

東海大學資訊工程學系研究所
碩士論文

指導教授：許玟斌 博士

系統開發專案人力資源需求預估之研究
A Study in Predicting Human Resources Requirement
for System Develop Projects

研究生：何京典

中華民國一〇二年六月廿一日

摘要

由於系統開發專案執行人力通常視專案成案與否，才依所需投入之人力進行配置，往往可能因在陸續取得專案後發現人力不足，以致於造成需加班趕工才能如期完成進而影響品質，也會導致管理成本增加的疑慮。若能藉由以往執行專案實例建立人力需求預估模式，將可提前招募人員訓練因應後續執行所需之人力。本研究之主旨在應用模式建構與系統模擬的技術，以國內某研究中心之專案部門為研究對象，分析其現行之執行專案作業流程，並依據作業流程中各工作所參與各職務人員，進行人力資源分析，以建立人力資源需求預估模式，並可透過系統模擬尋求較合適之組織人力配置。本研究之結果能夠提供協助主管人員改善其在人力資源方面的問題，增加規劃時間，以確保工作品質及達到精簡管理成本之目標。

關鍵詞：系統開發、人力資源需求、系統模擬、人力配置

Abstract

Normally, the human resources requirement in a system develop project is not determined before the project has been approved. Thus it is quite common at the time of initiation stage, lack of manpower occurred in duty assignment. As a result, staff may have to work overtime in order to complete the project in time, and an increase of management cost is not rare. If a predicting model of human resources requirement is available based on historical data, the manpower can be recruited and trained in advance. The main theme of our research is to apply model building and simulation technique, establish a manpower requirement prediction model by analyzing current workflow of project operation, defining the necessary skill or ability in each slot, and dynamically adjusting manpower assignment for a local IT company. Our results would provide a tool in improving manpower assignment issues, and more time to concentrate on planning to assure the goals of good product quality and lower management cost.

Key words: System Development, Human Resources Requirements, System Simulation, Staffing

致 謝

工作多年後，為提升自我知識廣度與深度，繼續攻讀碩士學程，在學習期間，承蒙師長們教導與指點，首先要感謝恩師指導教授 許玟斌教授，在論文的撰寫過程中細心的啟發與指導，處處地關懷，使本論文得以順利完成，特別是將學習之本閱讀、思考深植在我們學子心中，受教良多，感謝師恩，難以言表，銘記在心！

在論文口試期間，承蒙口試委員 陳怡靜老師、胡學誠老師、徐麗蘋老師在百忙之中對於本論文句斟字酌、立論之周延，不吝指教，提供許多寶貴的建議，使本論文能更臻完備，在此，謹致上最高的敬意與謝意。

在求學期間裡，要感謝東海大學資訊工程學系師長們在課業與學習上的教導與指點，同窗好友在學業與生活上的勉勵、扶持與照顧。而學長姐在各方面的協助與關心，更是讓我感受深刻，謝謝你們！

感謝工作上許多同事提供幫忙、協助，感謝我的主管陳美心經理給予提攜與鼓勵，謝謝你們！

最後感謝內人元孜和我的父母親，對於孩子們生活作息細心照料，體諒我這段時間對家庭的疏離，謝謝你們給我的鼓勵與支持，使我能順利完成學業！

何京典 謹誌於

東海大學資訊工程學系研究所

中華民國一〇二年六月

目 錄

第一章 緒論	1
第一節 研究動機.....	1
第二節 研究目的.....	1
第二章 文獻探討	2
第一節 軟體開發流程.....	2
第二節 人力資源規劃.....	9
第三節 系統模擬.....	14
第四節 績效衡量準則與派工法則.....	17
第三章 研究方法與模式建立	21
第一節 研究範圍與限制.....	21
第二節 發展模式.....	24
第三節 資料收集.....	26
第四章 模式模擬與結果分析	29
第一節 模式模擬.....	29
第二節 分析與討論.....	30
第五章 結論與建議	33
第一節 結論.....	33
第二節 後續研究建議.....	33
參考文獻	34
附錄	36
附錄一 本研究收集專案資料.....	36
附錄二 模擬結果資料.....	39

圖 目 錄

圖 2-1 瀑布式開發流程.....	4
圖 2-2 統合流程.....	6
圖 2-3 人力資源規劃之程序.....	11
圖 3-1 研究流程圖.....	21
圖 3-2 專案作業流程圖.....	24
圖 3-3 工作流程模式.....	24
圖 3-4 工作日誌系統畫面.....	26
圖 4-1 專案工作模式模擬程式畫面.....	29



表 目 錄

表 3-1 模擬文獻之模擬系統與績效衡量表.....	19
表 3-2 各職務人員參與工作表.....	27
表 3-3 各職務人員資源可用率.....	27
表 3-4 本研究各項資料.....	28
表 4-1 模擬結果依平均延遲時間排序前 20 筆.....	30
表 4-2 總人數 26 人排序前 10 筆.....	31
表 4-3 總人數 25 人排序前 10 筆.....	31
表 4-4 總人數 24 人排序前 10 筆.....	32
表 4-5 總人數 23 人排序前 10 筆.....	32



第一章 緒論

本研究主要探討系統開發專案人力配置問題，使用系統模擬法來尋求可能的最佳解決方案，本章共分為二節，分別為敘述研究背景與動機、研究目的。

第一節 研究動機

近年來，隨著資訊科技的蓬勃發展，資訊快速散佈流通，帶動了知識經濟社會的來臨，也間接促使電腦與軟體相關產業的迅速成長，軟體發展亦隨著資訊化的擴展趨勢而獲得企業、組織的高度重视，也為軟體產業帶來無限的商機。為了滿足政府部門、民間企業與個人多樣化的需求，軟體規模變得愈來愈龐大，軟體需求複雜度也日漸提高。然而在軟體開發的專案中，顯然面臨著越來越多的挑戰，如果無法在期限內開發完成或者無法滿足顧客的需求，將會導致專案失敗而不利於組織營運。再者軟體開發需要高度依賴人力智慧與創新，面臨著適度不確定性，如何準確配置人力對專案工作執行影響甚巨，成為軟體業者最迫切與困擾的議題之一。因此若能藉由以往執行專案實例建立人力需求預估模式，將可分析現有人員員額是否足夠與現有各職務人員配置是否適當，進而提出因應之解決對策。

第二節 研究目的

本研究之主旨在應用模式建構與系統模擬的技術，以國內某研究中心之專案部門為研究對象，分析其現行之執行專案作業流程，建構專案執行階段工作之作業模擬模式，並依據作業流程中各工作所參與各職務人員，進行人力資源分析，以建立人力資源需求預估模式，利用更改人力資源配置的試驗產生各種可能組合的結果，進行結果資料分析與比較，並作出最適改善方案建議。

第二章 文獻探討

本章主要介紹與本研究相關的主題，首先針對系統開發專案工作過程之軟體開發流程探討，其次在於人力資源規劃部份，了解其定義、目的、以及常用在人力需求預測之方法，接著簡介系統模擬的定義、步驟與流程，最後探討績效衡量準則與派工法則之相關研究。

第一節 軟體開發流程

軟體開發流程是軟體開發過程中一連串相關的步驟與作業程序，用來清楚的描述說明對軟體開發與維護之間的過程，其目的是為了使軟體專案在設定預算下能如期、如質的完成，開發過程更具結構化、更有效率，由建立一套標準的作業流程，並依此作業流程來實施，有助於軟體開發過程的控管、協調與軟體品質與知識的累積[5]。

基本的軟體開發活動，可以將其集結成流程模型（Process Model），流程模型是抽象的軟體流程樣板，提供組織定義軟體開發的流程指引。目前常見的流程模型包含瀑布式開發流程（Waterfall Model）[25]、統合流程（Unified Process）[23][24]、極限編程（Extreme Programming）[26]等模型方法[1]。

一、瀑布式開發流程

瀑布式開發流程的概念是 Winston W. Royce 於 1970 年提出，因為其描述各開發階段的順序性相當明確，所以稱為瀑布式開發方式，如圖 2-1 所示。

（一）開發流程階段

瀑布式開發流程可以分為「需求定義」、「系統設計」、「系統實作」、「系統整合與測試」及「系統移交」等五個階段，分述如下：

1、需求定義

主要目的是在了解顧客的需求或建立產品的功能需求，許多的活動，例如，需求擷取、需求訪談、需求分析等都會在這個階段進行。這個階段典型的產出是軟體需求規格書（Software Requirement Specification） [20]。

2、系統設計

本階段主要目的是依照上一階段所產出的軟體需求規格書進行設計。系統設計包含架構設計與細部設計(例如，介面設計、資料庫設計等)。此階段主要產出為系統設計規格書（System Design Document） [21]。

3、系統實作

將上一階段的系統設計規格書落實為可以執行的軟體程式碼，並進行單元測試。這個階段的產出主要為程式碼與單元測試的結果。

4、系統整合與測試

系統整合係指依據系統設計規格書的架構逐步整合各子系統或模組，並進行整合測試，以確定各子系統可以正確無誤地整合。系統測試係針對整個系統進行整體性的測試，以確保其功能性、效能性都可以符合需求規格書的描述。此階段的主要產出為系統測試報告[22]。

5、系統移交

當系統測試無誤並進行移交後，此軟體系統也進入維護階段。維護階段通常很長，主要在處理錯誤的修復以及功能的增強。

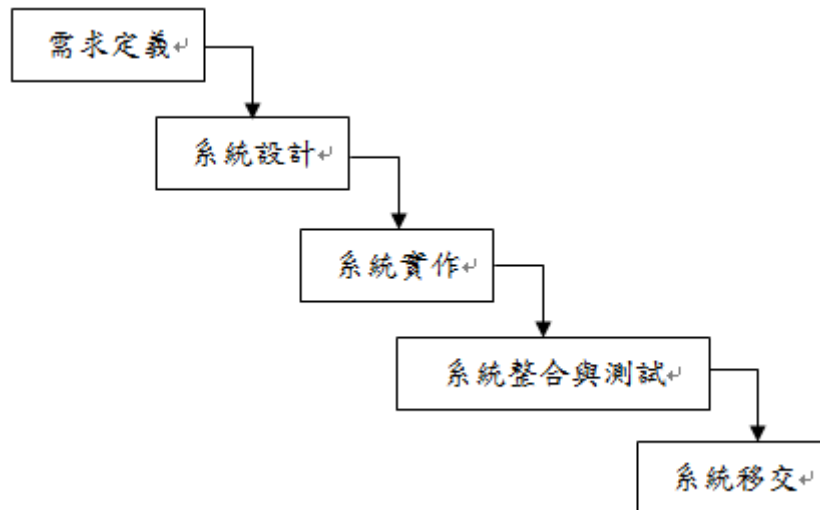


圖 2-1 瀑布式開發流程

圖引用自：李允中，「軟體工程」，美商麥格羅·希爾國際股份有限公司 台灣分公司，2009。

瀑布式開發流程模型可說是最廣為所知的方法，因為此模型最能明確切割各個開發進行階段。每個階段結束前通常會產出明確的文件，當文件確認後，即代表該階段結束並進入下個階段。

