

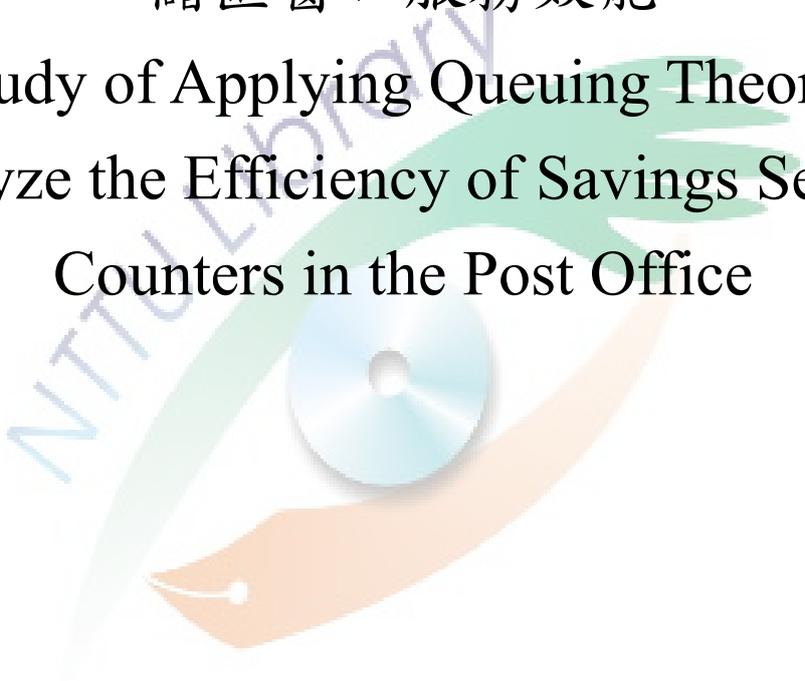
國立臺東大學資訊管理學系

碩士論文

應用等候理論分析郵局

儲匯窗口服務效能

A study of Applying Queuing Theory to  
Analyze the Efficiency of Savings Service  
Counters in the Post Office



指導教授：廖國良 博士

研究生：謝政憲 撰

中華民國 100 年 7 月

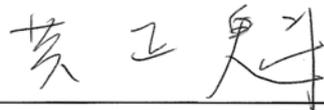
國立臺東大學  
學位論文考試委員審定書  
系所別：資訊管理學系碩士班

本班 謝政憲 君

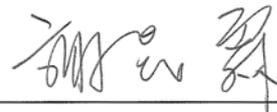
所提之論文 應用等候理論分析郵局儲匯窗口服務效能

業經本委員會通過合於 碩士學位論文 條件

論文學位考試委員會：



(學位考試委員會主席)



(指導教授)

論文學位考試日期：100年7月7日

國立臺東大學

附註：1.本表一式二份經學位考試委員會簽後，正本送交系所辦公室及註冊組或進修部存查。

2.本表為日夜學制通用，請依個人學制分送教務處或進修部辦理。



## 誌謝

生長在民風純樸的後山，高職畢業服完兵役後，即進入公職場域，過著單純無虞的生活。但內心深處總存在想讀大學的意念，卻因缺乏行動力，而未能付諸實行。好事多磨，終於在離開學校二十五載後，啟動了塵封已久的念力，進入了夢寐以求的大學學術殿堂。在浩瀚無涯的學術領域裡和現實的職場中，不時變換角色的日子，終於要在六年後劃下一個完美的句點，回首端詳每一道逝去的時間軌跡，往事歷歷在目，昨日的情景彷彿如夢境一般，總是快速的變幻，讓我無法分辨時序，時間總是永遠的向前轉動，留下的就只是只能讓人細細的回味而無法往前撥動的故事。一紙文憑的背後，其歷程的酸甜苦辣和背後的意涵，無法一語道盡。

感謝臺東大學師長們不吝的善誘與指導，讓我能在中年重返校園後，還能重燃年少時追求知識的熱情，更感謝論文指導教授廖國良老師悉心的指導，讓年近半百的我能如期的完成論文，一圓我人生中的夢想。同樣的也要感謝在職場上助我一臂之力的同事們，因為有您們，讓我能夠在工作和學生的角色之間轉換自如。亦要感謝工作場域上的長官協助與配合，讓論文所需的資料得以順利獲得。最後要感謝始終陪伴在我身旁的內人--陳文靜老師，在撰寫論文的期間，常年辛苦的陪伴與支持，不時給予精神上的鼓舞，成為我支撐下去的強力後盾，讓我得以無後顧之憂的完成不可能的任務。感謝您們的付出，願把這份喜悅和榮耀與您們分享。

畢業並不代表學習的終止，在資訊爆炸的時代，每天所發表的知識源源不絕；孔子曾說：「少而不學，長無能也；老而不教，死無思也……」，又云：「欲知則問，欲能則學」，今後不論是在職場上或是生活中，唯有秉持著「活到老學到老」的精神和態度，才能在知識的洪流中繼續的精進成長，增廣見聞。

# 摘要

中華郵政改制國營公司後，為維持競爭力，以開發新業務以增裕營收和降低用人成本的方式，來應付自由市場的龐大競爭壓力，在業務量增加的情況下，顧客到郵局都必須面對擁擠的人潮。

本研究目的在分析郵局儲匯窗口服務人員配置，和客戶等候時間以及服務效率之間的關係。研究資料蒐集自東部某郵局，以電腦語音叫號系統實地蒐集一年的作業資料，加上每日值班人數以及生產力績效值等，應用等候理論來求出各項基效基準值，以了解現行人員的排班調度是否符合實際等候系統的需求。最後以線性規劃（Linear Programming）推導出最佳化的排班模型，使服務效率能符合顧客的要求，以提升客戶滿意度，維持郵政事業在市場上的競爭力。

關鍵字：電腦語音叫號系統、等候理論、郵政服務、線性規劃。



## Abstract

Since the restructuring of state-owned company, in order to remain competitive, Chunghwa Post has been developing new business to increase revenue and reducing the employment cost margin as the way to cope with the enormous competitive pressure in free market. In the context of increasing business volume, the customer must face the crowds in the post office.

This study aims to analyze the personnel dispose of Savings service in the post office, and relationship between waiting time of customer and efficiency of the service. Data were collected from a post office in the eastern part of Taiwan, which were the field collection of computer voice calling system in a whole year, plus the number of people for daily duty and the value of productivity performance. Queuing theory was applied to calculate each effective reference datum value in order to understand whether the existing staff scheduling fits the practical requirement of waiting system. Consequently, the data obtained from queuing theory were used to plan the best scheduling model for increasing the satisfaction of customer and maintaining the competitiveness of postal service in the market.

*Keywords:* Computer voice calling system, queuing theory, the postal service, Linear Programming.

# 目次

誌謝.....	i
摘要.....	ii
Abstract.....	iii
目次.....	iv
表次.....	vi
圖次.....	viii
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景和動機.....	1
1.2 研究目的.....	3
1.3 研究對象與範圍限制.....	3
1.4 預期研究效益.....	4
1.5 研究流程.....	4
第二章 文獻探討.....	5
2.1 等候理論.....	5
2.1.1 等候模式架構.....	5
2.2 等候模式之構成要素.....	6
2.3 等候理論專有名詞與符號.....	7
2.3.1 等候規則.....	8
2.3.2 等候模式 Kendall 符號.....	8
2.3.3 專有名詞及符號.....	9
2.4 等候模式.....	11
2.4.1 M/M/1/ $\infty$ /FCFS 模式.....	11
2.4.2 (M/M/s/ $\infty$ /FCFS) 模式.....	13
2.4.3 等候理論之相關文獻.....	14
2.5 取票排隊系統.....	15
2.6 人員排班問題文獻.....	16
2.6.1 人員排班問題定義.....	16
2.6.2 人員排班的影響因素.....	16
2.6.3 排班問題規劃範圍分類.....	17
第三章 研究方法.....	19
3.1 研究架構.....	19
3.2 資料蒐集方法.....	20

3.2.1	電腦語音叫號系統.....	20
3.2.2	櫃員排班資料.....	20
3.2.3	人員訪談.....	20
3.3	資料整理分析方法.....	21
3.3.1	叫號系統資料分析整理.....	21
3.3.2	等候理論各項數值計算.....	22
3.3.3	雨量資料分析.....	22
3.3.4	線性規劃 ( Linear Programming ).....	23
第四章	資料分析.....	24
4.1	研究對象分析.....	24
4.1.1	營業現況分析.....	24
4.2	資料統計分析.....	25
4.2.1	每月與每季顧客人數統計分析.....	25
4.2.2	每月最繁忙的時段.....	28
4.2.3	每日尖峰時段.....	30
4.2.4	每週最繁忙的時段.....	34
4.2.5	每月各櫃檯顧客人數統計.....	40
4.3	等候理論各項績效基準分析.....	46
4.3.1	全部窗口.....	46
4.3.2	一般窗口.....	48
4.3.3	一週各時段平均人數.....	50
4.4	氣候因素影響顧客人數的程度.....	55
4.5	線性規劃--最佳化排班.....	58
4.5.1	星期一排班表.....	62
4.5.2	星期二排班表.....	64
4.5.3	星期三排班表.....	65
4.5.4	星期四排班表.....	66
4.5.5	星期五排班表.....	67
4.5.6	排班調整.....	68
第五章	結論與建議.....	71
5.1	結論.....	71
5.2	建議.....	72
	參考文獻.....	73
	附錄.....	75

# 表次

表 3.1 叫號機資料檔案格式表 .....	21
表 4.1 值班人手配置表 .....	24
表 4.2 儲匯業務櫃檯值班時間表 .....	25
表 4.3 每月營業天數和總人數統計表 .....	26
表 4.4 每季顧客人數統計表 .....	28
表 4.5 每月上、中、下旬各時段的平均人數 .....	29
表 4.6 每月各時段總人數與平均人數表（含星期六、日） .....	31
表 4.7 每月各時段總人數與平均人數表（不含星期六、日） .....	33
表 4.8 每週一至週日總人數與平均人數表 .....	35
表 4.9 每月星期六各時段的平均人數 .....	36
表 4.10 星期日各時段平均人數 .....	37
表 4.11 每月第 1~4 週各時段平均人數表（不含星期六、日） .....	39
表 4.12 每月 1~4 週星期六、日與三旬各時段平均人數表 .....	39
表 4.13 每月各櫃檯顧客人數統計表（含星期六、日） .....	41
表 4.14 櫃檯各時段顧客人數統計表（含星期六、日） .....	42
表 4.15 每櫃檯各時段服務顧客總人數統計表（不含星期六、日） .....	43
表 4.16 各櫃檯每時段平均服務顧客人數統計表（不含星期六、日） .....	44
表 4.17 星期六各櫃檯每時段平均服務顧客人數統計表 .....	45
表 4.18 星期日各櫃檯每時段平均服務顧客人數統計表 .....	45
表 4.19 全部窗口平均各時段等候理論值 .....	47
表 4.20 一般窗口平均各時段等候理論值 .....	50
表 4.21 一週各時段各項等候理論值 .....	52
表 4.22 週六、日各時段各項等候理論值 .....	53
表 4.23 每日雨量與顧戶數量統計表 .....	56

