

第一章 諸論

1.1 研究背景與動機

營建產業常受到總體經濟環境的影響，導致營建產業的經營環境常充滿著不確定性，所以專案投標廠商若是要獲得合理的利潤，在進行投標決策時即需要考慮到經濟因素的影響，並藉此作為投標訂價之依據。

營建產業的工程專案生命週期長，因此廠商在專案投標決策時所面臨的經濟風險相對於其他產業是偏高的，因而導致成本超支或資金週轉不靈的問題在營建產業特別嚴重(Akpan, E.O.P.與 Igwe, O., 2001)，因此為了避免專案因成本超支或資金週轉不靈而導致虧損或專案中止，營建廠商在工程投標時就必須做好妥善的成本規劃與財務評估，但由於專案的獨特性以及未來經濟狀況的不確定性，因此廠商只能憑藉著以往的經驗以及與同業間的訊息來往作為專案投標決策之依據，因此建構一套結構化的思維模式來解決專案投標決策的問題是有其必要的。

故本研究對國內外投標決策文獻進行整理與分析，並進一步藉由訪談產業界的專家或工程承辦人員，希望透過他們的經驗以及國內外相關研究成果，找出一些產業界普遍關心的專案影響因素，並深入探討這些影響因素為何會影響廠商的投標決策，進而將這些影響因素以系統化的方式呈現，建立出一套能夠適時評估專案影響因素的投標價決策模式，協助廠商在進行投標決策時能夠充分評估各種工程專案可能的專案價值影響，讓工程投標價格能夠反映出各種專案價值影響下的合理投標價，並且透過現金流量的模擬來反算專案投標價，降低廠商在實際工程執行時的工程超支或資金週轉不靈的情形，希望該研究能作為專案標廠商進行投標決策之參考，也有助於促使專案標價合理化。

1.2 問題描述與定義

本研究之所以會對投標決策議題感到興趣，是由於目前業界對工程投標價評估方式多有所分歧，而缺乏一套結構化的評估工具來協助廠商擬定專案投標價，過往的研究認為工程標價主要包含工程成本的支出，即或所謂的工程造價，而由這個概念發展出成本基礎模式(Cost Based Model)，但近年的研究認為若以成本基礎模式來評估投標決策並不能完全反映出廠商投標行為，而且若以成本基礎模式可能會造成投標價高估或低估的現象產生(Mochtar, K.與 Ardit, D., 2001)，因此該研究認為應該以市場價值模式(Market Value Based Model)或價值基礎(Value Based Model)作為工程專案評價的方式比較能夠反應出合理的專案投標價。

成本基礎模式(Cost Based Model)與價值基礎模式(Value Based Model)最主要的差異在於對成本與價值的定義，傳統的成本基礎評價程序包含專案的**營建成本**(Construction Cost)、**營運成本**(Overhead)的評估以及相對專案成本下的**獲利加成**(Markup)，而其最大的問題在於忽略經濟或市場因素對專案成本的影響，往往造成專案投標價格太高或太低的現象產生(Mochtar, K.與 Ardit, D., 2001)，而相關研究(Farr, J.V., 2001)也指出廠商的工程價格普遍受到市場供需與業主對專案產品(服務)價值認定的影響，也就是當市場顧客的需求上升則會導致產品或服務價格上升。該研究以邊際獲益(Profit Margins)來說明價值產生的循環準則，該價值因果循環圖的核心是業主或客戶的價值感認，在效率市場下，市場經濟活動愈活躍則廠商的邊際獲益愈高，而此時愈能適時適質的工程產品(服務)提供則愈能強化廠商的邊際獲利能力，但若此時同類型的廠商增加則會造成市場競爭加劇，進而導致廠商的邊際獲利下降，由此可知專案的價值是受到市場狀態與供需情況的影響。

因此本研究認為以成本基礎模式的評價思維之所以無法完全滿足投標價預測的原因，在於其假設市場環境或經濟情況是穩定不變，而這個假設是與事實不符的，因此若要提高投標價格評估的準確性，必須以價值基礎模式作為評價核心，所以必須考慮到專案本身的特性與衍生出來的成本評估問題，其次是從專案的合約狀態來了解其現金流量狀態，最後將市場影響因素彙整到專案評價模型中，以得到合理的專案經濟投標價。

1.3 研究目的

投標是廠商重要的營運活動，而在進行投標決策時，廠商常面臨下列問題：

- 一. 參與投標的效益為何？ [投標決策者該如何評估專案價值]
- 二. 公司得標的機會多大？ [專案價值是如何影響得標機率]
- 三. 決策該如何去決定投標價？ [如何在專案價值、得標機率間取得平衡，並找出專案投標價]

本研究的研究目的是將廠商的投標決策問題(專案價值、得標機率、專案投標價)以一套系統化的評估模式來探討，試著將廠商的屬性依其風險偏好來做區別，試著讓廠商從專案價值評估中去了解專案的市場競爭程度，讓其從專案價值與得標機率的連結中得到投標策略，並藉由考慮經濟因素的專案投標價累積曲線來協助廠商擬定出妥適的專案投標價。



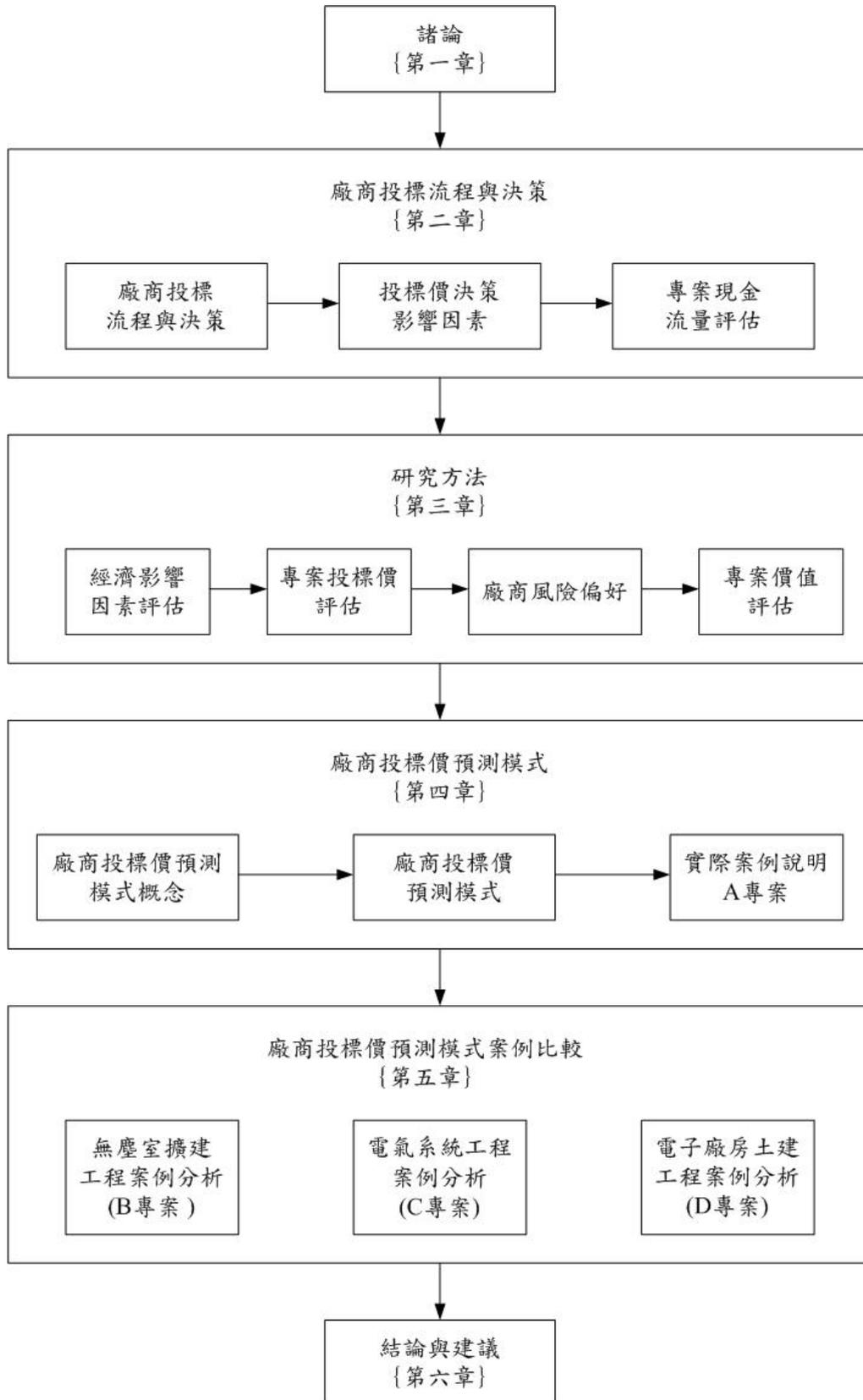
1.4 研究概念說明

專案投標策略與專案標價決策一直都是營建廠商與業主們所非常關心的議題，而該議題也影響了工程市場的健全發展，本研究針對該議題作深入的研究，從市場環境(Market Environment)、公司狀態(Company Conditions)、專案特性(Project Characteristic)等三個構面來探討投標決策議題，藉由現金流量模式的建構與電腦模擬，加上廠商的偏好屬性來探求合理的廠商投標價決策模式。

投標策略與標價決策是一體之兩面，以承包商的觀點，在其投標前必會考量公司或組織的目標，進而擬定出投標策略，因此若組織目標在於利潤極大化，則廠商會儘量提高投標價或降低成本以獲取最大利益，反之若廠商的投標策略在於提高工程實績或擴大市場佔有率，則會傾向在可以接受的利潤下以低價投標，而此時的工程市場就會出現競標行為，最後就由市場供需來決定標價，因此本研究的主要是藉由探討影響標價的因素，由專案特性與成本形成切入，再來研究合約條件對標價的影響，進而從產業環境來討論總體經濟因素與產業競爭行為對標價決策的影響，最後將這些構面合併討論，以效用理論和模擬的方式來建構標價決策模式。

本研究主要分成兩大部份；其一、利用市場資訊、成本結構與合約條件來模擬出專案可能的投標價區間，使用參數為押標金保證費用、履約保證費用、預付款保證費用、工程預付款、分包費用、管理費用、工程計價款、專案利潤、透支貸款、工程保固費用、工程保留款等 11 項模擬參數，運用本研究第 2.3 節的專案現金流量評估流程以及第 4.5.2 節的專案投標價累積曲線計算流程來對專案投標價與淨現值(NPV)進行模擬，找出專案可能的投標價區間。其二、則是以專家訪談與文獻回顧的方式，找出專案價值的影響因素，總共分成三個構面，12 個專案價值影響因素，分別為**市場環境**構面(未來專案、市場狀態、競爭程度、勞動供給)、**公司狀態**構面(資金調度、企業形象、業務需求、技術提升)、**專案特性**構面(專案規模、專案區位、專案形式、專案要求)，利用層級分析法(AHP)與模糊積分法(FIM)結合來對專案價值進行評估，最後並將專案投標價區間與專案價值匯入本研究所提出的模式，並利用該模式來決定出廠商的專案投標價。最後以四個工程實證案例來說明。

1.5 研究流程



1.6 論文架構

本研究分成六章 (諸論、廠商投標流程與決策、研究方法、廠商投標價預測模式、廠商投標價預測模式案例比較、結論與建議)，內容如下：

第一章 諸論

本章是描述研究的背景與動機，藉由研究問題的描述與定義，逐步規劃出整個研究方向與確定研究的重心與目的，進而釐清研究範圍與建構出研究流程。

第二章 廠商投標流程與決策

藉由文獻回顧與專家訪談的方式，將廠商投標流程狀況詳加了解，並設法找出廠商投標的決策問題，以確保本研究所設定的研究問題在實務上確實存在。並藉由文獻回顧的方式，找出影響廠商投標價影響因素，並進一步透過文獻回顧方式來瞭解傳統運用成本加成率(Markup)作為投標價決策的優缺點，以及是否有更好的投標價評估方式來評估廠商投標價。

第三章 研究方法

利用文獻回顧方式來瞭解過往學者如何解決投標決策問題，找出決策者如何進行專案投標的多準則評估，其中先對於多準則決策評估模式做介紹，接著比較層級分析法與模糊積分法在評估時的模式假設與應用限制，並且對多準則決策評估方法的應用層面與範圍做說明，此外並對經濟影響評估方式做深入研究，找出經濟因素如何影響專案現金流量，並找出一個合適的專案現金流量預估方法。

第四章 廠商投標價預測模式

藉由前幾章的文獻回顧與專家訪談結果以建構出廠商投標價預測模式，並詳加介紹該模式的概念以及其評估方法(得標機率與偏好效用曲線、投標價累積機率曲線)。接著從兩個思維來評估專案的投標價，其一、從專案價值來評估專案投標價格，其二、從專案的淨現值來評估實際執行時的財務價值，再試著整合者兩個思維來建立出本研究的廠商專案投標價，最後並以一個「機電與潔淨室工程施工標」案例來說明本研究所提出的模式在實務上運用的情況與流程步驟。

第五章 廠商投標價預測模式案例比較

該章以三個案例來驗證本研究所提出的模式，B 專案與 C 專案主要是比較不同合約條件下的專案投標價影響，而 D 專案主要是比較不同廠商的投標行為差異對專案投標價的影響。

第六章 結論與建議

本章是將研究的成果整理，並提出相關研究發現與為後續研究方向作建議。

第二章 廠商投標流程與決策

本章的重點先瞭解廠商投標前的備標工作，本研究試著從實務專家的經驗以及相關文獻回顧，逐步建構出一個完整的廠商投標流程，同時分析投標者在進行投標決策時會面臨哪些投標決策問題，本章的撰寫方式，先描述透過專家訪談的結果，讓相關研究者瞭解投標實務運作情況，在輔以文獻回顧來強化與驗證專家的投標決策流程是否有不足之處，最後本研究彙整出一個普遍適用的投標流程與投標決策模式。

2.1 廠商投標流程與決策

本節先以「台灣北部某實驗室新建工程」的工程承包廠商為訪談對象，透過整理「土建工程施工標」、「機電與潔淨室工程施工標」的承包廠商訪談內容來說明一般工程投標流程，接著引用 Irtishad Ahmad 從決策分析流程的角度及 Krishna Mochtar 與 David Arditi 從市場價值評價觀點來說明投標決策流程，最後在下一節本研究整理出一套對投標流程與投標決策的看法。

2.1.1 投標決策流程-廠商專訪

「台灣北部某實驗室新建工程」的土建廠商(簡稱土建廠商)指出公司在進行備標工作時，通常會依據建築師或工程(設計)顧問公司所提供的工程圖說來詳加計算專案工程數量，再依據協力廠商(分包商)報價與公司內部的歷史單價資料來估算工程的實際單價，接著依據專案特性與工程規模來編制營建管理費用與安全衛生費用，並彙整成工地管銷費用，同時將公司決策層所預估該專案平均分攤公司管銷費用納入計算，完成初步的投標價估算，並由公司決策層評估該專案的市場狀況與協力廠商的分包折溢價情形，進而決定出專案的基本成本加成率，最後公司會將參與投標對公司形象與承攬實績等因素納入考慮，並決定出最後專案成本加成率以及專案投標價。

接著是以「台灣北部某實驗室新建工程」的機電廠商(簡稱機電廠商)的訪談內容做說明，機電廠商所提的投標流程大致上與土建廠商相類似，機電廠商通常會依據建築師與機電設計顧問公司所提供的工程圖說，詳加估算專案的系統數量與要求規格，但其中最大的差異在於機電廠商的分包商或是設備供應商的規模普遍是大於機電承包廠商，也就是說同一家設備供應商可能是數十家投標機電承包廠商的唯一供應商，因此機電承包廠商的設備估價必須依據設備供應商的報價為基準，而公司內部的歷史採購價格僅能提供參考。此外，機電廠商也指出，除非該工程的規模夠大，否則設備供應商的報價不太能去調整。

評估出工程成本後，專案經理人依據該專案的複雜度與工程規模來編製現場的工程人員配置，並進一步決定出工地管銷費用，而這部份機電廠商與土建廠商最大的差異在於機電廠商對於工程師駐工地的時間比較敏感，因為這部份的支出(工地管銷費用)會明顯影響專案的獲利，接著的備標流程機電廠商與土建廠商相類似，先納入公司決策層所推估該專案平均分攤公司管銷費用，完成初步的投標價估算，最後由公司決策層評估專案的市場狀況與協力廠商的分包折溢價情形，進而決定出專案的成本加成率，接著考量承攬該專案為公司所帶來的效益(公司形象、工程實績)來決定實際成本加成率，並擬定出最終專案投標價。(圖 2.1)

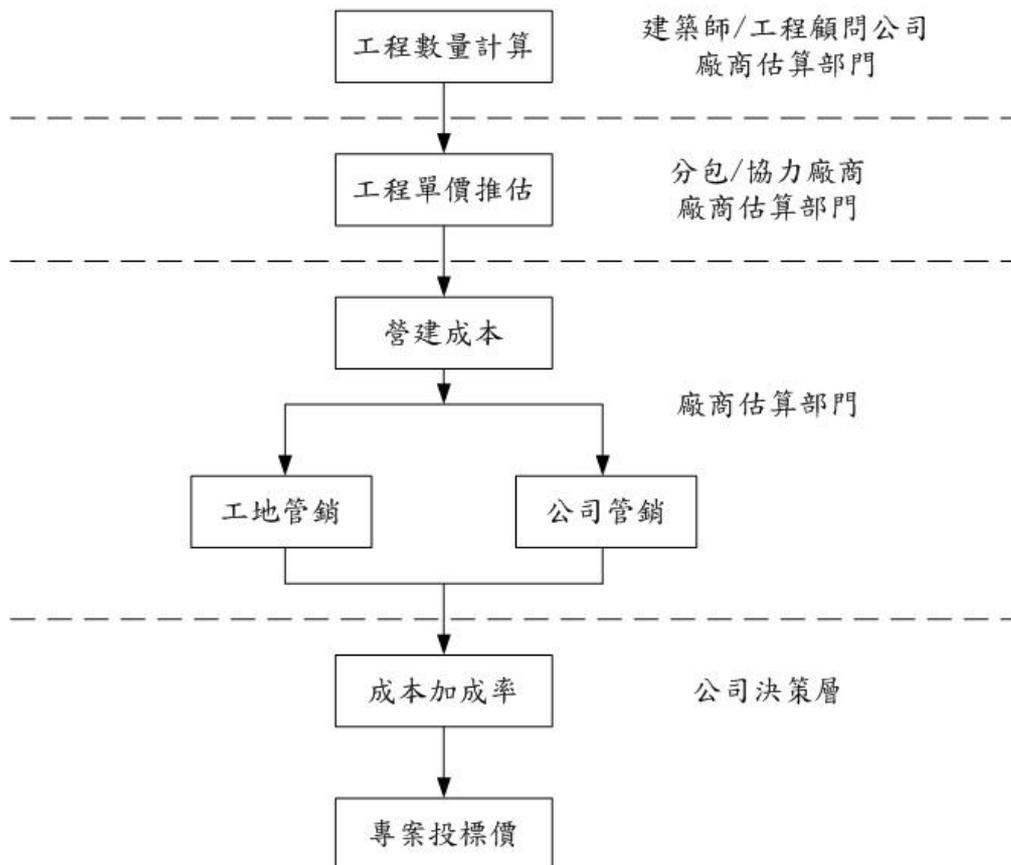


圖 2.1 廠商投標價評估流程

2.1.2 投標決策流程-文獻回顧

Irtishad Ahmad 在 1990 年的投標決策研究中，提出了針對投標問題的決策分析循環方法(Decision-Analysis Cycle for Bidding problem) (Ahmad, I, 1990)，其主要概念來自於 Breese 在 1988 年所提出的決策分析循環，Breese 的模式認為決策分析流程從初始狀態到行動執行會經過四個流程，包括基本發展階段(Basis Development)、決策結構階段(Deterministic Structuring)、可行性評估階段(Probabilistic Appraisal)、基本評估階段(Basis Appraisal)，而四個階段會不斷循環直到投標決策問題解決。(圖 2.2)

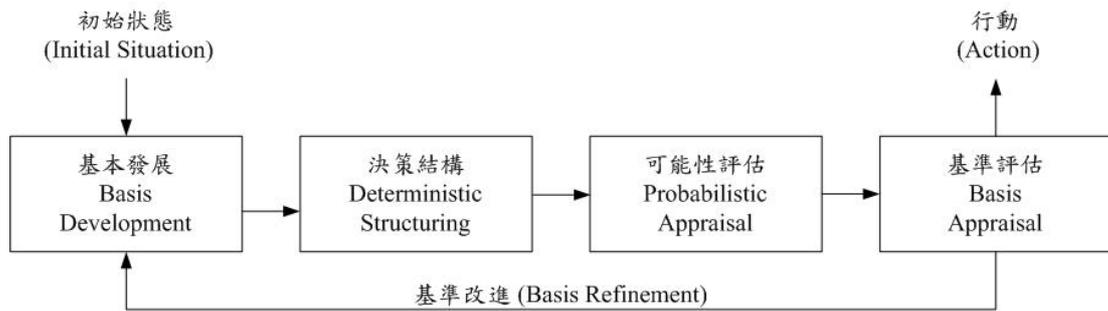


圖 2.2 決策分析循環

因此 Irtishad Ahmad 將這個概念應用於投標決策問題(Bidding Problem)，他認為投標決策問題可分成三個階段，分別為確定投標決策問題(Bidding Decision Problem)、確定決策基準(Deterministic Basis)、選擇成本加成率(Selected Markup)，在確定投標決策問題到決策基準中，主要是採用聚焦模式(Attention-Focusing Method)來處理確定評估準則，決定是否參與投標以及決定基準投標評估模式，當確立決策基準後，即利用決策模式(Decision Method)來評估成本加成率(Markup)，這個階段主要是測度不確定性與風險偏好，接著才是利用效用理論分析方法來建立預期效用與得標機率，並決定出最終成本加成率與計算專案投標價。(圖 2.3) (Ahmad, I, 1990)

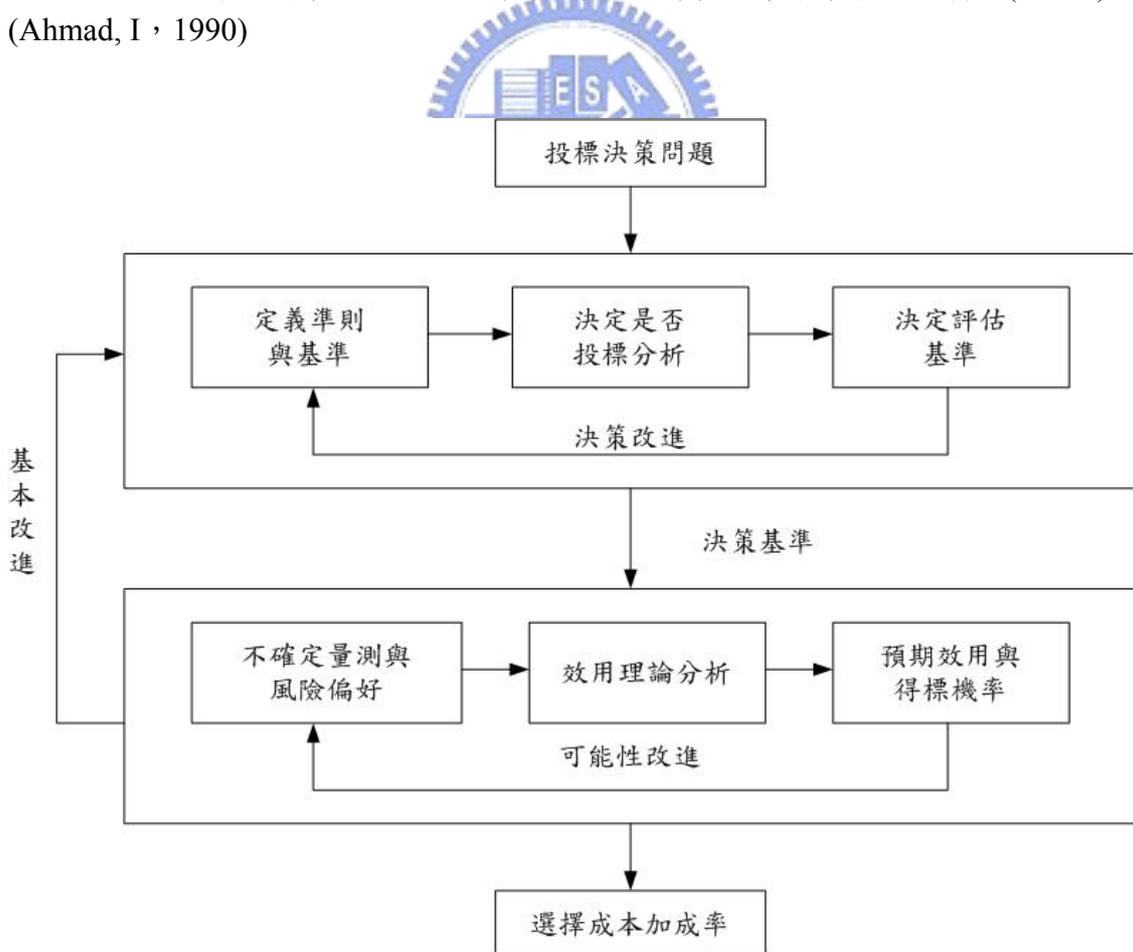


圖 2.3 投標問題決策分析循環(封閉迴圈漸進規劃架構)

Krishna Mochtar 與 David Arditi 在 2001 年對投標定價策略的研究指出，傳統以成本為基準的訂價模型，評估流程是先評估專案成本，然後再選擇一個適當的成本加成率(Markup)或獲利率(Profit)，接著計算出專案投標價(圖 2.4)，但他認為採用該方式進行投標會出現兩類問題，其一、若成本預估過低(單價評估或數量計算偏誤)，不僅會無端放棄高程度的獲利機會，倘若不幸遭遇未預期的風險將導致重大損失，也將會影響公司生存。其二、若是高估了工程成本，進而導致投標價偏高，在標價競爭的環境下，廠商很容易就失去得標的機會。故他認為若能在備標階段就能將市場的資訊(業主、競爭者、專案)引入評價模式中，將有助於投標者能在投標前就能預知合理的標價區間，故他強調以市場基礎的評價模式是有其優勢。(圖 2.5) (Mochtar, K.與 Arditi, D.，2001)

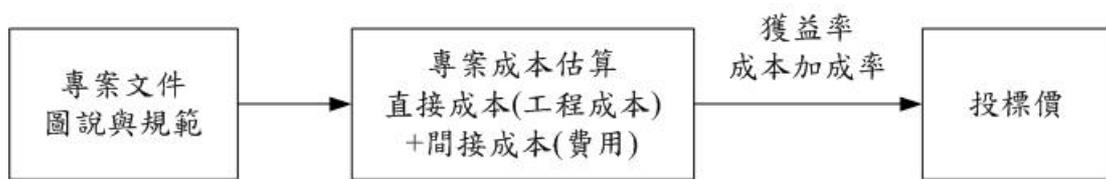


圖 2.4 成本基礎定價模式(Cost-Based Pricing)

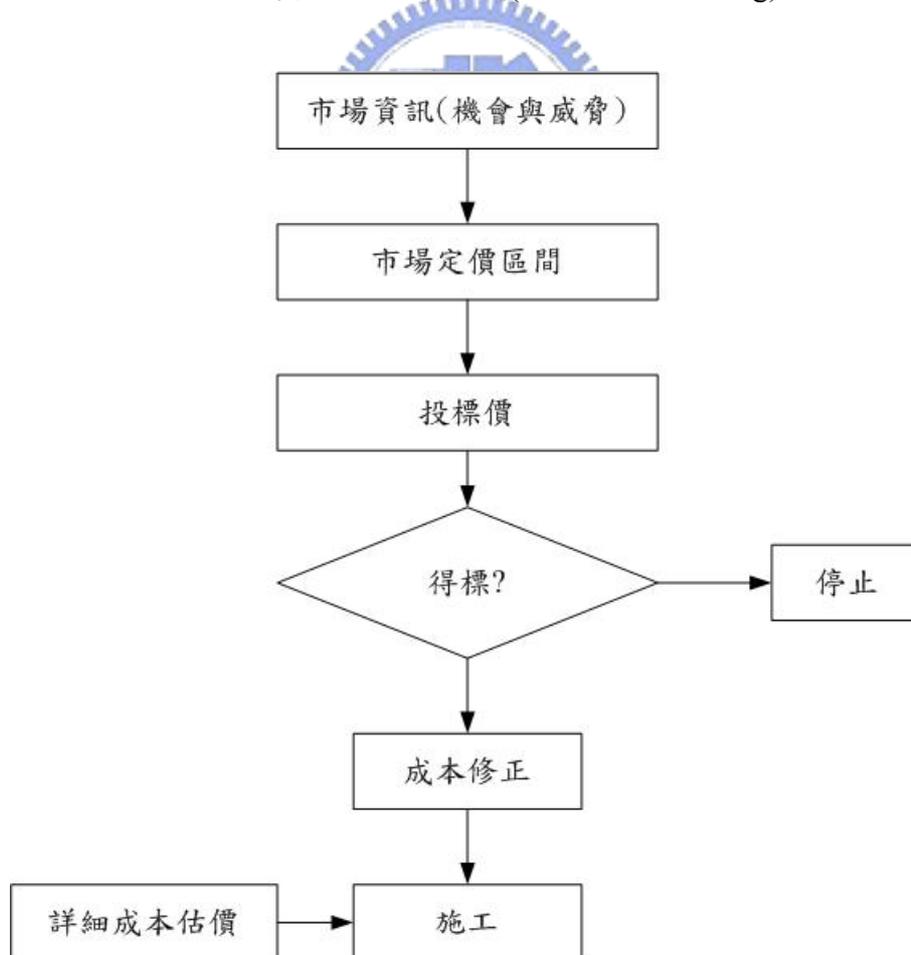
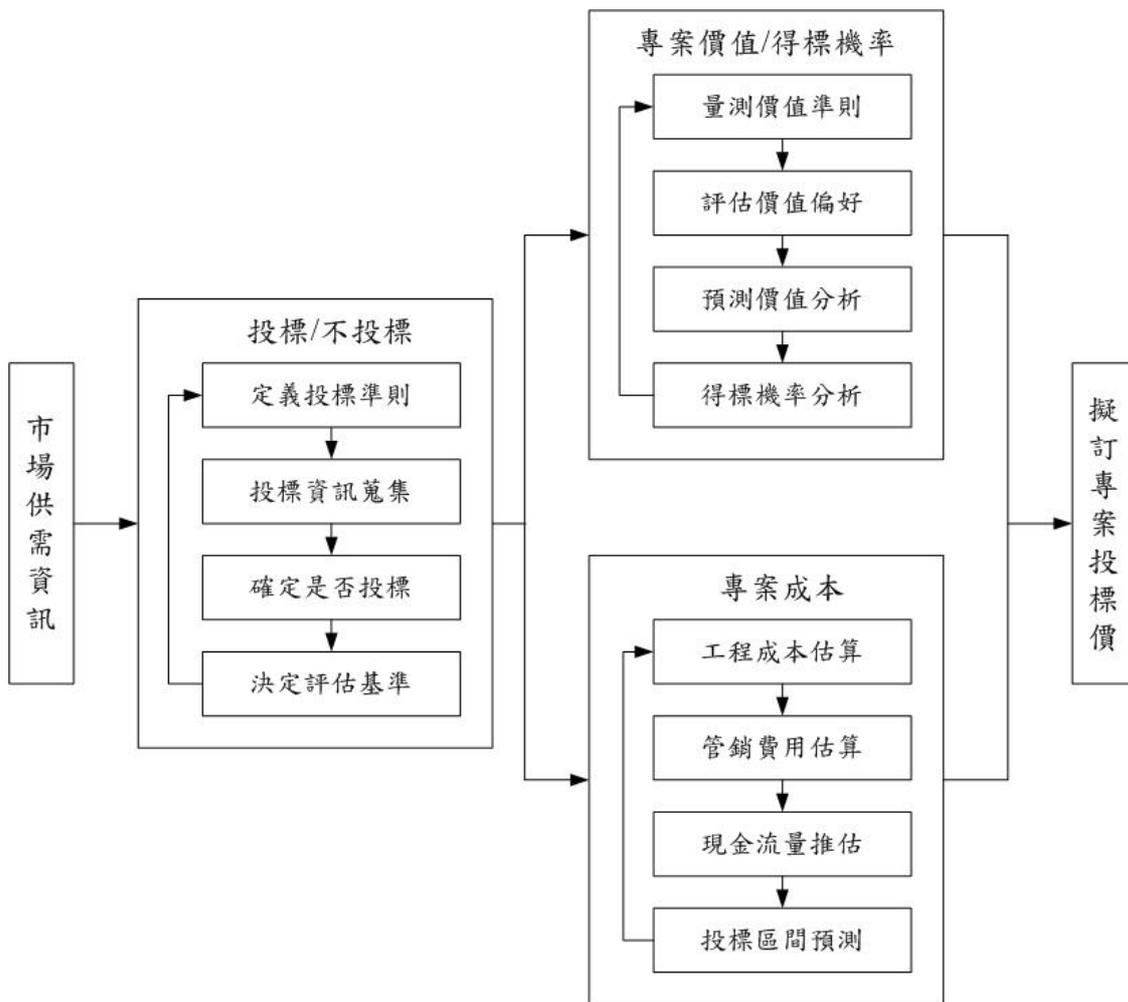


圖 2.5 市場基礎定價模式(Market-Based Pricing)

2.1.3 投標決策問題

我們採用 Ahmad 的研究建議，將投標流程區分出兩個主要決策，其一、廠商是否參加投標。其二、廠商的風險偏好(專案價值與得標機率間的選擇) (Ahmad, I., 1990)，而這些決策將會影響專案投標價，雖然該研究指出廠商的風險偏好與專案成本會受不確定性風險所影響，卻未進一步說明該如何進行評估，故本研究採用 Mochtar 及 Arditi 的研究觀點，認為與其讓廠商先估算專案成本再來評估考量風險的成本加成率，不如直接以市場資訊來決定可能的投標價格區間，(Mochtar, K.與 Arditi, D., 2001)，再由廠商的風險偏好來決定出專案的合理投標價，本研究彙整了上述學者的見解，提出對廠商投標價評估流程的看法。(圖 2.6)



