

## 第四章 研究方法

### 4.1 問卷設計

#### 4.1.1 影響因子及改善方法項目之選取

本研究問卷中對於品質、工期、成本及風險影響因子及改善方法項目的選取，是由過去文獻的整理[1, 2, 3, 4, 7, 8]，參酌「機關委託技術服務廠商評選及計費辦法」和「各機關辦理公有建築物手冊」，並運用腦力激盪法而得，如表 4-1 和 4-2，說明如下：

表4-1 公共工程施工階段品質、工期、成本及風險之影響因子

項目 影響因子	品質(A)	工期(B)	成本(C)	風險(D)
影 響 因 子	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 圖說疑義處未澄清</li> <li>● 材料、設備品質瑕疵</li> <li>● 施工廠商人為疏忽、人為錯誤、技術不良等造成工程施工品質瑕疵</li> <li>● 新工法、新材料之使用</li> <li>● 施工廠商工地管理不佳</li> <li>● 施工性困難造成施工品質不易掌握</li> <li>● 文件管理不當</li> <li>● 施工各界面整合不佳</li> <li>● 因設計圖說與現況不符而變更設計</li> <li>● 因設計圖說與法令規定不符而變更設計</li> <li>● 建築師未依照監造計劃書內容監造施工廠商施工</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 施工廠商未依時限提供圖書資料供審核，或須修正之圖書資料未依時限修正再送審</li> <li>● 專案管理廠商、建築師對施工廠商所提供之圖書資料審核時程過久</li> <li>● 現況與圖面不符</li> <li>● 外管線作業延遲影響工程進度</li> <li>● 建管行政作業延誤影響工程進度</li> <li>● 施工廠商進料、出工、工地管理不佳、各包商進度協調不佳影響工程進度</li> <li>● 工程施工品質瑕疵須重作而影響工程進度</li> <li>● 材料、設備品質瑕疵須重驗而影響工程進度</li> <li>● 變更設計作業影響工程進度</li> <li>● 工法的選擇、工法變更影響工程進度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 現況與圖面不符</li> <li>● 變更設計作業影響工程成本變動</li> <li>● 一式計價的誤差</li> <li>● 營建物料價格的波動</li> <li>● 預算執行率之達成配合</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 工安危險</li> <li>● 估驗計價程序之風險</li> <li>● 計價付款之風險</li> <li>● 底價過低或最低價得標過低標價之風險</li> </ul>

表4-2 施工階段對品質、工期、成本及風險之管理改善方法

項目 改善方法	品質(E)	工期(F)	成本(G)	風險(H)
管 理 改 善 方 法	●工程變更設計之評估、處理及建議(協助機關評估是否需變更設計,並以書面方式做成建議,提交機關作為參考之依據)。			●儘量針對工程實際進度進行估驗計價。
	●各工作項目界面(土建、水電、空調設備、管線等)之協調及整合。		●儘量少用一式計價的方式	●針對工地安全衛生、整潔、秩序、防火、交通維持進行督導並做成紀錄備查。
	●重要分包廠商及設備製造商資歷之審核或複核。	●預定進度之審查或複核。	●於合約內明訂使用物價調整指數,或依工程會公告內容於特定營建物料給予施工廠商額外追加款項。	●儘量請業主依主計處公款支付時限規定辦理付款,或如遇預算不足則於合約內明訂俟預算下來再行給付。
	●針對施工廠商之施工計畫、品質計畫、施工圖說、器材樣品、材料試驗報告等資料之審查或複核。			
	●落實三級品管制度,並執行相關品管作業。	●所有工程施工進度之查核、分析、審查與監督工作及改善事項之追蹤。		●合理底價;採用最有利標決選施工廠商或經過資格及規格審查選取若干廠商進行比價
	●針對材料、設備規格文件及樣品審查。			
	●監督所有工程施工品保作業之執行及檢核、簽認制度之建立。			
	●督導施工廠商繪製施工大樣圖及管線套繪圖並審查。			
	●審查施工廠商派遣之品管人員之資格及是否到場執行管理工作。			
●協助圖說與規範釋疑。				