(二) 瀑布式開發流程的優點：

1、清楚的階段分割：

與一般的工程方法（例如，建築、土木、化學工程等）一樣有明確的流程階段，使專案的控管更為容易。

2、明確的文件產出：

使得合約的簽訂、技術或管理的審查更為容易，也有利於後續專案的維護。

(三) 瀑布式開發流程面臨的問題：

1、需求提供者沒有辦法正確及完整地表達需求。

2、使用者、分析師、設計師、程式設計師之間傳遞訊息上的誤解。

3、使用者的需求經常改變。

基於以上原因，瀑布式開發流程方式較適用於大型專案，且需求變更幅度不大的系統。

二、統合流程

統合流程強調反覆（Iterative）、遞增（Incremental）與演進（Evolutionary）[23]，「反覆」表示系統分析、設計、實作、測試與整合是反覆不斷進行的，「遞增」表示系統的需求是逐步漸增，並非一開始就必須全部收集完整；「演進」表示系統在開發過程中是不斷地演進，而非僅在後期建置。

（一）統合流程的特色

除了反覆、遞增與演進外，統合流程的開發方式還包含另外兩項主要特色：

1、使用者案例導向

強調使用者的價值，以使用者的觀點思考使用者所想要的是什麼、所需要的是什麼，開發者在專案開發過程中將會不斷地檢視其設計是符合使用者案例模型。

2、以架構為中心

強調儘早建立一個以元件為基礎的架構（Component-Bases Architecture）。統合流程強調如何使用目前現有元件建立系統的架構。

（二）統合流程的階段

統合流程的是以兩個面向（Dimension）來描述流程，如圖 2-2 所示。在橫軸方面，統合流程可以分為四個階段：起始階段、分析階段、建構階段與移交階段。每個階段有其階段性目的。各階段的主要工作簡述如下：

- 1、起始階段 (Inception Phase)：計畫申請、風險評估、可行性分析、初步計畫執行時間、資源概估及專案規劃。
- 2、分析階段 (Elaboration Phase)：分析需求、了解問題領域、建立系統架構。
- 3、建構階段 (Construction Phase)：系統設計、系統實作、單位測試。
- 4、移交階段 (Transition Phase)：移機測試、移機安裝、文件製作。

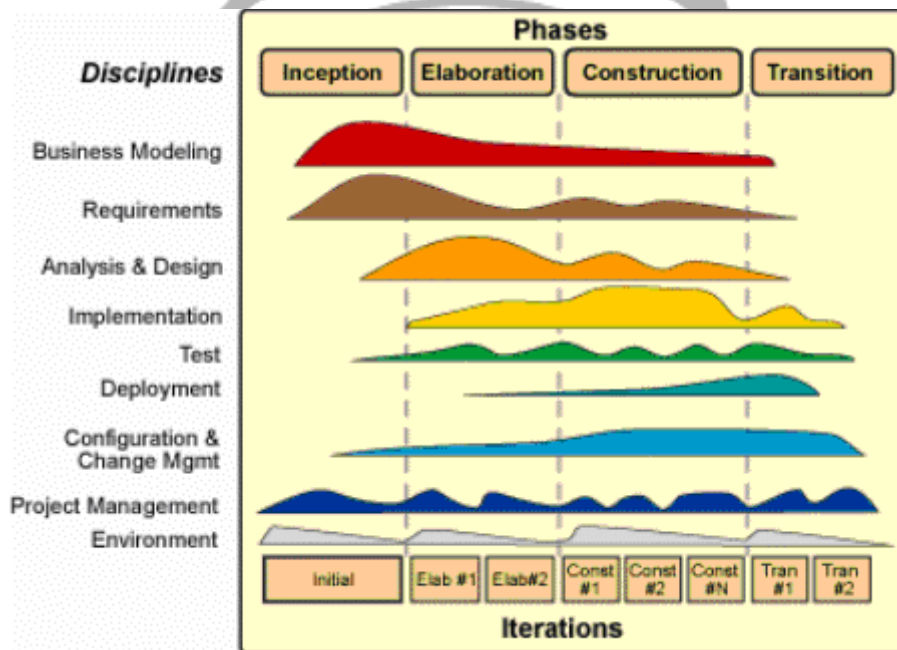


圖 2-2 統合流程

圖引用自：傅潔瑩，「軟體發展的生命週期」，臺灣大學計算機及資訊網路中心電子報第 2 期，2007。

(三) 核心的流程工作

在縱向方面，核心的流程工作可以分為六個工作流 (Workflow)：

1、企業模組工作流

企業模組工作流 (Business Modeling Workflow) 的主要目的

是透過此流程活動的進行，讓系統開發端能深入了解企業內部相關的專業領域知識及相關專業用語，並為開發端、需求端與使用端建立溝通管道。開發端會嘗試著了解組織的願景、企業電腦化的動機，並分析可能遇到的困難。

2、需求 workflow

需求 workflow (Requirements Workflow) 的主要目的是讓系統開發端透過此流程活動的進行，以便於了解及確認該系統所需提供的功能。為獲得明確且切實的需求，分析師必須訪談客戶與未來該系統建置完成後的相關使用人員，然後整理並記錄於組織所收集到的系統需求文件，並進一步與客戶確認。

3、分析與設計 workflow

分析與設計 workflow (Analysis & Design Workflow) 的目的是系統開發人員將客戶端所認可的需求內容，轉換成真正的可以部署執行之完整系統前的準備工作，以系統開發者的觀點，對所要開發的系統加以分析及設計，產生各個設計模組以實踐需求。所產生的設計模組將做為下階段實作的依據。

4、實作 workflow

實作 workflow (Implementation Workflow) 的目的是將系統設計模組轉換為可以執行的程式碼。通常包含對單元模組 (例如，某個函數或類別的單元) 進行測試。由於統合流程強調「反覆性」，系統實作活動在先前的回合就會進行，如此可及早發現可能的設計錯誤，某些不可行的技術方案也可以及早發現並適時調整。

5、測試 workflow

測試 workflow (Test Workflow) 的主要目的在確認每個單元可以正確地整合，特別是要確認單元之間的介面是相容的，可以相

互銜接溝通。測試也包含需求測試，檢驗實作出的產品是否符合需求規格所訂之內容。由於統合流程是採用反覆的方式，測試在先前的回合就會進行，亦具有可以及早發現缺失 (Defects) 的優勢。

6、部署 workflow

部署 workflow (Deployment Workflow) 的目的是釋出 (Release) 可以提供使用者安裝部署並且執行的版本。大部分的部署活動都會在移交階段進行，但先前回合會進行部分的部署準備，例如，準備軟硬體設備、系統的資源配置等。

三、極限編程

極限編程 (Extreme Programming) 是 Kent Beck 於 1999 年提出，目的是提倡更能「擁抱改變」(Embrace Changes) 的敏捷開發方式 (Agile Method) [26]，極限編程的「極限」有著極端的含意，因為它提出許多極端的做法，例如，極端地倡導多回合開發方式、極端地要求顧客參與、極端地強調測試的重要性等。極限編程的各項特性說明如下：

(一) 客戶駐點

顧客代表也是開發團隊成員之一，在開發過程中必須全職參與開發團隊的討論。如此可以省去需求文件化的時間與閱讀需求文件可能產生的錯誤。隨時溝通、快速回饋是極限編程的特性。

(二) 漸進式的規劃

顧客代表參與開發團隊一起訂定需求。需求不是條列式的功能列表，而是一個個像故事般的故事卡 (Story Card)。按照故事卡的輕重緩急和風險，快速訂出專案的範圍。

(三) 頻繁改版

快速將簡單的系統上線，並在極短時間內更換新版本。

(四) 簡單設計

任何時候，系統都應該盡可能地設計簡單。極限編程強調設計並不是一次就可以到達完美，透過簡單的設計、測試與設計的改善，逐步修正設計，使系統可以切合使用者需求與系統品質。一開始過於複雜的設計會使設計所花費的時間過長，使用者及架構師無法立即對系統產生回饋。

(五) 測試先行

先撰寫單元測試程式，確保每單元程式皆為正確。極限編程十分強調回饋，而良好、正確的回饋需要好的測試。為了達到有效的測試，建議在撰寫程式以前先設計測試案例 (Test Case)，並在程式撰寫結束後立即進行測試。當測試符合所定義的測試策略，例如，敘述覆蓋 (Statements Coverage) 到達 95% 時，才可以將程式碼簽入 (Check in) 到程式庫中進行整合。

極限編程其測試先行的方法不同於以往軟體開發之處，在於過去的軟體開發流程是先進行程式設計，再進行測試案例的設計與執行。

軟體開發流程是軟體開發過程中一連串相關的步驟與作業程序，必須依組織或專案團隊執行之專案特性，包括專案時程、專案時程、規模、開發環境、專案成員類型等因素，而選擇不同的軟體開發模式，才能達到最好的成效。

第二節 人力資源規劃

所有的人力資源活動都需要規劃，因此人力資源規劃 (Human Resource Planning) 一詞兼有雙重意義，廣義而言是指各項人力資源活動的規劃事宜，但比較常用的是其狹義觀點，專指評估預測人力資源供需，以確使組織不致於出現人力過剩或短缺情形[2]。在配合企業未來發展之

需要，運用定量、定性分析，藉以「適時適地」、「適質適量」、「適職適格」及「適才適所」地配置人力，促進組織目標達成，永續發展[3]。進行人力需求規劃時，應事先預測整體的業務需求量，分析與評估組織內外部的環境後，預測組織的人力資源需求和了解人力資源供給的來源[8]。人力資源規劃之程序包括決定組織策略目標、評估人力現況、預測所需人力及調整人力計畫等[4]，如圖 2-3 所示。

(一) 決定組織策略目標

人力資源規劃必須依照組織策略目標而制定，使企業能擁有適當的人員來推動、落實策略目標的執行。

(二) 評估人力現況

透過工作分析來了解、評估現有人力之數量、素質以及工作性質與職務內涵是否符合組織目標之執行要求。

(三) 預測所需人力

可利用定性法（如德爾飛技巧）、定量法（如迴歸分析）預測出企業未來的人力資源需求，以利人力調整。

(四) 調整人力計畫

比較人力供需之後，據以擬定甄選、儲備、培訓、發展與節流計畫，以符合組織未來發展。



圖 2-3 人力資源規劃之程序

圖引用自：張承、趙敏，「管理學=Management」，鼎茂圖書出版股份有限公司，2005，P.197~198。

從上述人力資源規劃之過程，先由評估人力現況進而預測人力需求，有關此二程序所運用之方法說明如下：

一、評估人力現況

現有人力評估即對企業現有人力進行盤點與查核，包括現有人力的數量、素質、類別及年齡等進行分析，並研究人性需求的發展、工作情緒的消長狀況，以謀決定完成各項業務所需的各類人力。而其中人力數量分析之重點在於探討現有人力數量是否配合企業機構的業務量，也就是檢討現有人力配置，是否合乎一個機構在一定業務量內的標準人力配備。目前一般企業所採用且計算方便者，有如下的方法[7]：