2.2 投標價決策影響因素

藉由「廠商投標流程與決策」的說明，我們已經可以瞭解整個投標流程，也歸納出幾個關鍵投標決策，其一、決定是否參與投標，其二、評估投標決策準則與擬定投標策略(專案投標價值與得標機率)，其三、決定可能的投標價範圍，因此本研究將專案投標關鍵決策分成:1.投標意願影響因素、2.專案投標價影響因素 3.專案現金流量評估等三個部分來進行文獻回顧:

一.投標意願影響因素

本研究藉由廠商的專案訪談來說明哪些因素是讓廠商決定是否投標的關鍵因素，本研究採用的方式是藉由專案訪談以及文獻回顧的方式來達成。

二.專案投標價影響因素

本研究藉文獻回顧方式來了解哪些因素會影響專案投標價，並透過專案訪談來驗證該影響因素在實務上確實存在，同時廠商在投標評估時確實會關注這些投標價影響因素。

三.專案現金流量評估:

主要是藉由評估專案現金流量的組成，進一步找出影響專案現金流量的合約條件因素，透過評估專案現金流量的方式，讓讀者了解 11 個影響專案現金要素。

2.2.1 投標意願影響因素

本節仍舊以「台灣北部某實驗室新建工程」的工程承包廠商為主要訪談對象，透過整理「土建工程施工標」與「機電與潔淨室工程施工標」的廠商訪談內容作為廠商投標意願影響因素說明並歸納出廠商對投標價影響因素，之後再以文獻回顧的方式比較其中的差異，並歸納出一套專案廠商的投標評估準則(因素)，以提供廠商投標決策因素與專案價值評估之參考。

首先針對「影響投標意願的影像因素」，「土建工程施工標」廠商(以下稱土建廠商)指出四個主要決定是否參與投標的因素，分別為 1.經濟狀況 2.專案獲利性 3.市場競爭程度 4.廠商策略考量。

在「經濟狀況」方面廠商指出當景氣情況良好時，廠商會傾向承包熟悉且獲利性較高的工程專案，當景氣不好時，廠商會盡量承接各種類型專案避免公司營運受到影響，而承包專案的原則，只要標價能夠攤平工程成本與工地管銷費用則會參與投標。在「專案獲利性」方面，專案廠商承認「專案獲利性」是廠商承包與否的主要考量之一，因此廠商在投標時會評估專案獲利性，而廠商認為「專案獲利性」主要來自於專案規模與專案毛利率。在「市場競爭程度」方面，廠商指出由於大型營建廠商所承擔的管銷費用(公司與工地管銷費用)通常較小型廠商為高，因此當景氣情況良好時，大型廠商不會參與競爭情況較為激烈的專案，反之

當景氣十分低迷時，廠商為了維持公司正常營運，不得不去積極爭取得標機會，只要專案投標價格能夠攤平工程成本及工地管銷費用就會參與投標，因此廠商認為在景氣情況良好，市場標價普遍具有僵固性，而在景氣低迷時，規模小的專案是最快出現價格破壞的情況，規模大的專案則須觀察是否有關鍵廠商(有業績壓力的廠商)參與投標，在「**廠商策略考量**」方面，廠商指出若是該專案具有其代表性，則可能會犧牲利潤去承包，而其所謂的代表性專案是指該專案的承包有助於提高公司的企業形象(如:特殊專案計畫)或者有助於提升廠商的工程技術(如:特殊工法工程)以利廠商去承攬新的專案或朝向新的工程領域轉型。

而在「**機電與潔淨室工程施工標**」廠商(以下稱機電廠商)部分對於影響廠商投標意願的因素為何? 相同的部分包含先前土建廠商所提的 1.經濟狀況 2.專案獲利性 3.市場競爭程度，故在此不多作重複說明，僅比較其差異處。

在「**廠商策略考量**」方面，機電廠商指出除了考量承攬該專案是否能增加公司的企業形象或有助於提高公司的工程技術外，若該專案為集合住宅建案且公司有參與投資，或是為了維持與繼有客戶的合作關係，也會強化公司的投標意願，此外機電廠商還指出專案的「**工程期間**」與公司的「**承攬能力**」也會影響廠商的承攬意願，機電廠商還指出公司通常會依公司的營運資金多寡來評估年度的工程承攬量，再由專案的獲利性與工程期間來選擇工程專案，因此若是該專案規模太小或是毛利率過低將不會引起投標廠商的興趣，同時若是工期過長可能會導致工地管銷成本大幅提升，因此機電廠商對於工期過長的專案或是駐工地期間過長的專案，投標意願通常不高，經過土建廠商與機電廠商的實務訪談，可以歸納出幾個廠商認為會影響投標意願的關鍵要素，包括 1.經濟狀況 2.專案獲利性 3.工程期間與承攬能力 4.市場競爭程度 5.廠商策略考量。最後廠商還說明投標意願仍舊依賴諸多投標準則的綜合評估才能做出投標與否的決定。

2.2.2 專案投標價影響因素

一. 投標價決策影響因素(廠商專訪)

我們進一步去了解廠商對專案投標價的影響因素為何?在這裡我們依舊先以土建廠商的訪談內容做說明，再補充機電廠商與土建廠商的差異之處，試著歸納出廠商對投標價評估的考量因素，土建廠商指出主要影響投標價的因素有: 1.經濟狀況 2.市場競爭狀況 3.管銷費用率 4.工程成本波動 5.標前協議與分包商議價能力 6.合約條件(預付款與計價週期) 7.企業策略考量 8.繼有的客戶關係。以下依序說明這些因素影響投標價的原因。(表 2.1)

表 2.1 標價影響因子調查表(土建廠商)

項目	重要性	目前產業現況說明
押標金	低 (銀行保證書方式)	5%~10%
履約保證金	低 (銀行保證書方式)	10%~15%
預付款	高	10%~20%
分包商計價週期	中(可控制)	1~2 個月
業主計價週期	高	1~2 個月
工程保留款	低	5%
分包費用	高	80%~90%
管理費用	高 (管銷成本)	5%~10%
貸款比例	低 (貸款情況少)	-
市場競爭程度	高	競爭：3 家以上 一般：1~3 家
融資利率	高	3%~5%
物價水準	高	3%~5%
稅率水準	低	不影響
其他	企業形象/工程實績	會考量廠商企業形象、工程業績

本研究整理

1. 經濟狀況:

當景氣好時，若該專案過於競爭，則廠商通常不願投標，但若經濟情況不佳，則廠商基於公司營運考量，則會盡量參與投標，而此時的標價也會因為廠商的競標行為而下降，但廠商也指出除非有特殊情況，大型廠商通常不太願意低價搶標。

2. 市場競爭情況

當市場競爭過於激烈則會造成專案投標價降低，其主要原因是廠商基於得標考量不敢編列過高的公司管銷費用以及預期利潤，因此大型廠商在專案競標上普遍較為保守，小型營建廠商則較具有彈性(價格、專案規模)。

3. 管銷費用率

大型營建廠商通常會依據去年的營運狀況來編列今年的預估公司管銷費用，因此當年度的公司承接案量(營業額)多寡會影響到各別專案所應當分擔的公司管銷費用額度，因此若公司規模較大，則承擔專案會傾向工程規模較大的專案，以降低其管理專案數目，反之公司規模較小，則較不會有此顧慮，因此廠商規模不同在投標價的決策有其不同的考量。

4. 工程成本波動

當投標廠商預期工程成本中某些工程材料(鋼筋、砂石、混凝土)有漲價的疑慮時，廠商通常會在工程單價上做物價波動調整，但若是經濟情況不佳。則此物價波動調整通常會在合約但書中約定(物價調整條款)，而基於得標考量物價波動不會完全反映在投標價上，除非成本有大幅波動時(物價波動超過 5%)，廠商才會運用物價調整條款來彌補在物價波動上的損失。

5. 標前協議與分包商議價能力

營建廠商在統包工程時，有些專案工程項目，營建廠商由於技術限制或成本考量不會自行施作，則在投標前會委由分包廠商進行報價，而營建廠商在得標後則會對分包廠商進行議價工作，因此營建廠商對分包商的溢價能力高低會影響到廠商是否敢降低專案標價進行投標。

6. 合約條件(預付款與計價週期)

若業主提供的較高的工程預付款，廠商則會評估該筆預付款在實際支付前所產生的利息收入，並且適度將其反映在專案投標價上，其次若業主的計價頻率較高或限制較少時，則廠商通常會有較高的營運資金流動性，則廠商有時會為此提供較低的投標價，但計價週期通常是相對參考的，因為若廠商透過延遲支付的方式(如:遠期支票)，或是採用背對背條款(給予分包商合約條件完全視業主的合約條款而定)，將延遲付款的利息轉嫁或規避，則廠商就比較不會顧慮計價週期，此外若廠商的市場力大於分包商，有時並不願給予分包商等同於業主所給予的合約條件，如業主以現金支付，但廠商對分包商仍舊以一個月的遠期支票支付，而此部份的利息收入就視為廠商部分的營業收入。

7. 企業策略考量

若承攬該事業有助於公司增加企業形象或是能提高廠商的工程實績，以利於廠商去承接新的工程專案，則廠商有時願意以較低的專案投標價來承攬專案。

8. 繼有的客戶關係

營建廠商為了維持繼有的客戶關係，持續服務公司繼有的客戶，有時願意以較低的投標價來承攬工程專案。

前面主要是描述土建廠商對專案投標價的影響因素，接著是描述機電廠商對專案投標價的影響因素，機電廠商對投標價影響因素包含 1.經濟狀況 2.市場競爭狀況 3.管銷費用率 4.工程成本波動 5.標前協議與分包商議價能力 6.合約條件(預付款與計價週期) 7.企業策略考量 8.繼有的客戶關係，由於土建廠商與機電廠商的影響因素頗為相似，所以僅就其差異點作說明，土建廠商與機電廠商對於投標價影響因子的差異點在於工程成本波動、標前協議與分包商議價能力以及合約條件等三項。(表 3.2)

表 2.2 標價影響因子調查表(機電廠商)

項目	重要性	目前產業現況說明
押標金	低 (存款擔保方式)	5%~10%
履約保證金	低 (存款擔保方式)	10%~15%
預付款	高	10%~20%
分包商計價週期	中(可控制)	2 個月
業主計價週期	高	1~3 個月
工程保留款	低 (銀行保證書方式)	5%
分包費用	高	85%~90%
管理費用	高 (管銷成本)	5%~10%
貸款比例	低 (貸款情況少)	-
市場競爭程度	高	競爭 : 3 家以上 一般 : 1~3 家
融資利率	高	3%~5%
物價水準	高	3~5%(技術人員成本波動較大)
稅率水準	低	已包含於採購價格
其他	企業形象/工程實績	會考量廠商工程實績

本研究整理

1. 工程成本波動

機電廠商指出其工程的成本結構分成「設備成本」、「人工成本」、「材料成本」三大項，而通常當景氣低迷時專案成本較為穩定，當景氣反轉時「設備成本」、「材料成本」幾乎呈相同幅度增加，而「人工成本」中技術人員的價格(薪資)波動最為劇烈。

2. 標前協議與分包商議價能力

機電廠商在統包工程時，有些工程項目機電廠商必須向設備廠商採購，則在投標前會委由設備供應商報價，而廠商在得標後則會對設備廠商進行議價的工作，但由於設備廠商相較於機電廠商規模大，因此機電廠商的溢價能力會依其規模而略有不同，因此機電廠商的規模會影響專案投標價。

3. 合約條件

機電廠商指出若業主提供較高的預付款，則能降低廠商在設備採購時的預付訂金壓力，並且能夠運用預付款來產生利息收入，其次業主的計價週期頻率較高或限制較小時，廠商的資金運用較為靈活，報酬率也較高，因此通常比較願意降低投標價。

二. 投標價決策影響因素(文獻回顧)

關於廠商的投標意願，在 1990 年 Irtishad Ahmad 的研究認為廠商是否參與投標的決策是須依賴專案的總價值(Overall worth)、公司定位與目標(Position & Goal)、公司繼有資源限制以及公司在市場的優勢地位，因此一個明顯、定義清楚且重要的因素是判斷投標決策的關鍵，作者藉由問卷調查歸納出四個主要構面(圖 2.7)，此外研究指出營建廠商所認為影響投標決策，主要是受到承包工作、公司狀態、市場環境以及資源限制等四個主要構面所影響。(Ahmad, I., 1990)

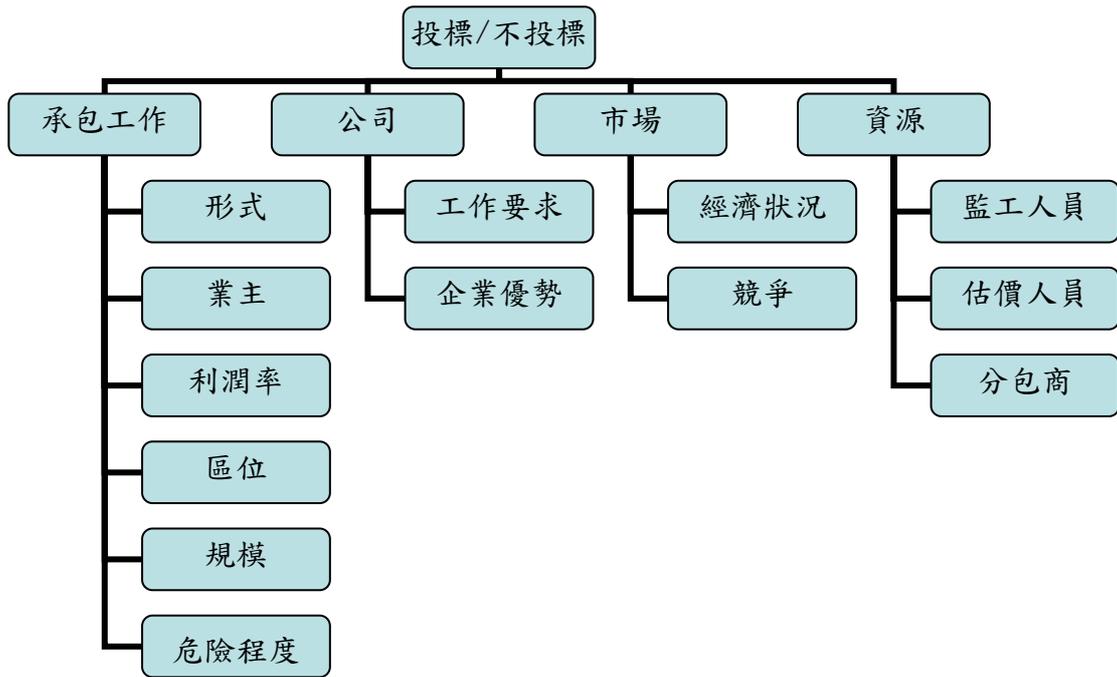


圖 2.7 投標與否決策問題之目標屬性階層(Ahmad, I. , 1990)

在 1996 年由 S.P.Dozzi、S.M.AbouRizk 與 Schroeder 共同提出效用理論來進行投標決策，重新定義了投標決策因素，包括三個主要構面，分別為環境構面 (Environment Factors)、公司構面 (Company Factors)、專案構面 (Project Factors) (圖 2.8) (Dozzi, S.P. et al. , 1996)

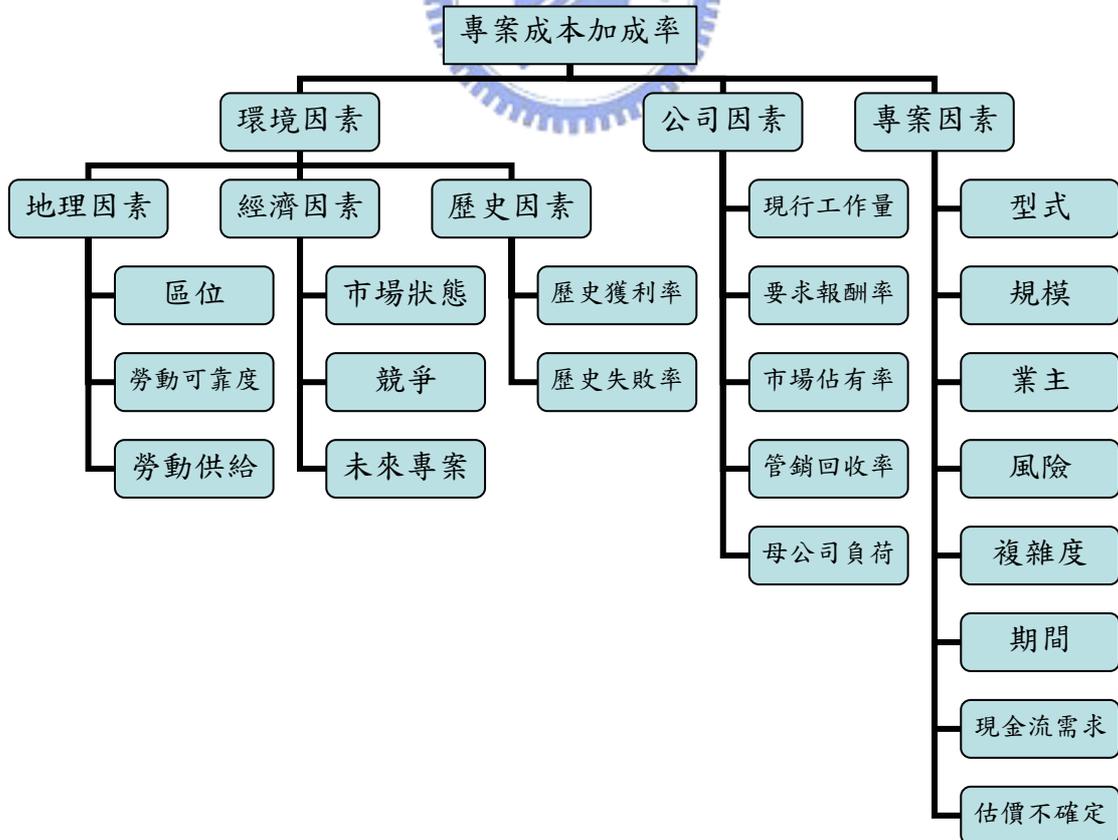


圖 2.8 投標準則階層結構 (Dozzi, S.P. et al. , 1996)

到了 1999 年由 H.Li,L.Y.Shen 與 P.E.D.Love 利用類神經網路(Artificial neural networks, ANNs)來輔助廠商決定成本加成率(Markup)，根據 H.Li,L.等學者對成本加成率的影響因素研究，提出了三個主要構面，分別為經濟構面(Economics)、公司構面(Company)與專案構面(Project) (圖 2.9)，該研究認為成本加成率是最困難的投標決策問題，作者指出若採用較低的成本加成率能夠有助於得標，而採用較高的成本加成率卻能夠有助於獲益的提升，所以如何決定適合的成本加成率成為投標決策最重要的工作， (Li, H. et al. , 1999)

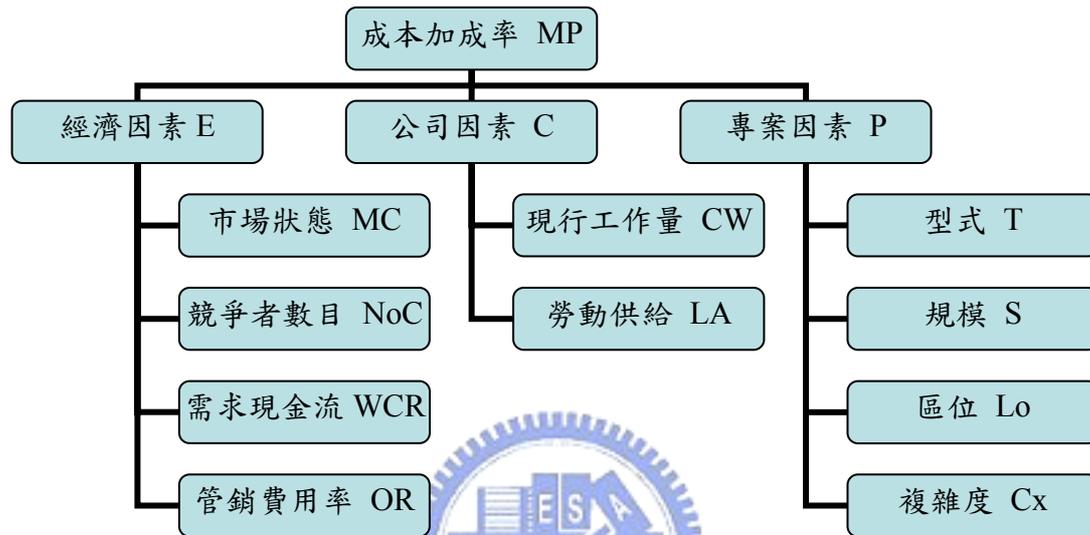


圖 2.9 投標因素階層結構 (Li, H. et al. , 1999)

在 2000 年由 D.K.H.Chua 提出合理投標模式的重要因素研究，該研究指出合理投標模式(圖 2.10)是建構在投標決策流程中，而其認為投標加成率是受到得標機率與成本加成率偏好選擇所影響，得標機率主要是由市場競爭所決定，成本加成率偏好選擇則是由公司的投標定位(Company's position in bidding)，風險限度(Risk Margin)與工作需求(Need for work)三個構面所決定，接著該研究在影響因素的輸入資訊分成外在因素兩項與內在因素一項，外在因素有工作關聯因素與環境因素等兩項，內在因素有公司關聯因素，該研究並利用層級分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)來建立相關權重，同時分析不同類型專案(單位價格合約型、總價承攬合約型、統包-設計施工型)在四個合理目標(競爭、風險、工作需求、公司定位)的重要性分析。(Chua, D.K.H. , 2000)

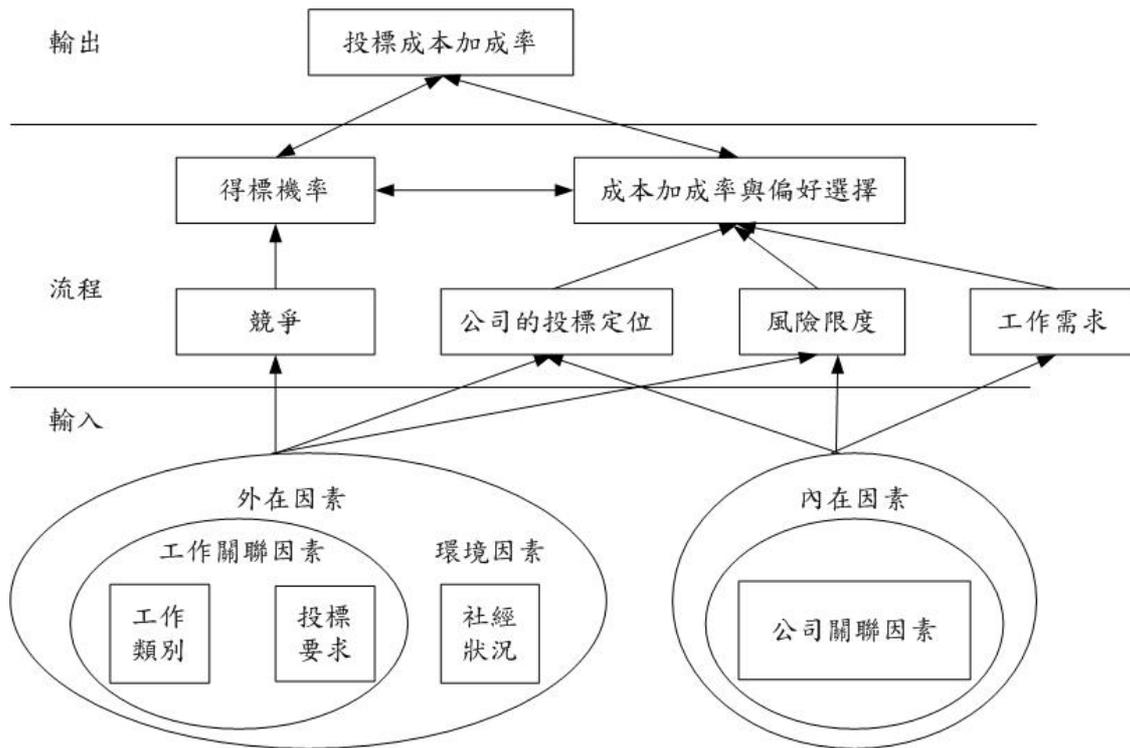


圖 2.10 多屬性合理投標模式(Chua, D.K.H., 2000)

姚乃嘉等學者在 2001 年指出，投標決策問題可以分成三個層次，第一個層次為「是否購買招標文件」，主要影響構面有五個，分別為**工程基本條件**(工程種類、工程位址、工程期限)、**業主條件**(財務狀況、工程供給量、業務往來、政治環境)、**公司現況**(業務需求度、提昇知名度、技術提升、資金調度)、**市場狀況**(市場景氣、同業競爭)、**施工風險**(施工困難度、人機料之取得、小包配合度)，第二個層次為「是否繼續投標作業」，主要影響構面有六個，分別為**工程基本條件**(工程種類、工程位址、工程規模、工程期限)、**合約規範要求**(規範要求嚴苛程度、合約條款之公平性、品質要求、保固期限、便供設計程序)、**工程成本條件**(差額保證金、逾期罰款、預付款、付款方式、工程獲益性、物價指數調整方式、業主付款能力)、**公司現況**(業務需求度、資金調度)、**市場狀況**(市場景氣、同業競爭)、**施工風險**(施工困難度、人機料之取得、小包配合度、類似之工程經驗)，兩者最大差異在於「是否繼續投標作業」比「是否購買招標文件」多了**合約規範要求**與**工程成本條件**兩個構面，而少了**業主條件**構面，僅剩下**工程成本條件**中的**業主付款能力**準則，第三個層次為「**工程投標金額**」，所考慮的構面最廣，(如圖 2.11)包含了七個構面，分別為**工程基本條件**、**合約規範要求**、**工程成本條件**、**公司現況**、**經營策略**、**市場狀況**、**施工風險**，其所考慮的準則幾乎涵蓋了第一層次「是否購買招標文件」與第二層次為「是否繼續投標作業」的所有因素，主要原因在於工程投標金額牽涉到廠商專案執行的損益，因此會比考慮投標意願更為審慎。(姚乃嘉等，2001)

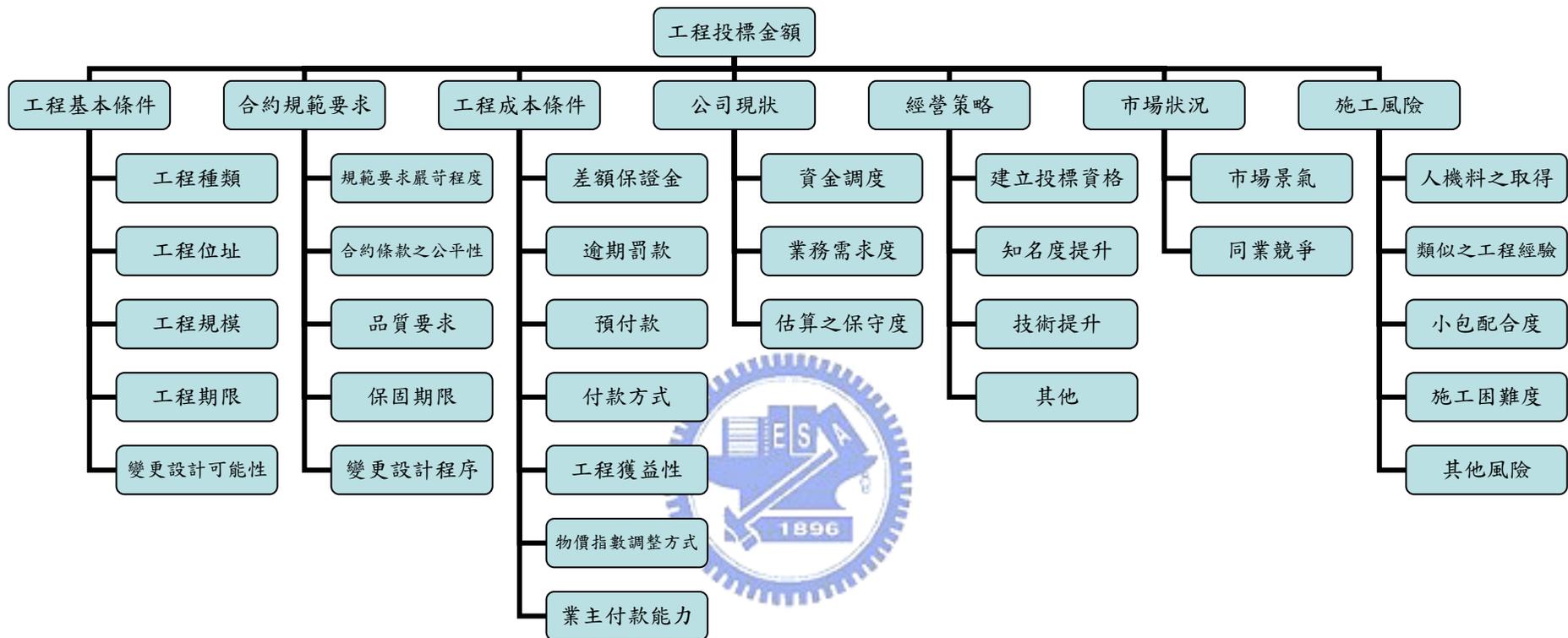


圖 2.11 決定投標金額之影響因素階層結構圖(姚乃嘉等，2001)

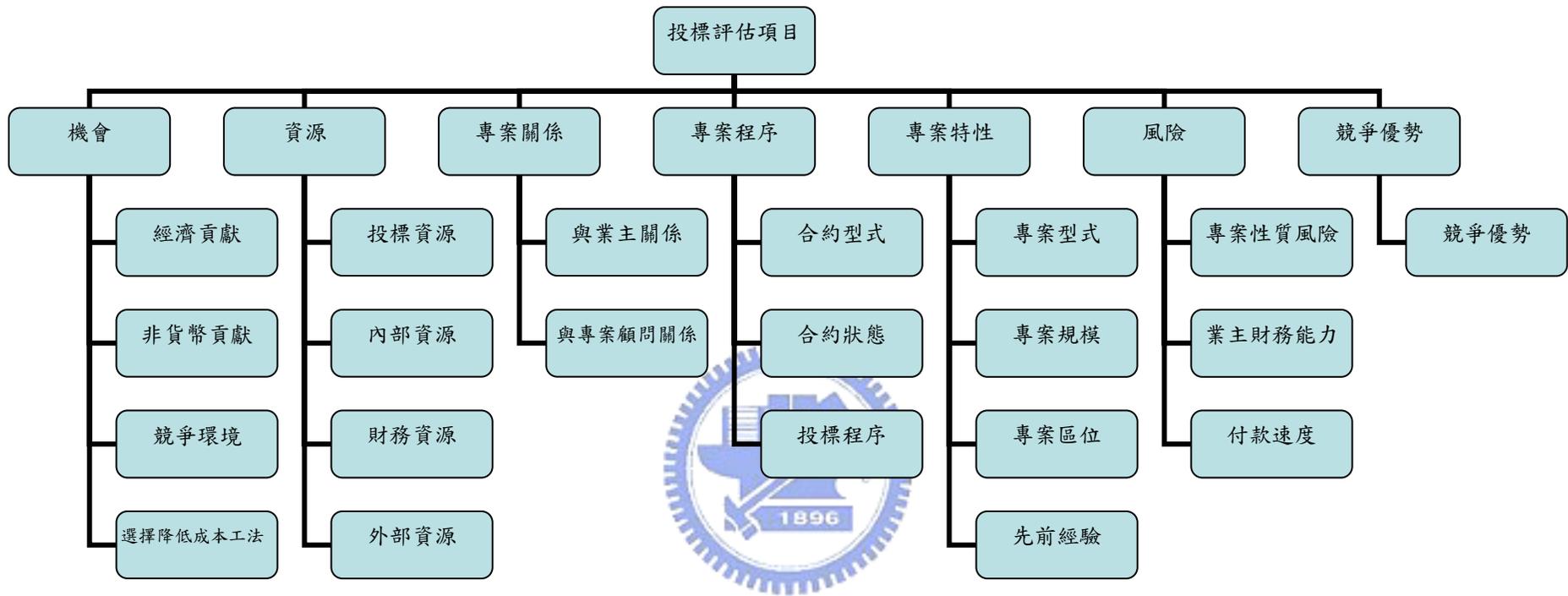


圖 2.12 投標評估項目個別決策圖 (Lowe, D.J.與 Parvar, J. , 2004)

Lowe, D.J. 與 Parvar, J. 在 2004 年廠商投標決策研究整理出投標評估項目，包含了七個主要構面 21 項評估準則，分別為**機會構面**(經濟貢獻、非貨幣貢獻、競爭環境、選擇降低成本工法)、**資源構面**(投標資源、內部資源、財務資源、外部資源)、**專案關係構面**(與業主關係、與專案顧問關係)、**專案程序構面**(合約型式、合約狀態、投標程序)、**專案特性構面**(專案型式、專案規模、專案區位、先前經驗)、**風險構面**(專案性質風險、業主財務能力、付款速度)與**競爭優勢構面**(競爭優勢)，該研究利用 Logistic 回歸分析找出了 8 個顯著評估指標分別為**機會構面**的非貨幣貢獻、競爭環境、選擇降低成本工法等 3 項評估準則，**資源構面**的投標資源、外部資源等 2 項評估準則，**專案程序構面**的投標程序 1 項評估準則，**專案特性構面**的專案型式 1 項評估準則以及**競爭優勢構面**的競爭優勢 1 項評估準則 (Lowe, D.J. 與 Parvar, J., 2004)。