表 4.24 超過 50 毫米大雨發生日期和顧數量對照表 .....	57
表 4.25 描述性統計量 .....	57
表 4.26 皮爾森( Pearson )積差相關分析表.....	57
表 4.27 $x_1 \sim x_8$ 表示方式.....	59
表 4.28 星期一排班表 .....	63
表 4.29 星期二排班表 .....	64
表 4.30 星期三排班表 .....	65
表 4.31 星期四排班表 .....	66
表 4.32 星期五排班表 .....	67
表 4.33 以人工調整之排班表 .....	69
表 4.34 調整後的排班表.....	70



# 圖次

圖 1.1 本研究流程 .....	4
圖 2.1 等候模式架構（平行服務者模式） .....	7
圖 2.2 等候模式架構（串聯等候線模式） .....	7
圖 2.3 過渡狀態和穩定狀態 .....	10
圖 3.1 研究架構圖 .....	19
圖 4.1 每月顧客總人數折線圖 .....	27
圖 4.2 每月顧客平均人數折線圖 .....	27
圖 4.3 每月 1~31 日平均人數折線圖（不含星期六、日） .....	29
圖 4.4 每月三旬各時段平均人數折線圖（不含星期六、日） .....	30
圖 4.5 每日各時段平均人數(含星期六、日) .....	32
圖 4.6 每日各時段平均人數與值班數關係圖（不含星期六、日） .....	32
圖 4.7 每週一至週日平均人數與每 30 分平均人數圖 .....	35
圖 4.8 每月星期六各時段平均人數分佈圖 .....	36
圖 4.9 每個月星期六每一時段的平均人數折線圖 .....	37
圖 4.10 每月星期日各時段平均人數分佈圖 .....	38
圖 4.11 每月星期日各時段平均人數折線圖 .....	38
圖 4.12 每月（全部窗口）每一時段設施使用率( $\rho$ ) .....	48
圖 4.13 每月（一般窗口）每一時段設施使用率( $\rho$ ) .....	49

# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景和動機

由於工商業急遽的發展，民眾消費的能力提升，各種交易日趨頻繁，排隊等候已成為現代人生活中一項例行的活動，無論是購物、等公車、郵局寄信、銀行提款……等，幾乎都無法避免等候的情況發生。由於各行各業競爭激烈，凡事皆講求效率，時間已成為個人和企業昂貴且的重要的無形資產。因為時間的重要性和不得等候的特性，讓人類的生活中存在許多衝突和矛盾，Maister[15]在其研究中引述聯邦快遞（Federal Express）廣告中的辭句說到：「等待是令人沮喪、洩氣、痛苦、可惱的、煩人的，且時間的消耗是極為昂貴的。」正如由 Larson[21]所言：「排不排隊，是我們每天都要面對的問題。」等待既然是一件無形資產的流失和精神上的折磨，如何增進服務的效率降低顧客等候的時間，已成為企業提升競爭優勢的重要議題。

中華郵政於 2003 年改制為國營公司後，自由市場的龐大競爭壓力接踵而至，為迎接挑戰並維持企業競爭力，經營團隊一方面不斷開發新種業務以增裕營收，另一方面又以調整組織架構，縮減營業窗口服務人員配置，來節省人事成本；在此開源節流的方法下，使得各郵局服務窗口，在尖峰時間總是擠滿了排隊等候的人潮，讓客戶怨聲載道抱怨連連。依據中華郵政每半年所做之郵政客戶滿意度調查結果[1]顯示，郵政客戶對於郵局各項服務指標，滿意度最低的就是窗口服務等候時間太長。針對上述調查結果，經營團隊亦經常要求各等郵局提出具體改善方案，但還是無法獲得郵政顧客的滿意。曾延吉[6]在其研究中指出，在郵局服務品質的缺口上，不論從員工或顧客的角度來看，以目前服務品質的規格和設施，離滿意程度的階段還有一段差距。很顯然的中華郵政窗口的服務效率無法符膺客戶的期待。

依據中華郵政[2]內部作業規章之規定，不論是內部行政管理作業或是窗口服務人員，其所執行的每一種類交易均制定有標準的「工作點」，以便能經由

每人值班的工時計算出「生產力績效值」和「用人費率」，用來作為每個郵局服務人員設置的標準。但是要在「生產力績效值」和「等候時間」以及「成本」三者之間取得平衡並非易事。假設顧客人數不變，要縮短顧客等候時間以減少客戶抱怨，就必須增加服務人員，如此一來人事成本勢必會增加，生產力績效值則隨之降低。如果要以降低人事成本來提高生產力績效值，則顧客平均等候時間會增加，而服務滿意度則隨之降低。再者，顧客到達的時間及人數是隨機的，並無法精確的預測，因此經常出現營業窗口擠滿人潮，而服務人員卻無法機動增加；甚至有時還會發生服務人員反而比顧客還多的現象，這些現象可能會出現在一天、一週或是一個月當中的某些時段，甚至是天氣的因素也有可能影響到顧客到郵局的意願，令排班人員困擾不已。由於每一郵局核定的值班員額是固定的，排班人員僅能就核定的員額，再依據過去的經驗來進行人員的調度排班作業，但總是無法讓值班人數達到最適當的配置。因此如何在適當的時段配置適當的人力，為排班人員的一大挑戰。

Maister[15]在其研究中提出八種現象來說明預期心理和知覺對等候的心理交互的影響，(1) 忙碌的時間感覺比空閒的時間短，(2) 過程前的等候感覺比過程進行中的等候更長，(3) 不安、渴望使等待似乎更長，(4) 不確定性的等候比解釋過的等候長，(5) 沒有解釋的等候比解釋過的等候長，(6) 不公平的等候比公平的等候長，(7) 服務越有價值、人們愈願意等候，(8) 獨自等候的時間長於群體等候。Maister 的研究結果真實反應了顧客在排隊等候時的心理，讓我們更加了解人類在等候時的複雜因素。從 Maister 的研究結果中發現，等候不只是單純的時間的問題，其中還有複雜的成本因素，廖慶榮[12]指出，要減少和消除等候的現象，必須提供足夠的服務資源，例如增加銀行櫃檯的服務人員，則顧客排隊等候的時間就會縮短，但增加服務人員卻會使企業成本增加，不當的人員配置還會造成人力資源的浪費。因此如何在成本與服務品質之間取得平衡，減少顧客等候服務過程中抱怨的程度，降低顧客在等候服務期間的不

安與煩躁，以提升顧客滿意度，已成為各郵局努力的目標。

## 1.2 研究目的

由於顧客到達的時間及人數無法精確的預測，排班人員僅能依靠過去的經驗進行排班作業，但往往無法對櫃檯服務人數做最佳化的配置。為此，本研究將以電腦語音叫號系統，蒐集顧客排隊等候的各項數據，將所得到的資料歸納整理後，以 0.5 小時為一個時段，將一天營業時間區分為 19 個時段，以利後續的分析。

第一階段先分析顧客到達的分布情形，包括每日的尖峰時段，一週當中最繁忙的時段，一個月之中的哪幾天是高峰期，一年中哪一月和哪一季最繁忙，星期六、日顧客的數量，還有雨量 and 顧客人數之間的關係。

第二階段根據上述所求出的數據，以等候理論（Queue Theory）公式計算出顧客到達率、服務設施使用率以及平均等候的時間等各項數值，以了解現行排班每個時段人員的配置，是否符合實際情況的需求，和每個時段應配置多少人員，才能符合顧客對等候時間的要求。

最後再依據第二階段以等候理論求出的數值，以線性規劃（Linear Programming）推導出最佳化的排班模型，建議研究對象實施，讓櫃檯值班人員的配置更能符合實際情形的需求，達到增進服務效能，提升客戶滿意度並節省用人成本的目的。

## 1.3 研究對象與範圍限制

本研究資料蒐集來自東部某郵局，訪談人員包括管理人員和窗口經辦人員，資料來源為電腦語音叫號系統每日蒐集之資料，和郵政內部初級資料。研究範圍為單一郵局的儲匯窗口，不包括郵務窗口。研究假設每位服務人員對業務熟悉度一樣即服務效率皆相同，而且每個服務櫃檯同一時間只能服務單一顧客。

本研究的目的是，僅就個案郵局每個時段顧客到達人數，和櫃檯人員配置的

適當性做分析探討，在推導最佳化的的排班模型後，所涉及到員額的增減，和其衍生出有關於人事成本的問題，並不在本研究討論的範疇。

## 1.4 預期研究效益

藉由本研究，期望推導出個案郵局之最佳化排班模型，達到提升生產力績效、減少顧客等候時間的效益並降低人事成本，研究所得的結果可作為後續實務與研究之參考依據。

## 1.5 研究流程

本研究的程如下述步驟（如圖 1.1）：

第一階段：訂定研究主題。

第二階段：蒐集每日電腦語音叫號系統資料。

第三階段：閱讀並整理相關文獻。

第四階段：整理並分析電腦語音叫號系統資料。

第五階段：歸納研究提出最佳化的排班模型。

第六階段：結論與建議。

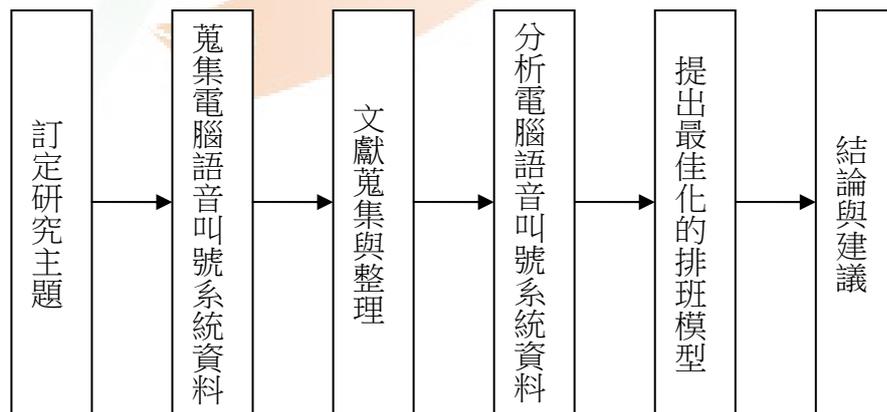


圖 1.1 本研究流程

## 第二章 文獻探討

現代社會工商率動頻繁，一切講求效率，時間就是金錢，等候對於現代人來說是一件既痛苦又無奈的事情，無論任何形式的等候都會造成成本的增加，故如何減少等候的時間成本，便成為現今企業最重要的課題，如何在成本與服務品質之間取得平衡，是每一個等候系統必須去面對和解決的問題。本研究利用等候理論來探討上述問題，期望能達到降低服務成本、提高生產力績效、提升服務品質和客戶滿意度的需求。

### 2.1 等候理論

等候理論（Queuing Theory）於西元 1905 年，由丹麥數學家兼電話工程師 A. K. Erlang，為了解決其所服務的電話公司電話線路擁擠的問題，而發展出來的科學計量方法。他所提出的方法讓公司不必投入太多經費，便能避免電話線被佔用太久，並能節省電話設備閒置之浪費。由於當時的社會及經濟結構不似現今複雜，因此相關研究和應用皆著重在解決電話線路交換的問題，其他相關領域的應用則較少應用理論。直到第二次世界大戰結束以前，等候理論才大放異彩，被廣泛的應用在各種不同領域的研究，例如：電腦系統、網路通訊系統、銀行櫃檯作業、醫院看診作業、電話客服中心、港口船舶進港、製造排程、物流系統等。

