子項目(*Civil & Building*、*MEP* 及 *SPF*)、「Organization」亦有 3 個子項目(*Integration*、*Experience* 及 *Reputation*)，故第二層級共計有 3 個相對重要性調查表；另第二層級中之「Civil & building」、「MEP」及「SPF」亦分別 6~7 個子項目(*QA*、*Schedule*、*SPEC*、*CM* 或 *S. C.*、*S&E*、*Perform*、*Service*)，故第三層級亦共有 3 個相對重要性調查表；因此本案例依據 Saaty 所定義之兩兩相對重要性調查表合計共有 7 個待完成之調查表。換言之，本案例導入多準則與多決策者可獨立判斷其相對重要性之條件，每一位採購評選委員在接受本研究之訪調時，均各有 7 個準則項目成對重要性調查表需填寫。有關本研究針對本案例之準則項目兩兩成對重要性調查之過程說明如下(有關本案例之問卷調查表請參考附錄一，某評選委員之填寫回覆調查例如圖 4.9 所示)：

1. 首先在經過第一次會議確認每一位評選委員均瞭解本案例之工程特性後，針對 17 位評選委員所進行的第一次書面訪調均以寄發書面或電子郵件方式為之，由每一位評選委員能在無任何外在影響的條件下，依據所定義之重要性尺度值，獨立完成每一份相對重要性調查表之填寫(即由各評選委員能獨立完成各準則項目兩兩成對重要性之判斷)。由於該作業對於準則項目權重值之計算影響甚巨，故務必須對各評選委員說明填寫調查表之方式。
2. 在第一次的 17 位評選委員書面的訪調中，計有 14 位評選委員回覆(包括土建專業委員 3 位、MEP 專業委員 5 位、SPF 專業委員 6 位)。依據這 14 位評選委員各別所回覆的 7 份調查表，由筆者各別建立其初始 PWM (primitive PWM)，並試算是否符合一致性要求(即 CR 值須小於或等於 0.1)。
3. 根據前項之一致性檢定分析結果未能滿足一致性條件者(即 CR 值 $>0.1$ 者)，則由筆者再各別約定該評選委員，針對該調查表改以面對面方式重新填寫準則項目兩兩成對重要性調查表；並同時由筆者當場試算其所重新填寫調查表結果是否符合  $CR \leq 0.1$  之條件。若該調查表第二次的訪調查結果仍未能符合一致性條件者，則再繼續進行直到全部調查表之結果均符合一致性條件，而其所重新建立之 PWM 即稱為調修後的 PWM(adapted PWM)。

4. 承第 2 項，本案例共計有 14 位評選委員協助本研究全程完成各層級所有準則項目兩兩成對重要性調查，合計所花費的時間約 25 天(含資料分析時間，其中第一次書面調查與分析約 7 天，面對面重新訪調與分析約 18 天)。
5. 本研究提出之 A<sup>3</sup> 方法係以第 1 項之第一次書面或電子郵寄之調查分析結果未能符合一致性條件之 PWM(primitive PWM)為基礎，而第二次訪調則改以 GA 演算法方式進行調整運算，並在不需約定評選委員面對面進行重新訪調之情形下，重新建立其調修後的 PWM(adapted PWM)，使其新建立之 PWM 分析結果均能滿足 Satty 之一致性要求。

文件編號：IQ-L1

○○○新建工程施工標採購案最有利標評選案  
第一階層主要評選項目相對重要性調查表

【Overall score】		相對重要程度詞語及其量化尺度值				
		相同重要 (equally important) (1) 尺度值=1	普通重要 (weakly important) (3) 尺度值=3	較重要 (strongly important) (5) 尺度值=5	很重要 (very strongly important) (7) 尺度值=7	非常重要 (extremely important) (9) 尺度值=9
準則項目成對重要性比較(請勾選)		準則項目成對重要性程度詞語及其量化尺度值(請勾選)				
1	【價格】比【技術工程】重要					✓
	✓【技術工程】比【價格】重要					
2	【價格】比【團隊組織運作】重要				✓	
	✓【團隊組織運作】比【價格】重要					
3	【價格】比【簡報與詢答】重要			✓		
	✓【簡報與詢答】比【價格】重要					
4	✓【技術工程】比【團隊組織運作】重要			✓		
	【團隊組織運作】比【技術工程】重要					
5	✓【技術工程】比【簡報與詢答】重要				✓	
	【簡報與詢答】比【技術工程】重要					
6	✓【團隊組織運作】比【簡報與詢答】重要		✓			
	【簡報與詢答】比【團隊組織運作】重要					

評選委員(簽名)： DM10

圖 4.9 本案例評選委員(DM10)所回覆之第一階層準則項目重要性初始調查表例

#### 4.2.2.4 建立 PWM

建立 PWM 之目的在於透過矩陣運算求得最大特徵值( $\lambda_{\max}$ )，並依據公式(3.5)及表 3.3 算得 CR 值，再以 CR 值判斷是否符合一致性條件(CR 值須小於或等於 0.1)，若經判斷符合一致性條件者，則進一步作為計算各準則項目權重值之依據。PWM 主要是經由準則項目兩兩成對重要性調查表轉換而成。本研究所建立之 PWM 主要分為初始 PWM (primitive PWM)及調修 PWM (adapted PWM)兩類(如前小節定義)，分別概述如下：

##### 1. 初始 PWM

所謂初始 PWM 係如前小節所述，指傳統 AHP 方法中以第一次以書面郵件或電子信件請各評選委員填寫之調查表，並依據所回覆之調查表結果建立而成，故每一位評選委員對於回覆的調查表所建立之 PWM 均有獨立之表示方式以茲區別，例如“(PWM<sub>DM10</sub>)<sup>p</sup><sub>Overall</sub>”係據圖 4.10 所回覆之調查表所建立之初始 PWM，即表示第 10 號評選委員所完成第一層級主項目(Overall score)調查表(如圖 4.9 所示)之初始 PWM。



<i>Overall score</i>	Price	Technical score	Organization	Q&A
Price	1	1/9	1/7	1/5
Technical score	9	1	5	7
Organization	7	1/5	1	3
Q&A	5	1/7	1/3	1

(PWM<sub>DM10</sub>)<sup>p</sup><sub>Overall</sub> =

$\lambda_{\max} = 4.324$                       CI = 0.108                      CR = 0.120

圖 4.10 由圖 4.9 所建立之初始 PWM

##### 2. 修正 PWM

所謂調修後之 PWM 係如前小節所述，指於初始 PWM 中經計算其 CR 值後，

經判斷不符合一致性條件 (即 CR 值大於 0.1)時,再聯絡約定該評選委員重新填寫該調查表之兩兩成對重要性,並根據重新填寫之調查表重新建立其 PWM,其係屬重新調查整之 PWM,故稱為調修 PWM(adapted PWM)。以圖 4.10 為例,其初始 PWM 所算得之 $\lambda_{\max}=4.324$ 、 $CI=0.108$ 、 $CR=0.120$ ,CR 值大於 0.1,不符合一致性條件,經以問卷重新訪調兩兩成對重要性調查後,重新建立之 PWM 如圖 4.11 所示,同時為表示與原初始 PWM 之不同,故其表達上以“(PWM<sub>DM10</sub>)<sup>a1(AHP)</sup><sub>Overall</sub>”表示,其中陰影部分即為該評選委員(DM10)在重新訪調時所調整成對重要性差異之處,且經算得之 CR=0.067,符合一致性條件。

由於調修之 PWM 係經算得該初始 PWM 不符合一致性條件而來,故並不會完成發生在每一位評選委員之各個調查表上,而調修之 PWM 亦可能需經過 2 次以上之重新訪調才會符合一致性條件,故為區別不同次數重新訪調之差異,並保留每一次重新訪調之記錄結果,其表達上在上標處即以“a1”表示一次重新訪調之修正 PWM。

再者,由於本研究提出之 A<sup>3</sup> 方法係以傳統 AHP 方法中未能符合一致性條件之初始 PWM 直接以 GA 演算法方式進行調整運算,為使能與傳統 AHP 方法之區別及瞭解其差異性,經調修後之 PWM 雖仍稱為修正 PWM,但仍以“a(A<sup>3</sup>)”表示以茲區別。例如圖 4.10 傳統 AHP 方法之初始 PWM,經本研究提出之 A<sup>3</sup> 方法自動調修其成對重要性尺度值後,得到調修後之 PWM 如圖 4.12 所示,所得到之 CR=0.089,符合一致性條件。

<b>Overall score</b>	Price	Technical score	Organization	Q&A
Price	1	1/9	1/7	1/3
Technical score	9	1	3	9
Organization	7	1/3	1	5
Q&A	3	1/9	1/5	1

(PWM<sub>DM10</sub>)<sup>a1(AHP)</sup><sub>Overall</sub> =

$\lambda_{\max} = 4.182$        $CI = 0.061$        $CR = 0.067$

圖 4.11 成對重要性調查表重新訪調後所建立之調修 PWM 例

<i>Overall score</i>	Price	Technical score	Organization	Q&A
Price	1	0.107	0.145	0.200
Technical score	9.346	1	5.000	7.000
Organization	6.897	0.200	1	1.915
Q&A	5.000	0.143	0.522	1

$(PWM_{DM10})^{a(A3)}_{Overall} =$

$\lambda_{max} = 4.241$        $CI = 0.080$        $CR = 0.089$

圖 4.12 以圖 4.10 之初始 PWM 經  $A^3$  方法運算調整後之修正 PWM

#### 4.2.2.5 評選委員訪談分析

為充分瞭解本案例評選委員對於傳統 AHP 方法之應用及準則項目重要性判斷之看法，本研究在重新進行準則項目成對重要性訪調時，同時針對接受訪調的評選委員進行訪談，並將訪談結果依據不同專業領域分類彙整如表 4.3 所示。雖然大部分的評選委員對傳統 AHP 方法是陌生的，但經講解原理及操作步驟後，大部分的評選委員均認為 AHP 確實有別於一般較常見之選商方式，決策過程中雖然程序複雜，但確實能真正做到決策者獨立判斷之原則，同時配合一般常用的評分方式，應該是可被接受的方法。雖然本案例並非真正採行 AHP 方法來決定最佳的廠商，但大多數評選委員亦鼓勵嘗試將 AHP 之選商結果與本案例真正採行的簡單權重法進行比較，以評估兩種方法間之差異。

表 4.3 本案例傳統 AHP 法準則項目成對重要性調查各組專業委員訪談彙整表

項目	土建專業委員(3位)	MEP 專業委員(5位)	SPF 專業委員(6位)
背景	<ul style="list-style-type: none"> <li>●都為大學教授，且擔任評選委員的經驗豐富。</li> <li>●熟悉AHP之操作應用與基本原理。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●一部分為大學教授，一部分為機關或研究單位主管，但較不瞭解AHP之操作及原理。</li> <li>●大部分仍有擔任評選委員之經驗。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●全部都為獸醫師，且為熟悉實驗動物之需求及營運設備，但都不瞭解AHP之操作及原理。</li> <li>●大部分沒有擔任評選委員之經驗。</li> </ul>
對 AHP 應用之看法	<ul style="list-style-type: none"> <li>●應用操作複雜，成功的可能性不高。</li> <li>●非法規所訂之方法，較不適合採用，但從個案研究的角度，值得嘗試。</li> <li>●實務上不曾運用AHP作為廠商評選之方法。</li> <li>●準則項目多時，各項目間常會出現關係相依(非獨立關係)之問題應避免。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●嘗試將學術運用於實務很好，決策結果可與法規規定之方法進行比較。</li> <li>●雖然程序較複雜，但因事先無法預測結果，比一般較常用之簡單方法較具防弊功能。</li> <li>●必須先瞭解AHP之運用邏輯。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●雖然程序較複雜，但可以很快瞭解應用與操作，值得嘗試。</li> <li>●AHP方法邏輯清楚，可廣泛應用在其他決策問題。</li> <li>●對於相對重要性的判斷(特別是1~9尺度值的選擇)困難性高。</li> <li>●對AHP不瞭解，但透過相對重要性的調查，應該可以比較出各準則項目重要性之差異。</li> </ul>
準則項目重要性判斷	<ul style="list-style-type: none"> <li>●對於SPF之特殊設備不瞭解，但為本案例特殊需求所在，應該非常重要。</li> <li>●土木工程是一個專案開始的重點，對於計畫期程的管理相當重要。</li> <li>●在選商的過程中，除了施工管理外，廠商的過去履約績效是相當重要的。</li> <li>●建築結構採隔震系統設計，故其廠牌規格的選用攸關建築物的安全。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●這個案子主要重點在特殊需求(或設備)，價格不是很重要。</li> <li>●因採J.V.合約，施工團隊的整合成效很重要，可能是攸關專案成敗的關鍵。</li> <li>●SPF是本案例特殊需求所在，應該非常重要。</li> <li>●依據本案例之使用需求，空調系統應該是主要重點，故其穩定性及節能非常重要。</li> <li>●對於SPF的領域不解，但覺得性能規格較重要。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●本案為J.V.合約方式，其整合後之團隊組織運作應該很重要。</li> <li>●從業主的角度來看，進度規劃與控管及工安應較為重要。</li> <li>●SPF設備的廠牌不多，且性能差異不大，但其售後服務卻對後續營運相當重要。</li> <li>●MEP設備廠牌對於本案的系統穩定性相當重要。</li> <li>●對於土建及MEP的領域不是很瞭解，所以覺得每個項目都很重要。</li> </ul>
重新訪調之看	<ul style="list-style-type: none"> <li>●在初次訪調時就會思考避免不一致性的情形發生。</li> <li>●重新訪調時，為了儘快滿足一致性要求，會以原判斷之尺度值來做修正。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●為了能儘快滿足一致性要求，會以原判斷之尺度值來作為修正之依據。</li> <li>●進行到第三次訪調時(即第二次重新訪調)，已無心再接受訪調，但仍必須配合來完成。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●為了能儘快滿足一致性要求，會以原判斷之尺度值來作為修正之依據。</li> <li>●瞭解重新訪調之最主要目的即是要滿足一致性要求。</li> <li>●重新訪調機率高，是AHP應用上最大的困擾。</li> </ul>

項目	土建專業委員(3位)	MEP 專業委員(5位)	SPF 專業委員(6位)
法			

### 4.2.3 評選項目權重值計算結果

承續前節之步驟，本研究依據所建立符合一致性條件之 PWM，逐一就每一個評選委員針對 3 個層級共 7 個成對重要性調查表分別計算其準則項目之相對權重值，每一個成對重要性調查表之相對權重值稱為局部權重(Local weighting)，相對於全層級架構(overall hierarchy) 之第一層級權重值稱為絕對權重(Global weighting) 。就本案例而言，本研究依續分別以簡單權重法(本案例以評選委員會決議之方式)、傳統 AHP 權重法及本研究提出之  $A^3$  權重法來計算每一個成對重要性調查表準則項目之 Local weighting 及其 Global weighting，各方法之計算結果敘述如下各小節。

#### 4.2.3.1 簡單權重法

簡單權重法(Simple Weightings)為本案例承辦單位實際依評選委員會審議規則辦理最有利標評選之方法，該方法主要是於業主召開第一次評選委員會議時，由評選委員於會議中經由各評選委充分討論層級架構中每個評選項目之重要性，且最後經由委員會以表決方式來確認其評選項目及其所分配之權重值。在本案例中全數 17 位評選委員均參與簡單權重法中各評選項目權重值之決策，其權重值分配結果如圖 4.13 所示。在本研究中，簡單權重法之結果主要是作為傳統 AHP 及  $A^3$  方法比較效益之基礎。

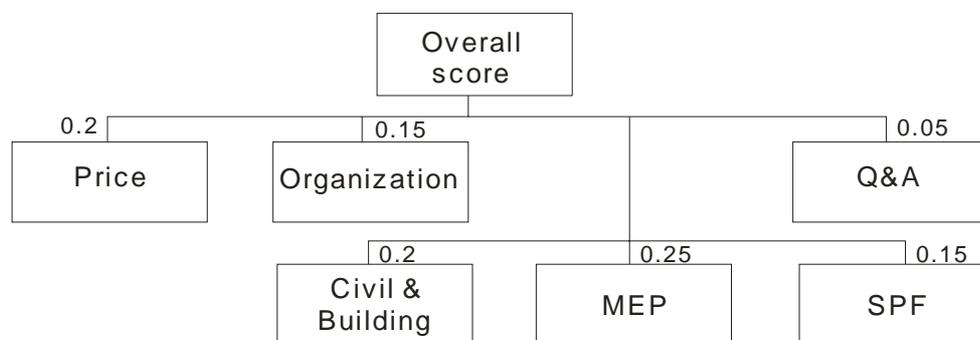


圖 4.13 本案例之簡單權重法層級架構及其權重值

#### 4.2.3.2 傳統AHP 權重法

傳統AHP 權重法(*AHP weightings*)主要是依據第4.2.2.3及4.2.2.4小節針對層級架構中各準則項目之重要性的判斷結果來計算其權重值。在本案例中共有14位評選委員(3位土建專業委員、5位MEP專業委員及6位SPF專業委員)全程參與*AHP weightings*之操作,在第一階段中,每一位評選委員均配合完成7個成對重要性調查表之訪調,並各建立7個初始PWMs,包括1個第一層級之初始PWM (*Overall score*)、3個第二層級之初始PWMs (*Price, Organization and Technical score*)及3個第三層級之初始PWMs (*Civil & Building, MEP, and SPF*),合計共完成98個( $=7 \times 14$ )初始PWMs。

在這第一階段訪調的98個初始PWMs中,僅僅只有49個初始PWMs符合一致性條件(即 $CR \leq 0.1$ ),故另有49個初始PWMs必須重新進行成對重要性調查(即表示至少會產生49個修正PWMs)。在針對該49個初始PWMs經由第二階段的重訪調後(即表示有49個初始PWMs重覆一次成對重要性調查),計有33個PWMs符合一致性條件,而另有16個PWMs仍未能滿足一致性要求,必須進行第三階段訪調。在針對該16個PWMs經第三階段訪調後(即表示有16個PWMs重覆二次成對重要性訪調),則有13個PWMs已符合一致性條件,但仍有3個PWMs未能滿足一致性要求,必須進行第四階段訪調(即表示有3個PWMs重覆三次成對重要性訪調),且最後於第四階段的成對重要性調查後,該3個PWMs皆已符合一致性條件(即無任何一個PWM進行至第五階段之成對重要性訪調)。

整合前述四個階段(共計三次的重覆訪調)之成對重要性訪調中,合計共建立了166個( $98+49+16+3=166$ )PWMs,其中包括98個初始PWMs及68個修正PWMs(這68個adapted PWMs包括49個第一次重新訪調所建立之PWM、16個第二次重新訪調所建立之PWM及3個第三次重新訪調所建立之PWM)。若以完成每個PWM的平均耗時需2.5小時(包括成對重要性調查及資料輸入與分析時間),則本案例以傳統AHP權重法完成各準則項目權重值之計算約需耗時415( $=2.5 \times 166$ )人時,且在歷經三次重新訪調的68個修正PWMs作業程序,約需18天的時間。故在作業的人時及所需的時間都非常耗費,對於評選委員的重覆性訪調作業的困難度亦相對增加許多。有關本案例共14位評選委員以*AHP weightings*方法(傳統AHP方法共4個階段3次重覆訪調之結果)算得之各準則項目平均權重值如表4.4所示;而彙整分析這4

個階段的 PWMs 之平均 CR、DI 及 OI 值如表 4.5 所示。

表 4.4 本案例評量項目各權重計算方法算得之平均權重值

準則項目	準則項目平均權重值								
	Simple		AHP			A <sup>3</sup>			
	Level 1	Level 2	Level 1	Level 2	Level 3	Level 1	Level 2	Level 3	
Price	0.20		0.123			0.113			
<i>Total bid price</i>				0.082			0.070		
<i>Item bid prices</i>				0.041			0.035		
Organization	0.15		0.271			0.281			
<i>Integration</i>				0.110			0.120		
<i>Experience</i>				0.046			0.041		
<i>Reputation</i>				0.113			0.120		
Technical score	0.60		0.543			0.597			
<i>Civil &amp; Building</i>		0.20		0.084			0.109		
<i>QA</i>					0.017			0.023	
<i>Schedule</i>					0.019			0.026	
<i>SPEC</i>					0.016			0.022	
<i>CM</i>					0.016			0.018	
<i>S&amp;E</i>					0.007			0.006	
<i>Perform</i>					0.009			0.013	
MEP		0.25		0.207			0.206		
<i>QA</i>					0.050			0.047	
<i>Schedule</i>					0.043			0.042	
<i>SPEC</i>					0.058			0.056	
<i>CM</i>					0.023			0.025	
<i>S&amp;E</i>					0.016			0.015	
<i>Perform</i>					0.017			0.021	
SPF		0.15		0.252			0.232		
<i>QA</i>					0.050			0.043	
<i>Schedule</i>					0.032			0.032	
<i>SPEC</i>					0.065			0.068	
<i>S. C.</i>					0.017			0.013	
<i>S&amp;E</i>					0.023			0.022	
<i>Perform</i>					0.030			0.027	
<i>Service</i>					0.034			0.026	
Q&A	0.05		0.063			0.059			

表 4.5 本案例 A<sup>3</sup> weightings 與 AHP weightings 之平均 CR、DI 及 OI 值

方法	AHP				A <sup>3</sup>	
	初始階段	第二階段	第三階段	第四階段	初始階段	最終階段
PWM 之數目	98	49	16	3	98	49

平均 CR 值	0.142	0.101	0.085	0.063	0.142	0.073
平均 DI 值	1.000	1.337	1.454	1.360	1.000	1.121
平均 OI 值	0.639	0.795	0.898	0.606	0.639	0.479

#### 4.2.3.3 $A^3$ 權重法

$A^3$  權重法( $A^3$  weightings) 主要以 4.2.3.2 節傳統 AHP 方法之初始 PWMs 算得 CR 值大於 0.1 時，改以 GA 演算法進行初始 PWMs 自動調修運算方式來取代第 4.2.3.2 小節中之傳統 AHP 方法之方式，並直到調修後之修正 PWMs 的 CR 值小於 0.1 後所經算得之各準則項目權重值。就本案例而言，在 98 個初始 PWMs 中計有 49 個未能符合一致性條件(即  $CR > 0.1$ )，故有 49 個初始 PWMs 必須以  $A^3$  權重法進行 GA 自動化調修其 PWMs 中之矩陣元素值，即有 49 個初始 PWMs 以 CR 值必須小於 0.1 為目標值，重新調修原初始 PWMs 之矩陣元素值。有關本案例經算得調修後 PWMs 之準則項目之平均權重值及平均 CR、DI 及 OI 值亦分別如表 4.3 及表 4.4 最右欄位之數值所示。 $A^3$  weightings 方法因為是以 Matlab<sup>®</sup> 電腦程式語言及 1.5 MHz CPU 之個人電腦自動運算方式完成計算，不須對評選委員重覆進行書面的訪調，故約僅需花費 1 天的時間即可完成 49 個初始 PWMs 之調修與權重值之計算，若以 1 天 8 小時工作時數計算，在人時成本上，相當於每完成一個修正 PWM 的計算約僅需花費 0.163 人時(8/49=0.163)。換言之，在進行第二階段以後之成對重要性重新訪調且完成 49 個修正 PWMs 時，本研究提出之  $A^3$  weightings 方法比傳統 AHP 方法亦可節省 17(=18-1)天的時間。

#### 4.2.3.4 權重值計算結果比較分析

因為本案例主要是由三組不同專業背景的評選委員(土建、MEP 及 SPF)進行決策判斷，故在各層級準則項目成對重要性判斷的觀點上應有所差異。本小節旨在探討各組專業委員就各權重法中層級架構之準則項目權重值計算結果進行比較分析，比較與分析的過程主要分為兩部分，第一部分為各權重法(Simple、AHP、 $A^3$  weightings)之綜合比較與討論；第二部分為僅就傳統 AHP 方法之成對重要性訪調結果進行分析。各部分之比較分析結果概述如下：

##### 1. 各權重法計算結果之綜合比較與討論

本案例因 *Simple weightings* 與傳統 AHP 方法之層級架構中的準則項目不同，且權重值決定方式亦不同，為使其比較基準能一致，本部分僅以圖 4.13 之 *Simple weightings* 之層級架構為基準，進一步探討 *Simple*、 $A^3$ 、*AHP weightings* 三種方法在準則項目權重值計算結果上之差異。

(1) 本案例 *Simple*、 $A^3$ 、*AHP weightings* 三種方法各別之評選項目平均權重值計算結果如圖 4.14 所示。由圖中顯示， $A^3$  *weightings* 與 *AHP weightings* 兩種方法算得之各評選項目權重值差異性不大(最大差異者為 SPF 一項之權重相對差值為 7.9% $(=(0.252-0.232)/0.252)$ )，這顯示以本研究提出之  $A^3$  *weightings* 來計算評選項目權重值之結果幾乎與傳統訪調之 *AHP* 方法之結果相同。

(2) 另由圖 4.14 之結果發現， $A^3$  與 *AHP weightings* 兩種方法與實際操作的 *Simple weightings* 比較時，三種方法中除了 Q&A 一項之結果較無明顯差異外，其餘 5 個項目之權重值均有明顯差異，特別是特別是土木工程(*Civil & Building*)一項，*AHP weightings* 與 *Simple weightings* 間之差異性更達約 58% $(=(0.20-0.084)/0.20)$ ；而團隊組織(*Organization*)一項， $A^3$  與 *Simple weightings* 之差異性亦達約 46.6% $(=(0.281-0.150)/0.281)$ ，其餘之差異性亦在 18%~45%之間。由此可知，由業主召集公開討論的評選委員會議所合議之評選項目權重值，與評選委員獨自私下判斷評選項目相對重要性之結果有明顯差異，這可能是因為大部分的委員在公開的會議場合，會遷就或配合某一兩位委員的意見，或直接同意業主承辦單位所建議提出之直接權重分配結果，但這種直接於公開的會議上所決定的權重分配結果卻往往與評選委員獨自私下決定之評選項目相對重要性結果有較大之差異。

(3) 此外，再由圖 4.14 中亦可發現，就評選項目之重要性順序而言， $A^3$  *weightings* 與 *AHP weightings* 兩種方法之計算結果，其重要性依序為 *Organization*、*SPF*、*MEP*、*Price*、*Civil & building* 及 *Q&A*，明顯與 *Simple weightings* 的方法不同(重要性順序為 *MEP*、*Price*、*Civil & building*、*SPF*、*Organization* 及 *Q&A*)。這顯示就本案例而言，將不同屬性之工程(土建、MEP 及 SPF)合併成一個合約時，大部分的評選委員均認為其在共同履約的團隊組織運作上的默契與經驗最重要，亦是專案成功的主要關鍵；另大部分的委員認為 SPF 系統是本專案建築物

功能的核心，工程屬性最為重要，故重要性次之；而 MEP 工程中的空調系統工程是維持生物環境與避免環境感染最重要的關鍵，故在公開會議時均一致認為其最為重要，但大部分委員在私下評估判斷時，則認為該系統工程固然很重要，惟依目前台灣在高科技產業(特別是半導體及 TFT-LCD 產業)之空調技術與經驗的施工條件下，應該足以滿足實驗動物建築之需求。此外，在 *Simple weightings* 方法中之結果為 *Price* 及 *Civil & building* 為第二重要之項目，但評選委員私下判斷其重要性時，大部分委員均認為因為本案例採公告預算方式，且業主又以功能需求為最主要考量，故其標價的重要性應降低，而土建工程的技術與管理(可直接認定為營造公司)在整體工程期間雖然重要，但依本專案規模量體應屬一般性，故其重要性不高。

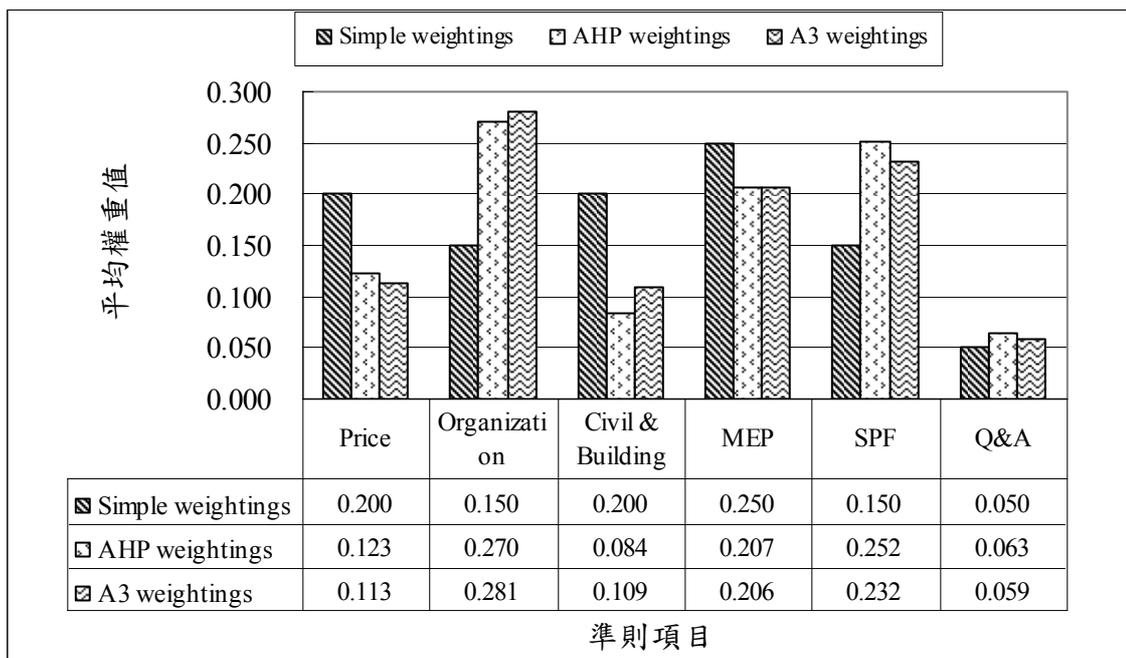


圖 4.14 本案例 *Simple*、 $A^3$  及 *AHP weightings* 三種方法各別之平均權重值計算結果

## 2. *AHP weightings* 成對重要性訪調結果分析

由於本案例工程合約係由土建工程、MEP 工程及 SPF 系統三個主要屬性工程採共同承攬方式，且在評選委員的組成上亦依據該三類工程屬性分三個小組（土建委員、MEP 委員及 SPF 委員）組合而成，不同專業背景之委員，對其準則項目重要性(即反映在權重值上)之判定亦有所不同，故本部分主要探討這三組評選委員針對架

構中不同階層準則項目(或子項目)重要性判斷結果之差異性；此外，因傳統 AHP 方法為  $A^3$  weightings 之基礎，故其差異性僅就 AHP weightings 之結果進行探討。