(一) 工作分析法

工作分析 (Job Analysis) 依以工作分析結果而製成的工作說明書和工作規範為基礎，計算各職務執行時所需的人力。

(二) 動時研究法

動時研究 (Motion and Time Study) 係在工作地點測量工作人

員從事某項工作或某一操作單元所需的時間。

(三) 工作抽樣法

工作抽樣 (Work Sampling) 是一種統計學推論的方法，應用統計學的機率原理，以隨抽樣方式，輔以數學計算，以測定某個部門在一定時間內，實際從事工作所佔規定時間的百分比，再以此百分比測知人力運用的效率。

(四) 成果分析系統法

成果分析系統 (Performance Analysis System) 方法是藉由管理資訊系統補助，記錄作業員在一個月乃至兩個月期間，每人每日工作之名稱、工作時間及工作量。

(五) 管理幅度及線型責任圖之方法

本方法較前面所說的各種方法為簡單，其中之一是依管理幅度 (Span of Management) 而決定員額。所謂管理幅度是指一位管理人員能夠有效管理之之部屬數。另外一種簡單的方法是線型責任圖 (Linear Responsibility Chart)。所謂線型責任圖係將組織內之業務與員工，以矩陣之行與列加以排列。而將各員工對各業務的責任記入矩陣表內，如此則均可明確的表現出業務和決策由誰在何時進行以及達成的程度。

二、預測人力需求

人力需求預測乃針對各機關未來業務發展的需要，根據各種環境的變化，預測未來數年企業所需的人力，期能適時、適地、適量地提供與調節所需的人力，以達成組織目標的一種過程。完整的人力供需預測計劃包括內部人力需求的調查、外部人力供給的瞭解等。人力需求預測方法之種類很多，一般常用的有經驗估計法、傳統的統計法、對數的學習曲線法、電腦模擬法及 Delphi 技術法等[7]。

(一) 經驗估計法

1、主管之估計

這是最古老，也是最常用於預測人力需求的方法之一。此乃利用與工作最接近者的直覺與經驗，估計企業未來所需的人力。

2、經驗法

此法乃建立在啟發式決策 (Decision Heuristics) 的基礎上，其基本假設乃是人力的需求與某些因素的變化有某種關係存在。

(二) 傳統之統計法

1、迴歸分析

所謂迴歸分析是用以敘述兩個或兩個以上變數間的關係，即一個或多個自變數，預測或估計某一特定因變數的分析。迴歸分析中最簡單的模型是二變數的直線迴歸模型，即所謂的簡單直線迴歸模型 (Simple Linear Regression Model)，簡稱簡單迴歸。

2、時序列分析

所謂時序列 (Time Series) 是指依時間進行而發生的事項變動之順序，予以觀察、標示的統計數列稱之。它共有兩個變數，自變數為時間，因變數為各時間所相當的數量或數值，如生產量、營業額等之任何一組變數。

3、比率分析

當一個組織有幾個團體必須加以預測時，比率分析 (Ratio Analysis) 較為適用。例如，利用統計法先行預測與企業活動直

接有關的生產、行銷等直線部門 (Line Department) 所需的人力後，再藉計算與重要團體之間的比率，以預測人事、會計等部門所需的人力。

(三) 對數的學習曲線法

1936年 T. P. Wright 發表了飛機製造業如何縮短直接勞動時間的論文。Wright 的模式是以製造進步曲線 (Manufacturing Progress Curve)、經驗曲線 (Experience Curve)、學習曲線 (Learning Curve) 及更技術化的對數 (Logarithmic) 計算為基礎，因此稱為對數學習曲線 (Logarithmic Learning Curve) [27]。

(四) 電腦模擬法

預測人力需求的另一個方法是利用電腦進行模擬 (System Simulation) 的方法，即數理模型。此一方法是最適用於配合組織特性，以開發最適合該企業的模式，因此和前述學習曲線模型相比較，可以發現它會因組織的不同而有很大的差異。

(五) Delphi 法

Delphi (Delphi Procedure) 的目的也是在預測人力需求，它和我們曾討論過的其他許多方法不同，它是一個較具主觀性質的方法。因此，它經常被主張計量法的學者批評為一種不值得信賴的方法。

第三節 系統模擬

系統(System)是對設備及其運作程序的研究稱之，而通常會設定一連串的假設與限制，以規範其運作。這些假設通常會以數學式或邏輯關係陳述，組成模型(Model)，而此模型即可用於瞭解系統的行為[9]。如果模型的邏輯關係夠簡單的話，則可用數學模式求解。然真實系統通常相當複雜，數學模式不易分析，故常會選擇使用模擬(Simulation) 的方式解決。

模擬為數學模式中的一種，也是屬於未確定性模式的一種方法。它是建立在三種基本理論上：(1) 機率與統計 (2) 資訊技術 (3) 系統理論[10]。由輸入隨機資料模擬產出輸出結果，必須以機率與統計之觀念來處理與解釋。資訊技術則在模擬之過程中扮演執行模式動態行為的主要角色，也由於資訊技術的快速發展使得模擬越來越成熟。系統理論之方法則幫助人們將一複雜的系統對象，如何以系統化的分析與建構方式，將問題對象的組成及其功能行為轉為模擬模式。

並非所有的問題都可以藉由模擬得到幫助而解決，系統模擬通常被使用的原因可以有以下幾種情境[7][11]：

- (一) 開發數學模型太困難，或者甚至不可能
- (二) 各種情況的檢討與調查
- (三) 系統的動態原理非常複雜
- (四) 有危險性
- (五) 無法重複的現象
- (六) 成本考量
- (七) 工作目標在於研究一定時期的系統活動狀況
- (八) 展示動畫的能力非常重要時

一、模擬程序

如同建構建築物一樣，模擬建模的程序包含兩個部份：模型建構(Model Construction)與確認(Validation) [15]。底下分述之：

(一) 模型建構

採用建模工具，利用其圖型使用者介面，可相當簡易地根據規則建立企業流程模型。其企業流程模型包括其結構(Structure)、模組(Module)、邏輯(Logic)、互動(Interaction)、資訊流

(Information Flow)、實體物流(Physical Flow)、參考變數(Parameter)、輸入及輸出需求(Input and Output)、時間變化(Timeinterval)、資源分配(Resource)等。因為企業內部的結構已相當繁複，其相對建構之模型必須依據所蒐集的企業實景建立，在模型解構(Decomposition)及重建(Re-build)的過程中，以階層式(Hierarchical)的建模方式將企業之流程模組化。

(二) 確認

針對前一個步驟所建構之企業流程模型，觀察並確認之。也就是所依據蒐集的原作業流程之資訊、數據等，由模型建構者、未來使用者、熟悉實際操作作業者共同研討。一旦發現流程之設計結果與實際問題相異時，必須重新檢視與建構模擬之模型，以求完全符合問題點。

二、模擬流程

模擬流程(Simulation Process)包含了模擬(Simulation)與模型驗證(Verification)[15]。

(一) 模擬

建模之後即可開始模擬所建之流程，應配合實驗框架設計一組模擬實驗，以求正確無誤的表達完整的企業流程程序。

(二) 模型驗證

驗證的用意在確定所建構的模型資料內容是否有誤，其方法可經由動畫展示(Animation)及追蹤(Trace)資料來達成。模擬工具可提供逼真的圖形化能力，模擬企業的動態流程，可以清楚的觀察該模型的執行過程，各參數的變化情況，如：已完成數量、半成品、作業週期時間等，以確認所輸入的數據沒有錯誤。該步驟乃是驗證是否依照蒐集之企業資訊，正確地完成模擬實驗。對於

提出模式之確認可以有以下幾種方法[28]：

- 1、由人員利用電腦化的方式去對每個單元元件作邏輯上的分析。
- 2、檢查模式程序上是否在某地方有過長的等待，或者設備上出現大量的閒置現象，則必須找出其發生的原因。
- 3、可以利用甘特圖或作業流程表去查核模式是否正確。
- 4、作對於輸出資料作分析，如增加或減少投入是否輸出會有同樣的變化。此部分模式確認動作主要希望所建構模式是正確的，能反映實際作業流程狀態。

第四節 績效衡量準則與派工法則

藉由回顧系統模擬方法與人力資源規劃相關文獻，以了解系統模擬於專案人力資源需求預估之應用。

林年慶(1999)[12]應用系統模擬方法，針對國內現有四家花卉批發市場之拍賣作業現況建立模擬模式，經由各模式模擬結果與現況比對、確認後，觀察各市場是否有可改善空間，並假設在一般交易日條件下，提出具體改善及調整方案。

李兆元(2002)[17]應用模糊線性規劃模式，建構矩陣式組織結構中，多個專案計畫同時委由多個專業單位執行時，掌握各單位對所分配到人力滿意程度變動情形，並運用求解模糊線性規劃模式的兩階段法，藉由參數值的調整，分析不同階段結果之滿意程度的影響。

甯方璽(2003)[18] 針對資源自動分配方法進行相關作業流程之分析與研究，以 COST 系統架構為基礎，開發外掛之 Cost-Sharing 電腦程式，自動偵測營建作業中各相關共享資源並予以重新組合，再透過基因演算法求解出其中最佳組合，減少資源閒置與作業等待之時間，同時藉由開發之 Cost-Sharing 程式，提升原有 COST 模擬系統之應用性。

賴勇見(2005)[13]應用於鞋模具全流程整體性生產問題中，以

Simprocess Release 4.2 進行建模，考慮每項訂單工作流程、不同作業時間機率分佈、作業資源、異常重工、內部產能規劃等特性，使用四種派工法則有先到先服務(First Come, First Served)、隨機選擇(Random Selection)、最早到期日(Earliest Due Date)及最短處理時間(Shortest Processing Time)等，其中以最早到期日派工有較佳解。

鄒家昇(2005)[14]以 eM-Plant 模擬軟體，進行模擬餐飲服務過程中人力與櫃檯資源配置最適化之研究。選擇某一連鎖速食餐廳之單店，進行模擬模式構建與實證分析，與營運改善方案之具體建議。

楊佳怡(2008)[15]應用模型建構與模擬的技術，以國內某金融業資訊部門為研究對象，分析其現行之系統開發作業流程，採用 Arena 模擬軟體建立符合此作業流程之模擬模型，將不同資源配置的模擬結果。

朱獻翔(2010)[16]主要在不增加資源的狀況下，使用加工時間與瓶頸工作站之混合派工法則，簡化人員與資源分配，提高工作績效，並考慮多專案、多資源的分配問題，進行模擬法求解，建立有助於總成本最小化，並可快速找到最佳之資源分配。

