

國立交通大學
工業工程與管理學系碩士班

碩士論文

以實驗驗證影響專案交期績效之主因

Verification of Key Success Factors Affecting Due-Date Performance
in Project: An Experiment Case



研究生：張豪君

指導教授：李榮貴博士

中華民國九十八年五月

以實驗驗證影響專案交期績效之主因

Verification of Key Success Factors Affecting Due-Date

Performance in Project: An Experiment Case

研究生：張豪君

Student : Hao-Ging Chang

指導教授：李榮貴

Advisor : Dr. Rong-Kwei Li

國立交通大學

工業工程與管理學系碩士班



Submitted to Department of Industrial Engineering and Management

College of Management

National Chiao Tung University

In Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master of Science

In

Industrial Engineering

May 2009

Hsin-Chu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十八年五月

以實驗驗證影響專案交期績效不佳之主因

研究生：張豪君

指導教授：李榮貴 博士

國立交通大學工業工程與管理學系碩士班

摘要

專案管理自二戰發展至今已超過半個世紀，但交期績效始終很差。過去專案管理認為交期績效之所以難以提昇，是因為專案環境不確定因素太大造成，而Dr. Goldratt則認為影響專案交期績效的並不是不確定性因素，而是目前為了控制不確定性因素產生的管理問題。對於這項不同以往的新論點，本研究透過一個專案實驗來驗證，並分析交期績效與不確定性因素、管理問題之間的關係，來釐清影響專案交期績效的主因為何。

關鍵詞：關鍵鏈專案管理、限制理論、交期績效

Verification of Key Success Factors Affecting Due-Date

Performance in Project: An Experiment Case

Student : Hao-Ging Chang

Advisor : Dr. Rong-Kwei Li

Department of Industrial Engineering and Management College of
Management National Chiao Tung University

Abstract

The project management develops from the World War II has exceeded until now for a half century, but due-date performance (DDP) still very low. In the past, the project management thought that DDP promote with difficulty, is because environment element of certainty influence. But Dr. Goldratt thought that is not the uncertainty factor affects DDP, instead is the problem which manages by the control variation production. In our paper, we verification this new viewpoint by a project experiment, and analyzes between the DDP and the uncertainty relations, as well as between the DDP and the management problem relations, Defining clearly the main factors affecting DDP in project.

Keywords: CCPM, Theory of Constraints, Due-date performance

誌謝

在交大研究所的兩年裡，我學習到許多東西。而在學習的過程裡，我也得到很多人的幫助，首先要感謝指導教授李榮貴老師的栽培與指導，讓我在限制理論的領域裡有所認知，以及在論文上給予的幫助。也感謝蔡志宏老師、張盛鴻老師以及吳鴻輝老師對論文撰寫及編譯的建議與協助，讓論文的問題與錯誤降低許多。

在數據收集時，亦感謝中華高德拉特協會理事長蘇正芬老師及香齡的大力協助，讓數據能順利收集。而在論文撰寫過程中，感謝文佐學長、岨慧學姐、家鈞學長以及同窗好友治緯、龜兄的協助，在我論文碰到瓶頸時能夠給予許多不一樣的思考方向，讓論文能順利完成。現在即將出社會，我相信在研究所所得到的知識，一定能給我實質的幫助。



目錄

| | | |
|-------|-------------|-----|
| 中文摘要 | | i |
| 英文摘要 | | ii |
| 誌謝 | | iii |
| 目錄 | | iv |
| 表目錄 | | v |
| 圖目錄 | | vi |
| 第一章 | 研究動機與目的 | 1 |
| 第二章 | 文獻探討 | 6 |
| 2.1 | 專案現況 | 6 |
| 2.2 | 關鍵鏈專案管理 | 7 |
| 2.2.1 | 決定開案時間 | 8 |
| 2.2.2 | 摒棄局部效率 | 10 |
| 2.2.3 | 持續專注 | 11 |
| 2.3 | 文獻探討總結 | 13 |
| 第三章 | 研究方法 | 15 |
| 3.1 | 專案環境設計 | 16 |
| 3.1.1 | 多專案環境 | 16 |
| 3.1.2 | 環境限制與解釋 | 19 |
| 3.1.3 | 設計關鍵鏈專案管理數據 | 21 |
| 3.2 | 模擬驗證 | 26 |
| 3.3 | 實驗進行與數據收集 | 29 |
| 3.3.1 | 實驗進行方式 | 29 |
| 3.3.2 | 實驗組數據收集 | 31 |
| 3.3.3 | 對照組數據收集 | 33 |
| 第四章 | 實驗數據分析 | 34 |
| 4.1 | 各組數據分析 | 38 |
| 4.1.1 | 交期績效分析 | 38 |
| 4.1.2 | 專案前置時間分析 | 43 |
| 4.2 | 統計分析結果 | 44 |
| 4.2.1 | 專案計畫數據分析 | 44 |
| 4.2.2 | 專案執行數據解釋 | 46 |
| 4.2.3 | 專案績效分析 | 52 |
| 第五章 | 結論與未來研究 | 54 |
| 參考文獻 | | 56 |
| 附錄 1 | 抽樣分配表 | 59 |
| 附錄 2 | PmSim 模擬結果 | 60 |

表目錄

| | | |
|--------|---|----|
| 表 3.1 | 任務時間分配表..... | 19 |
| 表 3.2 | 最佳專案開案時間及任務執行順序表..... | 25 |
| 表 3.3 | 模擬結果表..... | 28 |
| 表 4.1 | 實驗數據收集表..... | 37 |
| 表 4.2 | 專案預估交期可靠度評估表..... | 38 |
| 表 4.3 | 專案計畫相關數據(高交期績效類別) | 39 |
| 表 4.4 | 專案執行相關數據(高交期績效類別) | 39 |
| 表 4.5 | 專案計畫相關數據(中交期績效類別) | 40 |
| 表 4.6 | 專案執行相關數據(中交期績效類別) | 40 |
| 表 4.7 | 專案計畫相關數據(低交期績效類別) | 41 |
| 表 4.8 | 專案執行相關數據(低交期績效類別) | 41 |
| 表 4.9 | 專案執行相關數據(專案前置時間) | 43 |
| 表 4.10 | 交期可靠度與專案交期績效回歸檢定結果(對照組) | 45 |
| 表 4.11 | 交期可靠度與專案交期績效回歸檢定結果(實驗組) | 45 |
| 表 4.12 | 專案執行相關數據(摒棄專案計畫影響) | 47 |
| 表 4.13 | Eigenvalues of correlation matrix..... | 48 |
| 表 4.14 | Eigenvectors of correlation matrix..... | 49 |
| 表 4.15 | Factor-variable correlation..... | 49 |
| 表 4.16 | 主成分計分表..... | 51 |
| 表 4.17 | 主成分與 DDP 回歸檢定結果..... | 52 |
| 表 4.18 | 主成分與 LT 回歸檢定結果..... | 53 |

圖目錄

| | | |
|--------|---|----|
| 圖 1.1 | 變異環境任務時間機率分配圖..... | 2 |
| 圖 1.2 | 專案管理惡性循環圖..... | 3 |
| 圖 1.3 | 不良多工示意圖..... | 3 |
| 圖 2.1 | 專案計畫衝突圖..... | 8 |
| 圖 2.2 | 多專案錯開示意圖..... | 9 |
| 圖 2.3 | 安全時間與變異大小示意圖..... | 9 |
| 圖 2.4 | 專案緩衝示意圖..... | 11 |
| 圖 2.5 | 緩衝管理示意圖..... | 11 |
| 圖 2.6 | 緩衝報告..... | 12 |
| 圖 2.7 | Project Tracking (Traditional vs. BM) | 20 |
| 圖 3.1 | 實驗流程架構圖..... | 15 |
| 圖 3.2 | 多專案環境示意圖..... | 17 |
| 圖 3.3 | 資源限制示意圖..... | 17 |
| 圖 3.4 | 無變異環境任務時間分配示意圖..... | 18 |
| 圖 3.5 | 變異環境任務時間分配示意圖..... | 19 |
| 圖 3.6 | 帕金森定律影響下之任務時間分配示意圖..... | 20 |
| 圖 3.7 | 定義單專案關鍵鏈..... | 22 |
| 圖 3.8 | 利用關鍵資源錯開專案..... | 23 |
| 圖 3.9 | 錯開後專案執行計畫圖..... | 23 |
| 圖 3.10 | 專案執行計畫圖..... | 24 |
| 圖 3.11 | 模擬驗證流程圖..... | 26 |
| 圖 3.12 | PmSim 專案模擬環境..... | 27 |
| 圖 3.13 | 任務經理負責資源示意圖..... | 29 |
| 圖 3.14 | 任務工單卡..... | 30 |
| 圖 3.15 | 交換任務發生不良多工示意圖..... | 32 |
| 圖 4.1 | Scree Plot..... | 48 |

一、研究動機與目的

交期績效(Due-date performance, DDP)是評估專案是否成功的一項關鍵指標，尤其在今天競爭激烈的大環境裡，能否快速準時的完成專案，是提升公司競爭力的重要因素。因此在隨著環境競爭越演越烈的情況下，專案管理在時間或交期基礎(time-based or due-date based) 【21】的研究也變的日漸重要。然而專案管理自二次世界大戰誕生至今已發展超過半個世紀，專案交期績效始終不佳。一份由「史坦迪許國際集團」(Standish Group International)針對過去十年間 13,000 個專案的研究報告指出，有 82%的專案是延遲完成的【15】。

面對如此差的專案交期績效，許多學者在都將原因歸咎於專案環境存在高度的「不確定性」(Uncertainty)或稱「變異」(Variation) 【5】【22】【25】，他們認為專案交期績效之所以無法提升，是因為專案環境有太多突發狀況使專案失控。因此為了應付變異造成的影響，專案管理不斷有學者發展各種方法，試著去消除變異影響來改善專案交期績效；Elmaghraby et al.(1999) 【7】試著利用「田口樣本方法」(Taguchi's sampling method)找尋近似最佳任務時間，來解決任務變異對專案延誤造成的影響；Bregman(2009) 【3】則是以「動態階層選擇過程」(Dynamic heuristics decision process)取代以往被奉為主臬的靜態排程「要徑法」(Critical Path Method, CPM)，利用動態階層的快速反應來應付專案環境隨時可能發生的變異。

Herroelen and Leus(2005) 【14】亦針對過去利用各種試圖控制或消除變異的排程方法做出調查，如「反應排程」(Reactive scheduling)是在當變異發生時予以反應並重新最佳化排程的方式應付變異；「隨機專案排程」(Stochastic project scheduling)則是以過去時間資料為基礎，試圖以統計方法找出最適任務時間，並以動態方式隨著時間建構出可靠的專案排程；「模糊專案排程」(Fuzzy project scheduling)挑戰以往以統計分配預估任務時間的靜態規劃模式，改以「模糊歸屬函數」(Fuzzy membership function)為基礎的動態規劃模式出專案排程。不過結果

卻都是差強人意。在史坦迪許國際集團的報告裡亦指出，在所有延誤的專案裡有超過 30%是過去三年間的專案，表示專案管理這半世紀以來的發展並沒有實質的幫助，專案逾期的情況依然嚴重。這結果讓我們不禁懷疑，影響專案交期績效的主因是否真的是專案環境的高度變異？若我們試著以邏輯去思考人們應付變異的方法，可以發現影響專案交期績效的主因並不是環境變異。

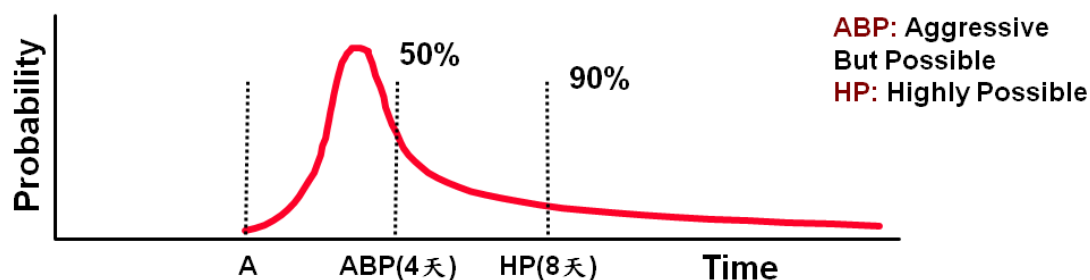


圖 1.1 變異環境任務時間機率分配圖【29】

對於專案環境來說，不可否認的，變異是必然存在的事實。然而當工程師知道變異隨時會發生時，他們一定會預留安全時間來應付變異。如圖 1.1 為變異環境任務時間機率分佈圖。當環境存在變異時，時間的分配就會呈現右偏，且隨著變異越大右偏就越顯著。在這種時間機率分佈下，工程師為了保證自己負責的任務能準時完工，必然會加上許多安全時間，一般來說至少會加到有 90%以上的可靠度(highly possible)。但是為何在這麼高的可靠度下，專案仍然延誤？我們若試著去分析這種應付變異的管理模式，不難發現在此管理模式存在許多問題，且這些問題會併發更多問題，導致專案交期績效越來越差，最後演變成無盡的專案管理惡性循環(如圖 1.2 所示)【9】【12】【28】【29】【30】：

1. 提前開案產生的惡性循環(2→3→4→5→2)：在執行專案任務時，變異是無法避免的，一旦變異發生任務就很有可能延遲而造成專案逾期。現在的管理模式為了應付變異產生的延遲，取向以提早開工的方式來消除此影響。然而提前開工不但不會提前完工，反而因有限資源被眾多任務搶奪，而產生「不良多工」(Bad Multi-tasking)(如圖 1.3)使得資源必須同時執行多項任務，時間只能切割平均分配給各任務，結果就是

使各任務時間大幅拉長，任務發生等候及延遲遞延，任務又再次延遲。

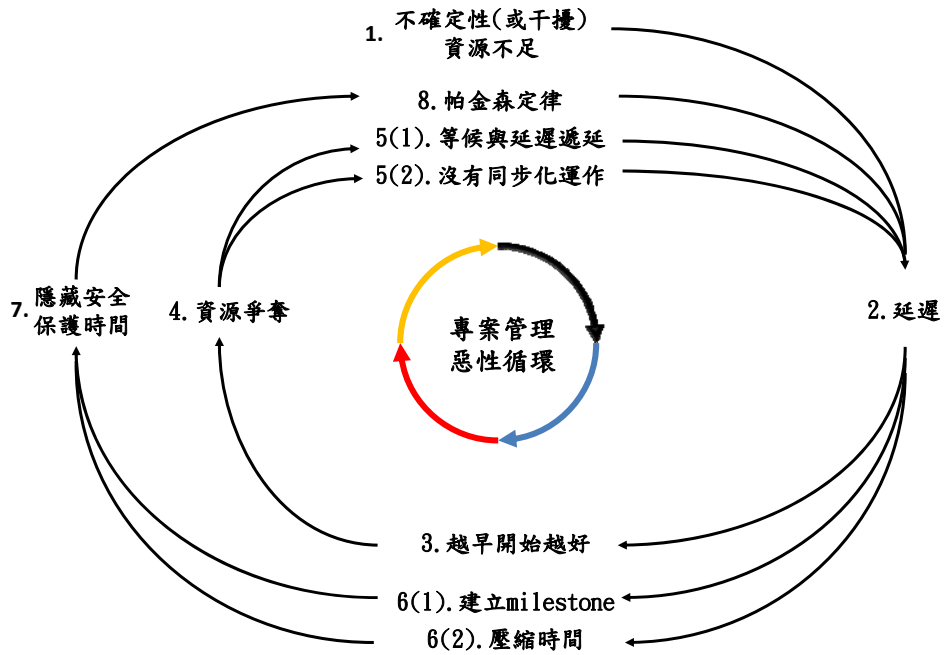


圖 1.2 專案管理惡性循環圖【29】

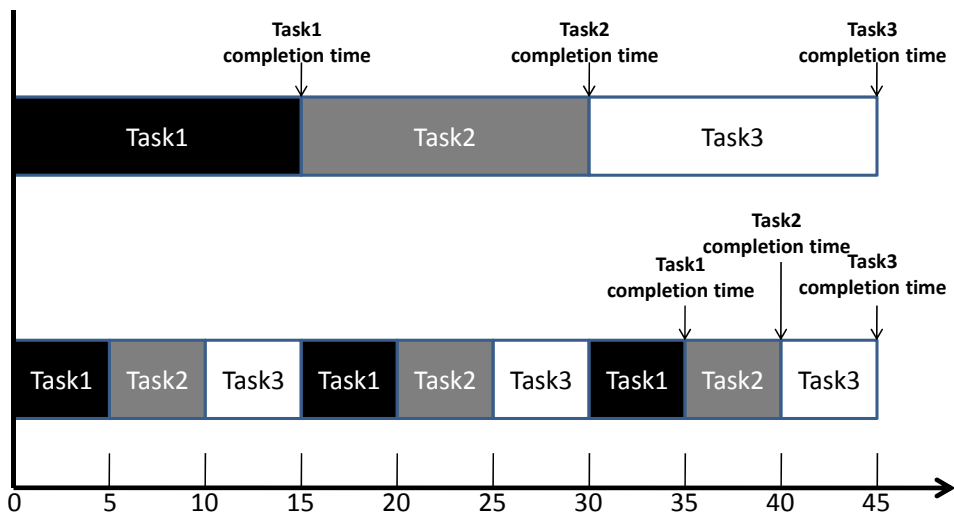


圖 1.3 不良多工示意圖【28】

2. 「局部效率」(Local efficiencies)產生的惡性循環(2→6→7→8→2)：當專案因不良多工以及變異持續發生的情況下，專案管理者該如何做才能確保專案準時完工？今天專案管理普遍的想法是，要確認專案可以完工，就是讓專案內每一任務都能準時完工。所以為了要求每一任務能

夠準時完工，故建立「里程碑」(milestone)，並對 milestone 決定的交期給予強大壓力，要求專案內每一任務必須如期完工。這種追求局部效率的作法，會使每個任務加入更多「安全時間」(Safety Time)來確保交期。但隨著任務的等候以及延遲遞延影響，專案會呈現越來越緊迫的情況，最後只能壓縮每一任務的保護時間。工程師在這樣的管理模式下，為了確保自己的保護時間不會被持續壓縮，只好隱藏安全時間，直到最後交期日才報告以保持自己永遠忙碌的假象，稱之為「帕金森定律」(Parkinson's Law)，最後造成安全時間浪費殆盡，此時當變異發生，任務又再次延遲。

3. 沒有專注產生的惡性循環(2→3→4→5→2→6→7→8→2→3...): 當變異不斷發生，而專案執行又沒有一個機制能夠協助管理者保持專注時，專案便很可能因混亂的優先順序改變而陷入「危機模式管理」(Crisis mode of management)，危機模式管理是指：當某一任務危機模式管理很明確無法準時完成時，管理者會常常更改優先順序與介入任務的執行。專案環境的變異是不可避免的，然而有許多變異只是「噪音」(Noise)，並不會對專案造成嚴重影響；而有些變異卻是會影響整個專案進度，只要沒有及時處理專案便很可能延誤。沒有一個可靠的機制讓專案能專注於最應該及時處理的問題時，專案便很可能陷入無盡的惡性循環。

當惡性循環不斷發生，資源爭奪越來越嚴重，加上帕金森定律影響下，不但會將安全時間浪費殆盡，混亂的優先順序亦造成整個專案環境的混亂，最後導致專案失控，交期延誤。所以由邏輯分析的結果，我們認為影響專案交期績效的主因，不是環境變異，而是不當的管理方式。

對於如何解決不當管理方式造成的影響，Dr. Goldratt 提出他獨特的見解，認為專案管理應該摒棄以往以控制變異為核心的管理方式，改以提升專案「流動」(flow)速度為目標的管理模式，因而提出「關鍵鏈專案管理」(Critical Chain Project Management, CCPM)【8】的嶄新概念。Dr. Goldratt 認為專案管理要突破現況，

得到顯著的改善，應遵循四個概念【10】：

1. 專案管理的首要目標應是改善 flow (專案數量、交期、前置時間的快速流動)，而非控制環境的變異。
2. 要達成此改善目標，就必須有一個決定何時釋放新專案的機制，以確保最多專案以最快速度完工。
3. 必須廢止因建立 milestone 而形成的局部效率，將安全時間由每一任務抽離，並放置於各專案路徑末端以保護專案交期。
4. 一個平衡 flow 的聚焦機制必須就位，讓專案能持續專注於 flow 的改善

Dr. Goldratt 提出的 CCPM 要挑戰的是已經沿用超過半個世紀的管理方法，故引發的爭論及討論更顯的激烈。在經過十多年的考驗與研究，CCPM 的成果逐漸顯露出來，所推廣的管理思維亦漸漸得到認同【6】【9】。其中包含 CCPM 在實際案例佐證下，證明其有效性外【6】，在排程方法及技巧的應用上，亦有研究深入探討【13】，更有研究直接針對 CCPM 及傳統 PM 的排程方法做出績效評估【23】【25】研究的結果在專案績效皆有明顯的改善。在眾多研究的結果支持下，可以印證 CCPM 是一可行且可靠的專案管理方法，亦是突破目前專案困境的新管理方法。

本研究的目的是欲驗證假設：影響專案績效的主因是不當的管理問題，而非環境變異；以及 CCPM 的管理方法，是可以化解目前專案的惡性循環，並顯著提升專案績效。本研究將設計一個合乎實際的專案實驗，並邀請具專案管理實務經驗的業界人士參與實驗，藉由業界人士的實務經驗來驗證假設。本研究將運用邏輯推論、模擬驗證，以及透過統計方法來分析實驗數據，以釐清數據所代表的含意，並將推論與分析結果來印證假設。

第二章 文獻探討

本章將針對專案管理以及關鍵鏈專案管理相關文獻加以回顧及整理，利用過去研究成果來支持本研究提出的假設，並由文獻瞭解應用方法作為後續分析與實驗的理論基礎。

2.1 專案現況

CCPM 是 Dr. Goldratt 為了突破現今專案管理的困境，而發展出來的新專案管理方法，其運用 TOC 的獨特管理思維，挑戰傳統專案管理以消除變異為改善核心的管理方式，變成以改善 flow 為目標的嶄新管理方式。

對於專案現況，CCPM 認為專案績效始終無法達到高交期績效，是因為以「消除變異」為改善目標時，產生的不當管理方式造成專案延誤。今天專案管理在面對變異時，普遍的做法是「讓每一處都承擔部分責任」的方式，來分散風險。也就是說，要專案準時完工，最簡單的方法就是讓專案每一任務都能準時完工。這種「局部效率」的管理模式會讓人們專注於自己負責的那部分而忽略整體，當一個組織沒有共同目標時，常常會產生更大的問題導致整體失敗【8】【30】。

CCPM 認為以控制變異為改善目標並以局部效率方式管理專案時，會產生的管理問題主要有五項【12】【28】【29】：

1. 安全時間浪費殆盡：現今專案管理模式，是以 milestone 作為進度衡量基準，並以安全時間來應付環境變異的方式來執行專案。當在 milestone 為承諾的管理模式下，工程師在完成工作時若有剩餘安全時間，他們會因為懼怕下次安全時間將會被剝奪，故會隱匿剩餘的安全時間，直到時間耗盡才報告完成，稱為「帕金森定律」。當帕金森定律發生時，安全時間就會浪費殆盡，此時一旦變異發生，專案便可能延誤。
2. 提前開案：專案環境通常是資源有限的情況，當多個專案都必須使用同一個資源時，為了確保自己負責的任務能準時完工，專案便會提前開案

去爭奪資源。然而提前開工不但不會提早完工，反而造成不良多工而使專案時間延長。

3. 不良多工：當多個專案平行運作時，有限資源將會被多個同時執行專案所平分，此時資源必須將時間平均分給多個專案任務，造成任務時間前置時間嚴重拉長。
4. 沒有專注：當專案以局部效率方式管理時，每個人都會專注於自己的專案或任務而忽略整體，如此影響下便造成專案失焦，使管理者不知道什麼重要什麼不重要，最後導致專案失控。
5. 延遲遞延：大部分專案都是由多條路徑匯合而成，且不論有多少路徑最終都會匯合為一，而在每一次匯合的過程，都有可能因為某一路徑的延誤而影響整個專案，這項問題也是傳統專案管理忽略的，因此亦造成任務時間的低估。

2.2 關鍵鏈專案管理



面對專案現況產生的管理問題，CCPM 提出以「改善 flow」為首要目標的嶄新概念來解決這些問題。所謂的 flow，不單只是專案的速度，更代表專案的數量，所以「改善 flow」的目標，是期望讓更多的專案以最快的速度完成【9】【10】。而要達成改善 flow 目標，就必須應用與以往不同的方法與步驟來計畫並執行專案：

1. **決定開案時機**，以避免大量任務爭奪有限資源而造成不良多工的問題。
2. **摒棄局部效率**，應以專案準時完工為唯一目標，而非單一任務的準時完工。應將保護單一任務的安全時間抽出，放置在能保護專案的最適位置，以避免安全時間浪費。
3. **持續專注**，應有一個機制保持專案持續專注，避免做錯順序以及延遲遞延的問題。

2.2.1 決定開案時機

要達成改善 flow 的目標，專案計畫就會面對「速度」(專案前置時間)與「量」(專案數量)不知如何取捨的問題。如圖 2.1 所示，由於專案環境的資源通常都相當有限，若要保持專案執行速度就必須一次釋放一個專案，以集中資源全力配合，讓該專案快速完工；若要達成大量專案完工，則必須同時釋放多個專案，並分散資源配合各專案。然而，不論是以注重「速度」或是「量」為主的方式，都會有負面的影響：若一次釋放單一專案，集中資源全力配合下，雖然可以讓該專案快速完工，但同時間可執行的專案數必然下降造成公司獲利隨之下降；若同時釋放多個專案，並分散資源配合各專案時，便會造成「提前開案」、「不良多工」等問題讓專案前置時間嚴重拉長，讓專案速度下降。對此 CCPM 認為要達成改善 flow 的目標，就必須要有一個決定最佳專案開案數量與時機的機制【10】【29】。

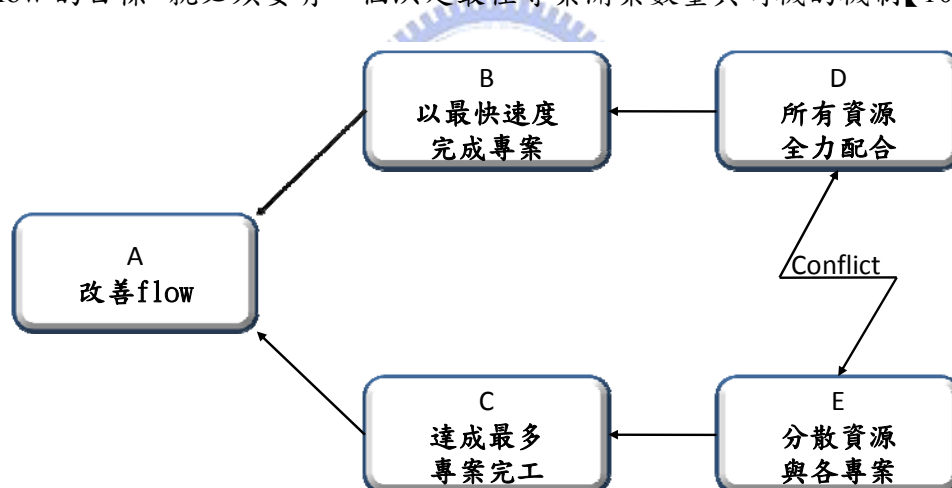


圖 2.1 專案計畫衝突圖

因此 CCPM 提出「錯開」(Staggering)機制來決定專案開案數量與時機。在多專案環境裡「關鍵資源」(Critical Resources)(負荷最高的資源，如圖 2.2 中的白色資源)決定了同時可以執行的專案數量，故決定專案開案數量，應是根據關鍵資源的負荷做調整。若同時執行專案數量高過於關鍵資源負荷，那麼資源無法配合時，必然造成專案速度下降，此時就應停止所有新專案開案；若同時執行專案數量低於關鍵資源負荷，那麼便會有過多資源閒置，造成量的不足【12】。所以