1.影響因子：

(1) 品質影響因子：

A1 圖說疑義處未澄清：

施工廠商對建築師(或設計者)的設計圖說施作有疑問,但未與建築師(或設計者)進一步溝通釋疑,只憑自己的經驗揣測施工,造成施工與圖面不符。

A2 材料、設備品質瑕疵：

指材料、設備進場時，專案管理廠商或建築師檢查後發現材料強度不足、材料規格與設計不符、設備品質有瑕疵、設備規格不符等問題，影響工程品質。

A3 施工廠商人為疏忽、人為錯誤、技術不良等造成工程施工品質瑕疵：

專案管理廠商於現場巡檢後，發現鋼筋組立時搭接長度不足；灌漿時未確實搗實，拆模後有蜂窩現象；焊工焊接草率等施工瑕疵，導致工程品質低落。

A4 新工法、新材料之使用：

譬如自充填混凝土（SCC）的使用，有解決混凝土搗實不良、蜂窩及漏水等現象產生的優點，進而提高混凝土施工品質。

A5 施工廠商工地管理不佳：

施工廠商工地現場物料堆置管理不佳，施工動線規劃不良，造成現場凌亂不堪，而專案管理廠商並未協助施工廠商改善，導致影響工程品質。

A5 施工性困難造成施工品質不易掌握：

如施工廠商在重要交通要道上進行基地開挖之施工措施不當，導致影響工程品質。

A7 文件管理不當：

施工廠商、專案管理廠商及建築師的品質管理文件未建立或未確實整理歸檔。

A8 施工各界面整合不佳：

大型工程界面複雜，專案管理廠商於土建、水電、空調設備、管線等各界面整合不佳，導致影響工程品質。

A9 設計圖說與現況不符：

如施工廠商進行基地開挖時發現地下管線分佈情況與設計圖說繪製有差異，導致影響工程品質。

A10 設計圖說與法令規定不符：

施工廠商發現部分設計圖說與法令規定有相違背處，必須臨時變更設計圖說，導致影響工程品質。

A11 建築師未依照監造計劃書內容監造施工廠商施工：

建築師未盡其責監造，導致無法確實發現施工缺失改進，導致完工後工程品質堪慮。

(2) 工期影響因子：

B1 施工廠商未依時限提供圖書資料供審核，或須修正之圖書資料未依時限修正再送審：

因施工廠商送請建築師及專案管理廠商審查圖書資料的時程遲延，導致某項工程之工期延遲。

B2 專案管理廠商、建築師對施工廠商所提供之圖書資料審核時程過久：

專案管理廠商、建築師對施工廠商所提供之圖書資料未能在時限內審核完畢，導致某項工程之工期延遲。

B3 現況與圖面不符：

如基地開挖時發現地下管線分佈情況與設計圖說繪製有差異，必須採取其他措施，工程才能繼續進行，此另外採取的措施導致工期的增加。

B4 外管線作業延遲影響工程進度：

如電力之外管線作業，須由台電等機關配合施作，故此部份之工期未能完全掌控，若台電等機關無法在預定之工期內完成施作作業，導致工程後續相關作業延遲。

B5 建管行政作業延誤影響工程進度：

如使用執照之申請，未能在業主預期的時間內下來，導致整個工程計畫時限往後延遲。

B6 施工廠商進料、出工、工地管理不佳、各包商進度協調不佳影響工程進度：

施工廠商進料、出工、工地管理不佳，導致施工進度緩慢；或其中某工程之下包商進度延誤，使得下個延續工程之下包商遲遲無法開始工程之進行。

B7 施工品質瑕疵須重作而影響工程進度：

如混凝土灌漿拆模後，發現有嚴重粒料析離及蜂窩現象須拆除重作時，導致工期的增加。

B8 材料、設備品質瑕疵須重驗而影響工程進度：

如材料進場檢驗後發現與合約規範不符時，須重新進料；或設備安裝試車後發現其品質不符須部分拆除重新安裝以符合合約規範，導致工期的增加。

B9 變更設計作業影響工程進度：

變更設計作業須依變更設計流程進行，然後再變更設計，再重新施工，延誤工期。

B10 工法的選擇、工法變更影響工程進度：

如自充填混凝土（SCC）的使用，使得灌漿時間縮短；或地質狀況不良導致採用另外一種施工方法，而與原先預期的工期產生誤差。

(3) 成本影響因子：

C1 現況與圖面不符：

如基地開挖時發現地下管線分佈情況與設計圖說繪製有差異，須增加其他措施方能持續工程之進行，此非預期的措施增加施工廠商成本的支出，進而向業主提出追加工程款。

C2 一式計價的誤差：

施工廠商於標單一式計價之工程項目，於實際施作後與標單上所填寫之數目相差太多，導致成本低估，而後來須自行吸收差價。

C3 營建物料價格的波動：

營建物料價格非預期的大幅上揚，導致施工廠商進料成本增加。

C4 預算執行率之達成配合：

專案管理廠商協助業主達成工程主管機關對年度公共工程預算執行率之要求，導致工程成本之變化影響。

C5 變更設計作業影響工程成本變動：

因施工廠商為配合現場施作因素，或業主使用需求、專案管理廠商及建築師現場要求調整，與規範、圖說規定不同時，所產生之變更設計作業，導致工程成本之增加。

(4) 風險影響因子：

D1 工安危險：

工程進行中，專案管理廠商或建築師督導施工廠商依勞工安全衛生等相關規定，維護工地進出人員的安全及明訂施工機具使用規定，以防產生工安事件。

D2 估價計價程序之風險：

施工廠商每月於現場施作之工程項目，依合約規定辦理工程估驗，由專案管理廠商或建築師認定其完成數量時，導致計價計算產生之風險。

D3 計價付款之風險：

當專案管理廠商或建築師確認施工廠商每月之估驗計價款時，若業主因內部行政付款程序之機制問題，導致施工廠商領取估驗計價款之時間並未如公款支付時限規定之預期辦理。

D4 底價過低或最低價得標過低標價之風險：

業主因預算不足而壓低底價，或在合理預算下，投標廠商低價搶標，影響工程品質、進度及成本。

2.專業營建管理改善方法：

(1) 品質改善方法：

E1 工程變更設計之評估、處理與建議：

當業主使用需求變更，或施工廠商為配合現場施工狀況調整，由專案管理廠商針對變更部份提出適切之評估與建議，使工程品質不影響為原則。

E2 各工作項目界面（土建、水電、空調設備、管線等）之協調及整合：

專案管理廠商以溝通、協調整合各平行包商工作項目之不同界面，以提昇工程施作品質。

E3 重要分包廠商及設備製造商資歷之審核或複核：

為協助施工廠商尋得符合合約規範之優良廠商，專案管理廠商針對重要分包廠商及設備製造商資歷予以實際審核或複核。

E4 針對施工廠商之施工計畫、品質計畫、施工圖說、器材樣品、材料試驗報告等資料之審查或複核：

為確保施工廠商建立自主品管制度，專案管理廠商對施工廠商之施工計畫、品質計畫、施工圖說、器材樣品、材料試驗報告等資料予以實際審查或複核。

E5 落實三級品管制度，並執行相關品管作業：

三級品管制度即施工廠商施工品質保證系統之一級品管、工程主辦單位施工品質保證系統之二級品管及工程主管機關之工程施工品質評鑑三級品管。而依公共工程品質管理制度，專案管理廠商應該成立品管組織、訂定品質管理計畫、查證材料設備、查核施工作業、記錄建檔保存；另專案管理廠商應該審視施工廠商成立品管組織、訂定施工要領、訂定施工品質管理標準、訂定檢驗程序、訂定施工自主檢查表、建立文件記錄管理系統。

E6 針對材料、設備規格文件及樣品審查：

專案管理廠商或建築師規定施工廠商提報進場材料、設備規格文件及樣品審查，以確保施工品質或設備規格符合合約規範。

E7 監督所有工程施工品保作業之執行及檢核、簽認制度之建立：

專案管理廠商或建築師確認施工廠商施工現場自主品管實行之情形。

E8 督導施工廠商繪製施工大樣圖及管線套繪圖並審查：

專案管理廠商督導施工廠商繪製施工大樣圖及管線套繪圖並予以審查，進而確認各平行包商界面之整合情形。

E9 審查施工廠商派遣之品管人員之資格及是否到場執行管理工作：

專案管理廠商審查施工廠商品管人員之資格須符合公共工程施工品質管理作業要點之規定，及是否確實在場執行品管工作。

E10 協助圖說與規範釋疑：

專案管理廠商協助施工廠商與建築師（或設計者）澄清圖說與規範釋疑，使施工情況與設計相符。

(2) 工期改善方法：

F1 工程變更設計之評估、處理與建議：

當業主使用需求變更，或施工廠商為配合現場施工狀況調整，由專案管理廠商針對變更部份對工期影響，提出適切之評估與建議。

F2 工作項目界面(土建、水電、空調設備、管線等)之協調及整合：

專案管理廠商以溝通、協調等方式整合各平行包商工作項目之不同界面，使工程能順利進行，不延遲工期。

F3 重要分包廠商及設備製造商資歷之審核或複核：

為協助施工廠商尋得符合合約規範之優良廠商，專案管理廠商針對重要分包廠商及設備製造商資歷予以實際審核或複核，使其對工期之掌握，較能達到進度如期之目標。

F4 預定進度之審查或複核：

專案管理廠商對施工廠商於工作執行計畫書內所提出有關預定進度(包括工作項目及排程等)之審查或複核其是否洽當。

F5 所有工程施工進度之查核、分析、審查與監督工作及改善事項之追蹤：

專案管理廠商定期查核施工廠商施工進度是否落後於預定進度，進而與施工廠商分析落後的原因，同時審核施工廠商提出之趕工計畫書，及監督落後之工作是否依趕工計畫內容有改善。