從文獻中可以發現依據不同的研究議題與關注焦點，所採用的績效衡量準則有所差異，因此本研究將文獻之模擬系統與採用之績效衡量準則整理如表 3-1 所示：

表 3-1 模擬文獻之模擬系統與績效衡量表

作者	研究主題	績效衡量準則
林年慶[12]	系統模擬方法在人力與區位資源配置改善之研究	作業流暢度 總拍賣時間 各線分貨人員之利用率 各堆疊區貨物件數
賴勇見[13]	應用系統模擬於鞋模具生產與派工之探討	平均流程時間(天數) 平均人機使用率 平均差異時間(天數) 平均早交時間(天數) 平均延遲時間(天數) 延遲訂單數 達交率
鄒家昇[14]	速食餐飲人力與資源配置之模擬研究	顧客進入餐廳至拿取餐點停留時間 櫃台前最大等候人數 已取得餐點人數 櫃台人員忙碌率 生產人員忙碌率
楊佳怡[15]	人力資源配置改善之研究-以銀行資訊單位為例	工作等待時間 資源忙碌率 小組完成率
朱獻翔[16]	以模擬法求解多個軟體開發專案排程問題	專案完成時間
甯方璽[18]	營建資源共享模擬最佳化之研究	資源閒置時間 作業等待時間 最小單位成本(元/小時)

資料來源：本研究整理

一、績效衡量準則

本研究所關注的是被研究單位人員配置的情形，所採取的績效衡量準則如下：

(一) 平均延遲時間(天數)

從專案進入流程到結束期間，所花費時間減去專案合約時間，表示人員在正常工作時間外，需額外投入相當的加班時間，才得以使工作在專案合約期程內完成。

(二) 平均人員使用率

從專案進入流程到結束期間，所花費時間減去人力資源之間

置時間所佔百分比。

(三) 平均等待時間(天數)

專案進入流程工作階段時，因人力資源已被其他專案工作所使用時，而等待其處理完時所需時間。

二、派工法則

本研究在專案工作分派採用最早到期日(Earliest Due Date)，即工作等候線有二個以上專案進入等待時，當前一個專案處理完成後，則比較專案合約期限較近者優先進入工作處理。



第三章 研究方法與模式建立

本研究包含:研究範圍與限制、文獻探討、發展模式、資料收集、模式模擬、分析與討論、結論等七個步驟，研究流程如圖 3-1 所示：

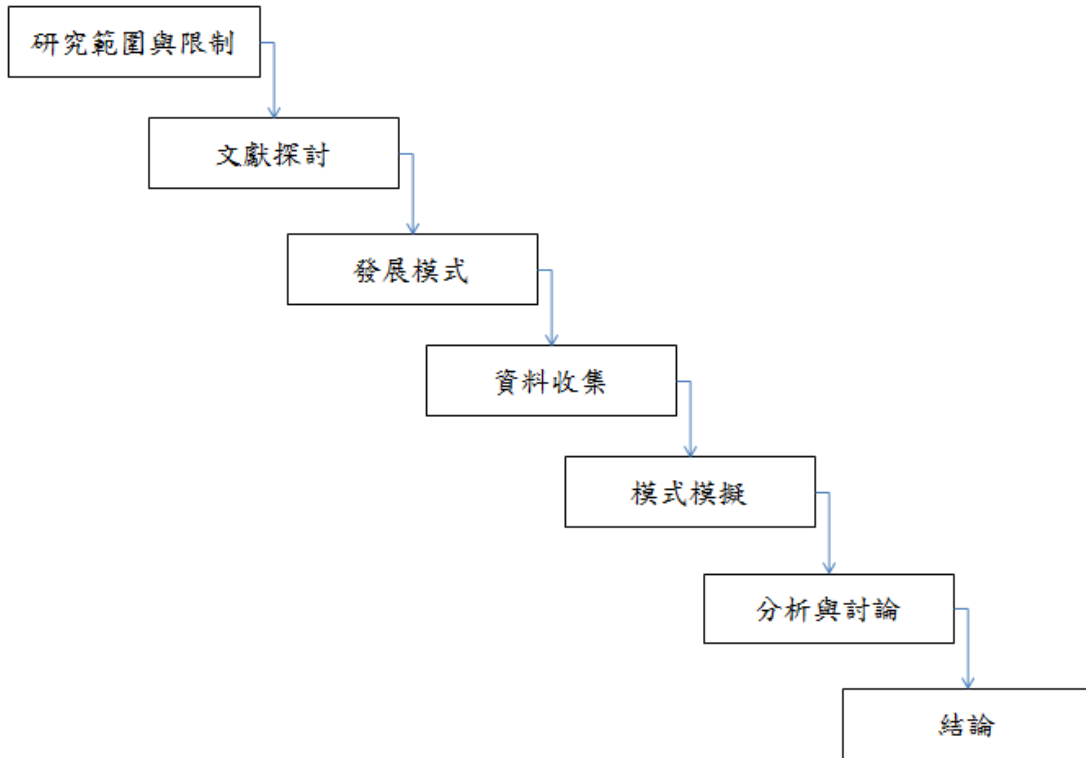


圖 3-1 研究流程圖

第一節 研究範圍與限制

一、研究範圍

系統開發專案作業流程以專案合約期程可區分為前置階段、執行階段與保固階段等三個階段，各階段工作摘述如下：

(一) 前置階段

於前置階段為進行專案承接工作，從剛開始客戶提出概念需求，依據概念需求提給客戶專案服務建議，並配合客戶之委託服務專案採購、評選、議價與簽約等作業程序，所進行相關工作。

(二) 執行階段

執行階段期間從簽約完成起至驗收完成結束，此階段工作流

程包括專案規劃、需求訪談、分析設計、系統實作、系統測試與系統修正等。

1、專案規劃

專案規劃工作從專案完成簽約後，專案管理者與專案團隊進行專案管理細部規劃作業，建構專案執行方針完成工作執行計畫書，並經客戶確認為止，工作執行計畫包括專案工作項目說明、團隊組成架構、執行方法與步驟規劃、計畫時程與工作進度安排、系統測試與驗收方法、計畫交付項目等內容。

2、需求訪談

自工作執行計畫書完成後開始執行需求訪談工作，依據專案特性與工作執行計畫，由專案管理者制定需求提供與接受準則，需求訪談者依據訂定需求提供與接受準則進行需求訪談，並針對客戶所提需求之內容進行審查，確認為合約範疇內與執行無虞，已接受之需求彙整並製作成需求規格書。

3、分析設計

分析設計工作於需求訪談完成後，分析設計者依據需求規格書內容製定系統功能架構，設計各項功能之功能操作流程及使用者介面(User Interface)，收集整理客戶提供之表單、文件及報表等資料，分析資料關連依存關係進行資料庫設計，並將工作成果製作成分析設計文件。

4、系統實作

系統實作者參照系統運作之軟硬體環境，選用適合的系統開發工具及程式語言，依據分析設計文件進行程式撰寫，其程式撰寫包含有：

- (1) 使用介面顯示與操作互動訊息呈現之程式

(2) 業務邏輯運算模組與資料操作模組之程式

(3) 功能操作流程控制之程式

5、系統測試

系統測試工作於系統實作完成後，依據分析設計文件製作系統測試計畫，逐一將系統各項功能進行單元測試，測試各項資料輸入、處理及輸出結果符合預期，以及進行系統整體測試，確認各功能之間運行結果是否一致，並確保其功能性、效能性都可以符合預期。此工作產出為系統測試報告。

6、系統修正

於系統測試完成後，針對系統測試報告中所測得的系統錯誤(Bug)進行程式修正，或是系統實作有缺漏不完善之處予以修補。

(三) 保固階段

於保固階段為進行保固維護工作，保固階段期間從專案驗收完成至保固期滿為止，保固期間內若發現程式設計錯誤(Bug)或相關軟硬體發生問題造成的系統運作異常現象，配合做緊急處理與錯誤程式修改，或於系統相關軟體版本更新、發行修補程式時，進行軟體安裝更新作業。

由於專案執行階段工作管理極為重要，在考量時間、成本、品質等因素情況下，專案能否如期如旨完成關係到整體組織營運，因此本研究範圍介定在專案作業流程中的執行階段(如圖 3-2 所示)，探討執行階段工作流程之人力資源需求預估。

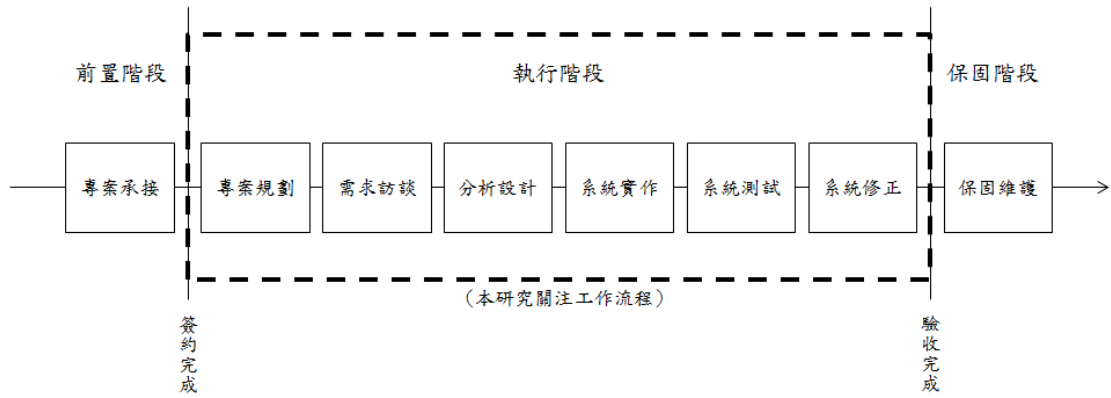


圖 3-2 專案作業流程圖

二、研究限制

- (一) 由於本研究範圍設定在執行階段工作流程，人員投入在專案執行階段工作時間佔所有工作時間比率即人力資源可用率，假設各職務人力資源可用率為固定比率。
- (二) 本研究假設每個人的工作能力皆相同，暫不考慮工作年資、專業工作經驗及學歷背景等，即工作分配予不同人員其處理所花費時間皆為一致。
- (三) 假設投入工作人數與工作處理時間成反比，即工作處理時間為工作所需時間除以投入工作人數。