錯開機制便是依照專案的優先順序，將關鍵資源的任務放置在時間軸上，如圖 2.2 所示，遵循關鍵資源允許的開案數(負荷上限)錯開專案，並以此計畫結果來決定新專案釋放時間及可承諾的專案交期。

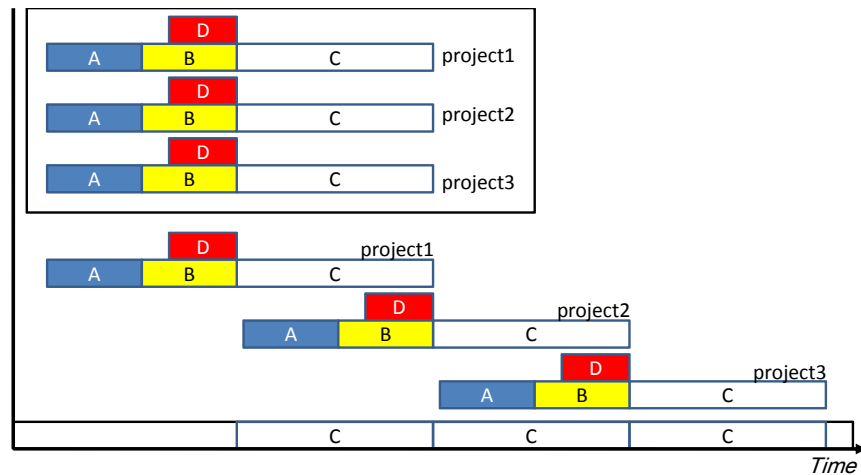


圖 2.2 多專案錯開示意圖

2.2.2 擱棄局部效率

在專案環境裡，變異是無法避免的影響因素。今天專案管理應付環境變異的方法，是在任務估時的時候加上保護時間，且當環境變異越大，加入的安全時間就越長，如圖 2.3 所示。而在目前以建立的 milestone 做為承諾的做法，會迫使人們在任務估時的時候加上更多安全時間。一般而言，至少會加到有 90%可靠度。

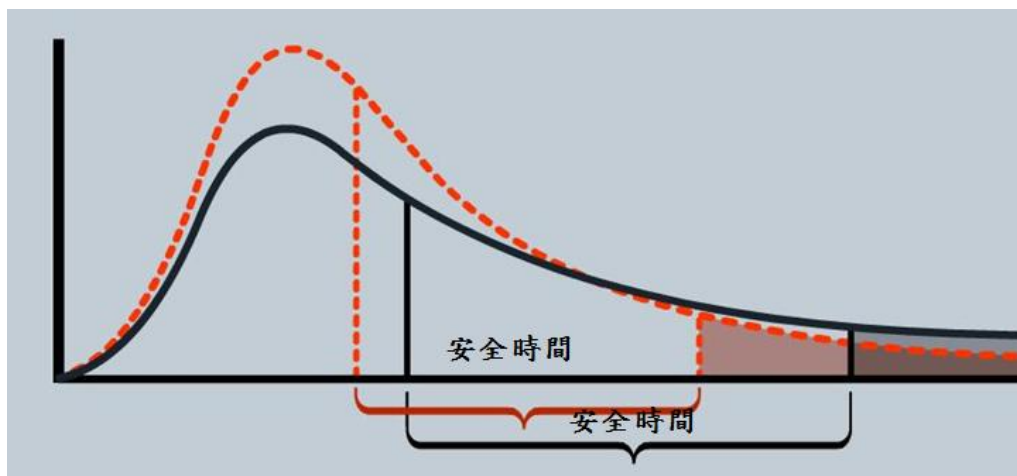


圖 2.3 安全時間與變異大小示意圖【12】

然而，在每一任務都有 90%可靠度的情況下，為何專案交期績效達不到 90%？CCPM 認為就是因為以 milestone 做為承諾的做法，會造成兩項管理問題使安全時間被浪費殆盡【9】【19】：

1. 帕金森定律：目前局部效率管理模式下，造成即使提前完工，亦不願意提前報告，反而會將剩餘安全時間浪費殆盡。
2. 延遲遞延：專案通常有多條路徑，即使某一路徑提前完工，一樣必須等其他路徑完工，節省的時間無法有效利用，造成安全時間的浪費。

要解決這兩項管理問題，CCPM 認為應該摒棄目前以 milestone 為承諾的局部效率管理模式，改以專案的準時完工為唯一目標。為此 CCPM 提出將安全時間由原本保護單一任務，改為安置在適當的地方來保護整體專案的新概念。如圖 2.4 所示，在圖中的安全時間並不是放置在個別任務裡來保護單一任務，而是將安全時間抽離放置於各路徑末端以保護整個專案，故在模式下不但可以消除帕金森定律影響，更可以將安全時間有效利用，進而解決因延遲遞延的問題。而且在安全時間能做有效利用時，所需時間亦比從個別任務抽出的總時間少的多(一般來說，可以縮短一半以上的安全時間【9】【29】)，

因此，TOC 提出以 50-50 法則【8】【9】改將保護時間從個別任務抽出並放置於相對路徑末端，作為「緩衝」(Buffer)來因應變異的方法。其中因目的及位置的不同，分為三種緩衝：「專案緩衝」(Project Buffer, PB)置於關鍵鏈末端，用以保護專案交期；「匯流緩衝」(Feeding Buffer, FB)置於非關鍵鏈路徑匯流入關鍵鏈路徑處，用以保護關鍵鏈；「資源緩衝」(Resource Buffer, RB)置於資源轉換處，用以提醒下一任務所需資源準備，避免銜接時發生不必要的延遲。

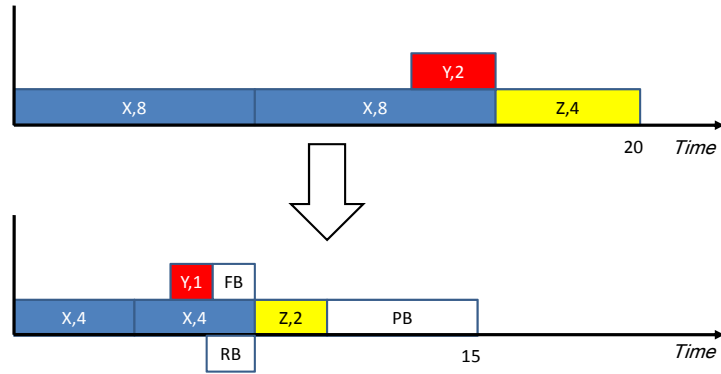


圖 2.4 專案緩衝示意圖

2.2.3 持續專注

若要確保專案能夠準時完工，除了建立可靠的專案計畫外，還需正確執行專案計畫並快速完成。現在專案管理在執行專案遭遇的問題，是當變異發生時沒有一個可靠的機制來判斷哪種情況必須立即採取行動，而哪種情況是可以忽略的。現在的管理模式，是當變異一旦發生便馬上採取行動。而過度反應的結果，會導致管理者陷入危機模式管理，最後造成專案失控【12】。

為此 TOC 提出「緩衝管理」機制來協助管理者判斷何時該立即處理，而何時是可以忽略的。緩衝管理的機制，是將每一緩衝分成三個區域，以三種不同顏色代表，分別為：綠色的安全區、黃色的警告區及紅色的行動區(如圖 2.5)。

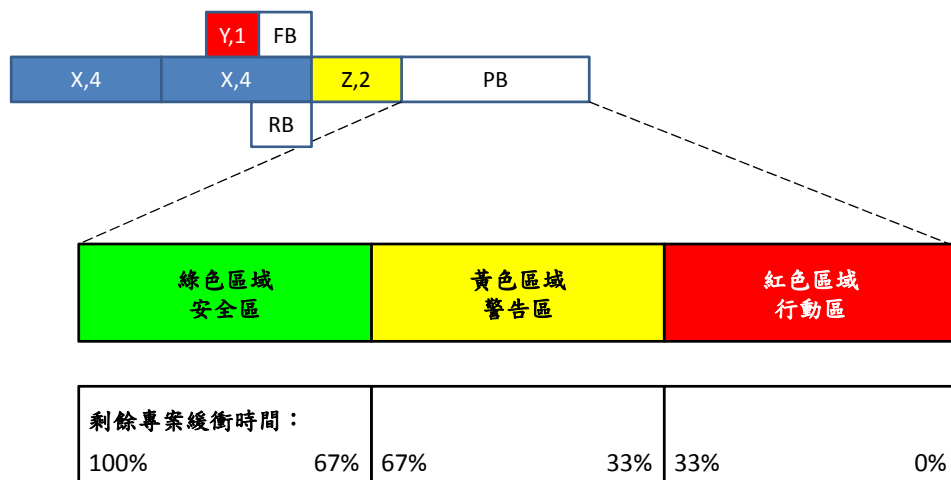


圖 2.5 緩衝管理示意圖【28】

當專案執行時，專案經理與任務經理便依據緩衝侵蝕的「狀態報告」(Status reporter)管理專案【11】【12】。如圖 2.6 所示為緩衝報告示意圖，橫軸為 CC 完工比例，代表目前專案進度；縱軸為消耗安全時間，代表目前已經用掉的安全時間。紅色區域代表的是安全時間消耗的比例顯著高於完工比例，落在此區域的專案代表必須優先處理；黃色區域是代表目前安全時間消耗比例與完工比例相當，落在此區的專案代表應予以觀察並注意，要避免該專案落入紅區；綠色區域則表示安全時間消耗的比例遠低於專案完工比例，落在此區的專案表示進度良好，只需保持目前進度即可【12】。

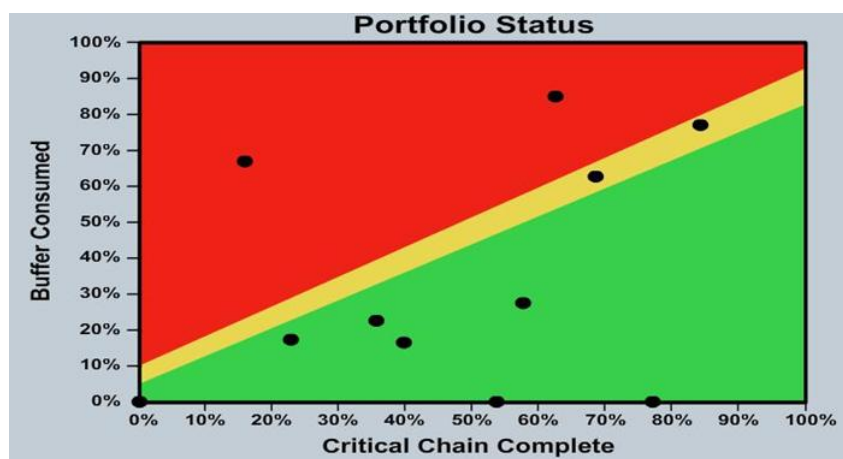


圖 2.6 緩衝報告【12】

而於專案執行時，專案經理與任務經理便依據緩衝狀態報告管理專案：

1. 任務管理(Task Management)：任務經理根據狀態報告，對每一任務侵蝕其對應緩衝的百分比更新優先順序，依其順序指派最合適的資源來執行任務。任務經理每天審查進行中及準備進入的任務報告，根據更新的優先順序確保有效的任務進度。
2. 專案管理(Project Management)：專案經理每天審查侵蝕專案緩衝最嚴重的任務清單，檢查是否已採取行動處理或需要管理者介入協助處理，以此方式來確保專案能夠順利執行。而某些極端情況(嚴重侵蝕紅色區域)，專案的關鍵鏈排程計畫必須更新，亦應予以注意。

傳統專案管理的跟催模式及關鍵鏈專案管理提出的緩衝管理機制，主要差異

就在於當變異發生時，傳統專案管理是以計畫重排的方式來解決問題；而緩衝管理機制則多了一個評估準則，若問題的影響不嚴重是可以被緩衝所消除的，那麼便不需要計畫重排，而如果問題嚴重侵蝕緩衝時，才予以重排(如圖 2.7 所示)。在緩衝管理的機制下，管理者便可以有效的控管專案執行，並避免因假警報而造成專案失控。

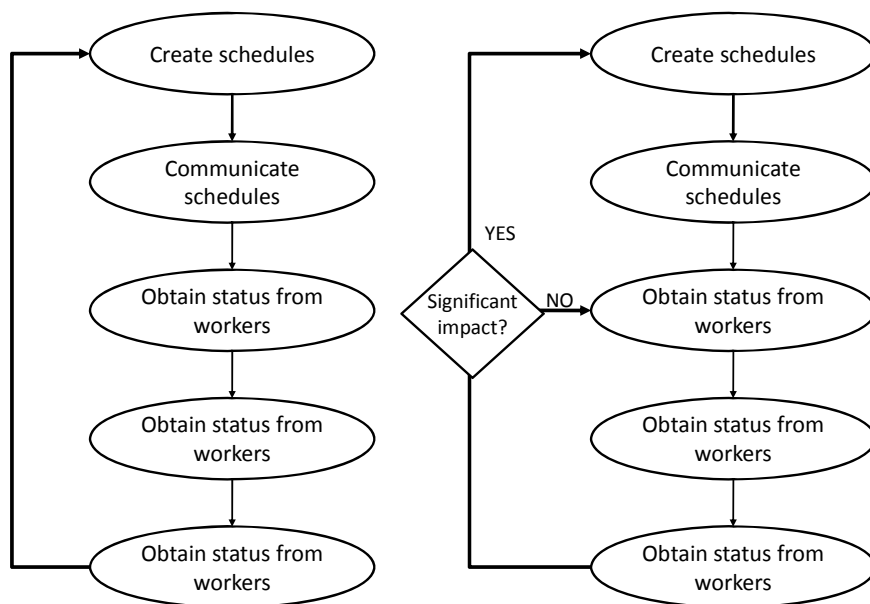


圖 2.7 Project Tracking (Traditional vs. BM) 【20】

2.3 文獻探討總結

專案管理的目的，是希望專案能如期、如成本且並滿足需求目標達成，但專案管理發展數十年，能準時、不增編預算亦不修改原始內容的專案少之又少。傳統專案管理認為專案難以管理，是因為專案環境存在高度變異，所以發展許多方法控制變異；而 CCPM 認為專案管理的主要問題並非變異，而是現在不良的管理模式造成的惡性循環，所以認為要管理好專案，應先修正不良的管理模式。故 TOC 提出 CCPM 的新管理思維，提出四個概念與管理方法：

1. 以改善 flow 為唯一目標：達到最多的專案以最快速度完工的目標。
2. 建立一個機制，決定最佳開案時機：利用錯開的方法決定開案時間，以

協助 flow 的改善。

3. 局部效率必須摒棄：將原本以 milestone 為承諾的方式摒棄，改以整體專案的完工為承諾。
4. 持續專注：利用緩衝報告決定專案執行的優先順序以保持專注。

CCPM 認為若能依循此四個概念一步一步執行，便可逐步解決專案的惡性循環，並突破專案管理始終無法提升專案績效的困境，以達成更多專案更快完工的目標。



第三章 研究方法

本研究的目的是希望能釐清造成專案績效不佳的主因為何，並探討如何提升專案交期績效。故本研究透過一個趨近實際情況的專案情境來進行實驗，並邀請具專案相關背景的業界人士參與實驗，藉由業界人士的實務經驗來驗證我們提出的假設，包含：(1)影響專案績效的主因應為管理問題，而非變異問題；(2)目前專案管理並沒有很可靠的方法，來決定專案的開案及完工時間；(3)當不良多工、提前開案、沒有專注等管理問題發生時，專案交期績效必然低下，且專案前置時間亦會嚴重拉長。

本研究所建構的專案實驗流程為：專案環境設計與驗證、實驗進行與數據收集，以及對實驗結果進行分析與驗證(如圖 3.1 所示)。本章節將說明專案實驗環境的假設、專案情境設計、專案實驗進行方式，以及數據收集方式。並將實驗數據延伸至下一章節，利用統計分析的手法來探討假設是否為真。

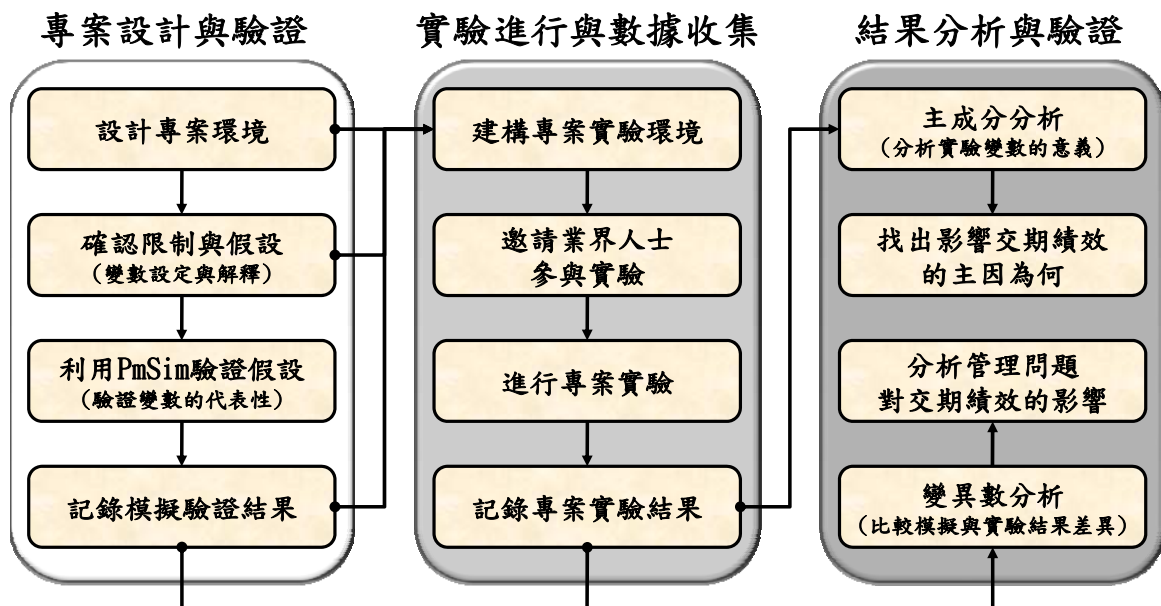


圖 3.1 實驗流程架構圖

3.1 專案環境設計

3.1.1 多專案環境

在專案環境裡，管理者必須面對的第一個問題就是該如何有效運用有限資源去應付數個專案。在專案的惡性循環圖裡，我們發現當管理者在面對資源不足時，會取向以提前開始專案的方式去爭奪資源，然而提前開案不但不會提前完工，反而會造成不良多工讓專案前置時間嚴重拉長。一旦專案前置時間延長，專案便會延誤，此時管理者又更提早釋放專案，無盡惡性循環產生。

在專案環境裡，有限資源是不可改變的限制，所以管理者要做的並不是如何將資源平均分配給每個專案，而是要如何將資源有效分配給最需要的專案。專案環境的資源大部分都是「人」，所以比起其他製造環境(如直線生產、混線生產等)更為複雜，如果沒有一個保持專注的機制，結果就是讓專案陷入混亂環境，當人們不知道什麼重要什麼不重要時，就會做錯順序造成專案延宕。

為了呈現現今專案情境，本專案實驗於設計時便加上以上情境以合乎實際情況。本專案實驗將實驗設計為多專案環境，如圖 3.2 所示，共有三個專案：專案一、專案二及專案三。三個專案皆為同性質的專案，專案結構與使用資源非常相似。每一專案都有 7 條不同路徑，分別為路徑 A、B、C、D、E、F、G、H，及 I，每一路徑各由 1 到 4 個任務所組成，專案開始於路徑 B、E、G、H，及 I。當路徑 B 所有任務完工後(任務 B1)，路徑 A 及路徑 C 才可以開始作業；當路徑 C 及路徑 E 接完工後，路徑 D 才可以開始作業；當路徑 E 及路徑 G 接完工後，路徑 F 才可以開始作業。每一路徑上的任務皆為前後相依關係，以路徑 A 而言，任務 A2 必須在任務 A1 完工後才可以開始工作，任務 A3 必須在任務 A2 完工後才可以開始工作。而在路徑匯流點的任務，除了必須考量任務相依限制外，還必須考量路徑限制，例如任務 A4 除了必須在任務 A3 完工，還必須等待路徑 D、F、H、I 皆完工之後才可以開始工作，當 A4 任務完工代表專案完工。

另外為了呈現資源不足的情境，設定專案環境擁有十個不同資源代表十位不

一樣的作業員，分別以十種不同顏色表示，限制每一資源每天指能夠執行一項任務，且每一種資源能夠執行的任務亦為固定，不同資源之間無法相互支援(表示即使某一資源有空，也不能去支援其他負荷重的資源)，如圖 3.3 所示，為十種資源及每一資源必須執行的任務示意圖。其中為了顯示出資源限制的影響，故額外限制紅色資源第 9 天才可以開始工作、粉紅色資源則是第 17 天才可以開始工作，讓這兩個資源成為關鍵資源。

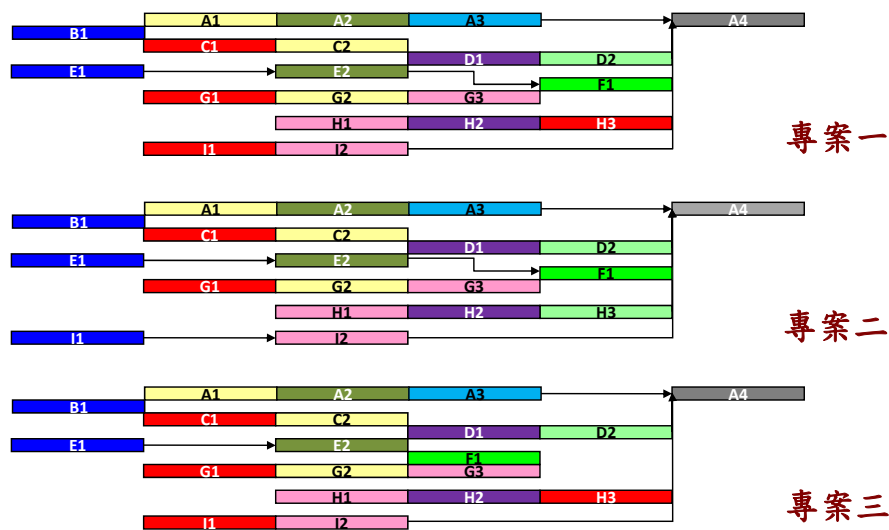


圖 3.2 多專案環境示意圖

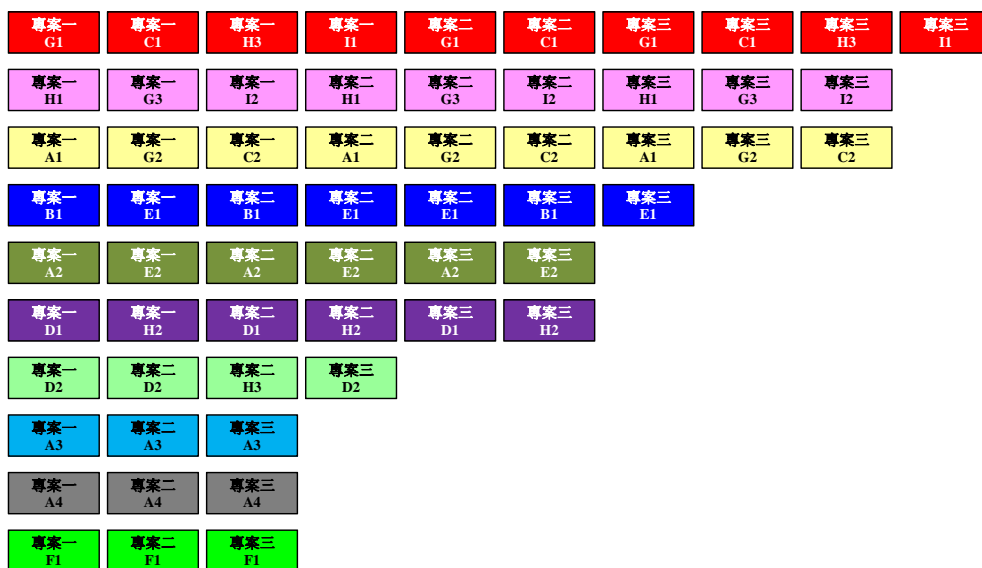


圖 3.3 資源限制示意圖

專案環境的變異是無法避免的，所以本實驗亦設定為一變異環境，並將變異反映在任務時間的變化上，若變異越大表示該任務需要更多時間，那麼任務時間將拉的越長。在此假設每一任務時間的「平均值」(Mean)為 4，若是在無變異的環境，任務時間的分佈會遵守「高斯分配」(Gaussian distribution)的特性，呈現向中間的集中的趨勢【26】(如圖 3.4 所示)。而在加入變異的影響後，任務時間便會呈現右偏分配的情況，且隨著變異增大，右偏的情況越顯著【29】。在本實驗我們控制任務時間的變異，將任務時間設定為介於 3 天至 12 天之間，其中假設 ABP(Aggressive but possible)(50%)時間為 4 天及 HP(Highly possible)(90%)時間為 8 天(如圖 3.5 所示)，任務時間分配如表 3.1 所示。故實驗以任務時間的長短，來表示任務發生變異的影響情況。在本專案環境假設 HP 時間(8 天)為任務的標準工時，代表任務已包含保護時間，準時完成任務的機率為 90%。