(1) 圖 4.15 為本案例三組不同專業委員針對第一階層準則項目成對重要性調查所算得之平均權重值結果之比較。由圖中顯示各專業領域之評選委員均一致認為 *Technical score* 一項最為重要，其重要性程度且約占全部權重的 55%，這與評選委員會所決議之結果約略相近，而 *Organization* 項目之重要性次之；這表示所有評選委員一致認為本案例之技術工程屬性配合其組織團隊之組成與運作之履約重要性幾乎約占整體專案的 80%~85%。*Price* 的重要性判斷與評選委員會權重分配決議結果之差異性較大，而土建委員與 SPF 委員均認為其權重值約 0.15，而 MEP 委員更認為本案例之標價的重要性約僅 0.05，幾乎與 *Q&A* 的重要性相同；然而，在一般的選商準則項目中標價仍是決策考量的重點，但在本案例中標價之權重值卻僅在 0.5~0.15 之間，其結果將是往後決定價格權重的參考條件之一。

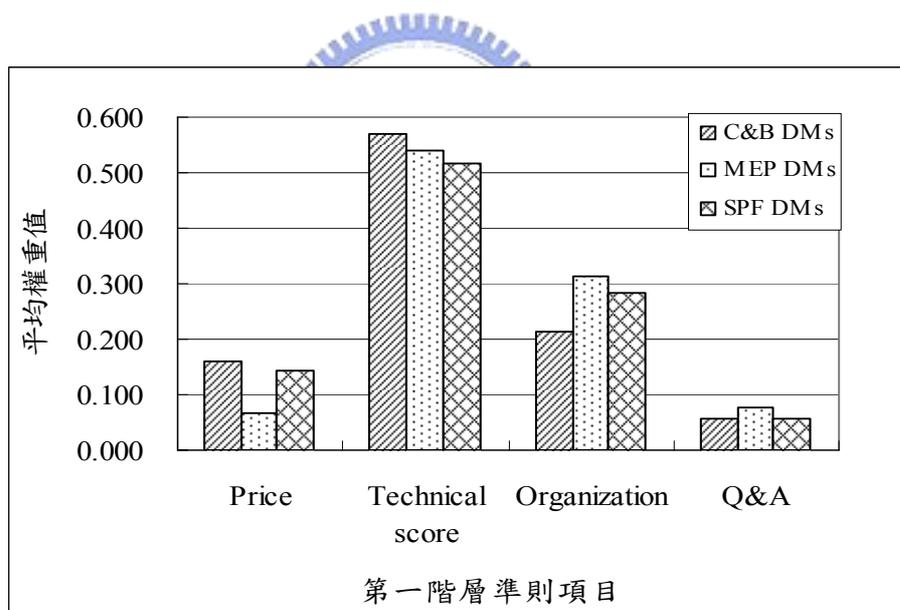


圖 4.15 本案例不同專業評選委員於第一階層準則項目權重值調查結果

(2) 圖 4.16 為三組不同專業委員針對第二階層中「*Technical score*」之子項目相對權重值調查結果，由圖中顯示土建委員認為 SPF 系統最重要，MEP 工程次之(但與土建工程之重要性相近)；而 MEP 委員則雖認為 *MEP* 工程最重要，但與 *SPF* 系統相近，土建工程則較不重要(其權重值僅約 0.1)；SPF 委員則認 *MEP* 工程最重要，雖然 *SPF* 系統的重要性次之，但與土建工程相近。綜觀調查結果可知，不

同領域之專業委員，對於本案例不同專業工程均有不同重要性之認定，特別是土建委員從業主特殊使用需求功能的觀點，認為 *SPF* 系統是整體專案成功的關鍵(權重值約 0.7)，但以 *SPF* 領域專長之 *SPF* 委員調查的權重值約僅 0.25，這主要是因為 *SPF* 委員認為 *SPF* 系統大部分僅以 *SPF* 設備及氣密彌封即可完成，其條件只要較適宜的建築設計配合土建工程的施作即可達到營運品質，反倒是維持生物環境的空調系統及其供電的穩定性(即 *MEP* 工程)才是本專案最重要的項目。由此調查的結果與過程發現，不同領域專業委員在本案例中對工程屬性重要性認定之差異性，但直接以評選委員會決議之評選項目權重值，因委員會開會時間因素(一般約在 2 小時內要決定評選項目、權重值及其評選方式，各委員較無法充分溝通與討論)，較無法真正反映各評選委員之觀點或意見。

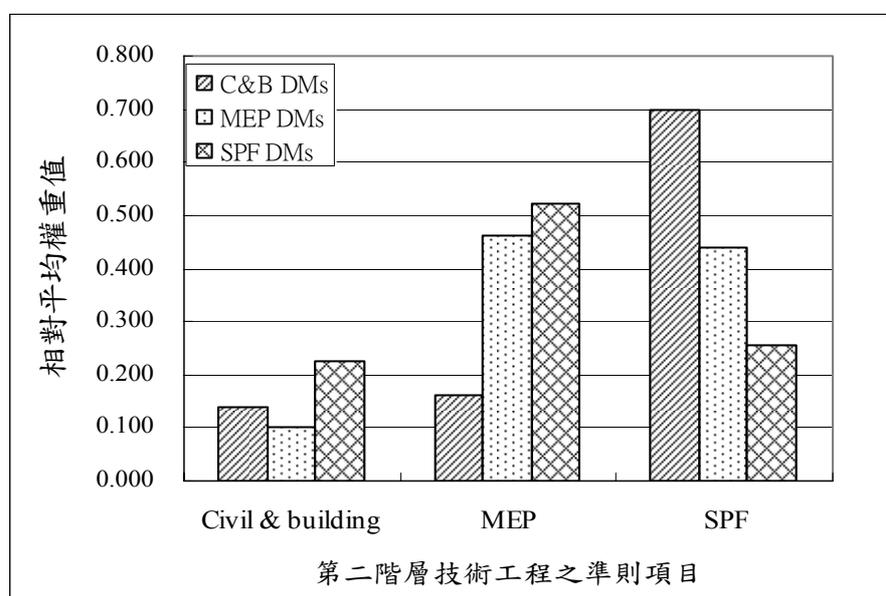


圖 4.16 本案例第二階層中「*Technical score*」之子項目相對權重值調查結果

- (3) 圖 4.17 為三組不同專業委員針對第二階層中「*Organization*」之子項目相對權重值調查結果。在圖中可明顯發現，土建委員及 *SPF* 委員均認為施工團隊信譽 (*Reputation*) 對於評量施工廠商的組織運作最重要，而整合能力 (*Integration*) 次之；反觀，*MEP* 委員則認為整合能力最重要，團隊信譽次之。這情形可能是因為大部分具有特殊性之機電系統或設備之工程，均由 *MEP* 廠商或特殊系統廠商進行整合套圖有關，尤其是以統包模式執行特殊系統工程時，其整合性又特別重要。另在共同承攬的經驗 (*Experience*) 方面，三組專業委員雖均一致認為其重要性最

低，但有共同承攬的經驗仍有助於專案工程之推動。

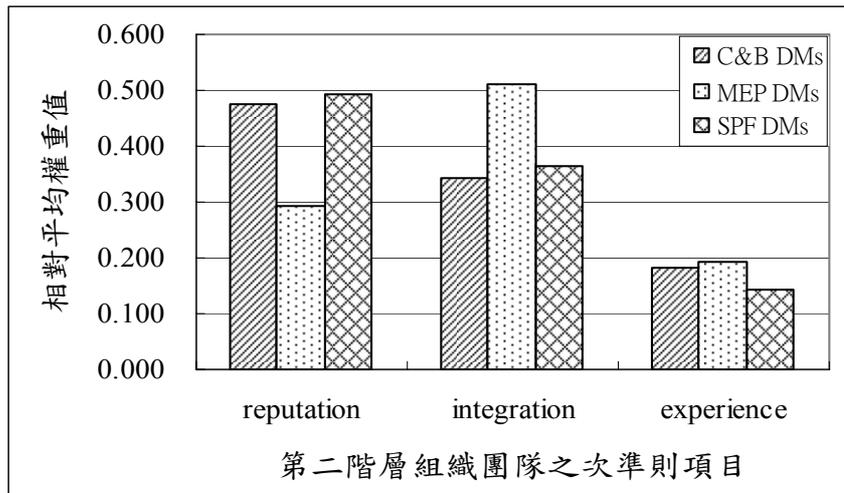


圖 4.17 本案例第二階層中「Organization」之子項目相對權重值調查結果

(4) 圖 4.18 為三組不同專業委員針對第二階層中「Price」之子項目相對權重值調查結果。由圖中顯示所有評選委員均認為總標價(*Total bid price*)所占的權重值較高(平均約占 65%)，而依法規來判斷總標價合理性之分項工程價格(*Item bid prices*)平均卻僅占 35%，這重要性比例多寡的看法，則土建委員與 SPF 委員較為接近。由此可知，在選商階段，廠商的投標價格，是大部分的評選委員較關心的重點，而分項工程的價格，大部分的評選委員認為其重要性程度較低，此現象可能與大部分的評選委員均對廠商標單中分項工程的屬性及其相對應的價格較不熟悉或不瞭解分項工程之市場價格有關。

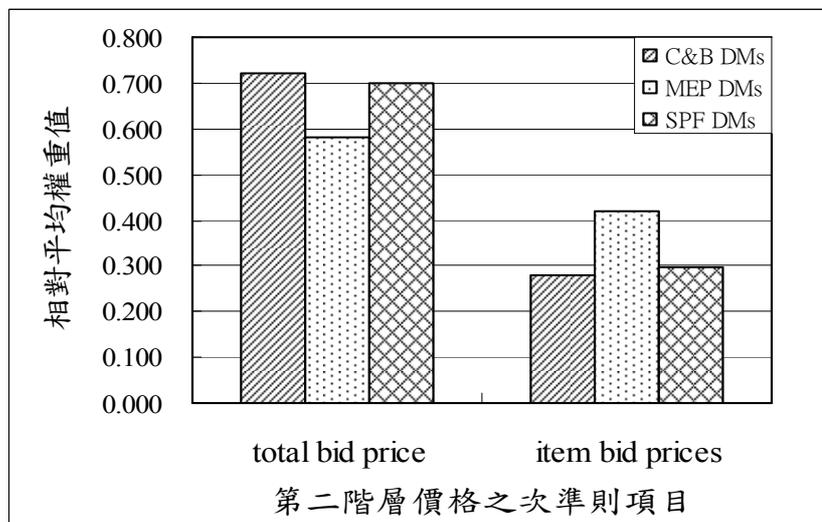


圖 4.18 本案例第二階層中「Price」之子項目相對權重值調查結果

- (5) 圖 4.19 本案例三組不同專業委員針對第三階層中「Civil & building」之子項目相對權重值調查結果。由圖中顯示土建委員認為進度規劃與控制(schedule)、施工管理(CM)及過去履約績效(perform)是選擇土建工程施工廠商(即營造廠)最重要的三個準則子項目(權重值約介於 0.2~0.3 之間),這表示同屬土木工程專業背景的委員,仍然較注重施工現場之管控,而安全衛生(S&E)在選商階段則被視為較不重要的子項目。另 MEP 委員認為選擇土建工程施工廠商前三個重要子項目依序為規格性能(SPEC)、品質控制(QA)及施工管理(CM)。SPF 委員則認為品質控制、進度規劃與控制及規格性能是選擇土建工程施工廠商主要的三個準則子項目。由此結果發現,較偏屬設備類專長之 MEP 與 SPF 委員仍然較注重其所關心的機電或大型設備規格的選定及品質保證與控制之要件(對於過去的履約績效則認為較不重要),惟因 SPF 專業委員中以業主居多,其進度規劃與控制一項則為其關心專案計畫是否如期結案的重要議題,故 SPF 專業委員仍認為廠商的進度規劃與控制一項不可忽視。

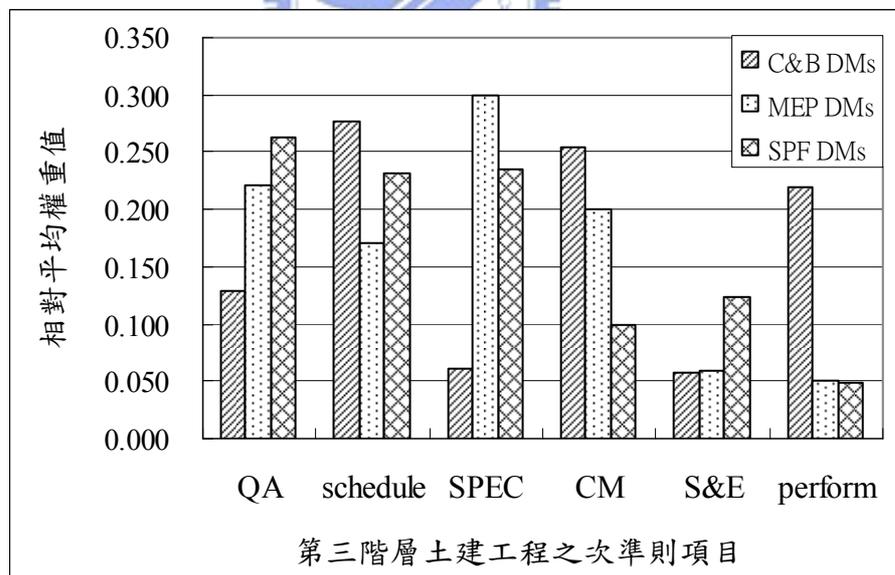


圖 4.19 本案例第三階層中「Civil & building」之子項目相對權重值調查結果

- (6) 圖 4.20 為本案例三組不同專業委員針對第三階層中「MEP」之子項目相對權重值調查結果。由圖中顯示土建委員認為進度規劃與控制、設備規格及品質控制是選擇 MEP 專業施工廠商最重要的三個準則項目,而過去履約績效約略次之,安

全衛生對於選商階段仍是最不重要的子項目；這表示與前述土木工程不同之處在於 MEP 工程應較注重設備規格之選用，以及設備與管線現場之品質控制。而 SPF 專業委員之看法則與土建專業委員的看法較接近，惟其認為設備與管線施作之品質控制為最重要之子項目，進度規劃與控制及規格性能兩項次之，對於過去的履約績效仍認較不重要的子項目。MEP 專業委員則認為規格性能對機電系統非常重要（其權重值約 0.39），而品質控制次之（約 0.21），因所有 MEP 專業委員一致認為選商階段對於施工廠商決定其重要設備的選用即已決定 MEP 工程是否成功的重要關鍵。

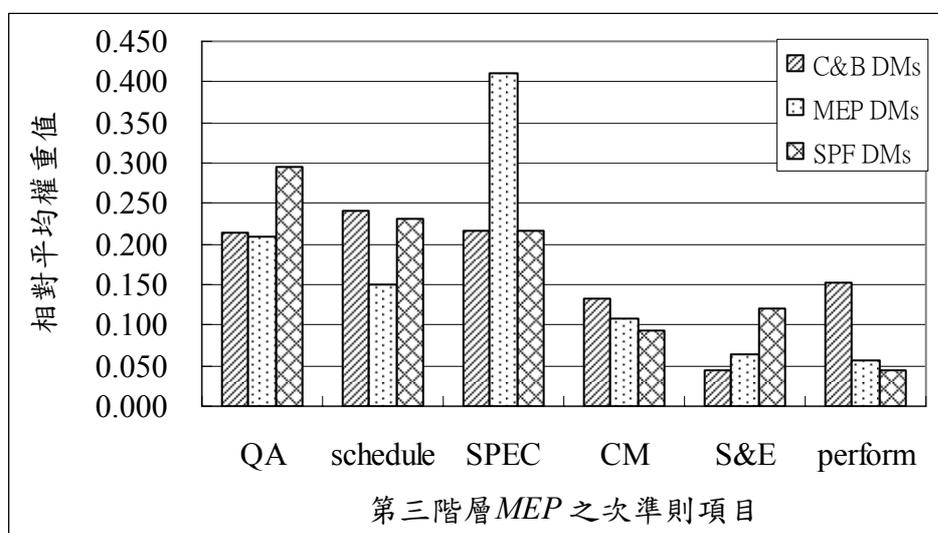


圖 4.20 本案例第三階層中「MEP」之子項目相對權重值調查結果

- (7) 圖 4.21 為本案例三組不同專業委員針對第三階層中「SPF」之子項目相對權重值調查結果。由圖中顯示大部分評選委員均認為 SPF 系統之設備規格選用及現場設備安裝之品質控制對於選擇 SPF 專業設備廠商最為重要，其主要是因為 SPF 系統大部分均為與 MEP 設備相同之工廠製造的設備產品，其設備的優劣在廠商投標時，經由廠牌的選定即已決定未來成功營運之關鍵，故其選商的準則子項目權重最高；而售後服務亦決定未來營運的品質，故其重要性均高於安全衛生及分包管理；此外，因 SPF 專業委員中多數為業主代表，有專案計畫期程如期完成之壓力，故 SPF 設備安裝與生物環境確效之進度規劃與控制仍是 SPF 專業委員關心的子項目之一。

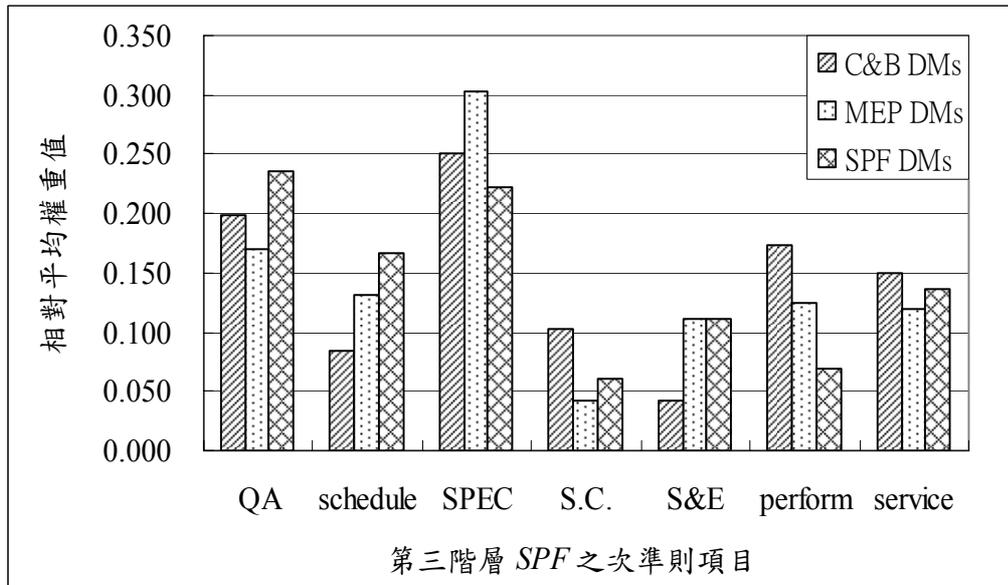


圖 4.21 本案例第三階層中「SPF」之子項目相對權重值調查結果

### 3. CR 值分析探討

在本案例所採用之  $A^3$  方法中，主要是以運用 GA 演算法使其調修後的 PWM 在滿足一致性需求時即停止演算。換言之，在 GA 之世代演算過程中，只要  $CR < 0.1$  時即停止演算。因此，本節僅就  $A^3$  方法在經調修後 PWMs 所算得 CR 值的變化對權重值計算結果之影響進行探討。

(1) 圖 4.22 及表 4.6 分別為本案例決策者 DM14 對第一階層之準則項目經歷 4 次的書面訪調(一次初始訪調與三次重新訪調)與  $A^3$  方法以 GA 演算法各別所算得 CR 值及各準則項目之權重值分佈。由圖 4.22 顯示，當決策者在面對第一次的重新訪調時，若由其自行判斷準則項目相對重要性結果顯示，其 CR 值有明顯偏高(即越偏離一致性需求)，但當決策者面對這個結果再進行第二次之重新訪調時，決策者為避免再有一致性越偏離之情形(或再次面對這煩人的訪調)，則會有為滿足符合一致需求而忽略對準則項目相對重要性之判斷，此情形可由圖中之第三次訪調及第四次訪調之 CR 值結果明顯且快速下降而得到證實；反觀， $A^3$  方法則是以初始訪調的結果為基礎，在準則項目相對重要性初始判斷之原意下，以逐步收斂方式達到符合一致性之要求。再者，在各準則項目之權重值方面，由表 4.6 亦顯示，以傳統 AHP 方法所算得之權重誤差值最高達 72.97%，最低也有 20.47%，而  $A^3$  僅有價格項目(Price)之誤差量達 30.95%，其餘均在 20% 以下。故由決策者

DM14 之第一階層準則項目重要性判斷過程及 CR 值與權重值計算結果可知，傳統 AHP 方法的重新訪調中存在著人為違反初始獨立判斷的問題。

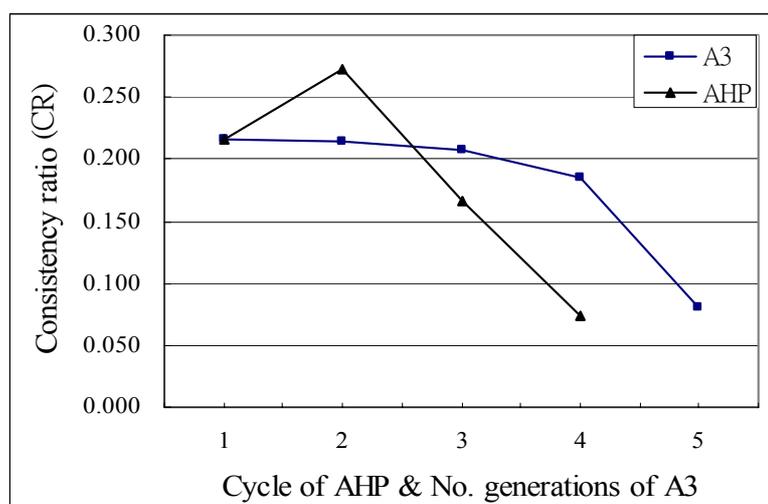


圖 4.22 本案例決策者 DM14 對第一階層 PWM 經歷 4 次訪調與 A3 方法所算得之 CR 值分佈情形

表 4.6 本案例決策者 DM14 以 A<sup>3</sup> 與 AHP 所算得第一階層 PWM 之 CR 值及各準則項目之權重值

Weighting approach	AHP			A <sup>3</sup>		
	Primitive	Final	Difference (%)	Primitive	Final	Difference (%)
CR	0.215	0.073	-	0.215	0.081	-
$W_{price}$	0.084	0.122	45.24%	0.084	0.058	30.95%
$W_{technical}$	0.684	0.544	20.47%	0.684	0.712	4.09%
$W_{organization}$	0.195	0.271	38.97%	0.195	0.186	4.62%
$W_{Q\&A}$	0.037	0.064	72.97%	0.037	0.044	18.92%

(2) 圖 4.23 為本案例依傳統 AHP 方法就層級架構中不同準則項目數針對每一位決策者進行初始 PWM 訪調之平均 CR 值分佈情形。由圖中顯示，當準則項目數越大時，CR 值越大，越容易產生不一致情形，此結果亦驗證了 Satty 之論點。此外，再由圖 4.24 針對三組不同專業背景的決策者之初始 PWM 訪調之平均 CR 值分佈結果發現，SPF 專業委員對於準則項目數越多，其所反映 CR 值越大之情形更顯著，而 MEP 專業委員之結果較接近總平均 CR 值之分佈(即圖 4.23 之

結果)，反而土建專業委員所反映此現象較不明顯。會有這些結果上的差異性，經實際訪談各決策者後歸納可能是因為土建專業委員均較熟悉 AHP 方法之邏輯及涵義與操作，而 SPF 專業委員多數不瞭解 AHP 方法之操作與分析所致，有些專業委員甚致第一次耳聞 AHP 決策方法。故運用傳統 AHP 方法時，為避免產生太大的不一致性結果，應儘可能使準則項目數不要太大外(一般最好不要超過 6 個)，決策者是否熟悉 AHP 方法之操作邏輯亦是影響最終決策結果的因素之一。

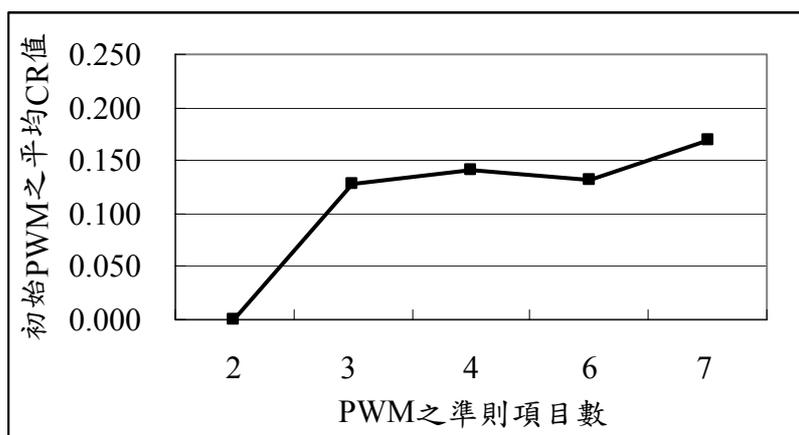


圖 4.23 本案例不同準則項目數之初始 PWM 訪調平均 CR 值之分佈

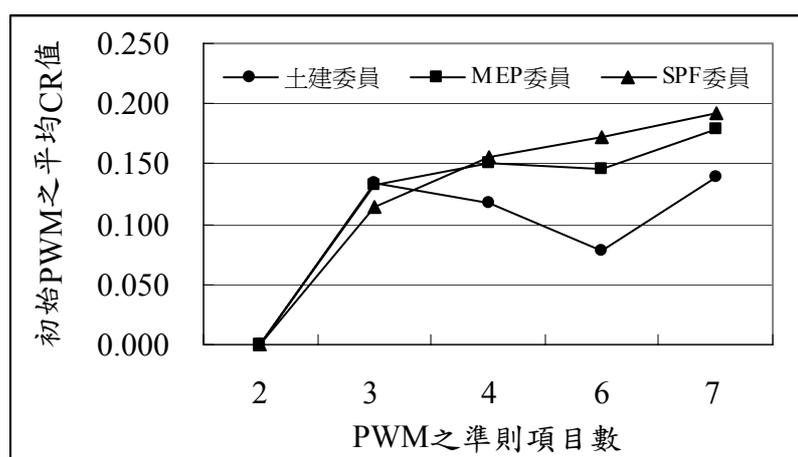


圖 4.24 本案例不同準則項目數之初始 PWM 訪調不同專業委員平均 CR 值之分佈

## 4.2.4 選商決策結果之分析與探討

### 4.2.4.1 選商決策結果

本案例實際操作之最有利標選商決策方法主要是採加權評分方式來決定得標之廠商，即由評選委員就第一次採購評選委會議所決定之評選項目(含權重)針對投標廠商所提送之服務建議書內容按所訂之評選項目進行評分(總分 100 分)，然後再將評分結果乘以其權重值得到加權分數，平均加權總分最高者為得標廠商。在傳統 AHP 及  $A^3$  方法之選商決策上，主要係針對層級架構中最低階層之子項目進行評分(總分為 100 分)，然後再將其各子項目之分數乘以該子項目之權重值後得到該子項目之加權分數，最後再由最低層級子項目之加權分數逐一按原層級架構加總至最頂階層，最頂階層之平均加權總得分最高者為所選定之最有利標廠商。

就本案例而言，僅有兩家廠商投標(分別定義為 A 廠商及 B 廠商)，依據圖 4.8 之 AHP 層級架構中，每一組最底階層之子項目數量除了 Q&A 外，應該有 24 個子項目(即 Price 有 2 個、Civil & building 有 6 個、MEP 有 6 個、SPF 有 7 個、Organization 有 3 個，合計共有 24 個子項目)被設計來評定分數計算其加權得分，但在本案例中因各評選委員繁忙，且礙於該評分方式耗時，故無法逐項完成所有子項目之評分，但為與實際操作之 *Simple weightings* 相互比較，本研究僅就評選委員按圖 4.13 中 *Simple weightings* 之 6 個項目所評分之結果進行分析。

本案例經由 14 位評選委員完成各別投標廠商之服務建議書審查、並聽取廠商之現場簡報與詢答後完成 Q&A 之評分，同時在所有投標廠商完成簡報之綜合評選時，再針對其他評選項目進行評分。表 4.7 為以三種權重法所算得該兩家投標廠商之平均加權總得分結果。其中 AHP 及  $A^3$  *weightings* 之加權分數的計算，係將每一出席委員針對評選項目之評分分數乘以其所調查算得之權重值。故由表中顯示，三種權重法之結果均是 B 廠商的平均加權總得分較高，故 B 廠商為得標廠商。另從表中亦發現，無論是採用何種決策方法，所算得之結果發現兩家廠商間之分數差距很小，但從計算的過程中仍可看出不同決策方法所計算之加權總分數仍有明顯差別，其中以 *Simple weightings* 方法的總分數最高， $A^3$  *weightings* 方法的總分數最低；不過無論如何，這三種決策方法所得到的結果是相同的。

此外，為比較 AHP 及  $A^3$  weightings 兩者以所算得之評選項目平均權重值為基準(如表 4.3 所示)與 *Simple weightings* 在選商結果上差異，本研究比照 *Simple weightings* 方式，將表 4.3 中 AHP 及  $A^3$  之評選項目平均權重值乘以每一位出席委員所評定之分數，並進一步算得平均加權總得分結果，此結果亦與表 4.7 之結果相同(即仍由 B 廠商之得分最高)，結果上並無差異。

綜而言之，雖然傳統 AHP 方法及本研究提出的  $A^3$  方法於選商決策過程均比實際操作的 *Simple weightings* 方法來得複雜，針對首次接觸 AHP 方法之評選委員而言，其決策的邏輯判斷亦較難瞭解，惟在計算各準則項目的權重值時，由於決策過程都是經由評選委員以獨立判斷方式所產生的，故其最後之決策結果應較為客觀。

表 4.7 本案例投標廠商之主要評選項目加權評分結果

方法	加權得分					
	<i>Simple</i>		<i>AHP</i>		$A^3$	
投標廠商	A	B	A	B	A	B
<i>Price</i>	16.54	16.86	10.70	10.78	10.25	10.34
<i>Organization</i>	12.40	11.64	21.26	20.04	22.14	20.98
<i>Civil &amp; building</i>	16.55	15.60	16.26	15.57	13.98	13.41
<i>MEP</i>	19.83	21.00	14.51	15.78	11.34	12.57
<i>SPF</i>	11.78	12.93	10.35	11.16	11.26	12.23
<i>Q&amp;A</i>	4.15	4.05	5.03	4.96	4.58	4.54
總得分	81.25	82.08	78.11	78.29	73.55	74.07

#### 4.2.4.2 效益分析與討論

對於傳統 AHP 方法之多目標決策而言，就本案例之選商決策結果，本研究提出的  $A^3$  方法主要有三點效益：(1)節省成本(cost effectiveness)；(2)縮短時程(timeliness)；(3)改善決策品質(improved decision quality)，各內容概述如下。

##### 1. 節省成本

當第一階段訪調所建立的 98 個初始 PWMs，經計算其 CR 值後，發現有 49 個初始 PWMs 不符合一致性條件時，本研究提出的  $A^3$  方法不需要再與決策者(評選委員)約定重新訪調的情形相較，傳統 AHP 方法必須再多花費建立 68 個 PWMs 重新訪調的人時(that is, labor costs)是可以被節省的。以本案例而言，依據第 4.2.3.2 及 4.2.3.3