第二節 發展模式

依據系統開發專案作業流程之執行階段工作，建構其模擬工作流程模式(如圖 3-3)，針對本研究工作模式中所使用到的主要資源及變數等簡述以下：

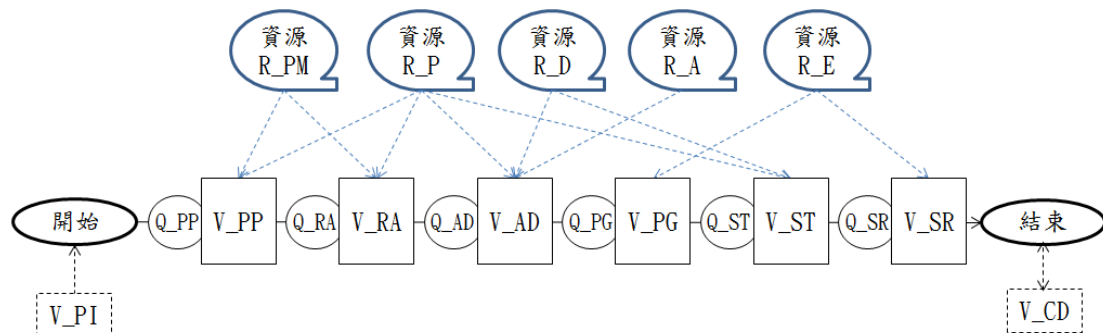


圖 3-3 工作流程模式

一、資源(Resource)

R_PM：代表專案經理職務之人力資源，並設定其數量。

R_P：代表規劃師職務之人力資源，並設定其數量。

R_D：代表分析師職務之人力資源，並設定其數量。

R_A：代表設計師職務之人力資源，並設定其數量。

R_E：代表工程師職務之人力資源，並設定其數量。

二、變數(Variable)

V_PI：專案進入間隔時間。

V_PP：專案規劃工作所需處理之時間。

V_RA：需求訪談工作所需處理之時間。

V_AD：分析設計工作所需處理之時間。

V_PG：系統實作工作所需處理之時間。

V_ST：系統測試工作所需處理之時間。

V_SR：系統修正工作所需處理之時間。

V_CD：專案合約時間。

三、等候線(Queues)

Q_PP：代表專案進入到專案規劃工作時，若尚無可用之人力資源，則會停留在此等待，直到佔用之專案工作處理完成。

Q_RA：代表專案進入到需求訪談工作時，若尚無可用之人力資源，則會停留在此等待，直到佔用之專案工作處理完成。

Q_AD：代表專案進入到分析設計工作時，若尚無可用之人力資源，則會停留在此等待，直到佔用之專案工作處理完成。

Q_PG：代表專案進入到系統實作工作時，若尚無可用之人力資源，則會停留在此等待，直到佔用之專案工作處理完成。

Q_ST：代表專案進入到系統測試工作時，若尚無可用之人力資源，則會停留在此等待，直到佔用之專案工作處理完成。

Q_SR：代表專案進入到系統修正工作時，若尚無可用之人力資源，則會停留在此等待，直到佔用之專案工作處理完成。

第三節 資料收集

本研究案例內部具有完整的企業資訊入口包含工作日誌系統、OA 系統、文管系統、人資系統、專案電子表單系統等資訊系統，其工作日誌系統如圖 3-4，員工需於每日填寫當日工作內容、時數。從資訊系統截取近五年資料(2008 年 1 月至 2012 年 12 月)，期間內該單位執行之專案資料計有 103 筆，而專案資料中包括專案時程、實際人力工時等資料項目。

專案工作項目									
簽約議價前工作(服務建議書、投標作業、評選簡報製作)									
專案管理(專案工作會議、行政事務)									
專案規劃									
需求訪談									
資料分析及系統設計									
系統開發									
系統測試									
系統修改									
保固維護									
工作內容	勘查管理系統功能選寫								
工作時數	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	
	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	
								儲存	取消

圖 3-4 工作日誌系統畫面

一、人力資源使用

單位人員職務包含有「專案經理」、「規劃師」、「分析師」、「設計師」及「工程師」等，各職務人員參與之工作與現有人數如表 3-2 所示。

表 3-2 各職務人員參與工作表

職務名稱	專案規劃	需求訪談	分析設計	系統實作	系統測試	系統修正	人數
專案經理	V	V					3
規劃師	V	V	V		V		5
分析師		V	V		V		3
設計師			V				2
工程師				V		V	10

由於人員除了從事專案執行階段工作外，尚需處理專案前置階段與保固階段工作，以及處理非專案上之行政事務工作，因此由加總各職務人員於專案執行階段工作時間，並計算其占總工作時間之百分比，即用以設定資源可用率，各職務人員資源可用率如下表 3-3 所示。

表 3-3 各職務人員資源可用率

職務名稱	總工作時間 (天)	專案執行階段 工作時間(天)	資源 可用率%
專案經理	5,117	4,532	88.57
規劃師	8,859	7,987	90.16
分析師	4,854	4,618	95.14
設計師	2,907	2,815	96.84
工程師	16,711	15,312	91.63

二、專案進案間隔時間

由專案時程之簽約日期可視為專案始起日，將各專案簽約日期排序後，計算出每個專案簽約日期距離前一個專案簽約日期之天數，以獲得新專案進入間隔天數。

三、流程中各工作處理時間

而在專案投入人力工時部份，從專案執行時相關成員填報工作時數，依據工作內容可整理出專案規劃、需求訪談、分析設計、系統實作、系統測試與系統測試等實際耗費時間，從專案人力工時資料中的各專案每個工作項目實際花費時數，並依 8 小時為一天轉換以天數為單位。

四、專案合約時程

專案合約時程即專約簽約日期至專約履約期限，通常合約載明特定日期、時程月數或天數，由收集到的資料直接計算起迄區間之天數。

由於資料取樣方式，並不符合隨機樣本的抽樣設計，因此除了進行隨機變數適合度(Goodness of Fit)檢定外，也要驗證資料發生次序的獨立性或隨機性(Randomness)，以確保各項資料構成隨機樣本[19]，本研究根據輪迴檢定的定義來進行資料隨機性檢定，利用卡方分配進行適合度檢定，各項資料通過適合度檢定確定使用之機率函數，其資料彙整如表 3-4：

表 3-4 本研究各項資料

項目	平均數(天)	標準差(天)	機率函數
專案進案間隔	16.57	19.80	指數分配
專案規劃工作	39.93	14.64	常態分配
需求訪談工作	44.47	15.35	常態分配
分析設計工作	67.79	23.38	常態分配
系統實作工作	115.28	38.47	常態分配
系統測試工作	8.64	3.05	常態分配
系統修正工作	13.28	5.43	常態分配
專案合約時程	179.72	55.64	常態分配

第四章 模式模擬與結果分析

第一節 模式模擬

本研究利用 Microsoft Visual Studio .NET 工具撰寫程式，運用 SQL Server 資料庫作為資料儲存及統計分析工具，來實作一個「專案工作模式模擬程式」進行模擬，其畫面如圖 4-1 所示。

專案工作模式模擬

專案進入 平均間隔天數

專案規劃 工作天數平均 工作天數標準差 專案經理人數

需求訪談 工作天數平均 工作天數標準差 規劃師人數

分析設計 工作天數平均 工作天數標準差 分析師人數

系統實作 工作天數平均 工作天數標準差 設計師人數

系統測試 工作天數平均 工作天數標準差 工程師人數

系統修正 工作天數平均 工作天數標準差

專案合約時程 天數平均 天數標準差

模擬次數

模擬結果

項目	專案規劃	需求訪談	分析設計	系統實作	系統測試	系統修正	整體
▶ 平均等待(天)	12.3333	13.7333	17.1000	4.7167	17.2667	9.5500	10.6714
平均停留(天)	25.7333	29.8500	51.0000	16.1333	20.8333	11.3833	22.1333
平均處理(天)	13.4000	16.1167	33.9000	11.4167	3.5667	1.8333	11.4619
平均使用率(%)	0.8769	0.9475	0.9163	0.6405	0.8912	0.9048	0.8829
平均逾時(天)							24.2071
*							

圖 4-1 專案工作模式模擬程式畫面

本研究案例現有人力配置為專案經理 3 名、規劃師 5 名、分析師 3 名、設計師 2 名與工程師 10 名，在考量短時間內人員異動幅度較低的情況下，設定人員異動人數最多為 3 人，即新進用人數、職務調整或因人員離職之遞補等狀況為 0~3 人，其可能的人員配置組合計有 166 組，依序將各流程參數及人力配置人數輸入後，分別進行 1000 次模擬之程序以獲取模擬結

果資料。

第二節 分析與討論

將 166 組人員配置組合分別進行 1000 次模擬，將模擬結果資料依平均延遲時間遞增排序如表 4-1，假設平均人員使用率界於 80% 至 100% 之間為可接收範圍，而平均延遲時間小於或等於零的人員配置組合為組序 1~13，即為較佳的解決方案，其中以組序 1 為最佳解決方案，原人員配置組合增加 3 人分別為增加設計師 1 名與工程師 2 名。

表 4-1 模擬結果依平均延遲時間排序前 20 筆

組序	專案經理 人數	規劃師 人數	分析師 人數	設計師 人數	工程師 人數	總人數	平均延遲 時間(天 數)	平均人員 使用 率(%)
1	3	5	3	3	12	26	-8.44	85.80
2	3	5	4	3	11	26	-6.53	83.94
3	3	5	3	4	11	26	-6.28	84.34
4	3	6	3	2	12	26	-6.14	86.82
5	3	5	4	2	12	26	-5.62	86.67
6	4	5	3	2	12	26	-4.85	87.62
7	3	6	3	3	11	26	-4.66	85.03
8	4	5	3	3	11	26	-4.34	84.50
9	3	5	5	2	11	26	-3.92	85.11
10	4	5	4	2	11	26	-3.01	85.29
11	3	6	4	2	11	26	-2.00	85.43
12	4	6	3	2	11	26	-0.69	86.53
13	3	7	3	2	11	26	-0.67	86.61
14	5	5	3	2	11	26	0.97	86.40
15	3	5	3	2	13	26	3.54	89.19
16	4	5	3	2	11	25	4.32	89.05
17	3	5	4	2	11	25	4.40	88.47
18	3	5	3	3	11	25	4.95	88.90
19	3	6	3	2	11	25	5.29	88.95
20	3	5	3	2	12	25	8.76	90.43
以下省略								

篩選出總人數為 26 人的資料列，依平均等待時間排序後如表 4-2 所示，組序 1 之平均等待時間為 7.82(天)為原人員配置組合增加 3 人之最佳方案，

即增加設計師 1 名與工程師 2 名。

表 4-2 總人數 26 人排序前 10 筆

組序	專案經理 人數	規劃師 人數	分析師 人數	設計師 人數	工程師 人數	總人數	平均等待 時間(天)
1	3	5	3	3	12	26	7.82
2	3	6	3	2	12	26	8.05
3	3	5	4	2	12	26	8.20
4	4	5	3	2	12	26	8.29
5	3	5	3	4	11	26	8.44
6	3	5	4	3	11	26	8.47
7	3	6	3	3	11	26	8.65
8	3	5	5	2	11	26	8.72
9	4	5	3	3	11	26	8.74
10	4	5	4	2	11	26	8.89
以下省略							

篩選出總人數為 25 人的資料列，依平均等待時間排序後如表 4-3 所示，組序 1 之平均等待時間為 9.44(天)為原人員配置組合增加 2 人之最佳方案，即增加專案經理 1 名與工程師 1 名。