#### 2.1.1 等候模式架構

通常一個一般性等候系統的模式架構（如圖 2.1），需求服務顧客隨時間變化而由輸入來源（Input Source）到達等候系統（Queuing System），如果系統容量（System capacity）允許，則進入等候系統形成等候線（Queue），當服務設施（Service facility）內有空閒的服務者（Server），系統會根據服務規則（Service Discipline）由等候線中選擇一位顧客，進入服務設施內接受服務，當服務結束後顧客即離開等候系統。

## 2.2 等候模式之構成要素

廖慶榮[12]將等候模式構成要素歸納為以下四項：

1. 輸入來源 ( Input Source )：輸入來源又稱為召喚群體 ( Calling Population )，是指顧客的來源為一個群體。輸入來源之大小可分為無限 ( Infinite ) 及有限 ( Finite ) 兩種。例如，對郵局的等候系統而言，由於潛在的客戶數量相當的多，所以此一系統的輸入來源是無限的；相對的對於公司內故障等候維修的電腦而言，因為數量是固定的，所以該系統的輸入來源就是有限的。劉漢容[13]將無限來源定義為：顧客產生速率不受等候系統內顧客數影響；有限來源定義為：其速率受到系統內顧客數量影響。因為在有限來源的等候系統內，顧客數量將會影響群體中潛在的顧客數量，所以有限來源的等候模式，其分析之困難度將大於無限來源的等候模式。因此，在一般的情況下，只要輸入來源數量足夠時，如十五個以上，則可以假設該系統為無限來源。
2. 系統容量 ( System Capacity )：系統容量指的是整個等候系統所允許容納的顧客數量，其中包括等候線所允許容納的顧客數量，亦即等候線容量 ( Queue Capacity )，和服務設施所能容納的顧客數量。此外，顧客的等候行為對於整個等候系統也會有相當的影響，一般而言顧客的等候行為可分為：
  - (1) 止步 ( Balking ) 或猶豫：顧客於到達等候系統時因等候線過長，預期會等太久而決定不進入系統。
  - (2) 轉換 ( Jockeying ) 或破壞約定：當等候系統有多條等候線時，顧客因在等候線等待過久，為了節省等候時間而轉換至另一條等候線。
  - (3) 背信 ( renegeing ) 或欺騙：顧客進入等候線一段時間之後，因為信心喪失不想再等候而決定離開。
3. 服務規則 ( service discipline )：當服務設施有空閒時，等候系統會根據所訂定的服務規則，由等候線中選取一位顧客提供服務。

4. 服務設施 ( service facility )：服務設施有各種不同的形式，基本的形式為僅有一位服務者，還有平行服務者 ( parallel servers ) 及串聯等候線 ( tandem queue )。所謂平行服務者 (如圖 2.1)，指的是系統中能提供多位相同服務的服務者而言，顧客可以選擇接受任何一位服務者的服務，例如郵局櫃檯的單一窗口服務系統。串聯等候線 (如圖 2.2)，是指等候系統中有一系列的服務站，每一個服務站都包含一個或數個相同的服務者，顧客必須依序經過每一個服務站才能完成服務，例如醫院的體檢程序就是此種等候形式。

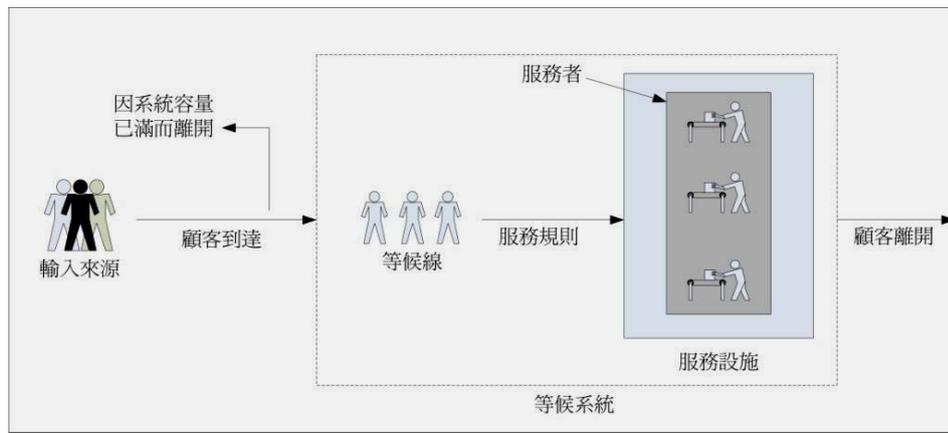


圖 2.1 等候模式架構 (平行服務者模式)

資料來源：黃允成與楊耀程[7]

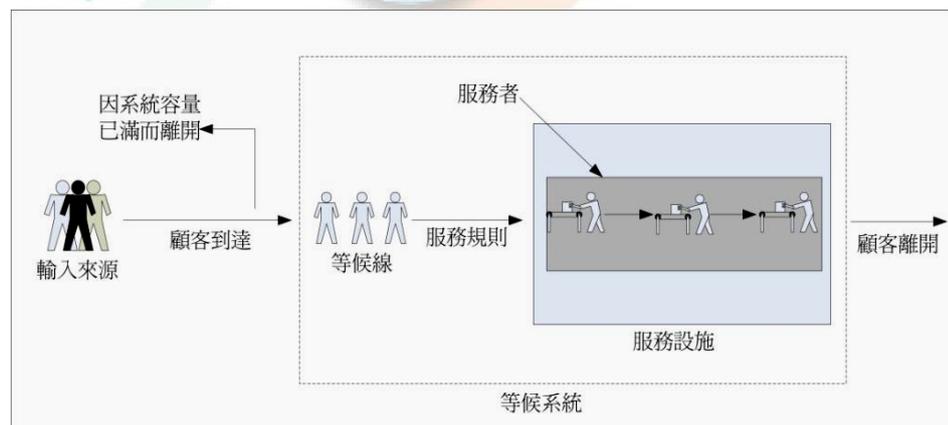


圖 2.2 等候模式架構 (串聯等候線模式)

資料來源：黃允成與楊耀程[7]

## 2.3 等候理論專有名詞與符號

### 2.3.1 等候規則

Willig[23]將常用的等候規則定義如下：

1. 先到先服務：( First Come, First Served, FCFS )，或稱先進先出法 ( First In, First Out, FIFO )，這是一般傳統的排隊方式，先到達等候線的顧客先接受服務。現今廣為大家所採用的抽牌等候模屬於此種模式。
2. 後到先服務：( Last Come, First Served, LCFS )，或稱後進先出 ( Last In, First Out, LIFO )，例如我們接聽電話插撥，就是類似此類型的服務，但一般窗口服務較少有此種情形
3. 隨機順序服務：( Service In Random Order, SIRO )，此規則是不管到達順序，隨機於等候列中挑選出被服務的人選，例如購買限定商品時，商家由排隊的人群中以抽籤的方式來決定可以購買的人。
4. 優先權：( Priority, PRI )，例如銀行會特別設立專屬的服務櫃檯，優先服務特別的顧客。
5. 循環等候：( Round Robin )，給每個客戶一段固定的時間，如果於時間內尚未完成服務，則需再重新進入等候線。

### 2.3.2 等候模式Kendall符號

Kendall 符號 ( Kendall Notation ) 於西元 1953 年由 D.G. Kendall 首創，用來描述等候線特徵，廖佳彥[11]在其研究中將其符號歸納如下：

Kendall 符號表示方式為 A/B/C/X/Y。

A：表示到達間隔時間分配 ( Distribution of Interarrival Time )，以郵局櫃檯系統來說，指的是兩相鄰客戶到達櫃檯的間隔時間。其常用的分配標準為：

M：到達時間間距是獨立且為 Poisson 到達率或指數分配，M 為馬可夫鏈 (Markovian)；

D：到達時間間距是獨立且為常數 ( Deterministic )；

$E_k$ ：到達時間間距是獨立且同一分配之耳朗 ( Erlang ) 分配，形狀參數為 k；

GI：一般獨立分配（General Independent）用於到達間隔時間。

B：表示服務時間分配，以郵局櫃檯系統來說，指的是櫃員服務時間分配。其常用的標準與 A 相同，為和到達間隔時間分配 GI 區別，以 G 來表示一般分配（General）。

C：表示平行服務者的個數，以郵局櫃檯系統來說，指的是服務人員的個數。

X：表示系統最多可容納的顧客數量。

Y：表示表示等候規則。

例如：M/M/3/ $\infty$ /FCFS 代表一個等候模式，其到達間隔時間分配呈指數分配，服務時間分配亦呈指數分配，平行服務者的個數為三個，系統容量無限制，使用先到先服務的規則。當 X 為  $\infty$  且 Y 為 FCFS 時，通常 X 和 Y 兩個符號會省略，而僅以 A/B/C 三個符號表示一個等候系統。

黃允成與楊耀程[7]在其研究中將等候系統分為：隨機等候、循環等候、遞補等候和抽牌等候等四種模型。研究結果發現抽牌和遞補模式其等候效率最為接近。但是遞補模式可能會發生後到先服務、先到後服務不公平現象；以遞補方式進入等候線後因不可變換等候的路線，會對顧客產生變相之懲罰成本。而抽牌模式遵循先到者先服務、後到者後服務之模式，所以抽牌模式相對於其他模式較為有效率和公平。故現今一般郵局、銀行、醫院門診大都採用抽牌等候模型為主要的排隊方式。但該研究是以「ARENA 7.0」模擬軟體為工具建構等候模型系統，去探討郵局窗口最佳化工作站數之建立，並未取得實際資料做為相關研究之參考依據。

### 2.3.3 專有名詞及符號

文獻[7]將等候理論專有名詞及符號歸納整理如下列所述：

n：等候系統內之顧客數，包含接受服務者與等候線排隊者。

N：系統容量之最大顧客數。

s：平行服務者的個數。

$\lambda_n$ ：系統有  $n$  位顧客時之平均到達率。

$\lambda$ ：系統穩定狀態時之平均到達率，即每單位時間之顧客到達數。

$\frac{1}{\lambda}$ ：為兩位顧客間到達之平均間隔時間。例如： $\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{10}$  小時/人 = 6 分/人。

$\mu_n$ ：系統有  $n$  位顧客時，系統之平均服務率。

$\mu$ ：系統穩定狀態時，單一服務者之平均服務率，即每單位時間顧客服務完成數。

$\frac{1}{\mu}$ ：為平均服務時間。例如： $\mu = 10$  (人/小時)， $\frac{1}{\mu} = \frac{1}{10}$  小時/人 = 6 分/人。

$\rho$ ：服務設備使用率 (utilization ratio) 率，其定義為  $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$ ；若為多站平行服

務時，則利用率為  $\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$ 。

等候理論目的在分析等候系統每一時刻之狀態，一個候系統在初期時並沒有任何顧客，稱為過渡狀態 (Transient States) (如圖 2.3)，但顧客會隨著時間而陸續進入系統接受服務，在經過一段時間後系統會逐漸到達穩定狀態 (steady state)。例如，郵局於早上八點開始營業時客戶才開始陸續到達，經過一段時間後，顧客的數量才會到達穩定的現象。故等候理論一般大都只探討在系統穩定狀態的情況。