(3) 成本改善方法：

G1 工程變更設計之評估、處理與建議：

當業主使用需求變更，或施工廠商為配合現場施工狀況調整，由專案管理廠商針對變更部份對成本（如業主須額外支付之追加款項等）影響，提出適切之評估與建議。

G2 儘量少用一式計價的方式：

於標單上之工程項目，施工廠商儘量少用一式計價的方式填寫單價部分，以避免日後施作之單價誤差太大。

G3 於合約內明訂使用物價調整指數，或依工程會公告內容於特定營建物料給予施工廠商額外追加款項：

基於考量施工廠商營建施工成本，於合約內明訂每月估驗工項之單價須以內政部公告之物價調整指數予以調整後，再行複算估驗計價款項；另這兩年鋼材價格上揚，致使施工廠商承包單價與合約單價差異甚大，故為減少施工廠商直接成本之損失，工程會行文公告此部分之價差，施工廠商可向業主提出申請，另業主可視工程管理預備費支應情況給予施工廠商額外補貼。

(4) 降低風險方法：

H1 儘量針對工程實際進度進行估驗計價：

專案管理廠商於每月辦理估驗計價時，儘可能針對施工廠商工程實際進度進行估驗計價，以避免圖利施工廠商嫌疑之風險。

H2 針對工地安全衛生、整潔、秩序、防火、交通維持進行督導並做成紀錄備查：

專案管理廠商針對施工廠商之工地安全衛生、整潔、秩序、防火、交通維持進行督導，致使工安問題降至最低。

H3 儘量請業主依主計處公款支付時限規定辦理付款，或如遇預算不足則於合約內明訂俟預算下來再行給付：

當專案管理廠商核定施工廠商當月之估驗計價表（單），常因業主內部之行政審核及付款程序繁複，導致施工廠商領到計價款額之時間往往超出施工廠商之預期；另如遇有年度預算不足或年度預算尚未核撥時，業主勢必得暫緩計價付款。上述兩個原因常造成施工廠商資金周轉上之風險。

H4 合理底價；採用最有利標決選施工廠商或經過資格及規格審查選取若干廠商進行比價：

業主或建築師應依據核定預算作控管，避免過量、過質之規劃設計造成預



算不足、底價偏低之情形。另藉由最有利標評選機制或規格審查機制確保施工廠商之能力，進而達成工程品質如質、進度如期、成本如度之期望。

#### 4.1.2 影響因子與改善方法之關係

施工階段各影響因子與改善方法之關係如圖 4-1 所示。說明如下：

##### 1. 品質改善方法與影響品質因子之關係：

###### (1) 工程變更設計之評估、處理與建議：

施工廠商為配合現場施工狀況調整，由專案管理廠商針對變更部份提出適切之評估與建議。而現場的施工狀況可能是因為工程施工時發現現況與圖面不符、設計圖說與法令規定不符或因界面整合問題而有變更設計的需要，所以「工程變更設計之評估、處理與建議」與「施工各界面整合不佳」、「設計圖說與法令不符」、「設計圖說與現況不符」三項影響品質因子有關。

###### (2) 工作項目界面（土建、水電、空調設備、管線等）之協調及整合：

專案管理廠商以溝通、協調整合各平行包商工作項目之不同界面，所以其和「施工各界面整合不佳」影響品質因子有關。

###### (3) 重要分包廠商及設備製造商資歷之審核或複核：

專案管理廠商針對重要分包廠商及設備製造商資歷予以實際審核或複核，目的在於尋得優良的分包廠商，其自主品管、施工技術優良，以提升工程施工品質，所以專案管理廠商的「重要分包廠商及設備製造商資歷之審核或複核」和影響品質因子中的「材料、設備品質瑕疵」、「施工廠商人為疏忽、技術不良等造成工程施工品質瑕疵」、「新工法、新材料之使用」、「施工廠商工地管理不佳」、「施工性困難造成施工品質不易掌握」、「文件管理不當」、「施工各界面整合不佳」有關。