經由專案訪談投標意願影響因素，我們得到了經濟狀況、專案獲利性、工程期間、承攬能力、市場競爭程度、廠商策略考量等五個投標意願影響因素，在 2.2.2 節投標價決策影響因素(廠商專訪)得到了經濟狀況、市場競爭情況、公司成本結構、公司成本波動、標前協議與分包商議價能力、合約條件(預付款、計價週期)、企業策略考量、繼有客戶關係等八個投標價決策影響因素。本研究彙整專訪內容與相關影響因素研究(Ahmad, I., 1990; Dozzi, S.P. et al., 1996; Li, H. et al., 1999; Chua, D.K.H., 2000; Lowe, D.J. 與 Parvar, J., 2004) 之後，提出本研究專案投標價的影響因素階層結構。本研究認為廠商的專案投標決策取決於專案價值的評估，為了避免值化與量化影響因素混合會造成模式偏誤(因素重複被評估)，因此將影響因素分成兩部份，分別為質化的影響因素與量化的影響因素，而質化的影響因素即為「專案投標價的影響因素階層結構圖」(圖 2.13)所示，主要分成市場環境(Market Environment)、公司狀態(Company conditions)、專案特性(Project characteristic)等三個構面，總共 12 項專案影響因素，以下概述說明：

一. 市場環境 (Market Environment)

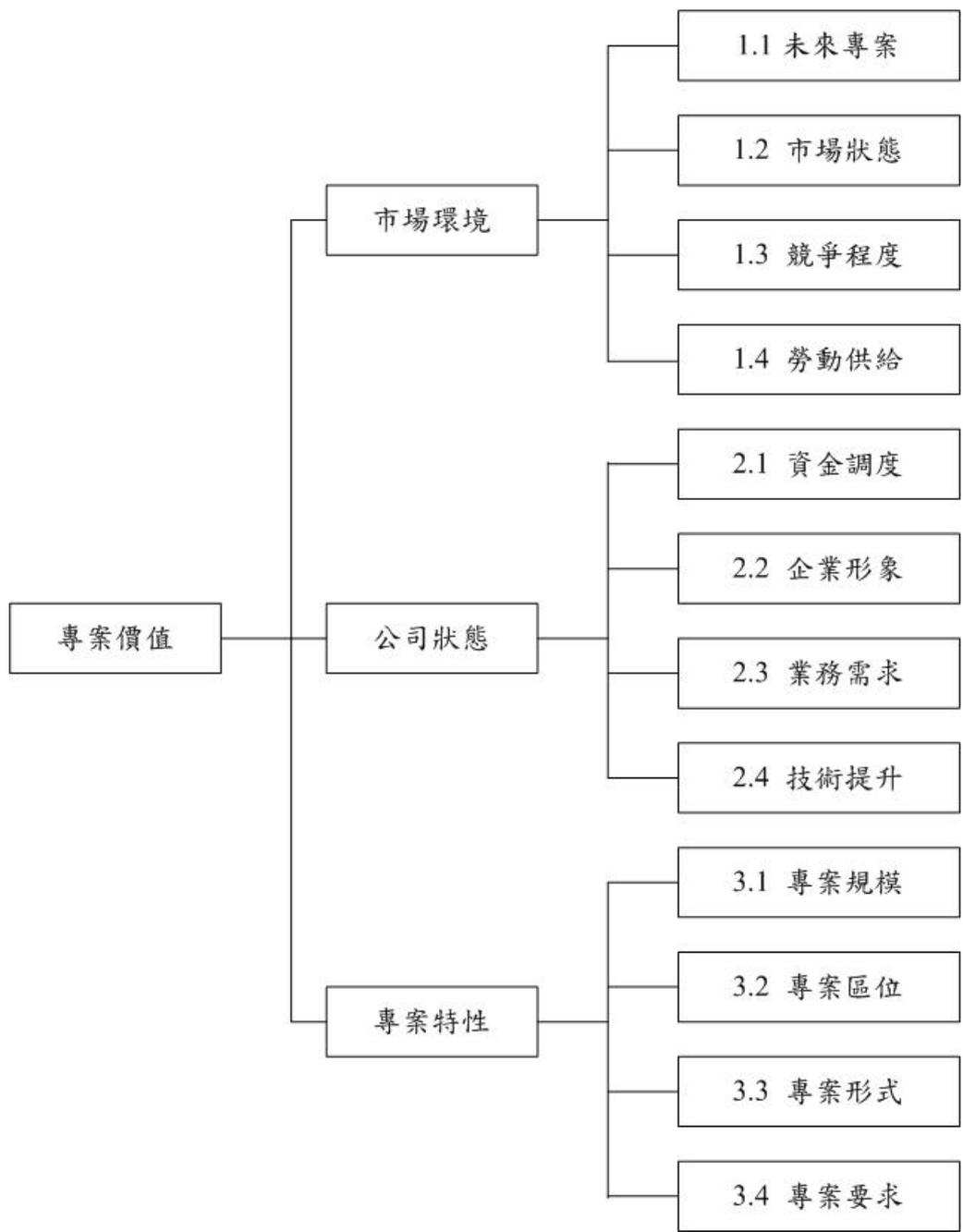
市場環境(Market Environment)構面，包含**未來專案**、**市場狀態**、**競爭程度**、**勞動供給**等四項因素，Irtishad Ahmad 在 1991 年關於影響專案價值的研究中在市場構面提出了**經濟狀況**、**競爭**兩個因素(Ahmad, I., 1991)，在 1996 年 Dozzi, S.P. 等學者有關影響廠商投標決策的研究中在環境構面提到**勞動可靠度**、**勞動供給**、**市場狀態**、**競爭**、**未來專案**等因素(Dozzi, S.P. et al., 1996)，而在 1999 年 Li, H 等學者關於廠商投標成本加成率研究中在經濟構面提出了**市場狀況**、**競爭者數目**、**需求現金流**、**管銷費用率**等項目(Li, H. et al., 1999)，經本研究彙整並經專案訪談共選出**未來專案**、**市場狀態**、**競爭程度**、**勞動供給**等四項市場環境構面的重要影響因素。

二. 公司狀態(Company Conditions)

公司狀態(Company Conditions)構面，包含**資金調度、企業形象、業務需求、技術提升**等四項因素，Irtishad Ahmad 在 1991 年關於影響專案價值的**研究**中在公司構面提出了**工作要求、公司優勢**兩個因素(Ahmad, I, 1991)，在 1996 年 Dozzi, S.P.等學者有關影響廠商投標決策的**研究**中在環境構面提到**現行工作量、要求報酬率、市場佔有率、管銷回收率、母公司負荷**等因素(Dozzi, S.P. et al, 1996)，而在 1999 年 Li, H 等學者關於廠商投標成本加成率**研究**中在公司構面提出了**現行工作量、勞動效益**等項目(Li, H. et al, 1999)，在 2001 年姚乃嘉等學者關於影響專案標價的**研究**在公司現況提出了**資金調度、業務需求度、估算之保守度**等因素，而在經營策略則提出**建立投標資格、知名度提升、技術提升**等因素，本研究彙整並經專案訪談共選出**資金調度、企業形象、業務需求、技術提升**等四項公司狀態構面重要影響因素。(姚乃嘉等，2001)

三. 專案特性 (Project Characteristics)

專案特性(Project Characteristics)構面，包含**專案規模、專案區位、專案形式、專案要求**等四項因素，Irtishad Ahmad 在 1991 年關於影響專案價值的**研究**中在承包工作構面提出了**形式、業主、利潤率、區位、危險程度**等因素(Ahmad, I, 1991)，在 1996 年 Dozzi, S.P.等學者有關影響廠商投標決策的**研究**中在專案構面提到**形式、規模、業主、風險、複雜度、期間、現金流量要求、估價不確定**等因素等(Dozzi, S.P. et al, 1996)，而在 1999 年 Li, H 等學者關於廠商投標成本加成率**研究**中在專案構面提出了**型式、規模、區位、複雜度**等項目(Li, H. et al, 1999)，**知名度提升、技術提升**等因素，本研究彙整並經專案訪談共選出**資金調度、企業形象、業務需求、技術提升**等四項公司狀態構面重要影響因素。在 2001 年姚乃嘉學者關於影響專案標價的**研究**在工程基本條件構面提出了**工程種類、工程位址、工程規模、工程期限、變更數計可能性**等因素 (姚乃嘉等，2001)，本研究彙整並經專案訪談共選出**專案規模、專案區位、專案形式、專案要求**等四項公司狀態構面重要影響因素。



本研究整理

圖 2.13 專案投標價的影響因素階層結構圖

2.3 專案現金流量評估

本節主要是介紹專案現金流量的評估，首先本研究會先取得專案廠商的工程項目評估表(如表 2.3)，接著依照合約條件評估相關保證費用[押標金保證費用(1)、履約保證費用(2)、預付款保證費用(3)、工程保固費用(10)]、工程預付款(4)與工程保留款(11)，再憑藉廠商過往的施工經驗所預估出來的工程進度表，由每期的工程進度來評估專案分包費用(5)、管理費用(6)、專案利潤(7)、工程計價款(8)，最後再計算專案累積現金流量並估算可能的資金缺口以及評估透支貸款(9)額度與相關利息費用。

表 2.3 土建工程施工標工程項目評估表

項 目	名 稱	單位	數量	單價	總價
奈米實驗大樓一般機電工程					
A	電力及弱電設備工程	式	1		62,970,053
B	給排水設備工程	式	1		8,431,616
C	一般空調設備工程	式	1		37,708,135
D	PCW 系統工程	式	1		1,082,414
E	CDA 配管工程	式	1		215,154
F	N2 配管工程	式	1		261,876
G	消防設備工程	式	1		49,389,065
H	其它	式	1		862,500
I	清安費	式	1		4,271,445
J	臨時水電	式	1		2,806,000
K	假設工事	式	1		1,150,000
L	簽證費	式	1		920,000
M	保險費	式	1		1,380,000
無塵室系統工程					
N	內裝工程	式	1		14,672,747
O	空調工程	式	1		34,593,393
P	電力工程	式	1		3,674,994
Q	電話及資訊管路工程	式	1		132,049
R	控制工程	式	1		9,256,235
S	公用設備工程	式	1		1,339,810
T	壓縮乾燥空氣系統工程	式	1		4,417,394

U	呼吸系統工程	式	1		868,616
V	製程真空系統工程	式	1		880,485
W	製程冷卻水系統工程	式	1		3,427,701
X	排氣工程	式	1		25,649,440
Y	有機排氣工程	式	1		1,408,552
Z	一般排氣工程	式	1		1,542,864
AA	氣體供應系統設備工程	式	1		88,933,941
BB	超純水處理系統設備工程	式	1		30,837,480
CC	廢水處理系統工程	式	1		3,598,120
DD	製程回收系統	式	1		5,978,160
EE	消防系統工程	式	1		6,386,556
FF	設計費	式	1		500,000
	小計				409,546,795
GG	管理費用				34,672,400
	小計				34,672,400
	總計(未稅)				444,219,195

透過表 2.3 計算出專案成本 444,219,195 元，假設廠商預估專案成本加成率為 4.1%，因此我們可以計算出專案利潤為 18,212,987 元，接著我們可以將專案標價結構計算出來，分別為分包費用 409,546,795 元(88.38%)、管理費用 34,672,400 元(7.68%)、專案利潤 18,212,987 元(3.94%)，專案標價為 462,432,182 元(100%)。

表 2.4 專案投標價評估表

專案成本	444,219,195	Markup	4.10%
標價結構項目	金額	比率	備註
分包費用	409,546,795	88.38%	
管理費用	34,672,400	7.68%	
專案利潤	18,212,987	3.94%	
專案標價	462,432,182	100%	

圖 2.14 是用來說明專案現金的流向，實線代表實際現金流量，而虛線代表書函交付，圖 2.15 是說明專案現金流量發生的時間點與現金流進流出的項目，詳細內容如下所述：

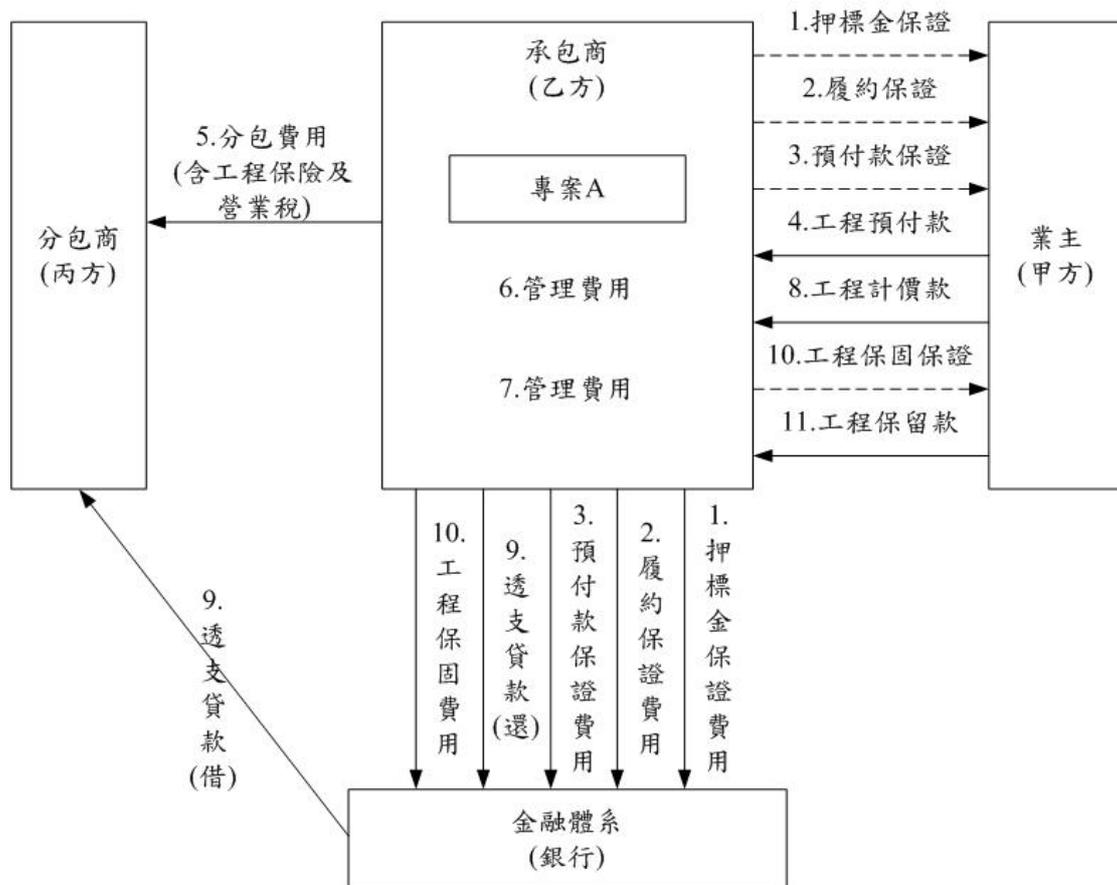


圖 2.14 承包商專案現金流向

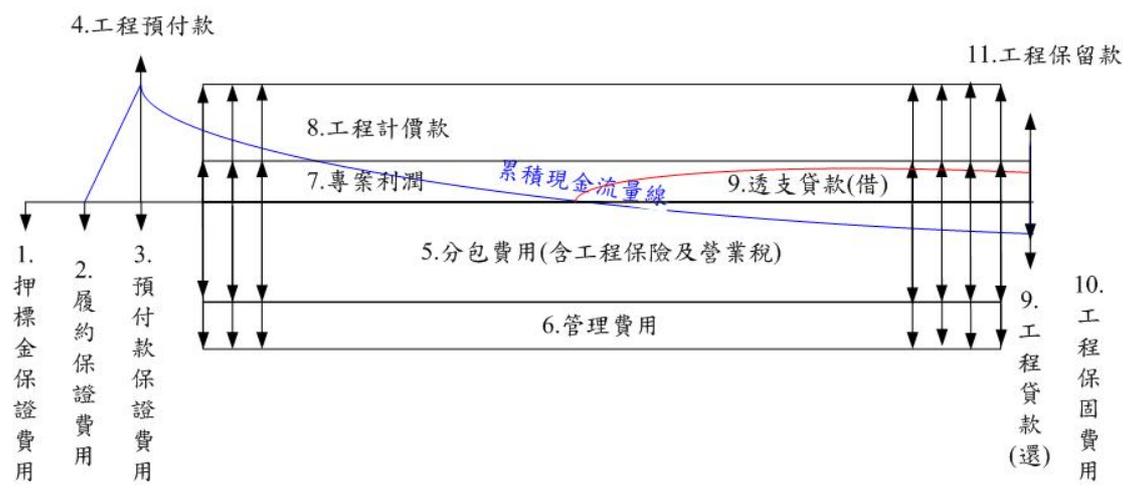


圖 2.15 專案現金流量的評估與累積現金流量示意圖

1. 押標金保證

營造公司欲參與投標須先繳納**押標金**，然後參與投標；若順利得標則可參與工程議約與簽約事宜；倘若無法順利得標，業主方無息退還工程押標金。而得標廠商可將原繳納之押標金轉為履約保證金者。依據「押標金保證金暨其他擔保作業辦法」第九條規定押標金額度以不逾預算金額或預估採購總額之**百分之五**為原則，但不得逾新臺幣五千萬元。第十條規定，倘若廠商「以銀行開發或保兌之不可撤銷擔保信用狀、銀行之書面連帶保證或保險公司之保證保險單繳納押標金者，除招標文件另有規定外，其有效期應較招標文件規定之報價有效期**長三十日**。廠商延長報價有效期者，其所繳納押標金之有效期應一併延長之。」第十二條規定有下列情形之一者，廠商所繳納之押標金應予發還。

- 一.未得標之廠商。
- 二.因投標廠商家數未滿三家而流標。
- 三.機關宣布廢標或因故不予開標、決標。
- 四.廠商投標文件已確定為不合於招標規定或無得標機會，經廠商要求先予發還。
- 五.廠商報價有效期已屆，且拒絕延長。
- 六.廠商逾期繳納押標金或繳納後未參加投標或逾期投標。
- 七.已決標之採購，得標廠商已依規定繳納保證金。

故廠商押標金的評估，本研究採用一般業界較常用的投標保證金(Bid Bond)方式來評估，就是由廠商購買一個月的投標保證金，依據一般保證金額及期限，每年按1%計收保證手續費，最低壹仟元，保證期限未滿一個月部份按一個月計收，並於簽發保證書(函)時，一次收足。

以機電與潔淨室工程施工標的原始投標價為462,432,182元，押標金為原始投標價之5%，每年按1%計收保證手續費(一個月 $1\%/12=0.0833\%$)，保證費用在簽發押標金保證書(函)時，一次收足。(如公式2.1、圖2.16)

$$\begin{aligned} \text{押標金} &= \text{原始投標價} \times \text{押標金比率} \times \text{保證費用(1個月)} \\ &= 462,432,182 \times 0.05 \times (0.01/12) = 19,268 \end{aligned} \quad (2.1)$$

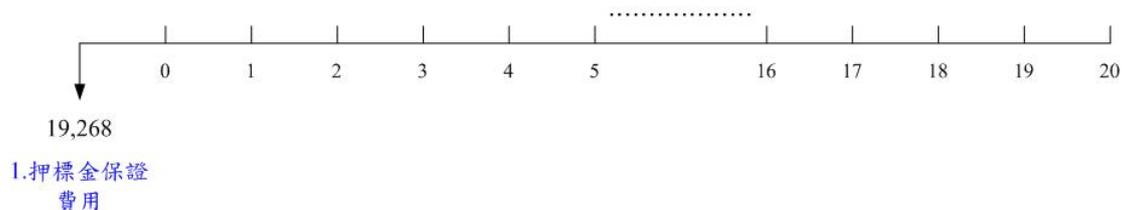


圖 2.16 廠商押標金評估(投標保證金模式)

2. 履約保證

當營造公司順利得標且簽訂工程合約後，依規定須繳納**工程履約保證**，一般通常為合約金額 5%~10%，而一般業主也接受銀行承兌的保證書與政府公債作為工程履約保證；因此承包商需購買銀行承兌的保證書或政府無記名公債作為工程保證金。依據「押標金保證金暨其他擔保作業辦法」**第十五條**規定履約保證金之額度以不逾預算金額或預估採購總額之**百分之十**為原則，**第十七條**規定倘若「廠商以銀行開發或保兌之不可撤銷擔保信用狀、銀行之書面連帶保證或保險公司之保證保險單繳納履約保證金者，除招標文件另有規定外，其有效期應較契約規定之最後施工、供應或安裝期限長**九十日**。」

故廠商工程保證金評估，本研究主要是評估**工程履約保證金**，採用一般業界較常用的金融機構保證書方式來評估，就是由廠商購買比工期長**90**天的工程保證書，依據一般保證金額及期限，每年按 1%計收保證手續費，最低壹仟元，保證期限未滿一個月部份按一個月計收，並於簽發履約保證書(函)時，一次收足。

以機電與潔淨室工程施工標的原始投標價為 462,432,182 元，專案工期為 20 個月，**外加 90 天(以 3 個月計)**，共計 23 個月，工程履約保證金為預估採購總額的 10%，每年按 1%計收保證手續費(一個月 1%/12=0.0833%)，採履約保證金為預算金額 10%為計算基準，工程的保證期間為 23 個月，保證費用在簽發工程履約保證書(函)時，一次收足。(如公式 2.2、圖 2.17)

$$\begin{aligned} \text{工程履約保證} &= \text{原始投標價} \times \text{履約保證金比率} \times \text{保證月數} \times \text{保證費用(月)} \\ &= 462,432,182 \times 0.10 \times 23 \times (0.01/12) = 886,328 \end{aligned} \quad (2.2)$$

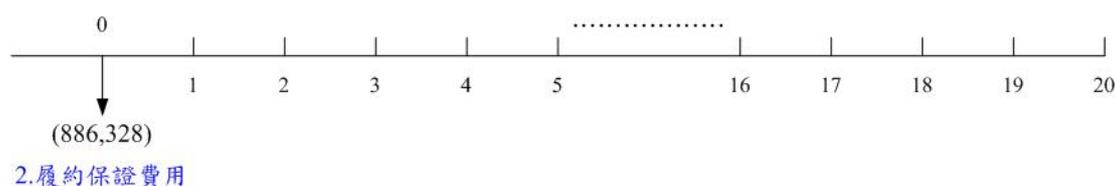


圖 2.17 廠商工程履約保證金評估

3.預付款保證

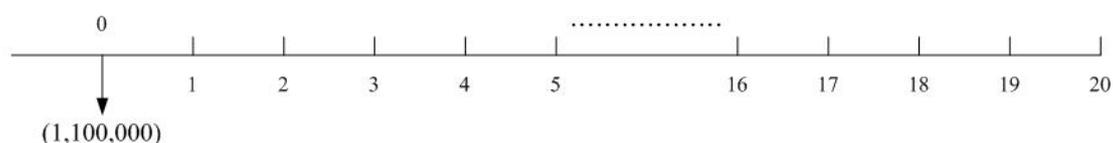
當營造公司順利得標且完成施工計劃書審核後，依規定須繳納**預付款還款保證**，一般通常為合約金額 10%~15%或給**定額工程預付款**，而一般業主也接受銀行承兌的保證書與政府公債作為預付款保證；因此承包商需購買銀行承兌的保證書或政府無記名公債作為工程保證金。依據「押標金保證金暨其他擔保作業辦法」**第二十一條**規定「機關得視案件性質及實際需要，於招標文件中規定得標廠商得支領預付款及其金額，並訂明廠商支領預付款前應先提供同額**預付款還款保證**。」**第二十三條**規定「廠商以銀行開發或保兌之不可撤銷擔保信用狀、銀行之書面連帶保證或保險公司之保證保險單繳納預付款還款保證者，除招標文件另有規定外，其有效期應較契約規定之最後施工、供應或安裝期限長**九十日**。」

故廠商工程保證金評估，本研究主要是評估**預付款還款保證**，採用一般業界較常用的金融機構保證書方式來評估，就是由廠商購買比工期長**90**天的工程保證書，依據一般保證金額及期限，每年按 1%計收保證手續費，最低壹仟元，保證期限未滿一個月部份按一個月計收，並於簽發保證書(函)時，一次收足。

以機電與潔淨室工程施工標的原始投標價為 462,432,182 元，專案工期為 20 個月，**外加 90 天(以 3 個月計)**，共計 23 個月，本研究採用定額工程預付款為 **60,000,000 元**，若以一般預算比例法來評估約為預算金額 15%左右(如)，每年按 1%計收保證手續費(一個月 1%/12=0.0833%)，由於業主支付預付款在第 1 期發生，因此預付款保證期間為 22 個月，保證費用在簽發預付款還保證書(函)時，一次收足。(如公式 2.3、公式 2.4、圖 2.18)

$$\begin{aligned} \text{預付款還款保證} &= \text{定額工程預付款} \times \text{保證月數} \times \text{保證費用(月)} \\ &= 60,000,000 \times 22 \times (0.01/12) = 1,100,000 \end{aligned} \quad (2.3)$$

$$\begin{aligned} \text{預付款還款保證} &= \text{原始投標價} \times \text{預付款比率} \times \text{保證月數} \times \text{保證費用(月)} \\ &= 462,432,182 \times 0.15 \times 22 \times (0.01/12) = 1,271,688 \end{aligned} \quad (2.4)$$



3.預付款保證費用

圖 2.18 廠商預付款還款保證評估

4.工程預付款

營造廠商完成預付款還款保證的繳納程序，業主會提供一定比例的**工程預付款**或者**定額工程預付款**給承包商作為工程準備金之用。而此時廠商可以利用該筆工程預付款來支付相關採購的訂金或進行相關低風險的短期投資(一般以公債或債券型基金為主)，並藉此獲取一定的利息收入或投資收入。依據「押標金保證金暨其他擔保作業辦法」**第二十二條**規定「預付款還款保證，得依廠商已履約部分所占進度或契約金額之比率遞減，或於驗收合格後一次發還，由機關視案件性質及實際需要，於招標文件中訂明。」

故廠商工程預付款金評估，本研究採用定額工程預付款為 **60,000,000** 元，若以一般**標案預估成本**比例來評估約為預算金額 15%左右(如公式 2.5)，扣除預付款還款保證費用 1,100,000 元(如公式 2.3)，剩餘淨工程預付款為 58,900,000 元(如公式 2.5)，而工程開工後再依工程進度(20%、35%、50%、65%)分別退還工程預付款 25%。(如公式 2.6、圖 2.19)

$$\begin{aligned} \text{淨工程預付款} &= \text{工程預付款} - \text{預付款還款保證} \\ &= 60,000,000 - 1,100,000 = 58,900,000 \end{aligned} \quad (2.5)$$

$$\begin{aligned} \text{退還預付款(每次)} &= \text{工程預付款} \times \text{每次返還保證金比率(4次)} \\ &= 60,000,000 \times 0.25 = 15,000,000 \end{aligned} \quad (2.6)$$

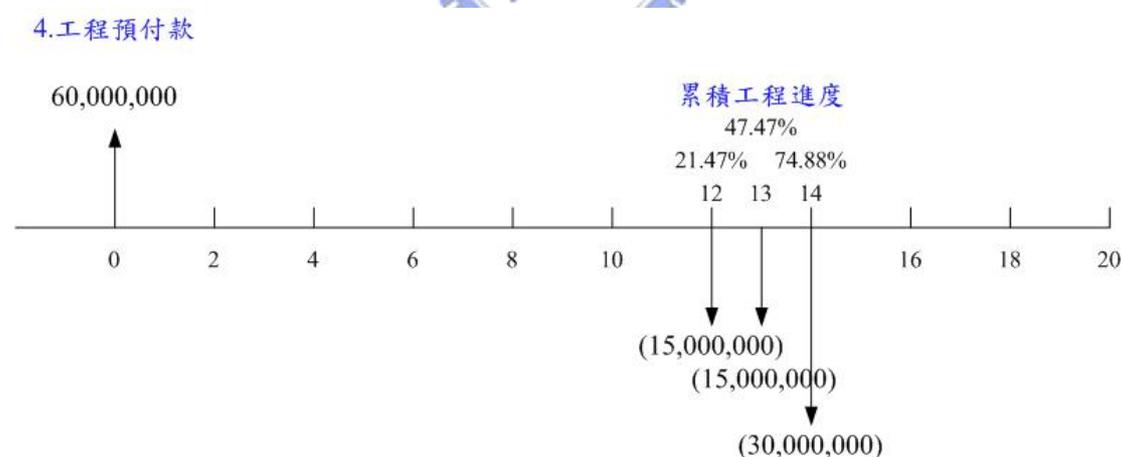


圖 2.19 廠商淨工程預付款評估

5. 分包費用

表 2.5 專案預定工程進度與計價金額表

	第 1 月	第 2 月	第 3 月	第 4 月	第 5 月
預定進度	0.00%	0.57%	0.04%	1.09%	0.77%
累積預定進度	0.00%	0.57%	0.61%	1.70%	2.47%
預定估驗計價金額	0	2,635,863	184,973	5,040,511	3,560,728
累積預定估驗計價金額	0	2,635,863	2,820,836	7,861,347	11,422,075
	第 6 月	第 7 月	第 8 月	第 9 月	第 10 月
預定進度	0.99%	1.30%	1.12%	1.28%	1.38%
累積預定進度	3.46%	4.76%	5.88%	7.16%	8.54%
預定估驗計價金額	4,578,079	6,011,618	5,179,240	5,919,132	6,381,564
累積預定估驗計價金額	16,000,153	22,011,772	27,191,012	33,110,144	39,491,708
	第 11 月	第 12 月	第 13 月	第 14 月	第 15 月
預定進度	2.83%	10.10%	26.00%	27.41%	11.50%
累積預定進度	11.37%	21.47%	47.47%	74.88%	86.38%
預定估驗計價金額	13,086,831	46,705,650	120,232,367	126,752,661	53,179,701
累積預定估驗計價金額	52,578,539	99,284,189	219,516,557	346,269,218	399,448,919
	第 16 月	第 17 月	第 18 月	第 19 月	第 20 月
預定進度	1.55%	11.81%	0.22%	0.02%	0.02%
累積預定進度	87.93%	99.74%	99.96%	99.98%	100.00%
預定估驗計價金額	7,167,699	54,613,241	1,017,351	92,486	92,486
累積預定估驗計價金額	406,616,618	461,229,858	462,247,209	462,339,696	462,432,182

當營造廠商拿到這筆工程準備金之後則開始進行**分包工程規劃**，並儘速申請開工。假如該「機電與潔淨室工程施工標」的預定工程進度如上表 2.5 所示，如考慮 4% 的物價波動時，工程計價款即部份用於支付工程費用、管理費用與專案利潤，假設廠商評估分包費用為**原始投標價 88.38%**，則分包費用如下所示：(如公式 2.7、圖 2.19)

$$\begin{aligned} \text{分包費用} &= \text{原始投標價} \times \text{分包費用率} \times \text{每期計價比率(第 2 期)} \times (1 + \text{物價波動}) \\ &= 462,432,182 \times 0.8838 \times 0.0057 \times 1.04 = 2,422,665 \end{aligned} \quad (2.7)$$

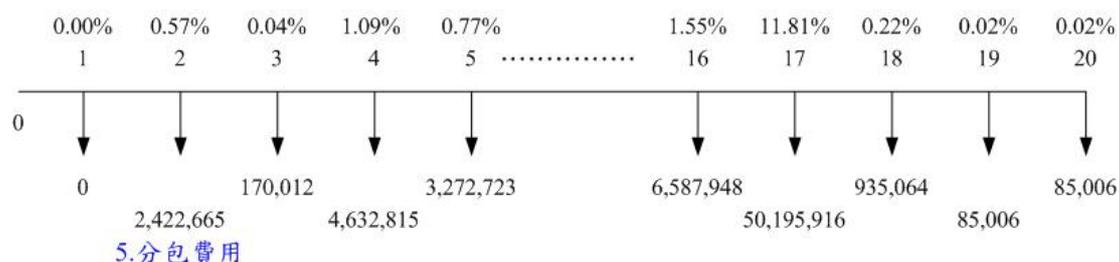


圖 2.20 廠商工程分包費用評估

6. 管理費用

當營造廠商拿到這筆工程準備金之後則開始進行**工程管理規劃**，並儘速申請開工。假如該「機電與潔淨室工程施工標」的預定工程進度如表 2.5 所示，如考慮 4% 的物價波動時，工程計價款即部份用於支付管理費用，假設廠商評估管銷費用為**原始投標價 7.68%**，則分包金額如下所示：(如公式 2.8、圖 2.21)

$$\begin{aligned} \text{管理費用} &= \text{原始投標價} \times \text{管理費用率} \times \text{每期計價比率(第 2 期)} \\ &= 462,432,182 \times 0.0768 \times 0.0057 = 202,564 \end{aligned} \quad (2.8)$$

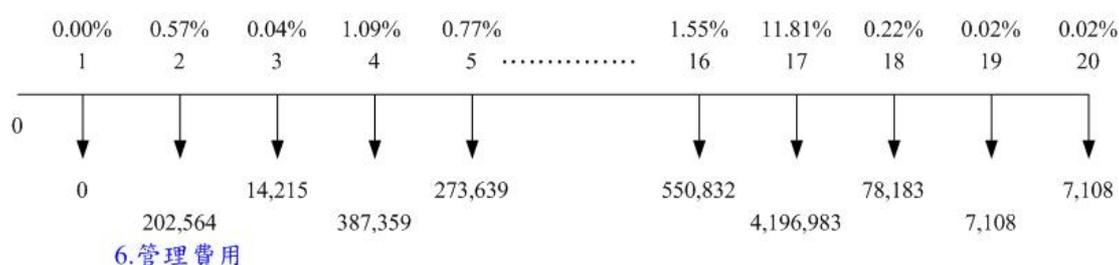


圖 2.21 廠商管理費用評估

7. 專案利潤

當營造廠商工程進行到一定進度時(如一個月後)，即開始計算專案每期的預估專案利潤。假如該「機電與潔淨室工程施工標」的預定工程進度如表 2.5 所示，如考慮 4% 的物價波動時，工程計價款的部份即為專案利潤，假設廠商評估專案利潤為**原始投標價 3.94%**，則專案利潤如下所示：(如公式 2.9、圖 2.22)

$$\begin{aligned} \text{專案利潤} &= \text{原始投標價} \times \text{專案利潤率} \times \text{每期計價比率(第 2 期)} \\ &= 462,432,182 \times 0.0394 \times 0.0057 = 103,814 \end{aligned} \quad (2.9)$$