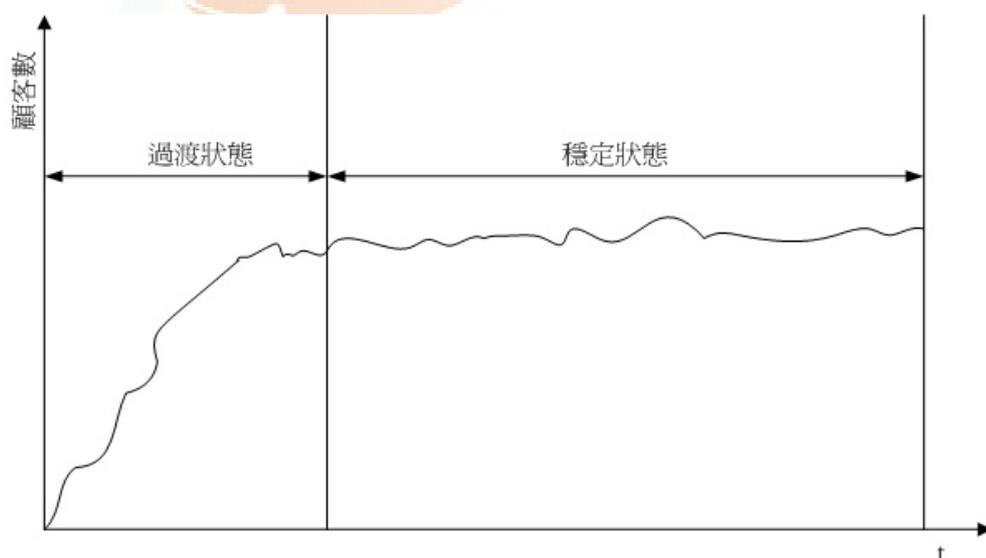


圖 2.3 過渡狀態和穩定狀態

資料來源：文獻[7]

陳坤茂[5]於書中將等系統穩定狀態的常用符號整理如下：

$P_n$ ：等候系統達成穩定狀態時，系統中有  $n$  位顧客之機率。

$L$ ：在一規劃時間內到達等候系統內之總顧客數量。

$L_q$ ：在等候線排隊之總顧客數量。

$W$ ：每位顧客在等候系統內期望等候時間，此項時間包含服務時間與  $W_q$ 。

$W_q$ ：每顧客在等候線排隊之期望等候時間，此項時間不包含服務時間。

麻省理工大學斯隆商學院（MIT Sloan School of Management）教授 John Little，於 1961 年提出著名的 Little's Law，來證明  $L$ 、 $L_q$ 、 $W$ 、 $W_q$  四個績效基準彼此間的關係，其公式如下：

若  $\lambda_n = \lambda$  則  $L$ 、 $L_q$ 、 $W$ 、 $W_q$  彼此間的關係為：

$$L = \lambda W$$

$$L_q = \lambda W_q$$

根據定義  $W$  與  $W_q$  有以下之關係：

$$W = W_q + \frac{1}{\mu}$$

即每位顧客在等候系統內期望等候時間，會等於每位顧客在等候線之期望等候時間，加上平均服務時間。

## 2.4 等候模式

等候模式有許多種類如： $M/M/1$ 、 $M/M/s$ 、 $M/M/1/K$ 、 $M/M/s/K$ 、 $M/M/\infty$ 、有限來源  $M/M/1$ 、有限來源  $M/M/s$ 、 $M/D/1$ 、 $M/E_k/1$  等模式，應用非常廣泛，與本研究相關為  $M/M/1$ 、 $M/M/s$ ，茲分述如下：

### 2.4.1 $M/M/1/\infty/FCFS$ 模式

此為最基本的等候模式，顧客到達或離去均為 Poisson 分配，單站一次只服務一個顧客，其餘顧客都在等候，系統內可容納無窮位顧客，且需求顧客來源亦無限，服務規則為 FCFS。因輸入來為無限，所以到達率不會受到系統有

多少位顧客的影響，Pegden 與 Rosenshine[16]根據等候理論將 M/M/1 模式公式整理如下：

$$\lambda_n = \lambda \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

由於只有一位服務者，故只要有顧客在系統 ( $n \geq 1$ )，服務率是完全相同的，即  $\mu_n = \mu \quad n = 1, 2, \dots$

利用機總和等於 1 的公式  $\sum_{n=0}^{\infty} p_n = 1$ ，可推導出：

$$P_0 = \frac{1}{\rho^0 + \sum_{n=1}^{\infty} \rho^n} = \frac{1}{\sum_{n=0}^{\infty} \rho^n} = 1 - \rho \quad (2.1)$$

$$P_n = \rho^n P_0 = (1 - \rho)\rho^n, \quad n > 0 \quad (2.2)$$

$$L = \sum_{n=0}^{\infty} n p_n = \frac{\rho}{1 - \rho} = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} \quad (2.3)$$

$$L_q = \sum_{n=0}^{\infty} (n-1) p_n = \frac{\rho^2}{1 - \rho} = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} \quad (2.4)$$

求得 L 和  $L_q$  後，再利用 Little 公式可得：

$$W = \frac{L}{\lambda} = \frac{1}{\mu - \lambda} \quad (2.5)$$

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} \quad (2.6)$$

M/M/1/ $\infty$ /FCFS 模式最常見的例子是診所裡醫生看診的服務。廖佳彥[11]結合等候理論和軟體技術，開發「最佳就診時間預估與查詢系統」，讓看診病患透過網際網路來查詢看診的進度，減少就醫時的等候時間。研究結果發現該系統能有效縮短病人的等候時間，在病人就診時間前三十分鐘以內查詢，平均誤差已可控制在十分鐘以下，大致能符合病人期待等候時間。

雖然網際網路有其便利性，但並非每個人都會使用電腦，而且醫生看診的模式為 M/M/1 模式，與一般銀行、郵局的排隊模式 M/M/s 有所不同，醫院採用預約的方式也不適用於銀行或郵局的服務模式。經過評估結果本研究並不適用此一查詢技術，但是如果針對較大型的客戶，為免除其後面的客戶排隊的時

間，可以考慮預約的方法。

### 2.4.2 ( M/M/s/∞/FCFS ) 模式

M/M/s 模式為 M/M/1 模式的推演，兩者差別在於服務人員為 s 位，一般銀行、郵局、戶政等單位皆屬此種模式。其相關的公式如下：

服務設施使用率 ( utilization ratio )：

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu} \quad (2.7)$$

系統平均服務率：

$$\mu_n = \begin{cases} n\mu & n = 1, 2, \dots, s-1 \\ s\mu & n = s, s+1, \dots \end{cases} \quad (2.8)$$

系統中有 n 位顧客之機率：

$$p_n = \begin{cases} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} p_0 & n = 1, 2, \dots, s-1 \\ \frac{(\lambda/\mu)^n}{s!s^{n-s}} p_0 & n = s, s+1, \dots \end{cases} \quad (2.9)$$

系統中顧客數為 0 的機率：

$$p_0 = \left[ \sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^s}{s!} \cdot \frac{1}{1-\lambda/(s\mu)} \right]^{-1} \quad (2.10)$$

等候線上期望顧客數 ( 不含正在服務之顧客 )：

$$L_q = \sum_{n=s}^{\infty} (n-s)p_n = \frac{(\lambda/\mu)^s \rho}{s!(1-\rho)^2} p_0 \quad (2.11)$$

在一規劃時間內到達等候系統內之總顧客數：

$$L = \lambda W = L_q + \frac{\lambda}{\mu} \quad (2.12)$$

顧客在等候線中期望等候時間 ( 不含服務時間 )：

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad (2.13)$$

顧客在等候系統內期望等候時間（含服務時間與  $W_q$ ）：

$$W = W_q + \frac{1}{\mu} = \frac{L_q}{\lambda} + \frac{1}{\mu} \quad (2.14)$$

M/M/s 模式為模式的研究，如葉進儀與楊灣讚[10]利用 eM-Plant 模擬軟體與等候理論來比較由郵局實地所收集得來的資料，結果發現，模擬技術與等候理論所計算出的結果都可以代表真實系統的狀況，以等候理論計算，可快速得到正確的平均等待時間和適當的服務人員數量，但是模擬軟體建構的步驟較為繁複。但在文中僅以模擬體計算出最佳的替代方案，並未說明是否真實透過模擬的結果來調整服務人員的排班。

### 2.4.3 等候理論之相關文獻

自等候理論提出至今，被廣泛應用在不同的領域上，雖然時代的變遷與環境的轉換會有不同的研究目的，但大部分還是以解決人力資源最適分配問題和改善作業績效為主要的研究方向。

楊朝欽[9]針對醫院掛號人員排班問題，以去年同期的業務量為基礎，乘以最近三個月的平均成長率以及時段比率作調整，來預測下個週期的業務量（到達率），再以抱怨等候時間過久，而影響下次再到院看診的損失為等候成本，加上掛號人員成本，來選擇最低總成本的組合，找出最佳人力排程。經實證結果，預測與實際誤差率在有效範圍，病患等候時間縮短在可接受範圍，滿意度提高。該研究以過去實際的數據來推測未來的到達率，以計算出最適的排班模式，並且將成長率也列入考量，故所得的結果較為客觀。

蕭瑞民[14]根據現有的人力、設備及作業方式來蒐集資料，並以等候網路做為分析工具，經數學規劃創出模式，再以遺傳演算法求得最佳解。最後找出在不同日期、不同時段和在人員設備、人員成本的限制下，等候時間最小及藥局內部各工作站最佳藥師配置數，可做為醫院管理者的決策指標。

## 2.5 取票排隊系統

取票排隊系統管理技術，廣泛應用於服務業如金融機構、醫療機構以及政府機關。其作業方式為：在客戶抵達等候系統時，會由顯示螢幕得知目前等候的人數，來決定是要不要進入等候系統，然後從取票裝置抽一號碼牌，在等候區等候服務。當輪到所抽的號碼時，系統會以語音呼叫被服務者的號碼，並在櫃檯顯示器上顯示號碼。在多個服務設施的系統中，客戶接受服務的順序是先到先服務的模式，相較於傳統的排隊模式，站在客戶的角度而言取票排隊系統是較為公平的，客戶不會因為排錯隊伍而發生先到後服務的情形。Katz[20]經由許多的案例研究證明，取票排隊系統為客戶提供了一個更好的等候環境，不僅能保護客戶隱私和安全性，更可以降低他們的焦慮程度，從而提升客戶的滿意度。

Xu[22]研究指出取票排隊系統可以增加業務的價值，因為它為服務的場所創造一個更加輕鬆的氣氛，讓服務人員更有效地為客戶服務。不僅如此，取票排隊系統可以進一步蒐集客戶的需求模式、止步行為和服務人員的效率的完整資訊，用來作為服務人員配置的即時決策。這些資訊還可以和顧客關係管理結合來創造更多的業績。

儘管取票排隊系統比起傳統的排隊模式有許多明顯的優勢，但是卻有一個缺點，可能會阻礙其服務效能的表現。Xu[22]認為系統顯示等待服務的人數與實際等候的數量是不一致的，在實際的等候系統裡，大多數的客戶是沒有耐心的，往往認為所取得的號碼牌就是實際排隊的位置，而忽略了有一些客戶在取得號碼之後，可能已經放棄排隊而離開等候系統，即 2.2 節所提的止步和背信。如此一來將導致客戶高估他們的等候時間而放棄排隊，此一現象將造成每個客戶很難估計其排隊的位置。因此，取票排隊系統會提高顧客的止步率，從客戶的觀點來看將會降低服務的品質，也會導致設施的服務率降低，從商業角度來看是生產力的損失。