小節所計算之分析結果，傳統 AHP 方法或  $A^3$  方法在第一階段訪調所完成的 primitive PWMs 平均需要花費  $245(=98 \times 2.5)$  人時，但在第二階段以後之重新訪調，本研究提出的  $A^3$  方法卻僅僅需花費  $8(=49 \times 0.163)$  人時來完成 49 個 adapted PWMs(含數值運算)之建立與權重計算，但傳統 AHP 方法卻需花費  $170(=68 \times 2.5)$  人時來完成 68 個 adapted PWMs(含數值運算)之建立與權重計算，故本研究提出的  $A^3$  方法可節省  $162(=170-8)$  人時，在人時成本上相當於節省傳統 AHP 方法的  $39\%(=162 / (245+170))$ 。

## 2. 縮短時程

由於本案例之決策者(評選委員)都是原單位之高階主管或大學任教的教授，在訪調時均需特別約定時間進行。故依據第 4.2.3.2 及第 4.2.3.3 小節之結果，在本案例中，雖僅約需 7 天完成第一階段以書面郵寄或電件信件回覆訪調(14 位決策者)建立 98 個 primitive PWMs(含數值計算)，但傳統 AHP 方法卻需要花費 18 天的時間進行重新訪調，才能完成 68 個 adapted PWMs(含數值計算)之建立與權重計算，但  $A^3$  方法僅需 1 天的時即可完成 49 個 adapted PWMs(含數值計算)。換言之，運用  $A^3$  方法約可節省 17 天的時間，在時程上相當於節省傳統 AHP 方法的  $68\%(=17/(7+18))$ 。表 4.8 為本案例傳統 AHP 與  $A^3$  方法在人時與時程效益上之差異。

表 4.8 本案例傳統 AHP 與  $A^3$  方法在人時與時程效益上之差異

方法	AHP		$A^3$	
	初始訪調	重新訪調	初始訪調	修正運算
人時(Man hours)	245	170	245	8
完成作業時間 (天)	7	18	7	1

## 3. 改善決策品質

當初始 PWMs 所算得之 CR 值無法符合一致性條件時( $CR > 0.1$ )，傳統 AHP 方法仍需要由該決策者(評選委員)重新填寫調查表，直到滿足  $CR < 0.1$  為止，但在進行重新填寫評量項目相對重要性調查時，決策者常常會為了使修正之 PWM 能滿足一致性條件，而改變了原始調查時準則項目成對重要性之判斷(Jaffray 1989)。公式(4.3)所定義的差異性指標(Difference Index, DI)值即是被用來瞭解決策者之原始與後來

調整兩者間的判斷誤差。換言之，DI 值主要是用來衡量第一階段訪調之初始 PWM 與重新訪調修正之 PWM 兩者間其在相對重要性判斷的差異。DI 值越高，表示重新訪調修正所建立之修正 PWM 與第一階段訪調之初始 PWM(即決策者之原始判斷)間之成對重要性判斷的誤差值越大。

就本案例而言，若相對於第一階段之原始 PWMs 的  $DI=1$ (即 1 個單元)，則由表 4.3 顯示傳統 AHP 方法在第二、三、四階段所完成調修 PWM 之平均 DI 值分別為 1.337、1.454 及 1.360，其調修後的 68 個修正 PWMs 的 DI 值分佈如圖 4.25 所示(總平均  $DI=1.384$ )；而本研究提出之  $A^3$  方法經 GA 方法調修後的 49 個修正 PWMs 的 DI 值分佈如圖 4.26 所示(平均  $DI=1.121$ )。由圖 4.25 與圖 4.26 之比較顯示，傳統 AHP 方法之 DI 值分佈較為分散，且數值偏高，由此可發現，大部分的決策者(評選委員)在進行第二、三、四階段之重新訪調時，為使得修正的 PWM 之 CR 值能滿足一致性要求，均會大幅修正原始的相對重要性判斷，而此方式亦使重新訪調之結果與第一階段的訪調結果造成較大之偏差。由此可知，本研究提出之  $A^3$  方法之決策品質優於傳統 AHP 方法。

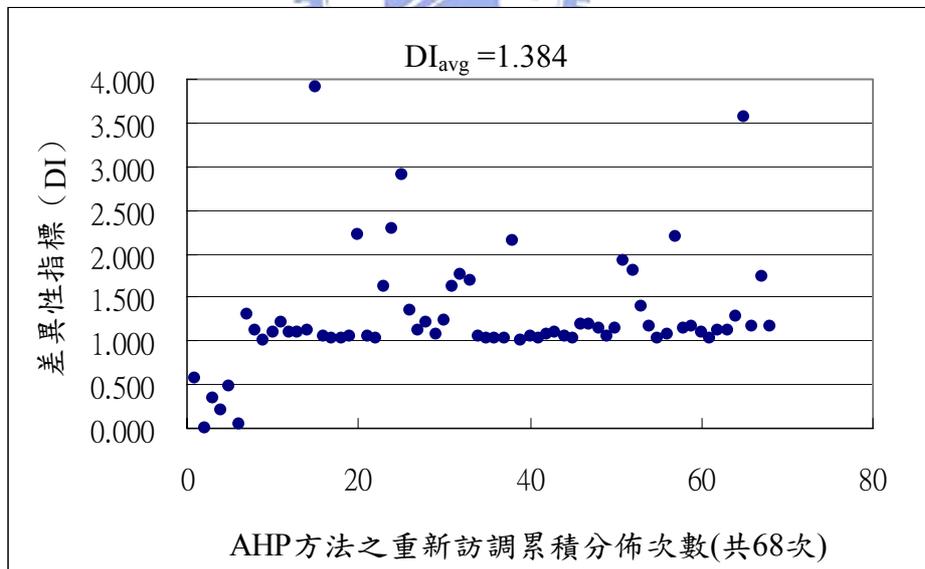


圖 4.25 本案例傳統 AHP 方法重新訪調之 DI 值分佈情形

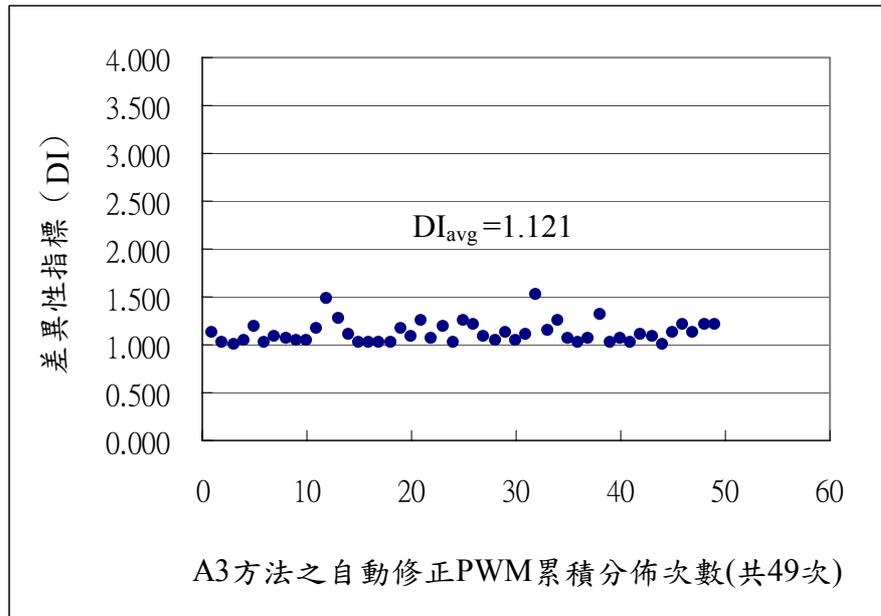


圖 4.26 本案例 A<sup>3</sup> 方法試算調修 PWM 後其 DI 值分佈情形

#### 4.2.4.3 A<sup>3</sup> 方法之限制

在本案例的驗證中本研究提出的 A<sup>3</sup> 方法有兩點限制(Limitations)，茲說明如下：

1. 本案例 A<sup>3</sup> 方法所建立之修正 PWMs (adapted PWM) 主要是以第一階段訪調之初始 PWM(primitive PWM) 為基礎，因此在第一階段訪調之初始資料的建立過程中，其花費的訪調人時成本(245 人時)及時程(7 天)是無法節省的，故如何再精減初始資料蒐集的人時及時程是未來本研究繼續探討的重點之一。
2. A<sup>3</sup> 方法係假設儘管決策者對於其判斷準則項目成對重要性的結果必然會發生不致性(CR>0.1)之情形，決策者還是能夠很清楚瞭解兩項目間相對重要性的邏輯判斷(即假設決策者能夠在 Saaty 所提出的 9 個尺度值中選定最接近其所認定的相對重要性程度尺度值)，假若發生不合乎邏輯的判斷時，則所建立之修正 PWM 僅是一組考量 CR 值滿足一致性要求的處理方法。因此，在運用 A<sup>3</sup> 方法時，於第一階段的訪調時，必須很清楚告知決策者應嚴謹填寫各層級調查表中兩兩項目相對重要性的邏輯判斷。

### 4.3 小結

本研究基於目前國內主辦機關辦理公共工程採購採最有利標決標方式之標案多屬異質性工程，且工程屬性日趨複雜，如何在公平、客觀之條件下選擇最符合業主簽約需求之最有利標廠商，是目前國內主辦機關採購招標重要的課題之一。近年來，雖然許多多評準選商的方法不斷被提出，而 Satty 所提出之 AHP 方法亦經由許多學者或從業人員成功地應用在 MCDM 之選商決策問題上，但傳統 AHP 方法在實務應用上仍然存在許多需要解決的問題。其中最令人感到困擾的問題之一，就是其實務操作上針對決策者進行初始的準則項目成對重要性訪調所建立的初始 PWM 無法滿足一致性要求時，必須對原決策者重新進行成對重要性之訪調。

基此，本研究以傳統 AHP 方法為基礎，來計算最有利標準則項目之權重值，進而發展一套改良式 AHP 的方法  $A^3$  選商決策新方法，該決策新方法主要是運用 GA 演算法來輔助解決上述傳統 AHP 方法必須重新訪調以滿足一致性要求之問題。該方法在決策模型之發展及國內工程案例之實證應用中，可歸納如下幾點結論：

1.  $A^3$  方法運用 GA 之主要重點取決於目標函數值之決定。CR 值及 DI 值是 GA 演算法中兩個主要的目標函數值，其意義分別為：A) 以 GA 重新調修的 PWM，其計算之 CR 值必須至少小於 0.1，甚至更小。B) 以 GA 重新調修的 PWM，其結果與決策者原始判斷的差異越小越好(DI 值越小越好)。
2. 本研究運用之 GA 演算法必須建構在傳統 AHP 方法之初次進行的成對重要性調查所建立的初始 PWM 上，故在實際案例之操作時，決策者之準則項目相對重要性尺度值的判斷更顯得重要。無論如何，傳統 AHP 方法在學理與實際操作上均為學界或業界所熟悉的決策方法，尤其是應用在決定準則項目權重值之計算，更是近年來許多學界與業界研究者作為新決策方法分析比較決策效益的主要對象。
3. 在本案例之實務操作中，由於決策群是由三組不同專業景所組成獨立評估小組，故純就傳統 AHP 方法之決策結果發現，不同專業背景對準則項目相對重要性的判斷結果不同。故如何考量其不同專業背景以作為選擇決策者(評選委員)之評估基礎，對整體專案選商決策的影響仍是值得進一步探討。再者，由於三種不同工程屬性的相對重要性判斷結果，與公開會議合議決定的權重分配結果有明顯之差異。由此可知，以公開會議取得決策共識雖然是較快的決策方式，但並非與每一

個決策者在獨立判斷上會有相同的結果。

4. 雖然傳統 AHP 方法及本研究提出的  $A^3$  方法於選商決策過程均比實際操作的簡單權重法方法較為繁複，且決策的邏輯判斷亦較複雜難瞭解，但在進行準則項目權重值的計算時，其判斷準則項目的相對重要性都是由決策者以獨立判斷方式所決定的，故其最後算得之權重值結果應較為客觀。
5. 本研究方法( $A^3$ )在本案例實證的應用中，經與傳統 AHP 方法相比較後，可得到以下三點決策效益：(1)  $A^3$  方法取代傳統 AHP 方法須對原決策者進行重新訪調的程序，可有效節省人時成本(在本案例中節省了 39%的人時成本)；(2)建構 PWMs 時在必須完成符合一致性要求之條件下， $A^3$  方法比傳統 AHP 方法可大量縮短時程(在本案例中縮短了 68%的時程)，可應用於解決較有時程限制之 MCDM 的選商決策問題；(3) $A^3$  方法是以原決策者初始判斷準則項目相對重要性尺度值為基礎，且最後的決策結果又較接近初始判斷的原意，故比傳統 AHP 方法能得到較佳的決策品質。
6. 無論如何，就本案例而言，本研究提出的  $A^3$  方法，實際應用在 MCDM 的選商決策問題時，需建立在第 4.2.4.3 小節之限制條件上，而如何發展自動化系統加速  $A^3$  方法在資料蒐集的時效，將是本研究未來繼續研究的重點之一(例如以網路式之多準則 群體決策支援系統模式 (Lu et al. 2005))。

雖然國內公共工程因為受到政府採購法相關法令的限制，並未將傳統 AHP 或以 AHP 為基礎之相關方法正式納入最有利標之 MCDM 選商決策方法中，但在過去的相關研究成果文獻均可證明 AHP 方法能有效解決 MCDM 之選商決策問題。本案例業主之承辦單位雖然亦受法令限制並未將本研究提出之  $A^3$  或傳統 AHP 方法真正實際應用於本案例之最有利標評選方式，但由於承辦單位及本案例評選委員之協助，足以讓本研究方法隨著本案例之執行而完成全部的操作程序，進而得到驗證，亦使本研究成果與貢獻得以呈現，因此筆者透過本案例之實證應用，提出以傳統 AHP 方法為基礎之決策方法須注意之事項，包括(1)實務應用上，AHP 層級架構不宜太多(最多三層)，且準則項目亦不宜超過 7 個以上；(2)對於不熟悉 AHP 方法之決策者，在進行訪調時，避免引導過程中影響決策者之判斷；(3)屬於整合型之專案工程，應特別注意不同專業決策者之選擇，以及群體決策過程造成之影響；(4)如何加速運算

及縮短重新訪調之時效是決策方法規劃時必須考量的問題。前述之研究成果與經驗的分享，希望能提供未來政府機關或私部門公司在 MCDM 選商決策上之參考，同時亦建議未來公共工程機關在辦理最有利標廠商評選時，承辦單位或評選委員在規劃評選項目層級架構及決定評選項目之權重值時，能多元考量不同決策方法對決策結果產生之正面的效益。



## 第五章 最有利標之標價評審模式及其實證應用

在目前實務的投標標單作業，一般招標機關會要求投標廠商依據投標總價、標單詳細表(即分項工程價格)及單價分析表(或資源統計表)等三個階層之標單結構進行報價。其中投標總價為廠商報價之總金額，為具有廠商簽章之標單文件首頁；標單詳細表階層為廠商所填報之各分項工程數量與單價，並以此算得分項工程之價格(數量乘以單價則為複價)，亦為未來得標廠商與業主辦理估驗計價請款之基本核算價格；至於單價分析表則為更詳細說明詳細表階層中各分項工程單價之估算依據(包括人、機、料等資源)(林俊昌、王維志 2002)。故就最有利標價格評審而言，除了投標總價部份外，詳細表階層之分項工程價格及單價分析仍是業主或最有利標評選委員必須評估或評量的重點，因為這三部分都是未來廠商與業主履約的重要依據。故本章旨在探討工程主辦機關在辦理最有利標廠商評選時，如何運用既有的標單結構型式，利用投標廠商之標價投標文件，提出一套公平、公正、公開且客觀之標價評審模式，並透過實際工程案例驗證該模式之可行性。

### 5.1 最有利標之標價評審模式

本研究提出之標價評審模式主要是運用電子標單型式，將廠商之投標價格轉換成為可量化評審之分數，並依據該評審分數之總得分最高者視為在標價部份之最有利者。本研究模式在標價量化的過程中，除了標單總價之評估外，亦首次將詳細表階層之分項工程價格納入評估，並考量分項工程數目繁多，動者數千項，故本模式的另一個重點即是藉由電子標單格式設定，透過廠商填報之電子標單資料，使其在開標評選同時，能快速參考業主及比對所有廠商之分項價格，進一步評估廠商報價之差異及其標價組成之合理性，模式發展及說明如下各小節。

#### 5.1.1 模式發展

本研究提之標價評審模式主要是參考價值效用之概念發展而來，即運用價格效用的概念，將廠商之投標價格轉換成等值之分數，以作為廠商標價評分或評估價格優劣(或合理性)之依據。在建構最有利標廠商標價之分數轉換模式時，主要將標價分成兩部分：(1)標單總價分數及(2)詳細表階層之分項工程價格分數。其總評分公式

如公式(5.1)所示。

$$S_{Bid} = W1 \times S_{T-p} + W2 \times S_{I-p} \quad (5.1)$$

其中： $S_{Bid}$  = 廠商投標標價總得分

$S_{T-p}$  = 投標總價得分分數

$S_{I-p}$  = 詳細表階層之分項工程價格得分分數

W1 = 投標總價之權重值

W2 = 詳細表階層分項工程價格之權重值

W1+W2=1。

有關本研究所提之標價評審模式發展如圖 5.1 所示，無論是總標價或分項工程價格分數之計算，其模式發展過程均包括權重分配、合理價格計算、價格-分數轉換及價格分數加總計算等四階段，各階段之發展內容概述如下。

1. 權重分配階段 — 此階段分別給予投標總價及詳細表階層部分所佔之權重值，該權重值得由業主(或決策者)依據專案工程的特性或分項工程所代表之重要性程度來決定。而權重分配的另一個涵意亦各別表示投標總價高低對於未來合約執行的關鍵程度及分項工程價格組成合理性判斷的重要性。例如投標總價部份之權重愈大，表示投標總價高低對於未來合約執行的關鍵程度比分項工程價格組成合理性較為重要。為使標價評審之公平性，並充分考量專案的特性與業主的需求，權重值之分配須先經由最有利標評選委員會於標案公告招標前或最遲於價格標開標前決定之。
2. 合理價格計算階段 — 導入合理價格之機制，主要在於考量每一位投標廠商對於填報投標價格的策略不同，對於履約風險評估的條件亦有所差異，故從業主的角​​度觀之，為能同時考量業主之預算(大部分由設計單位根據設計結果所編列，且為較保守之價格)及所有廠商之策略價格，且業主在短時間內無法真正評估所填報價格之真實性，以及歷史價格資料不足之情況下，每一位廠商之投標價格，都是為該專案工程條件之惟一可得的客觀數據。由於公式(5.1)已將廠商

之投標價格分成兩部分，故合理價格之計算亦分成合理總標價及各分項工程合理價格兩部分，每一部分合理價格的計算必須同時將業主之預算價格及所有投標廠商之價格按所定之權重大小進行合理換算，而該換算方式很多，故採用前亦必須由最有利標評選委員或業主決定之。

3. 價格-分數轉換階段— 此階段亦分成投標總價及分項工程價格之分數轉換模式，其主要是經由計算各廠商之價格比(即廠商投標價格與所算得合理價格之比) (價格比=廠商價格/合理價格)，再利用評選委員會事先合議所決定之價格-分數轉換系統，分別計算其投標總價及詳細表中各分項工程價格之轉換分數。其中分項工程部分，則依據其各分項工程之權重算得加權分數後，累計各分項工程價格之加權分數而得到詳細表階層之分項工程價格總分數。
4. 價格分數加總階段 — 最後階段乃將投標總價分數與詳細表階層之分項工程價格總分數依第 1 項原分配之權重及公式(5.1)，算得廠商標價之總得分，若以序位法為其評審方式時，則該總得分得作為評定序位之依據。

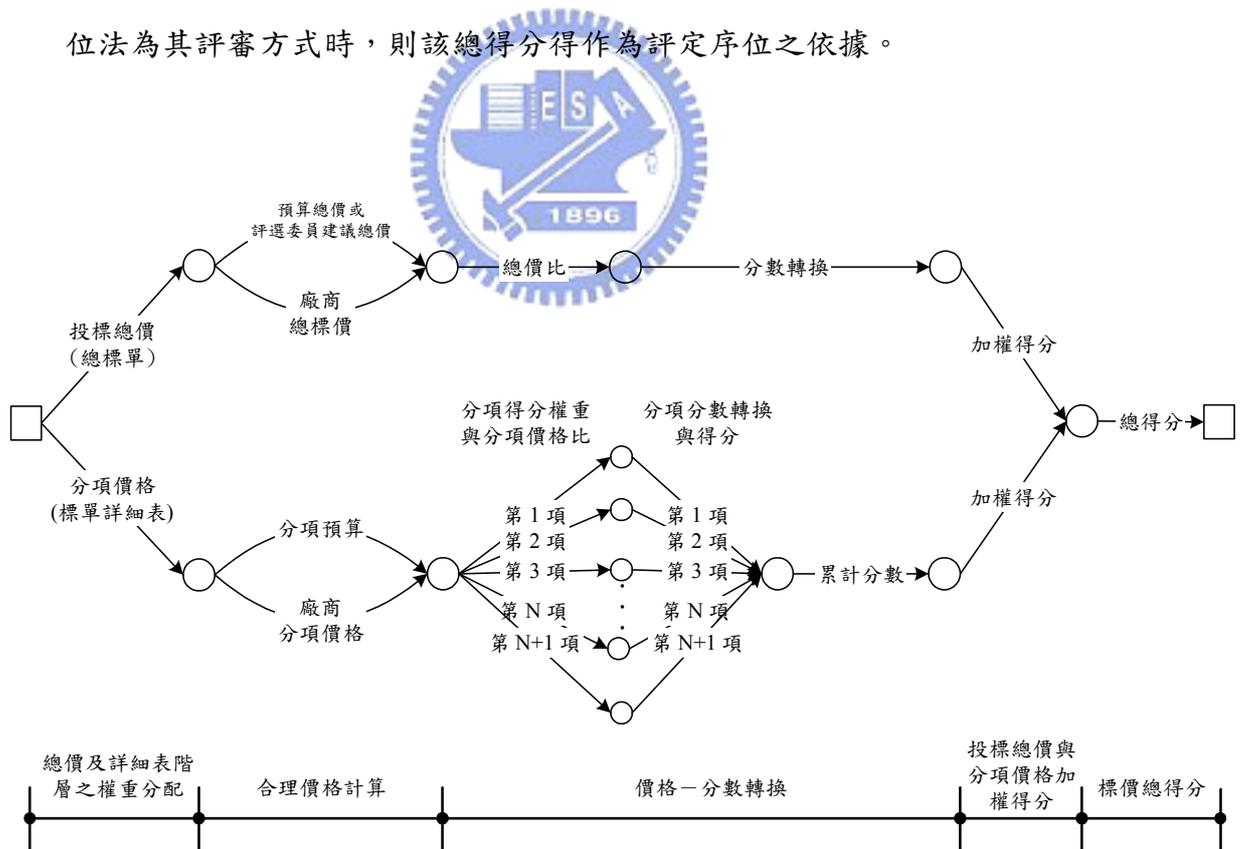


圖 5.1 本研究所提之最有利標標價評審模式

## 5.1.2 投標總價分數( $S_{T-p}$ )之計算

投標總價分數( $S_{T-p}$ )之計算，依序按第 5.1.1 小節先定義合理總標價、總價比及分數轉換系統等三部分，各部分之定義及其計算方式說明如下各小節。

### 5.1.2.1 合理總標價及其總價比

#### 1. 合理總價 ( $P_{mb}$ )

本模式提出之合理總價同時考量了業主之預算總價與廠商之標價，其定義如公式(5.2)所示。

$$P_{mb} = \alpha \times B_{T-p} + \beta \times C_{T-avg} \quad (5.2)$$

其中：

$B_{T-p}$  = 業主之預算總價。為招標單位針對每一個工程專案之需求及特性所編列之總預算，當業主訂有底價或評選委員建議價時，預算總價得以所訂之底價或評審委員之建議價代替（惟因最有利標案非以最低價為決標方式，是以一般不會另訂底價或建議價）。

$C_{T-avg}$  = 所有廠商之平均總價。得以所有廠商投標總價截去最高及最低總價後平均計算之，或以文獻中之 Danish 法計算(Purushottam 1980)。

$\alpha$  = 預算係數（或權重）； $\beta$  = 廠商平均總價係數（或權重）； $\alpha + \beta = 1$ 。

合理總價之計算主要是綜合考量業主預算金額及廠商報價金額。因為從公平合理的觀點，業主的預算金額是設計單位基於設計內容、建材需求等，在正常的市場消費機制下，可透過營建交易手法取得標之物之合理的金額，但為確保有廠商來投標，且廠商有一定之利潤，故該金額應該是較為保守的金額。而考量廠商的報價，主要是基於廠商才是未來的施作者，其所報金額除了反映其未來真正施作條件外，同時每一位廠商都有其策略，或利潤的考量，但在正常市場條件下，因有同業市場競爭壓力，廠商投標價格應該較預算甚低。故對業主而言，這些投標的考量只要在無不合理之情形，以及廠商的報價不超過預算金額，其價格應該可被接受的，業主

應無拒絕的理由。而導入預算系數( $\alpha$ )及廠商係數( $\beta$ )主要是從業主在考量其合理價格時，較偏重於預算條件或廠商投標條件，若業主或評估者認為專案的特性風險高，業主須掌握較明確之價格資訊，則可決定較高的 $\alpha$ 值；反之，業主希望藉由廠商之價格來反映真正市場的交易價格，則可決定較高的 $\beta$ 值。

除了公式(5.2)外，合理價格亦可將設計單位保守的預算金額視為廠商投標金額之一，並將其他投標廠商之投標金額一併納入計算平均價格，或以去頭去尾方式，或參考 Danish 法計算合理價格，然這些方式較無法顯示在計算合理價格時業主預算金額與廠商投標價格間的差異。無論如何，合理價格的計算方式，或公式(5.2)中廠商平均總價計算及 $\alpha$ 與 $\beta$ 值之決定應由評選委員會於開價格標前決定之，若評選委員會認為預算總價本身已趨合理，則 $\alpha$ 值愈大，但一般合理總價將界於預算總價與廠商平均總價之間。

## 2. 總價比 ( $R_{T-p}$ )

總價比主要作為廠商投標總價分數轉換之基準，例如第  $j$  家廠商之總價比 ( $R_{T-p}$ ) <sub>$j$</sub> ，定義為第  $j$  家廠商投標總價( $C_{T-p}$ ) <sub>$j$</sub> 與公式(5.2)之合理總價( $P_{mb}$ )之比值(如公式 5.3)。

$$(R_{T-p})_j = (C_{T-p})_j / P_{mb} \quad (5.3)$$

總價比為商投標總價分數轉換之水平座標軸，導入總價比主要是將廠商投標價格轉換成無因次之數值，並由該數值反映廠商投標價格之等值分數效益。

### 5.1.2.2 總標價分數轉換

#### 1. 價格分數轉換模式

本研究提出之投標總價分數轉換系統如圖 5.2 所示，橫座標為廠商之總價比，縱座標為在某總價比下所對應之分數。該價格分數轉換方式呈三角形，當廠商之投標總價等於合理總價時(即  $R_{T-p}=1.0$ )，分數最高，如圖 5.2 中  $Z_2$  等於 1.0 時， $S_2$  為最高分(例如 100 分)；當廠商之投標總價愈遠離合理總價時(即廠商之投標總價越低於合理總價，或越高於合理總價)，廠商總價之得分愈低；此模式的概念主要是

考量當廠商的投標價格越低時，雖然業主可用較低的價格與廠商完成合約交易，但所遭遇到的風險相對較高(因為廠商用較低的價格執行合約工作)。而當廠商的投標價格越高時，雖然廠商的利潤較高，業主風險較低，但業主須付出較高的價金。因此，為避免增加業主未來履約的風險，以及發生廠商投標價格高者所得到分數亦較高之情形，在價格分數的轉換上希望設有總價比之上、下限值，並訂有價格分數最低門檻分數，例如圖 5.2 中 Z3 及 Z1 分別為轉換系統總價比之上、下限值，當總價比小於 Z1 或大於 Z3 時，所得到之價格分數均視為 0 分(可間接解釋為小於下限值或大於上限值之投標價格，均視為業主不接受之價格)；而 S1 及 S3 分為總價比等於 Z1 及 Z3 時之對應分數(即最低門檻分數)，S1 與 S3 可訂為相同的數值，但須視業主在考量低標價之風險及高標價之接受度的相對條件而定。本模式採用 ”^” 三角形系統(而不採用梯形、圓形或其他較平滑曲線)主要是因為該模式之線性斜率值較大，較能明顯區分不同標價所對應分數之差異，此乃配合最有利標評選辦法第七條之「每一計分級距所代表之差異應明確」規定(最有利標評選辦法 2008)，尤其是採公告採購預算的標案，可以讓差距較少的投標價格得大較明顯的得分差距。

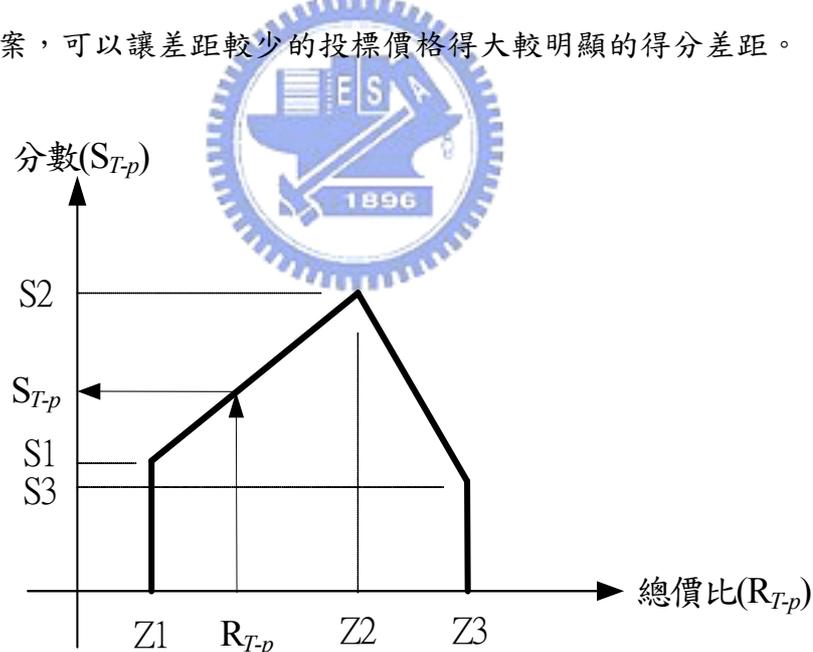


圖 5.2 投標總價之分數轉換系統

有關圖 5.2 中 Z1 (下限值) 及 Z3 (上限值) 之訂定攸關廠商標價最低門檻的得分分數，亦表示業主在總標價的評估上最大可接受的合約金額，故該數值應該有一套合理的決定方式。在下限值 Z1 方面，可參考過去歷史標案之決標資料或由各廠商實際投標之總價計算之，例如在台灣過去二年 (88 年 7 月 1 日至 90 年 6 月 30 日)