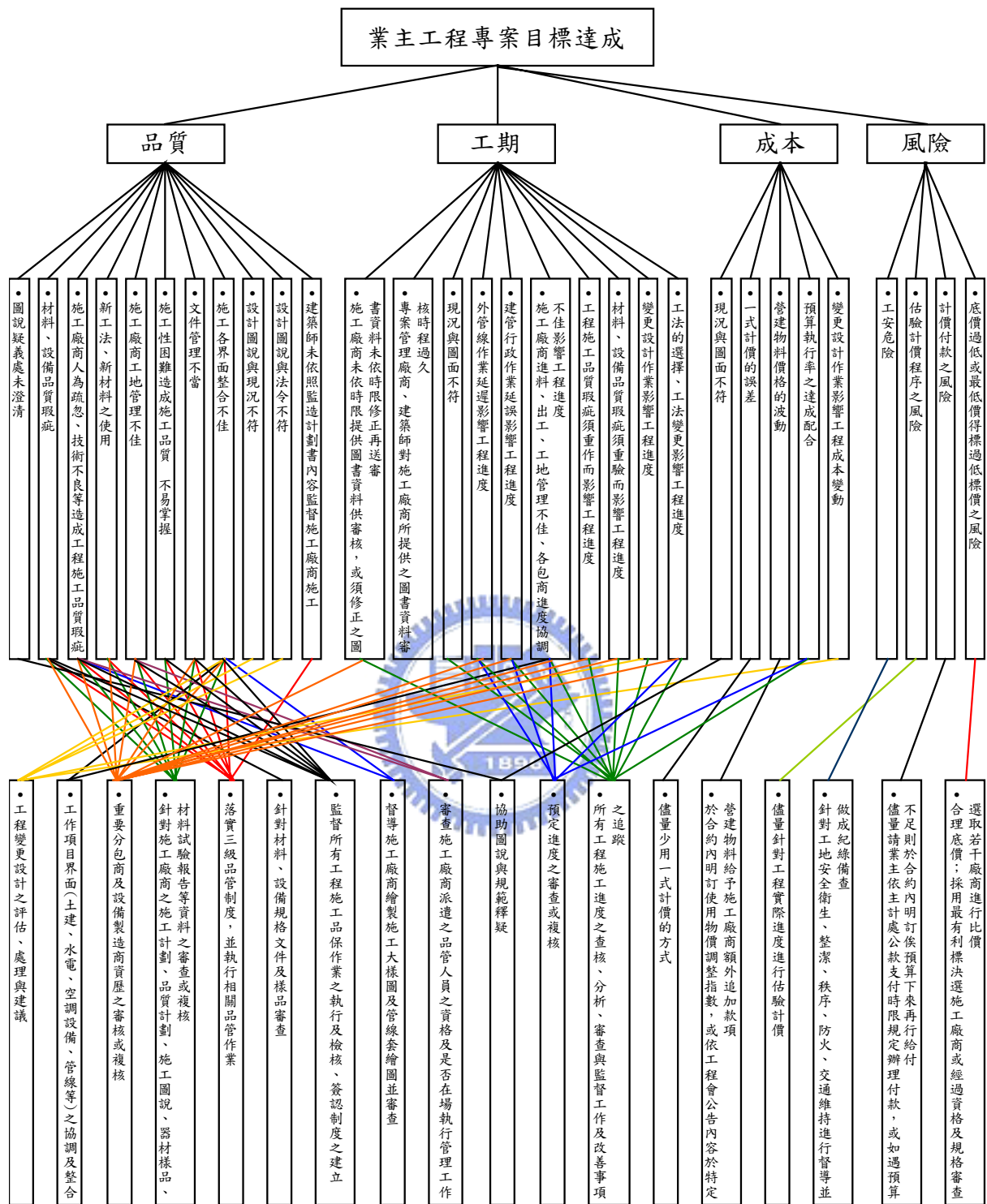


圖4-1 施工階段各影響因子與改善方法之關係

(4) 針對施工廠商之施工計畫、品質計畫、施工圖說、器材樣品、材料試驗報告等資料之審查或複核：

專案管理廠商對施工廠商之施工計畫、品質計畫、施工圖說、器材樣品、材料試驗報告等資料予以實際審查或複核為，是因為了確保施工廠商建立自主品管制度，所以其和影響因子中的「材料、設備品質瑕疵」、「施工廠商人為疏忽、技術不良等造成工程施工品質瑕疵」、「新工法、新材料之使用」、「施工廠商工地管理不佳」、「施工性困難造成施工品質不易掌握」、「文件管理不當」、「施工各界面整合不佳」有關。

(5) 落實三級品管制度，並執行相關品管作業：

三級品管制度即施工廠商施工品質保證系統之一級品管、工程主辦單位施工品質保證系統之二級品管及工程主管機關之工程施工品質評鑑三級品管。而依公共工程品質管理制度，專案管理廠商應該成立品管組織、訂定品質管理計畫、查證材料設備、查核施工作業、記錄建檔保存；另專案管理廠商應該審視施工廠商成立品管組織、訂定施工要領、訂定施工品質管理標準、訂定檢驗程序、訂定施工自主檢查表、建立文件記錄管理系統。所以專案管理廠商的「落實三級品管制度，並執行相關品管作業」之作為與影響因子中的「材料、設備品質瑕疵」、「施工廠商人為疏忽、技術不良等造成工程施工品質瑕疵」、「新工法、新材料之使用」、「施工廠商工地管理不佳」、「施工性困難造成施工品質不易掌握」、「文件管理不當」、「施工各界面整合不佳」、「建築師未依照監造計劃書內容監督施工廠商施工」等有關。

(6) 針對材料、設備規格文件及樣品審查：

專案管理廠商或建築師規定施工廠商提報進場材料、設備規格文件及樣品審查，以確保施工品質或設備規格符合合約規範。所以和影響因子的「材料、設備品質瑕疵」有關。

(7) 監督所有工程施工品保作業之執行及檢核、簽認制度之建立：

專案管理廠商或建築師確認施工廠商施工現場自主品管實行之情形。所以和影響品質因子中「材料、設備品質瑕疵」、「施工廠商人為疏忽、技術不良等造成工程施工品質瑕疵」、「施工廠商工地管理不佳」、「施工性困難造成施工品質不易掌握」、「文件管理不當」、「施工各界面整合不佳」等有關。

(8) 督導施工廠商繪製施工大樣圖及管線套繪圖並審查：

專案管理廠商督導施工廠商繪製施工大樣圖及管線套繪圖並予以審查，進而確認各平行包商界面之整合情形，所以和影響品質因子中「施工廠

商人為疏忽、技術不良等造成工程施工品質瑕疵」、「施工各界面整合不佳」有關。

(9) 審查施工廠商派遣之品管人員之資格及是否到場執行管理工作：

專案管理廠商審查施工廠商品管人員之資格須符合公共工程施工品質管理作業要點之規定，及是否確實在場執行品管工作。所以和影響品質因子中「施工廠商人為疏忽、技術不良等造成工程施工品質瑕疵」、「施工廠商工地管理不佳」有關。

(10) 協助圖說與規範釋疑：

專案管理廠商協助施工廠商與建築師（或設計者）澄清圖說與規範釋疑，使施工情況與設計相符。所以和影響品質因子中「圖說疑義處未澄清」有關。

2. 工期改善方法與影響工期因子之關係：

(1) 工程變更設計之評估、處理與建議：

工程一但有變更設計的需要，對工程的工期可能有影響，所以和影響工期因子中「變更設計作業影響工程進度」有關。

(2) 工作項目界面(土建、水電、空調設備、管線等)之協調及整合：

專案管理廠商以溝通、協調等方式整合各平行包商工作項目之不同界面，使工程能順利進行，不延遲工期。所以和影響工期因子中「施工廠商進料、出工、工地管理不佳、各包商進度協調不佳影響工程進度」有關。

(3) 重要分包廠商及設備製造商資歷之審核或複核：

專案管理廠商針對重要分包廠商及設備製造商資歷予以實際審核或複核，為了協助施工廠商尋得符合合約規範之優良分包廠商，使其對工期之掌握，較能達到進度如期之目標。所以和影響工期因子中「施工廠商未依時限提供圖書資料供審核，或須修正之圖書資料未依時限修正再送審」、「外管線作業延遲影響工程進度」、「建管行政作業延誤影響工程進度」、「施工廠商進料、出工、工地管理不佳、各包商進度協調不佳影響工程進度」、「施工品質瑕疵須重作而影響工程進度」、「材料、設備品質瑕疵須重驗而影響工程進度」、「工法的選擇、工法變更影響工程進度」等有關。

(4) 預定進度之審查或複核：

專案管理廠商對施工廠商於工作執行計畫書內所提出有關預定進度(包

括工作項目及排程等)之審查或複核其是否洽當。所以和影響工期因子中、「外管線作業延遲影響工程進度」、「建管行政作業延誤影響工程進度」、「施工廠商進料、出工、工地管理不佳、各包商進度協調不佳影響工程進度」、「工法的選擇、工法變更影響工程進度」等有關。

