

國立臺灣大學工學院土木工程學系

碩士論文

Department of Civil Engineering

College of Engineering

National Taiwan University

Master Thesis

建構公共工程施工階段績效評估機制之研究

-以建築工程為例

Establishing Performance Evaluation Mechanisms
during Construction Phase for Public Constructions

-An Example on Building Construction Projects

陳佩君

Pei-Chun Chen

指導教授：曾惠斌 博士

Advisor: Hui-Ping Tserng, Ph.D.

中華民國 100 年 6 月

June, 2011

國立臺灣大學碩士學位論文

口試委員會審定書

建構公共工程施工階段績效評估機制之研究
-以建築工程為例

Establishing Performance Evaluation Mechanisms
during Construction Phase for Public
Constructions-An Example on Building
Construction Projects

本論文係陳佩君君 (R98521715) 在國立臺灣大學土木工程學系碩士班完成之碩士學位論文，於民國 100 年 6 月 17 日承下列考試委員審查通過及口試及格，特此證明

口試委員：

曾 惠 斌

(指導教授)

林 利 國

周 慧 瑜

賴 宇 亭

呂 良 正

曾惠斌

林利國

周慧瑜

賴宇亭

呂良正

系主任

致謝

兩年的研究生生活，許多貴人相助，才能在今天順利從營管組畢業，這一切要感謝太多人了，不如就謝天吧！

開玩笑的。

首先要先感謝指導教授曾惠斌老師，不管是研究上、生活上，老師都很照顧我們，有時候還八卦得很可愛，祝福老師的孩子們都順順利利長大成人。另外還要感謝其他營管組的老師們：張陸滿老師、郭斯傑老師、荷世平老師、陳柏翰老師，上老師們的課實在是受益良多，也感謝老師們給我很多在修改論文上的具體建議。還有口試委員們，林利國教授、周慧瑜教授以及賴宇亭副處長，感謝你們給的寶貴建議。除此之外，還要感謝工程會的景文學長、孟學學長跟周簡的幫忙，沒有你們我的論文不可能生得出來，也謝謝你們給我的眾多建議，真的很感謝。

再來要感謝的是同窗兩年的同學們，在寫論文的危急存亡之秋能有你們一起努力，痛苦的生活好像也不那麼難捱了，可以互相為彼此打氣或一起哀哀叫比頁數，苦中作樂好像讓彼此更緊密了。

謝謝俐璇。認識六年來，你一直是我很重要的依靠，不管是喜是怒是哀是樂都可以與你分享。放心！我緊急聯絡人的空格暫時都還會是你的名字。謝謝Nono。感謝你在我們的最後一年幫我們那麼多，我知道很多事情你不必理我們的，但你是條有情有義的漢子，在碩二這年有你在也算是上天的恩賜。謝謝我親愛的室友們。感謝妳們理解研究生總是處於焦慮不已的狀態，也許有時候我會不自覺忽略了笑臉，但是我愛妳們。謝謝乃瑄。感謝妳時常的陪伴讓我偶爾可以從

論文的壓力中跳脫出來，記得何謂生活。謝謝土木系女籃。當初說為了要再打兩年球所以非考上研究所不可的話也不是說假的，結果我真的又打了整整兩年，謝謝所有女籃的成員完成我打進大土盃冠亞賽的願望。謝謝你們。

最後要感謝最重要也最愛的爸媽，沒有你們就沒有我，滿滿感謝溢於言詞，我愛你們。



摘要

當工程進行中，完成工程最希望之結果為如期完工、不超支、及具有良好品質，其中又以公共工程此種有關公眾利益之工程更須符合此種需求。公共工程為國家發展之重大指標，因而公共工程品質好壞除了對工程本身有重大影響，對於國家發展也有舉足輕重的地位，因此，對公部門而言，有效管控工程專案之表現為一重要課題。目前國內績效評估文獻大多偏重於評分機制，而傳統的工程專案控制大多仰賴工程專案管理人員的經驗觀察，系統化模式管理並不多見。目前評估工程專案績效的研究眾多，但著重進度與成本之績效評估，品質績效僅止於概念描述，無法作有效的評量。

為了建立一個客觀之績效評估管理機制，本研究以公部門業主的角度解析，並將已完工的工程專案導入資料庫，使用 CAPP (Continuous Assessment Project Performance) 績效管控理論發展成本與進度績效管控機制；並加入品質績效概念，以查核分數作為工程品質之代表，利用相關性分析找出指標與查核分數的關係，定義出工程品質績效評估標準。績效評估機制建立後，將執行中專案導入評估機制應用，可對執行中之工程專案進行績效評估管控，並建立一套績效評估建置流程與架構原則，以滿足其他單位執行績效評估之需求。

研究成果除了以業主角度利用 CAPP 對工程專案進行績效評估，找出分別標竿與警示的方程式，可判斷執行中案例目前屬於標竿抑或是警示，更以查核分數為品質績效評估基礎，針對工程專案之變更設計與進度進行相關性分析，求得重要之工程專案時程百分比，以及建立績效評估建置之步驟可套用於其他績效評估之需求。

關鍵詞：績效評估、CAPP、品質績效

Abstract

When the project is in progress, our best hope is that the project is completed on schedule, does not have cost overrun and has excellent quality. Public constructions, which are related to public interest, conform with those demands mostly than other constructions. Public constructions are significant indicators to national development and the quality of public constructions has a great impact on it. Because of that, controlling the constructions projects effectively is important for the government institutions. However, references of project performance evaluation emphasize mostly on scoring the construction projects and traditional project management depends on the experiences of project manager. Researches on project performance are numerous. Most of them focuses on schedule and cost. As for quality performance, it has been not evaluated effectively.

To build an objective performance evaluation mechanism, this research uses CAPP (Continuous Assessment Project Performance) theory to develop performance evaluation mechanism on schedule and cost from owner's viewpoint and add quality performance concept that uses checking points for evaluation

This study finds the equations that can separate good cases and bad cases to evaluate executing case after bringing the continuous indicators into the performance

evaluation mechanism. This study also uses relevant analysis to find the relation between change orders and checking points and between schedule variance and checking points to find the important time interval.

Key word : performance evaluation, CAPP (Continuous Assessment Project Performance), quality performance



目錄

致謝.....	i
摘要.....	iii
Abstract.....	iv
目錄.....	vi
圖目錄.....	viii
表目錄.....	xi
第一章 緒論.....	1
1.1 研究動機	1
1.2 研究目的	1
1.3 研究範圍與限制	2
1.4 研究流程	2
1.4.1 第一階段：指標分析	2
1.4.2 第二階段：完工案例建立績效評估機制	3
1.4.3 第三階段：執行中案例實際演練	3
1.5 小結	5
第二章 文獻回顧.....	6
2.1 公共工程之定義	6
2.2 績效評估	7
2.2.1 績效評估之定義	7
2.2.2 績效評估方法	8
2.2.3 工程績效指標	10
2.3 績效評估管控系統 CAPP	11
2.3.1 連續性績效指標	13
2.3.2 CAPP 參數判讀	14

2.4 小結	15
第三章 績效評估機制之建置方法.....	16
3.1 績效評估機制建置之架構	16
3.2 績效評估指標確立	17
3.2.1 篩選文獻中指標	18
3.2.2 公部門既有指標	19
3.2.3 可用指標篩選	22
3.3 連續性指標 CAPP 管控區間建立方法	25
3.3.1 區別分析	25
3.3.2 模糊區間	26
3.3.3 CAPP 管控區間建立流程	26
3.4 非連續性指標相關性分析方法	28
3.5 小結	30
第四章 績效評估機制之建置.....	32
4.1 連續性指標 CAPP 績效管控機制	32
4.1.1 案例分類	33
4.1.2 建立案例資料	35
4.1.3 數據正規化	35
4.1.4 指標顯著差異分析	36
4.1.5 管控區間建立結果	46
4.2 非連續性指標之相關性分析	52
4.3 績效管控機制之視覺化	58
4.3.1 視覺化管控設定	58
4.3.2 警示燈號設定	59
4.4 績效評估機制之驗證	60
4.4.1 查核分數與進度差異之關係	60

4.4.2 查核分數預測後續進度差異之驗證	63
4.5 績效評估機制之建置架構	67
4.6 實際績效評估	69
4.7 小結	73
第五章 結論與建議.....	74
5.1 結論	74
5.2 後續研究建議	75
參考文獻.....	76
附錄 A、詳細案例分類表.....	79



圖目錄

圖 1. 1 研究流程圖.....	4
圖 1. 2 CAPP 績效評估流程(整理自劉加麗, 2009).....	5
圖 2. 1 CAPP 工程專案資料填寫介面(Russell et al., 1997).....	12
圖 2. 2 CAPP 工程專案時程填寫介面(Russell et al., 1997).....	12
圖 2. 3 CAPP 連續性績效評估指標(Russell et al., 1997).....	14
圖 2. 4 工程專案管控(Russell et al., 1996).....	15
圖 3. 1 績效評估機制建置之架構.....	17
圖 3. 2 三級品管示意圖.....	20
圖 3. 3 區別分析示意圖(修改自 John C. Davis, 2002).....	26
圖 3. 4 模糊區間示意圖(劉加麗, 2009).....	28
圖 3. 5 相關示意圖.....	31
圖 4. 1 CAPP 績效評估流程(整理自劉加麗, 2009).....	32
圖 4. 2 案例規模分布示意圖.....	33
圖 4. 3 案例分類分布圖.....	34
圖 4. 4 進度差異(未正規化).....	36
圖 4. 5 進度差異(正規化後).....	36
圖 4. 6 實際進度顯著性分析示意圖($\alpha=10\%$).....	38
圖 4. 7 進度差異顯著性分析示意圖($\alpha=10\%$).....	39
圖 4. 8 業主實際支出顯著性分析示意圖($\alpha=10\%$).....	40
圖 4. 9 業主實際支出與預定支出百分比顯著性分析示意圖($\alpha=10\%$).....	41
圖 4. 10 實際進度顯著性分析示意圖($\alpha=20\%$).....	42

圖 4. 11 進度差異顯著性分析示意圖($\alpha=20\%$)	43
圖 4. 12 業主實際支出顯著性分析示意圖($\alpha=20\%$)	44
圖 4. 13 業主實際支出與預定支出百分比顯著性分析示意圖($\alpha=20\%$)	45
圖 4. 14 變更金額百分比分布示意圖	53
圖 4. 15 變更金額百分比與查核分數相關性分析 P 值示意圖	54
圖 4. 16 變更期程百分比分布示意圖	55
圖 4. 17 變更時程百分比與查核分數相關性分析 P 值示意圖	56
圖 4. 18 查核分數與進度差異之相關性分析 P 值示意圖	57
圖 4. 19 查核分數與進度差異之相關性分析 P 值示意圖(查核分數減去進度分數)	58
圖 4. 20 視覺化之標準曲線	59
圖 4. 21 執行中工程專案導入視覺化標準曲線	59
圖 4. 22 警示燈號示意圖	60
圖 4. 23 查核管控時程	61
圖 4. 24 時程百分比 20%之實際之查核分數與進度差異之趨勢	62
圖 4. 25 時程百分比 20%之實際之查核分數與進度差異之趨勢	63
圖 4. 26 查核分數與進度差異(時程百分比 20%與 30%)之關係圖	65
圖 4. 27 查核分數與進度差異(時程百分比 65%~85%與查核時間點後 10%)之關係圖	66
圖 4. 28 績效評估機制之流程圖	69
圖 4. 29 實際進度管控圖	71
圖 4. 30 進度差異管控圖	71
圖 4. 31 業主實際支出管控圖	72
圖 4. 32 業主實際支出與預定支出百分比管控圖	72
圖 4. 33 績效評估成果顯示	73

表目錄

表 2. 1 文獻指標分類.....	11
表 3. 1 以業主角度發展之指標.....	18
表 3. 2 三級品管主要工作項目(行政院公共工程委員會品管班教材, 2009)	21
表 3. 3 最後篩選指標結果(本研究整理).....	23
表 3. 4 篩選出之績效指標定義(本研究整理).....	24
表 3. 5 連續性指標與非連續性指標(本研究整理)	24
表 3. 6 資料來源.....	28
表 4. 1 簡略案例分類表.....	35
表 4. 2 實際進度顯著性分析 P 值表($\alpha=10\%$).....	38
表 4. 3 進度差異顯著性分析 P 值表($\alpha=10\%$).....	39
表 4. 4 業主實際支出顯著性分析 P 值表($\alpha=10\%$).....	40
表 4. 5 業主實際支出與預定支出百分比顯著性分析 P 值表($\alpha=10\%$).....	41
表 4. 6 實際進度顯著性分析 P 值表($\alpha=20\%$).....	42
表 4. 7 進度差異顯著性分析 P 值表($\alpha=20\%$).....	43
表 4. 8 業主實際支出顯著性分析 P 值表($\alpha=20\%$).....	44
表 4. 9 業主實際支出與預定支出百分比顯著性分析 P 值表($\alpha=20\%$).....	45
表 4. 10 進度差異分類結果.....	48
表 4. 11 業主實際支出與預定支出百分比分類結果.....	48
表 4. 12 實際進度指標區別分數分布.....	50
表 4. 13 進度差異指標區別分數分布.....	50
表 4. 14 業主實際支出指標區別分數分布.....	50

表 4. 15 業主實際支出與預定支出百分比指標區別分數分布	50
表 4. 16 變更金額百分比與查核分數相關性分析結果	53
表 4. 17 變更期程百分比與查核分數之相關性分析結果	55
表 4. 18 查核分數與進度差異之相關性分析結果	56
表 4. 19 查核分數與進度差異之相關性分析結果(查核分數減去進度分數)	57
表 4. 20 時程百分比 20%之實際之查核分數與進度差異之相關性分析結果	61
表 4. 21 時程百分比 65%~85%之實際之查核分數與進度差異之相關性分析結果	63
表 4. 22 查核分數(時程百分比 20%)與查核後 10%之進度差異之相關性分析	64
表 4. 23 詳細查核分數與進度(承圖 4.26)	65
表 4. 24 查核分數(時程百分比 65%~85%)與查核後 10%之進度差異之相關性分 析	66
表 4. 25 詳細查核分數與進度(承圖 4.27)	67
表 4. 26 案例資料	70

第一章 緒論

公共工程為國家發展之重大指標，因此如何管控公共工程之工程績效為一重要課題，本研究以 CAPP 績效管控理論加以品質績效評估作為管控工程績效之工具，期以達到針對執行中專案作績效評估與管控之目的。本章就研究動機、研究目的、研究範圍與限制、與研究流程對本研究作一基本之介紹。

1.1 研究動機

工程之進行，如期、如價、如質為完成工程最希望之結果，其中又以公共工程此種有關公眾利益之工程更須符合此種需求。公共工程為國家發展之重大指標，而公共工程品質好壞除了對工程本身有重大影響，對於國家發展也有舉足輕重的地位，因此，對公部門而言，如何有效管控工程專案之表現為一重要課題。而國內公部門雖蒐集了大筆的工程資料，但是卻缺乏了對評估工程專案表現的績效管控機制。

然而目前國內績效評估文獻大多偏重於評分機制，主要為對於工程之績效表現發展出評分的標準，但評分機制依然具有人的主觀意識。另外，傳統的工程專案控制大多仰賴工程專案管理人員的經驗觀察，系統化模式管理並不多見，因此為了監控工程專案績效表現，建立客觀之績效評估管理機制為公部門當務之急。另外，目前評估工程專案績效的研究眾多，但著重進度與成本之績效評估，品質績效僅止於概念描述，無法作有效的評量。

1.2 研究目的

為了建立一個客觀之績效評估管理機制，本研究以公部門業主的角度的解析，並將已完工的工程專案導入資料庫，使用 CAPP (Continuous Assessment Project Performance) 績效管控理論發展成本與進度績效管控機制；並加入品質績效概

念，以查核分數作為工程品質之代表，利用相關性分析找出指標與查核分數的關係，定義出工程品質績效評估標準。績效評估機制建立後，將執行中專案導入評估機制應用，可對執行中之工程專案進行績效評估管控，並建立一套績效評估建置流程與架構原則，以滿足其他單位執行績效評估之需求。

1.3 研究範圍與限制

一個工程包含許多階段並有許多角色，本研究僅著墨於工程施工階段，並以公部門業主的角度來評估工程績效與作出警示。

本研究範圍為國內已完工公共工程案例。所有案例皆為真實案例，其資料來源為行政院公共工程委員會，為民國九十七年到九十九年教育部五千萬至兩億非統包建築工程並具有查核分數之工程專案。資料來自歷史案例，並以此為根據管控未來執行專案。

1.4 研究流程

本研究取樣歷史案例使用 CAPP 績效管控理論發展成本與進度績效管控機制，同時加入品質績效概念，使用查核分數作為工程品質之依據，藉以補強績效評估的完整性，最後將執行中之工程專案導入本研究建構之績效管控機制中，若有異常則給予警示燈號。

研究流程如圖 1.1 所示，本研究流程主要分作三階段：第一階段為指標確立，第二階段為工程績效評估機制建立，第三階段為執行中工程專案導入績效評估機制進行演練。

1.4.1 第一階段：指標分析

本階段將文獻中之工程績效指標與公部門之既有指標中篩選出以業主角度發展之指標，簡單分成以下幾類：成本、進度、安全、品質、變更、其他，再從

中挑選出具有較具有代表性並可量化之指標，分為連續性指標與非連續性指標。指標選出後可進入下一階段。

1.4.2 第二階段：完工案例建立績效評估機制

此階段將第一階段的指標分為兩部分進行，連續性指標導入 CAPP 績效評估流程(劉加麗，2009)，程序為：蒐集案例資料、案例分類、建立案例資料、指標數據之正規化、指標分析、建立管控圖與評估標準及執行中案例之績效評估；非連續性指標則導入品質績效相關性分析，利用 Pearson 相關性分析找出查核分數與其他指標之相關性。以上皆利用已完工案例資料建立績效評估機制。

1.4.3 第三階段：執行中案例實際演練

經過第二階段，工程績效評估機制已建置完成，績效評估標準確立後，此階段為工程績效評估機制之使用演示，將執行中之工程專案資料導入機制進行實際演練。透過視覺化呈現可有效管控執行中工程專案，並利用警示燈號針對工程績效表現發出訊號，有綠燈、黃燈、紅燈三種，綠燈表示狀況良好，紅燈表示狀況需要注意。

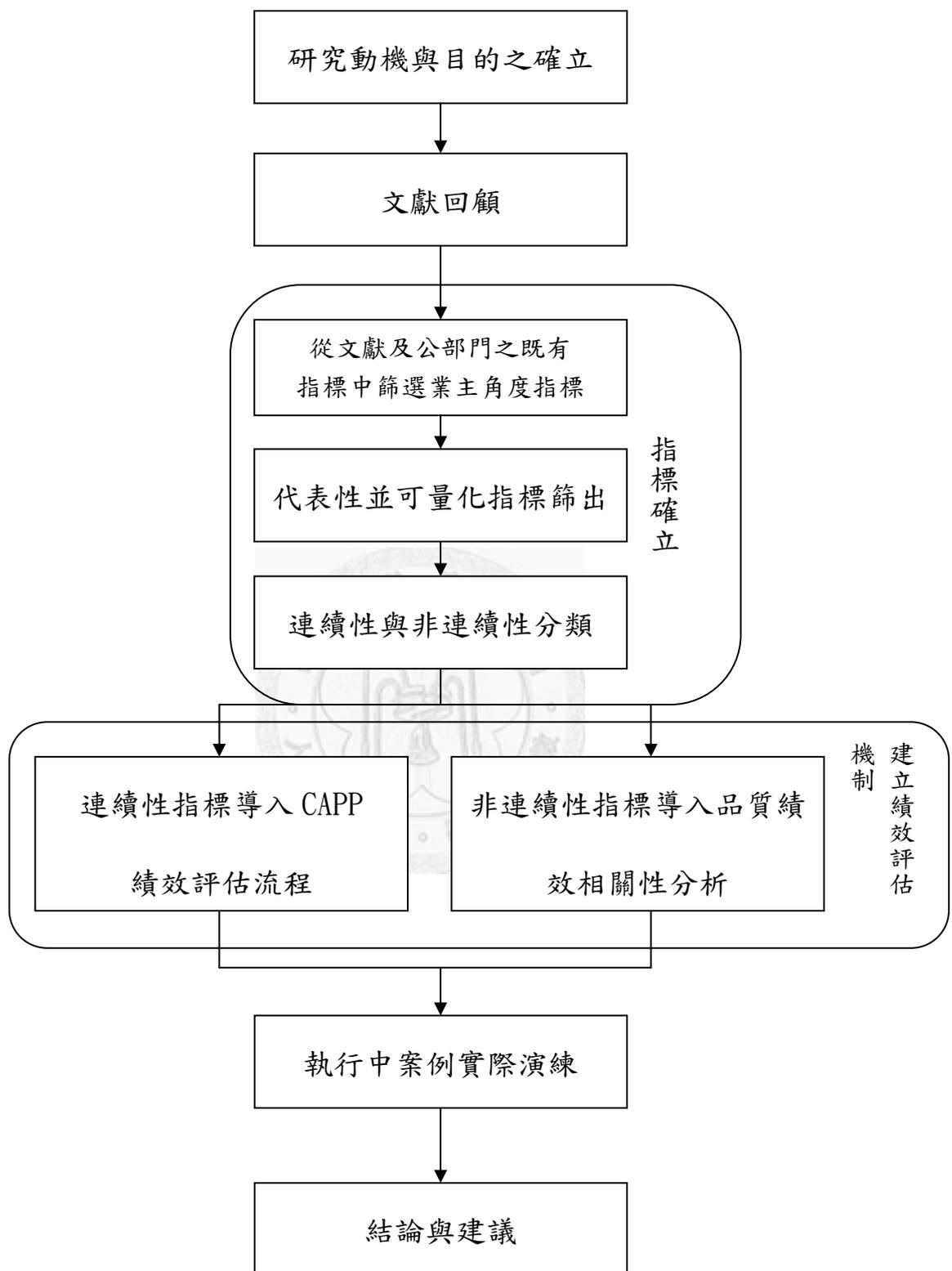


圖 1. 1 研究流程圖

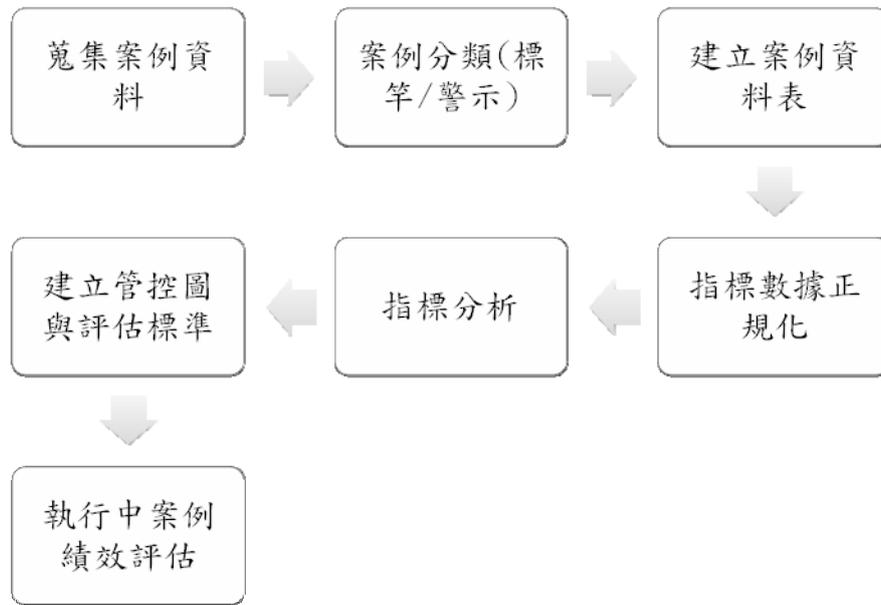


圖 1. 2 CAPP 績效評估流程(整理自劉加麗，2009)