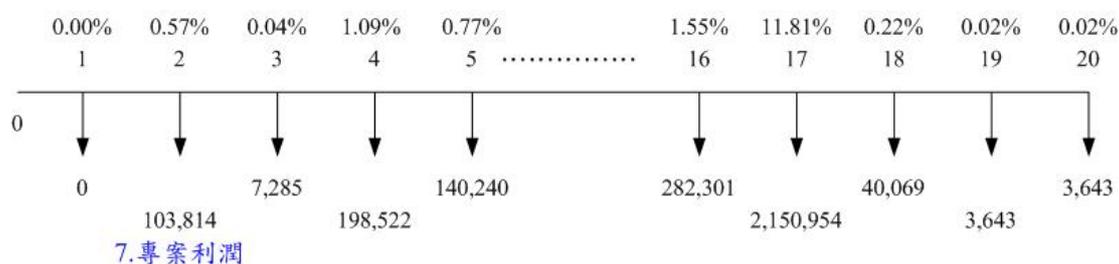


圖 2.22 廠商專案利潤評估

8. 工程計價款

當營造廠商取得業主提供的工程預付款，工程逐漸有了的進度，當工程進度符合業主約定計價的期間並通過工程初步驗收，可向業主申請**工程計價款**，此時的工程進度是持續進行著，當工程計價款撥下來之後承包商便可繼續支付分包商與相關供應商的費用。假如該土建工程的預定工程進度與預定估驗計價金額如上表 2.5 所示，則原本第一期的工程計價款為 **2,635,863** 元，但由於業主通常會扣除工程計價款的 5% 作為工程保留款，所以業主真正幾付給承包商是 **2,504,070** 元，等到工程驗收後，由承包商出具相關工程保固保證，再將相關的工程保留款無息返還承包商。(如公式 2.10、圖 2.23)

$$\begin{aligned} \text{工程計價款} &= \text{標案預估成本} \times \text{每期計價比率(第 2 期)} \times (1 - \text{保留款比率}) \\ &= 462,432,182 \times 0.0057 \times (1 - 0.05) = 2,504,070 \end{aligned} \quad (2.10)$$

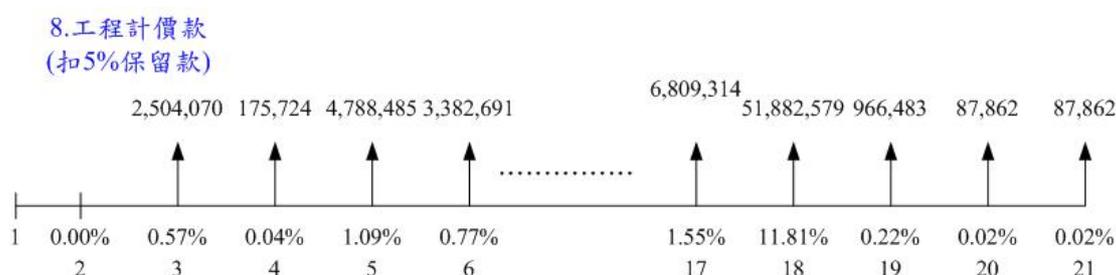


圖 2.23 廠商工程計價款評估

9. 透支貸款

廠商得標後就可向銀行接洽貸款事宜，當銀行確認廠商所提供的合約後，便會提供廠商相關的**透支或擔保透支融通(貸款)**以做為週轉之用，同時銀行會與營造廠商約定貸款期間與貸款利率，但由於廠商初期有工程預付款所以並不會工程一開始就跟銀行貸款，通常都是等到工程預付款逐步返還業主後，才開始動用銀行融通資金，因此要知道廠商何時動用融通資金來彌補資金缺口，就需計算專案期末現金流量何時為負值，計算當期期末現金流量的公式 2.11 所示：

$$\begin{aligned} \text{期末現金流量} &= \text{累積現金流量} + \text{利息收支} = [\text{前期現金流量} + \text{工程損益}] + \text{利息收支} \\ &= [\text{前期現金流量} + (\text{履約保證金} + \text{預付款保證費用} + \text{工程預付款} + \text{工程費用} + \text{專案利潤} + \text{工程計價款} + \text{保固保證費用} + \text{工程保留款})] + \text{利息收支} \end{aligned} \quad (2.11)$$

因此由圖 2.24 可以看出在第 13 期，廠商返還業主預付款後，專案期末現金流量就會成為負值，因此從第 13 期以後廠商就會透過**透支或擔保透支**的方式來融通資金，也就是由銀行代付相關工程款項，直到工程終了廠商在就其所得營收支付相關貸款本金與利息。

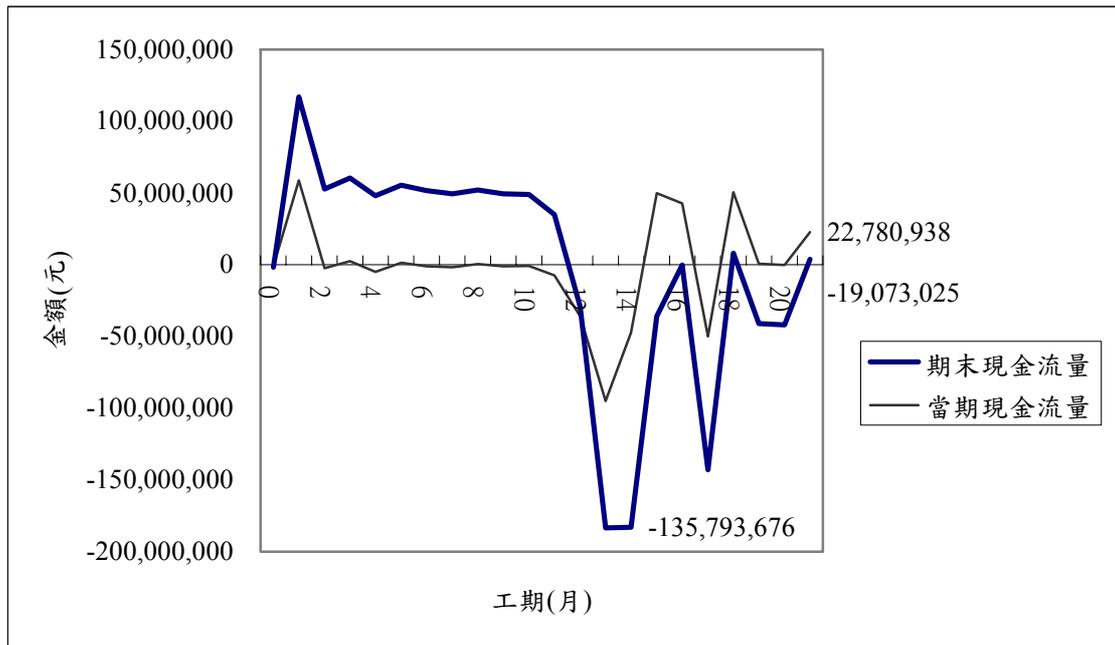


圖 2.24 現金流量圖(期末現金流量、當期現金流量)

當業主支付的計價工程款足夠支付當期的分包商費用後，營造廠商便開始償還銀行的**工程貸款**，以降低工程的利息支出並且規劃專案資金的應用，如繼續投入另一個專案。本專案假設融通利率為年利率 4%，採每月計息方式估算，因此該專案累積最大透支金額為第 14 期的**-135,793,676** 元(如圖 2.24)，因此廠商與銀行簽訂的**透支或擔保透支**額度必須大於該透支數額，由圖 2.24 可知在第 20 期時該專案在回收工程保留款後，期末現金流量為**-19,073,025** 元，表示該專案在償付**透支擔保透支**貸款後，還剩下**-19,073,025** 元的專案虧損。

10. 工程保固保證

此時大部份工程已進入完工驗收階段，營造廠商必須辦理工程保固保證事宜，並與業主相關單位辦理工程驗收工作，而業主方則退還工程保留款。實務上，廠商通常會將工程保留款逐步回收，並辦理相關**工程保固保證**提供給業主方，並開始償還銀行貸款，最後進行完工結案工作。依據「押標金保證金暨其他擔保作業辦法」**第二十五條**規定，保固保證金之額度以不逾預算金額或預估採購總額之**百分之五**為原則，**第二十六條**規定「廠商以銀行開發或保兌之不可撤銷擔保信用狀、銀行之書面連帶保證或保險公司之保證保險單繳納保固保證金者，除招標文件另有規定外，其有效期應較契約規定之保固期長**九十日**。」因此一般保固期間通常訂 6 個月~1 年，依據一般保證金額及期限，每年按 1%計收保證手續費，最低壹仟元，保證期限未滿一個月部份按一個月計收，並於簽發保證書(函)時，一次收足。故本研究採用 5%的工程保固保證費用，保固期限為 12 個月，**外加 90 天(以 3 個月計)**，共計 15 個月，故工程保固保證費用如公式 2.12 所示(如圖 2.23)

$$\begin{aligned} \text{保固保證費用} &= \text{標案預估成本} \times \text{保固保證金比率} \times \text{保證月數} \times \text{保證費用(1個月)} \\ &= 462,432,182 \times 0.05 \times 15 \times (0.01/12) = 289,020 \end{aligned} \quad (2.12)$$

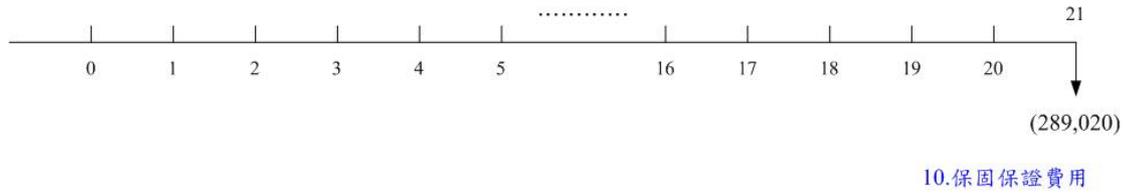


圖 2.25 廠商工程保固費用評估

11.工程保留款

當工程進入完工驗收階段，必須辦理工程保固保證事宜，廠商會向金融體系購買工程保固保證 289,020 元，並與業主相關單位辦理工程驗收工作，而業主方則會退還工程保留款 23,121,609 元。實務上是以交付保固保證證書給業主方，並開始償還銀行貸款，最後進行完工結案工作。(如公式 2.13、圖 2.14)，因此淨工程保留款退還 22,832,589 元(如公式 2.14、圖 2.27)。

$$\begin{aligned} \text{工程保留款} &= \text{標案預估成本} \times \text{保留款比率} \\ &= 462,432,182 \times 0.05 = 23,121,609 \end{aligned} \quad (2.13)$$

$$\begin{aligned} \text{淨工程保留款} &= \text{工程保留款} - \text{保固保證費用} \\ &= 23,121,609 - 289,020 = 22,832,589 \end{aligned} \quad (2.14)$$

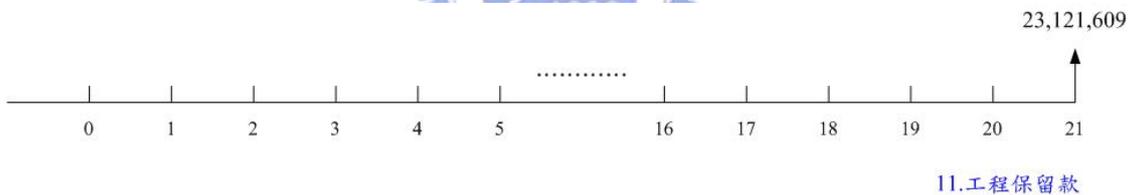


圖 2.26 廠商工程保留款評估

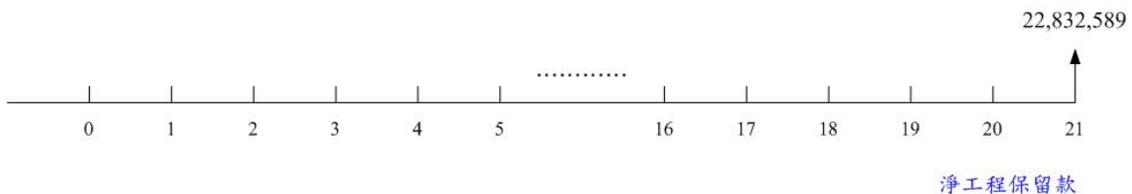


圖 2.27 廠商工程淨保留款評估

第三章 研究方法

3.1 經濟影響因素評估

本研究歸納出導致成本超支的原因以及其經濟影響因素，以下為簡要說明：

一. 物價波動(Inflation)

Akpan, E.O.P.與 Igwe,O.在 2001 年關於專案執行價格變動的研究中指出成本超支的現象在營建產業特別嚴重，主要原因在於執行價格的變動，或者所謂的物價膨脹(Inflation)，該研究還指出若無法有效評估價格波動，在專案執行階段將造成工程糾紛，甚至導致專案停頓的現象產生(Akpan, E.O.P.與 Igwe,O.，2001)。

二. 付款時程延遲(Time lag)

Navon, R.在 1996 年公司階層的現金流量管理研究中指出，專案現金流量就是將專案成本依工程進度作分配，而其定義現金流出(cash outflow)，即費用流(expense flow)，主要包括成本流(cost flow)與遞延支出(Time lag)，簡單來說就是當專案計價進度晚於工程分包付款進度就會造成遞延支出(Navon, R.，1996)，而遞延支出的成本(利息)會受到當時的利率所影響，因此為若廠商的自有營運資金不足時，該遞延支出就須依賴金融機構融通，而其融通成本就是利息費用，倘若廠商利用自有資金支付時，其機會成本就會是廠商自有資金的投資報酬率。

三. 分包費用變動

Hwee, N.G與 Tiong,R.L.K.在 2002 年營建產業現金流量預測與風險分析的研究中指出，在專案執行過程中，分包費用變動幅度高達 $\pm 20\%$ (Hwee, N.G與 Tiong,R.L.K.，2002)。本研究針對該問題詢問相關廠商，證實分包費用變動情況在實務上確實存在，其主要原因包括以下幾項：

1. 原有的供應商提高供應價格，或者承包商的原供應商無法供應而須更換供應商，進而導致供應價格上升。
2. 由於專案的區域性差異導致供應價格不一致。
3. 由於市場競爭或標前協議促使分包商或供應商願意提供更優惠的供應價格。
4. 由於供應商或分包商的進料成本上升，導致分包價格或供應價格上升。
5. 由於供應產品的規格調整所導致的供應價格變動。
6. 由於產品的訂購的經濟規模差異，進而造成不同的產品訂價差異。

四.管理費用變動

Hassim, S.等學者在 2003 年營建專案之最小營運資金評估研究中指出 (Hassim, S. et. al., 2003), 管理費用(Overhead)是包含從設計階段到專案完工階段所有直接成本(分包費用)以外的支出, 在施工程序中若改變其他成本要素都將造成管理費用的上升, 例如材料運送過程的障礙、雇員或監工人員的短缺、專案輔助設施(工務所)的延伸、工地監測與其他額外的管理活動。

3.2 專案投標價評估

根據Brigham及Daves對於資本預算或專案評價決策, 常用的評估法有1.還本期間法(Payback)2.折算還本期間法(Discounted payback) 3.會計報酬率法 (Accounting rate of return) 4.淨現值法(Net present value, NPV) 5.內部報酬率法 (Internal rate of return, IRR) 6.修正內部報酬率法(Modified internal rate of return, MIRR) 7.獲利率指數法(Profitability Index, PI) (Brigham, E.F.與 Daves, P.R, 2002), 雖然各種評估方法有所差異, 但莫不在追求公司或專案價值極大化, 而這些都是以現金流量為基礎的評估方法。其中折算還本期間法、淨現值法、內部報酬率法、修正內部報酬率法、獲利率指數法等方法進一步以折現(Discount)的方式來修正貨幣的時間價值, 是一般較常使用的折算現金流量法(DCF), 而其中最被常被使用來評估專案價值的方法為淨現值法(Net present value, NPV), 故本研究採用淨現值法作為的折算現金流量法專案的方法。而淨現值法表示如下:

1.還本期間法(Payback)

還本期間法=完整回收年數+不足一年的回收年限

$$\sum_{t=1}^T CF_t - CF_0 = 0 \quad (3.1)$$

其中 CF_t 為現金流量, t 為期數

2.折算還本期間法(Discounted payback)

折算還本期間法=折算後完整回收年數+折算後不足一年的回收年數

3.會計報酬率法(Accounting rate of return)

$$\text{會計報酬率}(ARR_s) = \text{平均預期年淨收益} / \text{平均淨投資額} \quad (3.2)$$

4.淨現值法(Net present value, NPV)

$$NPV = CF_0 + \frac{CF_1}{(1+k)^1} + \frac{CF_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+k)^n} = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} \quad t = 0, 1, 2, \dots, n \quad (3.3)$$

此處 CF_t 代表現金流量, t 代表期數而 k 則是代表折現率。

5. 內部報酬率法(Internal rate of return , IRR)

$$CF_0 + \frac{CF_1}{(1+IRR)^1} + \frac{CF_2}{(1+IRR)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+IRR)^n} = 0 \quad (3.4)$$

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} = 0 \quad (3.5)$$

此處 CF_t 代表現金流量， t 代表期數而IRR則是代表內部報酬率。

6. 修正內部報酬率法(Modified internal rate of return , MIRR)

$$\sum_{t=0}^n \frac{COF_t}{(1+k)^t} = \frac{\sum_{t=0}^n CIF(1+k)^{n-t}}{(1+MIRR)^n} \quad (3.6)$$

此處 COF_t 代表現金流出， CIF_t 代表現金流入。

$$PV_{\text{cost}} = \frac{TV}{(1+MIRR)^n} \quad (3.7)$$

此處 PV_{cost} 代表現值， TV 代表終值。

7. 獲利率指數法(Profitability Index , PI)

$$PI_s = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t}}{CF_0} \quad (3.8)$$



3.3 廠商風險偏好

根據巫和懋等學者的著作提到，不確定性與風險是指我們常面臨到未來狀況是不確定(Uncertain)的，意味著未來許多預期的事件都有可能發生，決策者無法確定哪一個預期事件會發生，通常會以機率來描述事件可能發生的狀態(巫和懋，霍德明，熊秉元，胡春田，1999)，舉例來說，當我們認為明天會下雨的機率為0.5時，代表以過去經驗來判斷，在這種情況下，下雨的可能性為10次中會出現5次。若以專案投標來說明，廠商在投標前只能憑藉過去市場競爭情況與該廠商的得標狀況，來評估目前可能的得標機率。

當我們將未來不確定性事件以機率方式來表現，就能把原本的不確定性簡化成一個評估機率來呈現，接著我們會面臨該不確定事件對我們所產生的影響，一般我們會用滿意程度或者效用(Utility)來評估，所以我們常會以預期效用(Expected Utility)來衡量風險下的效用程度。

風險偏好概念來自財富效用的概念，由於人對於財富(收入)的態度不相同，所以經濟學者定義風險趨避(Risk Averse)者的特性就是以財富效用曲線是向上凸的曲線；換句話說就是財富的邊際效用遞減，如圖3.1所示，風險趨避者對於剛獲得的小額收入會感到滿意度(效用)較高，隨著收入增加其滿意度(效用)會逐漸減小。風險中立(Risk Neutral)者的特性就是財富效用線是45度的斜直線，也就是說財富的邊際效用是固定的，不會因財富多少而有差異，風險偏好(Risk Loving)者的特性是財富的邊際效用遞增，也就是說風險偏好者對於小額的收入不會感到滿意(效用低)，隨著收入增加其滿意度才會逐漸增加。

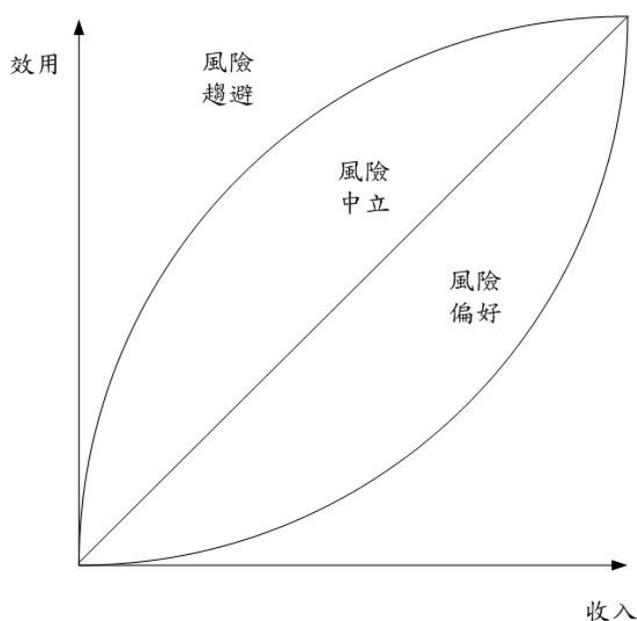


圖 3.1 風險偏好概念圖

3.4 專案價值評估

專案投標決策主要可分成兩個決策問題，其一、廠商是否參與投標，其二、廠商如何決定投標價，在廠商是否參與投標的研究中，在1990年Irtishad Ahmad提出以投標價值來評估專案，利用簡單加權法(SAW)來計算專案投標價值，再與廠商自行評估的門檻值做比較，進而做出投標與否的決策，(Ahmad, I, 1990)，在2004年Lowe, D.J.與Parvar, J則提出運用多變量分析中的主成分分析方式來選取專案影響因素(準則)，並利用迴歸分析來比較原始因素(準則)與主成分分析後重新命名的因素間的預測差異，該研究的貢獻就是提出一個刪減影響因素或準則的方式以及運用迴歸分析來對廠商投標與否做預測(Lowe, D.J.與Parvar, J, 2004)

在廠商投標價研究，目前多數的研究將其簡化成專案成本加成率的評估，而本研究並不完全認同此一簡化的思維，主要原因來自於專案成本加成率是假設專案的工程成本不會有波動，也就是假設專案成本是固定的，這會造成兩種現象發

生，其一、若當初廠商專案成本評估過低(標價評估偏誤)可能會讓廠商失去原本可以獲利的機會，倘若不幸遭遇未預期的經濟風險(物價、利率上升)將導致重大的專案損失，進而影響公司生存。其二、若是高估了工程成本，會造成投標價偏高，在標價競爭的環境下，廠商很容易就會失去得標的機會(Mochtar, K.與Arditi, D., 2001)，故本研究認為若能將工程成本的區間先評估出來，再進一步評估專案價值就能避免先前研究的盲點，簡單舉例說明，就是假設原本工程成本為4億，若將未來的專案經濟風險納入考量，則可藉由電腦模擬得到專案工程成本可能介於3.5億~4.5億間，之後再由專案價值來評估專案投標價到底會落在3.5億~4.5億中的那個區間，如此一來就可以解決工程成本預估偏誤所導致標價過高或過低的問題產生。

當我們解決專案工程成本不確定問題後，則可利用專案價值來決定專案投標價，也就是說先前用來評估成本加成本的方法也就能夠被正常使用來評估專案投標價，因此本研究會先回顧成本加成率的研究方法演進，在逐一說明方法演變的原因與其中的問題，根據Marzouk, M與Moselhi, O在2003年的研究指出，一般成本加成率的研究方法可以分成三類，一、統計模式，二、多準則效用理論與層級分析法模式，三、人工智慧基礎模式，第一類為統計模式多為較早的研究被運用，由於該類模式無法評估個別專案的投標特性，如專案複雜度、專案期間與市場狀態，故有其方法運用上的限制；第二類為多準則效用理論與層級分析法模式，其優勢是可以讓決策者重新定義決策階層並且可以很容易計算出因素間的重要性(權重)關係，因此被廣泛使用。第三類為人工智慧基礎模式，則是利用知識基礎的專家系統，常見的方法有類神經網路以及一些專家的規則庫，但由於有些專家意見是無法使用IF-THEN等規則庫來呈現，此外該方法須有龐大的個案資料庫來做訓練，才能逐步從大量訓練案例中找出其規則。(Marzouk, M與Moselhi, O, 2003)

故本研究會將重心放在第二類多準則效用模式的研究方法作深入說明，在多準則效用理論中，本研究主要介紹四種常見的方法:1.簡單加權法(SAW)、2.層級分析法(AHP)、3.SIM-Utility法、4.模糊積分法(FIM).等四種方法，簡單加權法(SAW)的特色在於其簡單而且容易計算，但其缺點在於其權重的給定過於粗糙，而且不夠精確，因此層級分析法(AHP)利用成對比較的方式，以較系統化的方式來解決準則間權重的問題，接者介紹SIM-Utility法，該方法主要的特色在於其效用函數設計上引用了門檻值的概念，而正負效用的制定則是看效用得分是否高於門檻值，當因素的分高於門檻值則為正效用，反之若低於門檻值則為負效用，最後本研究將介紹模糊積分法(FIM)，該方法主要是解決因素(準則)間具有相關聯性的方法，也由於現實生活中，通常碰到的決策問題比較少存在評估準則間將完全獨立的現象，因此藉由模糊積分法可以解決因素間具有相關聯性的評估限制，最後本研究在實證上選擇層級分析法(AHP)與模糊積分法(FIM)結合的研究模式來進行研究模型建構。

3.4.1 簡單加權法(SAW)

Irtishad Ahmad 在 1990 年，提出一個投標價值的評估方法如下所示，當投標決策者評估完投標價值後，即與自行設定的門檻值做比較，以決定是否參與投標。(Irtishad Ahmad, 1990)

$$\text{總價值(Total worth)} = w_1s_1 + w_2s_2 + w_3s_3 + \dots + w_ns_n \quad (3.9)$$

$w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$: 相關要素權重值

$s_1, s_2, s_3, \dots, s_n$: 相關要素價值得分 (Worth Score)

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad 0 \leq s_i \leq 100 \quad (3.10)$$

3.4.2 層級分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)

Dubois與Prade在1980所發表的著作認為多準則決策內容基本上可分成兩階段，第一階段是先找一個可行方案或策略的綜合效用值，第二階段再根據第一階段所得到的綜合效用值來對每一個可行方案或策略來進行優劣排序(李允中等人, 2003)，而層級分析法(AHP)是最典型的多準則決策方法。層級分析法(AHP)主要是處理質化資訊的評估問題，一般是將複雜的研究問題由高層至低層逐步以結構方式分解，並藉由評估準則的定義來將一個研究問題逐步分解成幾個重要的評估準則，再透過有關專家與決策人員來進行評估，進一步找出各方案的得分點與優劣順序(馮正民、邱裕鈞, 2004)。

層級分析法(AHP)是由美國匹芝堡大學Saaty教授提出來解決不確定下的多準則決策問題，經過多年驗證與改進，1980年以後該理論已相當完整，而層級分析法有九個基本假設(Saaty, T.L, 1978, 鄧振源、曾國雄, 民78)

1. 一個系統可以被分解成許多種類(Classes)或成分(Components), 形成具有方向性的網路階層結構。
2. 層級結構中，每一層級的準則(要素)均假設具獨立性。
3. 每一層級的要素，可以用上一層及某些或所有準則(要素)作為基準進行評估。
4. 比較評估時，可將絕對數值尺度轉換成比例尺度(Ratio Scale)。
5. 成對比較(Pairwise comparison)後之矩陣倒數，可使用正倒值矩陣(Positive Reciprocal Matrix)處理。
6. 偏好關係滿足遞移性(Transitivity)。不僅優劣關係滿足遞移性(A優於B, B優於C, 則A優於C)，同時強度關係也滿足遞移性(A優於B二倍, B優於C三倍, 則A優於C六倍)。
7. 因為完全遞移性不容易，故容許不具遞移性的存在，但必須通過一致性檢定。
8. 準則的優劣程度可經由簡單加權法求得。
9. 任何準則(要素)只要在層級結構中出現，均視為與正各評估結構有關。

層級分析法的分析流程概述如下:(李允中等人, 2003)

1. 定義問題本質與確定問題的影響因素。
2. 建立層級結構以便進行評估, 如圖3.2所示, 每層評估準則不超過7個, 以確保準則成對比較易通過一致性檢定。

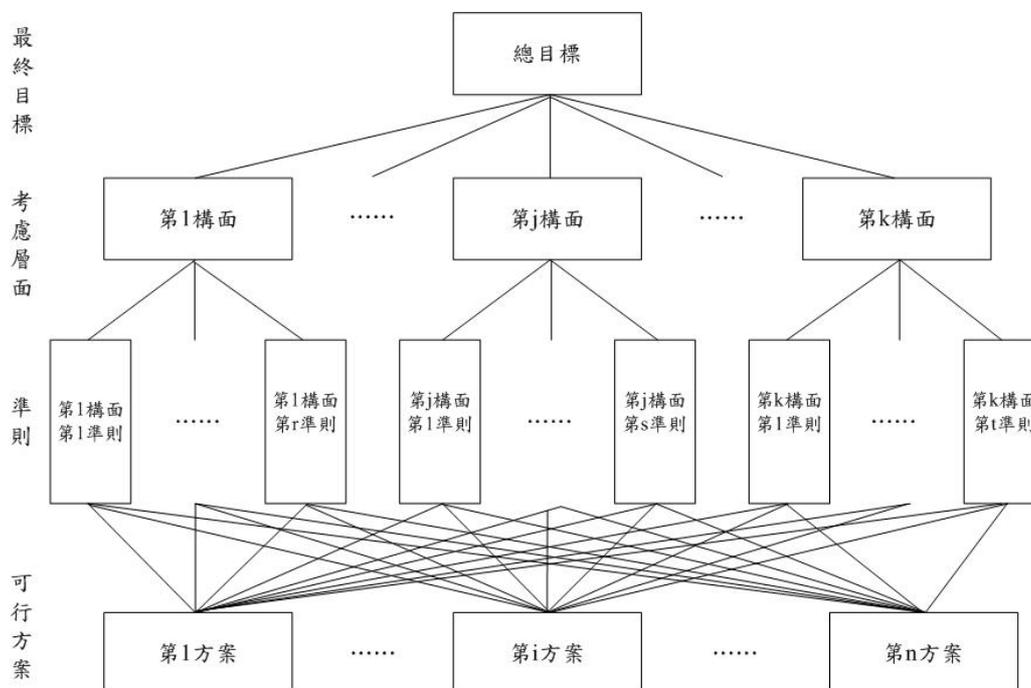


圖3.2 多準則決策之層級分析架構

3. 依據表3.1建立成對比較矩陣, 如表3.2所示, 對評估準則進行成對比較。

表3.1 層級分析法評估尺度對照表

評估尺度	定義	說明
1	同等重要 (Equal Impotence)	兩比較方案的貢獻程度具同等重要性; 等強 (Equally)
3	稍重要 (Weak Impotence)	經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案; 稍強 (Moderately)
5	頗重要 (Essential Impotence)	經驗與判斷強烈傾向喜好某一方案; 頗強 (Strongly)
7	極重要 (Very Strong Impotence)	經驗與判斷非常強烈傾向喜好某一方案; 極強 (Very Strong)
9	絕對重要 (Absolute Impotence)	有足夠證據肯定絕對喜好某一方案; 絕強 (Extremely)
2, 4, 6, 8	相鄰尺度中間值 (Intermediate values)	須要折衷值時

表3.2 要素成對比較表

	1.市場環境	2.公司狀態	3.專案特性
1.市場環境	1	3	5
2.公司狀態	1/3	1	3
3.專案特性	1/5	1/3	1

1:代表要素1(市場環境)與要素1(市場環境)是同等重要。

3:代表要素1(市場環境)比要素2(公司狀態)重要程度是3倍。

1/3:代表要素2(公司狀態)比要素1(市場環境)重要程度是1/3倍。

4.進行一致性檢定，計算一致性指標 C.I.值($C.I. = (\lambda_{\max} - n)/(n-1)$)與一致性比率 C.R.值($C.R. = C.I./R.I.$)，進一步檢查是否滿足 Saaty 建議 C.I.值與 C.R.值低於 0.1 的合理偏差規定，如表 3.3 所示，在一致性比率 C.R.值所參考的平均隨機指標如下表 3.4 所示，第一階的構面(準則)數為 3 個，故在平均隨機指標選取為 0.58。

表3.3 一致性檢定表(C.I.及C.R.檢定表)

$C.I. = (\lambda_{\max} - n)/(n-1); n=3$	0.04	$C.R. = C.I./R.I.$	0.04
門檻值	0.1	門檻值	0.1

Saaty建議C.I.值與C.R.值在0.1以下為合理偏差。

表3.4 平均隨機指標表(R.I)

平均隨機指標									
評估項目數	1	2	3	4	5	6	7	8	9
R.I.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

5.計算特徵值及特徵向量，求取特徵向量中最大 λ_{\max} ，並取其對應的正規化後特徵向量，即為要素權重。轉秩後特徵向量為[0.888,0.4121,0.1847,0.0869] (如表 3.5)

表3.5 要素權重表(正規化前後)

	正規化前	正規化後
1.市場環境	0.888	56.50%
2.公司狀態	0.4121	26.22%
3.專案特性	0.1847	11.75%

正規化前為最大特徵值；正規化後為要素權重，總和為1。

- 6.計算每一個可行方案或策略所對應的準則達成值或績效值。
7. 根據各準則權重及每一可行方案或策略所對應的績效值推導出所有可行方案或策略的綜合績效值。
8. 根據上述步驟的綜合效用值來對所有可行方案或策略進行優勢排序。

3.4.3 SIM-Utility 法

在 1996 年由 S.P.Dozzi, S.M.AbouRizk 與 Schroeder 共同提出效用理論來進行投標決策，其方法則是先定出每個影響因素的上下界(Y_U, Y_L)，並確立每個影響因素的中立點，及門檻值(Y_T)與最大效益點(Y_M)，並設定門檻效用 $U(Y_T)$ 與最大效用值 $U(Y_M)$ 分別為 0 與 1 ($U(Y_T)=0, U(Y_M)=1$)，同時利用線型效用函數來表示每個準則效用與解出方程式常數項 a_j, b_j ，最後利用育其效用值與成本加成率轉換得到專案預期成本加成率。(Dozzi, S.P.、AbouRizk,S.M.與 Schroeder, 1996)

$$S_j : \text{主階權重因素}/100 \times \text{次階權重因素}/100 \times W_j \quad W_j : \text{權重因素} \quad (3.11)$$

$$U_j : a_j u_j + b_j \quad a_j, b_j \text{ 為常數} \quad (3.12)$$

$$U_j(Y_T) = 0 \quad U_j(Y_M) = S_j \quad U_j(Y_T) : \text{門檻效用值} \quad U_j(Y_M) : \text{最大效用值}$$

$$U_j(Y_j) = S_j U_j(Y_j) = S_j \quad (3.13)$$

3.4.4 模糊積分法

模糊多準則決策問題中，若是各評估準則間具備相互獨立性關係時，一般可以用模糊簡單加權法總計各準則權重與方案之效用得分，再導出綜合效用得分與進行各方案優劣順序排序，然而現實世界中，大多數的決策問題中各評估準則未必都符合相互獨立性關係，也就是說評估準則間可能存在加成或替代效果，因此 Sugeno 首先將模糊集合理論及 Choquet 測度概念導入傳統的 Lebesgue 積分而推倒出模糊測度與模糊積分。(李允中等人，2003)