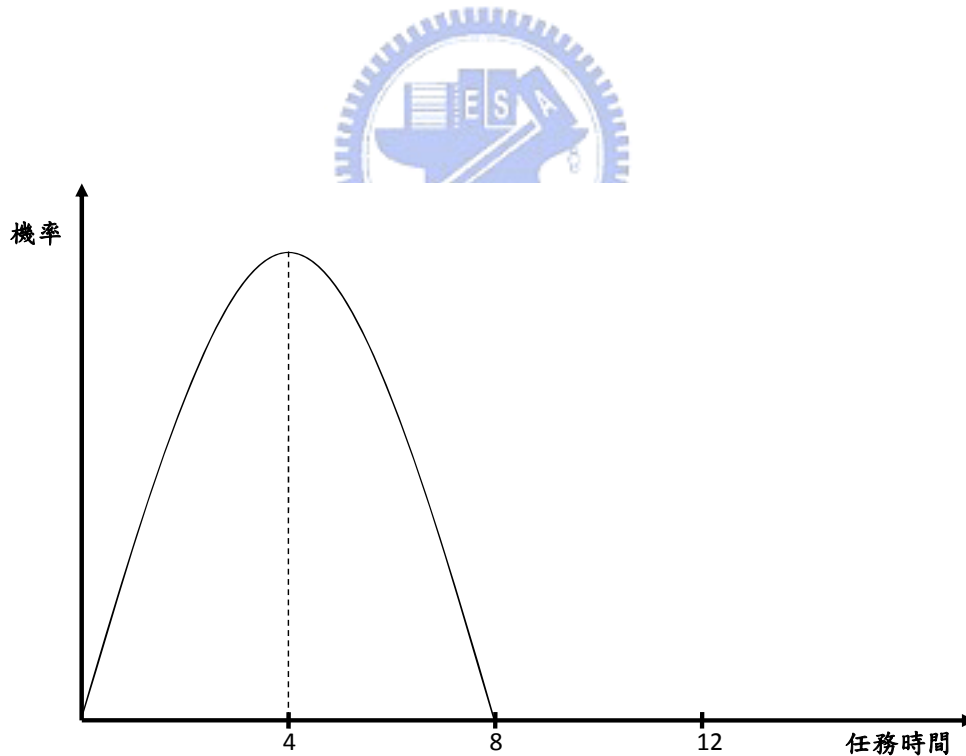


圖 3.4 無變異環境任務時間分配示意圖

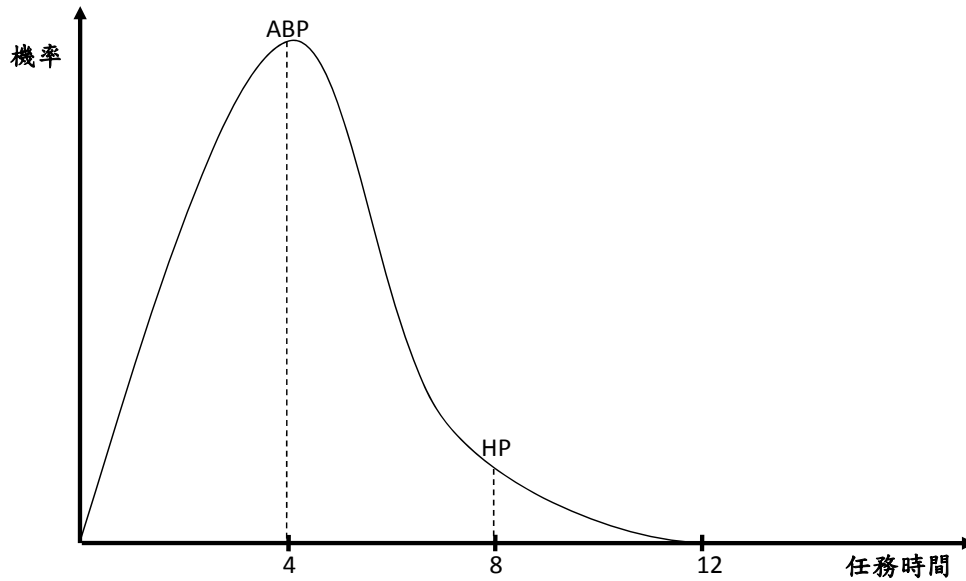


圖 3.5 變異環境任務時間分配示意圖

表 3.1 任務時間分配表

| x | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| P(x) | 0.1 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.01 |

本研究將透過實驗的進行檢視實驗參與者的專案管理模式以及行為，觀察是否出現提前開案、不良多工、做錯順序、延遲遞延，以及提前完工不報告等問題。但在實驗進行前，仍必須解決兩項問題以確保實驗進行順遂：(1)專案實驗與實際情境仍有落差，故我們應予以探討是否有受限於實驗環境而無法呈現的限制存在；(2)實驗的結果如何呈現出現行專案管理模式？以及如何比較運用 CCPM 管理模式下的專案有較佳績效？所以在實驗進行前，我們必須深入探討這兩項議題。

3.1.2 環境限制與解釋

實驗環境與實際情境的主要差別，在於有些實務的情況並無法在實驗過程中呈現，有些甚至會得到相反的結果。以本專案實驗而言，無法呈現的實務情況主要就是「帕金森定律」與「不良多工」兩項問題。

帕金森定律是指當工作提早完工卻不提前報告的情況，在實驗中我們以「錯誤報告」(Error Report)的比例表示，比例越高代表提前不完工的情況越嚴重。在實務裡，人們之所以會出現帕金森定律，是因為若提前報告，那麼下次的承諾交期便可能會以這次報告的時間為基準，安全時間便可能被縮短。所以，當人們預期提前報告的結果將會衝擊到自己的保護時間時，大部分人就會選擇不提前報告，而將剩餘的時間浪費殆盡。這是實務情況，但在專案實驗裡卻無法呈現這項問題，因為實驗進行時專案所有參與者都是面對面，專案經理可以隨時掌握任務進度，且在實驗裡並沒有真正的利益衝突，參與者沒有理由提前不報告，所以在實驗情況，帕金森定律是非常難呈現的管理問題。然而，我們不可能強迫要求參與者提前完工不報告，這樣會使實驗失去代表性。所以本實驗將帕金森定律的影響反應在任務時間上，對專案任務時間的分配做修改。由於本研究並沒有證明帕金森定律的影響比率為何，故我們無法知道 Error Report 的比例為何，在此便假設 Error Report 發生的比例為 50%，有一半的人會提前報告，但有一半的人會隱匿不報。當此假設加入後，專案實驗裡每一任務的時間將包含帕金森定律影響，所以任務時間會呈現大部分都為標準任務時間(8 天)的情況，如圖 3.6 所示。

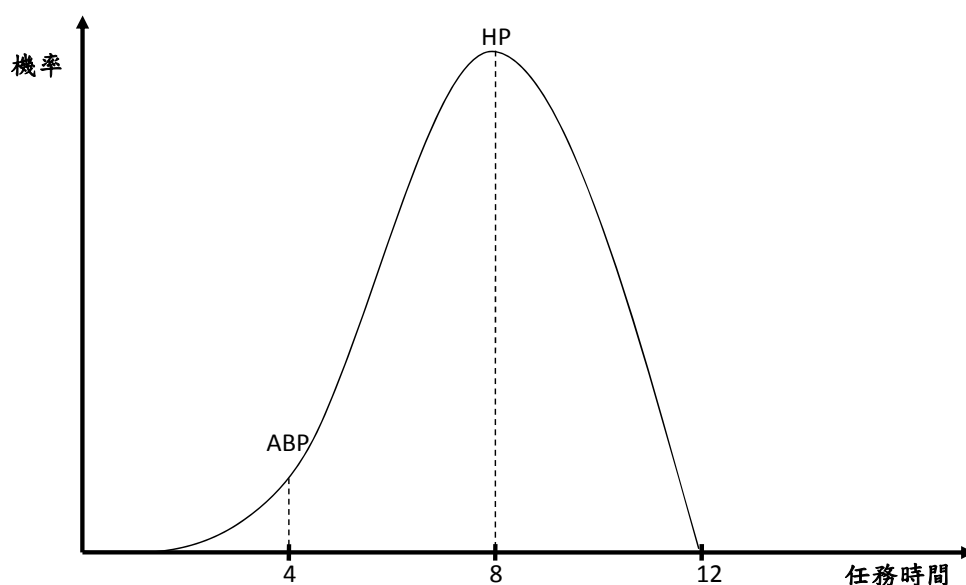


圖 3.6 帕金森定律影響下之任務時間分配示意圖

不良多工指的是當資源必須同時執行多項任務時，時間只能切割平均分配給各任務，使各任務時間大幅拉長。在實務中資源代表的是工程師，每一工程師每天都必須面對不同專案經理的任務，為了對每一位專案經理負責，工程師只能將時間平均分配給不同專案經理的任務，而使任務前置時間拉長。然而這種情況在專案實驗裡卻不會顯著呈現。實驗不比現實情況，資源並不用對專案經理負責，所以即使資源擁有多項任務，也可以將所有時間專注於一個任務上，所以本實驗強制要求當同一資源手上有超過一項任務時，就必須交換任務做。由於本研究沒有對不良多工的行為做出證明，故我們無法合理決定時間分配的方式，故在此我們僅限制當資源手上有超過一項任務時，每一任務連續工作三天就必須更換任務。換言之，如果資源手上只有一項任務，那麼該資源就不用交換任務，不良多工不會發生；但是當資源手上有一項以上的任務時，就必須每隔三天更換任務，以呈現不良多工影響。

3.1.3 設計關鍵鏈專案管理數據

本研究進行專案實驗主要目的是探討現行管理模式對專案績效產生的影響，但我們並沒有一個準則來評估比較實驗的結果到底是還是不好，所以本研究另外收集一組運用 CCPM 方法執行的數據，作為評估分析比較時的對照組。

要呈現 CCPM 的對照結果，必須依循 Dr. Goldratt 所提出的四概念來計畫並執行專案：

1. 應專注於 flow 的改善，也就是讓更多的專案以更快的速度完工。
2. 利用錯開機制決定專案開案時機及可靠交期。錯開機制必須依循三個步驟：

步驟一、確定關鍵資源與資源上限：本專案環境共有十種不同資源，每一資源每天只能執行一項任務，所以我們負荷上限定義為：在時間軸上，每天每一資源上限為一任務單位，而在此實驗中，由於紅色資源必須執行的任務最多，故紅色資源設為關鍵資源，做為後續錯開的依據。

步驟二、確認關鍵鏈(Critical Chain, CC)：CC 為依資源相依及任務相依關係找到的最長路徑，所以在此我們可以定義三個專案的關鍵鏈分別為(如圖 3.7 以粗黑框表示)：

專案一：B1→A1→G2→C2→D1→D2→A4；

專案二：B1→A1→G2→C2→D1→D2→A4；

專案三：B1→A1→G2→C2→D1→D2→A4。

CC 代表的是專案最長路徑，也是決定整個專案所需時間的依據，我們必須利用 CC 以及錯開機制的開案時間來決定專案交期。

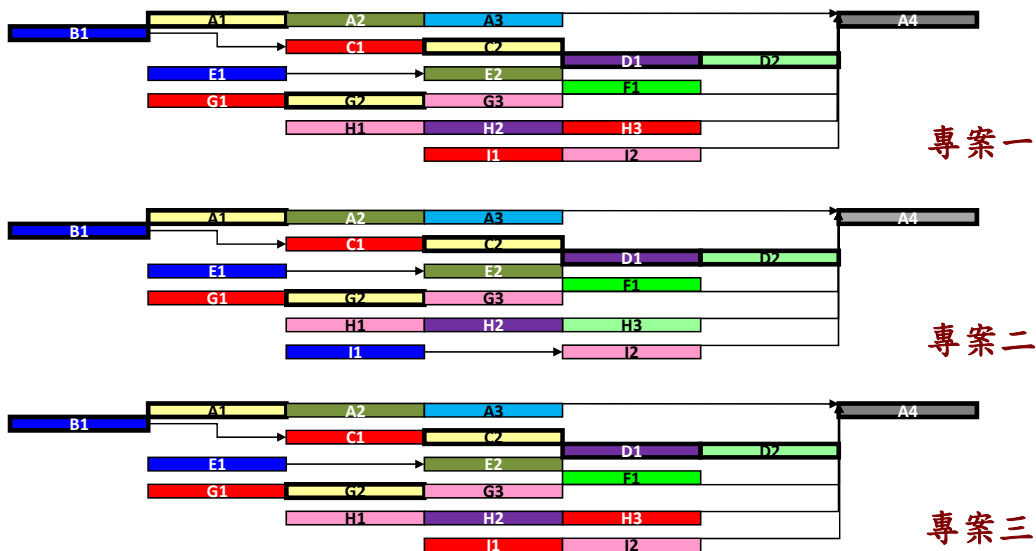


圖 3.7 定義單專案關鍵鏈

步驟三、依關鍵資源錯開：由於實驗已經限制專案的優先順序為專案一優先、專案二次之、專案三，所以我們必須考量的，是如何運用錯開來決定最合適的開案時間。在此我們可以以紅色資源為錯開的依據，將紅色資源依定義的負荷上限排入時間軸上錯開，結果如圖 3.8 所示，再將其餘資源依相對位置放回，便完成專案錯開，如圖 3.9 所示。

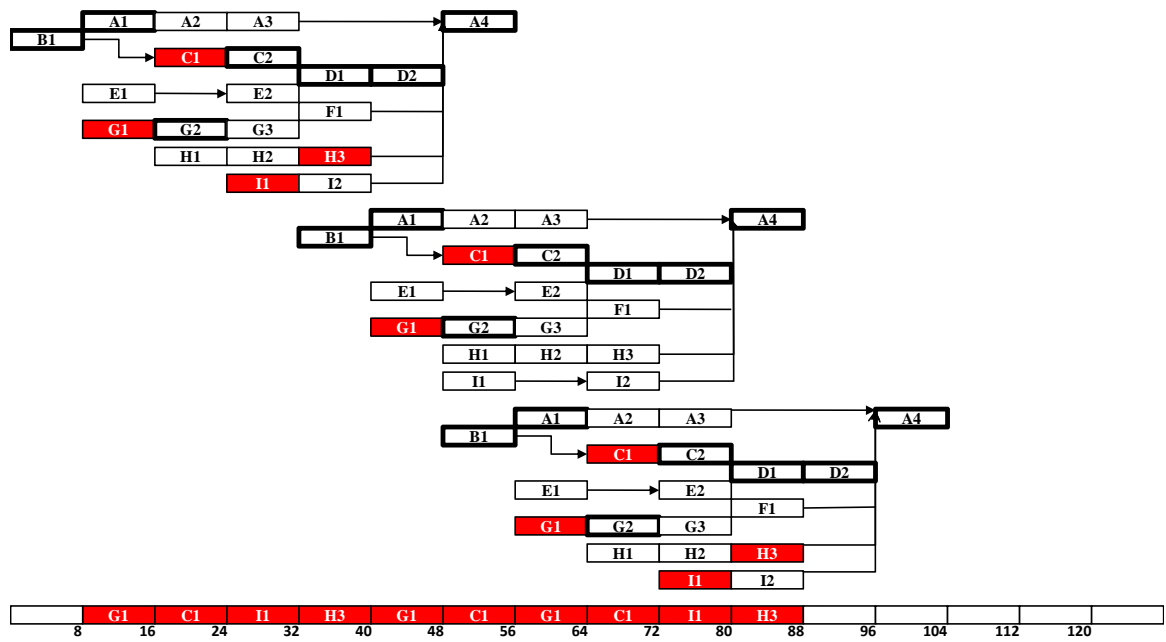


圖 3.8 利用關鍵資源錯開專案

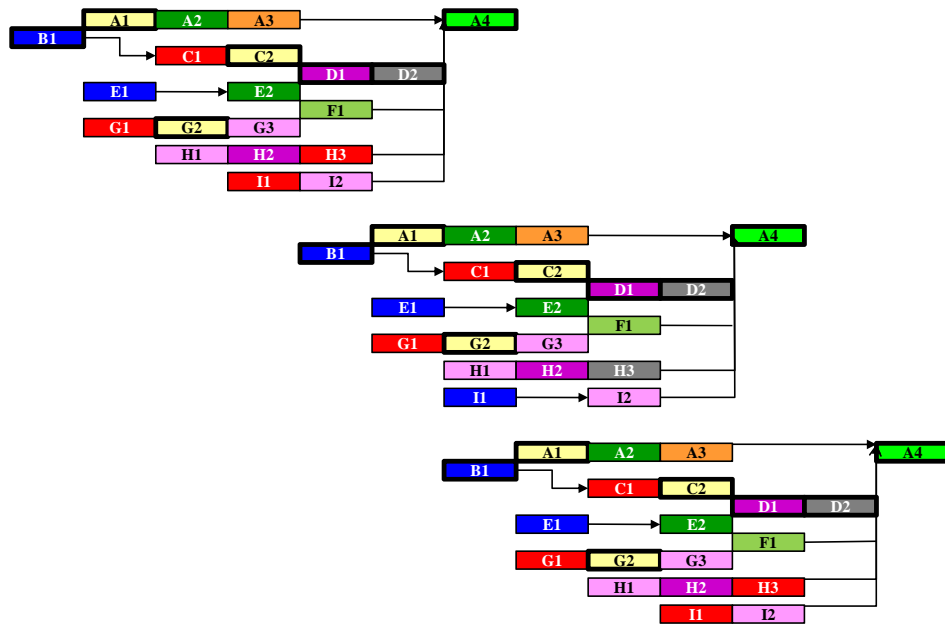


圖 3.9 錯開後專案執行計畫圖

3. 摒除局部效率：要達成 flow 的改善，就必須摒除局部效率的管理模式，將追求任務準時完工，改為追求專案的準時完工。故 CCPM 便運用緩衝管理機制將安全時間由原本保護單一任務，改為統一保護專案整體。但因受限於實驗環境與難度，並無法呈現及建構緩衝機制，故在此仍將

緩衝時間安置於各別任務裡。

4. 持續專注：在此由於實驗並無法完全呈現 CCPM 緩衝機制，故修改緩衝報告來協助管理者持續專注，將緩衝侵蝕比例改為距完工日比例，變成依照關鍵鏈完工比例與距完工日的狀態來決定緊急或不緊急。

另外，在執行專案前仍必須對計畫的可行性做出檢視，避免若計畫不可行而造成專案執行時陷入危機模式管理。由完成的專案執行計畫圖(圖 3.10)我們可以發現，專案二的任務 C2 及專案三的任務 A1(黃色資源)、專案二的任務 I1 及專案三的任務 B1(藍色資源)、專案二的任務 I2 及專案三的任務 H1(粉紅色資源)皆發生跨專案資源衝突，且這些衝突的資源皆為負荷極高的任務，故必須化解資源衝突。而化解衝突的方法，並不是要去化解每一資源衝突，因為在高度變異的環境在專案實際執行時，仍是很可能會改變的，所以因該是以每一資源的負荷做高低調整。如圖 3.7 所示，為重排後的專案執行計畫圖，重排的方法便是將專案二提前 8 天開工，讓原本高負荷的黃、藍、粉紅資源利用提前開案的方式減輕負荷。專案執行便依照此計畫的開案時間，每一任務以標準工時 8 天(90%可靠)計算：專案一第 0 天開工、專案二第 24 天開工、專案三第 48 天開工。

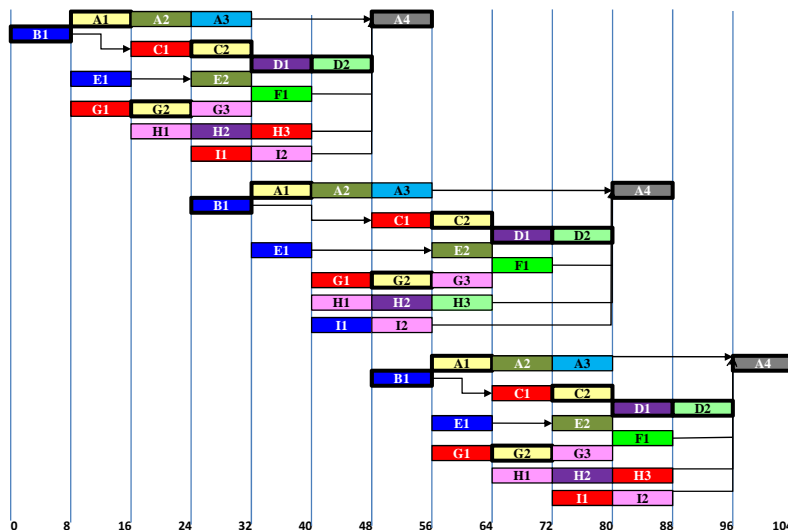


圖 3.10 專案執行計畫圖

表 3.2 最佳專案開案時間及任務執行順序表

| 專案一(開案於第 0 天) | | 專案二(開案於第 24 天) | | 專案三(開案於第 48 天) | |
|---------------|----------------------------------|----------------|--|----------------|--|
| 任務 | 前置作業(專案) | 任務 | 前置作業(專案) | 任務 | 前置作業(專案) |
| B1 | 第 0 天 | B1 | 第 24 天 | B1 | 第 48 天 |
| G1 | 第 9 天 | A1 | C2(一) B1(二) | G1 | C1(二) |
| A1 | B1(一) | E1 | B1(二) | A1 | C2(二) B1(三) |
| E1 | B1(一) | A2 | A2(一) A1(二) | E1 | B1(三) |
| H1 | 第 17 天- | G1 | H3(一) | H1 | G3(二) |
| A2 | A1(一) | H1 | I2(一) | A2 | E2(二) A1(三) |
| C1 | B1(一) G1(一) | I1 | E1(二) | C1 | B1(三) G1(三) |
| G2 | A1(一) G1(一) | A3 | A3(一) A2(二) | G2 | A1(三) G1(三) |
| A3 | A2(一) | C1 | B1(二) G1(二) | A3 | A3(二) A2(三) |
| C2 | C1(一) G2(一) | E2 | A2(二) E1(二) | C2 | C1(三) G2(三) |
| E2 | A2(一) E1(一) | G2 | A1(二) G1(二) | E2 | A2(三) E1(三) |
| G3 | G2(一) H1(一) | H2 | D1(一) H1(二) | G3 | G2(三) H1(三) |
| H2 | H1(一) | I2 | E1(二) | H2 | D1(二) H1(三) |
| I1 | C1(一) | C2 | C1(二) G1(二) | I1 | C1(三) |
| D1 | C1(一) E2(一) | G3 | G2(二) I2(二) | D1 | C2(三) E2(三) H2(三) |
| F1 | E2(一) G3(一) H2(一) | H3 | D2(一) H2(二) | F1 | F1(二) E2(三) G3(三) |
| H3 | H2(一) I1(一) | D1 | C2(二) E2(二) H2(二) | H3 | H2(三) I1(三) |
| I2 | G3(一) I1(一) | F1 | F1(一) E2(二) G3(二) | I2 | G3(三) I1(三) |
| D2 | D1(一) | D2 | D1(二) H3(二) | D2 | D2(二) D1(三) |
| A4 | A3(一) D2(一) F1(一) H3(一) I2(一) | A4 | A4(一) A3(二) D2(二) F1(二) H3(二) I2(二) | A4 | A4(二) A3(三) D2(三) F1(三) H3(三) I2(三) |

在任務執行時則依時間軸排序，任務以接力賽一棒接一幫的方式執行，例如：「專案一 B1 完工」後，便可以執行下一個任務相依任務「專案一 A1」，以及下一個資源相依任務「專案一 E1」，但另一任務相依任務「專案一 C1」卻不能馬上開始工作，因為依時間軸排序，必須等待另一前置任務「專案一 G1」完工才可以執行。依此方式便可排出最佳專案開案時間及任務執行順序表，如表 3.2 所示，我們在此以表 3.2 的開案時間與任務執行順序做為專案計畫的基礎，並運用緩衝管理協助執行，將執行結果代表關鍵鏈專案管理數據。

3.2 模擬驗證

在本研究所提出的假設與限制，以及會產生的情況都是透過邏輯推論得到的結果，並沒有研究與案例能印證，所以本研究希望透過專案實驗印證這些假設。然而有部分假設受限於實驗環境，並不能真實呈現這些行為或習性，甚至有可能會出現與預期相反的結果。所以對於這些假設，我們只好以實驗限制的方式來呈現對專案造成的影響，並透過專案模擬程式 PmSim 來模擬驗證這些特殊情況假設的影響性。

本研究將透過模擬來驗證兩項特殊的環境假設，包含帕金森定律與不良多工。驗證模擬的流程(如圖 3.11)，是將建構出的專案環境以不同的環境假設，透過 PmSim 將每一情境加入予以模擬，依產生的結果做出分析比較，若加入的環境假設會影響專案績效，便表示該假設具代表性，而如果該假設並不如預期，沒有顯著的影響，那麼表示此假設應該予以摒棄。本實驗將依上述流程將兩項環境假設透過模擬來印證假設。

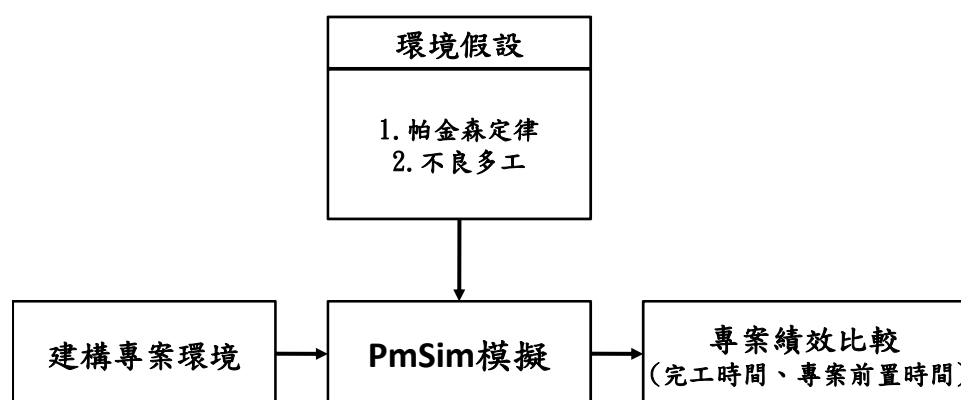


圖 3.11 模擬驗證流程圖

專案環境如圖 3.12 所示，為根據本研究的專案實驗建構而成，為一個多專案環境，擁有十個不同資源。之後我們再將實驗中所有的環境限制加入模擬，包含：任務時間遵循的分配、任務標準工時的設定(以 8 天為標準工時，可靠度

90%)、任務相依限制。建構出專案環境後，PmSim 將根據不同環境假設做出模擬，每一個假設情況皆做模擬 1000 次，將由結果來解釋假設。

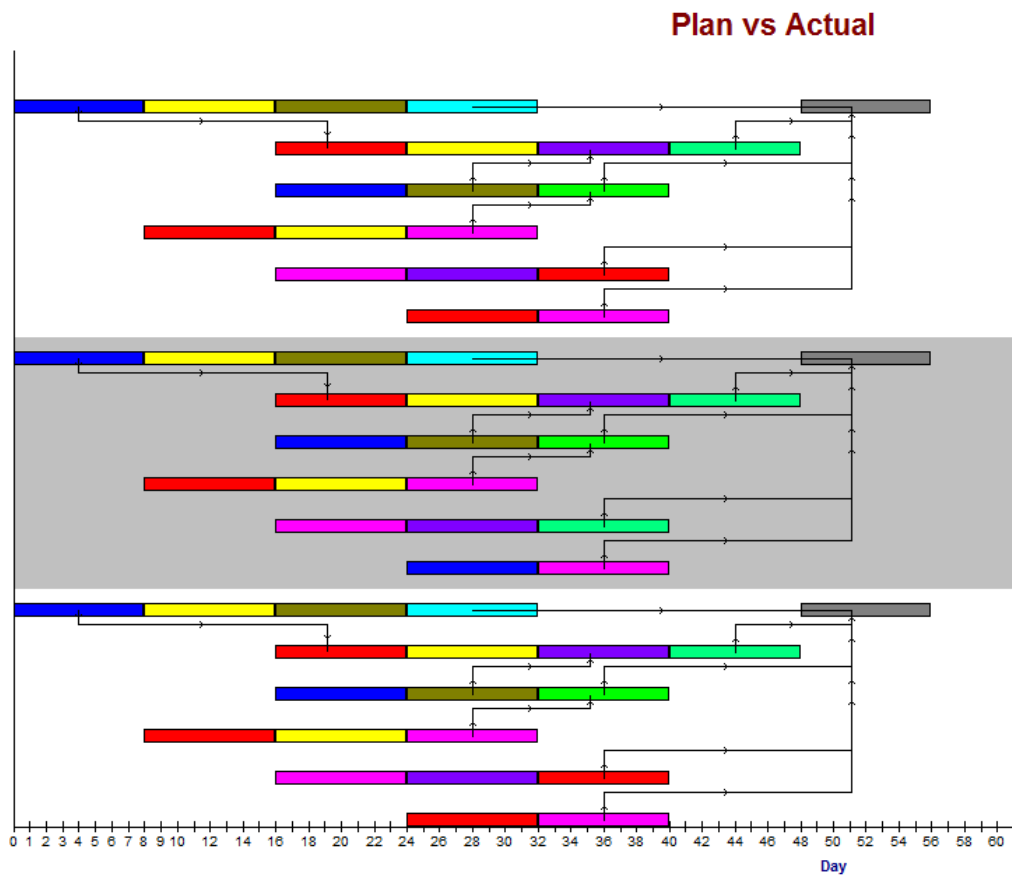


圖 3.12 PmSim 專案模擬環境

模擬分析所要驗證的環境假設影響為不良多工以及帕金森定律對專案交期績效與專案前置時間的影響。透過 PmSim 進行 1000 次模擬，模擬分析與步驟參閱附錄 2，我們將結果記錄如表 3.3 所示。其中欄位不良多工與帕金森定律，若填入「1」代表有此條件影響，而填入「0」則代表無此影響。本實驗的專案實驗情境，由於帕金森定律影響是無法證明亦無法呈現的問題，所以我們以實驗假設的情況，將帕金森定律以 Error Reporter 50%的方式做模擬。欄位專案一、專案二、專案三分別代表三個專案的專案績效，其中 DDP 表示能如期完工時間完成的比例，括弧中的數字表示預期完工日；LT 表示的是能在預期專案前置時間內完工的比例，括弧中的數字表示預期專案前置時間。

