



嶺東科技大學
LING TUNG UNIVERSITY

資訊管理系

專案工期匯入效應的隨機抽樣研究

Random Sampling Study on Project Schedule Merging Effects

指導教授： 沈坤耀 教授

組員名單： 呂貞慧 A18C118

張嘉峰 A18C109

謝欣翰 A18C112

陳美如 A18C121

陳微微 A18C148

中 華 民 國 一 零 五 年 五 月



嶺東科技大學
LING TUNG UNIVERSITY

資訊管理系專題口試委員審定書

專案工期匯入效應的隨機抽樣研究

Random Sampling Study on Project Schedule Merging Effects

指導教授：沈坤耀 教授

組員名單：呂貞慧 A18C118

謝欣翰 A18C112

張嘉峰 A18C109

陳美如 A18C121

陳微微 A18C148

指導教授：

口試委員：

中華民國一零五年五月

謝 誌

本專題報告得以順利完成，首先要感謝恩師沈坤耀老師細心引導我們，耐心的協助我們，克服研究過程中所面臨的困難，給予我們最大的協助，使本專題得以順利完成。

研究報告口試期間，感謝黃國華老師、張顯榮老師不辭辛勞細心審閱，不僅給予我們指導，並且提供寶貴的建議，使我們的專題內容以更臻完善，在此由衷的感謝。

最後，感謝系上諸位老師在各學科領域的熱心指導，增進商業管理知識範疇，在此一併致上最高謝意。

呂貞慧
張嘉峰
謝欣翰
陳微微
陳美如

謹誌

中華民國一零五年五月於嶺東

嶺東科技大學

資訊管理系

專案工期匯入效應的隨機抽樣研究

中華民國一〇五年五月

摘要

“專案是為提供某項獨特產品、服務或成果所做的暫時性的工作和努力”，所以專案的主要特徵是“獨特”和“暫時性”。其中“暫時性”就是要求在預劃的時間內完工結案。專案的特點之一，就是有嚴格的時間期限，制定專案時程計畫的目的是管理專案排程，從而掌控完工工期，因此，專案管理中時程預估的準確與否是專案成功的關鍵因素。

本研究目的是探討專案中並行活動工期的匯入效應，本研究的作法使用隨機抽樣來模擬專案完工工期，探討並行活動工期的匯入效應對專案完工時間的影響，以關鍵路徑法(Critical Path Method，簡稱 CPM)與計畫評核術(Program Evaluation and Review Technique，簡稱 PERT)的三時估算結果為基礎，利用了不同型態 Beta 分配，分別代表不同類型的活動工期，研究案例為有二個前置並行活動加一後續活動的三活動組成的專案，採隨機抽樣來模擬專案完工工期，將其結果與 CPM 和 PERT 的理論結果進行比較分析，結果顯示抽樣模擬法可以驗證並行活動工期的匯入效應，並且專案中並行活動工期的匯入效應對專案完工工期的平均值有顯著的影響。

關鍵字：計畫評核術，模擬，隨機抽樣，匯入效應

目錄

目錄	II
圖目錄	III
表目錄	IV
第一章 緒論	1
1.1 研究動機	1
1.2 研究目的	1
第二章 文獻回顧與探討	3
2.1 專案時間管理與工期預估	3
2.1.1 專案活動的網路結構	3
2.1.2 關鍵路徑法(簡稱 CPM)	5
2.1.3 計畫評核術(簡稱 PERT)	5
2.2 關鍵鏈專案管理	8
2.2.1 人性對專案工期的影響	8
2.2.2 關鍵鏈法工期預估	11
第三章 研究方法	15
3.1 研究流程	15
3.2 研究作法	16
3.3 研究假設	17
3.4 專案案例說明	18
3.4.1 PERT 估算專案案例	18
3.4.2 CPM 估算專案案例	19
3.4.3 抽樣模擬專案完工工期案例	20
3.4.4 抽樣模擬專案完工工期 EXCEL 估算說明	21
第四章 結果與討論	25
4.1 模擬活動抽樣次數分析	25
4.2 抽樣模擬活動與 PERT 和 CPM 三態模擬活動的結果比較	26
4.3 專案抽樣模擬與 PERT 和 CPM 的結果比較	27
第五章 結論	29
參考文獻	30
附錄	31

圖目錄

圖 1 Beta 分配活動示意圖	7
圖 2 研究流程圖	15
圖 3 R 分配活動示意圖	16
圖 4 N 分配活動示意圖	16
圖 5 L 分配活動示意圖	17
圖 6 N-R-R PERT 估算案例	18
圖 7 R-L-L CPM 估算案例	19
圖 8 R-L-R 抽樣模擬案例	20
圖 9 EXCEL 抽樣模擬專案-步驟 1 開啟 EXCEL	21
圖 10 EXCEL 抽樣模擬專案-步驟 2 點選自定快捷工具列	22
圖 11 EXCEL 抽樣模擬專案-步驟 3 點選增益集	22
圖 12 EXCEL 抽樣模擬專案-步驟 4 選取分析工具箱	23
圖 13 EXCEL 抽樣模擬專案-步驟 5 點選資料分析	23
圖 14 EXCEL 抽樣模擬專案-步驟 6 選取抽樣	24
圖 15 EXCEL 抽樣模擬專案-步驟 7 做設定	24
圖 A 1 R9R9R9 專案的 EXCEL 模擬 100 次抽樣	81
圖 A 2 R9R9R9 專案的 EXCEL 模擬 500 次抽樣	82
圖 A 3 N11N11N11 專案的 EXCEL 模擬 100 次抽樣	83
圖 A 4 N11N11N11 專案的 EXCEL 模擬 500 次抽樣	84
圖 A 5 L13L13L13 專案的 EXCEL 模擬 100 次抽樣	85
圖 A 6 L13L13L13 專案的 EXCEL 模擬 500 次抽樣	86

表目錄

表 1 PDM 盒子說明示意表	3
表 2 三個專案抽樣次數分析表	25
表 3 抽樣模擬活動與 PERT 和 CPM 三態模擬活動比較表	26
表 4 R1 專案案例抽樣模擬與 PERT 和 CPM 的結果比較表	27
表 5 L2 專案案例抽樣模擬與 PERT 和 CPM 的結果比較表	28
表 A 1 RRR9 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣	31
表 A 2 R10RR9 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣	33
表 A 3 N11RR9 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣	35
表 A 4 L12RR9 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣	37
表 A 5 L13RR9 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣	39
表 A 6 RRR10 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣	41
表 A 7 R9RR10 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣	43
表 A 8 N11RR10 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣	45
表 A 9 L12RR10 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣	47
表 A 10 L13RR10 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣	49
表 A 11 R9NN 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣	51
表 A 12 R10NN 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣	53
表 A 13 NNN11 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣	55
表 A 14 L12NN11 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣	57
表 A 15 L13NN11 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣	59
表 A 16 R9LL12 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣	61
表 A 17 R10LL12 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣	63
表 A 18 N11LL12 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣	65
表 A 19 LLL12 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣	67
表 A 20 L13LL12 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣	69
表 A 21 R9LL13 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣	71
表 A 22 R10LL13 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣	73
表 A 23 N11LL13 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣	75
表 A 24 L12LL13 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣	77
表 A 25 LLL13 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣	79

第一章 緒論

1.1 研究動機

美國專案管理協會 PMI (Project Management Institute) 在其專案管理知識體系指南 PMI (2013)[5]中定義：“專案是為提供某項獨特產品、服務或成果所做的暫時性的工作和努力”，所以專案的主要特徵是“獨特”和“暫時性”這兩個特性。其中“暫時性”就是要求在預計的時間內完工結案。

專案管理是指如何在有限的經費、時間、設備或人力等資源條件下，以最有效的管理和控制方式來完成某項獨特產品、服務或成果的計畫。專案的成功與否取決於專案進行前的目標設定與計畫，以及在專案過程中如何對專案的進度、資源配置、成本預算等進行有效的管理、支配和控制。

專案時程規畫管理是為了確保專案按時完工所進行的一系列管理過程，可以分為四個主要過程：活動定義、活動排序、活動持續時間估計、專案進度計畫制定。

專案的特點之一，就是有時間限制，制定專案時程計畫是為了控制專案的時間，因此，時程計畫在專案管理中有非常重要的意義。專案計畫通過工作結構分解、網路計畫編排、資源和成本的平衡優化來生成專案的計畫安排，合理的進度計畫也是專案執行、跟蹤與控制的基礎。

隨著社會的進步和發展，現代專案無不要求工期短，成本低，和高品質安全。因此，現代專案管理要求專案時間管理具有更高的可行性、確定性以及越來越高的穩定性，這些新的要求，使傳統的專案管理面臨巨大挑戰，在實施過程中，會經常發生結果與工程施工計畫兩者截然不同的情況。進度落後、預算超支現象嚴重、專案範圍擴大。

1.2 研究目的

專案管理企圖在有限的時間與預算內獲得高品質的產出，達到專案既定的目標，滿足客戶需求，專案時程之達成有賴於時程管理技術的輔助，從 1950 年專案時程計畫的規劃與控制，主要以 CPM 及 PERT 兩項，開始被應用於各類型的專案，至今仍然是產學界主要使用的時程管理技術，但是 PERT/CPM 從二次世界大戰後出現，使用至今，在專案管理這個領域上一直沒有重大的突破，應用或假

設上也都不曾被顯著地修正過；而工程延誤、專案預算超出嚴重或經常犧牲專案品質等等，都是目前專案管理的共通問題[1][2]，著名的例子如北海鑽油台、連接英國和法國火車的海峽隧道都是典型專案管理失敗的例子(Goldratt 1997) [6]。

雖然他們也是依循 PERT/CPM 的技術來控管專案，但是上述常見的專案管理問題依舊存在，探討 PERT/CPM 的方法或應用是否有其不足或限制，仍然是現階段研究專案管理時程規劃的主題之一。Street[7]更指出 PERT 與 CPM 最容易產生錯誤的兩點問題，一個是不切實際的專案工期，另一種是未確實執行時程更新。

綜觀傳統專案管理的技術 PERT 與 CPM，其規劃與管理的方法經常無法符合專案時程、預算、設計內容的實際需求。高德拉特博士 Goldratt (1997b)[4]並提出利用集中管理專案的緩衝時間 (Time Buffer) 的觀念，保護整個專案的執行，以期能順利或提早專案的達成。關鍵鏈方法的優點在於：運用了機率分佈的理論，考慮到了實際工作中人的心理因素對專案實施的影響，並採取了相應措施克服傳統 PERT 與 CPM 的工期過長、容易延誤的缺點，考慮了資源約束並設置了匯入緩衝 FB (Feeding Buffer)，利用匯入緩衝以消除不確定性的影響。

本研究目的即是使用隨機抽樣的方法模擬專案完工工期，以驗證傳統專案管理的技術 PERT 與 CPM 是否適用於工期的匯入效應計算，並且探討並行活動在專案中的匯入效應對專案完工時間的影響。

第二章 文獻回顧與探討

2.1 專案時間管理與工期預估

2.1.1 專案活動的網路結構

一般常用的網狀圖方法 PDM (Precedence Diagramming Method) 如表 1 所示，這是以矩形的節點(node)表示活動，以箭線(arrows)表示活動依存關係或先後順序，並將活動節點連接成專案網路圖，PDM 又稱活動節點表示法(Activity-on-Node, AON)，若是採用矩形的節點，同時利用箭線來連接相關兩盒子，來描繪活動間的從屬性，盒型網路圖，或稱為 AIB (Activity-In-the-Box)，PDM 每一個盒子代表一項專案活動並附以一特定(unique)，PDM 是大多數專案計畫及專案管理工具使用的方法，實務上使用 PDM 的好處使除了可以使用手繪方式完成，也有現成的專案管理軟體可以應用，PDM 盒子的示意表說明：

表 1 PDM 盒子說明示意表

最早開始時間(ES)	總寬裕時間	最早完成時間(EF)
活動名稱(工作說明)		
活動編號	負責人	活動工期
最晚開始時間(LS)	自由寬裕時間	最晚完成時間(LF)

PDM 盒子上的名詞定義說明如下：

- (1) 最早開始時間 ES (Earliest Start Time) :是當所有前導活動完成後，後續活動可以開始它的執行的最早時間。
- (2) 最早完成時間 EF (Earliest Finish Time) :是 ES 加上該專案活動的工期時間和。
- (3) 最晚完成時間 LF (Latest Finish) :是在不延遲專案被要求的完工期限的情況下，活動可以完成這個活動的最晚時間。
- (4) 最晚開始時間 LS (Latest Star Time) 是在不延遲專案被要求的完工期限的情況下，活動可以開始這個活動的最晚時間。
- (5) 寬裕時間 (Slack Time) :在任何網路路徑上，它在活動的開始時間或

完成時間中可容忍被延誤而不會延遲完成專案的時間量。

(6) 總寬裕時間 (Total Slack Time)：總寬裕時間就是在不延誤專案全案總時程的條件下，專案活動可以容忍被延遲的時間量。

(7) 自由寬裕時間 (Free Slack Time)：指活動在不影響其後續活動的最早開始時間下可允許延誤的時間。

2.1.2 關鍵路徑法(簡稱 CPM)

Remington Rand 與 Du Pont (杜邦)公司於 1950 年代末期為改善製程，提出 CPM 用於化學工廠的保養專案。[8]

CPM 主要根據特定的、有前後順序的網路邏輯，以及單一的期間預估值去計算各項活動單一且具決定性的最早、最晚開始日與完成日，以 2004 年雅典奧運為例，雅典當局預定於 8 月準時開幕，除非開幕前的最後一項準備活動完成，否則無法如期舉行開幕典禮，相同情況，除非專案中耗時最長的活動完成，否則專案就尚未完成。在專案管理中，關鍵路徑的工期決定了整個專案的工期，任何在關鍵路徑上的延遲將直接影響專案的完成時間，所謂的關鍵路徑就是在專案中耗時最長的路徑，一個專案可以有 multiple 關鍵路徑，耗時最長的路徑即稱之為關鍵路徑(Critical Path)，次長的路徑稱為次關鍵路徑。[3]

CPM 是一種基於數學計算的專案計畫管理方法，是網路圖計畫方法的一種，屬於確定型的網路圖，CPM 將專案分解成為多個獨立的活動並確定每一個活動的工期，從而能夠計算專案的工期、各個活動時間特點（最早最晚時間、時差）等，在 CPM 的活動上加載資源後，還能夠對專案的資源需求和分配進行分析，CPM 是現代專案管理中最重要的一種分析工具。

在專案管理中，CPM 的基本定義就是在一個龐大的網路圖中找出關鍵路徑，並對各關鍵活動，優先安排資源，挖掘潛力，採取相應措施，盡量壓縮需要的時間，而對非關鍵路徑的各個活動，只要在不影響工程完工時間的條件下，抽出適當的人力、物力和財力等資源，用在關鍵路徑上，以達到縮短工程工期，合理利用資源等目的，在執行計畫過程中，可以明確活動重點，對各個關鍵活動加以有效控制和調度。

2.1.3 計畫評核術(簡稱 PERT)

源自於 Allen & Hamilton 顧問公司與美國海軍亦於 1950 年代末期提出 PERT 用於飛彈研發專案。[4]

PERT 是用來估計一個專案準時完成的可能性(或機率)的一種技術，以網路圖規劃整個專案，以排定期望的專案時程，PERT 圖把專案描繪成一個由編號節點（圓形或者方形）構成的網路圖，編號節點代表著專案中的活動，每

一個節點都被編號，並且標註了活動、工期、開始時間和完成時間，線條上的箭頭方向標明了活動次序，並且標識出在開始一個活動前必須完成那些活動。

PERT 依據統計的理念，對不確定工期或較沒有經驗的工作的活動工期估算方法，其理論基礎是假設專案持續時間以及整個專案完成時間是隨機的，且服從某種概率分佈，PERT 可以估計整個專案在某個時間內完成的概率。活動工期是一個隨機變數，採三時估計法來估計活動所需的時間：專案活動若是在相同環境下可以重複進行這個活動多次隨機試驗的話，工期多寡會有所差異並且形成一種數據的分配（distribution），因此可以利用統計學的數據變異（variance）和標準差（standard deviation）觀念，求得活動工期的預估值的平均值，並且得到完成活動的機率值。

在估算活動的任何一種案例中，雖然不知道工期會落在哪一種極端數據分配的情況，但是無論如何，還是可以說明不同情況下的可能機率分配。三時估計法提供了這樣的架構(如圖 1)。為了使用這種方法，需要三個有關活動工期的特徵工期值：

- (1).樂觀的工期：樂觀的工期時間被定義為，若是每件事情都一如預期的順利進行，曾經獲得或期望歷經的最短時間。
- (2).悲觀的工期：悲觀的工期時間是指，執行專案活動的過程中最不順利的狀況，若是每樣可能會出錯的事情都出錯，最後完成這個活動所歷經的最長使用時間。
- (3).最有可能的工期：最有可能的時間是指通常需要使用的時間。

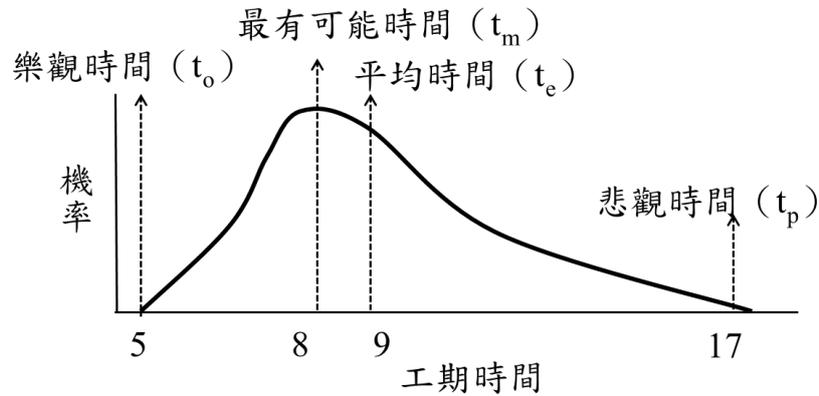


圖 1 Beta 分配活動示意圖

PERT 工期預估：

假定三個活動工期的估計服從 β 分佈，由此可算出每個活動的活動工期的期望值(t_e)，方程式[9]： $t_e = \frac{t_o + 4t_m + t_p}{6}$ ，標準差： $\sigma = \frac{t_o - t_p}{6}$