(5) 所有工程施工進度之查核、分析、審查與監督工作及改善事項之追蹤：

專案管理廠商定期查核施工廠商施工進度是否落後於預定進度，進而與施工廠商分析落後的原因，同時審核施工廠商提出之趕工計畫書，及監督落後之工作是否依趕工計畫內容有改善。所以和影響工期因子中「施工廠商未依時限提供圖書資料供審核，或須修正之圖書資料未依時限修正再送審」、「現況與圖面不符」、「外管線作業延遲影響工程進度」、「建管行政作業延誤影響工程進度」、「施工廠商進料、出工、工地管理不佳、各包商進度協調不佳影響工程進度」、「施工品質瑕疵須重作而影響工程進度」、「材料、設備品質瑕疵須重驗而影響工程進度」、「變更設計作業影響工程進度」、「工法的選擇、工法變更影響工程進度」等有關

3. 成本改善方法與影響成本因子之關係：

(1) 工程變更設計之評估、處理與建議：

當業主使用需求變更，或施工廠商為配合現場施工狀況調整，由專案管理廠商針對變更部份對成本（如業主須額外支付之追加款項等）影響，提出適切之評估與建議。所以和影響成本因子中的「變更設計作業影響工程進度」

(2) 儘量少用一式計價的方式：

於標單上之工程項目，施工廠商儘量少用一式計價的方式填寫，以避免日後施作之數目誤差太大時導致成本不符預算。所以和影響成本因子中「一式計價的誤差」有關。

(3) 於合約內明訂使用物價調整指數，或依工程會公告內容於特定營建物料給予施工廠商額外追加款項：

基於考量施工廠商營建施工成本，於合約內明訂每月估驗工項之單價須以內政部公告之物價調整指數予以調整後，再行複算估驗計價款項；另這兩年鋼材料價格上揚，致使施工廠商承包單價與合約單價差異甚大，故為減少施工廠商直接成本之損失，工程會行文公告此部分之價差，施工廠商可向業主提出申請，另業主可視工程管理預備費支應情況給予施工廠商額外補貼。

所以和影響成本因子中「營建物料價格的波動」有關

#### 4. 降低風險方法與風險影響因子之關係：

##### (1) 儘量針對工程實際進度進行估驗計價：

專案管理廠商於每月辦理估驗計價時，儘可能針對施工廠商工程實際進度進行估驗計價，以避免圖利施工廠商嫌疑之風險。所以和風險影響因子中的「估驗計價程序之風險」有關。

##### (2) 針對工地安全衛生、整潔、秩序、防火、交通維持進行督導並做成紀錄備查：

專案管理廠商針對施工廠商之工地安全衛生、整潔、秩序、防火、交通維持進行督導，致使工安問題降至最低。所以和風險影響因子中的「工安危險」有關

##### (3) 儘量請業主依主計處公款支付時限規定辦理付款，或如遇預算不足則於合約內明訂俟預算下來再行給付：

當專案管理廠商核定施工廠商當月之估驗計價表（單），常因業主內部之行政審核及付款程序繁複，導致施工廠商領到計價款額之時間往往超出施工廠商之預期；另如遇有年度預算不足或年度預算尚未核撥時，業主勢必得暫緩計價付款。上述兩個原因常造成施工廠商資金周轉上之風險。所以和風險影響因子中的「計價付款之風險」有關

##### (4) 合理底價；採用最有利標決選施工廠商或經過資格及規格審查選取若干廠商進行比價：

業主或建築師應依據核定預算作控管，避免過量、過質之規劃設計造成預算不足、底價偏低之情形。另藉由最有利標評選機制或規格審查機制確保施工廠商之能力，進而達成工程品質如質、進度如期、成本如度之期望。所以和風險影響因子中的「底價過低或最低價得標過低標價之風險」有關。

## 4.2 信度分析

所謂的信度（Reliability）是指測量工具的可靠性，可以從「穩定性」、「一致性」兩方面來說明：

### 1. 穩定度（Stability）：

表示以同樣的量測工具重覆的量測某一特質，而得到相同的結果。穩定性量測的信度類型有兩種：一為再測信度 (test-retest reliability)，指前後不同時間，使用同一份問卷，對同一群受測人測驗兩次，求出這兩次分數的相關係數，這種相關係數稱為穩定係數 (Coefficient of stability)，當算出的相關係數高時，表示此問卷的信度高。另一為複本信度 (alternative form reliability)，指兩份內容相似，難易度相當的問卷，對同一群受測者測驗，求出這兩份問卷分數的相關係數，稱為複本係數 (coefficient of forms)，如果兩份問卷在不同時間測驗，則兩份問卷分數的相關係數則稱為等值係數 (coefficient of equivalence)。

## 2. 一致性 (Consistency)：

在態度量表上，常以相關項目衡量相同態度，因此各項目間應有一致性，即是內部同質性 (internal homogeneity)。測量一致性的信度類型有三種，折半信度 (split-half reliability)、庫李信度 (Kuder-Richardson reliability)、評分者信度 (score reliability)。

而本研究的問卷設計係以多數問項量測同一態度量表，適合採用庫李信度之一致性的信度測試。其計算方式以 L.J Cronbach 所推導出的信度係數值  $\alpha$ ，公式如下：

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1}\right)\left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_t^2}\right)$$

$k$ ：量表中所包含的問項數

$\sigma_i^2$ ：所有受訪者在第  $i$  問項的分數的變異數， $i = 1, 2, 3, \dots, k$

$\sigma_t^2$ ：所有受訪者量表總分的變異數

Cronbach's  $\alpha$  係數愈大，表示量表的一致性愈高。吳統雄根據相關係數及變異數的分析，並參考約兩百篇提出信度的研究報告，建議  $\alpha$  係數的大小與可信程度如表 4-3 所示：

表4-3 Cronbach's  $\alpha$  係數與可信程度表

$\alpha$ 值	可信程度	不同研究性質之最低 $\alpha$ 水準
$\alpha \leq 0.3$	不可信	
$0.3 < \alpha \leq 0.4$	初步的研究，勉強可信	沒有參考文獻時
$0.4 < \alpha \leq 0.5$	稍微可信	探索性、有關案例很少時
$0.5 < \alpha \leq 0.7$	可信(最常見的範圍)	
$0.7 < \alpha \leq 0.9$	很可信 (次常見的範圍)	對研究問題相當了解時
$0.9 < \alpha$	十分可信	

資料來源：[28]

### 4.3 問卷設計與模糊語意變數

本研究問卷設計的內容，其評估尺度採用李克特 (Likert) 五點式量表方式評估每一因子的重要度，分成「非常重要」、「重要」、「普通」、「不重要」、「非常不重要」五等級。而每一問題的重要度在轉換為數值時，傳統上李克特五點尺度中，其「非常重要」、「重要」、「普通」、「不重要」、「非常不重要」五種語意變數，是以等距給分「5分」、「4分」、「3分」、「2分」、「1分」的方式處理。但事實上，由於每個人對評估準則的認知不同，每一語意變數間轉換為數值時，並非等距的。因此本研究在語意變數間轉換為數值時，採用 Chen and Huang[29]提出的一套方法，即先將語意性措辭 (linguistic terms) 轉化為相關的模糊數 (fuzzy number)，再將模糊數轉為明確數值 (crisp number) 的方法。Chen and Huang 在這種方法中建議八種轉換尺度，如圖 4-2 所示 (圖中 X 軸表示的是歸屬函數的論域 (universe of discourse)，Y 軸表示的是 X 值對語意值 (linguistic value) 的歸屬度 (degree of membership) )，而八種轉換尺度所用到的語意性措辭如表 4-4 所示：