1.5 小結

本章介紹本研究之研究動機與目的，而研究流程主要分為三階段：第一階段為指標確立，指標來源為相關文獻及公部門之既有指標；第二階段為工程績效評估機制建立，藉由 CAPP 績效管控原理以及 Pearson 相關性分析建立工程績效評估機制之標準；第三階段為執行中案例導入績效評估機制進行演練，以視覺化介面呈現即時工程狀況。

第二章 文獻回顧

本章針對公共工程之定義、績效評估相關文獻，以及 CAPP (Continuous Assessment Project Performance) 績效評估系統作文獻回顧，作為後續研究之研究基礎。

2.1 公共工程之定義

依照公共工程專業技師簽證規則第三條第一項所稱之公共工程，指政府機關、公立學校、公營事業興辦或機關依法核准由民間機構參與或投資興辦之工程。而前項所稱工程，指在地面上下新建、增建、改建、修建、拆除構造物與其所屬設施及改變自然環境之行為。郭芳婷(2003)提出公共工程之廣義及狹義定義，廣義為所有供大眾使用之必要設施，並具有公眾之利益共享之特色；而狹義的定義為由政府行政組織以服務大眾維護大眾利益支出發點興辦之工程。

就公共工程之執行機關而言，其編制大概可分為三大類：

- 公部門工程專責單位
- 公部門非工程專責單位
- 特許參與公共建設之民間單位

公部門以稅收為公共建設資金來源，以民眾利益為優先，以服務社會為主要目的，並非像一般企業以利潤為重，Smith and Mayston (1987)提到公部門與一般企業在方面的差別：由於公共利益衡量不易，標的物之多元性使得其數量化程度較為低，公共利益也不像一般企業可用利潤衡量，另外資金來源為稅賦收入，流轉性較低不若一般企業直接，因此若有突發狀況，公部門反應也不夠快速，更因為政治種種情況，造成其遠比一般企業有更多顧慮。也因公共工程與一般工程有這樣的差異，袁玉珠(2001)提到了公共工程在執行時應具有什麼策略與目標，他引用廖宗盛(2000)所提出公共工程應創造以人為根本之基礎建設，不同於以往

公共工程以任務導向，不同建設無法整合的問題，應更加注意民眾之感受並與環境整合，另外需以永續發展為目標，避免因經濟發展而忽略生態環境之保護。袁玉珠(2001)另提出三點，其一為有效執行公共工程計畫，主要概念為在有限資源下將資源的效益發揮至最大並避免資源浪費；其二為開創未來成長機會，除了檢視過往執行之盲點，並加強訓練提升相關人員之專業知識；其三為制定妥善之作業計畫，並加強應變計畫，盡可能避免風險。

2.2 績效評估

2.2.1 績效評估之定義

績效之定義最常見也最常被提起的是由 Kast (1979)提出的，他認為績效包含了三方面，各是效能(Effectiveness)、效率(Efficiency)與參與成員的滿意程度(Participant Satisfaction)。其中，效能(Effectiveness)為達成既定目標的程度，預期目標與實際目標的差距若越小，則效能越高；效率(Efficiency)為以同樣資源為基礎所能達到的最大效益，若效益越高，則稱效率越高；以上為效能與效率之差別。而 Katzell (1975)年時即將績效定義為達成既定目標之程度，定義之範圍是比較狹窄的。

何謂評估(Evaluation)?所謂評估在字面上的意思為針對一件事情作價值的判斷，但這個判斷是主觀或是客觀並不影響評估這個行為，評估是一作價值判斷行為，但判斷的好或不好則須倚靠可靠的科學方法來完成，也就是說，評估一件事情好壞與否需要一科學方法來作佐證。

Szilagyi (1981)提出有關績效評估之定義，他認為績效評估須包含以下四個部分：層面、時間、目的與衡量方式。以下是 Szilagyi 提出之詳細說法：

- 績效評估是一種多元的評估，並非單一性之評估。
- 績效評估分析的層面很廣，小至員工，大至組織以至於整個社會。

- 績效的衡量可分為兩種：定量(Quantitative)且客觀(Objective)的、定性(Qualitative)並主觀(Subjective)的。
- 不同的績效衡量目的(Goal)可著重於不同特性來發展，像是維護(Maintenance)、改善(Improvement)或發展性(Development)。
- 績效的衡量可衡量短期、中期以至於長期。

根據以上資料可對績效評估有一個明確的定義，所謂績效評估是以科學方法對計畫多面向地作價值判斷，判斷計畫符合預期成果的程度以及效果。

而李誠修(2000)指出傳統績效評估制度會遇到之五項問題：

- 無法符合現在企業經營之需求。
- 扭曲成本的管理資訊。
- 過於依賴財務指標。
- 非財務指標如何評估。
- 策略性目標無法聯結。



2.2.2 績效評估方法

績效評估之方法會因為對象與目標不同，而適用於不同的方法。性質、規模不同，選擇的評估方法也不會相同。A. Y. Lewin，和 J. W. Minton (1986)提到良好的評估模式應該要符合以下特性：

- 具有綜合衡量指標來評估資源使用情形
- 計量單位不同不會影響
- 定性與定量指標可同時處理
- 外部環境變化可處理
- 多項投入與產出問題可處理
- 權重不因主觀判斷影響
- 評估之結果可供決策者更多訊息以作決策之判斷

李德璋(1996)提出績效評估依可量化程度可分為以下幾類：

定量分析(Quantitative)

- A. 生產力衡量法：適用於專案執行計畫對人員之績效評估。
- B. 成本效益法：適用於可使用成本評估效益之情形。
- C. 包格-華納法：適用評估專案事前之經濟效益。
- D. 經濟性評估法：使用過往之統計資料預測經濟效益。
- E. 資料包絡分析法：分析無重要性差別之評估準則，求出準則間之相對效益。

半定量分析(Semi-Quantitative)

- A. 專業目標達成度法：適用於評估專案事後目標達成度。
- B. 評分法：適用於無衡量標準之項目。
- C. 德爾菲法：適用於大型專案，長期專案績效。
- D. AHP 法：適用於各評估準則權重不同，呈現層級之情形。
- E. 問卷調查法：適用於檢視專案之客觀評價。

非定量分析(Non-Quantitative)

- A. 判斷法：依人員之經驗判斷。
- B. 基準評估法：專案之成果以不同項目呈現其績效好壞。
- C. 同儕評比法：適用專案成果評估以及人員績效評估。
- D. 專家審議法：適用於大型專案，長期專案績效。

2.2.3 工程績效指標

發展績效指標為進行績效評估之必要(chang, 1998)，而邱文杰(2002)認為績效指標是用來衡量執行專案之目標、績效、以及資源運用及其他活動。並認為指標應量化，管理人才才能利用量化之指標數字評估專案狀況。邱文杰(2002)將績效指標分作兩大類：效率型指標與效能型指標，效率型指標為定量之指標，蒐集可量化之指標數值，並衡量成果好壞。效能型指標為定性之指標，利用比較關係來衡量目標與實際之差異。Mayer(1994)認為建立可管控整個程序的指標並只建立少量之指標才能將團隊之效能達到最大，

Badiru and Pulat(1995)將指標的測量單位分為四種，第一種是分類，表示不同而分不出優劣，例如性別；第二種為順序，表示知道其大小的關係，但無法確切指出其差異大小，例如大中小；第三種是間隔，表示除了不但知道其大小的關係，還能確切指出其差異大小，例如一二三；最後一種是比率，表示測量目標的比率，例如合格率等等。

邱文杰(2002)提出施工績效指標共 17 項，並分為三類：成本、品質及時間，成本類提出四項指標，品質類提出九項指標，時間類則提出四項指標。呂明芬(2004)針對代辦工程之執行成效提出了 16 項指標，分別是時間指標共四項、成本指標共三項、品質指標共五項、及專業服務滿意度指標共四項。陳進樹(2005)利用問卷及訪談對專案績效管理提出了 11 項關鍵績效指標，品質類指標共三項，成本類指標共三項，進度類指標共兩項，安全與環境類指標共三項。王偉嘉(2005)針對施工階段 PCM 之服務績效定出 14 項指標後，再將之整合為五個面向：品管安衛之查驗及追蹤、施工進度之查核、履約介面之協調與整合、工程變更應變之能力、施工成本之監督。劉加麗(2009)利用問卷與訪談對營造廠施工階段之專案績效評估提出了 44 項指標，分布於四大構面：勞工安全、變更設計、時程與人力、成本與財務。行政院公共工程委員會 2002 年在「建置公共工程施工績效評估機制」的研究中，提出了 17 項績效指標，並分為三個構面：時間、品質、

時間。綜合以上文獻所述，可知大部分工程績效指標之分類不外乎進度、成本、變更、品質與安衛。

表 2. 1 文獻指標分類

文獻	指標數目	指標分類
邱文杰(2002)	17	成本、品質、進度
呂明芬(2004)	16	成本、品質、進度、專業滿意度
陳進樹(2005)	11	成本、品質、進度、安全
王偉嘉(2005)	14	成本、進度、協調、變更、品質、安全
劉加麗(2009)	44	成本、進度、變更、安全
建置公共工程 施工績效評估 機制(2002)	17	成本、品質、進度

2.3 績效評估管控系統 CAPP

美國營建研究院(Construction Industry Institute, CII)與美國康斯威辛大學(University of Wisconsin-Madison)發展的一套履約績效管控工具 CAPP (Continuous Assessment of Project Performance)，利用兩年時間蒐集美國前二十大工程公司成功與失敗的工程案例，並開設座談會與訪談篩選案例，指出哪些案例明顯成功哪些案例明顯失敗，之後再利用兩年時間，發展工程分類因子與工程履約績效指標，將之前成功與失敗的案例導入一個資料庫中，利用分類因子與績效指標來管控執行中的工程。

Company Database

Company ID: 25 Project ID: 1 Project Complete: YES NO

Organization Type: Contractor

Company Name: SAMPLE COMPANY

Project Name: SAMPLE PROJECT I

Project Location: SAMPLE PLACE

Performance: Construction Type: Process

Delivery Approach: Engineer-Procure-Construct Labor Type: Open Shop

Designer Contract Type: Lump Sum Percent Union: 12

Contractor Contract Type: Lump Sum Budget: \$ 123456789

Year Complete: 96 (last two digits) Contingency Budget: \$ 45

Months Frozen: Detailed Design Complete: 45 %

PMT Meetings/month: during design; during construction

CMT Meetings/month: prior to construction; during construction

Project Update Frequency: Schedule: #/yr Budget: #/yr

Owner's Project Manager leaves the project prior to substantial mechanical completion?
If so, Months prior to substantial mechanical completion: months

Project Schedule
Cont's Project Var
Extract Data to CLI

圖 2. 1 CAPP 工程專案資料填寫介面(Russell et al. , 1997)

Project Phase Schedule

Company ID: 25 Company Name: SAMPLE COMPANY

Project ID: 1 Project Name: SAMPLE PROJECT I

Business Planning	Planned Start:	11/10/96	Actual Start:	12/23/96
	Planned End:	12/21/97	Actual End:	//
Pre-Project Planning	Planned Start:	12/12/96	Actual Start:	//
	Planned End:	//	Actual End:	//
Design & Procurement	Planned Start:	06/01/95	Actual Start:	06/01/95
	Planned End:	10/01/95	Actual End:	10/01/95
Construction	Planned Start:	11/01/95	Actual Start:	11/01/95
	Planned End:	08/01/96	Actual End:	08/01/96
Commissioning/ Start-Up	Planned Start:	//	Actual Start:	//
	Planned End:	//	Actual End:	//
Operations	Planned Start:	//	Actual Start:	//
	Planned End:	//	Actual End:	//

EXIT

圖 2. 2 CAPP 工程專案時程填寫介面(Russell et al. , 1997)

2.3.1 連續性績效指標

CAPP 的管控原理為利用具時間連續性的績效指標，也就是數值隨時間變化之績效指標，可在工程持續進行的同時評估工程的成本與進度。

CAPP 發展的過程中，利用研究小組的經驗，討論總結出 76 個適用於工程專案經理之績效評估指標，如圖 2.3 所示，並按照指標內容分為五大類：變更設計 (Change Order)、安全相關(Safe Related)、財務相關(Financial Related)、人力相關(Labor Related)、材料與設備(Material and Equipment)。將之分為三層：重要層、次要層與普通層，有這樣的差別主要是因為管控工程專案時，並不需要針對 76 個指標都作評估，只要先評估重要層指標，就可以大概了解目前工程專案的狀況，如果需要再進一步了解細部狀況，可再檢視次要層指標的績效表現，甚至是普通層指標的績效表現。



List of Continuous Variables :

Designer Cost	Overtime Work
Designer Effort Hours	Total Commitments for Eng. Equip. and Long Lead Items
Cost of Change Orders	Planned Invoices for Mat. and Equip
Construction % Complete	Construction Hours Earned
Quantity of Changes	Owner Personnel Actual Quantity
Design % Complete	Cost of Change Orders
Number of Contractor Team Personnel	Quantity of Change Orders
Number of Actual Construction Effort Hrs.	Cost of Rework Due to Designer
Owner Expenditures	Planned Construction Drawings
Invoiced Construction Costs	Less Retention Held
Project Cost % Complete	Planned Procurement % Complete
Designer Planned Effort Hours	Cost of Rework Due to Owner
Planned Construction % Complete	Number of Personnel Turn-Over
Cost of Contingency Expended	Injuries resulting in restricted work days
Cost of Contractor Project Commitments	Severity Rate
Total Commitments for Mat. and Equip	Cost of Remaining Change Orders
Invoices for Material and Equip	Quantity of Remaining Change Orders
First Aid Cases	Shop Drawings
Planned Design % Complete	Schedule Impact-Owner Approved
Invoices Paid by Contractor	Quantity of Request for Proposals
Planned Designer Cost	Owner's Direct Commitments
Paid Construction Costs	Cost of Rework Due to Vendors
Contractor Expenditures	Days lost to Weather
Planned Project Cost % Complete	Days lost to Weather
Contractor's Commitments	Owner Personnel Planned Quantity
Number of Planned Construction Effort Hours	Schedule Impact of Variance/Trends
Recordable Incident Rate	Cost of Rework Due to Contractor
Cost of Owner Project Commitments	Owner's Commitments for Eng. Equip. and Long Lead Items
Planned Owner Expenditures	Cost of Requests
Planned Contractor Expenditures	Planned Owner Effort Hours
Cost of Variance/Trends	Schedule Impact-Contractor Perceived
Procurement % Complete	Impact of Pending Change Orders
Construction Drawings	Cost of Rework Due to Field Conditions
Owner Effort Hours	Number of Days Remaining
Injuries Resulting in lost work days	Fatalities
Contractors' Commitments for Eng. Equip. and Long Lead Items	Days lost due to Strike
Severity Rate	Planned Overtime Work
Recordable Incident Rate	Planned Shop Drawings

圖 2. 3 CAPP 連續性績效評估指標(Russell et al. , 1997)

2.3.2 CAPP 參數判讀

在建立指標後，再依合約性質、工程大小、工程性質等等把所有的工程分類且研擬工程分類因子。依相同的分類因子的工程集合在一起，以擬定一評分標準。接著，以管控曲線表現成功與失敗專案的差異，使專案管理人員能夠透過管

控曲線，參考過去專案的表現，並應用於目前進行中的專案。最後就以過去成功與失敗案例之管控曲線為範本，將目前的工程績效指標繪製於管控曲線圖上，如此可看出目前之指標是往成功或失敗的方向發展，使專案管理人員得以事先預測工程的成本管控及進度的掌握情形。如圖2.4，為業主支出指標之管控圖，下方之直方圖為成功案例與非成功案例具有顯著差異之時程百分比，通過顯著差異分析之區間之指標才有參考的價值。管控圖上方之曲線為成功案例之S Curve，而下方之曲線為非成功案例之S Curve，中間為執行中案例之S Curve曲線，觀察曲線之發展方向，可預測執行中案例業主支出之未來走向與趨勢。

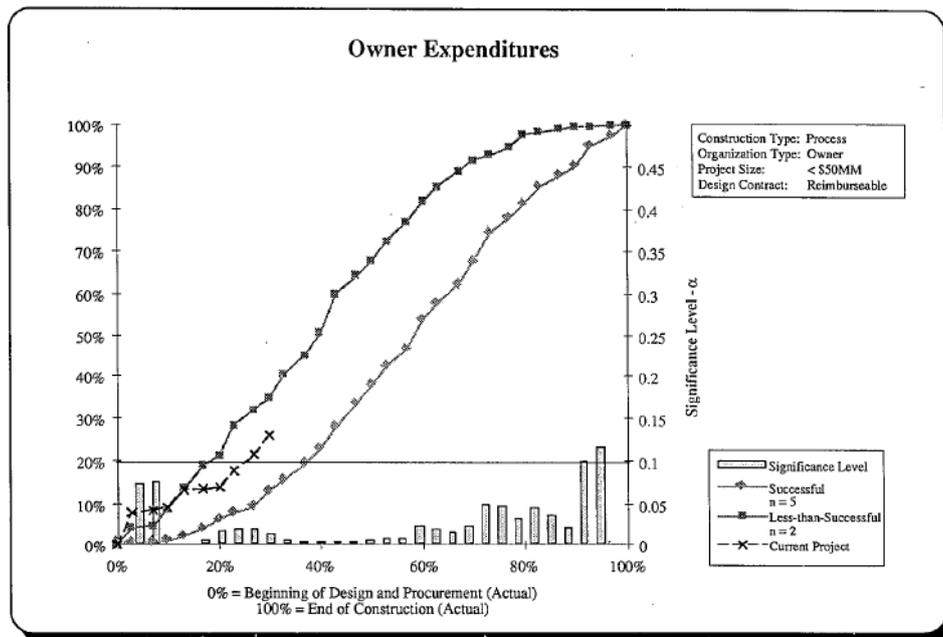


圖 2. 4 工程專案管控(Russell et al. , 1996)

2.4 小結

本章分別針對三個部分作文獻回顧，分別對公共工程之定義與公共工程之特性、績效評估之定義與目前常用評估之方法以及 CAPP 績效評估管理評估系統包含原理、介面與管控模式作大概的介紹，以作後續研究發展之基礎。

第三章 績效評估機制之建置方法

本研究針對公共工程作績效管控，為公部門業主建置一套評估方式。首先須先挑選公部門業主所需要的指標，因此除了需要篩選出業主角度的指標，指標可量化是一個很實際的考量，另須將目前公部門現有之指標資料一併考慮進來，經過統整與篩選篩選完指標後，將指標分為連續性指標與非連續性指標，連續性指標導入 CAPP 績效評估流程(劉加麗，2009)，非連續性指標導入品質績效相關性分析，利用已完工案例資料建立績效評估機制。3.2 會介紹指標篩選的過程與結果，3.3 則是連續性指標 CAPP 績效管控區間建立方法，3.4 為非連續性指標的相關性分析方法。

3.1 績效評估機制建置之架構

本研究在績效評估機制的建置流程上主要分為兩個部分，第一部分為建立所需的績效指標，而本研究之績效指標來源有二，一是自文獻中尋找適合指標，二是目前公部門既有之工程指標資料，本研究將以業主的角度篩選所需指標，並將選取之指標分為連續性指標與非連續性指標。所謂指標的連續性為時間序列上的連續性，績效指標為時間連續的變數(劉加麗，2009)，例如實際進度、業主支出等按時間持續進行而定時擷取的資料。連續性指標及非聯性指標選取出來後，即可進入第二部分，連續性指標部分進入 CAPP 績效評估流程，非連續性指標則進入 Pearson 相關性分析，架構如圖 3.1 所示。