5 千萬以上全部公共工程案件之決標價除以預算之百分比最小值約為 46% (劉俊秀等人 2001)，以及過去法令一般認為標案之標比 (決標價除以底價) 低於 80% 者可能有降低品質之虞之情況下，合理之 Z1 值或應界於 0.46 與 0.8 之間。若根據各廠商之投標價設定下限，Z1 值可考慮定義為  $Z1 = (\text{公式}(5.3)\text{中之所有廠商平均總價} / \text{合理總價}) \times 0.8$ 。至於上限值 Z3 之訂定方面，由於在公共工程標案中，廠商投標總價一般不得高於預算總價，故建議之 Z3 值可定義為  $Z3 = \text{預算總價} / \text{合理標價}$ 。原則上，Z1、Z3、S1、S2 及 S3 都應由評選委員會於開標前事先決定之以維公平性，經此系統轉換後之分數即為廠商於投標總價所評得之分數。

## 2. 價格分數轉換公式

由圖 5.2 之價格分數轉換模式，本研究提出之廠商投標總價轉換後分數如公式 (5.4)~(5.7) 所示，其中 S1 與 S3 分別為總價比  $(R_{T-p})=Z1$  與  $Z3$  時所對應之最低門檻分數。

$$\text{當 } R_{T-p} < Z1, \quad S_{T-p} = 0 \quad (5.4)$$

$$\text{當 } Z1 < R_{T-p} < Z2, \quad S_{T-p} = S1 + \frac{S2 - S1}{Z2 - Z1} \times (R_{T-p} - Z1) \quad (5.5)$$

$$\text{當 } Z2 < R_{T-p} < Z3, \quad S_{T-p} = S2 - \frac{S2 - S3}{Z3 - Z2} \times (Z3 - R_{T-p}) \quad (5.6)$$

$$\text{當 } R_{T-p} > Z3, \quad S_{T-p} = 0 \quad (5.7)$$

### 5.1.3 詳細表階層之分項工程價格分數計算

本研究建議之詳細表階層之分項工程價格分數之計算如表 5.1 所示，其運算邏輯主要是以業主之分項工程預算價格 (等於單價乘以數量) 作為計算各分項工程計算權重之基準，並同時參考所有投標廠商所填報之價格計算分項工程合理價格，進而求得所有廠商於各分項工程之價格比，然後再透過價格與分數轉換系統，算得每一分項工程之價格分數，最後將各分項工程分數依其權重累計加總而成詳細表階層價格之分數。此模式因為一般專案工程之分項工程項目數量眾多，操作時須由廠商投標所附之電子標單來配合完成比對表 (如表 5.1)，各演算步驟如下各小節所述。

### 5.1.3.1 分項工程計分權重計算

考量分項工程計分權重之目的，主要是希望透過權重大小來評估分項工程對價格評量的重要性判斷，因為眾多的項目中，將以權重值大小作為不同分項工程計算分數的依據。而決定權重值的方法有很多，大部分概可區分為兩大類，一類為以分項工程之未來履約的重要性來判斷，另一類則是以分項工程金額多寡方式來計算。本研究考量一般專案工程分項工程之數目眾多（例如一般建築工程可能多達數千項（李建中、王維志 2001）），評斷各項目工程之重要性不易，故本研究直接以第二類方式（即以分項工程價格金額大小）作為計算權重之依據。計算標單中分項工程之權重值主要是以標單中之工程複價為準，例如以表 5.1 所示，第(1)至(6)欄為一般預算書中分項工程詳細表之格式，則第  $i$  項之分項工程價格計分權重( $W_s)_i$ 可由公式(5.8)計算而得。

$$(W_s)_i = \frac{m_i \times U_i}{\sum_{i=1}^{n+1} (m_i \times U_i)} \quad (5.8)$$

其中， $m_i$  及  $U_i$  分別為分項工程第  $i$  項之數量與單價，故該工項之複價為  $m_i \times U_i$ 。公式(5.8)之分母為從第 1 項至第  $n+1$  項之複價總和( $\sum B$ )，即：

$$\sum B = \sum_{i=1}^{n+1} (m_i \times U_i) \quad (5.9)$$

第 1 項至第  $n$  項均可明確定義且為履約執行之主要工項，而其他次要工項之總合（屬於附帶工項者，如勞安衛費用、管理費等）則列為最一項，稱為第  $n+1$  項。採以第  $n+1$  項之作法乃為減少分項工程評分項目之數目，且可將廠商之利管費等其他間接費用以此項方式表示，一併將該費用納入評估。

表 5.1 詳細表階層之分項工程價格分數計算彙整表

項次 i (1)	工程項目 Activity (2)	單位 unit (3)	數量 m <sub>i</sub> (4)	預算單價 U <sub>i</sub> (5)	預算複價 B <sub>i</sub> (6)=(4)*(5)	計分權重 (W <sub>s</sub> ) <sub>i</sub> (7)	廠商複價 C <sub>ij</sub> (8)	合理價格 (P <sub>b</sub> ) <sub>i</sub> (9)	價格比 (R <sub>b</sub> ) <sub>ij</sub> (10)=(8)/(9)	轉換分數 (T <sub>s</sub> ) <sub>ij</sub> (11)	得分 (S <sub>c</sub> ) <sub>ij</sub> (12)=(7)*(11)
1	A		m <sub>1</sub>	U <sub>1</sub>	m <sub>1</sub> ×U <sub>1</sub>	m <sub>1</sub> ×U <sub>1</sub> /ΣB	C <sub>1j</sub>	(P <sub>b</sub> ) <sub>1</sub>	(R <sub>b</sub> ) <sub>1j</sub>	(T <sub>s</sub> ) <sub>1j</sub>	(S <sub>c</sub> ) <sub>1j</sub>
2	B		m <sub>2</sub>	U <sub>2</sub>	m <sub>2</sub> ×U <sub>2</sub>	m <sub>2</sub> ×U <sub>2</sub> /ΣB	C <sub>2j</sub>	(P <sub>b</sub> ) <sub>2</sub>	(R <sub>b</sub> ) <sub>2j</sub>	(T <sub>s</sub> ) <sub>2j</sub>	(S <sub>c</sub> ) <sub>2j</sub>
·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
n	N		m <sub>n</sub>	U <sub>n</sub>	m <sub>n</sub> ×U <sub>n</sub>	m <sub>n</sub> ×U <sub>n</sub> /ΣB	C <sub>nj</sub>	(P <sub>b</sub> ) <sub>n</sub>	(R <sub>b</sub> ) <sub>nj</sub>	(T <sub>s</sub> ) <sub>nj</sub>	(S <sub>c</sub> ) <sub>nj</sub>
N+1	N+1	式	1	U <sub>n+1</sub>	1×U <sub>n+1</sub>	1×U <sub>n+1</sub> /ΣB	C <sub>(n+1)j</sub>	(P <sub>b</sub> ) <sub>n+1</sub>	(R <sub>b</sub> ) <sub>(n+1)j</sub>	(T <sub>s</sub> ) <sub>(n+1)j</sub>	(S <sub>c</sub> ) <sub>(n+1)j</sub>

$$\Sigma B = \sum_{i=1}^{n+1} m_i \times U_i$$

註：i 代表分項工程項目之項次，j 代表投標廠商。

### 5.1.3.2 各分項工程合理價格及其價格比

#### 1. 各分項工程合理價格計算

詳細表中各分項工程合理價格之計算方式與合理總價之計算方式相同，但為以茲區別，本研究將各分項工程之合理價格(P<sub>b</sub>)<sub>i</sub>以公式(5.10)表示。

$$(P_b)_i = p \times (B_{l-p})_i + q \times (C_{avg})_i \quad (5.10)$$

其中：(B<sub>l-p</sub>)<sub>i</sub> = 第 i 項之分項工程預算價格（即複價，如表 5.1 之第(6)欄）

(C<sub>avg</sub>)<sub>i</sub> = 第 i 項分項工程之廠商平均價格，係為所有廠商之價格捨去最高及最低價格後之平均值（或以前述 Danish 法計算）。

p 與 q 分別為分項工程之預算價格係數及廠商平均價格係數 (p+q=1)。其定義與前述公式(5.2)之α與β值相同，惟其所選取之數值不一定相同，甚至針對每一分項工程之考量時，經由業主或評審委員會之決議，亦可單獨決定不同之 p 與 q 值。

本模式採以複價（即單價乘以數量）而不直接以單價作為計算之基準，主要是建立在業主未提供明確之合約數量（即標單中之數量為空白，若有提供者數量者亦僅供參考），廠商在領取標單及圖說後，須重新算圖後再填入標單中之分項工程的數量欄位，故在計算其複價時，均以廠商各自所填寫之數量及單價為基準。另外在統包工程（設計與施工併成同一標案）的標案中，由於各廠商對於各分項工程之數量估算差異極大，甚至有些僅提列其複價，故以複價作為合理價格計算之基礎應較為客觀。但在一些標案中，若業主之標單中已明確載明分項工程之數量（此為未來履約之數量），則廠商之投標僅只有單價之變數，故公式(5.8)~(5.10)可直接以分項工程之單價來計算。

## 2. 各分項工程價格比計算

各分項工程之價格比之目的與第 5.1.2.1 小節中之總價比相同，都是作為價格分數轉換之依據。故在針對每一家投標廠商各分項工程價格進行分數轉換前，須先計算各分項工程之價格比。例如某  $j$  廠商之第  $i$  項之分項工程價格比  $(R_b)_{ij}$  為  $j$  廠商之第  $i$  項工程價格  $(C_{ij})$  與第  $i$  項工程合理價格  $((P_b)_i)$  之比值，其表示式如公式(5.11)所示。

$$(R_b)_{ij} = C_{ij} / (P_b)_i \quad (5.11)$$

### 5.1.3.3 分項工程價格分數轉換

分項價格分數轉換模式主要分成兩種：(1)梯形模式（如圖 5.3）及(2)三角形模式（如圖 5.4）。在梯形模式部分，本研究係參考 Yang 及 Wang (2003)所提出之模式，主要係考量廠商所填報之各分項工程之價格剛好均等於該分項工程之合理價（即價格比=1.0）的機率非常低，故採用梯形方式，即只要廠商之分項工程價格比在圖 5.3 中之 X2 與 X3 之間時，其價格轉換分數  $((T_s)_i)$  相同且分數最高，而此模式之概念在於當廠商之分項價格在某一特定範圍時，均認為其未來的履約成效可達到預期相同的工程品質。而一般梯形模式則建議使用在分項工程預算金額未公開之條件下為之，因為廠商在未知預算金額時，對於各分項工程之風險與利潤考量的空間較大，變異性亦較高，故採用反映價格較小之梯形模式。另在三角形模式部分，則是延續

前節之總標價評審方式，但因為該模式較能反映出價格上之差異，故較適用運用在分項工程預算價格公開之案件（因為廠商之報價可能會考量以較接近合理價格來取得高分，故應採用較能反映出價格差異之模式）。無論採用梯形模式或三角形模式，應由評選委員會於價格開標前決定之。梯形模式與三角形模式之差別在於梯形模式之分項工程價格比  $(R_b)_i$  換言之，在考量每一家廠商之管理方式不同，分項工程填報價應有所差異，若廠商填報在某一價格比範圍內時，應可達到預期的成效。三角形模式之邏輯與投標總價之分數轉換模式（如圖 5.2）相同，即價格比  $(R_b)_i = X2 = X3 = 1.0$  時，其相對應之價格分數最高，餘則分數漸低。此外，在評估分項工程價格分數轉換時，同第 5.1.2.2 小節之說明，為降低業主之風險及避免高價格得高分之情形，仍設有上、下限值之分項工程價格比所對之最低門檻分數（即圖 5.3 及圖 5.4 中廠商之分項工程價格比小於  $X1$  或大於  $X4$  時，其該分項工程價格分數均為 0 分），惟為考量本價格分數轉換模式係運用在項目眾多之分項工程，故對於統一適用之上下限值之設定範圍會較大，例如可由 Yang 及 Wang (2003) 原文獻中的 0.6~1.0 調整到 0.5~1.5 間。同樣地，為維公平及透明化， $X1$ 、 $X2$ 、 $X3$ 、 $X4$ 、 $Y1$  及  $Y2$  應由評選委員會於開價格標前決定之。

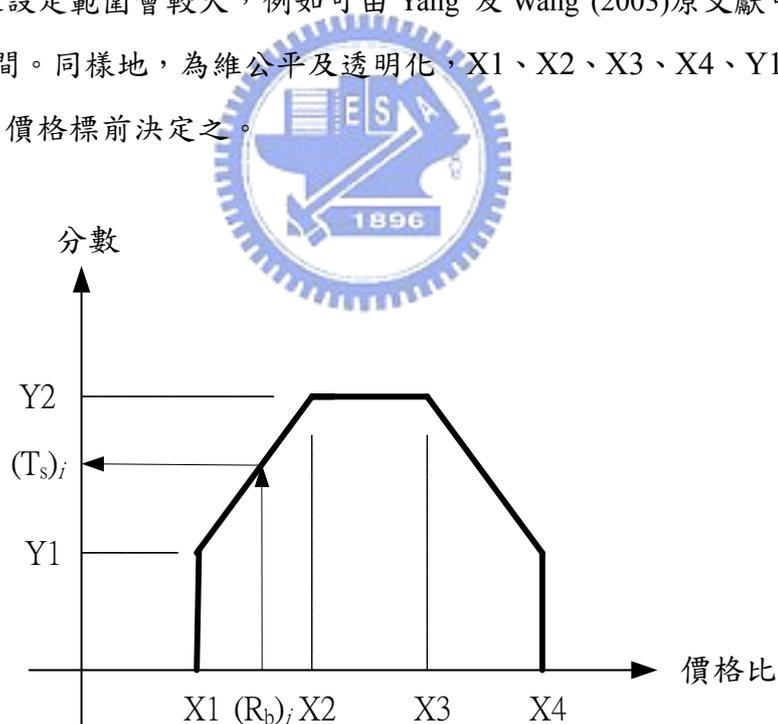


圖 5.3 標單詳細表中分項工程之梯形價格分數轉換模式

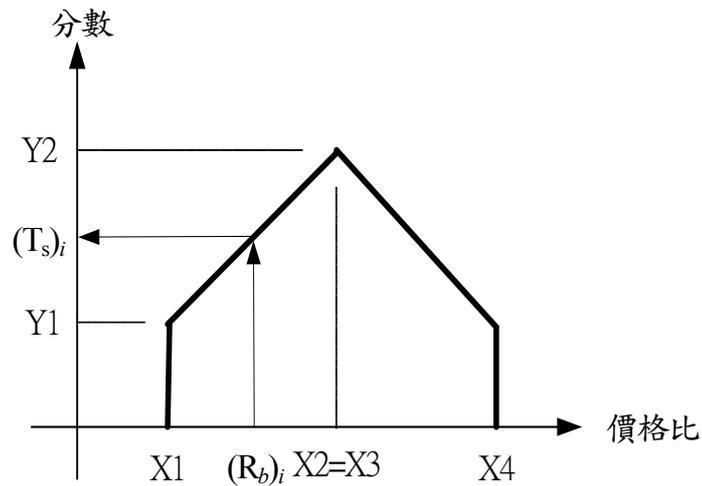


圖 5.4 標單詳細表中三角形價格分數轉換模式

#### 5.1.3.4 分項工程價格得分計算

經由前述將各分項工程價格轉換之分數  $((T_s)_{ij})$  乘以該分項工程之計分權重  $((W_s)_i)$  即為該分項工程之分數，累計各分項工程之分數即為詳細表階層之分項工程價格得分。以表 5.1 為例，第  $j$  家廠商詳細表階層之分項工程價格分數  $(S_{I-p})_j$ ，定義如公式(5.12)所示。

$$(S_{I-p})_j = \sum_{i=1}^{n+1} [(T_s)_{ij} \times (W_s)_i] \quad (5.12)$$

#### 5.1.4 標價總得分計算

是以第  $j$  家廠商投標標價之總得分計算為例，則可表示成公式(5.13)。其中，總價分數  $(S_{T-p})_j$  及分項價格分數  $(S_{I-p})_j$  可分別由第 5.1.2 及 5.1.3 節計算出。

$$(S_{Bid})_j = W1 \times (S_{T-p})_j + W2 \times (S_{I-p})_j \quad (5.13)$$

#### 5.1.5 模式假設及其操作注意事項

當本研究提出之標價評審模式進行實務操作時，為秉持公共工程採購之公平、

公正、公開原則，進而提升採購之效率，業主除了招標文件必須事先備妥格式一致之標單磁片外，程序上仍須注意下列各項：

1. 本模式係假設廠商在填寫標單時，標單中分項工程數量須由投標廠商自行算圖後填入估算之數量，故在計算分項工程之權重及進行價格轉換分數時，均採用廠商所填報之複價(即數量乘以單價)為基準；若業主所公告之空白標單中已載明合約分項工程數量時(即廠商僅填入單價)，則在計算分項工程之權重及進行價格轉換分數時，可直接以廠商之分項工程單價進行計算與評分。
2. 本模式在進行分項工程價格分數轉換時，假設每一分項工程均適用同一種價格分數轉換模式(梯形或三角形)，即不受分項工程屬性的不同而設定其不同轉換模式及其上下限分數門檻值。換言之，假設每一分項工程價格轉換分數上下限門檻值之變異數均相同。
3. 招標前評審模式之審定 — 依據「採購評選委員會組織準則」第三條第一項之規定，評選委員會應於招標前完成招標文件之評選項目、評審標準及評定方式之訂定或審定。故在招標公告前，本研究建議之標價評審模式之架構應先經由評選委員會審定。
4. 評審前重要參數之決定 — 為避免因參數之洩露而影響招標之公平性，本模式所採用之重要計算公式及參數(包括  $W1$ 、 $W2$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $p$ 、 $q$ 、 $Z1$ 、 $Z3$ 、 $S1$ 、 $S2$ 、 $S3$ 、 $X1$ 、 $X2$ 、 $X3$ 、 $X4$ 、 $Y1$  及  $Y2$  等)，應儘量在廠商評選當天且廠商價格封拆封前定之。
5. 公告標單電子檔之邀交方式 — 一般的採購標案業主僅會要求投標廠商提送業主製定格式的書面標單，但為能明確且快速計算投標廠商詳細表層之分項工程價格分數，務必要求廠商除了標單書面資料外，亦必須提送標單電子檔案以利作業。
6. 事先撰寫評審之電腦程式 — 由於一般於廠商評選當日才拆封廠商之標價，再加上評選時間急促(一般只有半天或一天時間)，業主應事先撰寫好評審之電腦程式，以縮短評審時間。

## 5.2 最有利標標價評審之實證應用

本案例為一個國內實際的工程標案在採用最有利標決標之選商決策時，採用本研究提出之標價評審模式進行投標廠商價格評審之案例。應用過程中，除了業主承辦單位必須遵循的相關採購法規及程序外，所有評審作業均於廠商價格開標日當日完成，並完成最有利標廠商之評選。本章節謹就本案例之工程特性、標價評審模式之實際應用過程、投標廠商標價評審結果及其權重系數的敏感度分析等進行探討，以利作為公部門或私人公司業主爾後辦理選商決策及標價評審時之參考。

### 5.2.1 案例背景說明

#### 5.2.1.1 工程特性

本案例為類似半導體廠房潔淨室及廠務特殊系統工程之最有利標選商決策實例，業主為國內某財團法人之研究機構。本案例採公告預算方式辦理招標，預算上限為新臺幣 3,200 萬元，履約期限為 180 天，決標方式採價格納入評選之最有利標方式決標，廠商之投標總價高於公告預算金額者，不為最有利標之決標對象。本案例之任務需求是將於南部科學園區內之標準廠房，依使用單位之需求擴建成為可進行半導體元件實驗研究用之實驗室。既有建築物之總樓地板面積約 2,880 平方公尺，廠房因為是由管理局已完成之既有標準廠房，故其建築物之土建工程及一般機電 (MEP) 工程均已施作完成。使用單位於進駐南部科學區後，為使原標準廠房能經由潔淨室工程內裝及廠務特殊系統工程之施作後能符合實驗室使用需求，故將遴選以潔淨室相關設施或設備為主之機電系統廠商，完成該廠房之潔淨室工程、廠務特殊系統工程及部分一般機電工程(潔淨室空調及弱電系統)之設計與施工。

#### 1. 機電系統需求特性

以機電系統為主之半導體廠房工程一直是從業人員（包括業主、建築師、工業工程師及施工廠商）面臨建廠的重要挑戰，亦是專案成功的重要關鍵，因為半導體廠房工程中，除了建築物之一般水電與空調等機電工程外，供應製程使用需求之潔淨室及廠務特殊系統工程是造成整體廠房施工成敗的主要關鍵。一般所稱之潔淨室及廠務特殊系統工程依功能區分主要的類別包括：供應製程需求系統、製程環境控

制系統、供應製程機台運轉系統、製程排放處理系統、中央監控系統及工業安全系統等六大系統工程，各系統之細部系統功能分類概如圖 5.5 所示。此外，再依建築物的功能需求配置及其系統管線工程之供需要求，其各系統工程功能特性概念圖如圖 5.6 所示。由於供應端（廠務區）與製程區之使用端（潔淨室）因為分屬在不同的建築物內（供應端在廠務棟，CUB；使用端在生產棟，FAB），各系統工程之施工界面問題成了機電工程施工要求的重點，特別是這些特殊系統與土木工程及一般機電工程之施工界面問題中在於微震問題、潔淨室內裝、管線配置及穿牆（潔淨室）、大型設備基座與設備進場安裝等所衍生之關聯性界面（黃文賢等 2003）。

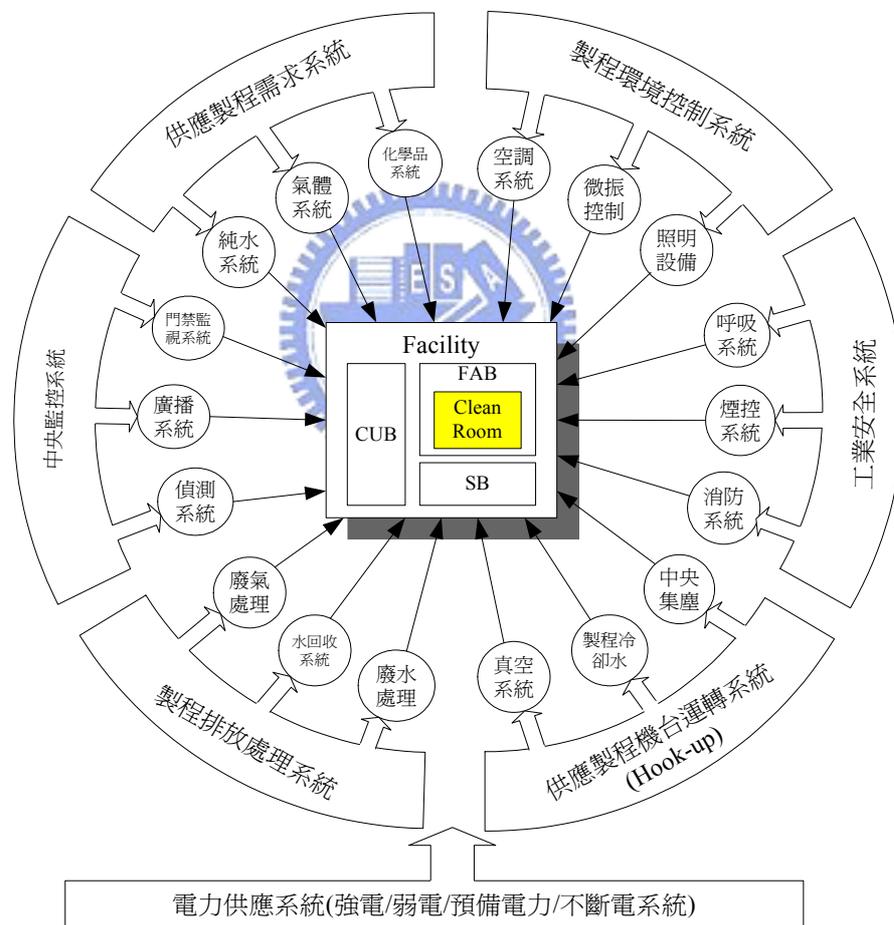


圖 5.5 半導體廠房機電系統工程分類說明

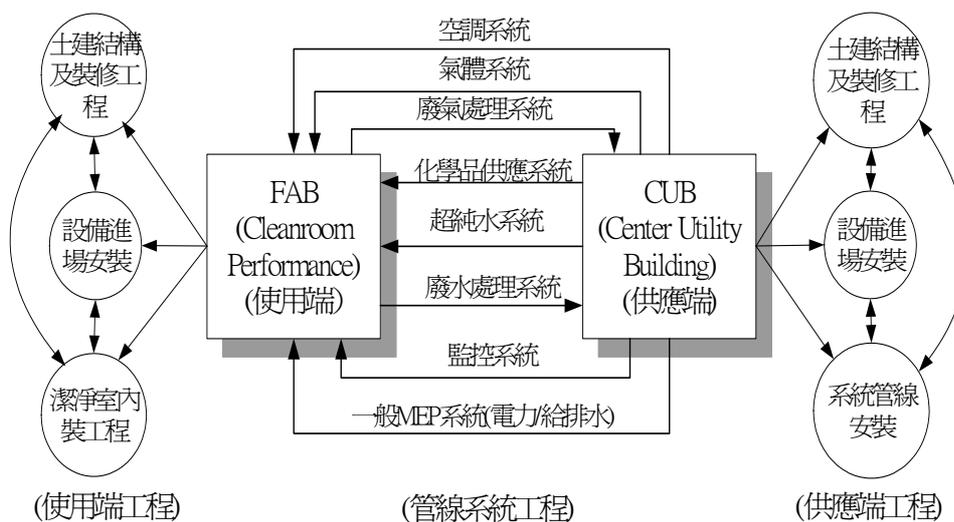


圖 5.6 半導體廠房潔淨室及廠務特殊系統工程供需功能特性概念圖

## 2. 設計重點

由於本工程主要是將既有的標準廠房改建及增設機電設施使其達到使用需求，但因為建築結構及空間配置均已完成，大部分的設計施工條件必須遷就現場已完成之設施，故本案例工程在現場既有建築空間條件限制下，仍須依半導體廠房之基本設計需求，完成潔淨室及機電各系統工程(含設備)之設計與施工。因此，本案例設計上的重點主要包括下列各項：

- (1) 潔淨室為一個完整的使用空間，潔淨等級為 10,000 級 (但局部微小空間未來可規劃為等級較高之 100 級或 10 級)，並透過穩定的氣流來達到潔淨條件。
- (2) 潔淨室環境主要透過吹塵(air shower)、傳遞箱(passing box)及內裝氣密條件，使其減少環境的污染。
- (3) 因空間高度受限，系統管線的規劃及二次配施工必須考量未來使用機台進台安裝及研究實驗製程功能之彈性化。
- (4) 氣體、化學品、超純水及其他等供應系統之設計除了需滿足安全性之要求外，亦需考量研究實驗使用之便利性及未來之擴充性。
- (5) 因為各空間受限於現有建築結構及既有設施，故所有管線之規劃設計與施工均需充分標示清楚，尤其是在管線交叉及轉換處，更應避免複雜設計與施工而影響使用空間及安全管控的要求。

### 5.2.1.2 工程合約型式

在招標策略及其合約型式上，因為本案例屬於廠務設施之機電系統工程，施工期限短，但對於使用需求及營運維護管理相當重要，業主為避免分包太多造成工程界面衝突而影響工期，以及對未來營運維護工作避免因為系統界面複雜而造成系統維護管理上的困擾，故將潔淨室內裝工程、廠務特殊系統工程及部分的一般機電工程等三部分之設計與施工合併為一個標案（即為一個整合型的工程合約），由一個具有設計與施工經驗的統包商統籌負責，其工作範圍主要包括：(1) 潔淨室內裝工程之設計與施工；(2) 公共設備系統工程（包括製程真空、壓縮空氣、製程冷卻水、廢氣處理、監控系統）之設計與施工；(3) 氣體系統工程之設計與施工；(4) 超純水系統工程之設計與施工；(5) 廢水處理系統工程之設計與施工；(6) 一般機電工程（包括電力、弱電、衛生器具給排水、消防、空調系統等）之設計與施工。除此之外，在未來保固方面，施作廠商亦須確保完工後一年之系統穩定營運保固責任。

## 5.2.2 基本參數及作業程序

### 5.2.2.1 基本參數之決定



本案例係依據政府採購法及其相關子法之規定，於公告招標前由評選委員會決議最有利標評選之項目及其評選辦法，並將價格納入評選，且同意將價格之評選項目分成投標總價及詳細表階層之分項工程價格兩個子項目，並針對這 2 個子項目按第 5.1 節提出之模式，確認其權重分配( $W_1$ 、 $W_2$ )、計算合理價格之預算與廠商價格係數值( $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $p$ 、 $q$ )及價格分數轉換系統等參數（如表 5.2 所示），其中考量投標總價與分項工程價格具有相同之重要性，故取  $W_1=W_2=0.5$ ，且在計算合理價格時，將業主的預算金額與廠商之報價視為相同重要，故取  $\alpha = \beta = p = q = 0.5$ ，惟在計算合理價格時所採用之廠商平均價格，則以去頭截尾後所得之平均值為準。在價格分數轉換方面，則以對稱三角形為投標總價分數之轉換模式，而每一項之分項工程價格分數轉換，則以對稱梯形為準，相關轉換係數值亦如表 5.2 所示。

表 5.2 本案例經評選委員會決議之標價評審重要參數

項 目	決定之參數值
投標總價權重(W1)	0.5
詳細表階層權重(W2)	0.5
總預算係數值( $\alpha$ )	0.5
廠商投標總價係數值( $\beta$ )	0.5
分項工程預算係數值( $p$ )	0.5
分項工程廠商價格係數值( $q$ )	0.5
投標總價分數轉換參數 ( $Z1=0.6, Z2=1.0, Z3=1.4,$ $S1=S3=50, S2=100$ )	
詳細表中分項工程價格分數 轉換採用之模式及參數 (採梯形模式, $X1=0.5,$ $X2=0.9, X3=1.1, X4=1.5,$ $Y1=50, Y2=100$ )	

### 5.2.2.2 實務操作程序

本研究所提最有利標標價評審模式之實務操作程序如圖 5.7 所示。左側為投標總價分數計算，右側為詳細表階層之分項工程價格分數計算，中間圓形部分則為操作過程中業主或評選委員必須進行決策之程序，其決策內容包括兩子項目權重值分配、計算合理價格時所需之預算係數(或廠商價格係數)及在進行價格分數轉換時之轉換模式及其參數，最後再進行標價總得分計算，或以序位法來評定廠商標價之序位。