1. 令 X 為具有 σ 代數性質之一可測度集合， \mathfrak{N} 為 X 的部份集合，則 (X, \mathfrak{N}) 可測度空間之模糊測度 g 以集合函數定義 $g: \mathfrak{N} \rightarrow [0,1]$ ，該模糊測度滿足以下性質：
 - (A) $g(\phi)=0, g(X)=1$ ；
 - (B) 對於所有 $A, B \in \mathfrak{N}$ ，若 $A \subseteq B$ 則 $g(A) \leq g(B)$ 符合單調性

若任一模糊測度符合上述性質時，稱 (X, \mathfrak{N}, g) 為模糊測度空間，同時可推論出 $g(A \cup B) \geq \max\{g(A), g(B)\}$ ，及 $g(A \cap B) \leq \min\{g(A), g(B)\}$ ，若前項不等式等號成立，即 $g(A \cup B) = \max\{g(A), g(B)\}$ ，則集合函數 g 為可能性測度；若後項不等式成立，即 $g(A \cap B) = \min\{g(A), g(B)\}$ ，則稱集合函數 g 為必然性測度。

2. 令簡單函數 $h = \sum_{i=1}^n a_i \cdot 1_{A_i}$ ，其中 1_{A_i} 表集合 A_i 的特徵函數， $A_i \in \mathfrak{N}, i=1,2,\dots,n$ ； A_i 為兩兩互斥，且 $M(A_i)$ 為 A_i 的測度，而 h 的 Lebesgue 積分定義如下：

$$\int h \cdot dM = \sum_{i=1}^n M(A_i) \cdot a_i \quad (3.14)$$

3. 令 (X, \mathfrak{N}, g) 為模糊測度空間，Sugeno 定義模糊測度 $g: \mathfrak{N} \rightarrow [0,1]$ 其對應於簡單函數 h 之積分如下所示：

$$\int h(x) \circ g(x) = \bigvee_{i=1}^n (h(x_{(i)}) \wedge g(A_{(i)})) = \max_i \min \{a'_i, g(A'_i)\} \quad (3.15)$$

而 $h(x_{(i)})$ 為特徵函數 1_{A_i} 的線性組合，使得 $A_1 \subset A_2 \subset \dots \subset A_n$ ，且 $A'_i = \{x | h(x)\} \geq a_i$

4. 令 (X, \mathfrak{N}, g) 為模糊測度空間，則模糊測度 $g: \mathfrak{N} \rightarrow [0,1]$ 對應於簡單函數 h 的 Choquet 積分如下：

$$\int h(x) \cdot dg \cong \sum_{i=1}^n [h(x_i) - h(x_{i-1})] \cdot g(A_i) \quad , \quad \text{且 } h(x_{(0)}) = 0 \quad (3.16)$$

Keeney and Raiffa(1976)為了解決評估準則相關性問題，提出了乘法型效用函數理論，改進了傳統多準則決策評估準則間必須相互獨立的假設，後續許多研究採用該理論發展成非加法型多準則評估技術(Chen, Y.W.與 Tzeng, G.H., 2001、Chiou, H.K., Tzeng, G.H., 2005、Ishii, K. and Sugeno, M., 1985)，令 g 為定義在冪集合 $\beta(X)$ 上的模糊測度，並滿足上述 1 項之性質，則下列性質必然成立：

$$\begin{aligned} \forall A, B \in \beta(X), A \cap B = \phi; \\ g_\lambda(A \cup B) = g_\lambda(A) + g_\lambda(B) + \lambda g_\lambda(A)g_\lambda(B) \quad \text{for } -1 < \lambda < \infty \end{aligned} \quad (3.17)$$

若設字集合 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ，而模糊測度密度 $g_i = g_\lambda(\{x_i\})$ 可以表示如下：(Chiou, H.K.與 Tzeng, G.H., 2005)

$$g_\lambda(\{x_1, x_2, \dots, x_n\}) = \sum_{i=1}^n g_i + \lambda \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{i_2=i+1}^n g_{i_1} g_{i_2} + \dots + \lambda^{n-1} g_1 g_2, \dots, g_n \quad (3.18)$$

其中 λ 稱為替代效果函數，且 $-1 < \lambda < \infty$ ，假設在一個評估案中有兩個評估準則 A 與 B：

1. 若 $\lambda > 0$ 則 $g_\lambda(\{A, B\}) > g_\lambda(\{A\}) + g_\lambda(\{B\})$ ，隱含 A 與 B 具有加成效果；
2. 若 $\lambda < 0$ 則 $g_\lambda(\{A, B\}) < g_\lambda(\{A\}) + g_\lambda(\{B\})$ ，隱含 A 與 B 具有替代效果；
3. 若 $\lambda = 0$ 則 $g_\lambda(\{A, B\}) = g_\lambda(\{A\}) + g_\lambda(\{B\})$ ，隱含 $\{A, B\}$ 的集合等於 $\{A\}$ 與 $\{B\}$ 個別集合的相加，若 h 為定義在模糊測度空間 (X, \mathfrak{N}) 的可測度函數，假設遞減關係成立，即 $h(x_1) \geq h(x_2) \geq \dots \geq h(x_n)$ ，此處模糊測度 $g(\cdot)$ 可對應到 $h(\cdot)$ ，

該研究使用模糊權重測度 $g(\cdot)$ 與評估得分 $h(\cdot)$ 來進行綜合得分的評估(Ishii, K. and Sugeno, M. , 1985)

$$\int h dg = h(x_n)g(H_n) + [h(x_{n-1}) - h(x_n)]g(H_{n-1}) + \dots + [h(x_1) - h(x_2)]g(H_1) \quad (3.19)$$

$$= h(x_n)[g(H_n) - g(H_{n-1})] + h(x_{n-1})[g(H_{n-1}) - g(H_{n-2})] + \dots + h(x_1)g(H_1)$$

此處 $H_1 = \{x_1\}$, $H_2 = \{x_1, x_2\}$, ..., $H_n = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\} = X$ 。若 $\lambda = 0$ 且 $g_1 = g_2 = \dots = g(n)$ 成立，則可測度函數 $h(\cdot)$ 的遞減關係則非為必要條件，同時可將公式 3.19 概念可以表示為圖 3.3。

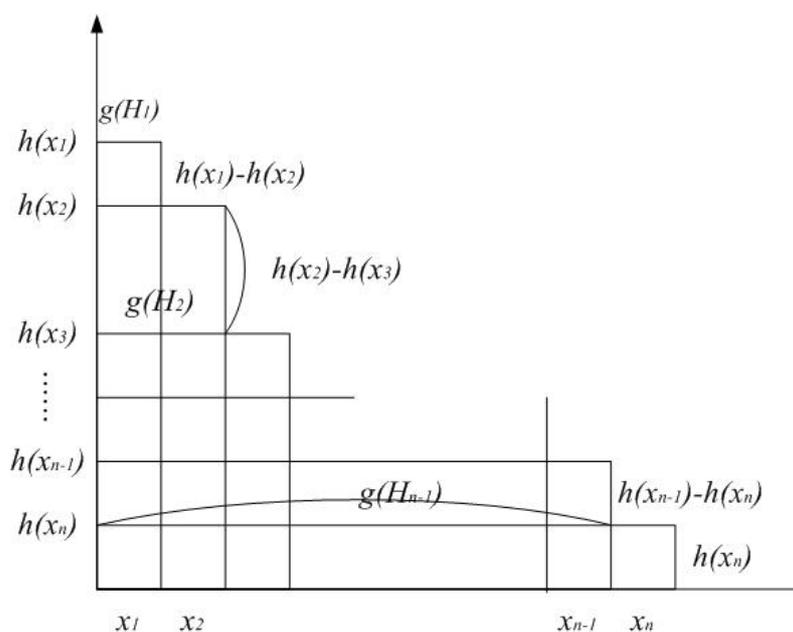


圖 3.3 模糊積分概念圖

第四章 廠商投標價預測模式建構

本研究所提出的廠商投標價預測模式是將投標流程中的三個關鍵決策整合在一個決策模式上，而決策流程是依據本研究所提出的專案投標流程決策模式進行(如圖2.6)，將投標流程區分成三部分份：(一) 評估是否參與投標(專案價值是否超過設定門檻值)，(二) 評估專案價值與得標機率，(三) 評估考慮經濟影響的專案投標價，故本研究會先確認專案價值是否超過設定門檻值來決定廠商是否參與投標，接著評估專案價值與得標機率並考慮經濟影響下的專案投標價。

研究模式的分析步驟包含**標價範圍評估模式**與**多準則評估模式**兩部份，其中**標價範圍評估模式**是用來考慮經濟影響的專案現金流量不確定性效果，模式評估方式是藉由現金流量評估方法(淨現值法)將經濟影響因素的不確定評估出來，進而找出專案標價的可能區間；而多準則評估模式是藉由混合式多準則評估模式(層級分析法與模糊積分法)來評估投標廠商的整體偏好效用(preferences)，對於投標偏好效用主要包括三個主要構面，分別為**(1)市場環境**、**(2)公司狀態**、**(3)專案特性**等三個評估構面。

4.1 廠商投標價預測模式概念

本模式主要分成兩部分來評估專案廠商投標價，左半部份是由(得標)機率與偏好價值函數所構成的廠商偏好價值曲線圖，右半部份是考慮經濟風險所影響的投標價區間圖，藉由將廠商預期的偏好價值曲線與廠商所評估的專案價值轉換成廠商投標價，而(得標)機率與偏好價值曲線的建構，主要是採用由上而下(Top-down)的思維模式，共區分成市場、產業、公司、專案四個層次來建構。

市場層次主要是描述市場競爭行為，當專案價值愈高則投標廠商家數就愈多，市場競爭就會愈激烈，而廠商的得標機率也就愈低，反之當專案價值降低，則參與投標的廠商家數減少，市場競爭就會比較緩和，得標機率自然會增加。為了簡化真實市場的競爭情況，本研究認為當專案價值趨近於1時，其得標機率會趨近於0；反之當專案價值趨近於0時，此時其得標機率會趨近於1，所以以圖形表示就構成一條45度的斜直線，而藉由此概念的呈現，就可以用簡易的圖像來思考得標機率與專案價值的關係。(如圖4.1)

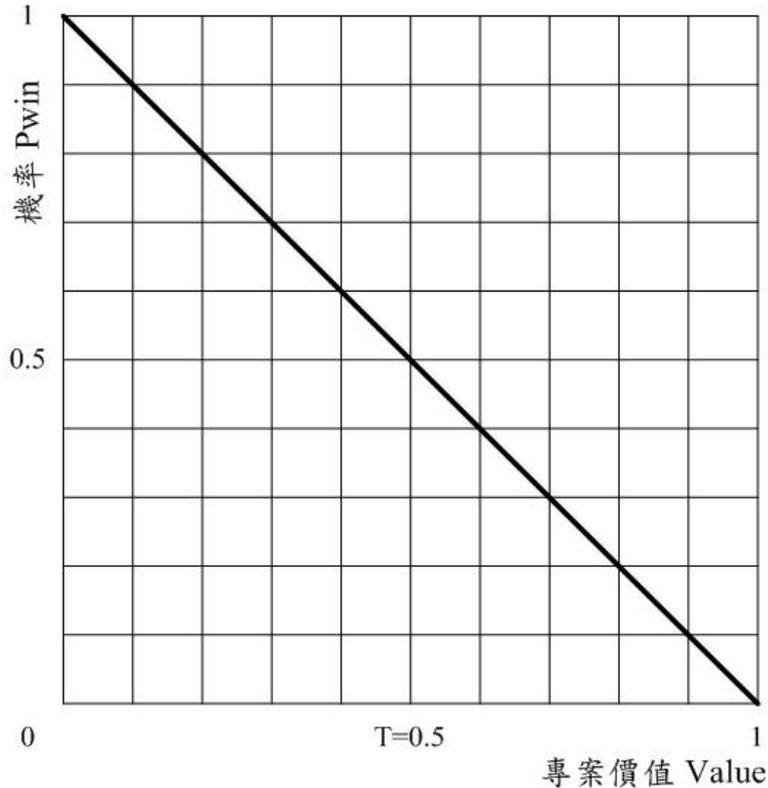


圖4.1 模式概念圖(市場層面)

產業層次主要是用來描述產業中廠商的風險偏好行為，這個概念主要來自經濟學中財富效用的概念，由於人對於財富(收入)的態度不同，所以經濟學者定義風險趨避(Risk Averse)者的特性就是財富效用曲線是向上凸的曲線；換句話說就是財富的邊際效用遞減，也就是說風險趨避者對剛獲得的小額收入會感到滿意度(效用)較高，隨著收入增加其所增加的滿意度(效用)會逐漸減小；風險中立(Risk Neutral)者的特性就是財富的效用曲線是45度，也就是說財富的邊際效用是一個定值，也就是財富對他是相同的，不會因財富多少而有差異，風險偏好(Risk Loving)者的特性是財富的邊際效用遞增，也就是說風險偏好者對於小額的收入不會感到滿意(效用低)，隨著收入增加其滿意度(效用)才會逐漸增加。

轉換到本研究就是探討廠商對於運用專案價值抵換得標機率的偏好行為，**風險趨避**的廠商對於剛開始(得標機率為0時)專案價值所換得的得標機率幅度較高，隨著專案價值降低，其轉換的得標機率的幅度也逐漸降低；而**風險中立**的廠商對於得標機率抵換專案價值是沒有特別偏好，也就是一單位的專案價值降低，希望獲得一單位得標機率的增加。**風險偏好**的廠商，對於剛開始(得標機率為0時)專案價值所換得的得標機率幅度較低，隨著專案價值的降低，其獲得的得標機率才會逐步增加。(如圖4.2)

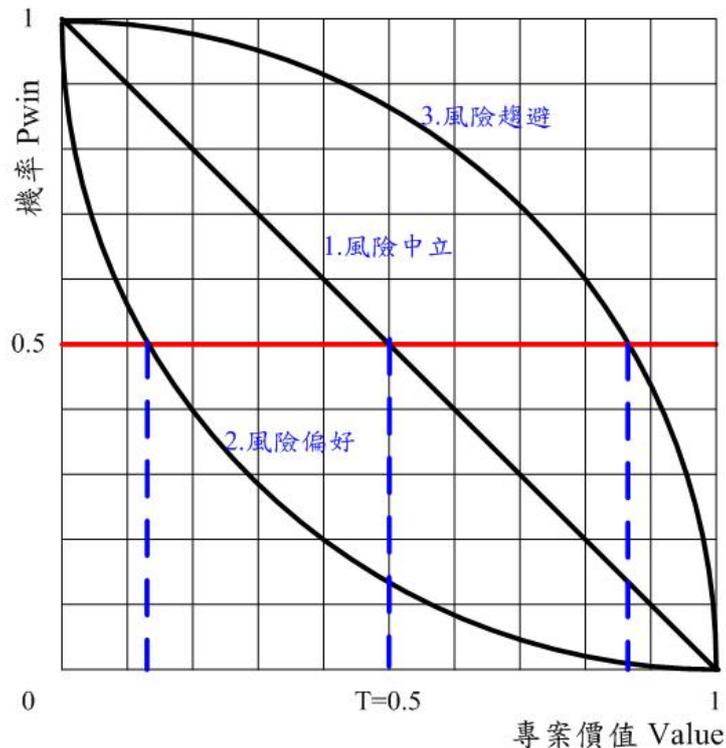


圖4.2 模式概念圖(產業層面)

公司層次用來描述廠商的風險態度(得標機率與專案價值的選擇行為)依據，市場層面的概念，若該專案的價值非常高(假設最高值為1)，則其得標機率就會非常低(假設最低值為0)，反之，若該專案的價值非常低(假設為0)，則其得標機率就會非常高(假設為1)。若在該假設下，當專案價值為門檻價值時(假設門檻價值=0.5)，廠商預估得標機率應為0.5，若將該點[(專案價值，得標機率)=(0.5, 0.5)]分別與專案價值為0、得標機率為1，即點(0, 1)以及專案價值為1、得標機率為0，即點(1, 0)相連，即風險中立的廠商態度曲線，如圖4.3中的1直線所示。

若透過訪談調查方式得到該廠商近年的平均專案得標機率(平均得標機率=專案得標數/廠商投標數)大於0.5，亦即該廠商平均專案得標機率大於一般預期專案得標機率0.5，因此判斷該廠商在評估是否參與專案投標的態度是相對保守的，也就是說該廠商比較不會去投沒有把握得標的專案，因此造就其專案得標機率較一般預期得標機率0.5為高，倘若該廠商的平均得標機率為0.8，將該點[(專案價值，得標機率)=(0.5, 0.8)]與點(0, 1)、(1, 0)相連，即可得風險趨避廠商的風險態度線，如圖4.3中的3直線所示。

利用相同的概念，若該廠商的平均得標機率為0.1，也就是該廠商平均每投10個標案才能獲得一個標案，意味著該廠商比較勇於積極參與投標，因此導致其平均專案得標機率偏低，故將該點[(專案價值，得標機率)=(0.5, 0.1)]與點(0, 1)、(1, 0)相連，即可得到風險偏好廠商的風險態度線，如圖4.3中的2直線所示。

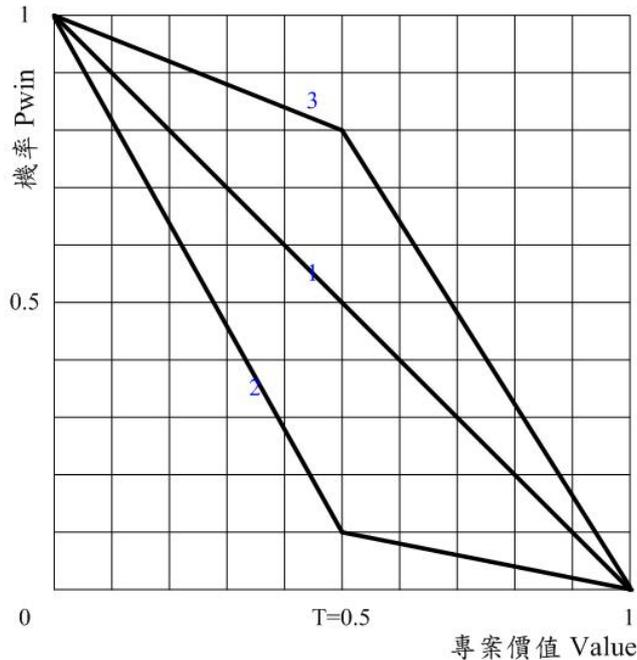


圖4.3 模式概念圖(公司層面)

專案層次主要是用來描述專案價值的評估，透過前面的廠商投標價決策的影響因素來評估專案價值(如圖 2.13)，本研究透過文獻回顧與專家訪談共選出**(1)市場環境**、**(2)公司狀態**、**(3)專案特性**等三個構面，總共 12 個主要影響因素。其中**(1)市場環境**包含了(1.1)未來專案、(1.2)市場狀態、(1.3)競爭程度、(1.4)勞動供給等四項重要影響因素，**(2)公司狀態**包含了(2.1)資金調度、(2.2)企業形象、(2.3)業務需求、(2.4)技術提升等四項重要影響因素，**(3)專案特性**包含了(3.1)專案規模、(3.2)專案區位、(3.3)專案形式、(3.4)專案要求等四項重要影響因素。

專案價值的評估方式分成兩類，一類是假設評估準則為獨立性的評估方法，採用層級分析法(AHP)，該方式的優點是計算較為方便簡捷，但其缺點在於未考慮評估準則間相關性，容易導致評估值偏差的現象產生，所以本研究僅將其運用在第一層構面評估(市場環境、公司狀態、專案特性)的要素權重計算，另一類是考慮評估準則間具有相關聯的特性，採用模糊積分法來處理，其優點在於評估值較接近實際狀況，但其缺點在於投標評估者必先確定哪些因素是有嚴重相關的，必須詢問在產業有一定實務歷練的經理人，同時該專家必須為專案投標實際評估者，由於該方法計算過程較為繁瑣複雜，因此本研究將其運用在因素彼此關聯性較高的第二階因素得分計算。

假設本研究透過問卷填答與計算，得到該專案的專案價值為 0.6，由圖 4.4 可以看到經調查得到的平均專案得標機率 0.1，假設專案門檻價值為 0.5，得到[(專案價值，得標機率)=(0.5, 0.1)]，連接(0, 1)與(1, 0)可以得知該廠商為風險偏好類型的廠商，當專案價值為 0.6 時，預期的專案得標機率約為 7%。

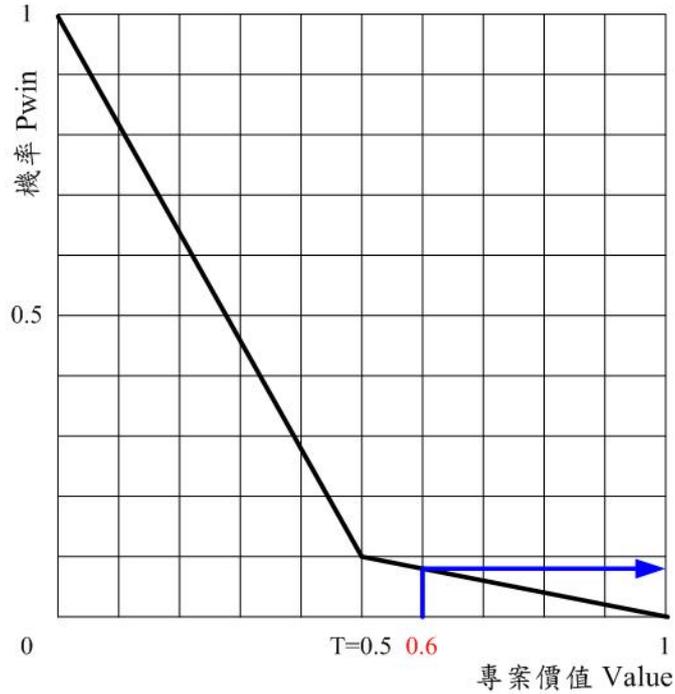


圖4.4 模式概念圖(專案層面)

4.2 廠商投標價預測模式

本模式主要分成兩部分來評估廠商專案投標價，左半部份是由專案(得標)機率與專案價值所構成的廠商偏好價值曲線圖，右半部份是考慮經濟風險影響下的投標價區間圖(如圖 4.5)，藉由廠商預期的偏好價值線與廠商所評估的專案價值，可得出專案的預期(得標)機率，再透過電腦模擬所得到的投標價區間圖，可以建議出廠商的專案投標價格。

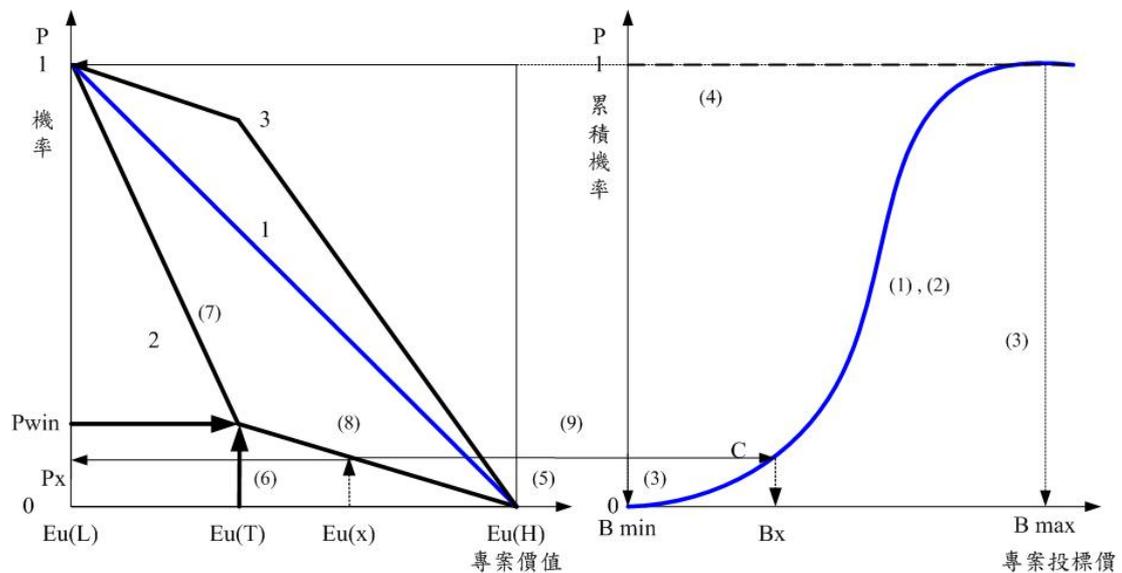


圖4.5 廠商投標價模式

廠商的風險偏好主要分類方式是將廠商預期的得標機率與其專案價值做比較，**風險趨避**的廠商只要其專案價值降低一點，其所預期得標機率將會大幅上升(如上圖3的曲線)；而**風險中立**廠商則專案價值與預期得標機率成45度的斜直線，表示當廠商專案價值下降則其預期得標機率將會上升，且兩者幅度是對等的(如上圖1的直線)；**風險偏好**的廠商則是比較能接受剛開始的專案價值降低，其預期的得標機率上升較少，當專案價值下降到某程度時，得標機率就能大幅上升，(如上圖2的曲線)。

因此將風險趨避、風險中立、風險偏好等三類型的廠商以折線3、直線1、折線2做表示，將廠商依其風險偏好屬性分成三類，在下半部區域是屬於**風險偏好**型廠商，其低價投標的可能性較大，而在直線2上的廠商是屬於**風險中立**的廠商，其對投標價是屬於中立的(不會低價搶標，也不會高價投標)，降低投標價的原因只在於相對換取較高得標機率，在上半部區域是屬於**風險規避**廠商，其對投標價格是保守的，也就是說該類廠商的投標價相對是較高的，不會刻意降低投標價，除非預期得標機率會因降價而大幅提升，否則不會調低報價。

右半部份是專案投標價區間圖，因為工程施作通常需要一段期間，施工期間相對承擔風險較大，因此廠商在投標前即會對影響專案現金流量因素作估算，而由於廠商面對未來的情況是不同的，因此本研究依據專案現金流量影響因素詳加整理，以普遍可量化的因素透過訪談確認，並蒐集相關經濟數據與專案資料，利用電腦模擬的方式得出專案投標價的累積機率密度曲線。

接著本研究進一步說明圖4.5的模式流程，圖4.5左半部份所呈現的是運用多準則評估模式所評估來的效用函數圖，圖4.5右半部份所呈現的是藉由電腦模擬所得到的專案投標價累積機率分布，本模式包含九個步驟，如下所示：

- (1) 評估專案營建成本，包含直接成本與間接成本。
- (2) 藉由專案現金流量的經濟不確定性模擬產生專案投標價的累積機率分布。
- (3) 跟據機率分布來確認最高與最低專案投標價，進而確定專案投標價的上限與下限(投標價區間)。
- (4) 設定專案廠商最低預期專案價值 $E_u(L)$ 為 0，而在該情況下的專案投標價為最高，因此機率 1 就會對應到 $E_u(L)$ ，也就是說當廠商藉由準則評估所得的偏好效益最低(最不喜歡該專案)，則其所要求的專案投標價最會最高。

- (5) 設定專案廠商的最高預期專案價值 $Eu(H)$ 為 1，而在該情況下的專案投標價為最低，因此機率 1 就會對應到 $Eu(H)$ ，也就是說當廠商藉由準則評估所得的偏好效益最高(最喜歡該專案)，則其所要求的專案投標價最會最低。
- (6) 設定專案平均得標機率到專案門檻價值 $Eu(T)$ ， $Eu(T)$ 值是藉由計算準則的門檻得分，而平均得標機率 (P_{win}) 可以藉由專案廠商的歷史投標資料得到。
- (7) 假設在線性關係下根據效用函數的三個關鍵點 ($Eu(H)=1, 0$)， $(Eu(T), P_{win})$ ，與 $(Eu(H)=0, 1)$ 建構出效用函數線。
- (8) 接著藉由多準則決策方法來評估專案價值，計算專案 x 的預期專案價值 $Eu(x)$ ，根據先前發展的線性效用函數模式，藉由 $Eu(x)$ 找出對應的機率 P_x 。
- (9) 根據 P_x 值，從專案投標價累積機率分布曲線找出專案建議投標價 B_x 。

4.3 標價範圍評估模式

4.3.1 專案工程成本與投標價評估

一、直接成本 (Direct Costs)

專案工程成本評估方式，主要是去分析專案工程項目中的工程數量與工程單價，並逐一將每工項中的工程數量與工程單價相成累加，其方程式如下所示：

$$C_{Dir} = \sum_{j=1}^J C_j = \sum_{j=1}^J P_j \times Q_j \quad (4.1)$$

其中 C_{Dir} 表示總直接成本， C_j 表示第 j 工項直接成本， P_j 表示第 j 工項的工程單價， J 為直接成本項目， P_j 表示第 j 工項的工程單價， Q_j 表示第 j 工項的工程單價。(通常直接成本所包含的工項如基礎工程、建築工程、機電工程、裝修工程等。)

二、間接成本 (Indirect Costs)

間接成本的評估方式，依據產業慣例是根據總直接成本的一定比率來估算，主要是因為間接成本通常不易估算以及間接成本大小會受到直接成本規模所影響，間接成本的工程項目通常包含臨時水電的裝設、建築廢棄物與環境污染防治費、工程保險費用、管理費用(包括公司管理費用與工地管理費用)與相關稅賦，其評估公式如下所示

$$C_{Ind} = \sum_{k=1}^K C_k \quad (4.2)$$

其中 C_k 表示工程項目 k 的間接成本，而 K 是間接成本項目個數。

三、總工程成本 (Total Costs)

總工程成本 C_{Tot} 等於直接成本(C_{Dir})加上間接成本(C_{Ind})，公式如下所示

$$C_{Tot} = C_{Dir} + C_{Ind} \quad (4.3)$$

四、專案投標價(Total Costs)

專案工程成本為 C_{Tot} (不包含利潤與成本加成率)，而成本加成率通常為總工程成本的一定百分比 $m\%$ ，若專案投標價為 Bid_0 ，專案投標價的評估公式如下

$$Bid_0 = C_{Tot} + (C_{Tot} \times m\%) = C_{Tot} (1 + m\%) \quad (4.4)$$

4.3.2 現金流量影響評估

現金流量影響評估主要包含兩大部分，分別是保證費用與利息成本

一、保證費用

保證費用通常是指專案廠商依據合約保證規定向金融機構購買相關保證的費用，通常保證類型有：1.押標金保證(bid bond)、2.履約保證(performance bond)、預付款保證(bond for advanced payment)以及一些其他業主規定的保證書(warrants)，然而實務上這些保證費用通常包含在投標廠商的管理費用(overhead)或間接成本(C_{Ind})中，不過並不是所有的合約都會要求各項保證，若業主沒有提供給投標廠商預付款時，相對的投標廠商就不必負擔預付款保證費用，此外若投標廠商持有相關的政府發行的公債或債務憑證，亦可以政府發行的公債或債務憑證充當相關保證，以降低相關保證費用的支出。

二、利息費用

利息費用通常是由專案營建期的資金缺口所產生，實務上業主給廠商工程計價款採用每月計價，由於工程估驗程序與業主計價程序常導致廠商收到工程計價款時會延遲一個月以上，若業主採用期票支付工程計價款則會更久(如業主開兩個月的期票，則廠商收到工程計價款期間就會是3個月後)；倘若專案廠商若以現款來支付分包工程款，就會導致廠商必須承擔一個月以上資金缺口所產生的利息成本，在實務上，若工程期間較短或資金缺口幅度不大時，廠商常會忽略評估該類的利息成本，而導致專案工程成本被低估的情形產生，因此本研究認為一個盡責的投標決策者必須將此利息成本評估出來並納入專案工程成本中考慮(本研究建議可以將其納入管理費用考慮)。

本研究評估初始的專案投標價(Bid_0)，並考慮支付給金融機構的**保證費用**與專案期間資金缺口所產生的**利息費用**對專案投標價的衝擊，評估流程是先將所有專案成本納入每月計價進度表(以現金流量基礎)，接著評估專案現金流量(專案現金流入與流出)，其中**現金流入部分**包括預付款、95%的工程計價款(期間流入)以及5%的工程保留款(完工時流入)，**現金流出部分**包括分包工程款(期間流出)、預付款退還、**保證費用**、**利息費用**，本研究並提出專案投標價修正公式如下所示：

$$Bid_1 = Bid_0 + NPV_{effect} \quad (4.5)$$

此處 Bid_1 是考慮現金流量效果的修正專案投標價，而 NPV_{effect} 表示現金流量效果的淨現值(包含利息成本)

4.3.3 經濟不確定性影響模擬

營建市場充滿不確定性，因此本研究所提出的**標價範圍評估模式**，在經濟不確定影響模擬中，整理出六個主要的模擬變數，分別為工程物價、融資利率、資金報酬率、分包費用、管理費用、專案利潤，本研究在模擬變數的分佈採用 Beta 統計分布(最大值、最小值與參數 α_1 與 α_2)，然後以電腦模擬方式產生專案投標價的累積機率分布。研究相關現金流量表是採用 EXCEL 來建置，在電腦模擬部分採用的 @Risk4.5 軟體來建立模擬變數規則與進行電腦模擬，而電腦模擬的環境是在 Pentium 3 與 Windows XP 的環境下進行，本研究針對每個案進行 5000 次的電腦模擬大約需花費 2.5 分鐘。

4.4 多準則評估模式

本研究利用多準則評估模式來進行專案價值評估，根據文獻回顧與專家訪談結論歸納出兩個階層，第一階層包含市場環境、公司狀態、專案特性等三個構面，第二階層包含了包括了未來專案、市場狀態、競爭程度、勞動供給、資金調度、企業形象、業務需求、技術提升、專案規模、專案區位、專案形式、專案要求等 12 個評估準則(圖 2.13)，本研究假設第一階層構面間彼此為獨立性，利用層級分析法的重要性成對比較來決定第一階層構面間權重(Saaty, T.L., 1978、Wang, W.C., 2002)，而第二階層由於同一構面下評估準則間關聯性較大，專家認為準則間不為獨立性，所以運用模糊積分法來進行第二階層準則的評估(Chen, Y.W. 與 Tzeng, G.H., 2001、Chiou, H.K., Tzeng, G.H., 2005、Ishii, K. and Sugeno, M., 1985)，關於專案價值的評估方式，先利用模糊積分法進行第二階專案價值的計算，再將第二階專案價值得分與第一階權重相乘以得到第一階個別構面的專案價值得分，最後將個別構面專案價值得分相加得到整體專案價值

4.4.1 層級分析法評估(第一層準則評估)

第一階層的三個構面是利用成對比較法來進行重要性比較，而成對比較的重要性尺度 1~9 主要是依據 Saaty 在 1985 年的研究建議來進行，其中 1 代表相同重要(equally important)、3 代表稍微重要(slightly more important)、5 代表重要(strongly more important)、7 代表極為重要(demonstratedly more important)、9 代表絕對重要(absolutely more important)，2, 4, 6, 8 是各別代表重要性在 1 與 3、3 與 5、5 與 7、7 與 9 間，要素成對比較矩陣的計算方式是先計算特徵值(eigenvalue)與特徵向量(eigenvector)，接著求取最大特徵值 λ_{\max} 並將其所對應的特徵向量正規化(各別權重相加總和為 1)即為準則的權重值。

4.4.2 模糊積分法評估(第二層準則評估)

根據前面的論述可知，第二階準則是包含於第一階構面，例如市場環境構面包含了未來專案、市場狀態、競爭程度、勞動供給等四個準則，而 λ 模糊測度是用於評估相依性的第二階準則，而模糊測度 g 是定義於 X 的 $\beta(X)$ 冪次函數，而 $g: \beta(X) \rightarrow [0, 1]$ 。該函數 g 必須滿足下列特性(Chen, Y.W. 與 Tzeng, G.H.):

(A) $g(\phi)=0, g(X)=1$.

