

南華大學  
資訊管理研究所  
碩士論文

基於作業基礎成本制之軟體開發成本研究

指導教授：謝建成 博士  
                  鍾志明 博士  
研究生：謝馥安

中華民國九十年五月

## 摘要

軟體開發成本一直是軟體業存在的迷思。而讓這個迷思無法破解存在至今的原因，不外乎是因為軟體開發成本所牽涉的層面實在是太廣泛。從管理層面到政策、技術層面都包含在軟體開發成本的議題之中。於是在想要解決這個議題的同時，就必須要了解當中各因素間相互影響的關係，方能了解狀況下，做出正確的、最適宜的人事物的配置，以達到管理者所欲達成的效果。本文中我們將以作業基礎成本制的觀點論述關於軟體開發成本、開發工具、軟體發展模式及開發人員、參與人員間的互動關係；讓對於軟體開發成本有影響力的人事物能夠更透明的顯現；讓管理者對於軟體開發成本的控制與運用能夠更進一步的有效掌握，甚至能夠達到決定軟體開發成本要如何發生。

在分析個案研究機構之 16 個 MIS 開發專案的軟體開發成本資料後，本研究歸納出下列研究發現：

- 1、軟體開發成本和開發工具複雜度呈正比關係，顯示開發工具的選擇將影響軟體開發成本的發生。
- 2、軟體開發成本和開發過程中使用之工具數呈正比關係，顯示開發工具的取捨將影響軟體開發工具的發生。
- 3、軟體開發時程偏長或偏短時，單位人員成本較高，顯示軟體開發時程將影響開發人員的選擇。
- 4、系統分析師、程式設計師及參與者之工時配置與其專業能力有關，顯示參與人員與開發時程的工時配置彼此間互有影響。

關鍵字：作業基礎成本制、軟體開發成本、軟體發展模式

# 目 錄

<b>第壹章</b>	<b>緒論</b> .....	<b>1</b>
第一節	研究背景.....	1
第二節	研究動機.....	1
第三節	研究目的.....	2
第四節	論文架構.....	4
<b>第貳章</b>	<b>文獻回顧</b> .....	<b>5</b>
第一節	作業基礎成本制.....	5
第二節	軟體發展程序.....	7
第三節	軟體開發成本計算單位.....	8
第四節	軟體開發成本衡量指標.....	8
第五節	軟體開發成本預估模式.....	9
<b>第參章</b>	<b>研究方法</b> .....	<b>11</b>
第一節	個案說明.....	11
第二節	研究架構.....	11
第三節	開發工具.....	12
第四節	開發人員.....	13
<b>第肆章</b>	<b>軟體發展成本分析</b> .....	<b>15</b>
第一節	技術面.....	15
第二節	管理面.....	30
<b>第伍章</b>	<b>結論</b> .....	<b>37</b>
第一節	研究結論.....	37
第二節	研究貢獻.....	37
第三節	研究限制.....	38
第四節	後續研究方向.....	38
<b>參考文獻</b> .....		<b>39</b>
<b>附錄</b> .....		<b>44</b>

## 圖目錄

圖 1：成本正確性目標.....	3
圖 2：ABC 模式架構.....	6
圖 3：ABC 模式架構之成本歸屬觀點.....	6
圖 4：ABC 模式架構程序觀點之作業鏈.....	6
圖 5：ABC 模式架構程序觀點之作業績效相依性.....	7
圖 6：系統分析之成本歸屬.....	12
圖 7：系統設計之成本歸屬.....	12
圖 8：程式撰寫之成本歸屬.....	12
圖 9：不同人員的相同單位知識量所需的時間量.....	14
圖 10：不同人員的相同時間量取得的知識量.....	14
圖 11：參與人員單位成本統計圖.....	15
圖 12：系統分析之階段開發成本與開發工具數統計圖.....	17
圖 13：系統分析之階段開發成本與開發工具複雜度統計圖.....	18
圖 14：系統設計之階段開發成本與開發工具數統計圖.....	18
圖 15：系統設計之階段開發成本與開發工具複雜度統計圖.....	19
圖 16：程式撰寫之階段開發成本與開發工具數統計圖.....	19
圖 17：程式撰寫之階段開發成本與開發工具複雜度統計圖.....	20
圖 18：系統分析之階段開發成本與開發時程統計圖.....	20
圖 19：系統設計之階段開發成本與開發時程統計圖.....	21
圖 20：程式撰寫之階段開發成本與開發時程統計圖.....	22
圖 21：系統分析之階段開發成本與不同開發時程統計圖.....	22
圖 22：系統設計之階段開發成本與不同開發時程統計圖.....	23
圖 23：程式撰寫之階段開發成本與不同開發時程統計圖.....	23
圖 24：系統分析之階段開發成本與不同開發工具統計圖.....	24
圖 25：系統設計之階段開發成本與不同開發工具統計圖.....	25
圖 26：程式撰寫之階段開發成本與不同開發工具統計圖.....	25
圖 27：系統分析之間接成本與開發時程統計圖.....	26
圖 28：系統設計之間接成本與開發時程趨勢圖.....	27
圖 29：系統設計之間接成本與開發時程統計圖.....	27
圖 30：程式撰寫之間接成本與開發時程統計圖.....	28
圖 31：系統分析之間接成本與不同開發工具統計圖.....	29
圖 32：系統設計之間接成本與不同開發工具統計圖.....	29
圖 33：程式設計之間接成本與不同開發工具統計圖.....	30
圖 34：系統分析師（日薪 2500）與開發時程統計圖.....	31
圖 35：系統分析師（日薪 2000）與開發時程統計圖.....	31
圖 36：系統分析師日薪與開發時程工時配置統計圖.....	31
圖 37：開發人員日薪與開發時程工時配置統計圖.....	32

圖 38：程式設計師日薪與開發時程工時統計圖 .....	32
圖 39：開發人員與開發時程工時配置統計圖.....	33
圖 40：程式撰寫之系統分析師與開發時程工時配置統計圖 .....	34
圖 41：程式設計師與開發時程工時配置統計圖 .....	34
圖 42：程式設計師日薪與開發時程工時配置統計圖.....	35
圖 43：參與者與開發時程工時配置統計圖 .....	35

## 表目錄

表 1：軟體發展模式階段之比較.....	7
表 2：軟體開發成本導出因子比較.....	8
表 3：軟體開發成本衡量指標優缺點比較.....	9
表 4：成本估算模式分類與說明.....	9
表 5：參與人員單位成本統計表.....	15
表 6：相同開發時程時，開發工具與單位人員成本統計表.....	16
表 7：使用新開發工具之人員單位成本表.....	16
表 8：開發時程、開發工具與單位人員成本統計表.....	16
表 9：開發工具與開發階段的關係.....	17
表 10：系統分析之階段開發成本與開發工具數統計表.....	17
表 11：系統分析之階段開發成本與開發工具複雜度統計表.....	18
表 12：系統設計之階段開發成本與開發工具數統計表.....	18
表 13：系統設計之階段開發成本與開發工具複雜度統計表.....	19
表 14：程式撰寫之階段開發成本與開發工具數統計表.....	19
表 15：程式撰寫之階段開發成本與開發工具複雜度統計表.....	20
表 16：系統分析之階段開發成本與開發時程統計表.....	20
表 17：系統設計之階段開發成本與開發時程統計表.....	21
表 18：程式撰寫之階段開發成本與開發時程統計表.....	21
表 19：系統分析之階段開發成本與不同開發時程統計表.....	22
表 20：系統設計之階段開發成本與不同開發時程統計表.....	23
表 21：程式撰寫之階段開發成本與不同開發時程統計表.....	23
表 22：系統分析之階段開發成本與不同開發工具統計表.....	24
表 23：系統設計之階段開發成本與不同開發工具統計表.....	24
表 24：程式撰寫之階段開發成本與不同開發工具統計表.....	25
表 25：系統分析之間接成本與開發時程統計表.....	26
表 26：系統設計之間接成本與開發時程統計表.....	27
表 27：程式撰寫之間接成本與開發時程統計表.....	28
表 28：開發工具與開發階段的關係.....	28
表 29：系統分析之間接成本與不同開發工具統計表.....	29
表 30：系統設計之間接成本與不同開發工具統計表.....	29
表 31：程式撰寫之間接成本與不同開發工具統計表.....	30
表 32：系統分析師日薪與開發時程配置統計表.....	31
表 33：開發人員日薪與開發時程工時配置統計表.....	32
表 34：程式設計師日薪與開發時程工時統計表.....	32
表 35：開發人員與開發時程工時配置統計表.....	33
表 36：程式撰寫之系統分析師與開發時程工時配置統計表.....	33
表 37：程式設計師日薪與開發時程工時配置統計表.....	34

表 38：開發時程與參與者工時比例統計表.....	35
表 39：第肆章分析項目與圖表間的關係表.....	36

# 第壹章 緒論

## 第一節 研究背景

由於軟體開發環境不斷改變，組織對於軟體開發成本的影響力逐漸變大，而整個大環境對軟體品質的要求也日亦嚴苛，因此軟體開發成本相關之議題則漸形重要，以下對目前相關於軟體開發成本之相關研究做大略簡要之說明：

1. 依據軟體開發成本估算模式，建立系統提供相關人員使用：

例，以 COCOMO 模式結合專家系統工具 INSIGHT 2+ 建構系統，藉以輔助軟體工程師及管理者使用 COCOMO 模式【4,44】。

2. 修改現有開發成本估算模式，試圖提高估算模式的準確性：

例，以 COCOMO 模式為主，對模式中的成本因素考量做部分更動與修訂，藉以提高符合當地環境的成本預估值【14】。

3. 針對開發成本做整理與分析，說明開發成本所包含之成本項目與類別：

例，引用數個台灣軟體開發個案，分析於開發中所有產生的成本項目與成本類別，並且彙整歸類，得到在開發過程中之開發成本所包含的成本項目與成本類別。彙整得成本包括直接成本人工、直接開發費用及間接開發費用【7】。

4. 提出新的開發成本計算模式，以不同的方式對開發成本做計算：

例，引用作業基礎成本制之會計制度，完整記錄在開發過程中所有發生成本的歸屬，最後得到一個較正確的開發成本數額。其中所述之成本包括直接成本及間接成本【2,5】。

5. 彙整現有軟體開發估算模式及專家意見，提出成本影響變數：

例、依據以往學者所提之軟體開發估算模式(SDL 模式、Doty 模式、IBM-FSD 模式、COCOMO 模式)所使用之成本因子及專家意見(Boehm 分類架構、Ferens 分類架構及實地訪問專家的意見)，共找出 27 項成本影響變數，再以問卷和抽樣訪談之方式收集資料，分析整理得各成本影響變數之分別影響程度。其中，各影響變數的重要程度是以等級劃分之形式供填表者主觀認定做勾選【26, 37, 40, 47, 57, 60】。

## 第二節 研究動機

現今之軟體開發成本估算模式，對於成本的表達並不完整，並且無在兼

顧客觀性之下，同時考量影響軟體開發成本之非成本因素，故產生下列所述的問題：

1.開發成本的估算模式，對於成本的表達並不完整，只包含直接成本，忽略了間接成本的發生與存在。當使用此類對開發成本估算不完全的開發成本估算模式時，導致在無法預先瞭解開發成本的先天不足，造成的開發過程中的資源配置及相關的軟體開發策之失誤。

2.模式所提供的成本資訊只能做到成本表達，對於所有發生成本做詳盡的記錄，最後提供一個準確度高的實際發生之開發成本值。對於開發成本的瞭解是很重要的，但是如果能夠事先規劃，未來將發生的成本項目，對其具有掌控權，這樣的資訊對於管理人員及相關人員的作用會大於在開發完成後，才知道原來這個軟體開發總共花了多少的開發成本。

3.相關研究強調當能夠控制成本時，即可對將來可使用資源，做一番有效的規劃與分派，使得開發成本能夠在掌控制下，並且能夠同時提高軟體的品質；對於軟體品質，其未提出相對應於提高開發成本預估準確性時，如何提高軟體品質之對策。但是可以確定的是，軟體品質不應該只是因為對開發成本預估的準確度提高，就能夠同時提高軟體的品質。

4.主觀的判定，影響因素對於開發成本的影響程度；以 COCOMO 適中模式的成本估算為例，其成本因子的影響程度皆由專家主觀判斷，於是造成由不同的專家判斷就有不同的估算值。缺乏具有客觀性的數據支持其所估算之開發成本值。

5、目前以作業基礎成本制之會計系統，雖然可使其與實際成本的準確性較傳統會計系統高了許多，但偏差度的問題卻依然存在【8】。

### 第三節 研究目的

以作業基礎成本制（Activity Based Costing, ABC）為概念的軟體開發成本計算模式，是能以較客觀的數量方式，計算軟體開發過程中，所牽涉到各種相關資源的成本，其重點在於能獲得發生在軟體開發各階段活動成本的計算。李志洪於 1991 年提出以作業基礎成本制的觀點計算軟體開發成本，並依此構想建立一個成本報導系統，以期能提供精確的成本【2】。此成本報導系統是以開發階段為單位，分別記錄各階段中所有的直接成本與間接成本，再將輸出一個較精確的軟體開發成本數額。

李志洪所探討的，即為 Kaplan 與 Cooper 在【8】所提的以成本動因做成本分攤的部分。Kaplan 與 Cooper 將作業基礎成本系統與實際成本的關

係，以圖 1 表述。其中，依包含之作業與成本動因個數多寡，將作業基礎成本系統分為簡單的作業基礎成本系統與複雜的作業基礎成本系統兩種。以偏差度而言，簡單的作業基礎成本系統所得之成本數值與實際成本的偏差度較複雜的作業基礎成本系統較高。但相較於傳統的軟體開發成本計算模式，以作業基礎成本系統所產生之偏差度已經小了許多。然而不論是哪一種作業基礎成本系統，都因為在做成本分攤時，忽略非成本動因對於成本分攤的影響，而存在著偏差度的問題。舉例來說，開發過程中使用的開發工具會對軟體開發成本的成本分攤造成影響；但是，開發工具對於成本歸屬來說，它並不是一項成本動因，所以做成本分攤的時候，也就當然不會考慮到它；因此，當忽略非成本動因時，將存在偏差度的問題。

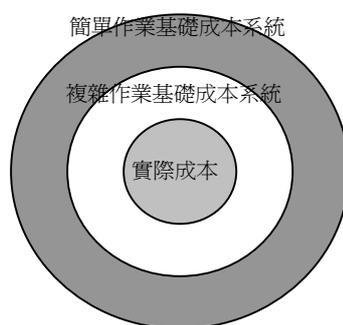


圖 1：成本正確性目標

找出影響軟體開發成本中之成本因素及非成本因素，讓這些影響因素與軟體開發成本間的關係透明化。做軟體開發成本預估時，就能夠得到更準確的值。

### 1、提昇軟體開發成本預估之正確性：

以往的軟體開發成本模式著重於直接成本的計算，忽略了間接成本的計算與重要性。透過作業基礎成本制的觀念，強調間接成本對於軟體開發過程的影響力。

### 2、顯示非成本因素，對於軟體開發成本的重要性：

作業基礎會計系統可以得到準確性較高之軟體開發成本預估值；偏差度卻因為未考量非成本因素而仍然存在。故找出非成本因素，並表述其與軟體開發成本的關係變化，以顯示二者間的微妙關係。