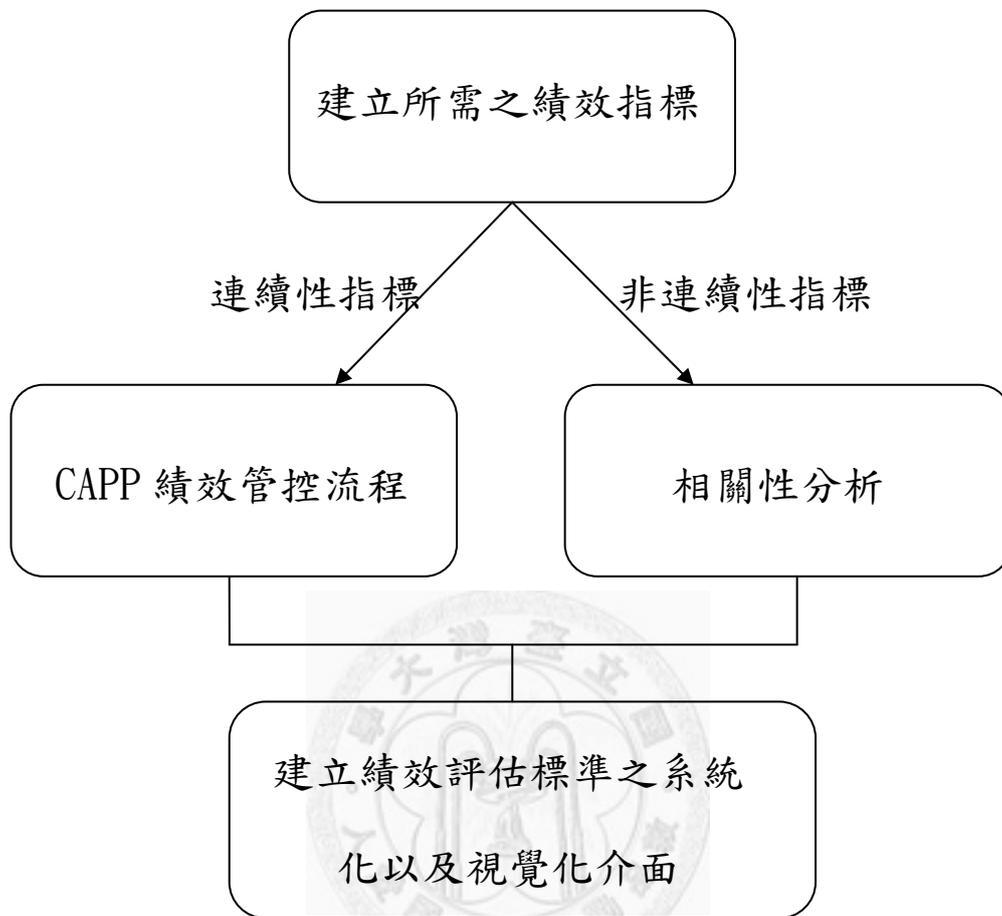


圖 3. 1 績效評估機制建置之架構

3.2 績效評估指標確立

本階段將從文獻中尋找工程績效指標，並篩選出以業主角度發展之指標，將之簡單分類成以下幾類：成本、進度、安全、品質、變更、其他，並加入目前公部門既有之指標資料，最後再從中挑選出具有代表性並可量化之指標，所謂具代表性指標為文獻中出現次數較多之指標，另外若指標僅定性，除了指標資料難以計算與衡量外，也沒有一定標準可以遵從，因此在本研究中以可定量之指標為篩選標準。所需指標選取後分為連續性指標與非連續性指標。

3.2.1 篩選文獻中指標

本步驟從文獻中篩選業主角度的指標，篩選的結果分類為成本、進度、安衛、變更、品質五類，結果如表 3.1 所示：

表 3.1 以業主角度發展之指標

文獻來源	以業主角度發展之指標		個數
邱文杰， 2002	成本	預算編列、業主實際支出與預定支出百分比、成本預估	13
	進度	施工完成百分比、進度預估	
	品質	計劃書、施工檢驗通過率、材料查驗合格率、文件管理、不符或遺漏	
	安衛	安全	
	其他	人力學識經驗	
呂明芬， 2004	成本	業主實際支出與預定支出百分比、發包結餘款、	16
	進度	實際進度與預定進度百分比、實際累計工期與預定工期之比例、驗收時程管理	
	品質	查核分數、檢驗合格率、功能達成率、外觀滿意度、工程管理能力、驗收辦理情形	
	變更	預算變動率、工期變動率	
	安衛	工安事件	
	其他	協調能力	
王偉嘉， 2004	成本	成本管制	4
	進度	進度管制	
	變更	變更設計	
	安衛	安衛稽查	
陳進樹， 2005	成本	成本差異率、成本預估準確率	9
	進度	進度差異率	
	品質	檢驗通過率、材料合格率、驗收缺失改善率	
	安衛	死亡案件數、意外事件率、安衛責任認知程度	
劉加麗， 2009	成本	業主實付、成本差異	9
	進度	施工完成百分比	

	安衛	死亡案件數、失能傷害嚴重率、損失工作日工作傷害案件	
	變更	變更設計金額、結算數量變更、變更設計數量	
建置公共工程施工績效評估機制，2002(公共工程委員會研究報告)	成本	預算編列、業主實際支出與預定支出百分比、成本預估	13
	進度	施工完成百分比、進度預估	
	品質	計劃書、施工檢驗通過率、材料查驗合格率、文件管理、不符或遺漏	
	安衛	安全	
	其他	人力學識經驗	

3.2.2 公部門既有指標

行政院在 1993 年頒布了「公共工程施工品質管理制度」，建立承包商之施工品質管制系統、主辦工程單位之施工品質保證系統及主管機關工程施工品質評鑑制度之三個層級的品質管理架構。行政院公共工程委員會在 1996 年制定公共工程施工品質管理作業要點針對公共工程三級品管制度進行規範。在 2002 年時依照採購法之規定將第三級更改為主管機關之施工品質查核機制並發布工程施工查核小組組織準則及作業辦法兩子法，隔年頒布工程施工查核小組績效考核作業要點。公共工程施工品質管理制度內容包含施工品質管制系統、施工品質保證系統及施工品質查核機制三級品管。三級品管架構圖如圖 3.2 所示，內容如下：

- 施工品質管制系統：

承包商開工以前，需就工程特性及合約內容訂定工程施工計畫以及品質計畫，並設品質管理組織，訂定工程之品管標準，使施工人員能熟悉圖說與規範以及品管作業相關規定。

- 施工品質保證系統：

為使施工之成果合乎預期並符合設計以及規範，監造單位需建立施工品質保證系統，設立監造組織與訂定監造計畫，並針對施工及材料設備進行抽驗，留下

紀錄以供檢討，藉以提升工程品質。

● 施工品質查核機制：

主管機關為監控公共工程之執行成效而採行施工品質查核機制，為公共工程評定工程品質等級，查核結果可為主管機關未來評定廠商之依據以及改進承包商品管作業之參考，以此機制督促監造單位以及承包商落實品質管理。

三級品管之詳細工作項目如表 3.2 所示：

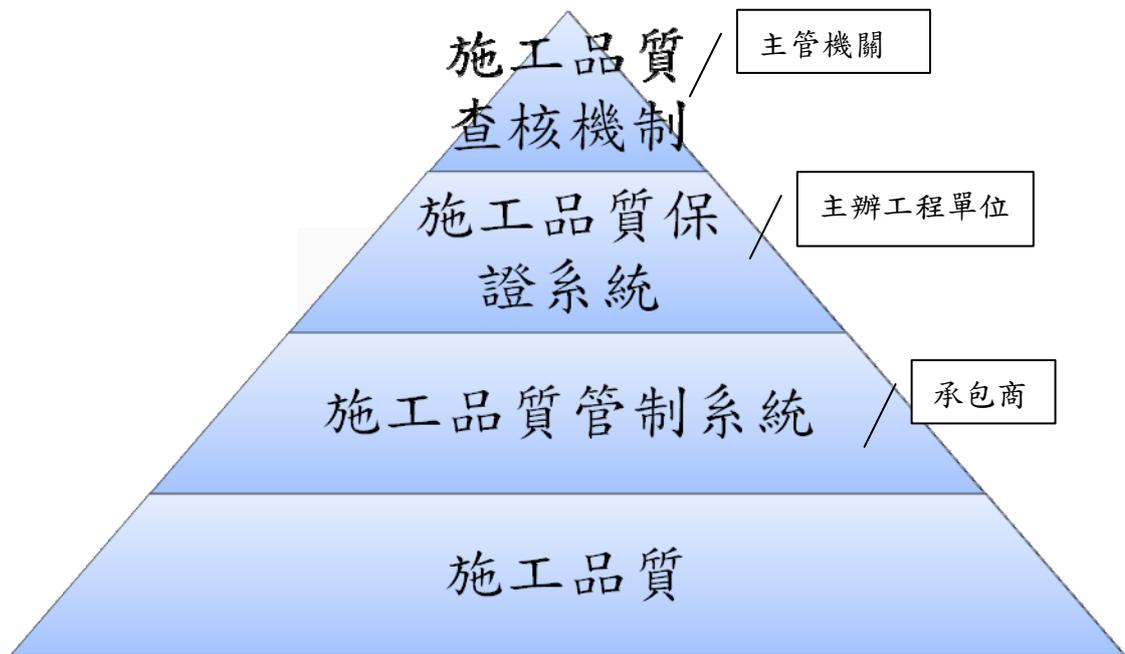


圖 3. 2 三級品管示意圖

表 3. 2 三級品管主要工作項目(行政院公共工程委員會品管班教材，2009)

承包商(一級)	主辦機關(監造單位)(二級)	工程主管機關(三級)
1. 訂定品質計畫並據以推動實施 2. 成立內部品管組織並訂定管理責任 3. 訂定施工要領 4. 訂定品質管理標準 5. 訂定材料及施工檢驗程序並據以執行 6. 訂定自主檢查表並執行檢查 7. 訂定不合格品之管制程序 8. 執行矯正與預防措施 9. 執行內部品質稽核 10. 建立文件紀錄管理系統	1. 訂定監造計畫並據以推動實施 2. 成立監造組織 3. 審查品質計畫並監督執行 4. 審查施工計畫並監督執行 5. 抽驗材料設備品質 6. 抽查施工品質 7. 執行品質稽核 8. 建立文件紀錄管理系統	1. 設置查核小組 2. 實施查核 3. 追蹤改善 4. 辦理獎懲

本研究所稱之公部門業主即為三級品管中之第三級工程主管機關，其設置查核小組所得之查核分數為公部門業主之重要指標，查核分數之計算為查核小組中之查核委員評分之平均，九十分以上為優等，八十到九十分為甲等，七十到八十分為乙等，小於七十分為丙等，若有以下情況發生，即使原始分數達七十分以上，依然直接列為丙等，查核分數以六十九分計。

1. 鋼筋混凝土結構鑽心試體試驗結果不合格。
2. 路面工程瀝青混凝土鑽心試體試驗結果不合格。
3. 路基工程壓實度試驗結果不合格。
4. 主要結構與設計不符情節重大者。
5. 主要材料設備與設計不符情節重大者。
6. 其他缺失情節重大影響安全者。

除了查核分數以外，目前公部門現有指標資料包含實際進度、進度差異、實際支出、公告次數、停工次數、是否解約、工安事件(死亡人數)、全民督工、材料試驗、變更設計金額、變更設計天數、查核缺失，公部門業主蒐集這些資料來

了解工程專案的詳細情形。

3.2.3 可用指標篩選

以上為從文獻中篩選出之業主績效指標，以及目前公部門既有之指標資料，將以上指標作統整，並找出具有代表性的指標與可量化的指標，具代表性指標為文獻中出現次數較多之指標，另外若指標僅定質，除了指標資料難以計算與衡量外，也沒有一定標準可以遵從，因此在本研究中以可定量之指標為篩選標準。表 3.2 為篩選出具代表性並可量化之指標，表 3.3 為篩選出之指標之定義。

將篩選完的指標分為連續性與非連續性兩大類，如表 3.4 所示，連續性指標導入 CAPP 績效評估流程而非連續性指標則導入之後的相關性分析。CAPP 績效管控區間建立方法將在 3.3 提到，而相關性分析方法將在 3.4 介紹。



表 3. 3 最後篩選指標結果(本研究整理)

類型	指標	劉加麗	王偉嘉	呂明芬	邱文杰	陳進樹	工程會
成本	業主實支	V	V				
	支出差異		V			V	V
	業主實際支出與預定 支出百分比		V	V	V		V
進度	實際進度	V	V	V	V		V
	進度差異					V	V
工安	死亡人數	V	V		V	V	V
品質	檢驗通過率			V	V	V	V
	材料合格率			V	V	V	V
	查核分數			V			
	驗收缺失改善率					V	
變更	變更設計金額	V	V	V			
	變更設計展延天數	V	V	V			

表 3. 4 篩選出之績效指標定義(本研究整理)

指標名稱	指標定義
業主支出	業主實際支出
支出差異	實際支出-預定支出
業主實際支出與預定支出百分比	實際累計支出與預定支出之比例
實際進度	以工地實際施作完成的工作項目，依合約單價換算為金額，以此累計金額為分子，合約承攬金額為分母，所得的商數，即為完工百分比。
進度差異	實際進度-預定進度
死亡人數	專案執行中死亡人數
意外事件率	工安事件數/本期工時(本期工時=本期工作天數 X 每天工作時數 X 工人數)
檢驗通過率	初次檢驗合格點數/全部檢驗點數
材料合格率	初次檢驗合格點數/全部檢驗點數
查核分數	主管機關對專案施工品質查核分數
驗收缺失改善率	預定改進活動數/改進活動實際完成數
變更設計金額	變更設計後契約金額-原契約金額
變更設計展延天數	變更設計後完工日期-原預定完工日期

表 3. 5 連續性指標與非連續性指標(本研究整理)

連續性指標	非連續性指標
業主支出	死亡人數
支出差異	意外事件率
業主實際支出與預定支出百分比	檢驗通過率
實際進度	材料合格率
進度差異	查核分數
	驗收缺失改善率
	變更設計金額
	變更設計展延天數

3.3 連續性指標 CAPP 管控區間建立方法

此節簡略介紹 CAPP 管控工程績效之管控區間建立方法，主要是利用區別分析將已知標竿與警示之已完工工程專案，找出一條最能將標竿與警示案例分開的方程式，藉此方程式來管控未來執行中專案是偏向標竿抑或是偏向警示。

3.3.1 區別分析

區別分析法主要是將分類的觀測值建立一個區別函數，可將觀測值的線性組合轉換成新的變數，並將原分類群做到最大的區分。區別分析的概念可用圖形來表現，若只有兩個變數 X_1 與 X_2 ，兩個組別 A 與 B，分散於圖中的白點與黑點為兩個組別的分布，並有部分重疊，變數 X_1 與 X_2 之間有正相關關係，此時， G 為最能區別 AB 兩組分布的直線， Y 是與 G 垂直的區別直線，將 AB 兩組的觀測點投影在直線 Y 上，即可得分類結果 A 與 B，並且 AB 交集比對任何一條直線投影都還要少。直線 Y 就是所謂的判別函數，而直線 Y 上的 b 為判別指標，可將 Y 值分為兩部分以區分 AB，如圖 3.2 所示。

本研究將利用區別分析區別族群 A：標竿、族群 B：警示，要分別兩個群體，可以各群體發生的機率大小為基準，因此若要判別一個個體屬於哪個群體，只要判斷它屬於各群體的機率大小，將之分類至發生機率最高的群體即可。在本研究中，經由 SPSS 套裝軟體分析得到兩個族群的 Fisher's 線性區別函數，分別為 $F(\text{標竿})$ 與 $F(\text{警示})$ ，為二元一次方程式，要判別一個新的案例為標竿抑或是警示，必須帶入方程式中兩變數的值，可得到機率值，哪個族群的機率值較高，則代表屬於哪個族群。

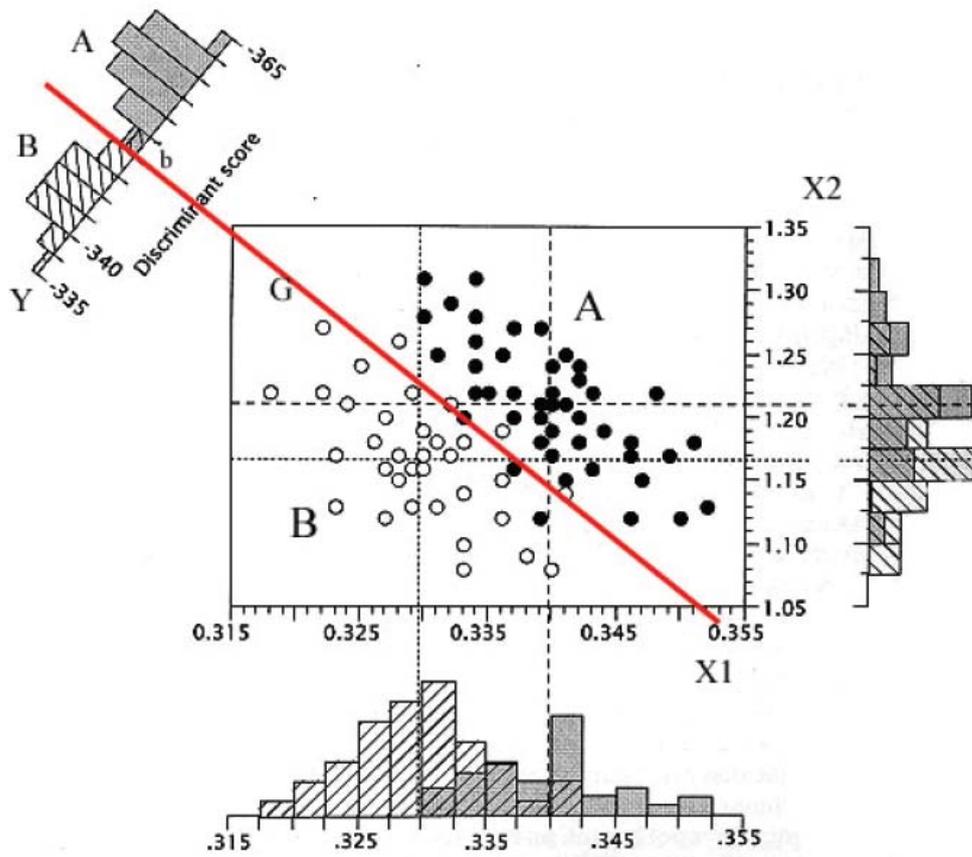


圖 3. 3 區別分析示意圖(修改自 John C. Davis, 2002)

3.3.2 模糊區間

在上一個步驟已將案例分為兩類：標竿與警示。但由於不是標竿就是警示，分類太過嚴格，並不實用。因此需要一個過渡的模糊區間，使分類的過程中可新增一個「一般」案例的範圍。此步驟的目的是找出一般案例的上界與下界，以界定出一般案例的範圍，如圖 3.3 所示，右邊綠色的區塊為標竿案例之分布，左邊紅色的區塊為警示案例之分布，兩族群中制定「一般」區間。

3.3.3 CAPP 管控區間建立流程

CAPP 利用區別分析法透過統計軟體求得分別已知分類為標竿與警示之工程專案的方程式，並以此方程式作為未來分類標竿案例與警示案例的標準，最後再訂定模糊區間之上界與下界，即可建立 CAPP 管控區間。舉例來說，劉加麗(2009)

針對實際施工完成百分比與業主實付工程款兩項指標進行區別分析，試著求出區隔標竿與警示案例之分類方程式，並建立模糊區間，所得分類方程式如下：

實際施工完成百分比：

$$F(\text{Time}, \text{Var}) = -33.65\text{Time} + 30.81\text{Var} + 6.9$$

$$\text{上界} = 3.91$$

$$\text{下界} = -1.44$$

$$\left\{ \begin{array}{l} F \geq \text{上界} : \text{分類至標竿} \\ \text{上界} > F \geq \text{下界} : \text{分類至一般} \\ F < \text{下界} : \text{分類至警示} \end{array} \right.$$

業主實付工程款：

$$F(\text{Time}, \text{Var}) = -28.18\text{Time} + 30.11\text{Var} + 6.66$$

$$\text{上界} = 3.62$$

$$\text{下界} = 0$$

$$\left\{ \begin{array}{l} F \geq \text{上界} : \text{分類至標竿} \\ \text{上界} > F \geq \text{下界} : \text{分類至一般} \\ F < \text{下界} : \text{分類至警示} \end{array} \right.$$

以上分類方程式即為 CAPP 所建立之管控區間，任何符合原建立條件之工程專案都可利用此方程式針對此兩項指標進行管控。假設今有一工程專案其時程百分比為 40%，施工完成百分比為 30%，業主實付工程款為 25%，依照利用統計軟體所求得之分類方程式將數值帶入，可得兩項指標之區別分數 F，分別為 2.68 及 2.91，根據區別分數 F 之範圍即可判定工程專案在此兩項指標皆為一般分類，可達到即時管控工程專案的效果。

分類方程式

$$F(\text{Time, Variable}) = a \text{ Time} + b \text{ Variable} + \text{Constant}$$

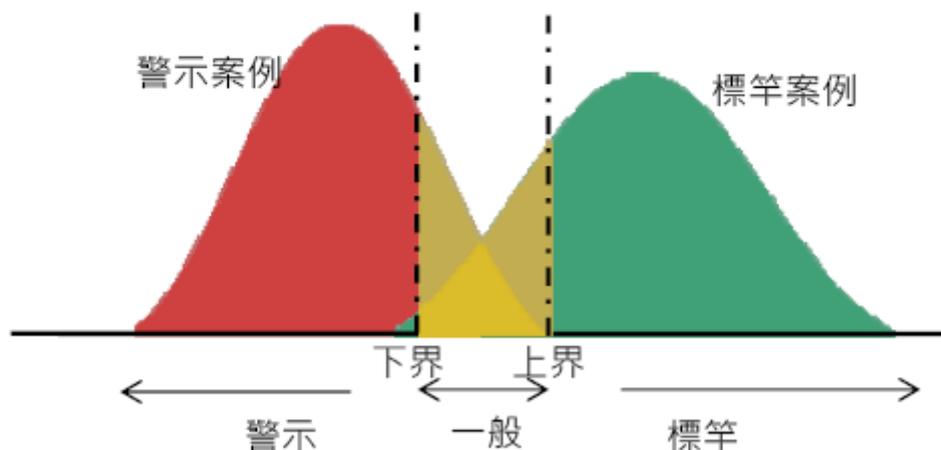


圖 3. 4 模糊區間示意圖(劉加麗，2009)

3.4 非連續性指標相關性分析方法

在這個部份由於本研究的資料來源公共工程委員會的資料庫中有些指標資料未齊全，有些指標資料未蒐集。非連續指標中，死亡人數、意外事件率、檢驗通過率、材料合格率、驗收缺失改善率因資料取得不易，因此在本研究不予討論。僅就查核分數、變更設計金額以及變更設計展延天數作討論。

表 3. 6 資料來源

指標	工程會資料齊全否
死亡人數	未齊全
意外事件率	未齊全
檢驗通過率	無資料
材料合格率	無資料
驗收缺失改善率	無資料

查核分數

查核分數為查核小組不定時對公共工程標案分別對管理、品質與進度打分數，分數分配如下：

查核分數(100)=品質管理制度(20)+施工品質(60)+施工進度(20)

● 品質管理制度 $Q(20)=QA1(5)+QA2(5)+QB(10)$

QA1：針對工程主辦機關、專案管理廠商之品質管理制度

QA2：針對監造單位之品質管理制度

QB：針對承攬廠商之品質管理制度

● 施工品質 $W(60)=0.4W1(100)+0.1W2(100)+0.1W3(100)$

W1：針對混凝土、鋼筋(構)、模板、土方、結構體、裝修、雜項等之施工品質

W2：針對材料設備檢驗與管制之品質

W3：針對安全衛生之品質

● 施工進度 $P(20)$

評分以 17 分為基本分，若未訂定進度計算基準，可扣 1 至兩分，若進度超前或落後，則可依其具體措施及其事由增減 1 分到 3 分

查核分數為目前唯一工程專案品質的依據，因此在本研究中，查核分數所代表的意義是一個工程所呈現出的品質表現。

變更設計金額百分比

變更設計金額的定義為變更後契約金額與原契約金額的差值，但為避免不同工程專案的規模大小不一，因此在相關性分析中將轉換成百分比後再行分析。指標由變更設計金額轉換成變更金額百分比，定義為變更設計金額與原契約金額之百分比。