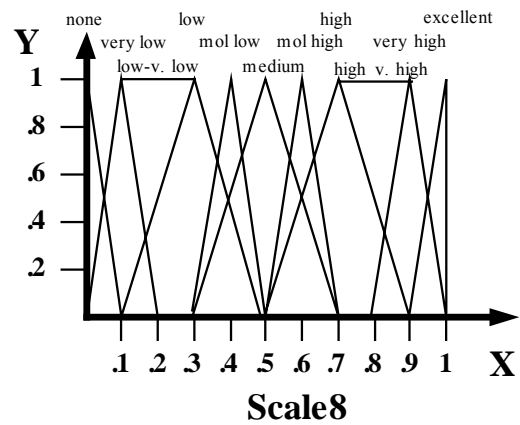
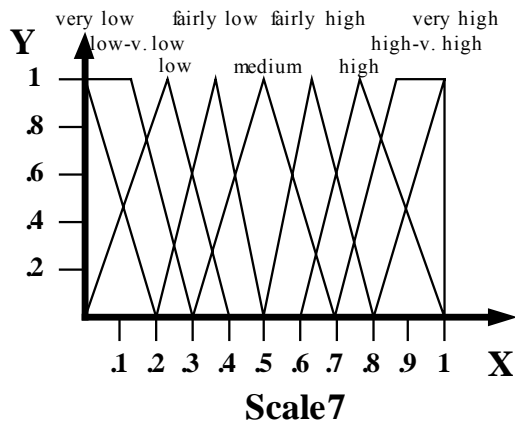
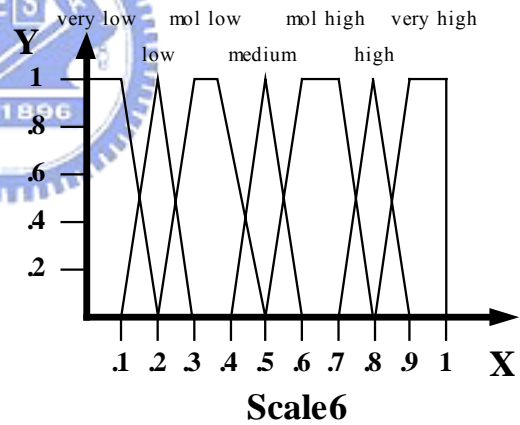
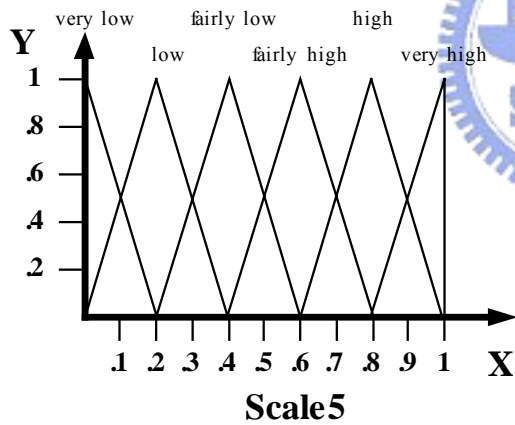
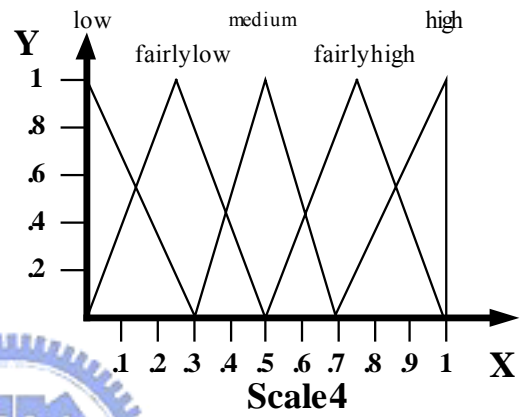
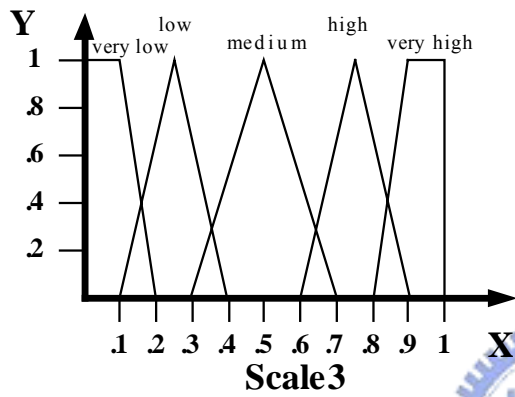
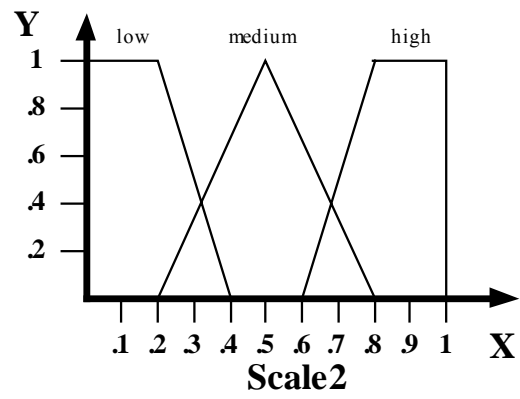
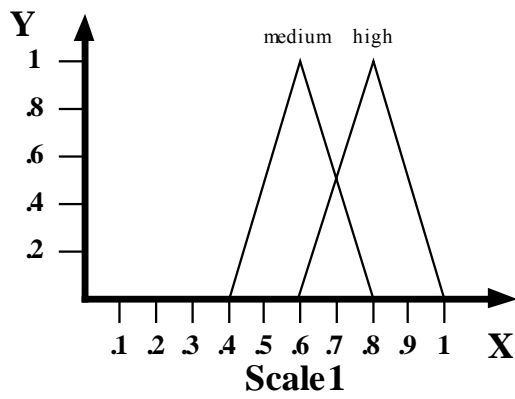


圖4-2 八種轉換尺度

表4-4 八個Scale模糊數與語意性措辭

SCALE	1	2	3	4	5	6	7	8
No. of term used	two	three	five	five	six	seven	nine	eleven
none								yes
v. low			yes		yes	yes	yes	yes
low-v. low							yes	yes
low		yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
fairly low				yes	yes		yes	
mol low						yes		yes
medium	yes	yes	yes	yes		yes	yes	yes
mol high						yes		yes
fairly high				yes	yes		yes	
high	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
high-v. high							yes	yes
v. high			yes		yes	yes	yes	yes
excellent								yes

v : very mol : more or less

資料來源：Chen S. J. and Huang C. L. [29]