### 3、對專案資源與限制做適度的配置：

使專案管理者可以對軟體開發成本的影響因素有更多的瞭解後，能夠做更適宜的資源配置。

#### 第四節 論文架構

本篇論文共由以下章節組成。第壹章說明研究之背景、動機、目的及論文架構等。第貳章介紹作業基礎成本制的概念及與軟體開發成本相關之文獻資料整理，包括軟體開發程序、軟體開發成本計算單位、軟體開發成本衡量指標、軟體開發成本預估模式。第參章為研究方法之概述，說明本研究的概念架構及個案研究機構說明。第肆章則分別以技術面及管理面，探討軟體開發成本影響因素與軟體開發成本之間的關係變化。第伍章描述本研究的研究成果、貢獻、限制及後續研究等。

## 第貳章 文獻回顧

### 第一節 作業基礎成本制

作業基礎成本制 ABC 是 Turney 於 1991 年提出的【58】，其模式架構如圖 2。此模式架構，包含兩觀點：成本歸屬觀點與程序觀點，其模式中之主要因素如下【31,58】：

- (1) 資源 (Resources)：作業執行時所需之經濟成本。
- (2) 作業 (Activities)：組織內所執行的工作程序之集合；其中作業應保有各工作程序的完整性【57】。
- (3) 成本標的 (Cost Objects)：成本歸屬之終點，含服務、產品、顧客等。
- (4) 成本動因 (Cost Drivers)：成本發生的原因，資源動因和作業動因皆為成本動因。當作業執行改變時，影響作業對資源的需求，且反映在成本衡量變化上的因素；即可利用成本動因將成本分別歸屬之，故成本動因扮演一個關鍵性的角色【24,59】。
- (5) 資源動因 (Resource Drivers)：連結資源與作業，即將資源成本歸屬至作業中；為作業對於資源之需求量的數量衡量依據。
- (6) 作業動因 (Activity Drivers)：連結作業與成本標的，即將作業成本歸屬至成本標的；為成本標的對於作業之需求量的數量衡量依據。
- (7) 績效衡量 (Performance Measures)：作業成效之衡量依據，且其可為財務性或非財務性。

#### 1、成本歸屬觀點 (Cost Assignment View) 【41,58】

Turney 以圖 3 對成本歸屬過程做說明。其基本假設、主要組成因素及成本歸屬的程序分述如下。

- (1) 基本假設：成本標的創造作業的需求，作業創造資源的需求。
- (2) 成本歸屬的程序：
  - a、資源藉由資源動因將資源成本歸屬至作業。
  - b、作業藉由作業動因將作業成本歸屬至成本標的。
- (3) 主要組成因素：資源、作業、成本標的。
- (4) 提供資訊類型：財務面資訊，提供有關成本之資訊。

#### 2、程序觀點 (Process View)

Turney 以圖 4 對程序做說明。程序觀點中，每一作業之績效衡量都將影響下一作業之績效衡量；如圖 5，作業一之績效衡量將和作業二之成本動因共同對作業二做績效衡量，以下如此類推。其主要組成因素有成本動因、作業、績效衡量；所提供資訊類型是非財務面資訊，以提供有關執行作業原因及作業績效之資訊為主。

ABC 可適用服務業及製造業中，並且在製造業中的作業成本發生程序是可以和投資決策模型相結合的【16, 48】。而以 ABC 為基礎架構開發之 ABC 系統，具有兩特性：

- (1) 可利用系統所提供的成本資訊，對組織中的作業項目做評估與取捨【33】。
- (2) 採用 ABC 系統的前提是可以透過 ABC 系統解決存在的問題【23】。

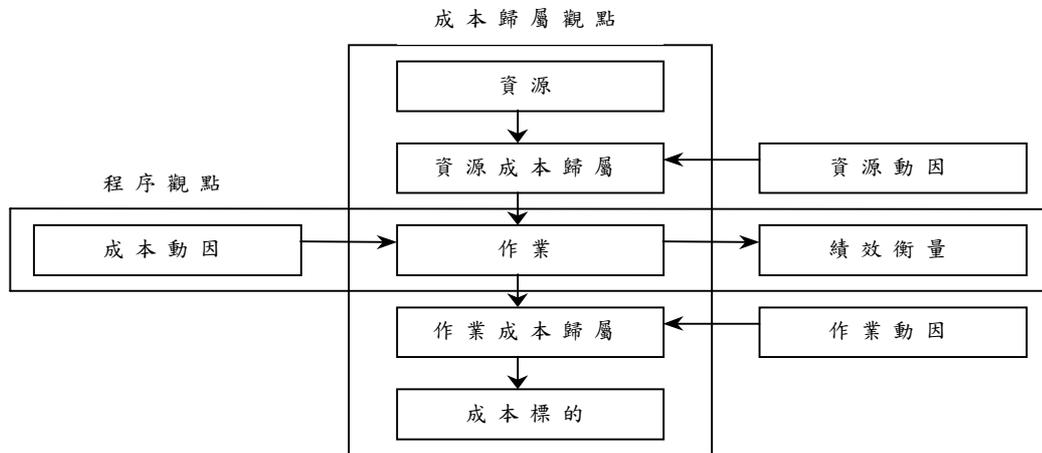


圖 2：ABC 模式架構

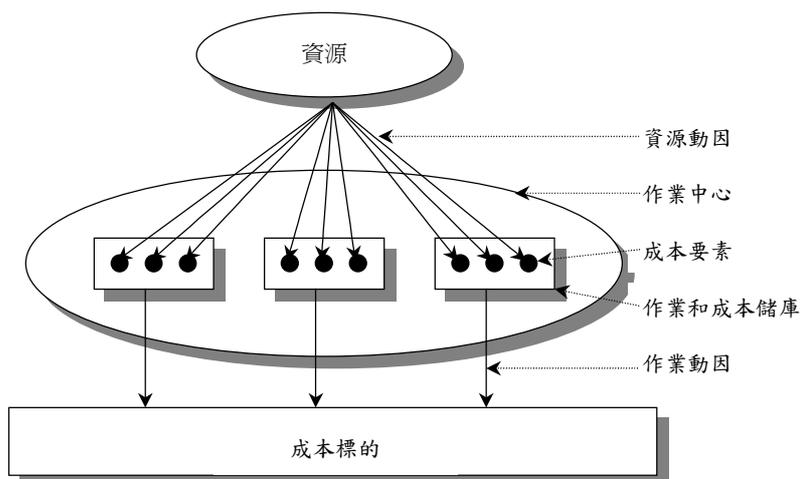


圖 3：ABC 模式架構之成本歸屬觀點

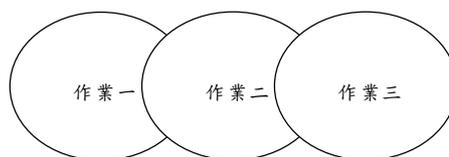


圖 4：ABC 模式架構程序觀點之作業鏈

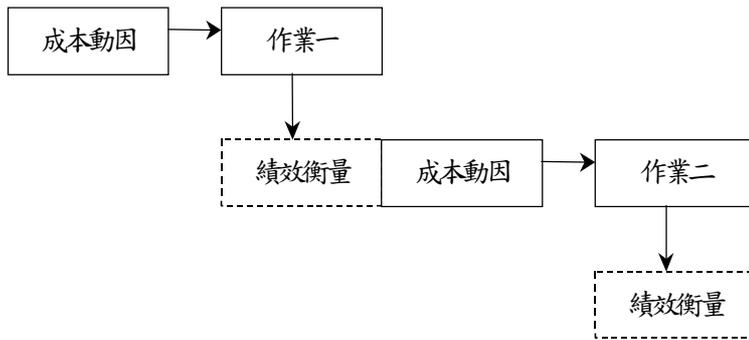


圖 5：ABC 模式架構程序觀點之作業績效相依性

## 第二節 軟體發展程序

軟體發展模式為一連串軟體發展作業活動的集合，用以說明與協助瞭解軟體發展與維護的過程。表 1 各種軟體發展程序階段之劃分，其中雖然階段名稱與範圍略有差異，但仍可歸屬為六大階段。各階段作業項目或內容將依情況而有所不同，而這些都會影響到成本動因與非成本動因的種類和項目【9,10,11,17,18,27,29,34,35,38,43,44,46,50,51,55,56,61】。附錄表格則分別說明，系統開發過程中各開發階段所包含的開發作業與輸出入之文件與資料及參與人員項目【6, 11, 12】。

表 1：軟體發展模式階段之比較

階段別 整理結果	1		2		3		4				5			6		
	需求分析		系統分析		系統設計		編碼與設計				系統實施			操作與維護		
Royce (1970) 【29】	系統分析		軟體需求分析		設計		實施		測試		測試與 前行操作			維護		
Boehm (1976) 【27】	系統需求		軟體需求		初步 設計	細部 設計	編碼與測試				測試與 前行操作			操作與維 護		
美國國防部 Dod-2167A (1987) 【34】	系統 需求 分析	系統 規劃	軟體需求 分析		初步 設計	細部 設計	編碼與 單元測 試	組件整 合與測 試	建構項 目測試	系統整 合與測 試						
STARTS(1987) 【56】	初始需求規範		結構設計		細部設計		寫碼與單元測試				軟體整合與 測試			維護	完成	
Aktas (1987) 【18】	規劃		分析		設計		實施或建構				維護					
Freeman(1987) 【38】	分析		規範		設計		寫碼 測試		確認	認證			維護			
Ahituv & Neu mann (1987) 【17】	初步設計		資訊分析		系統設計		程式設計		程序發展		轉換			操作與 維護	檢討	結束
Shere (1988) 【55】	發展規劃		系統需求 分與軟體 需求分析		初步設計與 細部設計		編碼 及 查驗	外部軟體 建構項目 整合	需求追 溯及績 效		內部軟體建構項 目整合與系統壓 力及情境測試			系統操作 與維護		
資策會 (1988) 【11】	系統規劃		軟體需求 分析		軟體設計		程式製 作與元 件測試	軟體整 合與測 試	系統整合 與測試		系統建置					
Yourdon (1988) 【61】	調查		分析		設計		實施	產品驗 收測試	品質 保證	程序 描述	資料庫 轉換	安裝				
JPL, D-400 V 3.0 (1988) 【43】	系統/子系統需求 分析與功能規劃		軟體需求 分析		軟體設計		軟體實施 與測試		交付子系統 整合測試		系統整合測 試與交付			操作與維 護		
Mayrchauser (1990) 【46】	問題 定義	需求 分析	規範 製作		設計		寫碼		測試			維護				

電信總局 (1990) 【10】	提案		需求分析	結構設計與細部設計	程式製作	測試	轉置與移轉	運作與維護
進和資訊 (1990) 【9】	作業準備	系統分析	系統規劃階段	系統設計	程式設計	系統測試	系統安裝階段	系統維護
Rombach (1990) 【52】	軟體需要	使用者導向軟體需求	發展者導向軟體需求	軟體設計	軟體實施			
歐洲軟體協會 (ESA) (1991) 【35】	使用者需求		軟體需求	結構設計	軟體細部設計 & 產品		轉移	操作與維護
Keller & Shumate (1992) 【45】	系統需求分析	系統規劃	軟體需求分析	軟體由上而下設計	軟體細部設計			
Richard Barker (1992) 【53】	規劃	分析	設計		建立 & 使用者文件	轉換	製品	

### 第三節 軟體開發成本計算單位

軟體開發成本導出因子，從程式行數 (Lines of Codes)、標點數 (Token Count)、功能點數 (Function Point) 到以作業項目為計量單位，皆和當時的軟體開發環境有著密不可分的關係 (如表 2)，其中最主要的關鍵在於軟體開發工具的運用與軟體發展程序的實施，致使其適用之軟體開發成本計度單位的不同。

表 2：軟體開發成本導出因子比較

比較項目	軟體開發成本導出因子			
	程式行數 (LOC)	標記數 (Token Count)	功能點數 (Function Point)	作業項目 (Activity Item)
發展背景	早期軟體開發的過程中，程式撰寫的工作占了整個系統開發流程的大部分，因此多數的人力皆是程式撰寫員，故以程式行數來衡量軟體的規模是可了解，且易實施。	程式撰寫中，並非每一個程式行所需花費的心力都一樣。因此使用程式行做為衡量指標，在愈複雜的程式中，並不合理。Halstead 於 1977 提出標記數的觀點。	當結構化程式逐漸盛行後，一個大系統通常被分成許多功能模組。故有此方法的產生。功能點數的觀念為 Albrecht 於 1979 提出 【19】。	軟體開發過程中，間接成本的忽略導致開發成本的錯估。故考量作業中所產生的所有成本項目，並依成本項目計算軟體開發所花費之所有直接與間接成本的數額。李志洪於 1991 提出 【2】。
成本估算模式	COCOMO 模式 (Boehm, 1981) 【28】 SLIM 模式 (Putnam, 1978) 【50】 Meta 模式 (Bailey, 1981) 【22】	學者 (Halstead, 1977) 提出以標記數為觀點做成本估算 【39】	功能點模式 (Albrecht, 1983) 【49】 ESTIMACS 模式 (Rubin, 1983) 【53】 SPQR/100 模式 (Jones, 1986) 【42】	尚未有以作業為基礎單位的預估軟體開發成本模式。

### 第四節 軟體開發成本衡量指標

由表 3 可知，當衡量成本指標單位為投入人月或開發時程時，只需判定其所需花費之人月與時程即可完成成本的衡量。但由於以人月或開發時程為衡量成本指標的成本衡量方式，是採取主觀判定發生的直接成本數額。對於軟體開發成本實際上包含的成本表達並不完全，所以所衡量的成本額也不會準確。當以作業為衡量成本指標單位，則需考量作業的選擇與所有作業發生成本，對所有於軟體開發中所發生的作業，發生的所有成本皆計

算於以作業為衡量成本之中，所以對於成本衡量的準確度，必高於以人月或開發時程做成本衡量指標的時候。

表 3：軟體開發成本衡量指標優缺點比較

衡量成本的指標單位	人月	開發時程	作業
成本考量	直接成本	直接成本	直接成本、間接成本
優點	容易計算	容易計算	1.容易計算 2.具客觀性 3.成本表達完整
缺點	1.具主觀性 2.只考慮直接成本，但開發成本並不只包含直接成本而已，成本表達不完全 3.成本預估值準確度不佳	1.具主觀性 2.開發成本與開發時程並非只是簡單的線性關係，但其只能顯示專案的開發時間， 3.成本預估值準確度不佳	1.需先找出其影響其品質的關鍵作業 2.事先找出可能發生的相關成本項目 其中 1.2.並不需要每次重做

## 第五節 軟體開發成本預估模式

軟體開發成本的預估與專案管理的關係密切，當專案管理者瞭解此專案的開發將會發生的成本數額、成本來源及與專案相關的訊息，專案管理者才能對專案做有效的規劃與控制。就成本而論，預估成本就是一件對於專案管理相當關鍵的工作。表 4 就成本估算模式做大略的彙整與說明。由表中可見，軟體開發成本預估模式普遍存在著準確性不佳或客觀性不足的問題，故建立一個能夠同時兼具準確性與客觀性的軟體開發成本預估模式是必須的。

表 4：成本估算模式分類與說明

學者	分類依據	類別	說明
Arifoglu (1993) 【21】	專案發展規模	Macro	大於 30 人年 (man-year) 大型專案的成本估計。
		Micro	適合於中小型專案的成本估計。 即小於 30 人年的專案。
Fenton (1991) 【36】	成本估算順序	由上估算 (Top Down)	以功能為考量系統層次的成本，先由整體功能的觀點，再降低功能層次，總計開發總成本。
		由下估算 (Bottom Down)	將程式分解成不同的元件 (component)，計算每個元件的成本後，再由下往上加總得總開發成本。
Conte (1986) 【35】	經驗	經驗累積模式 (Historically Experimental Model)	此一模式強調的為經驗的累積，故需具經驗的軟體開發專家，依據其過去的經驗與對此軟體的了解，評估此軟體之成本額。
	成本因素對軟體開發成本的影響程度	統計基礎模式 (Statistically Based Model)	線性模式 非線性模式
			影響因素對軟體開發成本的影響程度為線性者採用此模式，但其準確性不佳。 線性模式之準確性不佳，學者提出，非線性的成本估算模式。