表 4-3 總人數 25 人排序前 10 筆

組序	專案經理 人數	規劃師 人數	分析師 人數	設計師 人數	工程師 人數	總人數	平均等待 時間(天)
1	4	5	3	2	11	25	9.44
2	3	5	4	2	11	25	9.51
3	3	6	3	2	11	25	9.55
4	3	5	3	3	11	25	9.60
5	3	5	3	2	12	25	9.69
6	3	5	3	4	10	25	11.47
7	4	5	3	3	10	25	11.64
8	3	5	4	3	10	25	11.65
9	3	5	5	2	10	25	11.91
10	3	6	3	3	10	25	11.92
以下省略							

篩選出總人數為 24 人的資料列，依平均等待時間排序後如表 4-4 所示，組序 1 之平均等待時間為 10.78(天)為原人員配置組合增加 1 人之最佳方案，

即增加工程師 1 名。

表 4-4 總人數 24 人排序前 10 筆

組序	專案經理 人數	規劃師 人數	分析師 人數	設計師 人數	工程師 人數	總人數	平均等待 時間(天)
1	3	5	3	2	11	24	10.78
2	2	5	3	4	10	24	11.53
3	3	5	5	1	10	24	11.91
4	3	4	3	4	10	24	11.92
5	2	5	5	2	10	24	11.96
6	3	5	2	4	10	24	11.97
7	2	6	4	2	10	24	11.98
8	2	5	4	3	10	24	12.02
9	3	4	4	3	10	24	12.06
10	3	7	3	1	10	24	12.14
以下省略							

篩選出總人數為 23 人的資料列，依平均等待時間排序後如表 4-5 所示，組序 1 之平均等待時間為 12.36(天)為原人員配置組合總人數不變情況下之最佳方案，其為原先配置減少規劃師 2 名、增加分析師 1 名與設計師 1 名。

表 4-5 總人數 23 人排序前 10 筆

組序	專案經理 人數	規劃師 人數	分析師 人數	設計師 人數	工程師 人數	總人數	平均等待 時間(天)
1	3	3	4	3	10	23	12.36
2	1	5	3	4	10	23	12.42
3	2	4	5	2	10	23	12.43
4	2	4	3	4	10	23	12.55
5	2	4	4	3	10	23	12.55
6	1	5	5	2	10	23	12.60
7	3	3	3	4	10	23	12.66
8	3	3	5	2	10	23	12.76
9	2	5	5	1	10	23	12.78
10	4	3	4	2	10	23	12.93
以下省略							

第五章 結論與建議

第一節 結論

就過去組織對於專案人力管理而言，較無法精確掌控人力資源需求，通常會依據人員加班時數比例，而增加比例偏高之職務人員進用，倘若因執行專案規劃人員不足，所造成系統實作人員額外耗費加班工時之問題，顯然這樣的方式並不能有效的予以解決。隨著組織運用資訊系統的成熟度提升，已累積相當多的營運資料，現今可透過電腦模擬的技術來模擬運算分析，於現有人力資源配置的基礎下，利用更改資源配置的方式，以產生各種可能配置的模擬結果，進而分析與比較找出較佳的方案，並且可以提供模擬數據結果差異給管理者參考，以提前招募人員訓練因應後續執行所需之人力，協助管理者解決在人力資源方面的問題，增加人事安排規劃時間，以確保工作品質穩定與達到精簡管理成本之目標。

第二節 後續研究建議

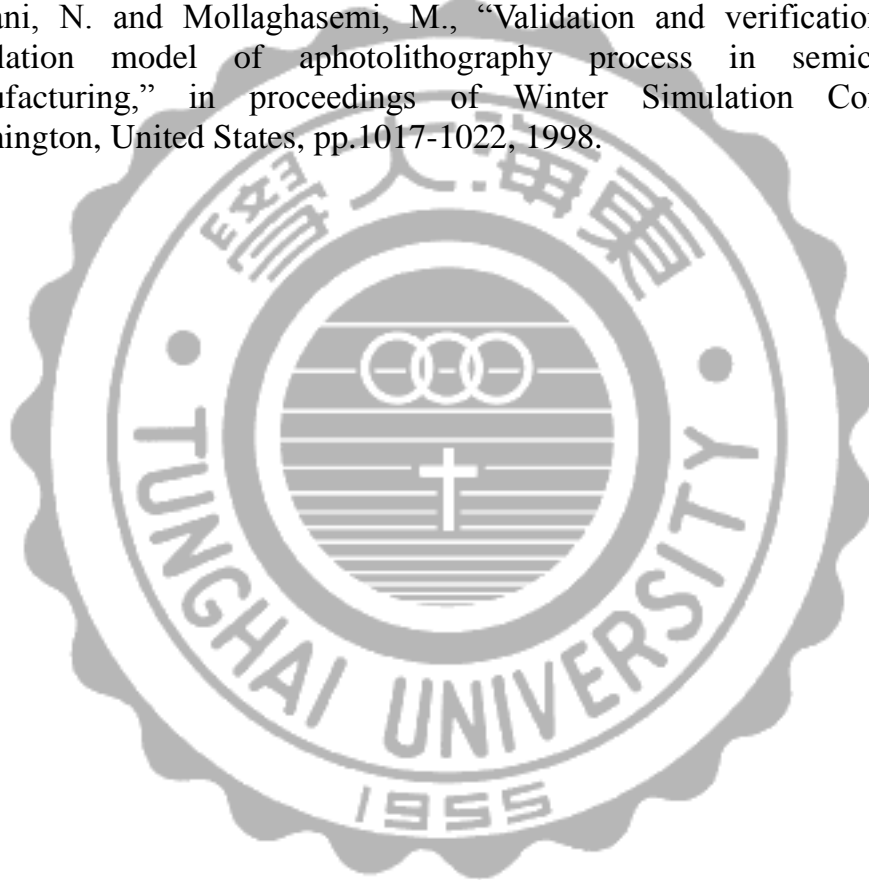
關於本研究的建議與未來發展方向，描述如下：

- (一) 本研究假設各職務人力資源可用率為固定比率，後續若針對人力資源可用率之變動因素加以探討，可使模式分析更為完善。
- (二) 由於本研究以專案執行階段六個工作項的資料當作模擬建構的基礎，由於工作內容會實際狀況不同有所差異，未來若能工作項目資料拆解更細，可以更準確的分析。
- (三) 本研究假設每個人的工作能力皆相同，若是未來能針對工作能力不同部分加以探討，即考量年資與工作經驗，將會讓整個模擬模式更加精確。
- (四) 後續可針對不同職務人員薪資結構加以分析，進而將人事成本列為人力資源需求評估之決策項目之一。

參考文獻

1. 李允中，「軟體工程」，美商麥格羅·希爾國際股份有限公司 台灣分公司，2009，P.3~11。
2. 張志育，「管理學：新觀念、本土化、世界觀」，前程企業管理有限公司，1998，P.295~296。
3. 吳秉恩，「分享式人力資源管理—理念、程序與實務」，翰蘆圖書出版有限公司，1999，P.151。
4. 張承、趙敏，「管理學=Management」，鼎茂圖書出版股份有限公司，2005，P.197~198。
5. 陳湘揚、陳國益、陳富國、林錦陽、顧源國、王邦傑、孫冠宏，「軟體工程—物件導向程式設計與 UML 系統分析實作」，博碩文化股份有限公司，2004。
6. 傅潔瑩，「軟體發展的生命週期」，臺灣大學計算機及資訊網路中心電子報第 2 期，2007。
7. 黃英忠，「現代人力資源管理」，華泰書局，1993，P.73~86。
8. 李正綱、黃金印、陳國基，「人力資源管理：跨時代的角色與挑戰」，前程文化，2004。
9. 郭瑋，「電腦模擬法應用於梭織傢飾布廠前置準備階段之模型建構、排程與效能評估」，輔仁大學織品服裝學系所碩士論文，2002。
10. 林則孟，「系統模擬理論與應用」，滄海書局，2001。
11. 曾昱仁，「鞋模生產系統之分析與模擬」，大葉大學碩士論文，2000。
12. 林年慶，「系統模擬方法在人力與區位資源配置改善之研究」，國立中興大學農產運銷學系碩士論文，1999。
13. 賴勇見，「應用系統模擬於鞋模具生產與派工之探討」，國立雲林科技大學工業工程與管理研究所碩士論文，2005。
14. 鄒家昇，「速食餐飲人力與資源配置之模擬研究」，國防大學國防管理學院後勤管理研究所碩士論文，2005。
15. 楊佳怡，「人力資源配置改善之研究-以銀行資訊單位為例」，大同大學資訊經營研究所碩士論文，2008。
16. 朱獻翔，「以模擬法求解多個軟體開發專案排程問題」，南台科技大學工業管理研究所碩士論文，2010。
17. 李兆元，「計畫人力配置最佳化模式分析研究」，元智大學資訊管理學系碩士論文，2002。
18. 甯方璽，「營建資源共享模擬最佳化之研究」，朝陽科技大學營建工程研究所碩士論文，2003。
19. 許玟斌，「統計原來這麼生活」，博雅書屋有限公司，2011，P.286~289。
19. ANSMEEE Std 830-1984: IEEE Guide to Software Requirements Specifications, IEEE, 1984.
20. "ANSMEEE Std 1016-1993: IEEE Guide to Software Design Descriptions," IEEE, 1993.

21. "IEEE Std 1016-1998: IEEE Recommended Practice for Software Design Descriptions," IEEE, 1998.
22. P. Kruchten, "The Rational Unified Process: An Introduction", 2nd ed. Addison-Wesley, 2000.
23. Rational Software Corporation, "Rational Unified Process Best Practices for Software Development Teams", White Paper, 1998.
24. [ROY 1970] W.W. Royce, "Managing the Development of large Software Systems: Concepts and Techniques", Proc. IEEE WESCON, 1970.
25. K. Beck, "Extreme Programming Explained: Embrace Change", Addison-Wesley, 2000.
26. T. P. Wright, "Factors Affecting the Cost of Airplanes," Journal of Aeronautical Sciences (3. Feb. 1963), pp.122~128.
27. Nayani, N. and Mollaghasemi, M., "Validation and verification of the simulation model of photolithography process in semiconductor manufacturing," in proceedings of Winter Simulation Conference, Washington, United States, pp.1017-1022, 1998.