其中： t_o 表示完成活動的樂觀(最短)時間， t_m 表示完成活動的最可能時間，而 t_p 則表示完成該活動的悲觀(最長)時間。

例如，某公司 APP 的建設專案可分解為需求分析(活動 A)、撰寫程式(活動 B)、設計開發(活動 C)等三個活動，各個活動依次進行，沒有時間上的重疊，活動 ABC 的完成工期的期望值和標準差方程式：

$$t_{Ae} = \frac{t_{Ao} + 4(t_{Am}) + t_{Ap}}{6}, \quad \sigma_A = \frac{t_{Ap} - t_{Ao}}{6};$$

$$t_{Be} = \frac{t_{Bo} + 4(t_{Bm}) + t_{Bp}}{6}, \quad \sigma_B = \frac{t_{Bp} - t_{Bo}}{6};$$

$$t_{Ce} = \frac{t_{Co} + 4(t_{Cm}) + t_{Cp}}{6}, \quad \sigma_C = \frac{t_{Cp} - t_{Co}}{6}$$

串連三個活動的專案完成工期的期望值 t_{ABCe} 和標準差 σ_{ABC} 方程式：

$$t_{ABCe} = t_{Ae} + t_{Be} + t_{Ce}; \quad \sigma_{ABC} = \sqrt{\sigma_A^2 + \sigma_B^2 + \sigma_C^2}$$

2.2 關鍵鏈專案管理

2.2.1 人性對專案工期的影響

台灣專案管理學會指出工時預估是指依照活動的資源和組織資源的可用性，估計所有需要執行活動的工期，工時預估的準確與否直接影響專案的總工時，一般來說，如果能夠參考歷史資料再配合專家諮詢，應該可以將工時預估的精度，控制在某一個合理的範圍，工時預估的最大困難是專案的新穎性和專案成員的缺乏經驗，全新的專案當然會影響估計的精確度，而成員經驗的不足，則是活動工時超估(為了保護自己)和低估(低估了困難度)的主要原因。限制理論(Theory of Constraint, TOC)認為估計工時應該考慮到人性上幾個缺點：(1)加上安全時間避免無法準時完成，(2)提早完成不會報告，(3)學生症候群——最後關頭才臨時抱佛腳，值得專案管理人員作為估計工時的參考。

只要專案中某一步驟由多個任務組成，而各任務由不同的人執行，專案負責人便會要求每個人各自做出時間預估，總和起來後，他再加上自己的安全係數，有時候，專案會涉及若干管理階層，每個階層都會再加上安全係數，管理高層經常不滿意專案完工日期的最後預估，他們要早一點看到成果，所以在半數個案中，當所有預估都完成後，他們會要求縮減專案前置時間，比方兩成，整體的縮減當然影響每一個環節，每個人因此都得縮減兩成時間，久而久之，大家對這做法都已習以為常，於是一開始便把預估時間灌水兩成半。

有鑑於專案實務常出現下列共通問題：(1) 成本超出預算；(2) 逾期完工；(3) 犧牲專案設計內容，Goldratt利用他自己所提出的限制理論 (Theory of Constraints) [10]，檢視專案運作實務，而將問題之發生歸因於專案的不確定性，以及在不確定性環境下人類的思考與反應所引發之學生症候群 (Student syndrome)、多任務效應 (Multiplying-tasking) 與傳遞效應 (Dependency effects)。首先，由於作業工期具不確定性，專案人員為確保能如期完工，會膨脹所需之工期，而膨脹的預估工期與專案排程自然產生的寬鬆時間 (Slack times) 會引發學生症候群。

學生症候群是指努力工作的現象總在預定的時限前才出現。這是因為知道有放寬時間，反而失去積極作為的心，導致不僅用盡放寬時間，甚至延誤

工期。接著，多任務效應是指在同時參與兩個以上專案時，因不同專案所分別給予的壓力或是想滿足每個人，作業人員可能採取專案交錯的方式進行，其結果是專案不僅不會提前完工，反而會使某些專案延後完成。

(1) 學生症候群(Student Syndrome)

學生症候群(Student Syndrome) [11]：所謂的學生症候群就是不管時間訂的多長，努力總是在完成時間到達前才會出現。

在學生時代，經常會碰到這樣一種現象，老師在課堂上出了一個作業，比如要提交一份學習報告，通常一週時間可以完成報告，但往往學生要求兩週再交作業，也就是說在時間估算的時候通常會增加一個隱藏的緩衝。本來是一週可以完成的工作，但學生請求老師允許兩週完成作業，如果老師同意學生的要求，答應學生們在兩週之後再交報告，結果會怎麼樣呢？

在多數情況下，學生可能選擇在第二週開始的時候開始寫這份報告，也就是說第一週他把空閒時間安排去做其他工作，從第二週才開始寫，可能還有部分同學在第一週時間過去之後，並沒有及時地展開自己的工作，而是又拖延一天、兩天，甚至三天，這樣一來他的報告就可能如期完成，即使趕工讓報告如期完成也已經拖延了報告繳交時間。

假設這個報告的完成要花 5 天時間，如果在第二週的星期三才開始這個工作的話，那麼整個工作就要往後拖延，我們把這種情況稱之為學生症候群，有些人又把這種習慣帶到現在的工作當中，有統計出來學生症候群在很多項目、很多工作當中都得到了普遍的反映。因此這裡研究出了帕金森法則。

(2) 帕金森定律(Parkinson law)

帕金森定律(Parkinson law) [12]：無論要預留多少的安全寬裕時間，單個活動都會用掉而不會貢獻出來。

1958 年，英國歷史學家、政治學家西瑞爾·諾斯古德·帕金森 (Cyril Northcote Parkinson) 經過長期的調查研究，出版了《帕金森定律》(Parkinson's Law)這一本書，帕金森經過多年調查研究，發現一個人做一

件事所耗費的時間會有大大的差別：他可以在 10 分鐘內看完一份報紙，也可以看半天；特別是在工作的時候，帕金森認為，工作會自動地膨脹，去佔滿一個人所有可使用的時間，如果時間充裕的話，他就會放慢工作的節奏或是增加其它事情以使用掉所有的時間 [10]。

舉例，你極力爭取任務 30 天，最後妥協成 25 天，現在你開始進行此任務，相當順利，你發現在 15 天之內完成，大部分的人會進行修改，不會提早交出，如果提早交出，當下依次遇到相似的專案時，主管可能會減少你的任務時間，認為你上次 15 天就可交出，這次也只需要 15 天，無論你如何解釋，上次是因為莫非出現的少，才使任務速度加快，主管會說：這次莫非也不會出現的，問題是，誰可以預知？

帕金森定律是時間管理中的一個概念，帕金森定律表明：只要還有時間，工作就會不斷擴展，直到用完所有的時間。這是傳統專案活動執行通常發生的情況，專案執行者大都傾向在每一專案活動預估期限中添加安全時間，即使專案執行者提前完成專案，也會等待專案活動完成底線時間才交付活動，使專案活動幾乎無法提早完成，甚至無法如期完成，個人工作都會有一定保留，存在一定的安全寬裕時間或者是隱藏的安全寬裕時間。

那麼在這種情況下，與學生症候群結合在一起，導致了很少出現專案提前完成或者專案活動提前完成的現象，而大多數都是專案延期、拖延甚至到中止，這是造成專案工期拖延的一個根本的原因，如何改進專案的時間(工期)的管理呢?如何根據人的特點，根據帕金森定律，根據學生症候群的工作習慣和特點，改進專案的管理呢？關鍵鏈就是針對以上情況的來做解決辦法，所以關鍵鏈和關鍵路徑法的區別是：關鍵路徑法是工作安排盡早開始，盡可能提前，而關鍵鏈是盡可能推遲，來消除學生症候群的工期拖延影響。

2.2.2 關鍵鏈法工期預估

為什麼工作(專案)做不完？為什麼事情總是填滿行程表？許許多多的問題常常浮現在我們心中，我們看似無力解決問題，但其實我們可以改變現狀，而改變的關鍵就在於，我們是否能弄清楚狀況，並下定決心做出改變。

專案的目標就是把專案準時且在預算內完成，不是讓員工忙碌，也不是讓員工加班，專案的目標就是完成專案；然而，由於專案通常不是一件獨立的作業，必須要靠許多人合力完成，所以這種情況下，如何有效且準時的完成專案，就變成一種挑戰！

專案為什麼延遲？有幾個原因，第一個原因就是大家都在預估的時間上加上保護時間，明明三天可以完成的，通常會回報四天，因為大家擔心過程中會發生意外，所以加入保護時間，就像預算如果可以的話，要儘量高估，以免要用錢的時候不夠，畢竟錢太多的問題比錢太少的問題好，然而高估的時間遇到「學生症候群」就會造成浪費，想想學生時代，作業總在最後一刻寫、考試總在最後一刻準備，這就是學生症候群，在專案管理中，我們把大專案切成小專案，然後給每個小專案完成時間，結果是大家常常把案子拖到最後一刻，無論加了多長的時間總是到最後一刻才作業，時限愈長，拖得就愈長，造成只要在結案期限前有意外發生，專案就會延遲！

第二個原因在於不良的多工作業，簡言之就是同時做太多事情，舉例而言，假設 A、B、C 三件事各需要十天完成，三件事由三個銷售人員交辦給一位工程師，在一般的狀況下，三個銷售人員都會不斷來關心自己案子的進度，所以工程師就必須不斷在案子上切換，假設三個銷售人員的案子一樣重要(或是三個都一樣有權勢不能得罪)，不斷切換的結果，三個案子的完成時間就會在第 28 天、第 29 天、第 30 天；但如果工程師堅持先完成一個再做下一個，則三個案子完成的時間會變為第 10 天、第 20 天、第 30 天，看出差別了嗎？在多工的情況下，所有案子的完成進度都會變得很緩慢，可是如果能堅持一件一件來，看似愚笨，卻能有效的縮短案子的交期，而且請不要忽略一點，不斷的切換還有換線的成本，在許多的案子中切換時，每次都必須重新熟悉，所以時間會拉得更長。

第三個原因在於提早完成不報告，假設一件案子預定十天完成，這次只花了六天，該不該報告完成了呢？大部份的情況是「NO」，原因是害怕自己會接到新的工作、想把工作再加工做得更好、或是害怕下次被要求以六天的時間完工！所以提早完成時，大部份的情況下我們不會回報，結果專案又被拖延了。

解決之道是什麼呢？過去，我們利用 CPM 來管理專案，CPM 中考慮專案中子任務的相依關係，但是在一個專案中，不只任務間具有相依性，資源間也具有相依性，所以同時考慮資源的相依性與任務的相依性，就可以重新定義出一種新的要徑，作者稱之為關鍵鏈，辨認出關鍵鏈就是改善的第一步，其次，將各別子任務需要的預估時間砍一半，以避免時間灌水的情況，接著將所有的緩衝時間放到任務的最後，此時，我們的關注重點不在各別任務是否準時完成，而在於整體任務是否準時完成，各別任務的完成需訂出明確標準，只要達到標準，就必須即刻交給下一個任務負責人，即使略有拖延，只要不要過份的消耗整體任務的緩衝，就不需要過份苛責，如此可避免灌水和完成不報告的問題；第三，在辨認出關鍵資源後，必須控制關鍵資源的負荷，既然沒有關鍵資源，任務就無法完成，而關鍵資源的產能有限，則多派任務也是沒用的，控制投入的負荷量，即可減少多工的問題。然而，以上談的都只是方法，最重要的仍然要回歸到系統的思考，了解系統的目的、辨認問題的成因、找出解決問題的關鍵點，不要落入過去的錯誤習慣中。

(1) 活動工期的 50% 時間來規劃時程

安排專案每一項活動(activity)所需資源，並預估專案活動的工期(duration)。預估時根據預定資源，要假設最理想的狀況，人員都是專職，不會有其他干擾，物料都可以如期到場，該上工報到的專案成員，也都會如期出現。最重要的是，預估工期不得加緩衝時間預防意外，而且還要採取只有 50% 機會可能完成的工期，意思是說大家拼拼看囉！

光是這一點，就會難倒所有人，這也是採用關鍵鏈，所需跨過的第一個關卡。你一定會問：世界上有可能那麼美好嗎？完全沒意外嗎？是的!!這世界當然不是那麼完美的，意外也一定是會發生的，採 50% 機會可以完成的工期，當然是風險很高，絕對要加些緩衝時間當預備，只是這

個緩衝不加在每一活動的工期上，而是統一加在最後，叫做專案緩衝 (project buffer)，專案緩衝可以多長呢？可以很長，根據一月份 PM Network 報導，大製藥廠 Eli Lilly 禮來公司就高達 50%，意思是說如果估出專案長度 6 個月，專案緩衝可以定 3 個月。

畫出專案網絡圖，安排實際參與專案人員，比對時間上是否有衝突；檢查有沒有那項資源有特別限制，譬如只能在特定時間才有空，或是只能使用多久，將限制資源都安排好後，找出關鍵路徑來，這一條已經完全考慮資源分配與限制的路徑，就稱為關鍵鏈。

關鍵鏈強調在放棄了每一活動預估的緩衝時間，可以減少大量浪費掉的緩衝時間，縮短專案總時程，傳統在活動上加緩衝的結果，只是讓緩衝時間被充分消耗掉，縮短每一活動工期，反而容易激起專案團隊的鬥志，挑戰 50% 的可能，留著足夠的專案緩衝，保護最後交期。

(2) 匯入緩衝

如果專案中有平行的前置活動，因為緊接著的後續活動必須等所有前置活動完工後才能開始，所以任一個平行的前置活動產生工期延誤，都有機會延遲關鍵鏈上的後續活動，因此關鍵鏈上的後續活動常會受到非關鍵鏈上，尤其是次關鍵鏈平行的前置活動的工期延誤影響，高德拉特 Goldratt [10] 關鍵鏈法就在非關鍵鏈匯入至關鍵鏈處放置了匯入緩衝，將安全時間統一管理，此作法可有效縮短專案時間，以預防關鍵鏈的任務受到非關鍵鏈任務的干擾，用來吸收非關鍵鏈上活動的延誤，保護關鍵鏈不受非關鍵鏈工期延誤的影響。

綜觀傳統專案管理的技術 PERT 與 CPM，其規劃與管理的方法經常無法符合專案時程、預算、設計內容的實際需求，關鍵鏈的技術落實限制理論的管理邏輯於專案管理，以克服有限資源限制和消除不良的工作心理進行專案時程的規劃，關鍵鏈方法的優點在於：運用了機率分佈的理論，考慮到了實際工作中人的心理因素對專案實施的影響，並採取了相應措施克服傳統 PERT 與 CPM 的工期過長、容易延誤的缺點。

在傳統的研究理論並沒有在 CPM 和 PERT 裡探討專案的匯入緩衝，但在關鍵鏈裡有特別提出專案匯入緩衝，因此我們採用抽樣模擬的方式來驗證 CPM 跟 PERT 有沒有匯入效應的產生。

第三章 研究方法

3.1 研究流程

本研究的程序如圖 2，我們訂出專題名稱後開始分工，而每一個組員都要找跟專案管理有關的書籍或論文，研究的流程在設立目標之後，大致可分為文獻探討以及實做研究兩個部分；藉由閱讀過去有關於匯入效應的文獻資料使我們更加深入的去了解專題的方向及研究方法；參考相關的資料後我們決定利用[棋子]來實際模擬研究，並經由我們的模擬資料來驗證文獻並加以討論，我們使用棋子來模擬工期，實際的用手抽的方式來抽取並加以記錄；經過我們多次的反覆抽取了之後再將我們的結果記錄下來，之後使用 Excel 來抽更多次數，之後再加以驗證匯入效應對整個工期結果的影響。

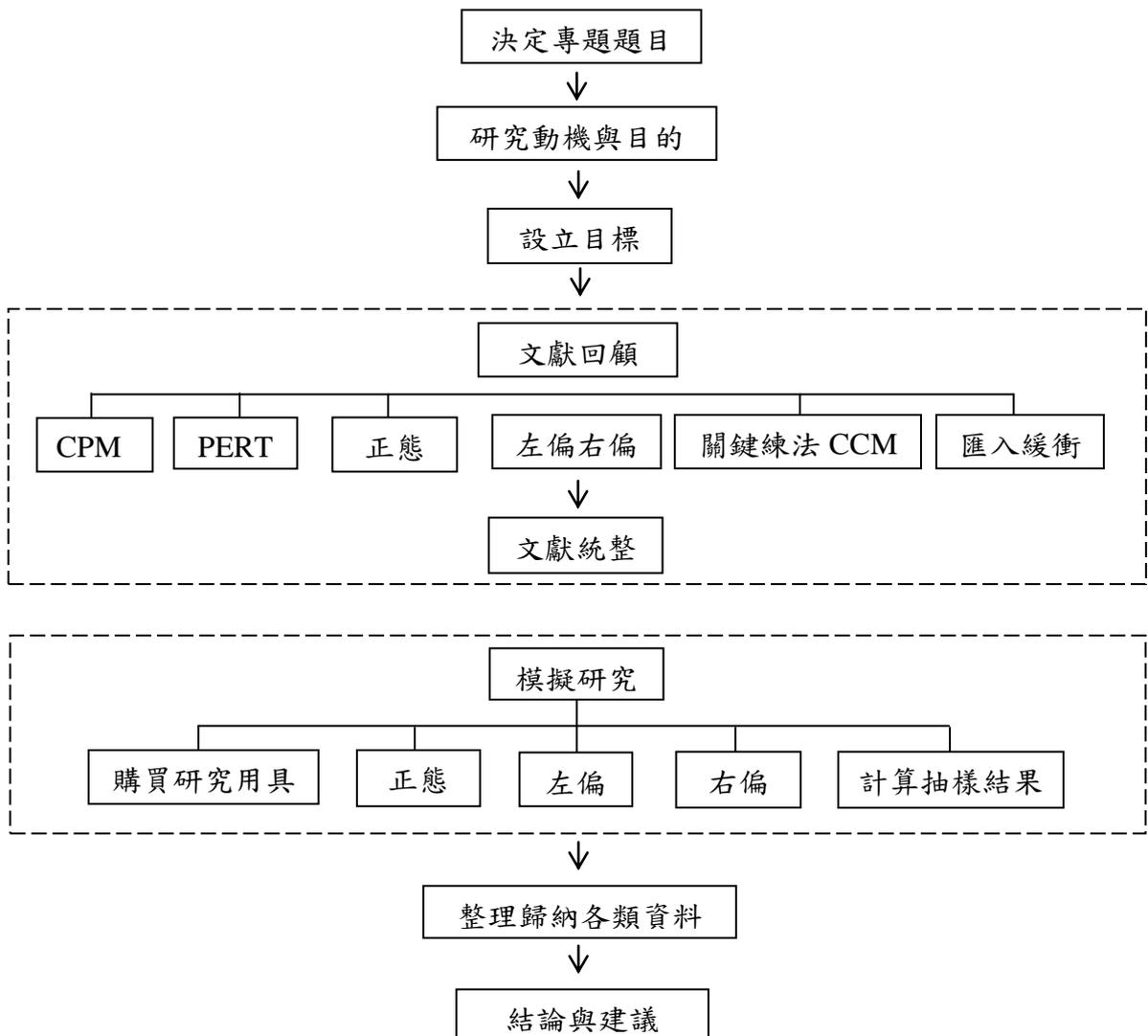


圖 2 研究流程圖

3.2 研究作法

本研究作法有三類不同的活動工期分配，分別稱為右偏、正態、和左偏分配(簡稱 R 分配、N 分配和 L 分配)，利用資料個數為 50 的母體(population)來代表活動工期分配，它們是假設在同樣工作環境下做同一活動，經過多次工期經驗，統計它們完成活動樂觀的工期 5 天、悲觀的工期 17 天、和最有可能的工期分別是：R 分配 8 天、N 分配 11 天和 L 分配 14 天，它們活動分配的平均值 μ ，分別是 9、10、11、12 和 13 天，據此分配特性，依次設計代表 R 分配、N 分配和 L 分配三種活動，其活動分配模擬如圖 3、圖 4 和圖 5 所示：