	理論	理論基礎模式 (Theoretically Based Model)	以軟體工程的假設做理論的基礎，再以數學定理推導出軟體開發成本。其準確性不佳，原因有二： 1.理論的假設狀況通常與實際環境有極大的差異。 2.成本影響因素並無明確方式可尋。
	經驗與理論	合成模式 (Composite Model)	經由專家的經驗與判斷加上理論基礎與歷史性的資料作迴歸分析以得成本預估值。

## 第參章 研究方法

利用作業基礎成本制探討軟體開發成本，主要是將與開發成本有關的活動或動因揭露出來，以做為成本歸屬分攤的依據。除此之外，根據我們從作業基礎成本制的觀念與經驗，認定軟體開發成本與開發工具和軟體發展模式確實是息息相關，因此在考慮活動與動因的同時，我們必須蒐集關於開發工具和軟體發展模式的訊息，以做為進一步成本分析。以下為某研究機構資訊系統發展部門，就多年來 16 項管理資訊系統(MIS)，在作業基礎成本制應用與開發工具和發展模式考慮下，所做的成本分析。

### 第一節 個案說明

此研究機構在人員、開發工具、開發模式的選用上具有以下的特點：對於人員，研究機構依開發人員的專業能力，分別給與不同的日薪，如 1500、2000、2500；對於開發工具，研究機構則依開發需求選用不同的開發工具，如 XUPPER、VDP、Developer/2000、Delphi、PL/SQL；對於開發模式，則依開發需求，彈性調整開發作業的時間配置與參與人員的素質及開發工具，如開發時程為 4.5 個月，則開發作業的作業數就較少且開發時間較短，而開發人員的日薪為 2500 呈現較高的狀態，使用之工具則為 Developer/2000、ORACLE。

### 第二節 研究架構

首先是以作業基礎成本制的方式記錄與開發成本相關之資料。成本動因方面，以作業為單位分別記錄各作業需要的直接成本與各開發階段產生之間接成本。在非成本動因方面，則分別記錄各作業所使用的開發工具與參與人員及開發所需之時程。

對於軟體開發成本與作業基礎成本制的成本歸屬關係，則以圖 6、7、8 為例說明之。由圖中可見，此研究機構在軟體開發過程中的系統分析（圖 6）、系統設計（圖 7）、程式撰寫（圖 8）階段之成本歸屬方式。在軟體開發過程中所需資源有人員及設備需要的作業與作業的產出，則因階段與作業的不同而不同。其中資源與作業、作業與產出，則透過成本動因做成本歸屬。在做成本歸屬的同時，存在著非成本動因，影響成本歸屬的情況，如圖 6 之作業：由現行作業瞭解當中的薪津將因為開發人員的素質不同而有所差異，這種人員素質的影響因素就是非成本動因。再如圖 8 之程式撰寫，其中之軟體費用會因為使用的開發工具個數與複雜度不同，造成軟體費用分攤有異的情況，故開發工具個數與開發工具複雜度就是另一個非成本動因。

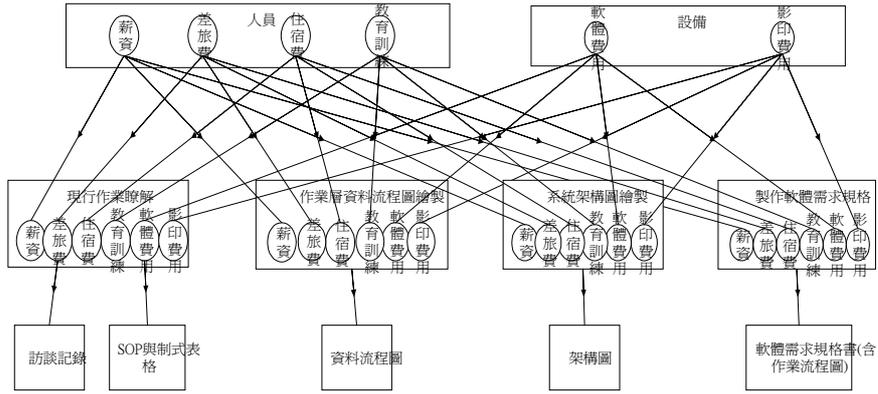


圖 6：系統分析之成本歸屬

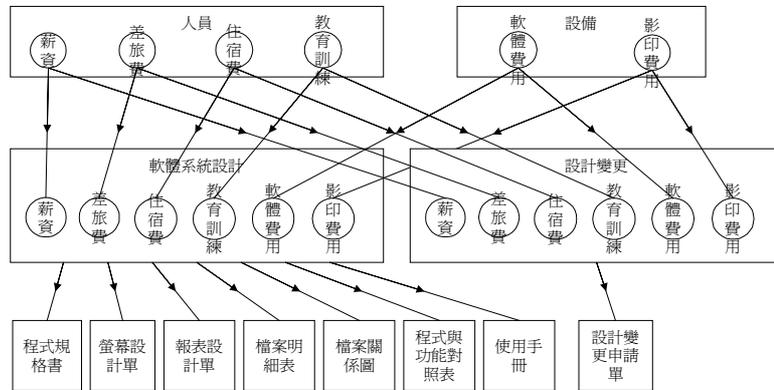


圖 7：系統設計之成本歸屬

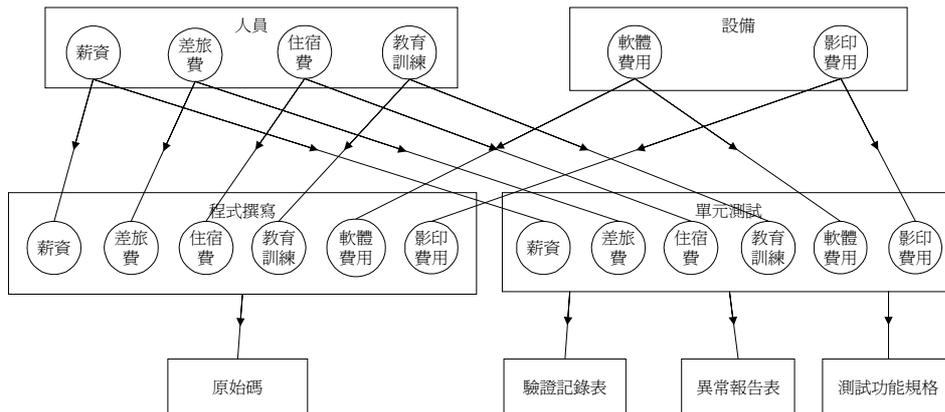


圖 8：程式撰寫之成本歸屬

### 第三節 開發工具

目前軟體開發工具可分成程式語言與系統發展軟體；其中程式語言有第三代程式語言如 C、C++、Java，視覺化語言如 Visual Basic、Delphi、結

構化查詢語言 (SQL) 等；而系統發展軟體多數為資料庫廠商提供，如 Oracle Developer/2000，或是內嵌置於電腦輔助軟體工具 (CASE) 中，就開發工具適時性而論，程式語言類的工具，其學習曲線 (Learning Curve) 是較低於系統發展軟體；若從品質的觀點或效益上來說，系統發展軟體則是較優於程式語言；再則由應用環境所需的電腦資源來看，程式語言的需求遠低於系統發展軟體的等。

事實上，以程式語言或系統發展軟體進行軟體開發工作均有其優劣點。這些優劣的差異不外乎在於對電腦系統資源的需求，學習的難易度，使用的彈性，建置維護的費用，系統執行之效益，系統整合性等因素。顯而易見的這些正也是影響軟體開發的直接或間接成本。例如對關於電腦資源需求的因素，就直接反應投入人力素質的差異，需要有經驗高薪水系統開發人員，亦或是需要系統人員支援電腦系維護與運作等。

另外開發工具的不同，亦會影響系統開發作業項目進行的方式；例如視覺化語言就較第三代語言適於以快速雛型法方式進行需求分析；再則，系統發展軟體就較程式語言類的適於主從式 (Client/Server) 系統的發展等。

#### 第四節 開發人員

軟體開發人員可以分為系統分析師、程式設計師。其中，系統分析師的工作範圍以軟體開發的系統分析、系統設計、程式設計為主，而程式設計師的工作範圍則以程式設計階段為主。系統分析師在系統分析、系統設計階段的工作品質與效益，將連帶影響於程式設計階段工作的程式設計師與系統分析師的工作時數；所以，專案管理者對於參與軟體開發過程的人員選擇是很重要的。

在開發過程中參與的人員，除了前面所提的開發人員，還有就是提供開發人員與開發軟體相關資訊與知識的參與人員。參與人員的加入，能夠提昇開發人員對要開發的軟體有更進一步的了解。對於這些參與人員，當專業素養對參與者做劃分時，可見以下兩個情況。以相同的單位知識量而言，專業素養較高者需要花費的時間量較低 (圖 9)；以相同的時間量而言，專業素養較高者需要花費的單位成本數額較高 (圖 10)。因此直覺上，開發人員之素質不僅會直接影響軟體發展品質，且還會間接影響軟體發展成本。後者將於下節作更進一步的剖析。

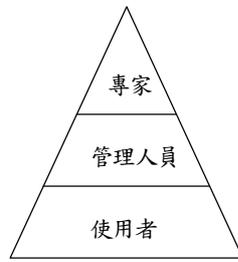


圖 9：不同人員的相同單位知識量所需的時間量

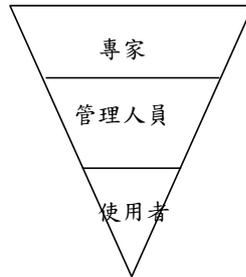


圖 10：不同人員的相同時間量取得的知識量

## 第肆章 軟體發展成本分析

依據第參章研究機構之軟體開發成本資料，以下分別就技術面與管理面，分析非成本動因與軟體開發成本間的關係。

### 第一節 技術面

#### 1、人員單位成本

(1) 使用相同開發工具時，人員單位成本的變化

發展用語言：DEVELOPER/2000

資料庫系統：ORACLE

首先，由表 5 及圖 11 得下述兩點。一、使用相同的發展工具時，開發時程較短者，需給予的人員單位成本較高。二、於例外之情況中可見，接觸此發展工具之時間較短者，需要給予的單位人員成本較高。其次，由表 6 可知，當開發時程與發展工具相同時，支付的單位人員成本會因其對於工具的熟悉而減少。

表 5：參與人員單位成本統計表

開發時程	系統分析師	程式設計師	發展期間
5個月	2500元	2500元	89/5/1~89/9/15
6個月	2000元	2000元	88/1/1~88/6/30
6個月	2500元	2500元	85/1/1~85/6/30
7個月	2000元	2000元	88/7/1~89/1/30
11個月	2000元	1500元	86/8/1~87/6/30
12個月	2500元	1000元	87/7/1~88/6/30
12個月	2500元	2500元	86/8/1~87/6/30

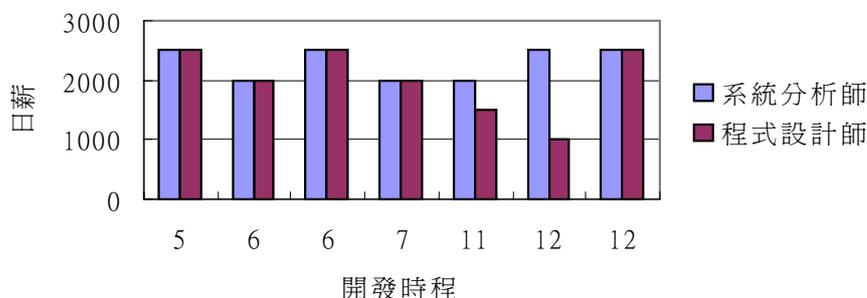


圖 11：參與人員單位成本統計圖

表 6：相同開發時程時，開發工具與單位人員成本統計表

開發時程	系統分析師	程式設計師	發展期間	發展使用語言	資料庫系統
6個月	2500元	2500元	85/1/1~85/6/30	DEVELOPER/2000	ORACLE
6個月	2000元	2000元	88/1/1~88/6/30	DEVELOPER/2000	ORACLE

(2) 使用新開發工具時，人員單位成本的變化

由表 7 得下述兩點。一、使用新的發展工具時單位人員成本偏高。二、開發工具之複雜度小，則單位人員成本較少。其次，由表 8 可見，經過兩年的單位人員成本，仍因為總開發時程較短，單位人員成本居高不下，但當資料庫系統由 ORACLE 換為 DBASE，單位人員成本隨即減少，足見開發工具對於單位人員成本的影響；故當開發工具的複雜度小，其單位人員成本則少。

表 7：使用新開發工具之人員單位成本表

開發時程	系統分析師	程式設計師	發展期間	發展使用語言	資料庫系統
3個月	2000元	2000元	89/7/1~89/9/30	DELPHI	DBASE
5個月	2500元	2500元	87/7/1~87/11/30	PL/SQL	ORACLE
6個月	2500元	2500元	85/1/1~85/6/30	DEVELOPER/2000	ORACLE
8個月	2500元	2500元	89/3/1~89/10/30	ASP	SQL SERVER
12個月	2000元	2000元	87/7/1~88/6/30	DELPHI	ORACLE

表 8：開發時程、開發工具與單位人員成本統計表

開發時程	系統分析師	程式設計師	發展期間	發展使用語言	資料庫系統
12個月	2000元	2000元	87/7/1~88/6/30	DELPHI	ORACLE
3個月	2500元	2500元	89/3/1~89/6/30	DELPHI	ORACLE
3個月	2000元	2000元	89/7/1~89/9/30	DELPHI	DBASE

## 2、階段開發成本

### (1) 開發工具與開發成本

表 9：開發工具與開發階段的關係

開發工具	系統分析	系統設計	程式撰寫
XUPPER	√	√	
VDP	√	√	√
Developer/2000	√	√	√
Delphi			√
PL/SQL			√

(√：採用此開發工具所影響的開發階段) 【15】

#### a、開發階段：系統分析

首先，由表 10 及圖 12 可知，階段開發成本與開發過程中使用過的開發工具數呈正比。其次，由表 11 及圖 13 可知，直接成本與開發工具複雜度呈正比。

表 10：系統分析之階段開發成本與開發工具數統計表

開發工具	階段開發成本 (元)
ORACLE+Developer/2000	126143
SQL SERVER	251000
ORACLE+XUPPER+VDP	2800000
ORACLE+XUPPER+Developer/2000	647600