為解決此一現象，Xu[22]在其研究中提出了一個取票排隊的馬可夫鏈(Markov)模型並且發展一個有效的評估工具，利用這些工具來幫助量化服務績效管理和識別取票排隊和傳統排隊兩者之間在服務效率上的差異。研究結果證明，當客戶耐心降低而且系統十分繁忙時，取票和傳統的排隊有顯著不同的止步機率，而評估工具可以根據他們的等候的位置準確預測其等候的時間。

## 2.6 人員排班問題文獻

### 2.6.1 人員排班問題定義

企業隨著業務的成長所面臨的人力需求不斷在變化，因此人員排班就成為人力資源部門最常面臨到的問題，Lau[17]將人力排班定義為：「人力排班的目的是在滿足管理者、勞方、政府等各單位的目標與政策的前提之下，將人力資源適當的安排於所需的作業項目；即組織在營運時，將員工安排至各項工作以提供服務。」簡言之就是在適當的「時間」安排適當的「人力」於適當的「工作」上。無論是政府單位亦或是公司企業組織，甚至小至一般團體的人力工作安排，都會面臨排班的問題。

### 2.6.2 人員排班的影響因素

影響排班的因素非常廣泛，黃榮華與曹家豪[8]將一般人員排班所考慮的影響因素歸納為下列幾點：

1. 公平性：對於每位員工上班時間、輪休時段的安排必須兼具公平性，因為這會間接影響到員工的工作的態度。
2. 合理性：人員排班應該兼顧合理的條件與狀況，太長的工時與連續過多的工作天數，均會影響員工身心健康，必須要制定一個合理的休假和工作日數。
3. 彈性：在進行排班作業時，在不影響其他員工權益下，應儘量滿足員工的需求，例如員工要求在某特定日休假，或某些偏好時段輪值時。
4. 人性化：人員排班時，應加入人性化的觀點。例如對於資深的員工給予優先

的休假選擇，為生病員工避開較為辛苦的工作時段，或者員工遇有婚喪喜慶時，作出權宜考量等。

5. 任務導向：為維護工作品質的需要，資深與資淺員工必須搭配排班、或與在職教育時間配合等。

### 2.6.3 排班問題規劃範圍分類

根據不同的行業，所產生的人員排班問題各有其不同的考慮因素，在求解排班問題之前必須先將人員排班的類別釐清，以求得到最佳的結果，李英碩[4]在其研究中將人員排班問題分成：

1. 問題規劃範圍分類法：Morris 與 Showalter[18]依照問題規劃範圍，將人員排班問題分為三類：
  - (1) 執勤班次排班問題：此類型的問題僅規劃一天的班表，也就是規劃人員在一天中的哪一個時段開始上班、休息以及下班。通常這一類的問題所考慮的班別數量比較多，可能會有多個重疊班別、考慮全職以及兼職的員工、多個彈性的休息時間等。
  - (2) 休假排班問題：此類型的問題規劃的範圍通常是一個禮拜以上，其主要目的是要在符合法令規定的前提之下，安排人員在規劃範圍內的應上班日期，例如連續工作天數不可超過五天，連續上班不得超過十二小時等規定。但是此問題沒有規劃出工作人員每天開始上班的時間、開始休息以及下班的時段。
  - (3) 休假執勤排班問題：此類型的問題規劃員工應該上班的日期以及當天上班、休息、下班的時間。綜合了上述兩種問題，以這類型的問題是較為複雜。
2. 產業特性分類法：Beasley 與 Cao[19]依照不同的產業特性，將人員排班問題分為三類：
  - (1) 航空公司人員排班問題。

(2) 大眾運輸人員排班問題：這類型的排班問題為大眾運輸系統的司機以及車務人員的派遣，跟航空公司的人員安排問題類似。

(3) 一般人員排班問題：除了上述兩種問題，其餘的排班問題皆屬此類，如護理人員、警察、客服中心等行業。

### 3. 休息種類分類法：

(1) 固定的休息時段：每個值勤班次中的休息時間是固定的，例如每次休息都是在開始工作的第四個小時開始。利用這種模式去求解顧客需求量變動很大的問題，可能會因為排班的彈性空間不大，產生很多人力的浪費。

(2) 彈性的休息時段：每個值勤班次和可開始休息的時段為一個區間，排班的彈性空間比較大，適用於顧客需求量變動很大的排班問題。但是值勤班次也會因此變的更為複雜；例如一個值勤班次有四個可以開始休息的時段，就需要四個變數來表達它。



# 第三章 研究方法

本研究以電腦語音叫號系統和自行設計之排班系統，實地蒐集個案郵局儲匯窗口為期 12 個月，顧客抽牌排隊等候的詳細資料以及排班的詳情，利用資料探勘的方法，將所取得的資料以 Microsoft Access 軟體之 SQL 配合 Microsoft Excel 加以整理分類、計算，然後再將所得到數值以 Excel 內鍵函數，計算出等候理論的各項值，最後以線性規劃推導出最佳化的排班模型，建議研究對象實施。

## 3.1 研究架構

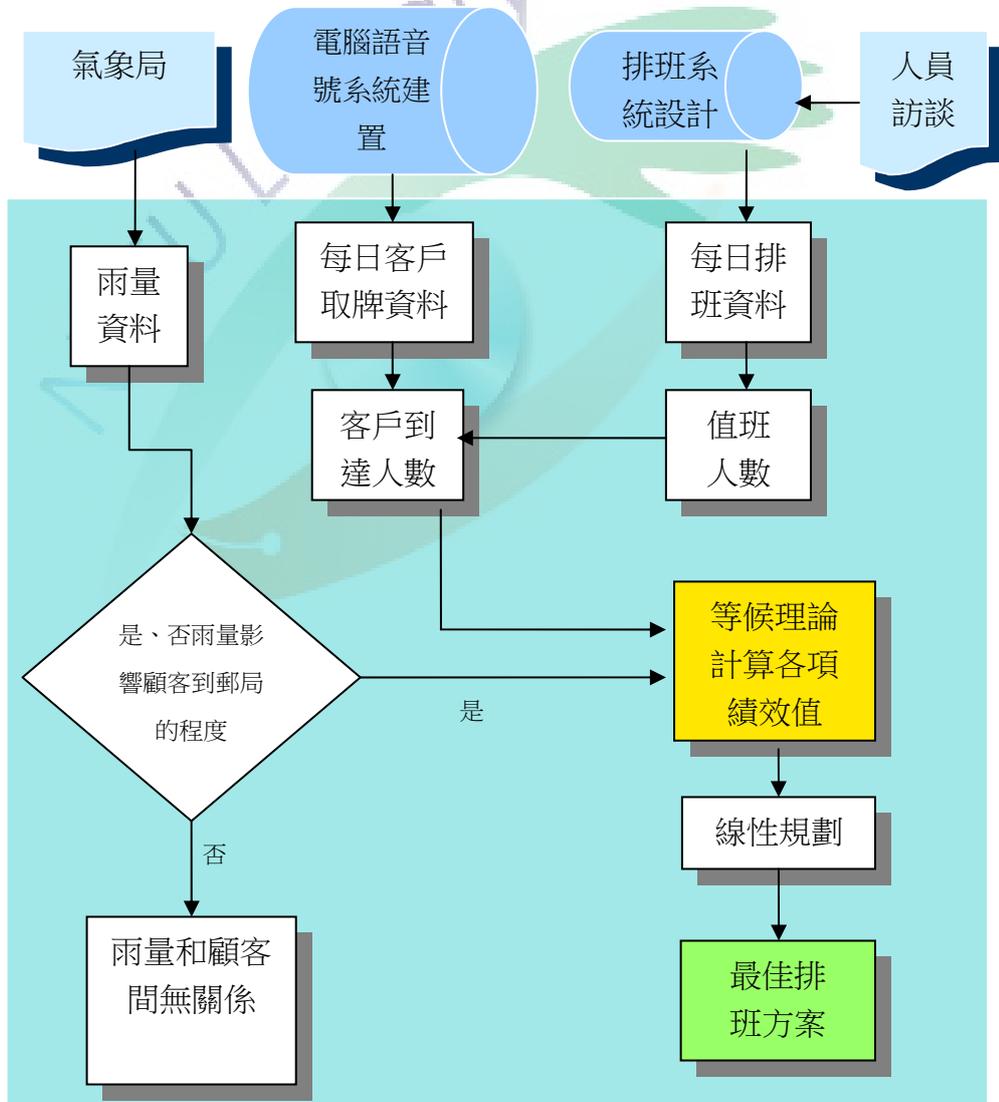


圖 3.1 研究架構圖

## 3.2 資料蒐集方法

### 3.2.1 電腦語音叫號系統

由於研究對象原有的電腦語音叫號系統功能有限，僅能於營業終了後列印出當日客戶臨櫃總人數，無法將紀錄存於資料庫中，故為了方便研究資料的取得，研究對象於本研究資料蒐集之前，將電腦語音叫號系統更換成較新型的系統，新系統可將每一客戶按鈕取牌的時間逐一紀錄，並將紀錄儲存為 Microsoft Access 的資料格式。此套設備包含系統軟體和個人電腦，總價約 130,000 元。資料蒐集的期間為 2010 年 4 月 1 日起至 2011 年 3 月 31 日止共計 12 個月。

### 3.2.2 櫃員排班資料

為了方便統計每日值班人數的情形，以供後續分析使用。本研究利用 Microsoft Access 2003 資料庫軟體加上 VBA 程式語言設計一套排班系統供研究對象使用；其功能包含人員新增刪除、每日排班作業、員工休假每月統計報表等。

### 3.2.3 人員訪談

為了對研究對象營業情形深入的了解，本研究除了收集電腦語音叫號系統和每日排班資料外，並對所有主管和員工進行訪談，從訪談所得的資料和從電腦語音叫號系統中所統計的數據比對，以了解兩者之間的差異。訪談題目如下：

- (1) 特殊交易日，即每年或每月可以預期較為繁忙的日期，
- (2) 一天當中的尖峰時段，
- (3) 一週當中最繁忙的時段，
- (4) 一個月之中的哪幾天是高峰期，
- (5) 一年中哪幾月是最繁忙的月份，
- (6) 一個月當中，哪一週的星期六、星期日較為繁忙。

### 3.3 資料整理分析方法

#### 3.3.1 叫號系統資料分析整理

本研究以資料探勘的方法，將叫號系統之原始資料進行下類步驟的處理：

1. 選取資料：叫號機之資料儲存於唯讀記憶體上，每日需以手動方式以內鍵的應用程式，將資料擷取至電腦中，並儲存為Microsoft Access 資料庫格式。資料表以日期命名，每日產生一個資料表，資料表內不包含日期和星期欄位，表格欄位名稱和屬性（如表 3.1）。

表 3.1 叫號機資料檔案格式表

欄位名稱	屬性	欄位註解
Ticket No	文字	號碼
Counter	文字	櫃檯編號
Classification	文字	櫃檯類別
Taken Time	時間/日期	取票時間
Called Time	時間/日期	叫號時間
Finished Time	時間/日期	完成時間
Waited Time	時間/日期	等候時間
Processed Time	時間/日期	處理時間