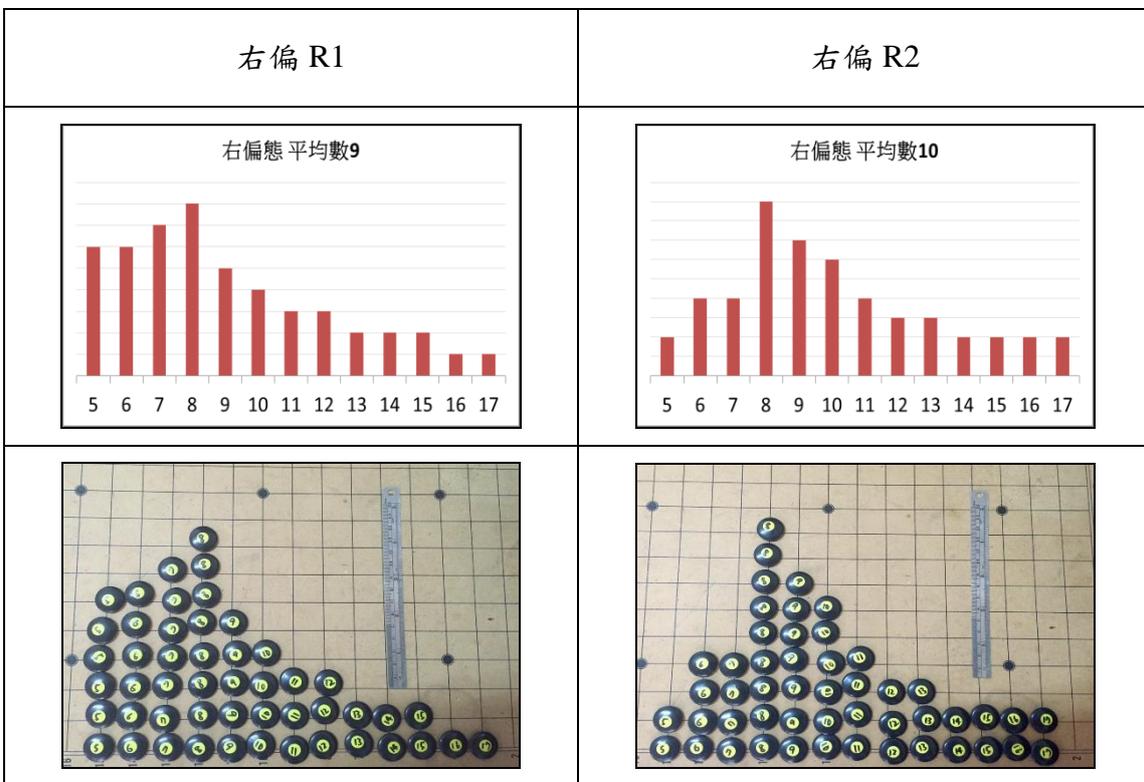


圖 3 R 分配活動示意圖

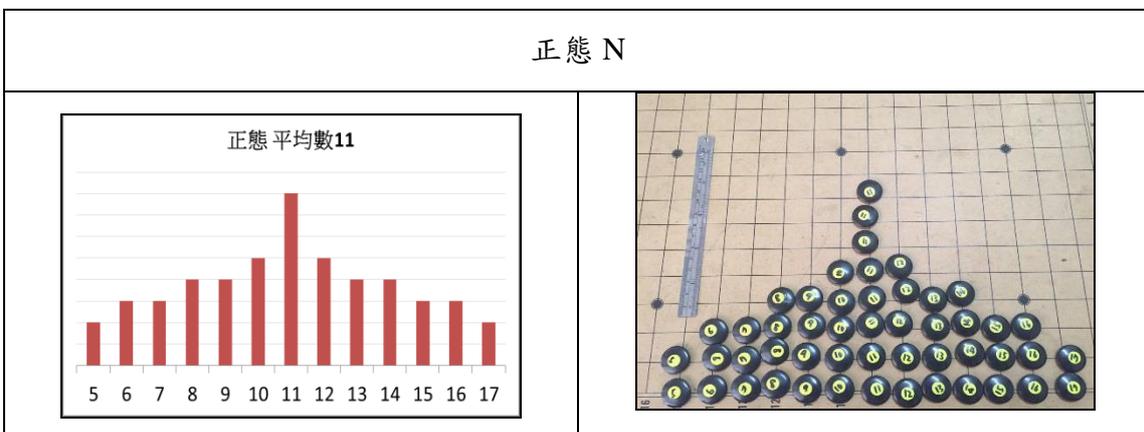


圖 4 N 分配活動示意圖

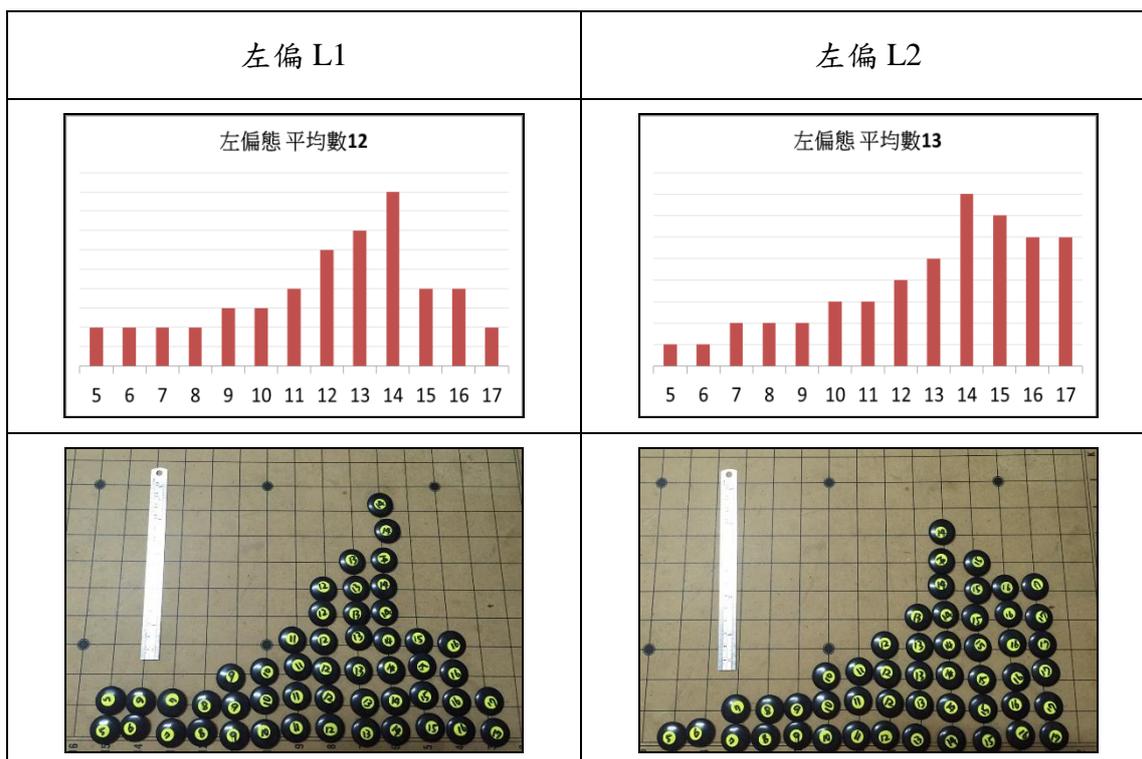


圖 5 L 分配活動示意圖

本研究設計由右偏、正態或左偏活動，組成一個二並行單活動加一後續活動的專案為抽樣模擬對象，利用隨機抽樣 60 次來模擬專案案例完工工期之統計量，將其結果與 CPM 和 PERT 的結果進行比較，分析活動工期的匯入效應對專案完工工期的影響。

3.3 研究假設

1. 本研究僅針對專案的活動工期和完工工期作探討，其他有關成本與品質則不予討論。
2. 本研究不予討論多工作業的效應和資源的不確定性的效應影響。
3. 本研究利用 PERT 計算的期望值或隨機抽樣計算 Beta 活動分配的平均值，來代表 50% 的活動預估工期，以改善學生症候群的效應。
4. 模擬專案案例的方式，在本研究定義為：以隨機抽樣 60 次與利用最早開始時間開始的方式，抽樣計算專案案例完工工期。

3.4 專案案例說明

3.4.1 PERT 估算專案案例

圖 6 中活動 1 和活動 2 為前置並行活動接著一個後續的活動 3，活動 1 和活動 2 必須做完才能接續的活動 3，活動 1 的活動是 N(正態)，N(正態)的 PERT 期望值為 11，活動 2 跟 3 的活動是 R(右偏)，R(右偏)的 PERT 期望值為 9。

活動 1 N(正態)最早開始時間是從 0 開始，而最早完成時間=最早開始時間+活動工期為 11 ($0+11=11$)，然而活動 2 的最早開始時間也是從 0 開始，最早完成時間為 9 ($0+9=9$)，因為活動 2 的最早完成時間小於活動 1，所以活動 3 的最早開始時間=活動 1 的最早完成時間為 11，最早完成時間為 20 ($11+9=20$)。

活動 3 最晚完工時間為 20，而最晚開始時間=最晚完工時間-活動工期為 11 ($20-9=11$)，活動 2 的最晚完成時間=標號 3 最晚開始時間為 11，最晚開始時間為 2 ($11-9=2$)，活動 2 的總寬裕時間=最晚完成時間-最早完成時間為 2 ($11-9=2$)，活動 1 的最晚完成時間=活動 3 最晚開始時間為 11，最晚開始時間為 0 ($11-11=0$)，而總寬裕時間為 0 ($11-11=0$)。

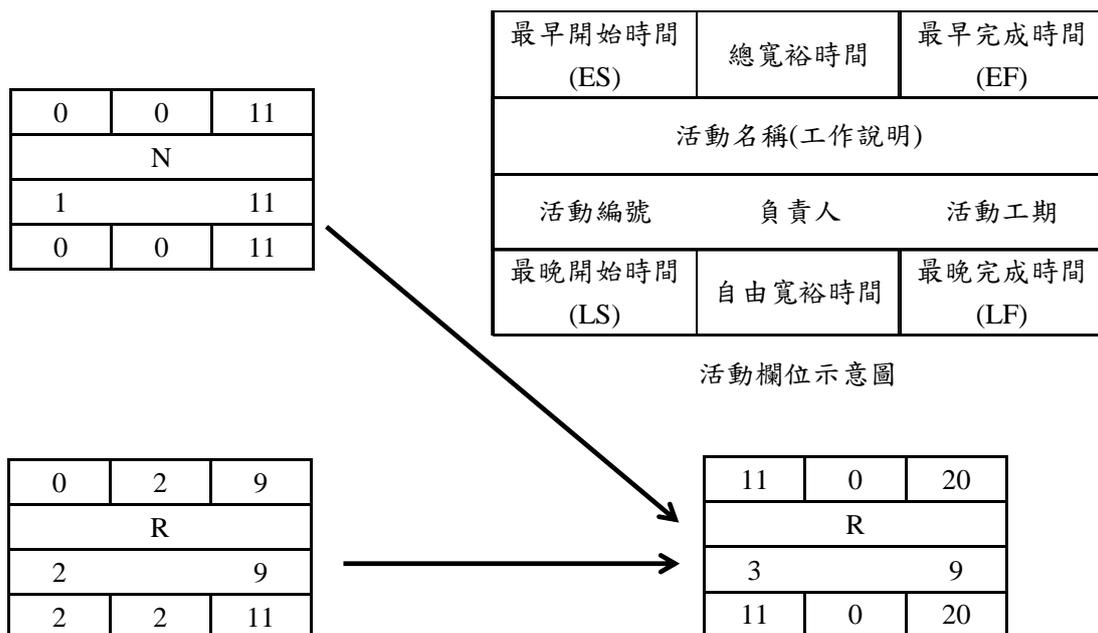


圖 6 N-R-R PERT 估算案例

3.4.2 CPM 估算專案案例

圖 7 中活動 1 和活動 2 為前置並行活動接著一個後續的活動 3，活動 1 和活動 2 必須做完才能接續的活動 3，活動 1 的活動是 R(右態)，R(右態)的 CPM 活動工期為眾數 8，活動 2 跟 3 的活動是 L(左態)，L(左態)的 CPM 活動工期為眾數為 14。

活動 1 R(右態)最早開始時間是從 0 開始，而最早完成時間=最早開始時間+活動工期為 8 ($0+8=8$)，活動 2 的最早開始時間也是從 0 開始，最早完成時間為 14 ($0+14=14$)，因為活動 1 的最早完成時間小於活動 2，所以活動 3 的最早開始時間=活動 2 的最早完成時間為 14，最早完成時間為 28 ($14+14=28$)。

活動 3 最晚完工時間為 28，而最晚開始時間=最晚完工時間-活動工期為 14 ($28-14=14$)，活動 2 的最晚完成時間=活動 3 最晚開始時間為 14，最晚開始時間為 0 ($14-14=0$)，活動 2 的總寬裕時間=最晚完成時間-最晚開始時間為 0 ($14-14=0$)，活動 1 的最晚完成時間=活動 3 最晚開始時間為 14，最晚開始時間為 6 ($14-8=6$)，而總寬裕時間為 6 ($14-8=6$)。

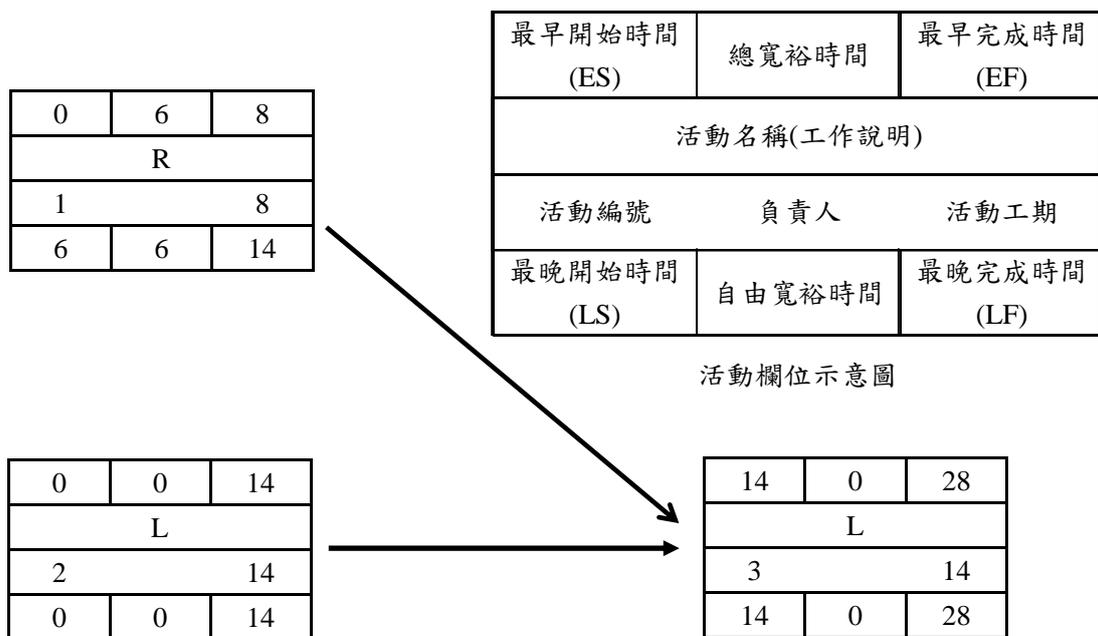


圖 7 R-L-L CPM 估算案例

3.4.3 抽樣模擬專案完工工期案例

圖 8 中活動 1 和活動 2 為並行活動接著一個後續活動 3，活動 1 和活動 2 必須做完才能接續活動 3，設定活動 1、2 的最早開始時間皆以 0 開始，利用隨機抽樣 60 次方式，計算 60 次抽樣的完工工期平均值，RLR 專案案例抽樣結果如圖 8 所示:活動 1 是 R 分配，利用 PERT 估算活動工期是 9，案例中抽樣得到活動工期是 10，所以活動 1 的最早開始時間為 0；而活動 2 是 L 分配，它的 PERT 估算活動工期是 13，案例中抽樣得到活動工期是 15，因此活動 B 的最早完成時間是 15；活動 3 是 R 分配，因為它是活動 1、2 的後續活動，所以它的最早開始時間是活動 1、2 的工期較大值 15，因活動 3 工期抽樣得到是 6，因此活動的最早完成時間是 21(15+6)，代表專案完工工期是 21 天。