表 3.3 模擬結果表

| 模擬 情境 | 帕金森 定律 | 不良 多工 | 專案一 | | 專案二 | | 專案三 | |
|----------|-----------|----------|---------|--------|---------|--------|----------|--------|
| | | | DDP(56) | LT(56) | DDP(88) | LT(64) | DDP(104) | LT(56) |
| 1 | 1 | 1 | 0% | 0.1% | 0.5% | 23.7% | 70.8% | 0% |
| 2 | 1 | 0 | 0.11% | 1.2% | 71.7% | 13.5% | 42.8% | 70.8% |
| 3 | 0 | 1 | 73.2% | 68.8% | 42.3% | 42.3% | 41.6% | 42.2% |
| 4 | 0 | 0 | 96.2% | 96.2% | 76.7% | 99.3% | 68.2% | 82.2% |

在模擬中的任務時間是有 90%的可靠度，雖然我們假設有 50%的機率會提前完工不報告，但由模擬情境 4 的結果來看，如果沒有不良多工以及帕金森定律的管理問題存在時，專案的平均 DDP 可以達到 83.3%，且專案前置時間也幾乎可以在預期時間內完工。所以我們可以由模擬驗證出，若本專案情境在沒有不良管理因素影響下，三專案的交期若訂為：專案一交期 56 天、專案二交期 88 天、專案三交期 104 天可以達到 80%以上的達交率；而三專案的前置時間訂為：專案一 56 天、專案二 64 天、專案三 56 天可以達到 90%以上的可靠度。

然而這個結果雖與預期結果相去不遠，但為何專案二與專案三並無法得到很高的交期績效(90%以上)？在此我們針對專案前置時間與專案交期做出分析，基本上我可以將專案前置時間的達成率當成單專案的交期績效，來與多專案環境下的交期績效做比較，很明顯的多專案的交期績效低於單專案交期績效。既然都是在相同假設下為何單看專案可以有很高的交期績效，多專案卻低了將近 10%，我們認為造成這種結果的原因應為專案環境特有的「延遲遞延」影響，隨著延遲持續向後遞延，優先順序越低(越後面)的專案被影響的就越嚴重，如模擬情境 4 的結果，專案一的 DDP 可以達到 96.6%，專案二則為 81.3%，專案三只有 72%。

由模擬的結果，我們可以驗證帕金森定律與不良多工是會影響專案交期績效與專案前置時間的，且若沒有這些影響下，其結果與我們推論的結果是相吻合的。

3.3 實驗進行與數據收集

3.3.1 實驗進行方式

本實驗的目的是希望透過專業人士的實務經驗來驗證假設，所以實驗參與者我們限制條件為具有專案實務背景的業界人士。實驗每組需要 7 位人士共收集 30 組，總計 210 人參與實驗。參與實驗的 7 位人士各自扮演不同角色，其中三位扮演「專案經理」(Project Manager)各自負責一個專案，另外四位扮演「任務經理」(Task Manager)分別為 TM1、TM2、TM3、TM4 各自負責 2 至 3 個資源，如圖 3.13 所示。

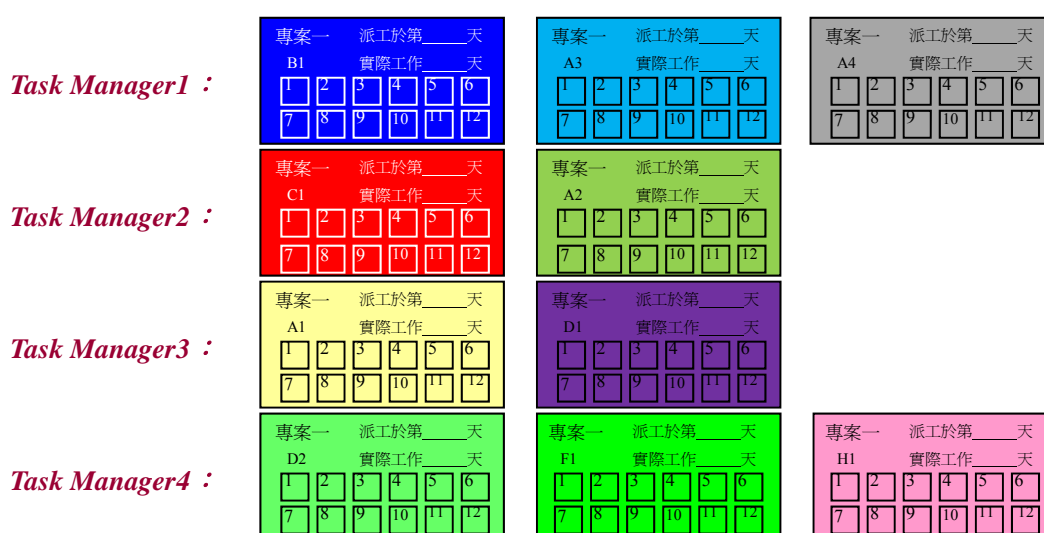


圖 3.13 任務經理負責資源示意圖

扮演專案經理必須注意，要對自己負責的專案負責。於專案實驗開始前，們會請三位專案經理依自己於業界的實務經驗，協調並押出三個專案的交期。決定專案交期必須遵守三個原則：

1. 遵守本實驗的假設：專案一優先、專案二次之、專案三最後的優先順序決定交期。且不論如何決定交期，三個專案都必須在 104 天內完工。
2. 專案越早完工越有競爭力，決定的交期應以盡快完工為目標。
3. 承諾是第一考量，決定的交期必須是一定能準時達交的，所以本實驗假

設即使延誤一天亦為延誤。

所以專案經理在決定交期時，必須以押出最具競爭力且可以準時完工的交期為目標。在決定交期時，給予專案經理的相關資訊有：(1)雖然專案經理不知道每一任務的實際工作時間，但可以預期每一任務有很高的機率(90%)可以在 8 天以內完工；(2)我們給予的專案計畫圖為化解資源衝突後的計畫圖(如圖 3.4)，專案經理可以容易的分辨出哪一任務應優先完成對專案進度有最大的幫助。

在專案執行時，專案經理的職責為依自己的實務經驗決定任務指派的時間，並跟催各自負責專案的進度，若專案進度落後，可以要求任務經理優先執行自己負責的專案。在本實驗裡，我們利用任務工單卡代表任務，如圖 3.14 為一任務工單卡，於實驗進行時，專案經理看到的任務工單卡為蓋牌(背面)情況，所以並不知道任務的實際工作時間(但可以預期為 8 天)，當專案經理將任務指派給任務經理時，任務經理便翻開任務工單卡(正面)，便可以知道實際工作時間，每一任務的實際時間為我們利用分配抽樣的結果，詳見附錄 1。

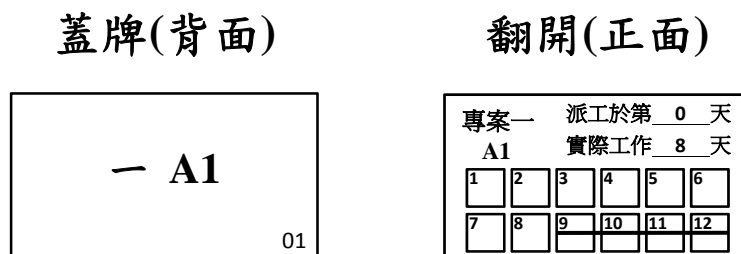


圖 3.14 任務工單卡

任務經理代表的是二至三個資源，每一資源有各自的任務必須執行，當專案經理指派任務給任務經理時，任務經理應注意專案經理指派的任務是否是自己擁有的資源。本實驗裡任務經理的職責為將任務正確執行並完成，本實驗中是以將任務工單卡填滿空格表示任務完工，當任務完工將工單卡交還給專案經理(指派任務的專案經理)，專案經理拿到完成的任務工單卡後以正面方式放回專案以示區別，於完工當日便可繼續指派後續任務。

專案的進行是一天接著一天進行，每天專案經理必須嚴格視察有無任務可以派工，以及當日進度予以跟催；任務經理則必須注意是否有正確填寫任務工單卡，專案實驗總共進行 104 天。

3.3.2 實驗組數據收集

實驗結束後，我們應記錄實驗結果及過程的相關實驗數據做為「實驗組數據」以做後續分析。而在收集的實驗數據時，必須考量收集數據的代表性，若數據的代表性不足，分析的結果便很可能失真。故本實驗依據前述的假設、推論以及模擬驗證，將收集的數據分為包含代表專案計畫的預估任務交期以及實際執行結果；以及執行面的績效指標、管理問題相關數據及變異問題相關數據等，實驗組數據收集方法及目的分述如下：

計畫面數據收集：本研究所欲探討的計畫層面議題，是想瞭解當實驗參與者協調決定出的交期趨向保守或是競爭時，是否會對專案執行的結果造成影響。故我們收集各組決定的交期時間，以及收集各組實際執行結果，作為後續分析比較的依據。

執行面數據收集：本研究欲探討的執行面議題，是想透過實驗的進行來瞭解當實驗參與者在面對變異時，會如何處理問題並以何種方式執行專案，且出現各種管理問題時是否會影響專案績效。故我們收集下列數據來做後續分析：

1. 績效指標相關數據：代表專案執行好壞的評量依據。
 - (1) 專案交期績效：代表三個專案於交期內完工比例，本實驗定義只要延誤一天就是專案延誤，專案的完工時間為專案經理押出的交期。若三個專案皆準時完工記錄為 1(100%)、兩專案準時完工記錄為 0.67、只有一專案準時完工記錄為 0.33，若所有專案皆延誤則記錄為 0。
 - (2) 平均專案前置時間：前置時間代表專案開始到完工所需時間，若專案開工於第 0 天，完工於第 56 天，則記錄專案前置時間為 56 天。

在此我們將三個專案的前置時間加總平均作為評估「Flow」快慢的績效指標。

2. 管理問題相關數據：針對本研究提出的管理問題而收集的數據，包含提前開案、資源爭奪、做錯順序、沒有專注造成關鍵鏈中斷，以及專案特性產生的延遲遞延等原因造成的影響。收集數據時我們統一以「望小」為目標設計收集方式，換言之，若管理問題相關數據的值越大，表示管理問題越嚴重。

(1) 平均專案提前開案時間：將實驗結果與我們透過推論與模擬驗證後的最佳開案時間(專案一第 0 天、專案二第 24 天、專案三第 48 天)做比較，計算每一專案提前幾天開案，並將三專案提前開案時間加總平均作為評估提前開案影響的依據。

(2) 不良多工延長時間：本實驗以限制當每一資源擁有超過一個任務時，同一任務工作三天就必須更換任務的方式來呈現不良多工影響。所以若一任務只需 8 天便可以完工，但因所需資源同時有兩任務而發生不良多工時，該任務至少會延至 10 天，如圖 3.15 所示。在此便記錄延長的兩天為不良多工延長時間，以呈現資源爭奪造成的影響。

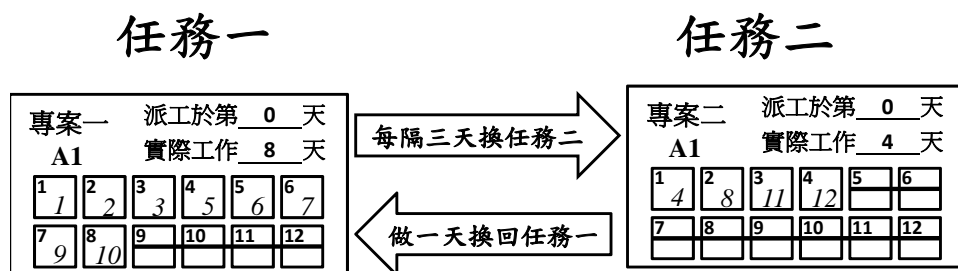


圖 3.15 交換任務發生不良多工示意圖

(3) 做錯順序張數：表示因混亂的優先順序造成做錯順序的任務工單張

數，在此我們是與「最佳專案開案時間及任務執行順序表」做比對，記錄與計畫表不同順序的任務工單卡張數，用以呈現做錯順序影響。

- (4) 關鍵鏈中斷時間：關鍵鏈是代表整個專案的最重要且最長的路徑，若關鍵鏈沒有持續工作而中斷，專案便可能延誤。故我們記錄下所有關鍵鏈上的任務中，沒有持續工作的時間為關鍵鏈中斷時間，用以呈現沒有專注造成的結果。
- (5) 延遲遞延時間：代表因各種原因(變異或各種不良管理因素)，造成任務無法在預定時間內開工的影響，記錄延後開工的時間，作為呈現延遲遞延時間的數據。

3. 變異問題相關數據：本實驗為存在變異環境，並將變異反應在任務時間的變化上，所以若專案環境變異影響輕微時，任務時間平均值會較小，表示每一任務的時間相對較短；而當專案環境變異嚴重時，任務時間平均值會較大，表示每一任的時間相對較長。記錄每一組的任務平均值作為呈現變異影響的數據。

3.3.3 對照組數據收集

本實驗為了呈現出管理問題的影響，必須要有一個沒有「管理問題影響」下的計畫與執行結果做為對照，以做後續分析使用。故在此亦收集「對照組數據」表示所有管理問題數據皆為「0」的專案計畫與執行結果。

對照組數據收集的方法，是將每一組實驗數據私底下運用我們所提出的「最佳專案開案時間及任務執行順序表」(表 3.2)，以及 Dr. Goldratt 提出的四個概念執行結果，記錄下每一組的專案交期績效及平均專案前置時間最為對照組數據。

第四章 實驗數據分析

本章將對各組結果做出分析，分別由計畫與執行兩個的不同層面來探討目前專案管理的問題所在，包含造成專案計畫不可行的主因、專案執行時的不良習性對專案績效產生的影響，並運用分析結果來釐清造成專案績效不佳的主因為何。

本研究欲分析及比較的實驗數據，記錄如表 4.1，其中收集格式解釋如下所示：

欄位一：記錄專案一的預估交期、開案時間、實際結果，單位為「天」。

欄位二：記錄專案二的預估交期、開案時間、實際結果，單位為「天」。

欄位三：記錄專案三的預估交期、開案時間、實際結果，單位為「天」。

欄位四：提前開案時間，單位為「天」。

欄位五：不良多工延長時間，單位為「天」。

欄位六：做錯順序張數，單位為「張」。

欄位七：關鍵鏈中斷時間，單位為「天」。

欄位八：延遲遞延時間，單位為「天」。

欄位九：任務平均時間，單位為「天」。

欄位十：交期績效，分為實驗組與對照組，單位為「百分比」。

欄位十一：專案平均前置時間，分為實驗組與對照組，單位為「天」。

表 4.1 實驗數據收集表

| 組別 | 專案一 | | | 專案二 | | | 專案三 | | | 提前開案 時間 | 不良多工 延長時間 | 做錯順序 張數 | 關鍵鏈 中斷時間 | 延遲遞延 時間 | 任務平均 時間 | 交期績效 | | 平均前置時間 | |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|--------------|------------|-------------|------------|------------|------|------|--------|------|
| | 預估 交期 | 開案 時間 | 實際 結果 | 預估 交期 | 開案 時間 | 實際 結果 | 預估 交期 | 開案 時間 | 實際 結果 | | | | | | | 實驗組 | 對照組 | 實驗組 | 對照組 |
| 1 | 80 | 0 | 80 | 90 | 0 | 100 | 104 | 0 | 107 | 24 | 49.3 | 15 | 22 | 33 | 8.1 | 0 | 1 | 95.7 | 57.3 |
| 2 | 52 | 0 | 86 | 76 | 0 | 90 | 90 | 0 | 116 | 24 | 47.7 | 6 | 10 | 17 | 8.2 | 0 | 1 | 97.3 | 58.7 |
| 3 | 88 | 0 | 90 | 96 | 2 | 100 | 104 | 8 | 108 | 20.7 | 38.3 | 12 | 11 | 13 | 7.9 | 0 | 1 | 96 | 58.7 |
| 4 | 60 | 0 | 60 | 92 | 16 | 90 | 104 | 48 | 104 | 2.7 | 0 | 2 | 0 | 8 | 8.2 | 1 | 1 | 62 | 60.7 |
| 5 | 62 | 0 | 73 | 90 | 12 | 93 | 104 | 12 | 103 | 16 | 29.7 | 24 | 38 | 71 | 7.8 | 0.33 | 1 | 81.7 | 58.7 |
| 6 | 60 | 0 | 72 | 92 | 0 | 90 | 102 | 0 | 118 | 24 | 22.7 | 12 | 8 | 21 | 7.7 | 0.33 | 0.67 | 93.3 | 60.7 |
| 7 | 64 | 0 | 60 | 90 | 0 | 94 | 104 | 20 | 110 | 17.3 | 54.3 | 10 | 10 | 22 | 7.8 | 0.33 | 1 | 81.3 | 58.7 |
| 8 | 65 | 0 | 60 | 85 | 0 | 94 | 104 | 16 | 106 | 18.7 | 47.7 | 6 | 0 | 11 | 7.6 | 0.33 | 1 | 81.3 | 58.7 |
| 9 | 90 | 0 | 92 | 90 | 0 | 92 | 100 | 8 | 124 | 21.3 | 50.3 | 18 | 22 | 54 | 7.9 | 0 | 0.67 | 94.7 | 60.7 |
| 10 | 58 | 0 | 58 | 92 | 20 | 88 | 104 | 36 | 106 | 5.3 | 0 | 6 | 3 | 9 | 7.8 | 0.67 | 1 | 68 | 58.7 |
| 11 | 66 | 0 | 66 | 88 | 24 | 84 | 104 | 42 | 104 | 2 | 0 | 4 | 0 | 12 | 7.9 | 1 | 1 | 60.7 | 58.7 |
| 12 | 60 | 0 | 92 | 92 | 4 | 80 | 96 | 36 | 110 | 10.7 | 5 | 10 | 9 | 24 | 8.1 | 0.33 | 1 | 80.7 | 54.7 |
| 13 | 56 | 0 | 56 | 88 | 24 | 100 | 104 | 36 | 104 | 4 | 1 | 4 | 5 | 11 | 7.4 | 0.67 | 1 | 66.7 | 58.7 |
| 14 | 80 | 0 | 88 | 90 | 11 | 95 | 100 | 24 | 107 | 12.3 | 4.4 | 20 | 31 | 61 | 7.9 | 0 | 1 | 84.7 | 58.7 |
| 15 | 78 | 0 | 81 | 90 | 0 | 95 | 100 | 8 | 107 | 21.3 | 46.5 | 17 | 23 | 51 | 8.1 | 0 | 1 | 91.7 | 58 |
| 16 | 64 | 0 | 79 | 88 | 0 | 100 | 104 | 8 | 108 | 21.3 | 75.3 | 14 | 18 | 39 | 8.2 | 0 | 0.33 | 93 | 60 |
| 17 | 68 | 0 | 67 | 92 | 0 | 100 | 104 | 6 | 112 | 22 | 21.3 | 11 | 17 | 29 | 8.1 | 0.33 | 1 | 91 | 58.7 |
| 18 | 80 | 0 | 90 | 90 | 0 | 104 | 100 | 0 | 108 | 24 | 10.8 | 25 | 42 | 77 | 7.9 | 0 | 0.33 | 100.7 | 61 |
| 19 | 72 | 0 | 60 | 92 | 12 | 88 | 104 | 22 | 105 | 12.7 | 6 | 6 | 8 | 16 | 7.6 | 0.67 | 1 | 68 | 58.7 |
| 20 | 70 | 0 | 81 | 80 | 0 | 90 | 90 | 0 | 126 | 24 | 49 | 11 | 17 | 31 | 7.8 | 0 | 0.33 | 99 | 60.7 |
| 21 | 70 | 0 | 70 | 90 | 18 | 95 | 100 | 40 | 118 | 4.7 | 2 | 6 | 4 | 16 | 8.1 | 0.33 | 1 | 75 | 54.3 |
| 22 | 68 | 0 | 62 | 78 | 0 | 104 | 88 | 8 | 114 | 21.3 | 19.7 | 15 | 21 | 39 | 7.6 | 0.33 | 1 | 90.7 | 58.7 |
| 23 | 78 | 0 | 79 | 92 | 0 | 94 | 98 | 12 | 108 | 20 | 56.7 | 18 | 15 | 36 | 8.1 | 0 | 1 | 89.7 | 58.7 |
| 24 | 72 | 0 | 79 | 84 | 6 | 95 | 90 | 25 | 113 | 13.7 | 9.2 | 12 | 14 | 52 | 8.1 | 0 | 1 | 85 | 58.7 |
| 25 | 82 | 0 | 89 | 90 | 0 | 99 | 100 | 0 | 102 | 24 | 61.7 | 19 | 26 | 44 | 7.3 | 0 | 0.67 | 96.7 | 60.7 |
| 26 | 70 | 0 | 68 | 84 | 10 | 72 | 104 | 16 | 104 | 10.7 | 3 | 8 | 0 | 12 | 8.1 | 1 | 1 | 67.7 | 58.7 |
| 27 | 90 | 0 | 90 | 100 | 0 | 104 | 104 | 0 | 108 | 24 | 57.7 | 25 | 29 | 81 | 7.7 | 0.33 | 0.67 | 100.7 | 61 |
| 28 | 54 | 0 | 77 | 70 | 16 | 80 | 92 | 24 | 105 | 15.3 | 13.3 | 20 | 22 | 57 | 7.9 | 0 | 1 | 78.7 | 58.7 |
| 29 | 60 | 0 | 60 | 90 | 12 | 71 | 104 | 24 | 108 | 12 | 2 | 6 | 5 | 15 | 8.2 | 0.67 | 1 | 67.7 | 58.7 |
| 30 | 70 | 0 | 63 | 80 | 0 | 91 | 90 | 0 | 122 | 14 | 23.3 | 14 | 21 | 32 | 8.1 | 0.33 | 0.67 | 82 | 61 |
| 平均 | 69.6 | 0 | 74.3 | 88.0 | 6.2 | 92.4 | 99.9 | 15.9 | 109.8 | 16.3 | 27.2 | 12.5 | 15.0 | 33.4 | 7.9 | 0.30 | 0.88 | 84.0 | 58.9 |

4.1 各組數據分析

4.1.1 交期績效分析

由參與實驗的 30 組數據(表 4.1)，我們試著依專案交期績效來將所有組別分類，我們可以分成三類：

1. 高交期績效：專案交期績效為 1(組別 4、11、26)。
2. 中交期績效：專案交期績效為 0.67(組別 10、13、19、29)。
3. 低交期績效：專案交期績效為 0.33 以下(其餘組別)。

我們將由各類的專案計畫與專案執行數據所呈現的數據與影響，來印證我們所提出的假設。其中專案計畫我們將運用模擬結果(附錄 3-20、附錄 3-22)建立預估交期的可靠度評估表，如表 4.2 所示(其中專案三因限制必須於 104 天內完工，故僅討論至 104 天的可靠度)。利用該表來評估實驗參與者決定的預估交期之可靠度，並比較專案績效之間的關係；而專案執行我們則觀察實驗參與者於專案執行時出現的管理問題，是否與我們提出的假設一致，並比較這些管理問題與專案績效之間的關係。

表 4.2 專案預估交期可靠度評估表

| 專案一 | | 專案二 | | 專案三 | |
|------|--------|------|--------|------|-------|
| 預估交期 | 模擬可靠度 | 預估交期 | 模擬可靠度 | 預估交期 | 模擬可靠度 |
| 42 | 0.1% | 74 | 0.2% | 92 | 0.2% |
| 44 | 0.5% | 76 | 0.8% | 94 | 0.5% |
| 46 | 13.1% | 78 | 14.5% | 96 | 13.7% |
| 48 | 32.9% | 80 | 24.8% | 98 | 25.9% |
| 50 | 51.3% | 82 | 36.0% | 100 | 43.0% |
| 52 | 73.7% | 84 | 53.0% | 102 | 57.7% |
| 54 | 81.3% | 86 | 62.3% | 104 | 74.7% |
| 56 | 96.2% | 88 | 76.7% | | |
| 58 | 97.6% | 90 | 80.4% | | |
| 60 | 99.0% | 92 | 84.8% | | |
| 62 | 99.1% | 94 | 87.4% | | |
| 64 | 99.7% | 96 | 90.9% | | |
| 66 | 99.8% | 98 | 92.9% | | |
| 68 | 99.8% | 100 | 95.0% | | |
| 70 | 99.9% | 102 | 95.8% | | |
| 72 | 99.9% | 104 | 97.1% | | |
| 74 | 99.9% | 106 | 97.9% | | |
| 76 | 100.0% | 108 | 98.7% | | |
| | | 110 | 99.3% | | |
| | | 112 | 100.0% | | |

表 4.3 專案計畫相關數據(高交期績效類別)

| 組別 | 專案一 | | | 專案二 | | | 專案二 | | | 交期績效 | |
|----|----------|-------|----------|----------|-------|----------|----------|-------|----------|------|-----|
| | 預估 交期 | 可靠度 | 實際 結果 | 預估 交期 | 可靠度 | 實際 結果 | 預估 交期 | 可靠度 | 實際 結果 | 實驗組 | 對照組 |
| 4 | 60 | 99.0% | 60 | 92 | 84.8% | 90 | 104 | 74.7% | 104 | 1 | 1 |
| 11 | 66 | 99.8% | 66 | 88 | 76.7% | 84 | 104 | 74.7% | 104 | 1 | 1 |
| 26 | 70 | 99.9% | 68 | 84 | 53.0% | 72 | 104 | 74.7% | 104 | 1 | 1 |
| 平均 | 65.3 | 99.6% | 64.7 | 88 | 71.5% | 82 | 104 | 74.7% | 104 | 1 | 1 |