資料來源：本研究整理

2. 資料處理：本研究以 SQL 分別將所擷取的資料做以下的處理：
  - (1) 先將每天所產生的叫號機之資料表加入日期欄位和新值，然後以年月為表格名稱，分別產生 12 個交易資料明細表格，並將每日叫號機之資料表逐一合併至所屬月份的資料表中，最後合併成一個整年度的叫號機交易明細資料表。
  - (2) 將每日營業時間從 08:30 至 17:30，以 30 分鐘為一個時段，共分 19 的時段，並在叫號機交易明細資料表中，加入各時段的欄位和其所屬的值。

(3) 在叫號機交易明細資料表中加入星期的值。

(4) 根據上述步驟所求得的資料表，以月、季、週、日、時段、櫃檯號碼分別計算總人數和平均人數，供後續分析使用。

### 3. 資料轉檔：

為方便資料統計分析，本研究將上述經過處理的資料表轉換成 Microsoft Excel 格式的檔案，經分析整理後並製作成圖表。

## 3.3.2 等候理論各項數值計算

本研究對象共有 10 個服務窗口同時提供服務，故其服務型態適用等候理論之 M/M/s/∞/FCFS 模式。計算方法首先將 3.1.1 節以 SQL 所計算的結果匯出成為 Excel 格式檔案，再根據 (2.10)、(2.11) 和 (2.13) 公式，以 Excel 內鍵的函數將分別求出各項數值，Excel 公式如下：

系統中顧客數為 0 的機率：

$$p_0 = \left[ \sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^s}{s!} \cdot \frac{1}{1-\lambda/(s\mu)} \right]^{-1}$$

等候線上期望顧客數（不含正在服務之顧客）：

$$L_q = \sum_{n=s}^{\infty} (n-s)p_n = \frac{(\lambda/\mu)^s \rho}{s!(1-\rho)^2} p_0$$

## 3.3.3 雨量資料分析

由於臺灣為亞熱帶氣候，四季氣候變化不明顯，冬天除了高山地區會下雪之外，平地平均氣溫亦大都維持在攝氏 20 度左右，只有在颱風季節天氣才會有劇烈的變化，因此本研究將以雨量多寡作為判定天氣好壞的標準。

中央氣象局[3]網站所公布的逐日雨量統計資料，並無提供下載功能，因此以手動方式將資料複製存成 Excel 檔案，經過整理後，剔除星期六、日和未營業的日期，分成雨量超過 50 毫米的營業日和 50 毫米以下的營業日兩組資料，然後利用 SPSS 統計軟體進行皮爾森 (Pearson) 積差相關分析。

皮爾森 (Pearson) 積差相關係數是一種參數檢定，它是利用假設檢定的標準和信心水準，來判定兩個變數之間是否有顯著的相關，以及相關的方向為正向或負向。相關係數的數值範圍從+1.00 經過 0.00 再到-1.00，+1.00 表示完全相關，0.00 表示沒有直接關係，所有的點幾乎是隨機分布，無法以單一直線連結在一起。-1.00 表示完全負相關。

### 3.3.4 線性規劃 (Linear Programming)

為求得最佳化的排班模式，本研究將以作業研究中常用的「線性規劃」來求得排班的最佳解，以提供個案郵局做為排班的參考。

建立線性規劃模式可分為下列四個步驟：

1. 定義決策變數。
2. 列出問題的目標函數，並決定是予以極大化或極小化。
3. 列出各功能限制式。
4. 決定各變數是否具有非負限制式或不受正負限制[5]。

完成上述步驟並將目標函數和限制式完整列出後，本研究將利用 LINDO 軟體進行規劃求解。其詳細求解過程內容和結果將於 4.5 節詳述。

## 第四章 資料分析

### 4.1 研究對象分析

#### 4.1.1 營業現況分析

本研究對象為東部某郵局，該局於郵局的組織架構中為一等乙級支局，核定員額共有 26 名員工（含抵休人員），男女比例為 1:3，每日值班人數為儲匯櫃檯十名，郵務櫃檯六名，經理一名，專員三名，每日有五名員工輪流休假，業務較繁忙時期則會視情況機動增加服務櫃檯數量，每日詳細值班人手配置情形如表 4.1。儲匯營業時間為早上八點至下午五點三十分，郵務營業時間為早上八點至下午六點，中午照常營業，員工採輪流休息方式分批午休用膳，故中午時段（11:00~14:30），櫃檯服務人員為五至七名。在儲匯業務開放的十個櫃檯中，師生(5)、票據(6)和薪資窗口(7)為特殊業務，平時不服務一般客戶，只有在本身工作完成後才開放服務一般客戶，壽險(9)和定期窗口(10)為指定業務窗口，但如無該指定業務客戶時亦可服務一般客戶，另該郵局有開放二個快速窗口，以服務辦理簡單業務之客戶。星期六、日營業時間為早上八點三十分至中午十二點，星期六櫃檯值班人數為儲匯業務六至九名，郵務業務二名，星期日櫃檯值班人數為儲匯業務三名，郵務業務一名。儲匯業務櫃檯值班時間、人數與輪流休息詳情（如表 4.2）。

表 4.1 值班人手配置表

星期 週次	一	二	三	四	五	六	日
1	11	10	10	10	10	9	3
2	11	10	10	10	10	9	3
3	10	10	10	10	10	6	3
4	10	10	10	10	10	7	3

資料來源：本研究整理

表 4.2 儲匯業務櫃檯值班時間表

	時段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
櫃檯	職務別	08:00~08:30	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	12:01~12:30	12:31~13:00	13:01~13:30	13:31~14:00	14:01~14:30	14:31~15:00	15:01~15:30	15:31~16:00	16:01~16:30	16:31~17:00	17:01~17:30	
5	師生	—		★	★	★	★	★	★	★	午休		★	★	★	★	★	★	★	★	
6	票據	★	★	★	★	★	★	★	午休		★	★	彈性休		★	★	★	★	★	★	
7	薪資	★	★	★	★	★	★	★	★	★	午休				★	★	★	★	★	★	
9	壽險	—		★	★	★	★	★	★	★	午休		★	★	★	★	★	★	★	★	
10	定期	★	★	★	★	★	★	★	午休		★	★	★	彈性休		★	★	★	★	★	
11	劃撥	★	★	★	★	★	★	午休			★	★	★	★	★	★	★	★	★	彈	
12	國際	—	★	★	★	★	★	★	★	★	午休			★	★	★	★	★	★	★	
13	匯兌	★	★	★	★	★	★	午休			★	★	★	★	★	★	彈	★	★	★	
15	存簿	—	★	★	★	★	★	★	★	★	午休				★	★	★	★	★	★	
16	綜合	★	★	★	★	★	★	午休			★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	—
全部窗口值 班人數		6	8	10	10	10	10	7	5	5	5	5	6	8	9	9	9	10	9	9	
一般窗口值 班人數		3	5	5	5	5	5	2	2	2	3	3	3	5	5	5	4	5	4	4	

資料來源：本研究整理

註：—：未上班時段，★：值班時段，彈、彈休性：彈性休息時段

## 4.2 資料統計分析

本節將根據研究目的所設定的主題，以資料探勘的方法，利用 Microsoft Access 中的 SQL 加上 Microsoft Excel 交互應用，以求出各項數值供後續的分析使用。

### 4.2.1 每月與每季顧客人數統計分析

由電腦語音叫號系統所擷取的資料，經統計分析後其結果如表 4.2、表 4.3 和圖 4.1、圖 4.2 所示。全部 12 個月的資料筆數為 206,470 筆，扣除星期六、日

之總筆數為 176,238 筆；全部營業日，含星期、日共計 349 天，不含星期六、日共計 253 天，星期六、日營業日各為 48 天，每一筆資料即為每一客戶從取牌等後到被叫號完成服務的完整紀錄，故每一筆資料可視為完成服務的一位客戶。

由表 4.3 顯示，每個月顧客總人數最高的前三個月為 1、7、12 月，因每個月營業天數不同，如以平均人數計算則最高的前三個月依序為 9、2、1 月。經由訪談結果得知，1 月和 7 月因郵局發放國軍退役俸和公教人員月退休俸的關係，所以顧客人數會較多，2 月因適逢春節連續假期，營業天數只有 22 天，故平均人數最高，至於 9 月份則是和學校開學郵局代收學雜費之故，所以顧客人數會較多。每季人數統計如表 4.4 所示，總人數最高為第三季，最低為第二季，兩者每月平均人數相差約 1,456 人次，這和一般企業認為 4、5、6 月為傳統淡季的說法相符。

表 4.3 每月營業天數和總人數統計表

日期	營業天數	總人數	平均人數	不含六日天數	不含六日總人數	不含六日平均
2010/04	28	15,610	558	21	13,419	639
2010/05	31	17,111	552	21	14,213	677
2010/06	28	16,805	619	21	14,799	705
2010/07	31	18,471	596	22	15,776	717
2010/08	31	18,004	581	22	15,445	702
2010/09	27	17,418	645	20	14,540	727
2010/10	29	17,146	591	21	14,611	696
2010/11	30	16,946	565	22	14,625	665
2010/12	31	18,078	583	23	14,786	668
2011/01	30	19,139	638	21	16,170	770
2011/02	22	14,167	644	16	12,199	762
2011/03	31	17,575	567	23	15,079	656
總計	349	206,470	593	253	176,238	699