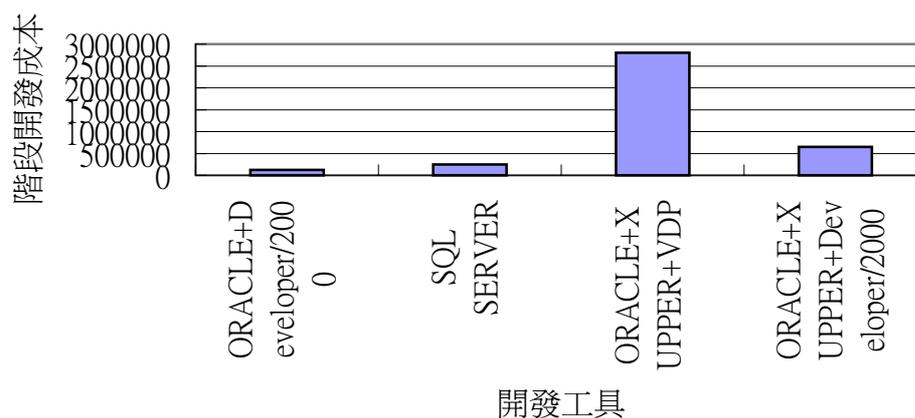


圖 12：系統分析之階段開發成本與開發工具數統計圖

表 11：系統分析之階段開發成本與開發工具複雜度統計表

開發工具	直接成本(元)
ORACLE	91000
DBASE	56000

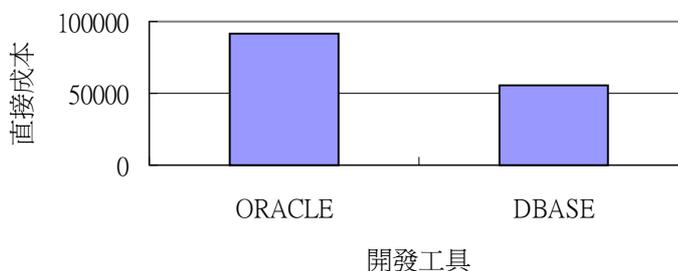


圖 13：系統分析之階段開發成本與開發工具複雜度統計圖

b、開發階段：系統設計

由表 12 及圖 14 可知，階段開發成本與開發過程中使用過的開發工具數呈正比。其次，由表 13 及圖 15 可知，階段開發成本與開發工具複雜度呈正比。

表 12：系統設計之階段開發成本與開發工具數統計表

開發工具	階段開發成本(元)
ORACLE+Developer/2000	140456
SQL SERVER	226000
ORACLE+XUPPER+VDP	1560000
ORACLE+XUPPER+Developer/2000	217150

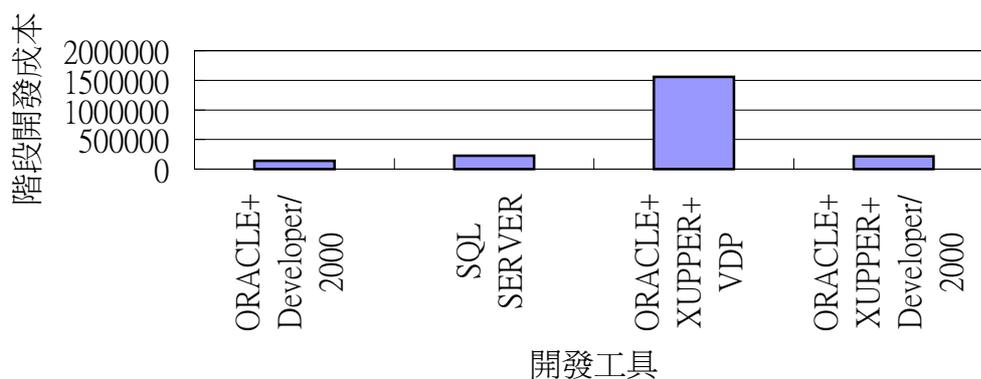


圖 14：系統設計之階段開發成本與開發工具數統計圖

表 13：系統設計之階段開發成本與開發工具複雜度統計表

開發工具	階段開發成本(元)
ORACLE	136350
DBASE	25800

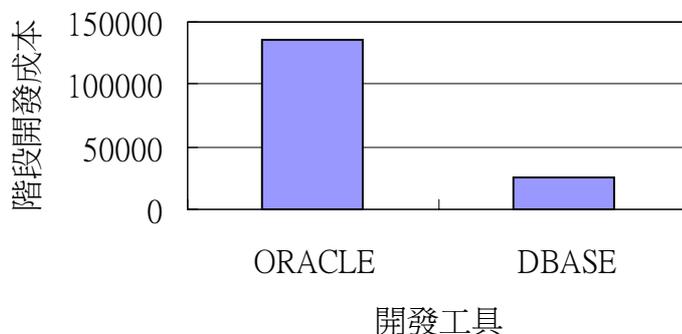


圖 15：系統設計之階段開發成本與開發工具複雜度統計圖

c、開發階段：程式撰寫

由表 14 及圖 16 可知，階段開發成本與開發過程中使用過的開發工具數呈正比。其次，由表 15 及圖 17 可知，階段開發成本與開發工具複雜度呈正比。

表 14：程式撰寫之階段開發成本與開發工具數統計表

開發工具	階段開發成本(元)
ORACLE+Developer/2000	395490
ORACLE+PL/SQL	90200
ORACLE +VDP +Delphi	2470000
DBASE +Delphi	55200

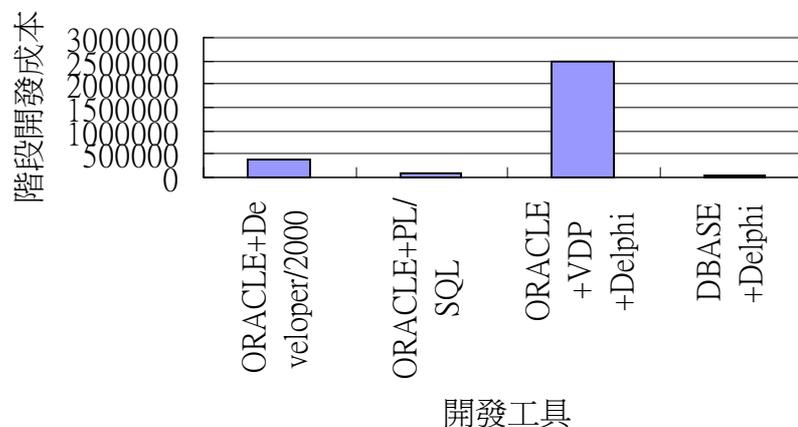


圖 16：程式撰寫之階段開發成本與開發工具數統計圖

表 15：程式撰寫之階段開發成本與開發工具複雜度統計表

開發工具	階段開發成本(元)
ORACLE +Delphi	184700
DBASE +Delphi	55200

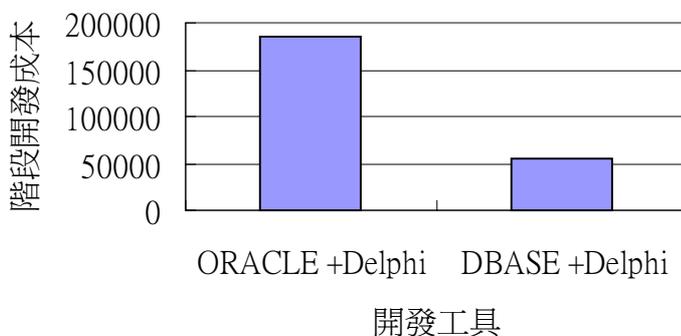


圖 17：程式撰寫之階段開發成本與開發工具複雜度統計圖

(2)開發時程與開發成本

a、開發階段：系統分析

由表 16 及圖 18 可知，開發時程與開發成本的直接成本呈正比。

表 16：系統分析之階段開發成本與開發時程統計表

開發時程	階段開發成本(元)
3 個月	266100
5 個月	309800
6 個月	103440
7 個月	150300
8 個月	251000
11 個月	181100
12 個月	1401500

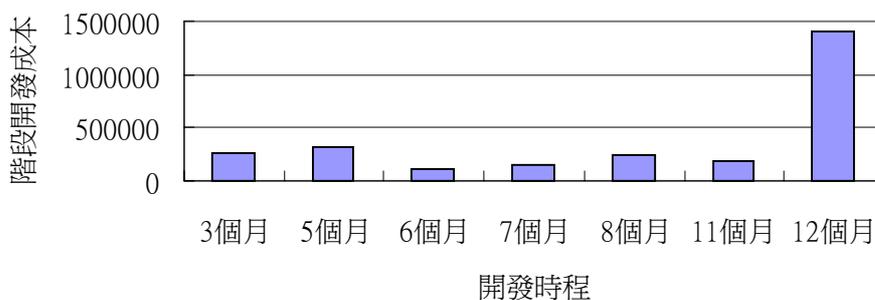


圖 18：系統分析之階段開發成本與開發時程統計圖

b、開發階段：系統設計

由表 17 及圖 19 可知，開發時程與開發成本的直接成本呈正比。

表 17：系統設計之階段開發成本與開發時程統計表

開發時程	階段開發成本(元)
3 個月	55150
5 個月	127150
6 個月	132780
7 個月	143200
8 個月	226000
11 個月	122300
12 個月	697866

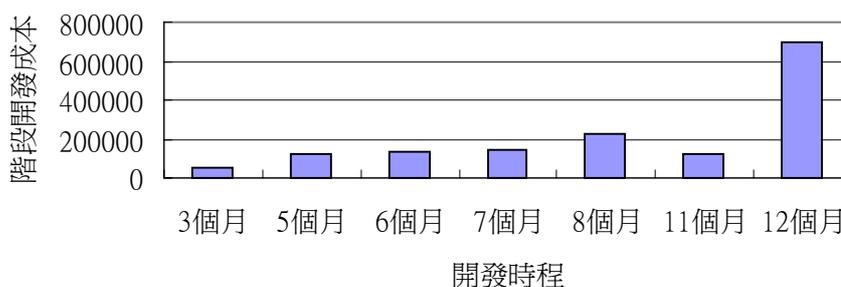


圖 19：系統設計之階段開發成本與開發時程統計圖

c、開發階段：程式撰寫

由表 18 及圖 20 可知，開發時程與開發成本的直接成本呈正比。

表 18：程式撰寫之階段開發成本與開發時程統計表

開發時程	階段開發成本(元)
3 個月	57800
5 個月	90350
6 個月	314080
7 個月	316750
8 個月	272500
11 個月	519000
12 個月	1329833

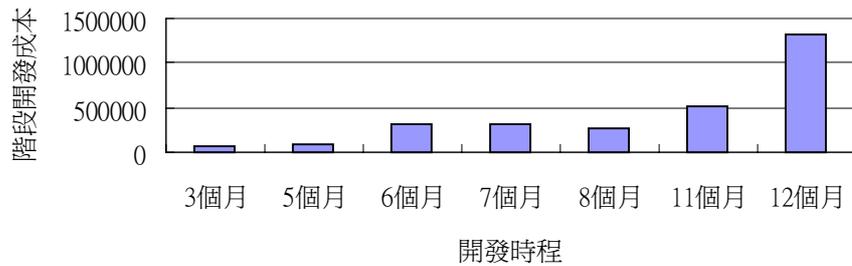


圖 20：程式撰寫之階段開發成本與開發時程統計圖

(3) 開發工具、開發時程與開發成本

a、相同開發工具、不同開發時程與開發成本

(a) 開發階段：系統分析

開發工具：ORACLE+Developer/2000

由表 19 及圖 21 可知，階段開發成本的直接成本與開發時程呈正比。

表 19：系統分析之階段開發成本與不同開發時程統計表

開發時程	階段開發成本(元)
5 個月	112200
6 個月	114500
7 個月	144300
12 個月	168500

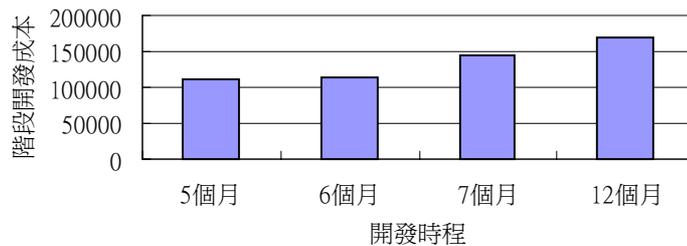


圖 21：系統分析之階段開發成本與不同開發時程統計圖

(b) 開發階段：系統設計

開發工具：ORACLE+Developer/2000

由表 20 及圖 22 可知，階段開發成本與開發時程呈正比。

表 20：系統設計之階段開發成本與不同開發時程統計表

開發時程	階段開發成本（元）
5 個月	121800
6 個月	140350
7 個月	98200
12 個月	201800

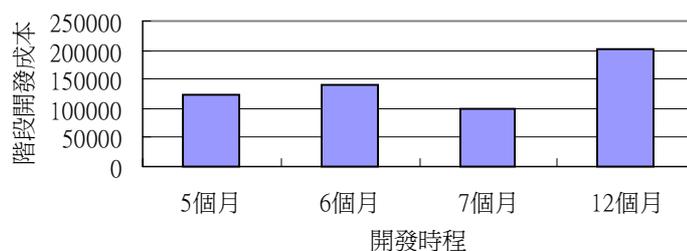


圖 22：系統設計之階段開發成本與不同開發時程統計圖

(c) 開發階段：程式撰寫

開發工具：ORACLE+Developer/2000

由表 21 及圖 23 可知，階段開發成本的直接成本與開發時程呈正比。

表 21：程式撰寫之階段開發成本與不同開發時程統計表

開發時程	階段開發成本（元）
5 個月	90500
6 個月	314080
7 個月	324500
11 個月	450000
12 個月	759750

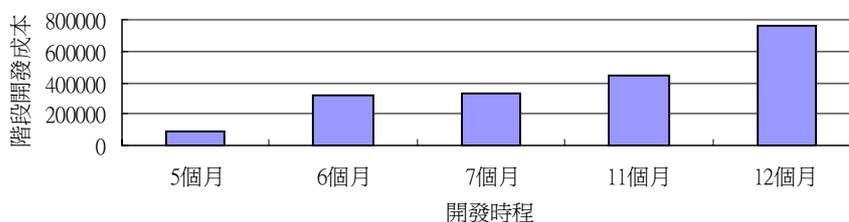


圖 23：程式撰寫之階段開發成本與不同開發時程統計圖

b、相同開發時程、不同開發工具與開發成本

(a) 開發階段：系統分析

開發時程：12 個月

由表 22 及圖 24 得下述兩點。一、階段開發成本與開發過程中使用過的開發工具數呈正比。二、階段開發成本與開發工具複雜度呈正比。

表 22：系統分析之階段開發成本與不同開發工具統計表

開發工具	階段開發成本(元)
ORACLE+XUPPER+Developer/2000	1236000
ORACLE+XUPPER+VDP	2800000
ORACLE+Developer/2000	168500

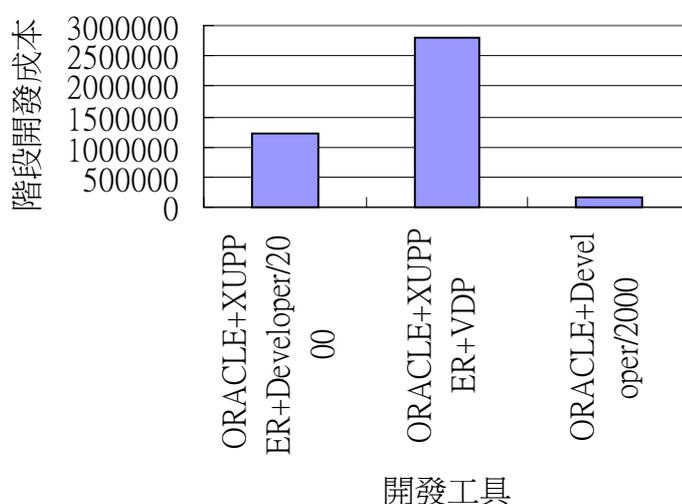


圖 24：系統分析之階段開發成本與不同開發工具統計圖

(b) 開發階段：系統設計

開發時程：12 個月

由表 23 及圖 25 得下述兩點。一、階段開發成本與開發過程中使用過的開發工具數呈正比。二、階段開發成本與開發工具複雜度呈正比。

表 23：系統設計之階段開發成本與不同開發工具統計表

開發工具	階段開發成本(元)
ORACLE+XUPPER+Developer/2000	331800
ORACLE+XUPPER+VDP	1560000
ORACLE+Developer/2000	201800