變更期程百分比

變更設計展延天數的定義為變更後完工日期與原預定完工日期的天數差，但同樣的，為了避免不同的工程專案期程長度不一而將之標準化，在後續相關性分析中轉換成百分比後再行分析。指標由變更設計展延天數轉換成變更期程百分比，定義為變更設計展延天數與原預定工期之百分比

本階段利用 Pearson 相關性分析，分析以下指標之相關性：

1. 變更金額百分比與查核分數之相關性。
2. 變更期程百分比與查核分數之相關性。
3. 查核分數與進度差異之相關性。

相關係數由 Pearson 推導，因此也稱為 Pearson 相關係數。當 X、Y 為連續變項時，要計算其相關係數(Correlation coefficient)公式如下：

$$r = \frac{\sum(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X - \bar{X})^2 \sum(Y - \bar{Y})^2}}$$

如圖 3.4，當 $r = \pm 1$ 時，表示所有觀察點都落在直線上，當 r 為正時，表示 X 遞增 Y 也隨之遞增，當 r 為負時，表示 X 遞減 Y 也隨之遞減，表示 X 與 Y 具有完美正相關或負相關。若觀察點越往最適配直線集中，則 r 越接近 ± 1 ，若觀察點離最適配直線越遠，則 r 越接近 0。當 $r = 0$ 時，表示 X、Y 沒有直線關係。計算相關係數不需要任何前提與假設，但若需要進行假設檢定，則應往是否符合線性的方向進行假設，因此檢定 r 與 0 是否有顯著差異，因為 $r = 0$ 時，X、Y 並無直線關係。

3.5 小結

本章將介紹整個建立績效評估的流程與方法，首先先將需帶入績效評估機制之指標確立下來，本研究從文獻中與目前公部門中既有之指標資料尋找所需之指標，最後篩選出具有代表性並可量化之指標共 13 個並分為四個面向：成本、進

度、品質、變更。選出所需指標後，將之分為連續性指標與非連續性指標，連續性指標帶入 CAPP 績效管控模式，此章在 3.3 說明了 CAPP 建立管控區間之方法；非連續性指標帶入相關性分析中，此章在 3.4 說明了相關指標定義與本研究相關性分析之內容。

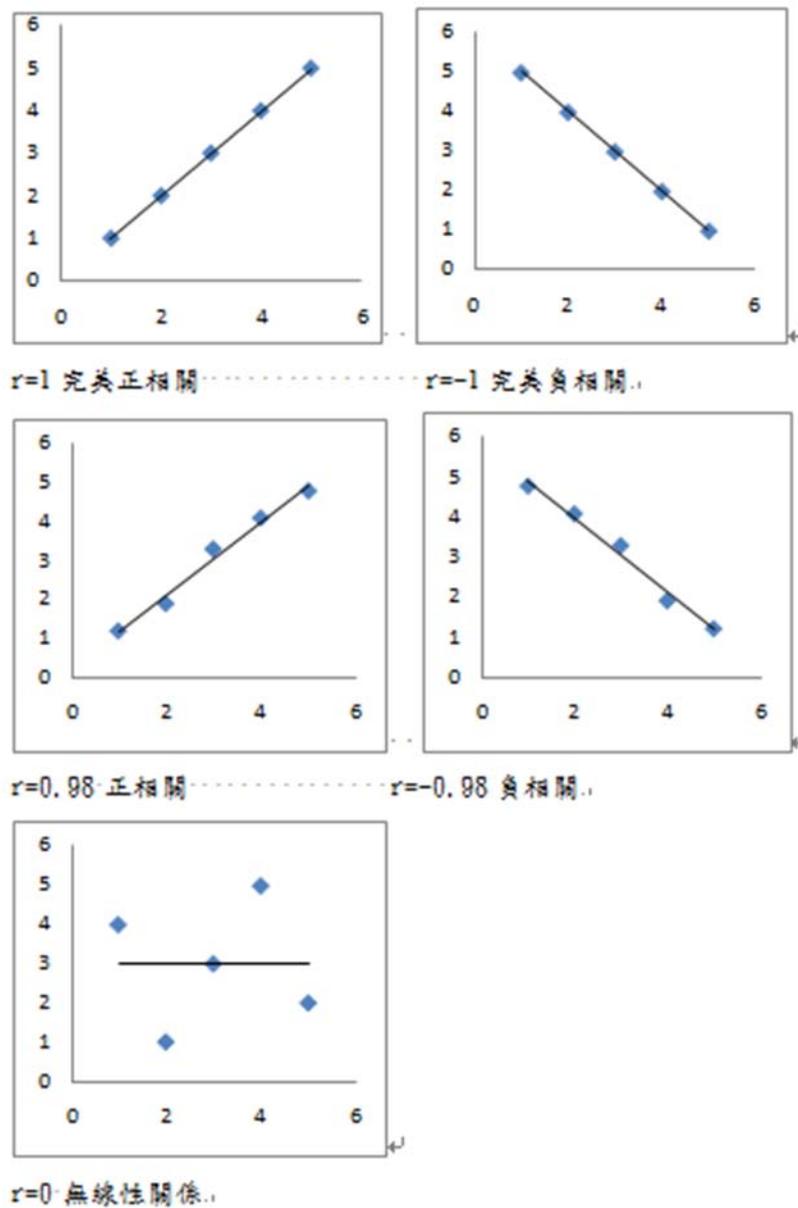


圖 3. 5 相關示意圖

第四章 績效評估機制之建置

本章為績效評估警示機制之詳細建置過程，包含 4.1 連續性指標 CAPP 績效管控機制與 4.2 非連續性指標之相關性分析，4.3 為績效評估機制之視覺化設定，4.4 為進度差異與查核分數相關性之驗證，4.5 則提到本研究之績效評估機制之架構，後續績效評估機制之實例評估則在 4.6 演示。

4.1 連續性指標 CAPP 績效管控機制

本步驟連續性指標有以下五項：業主支出、支出差異、業主實際支出與預定支出百分比、實際進度、進度差異。為避免各工程專案規模大小與期程不同所造成之差異影響結果，並且同樣針對支出與進度做管控，因此在此階段使用百分比之指標，使用實際進度、進度差異、業主支出及業主實際支出與預定支出百分比四項指標建立管控機制。本研究依照劉加麗(2009)之 CAPP 績效評估流程進行 CAPP 績效管控機制之建立。

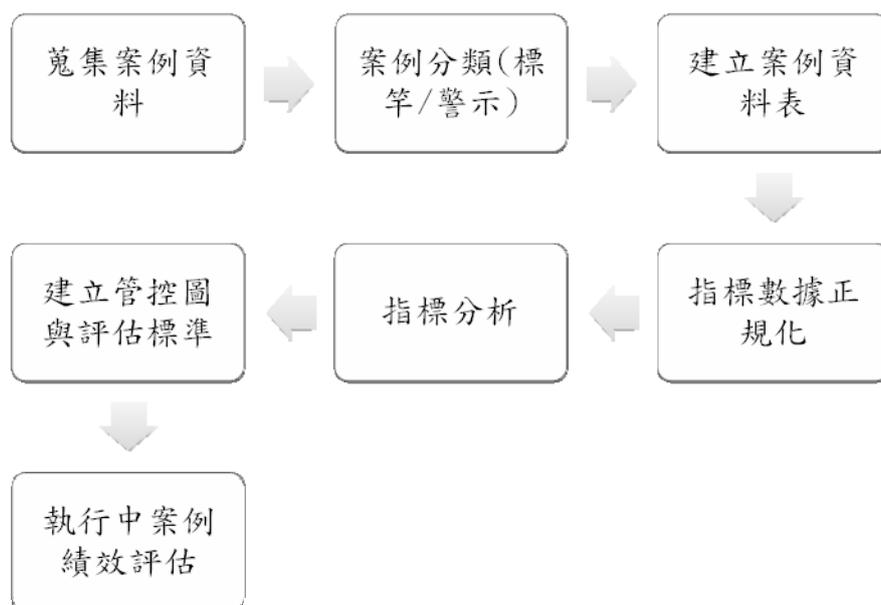


圖 4. 1 CAPP 績效評估流程(整理自劉加麗，2009)

4.1.1 案例分類

本研究之案例資料來源為行政院公共工程委員會，為民國九十七年到九十九年教育部五千萬至兩億之非統包建築工程並具有查核分數之工程專案，共七十件，皆為實際案例，案例規模分布如圖 4.2 所示，決標金額介於五千萬至一億之案例共有 40 件占了所有案例將近 60%，而決標金額一億至一億五千萬之案例共有 23 件，決標金額在一億五千萬至兩億間之案例則有 7 件，平均決標金額約為九千七百萬元。

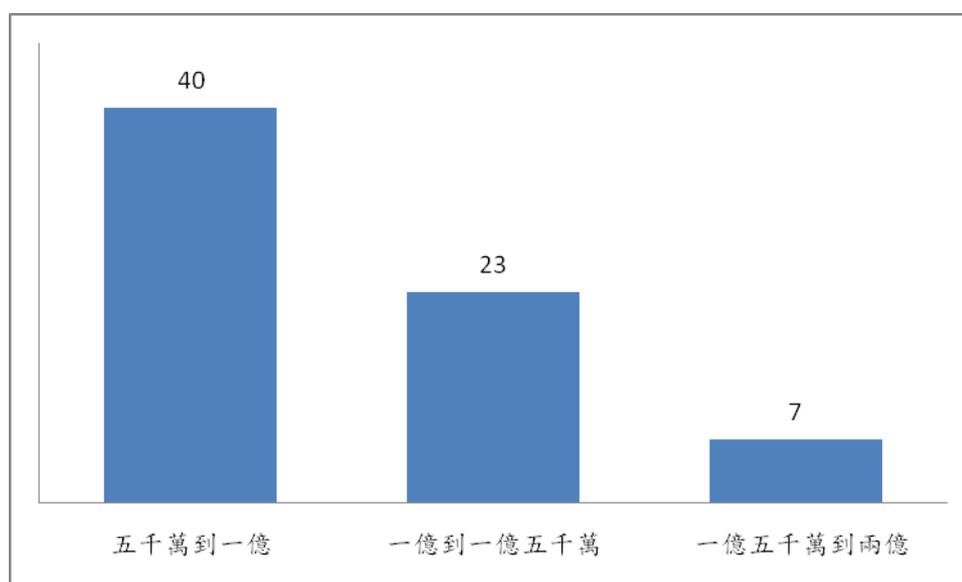


圖 4. 2 案例規模分布示意圖

在進行區別分析之前，為找到最能分別標竿與警示之方程式需將案例先行分類，本研究將案例分為三類：標竿、警示、與一般，分類標準如下：

- 標竿：過程中進度正常完全無落後情形發生，正常完工或提前完工。
- 警示：過程中 50%處於落後狀態，並一度落後 5%以上。
- 一般：非標竿案例也非警示案例。

以上為本研究之案例分類標準，其中由於公共工程委員會之公共工程廠商延誤進度處理要點中所述，要點中所稱廠商延誤履約進度案件，為若契約中無特別規定，公共工程因可歸責於廠商之事由，致施工進度落後百分之五以上者。因此，

對於公共工程來說，落後百分之五以上即為一需處理之案例，一旦公共工程發生延誤履約進度之情事而契約並無特別規定，公部門可依公共工程廠商延誤履約進度處理要點通知廠商限期改善、通知連帶保證廠商履約、以監督付款之方式由分包廠商繼續施工、中止或解除契約重新招標、其他精機關認定並定名於契約之方式。也因此本研究在警示案例的定義上使用了一度落後 5% 之定義。

以此分類標準做分類，全部七十件案例中，分類至標竿之案例共有 22 件，分類至警示之案例則有 7 件，分類至一般之案例共 41 件，如圖 4.3 及表 4.1 所示。

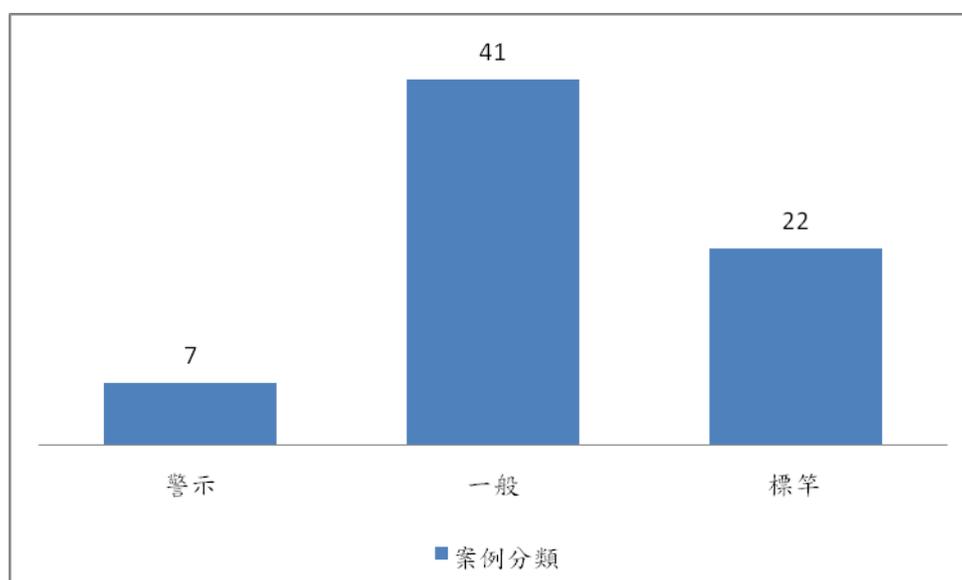


圖 4.3 案例分類分布圖

表 4. 1 簡略案例分類表

案例分類	工程類型	決標金額範圍
標竿案例	教學大樓新建工程、行政大樓新(改)建工程、危險(老舊)校舍整建工程	五千萬至一億八千萬
警示案例	體育館新建工程、危險(老舊)校舍整建工程、教學大樓新建工程	五千萬至一億八千萬
一般案例	教學大樓新建工程、研究中心新建工程、宿舍新建工程、行政大樓新建工程、危險(老舊)校舍整建工程	五千八百萬至兩億

4.1.2 建立案例資料

此步驟分為兩個部分執行：匯入案例資料與計算出指標數值。匯入案例資料部分為將案例的基本資料與將相關數據匯入，計算指標值為將相關數據經過計算得到指標值。指標相關數值匯入後即完成案例資料建立。

4.1.3 數據正規化

由於各案例工期不同，資料數量點也不同，因此為了標準化時程，避免資料權重不同而造成差異性，因此再作進一步指標分析之前必須先將數據正規化。此步驟將各個指標以 5%時程為一個區間，使用內插法求相對的對應值，因此每個指標可得 20 個資料對應點。如圖 4.4 與圖 4.5 所示，三個工程專案在正規化前由於施工時間長度不一，無法以同一基準作比較，在正規化後，將三個工程專案正規化至 0%~100%之區間，。

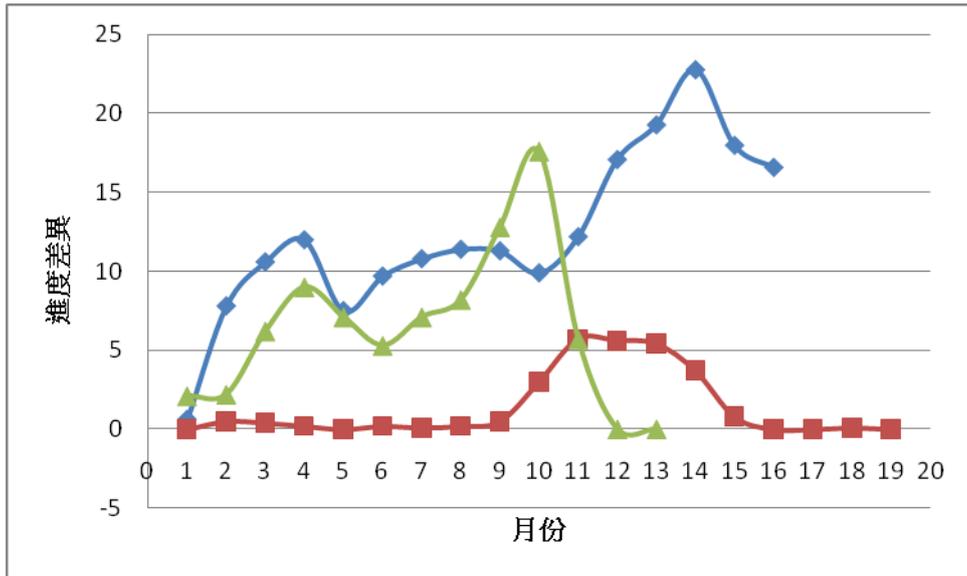


圖 4. 4 進度差異(未正規化)

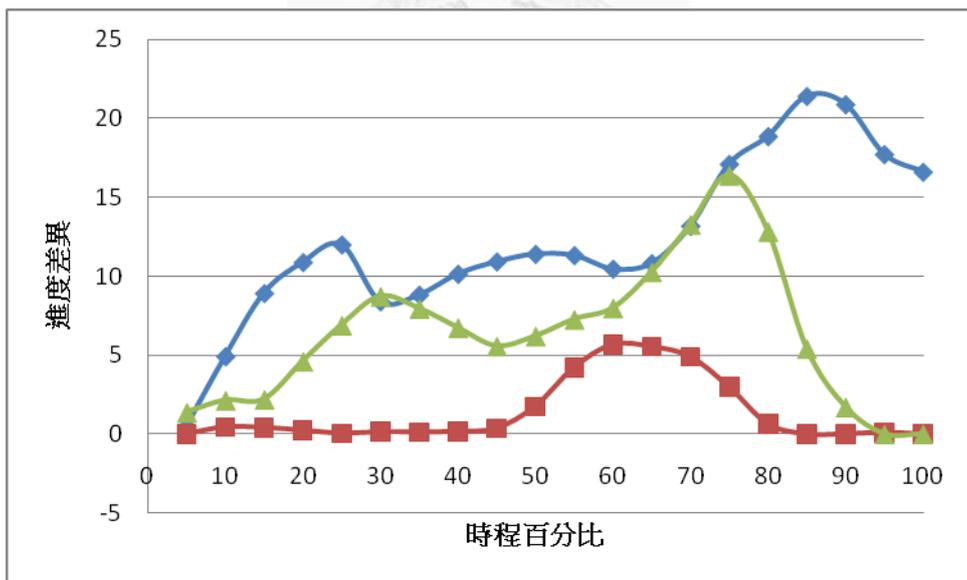


圖 4. 5 進度差異(正規化後)

4.1.4 指標顯著差異分析

顯著差異分析之目的為確定指標在標竿和警示案例上具有統計上的顯著差異。若沒有通過顯著性差異分析，代表此指標分類的參考價值低，將之分為標竿與警示並沒有太大差別。若通過此分析，代表此指標在分類上具有參考價值，本

研究才會將之放入後續之區別分析流程。

在顯著差異分析步驟，我們使用假設檢定分析標竿與警示案例間在某個時間點是否有顯著差異。若無顯著差異，虛無假說設為 $u_1=u_2$ ，若有顯著差異，虛無假說設為 $u_1 \neq u_2$ ，可表示為： $H_0: u_1=u_2$ ， $H_1: u_1 \neq u_2$ ，試著以否定 H_0 來證實 H_1 為正確，即證明出在某指標上標竿與警示確有顯著差異。

在假設檢定的結果中可得到機率值為 P ， P 是指當 H_0 為真時拒絕 H_1 的機率，若此機率 P 大於設定之顯著水準 α ，則不拒絕 H_0 ，表示標竿與警示案例在此時程上並無顯著差異；若此機率 P 小於設定之顯著水準 α ，則拒絕 H_0 ，即接受 H_1 ，表示標竿與警示案例在此時程上有顯著差異，因此此指標具有判斷標竿與警示案例的價值。

本研究在此步驟主要對四個指標作顯著性分析，分別是實際進度、進度差異、業主支出百分比與業主實際支出與預定支出百分比，分析資料有標竿案例 22 件與警示案例 7 件。

若以顯著水準 90%也就是 $\alpha=10\%$ 的標準進行顯著性分析，四個指標之 P 值結果如表 4.2 至表 4.5 與圖 4.6 至圖 4.9 所示，

表 4. 2 實際進度顯著性分析 P 值表 ($\alpha=10\%$)

實際進度 ($\alpha=10\%$)										
時程百分比	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
P 值	0.363	0.257	0.187	0.204	0.270	0.166	0.189	0.163	0.095	0.026
時程百分比	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
P 值	0.004	0.002	0.006	0.013	0.056	0.113	0.447	0.997	0.242	*

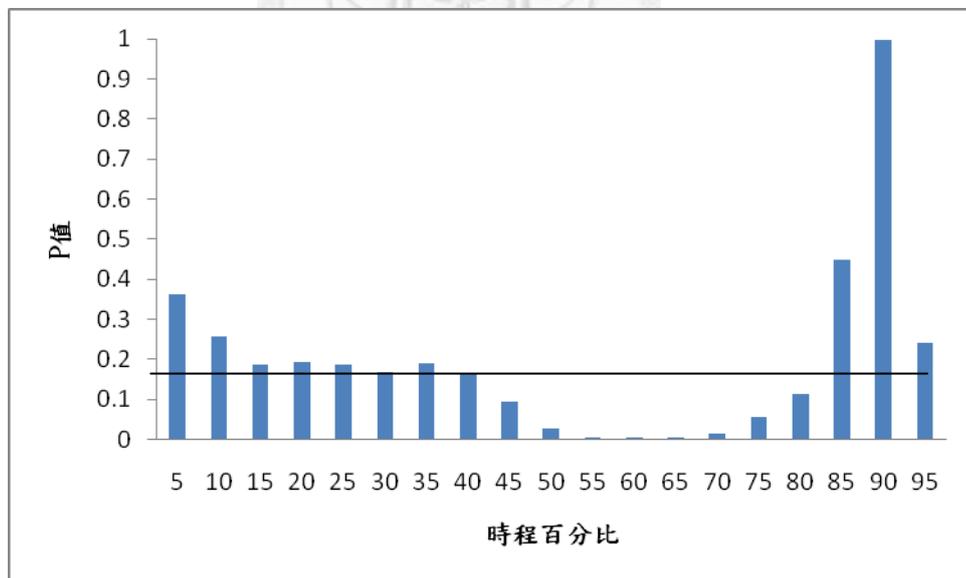


圖 4. 6 實際進度顯著性分析示意圖 ($\alpha=10\%$)