資料來源：本研究整理

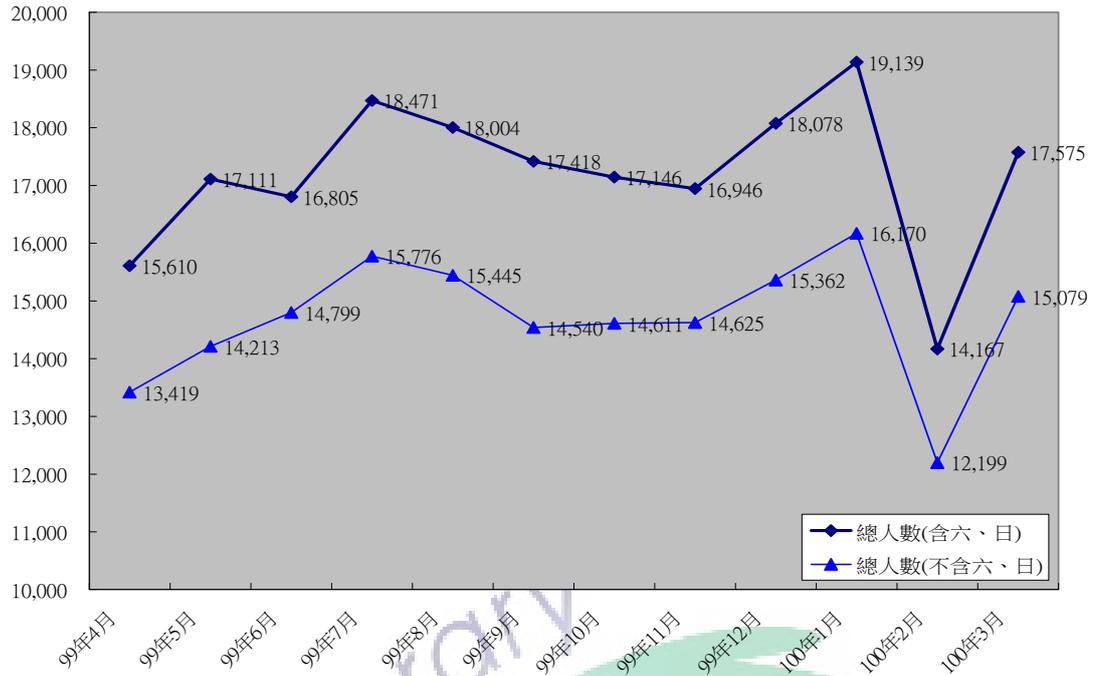


圖 4.1 每月顧客總人數折線圖

資料來源：本研究整理

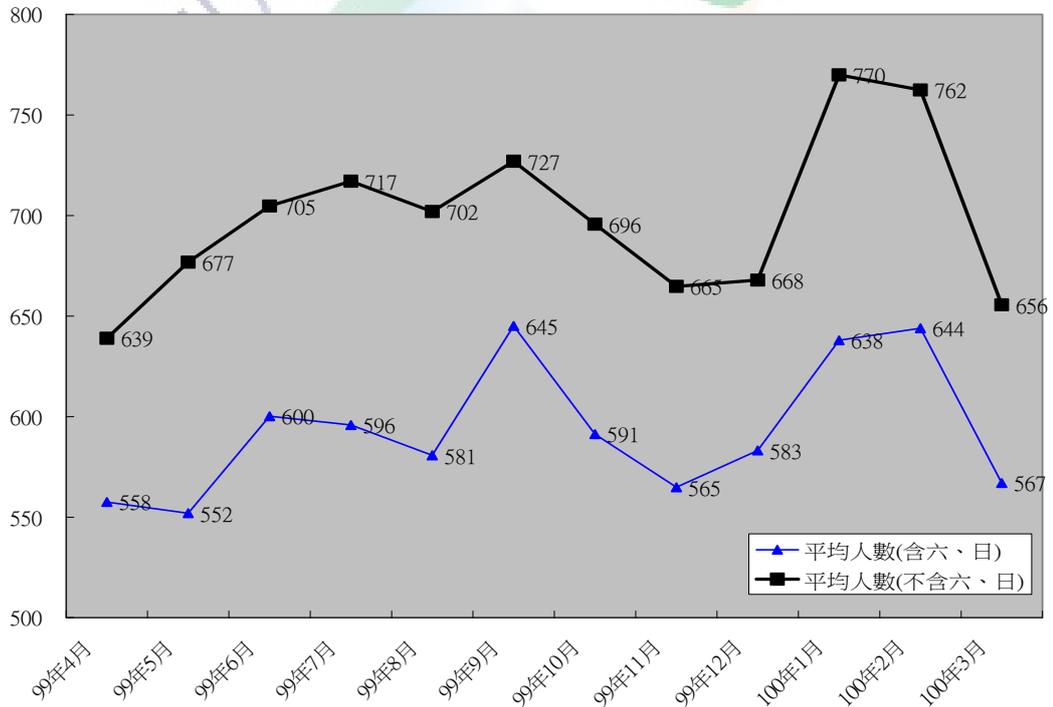


圖 4.2 每月顧客平均人數折線圖

資料來源：本研究整理

表 4.4 每季顧客人數統計表

季別	總人數	月平均人數	每日平均人數
第一季	50,881	16,960	616
第二季	49,526	16,509	570
第三季	53,893	17,964	607
第四季	52,170	17,390	580

資料來源：本研究整理

## 4.2.2 每月最繁忙的時段

將每個月 1~31 日（不含週六、日）顧客人數加總計算，所得結果為：最大、最小值分別是 839、602，平均數為 701，平均標準差為 12.3，中位數為 688，眾數為 610，由圖 4.3 中可以看出每個月月初的 1、5、6、7、10 日和下旬的 25、31 日顧客人數比其他時間有很明顯的差異，原因和為每月 1、5、10、31 日為軍公教和一般中小企業發薪日，而 25 日則和一般中小企業傳統支票到期日有關。從圖 4.3 中的趨勢來看，在每個月 1、5、10、25 日顧客人數較多的隔日，顧客人數都呈明顯的下降，在每月上旬很少維持連續兩天以上顧客數量成長的現象，而到了每個月下旬則才會有連續兩天顧客人數成長的情形，但實際變化並不顯著。每月上、中、下旬平均每日顧客人數為 754、659、686 人次，對照圖 4.3 和 4.4 可確定每月月初確實是比較繁忙，而中、下旬如果排除 25 日和 31 日，則是變化不大。

將每日 8:00~12:00 與 12:01~17:30 分成二個時段，計算每月上、中、下旬兩個時段的平均人數，結果如表 4.5。從表 4.5 和圖 4.3 中發現無論是月初較繁忙時間，或是顧客人數較少的中、下旬時間，顧客大都會集中在上午時段到郵局。

表 4.5 每月上、中、下旬各時段的平均人數

時段	08:00~12:00	12:01~17:30
上旬	43 37 42 44 46 45 42 38	39 35 37 40 42 45 46 38 35 32 26
中旬	31 30 34 38 39 39 37 34	34 32 31 35 40 42 43 35 33 30 23
下旬	39 34 42 39 44 41 36 35	36 32 32 36 39 42 43 35 32 29 21
上旬平均	42	38
中旬平均	35	34
下旬平均	39	34

資料來源：本研究整理

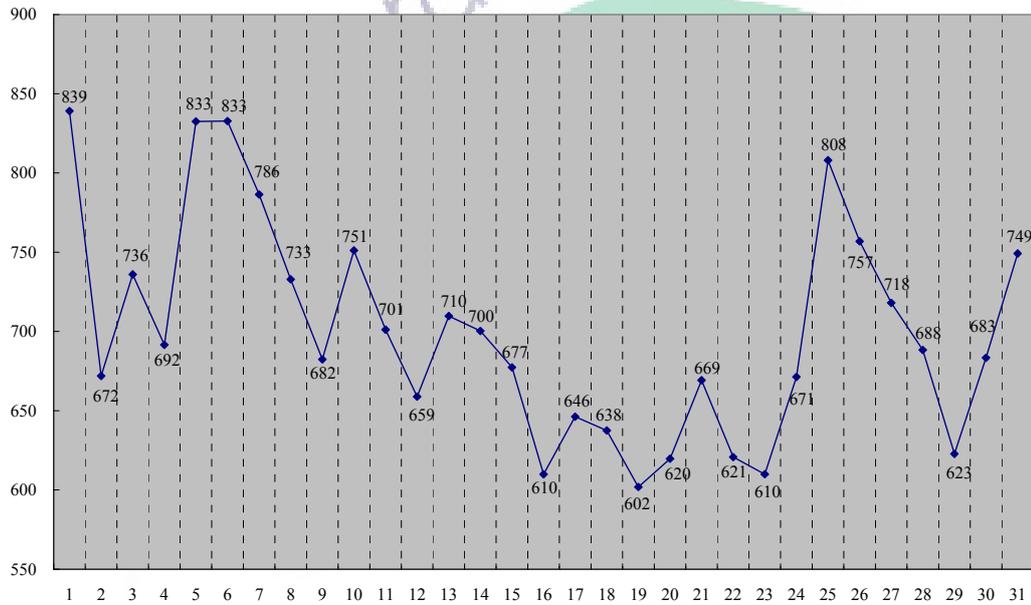


圖 4.3 每月 1~31 日平均人數折線圖 (不含星期六、日)

資料來源：本研究整理

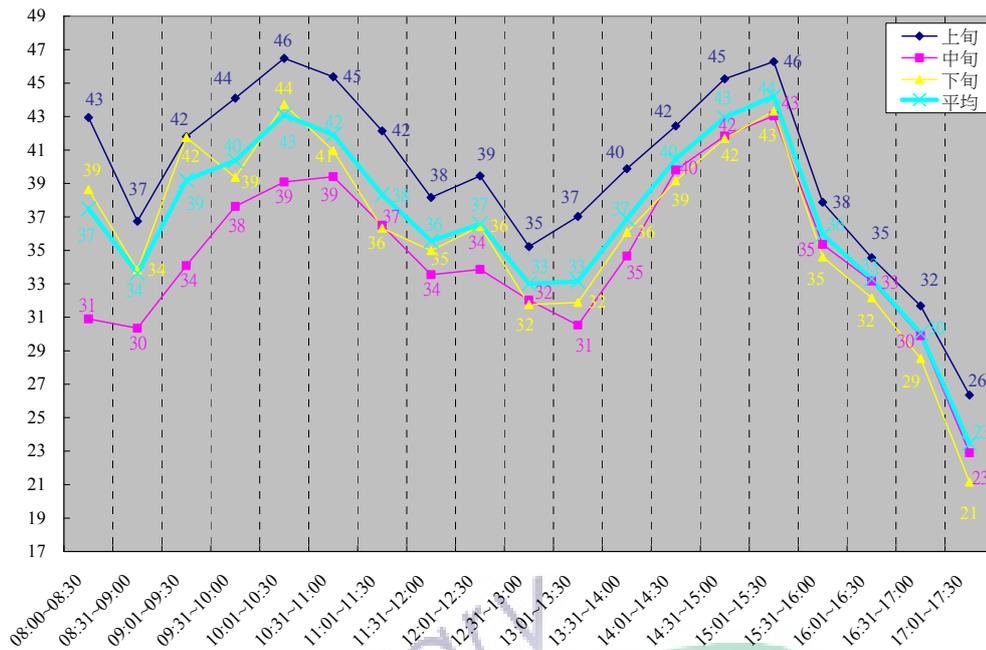


圖 4.4 每月三旬各時段平均人數折線圖 (不含星期六、日)

資料來源：本研究整理

### 4.2.3 每日尖峰時段

將營業時間以每 30 分鐘為一個時段，共分成 19 個時段。每個月每個時段顧客到達人數詳情如表 4.7 和表 4.7 所示，由圖 4.5、表 4.6 可以觀察出一天之中顧客到達的高峰期為早上 9:30~11:00 和下午 14:00~15:30 五個時段，每日平均人數和服務人數分別為 40/10、43/10、42/10、40/7、43/9、44/9 但如以服務人數和顧客數比例來觀察，可以看出該五個時段之比例並非最高，比例較高的時段為 11:30~13:30 四個時段，分別為 7.08、7.29、6.57、6.6，此四個時段顧客人數雖不是最多，但因員工輪流休息的關係，所以值班人數只維持在大約五人左右，因此顧客平均等候的時間也會隨著增加。這也就是為什麼經常有顧客抱怨，中午時段必須等候較長的時間的緣故。應適當調整員工輪流午休的時間，增加這兩個時段值班人員的數量，減少顧客等候的時間。

表 4.6 每月各時段總人數與平均人數表（含星期六、日）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
時段	08:00~08:30	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	12:01~12:30	12:31~13:00	13:01~13:30	13:31~14:00	14:01~14:30	14:31~15:00	15:01~15:30	15:31~16:00	16:01~16:30	16:31~17:00	17:01~17:30
月份																			
2010/4	609	1029	1048	1084	1234	1135	1058	877	725	666	631	717	763	876	837	718	573	562	467
2010/5	798	1167	1250	1251	1292	1246	1096	969	745	632	613	757	822	841	952	762	732	649	537
2010/6	898	1020	1119	1105	1169	1182	1056	883	766	685	673	791	827	849	967	792	754	691	578
2010/7	1039	1249	1319	1239	1348	1309	1120	1033	807	668	679	784	886	959	1015	845	788	706	678
2010/8	906	1134	1203	1265	1332	1302	1155	965	766	669	704	784	871	974	1028	824	805	710	607
2010/9	955	1157	1168	1187	1305	1240	1138	979	754	681	686	752	805	887	961	802	738	655	568
2010/10	960	1097	1268	1192	1205	1254	1154	963	745	721	667	789	827	919	925	737	650	612	461
2010/11	977	1013	1181	1233	1257	1213	1089	908	760	736	714	776	841	873	838	743	698	646	450
2010/12	1002	1078	1283	1297	1346	1292	1208	1066	860	784	751	823	968	900	966	744	708	588	414
2011/1	1154	1187	1429	1389	1455	1425	1336	1023	862	738	790	921	885	997	945	777	735	655	436
2011/2	844	803	954	1045	1125	1113	943	717	662	576	592	602	742	757	783	595	539	474	301
2011/3	1123	999	1121	1229	1297	1318	1164	926	771	753	847	792	952	978	920	711	662	612	400
月平均 人數	789	1228	1195	1210	1280	1252	1126	943	769	692	696	774	849	901	928	754	699	630	491
日平均 人數	37	42	41	42	44	43	39	32	36	33	33	37	40	43	44	36	33	30	23