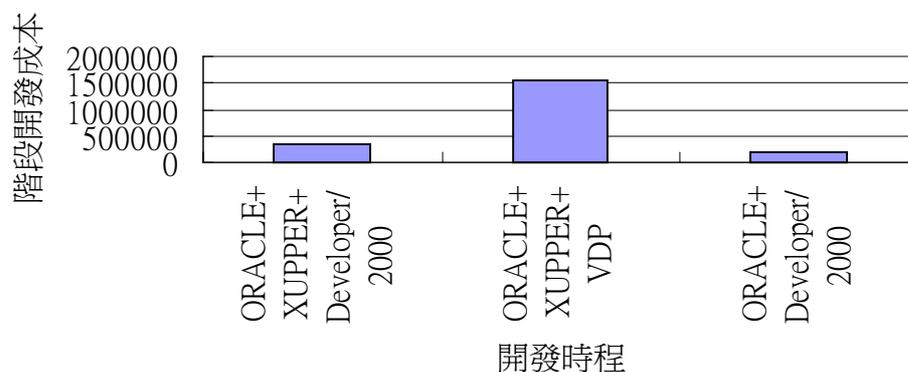


圖 25：系統設計之階段開發成本與不同開發工具統計圖

(c) 開發階段：程式撰寫

開發時程：12 個月

由表 24 及圖 26 表得下述兩點。一、階段開發成本與開發過程中使用過的開發工具數呈正比。二、階段開發成本與開發工具複雜度呈正比。

表 24：程式撰寫之階段開發成本與不同開發工具統計表

開發工具	階段開發成本 (元)
ORACLE+XUPPER+Developer/2000	1339000
ORACLE+XUPPER+VDP	2470000
ORACLE+Developer/2000	180500

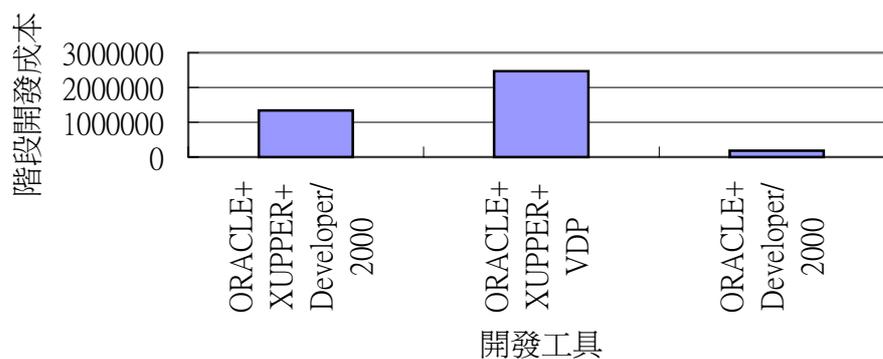


圖 26：程式撰寫之階段開發成本與不同開發工具統計圖

綜合以上 1、2 所有分析結果，可知：

a、開發工具與開發成本的關係變化：

- (1)開發工具複雜度與單位人員成本呈正比
- (2)開發工具數與開發成本呈正比
- (3)開發工具複雜度與開發成本呈正比

b、發展模式與開發成本的關係變化：

- (1)當使用相同之開發工具時，開發時程與人員單位成本呈正比
- (2)開發時程與開發成本呈正比
- (3)開發時程與開發成本之直接成本呈正比

c、開發工具與發展模式及開發成本的關係變化：

開發工具的複雜度與發展模式會同時對開發成本產生影響

### 3、間接成本、開發時程、開發工具

(1) 間接成本與開發時程

a、開發階段：系統分析

由表 25 及圖 27 得下述兩點。一、當開發時程較長與較短時，將會產生較多的間接成本。二、在開發時程為 8 時，開發人員對於工具的熟悉度較低，導致所需之間接成本數額較高。

表 25：系統分析之間接成本與開發時程統計表

開發時程	間接成本 (元)
3 個月	217100
5 個月	237300
6 個月	1240
7 個月	20300
8 個月	51000
11 個月	8100
12 個月	310500

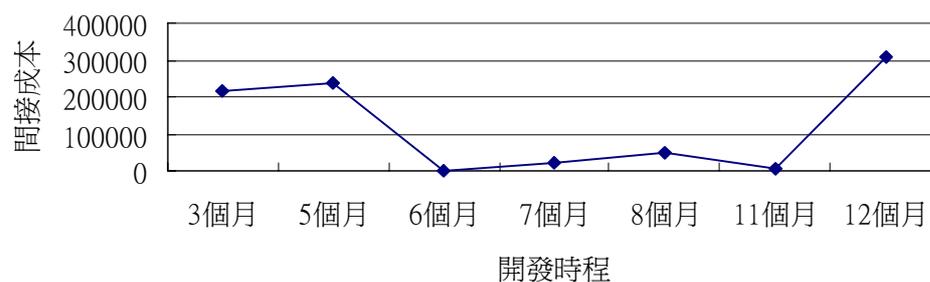


圖 27：系統分析之間接成本與開發時程統計圖

b、開發階段：系統設計

由表 26 及圖 28 可知，當開發時程的漸增，所需的間接成本亦逐漸增加；二者成正比的關係。但是因為開發工具會造成其所需數額的變動。

由圖 29 可得下述兩點。一、當開發時程 3、6、7、11 時，因為開發工具的複雜性較低或開發人員對於工具的熟悉度較高，導致所需之間接

成本數額較低。二、當開發時程為 5、8、12 時，因為開發工具的複雜性較高且開發人員對於工具的熟悉度較低，導致所需之間接成本數額較高。

表 26：系統設計之間接成本與開發時程統計表

開發時程	間接成本 (元)
3 個月	1150
5 個月	77150
6 個月	780
7 個月	8200
8 個月	76000
11 個月	2300
12 個月	124533

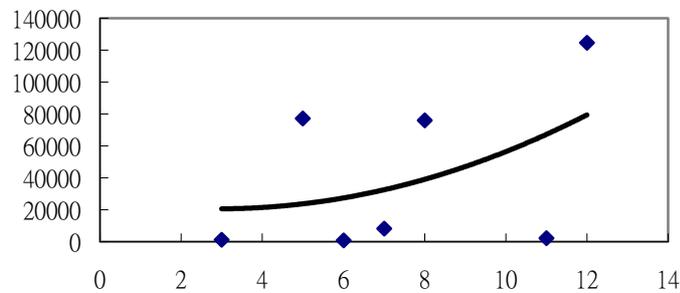


圖 28：系統設計之間接成本與開發時程趨勢圖

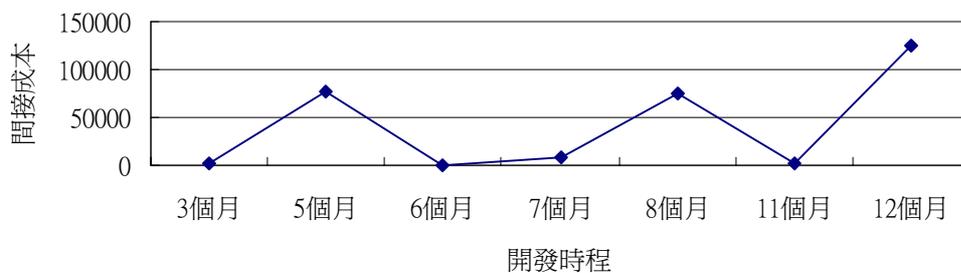


圖 29：系統設計之間接成本與開發時程統計圖

### c、開發階段：程式撰寫

由表 27 及圖 30 得下述兩點。一、當開發時程較長時，將會產生較多的間接成本。二、在開發時程為 6 時，因為其開發工具的複雜性較高且開發人員對於工具的熟悉度較低，導致所需之間接成本數額較高。

表 27：程式撰寫之間接成本與開發時程統計表

開發時程	間接成本 (元)
3 個月	300
5 個月	350
6 個月	14080
7 個月	6750
8 個月	72500
11 個月	69000
12 個月	66500

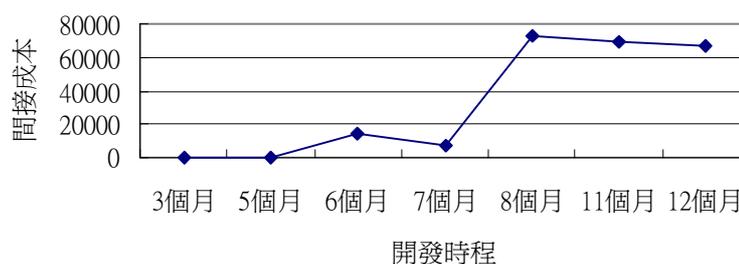


圖 30：程式撰寫之間接成本與開發時程統計圖

## (2) 間接成本與開發工具

表 28：開發工具與開發階段的關係

開發工具	系統分析	系統設計	程式設計
XUPPER	✓	✓	
VDP	✓	✓	✓
Developer/2000	✓	✓	✓
Delphi			✓
PL/SQL			✓

(✓：採用此開發工具所影響的開發階段) 【15】

### a、開發階段：系統分析 開發時程：12 個月

由表 29 及圖 31 可知，當開發時程相同時，將因為開發工具的複雜性較高，導致所需之間接成本數額較高。

表 29：系統分析之間接成本與不同開發工具統計表

開發工具	間接成本 (元)
Oracle+Xupper+Developer/2000	161000
Oracle+Xupper+VDP	770000
Oracle+Developer/2000	500

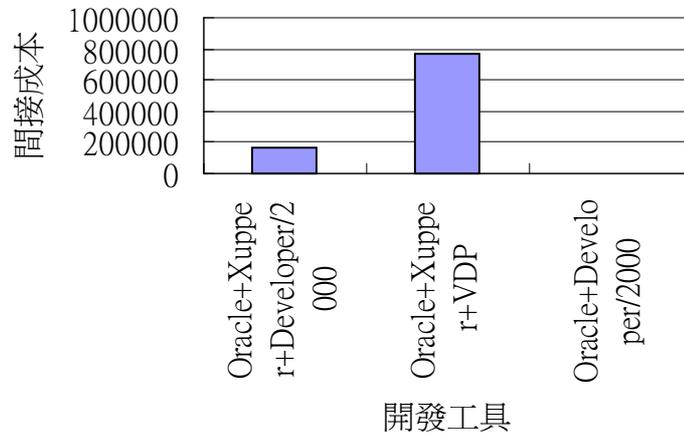


圖 31：系統分析之間接成本與不同開發工具統計圖

b、開發階段：系統設計

開發時程：12 個月

由表 30 及圖 32 可知，當開發時程相同時，將因為開發工具的複雜性較高，導致所需之間接成本數額較高。

表 30：系統設計之間接成本與不同開發工具統計表

開發工具	間接成本 (元)
Oracle+Xupper+Developer/2000	81800
Oracle+Xupper+VDP	210000
Oracle+Developer/2000	81800

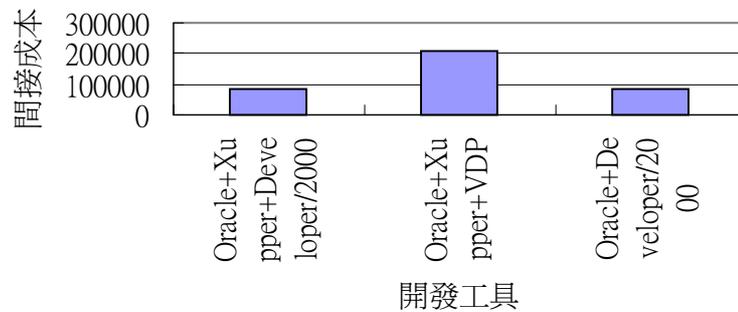


圖 32：系統設計之間接成本與不同開發工具統計圖

- c、開發階段：程式撰寫  
開發時程：12 個月

由表 31 及圖 33 可知，當開發時程相同時，將因為開發工具的複雜性較高，導致所需之間接成本數額較高。

表 31：程式撰寫之間接成本與不同開發工具統計表

開發工具	間接成本 (元)
Oracle+Xupper+Developer/2000	69000
Oracle+Xupper+VDP	130000
Oracle+Developer/2000	500

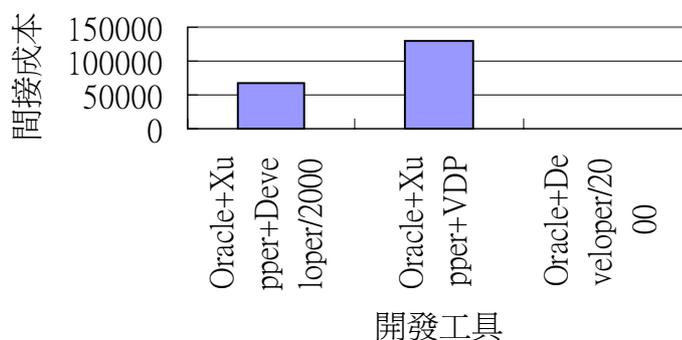


圖 33：程式設計之間接成本與不同開發工具統計圖

綜合以上 3 所有分析結果，可知：

- a、開發時程與間接成本的關係變化：開發時程與間接成本呈正比
- b、開發工具與間接成本的關係變化：開發工具複雜度與間接成本呈正比

## 第二節 管理面

### 1、開發人員、開發時程

#### (1) 開發人員（系統分析師）與開發時程

由表 32 及圖 34、35 可知，系統分析師的大部分工時產生於專案開發的系統分析與系統設計階段。其次，由圖 36 可知，系統分析師中日薪較高者花費較少的工時於專案開發的程式撰寫階段。綜合以上，日薪較高的系統分析師相較於日薪較低者，花費較多的時間在系統分析及系統設計兩階段。對於，設計階段則花費較少的時間參與。故可知，開發人員中之系統分析師的專業能力將影響開發時程的時間配置。

表 32：系統分析師日薪與開發時程配置統計表

日薪	1	2	3
	系統分析	系統設計	程式撰寫
2000 元	0.3863352	0.4258546	0.1878104
2500 元	0.419048857	0.450314857	0.130636429