表 4. 3 進度差異顯著性分析 P 值表 ($\alpha=10\%$)

進度差異 ($\alpha=10\%$)										
時程百分比	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
P 值	0.859	0.028	0.014	0.005	0.000	0.001	0.056	0.000	0.000	0.000
時程百分比	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
P 值	0.001	0.000	0.010	0.006	0.000	0.001	0.002	0.003	0.012	0.582

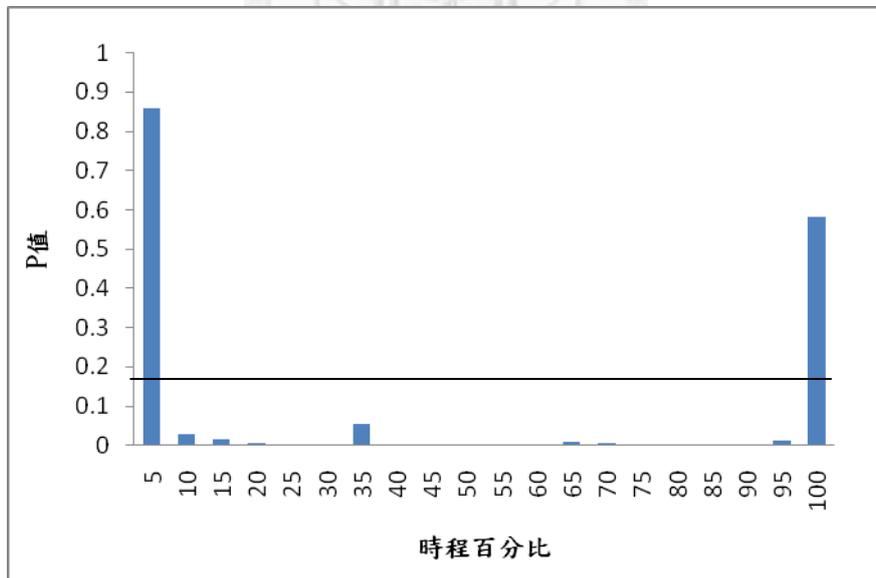


圖 4. 7 進度差異顯著性分析示意圖 ($\alpha=10\%$)

表 4. 4 業主實際支出顯著性分析 P 值表 ($\alpha=10\%$)

業主實際支出百分比 ($\alpha=10\%$)										
時程百分比	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
P 值	0.633	0.422	0.323	0.309	0.305	0.227	0.347	0.322	0.252	0.189
時程百分比	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
P 值	0.014	0.003	0.002	0.011	0.027	0.059	0.334	0.926	0.178	*

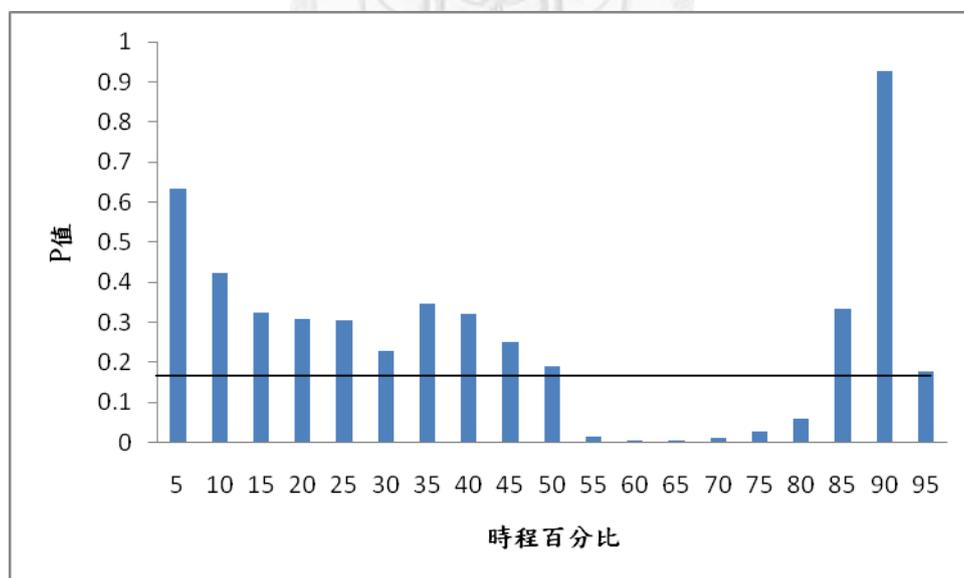


圖 4. 8 業主實際支出顯著性分析示意圖 ($\alpha=10\%$)

表 4. 5 業主實際支出與預定支出百分比顯著性分析 P 值表($\alpha=10\%$)

業主實際支出與預定支出百分比($\alpha=10\%$)										
時程百分比	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
P 值	0.131	0.232	0.334	0.202	0.165	0.012	0.007	0.143	0.000	0.000
時程百分比	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
P 值	0.000	0.006	0.010	0.001	0.001	0.008	0.011	0.016	0.024	0.579

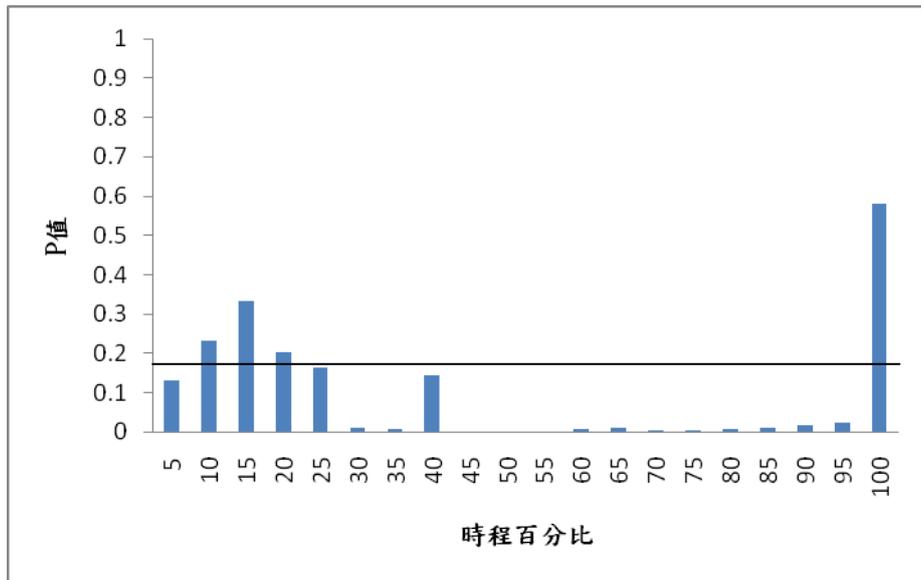


圖 4. 9 業主實際支出與預定支出百分比顯著性分析示意圖($\alpha=10\%$)

以顯著水準 90%也就是 $\alpha=10\%$ 時，實際進度在時程百分比 45%~75%時標竿案例與警示案例具有顯著差異；進度差異在時程百分比 10%~95%時標竿案例與警示案例具有顯著差異；業主實際支出在時程百分比 55%~80%時標竿案例與警示案例具有顯著差異；業主實際支出與預定支出百分比在時程百分比 30%~35%與 45%~95%時標竿案例與警示案例具有顯著差異。

若以顯著水準 80%也就是 $\alpha=20\%$ 的標準進行顯著性分析，兩個指標之 P 值結果如表 4.6 至表 4.9 與圖 4.10 至圖 4.13 所示，

表 4. 6 實際進度顯著性分析 P 值表 ($\alpha=20\%$)

實際進度 ($\alpha=20\%$)										
時程百分比	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
P 值	0.363	0.257	0.187	0.192	0.188	0.166	0.189	0.163	0.095	0.026
時程百分比	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
P 值	0.004	0.002	0.006	0.013	0.056	0.113	0.447	0.997	0.242	*

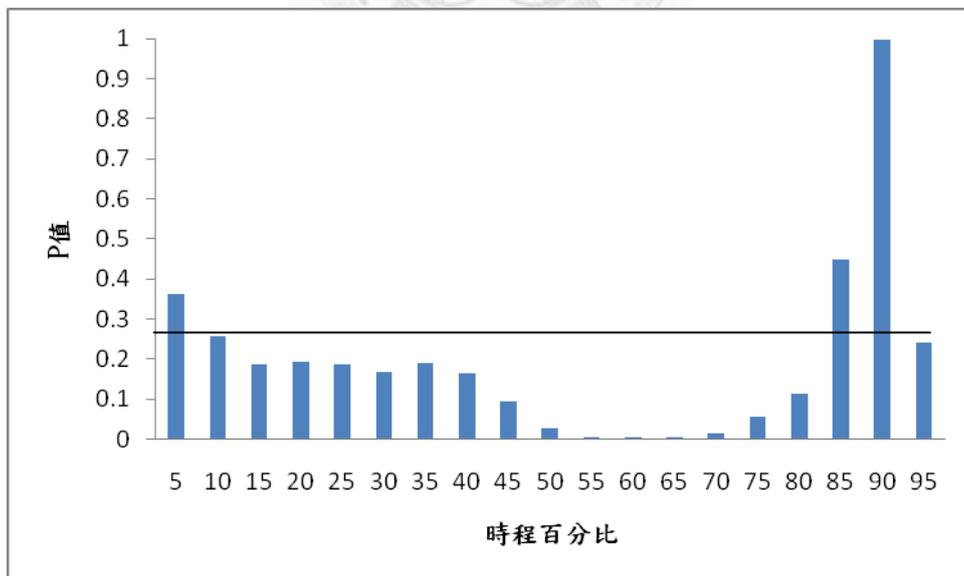


圖 4. 10 實際進度顯著性分析示意圖 ($\alpha=20\%$)

表 4. 7 進度差異顯著性分析 P 值表($\alpha=20\%$)

進度差異($\alpha=20\%$)										
時程百分比	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
P 值	0.859	0.028	0.014	0.005	0.000	0.021	0.056	0.000	0.000	0.000
時程百分比	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
P 值	0.001	0.000	0.010	0.006	0.000	0.000	0.002	0.003	0.012	0.582

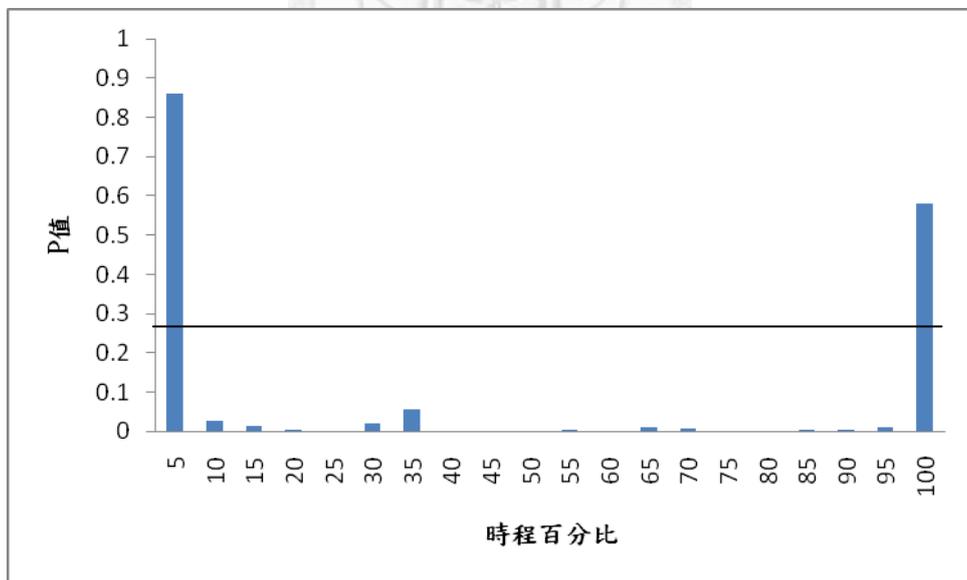


圖 4. 11 進度差異顯著性分析示意圖($\alpha=20\%$)

表 4. 8 業主實際支出顯著性分析 P 值表 ($\alpha=20\%$)

業主實際支出百分比 ($\alpha=20\%$)										
時程百分比	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
P 值	0.633	0.422	0.323	0.309	0.305	0.227	0.347	0.322	0.252	0.189
時程百分比	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
P 值	0.014	0.003	0.002	0.011	0.035	0.059	0.217	0.926	0.178	*

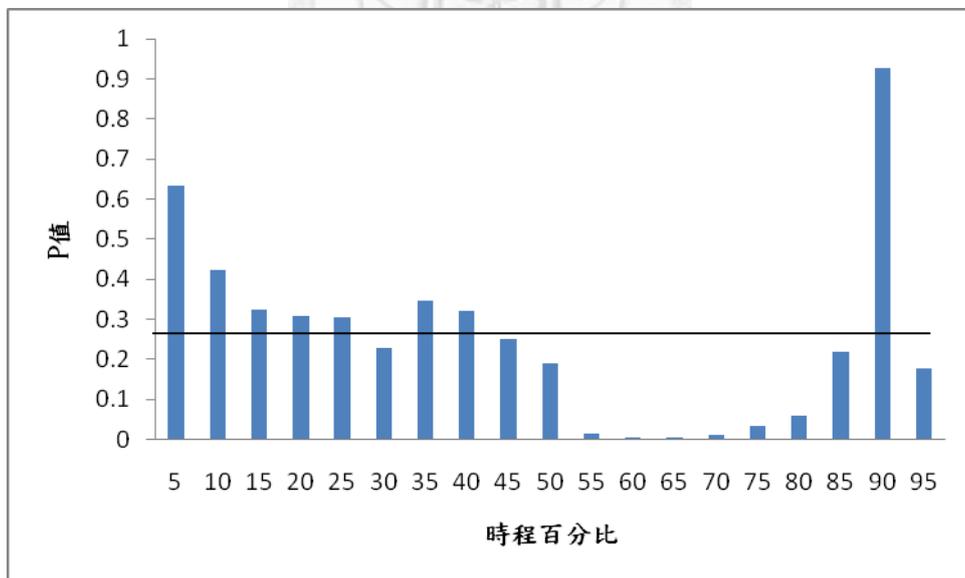


圖 4. 12 業主實際支出顯著性分析示意圖 ($\alpha=20\%$)

表 4. 9 業主實際支出與預定支出百分比顯著性分析 P 值表 ($\alpha=20\%$)

業主實際支出與預定支出百分比										
時程百分比	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
P 值	0.131	0.040	0.334	0.037	0.165	0.012	0.052	0.143	0.000	0.000
時程百分比	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
P 值	0.000	0.006	0.010	0.001	0.001	0.001	0.011	0.016	0.024	0.579

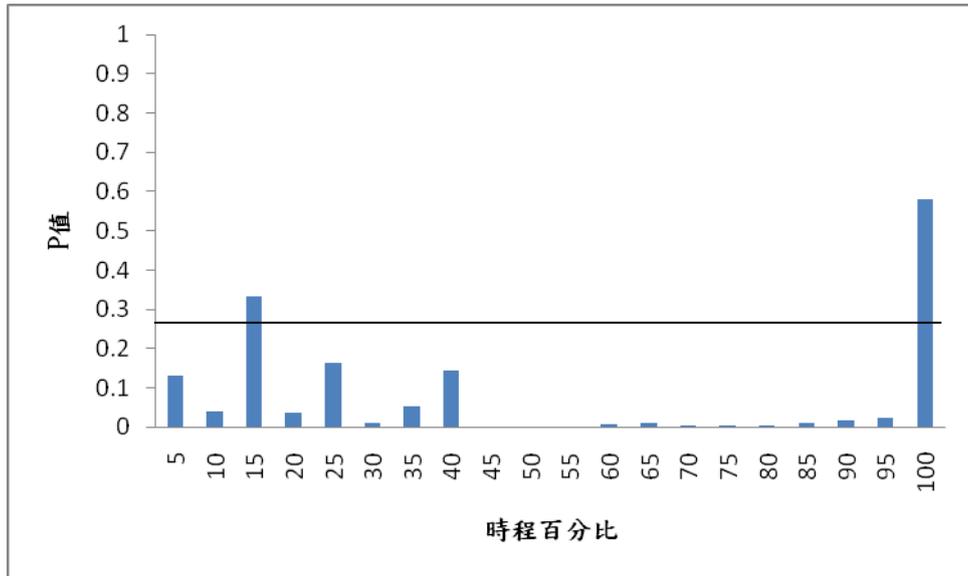


圖 4. 13 業主實際支出與預定支出百分比顯著性分析示意圖 ($\alpha=20\%$)

若將顯著水準降低至 80%也就是 $\alpha=20\%$ 時，實際進度在時程百分比 15%~80% 時標竿案例與警示案例具有顯著差異；進度差異在時程百分比 10%~95%時標竿案例與警示案例具有顯著差異；業主實際支出在時程百分比 50%~80%與 95%時標竿案例與警示案例具有顯著差異；業主實際支出與預定支出百分比在時程百分比 5%~10%與 20%~95%時標竿案例與警示案例具有顯著差異。

4.1.5 管控區間建立結果

區別分析

經過 SPSS 套裝軟體進行區別分析後，每個指標可以得到兩個機率方程式，一個是屬於標竿的機率方程式，一個是警示的機率方程式，要判別一個新的案例為標竿或是警示，只要將變數所需的值帶入兩個族群機率方程式，哪個族群的機率值較高，則代表屬於哪個族群。因此若將標竿的機率方程式減去警示的機率方程式，結果大於零或等於零，則可分類至標竿，結果小於零，則可分類至警示。進度差異之兩個機率方程式與業主實際支出與預定支出百分比之兩個機率方程式如下所示。其中 Time 為期程百分比，Var 為指標對應到的值。

- 標竿與警示機率方程式(實際進度)

$$\text{標竿：} f(\text{Time}, \text{Var}) = 0.107\text{Time} - 0.040\text{Var} - 2.411$$

$$\text{警示：} f(\text{Time}, \text{Var}) = 0.039\text{Time} + 0.024\text{Var} - 2.529$$

- 標竿與警示機率方程式(進度差異)

$$\text{標竿：} f(\text{Time}, \text{Var}) = 0.066\text{Time} + 0.206\text{Var} - 2.395$$

$$\text{警示：} f(\text{Time}, \text{Var}) = 0.060\text{Time} - 0.081\text{Var} - 3.511$$

- 標竿與警示機率方程式(業主實際支出)

$$\text{標竿：} f(\text{Time}, \text{Var}) = 0.118\text{Time} - 0.050\text{Var} - 2.474$$

$$\text{警示：} f(\text{Time}, \text{Var}) = 0.060\text{Time} + 0.005\text{Var} - 2.494$$

● 標竿與警示機率方程式(業主實際支出與預定支出百分比)

$$\text{標竿：} f(\text{Time}, \text{Var}) = 0.069\text{Time} + 0.09\text{Var} - 2.459$$

$$\text{警示：} f(\text{Time}, \text{Var}) = 0.066\text{Time} + 0.07\text{Var} - 3.761$$

分類方程式為標竿方程式減去警示方程式，若結果大於零或等於零，則分類至標竿，若結果小於零，則分類至警示。兩個指標的分類方程式如下所示。進度差異分類方程式之正確判別率為 88.3%，意指有 88.3% 的案例被正確歸類。業主實際支出與預定支出百分比分類方程式之正確判別率為 84.3%，如表 4.10 與表 4.11 所示。表中的案例分類 1 與案例分類 2 分別指的是標竿案例與警示案例，本研究以在 4.1.1 所提到的分類標準進行分類，標竿案例 22 件，警示案例 7 件，而每件案例共有 20 個資料點，因此標竿案例有 440 筆資料，而警示案例有 140 筆資料。在進度差異的分類結果中可以發現原有之 440 個標竿資料點中有 392 個資料點被分類至標竿，48 個資料點被分類至警示，而 140 個警示資料點中有 20 個資料標竿，120 個資料點被分類至警示，因此 580 個資料點中共有 512 個資料點被正確分類，正確判別率為 88.3%。在業主實際支出與預定支出百分比的分類結果中可以發現原有之 440 個標竿資料點中有 387 個資料點被分類至標竿，53 個資料點被分類至警示，而 140 個警示資料點中有 38 個資料標竿，102 個資料點被分類至警示，因此 580 個資料點中共有 489 個資料點被正確分類，正確判別率為 84.3%。另兩個指標實際進度與業主實際支出的正確判別率分別為 67.2% 與 66.0%。

表 4. 10 進度差異分類結果
分類結果^{bc}

案例分類			預測的各組成員		總和
			1	2	
原始的	個數	1	392	48	440
		2	20	120	140
	%	1	89.1	10.9	100.0
		2	14.3	85.7	100.0
交叉驗證 ^a	個數	1	392	48	440
		2	20	120	140
	%	1	89.1	10.9	100.0
		2	14.3	85.7	100.0

- a. 只針對分析中的那些觀察值進行交叉驗證。在交叉驗證時，每個觀察值都是以它本身以外其他所有觀察值的函數加以分類
- b. 88.3% 個原始組別觀察值已正確分類。
- c. 88.3% 個交叉驗證組別觀察值已正確分類。

表 4. 11 業主實際支出與預定支出百分比分類結果
分類結果^{bc}

案例分類			預測的各組成員		總和
			1	2	
原始的	個數	1	387	53	440
		2	38	102	140
	%	1	88.0	12.0	100.0
		2	27.1	72.9	100.0
交叉驗證 ^a	個數	1	387	53	440
		2	38	102	140
	%	1	88.0	12.0	100.0
		2	27.1	72.9	100.0

- a. 只針對分析中的那些觀察值進行交叉驗證。在交叉驗證時，每個觀察值都是以它本身以外其他所有觀察值的函數加以分類
- b. 84.3% 個原始組別觀察值已正確分類。
- c. 84.3% 個交叉驗證組別觀察值已正確分類。