(B) if $A, B \in \beta(X)$ and $A \subset B$, then $g(A) \leq g(B)$,

λ 模糊測度 g_λ 必須符合下列特性: $\forall A, B \in \beta(X), A \cap B = \phi$;
 $g_\lambda(A \cup B) = g_\lambda(A) + g_\lambda(B) + \lambda g_\lambda(A)g_\lambda(B)$, $-1 < \lambda < \infty$. , $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, 而模
 擬測度密度 $g_i = g_\lambda(\{x_i\})$ 可以表示為公式 4.6 (Chiou, H.K.與 Tzeng, G.H. , 2005)

$$g_\lambda(\{x_1, x_2, \dots, x_n\}) = \sum_{i=1}^n g_i + \lambda \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n g_{i1}g_{i2} + \dots + \lambda^{n-1} g_1g_2, \dots, g_n, \text{ for } -1 < \lambda < \infty \quad (4.6)$$

在特殊的兩個準則 A 與 B 中, 若 $\lambda > 0$ 則 $g_\lambda(\{A, B\}) > g_\lambda(\{A\}) + g_\lambda(\{B\})$, 隱
 含 A 與 B 具有加成效果; 若 $\lambda < 0$ 則 $g_\lambda(\{A, B\}) < g_\lambda(\{A\}) + g_\lambda(\{B\})$, 隱含 A 與
 B 具有抵減效果, 若 $\lambda = 0$ 則 $g_\lambda(\{A, B\}) = g_\lambda(\{A\}) + g_\lambda(\{B\})$, 隱含 $\{A, B\}$ 的集合
 等於 $\{A\}$ 與 $\{B\}$ 個別集合的相加, 若 h 為測度空間的集合函數, 並假設
 $h(x_1) \geq h(x_2) \geq \dots \geq h(x_n)$, 此處模糊測度 $g(\cdot)$ 可對應到 $h(\cdot)$, 該研究使用模糊權
 重測度 $g(\cdot)$ 與評估得分 $h(\cdot)$ 來進行綜合得分的評估(Ishii, K. and Sugeno, M. , 1985)

$$\int h dg = h(x_n)g(H_n) + [h(x_{n-1}) - h(x_n)]g(H_{n-1}) + \dots + [h(x_1) - h(x_2)]g(H_1) \quad (4.7)$$

$$= h(x_n)[g(H_n) - g(H_{n-1})] + h(x_{n-1})[g(H_{n-1}) - g(H_{n-2})] + \dots + h(x_1)g(H_1)$$

此處 $H_1 = \{x_1\}, H_2 = \{x_1, x_2\}, \dots, H_n = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\} = X$, 公式 4.7 概念可以
 表示為圖 4.6 。

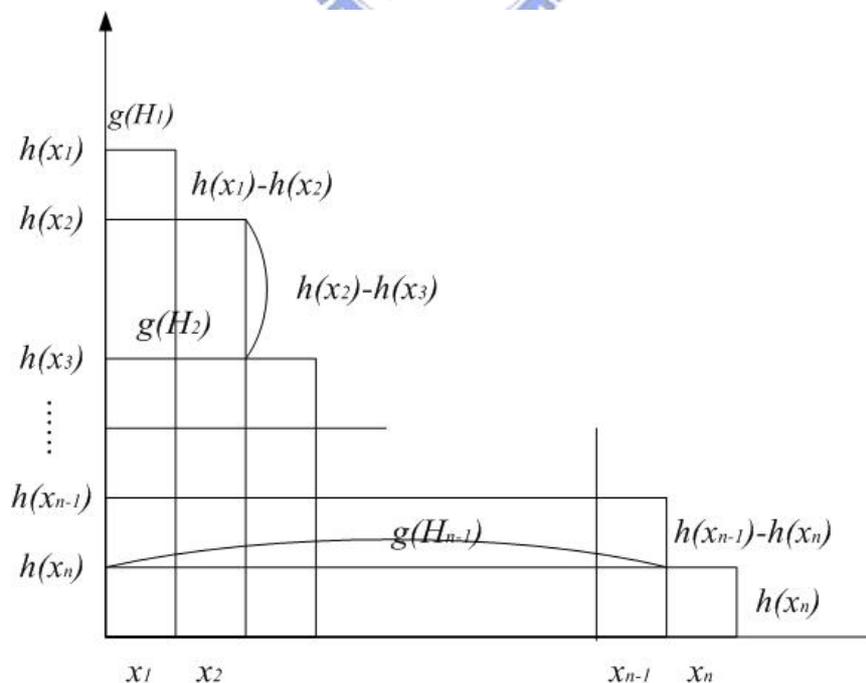


圖 4.6 模糊積分概念圖

4.5 實證案例說明

本研究所選取的工程投標案例是以台灣北部某一新建工程為例，該新建工程主要包含「行政研究大樓工程」與「奈米實驗大樓工程」，「行政研究大樓工程」是地下 2 層、地上 10 層的 RC 辦公大樓，「奈米實驗大樓工程」是地下 1 層、地上 5 層，內有潔淨室及特殊系統的半導體工廠，該新建工程採用統包方式進行工程採購，其中工程規模與複雜度較高的是「土建工程施工標」與「機電與潔淨室工程施工標」，本研究以「機電與潔淨室工程施工標」來做實證案例，該專案業主所提供的專案預算為 3.9 億元，由廠商所提供的資料，專案廠商預估專案成本為 444,219,195 元(含直接成本與間接成本)，評估的成本加成率為 4.1%，因此廠商原本的估算專案投標價為 **462,432,182 元**。

4.5.1 價值偏好與得標曲線說明

專案價值的評估流程，需先確立評估準則，藉由前述的文獻回顧及專家訪談，本研究將影響專案價值的因素歸納成兩階層 12 個因素項目，如圖 2.13 所示，本研究在專案價值評估方式分成兩部分，(一)以 Saaty 在 1978 年所提出來的層級分析法(AHP)來決定第一階權重(Saaty, 1978)，並以第二階模糊積分得分來計算專案價值。(二)由於本研究經文獻回顧與訪談發現，二階層的評估準則間彼此相關性大，如市場環境構面的四個因素(未來專案、市場狀態、競爭程度、勞動供給)中，廠商就認為市場狀態與競爭程度有嚴重關聯，因為當市場活絡時，廠商彼此的競爭程度不會那麼嚴重；反之當市場低迷時，廠商為了維持營運，會設法去爭取專案，因此造成專案競爭嚴重。

因此可知市場狀態與競爭程度間並非獨立的，因此無法符合 Saaty 在 1978 年所提出 AHP 法的因素獨立性假設，故本研究採用 Chen 與 Tzeng 在 2001 年提出的模糊積分法(Fuzzy Integral Method)作為第二階層的效用得分評估，並且與第一層的權重相乘，得到最後專案價值，利用模糊積分法在效用評估的優點在於(1)解決因素間彼此不獨立的現象，(2)可將最後專案得分與權重值整合於 0~1 間。

AHP 與 FIM 結合的評估方法：

- (1) 利用文獻回顧與專案訪談建立圖 2.13 的階層結構。
- (2) 建立第一階構面(1.市場環境、2.公司狀態、3.專案特性)間成對比較矩陣，對構面進行成對比較，如表 4.1 所示。

表4.1 要素成對比較表

	1.市場環境	2.公司狀態	3.專案特性
1.市場環境	1	7	5
2.公司狀態	1/7	1	1/3
3.專案特性	1/5	3	1

1:代表要素1(市場環境)與要素1(市場環境)是同等重要。

7:代表要素1(市場環境)比要素2(公司狀態)重要程度是7倍。

1/7:代表要素2(公司狀態)比要素1(市場環境)重要程度是1/7倍。

- (3) 進行一致性檢定，計算一致性指標 C.I.值與一致性比率 C.R.值，進一步檢查是否滿足 Saaty 建議 C.I.值與 C.R.值低於 0.1 的合理偏差規定，如表 4.2 所示，在一致性比率 C.R.值所參考的平均隨機指標如下表 4.3 所示，第一階的構面(準則)數為 3 個，故在平均隨機指標選取為 0.58。

表4.2 一致性檢定表(C.I.及C.R.檢定表)

$C.I.=(\lambda_{max}-n)/(n-1); n=3$	0.03	$C.R.=C.I./R.I.$	0.06
門檻值	0.1	門檻值	0.1

Saaty建議C.I.值與C.R.值在0.1以下為合理偏差。

表4.3 平均隨機指標表(R.I)

平均隨機指標									
評估項目數	1	2	3	4	5	6	7	8	9
R.I.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

- (4) 計算特徵值與特徵向量，取最大特徵值 λ_{max} ，並取其對應的特徵向量並將其正規化，即得到要素權重，如表4.4所示，正規劃前的特徵向量為 [0.9628、0.1067、0.2483]，正規化後要素權重值為[73.06%、8.10%、18.84%]。

表4.4 要素權重表(正規化前後)

	正規化前	正規化後
1.市場環境	0.9628	73.06%
2.公司狀態	0.1067	8.10%
3.專案特性	0.2483	18.84%
	1.3178	100.00%

正規化前為最大特徵值；正規化後為要素權重，總和為1。

- (5) 完成第一階構面的 AHP 權重計算，進行第二階的要素得分計算，依據表 4.5、表 4.6、表 4.7 影響因素得分說明來評估專案得分，可以得到表 4.8 影響因素

得分，以公司狀態構面為例，其包含四個影響要素(2.1 資金調度、2.2 企業形象、2.3 業務需求、2.4 技術提升)、參考表 4.7 可知因素的最差得分、門檻得分、最佳得分、專案得分，本研究選取要素的門檻得分與專案得分來進行模糊積分的得分計算。

表 4.5 市場環境影響因素得分說明

市場環境影響因素	定義	最差得分	最佳得分	專案得分
1.1 未來專案	主要是評估廠商未來可能獲取專案的多寡。	對廠商未來獲取新專案無幫助時的得分。	對廠商未來獲取新專案有最大幫助時的得分。	專案投標當時狀況之專案得分。
1.2 市場狀態	主要是評估當地的營建市場的狀況。	當地營建市場最熱絡時得分。	當地營建市場最蕭條時得分。	專案投標當時之市場狀況得分。
1.3 競爭程度	主要是評估潛在競爭者的多寡。	投標最不競爭時得分。	投標最競爭時得分。	專案投標競爭狀況得分。
1.4 勞動供給	主要是評估當地勞動力或協力廠商是否充足。	勞動供給最不足時得分。	勞動供給充足時得分。	專案投標當時之勞動供給狀況得分。

註 1:影響因素評估(最差、門檻、最佳得分)依受訪者過往經驗填答(非針對該專案)。
 註 2:影響因素評估(專案得分)依受訪者針對本專案狀況填答。(針對該專案)。

表 4.6 公司狀態影響因素得分說明

公司狀態影響因素	定義	最差得分	最佳得分	專案得分
2.1 資金調度	主要是評估廠商當時的資金調度能力。	廠商當時的資金調度能力最差時得分。	廠商當時的資金調度能力最好時得分。	專案投標當時之資金調度狀況得分。
2.2 企業形象	主要是評估廠商承攬該專案是否會提升公司的知名度或是有助於讓公司轉型	承攬專案提升公司的知名度最低時得分。	承攬專案提升公司的知名度最高時得分。	廠商承攬該專案提升公司的知名度程度得分。
2.3 業務需求	主要是評估專案廠商當時的業務需求狀態。	專案廠商當時業務需求狀態最緩和時得分。	專案廠商當時業務需求狀態最急迫時得分。	專案廠商當時務需求狀況得分。
2.4 技術提升	主要是評估廠商嘗試某些新工法或新技術所能帶來的價值。	廠商承攬專案無法提升公司技術能力的價值得分。	廠商承攬專案高度提升公司技術能力的價值得分。	廠商承攬該專案提升技術能力所帶來價值得分。

表 4.7 專案特性影響因素得分說明

專案特性影響因素	定義	最差得分	最佳得分	專案得分
3.1 專案規模	評估專案是否具有規模經濟效果。	專案不具規模經濟效果時得分。	專案最具規模經濟效果時得分。	該專案的規模經濟效果狀況得分。
3.2 專案區位	主要是評估專案所在地區的施工環境狀況	專案所在地區的施工環境狀況最差時得分。	專案所在地區的施工環境最好時得分。	該專案所在地區的施工環境狀況得分。
3.3 專案型式	主要是評估該專案的類型會對投標價格的影響程度	專案的類型最差時的狀況得分。	專案的類型最佳時的狀況得分。	該專案類型對投標價格的影響程度得分。
3.4 專案要求	專案複雜度、業主品質要求對投標價格的影響程度。	專案要求最高時得分。	專案要求最低時得分。	該專案要求狀況得分。

表4.8 影響因素得分評估表-機電與潔淨室工程施工標(A專案)

市場環境影響因素	最差得分	門檻得分	最佳得分	專案得分
1.1 未來專案	0.0	0.6	1.0	0.6
1.2 市場狀態	0.0	0.4	1.0	0.5
1.3 競爭程度	0.0	0.5	1.0	0.5
1.4 勞動供給	0.0	0.6	1.0	0.6
公司狀態影響因素	最差得分	門檻得分	最佳得分	專案得分
2.1 資金調度	0.0	0.6	1.0	1.0
2.2 企業形象	0.0	0.6	1.0	0.9
2.3 業務需求	0.0	0.6	1.0	1.0
2.4 技術提升	0.0	0.7	1.0	0.8
專案特性影響因素	最差得分	門檻得分	最佳得分	專案得分
3.1 專案規模	0.0	0.5	1.0	0.9
3.2 專案區位	0.0	0.5	1.0	0.9
3.3 專案型式	0.0	0.5	1.0	0.9
3.4 專案要求	0.0	0.5	1.0	0.8

- (6) 接著進行二階模糊積分法的專案得分計算，以公司狀態構面來做說明，依據表4.9與表4.10可以知道，專案投標決策者認為C23(2.2企業形象、2.3業務需求) C24(2.2 企業形象、2.4 技術提升)與C34(2.3 業務需求、2.4 技術提升)彼此之間有關聯性，本研究選取專案投標決策者認為選取關聯性最高的前兩位C34與C23，並建立相關的要素成對比較矩陣，如表4.11所示，其中因素說明可參照表4.9所示，再計算特徵值與特徵向量，取最大特徵值 λ_{max} ，並取其對應的特徵向量並將其正規化，即得到要素權重，如表4.12所示，正規劃前的特徵

向量為[0.0459、0.1003、0.2170、0.1003、0.4359、0.4359、0.7421]，正規化後要素權重值為[0.0619、0.1352、0.2924、0.1352、0.5874、0.5874、1.0000]。

表4.9 因素簡稱說明(公司狀態構面)

公司狀態構面	因素簡稱說明
2.1 資金調度	C1
2.2 企業形象	C2
2.3 業務需求	C3
2.4 技術提升	C4
2.1 資金調度、2.2 企業形象	C12
2.1 資金調度、2.3 業務需求	C13
2.1 資金調度、2.4 技術提升	C14
2.2 企業形象、2.3 業務需求	C23
2.2 企業形象、2.4 技術提升	C24
2.3 業務需求、2.4 技術提升	C34
2.1 資金調度、2.2 企業形象 2.3 業務需求、2.4 技術提升	C1234

表4.10 因素關聯程度表(公司狀態構面)

	C12	C13	C14	C23	C24	C34
關聯性與否				V	V	V
V:有關聯性 X:無關聯性						
關聯性排序(1、3、5)				3	5	1
關聯性(最高為1、最低為5)						
註1: 因素間若有關聯性則打V，若無關聯性則打X						
註2: 因素間有關聯性者(打V者)依其重要性排序，關聯性最高為1，依序為3、5...						
註3: 選取關聯性最高的前兩位(Cab、Ccd)填入下列表中。						

表4.11 要素成對比較表(公司狀態構面)

	C1	C2	C3	C4	C34	C23	C1234
C1	1	1/3	1/5	1/3	1/9	1/9	1/9
C2	3	1	1/3	1	1/5	1/5	1/5
C3	5	3	1	3	1/3	1/3	1/3
C4	3	1	1/3	1	1/5	1/5	1/5
C34	9	5	3	5	1	1	1/3
C23	9	5	3	5	1	1	1/3
C1234	9	5	3	5	3	3	1

註: C1、C2、C3、C4、C34、C23、C1234 為[資金調度]、[企業形象]、[業務需求]、[技術提升]、[業務需求與技術提升]、[企業形象與業務需求]、[資金調度、企業形象、業務需求、技術提升]

表4.12 要素重要性比較表(正規化前後)

$\lambda_{\max}=7.3103$	正規化前	正規化後
2.1 資金調度	0.0459	0.0619
2.2 企業形象	0.1003	0.1352
2.3 業務需求	0.2170	0.2924
2.4 技術提升	0.1003	0.1352
2.3 業務需求、2.4 技術提升	0.4359	0.5874
2.2 企業形象、2.3 業務需求	0.4359	0.5874
2.1 資金調度、2.2 企業形象 2.3 業務需求、2.4 技術提升	0.7421	1.0000

$$g_{\lambda}(\{x_1, x_2, \dots, x_n\}) = \sum_{i=1}^n g_i + \lambda \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n g_{i1} g_{i2} + \dots + \lambda^{n-1} g_1 g_2, \dots, g_n, \text{ for } -1 < \lambda < \infty \quad (4.6)$$

之後再利用公式4.6來計算最適的模糊測度值 λ ，公式4.7、公式4.8、公式4.9分別由C34、C23、C1234等評估要素所產生，如公式4.7中的 $\lambda_{overall}$ 的係數0.0395即為C3與C4正規化後重要度相乘，即 $0.2924 \times 0.1352 = 0.0395$ ，而係數項0.4276為C3與C4正規化後重要度相加，即 $0.2924 + 0.1352 = 0.4276$ ，而等號右邊的0.5874即為C34的重要度，C₂₃的計算方式與C₃₄相同，如公式4.8所示。

$$0.0395\lambda_{overall} + 0.4276 = 0.5874 \quad (4.8)$$

$$0.0395\lambda_{overall} + 0.4276 = 0.5874 \quad (4.9)$$

再者公式4.9中的 $\lambda_{overall}^3$ 的係數0.0003即為C1、C2、C3、C4正規化後重要度相乘，即 $0.0619 \times 0.1352 \times 0.2924 \times 0.1352 = 0.0003$ ，而 $\lambda_{overall}^2$ 與 $\lambda_{overall}$ 的係數0.0114、0.1321與0.6246分別為C1、C2、C3、C4正規化後於四個重要度中任取三個相乘後相加以及於四個重要度中兩兩相乘後相加與四個重要度相加，計算方式如下。

$$\begin{aligned} &0.0003\lambda_{overall}^3 + 0.0114\lambda_{overall}^2 + 0.1321\lambda_{overall} + 0.6246 = 1 \\ &(0.0619 \times 0.1352 \times 0.2924 \times 0.1352)\lambda_{overall}^3 + (0.0619 \times 0.1352 \times 0.2924 \\ &+ 0.0619 \times 0.1352 \times 0.1352 + 0.0619 \times 0.2924 \times 0.1352 + 0.1352 \times 0.2924 \times 0.1352)\lambda_{overall}^2 \\ &+ (0.0619 \times 0.1352 + 0.0619 \times 0.2924 + 0.0619 \times 0.1352 + 0.1352 \times 0.2924 + \\ &0.1352 \times 0.1352 + 0.2924 \times 0.1352)\lambda_{overall} + (0.0619 + 0.1352 + 0.2924 + 0.1352) = 1 \end{aligned} \quad (4.10)$$

接著解公式4.7、公式4.8、公式4.9可得到 $\lambda_{overall}$ 為4.0438、4.0438與2.3401各別代入公式4.7、公式4.8、公式4.9求取三個公式差異總和為最小的 λ 模糊測度值，由表4.13可以看出 $\lambda_{overall} = 2.3401$ ，其誤差總和絕對值為0.1347是三個 λ 模糊測度值中誤差總和絕對值最小的，故為最佳模糊測度值。之後將 $\lambda_{overall}$ 最佳 λ 模糊測度值2.3401代回可得到表4.14的各因素的測度值。

表4.13 模糊測度值檢核表

	C34	C23	C1234	
原向量值	0.5874	0.5874	1.0000	差異總和
$\lambda_{\text{overall}} = 4.0438$	0.5874	0.5874	1.3650	0.3650
$\lambda_{\text{overall}} = 4.0438$	0.5874	0.5874	1.3650	0.3650
$\lambda_{\text{overall}} = \mathbf{2.3401}$	0.5201	0.5201	1.0000	-0.1347

表4.14 模糊積分測度說明-機電與潔淨室工程施工標(A專案)

因子集	測度值	因子集說明
C1	0.0619	{資金調度}
C4	0.1352	{技術提升}
C13	0.3966	{資金調度、業務需求}
C14	0.2166	{資金調度、技術提升}
C123	0.6572	{資金調度、企業形象、業務需求}
C134	0.6572	{資金調度、業務需求、技術提升}
C1234	1.0000	{資金調度、企業形象、業務需求、技術提升}

影響因數由評估值大到小逐一將影響因數納入。

以專案得分來做說明，由表4.8可知公司狀態構面第二階要素依得分大小為：(2.1)資金調度1.0分、(2.3)業務要求1.0分、(2.2)企業形象0.9分、(2.4)技術提升0.8分，由表4.8可知因子集C1的測度值為0.0619、因子集C13的測度值為0.3966、因子集C123的測度值為0.6572、因子集C1234的測度值為1，而專案價值模糊積分圖如圖4.7所示，而計算方式如下：

$$\int hdg = h(x_n)g(H_n) + [h(x_{n-1}) - h(x_n)]g(H_{n-1}) + \dots + [h(x_1) - h(x_2)]g(H_1) \quad (4.11)$$

$$= h(x_n)[g(H_n) - g(H_{n-1})] + h(x_{n-1})[g(H_{n-1}) - g(H_{n-2})] + \dots + h(x_1)g(H_1)$$

此處 $H_1 = \{x_1\}$, $H_2 = \{x_1, x_2\}$, ..., $H_n = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\} = X$.

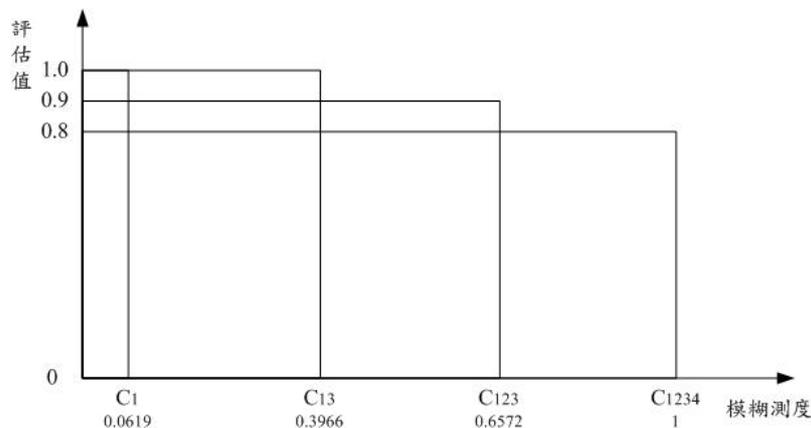


圖 4.7 專案價值模糊積分圖

依公式(4.8)，公司構面專案得分計算如下：

$$0.8 \times 1 + (0.9 - 0.8) \times 0.6572 + (1.0 - 0.9) \times 0.3966 + (1.0 - 1.0) \times 0.0619 = 0.90538$$

(7) 接著以相似的方式計算門檻的得分，公司構面第二階要素門檻得分依序為 (2.4)技術提升 0.7 分、(2.1)資金調度 0.6 分、(2.2)企業形象 0.6、(2.3)業務需求 0.6分，由表5.5可知因子集C4的測度值為0.1352、因子集C14的測度值為 0.2166、因子集C134的測度值為0.6572、因子集C1234的測度值為1，而門檻價值模糊積分圖如圖4.8所示，依公式(4.8)

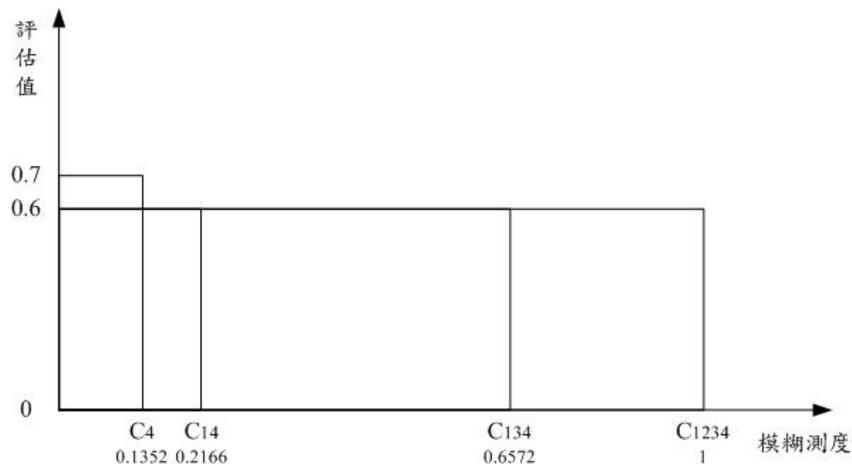


圖 4.8 門檻價值模糊積分圖

公司構面門檻得分計算如下：

$$0.6 \times 1 + (0.6 - 0.6) \times 0.6572 + (0.6 - 0.6) \times 0.2166 + (0.7 - 0.6) \times 0.1352 = 0.61352$$

(8)最後將(1)市場環境、(2)公司狀態、(3)專案特性等三個構面的權重值彙整成表 4.15 中的 AHP 權重(A)，並將各構面的專案得分(B)與門檻得分(C)分別與 AHP 權重(A)相成即可得到專案價值(A×B)與門檻價值(A×C)，接著確認專案價值是否超過門檻價值，以判定專案廠商是否參與投標，由表 4.15 可知機電與潔淨室工程施工標的專案價值為 0.6185 高於門檻價值 0.4876，因此模式判斷該專案廠商會參與投標，事後證實該專案廠商確實有參與投標並順利得標。

表4.15 效用偏好值評估表-機電與潔淨室工程施工標(A專案)

	AHP 權重 A	第二階 專案得分 (模糊積分法)B	門檻得分 C	專案價值 (A×B)	門檻得分 (A×C)
1.市場環境	73.06%	0.5215	0.4705	0.3810	0.3438
2.公司狀態	8.10%	0.9054	0.6135	0.0733	0.0497
3.專案特性	18.84%	0.8713	0.5000	0.1642	0.0942
總得分				0.6185	0.4876

4.5.2 專案投標價累積曲線說明

專案投標價累積曲線的求取方式是先依照廠商取得的標單資料(專案工程數量資料)，並且配合廠商本身的工程單價預估來決定標案預估成本，再以預估專案工程進度來規劃專案每月的現金流量，並以下列模擬參數去調整現金流量的可能變動，並利用折算現金流量法(DCF)來修正原始專案投標價，本研究以電腦模擬方式找出專案可能的專案投標價範圍，為了讓使用者容易操作，故本研究採用 MS-Excel 與@Risk4.5 來做電腦模擬工具，採用 MS-Excel 是因為其在現金流量的試算表功能強大，同時也是投標廠商最常使用的試算表工具，而採用@Risk4.5 來進行電腦模擬，主要@Risk4.5 能夠支援 MS-Excel 進行大量模擬，同時@Risk4.5 能夠對模擬參數的分配與區間作定義，而且其輸出介面都相當人性化，所以以上是本研究決定採用 MS-Excel 與@Risk4.5 的原因。

本研究在模擬參數選取主要以兩個影響構面，分別為市場環境與公司狀態共 6 個模擬參數，如表 4.16 所示，以及 11 個現金流量要素一併進行 5000 次的模擬，並計算其累積機率密度函數繪成專案投標價累積曲線。關於市場環境構面的模擬參數包括工程物價、融資利率、資金報酬率等三項，而公司狀態構面的模擬參數包括分包費用、管理費用、專案利潤等三項，而在 11 個現金流量要素分別為押標金保證費用、履約保證費用、預付款保證費用、工程預付款、分包費用、管理費用、工程計價款、專案利潤、透支貸款、工程保固費用、工程保留款等，本研究第一階段為寄發問卷直接詢問專案廠商，第二階段再藉由相關資料庫來確認相關模擬參數的正確性與找出其可能的機率分布情況。

表4.16 標價模擬影響變數-機電與潔淨室工程施工標(A專案)

	模擬變數	變數初設值
市場環境	工程物價-建築工程類	4%
	融資利率	4%
	資金報酬率	3%
公司狀態	分包費用B1 (工程物價修正)	88.38%
	管理費用B2 (CPI修正)	7.68%
	專案利潤	3.94%

4.5.2.1 模擬參數說明

1. 工程物價

關於物價的評估主要是參考行政院主計處所整理的物價統計月報，針對不同工程類型所編列的臺灣地區營造工程物價指數，其將工程依其類別分成兩大類，第一大類為**建築工程類**，細分為材料類、勞務類、住宅商店類、工廠倉庫類、辦公室類、學校類等五大類，第二大類為**土木工程類**，細分為材料類、勞務類、道路類、橋樑類、地下管道類、河川整治類等六大類，由於本專案同時包含到工廠倉庫類(廠房)、辦公室(研究中心)，所以選取時直接採用**建築工程類指數**。本研究將相關資料提供給投標評估者，由其判斷該專案狀況的分布區間，以作為相關模擬參數機率分部設定之用。

2. 融資利率

融資利率評估是參考中央銀行所公佈的銀行業牌告利率-基準放款利率，基準放款利率主要係指台灣銀行、合作金庫銀行、第一銀行、華南銀行及彰化銀行五大銀行平均利率，是一般廠商向銀行融通資金的利率參考指標，由於該專案廠商為一般中型營建廠商，一般資金融通的管道多以銀行為主，故本研究對於廠商的融資利率採用中央銀行所公佈的銀行業牌告利率-基準放款利率。本研究將相關資料提供給投標評估者，由其判斷該專案狀況的分布區間，以作為相關模擬參數機率分部設定之用。

3. 資金報酬率

資金報酬率是指工程預付款的投資報酬率，業主通常會在專案廠商提供工程保證金後，給予專案廠商一定的工程預付款，以作為工程初期籌辦材料、機具之用，同時業主一般於合約中也會規定不可將工程預付款用於風險過高的投資工具，因此本研究在評估預付款的投資報酬率時，主要鎖定在長期穩定的投資工具，因此選用中央銀行所公佈的十年期中央政府公債次級市場利率作為工程預付款的投資報酬率之參考指標，十年期中央政府公債次級市場利率係指距到期日接近十年之政府公債殖利率，主要資料來源為證券櫃檯月刊，由於政府公債一般視為債權穩定的投資工具，同時利息高於一般銀行存款，因此本研究選用其為工程預付款的參考投資報酬率。本研究將相關資料提供給投標評估者，由其判斷該專案狀況的分布區間，以作為相關模擬參數機率分部設定之用。

4. 分包費用

分包費用主要的資料來源是仰賴工程項目評估表得到，此為研究必要的資料來源，因此本研究一般不會去修正該數值，而分包費用主要是指廠商獲得專案工程後，一般會將工程分包給其他供應商或專業廠商，而本身只作部份工程或僅作專案營建管理工作，因此專案最大的支出即為分包費用，因此分包費用的評估極

為重要，而影響分包費用的多寡主要的影響因素為廠商自辦工程的比重與廠商對於分包商的議價能力，而獲取分包費用資料後本研究會考量分包費用受到物價波動的影響，倘若該專案合約中有 5% 的物價調整條款，則本研究在模擬時也可將物價波動設 5% 的上限。