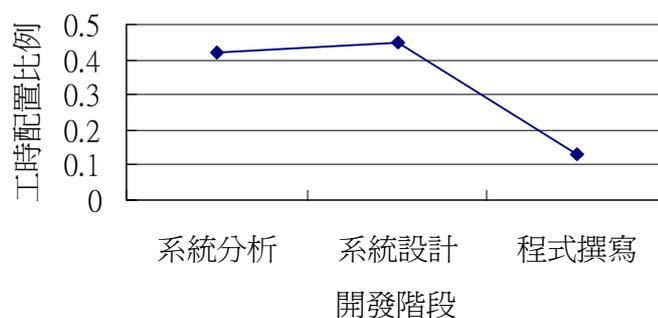


圖 34：系統分析師（日薪 2500）與開發時程統計圖

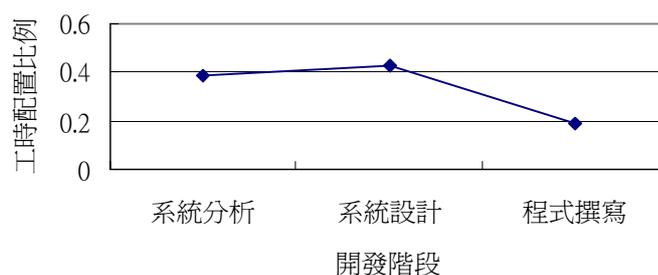


圖 35：系統分析師（日薪 2000）與開發時程統計圖

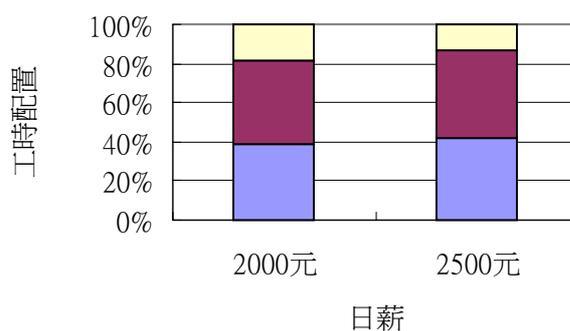


圖 36：系統分析師日薪與開發時程工時配置統計圖

(2) 開發時程與開發人員（系統分析師、程式設計師）

由表 33 及圖 37 可知，日薪高的系統分析師配上日薪低的程式設計師時，工時比例多數為程式設計師；日薪高的系統分析師配上日薪高的

程式設計師時，二者的工時比例相去不遠。所以，系統分析師與程式設計師二者之工時比例將因其日薪高低決定其工時比例偏重於何者；即比例偏重於日薪較低者。其次，由表 34 及圖 38 可知，程式設計師的日薪低者其所佔之工時比例較日薪高者較多。綜合以上，系統分析師的專業能力將影響開發時程的時間配置；而程式設計師的專業能力亦如此。

表 33：開發人員日薪與開發時程工時配置統計表

	日薪		工時	
	系統分析師	程式設計師	系統分析師	程式設計師
1	2500 元	2500 元	0.584292	0.434756
2	2500 元	1000 元	0.333332	0.666667
3	2000 元	2500 元	0.615305	0.384695
4	2000 元	2000 元	0.404062	0.595939
5	2000 元	1500 元	0.358024	0.641975

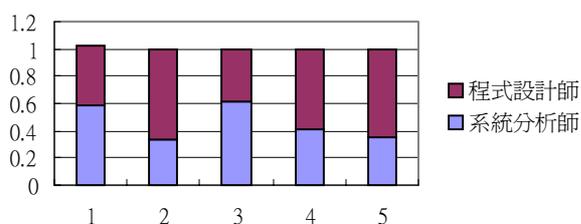


圖 37：開發人員日薪與開發時程工時配置統計圖

表 34：程式設計師日薪與開發時程工時統計表

程式設計師日薪	工時比例
2500 元	0.409725
2000 元	0.595939
1500 元	0.641975
1000 元	0.666667

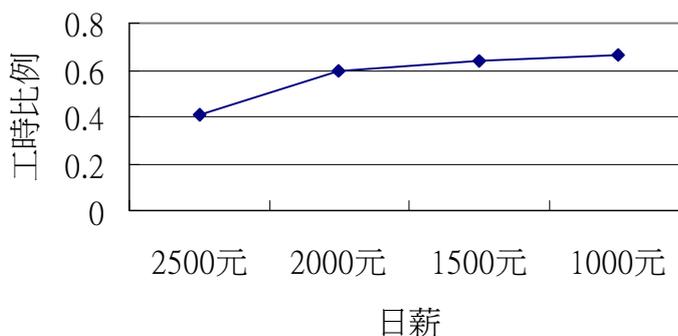


圖 38：程式設計師日薪與開發時程工時統計圖

(3)開發時程、開發人員（系統分析師、程式設計師）及參與者

表 35：開發人員與開發時程工時配置統計表

開發時程	工時比例		
	系統分析師	程式設計師	參與者
3 個月	0.636364	0.30303	0.060606
5 個月	0.5402705	0.3527025	0.107027
6 個月	0.46268	0.3992808	0.052325
7 個月	0.433962	0.528302	0.037736
11 個月	0.325112	0.58296	0.091928
12 個月	0.4330355	0.4598215	0.107143

a、系統分析師與開發時程

由表 35 及圖 39 可知，當開發時程越短，系統分析師的工時比例越高，即開發時程與系統分析師的工時比例成反比。由表 36 及圖 40 可知，開發時程越短，系統分析師花費於程式設計階段的時間就越少。故當開發時程較短時，需要能力較佳的系統分析師支援，方能減短開發時程；即開發時程的長短與系統分析師的專業能力是相關的。

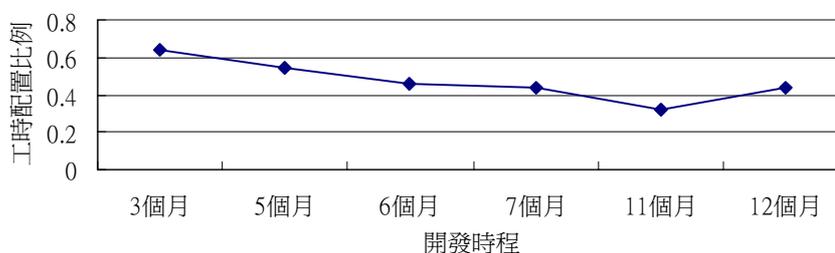


圖 39：開發人員與開發時程工時配置統計圖

表 36：程式撰寫之系統分析師與開發時程工時配置統計表

開發時程	程式撰寫階段的工時比例
3 個月	0.142857
5 個月	0.1305555
6 個月	0.1115385
7 個月	0.173913
11 個月	0.206897
12 個月	0.196078

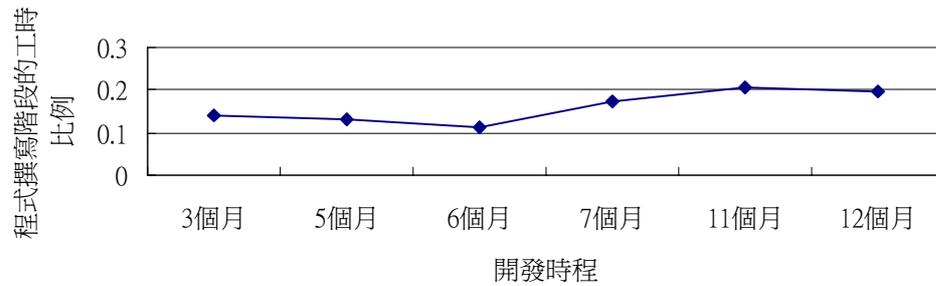


圖 40：程式撰寫之系統分析師與開發時程工時配置統計圖

#### b、程式設計師與開發時程

由表 35 及圖 41 可知，當開發時程越短，程式設計師的工時比例越低，即開發時程與程式設計師的工時比例成正比。其次，由表 37 及圖 42 可知，程式設計師的日薪低者其所佔之工時比例較日薪高者較多。綜合以上，當開發時程越短，需要程式設計師的專業能力要越高。故當開發時程較短時，需要能力較佳的程式設計師支援，方能減短開發時程；即開發時程的長短與程式設計師的專業能力是相關的。

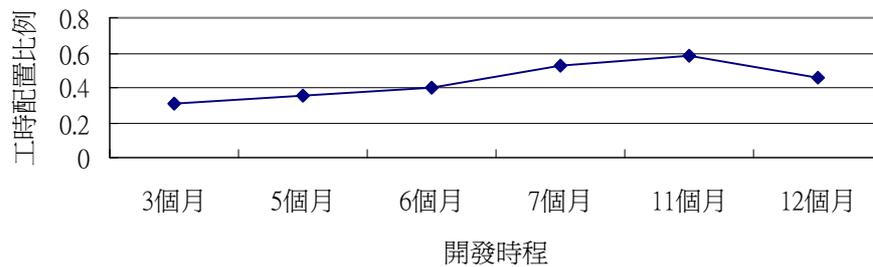


圖 41：程式設計師與開發時程工時配置統計圖

表 37：程式設計師日薪與開發時程工時配置統計表

程式設計師日薪	工時比例
2500 元	0.409725
2000 元	0.595939
1500 元	0.641975
1000 元	0.666667

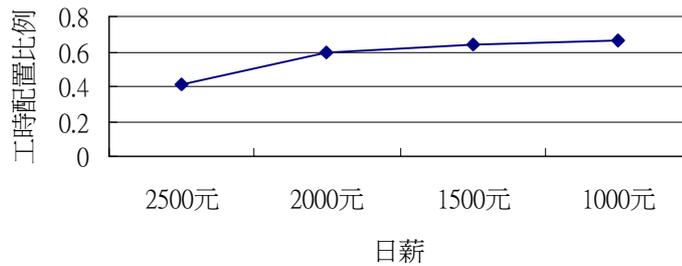


圖 42：程式設計師日薪與開發時程工時配置統計圖

### c、參與者與開發時程

由表 35 及圖 43 可知，當開發時程較長及較短時，參與者的工時比例會較高。其次，由表 38 可知，當開發時程為 6、7 或 11、12 時，參與者對於此專案中了解的專業知識較多者，其所需花費的工時比例會較低。綜合以上，當開發時程較短時，需要能力較佳的參與者支援，方能減短開發時程；即開發時程的長短與參與者的專業能力是相關的。

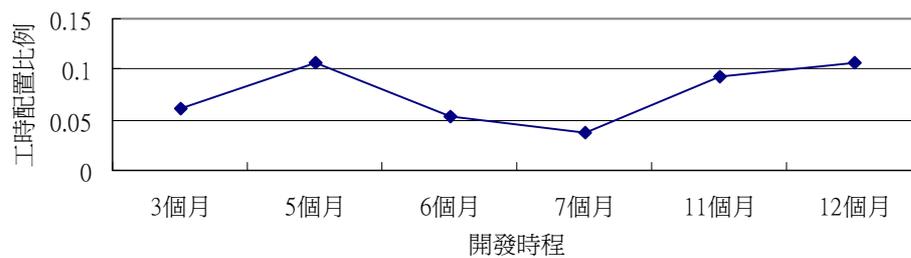


圖 43：參與者與開發時程工時配置統計圖

表 38：開發時程與參與者工時比例統計表

開發時程	參與者工時比例	參與者
6 個月	0.052325	參與者
7 個月	0.037736	業務人員
11 個月	0.091928	使用者、專家
12 個月	0.107143	使用者

由表 39 中，可見第肆章中所有圖表與分析項目間的關係。

表 39：第肆章分析項目與圖表間的關係表

		分析項目		表	圖	
技術面	1、人員單位成本	(1) 使用相同開發工具時，人員單位成本的變化		5 6	11	
		(2) 使用新開發工具時，人員單位成本的變化		7 8		
	2、階段開發成本	(1) 開發工具與開發成本	a、系統分析	10 11	12 13	
			b、系統設計	12 13	14 15	
			c、程式撰寫	14 15	16 17	
		(2) 開發時程與開發成本	a、系統分析	16	18	
			b、系統設計	17	19	
			c、程式撰寫	18	20	
		(3) 開發工具、開發時程與開發成本	a、相同開發工具、不同開發時程與開發成本	(a)系統分析	19	21
				(b)系統設計	20	22
				(c)程式撰寫	21	23
			b、相同開發時程、不同開發工具與開發成本	(a)系統分析	22	24
	(b)系統設計			23	25	
	(c)程式撰寫			24	26	
	3、間接成本、開發時程、開發工具	(1) 間接成本與開發時程	a、系統分析	25	27	
			b、系統設計	26	28 29	
			c、程式撰寫	27	30	
		(2) 間接成本與開發工具	a、系統分析	29	31	
b、系統設計			30	32		
c、程式撰寫			31	33		
管理面	1、開發人員、開發時程	(1) 開發人員（系統分析師）與開發時程			34 32 35 36	
		(2) 開發時程與開發人員（系統分析師、程式設計師）		33 34	37 38	
		(3) 開發時程、開發人員（系統分析師、程式設計師）及參與者	a、系統分析師與開發時程		36	39 40
			b、程式設計師與開發時程		37	41 42
			c、參與者與開發時程		38	43

## 第五章 結論

本章將分別敘述研究結果、研究貢獻與可供後續研究之方向。

### 第一節 研究結論

由於軟體開發環境的變遷，連帶使得軟體開發成本所牽涉的層面也日益複雜，直至今日，其所涉及之層面至少包含管理、技術、政策三層面。其中影響因素之種類及個數，亦已不復昨日。就作業基礎成本制之觀點，軟體開發成本之影響因素大致可分為成本動因與非成本動因。成本分攤是依據成本動因進行分攤，而非成本動因則是影響成本動因如何配置成本分攤的幕後推手。本文則以作業基礎成本制為主題，收集與軟體開發成本相關之資訊，並以實際案例分析探討，開發工具及軟體發展模式、人員素質與軟體開發成本間的種種關係及影響。我們相信，在對軟體開發成本研究時，作業基礎成本制及其相關影響因素，會是一個關鍵性的議題。

在分析個案研究機構之 16 個 MIS 開發專案的軟體開發成本資料後，本研究歸納出下列研究發現：

- 1、軟體開發成本和開發工具複雜度呈正比關係，顯示開發工具的選擇將影響軟體開發成本的發生。
- 2、軟體開發成本和開發過程中使用之工具數呈正比關係，顯示開發工具的取捨將影響軟體開發工具的發生。
- 3、軟體開發時程偏長或偏短時，單位人員成本較高，顯示軟體開發時程將影響開發人員的選擇。
- 4、系統分析師、程式設計師及參與者之工時配置與其專業能力有關，顯示參與人員與開發時程的工時配置彼此間互有影響。

### 第二節 研究貢獻

本研究經由個案探討的方式，採用非傳統之會計制度，作業基礎成本制為基礎觀點探討軟體開發成本的相關成本資料，指出部分影響因素與軟體開發成本的關係匪淺，欲提高對於相關於軟體開發成本影響因素之瞭解，提昇專案管理者對軟體開發成本之決策控制權。茲將本研究之貢獻分別摘述如下：

- 1、提供較完整與合理的軟體開發成本計算方向  
透過作業基礎成本制對軟體開發成本數據資料，同時思維直接成本與間接成本對於軟體開發成本的影響及其重要性，此關鍵思維方式堪為對於軟體發展成本探討之重要方式。
- 2、指出軟體開發成本的影響因素及其重要性

成本因素與非成本因素同為軟體開發成本之影響因素，因此如果只單純的考量成本因素的影響程度與重要性將無法計算出準確的成本值，亦無法了解影響成本因素的發生程度之非成本因素，存在成本值偏差度的問題。於是，當同時瞭解二者時，對於將提昇成本值的準確性。

### 3、提高專案管理與軟體發展之控制權，提昇專案成功率

透過瞭解影響因素與軟體開發成本後，由專案管理者對專案開發之可用資源做配置規劃，以達專案開發預定之規劃與限制的目標，提昇專案開發的成功。

## 第三節 研究限制

本研究在整個研究過程中，已盡量注意資料收集的客觀性，但仍有下列之研究限制：

1、由於本研究只依據一個研究機構的軟體開發成本資料做分析，所以研究結果並不適合推論到全體軟體開發機構。

2、本研究針對非成本因素之開發工具、開發時程、參與人員做探討，但可能還有其他的非成本因素。

3、本研究之研究機構所採用的軟體開發模式為結構化系統分析與設計，可是軟體開發模式還有其他的方式，所以研究結果並不適宜推論到所有的軟體開發專案。

## 第四節 後續研究方向

本研究提出下列幾點建議做為後續研究的參考。

### 1、以類神經網路架構一個軟體開發成本估算模式：

以作業基礎成本制建立一會計系統，利用此系統收集軟體開發成本資料，並利用這些資料架構類神經網路，而此類神經網路則可提供軟體開發成本的預估，提供一個比專家預估更為客觀的方式。