- 實際進度指標分類方程式

$$F(\text{Time}, \text{Var}) = 0.068\text{Time} - 0.064\text{Var} + 0.118$$

$$\begin{cases} F \geq 0, \text{分類至標竿} \\ F < 0, \text{分類至警示} \end{cases}$$

- 進度差異指標分類方程式

$$F(\text{Time}, \text{Var}) = 0.006\text{Time} + 0.287\text{Var} + 1.116$$

$$\begin{cases} F \geq 0, \text{分類至標竿} \\ F < 0, \text{分類至警示} \end{cases}$$



- 業主實際支出指標分類方程式

$$F(\text{Time}, \text{Var}) = 0.058\text{Time} - 0.055\text{Var} + 0.035$$

$$\begin{cases} F \geq 0, \text{分類至標竿} \\ F < 0, \text{分類至警示} \end{cases}$$

- 業主實際支出與預定支出百分比指標分類方程式

$$F(\text{Time}, \text{Var}) = 0.003\text{Time} + 0.002\text{Var} + 1.302$$

$$\begin{cases} F \geq 0, \text{分類至標竿} \\ F < 0, \text{分類至警示} \end{cases}$$

模糊區間

在區別分析階段，已求得兩個指標的分類方程式，可將工程專案分為標竿與

警示兩類，但由於僅有兩個分類，此種分類方式太過嚴格，在績效管控上實用性不足，若能在此兩種分類中找出一個模糊區間，增加「一般」分類，將能改善實用性不足的問題。在本研究中，經過區別分析得到分類方程式，將原資料帶入可得到區別分數並依照區別分數而得到新的分類結果，

表 4. 12 實際進度指標區別分數分布

實際進度		
區別分數	平均值	標準差
標竿	1.02	0.38
警示	-0.58	1.06

表 4. 13 進度差異指標區別分數分布

進度差異		
區別分數	平均值	標準差
標竿	1.98	0.56
警示	-0.92	0.84

表 4. 14 業主實際支出指標區別分數分布

業主實際支出		
區別分數	平均值	標準差
標竿	0.91	1.02
警示	-0.59	0.46

表 4. 15 業主實際支出與預定支出百分比指標區別分數分布

業主實際支出與預定支出百分比		
區別分數	平均值	標準差
標竿	1.75	0.62
警示	-0.32	0.29

在進度差異指標的部分，約有 27%之標竿案例區別分數大於平均值，約有 25%之警示案例區別分數小於平均值，就一般分類之上界與下界來看，涵蓋率已足夠，已是有點嚴格的標準，但若需對標竿與警示之分類再嚴格一些，則可調整加減標準差來決定一般分類之上界與下界。

在業主實際支出與預定支出百分比指標的部分，約有 37%之標竿案例區別分數大於平均值，約有 33%之警示案例區別分數小於平均值，就一般分類之上界與下界來看，涵蓋率已足夠，同樣地，若需要對標竿與警示之分類有更嚴格的標準，則可調整加減標準差來訂定一般分類之上界與下界。

本研究以標竿案例區別分數的平均值作為「一般」分類上界，同時以區別分數的平均值作為「一般」分類下界。新的分類方程式如下所示。

● 實際進度指標分類方程式(加入一般分類之上下界)

$$F(\text{Time}, \text{Var}) = 0.068\text{Time} - 0.064\text{Var} + 0.118$$

$$\text{上界} = 1.02$$

$$\text{下界} = -0.58$$

$$\left\{ \begin{array}{l} F \geq \text{上界}, \text{分類至標竿} \\ \text{上界} > F \geq \text{下界}, \text{分類至一般} \\ F < \text{下界}, \text{分類至警示} \end{array} \right.$$

● 進度差異指標分類方程式(加入一般分類之上下界)

$$F(\text{Time}, \text{Var}) = 0.006\text{Time} + 0.287\text{Var} + 1.116$$

$$\text{上界} = 1.98$$

$$\text{下界} = -0.92$$

$$\left\{ \begin{array}{l} F \geq \text{上界}, \text{分類至標竿} \\ \text{上界} > F \geq \text{下界}, \text{分類至一般} \\ F < \text{下界}, \text{分類至警示} \end{array} \right.$$

● 業主實際支出指標分類方程式(加入一般分類之上下界)

$$F(\text{Time}, \text{Var}) = 0.003\text{Time} + 0.002\text{Var} + 1.302$$

$$\text{上界} = 0.91$$

$$\text{下界} = -0.59$$

$$\left\{ \begin{array}{l} F \geq \text{上界}, \text{分類至標準} \\ \text{上界} > F \geq \text{下界}, \text{分類至一般} \\ F < \text{下界}, \text{分類至警告} \end{array} \right.$$

● 業主實際支出與預定支出百分比指標分類方程式(加入一般分類之上下界)

$$F(\text{Time}, \text{Var}) = 0.003\text{Time} + 0.002\text{Var} + 1.302$$

$$\text{上界} = 1.75$$

$$\text{下界} = -0.32$$

$$\left\{ \begin{array}{l} F \geq \text{上界}, \text{分類至標準} \\ \text{上界} > F \geq \text{下界}, \text{分類至一般} \\ F < \text{下界}, \text{分類至警告} \end{array} \right.$$

4.2 非連續性指標之相關性分析

利用 Pearson 相關性分析，分析以下指標之相關性：

1. 變更金額百分比與查核分數之相關性。
2. 變更期程百分比與查核分數之相關性。
3. 查核分數與進度差異之相關性。

其中，變更設計與工程查核的時間點先後順序不在本研究的範圍內。

變更金額百分比與查核分數的相關性分析

首先先將變更金額百分比進行分組，由於資料百分比分布，取每 5% 一組，其分布如圖 4.14 所示。相關性分析結果如表 4.16 所示，顯著水準 95% 下，變更金額百分比達到 15% 以上與查核分數有顯著高度負相關，相關係數為 -0.998，當變更金額百分比越大，其查核分數越低，在本研究中，查核分數為工程品質之代表，因此，當一工程專案之變更金額百分比達到 15% 以上，將會影響其工程品質，在本研究中，將給予警訊，警告業主工程品質會受到影響。

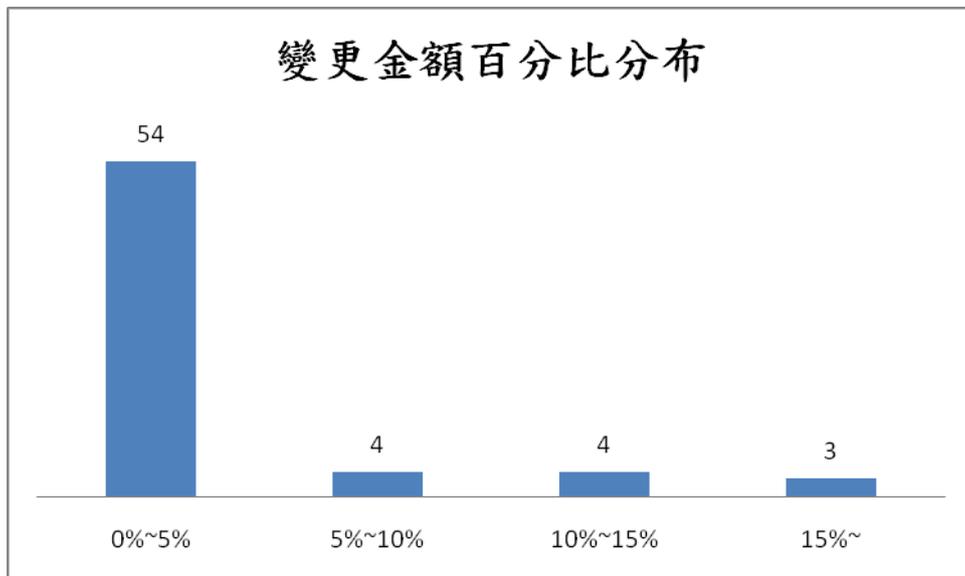


圖 4. 14 變更金額百分比分布示意圖

表 4. 16 變更金額百分比與查核分數相關性分析結果

	0%~5%	5%~10%	10%~15%	15%~
Pearson 相關	0.04	0.016	-0.15	-0.998
顯著性	0.777	0.984	0.85	0.043

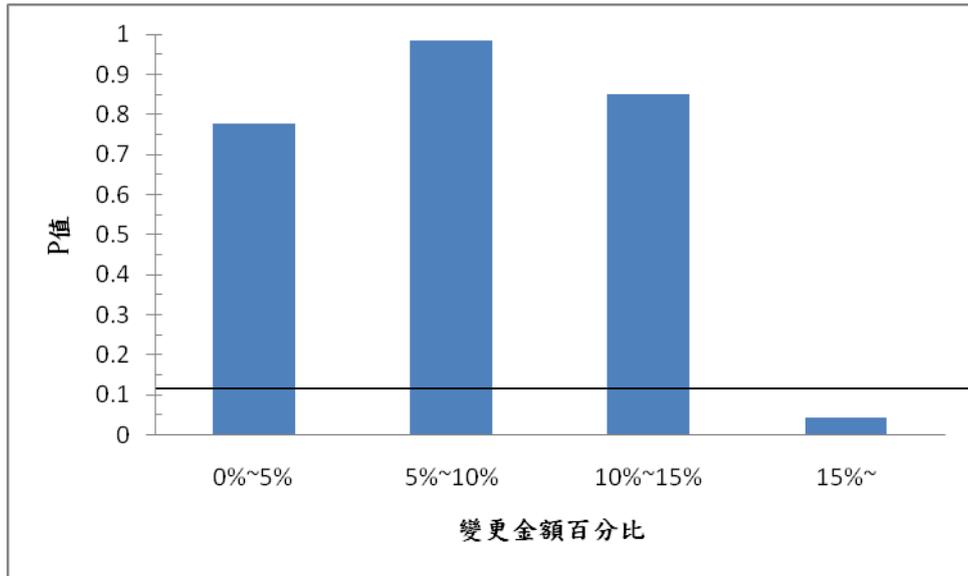


圖 4. 15 變更金額百分比與查核分數相關性分析 P 值示意圖

變更期程百分比與查核分數之相關性分析

首先先將變更期程百分比分組，由於資料百分比分布，取每 10% 分一組，其資料分布如圖 4.16 所示。相關性分析結果如表 4.17 所示，顯著水準 95% 下，變更期程百分比達到 30% 以上與查核分數有顯著高度負相關，相關係數為 -0.891，當變更期程百分比越高，其查核分數越低，若將顯著水準降至 90%，只要變更期程百分比達到 20% 以上就與查核分數有顯著高度負相關，相關係數為 -0.866。若業主希望較為嚴格，可在變更期程百分比達到 20% 以上就發出警訊，若希望標準寬鬆一點，可忍受變更期程百分比至 30% 以上再發出警訊。

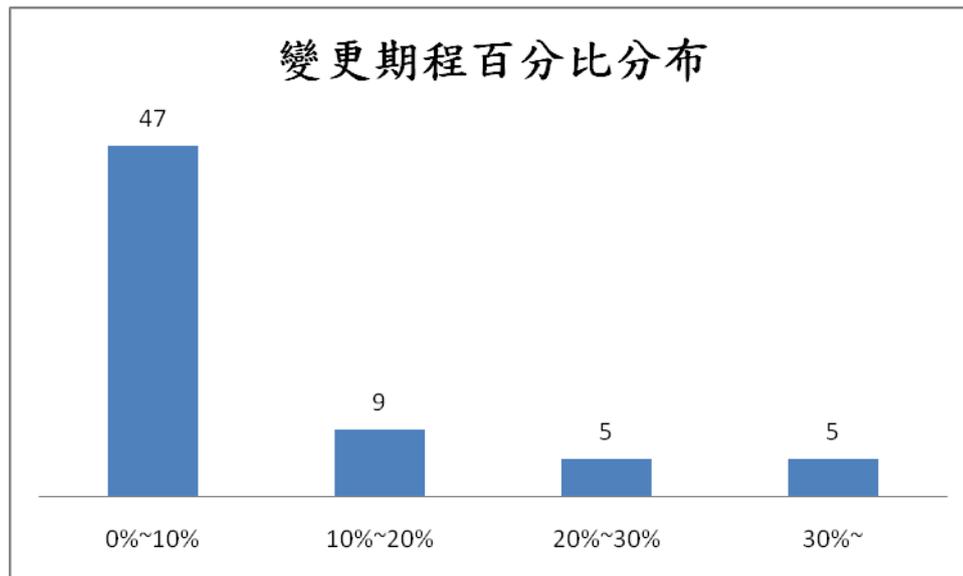


圖 4. 16 變更期程百分比分布示意圖

表 4. 17 變更期程百分比與查核分數之相關性分析結果

	0%~10%	10%~20%	20%~30%	30%~
Pearson 相關	0.222	-0.054	-0.866	-0.891
顯著性	0.133	0.891	0.058	0.043

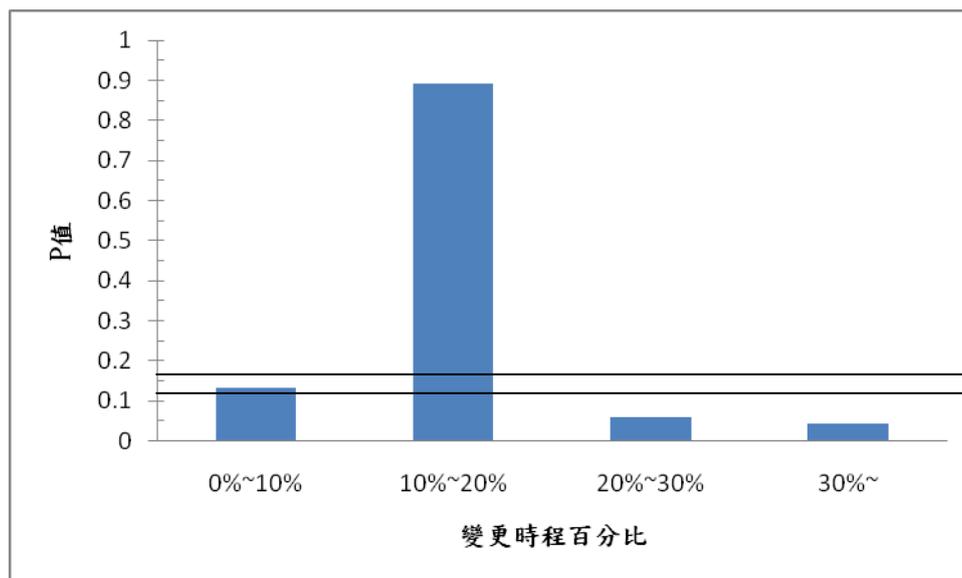


圖 4. 17 變更時程百分比與查核分數相關性分析 P 值示意圖

查核分數與進度差異之相關性分析

進度差異為一連續性指標，工程專案在每個時程百分比都有一個進度差異的值，在此項分析中，希望可以找出和查核分數有顯著相關的時程百分比，其分析結果如表 4.18 所示，顯著水準 99% 下，在時程百分比 70% 與 75% 時查核分數與進度差異有顯著正相關，也就是說，當進度正差異越大，工程進度越超前，查核分數越高，反之，進度負差異越大，工程進度越落後，查核分數越低。因此在時程百分比 70% 與 75% 時工程專案進度發生落後情形，則給予警訊。若將顯著水準稍稍降低一些，在顯著水準 95% 下，時程百分比 20%、50%、65%~85% 若發生落後情形，即給予警訊。

表 4. 18 查核分數與進度差異之相關性分析結果

時程百分比	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Pearson 相關	-0.168	0.224	0.218	0.276*	0.228	0.163	0.152	0.167	0.208	0.257*
顯著性	0.164	0.062	0.070	0.021	0.058	0.178	0.210	0.167	0.084	0.032
時程百分比	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Pearson 相關	0.199	0.202	0.292*	0.341**	0.332**	0.292*	0.27*	0.217	0.200	0.147
顯著性	0.099	0.094	0.014	0.004	0.005	0.014	0.024	0.71	0.97	0.244

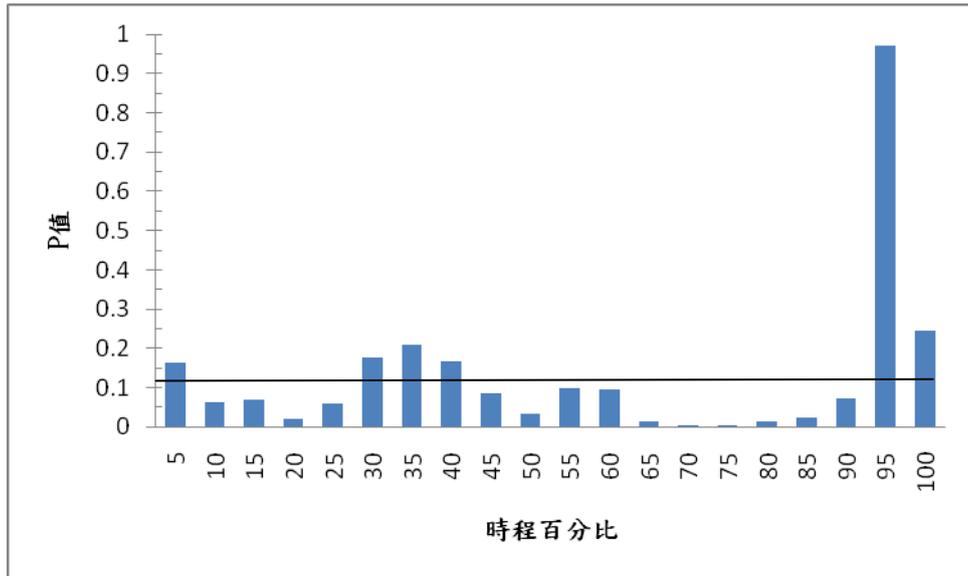


圖 4. 18 查核分數與進度差異之相關性分析 P 值示意圖

由於查核分數中有 20%是屬於進度分數，為了避免在進行查核分數與進度差異相關性分析時，其結果相關是因為包含了進度概念的緣故，因此將查核分數中進度相關的成績扣掉再行分析，再一次分析結果如表 4.19 所示，顯示水準 90% 以下，在時程百分比 20%與 65%至 85%有顯著正相關，其結果與查核分數未減去進度相關的成績其實相去無幾，僅少了時程百分比 50%。

表 4. 19 查核分數與進度差異之相關性分析結果(查核分數減去進度分數)

時程百分比	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Pearson 相關	-0.17	0.145	0.095	0.199*	0.137	0.044	0.043	0.052	0.102	0.168
顯著性	0.161	0.233	0.436	0.100	0.262	0.719	0.727	0.672	0.404	0.167
時程百分比	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Pearson 相關	0.115	0.125	0.26**	0.31**	0.30**	0.25**	0.24**	0.216	0.204	0.150
顯著性	0.347	0.304	0.032	0.010	0.014	0.037	0.043	0.174	0.191	0.220

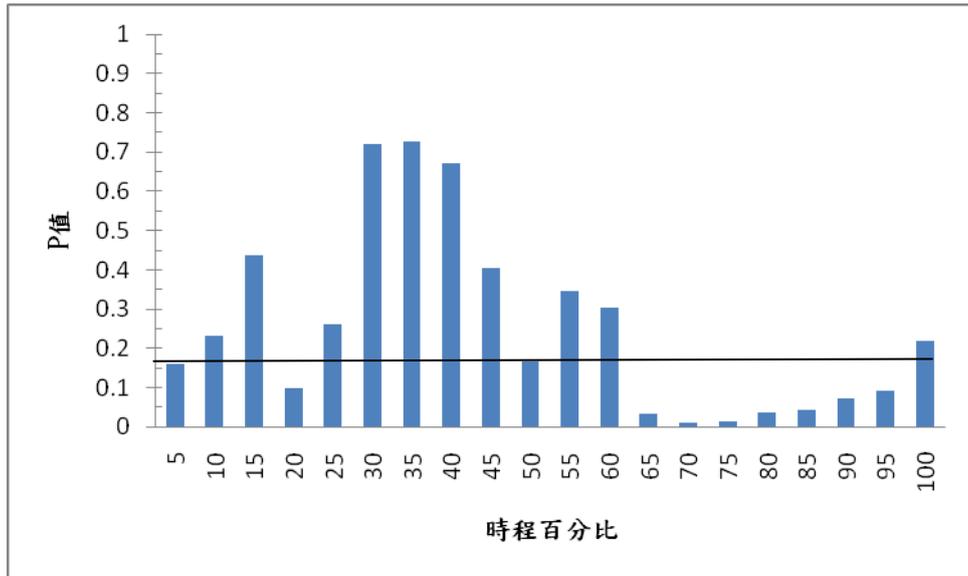


圖 4. 19 查核分數與進度差異之相關性分析 P 值示意圖(查核分數減去進度分數)

由查核分數與進度差異的相關性分析結果可以發現時程百分比 20% 這個時間點很特別，如果在一個工程專案的一開始進行 20% 的時候發生進度落後的情形，工程品質則會有明顯的下降，如果進度超前，工程品質則可以維持，這說明了一個工程專案在一開始的表現會影響整體的工程品質。

4.3 績效管控機制之視覺化

4.3.1 視覺化管控設定

在 4.1 已將標竿、警示與一般分類利用區別分析找出分類方程式，但分類方程式僅可判別工程專案在某個時間點是屬於標竿、警示或一般，看不出整體趨勢，因此除了利用分類方程式對工程專案作分類，另外需要建立標竿案例與警示案例之標準曲線來判別執行中工程專案式較為偏向標竿抑或是偏向警示，可預見整體工程專案之趨勢，以掌控工程進度與成本。

本研究設定以標竿案例指標的平均值來當作標竿案例的標準曲線，以警示案例指標的平均值來當作警示案例的標準曲線，以進度差異指標為例，利用此設定畫出的標準曲線如圖 4.20 所示，顯著區間介於 10% 至 95% 間。若將執行中案例導