活動 3 最晚完工時間為 21，而最晚開始時間=最晚完工時間-活動工期為 15 (21-6=15)，活動 1 的最晚完成時間=活動 3 最晚開始時間為 15，最晚開始時間為 5 (15-10=5)，活動 1 的總寬裕時間=最晚完成時間-最早完成時間為 5 (15-10=5)，活動 2 的最晚完成時間=活動 3 最晚開始時間為 15，最晚開始時間為 0 (15-15=0)，而總寬裕時間為 0 (15-15=0)。

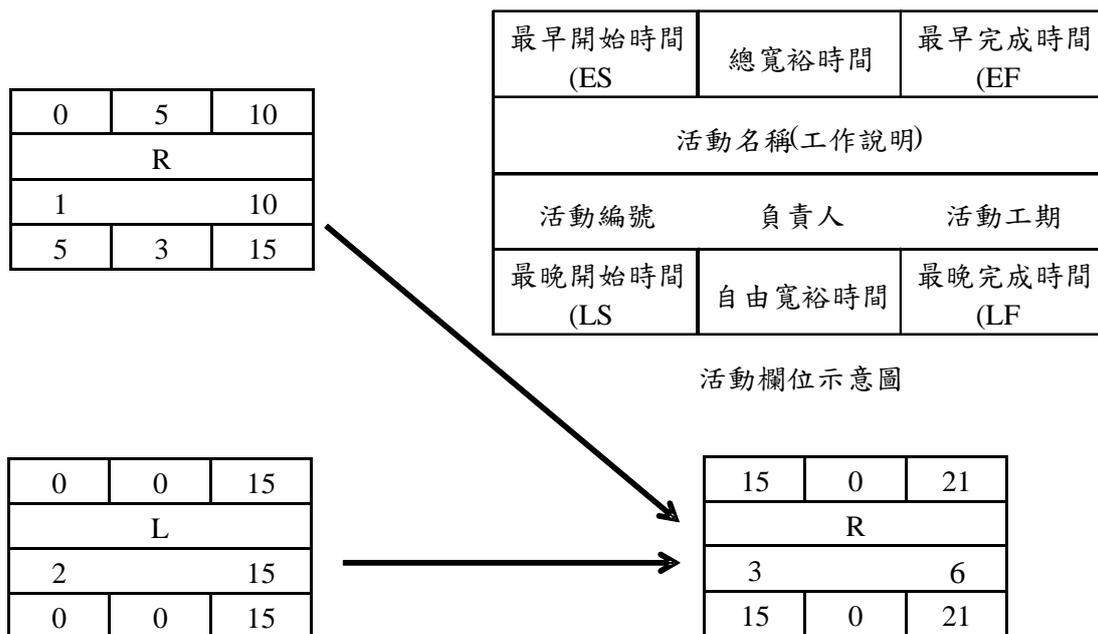


圖 8 R-L-R 抽樣模擬案例

3.4.4 抽樣模擬專案完工工期 EXCEL 估算說明

首先開啟 Excel 在右邊的地方還沒有資料分析四個字(如圖 9)所以要在左上角地方點取自定快速存取工作列裡的其他命令(如圖 10)，進去畫面之後，點取左邊增益集(如圖 11)，再選取分析工具箱-VBA 按執行，進去畫面之後在分析工具箱前打勾再按確定(如圖 12)，點選資料再選取資料分析(如圖 13)，進去畫面之後找到抽樣(如圖 14)，點選抽樣會用到的只有輸入範圍母體數、樣本數、輸出範圍三個(如圖 15)，首先點取輸入範圍旁邊的按鈕，之後將自己的母體數框起來共有 50 個，樣本數將會依使用著需求而改變，但 Excel 的抽樣一次只能抽一欄，選擇輸出的範圍，然後按下確定即可完成一個工作項目的抽樣，後面就以此類推；最後再利用公式運算出完工時間。

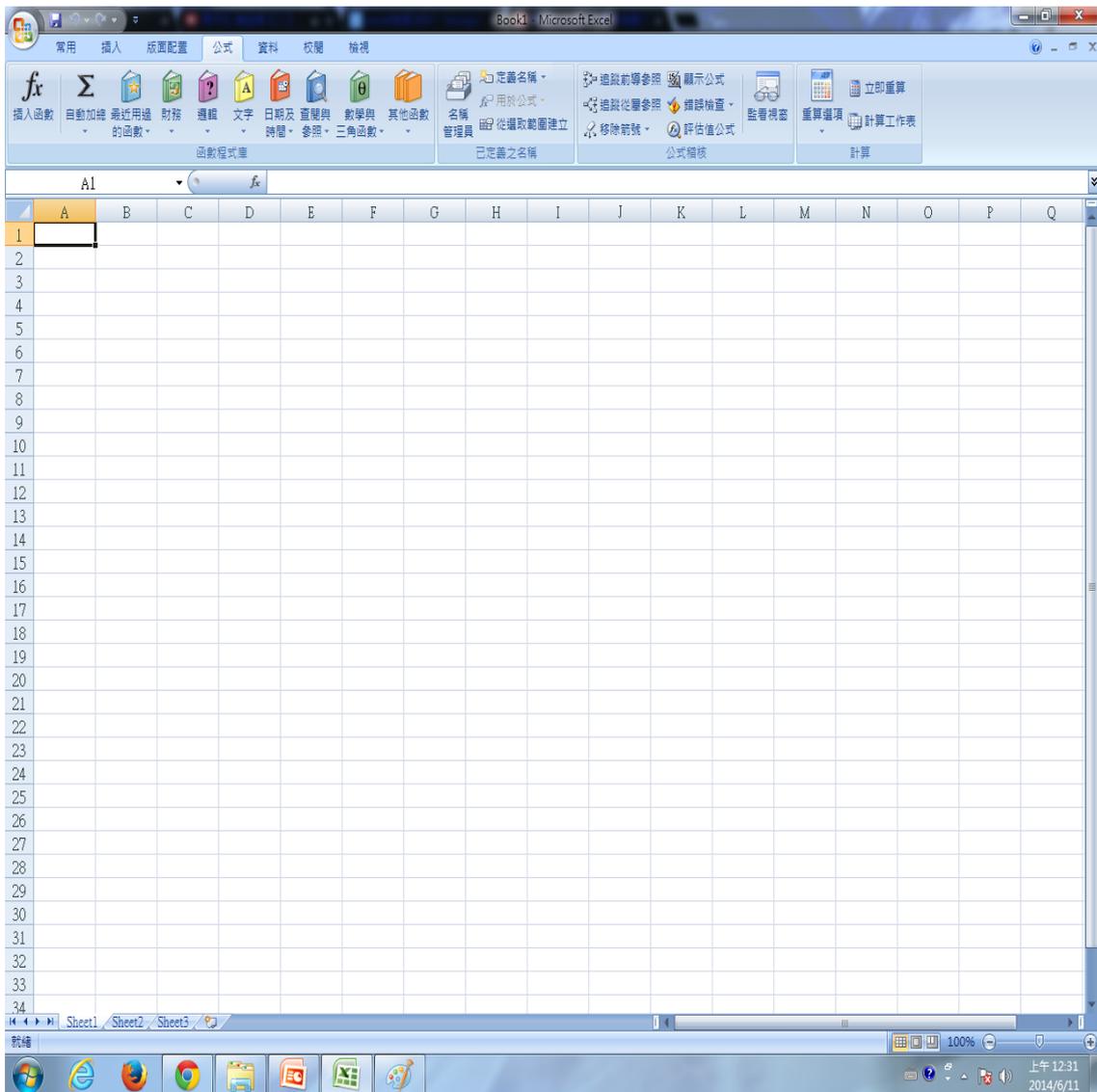


圖 9 EXCEL 抽樣模擬專案-步驟 1 開啟 EXCEL

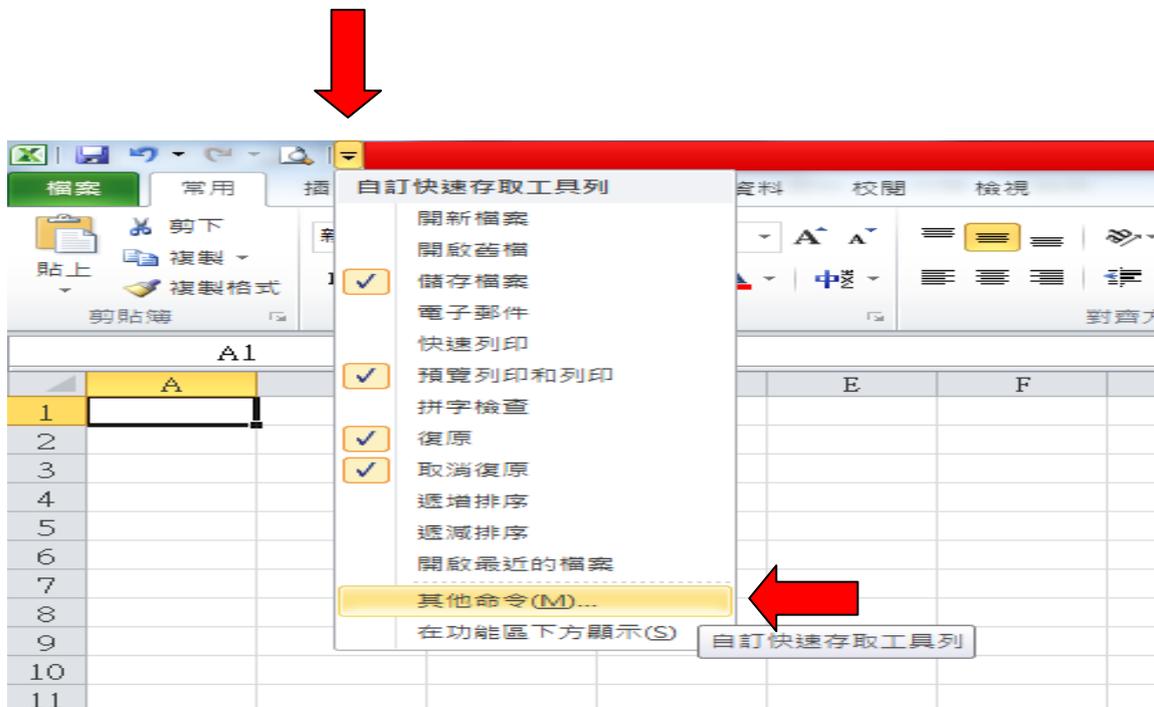


圖 10 EXCEL 抽樣模擬專案-步驟 2 點選自定快取工具列

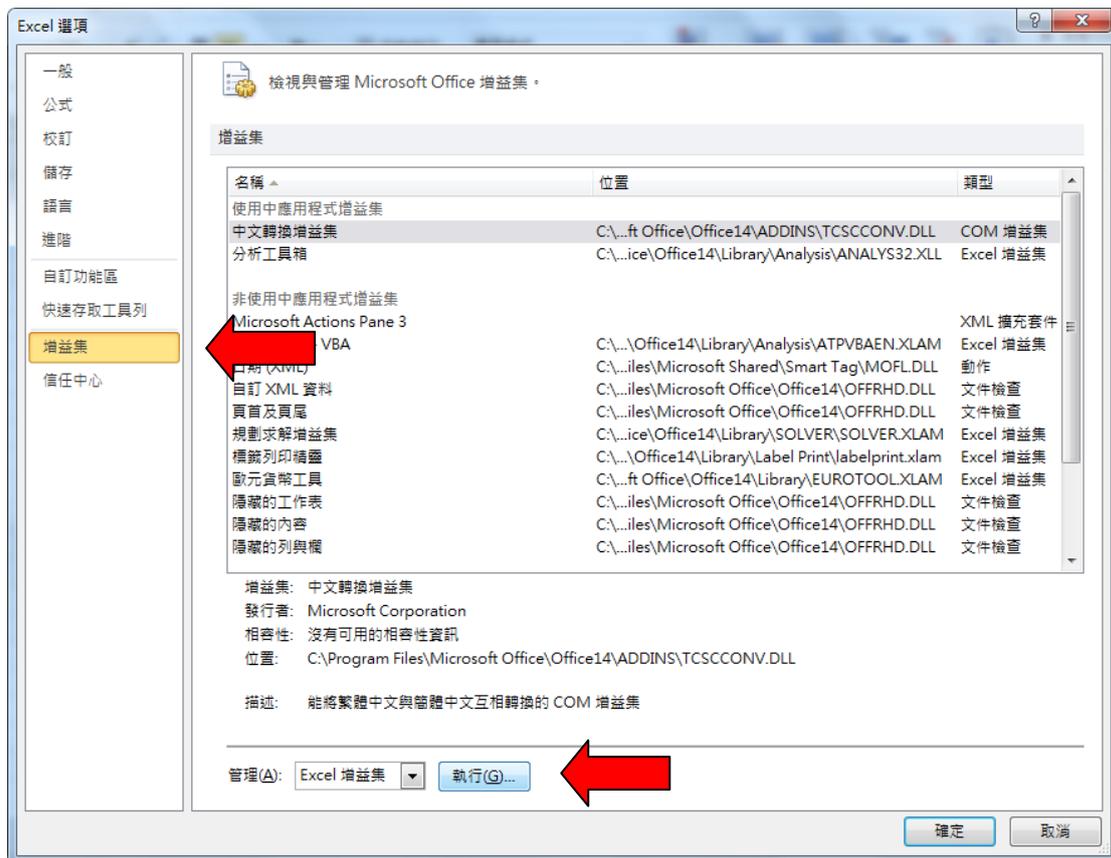


圖 11 EXCEL 抽樣模擬專案-步驟 3 點選增益集

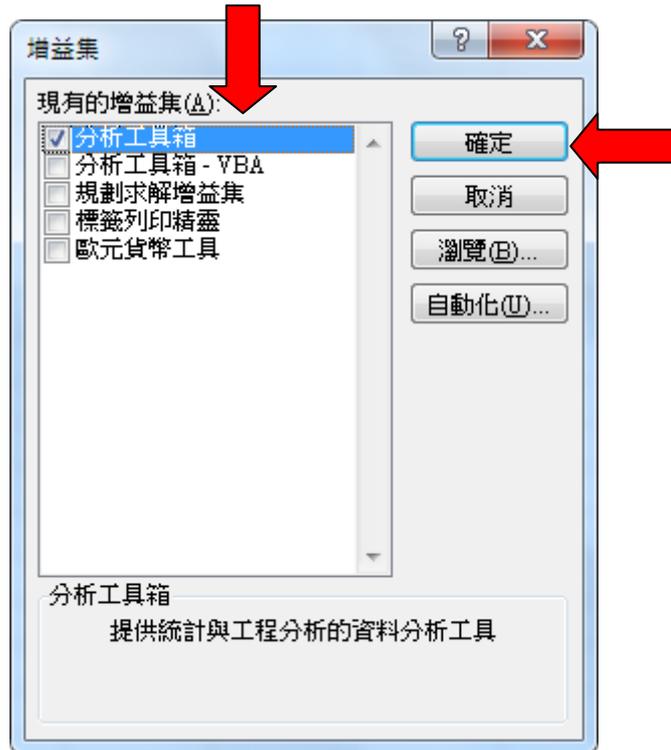


圖 12 EXCEL 抽樣模擬專案-步驟 4 選取分析工具箱

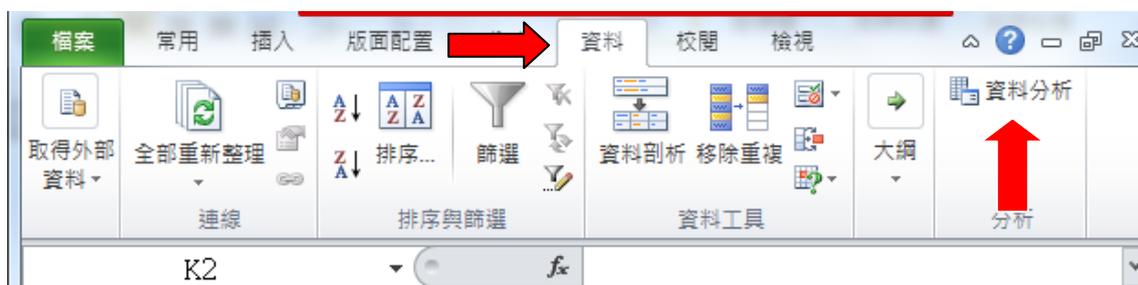


圖 13 EXCEL 抽樣模擬專案-步驟 5 點選資料分析

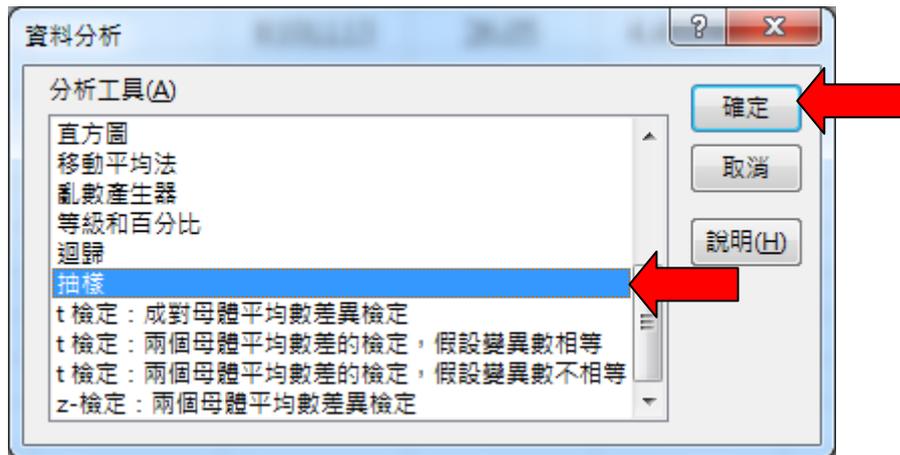


圖 14 EXCEL 抽樣模擬專案-步驟 6 選取抽樣



圖 15 EXCEL 抽樣模擬專案-步驟 7 做設定

第四章 結果與討論

4.1 模擬活動抽樣次數分析

本研究以隨機抽樣 60 次抽樣計算專案案例完工工期，是因為我們發現不論是抽 60 次，100 次、或 500 次它們的結果是收斂的，如下表 2 的分析結果就可以知道，其實只要抽 60 次就可滿足經濟和準確的需要了。