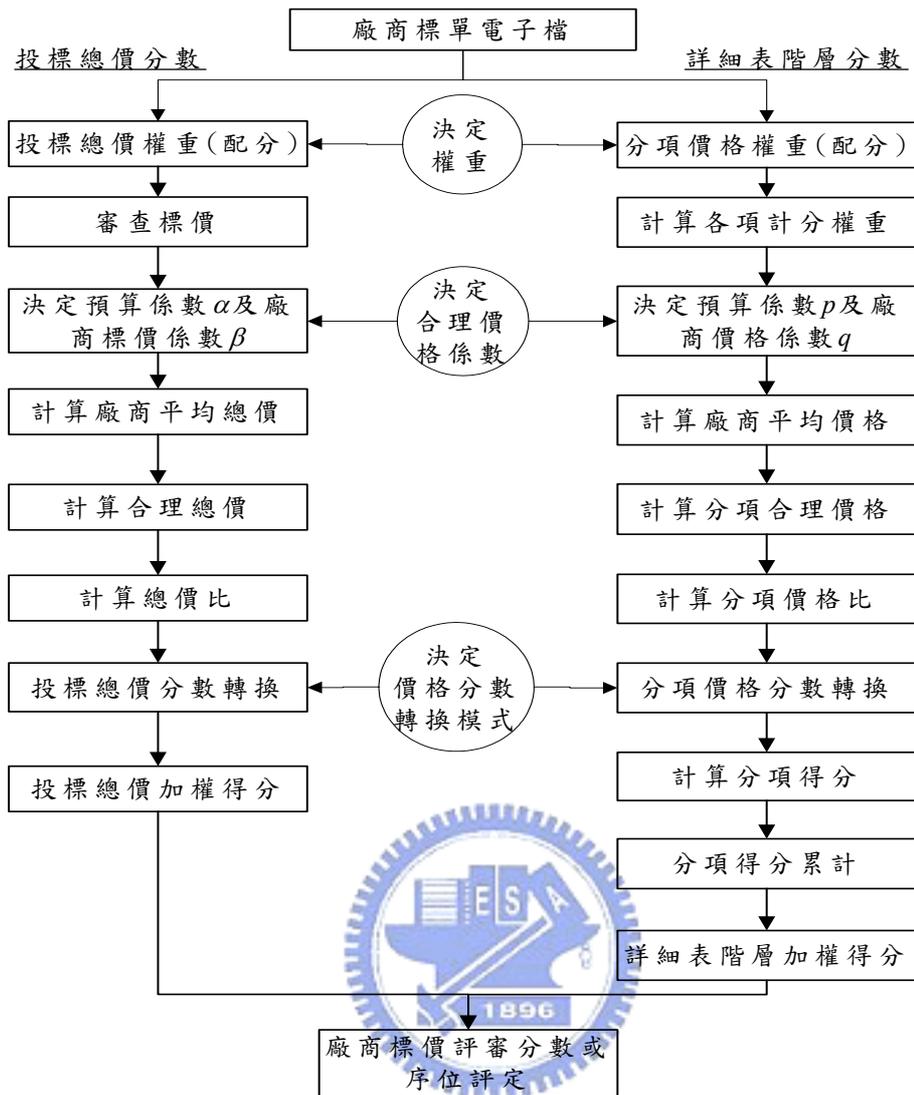


圖 5.7 本研究提出之最有利標標價評審模式實務操作程序

### 5.2.3 標價評審結果

本案例共有甲、乙、丙、丁、戊、己等六家廠商投標，就價格而言，甲、乙、丙、丁四家廠商之投標總價均未超過承辦單位之公告預算金額，故可為最有利標之決標對象，而戊與己兩家廠商之投標金額已超過公告預算金額，除了價格分數不為評審外，亦確定不為本標案之決標對象(投標須知中已載明)。有關各廠商之投標總價分數、詳細表階層之分項工程價格分數及最後標價總評分之計算結果分別概述如下各小節。

### 5.2.3.1 投標總價分數計算

六家廠商之投標總價及其評審分數計算結果如表 5.3 所示，由表中可知，當業主事先公佈預算金額時，甲、乙、丙、丁四家廠商在希望取得標案時具有較佳之利潤，其投標總價均很接近公告之預算金額，彼此間之標價差異不大，但導入預算係數 $\alpha$ 及廠商標價係數 $\beta$ 所算得之合理總價（約 3,139 萬元）後，可得到丙廠商之投標總價分數為最高（99.67 分），甲廠商之分數次之（99.08 分）；乙廠商之標價最低，但其分數亦為最低（96.31 分）；而甲廠商之標價雖然最高，但所得到之分數與最高分之差異很小。

表 5.3 本案例各廠商投標總價分數計算結果

項 目 (1)	公告預算 金額 (2)	投 標 廠 商					
		甲廠商 (3)	乙廠商 (4)	丙廠商 (5)	丁廠商 (6)	戊廠商 (7)	己廠商 (8)
投標總價	32,000,000	31,986,000	30,525,414	31,800,000	31,250,000	33,300,500*	59,832,108*
去頭截尾平均 總價	-	31,390,354					
合理總價係數	$\alpha = 0.5$	$\beta = 0.5$					
合理總價	31,695,177 (=0.5 ×32,000,000 + 0.5 ×31,390,354)						
總價比	-	1.009	0.963	1.003	0.986	※	※
投標總價分數	-	99.08	96.31	99.67	98.60	※	※

備註：\* = 投標總價超過公告預算。※ = 不計算分數值。

### 5.2.3.2 分項工程價格分數計算

本案例屬於統包工作，所列詳細表階層之分項工程主項目共歸納有 9 項，投標廠商之各分項工程價格分數計算結果彙整如表 5.4(1/2~2/2)所示。雖然戊廠商與己廠商之投標總價已超過公告預算金額，但不影響詳細表中各分項工程價格分數之計算，本研究為比較其分項工程價格之差異性，故仍將此兩家廠商之分項工程價格一併納入分數之計算。表中顯示之計算結果包括各分項工程價格之計分權重、廠商各分項工程報價平均值、各分項工程合理價格、各廠商之分項工程價格比、各廠商之分項工程得分，以及各廠商詳細表階層之累計分數。由最後結果顯示，丙廠商之累

計得分最高 (98.74 分)，甲廠商次之 (94.76 分)，己廠商的分數最低 (僅 59.99 分)。

表 5.4 本案例各廠商分項價格分數計算彙整表(1/2)

項次 (1)	項目名稱 (2)	單位 (3)	數量 (4)	預算單價 (5)	預算複價 (6)=(4)×(5)	計分 權重 (7)	廠商投標價格							合理價格 (15)
							甲廠商 (8)	乙廠商 (9)	丙廠商 (10)	丁廠商 (11)	戊廠商 (12)	己廠商 (13)	去頭截尾 平均值 (14)	
1	潔淨室工程	式	1	7,520,000	7,520,000	0.235	6,970,206	8,990,292	7,000,000	7,218,305	8,009,000	8,640,000	7,716,826	7,618,413
2	廢氣系統	式	1	2,300,000	2,300,000	0.072	2,292,941	1,720,000	2,280,000	2,116,380	2,700,000	2,880,000	2,347,330	2,323,665
3	廢水系統	式	1	1,520,000	1,520,000	0.048	1,076,324	1,930,000	1,600,000	1,105,000	1,430,000	880,000	1,302,831	1,411,416
4	製程冷卻水系統	式	1	1,350,000	1,350,000	0.042	1,311,761	692,524	1,360,000	508,640	1,453,000	930,000	1,073,571	1,211,786
5	純水系統	式	1	2,260,000	2,260,000	0.071	1,589,563	2,660,000	2,300,000	2,110,000	3,000,000	5,290,000	2,517,500	2,388,750
6	高真空系統	式	1	300,000	300,000	0.009	232,206	270,400	830,000	275,000	400,000	280,000	306,350	303,175
7	氣體系統	式	1	4,135,000	4,135,000	0.129	4,365,935	2,459,979	4,250,000	6,499,000	2,800,000	17,930,000	4,478,734	4,306,867
8	一般機電工程	式	1	10,600,000	10,600,000	0.331	10,985,860	9,336,390	9,970,000	8,967,411	13,508,500	14,230,000	10,950,188	10,775,094
9	其它費用	式	1	2,015,000	2,015,000	0.063	3,161,204	2,465,829	2,210,000	2,450,264	-(a)	8,772,108	2,571,824	2,293,412
	合計			32,000,000	32,000,000	1.000	31,986,000	30,525,414	31,800,000	31,250,000	33,300,500	59,832,108		

(a)：未填此項費用。

表 5.4 本案例各廠商分項價格分數計算彙整表(2/2)

項次 (1)	項目名稱 (2)	廠商分項價格分數轉換												詳細表階層各項價格之得分					
		甲廠商		乙廠商		丙廠商		丁廠商		戊廠商		己廠商		甲廠商	乙廠商	丙廠商	丁廠商	戊廠商	己廠商
		價格比 (16)	分數 (17)	價格比 (18)	分數 (19)	價格比 (20)	分數 (21)	價格比 (22)	分數 (23)	價格比 (24)	分數 (25)	價格比 (26)	分數 (27)	= (7)×(17)	= (7)×(19)	= (7)×(21)	= (7)×(23)	= (7)×(25)	= (7)×(27)
1	潔淨室工程	0.915	100.0	1.180	89.99	0.919	100.0	0.947	100.0	1.051	100.0	1.134	95.74	23.50	21.15	23.50	23.50	23.50	22.50
2	廢氣系統	0.987	100.0	0.740	80.03	0.981	100.0	0.911	100.0	1.162	92.26	1.239	82.57	7.19	5.75	7.19	7.19	6.63	5.93
3	廢水系統	0.763	82.82	1.367	66.57	1.134	95.74	0.783	85.36	1.013	100.0	0.623	65.44	3.93	3.16	4.55	4.05	4.75	3.11
4	製程冷卻水系統	1.083	100.0	0.571	58.94	1.122	97.21	0.420	0.00	1.199	87.62	0.767	83.43	4.22	2.49	4.10	0.00	3.70	3.52
5	純水系統	0.665	70.68	1.114	98.31	0.963	100.0	0.883	97.91	1.256	80.51	2.215	0.00	4.99	6.94	7.06	6.91	5.69	0.00
6	高真空系統	0.766	83.24	0.892	98.99	2.738	0.00	0.907	100.0	1.319	72.58	0.924	100.0	0.78	0.93	0.00	0.94	0.68	0.94
7	氣體系統	1.014	100.0	0.571	58.90	0.987	100.0	1.509	0.00	0.650	68.77	4.163	0.00	12.92	7.61	12.92	0.00	8.89	0.00
8	一般機電工程	1.020	100.0	0.866	95.81	0.925	100.0	0.832	91.53	1.254	80.79	1.321	72.42	33.13	31.74	33.13	30.32	26.76	23.99
9	其它費用	1.378	65.20	1.075	100.0	0.964	100.0	1.068	100.0	0.00	0.00	3.825	0.00	4.11	6.30	6.30	6.30	0.00	0.00
	合計													94.76	86.06	98.74	79.21	80.59	59.99

註：1. 計分權重= 預算複價 / 預算複價總和。 2. 價格比 = 廠商價格 / 合理價格。

3. 合理價格=  $P \times$  預算價格+  $q \times$  廠商價格去頭截尾平均值( $p=0.5, q=0.5$ )。

### 5.2.3.3 廠商標價及最有利標最終評審結果

本案例之標價評審結果如表 5.5 所示，經加權計算後，丙廠商之投標總價與詳細表階層之分項工程價格兩項加權後之總評分為最高（99.2 分），甲廠商次之（96.9 分），第三為乙廠商（91.2 分），第四為丁廠商（88.9 分），而戊、己廠商因投標總價超過公告預算金額雖不評定總分，但從分項工程價格加權分數來看，其標價評審結果仍是較差者。此外，若本案例之評選方式改採序位法時，評選委員亦可依據表 5.5 之結果按廠商總得分之高低評定廠商標價之序位名次。

本案例依據所提標價模式之執行結果，併同其他評選項目（如工業安全、環保與節能、技術與品質、介面整合與協調、過去履約績效）之評審後，最後最有利標評選結果丙廠商之加權總得分為高（為 91.17 分），丁廠商之加權總得分次之（為 87.11 分），第三名為乙廠商（加權總得分為 83.74 分），由丙廠商獲選為最有利標得標廠商。由此結果發現，雖然丁廠商的價格分數是這四家廠商中最低分者，但經其他評選項目評審後，丁廠商最後的總排名變成第二名。

表 5.5 本案例廠商投標價格評審結果

投標廠商 (1)	項 目 (2)	權 重 (3)	評審結果		
			分數 (4)	加權得分 (5)=(3)×(4)	標價 總得分 (6)
甲廠商	投標總價	0.5	99.08	49.54	96.9
	分項價格	0.5	94.76	47.38	
乙廠商	投標總價	0.5	96.31	48.16	91.2
	分項價格	0.5	86.06	43.03	
丙廠商	投標總價	0.5	99.67	49.84	99.2
	分項價格	0.5	98.74	49.37	
丁廠商	投標總價	0.5	98.60	49.30	88.9
	分項價格	0.5	79.21	39.61	
戊廠商	投標總價	0.5	*	*	※
	分項價格	0.5	80.59	40.30	
己廠商	投標總價	0.5	*	*	※
	分項價格	0.5	59.99	30.00	

備註：\* 投標總價超過公告預算金額，不予評定總價分數。

表 5.6 本案例最有利標評選結果

廠商	評選項目	權重	評選委員評分後之加權得分						平均 得分	平均 總得分	名次	
			A	B	C	D	E	F				
甲廠商	規格	工業安全	0.10	7.50	9.00	7.50	7.50	7.00	8.00	7.75	82.46	4
		環保與節能	0.10	8.50	9.00	8.50	8.00	7.50	8.00	8.25		
		技術與品質	0.40	32.00	34.00	32.00	30.00	28.00	32.00	31.33		
		介面整合與協調	0.10	8.00	7.50	7.50	8.00	7.00	8.00	7.67		
		過去履約績效	0.10	8.00	8.50	8.00	9.00	7.00	8.00	8.08		
	價格	廠商投標價格	0.20							19.38		
乙廠商	規格	工業安全	0.10	8.50	9.00	8.00	8.50	7.00	8.50	8.25	83.74	3
		環保與節能	0.10	8.00	9.00	8.50	7.50	7.00	8.00	8.00		
		技術與品質	0.40	36.00	36.00	32.00	32.00	26.00	32.00	32.33		
		介面整合與協調	0.10	9.00	9.00	8.00	9.00	7.00	9.00	8.50		
		過去履約績效	0.10	8.50	9.00	8.50	9.00	7.00	8.50	8.42		
	價格	廠商投標價格	0.20							18.24		
丙廠商	規格	工業安全	0.10	8.50	9.00	8.00	8.50	9.00	9.00	8.67	91.17	1
		環保與節能	0.10	8.50	9.00	8.00	9.00	9.00	9.00	8.75		
		技術與品質	0.40	36.00	38.00	34.00	36.00	36.00	36.00	36.00		
		介面整合與協調	0.10	8.50	9.00	8.50	9.00	9.00	9.00	8.83		
		過去履約績效	0.10	9.00	9.50	8.50	9.50	9.00	9.00	9.08		
	價格	廠商投標價格	0.20							19.84		
丁廠商	規格	工業安全	0.10	9.00	9.50	9.00	8.50	8.00	8.50	8.75	87.11	2
		環保與節能	0.10	9.00	9.50	9.00	8.00	8.00	8.50	8.67		
		技術與品質	0.40	36.00	38.00	34.00	34.00	30.00	36.00	34.67		
		介面整合與協調	0.10	9.00	9.00	8.00	9.00	8.00	8.50	8.58		
		過去履約績效	0.10	9.00	9.00	8.50	9.00	8.00	8.50	8.67		
	價格	廠商投標價格	0.20							17.78		
戊廠商	規格	工業安全	0.10	8.00	8.50	7.50	8.50	7.50	8.00	8.00	64.75	**
		環保與節能	0.10	8.00	8.50	8.00	8.00	7.50	8.50	8.08		
		技術與品質	0.40	32.00	34.00	34.00	30.00	32.00	34.00	32.67		
		介面整合與協調	0.10	8.00	8.50	7.50	8.00	7.50	8.50	8.00		
		過去履約績效	0.10	8.00	8.50	7.50	8.00	7.50	8.50	8.00		
	價格	廠商投標價格	0.20							0.00*		
己廠商	規格	工業安全	0.10	7.00	8.00	7.00	8.50	7.50	8.00	7.67	62.08	**
		環保與節能	0.10	7.00	8.00	7.50	8.00	8.00	8.00	7.75		
		技術與品質	0.40	28.00	34.00	30.00	34.00	32.00	30.00	31.33		
		介面整合與協調	0.10	7.50	8.00	7.50	8.50	7.50	8.00	7.83		
		過去履約績效	0.10	7.00	8.50	5.50	9.00	7.50	7.50	7.50		
	價格	廠商投標價格	0.20							0.00*		

\* 廠商投標金額超過公告預算金額，評分結果為0.00。

\*\* 因廠商投標金額超過預算金額，故不為決標及排序之對象。

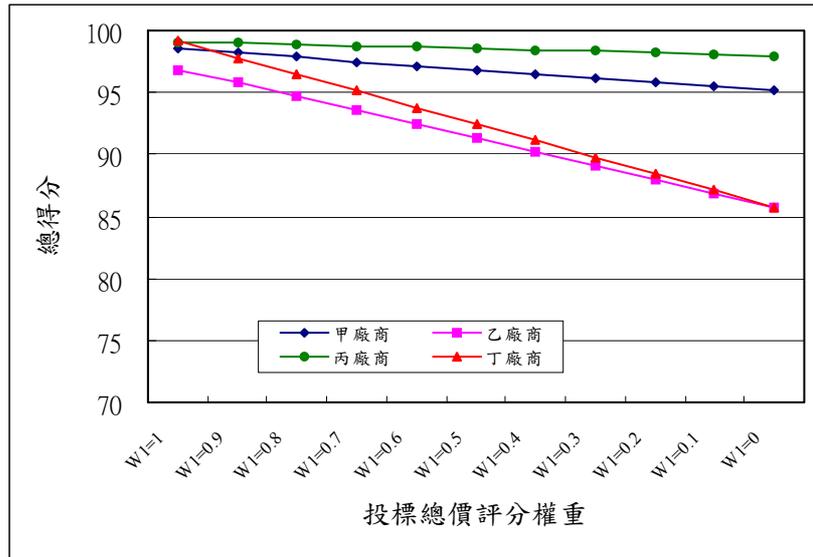
## 5.2.4 敏感度分析

就本研究案例之投標廠商標價評審結果而言，本節將針對本研究所提出標價評審模式之重要參數（ $W1$ 、 $W2$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $p$ 、 $q$  等）及所運用之價格分數轉換系統（三角形及梯形模式），以敏感度分析探討其對於評審結果可能產生之影響。

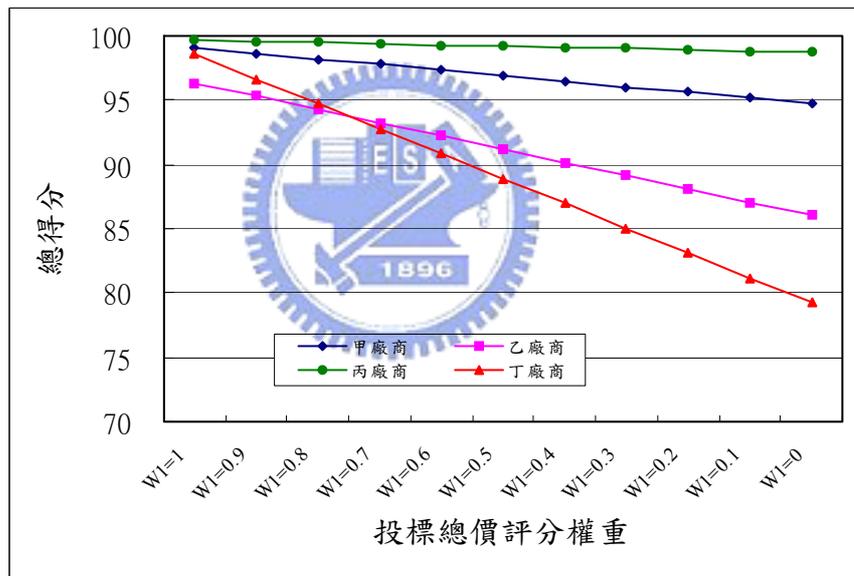
### 5.2.4.1 權重分配 ( $W1$ 及 $W2$ ) 之敏感度分析

圖 5.8 為改變總價及分項工程價格權重之分配對各廠商總得分之影響情形，其中 X 軸分別為  $W1=1.0$  至  $W1=0$  等 10 種情形，Y 軸為廠商之標價總得分；又圖 5.8(a)、(b)、(c) 則分別代表在  $\alpha$  與  $p$  分別為 0.2、0.5、0.8 之結果（換言之，圖 5.8 為 30 種不同組合情形之評審結果）。此分析僅以總標價不超過公告預算金額之甲、乙、丙、丁等四家廠商之評審結果為探討對象，由圖中顯示：

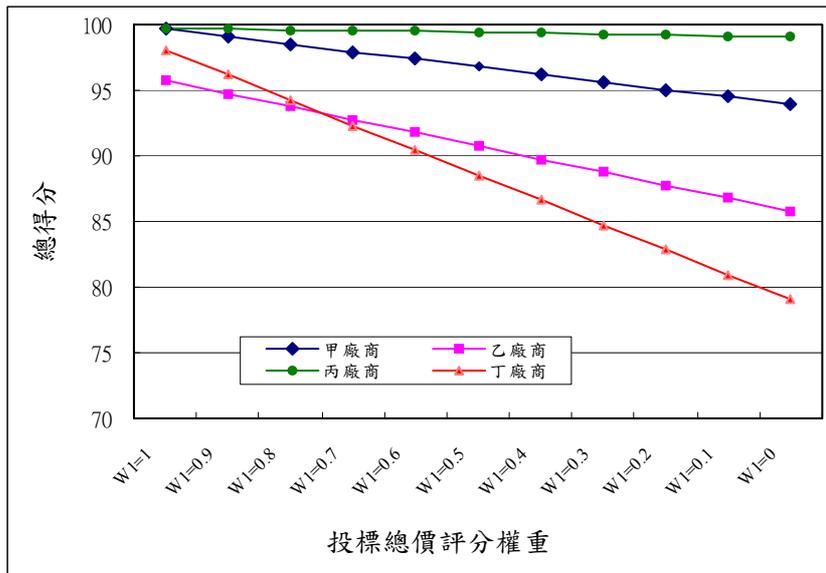
1. 整體上，當合理價格之預算係數  $\alpha$  值增大時，廠商標價總得分之差異越大，此差異亦隨詳細表階層中分項工程價格之權重比例增加（即  $W2$  增大）而越趨明顯。
2. 四家廠商標價得分均隨  $W1$  減少而遞減，尤其以乙廠商及丁廠商之變化最大。若僅以廠商之投標總價作為標價評審之依據時（即  $W1=1.0$ ），四家廠商彼此間標價之差異較不顯著，但若將詳細表階層中之分項工程價格納入評審時，各廠商之標價總得分將隨  $W2$  比例增加而遞減，其中顯示乙廠商與丁廠商之結果有更顯著之差異。由此可判斷，甲廠商與丙廠商標價之組成較穩定。
3. 在 30 種組合情形中，丙廠商之標價總得分均為最高，且差異最小，這也顯示丙廠商在標價之組成較合理，而甲廠商次之。
4. 由圖 5.8(b)、(c) 可知，當採用較高之  $\alpha$  值時，當  $W1$  小於 0.7（即  $W2$  大於 0.3）時，乙廠商之標價總得分會高於丁廠商。換言之，若以較高之  $W2$ （即分項工程價格之權重值較高）進行標價組成合理性之分析時，乙廠商之評審結果會優於丁廠商。



(a)  $\alpha(p)=0.2, \beta(q)=0.8$



(b)  $\alpha(p)=0.5, \beta(q)=0.5$



(c)  $\alpha(p)=0.8$  ,  $\beta(q)=0.2$

圖 5.8 本案例投標總價與分項價格分數之權重分配敏感度分析

#### 5.2.4.2 合理價格係數 $\alpha$ 與 $\beta$ 值(及 $p$ 與 $q$ 值)之敏感度分析

合理價格係數主要應用於計算合理總價(如公式(5.2))及詳細表階層中各分項工程之合理價格(如公式(5.10))，就其係數值的變化對投標總價分數及分項工程價格分數之影響分別敘述如下。

##### 1. 合理總價係數 $\alpha$ 與 $\beta$ 對總價分數之影響

圖 5.9 為本案例若改變 $\alpha$ 與 $\beta$ 值對四家廠商總價部份得分(不包括分項工程價格之得分)之影響結果，其中 X 軸分別為 $\alpha=0$  ( $\beta=1.0$ ) 至 $\alpha=1.0$  ( $\beta=0$ ) 等 10 種情形，Y 軸為廠商之總價部份之得分，由圖中分析結果如下：

- (1)當預算係數 $\alpha$ 從 0 增加至 1.0 時，乙廠商及丁廠商之總價得分皆漸變小；換言之，此兩家廠商之投標總價均會低於所計算之合理總價。反觀， $\alpha$ 值越大時(預算權重愈大)，對甲廠商之得分越有利，因為甲廠商之投標總價(約3,199 萬元)最接近預算總價(3,200萬元)。至於丙廠商，在 $\alpha=0.7$ 時為一轉折點，當 $\alpha < 0.8$ 時，其總價之優勢仍在，當 $\alpha > 0.7$ 時，其優勢已被甲廠商追過。
- (2)當 $\alpha < 0.2$ 時，丁廠商之得分最高；當  $0.2 < \alpha < 0.8$  時，丙廠商之得分最高；而當

0.8< $\alpha$ 時，甲廠商之得分最高。由此可知，合理總價係數( $\alpha$ 、 $\beta$ )之大小將影響標價分數甚鉅。換言之，當業主之標案採公告預算方式時，合理總價之計算對廠商之得分影響甚鉅，在決定 $\alpha$ 或 $\beta$ 值時，應審慎評估業主對於採購的履約風險或其交易價格(合約金額)，因為這將決定廠商投標價格較低者得高分或廠商投標價格較高者得高分之機制，亦將決定那家廠商得標之重要參數。

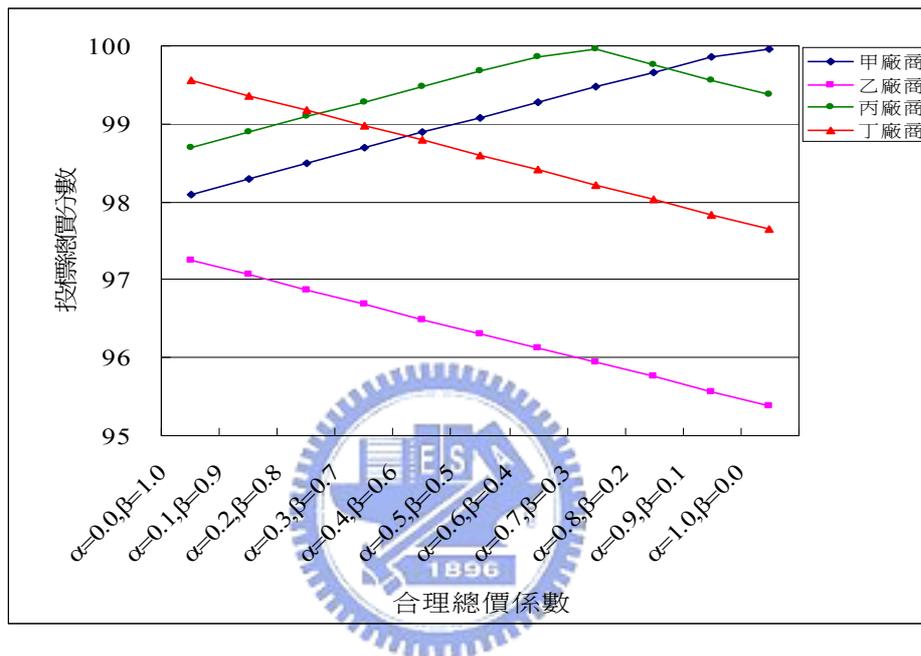


圖 5.9 本案例合理總價係數與投標總價分數之關係

## 2. 對詳細表階層中分項工程價格分數之影響

(1)圖 5.10 為本案例原採用之分項工程梯形價格分數轉換模式中改變  $p$  與  $q$  值對六家廠商分項工程價格得分(不包括總價部份之得分)之影響。由圖中明顯發現，六家廠商之分數變化可分成三個層級，甲廠商與丙廠商之分數較相近，且分數均較高(90 分以上)，乙、丁、戊廠商在中間層級(分數介於 80~90 分之間)，己廠商之分數是所有廠商中之分數最低(約 60 分左右)。在分數變化方面，僅有丙廠商之分數會隨著預算係數  $p$  的遞增而增加，這顯示當  $p$  越大時，丙廠商所填報之各分項工程價格比其他廠商更接近合理價格，亦更接近業主所訂之預算分項工程價格；而乙廠商及戊廠商之分數較無變化，即不會隨著合理價格係數的改變而有明顯變化；反觀，甲、丁、己廠商之分數卻會隨著預算係數  $p$

的遞增而遞減。

(2)在圖 5.10 中亦可發現，甲廠商及丁廠商分別在預算係數  $p=0.5$  及  $p=0.9$  時均明顯分數遞減之情形，可能的原因是這兩家廠商的分項工程價格中，有某些項目會在其預算金額的比例改變時有明顯的變化，若是這兩家廠商得標時，應特別注意這些項目工程價格的合理性。由此可知，分項工程合理價格係數( $p$  與  $q$ )之大小除了影響廠商得分甚鉅外，亦可作為廠商分項工程價格合理性之判斷，惟這些影響與判斷均建立在與其他廠商價格及業主預算金額之基礎上。

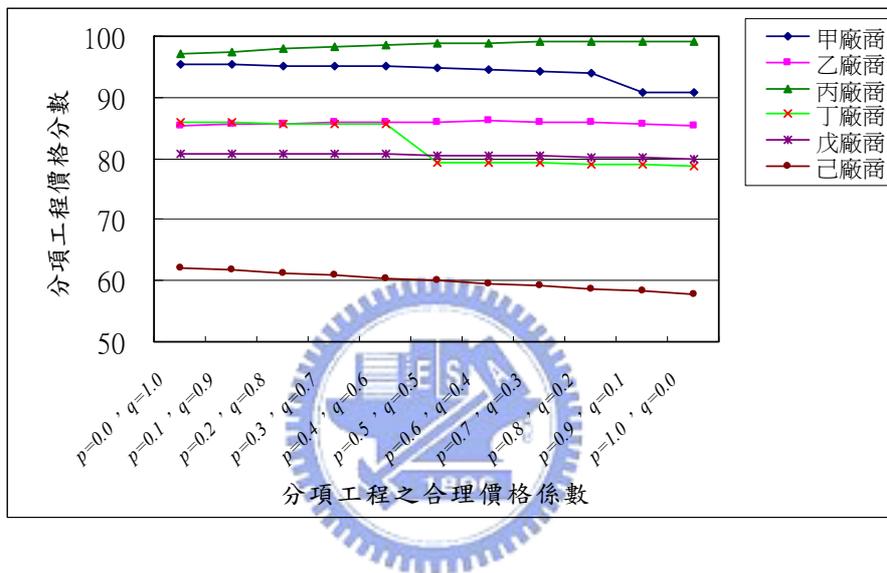


圖 5.10 合理價格係數( $p, q$ )與詳細表階層分項工程價格分數之關係

#### 5.2.4.3 分數轉換系統之差異分析

為探討詳細表層級中梯形(系統 A)及三角形(系統 B)兩種分項工程價格分數轉換模式對本案例標價評審結果之影響，本小節以分數較相近，且分數較高之甲廠商與丙廠商之分數變化進行比較。有關該兩廠商對於分項工程價格不同轉換分數模式對得分之影響結果如圖 5.11 所示，內容分析如下：