表 4.4 專案執行相關數據(高交期績效類別)

| 組別 | 提前開 案時間 | 不良多 工延長 時間 | 做錯順 序張數 | 關鍵鏈 中斷時間 | 延遲遞 延時間 | 任務平 均時間 | 交期績效 | |
|----|------------|------------------|------------|-------------|------------|------------|------|-----|
| | | | | | | | 實驗組 | 對照組 |
| 4 | 2.7 | 0 | 2 | 0 | 8 | 8.2 | 1 | 1 |
| 11 | 2 | 0 | 4 | 0 | 12 | 7.9 | 1 | 1 |
| 26 | 10.7 | 3 | 8 | 0 | 12 | 8.1 | 1 | 1 |
| 平均 | 5.1 | 1 | 4.7 | 0 | 10 | 8.1 | 1 | 1 |

首先我們先探討「高交期績效」類別，屬於此類別的有第 4、11、26 組。由上表 4.3 可以發現此類別的三組，所答允的交期除了 26 組的專案二只有 53% 可靠度，可能無法準時完工外，其餘的預估交期都有相當高的可靠度。由表 4.4 則可以發現不論是提前開案時間、不良多工延長時間、做錯順序張數、關鍵鏈中斷時間，或是延遲遞延時間等數據，都呈現顯著低於總平均值的結果(見表 4.1)，尤其是其中的「關鍵鏈中斷時間」數據更是呈現極小值「0」。而在任務平均時間數據，則呈現高於總平均的結果。

所以由本類別數據可以看出，在有高可靠度的計畫下，若能保持專注避免提前開案，且以一棒接一棒的方式執行專案以消除不良多工，讓專案可以保持專注，即使平均任務時間高於總平均，仍可以得到比其他組更高的專案績效。

表 4.5 專案計畫相關數據(中交期績效類別)

| 組別 | 專案一 | | | 專案二 | | | 專案二 | | | 交期績效 | |
|----|----------|-------|----------|----------|-------|----------|----------|-------|----------|------|-----|
| | 預估 交期 | 可靠度 | 實際 結果 | 預估 交期 | 可靠度 | 實際 結果 | 預估 交期 | 可靠度 | 實際 結果 | 實驗組 | 對照組 |
| 10 | 58 | 97.6% | 58 | 92 | 84.8% | 88 | 104 | 74.7% | 104 | 0.67 | 1 |
| 13 | 56 | 96.2% | 56 | 88 | 76.7% | 100 | 104 | 74.7% | 104 | 0.67 | 1 |
| 19 | 72 | 99.9% | 60 | 92 | 84.8% | 88 | 104 | 74.7% | 105 | 0.67 | 1 |
| 29 | 70 | 99.9% | 68 | 84 | 53.0% | 72 | 104 | 74.7% | 104 | 0.67 | 1 |
| 平均 | 64 | 98.4% | 60.5 | 89 | 74.8% | 87 | 104 | 74.7% | 104.25 | 0.67 | 1 |

表 4.6 專案執行相關數據(中交期績效類別)

| 組別 | 提前開案 時間 | 不良多工 延長時間 | 做錯順序 張數 | 關鍵鏈 中斷時間 | 延遲遞延 時間 | 任務平均 時間 | 交期績效 | |
|----|------------|--------------|------------|-------------|------------|------------|------|-----|
| | | | | | | | 實驗組 | 對照組 |
| 10 | 5.3 | 0 | 6 | 3 | 9 | 7.8 | 0.67 | 1 |
| 13 | 4 | 1 | 4 | 5 | 11 | 7.4 | 0.67 | 1 |
| 19 | 12.7 | 6 | 6 | 8 | 16 | 7.6 | 0.67 | 1 |
| 29 | 12 | 2 | 6 | 5 | 15 | 8.3 | 0.67 | 1 |
| 平均 | 8.5 | 2.25 | 5.5 | 5.25 | 12.75 | 7.7 | 0.67 | 1 |

屬於「高交期績效」類別的有第 10、13、19、29 四組。由表 4.5 可以看出屬於此類別的四組所決定交期，除了第 29 組專案二的可靠度只有 53.0%，可能無法準時完工外，其餘決定的交期皆有很高的可靠度。而由表 4.6 則可以發現此類別無論是在提前開案時間、不良多工延長時間、做錯順序張數、關鍵鏈中斷時間，或是延遲遞延時間皆高於「極高交期績效」類別，只有平均任務時間低於「極高交期績效」類別。

所以由本類別數據呈現的結果，以及與「極高交期績效」類別的比較可以看出，即使決定的交期有很高的可靠度，但是隨著提前開案、不良多工、做錯順序、關鍵鏈中斷，以及延遲遞延等管理問題越嚴重時，專案績效便越差。其中最值得注意的是關鍵鏈中斷一項，是與「極高交期績效」類別差異最顯著的數據，代表當關鍵鏈因各種原因而中斷時，對專案交期績效的衝擊最為嚴重。

4.7 專案計畫相關數據(低交期績效類別)

| 組別 | 專案一 | | | 專案二 | | | 專案二 | | | 交期績效 | |
|----|----------|-------|----------|----------|-------|----------|----------|-------|----------|------|------|
| | 預估 交期 | 可靠度 | 實際 結果 | 預估 交期 | 可靠度 | 實際 結果 | 預估 交期 | 可靠度 | 實際 結果 | 實驗組 | 對照組 |
| 1 | 80 | 100% | 80 | 90 | 80.4% | 100 | 104 | 74.7% | 107 | 0 | 0.67 |
| 2 | 52 | 73.7% | 86 | 76 | 0.8% | 90 | 90 | 0.0% | 116 | 0 | 0 |
| 3 | 88 | 100% | 90 | 96 | 90.9% | 100 | 104 | 74.7% | 108 | 0 | 1 |
| 5 | 62 | 99.1% | 73 | 90 | 80.4% | 93 | 104 | 74.7% | 103 | 0.33 | 1 |
| 6 | 60 | 99.0% | 72 | 92 | 84.8% | 90 | 102 | 57.7% | 118 | 0.33 | 0.67 |
| 7 | 64 | 99.7% | 60 | 90 | 80.4% | 94 | 104 | 74.7% | 110 | 0.33 | 1 |
| 8 | 65 | 99.7% | 60 | 85 | 53.0% | 94 | 104 | 74.7% | 106 | 0.33 | 1 |
| 9 | 90 | 100% | 92 | 90 | 80.4% | 92 | 100 | 43.0% | 124 | 0 | 0.67 |
| 12 | 60 | 99.0% | 92 | 92 | 84.8% | 80 | 96 | 13.7% | 110 | 0.33 | 0.67 |
| 14 | 80 | 100% | 88 | 90 | 80.4% | 95 | 100 | 43.0% | 107 | 0 | 0.67 |
| 15 | 78 | 100% | 81 | 90 | 80.4% | 95 | 100 | 43.0% | 107 | 0 | 0.67 |
| 16 | 64 | 99.7% | 79 | 88 | 76.7% | 100 | 104 | 74.7% | 108 | 0 | 0.33 |
| 17 | 68 | 99.8% | 67 | 92 | 84.8% | 100 | 104 | 74.7% | 112 | 0.33 | 1 |
| 18 | 80 | 100% | 90 | 90 | 80.4% | 104 | 100 | 43.0% | 108 | 0 | 0.33 |
| 20 | 70 | 99.9% | 81 | 80 | 24.8% | 90 | 90 | 0.0% | 126 | 0 | 0.33 |
| 21 | 70 | 99.9% | 70 | 90 | 80.4% | 95 | 100 | 43.0% | 118 | 0.33 | 0.67 |
| 22 | 68 | 99.8% | 62 | 78 | 14.5% | 104 | 88 | 0.0% | 114 | 0.33 | 0.33 |
| 23 | 78 | 100% | 79 | 92 | 84.8% | 94 | 98 | 25.9% | 108 | 0 | 0.67 |
| 24 | 72 | 99.9% | 79 | 84 | 53.0% | 95 | 90 | 0.0% | 113 | 0 | 0.33 |
| 25 | 82 | 100% | 89 | 90 | 80.4% | 99 | 100 | 50.1% | 102 | 0 | 0.67 |
| 27 | 90 | 100% | 90 | 100 | 95.8% | 104 | 104 | 74.7% | 108 | 0.33 | 0.67 |
| 28 | 54 | 81.3% | 77 | 70 | 0.0% | 80 | 92 | 0.1% | 105 | 0 | 0 |
| 30 | 70 | 99.9% | 63 | 80 | 24.8% | 91 | 90 | 0.0% | 122 | 0.33 | 0.33 |
| 平均 | 71.5 | 97.8% | 78.3 | 87.6 | 65.1% | 94.7 | 98.6 | 43.3% | 111.3 | 0.14 | 0.60 |

表 4.8 專案執行相關數據(低交期績效類別)

| 組別 | 提前開案 時間 | 不良多工 延長時間 | 做錯順序 張數 | 關鍵鏈 中斷時間 | 延遲遞延 時間 | 任務平均 時間 | 交期績效 | |
|----|------------|--------------|------------|-------------|------------|------------|------|------|
| | | | | | | | 實驗組 | 對照組 |
| 1 | 24 | 49.3 | 15 | 22 | 33 | 8.1 | 0 | 0.67 |
| 2 | 24 | 47.7 | 6 | 10 | 17 | 8.2 | 0 | 0 |
| 3 | 20.7 | 38.3 | 12 | 11 | 13 | 7.9 | 0 | 1 |
| 5 | 16 | 29.7 | 24 | 38 | 71 | 7.8 | 0.33 | 1 |
| 6 | 24 | 22.7 | 12 | 8 | 21 | 7.7 | 0.33 | 0.67 |
| 7 | 17.3 | 54.3 | 10 | 10 | 22 | 7.8 | 0.33 | 1 |
| 8 | 18.7 | 47.7 | 6 | 0 | 11 | 7.6 | 0.33 | 1 |
| 9 | 21.3 | 50.3 | 18 | 22 | 54 | 7.9 | 0 | 0.67 |
| 12 | 10.7 | 5 | 10 | 9 | 24 | 8.1 | 0.33 | 0.67 |
| 14 | 12.3 | 4.4 | 20 | 31 | 61 | 7.9 | 0 | 0.67 |
| 15 | 21.3 | 46.5 | 17 | 23 | 51 | 8.1 | 0 | 0.67 |
| 16 | 21.3 | 75.3 | 14 | 18 | 39 | 8.2 | 0 | 0.33 |
| 17 | 22 | 21.3 | 11 | 17 | 29 | 8.1 | 0.33 | 1 |
| 18 | 24 | 10.8 | 25 | 42 | 77 | 7.9 | 0 | 0.33 |
| 20 | 24 | 49 | 11 | 17 | 31 | 7.8 | 0 | 0.33 |
| 21 | 4.7 | 2 | 6 | 4 | 16 | 8.1 | 0.33 | 0.67 |
| 22 | 21.3 | 19.7 | 15 | 21 | 39 | 7.6 | 0.33 | 0.33 |
| 23 | 20 | 56.7 | 18 | 15 | 36 | 8.1 | 0 | 0.67 |
| 24 | 13.7 | 9.2 | 12 | 14 | 52 | 8.1 | 0 | 0.33 |
| 25 | 24 | 61.7 | 19 | 26 | 44 | 7.3 | 0 | 0.67 |
| 27 | 24 | 57.7 | 25 | 29 | 81 | 7.7 | 0.33 | 0.67 |
| 28 | 15.3 | 13.3 | 20 | 22 | 57 | 7.9 | 0 | 0 |
| 30 | 14 | 23.3 | 14 | 21 | 32 | 8.1 | 0.33 | 0.33 |
| 平均 | 19.1 | 34.6 | 14.8 | 18.7 | 39.6 | 7.913 | 0.14 | 0.60 |

而屬於「低交期績效」類別的有第 1、2、3、5、6、7、8、9、12、14、15、16、17、18、20、21、22、23、24、25、27、28、30，共 23 組。由表 4.7 可以看出，此一類別所決定的交期，除了專案一是可靠度較高之外，專案二及專案三所決定的交期都過於樂觀，其中專案二的可靠度平均只有 65.1%，專案三更只有 43.3%。而由表 4.8 則可以看出，此一類別的提前開案時間、不良多工延長時間、做錯順序張數、關鍵鏈中斷時間，或是延遲遞延時間等，都明顯高於前兩類別，但平均任務則是介於前兩類別之間。

所以我們由此類別可以看出，當決定交期可靠度很低時，交期績效必然低下，即使是運用最佳方式執行的對照組，依然只有 60% 的平均交期績效，故可以發現此一類別許多組別發生「過度承諾」(over promise)的問題，造成答允的交期根本做不到的結果。另外，此一類別的各項管理問題數據亦顯著高於前兩類別，表示於專案執行時，並沒有保持專注以及避免不良多工，造成專案交期績效低下。

故依專案交期績效分類的結果，以及各類數據與交期績效之間的關係，我們將數據歸納成三項主因來做分析，分別為：

1. 實驗參與者決定交期的可靠度：由三類別的交期可靠度平均值來看，我們可以發現當所決定的交期可靠度過低時，專案績效亦呈現相當差的結果，所以我們認為若計畫出的交期會直接影響專案交期績效。
2. 各項管理問題：由三類別的管理問題數據來看，當各項管理問題數據越大(在此表示問題越嚴重)時，其交期績效越低，且即使所決定的交期有很高的可靠度，一旦管理問題嚴重時專案交期績效依然低下。
3. 任務平均時間：此一數據是大部分人認為影響專案績效的主因，但由本實驗來看，卻沒有很明顯的影響。一般來說，當平均任務時間較長時，代表環境變異較大，通常交期績效會較低，但本實驗數據反而是擁有高交期績效的類別平均任務時間最高。所以以本實驗數據來看，任務平均時間對專案交期績效的影響應該是很小的。

4.1.2 專案前置時間分析

而我們在評估專案績效時，除了以專案交期績效的高低，專案前置時間的長短亦是重要依據。故我們分析實驗的 30 組數據，依其專案平均前置時間由短至長排列整理如表 4.9。

表 4.9 專案執行相關數據(專案前置時間)

| 組別 | 提前開案時間 | 不良多工延長時間 | 做錯順序張數 | 關鍵鏈中斷時間 | 延遲遞延時間 | 任務平均時間 | 平均前置時間 | |
|----|--------|----------|--------|---------|--------|--------|--------|------|
| | | | | | | | 實驗組 | 對照組 |
| 11 | 2 | 0 | 4 | 0 | 12 | 7.9 | 60.7 | 58.7 |
| 4 | 2.7 | 0 | 2 | 0 | 8 | 8.2 | 62 | 60.7 |
| 13 | 4 | 1 | 4 | 5 | 11 | 7.4 | 66.7 | 58.7 |
| 26 | 10.7 | 11 | 8 | 0 | 19 | 8.1 | 67.7 | 58.7 |
| 29 | 12 | 2 | 6 | 5 | 15 | 8.2 | 67.7 | 58.7 |
| 10 | 5.3 | 0 | 6 | 3 | 9 | 7.8 | 68 | 58.7 |
| 19 | 12.7 | 6 | 6 | 8 | 16 | 7.6 | 68 | 58.7 |
| 21 | 4.7 | 2 | 6 | 4 | 16 | 8.1 | 75 | 54.3 |
| 28 | 15.3 | 13.3 | 20 | 22 | 57 | 7.9 | 78.7 | 58.7 |
| 12 | 10.7 | 5 | 10 | 9 | 24 | 8.1 | 80.7 | 54.7 |
| 7 | 17.3 | 54.3 | 10 | 10 | 22 | 7.8 | 81.3 | 58.7 |
| 8 | 18.7 | 47.7 | 6 | 0 | 11 | 7.6 | 81.3 | 58.7 |
| 5 | 16 | 29.7 | 24 | 38 | 71 | 7.8 | 81.7 | 58.7 |
| 30 | 14 | 23.3 | 14 | 21 | 32 | 8.1 | 82 | 61 |
| 14 | 12.3 | 4.4 | 20 | 31 | 61 | 7.9 | 84.7 | 58.7 |
| 24 | 13.7 | 9.2 | 12 | 14 | 52 | 8.1 | 85 | 58.7 |
| 23 | 20 | 56.7 | 18 | 15 | 36 | 8.1 | 89.7 | 58.7 |
| 22 | 21.3 | 19.7 | 15 | 21 | 39 | 7.6 | 90.7 | 58.7 |
| 17 | 22 | 21.3 | 11 | 17 | 29 | 8.1 | 91 | 58.7 |
| 15 | 21.3 | 46.5 | 17 | 23 | 51 | 8.1 | 91.7 | 58 |
| 16 | 21.3 | 75.3 | 14 | 18 | 39 | 8.2 | 93 | 60 |
| 6 | 24 | 22.7 | 12 | 8 | 21 | 7.7 | 93.3 | 60.7 |
| 9 | 21.3 | 50.3 | 18 | 22 | 54 | 7.9 | 94.7 | 60.7 |
| 1 | 24 | 49.3 | 15 | 22 | 33 | 8.1 | 95.7 | 57.3 |
| 3 | 20.7 | 38.3 | 12 | 11 | 13 | 7.9 | 96 | 58.7 |
| 25 | 24 | 61.7 | 19 | 26 | 44 | 7.3 | 96.7 | 60.7 |
| 2 | 24 | 47.7 | 6 | 10 | 17 | 8.2 | 97.3 | 58.7 |
| 20 | 24 | 49 | 11 | 17 | 31 | 7.8 | 99 | 60.7 |
| 18 | 24 | 10.8 | 25 | 42 | 77 | 7.9 | 100.7 | 61 |
| 27 | 24 | 57.7 | 25 | 29 | 81 | 7.7 | 100.7 | 61 |
| 平均 | 16.3 | 27.2 | 12.5 | 15.0 | 33.4 | 7.9 | 84.0 | 58.9 |

由表 4.9 我們可以發現隨著專案平均前置時間變長，所有管理問題變數亦有隨著增大的趨勢，其中又以「提前開案時間」、「不良多工延長時間」兩項數據最為明顯。而代表變異問題變數的「任務平均時間」數據，則沒有呈現隨著前置時間增大的情況。

所以我們由實驗數據呈現的結果，我們可以看出當執行專案沒有專注而提前

開案，造成不良多工；以及因做錯順序造成關鍵鏈中斷、延遲遞延等管理問題發生時，專案前置時間便會被拉長。而普遍認為會顯著影響專案前置時間的任務平均時間，在本實驗裡並沒有因任務平均時間大小而影響專案前置時間，故我們認為變異並不會顯著影響專案前置時間。

4.2 統計分析結果

由本實驗數據呈現的結果，我們可以看出在無論是專案交期績效或是專案前置時間，皆與管理問題有很大的關係，反觀傳統專案管理著重的環境變異，其影響卻是相當輕微。另外在專案計畫方面，我們可以發現若決定的交期可靠度太低時，專案績效必然不高，而若是決定的交期可靠度很高，但專案執行時若發生各種管理問題，那麼專案績效依然不高。為了得到更進一步的分析結果，本節我們將運用統計方法來釐清數據的含意，分析將分成專案計畫以及專案執行兩方面來探討。

4.2.1 專案計畫數據分析

首先我們由收集的計畫相關數據來分析，由數據我們可以看出專案計畫的交期可靠度會直接影響專案交期績效。尤其是過度承諾時，專案績效便不可能很高。而若是承諾交期很可靠時，但沒有用對方法執行專案，專案績效仍然不佳。而為了釐清數據在統計上的含意，我們試著用統計回歸來分析實驗數據。

統計回歸模型(regression model)主要是運用在分析「相依變數」(dependent variable)， y 與 k 個「獨立變數」(independent variable)，如 x_1, x_2, \dots, x_k 之間的關係。本研究將運用回歸模型來分析實驗的「交期績效」(DDP)(包含實驗組與對照組)，與實驗參與者計畫出交期可靠度之間的關係【26】。

在此由於獨立變數僅有一個(交期可靠度)，故統計回歸模式的模型為：

$$y_1 = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$$

$$y_2 = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$$

其中 y_1 代表實驗組交期績效， y_2 代表對照組交期績效， x 代表承諾交期的可靠度。參數 β_0 為平面截距，參數 β_1 為回歸係數，若經由統計檢定結果， β_1 顯著不為「0」($rejec H_0: \beta_1 = 0$)則表示獨立變數 x 顯著影響相依變數 y ，本實驗則表示承諾交期可靠度的高低，會影響專案交期績效。

表 4.10 交期可靠度與專案交期績效回歸檢定結果(對照組)

| | | Regression Summary for Dependent Variable: DDP(對照組) | | | | | |
|------|-----------|--|------------------|-----------|---------------|----------|----------|
| | | R= .81844273 R2 .66984850 Adjusted R2 .65805737 F(1,28)=56.810 p<.00000 Std.Error of estimate: .18450 | | | | | |
| N=30 | | Beta | Std.Err. of Beta | B | Std.Err. of B | t(28) | p-level |
| | Intercept | | | -0.296369 | 0.135047 | -2.19457 | 0.036654 |
| | 交期可靠度 | 0.818443 | 0.108587 | 1.378262 | 0.182861 | 7.53721 | 0.000000 |

如表 4.10 所示，為交期可靠度與對照組專案交期績效回歸檢定結果，呈現顯著($p\text{-value}=0.0000<0.05$)的結果，代表實驗參與者所決定交期的可靠度與專案交期績效有顯著線性關係： $\hat{y} = -0.2964 + 1.3783x$ 。此結果的交期績效因為是對照組數據，故代表的意義為：當避免所有管理問題時，承諾時間可靠度與交期績效是有顯著關係的，也就是說若承諾交期的可靠度越高，那麼專案交期績效亦會隨之提高。

表 4.11 交期可靠度與專案交期績效回歸檢定結果(實驗組)

| | | Regression Summary for Dependent Variable: DDP(實驗組) | | | | | |
|------|-----------|--|------------------|-----------|---------------|-----------|----------|
| | | R= .35168387 R2 .12368155 Adjusted R2 .09238446 F(1,28)=3.9519 p<.05668 Std.Error of estimate: .31630 | | | | | |
| N=30 | | Beta | Std.Err. of Beta | B | Std.Err. of B | t(28) | p-level |
| | Intercept | | | -0.146354 | 0.231515 | -0.632159 | 0.532411 |
| | 交期可靠度 | 0.351684 | 0.176910 | 0.623185 | 0.313485 | 1.987927 | 0.056678 |

如表 4.11 所示，為交期可靠度與實驗組專案交期績效回歸檢定結果，呈現不顯著($p\text{-value}=0.0567>0.05$)的結果，代表實驗參與者所決定交期的可靠度與專案交期績效並沒有呈現顯著的線性關係。我們將此一結果與對照組數據做比較，為何同樣的交期可靠度確有不一樣的檢定結果？差異就在於：對照組數據是將「專案執行相關數據」摒棄的交期績效；而實驗組則是加入專案執行的數據影響

下的交期績效。故由檢定結果我們可以發現若專案執行相關數據干擾時，計畫出交期的可靠度便會決定影響專案交期績效的好壞；反之，若有專案執行相關數據干擾時，計畫出交期的可靠度便不足以影響專案交期的好壞。

所以對本實驗而言，我們可以由統計分析結果瞭解專案計畫對於專案交期績效的重要性，但仍有一項重要問題會干擾專案交期績效，就是專案執行的方式以及問題，因此我們進一步分析實驗專案執行數據，來探討這些問題。

4.2.2 專案執行數據解釋

現今專案管理普遍認為專案執行的困難處，在於專案環境的高度變異會產生許多突發狀況，造成計畫不可行。當變異發生時，專案計畫的優先順序便很可能改變而使管理者陷入危機模式管理，最後專案便很可能失控造成專案延誤。不可否認的，專案環境的高度變異的確會對專案產生影響，但是若決定的交期已經有相當高可靠度時，交期績效不佳就不能將原因歸咎於變異，而是管理方法的問題，而此一現象在我們的實驗數據裡，亦可以發現同樣的情形。在此為了進一步瞭解數據釐清統計上的含意，本實驗運用多變量分析方法來分析實驗數據。

在此我們分析數據的目的是要探討專案執行的影響，所以必須將專案計畫的影響摒棄。我們將更改原始數據中的交期績效一項，原本是將各組專案執行的結果與各組實驗參與者自行決定的交期做比較，此時實驗參與者決定之交期將會影響交期績效。若改以每一組皆以同一可靠的交期最為比較的基準，便可摒棄專案計畫造成的影響。故我們統一以專案一 56 天、專案二 88 天、專案三 104 天為統一交期日，重新計算實驗組與對照組交期績效，記錄如下表 4.12。

表 4.12 專案執行相關數據(摒棄專案計畫影響)

| 組別 | 提前開案時間 | 不良多工延長時間 | 做錯順序張數 | 關鍵鏈中斷時間 | 延遲遞延時間 | 任務平均時間 | 交期績效 | | 平均前置時間 | |
|----|--------|----------|--------|---------|--------|--------|------|------|--------|------|
| | | | | | | | 實驗組 | 對照組 | 實驗組 | 對照組 |
| 1 | 24 | 49.3 | 15 | 22 | 33 | 8.1 | 0 | 1 | 95.7 | 57.3 |
| 2 | 24 | 47.7 | 6 | 10 | 17 | 8.2 | 0 | 1 | 97.3 | 58.7 |
| 3 | 20.7 | 38.3 | 12 | 11 | 13 | 7.9 | 0 | 1 | 96 | 58.7 |
| 4 | 2.7 | 0 | 2 | 0 | 8 | 8.2 | 0.33 | 1 | 62 | 60.7 |
| 5 | 16 | 29.7 | 24 | 38 | 71 | 7.8 | 0.33 | 1 | 81.7 | 58.7 |
| 6 | 24 | 22.7 | 12 | 8 | 21 | 7.7 | 0 | 0.67 | 93.3 | 60.7 |
| 7 | 17.3 | 54.3 | 10 | 10 | 22 | 7.8 | 0 | 1 | 81.3 | 58.7 |
| 8 | 18.7 | 47.7 | 6 | 0 | 11 | 7.6 | 0 | 1 | 81.3 | 58.7 |
| 9 | 21.3 | 50.3 | 18 | 22 | 54 | 7.9 | 0 | 0.67 | 94.7 | 60.7 |
| 10 | 5.3 | 0 | 6 | 3 | 9 | 7.8 | 0.33 | 1 | 68 | 58.7 |
| 11 | 2 | 0 | 4 | 0 | 12 | 7.9 | 0.67 | 1 | 60.7 | 58.7 |
| 12 | 10.7 | 5 | 10 | 9 | 24 | 8.1 | 0.33 | 1 | 80.7 | 54.7 |
| 13 | 4 | 1 | 4 | 5 | 11 | 7.4 | 0.67 | 1 | 66.7 | 58.7 |
| 14 | 12.3 | 4.4 | 20 | 31 | 61 | 7.9 | 0 | 1 | 84.7 | 58.7 |
| 15 | 21.3 | 46.5 | 17 | 23 | 51 | 8.1 | 0 | 1 | 91.7 | 58 |
| 16 | 21.3 | 75.3 | 14 | 18 | 39 | 8.2 | 0 | 0.33 | 93 | 60 |
| 17 | 22 | 21.3 | 11 | 17 | 29 | 8.1 | 0 | 1 | 91 | 58.7 |
| 18 | 24 | 10.8 | 25 | 42 | 77 | 7.9 | 0 | 0.33 | 100.7 | 61 |
| 19 | 12.7 | 6 | 6 | 8 | 16 | 7.6 | 0.67 | 1 | 68 | 58.7 |
| 20 | 24 | 49 | 11 | 17 | 31 | 7.8 | 0 | 0.33 | 99 | 60.7 |
| 21 | 4.7 | 2 | 6 | 4 | 16 | 8.1 | 0 | 1 | 75 | 54.3 |
| 22 | 21.3 | 19.7 | 15 | 21 | 39 | 7.6 | 0 | 1 | 90.7 | 58.7 |
| 23 | 20 | 56.7 | 18 | 15 | 36 | 8.1 | 0 | 1 | 89.7 | 58.7 |
| 24 | 13.7 | 9.2 | 12 | 14 | 52 | 8.1 | 0 | 1 | 85 | 58.7 |
| 25 | 24 | 61.7 | 19 | 26 | 44 | 7.3 | 0.33 | 0.67 | 96.7 | 60.7 |
| 26 | 10.7 | 11 | 8 | 0 | 19 | 8.1 | 0.33 | 1 | 67.7 | 58.7 |
| 27 | 24 | 57.7 | 25 | 29 | 81 | 7.7 | 0 | 0.67 | 100.7 | 61 |
| 28 | 15.3 | 13.3 | 20 | 22 | 57 | 7.9 | 0 | 1 | 78.7 | 58.7 |
| 29 | 12 | 2 | 6 | 5 | 15 | 8.2 | 0 | 1 | 67.7 | 58.7 |
| 30 | 14 | 23.3 | 14 | 21 | 32 | 8.1 | 0 | 0.67 | 82 | 61 |
| 平均 | 16.3 | 27.2 | 12.5 | 15.0 | 33.4 | 7.9 | 0.1 | 0.9 | 84.0 | 58.9 |