入，則可得到自開工以來至目前工程績效之視覺化表現，如圖 4.21。

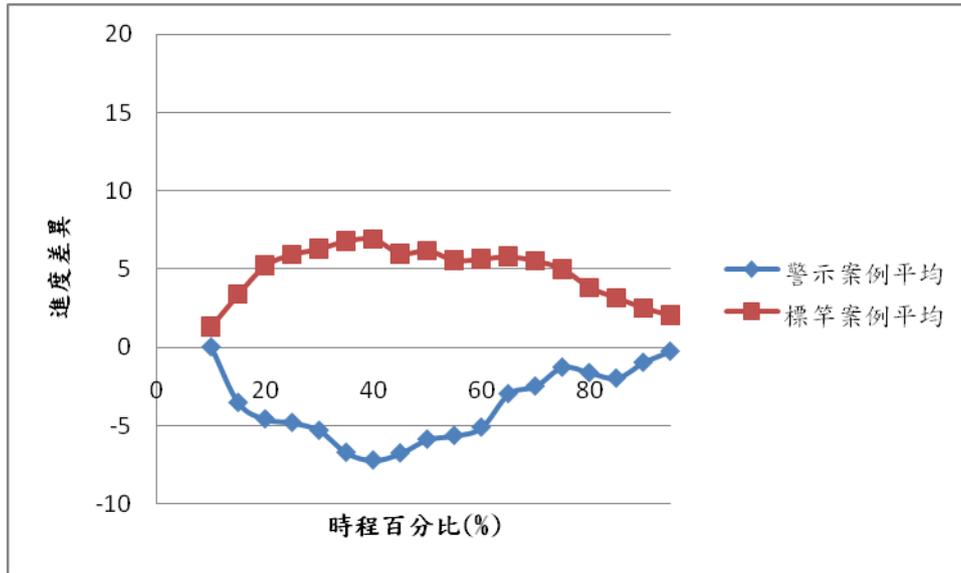


圖 4. 20 視覺化之標準曲線

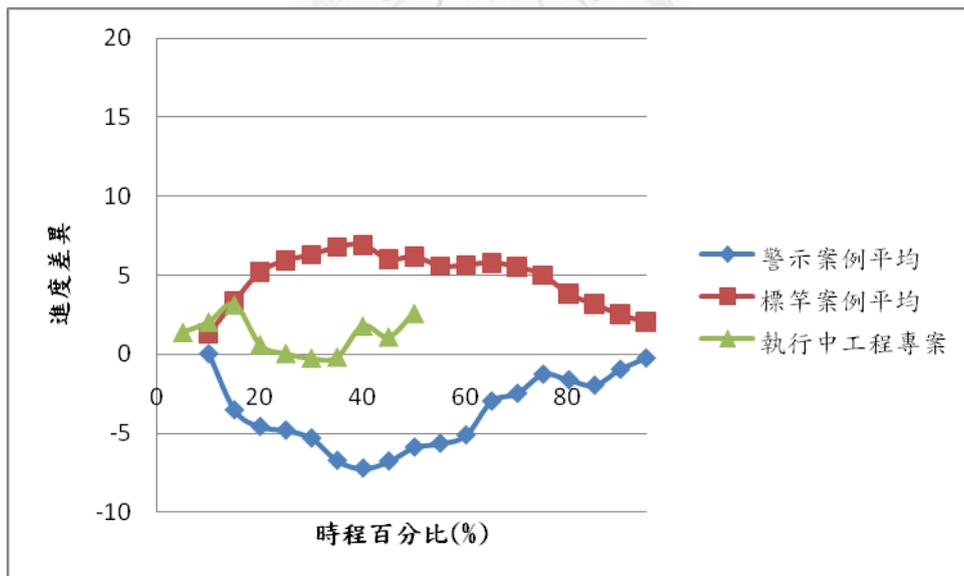


圖 4. 21 執行中工程專案導入視覺化標準曲線

4.3.2 警示燈號設定

除了視覺化標準曲線外，本機制在即時之工程專案分類、管制時程發出警示訊號時、變更金額與時程超出管制百分比時，將以警示燈號表現。在即時之工程專案分類時警示燈號以紅綠燈之概念表現，綠色表示執行中工程專案目前被分類

至標竿，紅色表示執行中工程專案目前被分類至警示，而黃色表示執行中專案目前被分類至一般。在管控時程之品質管控、變更設計金額百分比品質管控與變更設計時程百分比品質管控，若無異樣則以綠燈表現，若發出警訊則以紅燈表現。

項目	工程專案目前分類	管控時程之品質管控	變更設計金額百分比品質管控	變更設計時程百分比品質管控
警示燈號	●	●	●	●

綠燈：● 黃燈：● 紅燈：●

圖 4. 22 警示燈號示意圖

4. 4 績效評估機制之驗證

4. 4. 1 查核分數與進度差異之關係

由 4. 2 之分析結果本研究發現在工程專案時程百分比 20%與 65%~85%時，查核分數與進度差異有顯著正相關，當進度正差異越大，工程進度越超前，查核分數越高，反之，進度負差異越大，工程進度越落後，查核分數越低。在本節將分析實際在時程百分比 20%以及 65%~85%時被查核之工程專案與其進度差異之相關性，分析實際狀況是否符合本研究之分析結果。本階段實際在時程百分比 20%時被查核之工程專案共 5 件，實際在時程百分比 65%~85%被查核之工程專案共 16 件。首先在時程百分比 20%時，實際之查核分數與當時之進度差異經過相關性分析，如表 4. 20 所示，其 Pearson 相關係數高達 0. 862，並在顯著水準 90%下 P 值為 0. 06，具有顯著之高度相關，表示在時程百分比 20%時，實際之查核分數的確與當下之進度差異相關，圖 4. 24 可看出其趨勢。

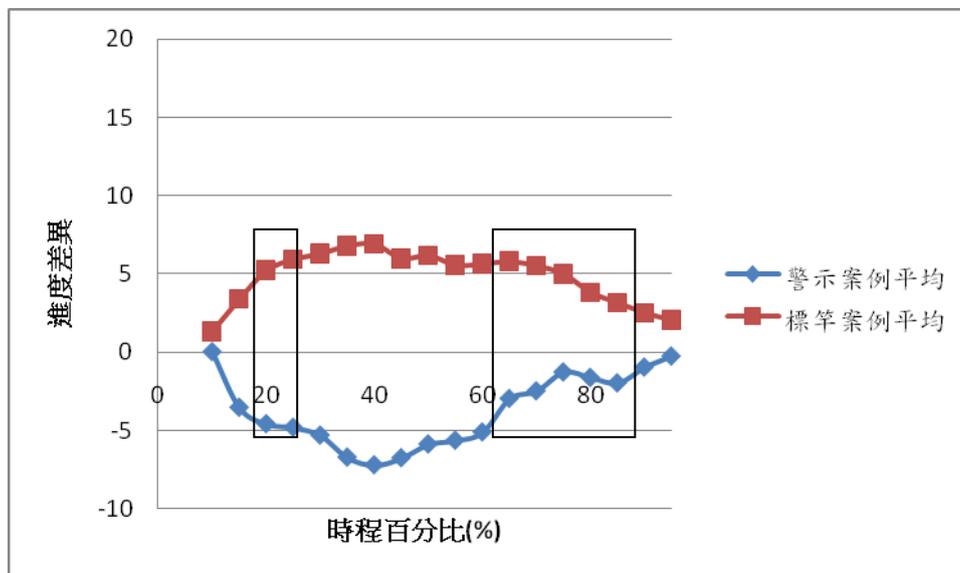


圖 4. 23 查核管控時程



表 4. 20 時程百分比 20%之實際之查核分數與進度差異之相關性分析結果
相關

		查核分數	時程百分比20之 進度差異
查核分數	Pearson 相關	1	.862
	顯著性 (雙尾)		.060
	個數	5	5
時程百分比20之進度差異	Pearson 相關	.862	1
	顯著性 (雙尾)	.060	
	個數	5	5

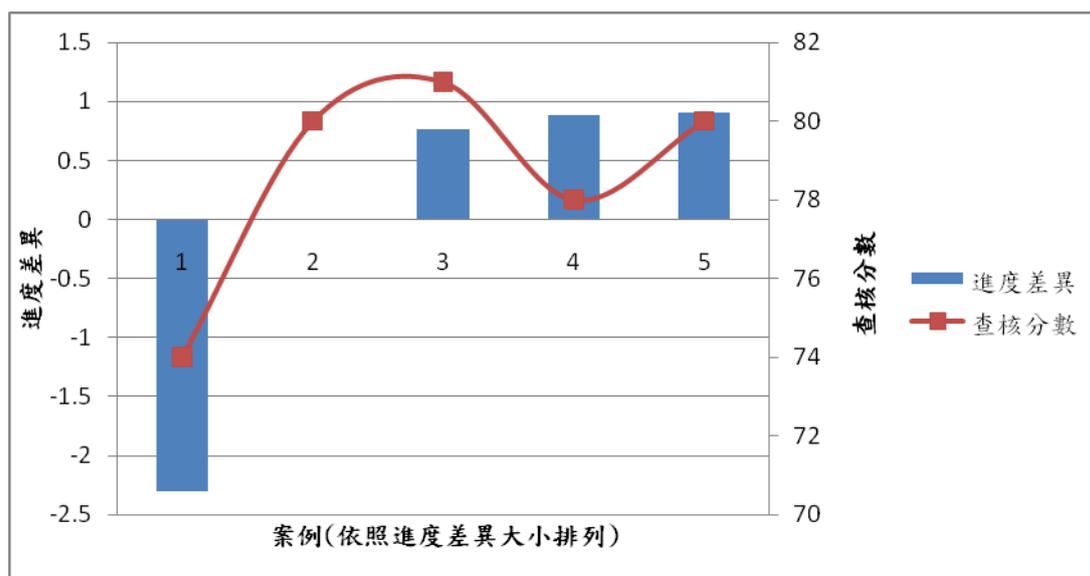


圖 4. 24 時程百分比 20%之實際之查核分數與進度差異之趨勢

在時程百分比65%~85%時，實際之查核分數與當時之進度差異經過相關性分析，如表4.21所示，其Pearson相關係數達0.484，並在顯著水準90%下P值為0.058，具有顯著之中度相關，表示在時程百分比65%~85%時，實際之查核分數的確與當下之進度差異相關，圖4.25可看出其趨勢。

本節以實際當下時程之查核分數驗證查核分數與進度差異在時程百分比20%、65%~85%時確實有顯著相關。下節將會驗證在管控之時程查核分數是否可預知進度差異後續狀況。

表 4. 21 時程百分比 65%~85%之實際之查核分數與進度差異之相關性分析結果

相關

		查核分數	時程百分比65至85之進度差異
查核分數	Pearson 相關	1	.484
	顯著性 (雙尾)		.058
	個數	16	16
時程百分比65至85之進度差異	Pearson 相關	.484	1
	顯著性 (雙尾)	.058	
	個數	16	16

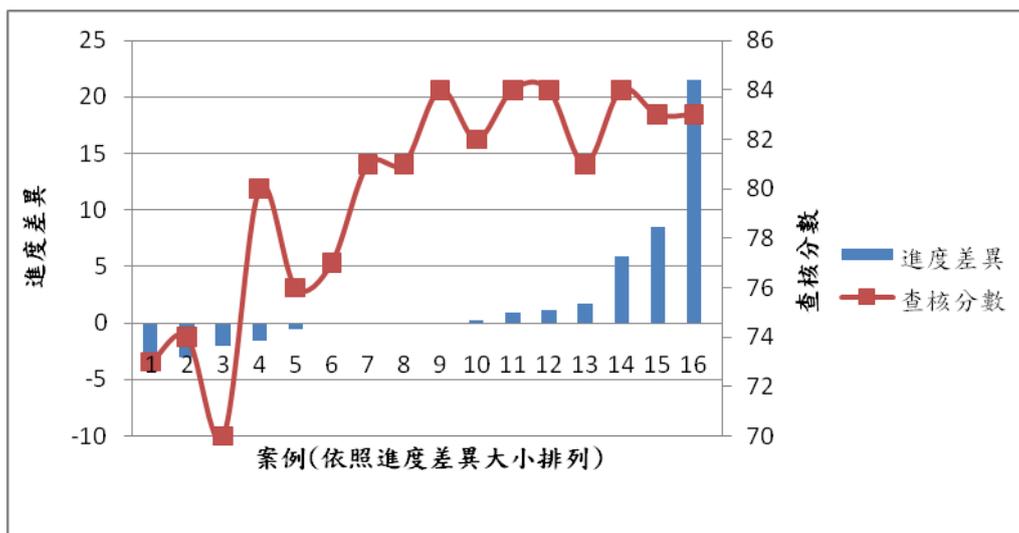


圖 4. 25 時程百分比 20%之實際之查核分數與進度差異之趨勢

4.4.2 查核分數預測後續進度差異之驗證

在上節以實際當下時程之查核分數驗證了查核分數與進度差異在時程百分比 20%、65%~85%時確實有顯著相關，但經查核後，查核分數是否可以預測查核後之進度差異狀況，則是未知。本節將驗證經查核後之工程專案其後續進度差異是否與查核分數有顯著相關，驗證經查核後，查核分數是否可預測後續進度差異。在時程百分比 20%時，實際之查核分數與時程百分比 30%之進度差異經過相

關性分析，如表 4.23 所示，其 Pearson 相關係數高達 0.941，近完全相關，並在顯著水準 95% 下 P 值為 0.017，具有顯著之高度相關，表示在時程百分比 20% 時工程專案被查核所得之查核分數與查核後 10% 之進度差異具有顯著相關，表示在時程百分比 20% 時工程專案被查核所得之查核分數可預測查核後 10% 之進度差異變好與變壞，如圖 4.26 所示，橫座標為查核分數，縱座標為進度差異，由圖中曲線可知，查核分數越低，其查核後 10% 之進度差異會變差，查核分數之分野大約在 78 至 79 間，也就是說，若查核分數低於 78 分，可預知查核後之進度比起查核當下會更差。

表 4.22 查核分數(時程百分比 20%)與時程百分比 30%之進度差異之相關性分析
相關

		查核分數	經查核後 10percent之進度 差異
查核分數	Pearson 相關	1	.941*
	顯著性 (雙尾)		.017
	個數	5	5
經查核後10percent之進度差異	Pearson 相關	.941*	1
	顯著性 (雙尾)	.017	
	個數	5	5

*. 在顯著水準為0.05 時 (雙尾)，相關顯著。

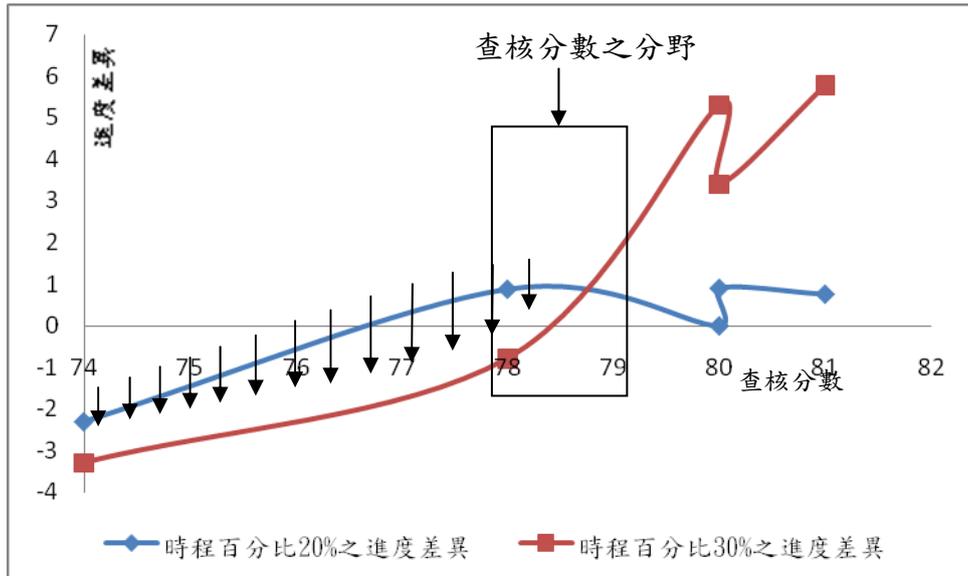


圖 4. 26 查核分數與進度差異(時程百分比 20%與 30%)之關係圖

表 4. 23 詳細查核分數與進度(承圖 4.26)

案例	查核分數	時程百分比 20%(查核時間點)			時程百分比 30%		
		預定進度	實際進度	進度差異	預定進度	實際進度	進度差異
案例 1	74	13.9	11.6	-2.3	21.5	18.2	-3.3
案例 2	80	3.7	3.7	0	10.9	16.2	5.3
案例 3	81	12	12.76	0.76	24.7	30.4	5.7
案例 4	78	5.8	6.7	0.9	18.4	17.6	-0.8
案例 5	80	6	6.8	0.9	19.2	22.6	3.4

在時程百分比 65%~85%時，實際之查核分數與當時之進度差異經過相關性分析，如表 4.25 所示，其 Pearson 相關係數達 0.665，並在顯著水準 99%下 P 值為 0.005，具有顯著之高度相關，表示在時程百分比 65%~85%時工程專案被查核所得之查核分數與查核後 10%之進度差異具有顯著相關，表示在時程百分比 65%~85%時工程專案被查核所得之查核分數可預測查核後 10%之進度差異變好與變壞，如圖 4.27 所示，橫座標為查核分數，縱座標為進度差異，由圖中曲線可知，查核分數越低，其查核後 10%之進度差異會變差，查核分數之分野大約在 78 至 79 間，也就是說，若查核分數低於 78 分，可預知查核後之進度比起查核當下會更差。

表 4. 24 查核分數(時程百分比 65%~85%)與查核後 10%之進度差異之相關性分析
相關

		查核分數	經查核後 10percent之進度 差異
查核分數	Pearson 相關	1	.665**
	顯著性 (雙尾)		.005
	個數	16	16
經查核後10percent之進度差異	Pearson 相關	.665**	1
	顯著性 (雙尾)	.005	
	個數	16	16

** . 在顯著水準為0.01時 (雙尾)，相關顯著。

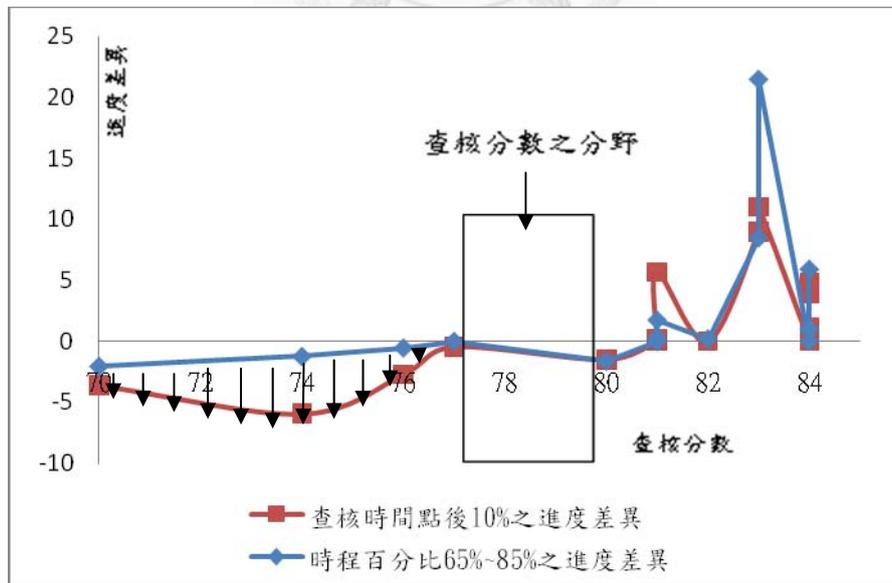


圖 4. 27 查核分數與進度差異(時程百分比 65%~85%與查核時間點後 10%)之關係

表 4. 25 詳細查核分數與進度(承圖 4.27)

案例	查核分數	時程百分比 65%~85%(查核時間點)			查核時間點後 10%		
		預定進度	實際進度	進度差異	預定進度	實際進度	進度差異
案例 6	73	100	96.2	-3.8	100	96.2	-3.8
案例 7	74	89.4	86.3	-3.1	96.7	90.7	-6
案例 8	70	82.6	80.6	-2	95.5	91.9	-3.6
案例 9	80	77.3	75.6	-1.7	85.4	83.9	-1.5
案例 10	76	87.3	86.7	-0.6	94.6	94.6	0
案例 11	77	81.1	81.1	0	89.7	89.2	-0.5
案例 12	81	84.6	84.6	0	91.8	91.8	0
案例 13	81	87.3	87.3	0	94.1	94.1	0
案例 14	84	90.6	90.6	0	99.5	99.6	0.1
案例 15	82	78.9	79.1	0.2	84.6	84.6	0
案例 16	84	89.1	90	0.9	95.8	96.9	1.1
案例 17	84	73.3	74.4	1.1	86.4	91.3	4.9
案例 18	81	71.6	73.4	1.8	84.4	90.1	5.7
案例 19	84	72.9	78.8	5.9	86.5	90.4	3.9
案例 20	83	68.7	77.2	8.5	76	85	9
案例 21	83	72.3	93.8	21.5	84	95	11

4.5 績效評估機制之建置架構

本研究雖以管控公共工程績效為目標，但其實同一套流程是可以套用至一般工程的。由於本研究為針對公部門業主所建構之績效評估機制，因此若要使用這套流程來建立屬於自己的績效評估機制，還是建議業主方使用，步驟如下：

1. 本研究所提出之工程績效指標有業主實支、支出差異、業主實際支出與預定支出百分比、實際進度、進度差異、死亡人數、檢驗通過率、材料合格率、查核分數、驗收缺失改善率、變更設計金額、變更設計展延天數共 12 項。由於本研究的範圍僅限建築工程，並且以業主角度發展指標，因此若要使用

本研究所提出之指標，建議工程類型以建築工程為限，並同樣處於業主角度的。

2. 若工程類型為非建築工程造成評估指標不足可建立自己的績效指標，除了一些文獻中常被引用之指標外，可以加上其他可量化並因不同工程類型而產生的評估指標，最後需將指標分為連續性指標，與非連續性指標。
3. 連續性指標帶入 CAPP 績效管控流程：案例分類、建立案例資料、數據正規化、指標顯著差異分析、以區別分析法建立管控區間。
 - 案例分類：建立將標竿案例與警示案例分類之標準。
 - 建立案例資料：匯入案例資料與計算出指標數值。
 - 數據正規化：標準化時程，避免資料權重不同而造成差異性。
 - 指標顯著差異分析：確定指標在標竿和警示案例上具有統計上的顯著差異。
 - 區別分析法建立管控區間：區別分析法將分類的觀測值建立一個區別函數，可將觀測值的線性組合轉換成新的變數，並將原分類標竿與警示案例做到最大的區分。

經過這個步驟，連續性指標可利用視覺化的管控觀察目前執行中工程專案的趨勢。
4. 非連續性指標相關性分析中，一如本研究以查核分數作為品質指標，進行一連串分析得到其他非連續性指標與品質指標的相關性。同樣的，若具有其他品質指標的資料，也可以使用其他綜合品質指標來取代本研究之品質指標查核分數，例如本研究有選出檢驗通過率、材料合格率、驗收區施改善率等指標，但卻因資料實務上蒐集不易而無法加入相關性分析。
5. 利用 3 與 4 的結果，將績效評估的標準以系統的方式呈現，並加入視覺化介面，使管理者可輕鬆管控工程績效，並適時做出改善。