5. 管理費用

管理費用主要的資料來源是仰賴工程項目評估表得到，此為研究必要的資料來源，因此本研究一般不會去修正該數值，而管理費用主要是指廠商獲得專案工程後，會進行專案的營建管理工作(工地管銷)以及會去分配公司的管銷費用(公司管銷)，由於當公司規模太大時，其所應分攤的公司管銷費用相較起來是較多的，所以當年度假如公司的承攬量過小可能會導致該公司的管銷費用過高，因此本研究在模擬時會去注意公司當年度是否有管理費用編列偏高的問題。

6. 專案利潤

淨利率主要的資料來源是仰賴工程項目評估表得到，此為研究必要的資料來源，因此本研究一般會去詢問廠商的成本加成率(Markup)，倘若廠商在投標時沒有最低利潤設限定，則專案利潤設定為(1-分包費用率-管理費用率)，反之則在參數機率分佈設有下界。



4.5.2.2 專案現金流量評估說明

1. 從表 4.17 可以看出原始專案投標價為 462,432,182 元，專案廠商的工期為 20 個月，押標金為 5%、履約保證金 10%、工程預付款為 600,000,000 元、融資利率為 4%、資金報酬率 3%，由表 4.20 可知，根據公式 2.1 可以計算出押標金保證費用為 -19,268 元(a)於 -1 期支付(假設投標活動在得標前一個月進行)，根據公式 2.2 可以計算出履約保證費用為 -886,328 元(b)於第 0 期支付(假設工程進行前廠商必須繳納工程履約保證)，根據公式 2.3 可以計算出專案的預付款保證費用為 -1,100,000 元(c)以及由表工程預付款 60,000,000 (d)於第 1 期支付(假設廠商能在一個月內提交施工計劃書並得到業主同意開工)，到第 0 期時工程損益為 -886,328 元(e)，期末現金流量為 -886,328 元(f)，在第 1 期有前期現金流量 -886,328 (g)，如表 4.17 所示，融資利率為 4%，因此第 1 期有 -2,954 (h)的利息支出產生，而第 1 期還有預付款保證費用為 -1,100,000 元(c)與工程預付款 60,000,000 (d)，故第 1 期有 58,010,717 (k)的期末現金流量，在第 2 期有前期現金流量 58,010,717 (i)，如表 4.17 所示，資金報酬率為 3%，因此第 2 期有 145,027 (j)的利息收入產生。

表 4.17 專案現金流量說明表(一)

期數	20	
原始專案投標價	462,432,182	
押標金保證費用	5%	19,268
履約保證費用	10%	886,328
預付款保證費用	1,100,000	
工程預付款	60,000,000	
融資利率	4.00%	
資金報酬率	3.00%	

表4.18 專案預定工程進度表-機電與潔淨室工程施工標(A專案)

	第 1 月	第 2 月	第 3 月	第 4 月	第 5 月
預定進度	0.00%	0.57%	0.04%	1.09%	0.77%
累積預定進度	0.00%	0.57%	0.61%	1.70%	2.47%
預定估驗計價金額	0	2,635,863	184,973	5,040,511	3,560,728
累積預定估驗計價金額	0	2,635,863	2,820,836	7,861,347	11,422,075
	第 6 月	第 7 月	第 8 月	第 9 月	第 10 月
預定進度	0.99%	1.30%	1.12%	1.28%	1.38%
累積預定進度	3.46%	4.76%	5.88%	7.16%	8.54%
預定估驗計價金額	4,578,079	6,011,618	5,179,240	5,919,132	6,381,564
累積預定估驗計價金額	16,000,153	22,011,772	27,191,012	33,110,144	39,491,708
	第 11 月	第 12 月	第 13 月	第 14 月	第 15 月
預定進度	2.83%	10.10%	26.00%	27.41%	11.50%
累積預定進度	11.37%	21.47%	47.47%	74.88%	86.38%
預定估驗計價金額	13,086,831	46,705,650	120,232,367	126,752,661	53,179,701
累積預定估驗計價金額	52,578,539	99,284,189	219,516,557	346,269,218	399,448,919
	第 16 月	第 17 月	第 18 月	第 19 月	第 20 月
預定進度	1.55%	11.81%	0.22%	0.02%	0.02%
累積預定進度	87.93%	99.74%	99.96%	99.98%	100.00%
預定估驗計價金額	7,167,699	54,613,241	1,017,351	92,486	92,486
累積預定估驗計價金額	406,616,618	461,229,858	462,247,209	462,339,696	462,432,182

2. 根據表 4.18 所示專案每月預估工程進度比率，將專案原始專案投標價乘以每個月的預估工程進度，即可得到每個月預計估驗計價的金額。如表 4.17 所示原始專案投標價為 462,432,182 元，如表 4.18 所示，以第 2 期為例預計工程進度為 0.57%，因此其預定估驗計價金額為 2,635,863 元，依實際工程實務現況，該筆計價款項通常會遞延 1 個月後收現，並且會扣除工程保留款，如表

4.19 所示保留款比率為 5%，因此第 3 期會有工程計價款 **2,504,070 (1)** 流入，而相對的廠商必須支付相關的分包費用與管理費用並且或去一定的專案利潤，假設分包費用、管理費用與專案利潤再當期發生，其比率分別為工程計價款的 88.38%、7.68%、3.94%，有假設分包費用會受到工程物價的影響，如表 4.19 所示該專案受到 4% 的物價影響，因此可以得到第 2 期的分包費用也會相對增加 4% 為 **2,422,665 (2)** [$462,432,183 \times 0.57\% \times 88.38\% \times 1.04$]，在管理費用的部份假設受到影響較小所以不考慮物價影響，所以可算出管理費用為 **202,564(3)** [$462,432,183 \times 0.57\% \times 7.68\%$]，在管理費用的部份也已相似的方式得到專案利潤為 **103,814 (4)** [$462,432,183 \times 0.57\% \times 3.94\%$]，因此可算出工程費用為 **2,625,229 (5)** 與專案利潤 **103,814 (6)**，之後將履約保證費用、預付款保證費用、工程預付款、工程費用、專案利潤、工程計價款、保固保證費用與工程保留款相加即可得到工程損益 **-2,729,043 (7)**，之後將前期現金流量 **58,010,717 (i)** 與工程損益 **-2,729,043 (7)** 相加即可得到累積現金流量 **55,281,674 (8)**，再加上利息收支 **145,027 (j)** 就可得到期末現金流量 **55,426,701(9)**，而當當期現金流量 **-2,584,016(10)** 為工程損益 **-2,729,043(7)** 加利息收支 **145,027(j)**。

表 4.19 專案現金流量說明表(二)

期數	20	
原始專案投標價	462,432,182	
保固保證費用	289,020	
保留款比率	5.00%	23,121,609
工程物價	4.00%	
分包費用	88.38%	408,681,659
管理費用	7.68%	35,537,536
專案利潤	3.94%	18,212,987
折現率	4.00%	
NPV	-17,631,205	
預估標價	480,063,387	

表 4.20 專案現金流量評估表(第-1 期~第 7 期)

	第-1 月	第 0 月	第 1 月	第 2 月	第 3 月	第 4 月	第 5 月	第 6 月	第 7 月
工程費基本價		0	0	2,635,863	184,973	5,040,511	3,560,728	4,578,079	6,011,618
分包費用		0	0	2,422,665 (2)	170,012	4,632,815	3,272,723	4,207,786	5,525,376
管理費用		0	0	202,564 (3)	14,215	387,359	273,639	351,822	461,988
專案利潤		0	0	103,814 (4)	7,285	198,522	140,240	180,309	236,769
			0.00%	0.57%	0.61%	1.70%	2.47%	3.46%	4.76%
前期現金流量		0	-886,328 (g)	58,010,717 (i)	55,426,701	57,877,826	52,979,549	54,213,882	52,992,191
押標金保證費用	-19,268 (a)								
履約保證費用		-886,328 (b)	0	0	0	0	0	0	0
預付款保證費用			-1,100,000 ©	0	0	0	0	0	0
工程預付款		0	60,000,000 (d)	0	0	0	0	0	0
工程費用			0	-2,625,229 (5)	-184,227	-5,020,174	-3,546,362	-4,559,608	-5,987,364
專案利潤			0	-103,814 (6)	-7,285	-198,522	-140,240	-180,309	-236,769
工程計價款		0	0	0	2,504,070 (1)	175,724	4,788,485	3,382,691	4,349,175
保固保證費用									
工程保留款		0	0	0	0	0	0	0	0
工程損益		-886,328 (e)	58,900,000	-2,729,043 (7)	2,312,558	-5,042,972	1,101,883	-1,357,225	-1,874,958
累積現金流量		-886,328	58,013,672	55,281,674 (8)	57,739,260	52,834,855	54,081,433	52,856,656	51,117,233
利息收支		0	-2,954 (h)	145,027 (j)	138,567	144,695	132,449	135,535	132,480
期末現金流量		-886,328 (f)	58,010,717 (k)	55,426,701(9)	57,877,826	52,979,549	54,213,882	52,992,191	51,249,713
當期現金流量		-886,328	58,897,046	-2,584,016(10)	2,451,125	-4,898,277	1,234,332	-1,221,690	-1,742,478

表 4.21 專案現金流量評估表(第 8 期~第 15 期)

	第 8 月	第 9 月	第 10 月	第 11 月	第 12 月	第 13 月	第 14 月	第 15 月
工程費基本價	5,179,240	5,919,132	6,381,564	13,086,831	46,705,650	120,232,367	126,752,661	53,179,701
分包費用	4,760,324	5,440,370	5,865,399	12,028,319	42,927,922	110,507,521	116,500,429	48,878,326
管理費用	398,020	454,880	490,418	1,005,712	3,589,291	9,239,759	9,740,839	4,086,817
專案利潤	203,985	233,126	251,339	515,428	1,839,512	4,735,377	4,992,180	2,094,494
	5.88%	7.16%	8.54%	11.37%	21.47%	47.47%	74.88%	86.38%
前期現金流量	51,249,713	51,726,545	50,647,763	49,790,402	42,427,905	-8,390,260	-103,530,516	-150,888,316
押標金保證費用								
履約保證費用	0	0	0	0	0	0	0	0
預付款保證費用	0	0	0	0	0	0	0	0
工程預付款	0	0	0	0	-15,000,000	-15,000,000	-30,000,000	0
工程費用	-5,158,344	-5,895,251	-6,355,817	-13,034,031	-46,517,213	-119,747,280	-126,241,267	-52,965,143
專案利潤	-203,985	-233,126	-251,339	-515,428	-1,839,512	-4,735,377	-4,992,180	-2,094,494
工程計價款	5,711,037	4,920,278	5,623,175	6,062,486	12,432,489	44,370,368	114,220,749	120,415,028
保固保證費用								
工程保留款	0	0	0	0	0	0	0	0
工程損益	348,708	-1,208,099	-983,981	-7,486,972	-50,924,235	-95,112,289	-47,012,698	65,355,391
累積現金流量	51,598,421	50,518,447	49,663,782	42,303,429	-8,496,330	-103,502,549	-150,543,214	-85,532,925
利息收支	128,124	129,316	126,619	124,476	106,070	-27,968	-345,102	-502,961
期末現金流量	51,726,545	50,647,763	49,790,402	42,427,905	-8,390,260	-103,530,516	-150,888,316	-86,035,886
當期現金流量	476,832	-1,078,782	-857,362	-7,362,496	-50,818,165	-95,140,256	-47,357,800	64,852,430

表 4.22 專案現金流量評估表(第 16 期~第 21 期)

	第 16 月	第 17 月	第 18 月	第 19 月	第 20 月	第 21 月
工程費基本價	7,167,699	54,613,241	1,017,351	92,486	92,486	0
分包費用	6,587,948	50,195,916	935,064	85,006	85,006	0
管理費用	550,832	4,196,983	78,183	7,108	7,108	0
專案利潤	282,301	2,150,954	40,069	3,643	3,643	0
	87.93%	99.74%	99.96%	99.98%	100.00%	
前期現金流量	-86,035,886	-43,223,037	-93,101,653	-42,582,728	-41,853,943	-42,001,350
押標金保證費用						
履約保證費用	0	0	0	0	0	0
預付款保證費用	0	0	0	0	0	0
工程預付款	0	0	0	0	0	0
工程費用	-7,138,780	-54,392,899	-1,013,246	-92,113	-92,113	0
專案利潤	-282,301	-2,150,954	-40,069	-3,643	-3,643	0
工程計價款	50,520,716	6,809,314	51,882,579	966,483	87,862	87,862
保固保證費用						-289,020
工程保留款	0	0	0	0	0	23,121,609
工程損益	43,099,634	-49,734,539	50,829,264	870,727	-7,894	22,920,451
累積現金流量	-42,936,251	-92,957,576	-42,272,389	-41,712,001	-41,861,837	-19,080,899
利息收支	-286,786	-144,077	-310,339	-141,942	-139,513	-140,005
期末現金流量	-43,223,037	-93,101,653	-42,582,728	-41,853,943	-42,001,350	-19,220,904
當期現金流量	42,812,848	-49,878,616	50,518,925	728,785	-147,407	22,780,447

接著本研究將原本固定單一參數值轉換成機率分布型態，利用@Risk4.5 內部所建立的 β 機率分布型態(最大值、最小值、 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$)，藉由 AREMOS 等經濟資料庫的市場環境資料(工程物價、融資利率、投資報酬率)以及專案問卷所填答的公司狀況資料(分包費用、管理費用、專案利潤)來決定參數的機率分布型態，並分別針對機電與潔淨室工程施工標進行專案投標價模擬。

表 4.23 模擬參數範圍與機率分佈-機電與潔淨室工程施工標(A 專案)

參數名稱	最大值	最小值	$\alpha 1$	$\alpha 2$	機率分佈
工程物價	5.0%	-1.0%	2	2	Beta
融資利率	7.5%	3.5%	2	2	Beta
資金報酬率	3.5%	1.5%	2	2	Beta
分包費用	90.0%	85.0%	2	2	Beta
管理費用	10.0%	5.0%	2	2	Beta
專案利潤	0.0%	10.0%	2	2	Beta

由表5.7機電與潔淨室工程施工標的兩個構面(市場環境、公司狀態)6項模擬參數(工程物價、融資利率、資金報酬率、分包費用、管理費用、專案利潤)，模擬參數的選取範圍如上表所示，例如工程物價 β 機率分布為(最大值、最小值、 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$)=(5%，-1%，2，2)，代表工程物價的最大值為5%，最小值為-1%，無偏態。模擬參數範圍與機率分配表4.23所示。

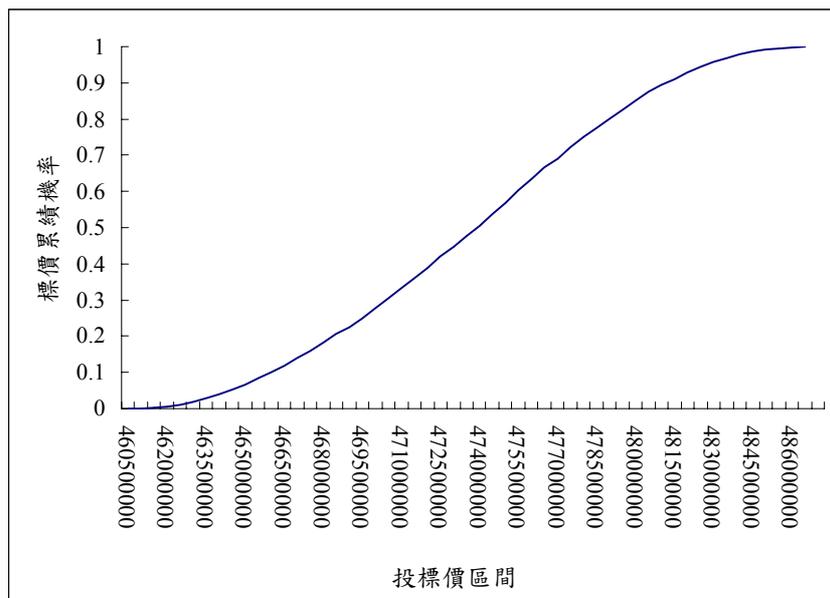


圖 4.9 投標價區間圖-機電與潔淨室工程施工標(A 專案)

圖 4.9 是運用@Risk4.5 來對表 4.23 的參數進行 5000 次的投標價區間電腦模擬，並以該 5000 次模擬結果的累積次數來計算其累積機率密度函數圖（如圖 4.9），模擬結果顯示出投標價區間介於 460,500,000 到 486,000,000 之間。同時進行相關參數的敏感度分析(表 4.24、圖 4.10)，其中只有資金報酬率與專案投標價呈現負相關，代表流動現金的資金報酬率愈高所能產生的利息收入愈高，因此能降低專案投標價，此外利用逐步迴歸方式(Step-Wise Regression)進行敏感性分析，其中迴歸係數最大的是工程物價(0.997)，依序融資利率(0.069)、資金報酬率(-0.041)、分包費用(0.018)。

表 4.24 逐步回歸係數與相關係數-機電與潔淨室工程施工標(A 專案)

排序	變數名稱	迴歸係數	相關係數
1	工程物價	0.996798311	0.996820485
2	融資利率	0.069105374	0.068515123
3	資金報酬率	-0.040984612	-0.02768082
4	分包費用	0.018307571	0.002330141

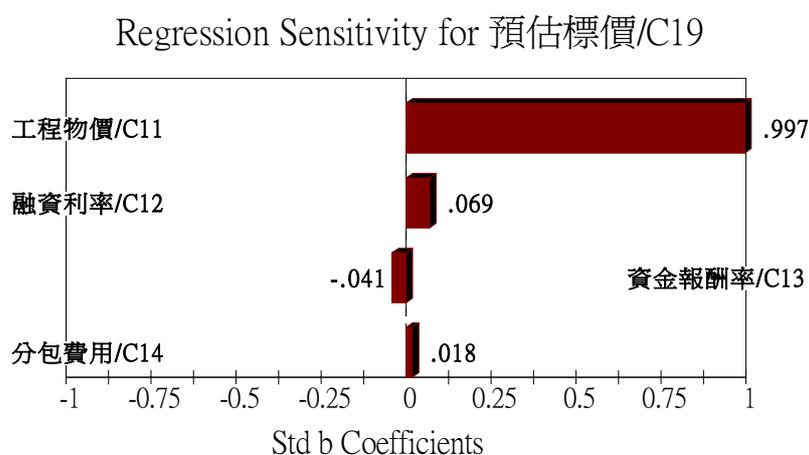


圖 4.10 模擬因素敏感性分析-機電與潔淨室工程施工標(A 專案)

4.5.3 廠商投標價預測分析

實證結果可以發現在機電與潔淨室工程施工標，評估專案價值為 0.6185，而門檻價值為 0.4876，因此可以判定廠商會參與投標，在影響構面以市場環境構面影響性最大，佔 73.06%，專案特性構面次之，佔 18.84%，最小的是公司狀態構面 8.10%，與廠商確認結果是一致的，廠商指出會影響公司是否參與主要來自於市場狀態與競爭程度，其次就是專案本身是否具有吸引力，最後才會看公司內部的資源狀況。

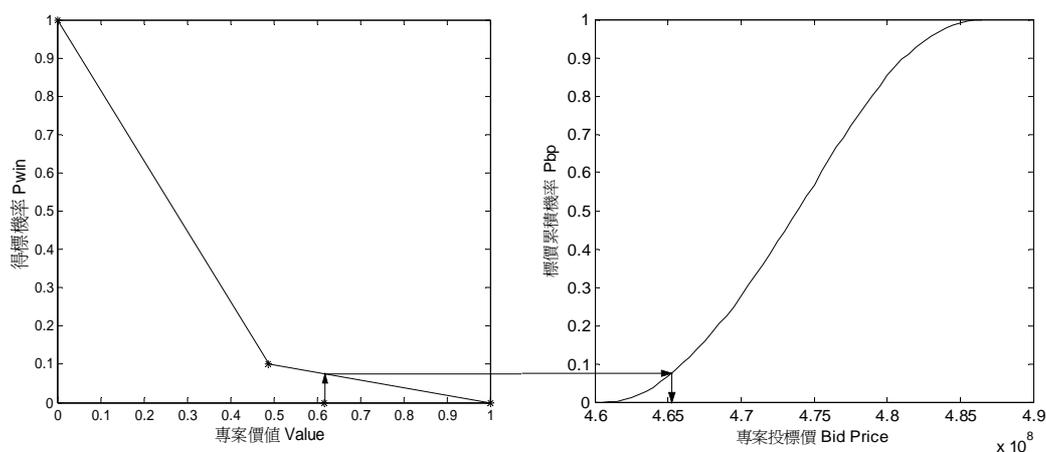


圖 4.11 廠商投標價預估圖-機電與潔淨室工程施工標(A 專案)

關於專案投標價的計算本研究以幾何與內插法來計算明確值，若專案門檻價值得分為 0.476，而平均專案得標機率為 0.1，依下圖 4.12 與所示計算方式可得到專案預估得標機率為 0.0745，再利用內插法原理，如圖 4.13 與所示計算方式可得到建議專案投標價為 465,223,214 元。

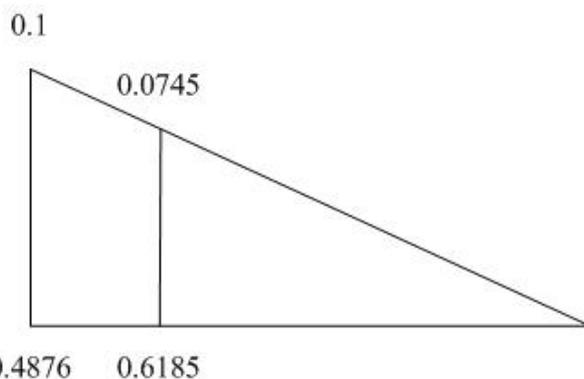


圖 4.12 專案得標機率計算-機電與潔淨室工程施工標(A 專案)

$$\frac{0.1}{0.5124} = \frac{P_x}{0.3815} \quad P_x = 0.0745 \quad (4.12)$$

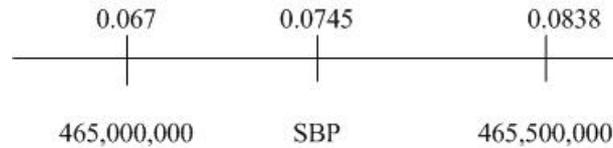


圖 4.13 專案建議投標價計算-機電與潔淨室工程施工標(A 專案)

$$\frac{0.0838 - 0.067}{465500000 - 465000000} = \frac{0.0745 - 0.067}{SBP - 465000000} \quad SBP = 465,223,214 \quad (4.13)$$

在機電與潔淨室工程施工標方面，修正前的專案投標價為 **462,432,182 元**，而以 AHP 法與模糊積分結合法建議的專案投標價為 **465,223,214 元**，其中差異部分為 2,791,032 元，約占專案投標價 0.6%，其次由專案投標價模擬可以看出該廠商為風險偏好的廠商，而該廠商指出該公司的投標政策為積極參與，也就是只要有 1% 的得標機率，該公司的業務部門就會建議投標，因此導致其近年平均專案得標機率僅有 0.1，其次的原因來自於該專案所處的當時經濟環境為不景氣，因此每一個專案幾乎都有眾多廠商參與，以本專案為例，該次進標廠商就高達 10 多家，最後由於該專案為最有利標，業主公告預算為 3.9 億，因此廠商雖知會有虧損，但由於市場情況與該專案本身具有指標上的意義，因此廠商最終以公告預算為 3.9 億為專案投標價，而最終的專案執行成本與當初修正前的專案投標價 **462,432,182 元** 和 AHP 法與模糊積分結合法建議的專案投標價為 **465,223,214 元** 較為接近。

第五章 廠商投標價預測模式案例比較

本研究為了驗證預測模式，除了原本的機電與潔淨室工程施工標(A 專案)外，另外在比較同一個案公司的兩個不同專案(B 專案、C 專案)，其中 B 專案位於新竹地區，為某科技公司的「無塵室擴建工程」，專案施工期間 93 年 5 月~94 年 1 月，共九個月，專案為地上 3 層的 RC 廠辦大樓，內有潔淨室及特殊系統的光電製造工廠，該新建工程採用統包方式進行工程採購，該專案為業主邀標型式的專案，業主所提供的專案預算為 1.84 億元，經由廠商所提供的資料，廠商預估專案成本為 **173,159,297** 元(含直接成本與間接成本)，評估的成本加成率為 6.261%，故廠商原本的估算專案投標價為 **184,000,000** 元。而 C 專案為位於新竹地區，為某科技公司的晶圓廠新建工程中的「電氣系統工程」，工程期間 93 年 8 月~94 年 3 月，共計八個月，該新建工程採用統包方式進行工程採購，該專案採購方式則是先進行廠商技術能力審查，再進行專案競標，經由廠商所提供的資料，廠商預估專案成本為 **193,403,500** 元(含直接成本與間接成本)，評估的成本加成率為 6.00%，故廠商原本的估算專案投標價為 **205,000,000** 元。

此外本研究為了確保研究模式可以適合各類專案公司與工程個案，所以特別挑選一個工期相近(8~10 個月)的土建工程案例，D 專案為位於台南地區，為某科技公司的電子廠房新建工程中的「土建工程」，工程期間 92 年 5 月~93 年 2 月，共計十個月，該新建工程採用競標方式決標，經由承包商訪談得知，該專案對於公司而言，在施工技術方面是屬於極為普通的案例，但就市場擴張層面而言，由於該客戶為國內知名光電廠商，未來有相當規模的工程案量會釋出，因此爭取該客戶的工程對於公司擴展市場是相當重要的，所以公司在投標策略上採取相當寬鬆的訂價方式，經由專案廠商所提供的資料，廠商預估專案成本為 **114,857,143** 元(含直接成本與間接成本)，評估的成本加成率為 4.48%，故廠商原本的估算專案投標價為 **120,000,000** 元(含營業稅)。

5.1 無塵室擴建工程(B 專案)案例分析

表 5.1 為 B 專案的影響因素得分評估表，B 專案各別門檻得分在 0.4~0.6 之間，而專案得分在 0.3~0.9 之間，其中最高得分為(2.1)資金調度 0.9，而經廠商詢問得知，該廠商的營運資金多來自於內部資金，較少向金融機構融通，而最低得分為(1.3)競爭程度 0.3，由於該專案為業主邀標，而且當時市場狀態處於案源充足的情況，廠商的承接案量近乎滿載，因此並不積極承接該專案，但由於業主的請託以及願意提高專案的預算到 1.84 億，所以該廠商才勉強參與專案投標。由表 5.2 可以看出此狀況，B 專案的門檻得分為 0.5301，而專案價值得分為 05052，依一般情況的看該廠商應該不會參與投標，但由於業主已提高專案預算，並且釋出邀標的訊息，所以廠商預期該專案在不競爭下應該還是值得投標，所以該廠商在專案價值低於門檻價值下，仍願意接受業主委託來執行該專案，不過該廠商也指出在業主提高專案預算下，該專案的預估成本加成率高達 6.261%，以當時的經濟狀況還算獲益不錯的專案。由表 5.3 專案的模擬參數範圍與機率分佈可以看出廠商已經預估到經濟已經開始反轉，相對的工程物價、融資利率以及資金報酬率都開始上漲，廠商預估在工程期間工程物價最高會上漲 3.5%，而最低的下跌幅度僅有 1%，在融資利率大約在 3%~4%之間波動，在資金報酬方面約在 2%~3% (主要因此一般業主規定預付款資金僅能投資在低風險或無風險的金融商品上，所以資金運用受到限制)。

表5.1 影響因素得分評估表-無塵室擴建工程(B專案)

市場環境影響因素	最差得分	門檻得分	最佳得分	專案得分
1.1 未來專案	0	0.5	1.0	0.3
1.2 市場狀態	0	0.6	1.0	0.8
1.3 競爭程度	0	0.4	1.0	0.3
1.4 勞動供給	0	0.5	1.0	0.6
公司狀態影響因素	最差得分	門檻得分	最佳得分	專案得分
2.1 資金調度	0	0.5	1.0	0.9
2.2 企業形象	0	0.6	1.0	0.7
2.3 業務需求	0	0.4	1.0	0.4
2.4 技術提升	0	0.5	1.0	0.5
專案特性影響因素	最差得分	門檻得分	最佳得分	專案得分
3.1 專案規模	0	0.4	1.0	0.5
3.2 專案區位	0	0.5	1.0	0.6
3.3 專案型式	0	0.6	1.0	0.6
3.4 專案要求	0	0.5	1.0	0.5

表5.2 效用偏好值評估表(AHP與模糊積分結合)-無塵室擴建工程(B專案)

	AHP 權重 A	第二階 專案得分 (模糊積分法)B	門檻得分 C	專案價值 (A×B)	門檻得分 (A×C)
1.市場環境	73.06%	0.4739	0.5320	0.3463	0.3887
2.公司狀態	18.84%	0.6280	0.5297	0.1183	0.0998
3.專案特性	8.10%	0.5370	0.5315	0.0435	0.0431
總得分				0.5081	0.5316

表 5.3 模擬參數範圍與機率分佈-無塵室擴建工程(B 專案)

參數名稱	最大值	最小值	$\alpha 1$	$\alpha 2$	機率分佈
工程物價	3.5%	-1%	2	2	Beta
融資利率	4%	3%	2	2	Beta
資金報酬率	3%	2%	2	2	Beta
分包費用	95%	90%	2	2	Beta
管理費用	4%	3%	2	2	Beta
專案利潤	7%	1%	2	2	Beta

本研究以@Risk 4.5 進行 5000 次專案投標價(公式 4.5)的模擬，並以模擬結果計算出累積機率密度函數，進而繪出圖 5.1，由圖 5.1 可知該專案的投標價區間介於 1.83 億~1.902 億間，本研究為了進一步了解各經濟影響因素的衝擊，以逐步回歸(Step-Wise Regression)方式來進行敏感度分析(表 5.4、圖 5.2)，如圖 5.2 的回歸係數可以看出工程物價(1)是所有影響因素中對專案投標價衝擊最大的，依序才是融資利率(0.009)、資金投資報酬(-0.004)、分包費用(0.003)。

本研究進一步詢問該廠商關於資金調配的方法，得知當廠商知悉業主的付款方式採用 2 個月的期票支付，也就是說第一個月的工程計價款會延至第三月底才能收到現金，故廠商在投標前能夠取得協力廠商的配合，願意接受與該廠商相同的付款條件(一般通稱背對背調款)，所以該廠商的付款方式分成兩部份，其中約有 10%的分包費用採用現金支付，而該部分多支付於勞動費用(一般業界對於工人薪資多以現金支付)，其他 90%的分包費用採用 2 個月的期票支付，所以經過如此安排廠商就能讓資金的流量盡量搭配，並且能夠降低資金缺口的產生，也相對的降低經濟影響(主要是利息支出部分)對投標價的衝擊，其次在預付款的運用方面，業主在廠商繳完履約保證金後支付工程預付款(10%的工程合約金額)給廠商，但相對的廠商之後的仍須依工程進度退還工程預付款，此外業主還要求 20%的工程保留款，因此廠商期初會有一部份的自由資金來賺取投資報酬，但專案進行時工程計價款會減少 20%，因此會第 4 期之後就會產生資金缺口，而資金報酬率為 2%~3%，但融資利率為 3%~4%，故仍有利息費用大於投資報酬情形產生。

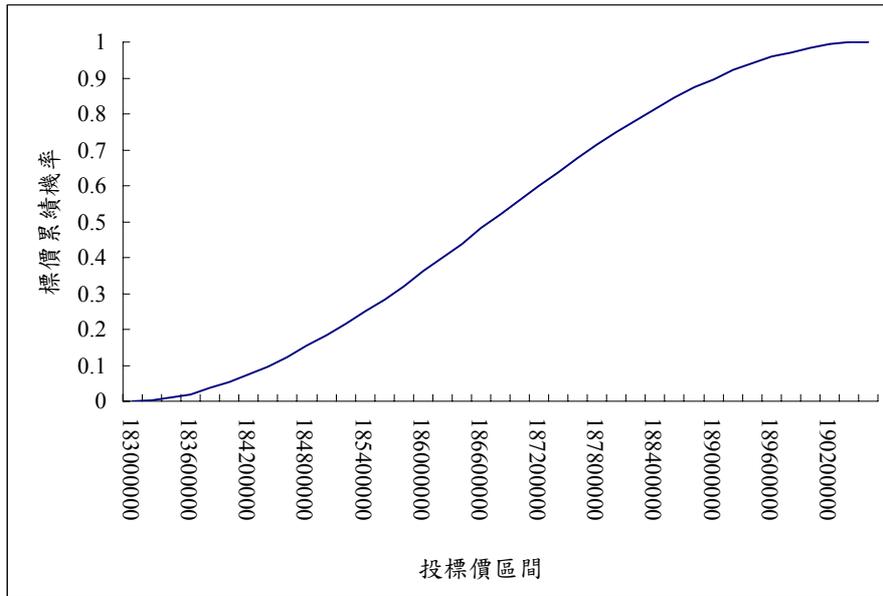


圖 5.1 投標價區間圖-無塵室擴建工程(B 專案)

表 5.4 逐步回歸係數與相關係數-無塵室擴建工程(B 專案)

排序	變數名稱	迴歸係數(b)	相關係數
1	工程物價	0.999730601	0.999901529
2	融資利率	0.009462737	0.025130051
3	資金報酬率	-0.004239632	0.005368585
4	分包費用	0.002771585	0.003966522
5	管理費用	-0.002539333	-0.002269139

Regression Sensitivity for 預估標價/C21 (Sim#1)

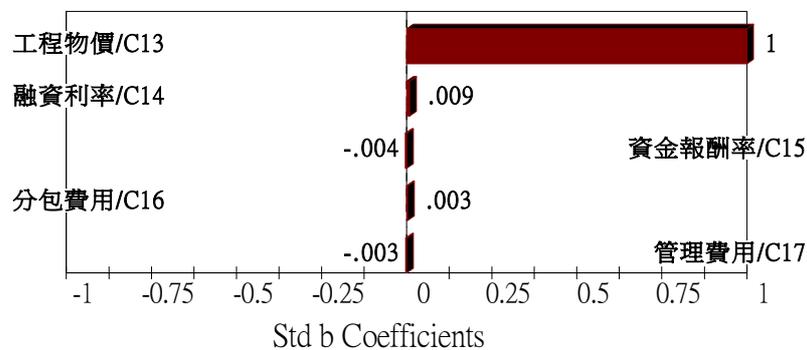


圖 5.2 模擬因素敏感性分析(預估標價)