### 2、不同的軟體發展模式：

由於軟體開發模式眾多，但本研究並未對所有的軟體發展模式做探討，故可分析這些模式對於軟體開發成本的影響程度與變化。

### 3、找出其他影響軟體開發成本的因素與變化：

以作業基礎成本制為基礎，收集軟體開發成本與專案開發資料，以客觀數據資料分析找出相關於軟體開發的因素。

## 參考文獻

- 1、方泰樟，專案管理：軟體發展階段之文件規範探討，中山大學資訊管理所碩士論文，1997。
- 2、李志洪，軟體開發成本管理系統雛型之研究，台灣大學商學研究所碩士論文，1991。
- 3、李明憲，軟體開發環境中成本影響因素與專案管理活動之研究，1990。
- 4、吳典璋，以類神經網路模式預估軟體開發成本之研究，中央大學資訊管理所碩士論文，1998。
- 5、邱添枝，需求導向軟體開發成本估計模式，中山大學資訊管理所碩士論文，1993。
- 6、林仁常，電腦軟體品質保證理論與實務，全華圖書，1996。
- 7、洪智揚，國內軟體開發成本之個案研究，中山大學資訊管理所碩士論文，1997。
- 8、徐曉慧譯，成本與效應：以整合性成本制度提昇獲利與績效，臉譜出版，2000。
- 9、進和資訊，應用軟體發展規範，1990。
- 10、電信總局，電信總局軟體發展程序規範，1990。
- 11、資訊工業策進會，軟體發展指引，1988。
- 12、資訊工業策進會，成本效益分析文件指引，1988。
- 13、楊雅慧，作業基礎成本制導入銀行業之研究，中山大學企業管理學系碩士論文，1996。
- 14、楊蓮瑛，台灣訂製型軟體成本估算模式之研究，交通大學資訊管理所碩士論文，1994。

- 15、謝建成，謝馥安，史孟祥，軟體開發成本與軟體發展模式關聯性之研究，第六屆資訊管理研究暨實務研討會，2000。
- 16、ABC within a service organization, *Management Accounting*, Dec 1993, pp. 40-42.
- 17、Ahituv, N., Neumann, S., A flexible approach to information system development, *MIS Quarterly*, June 1984, pp. 69-78.
- 18、Aktas, A. Z., *Structured analysis and design of information system*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1987.
- 19、Albrecht, A. J. Measuring application development productivity, *Proc. Joint SHARE/GUIDE/IBM Application Develop Symp.*, Oct 1979, pp. 83-92.
- 20、Albrecht, A. J., Gaffney JR., John E. Software function, source lines of code, and development effort prediction: a software science validation, *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol. SE-9, NO. 6, Nov 1983, pp. 639-648.
- 21、Arifoglu, Ali, A methodology for software cost estimation, *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, Vol. 18, No. 2, Apr. 1993, pp. 96-105.
- 22、Bailey, J. W., Basili, V. R., A meta-model for software development resource expenditures, *Proc. 5<sup>th</sup> International Conference Software Engineering*, 1981.
- 23、Baker, William M, Take another look at activity-based costing, *Industrial Management*, Jan/Feb 1996, pp. 19-25.
- 24、Benke, Ralph L., Jr, Teaching activity-based costing, *Management Accounting*, Aug 1992, pp. 61-63.
- 25、Best, Murray A., Software—The engine of ABC, *CMA Magazine*, May 1996, pp. 18-23.
- 26、Boehm, B. W., *Software engineering economics*, Prentice-Hall,

1981.

27、Boehm, B. W., Software Engineering, IEEE Transactions On Computer, Vol. C-25, No.12,1976, pp.1226-1241.

28、Boehm, B.W., Software engineering economics, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1981.

29、Boehm, B.W., A Spiral Model of Software Development and Enhancement, Software Engineering Project Management, 1987, pp.128-142.

30、Chapman, P., Seiler, H., Estimating software development cost using INSIGHT expert system shell and COCOMOX knowledge base, Scottsdale, 1986, pp. 586-591.

31、Comptn, Ted R, Implementing activity-based costing, The CPA Journal, Mar 1996, pp.20-30.

32、Conte, S. D. et al., Software engineering metrics and models. Menlo Park, CA: Benjamin/Cummings, 1986.

33、Cooper, Robin, Kaplan, Robert S., Activity-based systems: measuring the costs of resource usage, Accounting Horizons, Sep 1992, pp.1-14.

34、DOD, The standard of defense system software, DOD-STD-2167A, Department of Defense, 29 February 1986.

35、ESA, The software life cycle, ESA Software Engineering Standards, ESA PSS-050-0, Issue 2, February 1991, pp.1-2 to 1-12.

36、Fenton, Norman E., Software metrics: a rigorous approach, London: Chapman & Hall, 1991.

37、Ferens, D. V., Software parametric cost estimation: wave of the future, Engineering Costs and Production Economics, Vol.14, 1988, pp.157-164.

- 38 · Freeman, P., Software perspectives—the system is the message, Addison-Wesley, 1987.
- 39 · Halstead, M.H., Elements of software science. Elsevier North-Holland, New York, 1977.
- 40 · Herd, J. R., Postak, J. N., Russell, W. E., Stewart, K. R., Software cost estimation study—study results, Final Technical Report, RACD-TR-77-220, Vol.1 (of two), Doty Associates Inc., Rockville, MD, June 1977.
- 41 · Jackson, Denise F, Greenwood, Thomas G, An activity-based cost management system, Computer & Industrial Engineering, Nov 1992, pp. 413-416.
- 42 · Jones, Capers, Programming productivity, New York: McGraw-Hill, 1986.
- 43 · JPL D-400, Software Management Standard, Jet Propulsion Laboratory, December 1988.
- 44 · Keller, M., Shumate, K., Software specification and design—a disciplined approach for real-time systems, John Wiley & Sons, 1992.
- 45 · Marco, I., MacCormack, A., Developing products on Internet time, Harvard Bus. Rev., 75, 5, pp.108-117.
- 46 · Mayrchauser, A., Software engineering: methods and management, Boston: Academic Press, 1990.
- 47 · Nelson, E. A., Management handbook for the estimation of computer programming costs, AD-A648750, Systems Development Corp., Oct, 31, 1966.
- 48 · Park, Chan S, Kim, Gyu-Tai, An economic evaluation model for advanced manufacturing systems using activity-based costing, Journal of Manufacturing System, 1995, pp. 439-454.

- 49 、 Peters, L., Advanced structured analysis and design, Prentice-Hall, 1988.
- 50 、 Putnam, L. H., A general empirical solution to the macro software sizing and estimation problems, IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. SE-94, Jul. 1978, pp. 345-381.
- 51 、 Richard Barker, CASE Method: tasks and deliverables, Oracle, 1992.
- 52 、 Rombach, H. D., Software specification: a framework, SEI Curriculum Module SEI-CH-11-2.1, Carnegie Mellon University, January 1990.
- 53 、 Rubin, H. A., Macro-estimation of software development parameters: the ESTIMACS system, SOFTFAIR Software Development: Tools, Techniques, and Alternatives, New York: IEEE, 1983, pp. 109-118.
- 54 、 Sage, A. P., Palmer, J. D., Software systems engineering, New York: J. Wiley & Sons, 1990.
- 55 、 Shere, K. D., Software engineering and management, Prentice-Hall, 1988.
- 56 、 STARTS, The STARTS guide, Second Edition, Chap. 5, Vol. 1, Manchester, United Kingdom, September 1987, pp. 177-223.
- 57 、 Thomas, Jim, As easy as ABC, Distribution, Jan 1994, pp. 40-41.
- 58 、 Turney, Peter B. B., Common cents : the ABC performance breakthrough, 1991.
- 59 、 Udpa, Suneel, Activity-based costing for hospitals, Health Care Management Review, Summer 1996, pp. 83-82.
- 60 、 Walston, C. E., Felix, C. P., Authors' Response, IBM Syst. J., No. 4, 1977, pp. 422-423.
- 61 、 Yourdon, E., Managing the system life cycle, Prentice-Hall, Yourdon Press, 1988.

## 附錄

以下就軟體開發程序之系統規劃、系統分析、系統設計及程式撰寫階段，分別列述其所包含之作業項目的工作內容、輸入、輸出及參與人員【1, 6, 11, 51】。

### 開發階段：系統規劃

作業項目	工作內容	輸入	輸出	參與人員
業務分析一	針對使用者調查訪談，以初步了解關於 1. 使用者組織 2. 作業功能 3. 資料流程 4. 資料量評估 5. 作業瓶頸 6. 電腦化需求	使用者說明 1~6	訪談紀錄	使用者 軟體工程人員
業務分析二	依據訪談紀錄，界定電腦化目標範圍，並決定是否進行可行性研究或成本效益之分析	訪談紀錄	1. 電腦化目標範圍 2. 決定是否進行可行性研究或成本效益之分析	軟體工程人員
可行性研究一	針對電腦化系統之需求、目標及構思，找出可行方案	訪談紀錄 電腦化目標範圍	可行性方案	軟體工程人員
可行性研究二	評估可行方案對於組織、作業方式、系統發展時程、硬體需求、軟體需求、場地設施及成本、風險所造成之影響	可行性方案	可行性方案之影響分析 成本效益分析文件	專家、顧問 軟體工程人員
可行性研究三	評選最佳之可行方案	可行性方案 可行性方案之影響分析	最佳之可行性方案	使用者 專家、顧問 軟體工程人員
配置系統功能	製作系統需求功能的配置，將系統功能配置到硬體、軟體與人員上，以劃分系統為硬體建構項目、軟體建構項目及人員操作，並製作系統規格	合約	系統規格	軟體工程人員
確定系統需求	系統規格經 1. 2. 即成軟體建構項目之功能基準 1. 軟體發展管理者審查 2. 使用者核準	系統規格	系統規格	使用者 軟體開發管理人員

製作軟體開發計畫	依據系統規格及合約，製作軟體發展計畫	系統規格 系統開發合約	軟體發展計畫	軟體工程人員 軟體開發管理人員
製作軟體建構管理計畫	依據系統規格及軟體發展計畫，製作軟體建構管理計畫	1. 系統規格 2. 軟體發展計畫	軟體建構管理計畫	軟體建構管理人員
製作軟體品質保證計畫	依據系統規格及軟體發展計畫，製作軟體品質保證計畫	1. 系統規格 2. 軟體發展計畫	軟體品質保證計畫	軟體品質保證人員
審查	審查 1. 軟體發展計畫 2. 軟體建構管理計畫 3. 軟體品質保證計畫	1. 軟體發展計畫 2. 軟體建構管理計畫 3. 軟體品質保證計畫	審查結果	軟體開發管理人員
軟體產品評估一	評估 1. 可行性研究文件 2. 成本效益分析文件 3. 系統規格	1. 可行性研究文件 2. 成本效益分析文件 3. 系統規格	軟體產品評估結果	軟體工程人員 軟體產品評估人員
軟體產品評估二	評估下列產品 1. 軟體發展計畫 2. 軟體建構管理計畫 3. 軟體品質保證計畫	1. 軟體發展計畫 2. 軟體建構管理計畫 3. 軟體品質保證計畫	軟體產品評估結果	軟體產品評估人員
軟體品質保證一	評估 1. 可行性研究文件 2. 成本效益分析文件 3. 系統規格	1. 可行性研究文件 2. 成本效益分析文件 3. 系統規格	軟體品質保證評估結果	軟體工程人員 軟體品質保證人員
軟體品質保證二	評估 1. 軟體發展計畫 2. 軟體建構管理計畫 3. 軟體品質保證計畫	1. 軟體發展計畫 2. 軟體建構管理計畫 3. 軟體品質保證計畫	軟體品質保證評估結果	軟體品質保證人員
軟體建構管理	文件納入軟體建構管制	1. 可行性研究文件 2. 成本效益分析文件 3. 系統規格 4. 軟體發展計畫 5. 軟體建構管理計畫 6. 軟體品質保證計畫		軟體建構管理人員

採購一	採購人員針對準備採購之軟硬體，向候選承包商提出建議書徵求文件		建議書徵求文件	候選承包商 採購人員
採購二	1. 候選承包商則可依據建議書徵求文件的要求提出建議書。 2. 採購人員於評審建議書後，由候選承包商中選出較適合的承包商進行協議合約，雙方於達成協議後即簽訂採購合約，進行合約所載工作。	建議書徵求文件 建議書	採購合約	候選承包商 採購人員

### 作業：系統分析

作業項目	工作內容	輸入	輸出	參與人員
訂定軟體需求	1. 收集有關發展使用之輸出/輸入表單、報表 2. 依使用者立場，歸納整理出電腦化需求，並逐條列出 3. 有關本工作項目，某些需求之特定要求	系統規格 輸出/輸入表單 使用者意見	軟體需求說明書 會議記錄 訪談紀錄	軟體工程人員
訂定電腦化作業程序	依照資料流程圖表示方法，將新系統作業構想進行功能分解	系統規格	資料流程圖	軟體工程人員
訂定實體作業程序	1. 訪談與電腦化有關的使用者，了解建置環境之實際作業程序 2. 依電腦化邏輯作業程序，再依據 1. 內容，導出實體作業程序 3. 實體作業程序用流程圖繪製	系統規格 使用者意見	作業流程圖	使用者 軟體工程人員
訂定外部使用者介面	針對未來資訊系統與使用者直接相關之輸出入螢幕、報表格式與以排列、繪製，即格式之排列與所需之資料項目以達預期功能需求。	系統規格 使用者意見	作業處理說明(格式描述) 螢幕功能架構	使用者 軟體工程人員
訂定電腦化作業處理內容	1. 將資料流程圖中每一個原始功能之程序，描述其處理內容 2. 描述重點應著重在處理步驟之說明 3. 此作業之產出將作為程式規格撰寫的依據	系統規格 資料流程圖	作業處理說明(處理描述)	軟體工程人員

訂定檔案/資料庫內容	界定資料關聯性、資料存取、更新之需求的邏輯結構，以及檔案的描述，資料項目，資料錄與檔案的關係，資料保存需求	系統規格	檔案說明	軟體工程人員
訂定外部通訊內容	1. 界定通訊內容，包括所傳送的資料項目，資料量預估，傳送頻率，傳送方式 2. 撰寫通訊作業說明 3. 通訊環境的建置與設計 4. 安全性設計	系統規格	檔案說明(傳送資料的檔案說明) 通訊規範說明書(包括 1. 通訊網路架構 2. 通訊軟體架構 3. 通訊網路操作程序)	軟體工程人員
訂定績效需求	界定軟體產品所必須達成的績效，包括靜態數值需求 1. 靜態數值，如支援使用者人數 2. 動態數值，如反應時間	系統規格	績效需求說明	軟體工程人員
訂定處理容量與時間需求	界定軟體產品處理所需的設備容量及時間，處理容量與時間也要考慮未來長期資料量的增加	系統規格	處理容量與時間需求說明	軟體工程人員
訂定安全需求	界定軟體之安全需求，即防止錯誤發生之安全需求	系統規格	安全需求說明	軟體工程人員
訂定保密需求	界定軟體之保密需求，以防止蓄意之破壞與存取資料	系統規格	保密需求說明	軟體工程人員
訂定品質需求	界定品質需求，如：可用性	系統規格	品質需求說明	軟體工程人員
訂定設計限制	界定必須遵循的標準或軟硬體環境限制	系統規格	設計限制說明	軟體工程人員
執行需求追溯	確定系統規格中所述之需求在軟體需求規格中都已實施，且軟體需求規格中所述的需求皆為系統規格中所界定之需求	系統規格		軟體工程人員
訂定鑑定需求	訂定軟體建構項目為達成所配置之需求，所需使用的軟體鑑定測試方法及其他特殊的鑑定需求	系統規格 軟體需求規格書	鑑定需求說明	軟體工程人員
製作軟體需求規格書	1. 將分析過程階段之產品製為軟體需求規格書的初稿 2. 遞交初稿，並進行內部審核 3. 依據審核意見調整需求規格書的初稿 4. 與使用者討論決定需求規格與雙方之權利義務 5. 對使用者所提之修改建議進行調節處理	分析過程階段之產品 使用者意見	軟體需求規格書	使用者 軟體工程人員