表 2 三個專案抽樣次數分析表

	60 次抽樣平均值	100 次抽樣平均值	500 次抽樣平均值
R1R1R1	20.75	20.05	19.79
NNN	23.25	24.23	23.87
L2L2L2	27.97	27.56	27.76

4.2 抽樣模擬活動與PERT和CPM三態模擬活動的結果比較

三種模擬活動的統計計算值與 PERT 和 CPM 計算結果如表 2 所示，三種不同活動分配，樂觀的工期 5 天、悲觀的工期 17 天、和最有可能的工期分別是：R 分配 8 天、N 分配 11 天和 L 分配 14 天，CPM 以最有可能的工期做為活動工期，分別是 8、11 和 14 天；以統計計算 R 分配、N 分配和 L 分配的三種抽樣 Beta 活動分配的平均值 μ ，分別是 9、10、11、12 和 13 天，標準差分別是 3.18、3.16、3.21、3.16 和 3.18 天，對應的 PERT 估算期望值，分別是 9、9、11、12 和 13 天，標準差均為 2 天。此結果說明雖然模擬活動分配與 PERT 都具有相同的活動“PERT 三時條件”（相同的樂觀、悲觀、和最有可能的工期），Beta 活動分配的平均值會因活動分配的偏斜度(skewness)而改變，只有正態活動分配不受影響，而同樣的，由於模擬活動分配的偏斜度影響，右偏和左偏分配的統計計算標準差則較 PERT 高。

表 3 抽樣模擬活動與 PERT 和 CPM 三態模擬活動比較表

	名稱	右偏 R		正態 N	左偏 L	
		R1	R2	N	L1	L2
CPM	眾數	8	8	11	14	14
PERT	期望值	9	9	11	13	13
	標準差	2	2	2	2	2
模擬抽樣	眾數	8	8	11	14	14
	平均數	9	10	11	12	13
	標準差	3.18	3.16	3.21	3.16	3.18

4.3 專案抽樣模擬與PERT和CPM的結果比較

專案案例，它是使用二個串聯右偏(R1 分配， $\mu=9$)活動，分別加入 R1 分配(眾數 8， $\mu=9$)、R2 分配(眾數 8， $\mu=10$)、N 分配(眾數 11， $\mu=11$)、L1 分配(眾數 14， $\mu=12$)和 L2 分配(眾數 14， $\mu=13$)的並行活動組成的專案案例，共有 ORR1、RRR1、R2RR1、NRR1、L1RR1 和 L2RR1 的六個專案案例，其中 ORR1 專案，利用單純二個串聯 R1 分配活動，組成一個無並行活動的基準專案，本研究以此 ORR1 專案為基準進行後續之比較分析，以探究以 ORR1 專案中分別加入 R1 分配、R2 分配、N 分配、L1 分配和 L2 分配並行活動後，並行活動的匯入效應對專案完工工期的影響。

如 3.4.3 節(抽樣模擬專案完工工期案例說明)所述，五個專案案例利用隨機抽樣 60 次，統計專案完工平均值與 PERT 和 CPM 預估結果如表 3 所示，ORR、R1RR、R2RR、NRR、L1RR 和 L2RR 等六個專案案例，它們抽樣完工工期平均值 μ ，分別是 18.3 天、20.85 天、20.9 天、21.73 天、22.18 天和 23.61 天；對應的 PERT 計算完工期望值分別是 18 天、18 天、18 天、20 天、21 天和 22 天；對應的 CPM 計算完工期望值分別是 16 天、16 天、16 天、19 天、22 天和 22 天。

以 ORR1 和 RRR1 這兩個專案我們發現多了 R1 完工平均值有明顯的增加，但 ORR1 和 RRR1 在 CPM 的完工期望值都均為 16 天和 PERT 完工期望值都均為 18 天，完全沒有影響，此結果說明了 PERT 和 CPM 技術不適用於並行活動的匯入效應計算，隨機抽樣方法證實：二右偏活動串聯所組成之 ORR1 專案，分別加入 R1 分配、R2 分配、N 分配、L1 分配、L2 分配並行活動後，並行活動的匯入效應對完工工期平均值 μ 都有顯著的增量，加入並行活動的平均工期越大造成匯入效應影響越大。

表 4 R1 專案案例抽樣模擬與 PERT 和 CPM 的結果比較表

CPM	名稱	ORR1	RRR1	R2RR1	NRR1	L1RR1	L2RR1
	完工期望值		16	16	16	19	22
PERT	完工期望值	18	18	18	20	22	22
	標準差	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82
模擬專案	完工平均值	18.3	20.75	20.9	21.73	22.18	23.61
	標準差	4.67	4.43	4.61	3.92	4.57	4.29

專案案例，它是使用二個串聯左偏(L2 分配， $\mu=13$)活動，分別加入 R1 分配(眾數 8， $\mu=9$)、R2 分配(眾數 8， $\mu=10$)、N 分配(眾數 11， $\mu=11$)、L1 分配(眾數 14， $\mu=12$)和 L2 分配(眾數 14， $\mu=13$)的並行活動組成的專案案例，共有 0LL、R1LL2、R2LL2、NLL2、L1LL2 和 LLL2 的六個專案案例，其中 0LL 專案，利用單純二個串聯 L 分配活動，組成一個無並行活動的基準專案，本研究以此 0LL 專案為基準進行後續之比較分析，以探究以 0LL 專案中分別加入 R1 分配、R2 分配、N 分配、L1 分配和 L2 分配並行活動後，並行活動的匯入效應對專案完工工期的影響。

如 3.4.3 節(抽樣模擬專案完工工期案例說明)所述，五個專案案例利用隨機抽樣 60 次，統計專案完工平均值與 PERT 和 CPM 預估結果如表 4 所示，0LL、R1LL2、R2LL2、NLL2、L1LL2 和 L2LL2 等六個專案案例，它們抽樣完工工期平均值 μ ，分別是 26.23 天、26.47 天、26.52 天、27.33、27.36 天和 27.96 天；對應的 PERT 計算完工期望值都是 26 天；對應的 CPM 計算完工期望值都是 28 天。

隨機抽樣方法證實:二左偏活動串聯所組成之 0LL2 專案(考量到 0LL2 為主關鍵路徑)，分別加入 R1 分配、R2 分配、N 分配、L1 分配、L2 分配並行活動後，並行活動的匯入效應對完工工期平均值 μ 都有顯著的增量，並行活動的寬裕時間越小造成的匯入效應就越大。

表 5 L2 專案案例抽樣模擬與 PERT 和 CPM 的結果比較表

CPM	名稱	0LL2	R1LL2	R2LL2	NLL2	L1LL2	L2LL2
		完工期望值	28	28	28	28	28
PERT	完工期望值	26	26	26	26	26	26
	標準差	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82
模擬專案	完工平均值	26.23	26.47	26.52	27.33	27.36	27.97
	標準差	3.90	4.83	4.33	3.96	3.21	2.95

第五章 結論

- (1) 本研究提出之隨機抽樣方法可以驗證並行活動的匯入效應
- (2) PERT 和 CPM 技術不適用於並行活動的匯入效應計算。
- (3) 並行活動對專案完工工期的平均值有顯著的匯入效應。
- (4) 加入並行活動工期的平均值越大匯入效應影響就越大，寬裕時間越小匯入的效應影響越大。

本研究使用由右偏、正態或左偏活動分配，組成一個二並行單活動加一後續活動的專案為抽樣模擬對象，以探究以 OLL(二左偏活動串聯所組成) 和 ORR(二右偏活動串聯所組成) 這兩個專案中分別加入 R 分配、N 分配或 L 分配並行活動後，並行活動的匯入效應對專案完工工期的影響，驗證了 PERT 和 CPM 技術不適用於並行活動的匯入效應計算，隨機抽樣模擬驗證了：並行活動工期的平均值是影響專案工期匯入效應的主因，加入並行活動的平均工期越大造成匯入效應影響越大，還有寬裕時間越小造成的匯入效應影響也越大。說明了並行活動的匯入效應對專案完工工期平均值有顯著的影響，且加入並行活動工期的寬裕時間越小匯入的效應就越大，本研究結果可以應用於關鍵鍊專案管理，針對專案匯入緩衝的大小提供參考。

參考文獻

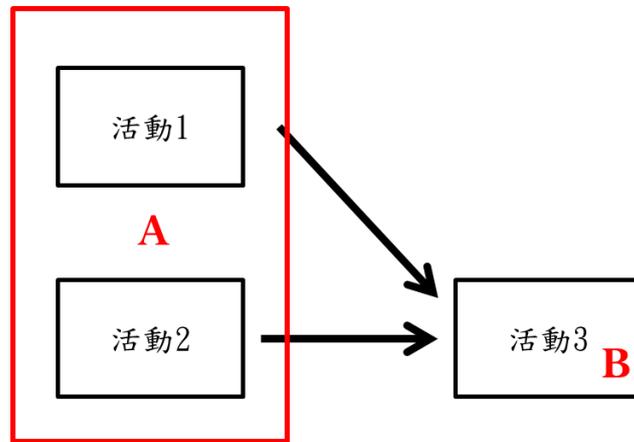
中文文獻

- [1] 張盛鴻與宋南豪與杜瑩，應用關鍵鏈方法建立穩健專案管理系統，2006。
- [2] 廣兼修，世界第一簡單專案管理，世茂，2014。
- [3] 黃偉，「計畫評審技術(PERT)」，系統工程與電子技術，第一期，第36~38頁，西元1979年。
- [4] 黃靖媛，「應用關鍵鏈專案排程技術於民用航空器發動機維修業之排程規畫」，國立交通大學運輸科技與管理學研究所論文，西元2004年。

英文文獻

- [5] PMI (Project Management Institute) , PMBOK: Project management body of knowledge, 2013 (PMI Press).
- [6] Goldratt, E. M., “Critical Chain”, The North River Press, 1997a. °
- [7] Street, I. S. (2000), “The pitfalls of CPM scheduling on construction projects”, Cost Engineering, 42, 8,PP. 35-37.
- [8] Newbold, R.C., Project Management in the First Lane: “ Applying the Theory of Constraints”, St. Lucie Press, Boca Raton, Florida. 1998.
- [9] <http://baike.baidu.com/view/133808.htm>
- [10] Goldratt, E. M., “ Project Management the TOC Way”, The North River Press, 1997b.
- [11] Leach, Lawrence P. , “Critical chain project management”, Artech House Inc. 2000
- [12] Newbold, Robert C. , “Project Management in Fast Lane - Applying the Theory of Constraints”, St.Lucie Press. 1998.

附錄



EXCEL 程式模擬抽樣

表 A 1 RRR9 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣

抽樣次數	A		B	A 完工時間	A+B	工期平均	標準差
	R9	R9	R9		可能完成工期		
1	10	10	5	10	15	20.85	4.463
2	8	15	10	15	25		
3	5	12	7	12	19		
4	14	8	8	14	22		
5	6	10	5	10	15		
6	13	7	7	13	20		
7	10	11	10	11	21		
8	13	12	10	13	23		
9	5	5	12	5	17		
10	10	9	8	10	18		
11	12	11	7	12	19		
12	17	11	9	17	26		
13	10	15	7	15	22		
14	6	8	15	8	23		
15	6	6	7	6	13		
16	12	5	7	12	19		
17	6	8	7	8	15		
18	8	15	13	15	28		
19	7	14	11	14	25		
20	8	7	9	8	17		
21	9	8	13	9	22		
22	10	16	11	16	27		
23	5	6	17	6	23		
24	12	9	8	12	20		
25	15	5	12	15	27		
26	9	10	6	10	16		
27	8	9	14	9	23		
28	7	10	5	10	15		

29	11	9	5	11	16		
30	6	17	10	17	27		
31	7	15	10	15	25		
32	5	16	12	16	28		
33	15	5	6	15	21		
34	8	6	13	8	21		
35	5	7	7	7	14		
36	7	15	7	15	22		
37	10	8	7	10	17		
38	8	6	5	8	13		
39	9	11	8	11	19		
40	13	10	8	13	21		
41	12	7	5	12	17		
42	16	6	7	16	23		
43	8	8	13	8	21		
44	15	13	12	15	27		
45	7	5	16	7	23		
46	5	5	7	5	12		
47	8	5	15	8	23		
48	14	11	5	14	19		
49	15	7	5	15	20		
50	12	13	11	13	24		
51	10	7	17	10	27		
52	16	5	9	16	25		
53	7	14	8	14	22		
54	8	15	12	15	27		
55	16	16	15	16	31		
56	8	5	9	8	17		
57	8	8	8	8	16		
58	7	8	8	8	16		
59	6	8	11	8	19		
60	10	9	7	10	17		

表 A 2 R10RR9 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣

抽樣 次數	A		B	A 完工時間	A+B	工期平均	標準差
	R10	R9	R9		可能完成工期		
1	17	5	6	17	23	20.85	4.4303
2	11	13	15	13	28		
3	17	10	7	17	24		
4	10	9	6	10	16		
5	8	10	6	10	16		
6	8	7	7	8	15		
7	8	16	16	16	32		
8	11	8	6	11	17		
9	14	15	8	15	23		
10	6	6	7	6	13		
11	13	7	5	13	18		
12	6	9	5	9	14		
13	8	15	12	15	27		
14	16	10	13	16	29		
15	17	6	7	17	24		
16	8	7	8	8	16		
17	12	7	7	12	19		
18	9	5	12	9	21		
19	10	12	6	12	18		
20	6	5	9	6	15		
21	17	5	7	17	24		
22	5	7	12	7	19		
23	8	12	10	12	22		
24	8	6	8	8	16		
25	11	7	10	11	21		
26	10	11	8	11	19		
27	9	7	5	9	14		
28	9	5	15	9	24		
29	8	9	9	9	18		
30	9	5	8	9	17		
31	10	5	6	10	16		
32	13	5	14	13	27		
33	13	9	7	13	20		
34	9	7	8	9	17		
35	12	5	5	12	17		
36	13	16	7	16	23		
37	8	6	15	8	23		
38	8	6	8	8	16		

39	8	11	10	11	21		
40	17	5	10	17	27		
41	7	14	7	14	21		
42	10	16	8	16	24		
43	10	7	7	10	17		
44	13	9	8	13	21		
45	14	5	11	14	25		
46	12	11	13	12	25		
47	9	16	8	16	24		
48	9	10	9	10	19		
49	15	8	6	15	21		
50	7	16	9	16	25		
51	16	17	10	17	27		
52	10	7	16	10	26		
53	7	9	9	9	18		
54	14	12	8	14	22		
55	15	9	14	15	29		
56	10	13	13	13	26		
57	8	5	7	8	15		
58	13	12	7	13	20		
59	11	6	7	11	18		
60	7	7	12	7	19		

表 A 3 N11RR9 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣

抽樣 次數	A		B	A 完工時間	A+B	工期平均	標準差
	N11	R9	R9		可能完成工期		
1	12	5	16	12	28	21.73333	3.9152
2	16	15	7	16	23		
3	10	17	7	17	24		
4	14	15	10	15	25		
5	13	7	8	13	21		
6	9	8	10	9	19		
7	9	17	7	17	24		
8	17	14	10	17	27		
9	14	9	6	14	20		
10	15	7	10	15	25		
11	16	5	7	16	23		
12	17	6	5	17	22		
13	14	11	6	14	20		
14	12	7	6	12	18		
15	17	6	7	17	24		
16	14	10	14	14	28		
17	6	9	8	9	17		
18	14	10	8	14	22		
19	7	10	12	10	22		
20	10	10	6	10	16		
21	13	8	11	13	24		
22	10	6	11	10	21		
23	17	8	6	17	23		
24	7	5	12	7	19		
25	9	14	17	14	31		
26	12	14	7	14	21		
27	11	11	9	11	20		
28	17	15	5	17	22		
29	16	9	9	16	25		
30	9	6	10	9	19		
31	7	7	12	7	19		
32	12	14	10	14	24		
33	10	7	5	10	15		
34	14	15	6	15	21		
35	7	5	11	7	18		
36	14	13	17	14	31		
37	12	8	9	12	21		
38	12	8	11	12	23		
39	17	14	5	17	22		
40	8	5	7	8	15		
41	17	7	10	17	27		
42	15	7	6	15	21		
43	10	6	7	10	17		
44	11	11	13	11	24		
45	10	9	13	10	23		

46	16	5	12	16	28		
47	8	8	5	8	13		
48	12	5	13	12	25		
49	7	8	8	8	16		
50	12	17	5	17	22		
51	14	5	15	14	29		
52	7	9	7	9	16		
53	11	9	10	11	21		
54	8	6	7	8	15		
55	11	10	8	11	19		
56	11	14	7	14	21		
57	10	10	13	10	23		
58	11	5	10	11	21		
59	10	10	11	10	21		
60	11	5	9	11	20		

表 A 4 L12RR9 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣

抽樣 次數	A		B	A 完工時間	A+B	工期平均	標準差
	L12	R9	R9		可能完成工期		
1	16	7	17	16	33	22.18333	4.5734
2	11	9	8	11	19		
3	11	13	17	13	30		
4	10	11	12	11	23		
5	10	15	8	15	23		
6	14	6	5	14	19		
7	10	6	6	10	16		
8	11	9	8	11	19		
9	13	13	9	13	22		
10	9	9	8	9	17		
11	15	11	13	15	28		
12	16	9	15	16	31		
13	11	8	7	11	18		
14	14	8	17	14	31		
15	14	12	9	14	23		
16	13	14	6	14	20		
17	12	6	14	12	26		
18	13	7	8	13	21		
19	14	7	7	14	21		
20	14	13	6	14	20		
21	13	7	5	13	18		
22	10	15	10	15	25		
23	11	6	9	11	20		
24	16	7	9	16	25		
25	12	17	11	17	28		
26	10	17	11	17	28		
27	6	5	7	6	13		
28	10	14	13	14	27		
29	7	13	10	13	23		
30	9	9	6	9	15		
31	13	5	6	13	19		
32	13	8	5	13	18		
33	15	11	6	15	21		
34	12	11	8	12	20		
35	15	8	8	15	23		
36	16	11	5	16	21		
37	8	7	7	8	15		
38	14	10	6	14	20		
39	14	8	6	14	20		
40	6	8	12	8	20		
41	13	11	15	13	28		
42	10	15	7	15	22		
43	12	10	11	12	23		
44	15	7	13	15	28		
45	15	8	8	15	23		