接著本研究進一步評估廠商的專案投標價，由圖 5.3 可知該廠商的平均專案得標機率為 0.1，即該廠商在專案門檻(0.5301)下的得標機率為 0.1，簡言之就是所有投標專案(專案價值 \geq 門檻價值)的情況下其得標機率為 0.1，而該專案價值為 0.5052，所以我們可以預期其得標機率會大於平均得標機率 0.1，本研究藉由內插法計算出廠商的預期得標機率為 0.1423(公式 5.1、公式 5.2)，在進一步找出專案建議投標價會落在 1.83 億~1.902 億元間，並利用內差法求出廠商的建議標價 184,722,930 元(公式 5.3)，經詢問得知最後該專案得標價為 184,000,000 元，故本研究建議標價 184,722,930 元與專案得標價有 0.3928% 的差異，而此部份的差異廠商認為是工程物價波動以及當初專案投標價評估時並未考慮到利息費用與保證費用支出所致，由於本專案決標方式並未採最低標決標，而是採用最有利標方式決標，所以廠商原始投標價等於專案預算。

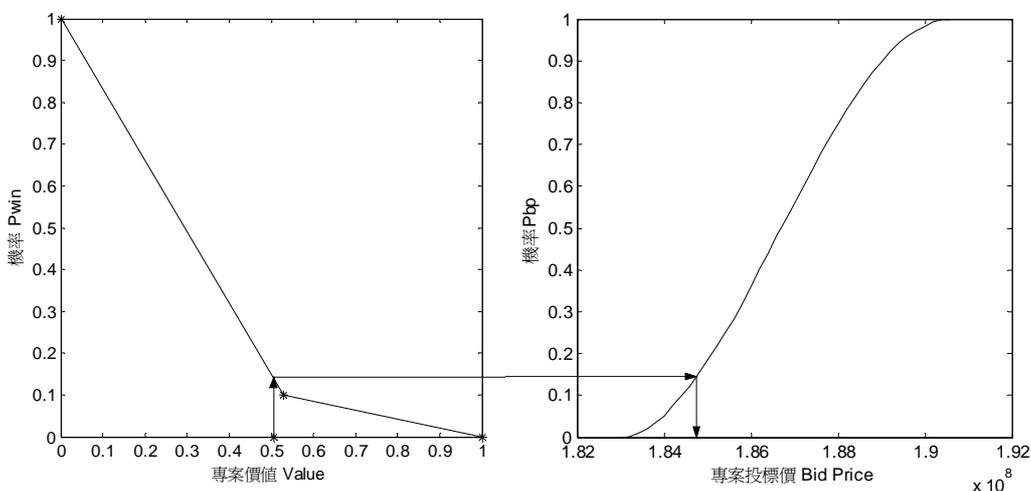


圖 5.3 廠商投標價預估圖-無塵室擴建工程(B 專案)

$$P_x = 1 - P_x' \quad (5.1)$$

$$\frac{P_x'}{0.5052} = \frac{0.9}{0.5301} \quad P_x' = 0.8577 \quad P_x = 0.1423 \quad (5.2)$$

$$\frac{SBP - 184,600,000}{184,800,000 - 184,600,000} = \frac{0.1423 - 0.123}{0.1544 - 0.123} \quad (5.3)$$

$$SBP = 184,722,930$$

5.2 電氣系統工程(C 專案)實證分析

表 5.5 為 C 專案的影響因素得分評估表，C 專案各別門檻得分在 0.4~0.8 之間，而專案得分在 0.4~0.8 之間，其中最高得分為(2.2)企業形象 0.8，最低得分(1.1)未來專案 0.4，經廠商詢問得知該專案為一座 12 吋晶圓廠的電氣系統工程，因此當時對該公司而言是一指標性工程，積極爭取該專案，所以公司給予 C 專案(2.2)企業形象項目極高的評價，其次由於當時該廠商預期景氣已經開始轉好，但短期市場的專案量並未增加很多，所以給予目前(1.1)未來專案項目較低的評價 0.4，由於該專案的決標方式分成兩階段，第一階段先進行廠商技術能力的評選，第二階段才是進行廠商的價格競標，在合約條款方面，該專案採用里程碑的方式計價，並且不給予廠商工程預付款，因此廠商必須事先準備一筆工程週轉金，另一方面，該專案的付款條件為 2 個月的期票支付，也就是說，第一個月的工程計價款要到第三個月才能拿到現金。

綜合之多因素，在表 5.6 可以看出在 AHP 權重，在市場環境構面重要性最高，占 65.86%，其次是專案特性構面重要性也高達 18.52%，最後才是公司狀態 15.62%，經本研利用 AHP 與模糊積分法評估，得到市場環境構面的得分最低僅有 0.4942，其主要原因來自於景氣剛反轉，所以市場仍處於競爭激烈的情況，其次是專案特性的 0.5499，最高的是公司狀態 0.6212，公司狀態的得分最高主要來自於該專案為指標工程以及廠商當時的業務需求仍處於急迫所致，接著經過本研究計算得到 C 專案的專案價值得分為 0.5244，而專案門檻得分為 0.4886，由於專案價值得分高於門檻得分，由於專案價值得分高於門檻得分，故研判該廠商會參與投標，事後證實該廠商確實參與投標並且順利得標。

在經濟影響方面，由於當時景氣剛轉好，所以相關的工程物價波動幅度並不明顯，其範圍在-0.5%~1%間，融資利率約在 3%~4%間，資金報酬率約在 2%~3%間，但由於 C 專案並無工程預付款，所以資金報酬率的重要性就大幅降低，調查 B 與 C 專案的專案規模，廠商說明該公司承接的專案規模約在 2 億元左右，其分包費用與管理費用結構大致相同，其分包費用約在 90%~95%間，管理費用約在 3%~4%間，而廠商預估專利利潤約在 1%~7%間，其主要影響關鍵在於分包費用率是否大幅波動，關於這部份廠商指出公司管控分包費用主要必須依賴分包商的標前協議，才能降低得標後分包廠商提高報價，接著才是如何管控工程物價波動與降低專案資金缺口。

表5.5 影響因素得分評估-電氣系統工程(C專案)

市場環境影響因素	最差得分	門檻得分	最佳得分	專案得分
1.1 未來專案	0	0.5	1.0	0.4
1.2 市場狀態	0	0.5	1.0	0.5
1.3 競爭程度	0	0.4	1.0	0.5
1.4 勞動供給	0	0.5	1.0	0.6
公司狀態影響因素	最差得分	門檻得分	最佳得分	專案得分
2.1 資金調度	0	0.4	1.0	0.5
2.2 企業形象	0	0.6	1.0	0.8
2.3 業務需求	0	0.5	1.0	0.7
2.4 技術提升	0	0.5	1.0	0.5
專案特性影響因素	最差得分	門檻得分	最佳得分	專案得分
3.1 專案規模	0	0.5	1.0	0.6
3.2 專案區位	0	0.5	1.0	0.5
3.3 專案型式	0	0.5	1.0	0.6
3.4 專案要求	0	0.5	1.0	0.7

表5.6 效用偏好值評估表(AHP與模糊積分結合)-電氣系統工程(C專案)

	AHP 權重 A	第二階 專案得分 (模糊積分法)B	門檻得分 C	專案價值 (A×B)	門檻得分 (A×C)
1.市場環境	65.86%	0.4942	0.4798	0.3255	0.3160
2.公司狀態	15.62%	0.6212	0.4996	0.0970	0.0780
3.專案特性	18.52%	0.5499	0.5000	0.1018	0.0926
總得分				0.5244	0.4866

表5.7 模擬參數範圍與機率分佈-電氣系統工程(C專案)

參數名稱	最大值	最小值	$\alpha 1$	$\alpha 2$	機率分佈
工程物價	1%	-0.5%	2	2	Beta
融資利率	4%	3%	2	2	Beta
資金報酬率	3%	2%	2	2	Beta
分包費用	95%	90%	2	2	Beta
管理費用	4%	3%	2	2	Beta
專案利潤	7%	1%	2	2	Beta

本研究以@Risk 4.5 進行 5000 次專案投標價(公式 4.5)的模擬，並以模擬結果計算出累積機率密度函數，進而彙出圖 5.4，由圖 5.4 可以看出專案投標價區間在 205,100,000~208,100,000 元間，本研究為了進一步了解各經濟影響因素的衝擊，特別以逐步回歸(Step-Wise Regression)方式來進行敏感度分析(表 5.8、圖 5.5)，由圖 5.5 可以看出工程物價(0.994)是最主要影響專案投標價的經濟影響因素，依序是融資利率(0.105)、分包費用(-0.029)、管理費用(-0.008)，不過值得注意的是 C 專案的融資利率(0.105)敏感度大於 A 專案融資利率(0.069)與 B 專案融資利率(0.009)，主要原因在於該專案沒有工程預付款的支應，因此導致廠商的資金缺口提前產生，同時廠商又無工程預付款的利息收入來彌補，使得該專案的資金調度相當吃緊，故工程預付款有無確實會影響專案現金流量，進而造成專案投標價的變動。

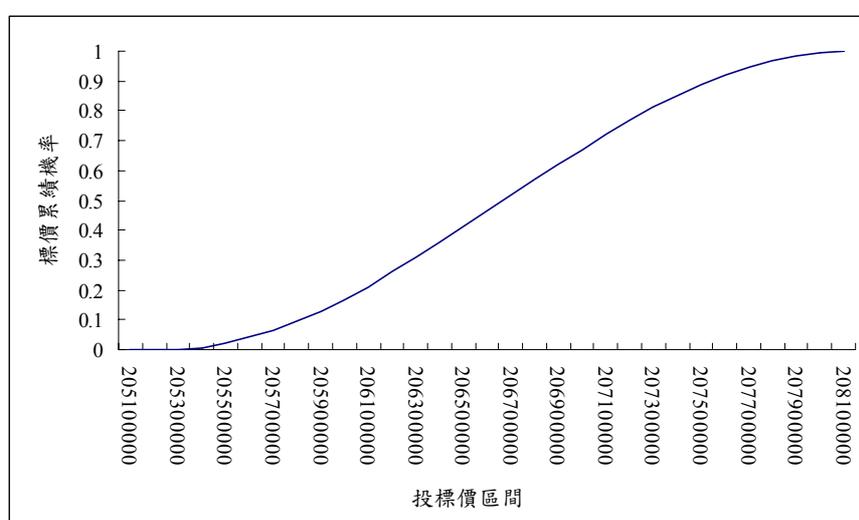


圖5.4 投標價區間圖-電氣系統工程(C專案)

表5.8 逐步回歸係數與相關係數-電氣系統工程(C專案)

排序	變數名稱	迴歸係數	相關係數
1	工程物價	0.994180072	0.994283456
2	融資利率	0.105005032	0.090167823
3	分包費用	-0.028717542	-0.045694419
4	管理費用	-0.007686904	-0.025662912
5	資金報酬率	0	-0.025367095

Regression Sensitivity for 預估標價/C21 (Sim#1)

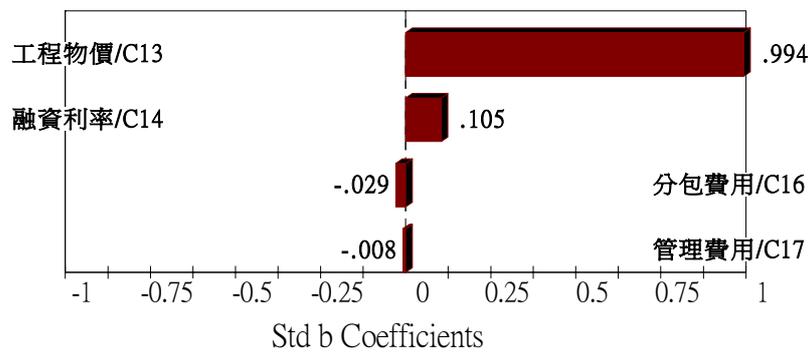


圖 5.5 模擬因素敏感性分析(預估標價)

本研究進一步進行專案投標價的評估，該專案的門檻得分為 0.4866，而專案價值得分為 0.5244，因此可知該專案的得標機率會低於廠商平均得標機率 0.1，經本研究利用內插法計算專案的預期得標機率為 0.0926(公式 5.4)，接著再計算專案建議投標價(SBP)為 205,790,411 元(公式 5.5)，而將結果與該廠商討論得知，由於該廠商的投標價為通過技術審查廠商中的最低價，因此廠商的投標價即為該專案的得標價，接著比較本研究建議專案投標價與原始投標價間差異，建議專案投標價約高於原始投標價 0.3855%，對於此部份的差異廠商指出主要由於當初並未預估預付款對專案投標價的影響以及投標前並未考慮到相關利息費用與保證費用，使得當初的投標時專案投標報價偏低，最後才會以最低價標到該專案。

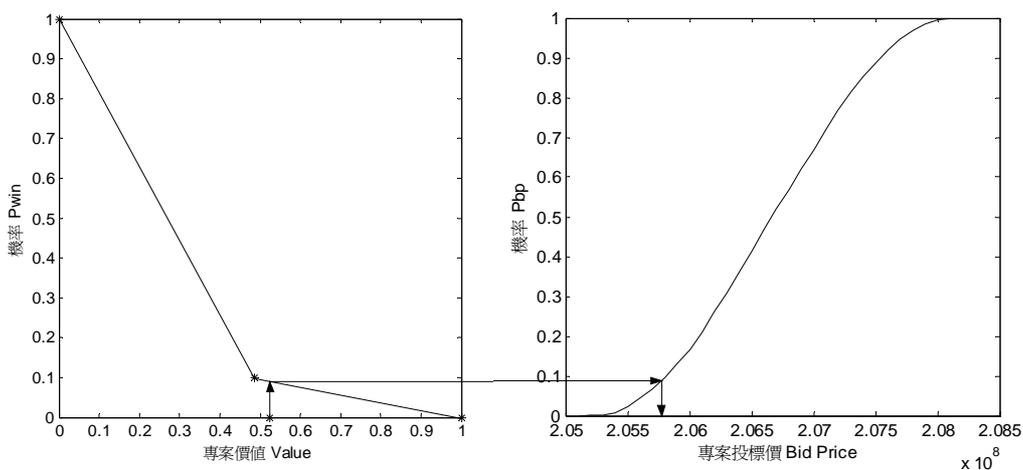


圖 5.6 廠商投標價預估圖-電氣系統工程(C 專案)

$$\frac{P_x}{0.1} = \frac{(1-0.5244)}{(1-0.4866)} \quad P_x = 0.0926 \quad (5.4)$$

$$\frac{SBP - 205,700,000}{205,800,000 - 205,700,000} = \frac{0.0926 - 0.0662}{0.0954 - 0.0662} \quad (5.5)$$

$$SBP = 205,790,411$$



5.3 電子廠房土建工程(D 專案)實證分析

表 5.9 為 D 專案的影響因素得分評估表，D 專案各別門檻得分在 0.3~0.8 之間，而專案得分在 0.2~1.0 之間，其中最高得分有三項，分別為(1.1)未來專案、(1.4)勞動供給、(2.1)資金調度，針對未來專案方面，廠商認為只要能承接到該客戶的工程專案，將來就有機會能繼續承接到該客戶的其他工程專案，因為在高科技廠房的工程市場中，若能與客戶建立良好的互動關係，以及在已承接客戶的工程專案中有極佳的配合度，就能取得業主的信任與獲得優先的議價機會，所以給於極高的專案得分(1.0 分)，在勞動供給方面，由於該專案的施工技術門檻不高，非常容易找到當地的分包廠商，所以給於極高的專案得分(1.0 分)，在資金調度方面，由於該專案廠商本身的自有資金充裕，因此無相關的資金取得問題，其次能藉由承攬工程來活絡資金運用，所以給於極高的專案得分(1.0 分)。

在最低得分有兩項，分別為(2.4)技術提升與(3.3)專案形式，主要是因為該專案在施工技術方面的門檻對公司而言是相對較低的，所以承攬該專案對公司技術提昇上並無助益，所以僅給予其低於門檻得分的專案得分(0.2 分)，在專案形式方面，由於業主從招標流程及採用競標模式，即以最低標決標，其次在合約條件方面，業主並無給予工程預付款並且採用里程碑方式計價，所以廠商必須承擔週轉金成本，雖然廠商本身的自有資金充足，但必須有部分資金必須用於該專案，無法進行其他更有利的投資或資金運用，最後在付款方式方面，業主採取以一個月的期票支付，雖然廠商對分包商的計價有 50%的工程計價款是以一個月的期票支付，但仍有 50%的工程計價款需以現金支付，所以該部分(50%的現金支付)等於替業主代墊 50%的工程計價款，也就是說必須為此支付利息或減少自有資金的投資效益，基於以上原因，廠商認為該種專案形式會導致標價下跌而且專案本身的營運成本會提高，所以僅給予其 0.3 的專案得分，遠低於門檻得分 0.5。

綜合之多因素，在表 5.10 可以看出在 AHP 權重，在市場環境構面重要性最高，占 63.70%，其次是公司狀態構面重要性占 25.83%，最後才是專案特性構面占 10.47%，該廠商指出公司承攬專案常是配合公司政策，如該專案投標的目的就是在於開發新客戶，所以公司的想法就是在不虧損或小幅虧損下盡量能夠爭取到該客戶的專案，經本研究利用 AHP 與模糊積分法評估，得到專案特性的得分最低僅有 0.5526，其主要原因來自於合約條件易造成標價下降而成本上升的情形發生所致，其次是公司狀態的 0.7895，最高的是市場環境的 0.8434，市場環境的得分最高主要來自於(1.1)未來專案、(1.4)勞動供給的專案得分相當高，原因如上述該廠商欲獲取其未來專案與該專案技術門檻低，在尋找當地協力廠商非常容易，由於專案價值得分高於門檻得分，故研判該廠商會參與投標，事後證實該廠商確實參與投標並且順利得標。

在經濟影響方面，如表 5.11 所示，由於當時原物料價格上漲，所以相關的工程物價處於波動幅度相當大，其範圍在-0.5%~5%間，融資利率約在 3.5%~4%間，資金報酬率約在 1.5%~3%間，但由於 D 專案並無工程預付款，所以資金報酬率的重要性就大幅降低，調查 D 專案的專案規模，廠商說明該專案跟公司以往承攬專案相比是屬於小型且工期短的專案，其成本結構大致跟以往各案相同，其分包費用約在 80%~85%間，管理費用約在 8%~15%間，而廠商預估專利利潤約在 0%~12%間，其主要影響關鍵在於分包費用率是否大幅波動，關於這部份廠商指出公司管控分包費用主要必須依賴分包商的標前協議，才能降低得標後分包廠商提高報價，接著才是如何管控工程物價波動與降低專案資金缺口。

表5.9 影響因素得分評估-電子廠房土建工程(D專案)

市場環境影響因素	最差得分	門檻得分	最佳得分	專案得分
1.1 未來專案	0	0.5	1.0	1.0
1.2 市場狀態	0	0.5	1.0	0.8
1.3 競爭程度	0	0.7	1.0	0.7
1.4 勞動供給	0	0.7	1.0	1.0
公司狀態影響因素	最差得分	門檻得分	最佳得分	專案得分
2.1 資金調度	0	0.8	1.0	1.0
2.2 企業形象	0	0.8	1.0	0.8
2.3 業務需求	0	0.8	1.0	0.8
2.4 技術提升	0	0.3	1.0	0.2
專案特性影響因素	最差得分	門檻得分	最佳得分	專案得分
3.1 專案規模	0	0.3	1.0	0.7
3.2 專案區位	0	0.7	1.0	0.8
3.3 專案型式	0	0.5	1.0	0.3
3.4 專案要求	0	0.5	1.0	0.6

表5.10 效用偏好值評估表(AHP與模糊積分結合)-電子廠房土建工程(D專案)

	AHP 權重 A	第二階 專案得分 (模糊積分法)B	門檻得分 C	專案價值 (A×B)	門檻得分 (A×C)
1.市場環境	63.70%	0.8434	0.5422	0.5372	0.3454
2.公司狀態	25.83%	0.7895	0.7730	0.2039	0.1997
3.專案特性	10.47%	0.5526	0.5041	0.0579	0.0528
總得分				0.7990	0.5979

表5.11 模擬參數範圍與機率分佈-電子廠房土建工程(D專案)

參數名稱	最大值	最小值	$\alpha 1$	$\alpha 2$	機率分佈
工程物價	5.0%	-0.5%	2	2	Beta
融資利率	4.0%	3.5%	2	2	Beta
資金報酬率	3.0%	1.5%	2	2	Beta
分包費用	85.0%	80.0%	2	2	Beta
管理費用	15.0%	8.0%	2	2	Beta
專案利潤	12.0%	0.0%	2	2	Beta

本研究以@Risk 4.5 進行 5000 次專案投標價(公式 4.5)的模擬，並以模擬結果計算出累積機率密度函數，進而彙出圖 5.14，由圖 5.7 可以看出專案投標價區間在 120,700,000~125,300,000 元間，本研究為了進一步了解各經濟影響因素的衝擊，以逐步回歸(Step-Wise Regression)方式來進行敏感度分析(表 5.12、圖 5.8)，由圖 5.8 可以看出工程物價(0.992)是最主要影響專案投標價的經濟影響因素，依序是管理費用(-0.092)、分包費用(-0.042)、融資利率(0.003)。

本研究進一步詢問該廠商關於資金調配的方法，得知當廠商知悉業主的付款方式採用 1 個月的期票支付，也就是說第一個月的工程計價款會延至第三月底才能收到現金，故廠商在投標前能夠取得協力廠商的配合，願意接受與該廠商相同的付款條件(一般通稱背對背調款)，所以該廠商的付款方式分成兩部份，其中約有 50%的分包費用採用現金支付，而該部分多支付於勞動費用(一般業界對於工人薪資多以現金支付)，其他 50%的分包費用採用 1 個月的期票支付，所以經過如此安排廠商就能讓資金的流量盡量搭配，並且能夠降低資金缺口的產生，也相對的降低經濟影響(主要是利息支出部分)對投標價的衝擊。

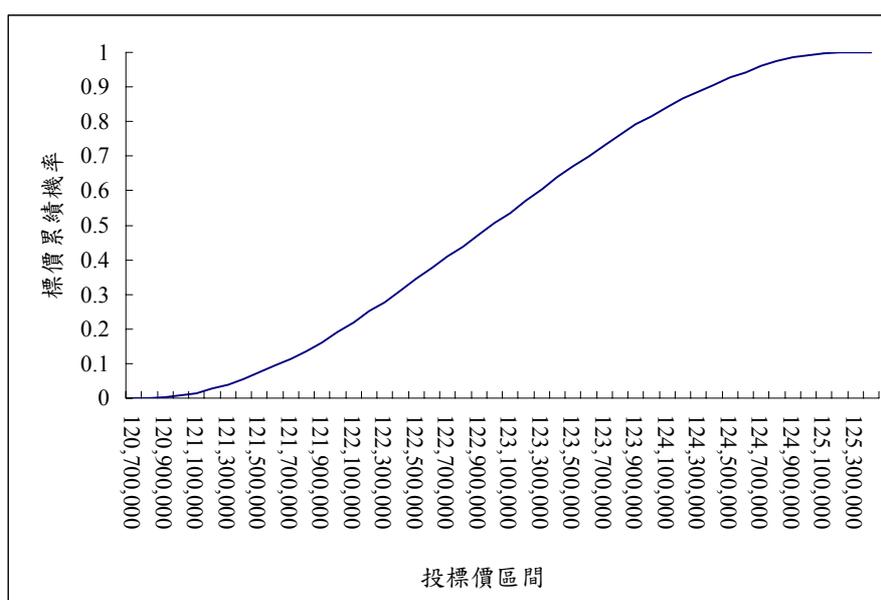


圖5.7 投標價區間圖-電子廠房土建工程(D專案)

表5.12 逐步回歸係數與相關係數-電子廠房土建工程(D專案)

排序	變數名稱	迴歸係數	相關係數
1	工程物價	0.992159107	0.995114296
2	融資利率	-0.091979621	-0.114391194
3	分包費用	-0.041928095	-0.031541298
4	管理費用	0.003494231	-0.001798751
5	資金報酬率	0	-0.012166051

Regression Sensitivity for 預估標價/C21 (Sim#1)

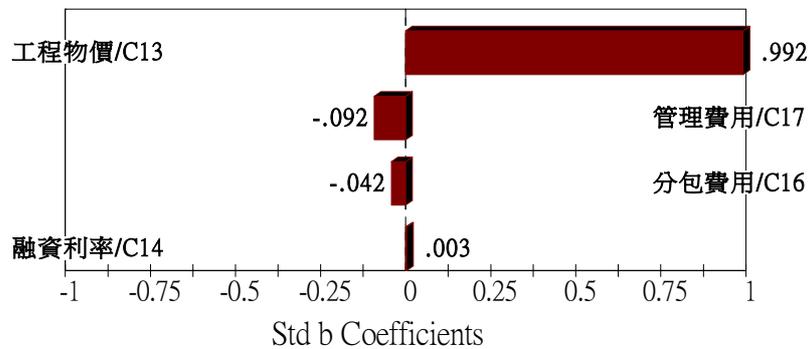


圖 5.8 模擬因素敏感性分析(預估標價)

本研究進一步進行專案投標價的評估，該專案的門檻得分為 0.5979，而專案價值得分為 0.7990，因此可知該專案的得標機率會低於廠商平均得標機率 0.57，經本研究利用內插法計算專案的預期得標機率為 0.2849(公式 5.6)，接著再計算專案建議投標價(SBP)為 122,322,058 元(公式 5.7)，而將結果與該廠商討論得知，由於該廠商的投標價為其他廠商中的最低價，因此廠商的投標價即為該專案的得標價，接著比較本研究建議專案投標價與專案得標價間差異，建議專案投標價約高於專案得標價 1.9350%，對於此部份的差異廠商指出主要由於當初並未預估付款條件與無工程預付款的潛在的損失，使得當初的投標時專案投標報價偏低，最後才會以最低價標到該專案。

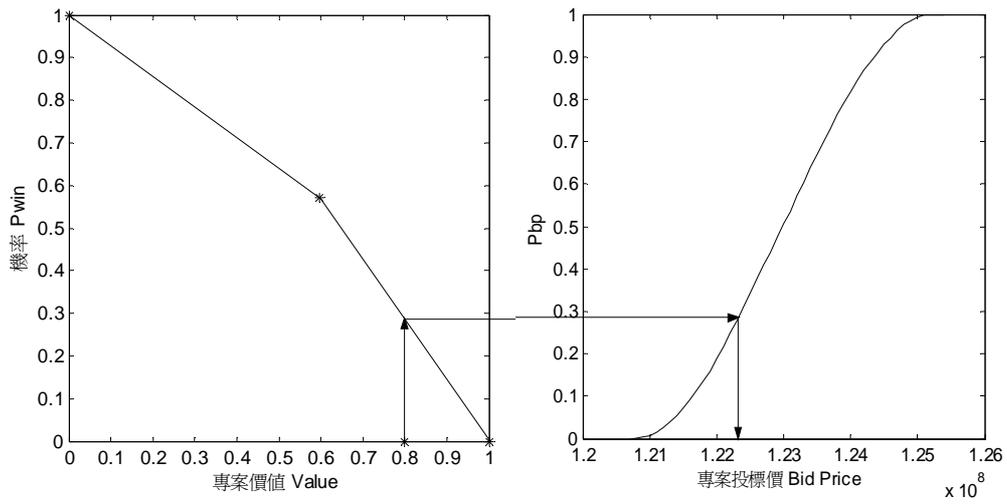


圖 5.9 廠商投標價預估圖-土木工程(D 專案)

$$\frac{P_x}{0.201} = \frac{0.57}{0.4021} \quad P_x = 0.2849 \quad (5.6)$$

$$\frac{SBP - 122,300,000}{122,400,000 - 122,300,000} = \frac{0.2849 - 0.2774}{0.3114 - 0.2774} \quad (5.7)$$

$$SBP = 122,322,058$$

第六章 結論與建議

6.1 研究結論

一般投標決策思維是將投標決策問題簡化為成本加成率(Markup)問題，有時並不能完全說明投標決策問題，故本研究思維是將投標問題分成三部分：1.投標對廠商的效益為何？2.廠商預期有多少機會得標。3.在考慮不確定風險因素下，廠商應該以多少價格去投標，才不至於遭致虧損，而這也決定出專案投標價的三個研究要件(專案價值、得標機率、風險成本)，而如何在這三個要件中取得平衡就是一個值得相關研究者持續探索的問題。同時本研究也試著提出一個整合模式來處理投標價評估問題，本研究也建議後續的研究方式可以用下列方法來進行：

6.2 研究建議與未來發展方向

- 一.專案風險成本所選取的工程估價成本應該以建築師、設計顧問公司所提為基準，還是以廠商自行估算值為基準。此部分本研究認為應該先以廠商自行估算的工程預算為基準，倘若預估出來的專案投標價高過於預算，則以預算金額為專案投標價。
- 二.當專案價值上升時，廠商的競爭行為會因此加劇，而導致個別廠商的得標機率下降，雖然廠商有時並非真正感受到的效用，但實際投標價卻因此被壓的很低，專案投標評估者應該如何看待競爭行對專案價值的影響？關於此現象，本研究認為專案價值會受到市場供需狀態所影響，因為競爭行為主要是導因於市場的供過於求的現象(投標家數過多)，故在市場機制下，競爭行為通常會讓專案價值上升，得標機率下降，並導致專案的投標價格下降等現象發生。
- 三.此外為了解決投標決策問題，本研究認為單純以廠商對專案價值的評估尚不足以完全說明標價決策問題，若能以相似的思維來建構業主與廠商整合分析的投標合理價格研究，更能有助於釐清投標競局的問題，了解業主在投標訂價的偏好與思維，同時也讓後續標價研究有更完整的思維模式。
- 四.本研究所提出的「廠商投標價預測模式」中的偏好效用線採用折線，當初的想法是利用投標廠商的歷史平均得標機率與門檻價值所求得，因考量實際的偏好效用線可能為曲線，因此建議未來研究者可以建構出以曲線方式呈現的偏好效用曲線，此外在「平均得標機率」方面建議廠商可以依工程類型來逐步建構出各別廠商的歷史「平均得標機率」以找出不同廠商的投標偏好。

參考文獻

中文部份

1. 姚乃嘉，楊智斌，郭文達，「投標決策因素之分析與應用」，建築學報，第36期，21-37頁，90年。
2. 巫和懋等，經濟學2000-跨世紀新趨勢(上冊)，雙葉書廊有限公司，民國88年。
3. 鄧振源，曾國雄，「層級分析法(AHP)的內涵特性與應用(上)」，中國統計學報，第27卷第6期，5-22頁，78年。
4. 鄧振源，曾國雄，「層級分析法(AHP)的內涵特性與應用(下)」，中國統計學報，第27卷第7期，1-20頁，78年。
5. 李允中，王小潘，蘇木春，模糊理論及其應用，全華科技圖書股份有限公司，民國92年。
6. 馮正民，邱裕鈞，研究分析方法，建都文化事業股份有限公司，民國93年。

英文部份

1. Akpan, E.O.P., and Igwe, O., "Methodology for determining price variation in project execution", *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 17(4), 224-228, 2001.
2. Mochtar, K., and Arditi, D., "Role of marketing intelligence in making pricing policy in construction", *Journal of Management in Engineering*, ASCE, 17(3), 140-148, 2001.
3. Farr, J.V., "Commodities and value-based pricing of engineering services", *Journal of Management in Engineering*, ASCE, 17(4), 224-228, 2001.
4. Ahmad, I., "Decision-support system for modeling bid/no bid decision", *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 116(4), 595-608, 1991.
5. Dozzi, S.P., AbouRizk, S.M., and Schroeder, S.L., "Utility theory model for bid markup decisions", *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 122(2), 119-124, 1996.
6. Li, H., Shen, L.Y., and Love, P.E.D., "ANN-based mark-up estimation system with self-explanatory capacities", *Journal of Management in Engineering*, ASCE, 125(3), 185-189, 1999.
7. Chua, D.K.H., "Key factors in bid reasoning model", *Journal of construction Engineering and Management*, 126 (5), 349-357, 2000.

8. Lowe, D.J., and Parvar, J., "A logistic regression approach to modeling the contractor's decision to bid", *Construction Management and Economics*, 22, 643-653, 2004.
9. Navon, R., "Company-level cash flow management, *Journal of Construction Engineering and Management*", ASCE, 122(1), 22-29, 1996.
10. Hwee, N.G., and Tiong, R.L.K., "Model on cash flow forecasting and risk analysis for contracting firms." *International Journal of Project Management*, 20, 351-363, 2002.
11. Hassim, S., Kadir, M.R.A., Lew, Y.L., and Sim, Y.C., "Estimation of minimum working capital for construction projects in Malaysia.", *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 129(4), 369-374, 2003.
12. Brigham, E.F. and Daves, P.R., Intermediate Financial Management 7th, Thomson Learning, Inc, 2002.
13. Marzouk, M., and Moselhi, O., "A decision support tool for construction bidding, *Construction Innovation*", 3, 111-124, 2003
14. Dubois, D., and Prade, H., Fuzzy Sets and Systems, Academic Press, New York 1980.
15. Saaty, T.L., "Exploring the interface between the hierarchies multiple objectives and fuzzy sets", *Fuzzy sets and systems*, 1, 57-68, 1978.
16. Wang, W.C., "SIM-UTILITY: Model for project ceiling price determination", *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE 128(1), 76-84, 2002.
17. Chen, Y.W., and Tzeng, G.H., "Using fuzzy integral for evaluating subjectively perceived travel costs in a traffic assignment model", *European Journal of Operational Research*, 130(3), 653-664, 2001.
18. Chiou, H.K., and Tzeng, G.H. and Cheng, D.C. "Evaluating sustainable fishing development strategies using fuzzy MCDM approach", *The International Journal of Management Science*, 33, 223-234, 2005.
19. Ishii, K. and Sugeno, M., "A model of human evaluation process using fuzzy integral", *International Journal of Man-Machine Studies*, 22(1), 19-38, 1985.