其解模糊化的方法是採用左右得點法 (Right and Left Score)，基本概念為應用所定義的 fuzzy max 和 fuzzy min 兩模糊數與待轉換模糊數的交點，以決定左右得點值。當決定出左右得點值時，再利用所推得的公式計算其全得點 (total score)，此值即代表此模糊數的明確值。其主要方法如下：

先給定一個最大化集合 (maximizing set) 及一個極小化集合 (minimizing set)，表示如下：

$$\mu_{\max}(x) = \begin{cases} x & 0 \leq x \leq 1 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\mu_{\min}(x) = \begin{cases} 1-x & 0 \leq x \leq 1 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

假設  $M$  為一模糊數，則  $M$  的左值 (Left Score)  $\mu_L(M)$  和  $M$  的右值 (Right Score)

$\mu_R(M)$  可從下列運算得到：

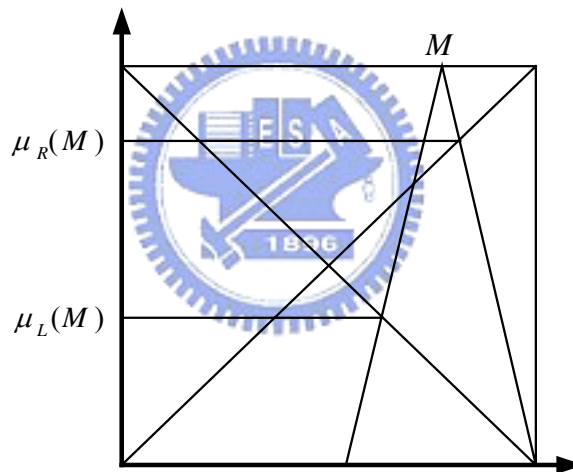
$$\mu_L(M) = \sup[\mu_M(X) \wedge \mu_{\min}(X)]$$

$$\mu_R(M) = \sup[\mu_M(X) \wedge \mu_{\max}(X)]$$

此處  $\mu_L(M)$  和  $\mu_R(M)$  是介於  $[0,1]$  間唯一的、明確的 (Crisp) 實數，圖形解說如圖 4-3。

將  $M$  的左值和右值做處理，可以得到  $M$  的總值為：

$$\mu_T(M) = \frac{1}{2}[\mu_R(M) + \mu_L(M)]$$



$\mu_R(M)$  為  $M$  的右邊和  $\mu_{\max}(X) = X$  交點之縱座標值

$\mu_L(M)$  為  $M$  的左邊和  $\mu_{\min}(X) = 1 - X$  交點之縱座標值

圖4-3 模糊數之轉換

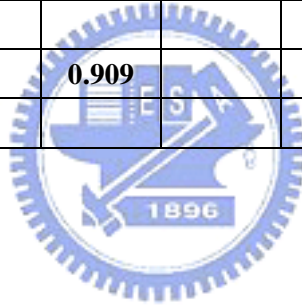
資料來源：Chen S. J. and Huang C. L. [29]

計算結果陳志堅[30]並將其整理如下表：

表4-5 八個尺度中的語意性措辭轉化為明確數字彙總

SCALE	1	2	3	4	5	6	7	8
No. of term used	tow	three	five	five	six	seven	nine	eleven
none								0.046
v. low			0.091		0.083	0.091	0.083	0.136
low-v. low							0.125	0.299
low		0.166	0.283	0.115	0.250	0.227	0.250	0.333
fairly low				0.300	0.416		0.370	
mol low						0.363		0.410
medium	0.583	0.500	0.500	0.500		0.500	0.5	0.500
mol high						0.637		0.590
fairly high				0.700	0.584		0.630	
high	0.75	0.833	0.717	0.885	0.750	0.773	0.750	0.667
high-v.high							0.875	0.701
v. high			0.909		0.917	0.909	0.917	0.864
excellent								0.954

v : very mol : more or less



#### 4.4 灰關聯度分析

灰關聯分析為鄧聚龍教授所提出灰色理論中的一部份，其主要是一分析離散序列資料間關係程度的測度方法。灰關聯分析的步驟如下：

1. 灰關聯生成：

假設有序列  $x_i^{(0)} = (x_i^{(0)}(1), x_i^{(0)}(2), x_i^{(0)}(3), \dots, x_i^{(0)}(n))$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, m, k = 1, 2, 3, \dots, n$

亦即

$$x_i^{(0)}(k) = \begin{pmatrix} x_1^{(0)}(1), x_1^{(0)}(2), x_1^{(0)}(3), \dots, x_1^{(0)}(n) \\ x_2^{(0)}(1), x_2^{(0)}(2), x_2^{(0)}(3), \dots, x_2^{(0)}(n) \\ x_3^{(0)}(1), x_3^{(0)}(2), x_3^{(0)}(3), \dots, x_3^{(0)}(n) \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ x_m^{(0)}(1), x_m^{(0)}(2), x_m^{(0)}(3), \dots, x_m^{(0)}(n) \end{pmatrix}$$

在進行灰關聯分析之前，必須使序列  $x_i^{(0)}$  的數據能符合可比性的的原則，所謂的可比性原則，即是原始的數據須滿足下列三個條件：

- (1) 無因次性：不論因子  $x_i^{(0)}(k)$  的測度為何，均需處理使其為無因次性。
- (2) 同等級性：各序列  $x_i^{(0)}$  中之值  $x_i^{(0)}(k)$  均屬同等級或等級相差不大。
- (3) 同極性：指序列中因子的描述狀態必須有相同的目標，目標的極性一致，即同為最大值或最小值。

為了滿足可比性原則，原始數據有許多的處理方法，而本研究中原始數據即滿足可比始原則，故不須做灰關聯生成。

## 2. 灰關聯度分析：

灰關聯度的計算方式如下：

假設有序列  $x_i = (x_i(1), x_i(2), x_i(3), \dots, x_i(n))$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, m$ ,  $k = 1, 2, 3, \dots, n$ ,

$x_i(k)$  為經灰關聯生成處理的數據，亦即

$$x_i(k) = \begin{pmatrix} x_1(1), x_1(2), x_1(3), \dots, x_1(n) \\ x_2(1), x_2(2), x_2(3), \dots, x_2(n) \\ x_3(1), x_3(2), x_3(3), \dots, x_3(n) \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ x_m(1), x_m(2), x_m(3), \dots, x_m(n) \end{pmatrix}$$

另外有  $x_0(k)$  為參考序列，而  $x_1(k)$ 、 $x_2(k)$ ... $x_m(k)$  為比較序列，則灰關聯係數定義為：

$$\gamma(x_0(k), x_i(k)) = \frac{\Delta_{\min} + \zeta \Delta_{\max}}{\Delta_{0i} + \zeta \Delta_{\max}}$$