46	5	5	10	5	15		
47	14	8	12	14	26		
48	16	6	10	16	26		
49	14	6	8	14	22		
50	13	5	7	13	20		
51	10	5	17	10	27		
52	17	5	6	17	23		
53	9	7	10	9	19		
54	11	7	7	11	18		
55	16	14	11	16	27		
56	16	12	12	16	28		
57	13	13	14	13	27		
58	12	7	5	12	17		
59	10	5	6	10	16		
60	5	6	11	6	17		

表 A 5 L13RR9 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣

抽樣 次數	A		B	A 完工時間	A+B	工期平均	標準差
	L13	R9	R9		可能完成工期		
1	17	8	15	17	32	23.61667	4.286
2	16	10	12	16	28		
3	11	6	13	11	24		
4	17	6	11	17	28		
5	15	10	15	15	30		
6	14	16	13	16	29		
7	14	5	7	14	21		
8	17	12	12	17	29		
9	13	6	8	13	21		
10	11	13	5	13	18		
11	15	10	10	15	25		
12	11	7	15	11	26		
13	16	10	6	16	22		
14	17	7	9	17	26		
15	17	12	12	17	29		
16	13	7	12	13	25		
17	13	12	12	13	25		
18	11	9	17	11	28		
19	16	7	8	16	24		
20	13	10	8	13	21		
21	14	8	6	14	20		
22	14	12	12	14	26		
23	16	8	11	16	27		
24	12	12	10	12	22		
25	11	14	7	14	21		
26	13	9	15	13	28		
27	14	5	7	14	21		
28	13	7	8	13	21		
29	9	8	5	9	14		
30	14	6	13	14	27		
31	12	16	12	16	28		
32	12	10	9	12	21		
33	16	7	6	16	22		
34	17	6	12	17	29		
35	7	11	10	11	21		
36	17	7	10	17	27		
37	10	5	7	10	17		
38	15	8	11	15	26		
39	11	15	6	15	21		
40	10	9	6	10	16		
41	16	7	8	16	24		
42	10	8	5	10	15		
43	13	6	9	13	22		
44	5	7	13	7	20		
45	14	9	6	14	20		

46	16	9	12	16	28		
47	12	9	16	12	28		
48	14	12	5	14	19		
49	14	11	15	14	29		
50	9	7	9	9	18		
51	14	11	8	14	22		
52	16	12	8	16	24		
53	14	13	8	14	22		
54	14	15	6	15	21		
55	15	6	9	15	24		
56	17	11	13	17	30		
57	12	6	5	12	17		
58	14	7	15	14	29		
59	8	7	8	8	16		
60	16	6	7	16	23		

表 A 6 RRR10 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣

抽樣 次數	A		B	A 完工時間	A+B	工期平均	標準差
	R10	R10	R10		可能完成工期		
1	7	11	12	11	23	22.21667	4.0501
2	12	8	13	12	25		
3	13	8	8	13	21		
4	11	17	9	17	26		
5	12	10	9	12	21		
6	8	16	10	16	26		
7	9	9	8	9	17		
8	9	9	6	9	15		
9	9	15	7	15	22		
10	11	8	7	11	18		
11	10	9	17	10	27		
12	11	9	14	11	25		
13	8	6	10	8	18		
14	8	15	11	15	26		
15	8	10	9	10	19		
16	6	9	8	9	17		
17	10	15	10	15	25		
18	10	13	8	13	21		
19	12	15	8	15	23		
20	11	8	16	11	27		
21	8	11	7	11	18		
22	8	15	8	15	23		
23	9	14	8	14	22		
24	17	11	10	17	27		
25	14	9	12	14	26		
26	9	11	12	11	23		
27	11	10	9	11	20		
28	11	8	11	11	22		
29	10	6	8	10	18		
30	15	5	8	15	23		
31	13	11	8	13	21		
32	5	9	8	9	17		
33	11	8	11	11	22		
34	11	9	14	11	25		
35	5	8	11	8	19		
36	5	10	17	10	27		
37	12	6	11	12	23		
38	16	9	8	16	24		
39	9	7	7	9	16		
40	15	10	14	15	29		
41	7	7	12	7	19		
42	5	10	11	10	21		
43	12	7	6	12	18		
44	11	17	8	17	25		
45	10	11	8	11	19		

46	8	9	5	9	14		
47	6	17	17	17	34		
48	9	9	16	9	25		
49	5	9	16	9	25		
50	8	8	6	8	14		
51	11	8	13	11	24		
52	16	11	9	16	25		
53	14	7	13	14	27		
54	15	11	9	15	24		
55	8	9	10	9	19		
56	16	10	9	16	25		
57	7	11	6	11	17		
58	13	14	15	14	29		
59	9	12	11	12	23		
60	9	9	10	9	19		

表 A 7 R9RR10 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣

抽樣 次數	A		B	A 完工時間	A+B	工期平均	標準差
	R9	R10	R10		可能完成工期		
1	12	7	8	12	20	20.71667	3.9753
2	6	7	10	7	17		
3	6	13	10	13	23		
4	9	17	9	17	26		
5	8	6	8	8	16		
6	17	7	8	17	25		
7	16	7	7	16	23		
8	7	7	8	7	15		
9	5	7	9	7	16		
10	17	5	8	17	25		
11	13	8	8	13	21		
12	7	13	12	13	25		
13	7	8	9	8	17		
14	10	8	10	10	20		
15	5	16	9	16	25		
16	9	11	15	11	26		
17	14	8	9	14	23		
18	9	6	10	9	19		
19	7	8	13	8	21		
20	14	6	7	14	21		
21	15	15	8	15	23		
22	7	6	6	7	13		
23	13	11	8	13	21		
24	10	9	10	10	20		
25	5	10	6	10	16		
26	5	5	7	5	12		
27	5	16	10	16	26		
28	6	10	7	10	17		
29	5	9	8	9	17		
30	12	7	9	12	21		
31	8	12	8	12	20		
32	7	6	17	7	24		
33	13	10	13	13	26		
34	11	6	8	11	19		
35	6	5	11	6	17		
36	11	11	6	11	17		
37	8	10	10	10	20		
38	7	5	11	7	18		

39	7	8	15	8	23		
40	12	9	9	12	21		
41	10	15	8	15	23		
42	11	13	7	13	20		
43	7	7	16	7	23		
44	7	13	7	13	20		
45	13	9	5	13	18		
46	11	8	9	11	20		
47	9	8	16	9	25		
48	10	17	7	17	24		
49	7	17	7	17	24		
50	7	10	13	10	23		
51	8	8	6	8	14		
52	12	10	14	12	26		
53	6	10	7	10	17		
54	9	14	9	14	23		
55	6	9	15	9	24		
56	16	14	17	16	33		
57	7	8	9	8	17		
58	6	6	9	6	15		
59	6	8	8	8	16		
60	8	10	13	10	23		

表 A 8 N11RR10 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣

抽樣 次數	A		B	A 完工時間	A+B	工期平均	標準差
	N11	R10	R10		可能完成工期		
1	13	16	9	16	25	22.45	4.193
2	11	10	8	11	19		
3	9	17	9	17	26		
4	11	10	7	11	18		
5	14	16	12	16	28		
6	12	13	8	13	21		
7	14	14	14	14	28		
8	10	15	17	15	32		
9	10	8	14	10	24		
10	11	7	9	11	20		
11	15	8	9	15	24		
12	11	8	15	11	26		
13	6	14	15	14	29		
14	16	6	6	16	22		
15	15	8	9	15	24		
16	9	7	5	9	14		
17	6	11	7	11	18		
18	12	7	14	12	26		
19	13	7	7	13	20		
20	12	8	10	12	22		
21	16	10	8	16	24		
22	11	15	14	15	29		
23	16	15	14	16	30		
24	9	5	14	9	23		
25	6	7	9	7	16		
26	17	13	10	17	27		
27	11	11	9	11	20		
28	8	13	7	13	20		
29	5	10	15	10	25		
30	5	14	9	14	23		
31	13	8	5	13	18		
32	16	7	11	16	27		
33	16	8	8	16	24		
34	15	5	8	15	23		
35	15	9	12	15	27		
36	8	11	16	11	27		
37	15	13	9	15	24		
38	12	13	5	13	18		
39	14	6	13	14	27		
40	11	5	11	11	22		
41	14	6	8	14	22		
42	13	12	9	13	22		
43	12	9	6	12	18		
44	8	6	6	8	14		
45	11	6	8	11	19		

46	8	7	10	8	18		
47	6	13	10	13	23		
48	6	10	11	10	21		
49	15	6	8	15	23		
50	12	9	15	12	27		
51	11	10	7	11	18		
52	12	16	11	16	27		
53	9	11	11	11	22		
54	7	8	9	8	17		
55	7	12	12	12	24		
56	8	10	6	10	16		
57	7	14	6	14	20		
58	7	8	5	8	13		
59	12	8	10	12	22		
60	8	8	13	8	21		

表 A 9 L12RR10 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣

抽樣 次數	A		B	A 完工時間	A+B	工期平均	標準差
	L12	R10	R10		可能完成工期		
1	15	8	13	15	28	22.46667	2.8952
2	14	8	13	14	27		
3	10	10	8	10	18		
4	14	12	9	14	23		
5	9	8	13	9	22		
6	15	17	10	17	27		
7	14	12	8	14	22		
8	15	8	9	15	24		
9	13	12	8	13	21		
10	16	11	11	16	27		
11	17	11	7	17	24		
12	15	8	8	15	23		
13	5	8	16	8	24		
14	8	14	9	14	23		
15	14	13	9	14	23		
16	11	8	13	11	24		
17	9	9	13	9	22		
18	12	16	9	16	25		
19	12	8	9	12	21		
20	14	5	7	14	21		
21	10	13	10	13	23		
22	7	10	9	10	19		
23	11	6	10	11	21		
24	13	7	8	13	21		
25	13	8	6	13	19		
26	12	15	12	15	27		
27	5	9	17	9	26		
28	12	9	8	12	20		
29	14	6	5	14	19		
30	5	10	15	10	25		
31	12	9	8	12	20		
32	9	10	11	10	21		
33	17	8	6	17	23		
34	13	9	8	13	21		
35	6	8	14	8	22		
36	12	12	10	12	22		
37	5	9	6	9	15		
38	16	8	8	16	24		
39	12	13	11	13	24		
40	12	9	17	12	29		
41	12	15	8	15	23		
42	15	10	8	15	23		
43	15	14	6	15	21		
44	6	11	12	11	23		
45	6	11	10	11	21		

46	14	16	9	16	25		
47	9	8	6	9	15		
48	13	10	8	13	21		
49	14	8	8	14	22		
50	13	8	10	13	23		
51	11	13	13	13	26		
52	7	6	10	7	17		
53	8	10	12	10	22		
54	11	6	13	11	24		
55	15	8	11	15	26		
56	12	10	8	12	20		
57	9	6	9	9	18		
58	12	7	11	12	23		
59	10	14	11	14	25		
60	12	9	8	12	20		

表 A 10 L13RR10 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣

抽樣 次數	A		B	A 完工時間	A+B	工期平均	標準差
	L13	R10	R10		可能完成工期		
1	17	6	16	17	33	24.5	4.0353
2	7	13	9	13	22		
3	14	9	12	14	26		
4	15	11	11	15	26		
5	10	8	10	10	20		
6	17	5	11	17	28		
7	15	11	8	15	23		
8	14	9	9	14	23		
9	17	8	13	17	30		
10	10	10	9	10	19		
11	15	8	13	15	28		
12	14	8	11	14	25		
13	15	8	17	15	32		
14	17	11	8	17	25		
15	16	9	16	16	32		
16	6	8	14	8	22		
17	14	7	14	14	28		
18	12	10	10	12	22		
19	16	10	16	16	32		
20	14	10	9	14	23		
21	12	10	11	12	23		
22	9	10	6	10	16		
23	15	16	9	16	25		
24	10	12	10	12	22		
25	17	6	15	17	32		
26	9	6	7	9	16		
27	8	6	9	8	17		
28	16	16	13	16	29		
29	10	8	10	10	20		
30	14	17	9	17	26		
31	15	6	8	15	23		
32	17	6	8	17	25		
33	9	9	11	9	20		
34	17	12	14	17	31		
35	9	8	9	9	18		
36	14	6	8	14	22		
37	12	8	13	12	25		
38	13	5	9	13	22		
39	11	9	13	11	24		
40	15	6	14	15	29		
41	16	17	6	17	23		
42	16	12	9	16	25		
43	13	7	15	13	28		
44	16	17	9	17	26		
45	15	8	11	15	26		

46	16	8	8	16	24		
47	17	10	8	17	25		
48	14	6	5	14	19		
49	13	14	10	14	24		
50	15	6	9	15	24		
51	17	8	12	17	29		
52	15	14	11	15	26		
53	13	14	6	14	20		
54	15	9	10	15	25		
55	14	10	14	14	28		
56	14	7	5	14	19		
57	15	13	9	15	24		
58	16	8	7	16	23		
59	16	10	8	16	24		
60	16	16	8	16	24		

表 A 11 R9NN 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣

抽樣 次數	A		B	A 完工時間	A+B	工期平均	標準差
	R9	N11	N11		可能完成工期		
1	8	8	9	8	17	20.2	4.0898
2	7	9	8	9	17		
3	10	15	8	15	23		
4	6	11	6	11	17		
5	9	13	5	13	18		
6	12	5	8	12	20		
7	11	7	17	11	28		
8	7	8	7	8	15		
9	7	6	13	7	20		
10	15	12	5	15	20		
11	9	7	12	9	21		
12	12	14	7	14	21		
13	6	15	15	15	30		
14	14	7	7	14	21		
15	5	8	5	8	13		
16	16	17	5	17	22		
17	7	7	15	7	22		
18	14	9	12	14	26		
19	11	12	10	12	22		
20	7	8	6	8	14		
21	9	10	5	10	15		
22	7	13	7	13	20		
23	8	9	9	9	18		
24	10	8	17	10	27		
25	7	5	8	7	15		
26	8	7	5	8	13		
27	14	15	8	15	23		
28	10	11	14	11	25		
29	9	9	7	9	16		
30	16	11	5	16	21		
31	6	13	12	13	25		
32	6	15	5	15	20		
33	8	6	10	8	18		
34	8	5	8	8	16		
35	9	16	7	16	23		
36	9	9	11	9	20		
37	8	6	15	8	23		
38	8	16	6	16	22		
39	7	5	8	7	15		
40	10	17	9	17	26		
41	15	5	5	15	20		
42	9	13	6	13	19		
43	11	9	7	11	18		
44	16	9	15	16	31		
45	10	7	13	10	23		

46	17	7	5	17	22		
47	8	7	9	8	17		
48	5	12	11	12	23		
49	8	12	8	12	20		
50	8	10	8	10	18		
51	12	9	11	12	23		
52	7	12	14	12	26		
53	8	12	8	12	20		
54	13	8	6	13	19		
55	9	7	8	9	17		
56	10	10	7	10	17		
57	11	10	5	11	16		
58	7	11	7	11	18		
59	15	12	9	15	24		
60	8	6	5	8	13		

表 A 12 R10NN 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣

抽樣 次數	A		B	A 完工時間	A+B	工期平均	標準差
	R10	N11	N11		可能完成工期		
1	6	6	10	6	16	22.65	4.4864
2	17	6	12	17	29		
3	6	15	10	15	25		
4	7	9	5	9	14		
5	11	13	7	13	20		
6	12	7	12	12	24		
7	11	6	16	11	27		
8	11	12	14	12	26		
9	13	11	10	13	23		
10	9	10	9	10	19		
11	15	11	10	15	25		
12	8	14	9	14	23		
13	11	9	12	11	23		
14	9	14	12	14	26		
15	13	11	8	13	21		
16	16	16	16	16	32		
17	16	8	16	16	32		
18	6	8	8	8	16		
19	15	14	8	15	23		
20	6	7	11	7	18		
21	8	14	11	14	25		
22	11	9	17	11	28		
23	6	15	6	15	21		
24	8	15	6	15	21		
25	8	10	11	10	21		
26	5	11	14	11	25		
27	17	9	13	17	30		
28	13	8	9	13	22		
29	10	11	8	11	19		
30	14	11	10	14	24		
31	8	6	6	8	14		
32	7	9	14	9	23		
33	11	5	17	11	28		
34	13	6	13	13	26		
35	8	13	15	13	28		
36	15	14	11	15	26		
37	7	5	10	7	17		
38	8	13	6	13	19		
39	16	12	13	16	29		
40	12	16	11	16	27		
41	6	11	6	11	17		
42	8	9	11	9	20		
43	6	7	11	7	18		
44	8	6	6	8	14		
45	5	11	16	11	27		

46	8	11	12	11	23		
47	11	11	10	11	21		
48	6	8	14	8	22		
49	15	7	8	15	23		
50	8	11	13	11	24		
51	7	10	11	10	21		
52	10	11	14	11	25		
53	9	14	16	14	30		
54	9	11	8	11	19		
55	9	10	11	10	21		
56	11	14	11	14	25		
57	12	10	5	12	17		
58	8	9	12	9	21		
59	9	7	5	9	14		
60	11	9	11	11	22		