1. 兩家廠商以三角形模式算得分數均較梯形模式低，此乃因三角形分數轉換模式所得之分數變化較大，故當廠商之標價差異較小時，較易區分分數差異之級距。因此，當較複雜且市場波動較大之分項工程價格評估，本研究建議採用梯形模式；當工項單純且市場價格變動性較小者，則建議採用三角形模式較能區分其差異性。

- 無論採用梯形或三角形分數轉換模式，對於分項工程價格之評審結果均明顯受預業主預算價格係數  $p$  值之影響，其中丙廠商之分數會隨著  $p$  值之遞增而增加，但甲廠商之分數卻會隨著  $p$  值之遞增而減小(如前小節所述)。
- 當  $p < 0.2$  時，若採用三角形時，甲廠商之分數會高於丙廠商，這與原採用之梯形之結果有明顯不同。由此可知，不同的分數轉換模式配合採用不同的合理價格係數，將會產生不同的分項工程價格分數計算結果。

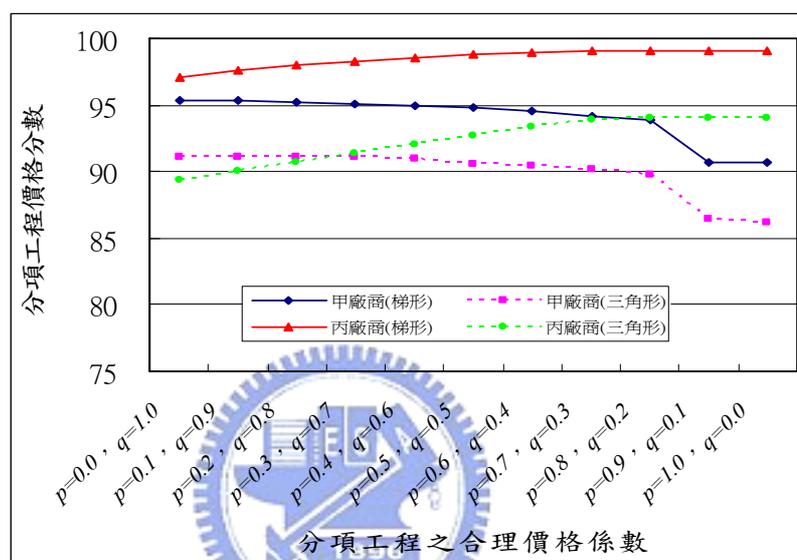


圖 5.11 分項工程合理價格係數之變化於不同分數轉換系統之比較

## 5.2.5 效益及限制

### 5.2.5.1 效益

本研究提出之標價評審模式並沒有太複雜的理論根據，且在實際操作執行時已簡化其運算，故就本案例實際執行之驗證結果，本研究提出之標價評審模式主要有三點效益：(1)判斷標價合理性；(2)明確評量標價差異；(3)客觀透明化。各內容概述說明如下：

#### 1. 判斷標價合理性

當價格納入最有標價評選項目時，應就價格組成之合理性進行評估。一般而

言，所謂價格組成的合理性即是指投標廠商所投遞的標單結構從單價分析、分項價格到總標價等其組成的過程中是否合理。惟大部分的最有評選大約只有 3~5 天的時間，且評選委員即非設計者又非施工廠商，如何在短期間內針對受評者(投標廠商)的投標價格進行評比，一直是大部分的評選委員在實務操作上的重要問題。本研究提出之標價評審模式，將標單詳細表階層中各分項工程之價格納入評審，應比過去僅考量投標總價之方式更為周全。此外，在評審過程中，以既設之價格分數轉換模式，將投標廠商之價格轉換成可量化之分數，除了能夠明確比較出廠商標價之差異外，亦可經由分項價格逐項比對方式，進一步判斷廠商標價組成之合理性。例如表 5.4(2/2)中丁廠商之「製程冷卻水系統」一項，其價格比為 0.420，比一般其他廠商及預算價格偏低很多，評選委員或承辦單位之工作小組即可由此結果再進一步瞭解或判斷其價格是否有誤植或因偏低而影響未來的履約品質。

## 2. 明確評量標價差異

依據本案例係採不訂定底價(或委員建議價)，且以公開預算方式辦理招標，一般廠商為獲得較高之利潤，其投標總價會較接近承辦單位所公告之預算金額，特別是需求不確定較高(施作廠商之風險較高)或預算編列較緊或標案之工程屬性較複雜且特殊之工程，各家廠商之投標金額都會很接近公告的預算金額，若未能進一步評量分項工程價格之差異，僅以投標總價作為標價評審之依據，則較難評量出廠商在標價上的差異。本研究提出之標價評審模式，不僅能明確評估總標價之差異外，亦將詳細表階層之分項工程價格一併納入評分考量，可更多元評估各廠商在各類工程價格上的差異，亦克服前述之問題。

## 3. 客觀透明化

本研究提出之標價評審模式若運用電子標單投標作業，透過透明化之評審方式，並於評選當日前事先撰寫演算之電腦程式，除了能夠在最短時效內正確且快速完成廠商標價之評審外，亦能保有招標選商之公平性。再者，經由前節各參數值之敏感度分析結果顯示，本模式在實際執行過程中所需之相關重要參數對於廠商標價之得分確實有明顯影響，故承辦單位於公告招標前經由評選委員會決定各重要參數值後，再配合電子化作業系統來評量標價，亦使評審結果更臻客觀合理。

### 5.2.5.2 本案例模式應用之限制

本研究提出之標價評審模式在現有公共工程法規規範之條件下，配合實際操作進而提升評審效益，惟在應用時有下列二點限制：

1. 為確保本模式之應用能在客觀且透明化之條件下評選出價格較合理之最有利標廠商，各參數值(即  $W_1$ 、 $W_2$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $p$  及  $q$ )應確實於第一次採購評委員會議時，由評選委員決議之。然這些參數值除了可依評選委員直接以合議方式決定外，亦可併同第四章方式採用 AHP (Saaty 1980)方法，由個別的評選委員以相對重要性方式來決定之。再者，為求公平、公正，並且快速確認標價評審結果，招標承辦單位之工作小組應於價格開標前即先寫好電腦運算程式，並於價格開標後，將投標廠商之價格資料逐一輸入運算程式中，迅速計算評審結果，並由各評選委員確認後併同其他評選項目之評選結果，遴選出最有利標之廠商。
2. 依據工程會目前公布之「最有利標作業手冊」中明文建議「評選委員對於廠商價格之給分，非與其他廠商之報價相較而決定其得分」，亦即該手冊希望評選委員應僅就個別廠商所提之價格文件進行評分，評分過程不應參考其他廠商之價格。本研究所提出之標價評審模式在實際應用時依此作業手冊之建議，操作上僅能提供評選委員參考，且在計算合理價格時，乃依據各投標廠商之價格作為計算之依據。但前述該作業手冊之建議，若建議修改方向為：「評選委員在進行標價評審時，得視工程專案之特性，經評選委員會認可之方式進行評審，或可在相較其他廠商之報價後，再評定廠商標價之得分或序位。」則本研究模式將可完成應用於各最有利標標案選商之決策上。
3. 本研究所提出之標價評審模式僅適用在評定廠商價格之分數，對於廠商投標之分項工程價格差異較大之項目，亦僅提供搜尋與辨識，並無法提供檢核或評核。此類情形得依賴宇亭之研究成果方式處理 (賴宇亭 2008)，或於獲選出得標廠商後，於簽約階段透過議約作業與廠商進行單價調整。

## 5.3 小結

採用最有利標決標方式之最主要目的乃為杜絕最低標方式所衍生之低價搶標之惡習，而針對各項評選因子評定投標廠商之分數或序位，其評定高低之主要原則是

在合理標價下，廠商提出之服務或施作品質是否最有利於業主。最有利標屬於較定性化（除價格外，其餘評選項目皆較難以量化）之決標方式，試圖藉由評選委員之專業對各定性化因子加以判決廠商之水準。然針對價格評審部分，即使是業界具成本估算多年經驗之專家大多無法在短時間內提出一個標案之合理造價數據（一般標案之 7 至 28 天等標期主要即是提供廠商算標之時間），故在成本歷史資料不足及目前並無一套客觀之標價評審方式之下，評選委員在進行標價評審時，大部分須仰賴個別主觀之認定，而評選委員是否具備足夠之專業性一直是廠商質疑之重要關鍵。是以本研究之動機即是建立在「主觀而無根據之標價審查將使得最有利標決標方式之客觀性令人質疑」之論點上。

本研究提出之最有利標標價評審模式，除了考量廠商之投標總價外，亦首次將標單結構中之詳細表階層之分項工程價格一併納入評量，並個別將廠商之總標價及分項工程價格轉換成等同效能(Performance)之分數。本模式經闡明模式發展之動機、運算邏輯之推導、實際工程案例之驗證及其參數值之敏感度分析後，謹歸納下列幾點結論：

1. 本研究所提出之標價評審模式，將標單詳細表階層中各分項工程價格納入評審，應比過去僅考量投標總價之方式更為周全。此外，在評審過程中，以既設之價格分數轉換模式，將投標廠商之價格轉換成可量化之分數，除了能夠明確比較出廠商標價之差異外，亦可經由分項工程價格逐項比對方式，進一步判斷廠商標價組成之合理性。
2. 無論是總標價或分項工程價格之分數轉換的過程中，雖然每一家廠商所填寫之價格反映在履約條件上應為獨立效能評估，但基於確保業主未來履約品質與權益，本模式同時考量業主之預算價格與所有投標廠商之價格作為核算合理價格及轉換分數之依據，應更具客觀，且公平與公正之原則。
3. 在價格分數的轉換過程中，所決定對應總標價分數之  $Z1$ 、 $Z3$  與  $S1$ ，以及分項工程價格分數之  $X1$ 、 $X4$  與  $Y1$  等參數之決定，除了可經由決策者(評選委員)於開標前主觀定之外，亦可由歷史決標資料以統計分析方式訂之，惟總標價與分項工程價格之決定方式不同，且更應考量專案特性及招標當時之市場競爭條件不同所造成之差異。

4. 本模式中有關權重係數(即  $W_1$ 、 $W_2$ )及合理價格係數(即 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $p$ 、 $q$ )亦可參照第四章之 AHP 方法來決定，即將所增列價格之子項目，於兩兩成對重要性調查時，由決策者(即評選委員)來判斷其重要性尺度，進而計算出其相對權重值，以作為評審標價之依據。
5. 本研究將詳細表階層之分項工程價格評分是一個選商決策中新的標價評審方式，該方式除了可直接應用於現有之「總評分法」外，亦可作為「序位法」評定序位之依據。此外，本模式除了在招標選商階段可作為廠商標價評審之依據外，亦可在選商後簽約前，在得標總價不變之前題下，經由詳細表階層中之分項工程價格分數計算彙整表所算得之價格比，進一步評估或審查廠商填報單價是否有不合理之處，並作為將來得標廠商調整單價之依據，以減少未來單價調整及簽約或履約之爭議。
6. 本研究除了成功應用於本案例之最有利標標價評審外，亦成功地運用於竹科某研究實驗室新建工程專案的土建工程(決標金額 NT\$ 4 億 900 萬元)、機電系統工程(決標金額 NT\$ 3 億 9000 萬元)及南科某生物科技實驗室新建工程(總樓地板面積 15,500m<sup>2</sup>，總決標金額 NT\$ 5 億 9800 萬元)工程施工標選商等案例。
7. 為避免與目前「最有利標作業手冊」之內容互相衝突，本研究建議承辦單位之最有利標工作小組依本模式進行廠商標價評比時，在提報予評選委員會之評比報告(併同廠商之標價資料)應註明該工作小組之標價評比僅供參考用，以免滋生行政困擾。在招標階段即可經由詳細表階層中之分項工程價格分數計算彙整表所算得之價格比，進一步審查廠商填報單價不合理之處，以作為將來得標廠商調整單價之依據，並減少將來單價調整及簽約之爭議(李建中、王維志 2001)。

雖然本研究模式已成功運用電子標單將詳細表階層中之各分項工程價格納入廠商標價評審得分之演算，但並未就投標廠商之施工法、材料設備選用及成本控制方法等更深入探討，而這些廠商資源上之調配與運用亦會反映在分項工程之單價中，因此為進一步瞭解標價組成之完整性及合理性，如何運用電子標單將廠商之單價分析表階層(或資源統計量)一併納入最有利標標價之評審，將是未來後續研究之重要課題。

## 第六章 結論與後續研究方向

### 6.1 結論與建議

本研究旨在結合學界與業界之作法，提出一套真正符合法規精神且可適用於不同工程專案特性需求之最有利標選商決策模型。本研究探討的課題主要包括最有利標廠商遴選決策方法及最有利標標價評審兩部分，第一部分係考量國內政府採購法所定之最有利標選商為多準則決策方法之一，如何針對所訂定之多準則關係，提出一套整體性且符合業主需求之選商模式是本研究的核心(尤其是如何決定多準則項目之相對權重分配部分)。第二部分主要是延續第一部分有關多準則項目中「價格(price)」一項之評估，因為在目前實務的選商決策案例或學術的評估方法中，廠商的投標價格已是業主最重要的評估準則項目之一，而對業主而言，建立一套完整性且標準化的廠商投標價格評估模式是業主在選商階段選擇適宜的簽約廠商重要的課題。這兩部分經本研究提出模式及實際案例之驗證後，謹歸納如下之結論與建議。

#### 6.1.1 最有利標選商決策部分

在選商決策方法部分，本研究以業界及學界與熟悉的傳統 AHP 方法為基礎，運用基因演算法(Genetic Algorithm, GA)發展一套改良式 AHP 方法 (Adaptive AHP Approach, 簡稱 A<sup>3</sup>)，以取代傳統 AHP 方法對評選委員(即決策者)進行準則項目成對重要性重新訪調之程序，快速求得符合傳統 AHP 方法中一致性要求之 PWM，進而算得評選項目之相對權重值，以作為計算廠商得分及名次排序之依據。此外，在實際案例應用上，本研究亦將傳統 AHP 方法首次在國內的實際標案進行操作與執行，並由該實證之經驗得到下列各點結論：

1. 當初次訪調所建立之 PWM 無法滿足一致要求時，A<sup>3</sup> 方法取代傳統 AHP 方法之 PWM 重新訪調作業，有效節省人時成本(在案例中比傳統 AHP 方法節省了 39% 的人時成本)。
2. 承前項，因不需要針對不符合一致性要求之 PWM 進行重新訪調作業，有效縮短作業時程(在案例中比傳統 AHP 方法縮短了 68% 的作業時程)，特別是具有決策時效之採購案，該時程效益更顯得重要。

3. 在對決策者進行評選項目成對重要性重新訪調的判斷過程中， $A^3$  方法能得到較接近決策者初始判斷的原意，故  $A^3$  比傳統 AHP 方法能得到較佳的決策品質 (decision quality)(在案例中比傳統 AHP 方法之平均 DI 較接近 1.0)。
4. 雖然運用  $A^3$  方法之選商結果與案例中實際採用之簡單權重法均得到相同的選商決策結果，但  $A^3$  方法在進行評選項目權重值計算時，能提供給每一位決策者獨立判斷各評選項目間之相對重要性關係，進而計算出各自決策判斷後之權重分配結果，較符合付予獨立判斷選商決策之精神(即較不受業主或某幾位決策者單一主觀認定之影響)。
5. 國內採最有利標決標者，其評選委員大部分會由不同專業背景的專家學者所組成的群體決策模式，而 AHP 方法能在不受外界因素干擾下獨立進行決策判斷外，其決策結果更能突顯不同專業決策者對專案特性之差異判斷。

雖然  $A^3$  有上述各項之優點，但實際操作上亦有其限制或缺點：(1)因為本模型必須建立在傳統 AHP 方法之基礎上，故就層級架構中針對每一位決策者所進行的評選項目成對重要性調查是不可避免，即初期必須與傳統 AHP 方法一樣，針對每一位決策者花費較多的時間與人時成本在建置每一個 PWM，特別是決策者人數眾多或準則項目較多時，該方法應用上的缺點更為明顯；(2)因非為法令上所明定可用來決定準則項目權重值或直接評估廠商之公認的法定方法，有些決策者的接受度不高，該方法成功運用的難度亦會提高。

總之，本研究經由文獻彙整與分析，除了將傳統 AHP 方法首次應用到國內最有利標之選商決策外，且經由該實際案例之操作，亦驗證了傳統 AHP 方法在多人之群體決策上存在的問題與缺點。同時，本研究所提出之新的選商決策方法( $A^3$ )，亦成功驗證在實際之複雜的公共工程案例中，並根據該案例之驗證分析結果，建議涉及較具特殊需求、功能複雜、需整合多項專業屬性工程，且又需要多領域決策者參與決策選商之專案工程，以本研究提出之  $A^3$  方法來調整原傳統 AHP 之決策方法，或取代其他的選商決策方法，應可得到較符合業主需要之結果。而本研究之經驗，亦可供相關從業人員或後續研究之參考。

## 6.1.2 標價評審部分

在最有利標標價評審方面，本研究彙整過去的研究文獻及分析國內實務之標價評審方法後，發現在最有利標選商決策之格價評審方法中，因為仍缺乏一套結合總標價及分項工程價格之評審方法，故僅能就廠商之投標總價格進行評審，而無更進一步對具有評估廠商成本結構合理性之分項工程價格進行評審。故本研究除了總標價之評審外，更參考王維志教授等人所提出之單價比對競標審查模式(Wang 等人 2006、王維志與李建中 1998, 2001)，將標單結構中詳細表階層之分項工程價格納入評審，而評審模式之發展主要是將廠商之投標總價格及分項工程價格以線性方式轉換成等值價格之分數，據以計算投標廠商之價格得分，或作為廠商評定序位之依據。本模式經實際之個案驗證結果，概可歸納下列各項結論：

1. 同時考量總標價與分項工程價格兩者之分數，更能完整評估廠商在價格上所反映之價值，且以廠商等值價格效用分數轉換之概念，透過價格比與分數轉換方式來評估廠商之投標價格分數，可明確評量出廠商在標價上的差異。
2. 配合電子標單模式，對廠商詳細表階層中之分項工程價格逐一進行比對，可於時間較短暫的選商決策程序中，快速判斷廠商投標價格組成之合理性。而分項工程價格比對結果亦可進一步於簽約階段作為調整廠商標單價格之依據(Wang *et al.* 2006, Lin *et al.* 2007)。
3. 評選委員(即決策者)不需要在短時間內針對每一廠商之價格進行評估判斷，僅在原告之計算參數之條件下，監督及確認工作小組之計算結果即可，可免除當評選委員對廠商價格(或市場價格)不瞭解，但又必須評審之窘態。
4. 於招標公告前即經由採購評選委員會共同決議總價格與分項工程價格所分配之權重(該權重分配亦可由 AHP 方法來決定)、所採用之分數轉換模型及其計算分數時所對應之轉換係數值，能使整體標價評審過程更臻公平與客觀。

雖然本研究提出之廠商標價評審方法有上述各項之優點，但實際操作應用上亦有其限制或缺點：(1)因法令上並無明定之評審方法，故評選委員運用時有時仍有所疑慮，但若用於個人在評斷廠商價格之優劣時，可作為序位判斷之依據；(2)因該方法為群體評選委員所決議之評審方法，過程中無法由個體評選委員獨立判斷；(3)本研究目前僅提供廠商價格評分之依據，對於廠商標單中有價格偏差較大者，本

研究方法僅能標示其偏差度，而無法針對該項價格分數進行檢核。整體而言，本研究運用簡單的價格分數轉換概念將廠商的投標總價及其分項工程價格轉換成可計算評量之分數，進而實際運用在公共工程最有利標之採購案例，此作法，在符合法令之要求下，已將學界之研究方法應用在解決實務上的決策問題，這些經驗與知識將可供未來相關從業人員參考。

## 6.2 研究貢獻

最有利標選商之決策過程至少應包括準則項目相對權重分配及各準則項目之評審兩部分，有關這兩部分之研究，本研究各別著重在準則項目相對權重值之計算及價格一項之評審，其研究貢獻分別概述如下：

### 一、在選商決策中之準則項目權重分配方面

近十年來，有關新的多準則選商決策方法不斷地被提出，這些新的決策方法中，無論是計算準則項目相對權重值，或評量廠商效能(或能力)之方式，Satty 所提出之 AHP 方法仍是最被廣泛應用的決策方法。但因為傳統 AHP 方法在應用上仍大部分存在有下列兩點問題：(1)當初次準則項目成對重要性調查所建立之 PWM 無法符合一致性要求時(即 CR 值大於 0.1)，其 PWM 無法採用，必須對原來的決策者重新進行成對重要性之訪調，然而其重新訪調的過程冗長費時，且並不保證重新調查所建立之 PWM 一定能夠符合一致性要求；(2)當工程專案屬性特殊且複雜時，選商準則項目會較多，但當準則項目越多，必須符合一致性的問題就越嚴重，再加上若採多人之群體決策方式，亦將使 AHP 之操作程序更加繁複，執行上也更加困難。因此，傳統 AHP 方法要能廣泛地應用在實務之工程專案選商決策，解決上述問題應是首要工作。

綜上所述，本研究以傳統 AHP 方法之理論為基礎，運用 GA 電腦系統發展一套自動化之改良式 AHP 方法(A<sup>3</sup>)來輔助評選委員(即決策者)執行最有利標選商之決策，該模式經實例驗證應用分析後，謹歸納下列幾點研究貢獻：

1. 運用 GA 自動化演算來改善傳統 AHP 方法重新訪調之繁複程序，可解決傳統 AHP 方法無法快速通過一致性檢定的問題。
2. 將本模式應用於最有利標選商決策之準則項目相對權重值的計算，時再搭配實務

上較常用之評分法，可得到比傳統 AHP 決策方法更具時間、成本及品質之效益。

3. 本研究首次將傳統 AHP 方法應用在國內公共工程最有利標案例之實務操作上，雖然過程繁雜，但所彙整之實例經驗、知識及分析結果，將可供未來相關從業人員執行類似案件參考。

## 二、在最有利標標價評審方面

在評選委員均非具有成本或財務領域方面之專長，且大部分又不熟悉市場價格及廠商之投標策略條件下，如何在短時間(一天)內針對廠商之投標標價進行客觀且公正之評審，已是目前業界刻不容緩急待解決的問題。再者，無論是採用效用理論或其他得以作為廠商價格評審之方式，目前相關的研究文獻及實務操作上，仍僅局限在總價格之評估，而對於未來業主是以分項工程價格為履約主體之條件而言，這種評審方式是否能真正反映廠商之成本結構或各項工程之價格成本，是值得商榷的。

價格評審一般可視為多準則選商(或最有利標)最重要的準則項目評估之一，本研究結合業主及所有廠商之投標價格，以價格分數轉換概念分別將廠商的投標總價及其分項工程之價格轉換成可評量之分數，以作為評審之依據，該模式經實例驗證應用分析後，謹歸納下列幾點研究貢獻：

1. 提供一套標準化、透明化及公正客觀之最有利標標價評審方法，解決現況多數評選委員不知如何評審廠商投標價格之困擾。
2. 將廠商標單結構中之分項工程價格納入評估範圍，突顯投標階段分項工程報價之重要性，讓廠商整體報價之履約交易價格更合理化。
3. 將簽約階段之分項工程履約價格提前在審標階段進行審查，有助於未來業主與廠商在分項工程履約之共識，減少履約爭議。

本研究分別所提之最有利標選商決策模式及其標價評審模式，雖然已各別應用在不同之實例上，但若將兩者模式結合在同一個工程專案(尤其是具特殊性之專案)來執行，將可在整體最有利標選商決策上獲致更顯著之效益。

### 6.3 未來後續研究方向

廣義多評準則最有利標選商決策系統包括準則項目的選擇、層級架構分析、準則項目權重計算、廠商評估及最終廠商名次排序等之建立，雖然本研究運用改良式 AHP 方法(A<sup>3</sup>)達到準則項目層級架構分析及準則項目權重計算之目標，並且提出創新的標價項目評審模式，但就整體最有利標選商決策而言，本研究未來後續研究方向仍包括下列各項：

#### 一、提出一套整合型之選商決策系統

由於一套完善的選商決策系統應該因應不同專案工程特性的需求(包括業主需求及工程專業屬性)而有不同的決策考量，故完整或完善的選商決策系統除了核心的決策模型外，更應該建置方便業主(或決策者)使用之自動化選商決策系統(例如資料庫的建置、準則項目的選擇、決策方法的選擇、廠商評估等)，而本研究未來後續的研究方向即是如何將這些關鍵性的課題透過電腦化方式整合成一套適用各類型專案工程之最有利標選商決策系統，其主要研究課題包括：

#### 1. 提出整合型之選商決策模型

將目前本研究視為兩個不同的決策模型(準則項目權重計算方式及標價評審模式)，結合成為一個全面且完整性之選商決策模型，該模型包括準則項目的選擇、準則項目權重計算、廠商各準則項目之評估及選商資訊回饋等，並透過運用之決策支援系統，將選商決策系統化，以增加整體選商之效益。

#### 2. 其他技術性項目之評估

在廠商之評估方面，除了標價評審外，其他準則項目可採用其他評估方法，例如運用成效式(Performance-based model)評估法來進行評估，即訂定準則項目及次準則項目之廠商未來預期履約成效的標的，並依據每個專案的特性需求訂定未來履約的成效指標，經由廠商投標後，透過成效指標之評準來評估投標廠商在技術項目之預期成效。

#### 3. 發展一套多功能之選商決策系統

配合前述各點，將蒐集目前國內工程專案類別(例如建築工程、道路工程、

河川整治工程...等)之選商特性，建置工程需求特性因子資料庫，建立網頁式(Web-based)決策支援系統及資訊回饋機制，發展一套適用不同工程類型之多功能選商決策系統。

## 二、更精進準則項目權重之計算

本研究所提出之  $A^3$  方法雖然改善傳統 AHP 方法之缺點，但未來仍有下列各點須繼續探討，以更精進準則項目權重之計算。

### 1. 發展網頁式(Web-based)之決策判斷系統

本研究所提出之  $A^3$  方法主要是以傳統 AHP 方法於初始階段訪調之 PWM 為基礎，因此初始訪調所需花費的人時成本及時程仍無法節省，故發展網頁式(Web-based)之自動化系統來加速  $A^3$  方法在決策資料的蒐集，使能更精減初始資料蒐集之人時及時程的花費。

### 2. 多元之群體決策

無論是公共工程或私人公司之工程，採用多評準群體選商決策方法已是必然的方式，但要如何整合多決策者之群體決策結果，真正達到選商之目的，是值得後續探討的重點，特別是將多元之群體決策方法應用在傳統 AHP、本研究之  $A^3$ ，或其他被提出之新的選商決策模型。

### 3. 更多案例之驗證

模擬更多的案例來證明本研究模式在選商決策上之效益，特別是評估如何有效選出業主所需要之優良廠商，同時再針對本研究目前所列之 3 種權重計算方法以模擬的案例進行敏感度分析，以測試模式提出不同方法可能存在不同之最有利標選商決策條件或潛在之決策知識(decision knowledge)。

## 三、更精進廠商之標價評審

本研究雖然將詳細表階層之分項工程價格納入廠商標價評審，並以價格分數轉換方式提出一套最有利標標價評審(或評估)方法，但未來仍有下列各點須繼續探討，以更精進廠商於審標階段之標價評審。

## 1. 再將資源分配或運用納入評審

本研究所提出之標價評審模式並未就投標廠商之施工法、材料設備選用及成本控制方法等更深入探討，而這些廠商資源上之調配與運用亦會反映在分項工程之單價中，因此為進一步瞭解標價組成之完整性及合理性，如何運用電子標單將廠商之單價分析表階層（或資源統計量）一併納入最有利標標價評審項目之一，亦是未來後續研究之重要課題。

## 2. 價格轉換分數上下限門檻值變異數之探討

本研究在分項工程價格分數轉換部分，無論是梯形或三角形模，各分項工程價格在訂定轉換分數之上下限門檻值條件時，均假設採用相同之條件(即暫不考量每一個分項屬性工程之特性或價格之差異性)，但實務上不同的屬性工程，在價格評估的風險、管理成本及可能的利潤分配等都會有不同的考量，這些考量條件應適當地反映在價格轉換成分數的條件上，故每一分項工程之價格應考量其特殊性給予不同的變異條件，而如何決定這些分項工程之價格變異數，仍是本研究未來後續探討的課題。



## 參考文獻

### 英文文獻(按作者名字第一個字母順序遞增排序)

1. Alarcón, L. F. and Mourgues, C., Performance modeling for contractor selection, *Journal of Management in Engineering, ASCE*, 18 (2), pp.52-60 (2002).
2. Al-Harbi, K. A. S., Application of the AHP in project management, *International Journal of Project Management*, 19, pp.19-27 (2001).
3. Alhazmi, T. and McCaffer, R., Project procurement system selection model, *Journal of Construction Engineering and Management, ASCE*, 126 (3), pp. 176-184 (2000).
4. Alsugair, A. M., Framework for evaluating bids of construction contractors, *Journal of Management in Engineering, ASCE*, 15 (2), pp. 72-78 (1999).
5. Anagnostopoulos, K. P. and Vavatsikos, A. P., An AHP model for construction contractor prequalification, *Operational Research an International Journal*, 6 (3), pp.218-229 (2006).
6. Balcomb, J. D. and Curtner, A., Multi-criteria decision-making process for buildings, *American Institute of Aeronautics and Astronautics Conference*, Las Vegas, Nevada (2000).
7. Banaitienė, N. and Banaitis, A., Analysis of criteria for contractors' qualification evaluation, *ŪKIO TECHNOLOGINIS IR EKONOMINIS VYSTYMAS*, XII (4), pp. 276-282 (2006).
8. Bertolini, M., Braglia, M. and Carmignani, G., Application of the AHP methodology in making a proposal for a public work contract, *International Journal of Project Management*, 24, pp.422-430 (2006).
9. Boender, C., Graan, J. and Lootsma, F., Multi-criteria decision analysis with fuzzy pairwise comparisons, *Fuzzy Sets and Systems*, 29, pp. 133-143 (1989).
10. Brysonand, N.and Mobolurin, A., An approach to using the analytic hierarchy process for solving multiple criteria decision making problems, *European Journal of*

- Operational Research*, 76, pp.440-454 (1994).
11. Bubshalt, A. A. and Al-Goball, K. H., Contractor prequalification in Saudi Arabia, *Journal of Management in Engineering, ASCE*, 12 (2), pp.50-54 (1996).
  12. Chan, A. H. S., Kwok, W. Y. and Duffy, V. G., Using AHP for determining priority in a safety management system, *Induction Management Data System*, 104 (5), pp.430-445 (2004).
  13. Chang, K. F., Chiang, C. M. and Chou, P.C., Adapting aspects of GBTool 2005-searching for suitability in Taiwan, *Building and Environment*, 42 (1), pp.310-316 (2007).
  14. Choi, K. C. and William Ibbs, C., Costs and benefits pf computerization in design and construction, *Journal of Computing in Civil Engineering, ASCE*, 4 (1), pp. 91-106 (1990).
  15. Cheng, E. W. L. and Li, H., Contractor selection using the analytic network process, *Construction Management and Economics*, 22, pp.1021-1032 (2004).
  16. Cheng, E. W. L. and Li, H., Analytic network process applied to project selection, *Journal of Construction Engineering and Management, ASCE*, 131 (4), pp.459-466 (2005).
  17. Cheung, S. O., Lam, T. I., Leung, M. Y. and Wan, Y. W., An analytical hierarchy process based procurement selection method, *Construction Management and Economics*, 19, pp. 427-437 (2001).
  18. Cheung, S. O., Lam, T. I., Wan, Y. W. and Lam, K. C., Improving objectivity in procurement selection, *Journal of Management in Engineering, ASCE*, 17 (3), pp.132-139 (2001).
  19. Chu, T. C., Facility location selection using fuzzy TOPSIS under group decision, *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 10 (6), pp.687-701 (2002).
  20. Crowley, L. G., and Hancher, D. E., Evaluation of competitive bids, *Journal of Construction Engineering and Management, ASCE*, 121 (2), pp.238-245 (1995).