而本研究運用多變量分析，原因是本實驗的數據是屬於多元變數的資料，而我們又期望能由少數幾個變數來釐清問題，但是每一原始變數都有其代表性不能刪減，所以運用多變量分析中的「主成分分析」(principal component analysis, PCA)【27】方法來降低原始數據的維度。PCA 的最大好處，是可以運用少數幾個具代表性的新變數來解釋原始變數，且又不失去原始變數的代表性，另外，運用 PCA 找出的新變數彼此之間為相互獨立，故不用去探討變數相關性的問題。

主成分分析依循三步驟將原始變數轉換成新變數，分別為：決定主成分個數、解釋主成分、轉換主成分計分。

1. 決定主成分個數：

如表 4.13 為 Eigenvalues of correlation matrix，其中 Eigenvalues 代表經由轉換後的新變數的解釋力，在此的第一主成分 Eigenvalues 為

3.559068 表示解釋力為原始變數的 3.559068 倍。故當 Eigenvalues 小於「1」時，表示該主成分比原始變數的解釋還低，將予以摒棄(Kaiser's rule)。但是在圖 4.1 Scree plot 裡則呈現當粹取的主成分為一個或三個的時候才為 Break point(顯著坡度趨緩的點)，而考量當粹取的主成分為三個時，解釋的比例可達到 94.35%的因素，所以我們決定粹取的主成分個數為 3(Prin1、Prin2、Prin3)。其中 Prin1 解釋原始變數的比例為 59.31%，Prin2 為 18.76%，Prin3 為 16.27%。

表 4.13 Eigenvalues of correlation matrix

| Eigenvalues of correlation matrix, and related statistic Active variables only | | | | |
|---|------------|------------------|-----------------------|--------------|
| Value number | Eigenvalue | % Total variance | Cumulative Eigenvalue | Cumulative % |
| 1 | 3.559068 | 59.31780 | 3.559068 | 59.3178 |
| 2 | 1.125719 | 18.76199 | 4.684787 | 78.0798 |
| 3 | 0.976357 | 16.27262 | 5.661144 | 94.3524 |
| 4 | 0.215057 | 3.58428 | 5.876201 | 97.9367 |
| 5 | 0.076267 | 1.27112 | 5.952468 | 99.2078 |
| 6 | 0.047532 | 0.79220 | 6.000000 | 100.0000 |

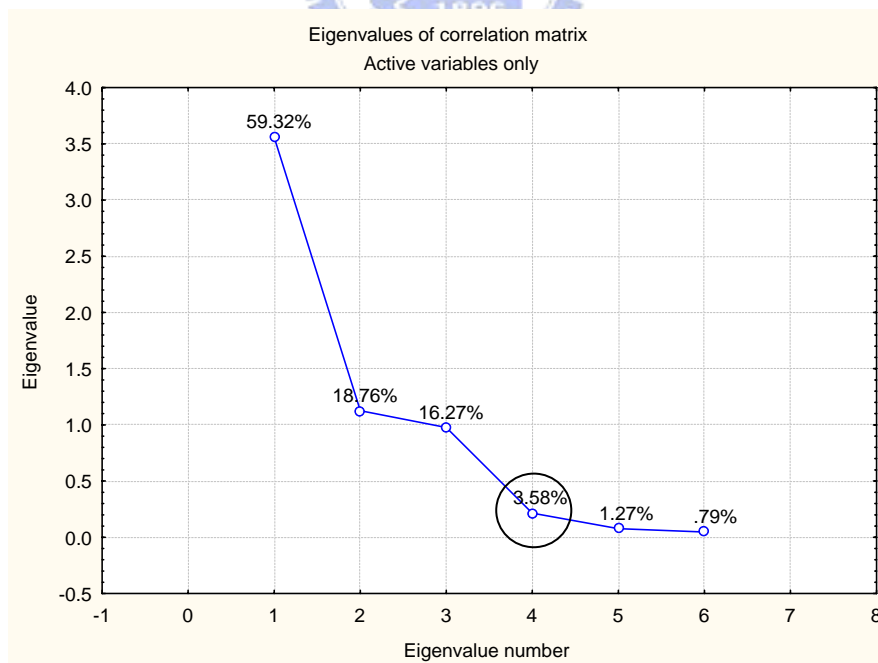


圖 4.1 Scree Plot

2. 解釋主成分：

如表 4.14 的向量相關矩陣(Eigenvectors of correlation matrix)，可

定義粹取出兩主成分與原始變數的線性組合為：

$$Prin1 = -0.41329X_1 - 0.317968X_2 - 0.504377X_3 - 0.489788X_4 - 0.473518X_5 + 0.097881X_6$$

$$Prin2 = 0.489375X_1 + 0.700365X_2 - 0.226290X_3 - 0.286960X_4 - 0.367427X_5 - 0.038010X_6$$

$$Prin3 = 0.054355X_1 + 0.066725X_2 - 0.020792X_3 - 0.027805X_4 - 0.06226X_5 - 0.993736X_6$$

表 4.14 Eigenvectors of correlation matrix

| Variable | Eigenvectors of correlation matrix (論文資料分析.sta) Active variables only | | | | | |
|----------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Factor 1 | Factor 2 | Factor 3 | Factor 4 | Factor 5 | Factor 6 |
| 提前開案時間 | -0.413290 | 0.489375 | -0.054355 | 0.734908 | 0.206912 | 0.062016 |
| 不良多工拉長時間 | -0.317968 | 0.700365 | -0.066725 | -0.617705 | -0.134663 | 0.065116 |
| 做錯順序張數 | -0.504377 | -0.226290 | -0.020792 | -0.121255 | 0.193109 | -0.801231 |
| 關鍵鏈中斷次數 | -0.489788 | -0.286960 | -0.027805 | 0.121766 | -0.793479 | 0.180422 |
| 任務遞延天數 | -0.473518 | -0.367427 | -0.062260 | -0.220498 | 0.521413 | 0.562505 |
| 平均任務時間 | 0.097881 | -0.038010 | -0.993736 | 0.014224 | -0.016782 | -0.031291 |

表 4.15 Factor-variable correlation

| Variable | Factor-variable correlations (factor loadings), based on correlations (論文資料分析.sta) | | | | | |
|----------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Factor 1 | Factor 2 | Factor 3 | Factor 4 | Factor 5 | Factor 6 |
| 提前開案時間 | -0.779693 | 0.519227 | -0.053708 | 0.340808 | 0.057142 | 0.013521 |
| 不良多工拉長時間 | -0.599861 | 0.743087 | -0.065932 | -0.286456 | -0.037189 | 0.014196 |
| 做錯順序張數 | -0.951532 | -0.240093 | -0.020544 | -0.056231 | 0.053330 | -0.174683 |
| 關鍵鏈中斷次數 | -0.924009 | -0.304465 | -0.027475 | 0.056468 | -0.219131 | 0.039335 |
| 任務遞延天數 | -0.893314 | -0.389839 | -0.061520 | -0.102254 | 0.143996 | 0.122636 |
| 平均任務時間 | 0.184657 | -0.040328 | -0.981918 | 0.006596 | -0.004635 | -0.006822 |

第一主成分(Prin1)：

主成分與原始變數之間的關係則如表 4.15 所示，第一主成分與 Var1、Var2 呈現顯著負相關(factor loading>0.5)，而 Var3、Var4、Var5 則呈現高度負相關(factor loading>0.9)，Var6 則呈現無相關的結果。很

明顯的第一主成分最主要的影響變數就是 Var3(做錯順序張數)、Var4(關鍵鏈中斷時間)、Var5(延遲遞延時間)，這三個變數代表的是當管理者陷入危機模式管理時產生的管理問題，因為混亂的優先順序會造成做錯順序，使專案無法專注而讓關鍵鏈中斷、任務遞延，使專案延誤；其次的影響變數 Var1(平均專案提前開案時間)與 Var2(不良多工延長時間)，兩變數則是代表現今管理模式以承諾時間為依據產生的管理問題，當管理者發現時間緊迫時便會將大量任務投入現場搶奪資源，而造成提前開案、不良多工，使專案更加混亂。所以我們由相關的程度與正負關係，將第一主成分解釋為「**管理問題影響指標**」，可以用來評估專案執行的好壞，因為變數與第一主成分呈現負相關，所以當指標數值越高代表執行時發生的管理問題越少。

第二主成分(Prin2)：

第二主成分只與 Var1、Var2 呈現顯著正相關，與其他變數則是呈現無相關的結果。由於在第二主成分裡，Var1、Var2 兩變數是呈現正相關，代表的意義是當提前開案與不良多工發生，而使資源爭奪的越嚴重時，第二主成分數值就越高。所以我們將第二主成分解釋為「**資源爭奪影響指標**」，可以用來評估資源爭奪的嚴重程度，因為變數與第二主成分呈現正相關，所以當指標越高表示資源爭奪的越嚴重越嚴重。

第三主成分(Prin3)：

第三主成分與 Var6 呈現高度負相關，與其他變數則呈現無相關的結果。由於 Var6(任務時間平均值)代表的是實驗的變異參數，所以我們將第三主成分解釋為「**變異影響指標**」，可以用來評估專案環境變異影響的程度，因為變數與第三主成分呈現負相關，所以當指標越高代表變異越小。

3. 轉換主成分計分：

為了做後續分析，所以我們必須將原始數據經由主成分轉換成新變數。

如表 4.16 為經由轉換後的主成分計分表，我們將運用新數據來進一步探討與專案績效的關係。

表 4.16 主成分計分表

| Case | Factor scores, based on corre | | |
|------|-------------------------------|----------|----------|
| | Factor 1 | Factor 2 | Factor 3 |
| 1 | -0.60921 | 0.85143 | -0.97202 |
| 2 | 0.24873 | 1.63767 | -1.13242 |
| 3 | 0.14394 | 1.04179 | -0.07296 |
| 4 | 1.74122 | -0.56236 | -0.76694 |
| 5 | -1.48166 | -1.46153 | 0.38813 |
| 6 | 0.07873 | 0.78798 | 0.94780 |
| 7 | 0.09472 | 1.24487 | 0.56684 |
| 8 | 0.58470 | 1.72279 | 1.39129 |
| 9 | -0.93637 | 0.28889 | -0.41608 |
| 10 | 1.34115 | -0.56130 | 0.68151 |
| 11 | 1.59163 | -0.70849 | 0.03363 |
| 12 | 0.72884 | -0.63820 | -0.73470 |
| 13 | 1.29453 | -0.56868 | 2.44652 |
| 14 | -0.70506 | -1.98187 | -0.19583 |
| 15 | -0.83459 | 0.22407 | -0.80219 |
| 16 | -0.62910 | 1.43020 | -1.50618 |
| 17 | -0.02002 | 0.24413 | -0.83830 |
| 18 | -1.77052 | -1.72662 | -0.05578 |
| 19 | 0.82618 | -0.11757 | 1.52337 |
| 20 | -0.36109 | 1.16421 | 0.14492 |
| 21 | 1.29519 | -0.71960 | -0.42779 |
| 22 | -0.46177 | -0.16521 | 1.08142 |
| 23 | -0.54521 | 0.83139 | -0.82861 |
| 24 | 0.06593 | -0.95855 | -0.60038 |
| 25 | -1.24863 | 0.91147 | 2.12269 |
| 26 | 1.02951 | -0.10332 | -0.64051 |
| 27 | -1.89712 | -0.12293 | 0.57419 |
| 28 | -0.62050 | -1.24694 | 0.06063 |
| 29 | 1.10062 | -0.28672 | -1.22861 |
| 30 | -0.04478 | -0.45100 | -0.74363 |

4.2.3 專案績效分析

所以在將原始資料透過 PCA 分析後，原始變數轉換成三個更具代表性的主成分：「管理問題影響指標」、「資源爭奪影響指標」、「變異影響指標」。並將原始數據轉換成以三主成分解釋的新數據，本研究將利用這些新資料來分析專案績效。

由於 PCA 特性使三個主成分彼此之間獨立，故我們在探討專案績效與三項指標關係時，此只需運用簡單線性回歸模式來分析。回歸模式為：

$$y_1 = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \varepsilon$$

$$y_2 = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \varepsilon$$

其中 y_1 代表專案績效， y_2 代表專案平均前置時間， x_1 代表第一主成分(Prin1)， x_2 代表第二主成分(Prin2)， x_3 代表第三主成分(Prin3)。參數 β_0 為平面截距，參數 β_1 、 β_2 、 β_3 為回歸係數，若經由統計檢定結果， β_1 、 β_2 、 β_3 顯著不為「0」(reject $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$)則表示至少有一獨立變數(x_1 、 x_2 、 x_3)顯著影響專案績效(DDP與LT分開討論)。

表 4.17 主成分與 DDP 回歸檢定結果

| Regression Summary for Dependent Variable: DDP (論文資料分) | | | | | | |
|--|-----------|------------------|-----------|---------------|----------|----------|
| R= .78748852 R2 .62013818 Adjusted R2 .57630796 | | | | | | |
| F(3,26)=14.149 p<.00001 Std.Error of estimate: .21611 | | | | | | |
| N=30 | Beta | Std.Err. of Beta | B | Std.Err. of B | t(26) | p-level |
| Intercept | | | 0.299333 | 0.039456 | 7.58658 | 0.000000 |
| Prin1 | 0.732081 | 0.120872 | 0.243054 | 0.040130 | 6.05666 | 0.000002 |
| Prin2 | -0.234364 | 0.120872 | -0.077810 | 0.040130 | -1.93894 | 0.063434 |
| Prin3 | 0.171080 | 0.120872 | 0.056799 | 0.040130 | 1.41538 | 0.168824 |

首先我們先看 y_1 ，專案交期績效(DDP)的檢定結果。如表 4.17 所示，Prin1 呈現顯著(p-value=0.000002<0.025)，Prin2 雖未呈現顯著，但其p-value為 0.06 表示仍有部分相關性。Prin3 則呈現不顯著的結果。代表DDP只與Prin1「管理問題影響指標」有顯著線性關係，與Prin2「資源爭奪影響指標」有部分線性關係，

回歸方程式為： $\hat{y}_1 = 0.299333 + 0.243054x_1 - 0.07781x_2 + 0.056799x_3$ ，DDP與Prin1為正相關性，與Prin2則為負相關，故由我們做出解釋：當「管理問題影響指標」越高(表示管理問題越少)時，DDP比例越高；當「資源爭奪影響指標」越高(表示資源爭奪越嚴重時)，DDP比例越低。此結果亦印證我們的假設，管理問題以及資源爭奪形成的惡性循環會顯著的影響專案績效，而現在專案管理所著重的變異則沒有顯著的影響。

表 4.18 主成分與 LT 回歸檢定結果

| Regression Summary for Dependent Variable: LT (論文資料分析) | | | | | | |
|--|-----------|------------------|----------|---------------|----------|----------|
| R= .90616719 R2 .82113897 Adjusted R2 .80050116 | | | | | | |
| F(3,26)=39.788 p<.00000 Std.Error of estimate: 5.4752 | | | | | | |
| N=30 | Beta | Std.Err. of Beta | B | Std.Err. of B | t(26) | p-level |
| Intercept | | | 84.01567 | 0.999635 | 84.04637 | 0.000000 |
| Prin1 | -0.813193 | 0.082941 | -9.96840 | 1.016724 | -9.80443 | 0.000000 |
| Prin2 | 0.384648 | 0.082941 | 4.71514 | 1.016724 | 4.63758 | 0.000087 |
| Prin3 | -0.109096 | 0.082941 | -1.33734 | 1.016724 | -1.31534 | 0.199877 |

而專案平均前置時間(LT)的回歸檢定結果，則如表 4.18 所示，Prin1 與 Prin2 皆呈現顯著，而 Prin3 則呈現不顯著的結果。代表 LT 與 Prin1「管理問題影響指標」與 Prin2「資源爭奪影響指標」有顯著線性關係，回歸方程式為： $\hat{y}_1 = 84.01567 - 9.9684x_1 + 4.71514x_2 - 1.33734x_3$ ，LT 與 Prin1 為負相關性，而與 Prin2 為正相關性，故我們做出結論當「管理問題影響指標」越高(表示管理問題越少)時，LT 越短；當「資源爭奪影響指標」越高時(表示資源爭奪越嚴重時)，LT 越長。此結果亦印證我們的假設，管理問題以及資源爭奪形成的惡性循環會顯著的影響專案前置時間，而現在專案管理所著重的變異則沒有顯著的影響。

所以我們由統計分析呈現的結果，我們做出結論：當執行專案沒有專注而提前開案，造成不良多工；以及因做錯順序造成關鍵鏈中斷、延遲遞延等管理問題發生時，專案前置時間便會被拉長、專案交期績效將會非常差。而普遍認為會顯著影響專案績效的變異，卻影響相當細微，故我們認為專案績效之所以不佳，主因是管理問題，而非環境變異造成。

第五章 結論與未來研究

本研究的目的是希望能釐清影響專案績效的主因，是傳統專案管理所著重的環境變異，還是 TOC 所假設的管理問題，並期望能找出顯著改善的管理模式。所以本研究運用一個合乎實際的專案實驗，並請實驗參與者以專案實務經驗來進行實驗，再藉由數據分析結果釐清數據的含意，以驗證我們所提出的假設以及印證 TOC 所提出的管理模式能顯著改善專案績效。

我們認為管理問題影響的層面有二：計畫面的承諾交期可靠度問題與執行面的不良管理模式，且這兩項問題會顯著影響專案績效。在我們的實驗分析顯示，在無管理問題影響下，承諾交期可靠度的高低會直接影響專案交期績效，可靠度越低則交期績效越差；但是在有管理問題影響下，則是呈現不論承諾交期可靠度高或低，專案交期績效都一樣差。所以我們做出第一個結論，計畫交期的可靠度會直接影響專案交期績效，而管理問題一旦發生，不論承諾交期多可靠，交期績效依然低下。

在管理問題的影響方面，我們經由 PCA 的結果顯示，環境變異無論是對專案交期績效或是專案前置時間的影響都相當細微，也就是說專案的交期與前置時間並不會因為變異的大小而變化，而顯著影響此兩項績效指標的，則是不良的管理以及提前開案造成的影響。由分析呈現的結果我們做出結論，提前開案與不良管理習性都會顯著影響專案交期績效與專案前置時間，而傳統專案管理所著重的環境變異影響卻是微乎其微，故我們認為影響專案交期績效的主因，是管理問題而非變異。

而要解決專案管理問題，我們認為只要依循 Dr. Goldratt 提出的四個概念：

專案管理的首要目標應是改善 flow。

1. 要達成此改善目標，就必須有一個決定何時釋放新專案的機制，以確保最多專案以最快速度完工。
2. 必須廢止因建立 milestone 而形成的局部效率，改以整個專案完工為唯

一的承諾。

3. 一個平衡 flow 的聚焦機制必須就位，讓專案能持續專注於 flow 的改善。

我們認為，無論是運用何種管理模式或方法，只要能依循此四個概念來消除目前不良的管理問題，都可以顯著提升專案交期績效及縮短專案前置時間。

最後，雖然本研究驗證影響專案交期績效與專案前置時間的主因為不良的管理問題，但在驗證過程中，確有部分管理問題無法透過實驗驗證其為真實存在的問題，包含：帕金森定律、不良多工的發生，故後續應予以驗證這些假設以支持本研究論點。另外，本研究雖以實驗驗證假設，但卻缺乏真實案例支持，這也是需後續研究加以研究與驗證的議題。



參考文獻

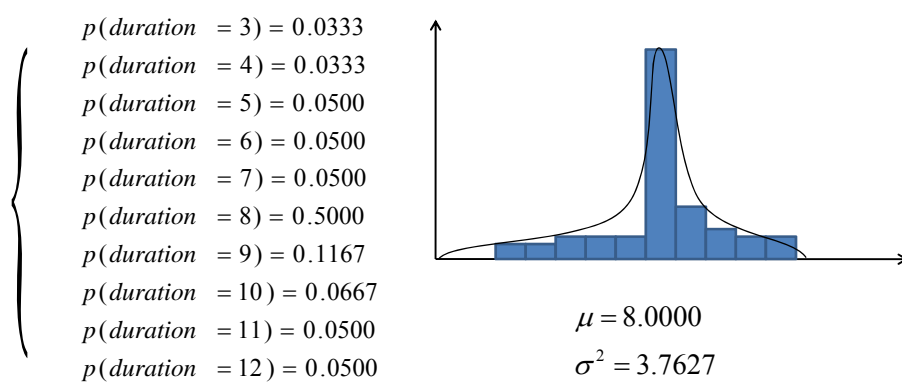
1. Balachandra, R., & Friar H. (1997). Factors for Success in R&D Projects and New Product Innovation: A Contextual Framework. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 40(3), 276-287.
2. Brown, A., & Dixon, D. (2008). A Survey of Success Factors in New Product Development in the Medical Devices Industry. *Engineering Management Conference* (pp. 1-5). Europe: IEMC.
3. Bregman, R. L. (2009). Preemptive Expediting to Improve Project Due Date Performance. *Journal of the Operational Research Society*, 60, 120-129.
4. Bryde, D. J., (1997). Underpinning Modern Project Management with TQM Principles. *The TQM Magazine*, 9(3), 231-238.
5. Chen, J., & Reilly, R., & Lynn, S. (2005). The Impacts of Speed-to-Market on New Product Success: the Moderating Effects of Uncertainty. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 52(2), 199-212.
6. Cohen, I., & Mandelbaum, A., & Shtub, A. (2004). Multi-Project Scheduling and Control: A Process-Based Comparative Study of the Critical Chain Methodology and Some Alternatives. *Project Management Journal*, 35(2), 39-50.
7. Elmaghraby, E. & Fathi, Y. & Taner, R. (1999). On the Sensitivity of Project Variability to Activity Mean Duration. *International Journal of Production Economics*, 62, 219-232.
8. Goldratt, E. M. (1997). *Critical Chain*. NY: The North River Press.
9. Goldratt, E. M. & Goldratt, A. R. (2003). *TOC Insights-Project Management & Engineering*.
10. Goldratt, E. M. (2008). Standing on the Shoulders of Giants, *TOCICO Conference 2008 Presentations*. Las Vegas:TOCICO.

11. Gupta, A., & Raj, S., & Wilemon, D. (1996). A Model for Study R&D-Marketing Interface in the Product Innovation Process. *Journal of Marketing*, 50(2), 7-17.
12. Goldratt Consulting. (2008). *The Strategy and Tactic tree for Projects, Version 4.71*.
13. Herroelen, W., & Leus, R., & Demeulemeeter, E. (2002). Critical Chain Project Scheduling: Do Not Oversimplify. *Project Management Journal*, 33(4), 48-60.
14. Herroelen, W., & Leus, R. (2005). Project Scheduling under Uncertainty Survey and Research Potentials. *European Journal of Operational Research*, 165, 289-306.
15. Kessler H., & Bierly, E. (2002). Is Faster Really Better: An Empirical Test of the Implications of Innovation Speed. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 49(1), 2-12.
16. Kwak, Y. H., & Anbari, F. T. (2006). Benefits, Obstacles, and Future of Six Sigma Approach. *Technovation*, 26, 708-715.
17. Lin, & Chen (2004). New Product Go/No-Go Evaluation at the Front End: A Fuzzy Linguistic Approach. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 51(2), 197-207.
18. Lo, & Wang (2007). A Fuzzy Analysis Method for New-Product Development. *The 9th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design Proceedings*.
19. Marc, P. L. (1996). Expert System Domain Identification, Evaluation and Project Management A TQM Approach. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 13(3), 77-83.
20. Newbold, R. C. (1998). *Project Management in the Fast Lane-Applying the Theory of Constrains*. Boca Raton: The St. Lucie Press.
21. PMI (Project Management Institute). (2004). *PMBOK: Project management*

body of knowledge. PA: PMI Press.