表 A 13 NNN11 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣

抽樣 次數	A		B	A 完工時間	A+B	工期平均	標準差
	N11	N11	N11		可能完成工期		
1	13	15	14	15	29	23.25	3.9057
2	9	11	10	11	21		
3	8	12	10	12	22		
4	10	9	13	10	23		
5	13	9	12	13	25		
6	6	10	16	10	26		
7	9	10	16	10	26		
8	9	11	13	11	24		
9	8	11	7	11	18		
10	11	10	11	11	22		
11	7	5	16	7	23		
12	8	12	6	12	18		
13	14	7	14	14	28		
14	11	6	6	11	17		
15	12	12	7	12	19		
16	12	8	16	12	28		
17	12	13	9	13	22		
18	15	16	8	16	24		
19	13	14	11	14	25		
20	10	16	14	16	30		
21	6	10	6	10	16		
22	11	13	8	13	21		
23	11	6	5	11	16		
24	6	6	12	6	18		
25	9	8	11	9	20		
26	6	14	6	14	20		
27	10	16	11	16	27		
28	8	16	7	16	23		
29	13	11	5	13	18		
30	9	8	14	9	23		
31	11	12	15	12	27		
32	14	12	11	14	25		
33	13	15	13	15	28		
34	8	15	17	15	32		
35	15	9	12	15	27		
36	10	15	6	15	21		
37	14	9	10	14	24		
38	12	14	7	14	21		
39	12	6	14	12	26		
40	13	10	16	13	29		
41	15	8	11	15	26		
42	10	9	11	10	21		
43	17	10	11	17	28		
44	11	7	11	11	22		
45	8	8	17	8	25		

46	7	11	6	11	17		
47	11	5	12	11	23		
48	6	15	6	15	21		
49	7	6	11	7	18		
50	9	16	6	16	22		
51	10	14	15	14	29		
52	13	15	11	15	26		
53	11	10	12	11	23		
54	10	11	16	11	27		
55	13	9	10	13	23		
56	17	9	11	17	28		
57	10	10	8	10	18		
58	11	14	12	14	26		
59	13	5	10	13	23		
60	11	11	6	11	17		

表 A 14 L12NN11 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣

抽樣 次數	A		B	A 完工時間	A+B	工期平均	標準差
	L12	N11	N11		可能完成工期		
1	14	11	11	14	25	24.08333	3.796
2	14	7	5	14	19		
3	14	11	11	14	25		
4	14	13	16	14	30		
5	12	11	11	12	23		
6	5	16	10	16	26		
7	13	10	9	13	22		
8	14	17	17	17	34		
9	13	14	13	14	27		
10	6	16	16	16	32		
11	13	15	6	15	21		
12	13	15	10	15	25		
13	13	8	9	13	22		
14	14	11	12	14	26		
15	15	6	16	15	31		
16	14	16	5	16	21		
17	10	9	11	10	21		
18	8	10	12	10	22		
19	7	9	12	9	21		
20	16	10	10	16	26		
21	5	8	15	8	23		
22	11	17	6	17	23		
23	12	13	7	13	20		
24	11	8	12	11	23		
25	16	8	10	16	26		
26	13	11	12	13	25		
27	12	8	9	12	21		
28	11	11	13	11	24		
29	9	7	11	9	20		
30	9	16	10	16	26		
31	9	15	12	15	27		
32	7	10	10	10	20		
33	15	10	17	15	32		
34	9	9	10	9	19		
35	14	8	16	14	30		
36	15	12	11	15	26		
37	13	9	11	13	24		
38	14	14	5	14	19		
39	17	6	5	17	22		
40	13	6	7	13	20		
41	6	16	12	16	28		
42	13	9	10	13	23		
43	5	9	9	9	18		
44	7	8	6	8	14		
45	5	15	8	15	23		

46	5	12	13	12	25		
47	16	7	12	16	28		
48	14	14	11	14	25		
49	12	10	9	12	21		
50	16	10	8	16	24		
51	5	7	15	7	22		
52	14	12	13	14	27		
53	11	11	15	11	26		
54	6	14	14	14	28		
55	11	11	14	11	25		
56	7	14	11	14	25		
57	14	5	10	14	24		
58	17	6	12	17	29		
59	13	10	8	13	21		
60	8	11	9	11	20		

表 A 15 L13NN11 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣

抽樣 次數	A		B	A 完工時間	A+B	工期平均	標準差
	L13	N11	N11		可能完成工期		
1	9	12	10	12	22	25.26667	3.6142
2	13	7	10	13	23		
3	16	13	6	16	22		
4	12	17	11	17	28		
5	8	11	12	11	23		
6	13	13	13	13	26		
7	5	9	16	9	25		
8	16	11	7	16	23		
9	15	17	15	17	32		
10	10	12	10	12	22		
11	16	11	8	16	24		
12	15	8	10	15	25		
13	16	6	8	16	24		
14	17	11	10	17	27		
15	6	5	12	6	18		
16	16	15	10	16	26		
17	16	5	10	16	26		
18	16	14	6	16	22		
19	15	10	10	15	25		
20	11	9	14	11	25		
21	13	10	10	13	23		
22	15	9	6	15	21		
23	14	11	7	14	21		
24	17	16	11	17	28		
25	12	11	11	12	23		
26	12	10	6	12	18		
27	8	11	16	11	27		
28	13	12	12	13	25		
29	14	17	10	17	27		
30	8	17	8	17	25		
31	12	14	9	14	23		
32	15	5	14	15	29		
33	15	13	12	15	27		
34	16	11	12	16	28		
35	10	9	9	10	19		
36	13	10	11	13	24		
37	17	16	14	17	31		
38	15	15	6	15	21		
39	13	12	15	13	28		
40	17	12	15	17	32		
41	12	8	16	12	28		
42	16	10	17	16	33		
43	16	16	16	16	32		
44	14	10	13	14	27		
45	14	15	12	15	27		

46	14	16	16	16	32		
47	7	13	12	13	25		
48	14	5	12	14	26		
49	14	7	12	14	26		
50	15	12	11	15	26		
51	17	5	12	17	29		
52	10	10	11	10	21		
53	16	11	9	16	25		
54	13	15	15	15	30		
55	9	12	6	12	18		
56	15	11	11	15	26		
57	13	14	7	14	21		
58	12	8	11	12	23		
59	11	12	11	12	23		
60	9	13	17	13	30		

表 A 16 R9LL12 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣

抽樣 次數	A		B	A 完工時間	A+B	工期平均	標準差
	R9	L12	L12		可能完成工期		
1	8	7	10	8	18	24.98333	4.1813
2	7	6	12	7	19		
3	6	13	12	13	25		
4	7	6	8	7	15		
5	12	12	9	12	21		
6	9	13	12	13	25		
7	15	14	13	15	28		
8	6	13	10	13	23		
9	9	8	14	9	23		
10	10	14	16	14	30		
11	6	13	15	13	28		
12	5	12	11	12	23		
13	11	17	17	17	34		
14	10	10	8	10	18		
15	5	11	14	11	25		
16	6	9	15	9	24		
17	13	14	14	14	28		
18	8	15	6	15	21		
19	7	12	17	12	29		
20	8	15	13	15	28		
21	8	5	12	8	20		
22	16	14	14	16	30		
23	10	12	14	12	26		
24	7	14	12	14	26		
25	6	11	14	11	25		
26	11	11	13	11	24		
27	5	15	16	15	31		
28	6	16	14	16	30		
29	13	14	12	14	26		
30	10	17	10	17	27		
31	5	16	15	16	31		
32	8	10	11	10	21		
33	9	14	13	14	27		
34	11	16	10	16	26		
35	7	8	14	8	22		
36	13	17	13	17	30		
37	9	11	13	11	24		
38	6	12	12	12	24		
39	9	11	14	11	25		
40	15	14	12	15	27		
41	6	14	17	14	31		
42	7	6	13	7	20		
43	7	12	5	12	17		
44	9	14	16	14	30		
45	9	14	5	14	19		

46	7	12	16	12	28		
47	6	14	10	14	24		
48	6	15	7	15	22		
49	7	16	12	16	28		
50	14	14	14	14	28		
51	5	13	13	13	26		
52	13	9	16	13	29		
53	7	10	15	10	25		
54	12	15	10	15	25		
55	14	6	12	14	26		
56	8	14	14	14	28		
57	7	14	10	14	24		
58	7	8	7	8	15		
59	6	14	14	14	28		
60	5	9	10	9	19		

表 A 17 R10LL12 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣

抽樣 次數	A		B	A 完工時間	A+B	工期平均	標準差
	R10	L12	L12		可能完成工期		
1	9	5	15	9	24	25.1	3.8109
2	7	14	10	14	24		
3	9	6	6	9	15		
4	14	11	9	14	23		
5	6	11	10	11	21		
6	13	13	13	13	26		
7	9	13	7	13	20		
8	9	13	14	13	27		
9	12	7	9	12	21		
10	6	11	10	11	21		
11	16	17	11	17	28		
12	8	14	16	14	30		
13	9	12	17	12	29		
14	8	13	14	13	27		
15	10	10	10	10	20		
16	15	9	15	15	30		
17	11	14	16	14	30		
18	8	12	10	12	22		
19	11	11	9	11	20		
20	13	15	9	15	24		
21	12	14	8	14	22		
22	12	17	15	17	32		
23	15	13	9	15	24		
24	7	14	15	14	29		
25	8	14	14	14	28		
26	8	12	11	12	23		
27	6	12	12	12	24		
28	10	14	16	14	30		
29	13	13	12	13	25		
30	10	14	17	14	31		
31	16	12	9	16	25		
32	6	6	11	6	17		
33	9	5	16	9	25		
34	17	11	14	17	31		
35	8	10	14	10	24		
36	15	13	10	15	25		
37	8	13	7	13	20		
38	8	11	14	11	25		
39	12	17	12	17	29		
40	9	11	11	11	22		
41	9	14	14	14	28		
42	10	11	14	11	25		
43	9	13	12	13	25		
44	16	11	15	16	31		
45	10	12	16	12	28		

46	8	13	15	13	28		
47	13	14	6	14	20		
48	7	11	14	11	25		
49	14	10	13	14	27		
50	10	11	14	11	25		
51	9	11	14	11	25		
52	10	9	9	10	19		
53	9	16	13	16	29		
54	7	13	14	13	27		
55	8	14	13	14	27		
56	6	11	13	11	24		
57	9	9	9	9	18		
58	10	17	12	17	29		
59	11	13	13	13	26		
60	8	11	16	11	27		

表 A 18 N11LL12 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣

抽樣 次數	A		B	A 完工時間	A+B	工期平均	標準差
	N11	L12	L12		可能完成工期		
1	8	15	5	15	20	25.16667	4.184
2	11	14	9	14	23		
3	17	17	14	17	31		
4	7	5	5	7	12		
5	10	11	12	11	23		
6	11	16	9	16	25		
7	14	13	9	14	23		
8	17	10	17	17	34		
9	14	14	15	14	29		
10	10	15	13	15	28		
11	7	12	15	12	27		
12	5	11	6	11	17		
13	11	14	12	14	26		
14	5	9	12	9	21		
15	7	16	10	16	26		
16	11	14	12	14	26		
17	10	13	7	13	20		
18	8	12	15	12	27		
19	16	17	14	17	31		
20	16	15	5	16	21		
21	13	13	11	13	24		
22	10	14	17	14	31		
23	5	13	13	13	26		
24	17	12	9	17	26		
25	14	9	14	14	28		
26	10	8	17	10	27		
27	11	13	11	13	24		
28	16	12	15	16	31		
29	13	14	11	14	25		
30	12	16	17	16	33		
31	15	10	11	15	26		
32	14	14	6	14	20		
33	10	12	14	12	26		
34	14	14	6	14	20		
35	10	11	10	11	21		
36	8	16	17	16	33		
37	8	13	16	13	29		
38	14	11	13	14	27		
39	12	14	14	14	28		
40	11	14	16	14	30		
41	12	8	15	12	27		
42	10	14	15	14	29		
43	15	7	6	15	21		
44	11	15	8	15	23		
45	10	12	9	12	21		

46	6	9	8	9	17		
47	15	12	12	15	27		
48	11	12	14	12	26		
49	12	14	6	14	20		
50	10	14	9	14	23		
51	5	13	14	13	27		
52	6	13	13	13	26		
53	11	10	10	11	21		
54	9	9	17	9	26		
55	12	14	14	14	28		
56	10	14	10	14	24		
57	12	13	13	13	26		
58	11	13	12	13	25		
59	10	10	12	10	22		
60	13	13	13	13	26		

表 A 19 LLL12 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣

抽樣 次數	A		B	A 完工時間	A+B	工期平均	標準差
	L12	L12	L12		可能完成工期		
1	8	5	14	8	22	25.73333	3.4393
2	15	9	10	15	25		
3	7	12	14	12	26		
4	10	10	6	10	16		
5	9	15	12	15	27		
6	10	6	12	10	22		
7	17	5	13	17	30		
8	13	14	11	14	25		
9	16	14	15	16	31		
10	16	8	14	16	30		
11	11	14	9	14	23		
12	10	13	8	13	21		
13	15	14	14	15	29		
14	11	11	14	11	25		
15	9	5	11	9	20		
16	15	14	8	15	23		
17	13	17	9	17	26		
18	15	14	9	15	24		
19	9	13	13	13	26		
20	13	8	11	13	24		
21	16	10	12	16	28		
22	5	14	10	14	24		
23	14	16	13	16	29		
24	12	8	17	12	29		
25	13	14	17	14	31		
26	13	15	12	15	27		
27	14	10	16	14	30		
28	13	15	14	15	29		
29	6	5	11	6	17		
30	11	14	14	14	28		
31	11	17	14	17	31		
32	12	16	11	16	27		
33	14	14	7	14	21		
34	11	13	16	13	29		
35	13	13	14	13	27		
36	11	14	5	14	19		
37	15	9	15	15	30		
38	15	13	10	15	25		
39	7	13	14	13	27		
40	12	9	10	12	22		
41	14	13	9	14	23		
42	14	13	13	14	27		
43	14	7	16	14	30		
44	11	12	15	12	27		
45	9	14	12	14	26		

46	15	6	12	15	27		
47	13	10	16	13	29		
48	12	15	14	15	29		
49	6	13	10	13	23		
50	12	6	16	12	28		
51	16	12	10	16	26		
52	5	13	13	13	26		
53	9	9	14	9	23		
54	15	10	13	15	28		
55	14	10	13	14	27		
56	13	7	7	13	20		
57	11	14	12	14	26		
58	16	11	7	16	23		
59	13	12	12	13	25		
60	8	12	14	12	26		

表 A 20 L13LL12 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣

抽樣 次數	A		B	A 完工時間	A+B	工期平均	標準差
	L13	L12	L12		可能完成工期		
1	9	14	13	14	27	26.56667	3.8487
2	15	15	14	15	29		
3	6	13	14	13	27		
4	14	13	13	14	27		
5	15	15	15	15	30		
6	10	12	7	12	19		
7	17	12	14	17	31		
8	16	17	15	17	32		
9	13	13	12	13	25		
10	9	9	15	9	24		
11	10	14	13	14	27		
12	15	12	9	15	24		
13	13	14	13	14	27		
14	12	14	16	14	30		
15	15	12	14	15	29		
16	14	17	7	17	24		
17	12	12	10	12	22		
18	17	16	9	17	26		
19	14	13	12	14	26		
20	17	14	14	17	31		
21	10	12	13	12	25		
22	15	14	13	15	28		
23	14	13	16	14	30		
24	13	14	15	14	29		
25	16	17	8	17	25		
26	15	10	8	15	23		
27	15	14	14	15	29		
28	14	10	15	14	29		
29	14	10	15	14	29		
30	10	5	13	10	23		
31	12	12	14	12	26		
32	15	13	12	15	27		
33	13	17	11	17	28		
34	15	17	17	17	34		
35	12	7	8	12	20		
36	10	13	15	13	28		
37	12	10	7	12	19		
38	14	9	15	14	29		

39	14	5	16	14	30		
40	8	8	13	8	21		
41	17	13	14	17	31		
42	16	14	15	16	31		
43	13	9	12	13	25		
44	12	6	13	12	25		
45	14	7	14	14	28		
46	17	5	11	17	28		
47	17	16	6	17	23		
48	16	10	14	16	30		
49	9	17	17	17	34		
50	12	14	16	14	30		
51	13	14	8	14	22		
52	16	13	6	16	22		
53	5	12	7	12	19		
54	6	12	7	12	19		
55	8	13	15	13	28		
56	17	15	17	17	34		
57	11	13	12	13	25		
58	16	11	8	16	24		
59	14	14	6	14	20		
60	15	10	12	15	27		

表 A 21 R9LL13 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣

抽樣 次數	A		B	A 完工時間	A+B	工期平均	標準差
	R9	L13	L13		可能完成工期		
1	5	13	16	13	29	26.46667	3.8922
2	5	16	14	16	30		
3	6	15	10	15	25		
4	8	11	14	11	25		
5	7	10	16	10	26		
6	9	14	16	14	30		
7	7	17	16	17	33		
8	17	15	15	17	32		
9	5	5	15	5	20		
10	11	13	8	13	21		
11	13	15	15	15	30		
12	15	15	6	15	21		
13	8	12	17	12	29		
14	8	16	14	16	30		
15	5	12	9	12	21		
16	8	12	14	12	26		
17	6	16	13	16	29		
18	17	14	13	17	30		
19	12	8	12	12	24		
20	9	5	12	9	21		
21	7	10	17	10	27		
22	14	17	14	17	31		
23	8	15	12	15	27		
24	14	15	16	15	31		
25	9	8	12	9	21		
26	7	17	7	17	24		
27	11	15	8	15	23		
28	8	16	10	16	26		
29	6	13	8	13	21		
30	7	12	15	12	27		
31	6	15	12	15	27		
32	7	12	15	12	27		
33	5	14	12	14	26		
34	15	10	10	15	25		
35	7	11	9	11	20		
36	6	12	11	12	23		
37	17	17	13	17	30		
38	7	12	9	12	21		
39	8	16	14	16	30		
40	6	15	16	15	31		
41	14	14	15	14	29		
42	8	12	9	12	21		
43	15	15	14	15	29		
44	12	10	13	12	25		
45	8	14	16	14	30		