21. Dyer, R. F. and Forman, E. H., Group decision support with the analytic hierarchy process, *Decision Support Systems*, 8, pp.99-124 (1992).
22. Ellis, R. D. and Herbsman, Z. J., Cost-time bidding concept: an innovative approach, *Transportation Research Record*, 1282, pp.89-94 (1992).
23. El-Sawalhi, N., Eaton, D. and Rustom, R., Contractor pre-qualification model: State-of-the-art, *International Journal of Project Management*, 25 (5), pp. 465-474 (2007).
24. Fong, S. W. and Choi, K. Y., Final contractor selection using the analytical hierarchy process, *Construction Management and Economics*, 18, pp.547-557 (2000).
25. Goldberg, D., Genetic Algorithm in Search, Optimization, and Machine Learning, Addison-Wesley Publishing, NY, 1989.
26. Hampton, D., Procurement issues, *Journal of Management in Engineering, ASCE*, 10 (6), pp.45-49 (1994).
27. Hastak, M., Advanced automation of conventional construction process, *Automation in Construction*, 7 (4), pp.299-314 (1998).
28. Hastak, M. and Halpin, D. W., Assessment of life-cycle benefit-cost of composites in construction, *Journal of Composites in Construction*, 4 (3), pp.103-111 (2000).
29. Hatush, Z. and Skitmore M., Contractor selection using multicriteria utility theory: an additive model, *Building and Environment*, 33 (2), pp.105-115 (1998).
30. Hegazy, T., Optimization of Resource Allocation and Leveling Using Genetic Algorithms, *Journal of Construction Engineering and Management, ASCE*, 125 (3), pp. 167-175 (1999).
31. Herbsman, Z. J., A+B bidding method – hidden success story for highway construction, *Journal of Construction Engineering and Management, ASCE*, 121 (1), pp.430-437 (1995).
32. Herbsman, Z. J., Chen, W. T. and Epstein, W. C., Time is money: innovative contracting methods in highway construction, *Journal of Construction Engineering and Management, ASCE*, 121 (3), pp.273-281 (1995).

33. Herbsman, Z. J. and Ellis, R. D., Multi-parameter bidding system – innovation in contract administration, *Journal of Construction Engineering and Management, ASCE*, 118 (1), pp.142-150 (1992).
34. Hirano, S., Tsumoto, S., Okuzaki, T., Hata, Y. and Tsumoto, K., Analysis of biochemical data aided by a rough sets-based clustering technique, *International Journal of Fuzzy Systems*, 4 (3), pp.759-765 (2002).
35. Holland, J. H., *Adaptation in natural and artificial systems*, The University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan, 1976.
36. Holguín-Veras, J., Comparative Assessment of AHP and MAV in Highway Planning: Case Study, *Journal of Transportation Engineering, ASCE*, 121 (2), pp. 191-200 (1995).
37. Holt, G. D., Olomolaiye, P. O. and Harris, F. C., A Review of Contractor Selection Practice in the U.K. Construction Industry, *Building and Environment*, 30 (4), pp.553-561 (1995).
38. Holt, G. D., Olomolaiye, P. O. and Harris, F. C., Applying multi-attribute analysis to contractor selection decisions, *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 1 (3), pp.139-148 (1994).
39. Holt, G. D., Olomolaiye, P. O. and Harris, F. C., Evaluating prequalification criteria in contractor selection, *Building and Environment*, 29(4), pp. 437-448 (1994).
40. Holt, G. D., Olomolaiye, P. O. and Harris, F. C., Factors influencing UK construction clients choice of contractors, *Building and Environment*, 29(2), pp. 241-248 (1994).
41. Holt, G. D., Olomolaiye, P. O. and Harris, F. C., Evaluating performance potential in the selection of construction contractors, *Engineering, Construction and Architectural Management*, 1(1), 29-50 (1994).
42. Holt, G. D., Which contractor selection methodology, *International Journal of Project Management*, 16 (3), pp.153-164 (1998).
43. Holt, G. D., Applying cluster analysis to construction contractor classification, *Building and Environment*, 31 (6), pp. 557-568 (1996).

44. Hong Kong Housing Authority, *PASS. Performance Assessment Scoring System*, Housing Department, Hong Kong Housing Authority (1994).
45. Hsieh, T. Y., Lu, S. T. and Tzeng, G. H., Fuzzy MCDM approach for planning and design tender selection in public office buildings, *International Journal of Project Management*, 22, pp.573-584 (2004).
46. Ioannou, P. G., and Leu, S. S., Average-bid method—Competitive bidding strategy, *Journal of Construction Engineering and Management, ASCE*, 119 (1), pp.131-147 (1993).
47. Jaffray, J. Y., Some experimental findings on decision making under risk and their implications, *European Journal of Operation Research*, 38 (3), pp.301-306 (1989).
48. Kahraman, C., Cbeci, U. and Ulukan, Z., Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP, *Logistics Information Management*, 16 (6), pp.382-394 (2003).
49. Keeney, R. and Raiffa, H., *Decision with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs*, Wiley, NY, 1976.
50. Kumaraswamy, M. M., Contractor evaluation and selection: a Hong Kong perspective, *Building and Environment*, 31 (3), pp.273-282 (1996).
51. Lai, K. K., Liu, S. L. and Wang, S. Y., A method used for evaluating bids in the Chinese construction industry, *International Journal of Project Management*, 22, pp. 193-201 (2004).
52. Lakoff, G., Hedges: a study in meaning criteria and the logic of fuzzy concepts, *Journal of Philosophical Logic*, Springer Netherlands 2, pp.234-281 (1977).
53. Lamata, M. T. and Pelaez, J. I., A method for improving the consistency of judgements, *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems* , 10(6), pp.677-686 (2002).
54. Lambert, J., The fuzzy set membership problem using the hierarchy decision method, *Fuzzy Sets and Systems*, 48, pp.323-330 (1992).
55. Leu, S. S., and Yang, C. H., GA-Based Multicriteria Optimal Model for Construction Scheduling, *Journal of Construction Engineering and Management, ASCE*, 125 (6),

- pp. 420-427 (1999).
56. Li, Y., Chen, S. and Nie, X., Fuzzy pattern recognition approach to construction contractor selection, *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 4 (2), pp.103-118 (2005).
57. Li, Y., Nie, X. and Chen, S., Fuzzy approach to prequalifying construction contractors, *Journal of Construction Engineering and Management, ASCE*, 133 (1), pp.40-49 (2007).
58. Lin, C. C., Wang, W. C. and Yu, W. D., Improving AHP for construction with an Adaptive AHP Approach (A<sup>3</sup>), *Automation in Construction*, 17, pp. 180-187 (2008).
59. Lin, C. C., Wang, W. C. and Yang, J. B., Evaluating bid item prices to support contractor selection – a case study, *Journal of the Chinese Institute of Engineers*, 30 (4), pp. 765-771 (2007).
60. Lo, W., Chao, C. H., Hadavi, A. and Krizek, R., Contractor selection process for Taipei Mass Rapid transit system, *Journal of Management in Engineering, ASCE*, 14 (3), pp.57-65 (1998).
61. Louw, W. J. A., Kok, M. C. and Sanderson, C., Contractor selection: a quantitative, consensus-friendly, transparent and objective method, *Southern African Forestry Journal*, 206(1), pp.35-42 (2006).
62. Lu, J., Zhang, G. and Wu, F., Web-based multi-criteria group decision support system with linguistic term processing function, *IEEE Intelligent Informatics Bulletin*, 5 (1), pp.3543 (2005).
63. Mahdi, I. M., Riley, M. J., Fereig, S. M. and Alex, A. P., A multi-criteria approach to contractor selection, *Engineering Construction and Architectural Management*, 9 (1), pp.29-37 (2002).
64. Mitra, S. and Hayashi, Y., Neuro-fuzzy rule generation: survey in soft computing framework, *IEEE Transactions on Neural Networks*, 11, pp.748-768 (2000). (A3)
65. Palaneeswaran, E., Ng, S. T., Kumaraswamy, M. and Chan, W. H. K., Analytic hierarchy process based supplier selection framework for construction contractors,

The Construction and Building Research Conference of the Royal Institution of Chartered Surveyors, London (2006).

66. Palaneeswaran, E. and Kumaraswamy, M. M., Contractor selection for Design-Build projects, *Journal of Construction Engineering and Management, ASCE*, 126 (5), pp.331-339 (2000).
67. Palaneeswaran, E. and Kumaraswamy, M. M., Web-based client advisory decision support system for design-builder prequalification, *Journal of Computing in Civil Engineering, ASCE*, 19 (1), pp.69-82 (2005).
68. Pongpeng, J. and Liston, J., TenSeM: a multicriteria and multidecision-makers model in tender evaluation, *Construction Management and Economics*, 21, pp. 21-30 (2003).
69. Potter, K. J. and Sanvido, V., Design-building prequalification system, *Journal of Management in Engineering, ASCE*, 10 (2), pp.48-56 (1994).
70. Purushottam, S. G., Rationale of contract awards and contract system, *Journal of the Construction Division*, 106 (4), pp.507-518 (1980).
71. Russell, J. S. and Skibniewski, M. J., Decision criteria in contractor prequalification, *Journal of Management in Engineering, ASCE*, 4(2), pp. 148-164 (1988).
72. Russell, J. S. and Skibniewski, M. J., QUALIFIER-1: contractor prequalification model, *Journal of Computing in Civil Engineering, ASCE*, 4(1), pp. 77-90 (1990).
73. Russell, J. S., Skibniewski, M. J. and Cozier, D. R., QUALIFIER-2: knowledge based system for contractor prequalification, *Journal of Construction Engineering and Management, ASCE*, 116(1), pp. 115-169 (1990).
74. Russell, J. S., Decision analysis framework for evaluating highway contractors, *Transportation Research Record*, 1282, pp. 66-75 (1990).
75. Russell, J. S. and Jaleskis, E. J., Quantitative study of contractor evaluation programs and their impact, *Journal of Construction Engineering and Management, ASCE*, 118(3), pp. 621-624 (1992).
76. Russell, J. S., Decision model for analysis and evaluation of construction contractors, *Construction Management and Economics*, 10(3), pp. 185-202 (1992).

77. Russell, J. S., Hancher, D. E. and Skibniewski, M. J., Contractor prequalification data for construction owners, *Construction Management and Economics*, 10(2), pp. 117-135 (1992).
78. Saaty, T. L., Exploring the interface between the hierarchies, multiple objectives and the fuzzy sets, *Fuzzy Sets and Systems*, 1, pp.57-68 (1978).
79. Saaty, T. L., *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*, McGraw-Hill, NY, 1980.
80. Salem Hiyassat, M.A., Construction bid price evaluation, *Canadian Journal of Civil Engineering*, 28 ( 2), pp. 264-270 (2001).
81. Shapira, A. and Goldenberg, M., AHP-based equipment selection model for construction projects, *Journal of Construction Engineering and Management, ASCE*, 131 (12), pp.1263-1273 (2005).
82. Shen, L., Drew, D. and Zhang, Z., Optimal bid for price-time bid parameter construction contracts, *Journal of Construction Engineering and Management, ASCE*, 125 (3), pp.204-209 (1999).
83. Shiau, Y. C., Tsai, T. P., Wang, W. C. and Huang, M. L., Use Questionnaire and AHP Techniques to Develop Subcontractor Selection System, *International Symposium on Automation and Robotics in Construction, 19th (ISARC)*. National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland. September 23-25, pp. 35-40 (2002).
84. Singh, D. and Tiong, R. L. K., A fuzzy decision framework for contractor selection, *Journal of Construction Engineering and Management, ASCE*, 131 (1), pp.62-70 (2005).
85. Skibniewski, M. and Chao, L., Evaluation of Advanced Construction Technology with AHP Method, *Journal of Construction Engineering and Management, ASCE*, 118 (3), pp.577-593 (1992).
86. Sönmez, M., Yang, J. B. and Holt, G.D., Addressing the contractor selection problem using an evidential reasoning approach, *Engineering Construction and Architectural*

- Management*, 8 (3), pp. 198-210 (2001).
87. Su, C. W., Cheng, M. Y. and Lin, F. B., Simulation-enhanced approach for ranking major transport projects, *Journal of Civil Engineering and Management*, 12 (4), pp. 285-291 (2006).
88. Tam, C. M., Tong, T. K. L. and Chiu, G. W. C., Comparing non-structural fuzzy decision support system and analytical hierarchy process in decision-making for construction problems, *European Journal of Operational Research*, 174 (2), pp. 1317-1324 (2006).
89. Teo, E. A. L. and Ling, F. Y. Y., Developing a model to measure the effectiveness of safety management systems of construction sites, *Building and Environment*, 41 (11), pp.1584-1592 (2006).
90. Tickle, A. B., Andrews, R., Golea, M. and Diederich, J., The truth will come to light: directions and challenges in extracting the knowledge embedded within trained artificial neural networks, *IEEE Transactions on Neural Networks*, 9, pp. 1057-1068 (1998).
91. Triantaphyllou, E. and Mann, S., An evaluation of the eigenvalue approach for determining the membership values in fuzzy sets, *Fuzzy Sets and Systems*, 35, pp. 295-301(1990).
92. Topcu, Y. I., A decision model proposal for construction contractor selection in Turkey, *Building and Environment*, 39 (4), pp.469-481 (2004).
93. Turskis, Z., Multi-attribute contractors ranking method by applying ordering of feasible alternatives of solutions in terms of preferability technique, *Technological and Economic Development*, 14 (2), pp. 224-239 (2008).
94. Tzeng, W. L., Li, J. C. C., and Chang, T. Y., A study on the effectiveness of the most advantageous tendering method in the public works of Taiwan, *International Journal of Project Management*, 24, pp.431-437 (2006).
95. Waara, F. and Bröchner, J., Price and nonprice criteria for contractor selection, *Journal of Construction Engineering and Management, ASCE*, 132 (8), pp.797-804

(2006).

96. Wang, W. C., SIM-UTILITY: model for project ceiling price determination," *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 128 (1), pp.76-84 (2002).
97. Wang, W. C., Wang, H. H., Lai, Y. T. and Li, C. C., Unit-price-based model for evaluating competitive Bids, *International Journal of Project Management*, 24, pp. 156-166 (2006).
98. Yang, J. and Lee, H., An AHP decision model for facility location selection, *Facilities*, 15 (9), pp.241-254 (1997).
99. Yang, J. B. and Wang, W. C., Contractor selection by the most advantageous tendering approach in Taiwan, *Journal of the Chinese Institute of Engineers*, 26 (3), pp.381-387 (2003).
100. Yoon, K. and Hwang, C. L., Manufacturing plant location analysis by multiple attribute decision making: Part I-Single-plant strategy, *International Journal of Production Research*, 23 (2), pp.345-359 (1985).
101. Zadeh, L. A., Fuzzy sets, *Information and Control*, 8 (3), pp.338-353 (1965).
102. Zeleny, M., Multiple Criteria Decision Making. Now York: McGraw-Hill, 1982.

#### 中文文獻(按作者姓名筆畫順序遞增排序)

103. 王維志、李建中，「成本模擬及單價比對模式以利採次低標價決標」，第一屆營建管理學術研討會論文集，臺北，第三冊，第 105-114 頁 (1998)。
104. 公共工程招標文件增列提供標案資料作業要點，<http://www.pcc.gov.tw>，行政院公共工程委員會 (2001)。
105. 李建中、王維志，「電腦模擬與單價比對在工程採購招標之應用」，土木水利，第 27 卷，第 4 期，第 3-12 頁 (2001)。
106. 李建中、張紫瑩，「公共工程最有利標之標價評比方式研究」，第七屆營建管理學術研討會論文集，高雄，第 135-141 頁 (2003)。
107. 政府採購法，「最有利標評選辦法」，政府採購法令彙編，法規叢書 021-8，行政院公共工程委員會 (2008)。

108. 呂守陞，楊崇揮，「遺傳演算法在資源限制下工期成本交易最適化排程模式運用之研究」，中國土木水利工程學刊，第十一卷，第三期，第 559-566 頁 (1999)。
109. 林俊昌、王維志，「運用電子標單支援最有利標之標價評審」，營建管理季刊，第 52 卷，第 15-24 頁 (2002)。
110. 最有利標作業手冊，<http://www.pcc.gov.tw>，行政院公共工程委員會 (2001)。
111. 張正德，「複因子決標模式之建構-以橋樑工程為例」，碩士論文，國立雲林科技大學營建工程研究所，雲林 (2000)。
112. 周正祥，「公共工程最有利標決標模式之研究」，碩士論文，國立臺灣科技大學營建工程技術研究所，臺北 (1998)。
113. 廖宗盛、王明德，「全新的政府採購決標制度-最有利標評選方式之研擬」，第一屆營建管理學術研討會論文集，第三冊，臺北，第 95-104 頁 (1998)。
114. 劉俊秀、鄭復平、王維志，「公共工程計畫及補助型計畫結餘款使用之研究」，行政院研究考核委員會，研究報告 (2001)。
115. 黃文賢、王維志、林俊昌、吳世全「從超純水系統界面問題探討潔淨室與廠務特殊系統工程之施工界面整合」，工程，第七十六卷，第五期，第 82-93 頁 (2003)。



## 附 錄

### 附錄一、本案例 AHP 方法各階層準則項目成對重要性調查表

文件編號：IQ-L1

○○○新建工程施工標採購案最有利標評選案  
第一階層主要準則項目成對重要性調查表

<b>【Overall score】</b>		相對重要程度詞語及其量化尺度值				
		相同 重要 (equally important) (1) 尺度值=1	普通 重要 (weakly important) (3) 尺度值=3	較重要 (strongly important) (5) 尺度值=5	很重要 (very strongly important) (7) 尺度值=7	非常 重要 (extremely important) (9) 尺度值=9
準則項目成對重要性比較(請勾選)		準則項目成對重要性程度詞語及其量化尺度值(請勾選)				
1	【價格】比【技術工程】重要					
	【技術工程】比【價格】重要					
2	【價格】比【團隊組織運作】重要					
	【團隊組織運作】比【價格】重要					
3	【價格】比【簡報與詢答】重要					
	【簡報與詢答】比【價格】重要					
4	【技術工程】比【團隊組織運作】重要					
	【團隊組織運作】比【技術工程】重要					
5	【技術工程】比【簡報與詢答】重要					
	【簡報與詢答】比【技術工程】重要					
6	【團隊組織運作】比【簡報與詢答】重要					
	【簡報與詢答】比【團隊組織運作】重要					

評選委員(簽名)： \_\_\_\_\_

○○○新建工程施工標採購案最有利標評選案  
第二階層「技術工程」之準則項目成對重要性調查表

【技術工程】 (Technical score)		相對重要程度詞語及其量化尺度值				
		相同重要 (equally important) (1) 尺度值=1	普通重要 (weakly important) (3) 尺度值=3	較重要 (strongly important) (5) 尺度值=5	很重要 (very strongly important) (7) 尺度值=7	非常重要 (extremely important) (9) 尺度值=9
準則項目成對重要性比較(請勾選)		準則項目成對重要性程度詞語及其量化尺度值(請勾選)				
1	【土木工程】比【MEP】重要					
	【MEP】比【土木工程】重要					
2	【土木工程】比【SPF】重要					
	【SPF】比【土木工程】重要					
3	【MEP】比【SPF】重要					
	【SPF】比【MEP】重要					

評選委員(簽名): \_\_\_\_\_

○○○新建工程施工標採購案最有利標評選案  
第二階層「價格」之準則項目成對重要性調查表

【價格】 (Price)		相對重要程度詞語及其量化尺度值				
		相同 重要 (equally important) (1) 尺度值=1	普通 重要 (weakly important) (3) 尺度值=3	較重要 (strongly important) (5) 尺度值=5	很重要 (very strongly important) (7) 尺度值=7	非常 重要 (extremely important) (9) 尺度值=9
準則項目成對重要性比較(請勾選)		準則項目成對重要性程度詞語及其量化尺度值(請勾選)				
1	【總標價】比【主要工程項目價格】重要程度					

評選委員(簽名)：\_\_\_\_\_

○○○新建工程施工標採購案最有利標評選案  
第二階層「團隊組織運作」之準則項目成對重要性調查表

【團隊組織運作】 (Organization)		相對重要程度詞語及其量化尺度值				
		相同 重要 (equally important) (1) 尺度值=1	普通 重要 (weakly important) (3) 尺度值=3	較重要 (strongly important) (5) 尺度值=5	很重要 (very strongly important) (7) 尺度值=7	非常 重要 (extremely important) (9) 尺度值=9
準則項目成對重要性比較(請勾選)		準則項目成對重要性程度詞語及其量化尺度值(請勾選)				
1	【團隊信譽】比【整合能力】重要					
	【整合能力】比【團隊信譽】重要					
2	【團隊信譽】比【共同投標(或協力)經驗】重要					
	【共同投標(或協力)經驗】比【團隊信譽】重要					
3	【整合能力】比【共同投標(或協力)經驗】重要					
	【共同投標(或協力)經驗】比【整合能力】重要					

評選委員(簽名)：\_\_\_\_\_

○○○新建工程施工標採購案最有利標評選案  
第三階層「土木工程」之次準則項目成對重要性調查表

【土木工程】 (Civil & Building)		相對重要程度詞語及其量化尺度值				
		相同 重要 (equally important) (1)  尺度值=1	普通 重要 (weakly important) (3)  尺度值=3	較重要 (strongly important) (5)  尺度值=5	很重要 (very strongly important) (7)  尺度值=7	非常 重要 (extremely important) (9)  尺度值=9
		次準則項目成對重要性程度詞語及其量化尺度值(請勾選)				
次準則項目成對重要性比較(請勾選)		次準則項目成對重要性程度詞語及其量化尺度值(請勾選)				
1-1	【品質保證】比【進度規劃與控制】重要					
	【進度規劃與控制】比【品質保證】重要					
1-2	【品質保證】比【主要材料與設備】重要					
	【主要材料與設備】比【品質保證】重要					
1-3	【品質保證】比【施工管理】重要					
	【施工管理】比【品質保證】重要					
1-4	【品質保證】比【安全衛生】重要					
	【安全衛生】比【品質保證】重要					
1-5	【品質保證】比【過去履約績效】重要					
	【過去履約績效】比【品質保證】重要					
2-1	【進度規劃與控制】比【主要材料與設備】重要					
	【主要材料與設備】比【進度規劃與控制】重要					
2-2	【進度規劃與控制】比【施工管理】重要					
	【施工管理】比【進度規劃與控制】重要					
2-3	【進度規劃與控制】比【安全衛生】重要					
	【安全衛生】比【進度規劃與控制】重要					
2-4	【進度規劃與控制】比【過去履約績效】重要					
	【過去履約績效】比【進度規劃與控制】重要					
3-1	【主要材料與設備】比【施工管理】重要					
	【施工管理】比【主要材料與設備】重要					
3-2	【主要材料與設備】比【安全衛生】重要					
	【安全衛生】比【主要材料與設備】重要					
3-3	【主要材料與設備】比【過去履約績效】重要					
	【過去履約績效】比【主要材料與設備】重要					
4-1	【施工管理】比【安全衛生】重要					
	【安全衛生】比【施工管理】重要					
4-2	【施工管理】比【過去履約績效】重要					
	【過去履約績效】比【施工管理】重要					
5-1	【安全衛生】比【過去履約績效】重要					
	【過去履約績效】比【安全衛生】重要					

評選委員(簽名): \_\_\_\_\_

○○○新建工程施工標採購案最有利標評選案  
第三階層「一般機電工程」之次準則項目成對重要性調查表

【一般機電工程】 (MEP)		相對重要程度詞語及其量化尺度值				
		相同重要 (equally important) (1) 尺度值=1	普通重要 (weakly important) (3) 尺度值=3	較重要 (strongly important) (5) 尺度值=5	很重要 (very strongly important) (7) 尺度值=7	非常重要 (extremely important) (9) 尺度值=9
次準則項目成對重要性比較(請勾選)		次準則項目成對重要性程度詞語及其量化尺度值(請勾選)				
1-1	【品質保證】比【進度規劃與控制】重要					
	【進度規劃與控制】比【品質保證】重要					
1-2	【品質保證】比【主要材料與設備】重要					
	【主要材料與設備】比【品質保證】重要					
1-3	【品質保證】比【施工管理】重要					
	【施工管理】比【品質保證】重要					
1-4	【品質保證】比【安全衛生】重要					
	【安全衛生】比【品質保證】重要					
1-5	【品質保證】比【過去履約績效】重要					
	【過去履約績效】比【品質保證】重要					
2-1	【進度規劃與控制】比【主要材料與設備】重要					
	【主要材料與設備】比【進度規劃與控制】重要					
2-2	【進度規劃與控制】比【施工管理】重要					
	【施工管理】比【進度規劃與控制】重要					
2-3	【進度規劃與控制】比【安全衛生】重要					
	【安全衛生】比【進度規劃與控制】重要					
2-4	【進度規劃與控制】比【過去履約績效】重要					
	【過去履約績效】比【進度規劃與控制】重要					
3-1	【主要材料與設備】比【施工管理】重要					
	【施工管理】比【主要材料與設備】重要					
3-2	【主要材料與設備】比【安全衛生】重要					
	【安全衛生】比【主要材料與設備】重要					
3-3	【主要材料與設備】比【過去履約績效】重要					
	【過去履約績效】比【主要材料與設備】重要					
4-1	【施工管理】比【安全衛生】重要					
	【安全衛生】比【施工管理】重要					
4-2	【施工管理】比【過去履約績效】重要					
	【過去履約績效】比【施工管理】重要					
5-1	【安全衛生】比【過去履約績效】重要					
	【過去履約績效】比【安全衛生】重要					

評選委員(簽名)：\_\_\_\_\_

○○○新建工程施工標採購案最有利標評選案  
第三階層「無特定病原屏障特殊系統工程」之次準則項目成對重要性調查表

【無特定病原屏障特殊系統工程】 (SPF)		評選項目相對重要性詞語及其量化重要程度尺度值				
		相同重要 (equally important) (1) 尺度值=1	普通重要 (weakly important) (3) 尺度值=3	較重要 (strongly important) (5) 尺度值=5	很重要 (very strongly important) (7) 尺度值=7	非常重要 (extremely important) (9) 尺度值=9
次準則項目成對重要性比較(請勾選)		次準則項目成對重要性程度詞語及其量化尺度值(請勾選)				
1-1	【品質保證】比【進度規劃與控制】重要					
	【進度規劃與控制】比【品質保證】重要					
1-2	【品質保證】比【主要材料與設備】重要					
	【主要材料與設備】比【品質保證】重要					
1-3	【品質保證】比【分包管理】重要					
	【分包管理】比【品質保證】重要					
1-4	【品質保證】比【安全衛生】重要					
	【安全衛生】比【品質保證】重要					
1-5	【品質保證】比【過去履約績效】重要					
	【過去履約績效】比【品質保證】重要					
1-6	【品質保證】比【售後服務】重要					
	【售後服務】比【品質保證】重要					
2-1	【進度規劃與控制】比【主要材料與設備】重要					
	【主要材料與設備】比【進度規劃與控制】重要					
2-2	【進度規劃與控制】比【分包管理】重要					
	【分包管理】比【進度規劃與控制】重要					
2-3	【進度規劃與控制】比【安全衛生】重要					
	【安全衛生】比【進度規劃與控制】重要					
2-4	【進度規劃與控制】比【過去履約績效】重要					
	【過去履約績效】比【進度規劃與控制】重要					
2-5	【進度規劃與控制】比【售後服務】重要					
	【售後服務】比【進度規劃與控制】重要					
3-1	【主要材料與設備】比【分包管理】重要					
	【分包管理】比【主要材料與設備】重要					
3-2	【主要材料與設備】比【安全衛生】重要					
	【安全衛生】比【主要材料與設備】重要					
3-3	【主要材料與設備】比【過去履約績效】重要					
	【過去履約績效】比【主要材料與設備】重要					
3-4	【主要材料與設備】比【售後服務】重要					
	【售後服務】比【主要材料與設備】重要					
4-1	【分包管理】比【安全衛生】重要					
	【安全衛生】比【分包管理】重要					
4-2	【分包管理】比【過去履約績效】重要					
	【過去履約績效】比【分包管理】重要					
4-3	【分包管理】比【售後服務】重要					
	【售後服務】比【分包管理】重要					
5-1	【安全衛生】比【過去履約績效】重要					
	【過去履約績效】比【安全衛生】重要					
5-2	【安全衛生】比【售後服務】重要					
	【售後服務】比【安全衛生】重要					
6-1	【過去履約績效】比【售後服務】重要					
	【售後服務】比【過去履約績效】重要					