22. Rowman, R. A. (2001). Due Date-Based Metrics for Activity Importance in Stochastic Activity Networks. *Annals of Operations Research*, 102, 39-48.
23. Santiago, P., & Bifano, G. (2005). Management of R&D Projects Under Uncertainty a Multidimensional Approach to Managerial Flexibility. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 52(2), 269-280.
24. Swink, M. (2003). Completing Projects On-Time: How Project Acceleration Affects New Product Development. *J. Eng. Technol. Manage.*, 20, 319-344.
25. Takikonda, V., & Rosenthal, R. (2000). Technology Novelty, Project Complexity, and Product Development Project Execution Success: A Deeper Look at Task Uncertainty in Product Innovation. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 47(1), 74-87.
26. Montgomery, D. C. (2006)。實驗設計與分析 (**Design and Analysis of Experiment**) (黎正中、陳源樹譯)。台北縣：高立。
27. Sharma, S. (2005)。多變量分析 (**Applied Multivariate Technique**) (呂金河譯)。台中市：滄海。
28. 李榮貴、張盛鴻 (民 94)。TOC 限制理論—從有限走向無限。台北市：中國生產力中心。
29. 李榮貴 (民 96)。透過 TOC 專案管理方法改善新產品快速上市競爭優勢。製造管理專題課程講義，國立交通大學工業工程與管理研究所，新竹市。
30. 肯道爾 (Kendall, G. I.) (2006)。可行願景 (**Viable Vision**) (黃怡華譯)。台北市：寶鼎文化。
31. 管孟忠。專案管理概論。台北市：博頓策略顧問股份有限公司。

附件 1、抽樣分配表



附錄圖 1-1 抽樣分配與示意圖



附錄 2、PmSim 模擬結果

模擬共分為四個情境：

情境 1：不良多工與帕金森定律同時影響

情境 2：僅受帕金森定律影響

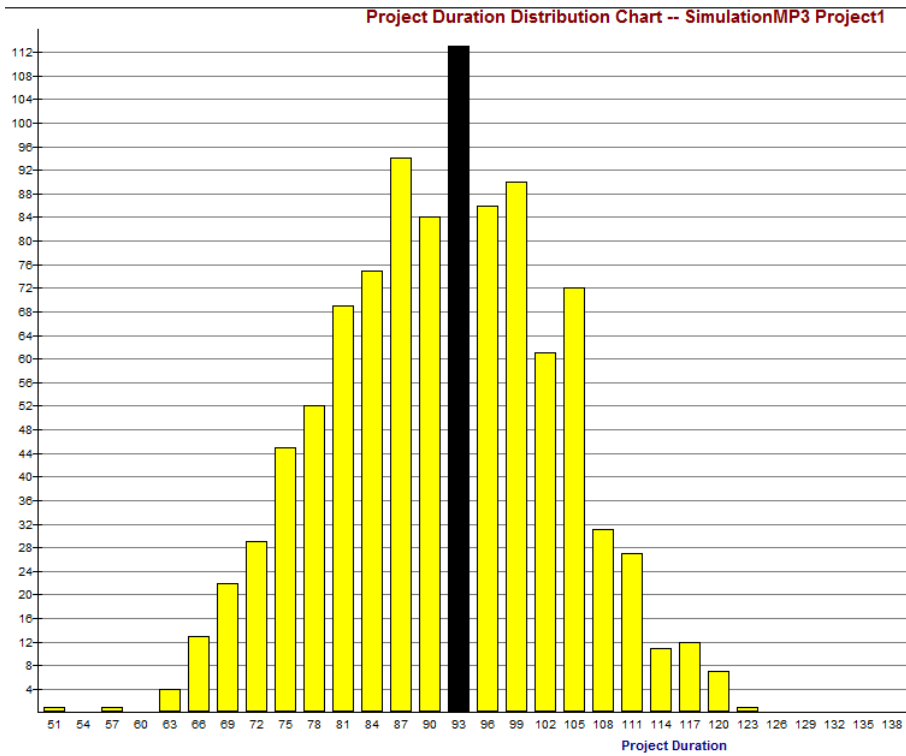
情境 3：僅受不良多工影響

情境 4：沒有帕金森定律與不良多工影響

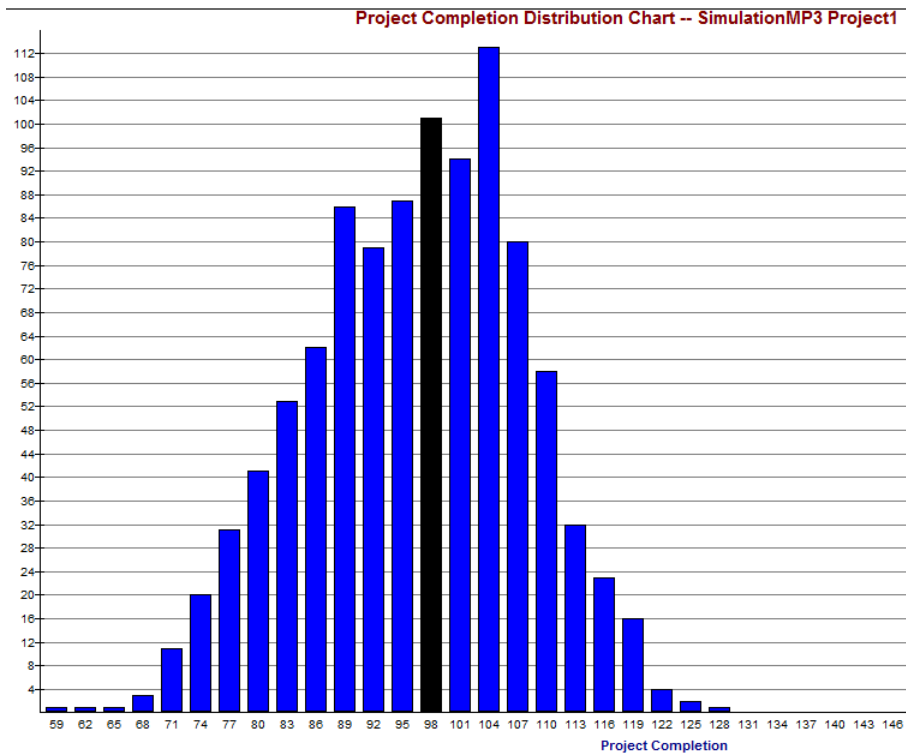
其中不良多工是以當同一資源手上有兩個以上的任務時，資源便會將時間平均分給各個任務，所以會以隨機方式在不同任務之間不停的調換。而帕金森定律則是以

每一情境皆分為三個專案模擬，各模擬 1000 次，結果為呈現每一專案於每一情境下的時間分佈，分為流程時間及完工時間。

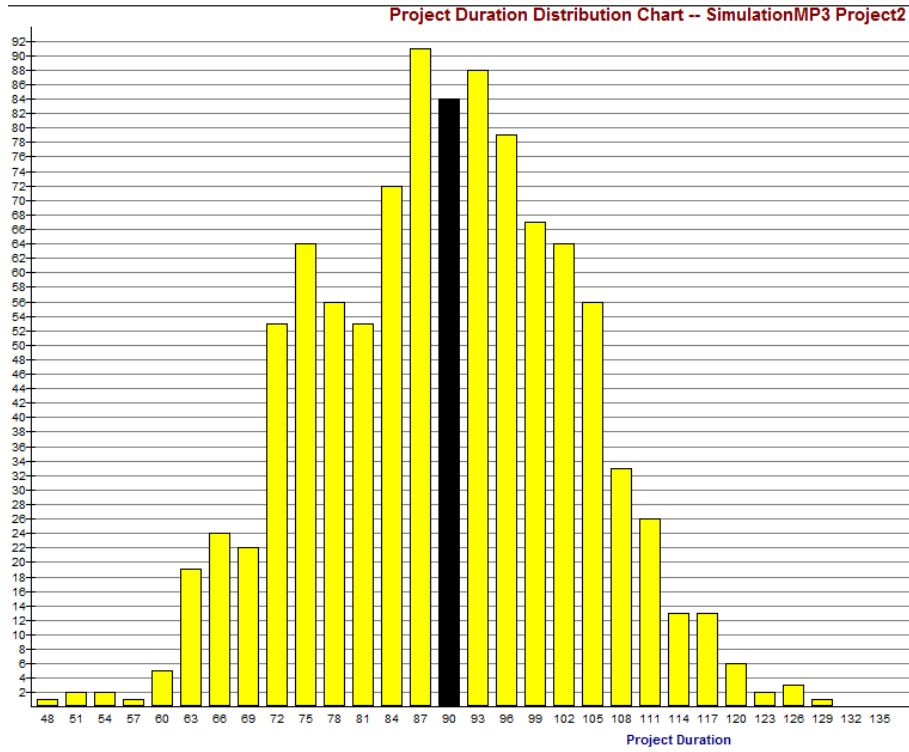




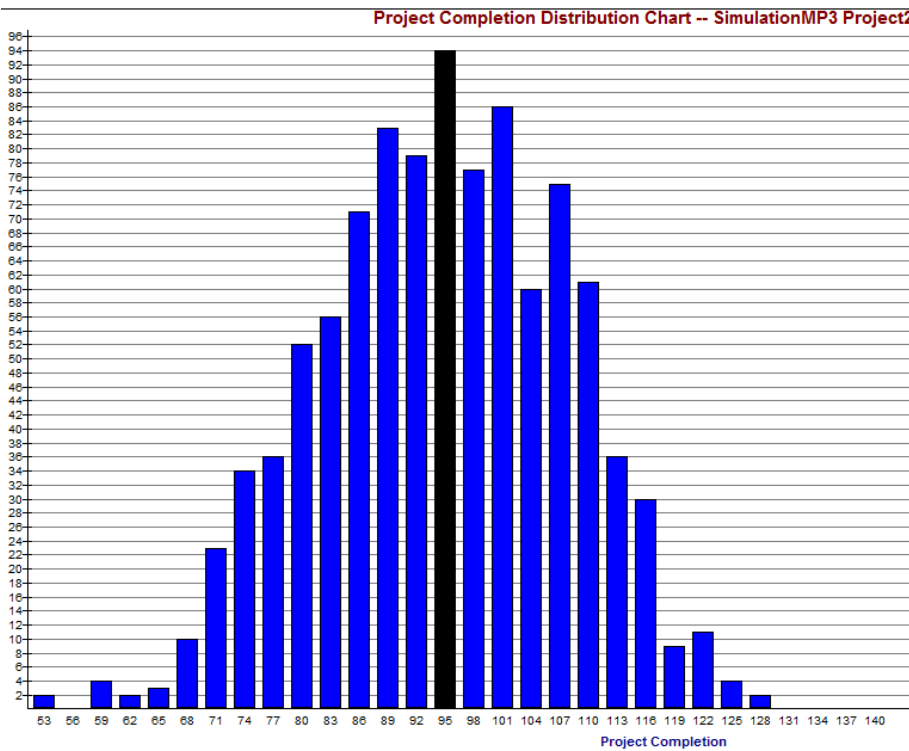
附錄 2-1 專案一流程時間模擬結果(情境 1)



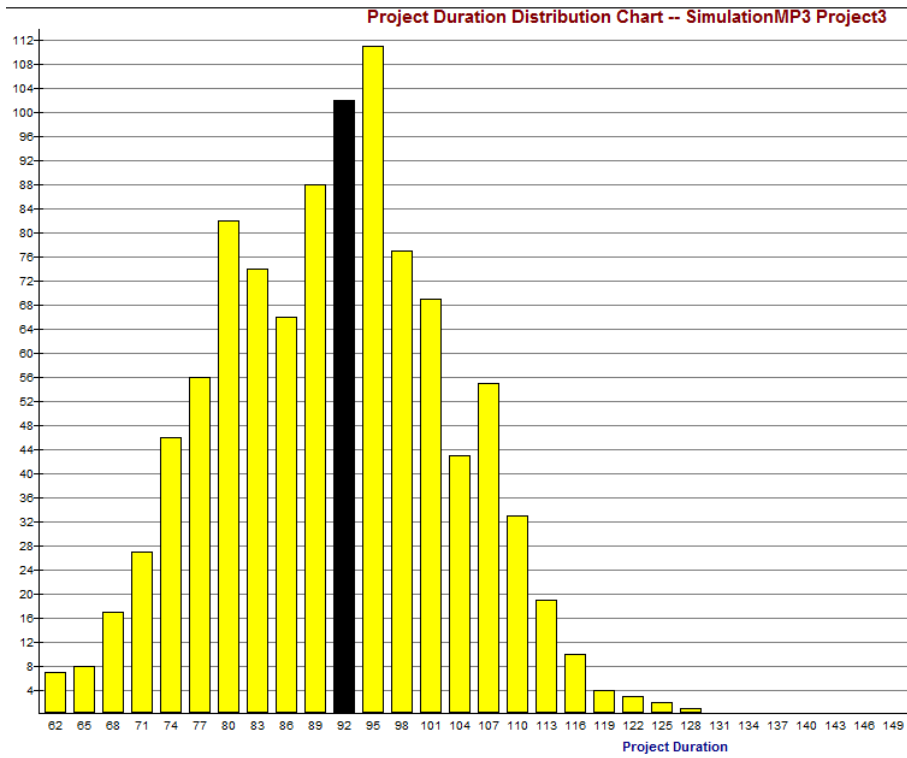
附錄 2-2 專案一完工時間模擬結果(情境 1)



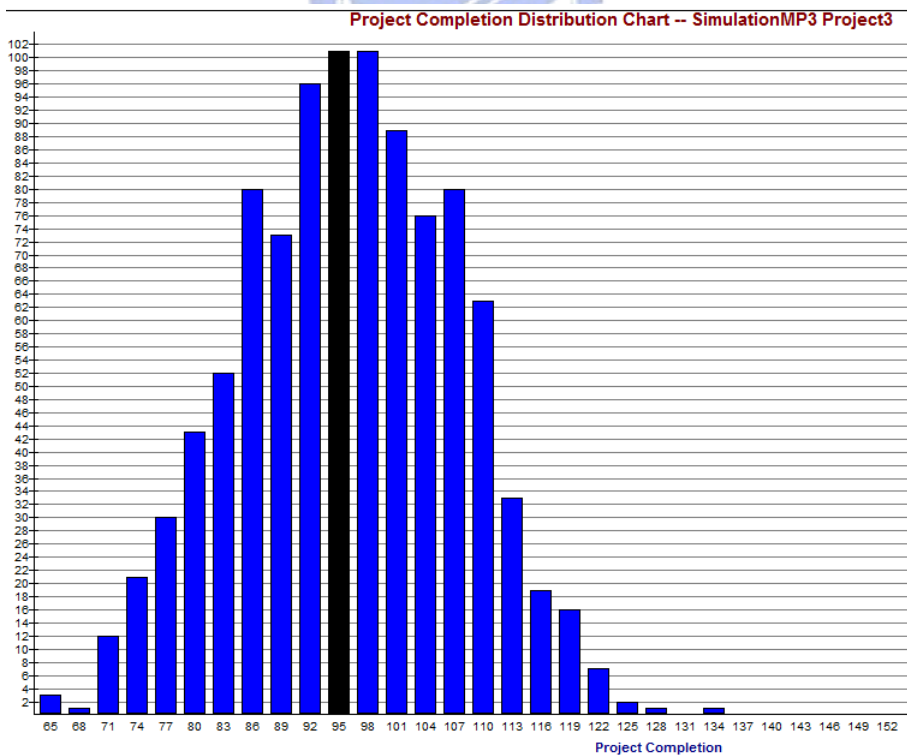
附錄 2-3 專案二流程時間模擬結果(情境 1)



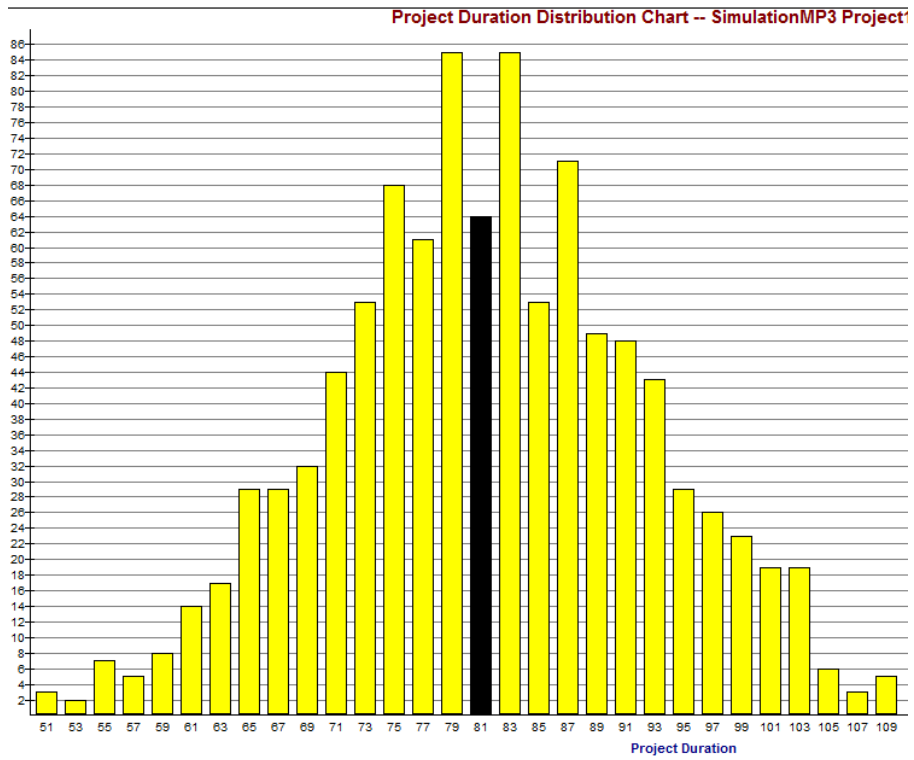
附錄 2-4 專案二完工時間模擬結果(情境 1)



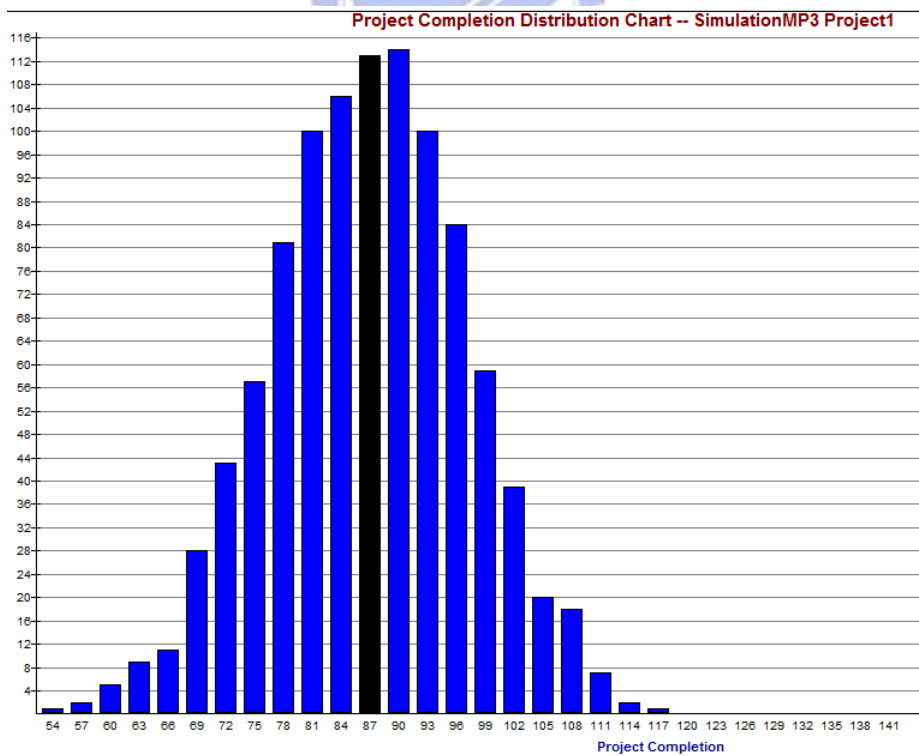
附錄 2-5 專案三流程時間模擬結果(情境 1)



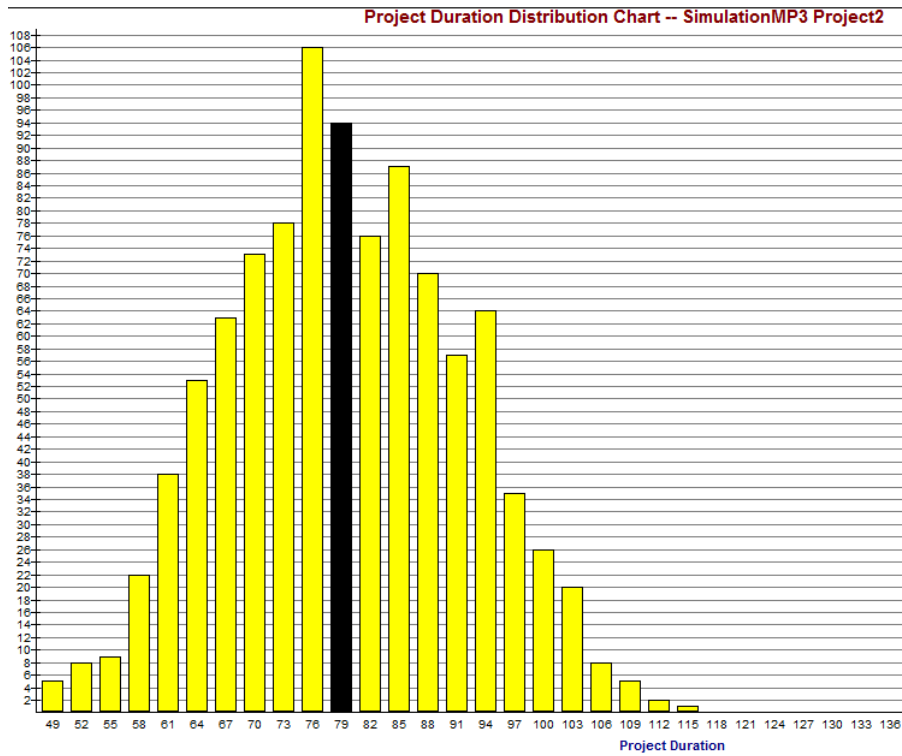
附錄 2-6 專案三完工時間模擬結果(情境 1)



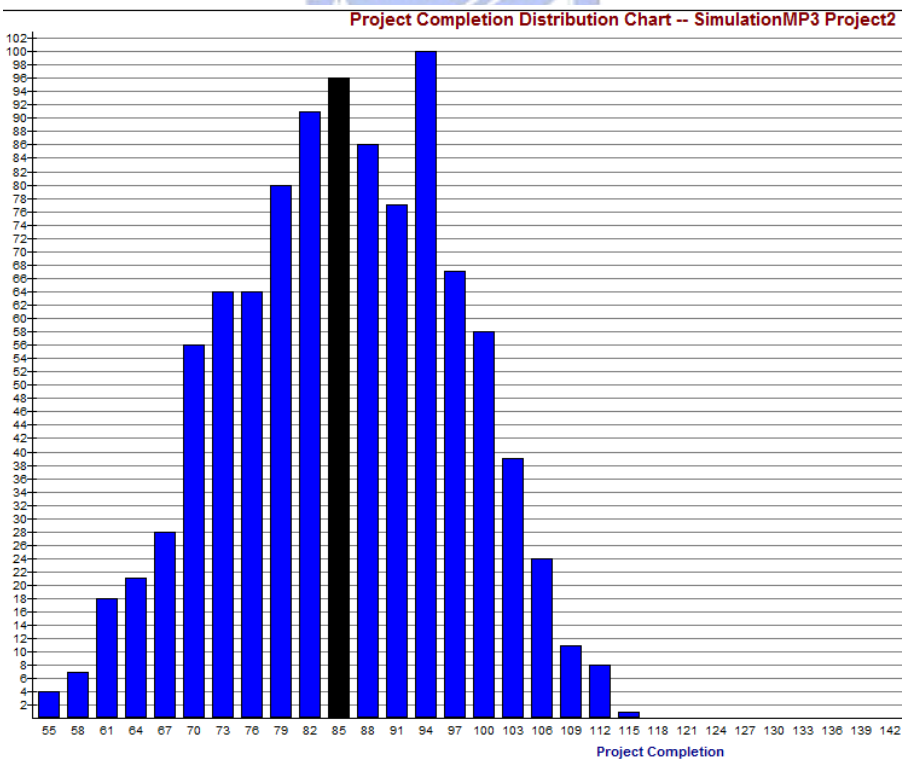
附錄 2-7 專案一流程時間模擬結果(情境 2)



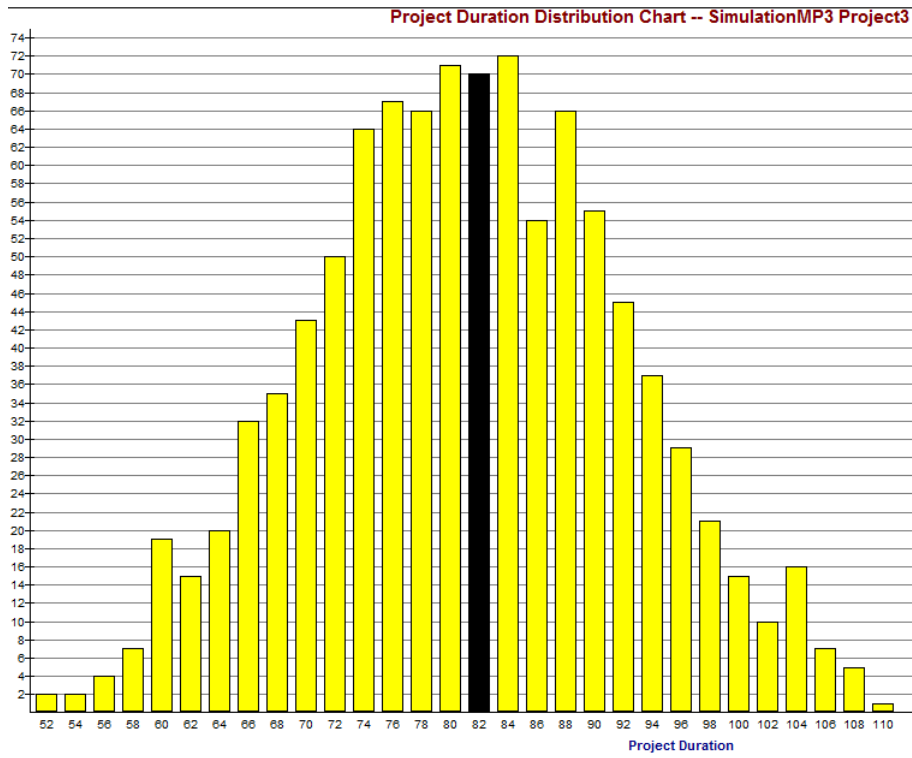
附錄 2-8 專案一完工時間模擬結果(情境 2)



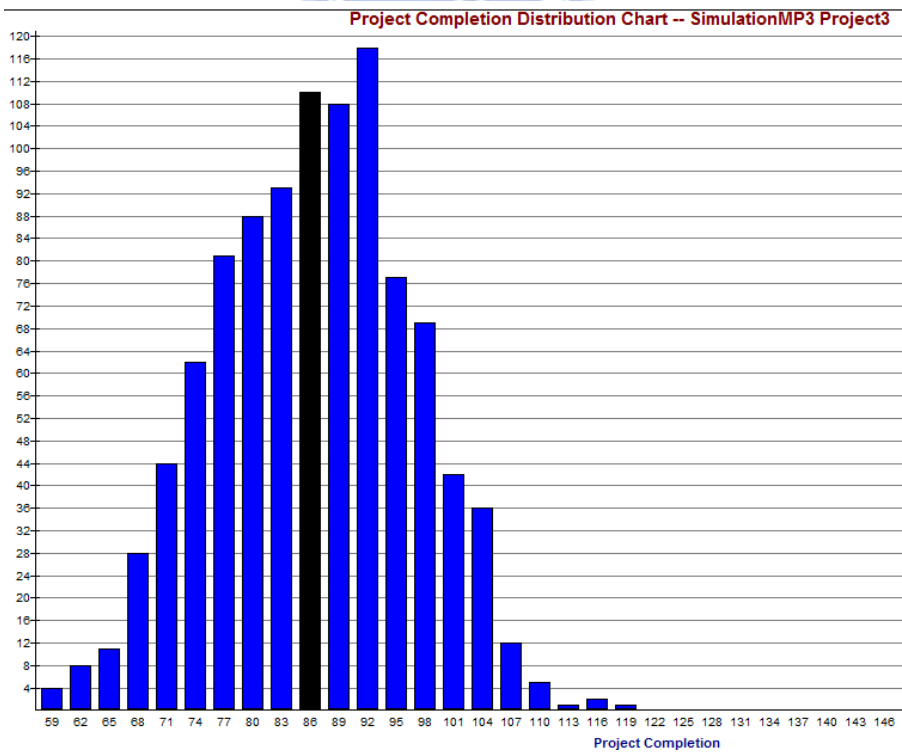
附錄 2-9 專案二流程時間模擬結果(情境 2)