製作軟體使用手冊初稿	1. 著重於電腦化系統如何運作之描述，以供後續人員對於此開發系統有一初步了解 2. 初稿內容依據下列文件撰寫之 a. 作業流程圖 b. 螢幕功能架構 c. 作業處理說明	作業流程圖 螢幕功能架構 作業處理說明	軟體使用手冊初稿	軟體工程人員
軟體產品評估	評估 1. 軟體需求規格書 2. 軟體使用手冊初稿	1. 軟體需求規格書 2. 軟體使用手冊初稿	軟體產品評估結果	軟體產品評估人員
軟體需求規格審查	1. 執行軟體需求規格審查 2. 軟體審查完成後，經使用者核准後，軟體需求規格即成為軟體建構項目之配置基準	軟體需求規格書 軟體產品評估結果	軟體需求規格審查結果	軟體產品評估人員 軟體開發管理人員
軟體建構管理--建構管制	將其納入軟體建構管制中	軟體需求規格書		軟體建構管理人員
軟體建構管理--發展建構	將軟體使用手冊初稿納入發展建構中	軟體使用手冊初稿		軟體建構管理人員
軟體品質保證	評估軟體需求分析過程及其所製作之產品	1. 軟體需求規格書 2. 軟體使用手冊初稿	軟體品質保證評估結果	軟體品質保證人員
採購一	採購人員針對準備採購之軟硬體，向候選承包商提出建議書徵求文件		建議書徵求文件	候選承包商 採購人員
採購二	1. 候選承包商則可依據建議書徵求文件的要求提出建議書。 2. 採購人員於評審建議書後，由候選承包商中選出較適合的承包商進行協議合約，雙方於達成協議後即簽訂採購合約，進行合約所載工作。	建議書徵求文件 建議書	採購合約	候選承包商 採購人員

### 作業：系統設計

作業項目	工作內容	輸入	輸出	參與人員
軟體架構設計	由資料流程圖整理得軟體之組織結構與模組間層次關係	系統流程圖 資料流程圖	程式清單	軟體工程人員
檔案/資料庫結構與內容設計	進行檔案/資料庫實體設計	系統流程圖	檔案/資料庫清單 檔案格式	軟體工程人員

螢幕/報表格式設計	將需求分析階段所訂定之外部使用者介面格式進行修改及確認	軟體需求規格書	螢幕格式 報表格式 螢幕訊息 螢幕作業說明	軟體工程人員
共用資料區設計	將檔案/資料庫結構與內容設計的設計結果建置一公用資料區，以利後續系統開發人員之使用	檔案/資料庫清單 檔案格式	公用資料區	軟體工程人員
作業程序設計	為因應電腦化系統建置後，對於人工作業程序設計必要的異動	系統流程圖	作業程序流程圖 人工及電腦化作業程序之說明	軟體工程人員
製作軟體設計文件 〔初步設計〕	依初步設計的結果，製作軟體設計文件	程式清單 檔案/資料庫清單 檔案格式 螢幕格式 報表格式 螢幕訊息 螢幕作業說明 公用資料區	軟體設計文件	軟體工程人員
建立軟體組件測試需求	建立軟體組件整合與測試之測試需求	軟體設計文件	軟體組件測試需求	軟體工程人員
安全、備份與維護設計	1. 建立使用人員識別程序 2. 建立使用記錄保存方法 3. 建立系統備份方法與週期 4. 設計系統回復程序 5. 設計系統修復程序	軟體需求規格書	安全與維護、備份設計說明	軟體工程人員
修訂軟體使用手冊初稿 〔初步設計〕	依初步設計的文件對需求分析之軟體使用手冊初稿做修訂	軟體使用手冊初稿 軟體設計文件	軟體使用手冊初稿	軟體工程人員
製作操作手冊初稿	依初步設計結果製作操作手冊初稿	軟體設計文件	操作手冊初稿	軟體工程人員
製作軟體測試計畫	初步設計時，依據軟體需求規格製作軟體測試計畫	軟體需求規格書	軟體測試計畫	軟體鑑定測試人員
初步設計審查	在初步設計結束後，細部設計開始前需進行初步設計審查	軟體設計文件	初步設計審查結果	軟體發展管理人員

軟體元件設計	針對每一軟體元件做設計，於軟體設計文件中必須說明：功能、介面、輸入與輸出資料、區域資料、處理	軟體設計文件	軟體元件設計文件	軟體工程人員
製作軟體設計文件〔細步設計〕	依細部設計的結果，製作軟體設計文件	軟體元件設計文件	軟體設計文件	軟體工程人員
建立軟體組件測試需求及個案	建立軟體組件整合與測試之測試責任分工、個案與時程	軟體組件測試需求	軟體組件測試需求及個案	軟體工程人員
建立軟體元件測試需求及個案	建立]軟體元件測試之測試需求、責任分工、個案與時程	軟體設計文件〔細步設計〕	軟體元件測試需求及個案	軟體工程人員
修訂軟體使用手冊〔細步設計〕	依細部設計的結果，修訂軟體使用手冊	軟體使用手冊	軟體使用手冊	軟體工程人員
修訂操作手冊初稿	依細部設計的結果，修訂操作手冊初稿	操作手冊初稿	操作手冊初稿	軟體工程人員
關鍵設計審查	初步設計審查通過後，細部設計完成時需進行關鍵設計審查	軟體設計文件〔細步設計〕	細步設計審查結果	軟體發展管理人員
製作軟體測試規格初稿及測試資料初稿	細部設計時，依據軟體測試計畫中所界定的軟體測試項目，製作軟體測試規格初稿及測試資料初稿	軟體測試計畫	軟體測試設計規格 軟體測試個案規格 軟體測試程序規格	軟體鑑定測試人員
軟體產品評估	對其文件做一評估，並將評估結果做彙總，於初步設計審查與關鍵審查中提供評估結果	軟體設計文件 軟體測試計畫 軟體測試規格初稿與測試資料初稿 軟體組件測試需求與個案 軟體元件測試需求與個案 軟體使用手冊初稿 操作手冊初稿	評估結果	軟體產品評估人員 軟體工程人員
軟體建構管理--建構管制	將其納入軟體建構管制中	軟體測試計畫 軟體測試規格初稿與測試資料初稿		軟體建構管理人員
軟體建構管理--發展建構	將其納入發展建構中	軟體設計文件 軟體使用手冊初稿 操作手冊初稿		軟體建構管理人員

軟體品質保證	評估軟體系統設計過程及其所製成之產品	軟體設計文件 軟體測試計畫 軟體測試規格初稿與測試資料初稿 軟體組件測試需求與個案 軟體元件測試需求與個案 軟體使用手冊初稿 操作手冊初稿	軟體品質保證評估結果	軟體品質保證人員
採購一	採購人員針對準備採購之軟硬體，向候選承包商提出建議書徵求文件		建議書徵求文件	候選承包商 採購人員
採購二	1. 候選承包商則可依據建議書徵求文件的要求提出建議書。 2. 採購人員於評審建議書後，由候選承包商中選出較適合的承包商進行協議合約，雙方於達成協議後即簽訂採購合約，進行合約所載工作。	建議書徵求文件 建議書	採購合約	候選承包商 採購人員

### 程式撰寫之程式製作與元件測試

作業項目	工作內容	輸入	輸出	參與人員
建立軟體元件測試程序	製作元件測試之測試程序，並至於軟體元件發展檔中	元件設計文件	軟體元件測試程序	軟體工程人員
程式撰寫與元件測試	依程式撰寫標準，製作程式並執行元件測試，以確保軟體元件之程式邏輯正確，並達成軟體元件設計之需要	軟體元件測試程序	軟體元件之原始程式碼 軟體元件之測試結果	軟體工程人員
審查元件測試	審查元件測試結果	軟體元件之測試結果	審查元件測試結果	軟體鑑定測試人員
更新軟體設計文件	設計文件及程式需修改，則進行修改並重新執行元件測試	程式 軟體設計文件	程式 更新過的軟體設計文件 元件測試結果	軟體工程人員
修改軟體測試規格初稿及測試資料初稿	繼系統設計階段製作修訂軟體測試規格初稿與測試資料初稿	程式 軟體設計文件 軟體測試規格初稿與測試資料	軟體測試規格初稿及測試資料初稿	軟體鑑定測試人員
建立軟體組件測試程序	製作組件測試之測試程序，並至於軟體組件發展檔中	組件設計文件	軟體組件測試程序	軟體工程人員

軟體使用手冊與操作手冊製作	完成軟體使用手冊及操作手冊之製作	軟體使用手冊 操作手冊	軟體使用手冊 操作手冊	軟體工程人員
軟體產品評估	評估產品	軟體組件測試之測試程序 軟體元件測試程序與測試結果 軟體元件之原始程式碼 更新軟體設計文件 軟體測試規格初稿與測試資料初稿 軟體使用手冊 操作手冊	軟體產品評估結果	軟體產品評估人員
軟體建構管理--建構管制	將經過成功測試與評估的軟體元件相關之更新後軟體設計文件與程式報表，併入適當的發展建構中	軟體元件相關之更新後軟體設計文件與程式報表		軟體建構管理人員
軟體建構管理--發展建構	將其納入發展建構中	成功測試並評估過的元件程式 軟體使用手冊 操作手冊		軟體建構管理人員
軟體品質保證	評估軟體系統設計過程及其所製作之產品	軟體組件測試之測試程序 軟體元件測試程序與測試結果 軟體元件之原始程式碼 更新軟體設計文件 軟體測試規格初稿與測試資料初稿 軟體使用手冊 操作手冊	軟體品質保證評估結果	軟體品質保證人員
採購一	採購人員針對準備採購之軟硬體，向候選承包商提出建議書徵求文件		建議書徵求文件	候選承包商 採購人員
採購二	1. 候選承包商則可依據建議書徵求文件的要求提出建議書。 2. 採購人員於評審建議書後，由候選承包商中選出較適合的承包商進行協議合約，雙方於達成協議後即簽訂採購合約，進行合約所載工作。	建議書徵求文件 建議書	採購合約	候選承包商 採購人員

## 程式撰寫之軟體整合與測試

作業項目	工作內容	輸入	輸出	參與人員
軟體組件整合與測試準備作業	軟體組件整合與測試時， 1. 完成軟體測試規格及測試資料之製作 2. 將所有的軟體鑑定測試工作皆準備妥當，並且紀錄在軟體建構項目發展檔中	軟體測試規格初稿及測試資料初稿	軟體測試規格初稿及測試資料初稿	軟體鑑定測試人員
軟體組件整合與測試準備審查	軟體組件整合與測試時，執行測試準備審查與功能示範審查	準備狀況	準備狀況審查結果	軟體發展管理人員
執行軟體組件整合與測試	執行軟體組件整合與測試，並確保軟體組件的邏輯是正確的，且能滿足原訂的組件設計需求	程式 測試規格及測試資料	測試結果	軟體工程人員
資料記錄	記錄軟體組件整合與測試結果於軟體組件軟體發展檔中	測試結果		軟體工程人員
修訂設計文件及程式	根據執行測試的結果修正設計文件及程式，並重新執行測試及更新相關的軟體發展檔	程式 測試結果 設計文件	程式 測試結果 設計文件	軟體工程人員
軟體鑑定測試	依據軟體測試規格及個案，執行軟體鑑定測試	軟體測試規格及個案	軟體鑑定測試結果	軟體鑑定測試人員
軟體鑑定修訂文件及程式	依據軟體鑑定測試的結果，修正軟體設計文件及程式，並由軟體鑑定測試人員重新執行測試及更新相關的軟體發展檔	軟體鑑定測試的結果 程式 設計文件	程式 設計文件	軟體工程人員
製作軟體測試報告	記錄軟體鑑定測試的結果於軟體測試報告中	軟體測試項目移交報告 軟體測試記錄 軟體測試異常報告 軟體測試彙總報告	軟體測試報告	軟體鑑定人員
軟體產品評估	對其文件做一評估，並將評估結果做彙總	1. 更新過的原始程式碼及設計文件 2. 更新過的軟體測試規格及測試資料 3. 紀錄在軟體發展檔的測試結果 4. 軟體測試報告	軟體產品評估評估結果	軟體產品評估人員
軟體建構--軟體組件	軟體組件整合與測試；將每一個成功測試及評估的軟體組件，其已更新過的軟體設計文件及原始程式碼，合併至適當的發展建構中	軟體組件		軟體發展管理人員
軟體建構--版本說明	確定軟體建構項目的交付項目版本，而且將這些資訊紀錄在軟體建構項目之版本說明文件中	軟體組件		軟體建構管理人員

軟體品質保證	評估軟體系統設計過程及其所製作之產品	1. 更新過的原始程式碼及設計文件 2. 更新過的軟體測試規格及測試資料 3. 紀錄在軟體發展檔的測試結果 4. 軟體測試報告	軟體品質保證評估結果	軟體品質保證人員
採購一	採購人員針對準備採購之軟硬體，向候選承包商提出建議書徵求文件		建議書徵求文件	候選承包商 採購人員
採購二	1. 候選承包商則可依據建議書徵求文件的要求提出建議書。 2. 採購人員於評審建議書後，由候選承包商中選出較適合的承包商進行協議合約，雙方於達成協議後即簽訂採購合約，進行合約所載工作。	建議書徵求文件 建議書	採購合約	候選承包商 採購人員

### 程式撰寫之系統整合與測試

作業項目	工作內容	輸入	輸出	參與人員
製作系統整合與測試所需資訊	製作系統整合與測試計劃、測試規格、測試資料	程式 設計文件	系統整合與測試計畫、測試規格、測試資料	軟體鑑定測試人員
執行系統整合與測試	系統整合與測試執行	程式 系統整合與測試計畫、測試規格、測試資料	程式 測試結果	軟體鑑定測試人員
修訂文件與程式	依據系統整合與測試的結果，修正設計文件及程式，並重新執行測試	測試結果 程式 系統整合與測試計畫、測試規格、測試資料 設計文件	測試結果 程式 系統整合與測試計畫、測試規格、測試資料 設計文件	軟體工程人員
分析與製作系統報告	系統整合與測試結果的分析與製作報告	測試結果	資料分析報告	軟體鑑定測試人員
更定基準文件	根據需要，依據問題與修改報告進行更正基準文件之準備	修定文件 基準文件	基準文件	軟體建構管理人員
軟體產品評估	對其文件做一評估，並將評估結果做彙總	1. 更新過的原始碼 2. 更新過的設計文件	軟體產品評估評估結果	軟體產品評估人員
軟體品質保證	評估軟體系統設計過程及其所製作之產品	1. 更新過的原始碼 2. 更新過的設計文件	軟體品質保證評估結果	軟體品質保證人員