評選委員(簽名)：\_\_\_\_\_

附錄二、本案例以 AHP 方法完成各準則項目權重值計算結果之彙整表

第一階層準則項目之相對重要性調查分析結果彙整

準則項目	土建委員						MEP委員														SPF 委員										總平均																		
	DM1			DM2	DM3	AHP平均	A <sup>3</sup> 平均	DM4					DM5				DM6				DM7			DM8			AHP平均	A <sup>3</sup> 平均	DM9	DM10			DM11	DM12				DM13			DM14				AHP平均	A <sup>3</sup> 平均	AHP	A <sup>3</sup>	
	AHP P(1)	AHP P(2)	A <sup>3</sup>	AHP P(1)	AHP P(1)	AHP平均	A <sup>3</sup> 平均	AHP P(1)	AHP P(2)	AHP P(3)	AHP P(4)	A <sup>3</sup>	AHP P(1)	AHP P(2)	AHP P(3)	A <sup>3</sup>	AHP P(1)	AHP P(2)	AHP P(3)	A <sup>3</sup>	AHP P(1)	AHP P(2)	A <sup>3</sup>	AHP P(1)	AHP P(2)	A <sup>3</sup>	AHP P(1)	AHP P(1)	AHP P(2)	A <sup>3</sup>	AHP P(1)	AHP P(2)	A <sup>3</sup>	AHP P(1)	AHP P(2)	AHP P(3)	AHP P(4)	A <sup>3</sup>	AHP平均	A <sup>3</sup> 平均	AHP	A <sup>3</sup>							
$\lambda_{max}$	4.585	4.117	4.215	4.140	4.228	4.162	4.194	4.389	4.594	4.413	4.201	4.175	4.288	4.347	4.182	4.192	4.312	4.449	4.165	4.238	4.496	4.228	4.023	4.539	4.082	4.021	4.172	4.130	4.099	4.616	4.240	4.219	4.264	4.474	4.165	4.024	4.492	4.240	4.178	4.581	4.736	4.449	4.198	4.218	4.201	4.167	4.178	4.164	
OI	0.585	0.249	0.333	0.140	0.228	0.206	0.234	0.389	0.609	0.565	0.376	0.223	0.288	3.259	0.204	0.205	0.313	0.471	0.231	0.255	0.496	0.862	0.210	0.539	0.422	0.231	0.419	0.225	0.099	0.616	0.309	0.340	0.264	0.474	0.224	0.270	0.492	0.285	0.236	0.581	0.775	0.473	0.365	0.348	0.258	0.260	0.294	0.239	
DI	1.000	1.132	1.117	1.000	1.000	1.044	1.039	1.000	1.015	1.152	1.175	1.047	1.000	3.912	1.022	1.013	1.000	1.022	1.067	1.017	1.000	1.634	1.187	1.000	1.340	1.210	1.247	1.095	1.000	1.000	1.069	1.121	1.000	1.000	1.059	1.246	1.000	1.044	1.058	1.000	1.039	1.024	1.167	1.130	1.057	1.092	1.116	1.076	
CR	0.217	0.043	0.080	0.052	0.085	0.060	0.072	0.144	0.220	0.153	0.075	0.065	0.107	0.128	0.067	0.071	0.116	0.166	0.061	0.088	0.184	0.085	0.008	0.200	0.030	0.008	0.064	0.048	0.037	0.228	0.089	0.081	0.098	0.176	0.061	0.009	0.182	0.089	0.066	0.215	0.273	0.166	0.073	0.081	0.074	0.062	0.066	0.061	
e-Vector (權重值)	價格	0.213	0.262	0.194	0.124	0.092	0.159	0.137	0.081	0.072	0.107	0.088	0.067	0.043	0.049	0.045	0.045	0.037	0.036	0.042	0.038	0.043	0.092	0.061	0.045	0.073	0.046	0.068	0.052	0.098	0.095	0.109	0.129	0.264	0.033	0.042	0.048	0.264	0.220	0.316	0.084	0.070	0.092	0.122	0.058	0.143	0.152	0.123	0.113
	技術工程	0.668	0.565	0.695	0.571	0.574	0.570	0.613	0.249	0.227	0.243	0.301	0.231	0.661	0.184	0.675	0.673	0.643	0.630	0.583	0.652	0.616	0.574	0.496	0.547	0.571	0.474	0.541	0.505	0.599	0.648	0.619	0.673	0.140	0.606	0.583	0.484	0.574	0.619	0.525	0.684	0.671	0.630	0.544	0.712	0.518	0.522	0.543	0.547
	團隊組織運作	0.086	0.118	0.071	0.240	0.282	0.213	0.198	0.626	0.661	0.594	0.536	0.664	0.221	0.677	0.194	0.200	0.214	0.242	0.290	0.193	0.268	0.282	0.372	0.310	0.267	0.413	0.314	0.368	0.259	0.223	0.220	0.163	0.559	0.263	0.290	0.384	0.112	0.109	0.111	0.195	0.229	0.242	0.271	0.186	0.284	0.277	0.270	0.281
	簡報與詢答	0.034	0.055	0.040	0.065	0.052	0.057	0.052	0.045	0.040	0.055	0.074	0.038	0.075	0.091	0.086	0.083	0.106	0.092	0.085	0.116	0.073	0.052	0.071	0.098	0.090	0.067	0.077	0.075	0.044	0.034	0.052	0.036	0.037	0.098	0.085	0.083	0.049	0.052	0.048	0.037	0.030	0.036	0.064	0.044	0.056	0.049	0.063	0.059

第二階層-技術工程之子項目相對重要性調查分析結果彙整

準則項目	土建委員										MEP委員										SPF 委員										總平均						
	DM1			DM 2	DM3			AH P平均	A <sup>3</sup> 平均	DM4			DM 5	DM6			DM 7	DM8			AH P平均	A <sup>3</sup> 平均	DM 9	DM10			DM 11	DM12			DM 13	DM 14	AH P平均	A <sup>3</sup> 平均	AHP	A <sup>3</sup>	
	AH P(1)	AH P(2)	A <sup>3</sup>	AH P(1)	AH P(1)	AH P(2)	A <sup>3</sup>			AH P(1)	AH P(2)	A <sup>3</sup>	AH P(1)	AH P(1)	AH P(2)	A <sup>3</sup>	AH P(1)	AH P(1)	AH P(2)	A <sup>3</sup>			AH P(1)	AH P(1)	AH P(2)	A <sup>3</sup>	AH P(1)	AH P(1)	AH P(2)	A <sup>3</sup>	AH P(1)	AH P(1)					
$\lambda_{max}$	3.209	3.007	3.099	3.065	3.295	3.065	3.045	3.046	3.070	3.183	3.039	3.063	3.117	3.209	3.117	3.086	3.000	3.209	3.029	3.020	3.060	3.057	3.007	3.209	3.039	3.072	3.000	3.209	3.117	3.037	3.029	3.000	3.032	3.024	3.043	3.057	
OI	0.209	0.189	0.117	0.065	0.295	0.192	0.109	0.149	0.097	0.183	0.146	0.097	0.117	0.209	0.136	0.103	0.000	0.209	0.156	0.111	0.111	0.086	0.007	0.209	0.269	0.122	0.000	0.209	0.136	0.102	0.029	0.000	0.074	0.043	0.101	0.094	
DI	1.000	1.182	1.018	1.000	1.000	1.127	1.064	1.103	1.027	1.000	1.108	1.034	1.000	1.000	1.019	1.017	1.000	1.000	1.127	1.092	1.051	1.028	1.000	1.000	1.231	1.050	1.000	1.000	1.019	1.065	1.000	1.000	1.042	1.019	1.058	1.038	
CR	0.179	0.006	0.085	0.056	0.254	0.056	0.039	0.039	0.060	0.158	0.033	0.055	0.101	0.180	0.101	0.074	0.000	0.179	0.025	0.017	0.052	0.049	0.006	0.179	0.033	0.062	0.000	0.180	0.101	0.032	0.025	0.000	0.028	0.021	0.037	0.049	
e-Vector (權重值)	土建工程	0.055	0.088	0.047	0.188	0.651	0.731	0.623	0.138	0.286	0.067	0.105	0.053	0.058	0.227	0.207	0.208	0.067	0.055	0.063	0.065	0.100	0.090	0.088	0.055	0.105	0.060	0.333	0.173	0.207	0.225	0.156	0.467	0.226	0.222	0.153	0.176
	MEP工程	0.173	0.243	0.163	0.081	0.223	0.188	0.229	0.162	0.158	0.715	0.637	0.748	0.207	0.722	0.735	0.740	0.467	0.173	0.265	0.140	0.462	0.460	0.669	0.173	0.258	0.228	0.333	0.772	0.735	0.720	0.659	0.467	0.520	0.513	0.379	0.332
	SPF系統	0.772	0.669	0.790	0.731	0.127	0.081	0.148	0.700	0.556	0.218	0.258	0.199	0.735	0.051	0.058	0.052	0.467	0.772	0.672	0.795	0.438	0.450	0.243	0.772	0.637	0.712	0.333	0.055	0.058	0.055	0.185	0.067	0.254	0.266	0.468	0.491

第二階層－價格之子項目相對重要性調查分析結果彙整

準則項目		土建委員				MEP委員						SPF 委員							
		DM1	DM2	DM3	平均	DM4	DM5	DM6	DM7	DM8	平均	DM9	DM 10	DM 11	DM 12	DM 13	DM 14	平均	
$\lambda_{\max}$		2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
CI		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CR		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
e-Vector (權重值)	總標價	0.833	0.833	0.500	0.722	0.900	0.500	0.500	0.500	0.500	0.580	0.750	0.500	0.500	0.875	0.833	0.750	0.701	
	分項工程價格	0.167	0.167	0.500	0.278	0.100	0.500	0.500	0.500	0.500	0.420	0.250	0.500	0.500	0.125	0.167	0.250	0.299	

第二階層-團隊組織運作之子項目相對重要性調查分析結果彙整

準則項目	土建委員								MEP委員												SPF 委員												總平均						
	DM1			DM2	DM3			AHP平均	A <sup>3</sup> 平均	DM4				DM5	DM6				DM7	DM8	AHP平均	A <sup>3</sup> 平均	DM9	DM10	DM11	DM12			DM13			DM14			AHP平均	A <sup>3</sup> 平均	AHP平均	A <sup>3</sup> 平均	
	AHP P(1)	AHP P(2)	A <sup>3</sup>	AHP P(1)	AHP (1)	A <sup>3</sup>			AHP P(1)	AHP P(2)	AHP P(3)	A <sup>3</sup>	AHP P(1)	AHP P(1)	AHP P(2)	AHP P(3)	A <sup>3</sup>	AHP P(1)	AHP P(1)			AHP P(1)	AHP P(1)	AHP P(1)	AHP P(1)	AHP P(2)	A <sup>3</sup>	AHP P(1)	AHP P(2)	A <sup>3</sup>	AHP P(1)	AHP P(2)	AHP P(3)	A <sup>3</sup>					
$\lambda_{max}$	3.183	3.039	3.079	3.065	3.117	3.100	3.074	3.081	3.436	3.136	3.039	3.089	3.000	3.328	3.209	3.065	3.099	3.000	3.065	3.034	3.051	3.039	3.029	3.000	3.183	3.117	3.092	3.136	3.039	3.101	3.757	3.436	3.000	3.071	3.037	3.055	3.048	3.062	
OI	0.183	0.146	0.106	0.065	0.117	0.101	0.109	0.090	0.436	0.263	0.210	0.186	0.000	0.328	0.228	0.222	0.168	0.000	0.065	0.099	0.084	0.039	0.029	0.000	0.183	0.128	0.111	0.136	0.083	0.103	0.757	0.495	2.576	0.278	0.476	0.093	0.228	0.089	
DI	1.000	1.108	1.027	1.000	1.000				1.000	1.127	1.171	1.097	1.000	1.000	1.019	1.157	1.068	1.000	1.000			1.000	1.000	1.000	1.000	1.011	1.019	1.000	1.044	1.002	1.000	1.059	3.576	1.207					
CR	0.158	0.033	0.068	0.056	0.101	0.086	0.063	0.070	0.376	0.117	0.033	0.077	0.000	0.282	0.180	0.056	0.086	0.000	0.056	0.029	0.044	0.033	0.025	0.000	0.158	0.101	0.079	0.117	0.033	0.087	0.653	0.376	0.000	0.061	0.032	0.048	0.041	0.054	
e-Vector (權重值)	團隊信譽	0.715	0.637	0.667	0.731	0.058	0.057	0.475	0.485	0.076	0.086	0.105	0.062	0.333	0.191	0.173	0.188	0.251	0.111	0.731	0.294	0.298	0.637	0.481	0.143	0.715	0.735	0.738	0.701	0.637	0.707	0.192	0.167	0.333	0.241	0.494	0.491	0.421	0.425
	整合能力	0.067	0.105	0.070	0.188	0.735	0.735	0.343	0.331	0.726	0.618	0.637	0.785	0.333	0.761	0.772	0.731	0.693	0.778	0.081	0.512	0.534	0.258	0.405	0.714	0.218	0.207	0.207	0.202	0.258	0.201	0.744	0.787	0.333	0.700	0.363	0.414	0.406	0.426
	共同投標(或協力)經驗	0.218	0.258	0.263	0.081	0.207	0.208	0.182	0.184	0.198	0.297	0.258	0.153	0.333	0.048	0.055	0.081	0.056	0.111	0.188	0.194	0.168	0.105	0.114	0.143	0.067	0.058	0.056	0.097	0.105	0.092	0.064	0.046	0.333	0.059	0.143	0.095	0.173	0.149

第三階層-土建工程之子項目相對重要性調查分析結果彙整

準則項目	土建委員							MEP委員											SPF 委員											總平均										
	DM1			DM2	DM3	AHP 平均	A <sup>3</sup> 平均	DM4				DM5	DM6			DM7	DM8	AHP 平均	A <sup>3</sup> 平均	DM9	DM10	DM11			DM12			DM13			DM14			AHP 平均	A <sup>3</sup> 平均	AHP	A <sup>3</sup>			
	AH P(1)	AH P(2)	A <sup>3</sup>	AH P(1)	AH P(1)			AH P(1)	AH P(2)	AH P(3)	A <sup>3</sup>	AH P(1)	AH P(1)	AH P(2)	A <sup>3</sup>	AH P(1)	AH P(1)				AH P(1)	AH P(1)	AH P(1)	AH P(2)	A <sup>3</sup>	AH P(1)	AH P(2)	A <sup>3</sup>	AH P(1)	AH P(2)	A <sup>3</sup>	AH P(1)	AH P(2)	AH P(3)	A <sup>3</sup>					
$\lambda_{max}$	6.715	6.339	6.504	6.267	6.278	6.295	6.350	7.913	6.952	6.269	6.578	6.421	7.156	6.580	6.572	6.515	6.277	6.412	6.473	6.516	6.561	8.183	6.141	6.427	6.713	6.658	6.438	6.551	6.889	6.624	6.484	7.687	6.749	6.593	6.591	6.479	6.522	6.395	6.448	
OI	0.715	0.810	0.513	0.267	0.278	0.452	0.353	1.913	1.165	1.199	0.750	0.421	1.156	0.625	0.740	0.515	0.277	0.607	0.541	0.516	0.561	2.183	0.909	0.946	0.713	0.680	0.539	0.563	0.889	0.653	0.511	1.687	0.930	0.717	0.798	0.649	0.649	0.569	0.514	
DI	1.000	1.471	1.008	1.000	1.000	1.157	1.003	1.000	1.213	1.930	1.172	1.000	1.000	1.045	1.168	1.000	1.000	1.195	1.068	1.000	1.000	1.000	1.768	1.519	1.000	1.022	1.101	1.012	1.000	1.029	1.027	1.000	1.180	1.125	1.207	1.170	1.128	1.174	1.066	
CR	0.115	0.055	0.081	0.043	0.045	0.048	0.056	0.309	0.154	0.043	0.093	0.068	0.186	0.094	0.092	0.083	0.045	0.066	0.076	0.083	0.091	0.352	0.023	0.069	0.115	0.106	0.071	0.089	0.143	0.100	0.078	0.272	0.121	0.096	0.095	0.077	0.084	0.064	0.072	
e-Vector (權重值)	品質控制	0.029	0.040	0.032	0.092	0.257	0.130	0.127	0.115	0.111	0.139	0.113	0.334	0.256	0.225	0.350	0.279	0.126	0.221	0.240	0.416	0.264	0.126	0.115	0.199	0.240	0.237	0.274	0.220	0.505	0.427	0.513	0.051	0.055	0.076	0.077	0.262	0.282	0.204	0.216
	進度規劃 與控制	0.194	0.271	0.206	0.428	0.135	0.278	0.256	0.520	0.477	0.360	0.551	0.045	0.139	0.121	0.154	0.108	0.218	0.171	0.215	0.170	0.473	0.256	0.292	0.330	0.164	0.137	0.146	0.177	0.215	0.266	0.191	0.033	0.052	0.042	0.037	0.232	0.230	0.227	0.234
	規格性能	0.044	0.072	0.042	0.044	0.068	0.062	0.052	0.062	0.084	0.104	0.086	0.395	0.073	0.076	0.063	0.444	0.475	0.299	0.292	0.230	0.077	0.126	0.115	0.152	0.465	0.486	0.432	0.470	0.096	0.110	0.101	0.519	0.493	0.451	0.569	0.236	0.266	0.199	0.203
	施工管理	0.131	0.143	0.139	0.145	0.475	0.254	0.253	0.244	0.220	0.255	0.197	0.117	0.472	0.506	0.365	0.089	0.037	0.201	0.161	0.098	0.051	0.126	0.115	0.096	0.068	0.076	0.088	0.069	0.088	0.096	0.098	0.115	0.133	0.144	0.115	0.099	0.088	0.185	0.167
	安全衛生	0.071	0.094	0.074	0.044	0.033	0.057	0.050	0.037	0.067	0.086	0.032	0.072	0.036	0.047	0.041	0.050	0.042	0.059	0.047	0.032	0.041	0.198	0.310	0.149	0.024	0.024	0.027	0.026	0.063	0.068	0.066	0.262	0.244	0.259	0.180	0.123	0.082	0.08	0.06
	過去履約 績效	0.530	0.381	0.507	0.246	0.033	0.220	0.262	0.023	0.041	0.055	0.021	0.037	0.024	0.026	0.027	0.050	0.101	0.050	0.043	0.054	0.094	0.168	0.053	0.075	0.040	0.040	0.032	0.038	0.034	0.034	0.030	0.019	0.023	0.027	0.023	0.049	0.052	0.106	0.119

第三階層-MEP之子項目相對重要性調查分析結果彙整

準則項目	土建委員							MEP委員															SPF 委員												總平均							
	DM1			DM 2	DM 3	AH P平均	A <sup>3</sup> 平均	DM4				DM 5	DM6				DM7			DM 8	AH P平均	A <sup>3</sup> 平均	DM 9	DM 10	DM11			DM12			DM13			DM14			AH P平均	A <sup>3</sup> 平均	AHP	A <sup>3</sup>		
	AH P(1)	AH P(2)	A <sup>3</sup>	AH P(1)	AH P(1)			AH P(1)	AH P(2)	AH P(3)	A <sup>3</sup>	AH P(1)	AH P(1)	AH P(2)	AH P(3)	A <sup>3</sup>	AH P(1)	AH P(2)	A <sup>3</sup>	AH P(1)	AH P平均	A <sup>3</sup> 平均	AH P(1)	AH P(1)	AH P(1)	AH P(2)	A <sup>3</sup>	AH P(1)	AH P(2)	A <sup>3</sup>	AH P(1)	AH P(2)	A <sup>3</sup>	AH P(1)	AH P(2)	AH P(3)	A <sup>3</sup>	AH P平均	A <sup>3</sup> 平均			
$\lambda_{max}$	6.830	6.217	6.550	6.295	6.486	6.333	6.444	8.189	7.469	6.301	6.581	6.334	7.071	7.202	6.447	6.537	6.749	6.385	6.552	6.379	6.369	6.477	6.516	6.561	7.561	6.178	6.378	6.836	6.562	6.472	7.049	6.571	6.477	7.687	6.749	6.593	6.512	6.497	6.486	6.399	6.469	
OI	0.830	0.603	0.592	0.295	0.486	0.462	0.458	2.189	1.564	1.101	1.063	0.334	1.071	2.413	1.647	0.615	0.749	1.660	0.573	0.379	1.024	0.593	0.516	0.561	1.561	0.876	0.533	0.836	0.585	0.538	1.049	0.640	0.574	1.687	0.930	0.717	0.644	0.649	0.561	0.712	0.537	
DI	1.000	1.387	1.042	1.000	1.000	1.129	1.014	1.000	1.094	1.800	1.482	1.000	1.000	2.211	2.200	1.078	1.000	2.275	1.021	1.000	1.655	1.116	1.000	1.000	1.000	1.698	1.155	1.000	1.024	1.066	1.000	1.069	1.097	1.000	1.180	1.125	1.132	1.153	1.075	1.312	1.068	
CR	0.134	0.035	0.089	0.048	0.078	0.054	0.072	0.353	0.237	0.049	0.094	0.054	0.173	0.194	0.072	0.087	0.121	0.062	0.089	0.061	0.060	0.077	0.083	0.091	0.252	0.029	0.061	0.135	0.091	0.076	0.169	0.092	0.077	0.272	0.121	0.096	0.083	0.080	0.078	0.064	0.076	
e-Vector (權重值)	品質控制	0.042	0.057	0.032	0.126	0.458	0.214	0.205	0.119	0.131	0.177	0.172	0.356	0.149	0.073	0.073	0.188	0.043	0.210	0.049	0.233	0.210	0.200	0.416	0.264	0.121	0.114	0.152	0.449	0.418	0.428	0.461	0.476	0.403	0.051	0.055	0.076	0.072	0.294	0.289	0.239	0.231
	進度規劃與控制	0.121	0.163	0.113	0.417	0.141	0.240	0.224	0.501	0.440	0.361	0.504	0.035	0.076	0.127	0.145	0.088	0.168	0.103	0.139	0.110	0.151	0.175	0.170	0.473	0.217	0.306	0.200	0.145	0.160	0.149	0.246	0.237	0.302	0.033	0.052	0.042	0.031	0.231	0.221	0.207	0.206
	規格性能	0.254	0.266	0.249	0.117	0.263	0.215	0.210	0.065	0.078	0.106	0.095	0.365	0.305	0.493	0.538	0.239	0.610	0.519	0.619	0.521	0.410	0.368	0.230	0.077	0.121	0.123	0.122	0.258	0.276	0.282	0.121	0.135	0.120	0.519	0.493	0.451	0.507	0.215	0.223	0.280	0.267
	施工管理	0.065	0.096	0.055	0.228	0.074	0.133	0.119	0.248	0.244	0.232	0.151	0.038	0.408	0.246	0.150	0.425	0.100	0.089	0.111	0.034	0.109	0.152	0.098	0.051	0.121	0.123	0.129	0.080	0.077	0.078	0.074	0.072	0.062	0.115	0.133	0.144	0.126	0.094	0.091	0.112	0.120
	安全衛生	0.031	0.039	0.033	0.056	0.041	0.045	0.043	0.042	0.062	0.070	0.042	0.109	0.036	0.036	0.063	0.034	0.050	0.049	0.052	0.034	0.065	0.054	0.032	0.041	0.295	0.306	0.330	0.044	0.041	0.035	0.062	0.049	0.075	0.262	0.244	0.259	0.238	0.122	0.125	0.077	0.074
	過去履約績效	0.487	0.380	0.519	0.056	0.023	0.153	0.199	0.026	0.045	0.055	0.035	0.097	0.026	0.025	0.031	0.026	0.029	0.029	0.030	0.068	0.056	0.051	0.054	0.094	0.127	0.028	0.066	0.024	0.027	0.028	0.036	0.030	0.038	0.019	0.023	0.027	0.026	0.044	0.051	0.084	0.101



## 已發表期刊論文

### A-1 英文期刊論文

1. Lin, C. C., Wang, W. C. and Yang, J. B. (2007) "Evaluating bid item prices to support contractor selection- a case study," Journal of the Chinese Institute of Engineers, 30(4), 765-771. (short paper) (SCI, EI)
2. Lin, C. C., Wang, W. C., and Yu, W. D. (2008) "Improving AHP for construction with an adaptive AHP approach (A<sup>3</sup>)," Automation in Construction, 17(2), 180-187. (SCI, EI)

### A-2 中文期刊論文

1. 王維志、林俊昌、張書萍 (2001), "高科技廠房營建工程特性之探討", 營建管理季刊, 第 48 期, 第 10~19 頁。
2. 王維志、林俊昌 (2002), "運用電子標單支援最有利標之標價評審", 營建管理季刊, 第 52 期, 第 15~24 頁。
3. 林俊昌、王維志 (2003), "從營建角度初探大陸半導體高科技廠房工程之市場", 營建管理季刊, 第 54 期, 第 44~46 頁。
4. 黃文賢、王維志、林俊昌、吳世全 (2003), "從超純水系統界面問題探討潔淨室與廠務特殊系統工程之施工界面整合", 工程, 第 76 卷第 5 期, 第 82~93 頁。
5. 林俊昌、王維志 (2004), "新建半導體廠房工程微振設計與控制之初探", 亞太工程學報, 第 2 卷第 1 期, 第 27~47 頁。
6. 林俊昌、王維志 (2004), "高科技廠房工程專案團隊組織之探討", 土木水利, 第 31 卷第 2 期, 第 36~38 頁。
7. 林俊昌、王維志 (2004), "高科技廠房工程變更設計之案例分析", 工程, 第 77 卷第 2 期, 第 64~74 頁。
8. 王維志、林俊昌、汪俊男 (2004), "半預鑄工法運用於半導體廠房工程之效益分析", 營建管理季刊, 第 59 期, 第 1~12 頁。
9. 王維志、林俊昌、黃世昌 (2005), "建立高科技廠房工程團隊之案例探討", 營建管理季刊, 第 61 期, 第 28~36 頁。

10. 黃文賢、蕭開元、王維志、林俊昌、郭明祥 (2005), “特殊機電工程統包執行模式之案例探討”, 工程, 第 78 卷第 2 期, 第 87~103 頁。
11. 王維志、林俊昌、蕭開元 (2005), “高科技廠房工程之防災節點探討”, 中華建築學刊, 第 1 卷第 1 期, 第 15~24 頁。
12. 王維志、林俊昌、郭明祥、郭奉宜 (2006), “統包工程之進度規劃-以潔淨室工程為例”, 中國土木水利工程學刊, 第 18 卷第 4 期, 第 577~591 頁。(EI)
13. 賴宇亭、林俊昌、王維志、黃文曲 (2006), “統包工程執行績效之探討”, 營建管理季刊, 第 66 期, 第 33~38 頁。
14. 林俊昌、賴宇亭、王維志 (2006), “公共工程採用最有利標之執行現況分析”, 工程, 第 79 卷第 4 期, 第 117~128 頁。

#### B-1 國際研討會論文

1. Lin, C. C., Chang, S. P. and Wang, W. C. (2002), “Characteristic-based performance predicting system for high-tech projects,” ICCCBE-IX, Proceedings of the Ninth International Conference on Computing in Civil and Building Engineering, April 3-5, Taipei, Taiwan.
2. Wang, W. C., Hsu, C. H., Wang, S. S., and Lin, C. C. (2008), “Evaluating the effect of multiple factors on unit prices for supporting bid price decisions,” Proceedings of the Sixth International Conference on Engineering Computational Technology, 2-5 September, Greece.

#### B-2 國內研討會論文

1. 王維志、林俊昌 (2002), “高科技廠房之營建管理特性”, 高科技廠房新工法與微振害防治研討會論文集, 台灣新竹, 第 60~72 頁。
2. 林俊昌、王維志 (2002), “最有利標之標價評審”, 第六屆營建工程與管理研究成果聯合發表會論文集, 台灣台南, 第 181~186 頁。
3. 林俊昌、汪俊男、王維志 (2002), “運用電腦模擬以評估鋼骨工程吊裝作業”, 第六

屆結構工程學術研討會論文集，台灣屏東。

4. 林俊昌、王維志、陳俊勳 (2003)，“高科技廠房工程生命週期之防災節點管理”，2003 科技廠房防災知識管理研討會，台灣台北，第 7-1~7-8 頁。
5. 林俊昌、王維志 (2003)，“複合化半預鑄工法運用於半導體廠房工程之技術與管理”，第六屆建築生產與管理技術研討會論文集，台灣台南，第 114~131 頁。
6. 張文榮、林俊昌、邱泰龍、王維志 (2004)，“以建造成本為基礎之構造選擇決策模式雛型，”第八屆營建工程與管理研究成果聯合發表會論文集，台灣台北。
7. 林俊昌、蔡英宏、黃炯憲、劉俊秀、王維志 (2004)，“施工作業對既有半導體廠房微振控制之影響”，第七屆結構工程學術研討會論文集，台灣桃園。
8. 張培浚、賴宇亭、林俊昌、王維志 (2006)，“統包工程之執行效益分析”，第十屆營建管理學術交流研討會論文集，台灣中壢。



## 作者簡歷

### 一、基本資料：

姓名：林俊昌 (Lin, Chun-Chang)

出生日期：59年10月28日

永久住址：台中縣太平市長安六街17號

電話：04-23928036

聯絡電話：0937028111

### 二、學歷：

國立交通大學 土木工程研究所 管建管理組 博士後選人(2003.6)

國立交通大學 土木工程研究所 結構工程組 碩士(1996.6)

中原大學 土木工程學系 學士(1994.6)

正修工商專科學校 土木工程科 (1992.6)

### 三、專業考試：

八十六年專門職業及技術人員 結構工程技師高等考試及格

八十四年公務人員土木工程職系 土木工程科高等考試二級錄取

八十三年專門職業及技術人員 土木工程技師高等考試及格

八十年公務人員土木工程職系 土木工程科普通考試錄取

### 四、經歷：

1. 國家實驗動物中心 工程顧問(2008.4~迄今)

—負責新竹中心新建工程專案(計畫經費 14.3 億)各標案合約研擬、招標作業、合約管理、規劃設計與公文行政等顧問。

2. 國家實驗動物中心 工程專案管理組組長(2006.1~2008.3)

—負責南科中心新建工程專案施工及驗收期之執行。

—負責新竹中心新建工程專案初期計畫執行。

3. 國家實驗動物中心 工程顧問(2005.1~2005.12; 2008.4~迄今)

—負責南科中心新建工程專案(計畫經費 8.73 億)各標案合約研擬、招標作業、合約管理、規劃設計與公文行政等顧問。

4. 國家奈米元件實驗室 專案工程師(2000.7~2004.12)

—負責國家奈米元件實驗室新建工程專案(計畫經費 9.15 億)各標案招標作業(含招

標文件編擬)、合約管理、規劃設計與施工行政管理、驗收移交作業、公文行政管理等。

5.國防部總政治作戰部軍眷服務處 專案工程師(1998.6~2000.6)

—眷改工作工程政策小組成員，負責工程政策研擬及工程相關法令(含政府採購法)之運用。

—推動眷改工程 PCM 制度並編擬甄選作業程序及相關招標文件(專案承辦人)。

—推動眷改工程統包招標制度並制訂作業程序及參與研訂招標文件(專案承辦人)。

6.國防部總政治作戰部軍眷服務處少尉工程官(1996.10~1998.5)

—眷改工作專案小組成員，負責建築師及獎參辦法中配套總顧問甄選作業與相關文件之編擬。

—制訂眷改工程作業架構流程。

—承辦高雄市、花蓮縣、台東縣等住宅社區新建工程規劃設計之業務。

7.臺灣省自來水公司第三區(新竹)及第十區(台東)管理處工程員(1995.12~1998.6，服役期間留職停薪)

—負責蓄水池及管線結構補強分析、設計。

8.正修工商專科學校土木科材料實驗室助教暨學生活動中心新建工程品管員(1989.1~1992.6)

—負責實驗室助教與管理、混凝土配比設計建教合作、材料檢驗分析員。

—學生活動中心(禮堂)新建工程混凝土材料品管員