46	11	15	7	15	22		
47	5	14	15	14	29		
48	7	13	12	13	25		
49	6	17	17	17	34		
50	8	13	14	13	27		
51	9	13	17	13	30		
52	8	17	11	17	28		
53	8	7	15	8	23		
54	11	12	7	12	19		
55	7	15	15	15	30		
56	12	17	11	17	28		
57	5	7	14	7	21		
58	9	12	14	12	26		
59	10	17	17	17	34		
60	8	15	13	15	28		

表 A 22 R10LL13 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣

抽樣 次數	A		B	A 完工時間	A+B	工期平均	標準差
	R10	L13	L13		可能完成工期		
1	17	15	15	17	32	26.51667	4.1412
2	9	14	12	14	26		
3	8	15	14	15	29		
4	6	7	5	7	12		
5	12	14	13	14	27		
6	6	12	14	12	26		
7	13	16	9	16	25		
8	9	10	11	10	21		
9	9	16	15	16	31		
10	5	12	17	12	29		
11	9	15	14	15	29		
12	10	6	11	10	21		
13	11	12	15	12	27		
14	9	14	14	14	28		
15	7	10	10	10	20		
16	11	14	12	14	26		
17	9	14	10	14	24		
18	10	11	14	11	25		
19	16	13	9	16	25		
20	8	14	17	14	31		
21	10	16	14	16	30		
22	11	14	13	14	27		
23	6	6	15	6	21		
24	9	7	16	9	25		
25	10	14	10	14	24		
26	11	12	14	12	26		
27	10	10	16	10	26		
28	16	10	14	16	30		
29	9	5	11	9	20		
30	14	17	14	17	31		
31	11	8	8	11	19		
32	8	11	15	11	26		
33	7	12	15	12	27		
34	7	16	15	16	31		
35	17	14	17	17	34		
36	11	11	15	11	26		
37	5	8	10	8	18		
38	7	15	12	15	27		
39	10	15	15	15	30		
40	14	16	10	16	26		
41	9	16	11	16	27		
42	14	15	15	15	30		
43	8	17	10	17	27		
44	9	12	15	12	27		
45	8	14	11	14	25		

46	11	14	16	14	30		
47	9	10	10	10	20		
48	11	14	10	14	24		
49	7	17	14	17	31		
50	8	13	15	13	28		
51	7	16	10	16	26		
52	7	12	12	12	24		
53	11	17	13	17	30		
54	6	14	10	14	24		
55	5	16	17	16	33		
56	8	16	14	16	30		
57	15	13	16	15	31		
58	13	16	17	16	33		
59	11	16	14	16	30		
60	8	10	13	10	23		

表 A 23 N11LL13 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣

抽樣 次數	A		B	A 完工時間	A+B	工期平均	標準差
	N11	L13	L13		可能完成工期		
1	8	10	16	10	26	27.33333	3.4721
2	16	9	15	16	31		
3	10	14	14	14	28		
4	15	17	13	17	30		
5	9	16	7	16	23		
6	12	16	14	16	30		
7	5	17	17	17	34		
8	11	8	17	11	28		
9	13	6	14	13	27		
10	14	8	13	14	27		
11	8	16	14	16	30		
12	8	17	13	17	30		
13	13	15	14	15	29		
14	10	16	14	16	30		
15	11	17	17	17	34		
16	13	13	13	13	26		
17	6	13	11	13	24		
18	16	12	14	16	30		
19	6	16	14	16	30		
20	12	15	7	15	22		
21	10	14	10	14	24		
22	11	16	12	16	28		
23	9	6	15	9	24		
24	16	12	10	16	26		
25	13	14	15	14	29		
26	10	14	10	14	24		
27	7	12	16	12	28		
28	11	9	17	11	28		
29	11	15	9	15	24		
30	12	14	16	14	30		
31	9	14	13	14	27		
32	11	14	16	14	30		
33	16	16	10	16	26		
34	9	16	17	16	33		
35	14	8	15	14	29		
36	15	17	17	17	34		
37	14	11	5	14	19		
38	8	17	9	17	26		
39	10	14	8	14	22		
40	9	14	12	14	26		
41	8	10	12	10	22		
42	16	16	13	16	29		
43	14	13	11	14	25		
44	13	11	11	13	24		
45	17	15	13	17	30		

46	8	9	13	9	22		
47	8	17	5	17	22		
48	15	14	15	15	30		
49	14	8	12	14	26		
50	11	13	14	13	27		
51	9	14	16	14	30		
52	15	17	5	17	22		
53	16	17	16	17	33		
54	15	16	15	16	31		
55	12	12	12	12	24		
56	12	9	14	12	26		
57	15	17	15	17	32		
58	7	10	13	10	23		
59	8	12	17	12	29		
60	5	13	14	13	27		

表 A 24 L12LL13 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣

抽樣 次數	A		B	A 完工時間	A+B	工期平均	標準差
	L12	L13	L13		可能完成工期		
1	14	7	13	14	27	27.36667	3.6468
2	12	9	15	12	27		
3	9	16	13	16	29		
4	15	10	16	15	31		
5	17	17	12	17	29		
6	13	7	6	13	19		
7	11	14	14	14	28		
8	14	11	10	14	24		
9	11	15	13	15	28		
10	11	15	16	15	31		
11	12	15	15	15	30		
12	15	15	14	15	29		
13	12	5	17	12	29		
14	13	17	16	17	33		
15	14	17	12	17	29		
16	6	13	14	13	27		
17	9	10	6	10	16		
18	15	15	13	15	28		
19	11	15	14	15	29		
20	12	14	11	14	25		
21	17	12	5	17	22		
22	10	7	13	10	23		
23	15	17	14	17	31		
24	15	14	8	15	23		
25	7	17	13	17	30		
26	10	14	7	14	21		
27	9	13	13	13	26		
28	6	17	12	17	29		
29	13	12	13	13	26		
30	16	15	15	16	31		
31	13	14	10	14	24		
32	12	14	13	14	27		
33	12	13	15	13	28		
34	15	7	8	15	23		
35	12	17	16	17	33		
36	14	10	12	14	26		
37	17	15	15	17	32		
38	13	15	11	15	26		

39	14	14	16	14	30		
40	11	13	17	13	30		
41	12	9	13	12	25		
42	5	11	15	11	26		
43	14	16	14	16	30		
44	15	13	15	15	30		
45	14	8	15	14	29		
46	12	13	13	13	26		
47	13	13	16	13	29		
48	13	12	16	13	29		
49	12	12	16	12	28		
50	14	16	10	16	26		
51	13	6	16	13	29		
52	9	17	17	17	34		
53	9	15	6	15	21		
54	11	11	13	11	24		
55	6	9	15	9	24		
56	14	15	7	15	22		
57	11	17	16	17	33		
58	16	17	17	17	34		
59	10	7	16	10	26		
60	14	14	14	14	28		

表 A 25 LLL13 專案的 EXCEL 模擬 60 次抽樣

抽樣 次數	A		B	A 完工時間	A+B	工期平均	標準差
	L13	L13	L13		可能完成工期		
1	10	14	15	14	29	27.96667	3.6192
2	11	17	16	17	33		
3	16	14	13	16	29		
4	11	17	16	17	33		
5	14	13	12	14	26		
6	17	12	15	17	32		
7	12	13	9	13	22		
8	13	17	11	17	28		
9	14	14	15	14	29		
10	14	15	8	15	23		
11	16	13	16	16	32		
12	14	11	7	14	21		
13	12	12	14	12	26		
14	12	10	14	12	26		
15	16	10	8	16	24		
16	11	16	14	16	30		
17	17	10	11	17	28		
18	8	14	13	14	27		
19	14	15	15	15	30		
20	17	13	10	17	27		
21	11	12	14	12	26		
22	16	17	15	17	32		
23	6	9	17	9	26		
24	17	17	16	17	33		
25	10	13	15	13	28		
26	10	9	13	10	23		
27	11	11	14	11	25		
28	14	14	15	14	29		
29	15	16	14	16	30		
30	11	14	17	14	31		
31	17	16	14	17	31		
32	11	5	14	11	25		
33	13	9	15	13	28		
34	12	10	14	12	26		
35	12	17	13	17	30		
36	12	14	6	14	20		
37	16	10	12	16	28		
38	17	14	14	17	31		
39	8	16	15	16	31		
40	10	11	16	11	27		
41	13	14	5	14	19		
42	10	16	16	16	32		
43	10	11	16	11	27		
44	15	15	16	15	31		
45	12	15	17	15	32		

46	10	12	8	12	20		
47	11	16	17	16	33		
48	14	5	14	14	28		
49	8	17	11	17	28		
50	17	8	13	17	30		
51	16	8	16	16	32		
52	12	15	15	15	30		
53	15	8	5	15	20		
54	16	13	11	16	27		
55	16	14	17	16	33		
56	15	15	14	15	29		
57	12	13	14	13	27		
58	11	12	13	12	25		
59	14	13	17	14	31		
60	12	14	15	14	29		

抽樣 次數	A		B	A完工時間	A+B	工期平均	標準差
	R9	R9	R9		可能完成工期		
1	13	15	8	15	23	20.05	4.488763
2	15	10	9	15	24		
3	12	10	11	12	23		
4	8	9	8	9	17		
5	13	15	6	15	21		
6	13	14	9	14	23		
7	10	5	12	10	22		
8	9	5	12	9	21		
9	17	8	9	17	26		
10	5	16	10	16	26		
11	15	10	12	15	27		
12	12	6	9	12	21		
13	6	15	11	15	26		
14	8	6	15	8	23		
15	8	17	14	17	31		
16	8	6	15	8	23		
17	6	6	6	6	12		
18	13	11	6	13	19		
19	17	11	10	17	27		
84	13	8	10	13	23		
85	7	7	13	7	20		
86	7	10	12	10	22		
87	6	9	10	9	19		
88	10	6	7	10	17		
89	11	13	7	13	20		
90	11	9	8	11	19		
91	5	7	8	7	15		
92	9	16	8	16	24		
93	5	10	10	10	20		
94	12	7	6	12	18		
95	8	6	7	8	15		
96	13	9	6	13	19		
97	9	16	8	16	24		
98	14	8	5	14	19		
99	5	8	5	8	13		
100	10	8	11	10	21		

圖 A 1 R9R9R9 專案的 EXCEL 模擬 100 次抽樣

抽樣 次數	A		B	A完工時間	A+B	工期平均	標準差
	R9	R9	R9		可能完成工期		
1	6	7	5	7	12	19.786	4.494508
2	5	17	12	17	29		
3	7	5	14	7	21		
4	6	6	8	6	14		
5	8	5	17	8	25		
6	9	11	14	11	25		
7	17	14	12	17	29		
8	5	12	10	12	22		
9	17	15	10	17	27		
10	8	10	6	10	16		
11	15	17	10	17	27		
12	8	17	10	17	27		
13	14	12	8	14	22		
14	9	14	9	14	23		
15	17	10	6	17	23		
16	7	15	8	15	23		
17	17	10	10	17	27		
18	10	15	7	15	22		
19	11	14	10	14	24		
20	6	14	14	14	28		
21	10	8	13	10	23		
479	6	9	10	9	19		
480	10	6	9	10	19		
481	5	5	11	5	16		
482	7	6	11	7	18		
483	8	6	5	8	13		
484	13	7	8	13	21		
485	9	7	8	9	17		
486	8	8	9	8	17		
487	5	6	13	6	19		
488	6	11	10	11	21		
489	9	17	6	17	23		
490	10	6	5	10	15		
491	5	9	16	9	25		
492	5	5	7	5	12		
493	16	6	10	16	26		
494	11	13	8	13	21		
495	11	13	8	13	21		
496	5	6	6	6	12		
497	10	9	9	10	19		
498	17	11	7	17	24		
499	5	7	8	7	15		
500	9	13	5	13	18		

圖 A 2 R9R9R9 專案的 EXCEL 模擬 500 次抽樣

抽樣 次數	A		B	A完工時間	A+B	工期平均	標準差
	N	N	N		可能完成工期		
1	10	11	7	11	18	24.23	4.530157
2	17	12	5	17	22		
3	10	11	8	11	19		
4	14	9	13	14	27		
5	7	9	7	9	16		
6	5	12	10	12	22		
7	12	14	11	14	25		
8	9	7	5	9	14		
9	9	11	14	11	25		
10	16	11	15	16	31		
11	9	12	15	12	27		
12	6	12	12	12	24		
13	8	15	12	15	27		
14	10	10	8	10	18		
15	11	12	15	12	27		
16	14	11	12	14	26		
17	10	11	7	11	18		
18	9	11	10	11	21		
19	10	8	5	10	15		
20	11	5	12	11	23		
21	13	13	10	13	23		
78	14	9	13	14	27		
79	14	15	13	15	28		
80	7	15	5	15	20		
81	16	14	7	16	23		
82	15	10	11	15	26		
83	10	11	11	11	22		
84	14	10	8	14	22		
85	7	8	9	8	17		
86	15	14	8	15	23		
87	17	6	16	17	33		
88	10	6	13	10	23		
89	14	17	14	17	31		
90	17	9	7	17	24		
91	12	17	11	17	28		
92	9	14	11	14	25		
93	11	7	14	11	25		
94	11	12	12	12	24		
95	11	11	16	11	27		
96	5	8	6	8	14		
97	11	7	10	11	21		
98	13	5	12	13	25		
99	14	16	11	16	27		
100	8	11	16	11	27		

圖 A 3 N11N11N11 專案的 EXCEL 模擬 100 次抽樣

抽樣 次數	A		B	A完工時間	A+B	工期平均	標準差
	N	N	N		可能完成工期		
1	11	9	12	11	23	23.872	4.029403
2	7	13	12	13	25		
3	15	12	10	15	25		
4	5	7	13	7	20		
5	12	7	15	12	27		
6	9	13	12	13	25		
7	8	15	12	15	27		
8	11	7	9	11	20		
9	15	13	13	15	28		
10	8	14	11	14	25		
11	11	12	12	12	24		
12	6	13	12	13	25		
13	8	10	6	10	16		
14	9	14	10	14	24		
15	11	11	15	11	26		
16	13	8	10	13	23		
17	11	16	8	16	24		
18	11	14	11	14	25		
19	8	10	11	10	21		
20	8	16	12	16	28		
21	7	17	5	17	22		
479	10	13	11	13	24		
480	6	11	10	11	21		
481	15	9	11	15	26		
482	14	8	6	14	20		
483	15	10	9	15	24		
484	7	16	6	16	22		
485	8	11	12	11	23		
486	10	7	12	10	22		
487	11	13	12	13	25		
488	11	17	11	17	28		
489	8	8	8	8	16		
490	12	11	13	12	25		
491	12	6	12	12	24		
492	9	15	6	15	21		
493	5	10	8	10	18		
494	11	13	7	13	20		
495	14	8	13	14	27		
496	8	14	16	14	30		
497	12	15	11	15	26		
498	10	12	11	12	23		
499	12	6	11	12	23		
500	8	7	12	8	20		

圖 A 4 N11N11N11 專案的 EXCEL 模擬 500 次抽樣

抽樣 次數	A		B	A完工時間	A+B	工期平均	標準差
	L13	L13	L13		可能完成工期		
1	8	14	15	14	29	27.56	3.499841
2	16	5	12	16	28		
3	14	13	12	14	26		
4	10	12	15	12	27		
5	6	10	13	10	23		
6	11	14	17	14	31		
7	15	17	10	17	27		
8	11	15	10	15	25		
9	7	14	10	14	24		
10	15	16	15	16	31		
11	15	16	16	16	32		
12	14	16	11	16	27		
13	15	6	15	15	30		
14	16	7	16	16	32		
15	12	17	16	17	33		
16	9	17	7	17	24		
17	7	17	14	17	31		
18	16	10	14	16	30		
19	12	14	8	14	22		
20	13	16	15	16	31		
21	16	15	17	16	33		
78	8	6	15	8	23		
79	17	14	15	17	32		
80	17	12	17	17	34		
81	17	11	14	17	31		
82	17	16	14	17	31		
83	17	6	12	17	29		
84	14	12	10	14	24		
85	11	16	11	16	27		
86	11	7	13	11	24		
87	17	16	16	17	33		
88	15	17	11	17	28		
89	7	15	13	15	28		
90	17	15	10	17	27		
91	8	15	11	15	26		
92	17	10	6	17	23		
93	12	10	16	12	28		
94	10	15	10	15	25		
95	15	12	9	15	24		
96	14	10	8	14	22		
97	13	15	7	15	22		
98	13	17	13	17	30		
99	11	17	12	17	29		
100	14	12	14	14	28		

圖 A 5 L13L13L13 專案的 EXCEL 模擬 100 次抽樣

抽樣 次數	A		B	A完工時間	A+B	工期平均	標準差
	L13	L13	L13		可能完成工期		
1	12	13	10	13	23	27.76	3.762275
2	14	14	17	14	31		
3	14	12	10	14	24		
4	12	14	9	14	23		
5	16	13	14	16	30		
6	17	5	11	17	28		
7	13	7	17	13	30		
8	5	17	7	17	24		
9	16	6	13	16	29		
10	15	12	14	15	29		
11	12	17	7	17	24		
12	17	17	10	17	27		
13	16	13	14	16	30		
14	15	16	9	16	25		
15	14	5	5	14	19		
16	17	14	5	17	22		
17	16	14	13	16	29		
18	15	13	11	15	26		
19	8	9	16	9	25		
20	14	12	10	14	24		
21	16	11	13	16	29		
478	13	13	14	13	27		
479	16	13	13	16	29		
480	17	14	17	17	34		
481	15	11	15	15	30		
482	5	17	14	17	31		
483	15	13	10	15	25		
484	12	10	12	12	24		
485	14	11	7	14	21		
486	7	10	14	10	24		
487	8	11	9	11	20		
488	12	13	16	13	29		
489	5	17	8	17	25		
490	11	8	12	11	23		
491	8	15	15	15	30		
492	11	10	6	11	17		
493	8	17	13	17	30		
494	9	12	17	12	29		
495	15	10	15	15	30		
496	7	15	9	15	24		
497	13	5	10	13	23		
498	13	11	15	13	28		
499	17	16	14	17	31		
500	13	14	17	14	31		

圖 A 6 L13L13L13 專案的 EXCEL 模擬 500 次抽樣