附錄

附錄一 本研究收集專案資料

代碼	起始日	合約到期日	一般工時 (小時)	加班工時 (小時)	總工時 (小時)	專案規 劃工作 (天)	需求訪 談工作 (天)	分析設 計工作 (天)	系統實 作工作 (天)	系統測 試工作 (天)	系統修 正工作 (天)
1638	2008/1/22	2008/12/31	1618	48	1666	30	38	47	74	6	6
1691	2008/2/25	2008/11/30	2702	487	3189	45	61	88	148	13	17
1692	2008/3/15	2008/8/31	1644	0	1644	24	29	47	78	6	8
1695	2008/4/1	2008/11/30	2196	173	2369	46	39	59	118	9	12
1696	2008/4/3	2008/10/31	1525	34	1559	26	30	45	71	5	10
1716	2008/4/7	2008/11/15	2398	255	2652	48	54	70	117	9	14
1718	2008/4/7	2008/12/15	2352	395	2747	45	48	72	131	11	19
1719	2008/4/25	2008/12/15	2337	459	2796	40	56	75	137	8	16
1726	2008/5/1	2008/12/20	2586	73	2658	46	54	64	134	9	12
1749	2008/5/2	2008/11/30	2912	301	3213	55	69	89	131	8	21
1750	2008/5/9	2008/11/20	2917	255	3172	58	55	95	141	13	18
1831	2008/5/26	2008/12/15	2650	297	2947	41	52	83	144	10	15
1851	2008/6/16	2009/3/31	3501	546	4047	74	68	114	180	15	26
1861	2008/7/17	2009/5/12	1621	69	1689	24	28	47	77	7	12
1893	2008/8/6	2009/2/28	1627	176	1803	33	34	53	79	7	8
1896	2008/9/5	2009/1/30	3131	413	3543	54	65	93	178	9	22
1897	2008/10/8	2009/6/30	1373	76	1449	23	27	45	59	6	7
1945	2008/10/9	2009/10/8	3102	803	3905	63	75	110	170	15	28
1946	2008/10/13	2009/3/31	2083	19	2102	33	36	52	105	7	10
1949	2008/11/3	2009/12/31	2727	482	3209	51	58	92	157	11	12
1950	2008/11/25	2009/5/31	1535	89	1624	26	26	46	83	6	8
1951	2009/1/1	2009/12/31	1874	3	1877	27	36	51	93	8	10
1956	2009/1/13	2010/3/31	1548	52	1600	23	29	45	75	6	9
1980	2009/2/5	2009/12/31	2233	438	2671	43	45	74	127	8	12
1994	2009/2/19	2009/12/20	2510	525	3035	50	52	83	148	7	14
2050	2009/3/2	2009/12/31	1373	76	1449	27	28	40	56	5	10
2055	2009/4/24	2009/11/30	2266	18	2284	40	37	61	110	8	11
2056	2009/5/26	2009/12/15	2764	283	3046	54	50	84	153	8	15
2084	2009/6/1	2010/1/15	2967	667	3634	66	71	104	158	9	20
2103	2009/6/4	2010/6/30	1234	130	1364	21	28	32	67	5	7
2113	2009/6/20	2009/12/15	1915	373	2288	38	37	65	114	8	11
2155	2009/6/24	2009/12/31	2725	273	2997	53	52	76	148	13	14
2169	2009/7/1	2010/3/31	1671	15	1685	31	30	46	70	6	10

2172	2009/7/7	2009/12/15	2298	347	2645	44	44	78	126	9	14
2206	2009/7/7	2010/12/31	3480	583	4063	66	80	113	187	15	19
2208	2009/7/9	2010/4/30	2580	438	3018	52	54	92	131	9	14
2224	2009/8/1	2010/3/31	2609	105	2714	44	47	81	123	7	17
2225	2009/9/24	2010/6/30	1290	21	1311	19	24	36	66	4	5
2228	2009/10/15	2010/6/30	3025	385	3409	57	64	86	156	12	24
2258	2009/12/22	2010/12/15	3445	469	3914	63	73	104	177	16	23
2292	2009/12/24	2010/12/31	2982	86	3068	51	52	90	146	10	13
2293	2010/1/1	2010/5/31	1569	0	1569	27	29	47	67	5	6
2299	2010/1/1	2010/12/20	2082	93	2175	31	38	57	109	7	12
2300	2010/1/8	2010/12/31	2133	15	2147	33	41	65	99	8	9
2301	2010/2/22	2010/12/15	2802	293	3095	48	55	86	145	13	13
2302	2010/3/1	2010/12/31	2355	574	2929	48	46	77	144	11	16
2305	2010/4/23	2010/12/15	2446	240	2686	43	49	80	120	13	14
2307	2010/4/26	2010/11/30	1937	361	2298	37	40	58	118	10	11
2313	2010/4/29	2010/12/1	2087	369	2456	42	43	70	115	8	15
2314	2010/5/1	2010/12/31	1373	6	1379	23	27	39	64	5	7
2322	2010/5/1	2010/12/15	2757	445	3202	49	60	98	145	10	19
2412	2010/5/14	2010/12/15	2729	573	3301	55	61	100	150	13	16
2432	2010/5/17	2011/3/31	2184	348	2532	37	47	69	129	10	12
2433	2010/5/21	2010/12/22	2190	428	2618	36	48	74	121	11	15
2435	2010/6/1	2010/12/10	2641	634	3275	46	59	78	182	15	15
2466	2010/7/1	2011/6/30	1267	2	1268	20	22	35	62	4	8
2476	2010/7/15	2011/3/31	1336	101	1437	19	26	43	69	6	7
2509	2010/8/1	2011/3/1	2592	259	2851	44	52	81	140	11	10
2521	2010/8/2	2010/12/31	1273	54	1327	22	22	33	65	5	7
2531	2010/8/23	2011/8/22	2644	493	3137	58	50	85	153	9	16
2552	2011/1/1	2011/6/30	1126	0	1126	19	22	30	54	5	6
2553	2011/1/4	2011/12/31	2843	364	3207	58	62	90	130	13	20
2554	2011/3/1	2011/12/30	3084	468	3552	62	66	107	144	12	23
2555	2011/3/2	2011/12/15	2111	491	2602	40	40	71	126	8	10
2558	2011/3/9	2011/12/10	2142	218	2360	29	44	66	121	8	10
2564	2011/3/24	2011/12/15	3222	628	3850	54	59	109	191	15	22
2631	2011/4/29	2011/12/15	3460	367	3827	62	71	97	184	11	18
2664	2011/5/6	2011/12/15	2592	317	2908	56	53	78	118	10	21
2668	2011/5/18	2011/12/15	2389	538	2927	41	56	74	136	10	19
2681	2011/5/20	2011/12/20	1530	117	1647	25	29	47	78	6	12
2696	2011/6/27	2011/12/30	2151	441	2592	47	50	69	119	10	14
2701	2011/7/5	2011/11/30	3001	414	3415	55	66	90	159	14	21
2727	2011/8/6	2011/12/15	984	8	992	17	17	27	44	4	6

2756	2011/9/6	2012/3/31	1609	118	1727	29	27	55	77	8	8
2760	2011/12/3	2012/5/30	2260	81	2341	32	40	70	105	9	16
2764	2011/12/22	2012/12/31	3004	758	3762	56	67	109	168	13	23
2770	2012/1/1	2012/12/31	1312	159	1471	24	23	42	67	6	9
2774	2012/1/19	2012/12/31	2094	166	2260	36	42	54	114	7	12
2775	2012/2/2	2012/12/15	2925	297	3222	49	53	79	161	12	14
2776	2012/2/3	2012/12/15	3206	509	3715	61	65	96	183	10	24
2778	2012/2/15	2012/12/31	2791	378	3169	53	62	93	145	8	18
2782	2012/2/17	2012/12/15	2850	577	3426	67	59	97	146	10	20
2789	2012/2/25	2012/10/31	1636	59	1695	26	32	43	85	6	6
2815	2012/3/2	2012/7/31	1558	25	1583	28	31	47	67	4	5
2854	2012/3/7	2012/12/15	3047	646	3693	72	63	101	163	11	19
2921	2012/3/15	2012/12/20	2190	257	2447	40	48	67	116	9	13
2928	2012/3/17	2012/12/15	2503	346	2849	45	54	75	134	8	20
2945	2012/3/24	2012/12/15	2451	296	2747	47	49	74	121	9	13
2955	2012/3/28	2012/12/20	1353	50	1403	22	25	39	64	5	7
2972	2012/4/25	2012/10/10	2117	396	2513	35	49	63	122	5	15
2975	2012/5/1	2012/9/30	1253	105	1358	22	23	37	66	4	7
2977	2012/5/7	2012/12/31	1163	91	1254	20	23	37	57	5	6
3008	2012/5/11	2012/12/31	2425	476	2901	49	49	85	121	11	17
3018	2012/5/30	2012/12/31	1542	252	1794	30	31	41	95	8	11
3019	2012/6/1	2012/10/31	1201	0	1201	17	23	28	61	5	7
3026	2012/6/1	2012/12/31	1921	367	2288	25	40	60	122	8	13
3028	2012/6/6	2012/11/26	1542	27	1569	26	28	37	83	6	8
3031	2012/6/25	2012/11/30	1621	179	1800	28	33	45	94	7	8
3034	2012/6/26	2012/10/31	861	36	897	13	17	25	41	3	6
3152	2012/6/30	2012/12/15	1036	62	1098	15	18	30	54	4	6
3153	2012/7/15	2012/12/15	1797	483	2280	39	42	70	99	10	9
3161	2012/7/24	2012/12/31	2065	245	2309	35	43	72	103	9	11
3182	2012/9/3	2013/2/28	1854	182	2036	35	36	54	96	7	14
平均值			2189.56	271.89	2461.45	39.93	44.47	67.79	115.28	8.64	13.28
標準差			663.11	207.07	828.03	14.64	15.35	23.38	38.47	3.05	5.43

附錄二 模擬結果資料

專案經理 (人數)	規劃師 (人數)	分析師 (人數)	設計師 (人數)	工程師 (人數)	平均等待 時間(天)	平均停留 時間(天)	平均處理 時間(天)	平均使 用率(%)	平均延遲時 間(天數)
1	5	3	2	12	17.52	29.00	11.47	0.98	73.90
1	5	3	3	11	13.67	24.56	10.89	0.96	42.75
1	5	3	4	10	12.42	22.95	10.53	0.94	31.69
1	5	4	3	10	13.11	23.57	10.46	0.94	36.03
1	5	5	2	10	12.60	23.14	10.54	0.94	32.90
1	6	3	2	11	14.22	25.19	10.97	0.96	47.16
1	6	3	3	10	13.36	23.87	10.51	0.95	38.03
1	6	4	2	10	13.20	23.74	10.54	0.95	37.04
1	7	3	2	10	13.13	23.72	10.60	0.95	36.86
2	4	3	2	12	17.73	29.12	11.39	0.99	74.78
2	4	3	3	11	13.54	24.32	10.78	0.95	41.24
2	4	3	4	10	12.55	22.96	10.41	0.94	31.50
2	4	4	2	11	13.45	24.24	10.78	0.96	40.57
2	4	4	3	10	12.55	22.87	10.31	0.94	31.06
2	4	5	2	10	12.43	22.82	10.40	0.94	30.65
2	5	2	2	12	18.20	29.66	11.45	0.99	78.54
2	5	2	3	11	13.61	24.45	10.84	0.96	41.94
2	5	2	4	10	13.40	23.87	10.47	0.95	38.02
2	5	3	1	12	17.68	29.21	11.53	0.99	75.35
2	5	3	2	11	13.55	24.33	10.78	0.96	41.17
2	5	3	3	10	13.08	23.39	10.31	0.94	34.51
2	5	3	4	10	11.53	21.37	9.84	0.90	20.55
2	5	4	1	11	13.32	24.25	10.93	0.97	40.66
2	5	4	2	10	13.18	23.51	10.33	0.94	35.42
2	5	4	3	10	12.02	21.79	9.77	0.91	23.48
2	5	5	1	10	12.78	23.33	10.55	0.95	34.08
2	5	5	2	10	11.96	21.81	9.85	0.91	23.72
2	6	2	2	11	14.23	25.15	10.92	0.97	46.90
2	6	2	3	10	13.41	23.87	10.46	0.95	38.19
2	6	3	1	11	14.04	25.05	11.01	0.97	46.26
2	6	3	2	10	13.46	23.87	10.41	0.95	37.94
2	6	3	3	10	12.14	21.98	9.84	0.91	24.81
2	6	4	1	10	13.13	23.70	10.57	0.95	36.90
2	6	4	2	10	11.98	21.85	9.87	0.91	23.95
2	7	2	2	10	13.36	23.90	10.55	0.96	38.33
2	7	3	1	10	13.74	24.39	10.65	0.96	41.66