其中：

$\zeta \in (0,1]$ ，為辨識係數

$\Delta_{0i}(k) = |x_0(k) - x_i(k)|$ ，為  $x_0(k)$  和  $x_i(k)$  之間差的絕對值

$\Delta_{\min} = \min_{\forall i} \min_{\forall k} \Delta_{0i}(k) = \min_{\forall i} \min_{\forall k} |x_0(k) - x_i(k)|$ ，為所有  $x_0(k)$  和  $x_i(k)$  之間差絕對值的最小值

$\Delta_{\max} = \max_{\forall i} \max_{\forall k} \Delta_{0i}(k) = \max_{\forall i} \max_{\forall k} |x_0(k) - x_i(k)|$ ，為所有  $x_0(k)$  和  $x_i(k)$  之間差絕對值的最大值



求得灰關聯係數後，可以進行灰關聯度的計算，計算方式如下：

$$\gamma(x_0, x_i) = \sum_{k=1}^n \beta_k \gamma(x_0(k), x_i(k))$$

$\beta_k$  為權重值，而  $\sum_{k=1}^n \beta_k = 1$ ，若取等權重來計算灰關聯度，則  $\beta_k = \frac{1}{n}$ ，灰

關聯度可以寫成下式：

$$\gamma(x_0, x_i) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \gamma(x_0(k), x_i(k))$$

### 3. 辨識係數

在灰關聯係數中，辨識係數的功能主要是作背景值和待測值之間的對比，數值的大小可以根據實際的需要做適當之調整。一般而言，辨識係數的數值均取為 0.5，但是為了加大結果的差異性，可以依實際需要做調整。由實際的數學證明中得知，辨識係數數值的改變只會變化灰關聯係數數值的大小，一般不會影響灰關聯度的排序。

#### 4. 灰關聯序

根據灰色理論的定義，傳統的灰關聯度是表示兩個序列的相關程度，而且為定性的分析，因此最重要的訊息是各個關聯度之數值大小排序。將  $m$  個比較序列對同一參考序列  $x_0$  求其灰關聯度，並依其數值大小順序排列，所成一個大小的關係便稱為灰關聯序，數學模式的表示方式為：在參考序列  $x_0$  及比較序列  $x_i$

$$x_0 = (x_0(k)), x_i = (x_i(k)), k = 1, 2, 3, \dots, n, i = 1, 2, 3, \dots, m$$

中，如果  $\gamma(x_0, x_i) \geq \gamma(x_0, x_j)$ ，則稱  $x_i$  對  $x_0$  的關聯度大於  $x_j$  對  $x_0$  的關聯度，用  $x_i \succ x_j$  表示，而上述排列稱為  $x_i$  和  $x_j$  的灰關聯序。

整個求灰關聯序的流程如圖 4-4。



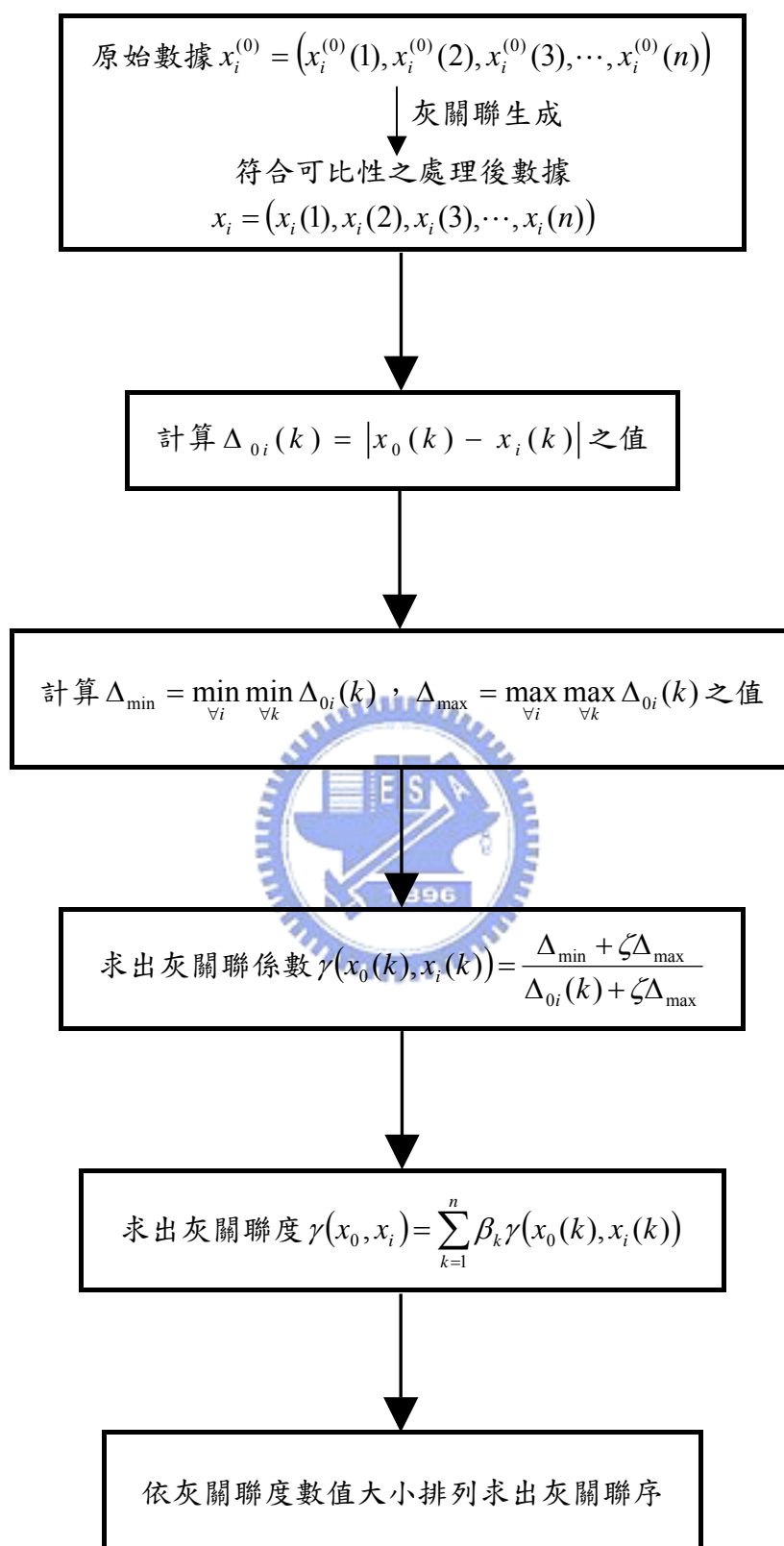


圖4-4 局部灰關聯度計算流程圖