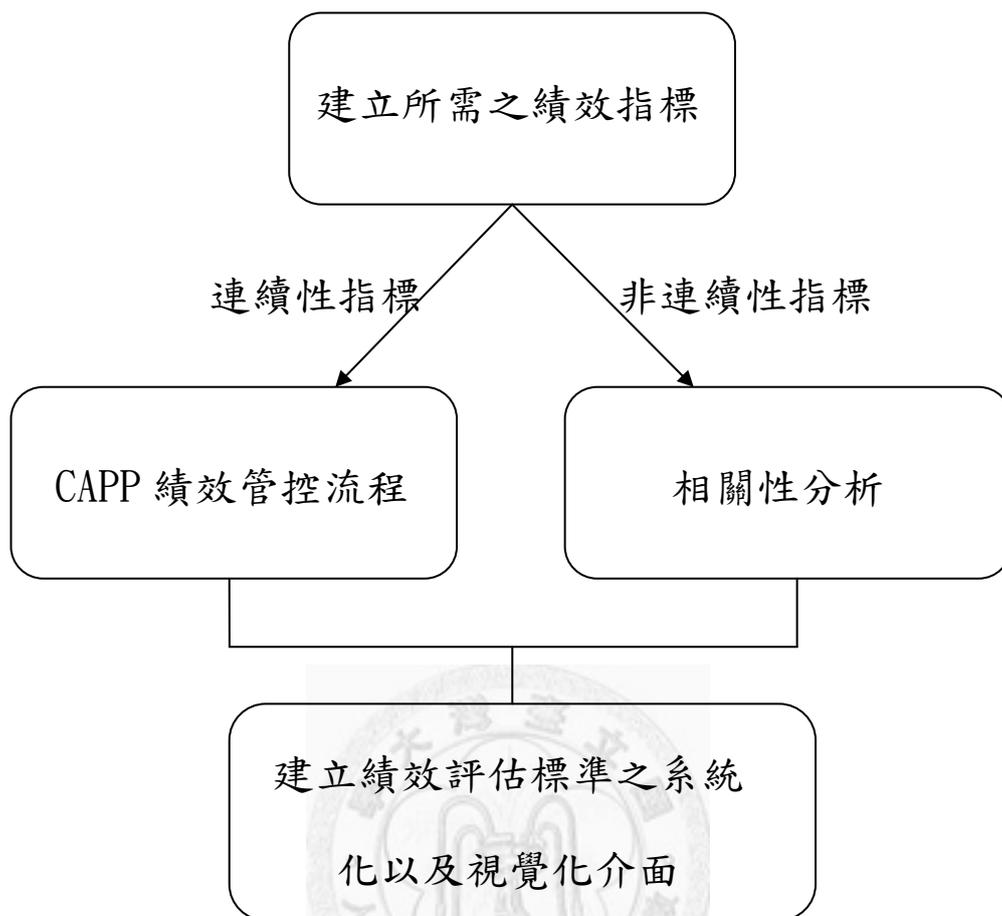


圖 4. 28 績效評估機制之流程圖

4.6 實際績效評估

本節將導入一實際案例利用 4.1 連續性指標 CAPP 績效管控機制 4.2 非連續性指標之相關性分析所得之分類方程式以及相關性分析結果對施工中案例進行績效評估。實際案例以 2008 年 3 月為績效評估之時間點，其資料如表 4.27 所示，包含了標案名稱、決標金額、決標日期、實際開工日期、變更金額及期程、與進度及支出、查核分數及時間等資料。本節以標竿案例與警示案例之標準曲線來判別執行中工程專案是較為偏向標竿抑或是偏向警示，可預見整體工程專案之趨勢，以掌控工程進度與成本，如圖 4.29~圖 4.32。此案例並在 2008 年 2 月時被查核，查核分數為 74 分，低於 78 分可預測未來進度差異可能擴大變差因此給予警訊燈號。而變更設計金額即期程皆未變更，因此警訊燈號維持綠燈。

表 4. 26 案例資料

標案名稱：XXXX 教學大樓新建工程					
決標金額：12300000 元					
決標日期：2006/11/14					
實際開工日期：2007/1/31					
目前狀態：施工中					
變更金額：無變更					
變更期程：無變更					
查核分數：74					
查核時間：2008/2/26					
時程年月	時程百分比	進度(%)		支出(千元)	
		預定進度	實際進度	預定支出	實際支出
2007, 2	2.63	0	0	0	0
2007, 3	5.26	0	0	0	0
2007, 4	7.89	2.6	2.5	0	0
2007, 5	10.53	6.9	6.4	1,000	0
2007, 6	13.16	11	9.9	3,000	0
2007, 7	15.79	14.6	12.5	15,000	0
2007, 8	18.42	17.8	15.5	20,000	0
2007, 9	21.05	20.8	18.1	22,000	12,797
2007, 10	23.68	25.7	20.4	32,000	16,457
2007, 11	26.32	33.2	20.7	42,000	19,046
2007, 12	28.95	36.9	27.6	52,000	22,261
2008, 1	31.58	39.9	32	60,000	29,418
2008, 2	34.21	43.3	38.2	70,000	29,418
2008, 3	36.84	46.9	43.5	80,000	35,298

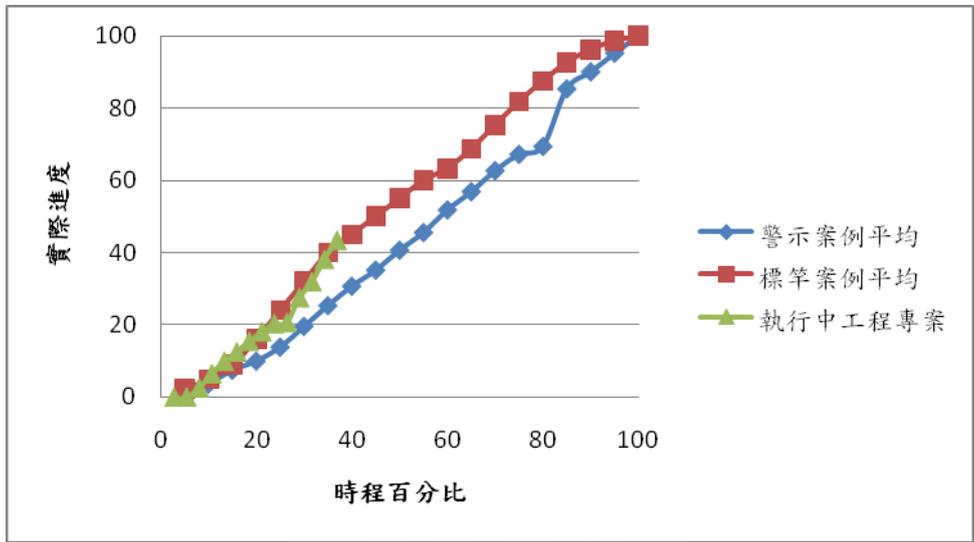


圖 4. 29 實際進度管控圖

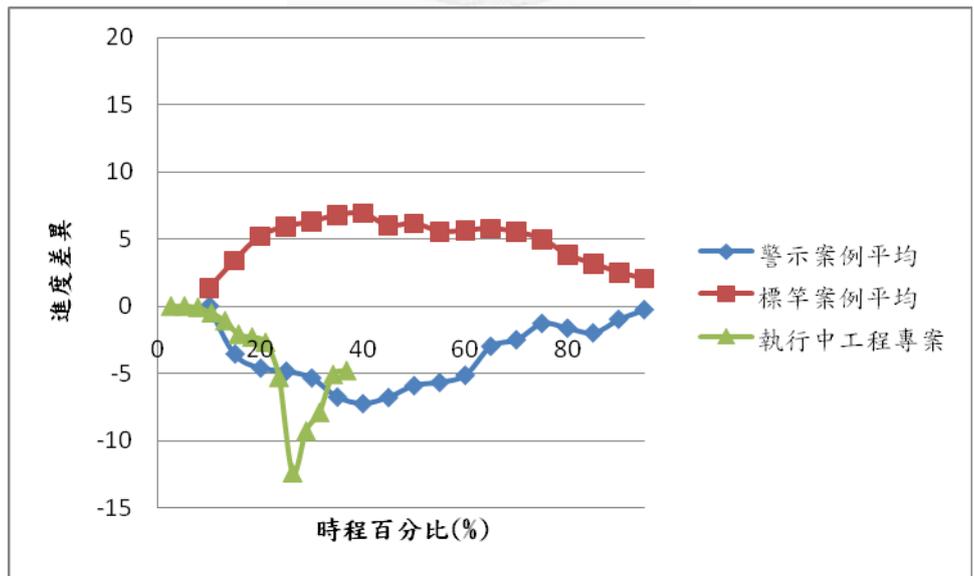


圖 4. 30 進度差異管控圖

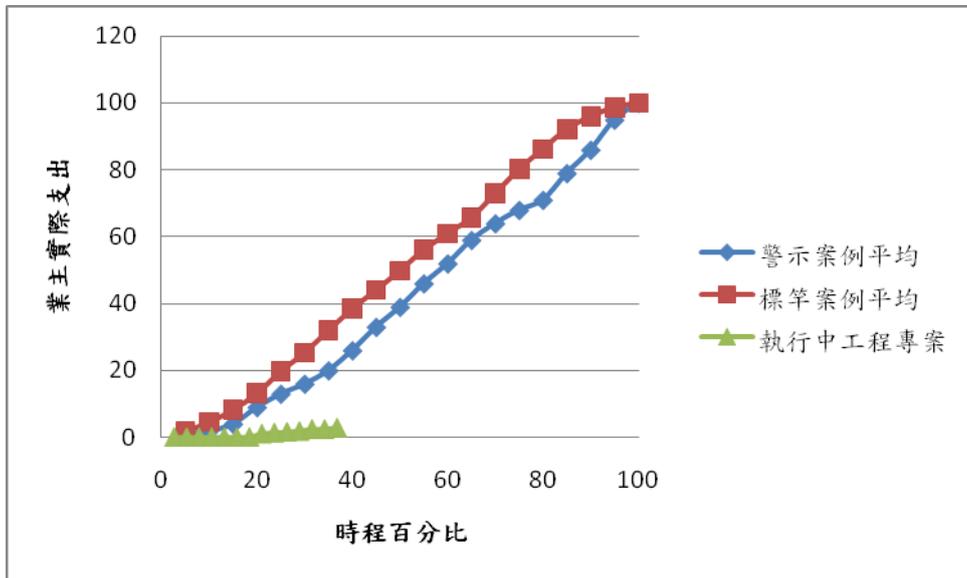


圖 4. 31 業主實際支出管控圖

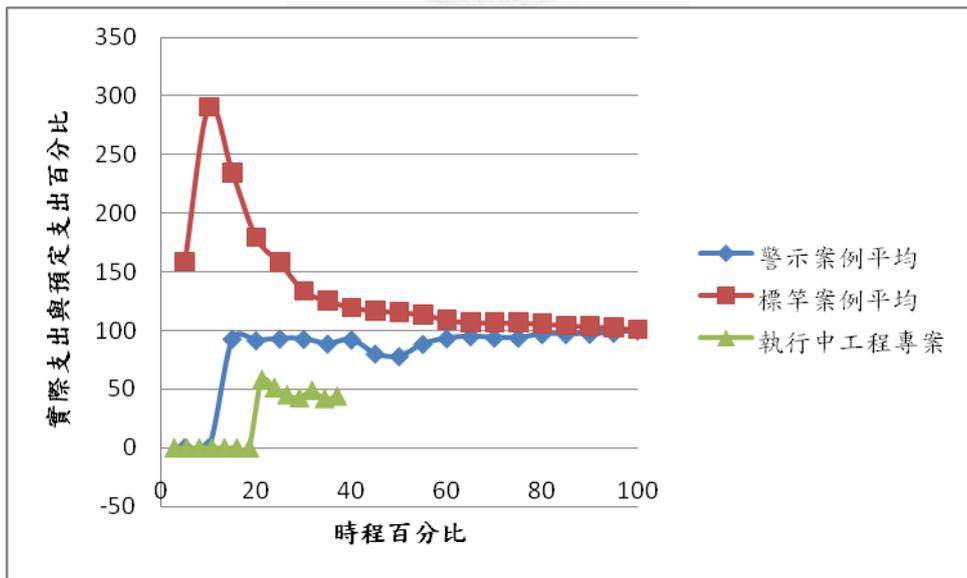


圖 4. 32 業主實際支出與預定支出百分比管控圖

項目	進度差異 指標目前 分類	業主實際 支出與預 定支出百 分比指標 目前分類	實際進度 指標目前 分類	業主實 際支出 目前分 類	管控時 程之品 質管控	變更設 計金額 百分比 品質管 控	變更設 計時程 百分比 品質管 控
警示 燈號	●	●	●	●	●	●	●

綠燈：● 黃燈：● 紅燈：●

圖 4. 33 績效評估成果顯示

4.7 小結

本章針對工程績效評估績制的建制流程與內容做詳細的介紹與分析，第一部份將連續性指標導入 CAPP 績效評估流程，找出分別標竿與警示的方程式，可判斷執行中案例目前屬於標竿抑或是警示；第二部份利用相關性分析找出變更設計與查核分數的關係，變更設計金額達 15% 以上及變更設計展延工期達 20% 以上即會影響工程品質，同時也利用相關性分析對進度差異與查核分數的關係進行分析，從而發現有顯著相關之時程百分比，並在後續進行驗證，在時程百分比 20% 與 65%~85% 時查核分數若低於 78 分，則後續進度差異將會擴大變差。本章末則詳細解說本研究之績效評估機制建置架構。

第五章 結論與建議

本研究將歷史案例利用 CAPP 績效管控理論發展成本與進度績效管控機制，同時加入品質績效警示概念補強績效評估的完整性，為一包含進度、成本與品質的績效管控機制。本章將對照研究目的列出相對應之研究結論與研究建議。

5.1 結論

本研究以公部門業主的角度對工程專案作績效評估並發出警訊，主要分成兩大部分，其一為連續性指標之績效評估與警示，其二為非連續性指標之品質績效評估與警示，針對這兩部分整理出研究結論三點如下：

1. 以業主角度利用 CAPP 對工程專案進行績效評估

本研究以實際已完工案例作為 CAPP 之基礎資料庫，建立一以業主角度發展之績效評估與警示機制，客觀評估工程專案之績效，並在績效超越警示管制線時發出警訊提醒業主，讓業主不必觀看大筆的資料卻不知從何管控績效。

2. 工程專案品質績效評估

以查核分數為品質績效評估基礎，針對工程專案之變更設計與進度進行相關性分析，求得重要之工程專案時程百分比，在工程進行中的 20%與 65%至 85%這些時間點必須特別注意進度的管控，以免影響品質，若進度落後則發出警訊。本研究找出變更設計金額與期程百分比與品質的關係，變更設計金額百分比超過 15%以及變更期程百分比超過 20%會對工程品質有一定程度的影響，同時發出警訊提醒業主。

3. 績效評估機制建置步驟

本研究建立了績效評估機制建置之步驟，可套用於其他績效評估之需求，遵循本研究建立績效評估建置之步驟，即可建立屬於自己之績效評估機制。第一步，先建立所需的績效指標，本研究選取指標的標準為文獻中較具代表性的指標

加上可以量化的指標；第二步將選取之指標分為連續性指標與非連續性指標兩大類，非連續性指標中需包含品質指標，分別導入 CAPP 績效管控流程與品質相關性分析，第三步以第二步所建立之績效評估標準為基礎，建立績效評估之系統以及視覺化介面。

5.2 後續研究建議

本研究在非連續性品質指標相關性分析中，仍有許多指標資料難以蒐集，如意外事件率、檢驗通過率、材料合格率及驗收缺失改善率。僅能針對查核分數與變更金額以及變更期程作相關性分析，仍顯不足，因此建議後續研究可往這部分前進。



參考文獻

1. Russell, J.S. and Jaselskis, E. J. (1996), “Continuous assessment of project performance” , Spec. Publ. 107-1, The Construction Industry Institution
2. Chang, Andrew Shing-Tao and P. E., Member, ASCE(2001), “Defining cost/schedule performance indices and their ranges for design projects” , 122-130, Journal of Management in Engineering
3. Cheng, Min-Yuan, Peng, Hsien-Sheng, Wu, Yu-Wei and Chen, Te-Lin (2010), “Estimate at completion for construction projects using evolutionary support vector machine inference model” , 619-629, Automation in Construction 19
4. Corbett, Charles J. and Pan, Jeh-Nan (2002), “Evaluating enviromental performance using statistical process control techniques” , 68-83 , European Journal of Operational Research 139
5. Walt Lipke, Ofer Zwikael, Kym Henderson and Frank Anbari(2009), “ Prediction of project outcome The application of statistical methods to earned value management and earned schedule performance indexes” , 400-407, International Journal of Project Management
6. Lewin, A. Y. & J. W. Minton(1986), “Determining organizational effectiveness : Another look, and an agenda for research” , Management Science, Vol. 32, No. 5, pp.514-538
7. Chang, A. S. (1998), “Development of Consultant Performance Measures for Design Projects” , pp39-54, No.2, Vol.29, Project Management Journal

8. 李得璋(1996),” 公共工程執行績效評估系統之研究”, 行政院國家科學委員會研究報告
9. 李誠修(2000),” 策略具體行動化的整合性管理架構—以計畫性生產工廠為例”, 國防管理學院碩士論文
10. 袁玉珠(2001),” 公共工程預算執行績效評估指標之研究—平衡計分卡之應用”, 中原大學碩士學位論文
11. 何正文(2004), “ 工程顧問公司設計專案績效評估之研究 — 應用平衡計分卡觀念”, 國立臺灣大學碩士學位論文
12. 王偉嘉(2005), “ PCM 專案施工階段服務績效評估系統之研究”, 國立台灣科技大學碩士學位論文
13. 呂明芬(2004), “ 代辦工程專案執行成效評估之研究—以現行工程為例”, 國立中央大學碩士學位論文
14. 李旭哲(2005), “ 公共工程執行機關績效評估模式之建立”, 國立臺北科技大學碩士學位論文
15. 邱文杰(2002), “ 施工專案績效指標與機制之建立”, 國立成功大學碩士學位論文
16. 陳進樹(2005), “ 專案管理績效模式建構之研究”, 國立台灣科技大學碩士學位論文
17. 劉加麗(2009), “ 營造廠施工階段專案績效評估指標之研究”, 國立臺灣大學碩士學位論文
18. 劉智遠(2005), “ 公共工程進度計算方式之認定研究”, 國立中央大學碩士學位論文
19. 翁慶發(2007), “ 公共工程監造品質之管理機制研究”, 國立台北科技大學碩士學位論文
20. 行政院公共工程委員會(1999), “ 公共建設執行績效信號機制之研究”
21. 行政院公共工程委員會(2009), “ 品管班教材”

22. 行政院公共工程委員會(2002), “建置公共工程施工績效評估機制”



附錄 A、詳細案例分類表

編號	部分工程名稱	決標金額(千元)	案例分類
1	綠建築科技大樓新建建築工程	92000	警示
2	綜合活動中心第 1 期體育館新建工程	120000	警示
3	多功能排球館新建工程	73000	警示
4	特殊教育學校校舍興建工程	178000	警示
5	信義樓拆除續建工程	52000	警示
6	校園整體規劃暨教學大樓新建工程	123000	警示
7	老舊校舍整建計畫工程	54000	警示
8	教學大樓興建工程	80000	標竿
9	美術暨專科教學大樓興建工程(接續工程)	57000	標竿
10	教學大樓興建工程	106000	標竿
11	建築館暨綜合職能科教室興建工程	99000	標竿
12	食品加工科工廠興建工程	51000	標竿
13	綜合大樓興建工程	63000	標竿
14	高中部大樓興建工程	80000	標竿
15	綜合教室大樓興建工程暨植栽工程合併	103000	標竿
16	教學資源中心興建工程	52000	標竿
17	普通教室興建工程	94000	標竿
18	實習工廠興建工程	55000	標竿
19	教育學院二館新建工程(建築部分)	125000	標竿
20	圖書資訊大樓新建工程	127000	標竿
21	動物疾病診斷中心新建工程	134000	標竿
22	新建綜合大樓及活動空間工程	79000	標竿
23	「學生宿舍暨科學館興建工程案」-土木工程	63000	標竿
24	第三教學大樓新建工程	182000	標竿
25	教學行政大樓改建工程	78000	標竿
26	老舊校舍改建工程	58000	標竿
27	第 2 期校舍新建工程	104000	標竿
28	老舊危險校舍整建工程	71000	標竿
29	第一期校舍改建工程土木建築工程	68000	標竿
30	綜合教學大樓新建工程	99000	一般
31	學生活動中心新建工程暨植栽工程兩項合併	161000	一般
32	慧樓新建工程暨校園整體規畫與植栽工程兩項合併	156000	一般

編號	部分工程名稱	決標金額 (千元)	案例分類
33	專科特別教室興建工程建築暨植栽兩項合併	92000	一般
34	綜合教學大樓興建工程	111000	一般
35	弘藝樓興建工程	113000	一般
36	綜合教學大樓興建工程	124000	一般
37	教學資源中心興建工程	64000	一般
38	明德樓興建工程暨植栽工程合併	134000	一般
39	南棟教學大樓興建工程暨植栽工程合併	106000	一般
40	教學大樓新建工程	72000	一般
41	綜合教學大樓新建工程	86000	一般
42	汽車科大樓興建工程	64000	一般
43	綜合大樓興建工程	81000	一般
44	教學大樓興建工程	100000	一般
45	海洋研究中心新建工程	179000	一般
46	環境研究大樓新建工程(第二次修正)	119000	一般
47	新進教師及學人宿舍新建工程	73000	一般
48	新進教師及學人宿舍新建工程	64000	一般
49	光復校區環保大樓土木建築新建工程	64000	一般
50	客家文化學院大樓興建工程	186000	一般
51	大樓新建工程	97000	一般
52	研發大樓新建建築工程	145000	一般
53	北側教室新建工程	68000	一般
54	科技中心新建工程	88000	一般
55	教育館新建工程	143000	一般
56	特教大樓新建工程	72000	一般
57	食品、家政科、藝能館整建工程	92000	一般
58	生態館新建工程(共同投標)	73000	一般
59	行政服務大樓新建工程〈建築工程〉	102000	一般
60	專科教室(含地下室停車場)及活動空間新建工程	76770	一般
61	辦公教學大樓整建工程	114197	一般
62	老舊校舍重建工程	115500	一般
63	新建校舍第二期工程	102000	一般
64	校舍新建工程	82000	一般

編號	部分工程名稱	決標金額 (千元)	案例分類
65	校舍新建工程	59000	一般
66	老舊校舍整建工程	102000	一般
67	老舊暨危險教室整建計畫工程	112000	一般
68	增建教室工程(第一次修正)	82000	一般
69	老舊危險校舍整建工程(第二次修正)	196000	一般
70	校舍改建工程土木建築工程	138000	一般