2	7	3	2	10	12.43	22.37	9.94	0.92	27.66
3	3	3	2	12	17.68	29.09	11.40	0.99	74.47
3	3	3	3	11	13.57	24.34	10.77	0.96	41.46
3	3	3	4	10	12.66	23.04	10.38	0.94	32.06
3	3	4	2	11	13.74	24.52	10.78	0.96	42.49
3	3	4	3	10	12.36	22.66	10.30	0.93	29.60
3	3	5	2	10	12.76	23.12	10.35	0.94	32.64
3	4	2	2	12	18.65	30.13	11.47	0.99	81.84
3	4	2	3	11	13.60	24.43	10.83	0.96	41.76
3	4	2	4	10	13.13	23.57	10.44	0.95	35.81
3	4	3	1	12	17.82	29.35	11.54	0.99	76.44
3	4	3	2	11	13.88	24.65	10.77	0.96	43.53
3	4	3	3	10	13.08	23.36	10.28	0.94	34.47
3	4	3	4	10	11.92	21.72	9.80	0.91	23.06
3	4	4	1	11	13.60	24.51	10.91	0.97	42.56
3	4	4	2	10	13.10	23.40	10.30	0.94	34.70
3	4	4	3	10	12.06	21.78	9.72	0.90	23.40
3	4	5	1	10	13.01	23.52	10.51	0.95	35.48
3	4	5	2	10	12.35	22.15	9.79	0.91	25.94
3	5	1	2	12	18.41	30.05	11.64	1.00	81.19
3	5	1	3	11	14.41	25.41	11.00	0.97	48.86
3	5	1	4	10	13.19	23.81	10.62	0.96	37.64
3	5	2	1	12	18.87	30.48	11.61	1.00	84.29
3	5	2	2	11	13.65	24.48	10.84	0.97	42.35
3	5	2	3	10	12.98	23.34	10.36	0.95	34.35
3	5	2	4	10	11.97	21.84	9.87	0.91	23.77
3	5	3	1	11	13.90	24.82	10.92	0.97	44.63
3	5	3	2	10	13.02	23.31	10.30	0.94	34.15
3	5	3	2	11	10.78	20.91	10.12	0.92	17.22
3	5	3	2	12	9.69	19.68	9.99	0.90	8.76
3	5	3	2	13	9.08	18.93	9.86	0.89	3.54
3	5	3	3	9	17.85	27.79	9.94	0.94	65.46
3	5	3	3	10	12.35	22.07	9.72	0.91	25.40
3	5	3	3	11	9.60	19.14	9.55	0.89	4.95
3	5	3	3	12	7.82	17.22	9.40	0.86	-8.44
3	5	3	4	10	11.47	20.75	9.28	0.88	16.09
3	5	3	4	11	8.44	17.55	9.11	0.84	-6.28
3	5	3	5	10	11.14	20.10	8.96	0.85	11.51
3	5	4	1	10	13.37	23.83	10.47	0.96	37.81
3	5	4	2	9	17.60	27.58	9.98	0.94	64.08

3	5	4	2	10	12.42	22.16	9.75	0.91	26.08
3	5	4	2	11	9.51	19.08	9.57	0.88	4.40
3	5	4	2	12	8.20	17.63	9.43	0.87	-5.62
3	5	4	3	10	11.65	20.87	9.22	0.88	16.95
3	5	4	3	11	8.47	17.52	9.05	0.84	-6.53
3	5	4	4	10	11.60	20.44	8.83	0.84	14.07
3	5	5	1	10	11.91	21.90	9.99	0.92	24.28
3	5	5	2	10	11.91	21.22	9.31	0.89	19.41
3	5	5	2	11	8.72	17.86	9.14	0.85	-3.92
3	5	5	3	10	11.21	20.04	8.84	0.84	11.25
3	5	6	2	10	11.87	20.84	8.97	0.86	16.76
3	6	1	2	11	14.55	25.65	11.09	0.98	50.49
3	6	1	3	10	13.70	24.31	10.62	0.96	41.05
3	6	2	1	11	14.98	26.06	11.07	0.98	53.28
3	6	2	2	10	13.44	23.90	10.45	0.96	38.27
3	6	2	3	10	12.24	22.11	9.87	0.92	25.66
3	6	3	1	10	13.24	23.79	10.55	0.96	37.51
3	6	3	2	9	17.88	27.92	10.04	0.95	66.16
3	6	3	2	10	12.26	22.08	9.82	0.91	25.50
3	6	3	2	11	9.55	19.20	9.65	0.89	5.29
3	6	3	2	12	8.05	17.56	9.51	0.87	-6.14
3	6	3	3	10	11.92	21.21	9.29	0.89	19.46
3	6	3	3	11	8.65	17.76	9.11	0.85	-4.66
1	5	4	2	11	13.88	24.79	10.90	0.96	44.56
3	6	3	4	10	11.40	20.30	8.90	0.85	13.08
3	6	4	1	10	12.38	22.39	10.00	0.93	27.59
3	6	4	2	10	12.16	21.49	9.33	0.89	21.38
3	6	4	2	11	8.99	18.14	9.15	0.85	-2.00
3	6	4	3	10	11.57	20.42	8.85	0.85	13.96
3	6	5	2	10	11.57	20.52	8.95	0.86	14.73
3	7	1	2	10	13.82	24.55	10.73	0.97	42.69
3	7	2	1	10	13.81	24.51	10.70	0.97	42.54
3	7	2	2	10	12.71	22.69	9.98	0.93	29.89
3	7	3	1	10	12.14	22.23	10.09	0.93	26.55
3	7	3	2	10	12.28	21.69	9.41	0.89	22.66
3	7	3	2	11	9.11	18.34	9.23	0.87	-0.67
3	7	3	3	10	11.94	20.86	8.93	0.86	16.99
3	7	4	2	10	11.92	20.90	8.98	0.87	17.25
3	8	3	2	10	12.16	21.25	9.09	0.88	19.69
4	3	3	2	11	13.64	24.49	10.85	0.96	42.35

4	3	3	3	10	13.19	23.52	10.33	0.94	35.48
4	3	4	2	10	12.93	23.29	10.35	0.95	34.05
4	4	2	2	11	14.41	25.31	10.91	0.97	48.09
4	4	2	3	10	13.43	23.82	10.39	0.95	37.62
4	4	3	1	11	14.61	25.61	11.00	0.98	50.22
4	4	3	2	10	13.20	23.54	10.35	0.95	35.70
4	4	3	3	10	12.15	21.90	9.75	0.91	24.18
4	4	4	1	10	13.67	24.18	10.51	0.96	40.26
4	4	4	2	10	12.36	22.13	9.77	0.91	25.86
4	5	1	2	11	14.59	25.68	11.09	0.98	50.62
4	5	1	3	10	13.41	24.01	10.60	0.96	39.02
4	5	2	1	11	14.54	25.61	11.07	0.98	50.21
4	5	2	2	10	13.83	24.26	10.42	0.96	40.68
4	5	2	3	10	12.55	22.38	9.82	0.92	27.56
4	5	3	1	10	13.48	24.01	10.53	0.96	39.03
4	5	3	2	9	18.35	28.36	10.01	0.95	69.33
4	5	3	2	10	12.53	22.32	9.79	0.92	27.15
4	5	3	2	11	9.44	19.05	9.60	0.89	4.32
4	5	3	2	12	8.29	17.76	9.47	0.88	-4.85
4	5	3	3	10	11.64	20.88	9.24	0.88	17.07
4	5	3	3	11	8.74	17.81	9.07	0.84	-4.34
4	5	3	4	10	11.66	20.50	8.85	0.85	14.33
4	5	4	1	10	12.58	22.55	9.97	0.93	28.75
4	5	4	2	10	12.07	21.36	9.29	0.89	20.51
4	5	4	2	11	8.89	18.00	9.11	0.85	-3.01
4	5	4	3	10	11.63	20.42	8.79	0.85	13.78
4	5	5	2	10	11.76	20.67	8.90	0.86	15.47
4	6	1	2	10	13.86	24.56	10.70	0.97	42.84
4	6	2	1	10	14.22	24.90	10.68	0.97	45.28
4	6	2	2	10	12.39	22.33	9.95	0.93	27.22
4	6	3	1	10	12.61	22.67	10.06	0.93	29.63
4	6	3	2	10	12.32	21.68	9.36	0.90	22.76
4	6	3	2	11	9.15	18.34	9.19	0.87	-0.69
4	6	3	3	10	11.77	20.64	8.87	0.86	15.38
4	6	4	2	10	12.20	21.11	8.91	0.87	18.68
4	7	3	2	10	12.16	21.16	9.00	0.88	18.98
5	3	3	2	10	14.23	24.70	10.47	0.96	43.69
5	4	2	2	10	13.92	24.47	10.55	0.97	42.09
5	4	3	1	10	13.99	24.64	10.65	0.97	43.55
5	4	3	2	10	12.92	22.80	9.88	0.93	30.53

5	5	1	2	10	14.11	24.86	10.75	0.98	45.04
5	5	2	1	10	14.54	25.27	10.73	0.98	47.78
5	5	2	2	10	12.90	22.88	9.99	0.93	30.94
5	5	3	1	10	13.18	23.28	10.10	0.94	33.93
5	5	3	2	10	12.50	21.89	9.39	0.91	24.12
5	5	3	2	11	9.35	18.56	9.21	0.86	0.97
5	5	3	3	10	11.93	20.80	8.88	0.86	16.50
5	5	4	2	10	12.10	21.03	8.93	0.86	18.10
5	6	3	2	10	12.33	21.35	9.02	0.88	20.35
6	5	3	2	10	12.53	21.61	9.08	0.88	22.12