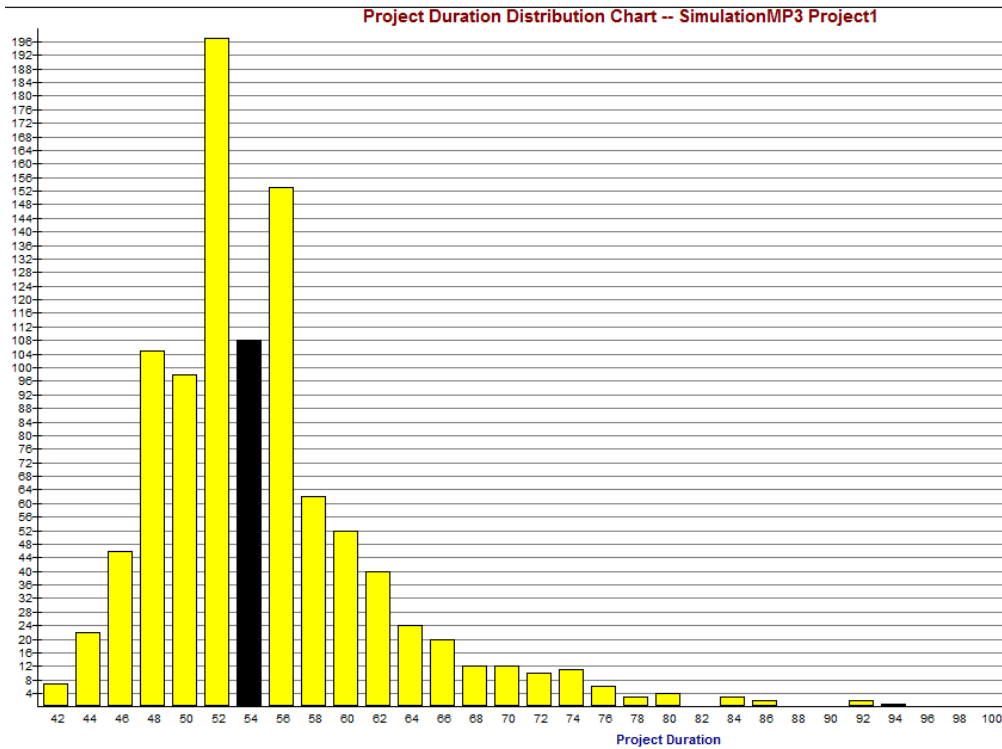
附錄 2-10 專案二完工時間模擬結果(情境 2)



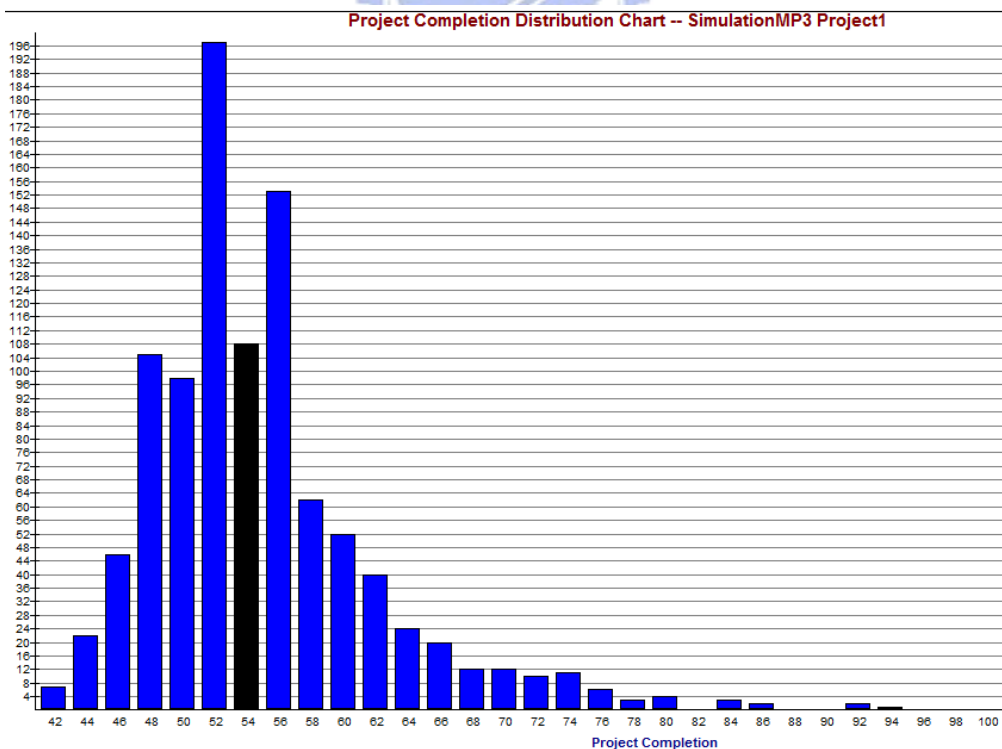
附錄 2-11 專案三流程時間模擬結果(情境 2)



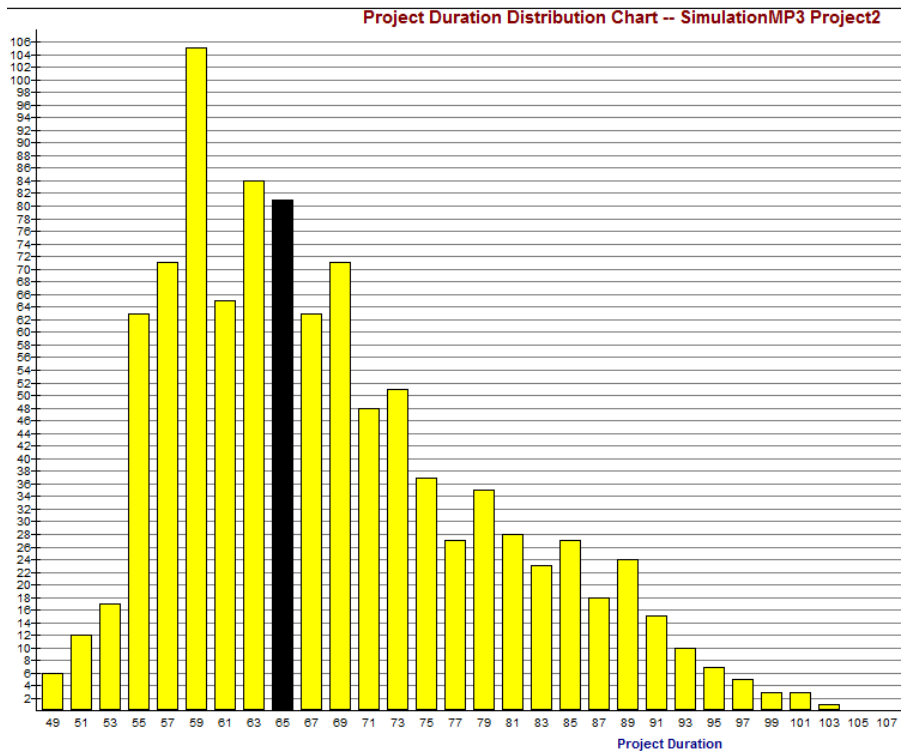
附錄 2-12 專案三完工時間模擬結果(情境 2)



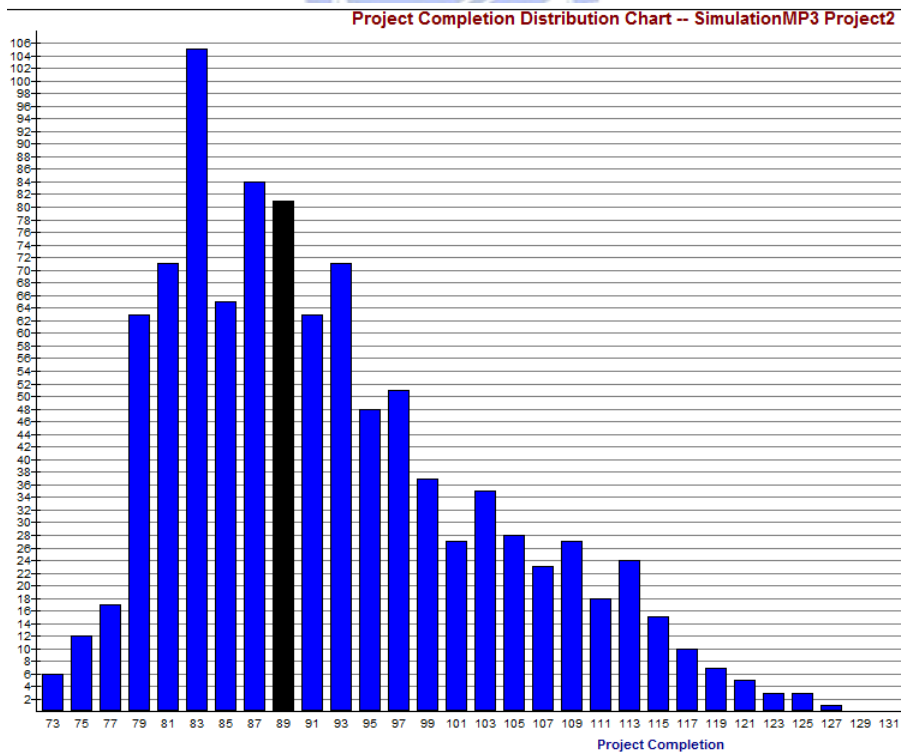
附錄 2-13 專案一流程時間模擬結果(情境 3)



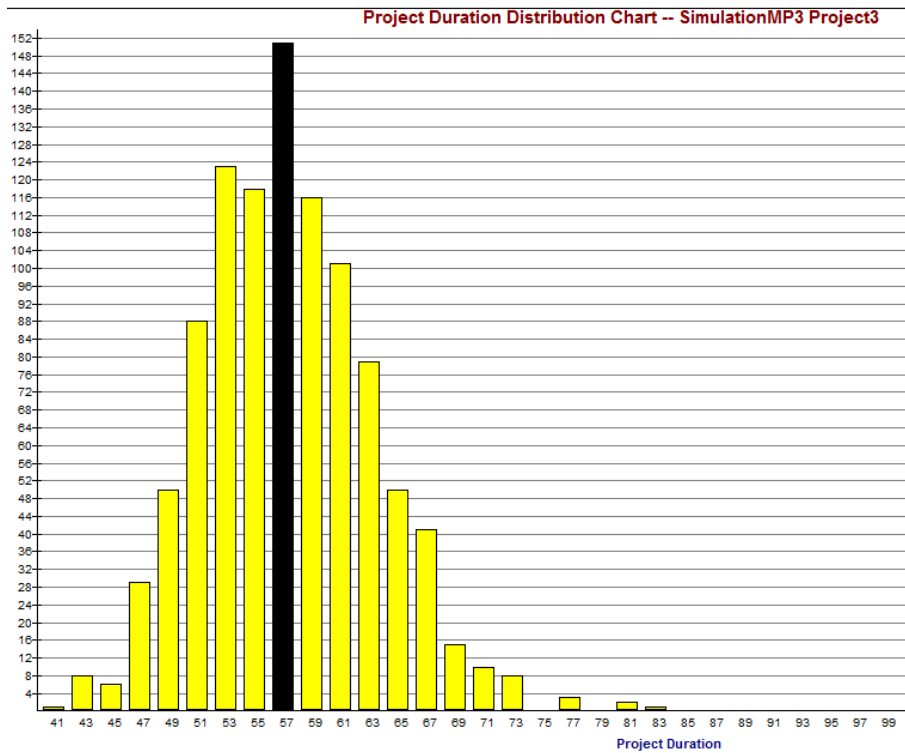
附錄 2-14 專案一完工時間模擬結果(情境 3)



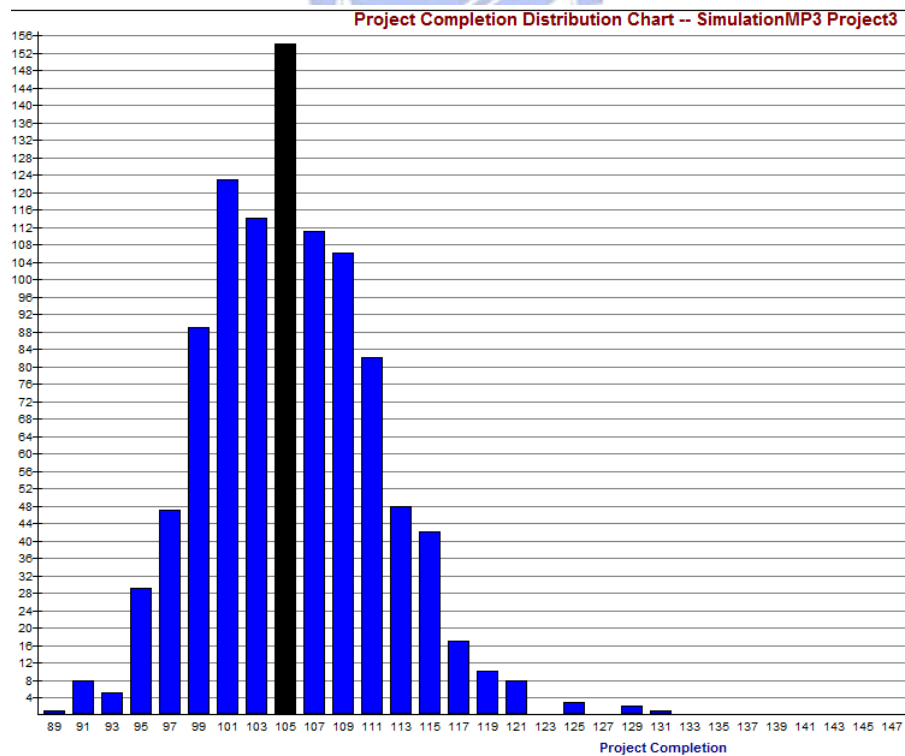
附錄 2-15 專案二流程時間模擬結果(情境 3)



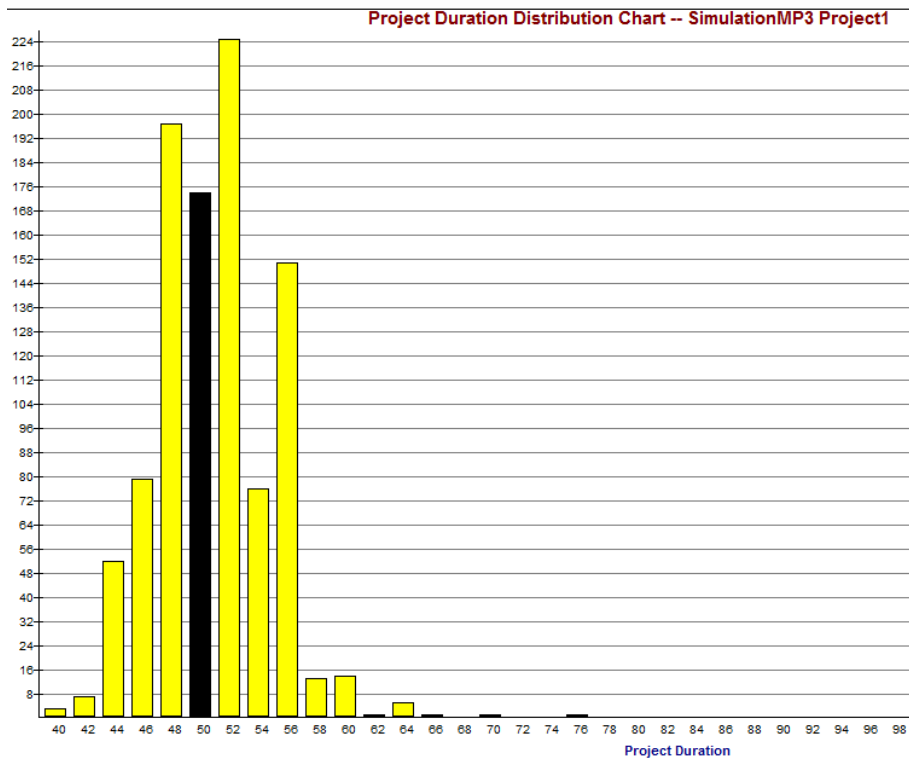
附錄 2-16 專案二完工時間模擬結果(情境 3)



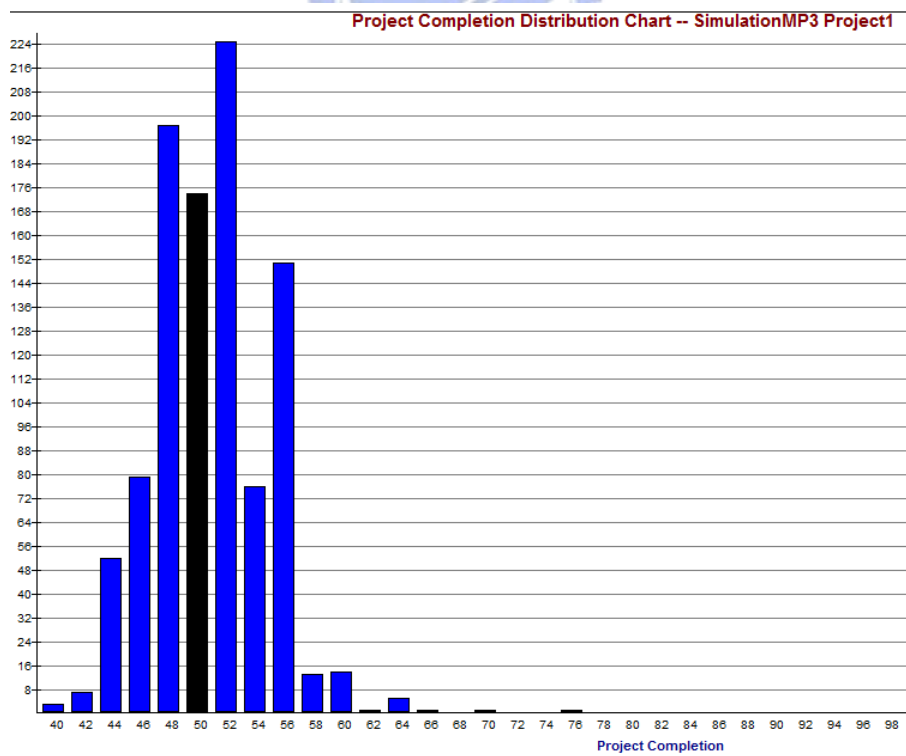
附錄 2-17 專案三流程時間模擬結果(情境 3)



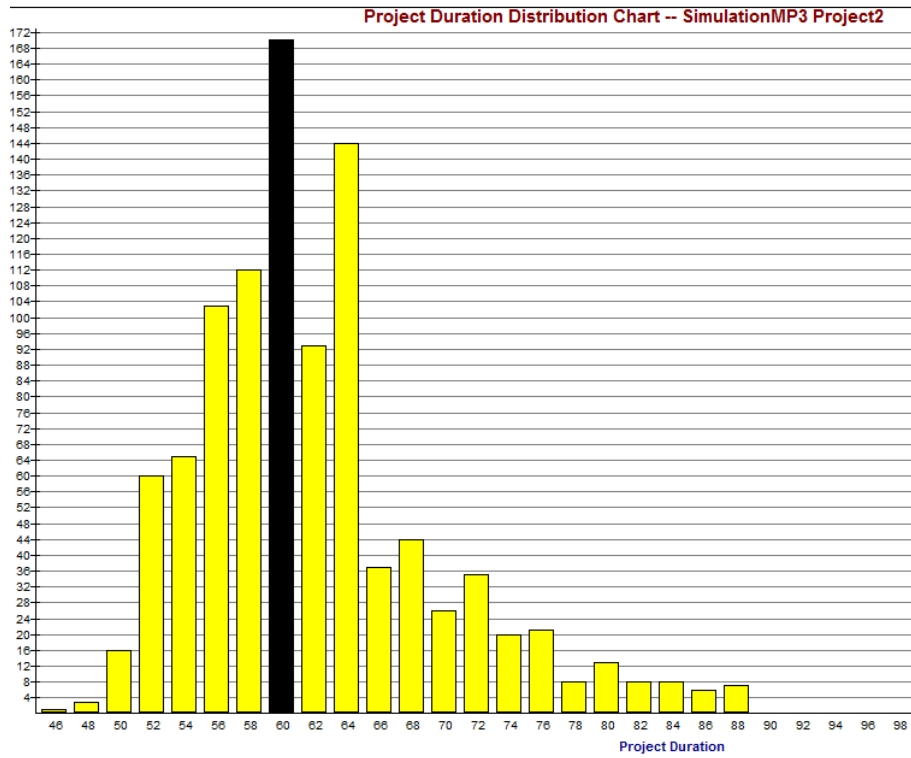
附錄 2-18 專案三完工時間模擬結果(情境 3)



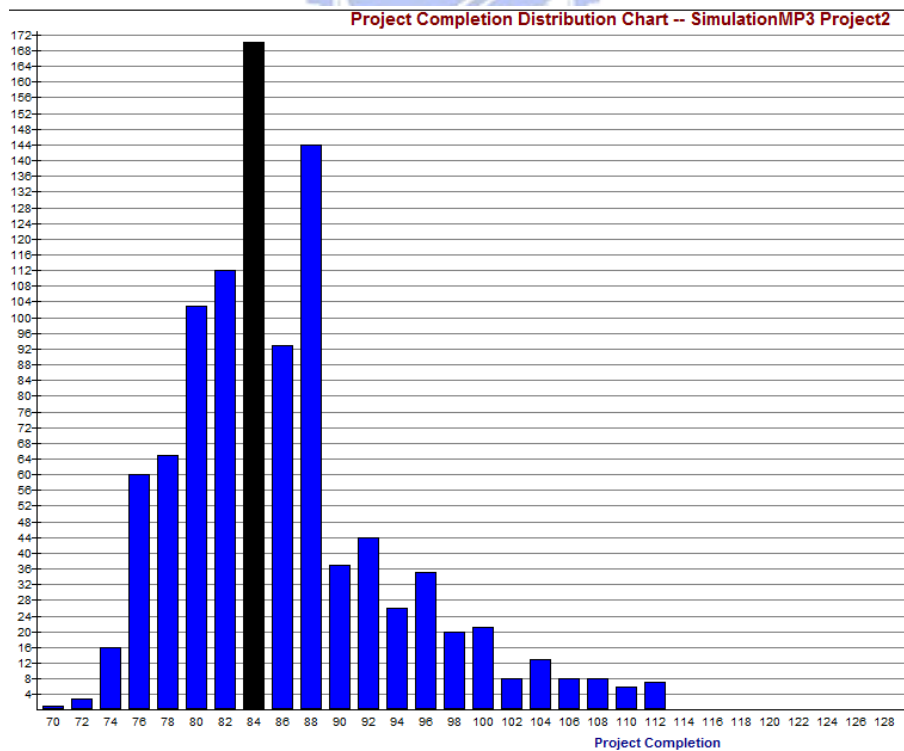
附錄 2-19 專案一流程時間模擬結果(情境 4)



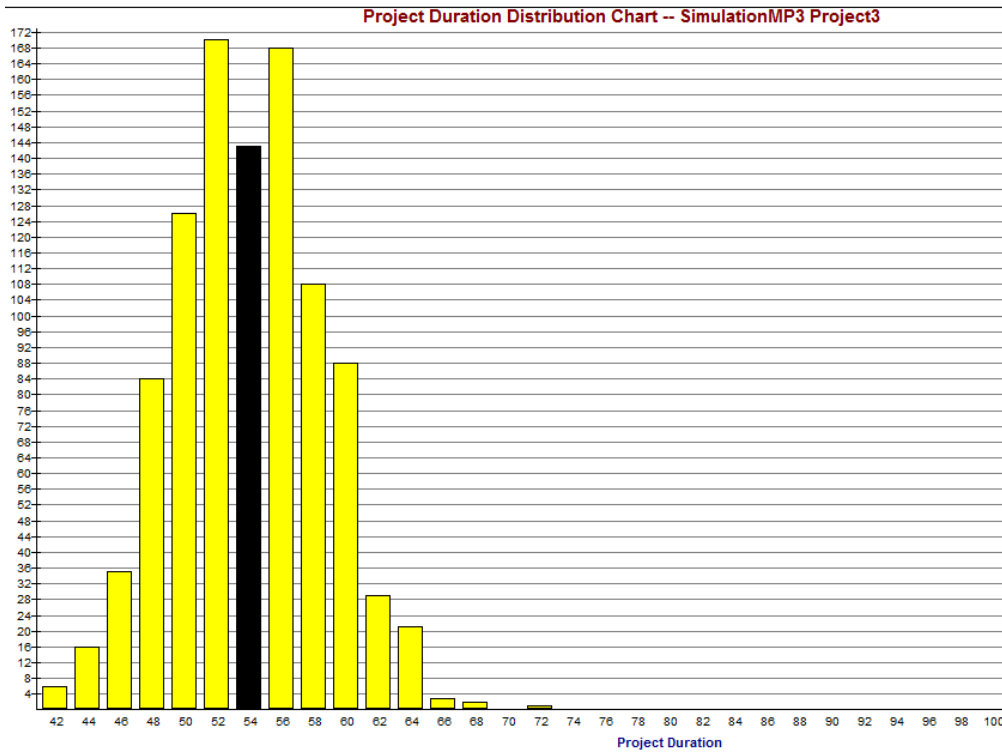
附錄 2-20 專案一完工時間模擬結果(情境 4)



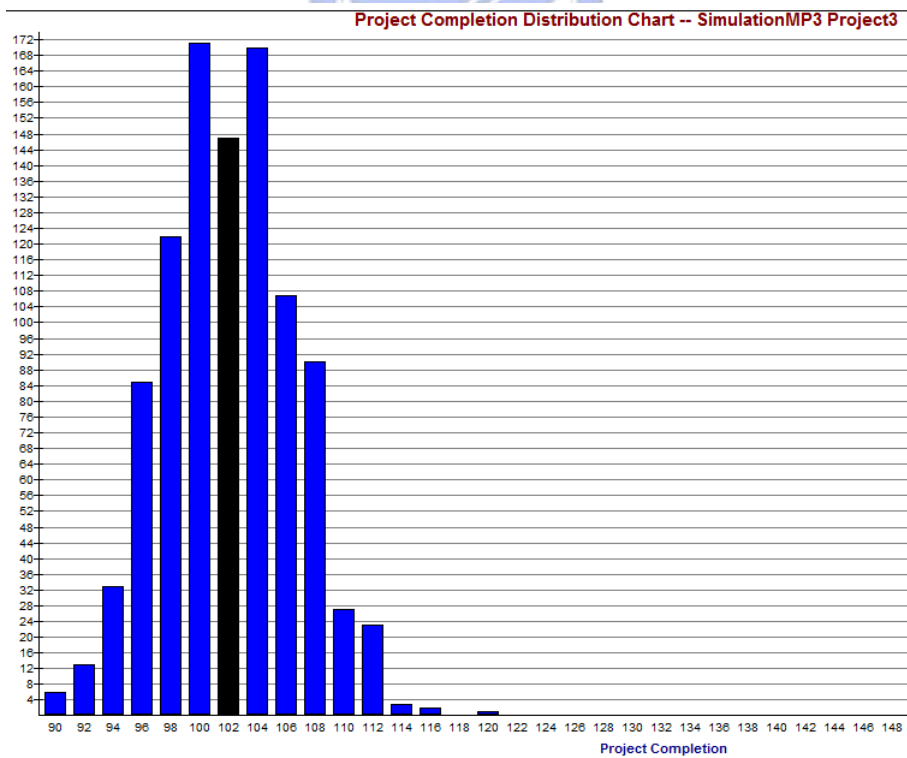
附錄 2-21 專案二流程時間模擬結果(情境 4)



附錄 2-22 專案二完工時間模擬結果(情境 4)



附錄 2-23 專案三流程時間模擬結果(情境 4)



附錄 2-24 專案三完工時間模擬結果(情境 4)