資料來源：本研究整理

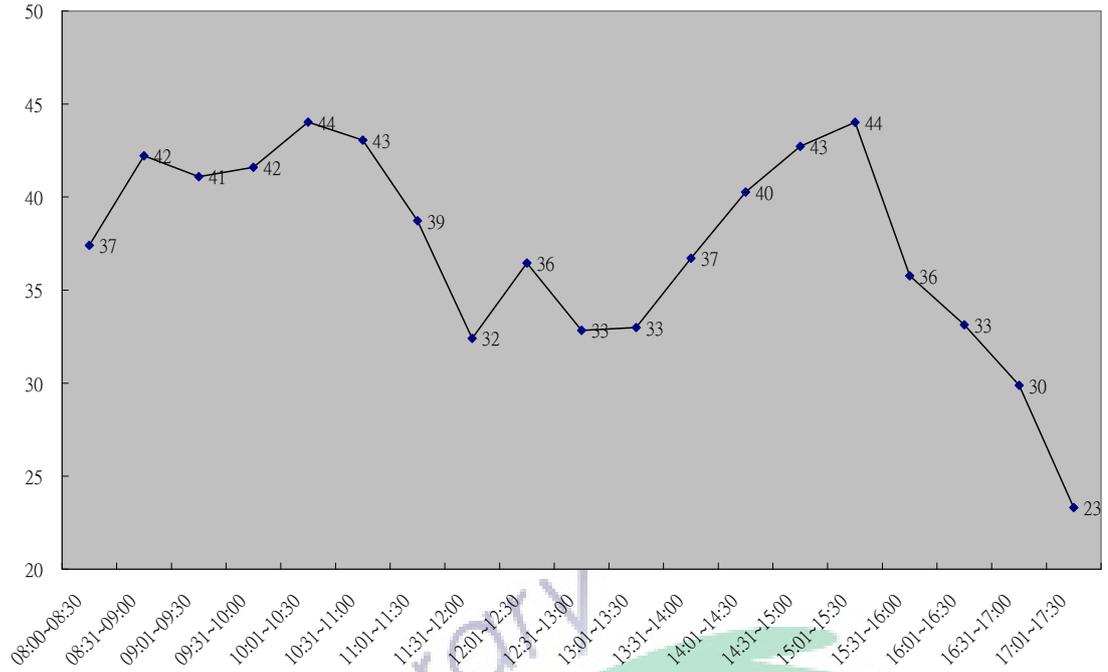


圖 4.5 每日各時段平均人數(含星期六、日)

資料來源：本研究整理

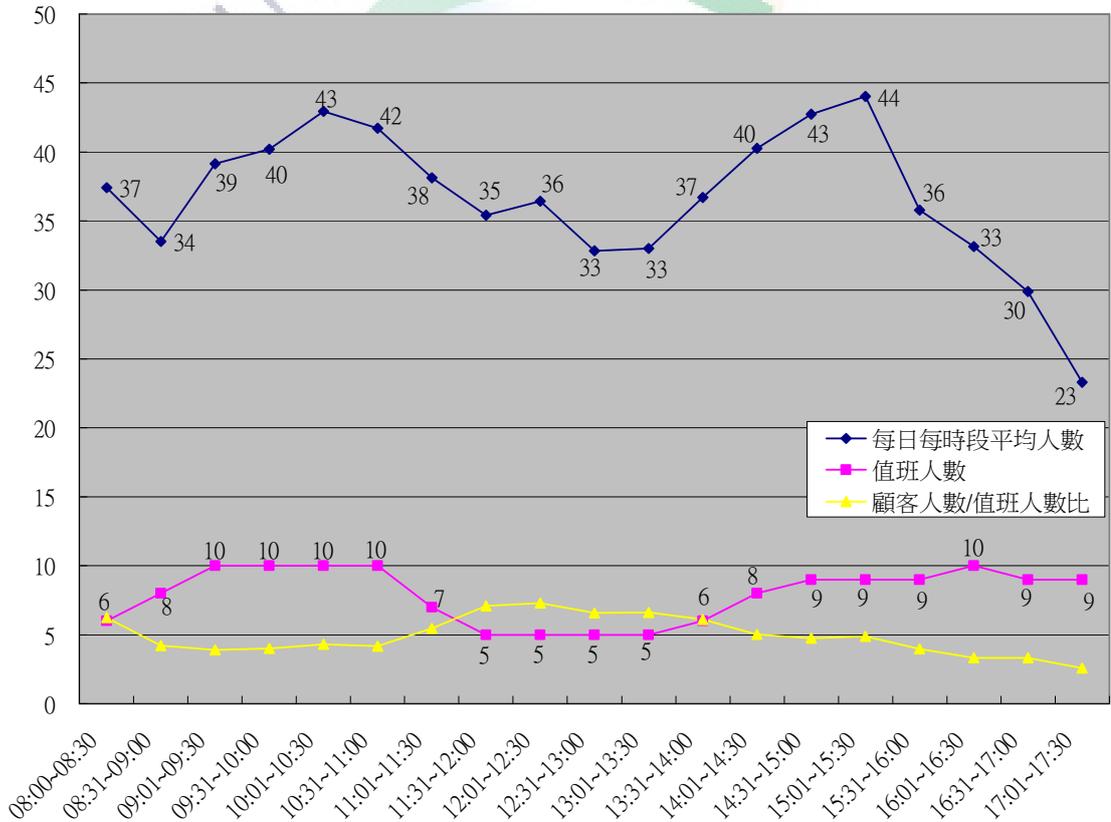


圖 4.6 每日各時段平均人數與值班數關係圖（不含星期六、日）

資料來源：本研究整理

表 4.7 每月各時段總人數與平均人數表（不含星期六、日）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
時段	08:00~08:30	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	12:01~12:30	12:31~13:00	13:01~13:30	13:31~14:00	14:01~14:30	14:31~15:00	15:01~15:30	15:31~16:00	16:01~16:30	16:31~17:00	17:01~17:30	
月份	2010/4	2010/5	2010/6	2010/7	2010/8	2010/9	2010/10	2010/11	2010/12	2011/1	2011/2	2011/3	月平均	日平均	值班人數	顧客數/ 值班人數				
2010/4	609	628	724	755	854	835	793	686	725	666	631	717	763	876	837	718	573	562	467	
2010/5	710	697	820	815	852	809	743	725	745	632	613	757	822	841	952	762	732	649	537	
2010/6	780	707	797	825	877	881	830	730	765	685	673	791	827	849	967	792	754	691	578	
2010/7	882	840	907	867	958	914	776	817	807	668	679	784	886	959	1015	845	788	706	678	
2010/8	782	748	808	900	960	897	843	765	766	669	704	784	871	974	1028	824	805	710	607	
2010/9	769	734	796	788	876	824	742	722	754	681	686	752	805	887	961	802	738	655	568	
2010/10	813	748	863	827	847	869	831	761	744	721	667	789	827	919	925	737	650	612	461	
2010/11	814	690	827	870	937	896	793	723	760	736	714	776	841	873	838	743	698	646	450	
2010/12	761	718	894	907	953	919	863	841	860	784	751	823	968	900	966	744	708	588	414	
2011/1	943	771	995	974	993	995	928	830	862	738	790	921	885	997	945	777	735	655	436	
2011/2	701	549	693	753	808	797	684	591	662	576	592	602	742	757	783	595	539	474	301	
2011/3	899	651	780	886	954	922	820	769	771	753	847	792	952	978	920	711	662	612	400	
月平均	789	707	825	847	906	880	804	747	769	692	696	774	849	901	928	754	699	630	491	
日平均	37	34	39	40	43	42	38	35	36	33	33	37	40	43	44	36	33	30	23	
值班人數	6	8	10	10	10	10	7	5	5	5	5	6	8	9	9	9	10	9	9	
顧客數/ 值班人數 比	6.23	4.19	3.91	4.02	4.3	4.17	5.45	7.08	7.29	6.57	6.6	6.12	5.03	4.75	4.89	3.97	3.31	3.32	2.59	

資料來源：本研究整理

#### 4.2.4 每週最繁忙的時段

週一至週日顧客數量統計結果如表 4.8和圖 4.7，從表中可看出星期一顧客人數確實較其他時間多，而星期三、四明顯比和星期一、二、五少。值得注意的是星期六、日的平均顧客人數分別為 455 和 175 人次，如換算成每 30 分鐘為一時段，其平均人數為 65 和 26 人次；星期六、日只營業 3.5 個小時，而平常日營業的時間為 9.5 小時。

為了解星期六、日顧客人數在每一時段分布情形，因此單獨將週六、日分開計算，所得結果如表 4.9、表 4.10和圖 4.8~圖 4.11。星期六、日 8:31~9:30 時段的平均顧客數為 94 和 35 人次，而 11:31~12:00 時段的平均顧客數 37 和 13 人次，顧客明顯集中在 8:31~9:00 時段，而 11:31~12:00 時段人數則比其他時段相對少了許多。星期六、日櫃檯值班人數分別為 6~9 人和 3 人，但因只營業半天，所以並無午休的時間可以調度，因此在 8:31~9:00 時段可能會造成過長的候時間，可以考慮將營業時間提早半個小時，以分散該時段的人潮。由於平常日和星期六、日上班時間和值人數都不相同，因此為了求出更準確的數字，本研究將全部的資料以星期的順序，分為 1~4 週共四組資料，分別計算平日和星期六、日其各週次的平均人數，星期六、日再增加每月三旬的組別，計算結果如表 4.11和表 4.12，平日(不含星期六、日)1~4 週的每日平均人數分別為 775、732、705、700 人次，由數據可知每月第一週顧客人數明顯較其他週次多，此點和 4.3.2 節中所分析的結果相符，也就是每月月初為較為繁忙的時間。

星期六以週次分組所計算的結果，每日平均人數分別為 485、435、429、471 人次，如以每月三旬為分組結果分別為 474、426、468 人次，和平常日不同的是第一週和第四週較為繁忙，以每月三旬分組也顯示上旬和下旬顧客人數較多。至於星期日計算的結果和星期六相同，同樣是中旬較為清淡。

表 4.8 每週一至週日總人數與平均人數表

星期	總人數	天數	平均人數	每 30 分 平均人數
週一	39,633	48	<b>826</b>	<b>43</b>
週二	37,602	52	723	38
週三	31,660	50	633	33
週四	31,204	52	600	32
週五	36,139	51	709	37
週六	21,842	48	<b>455</b>	<b>65</b>
週日	8,390	48	175	25

資料來源：本研究整理

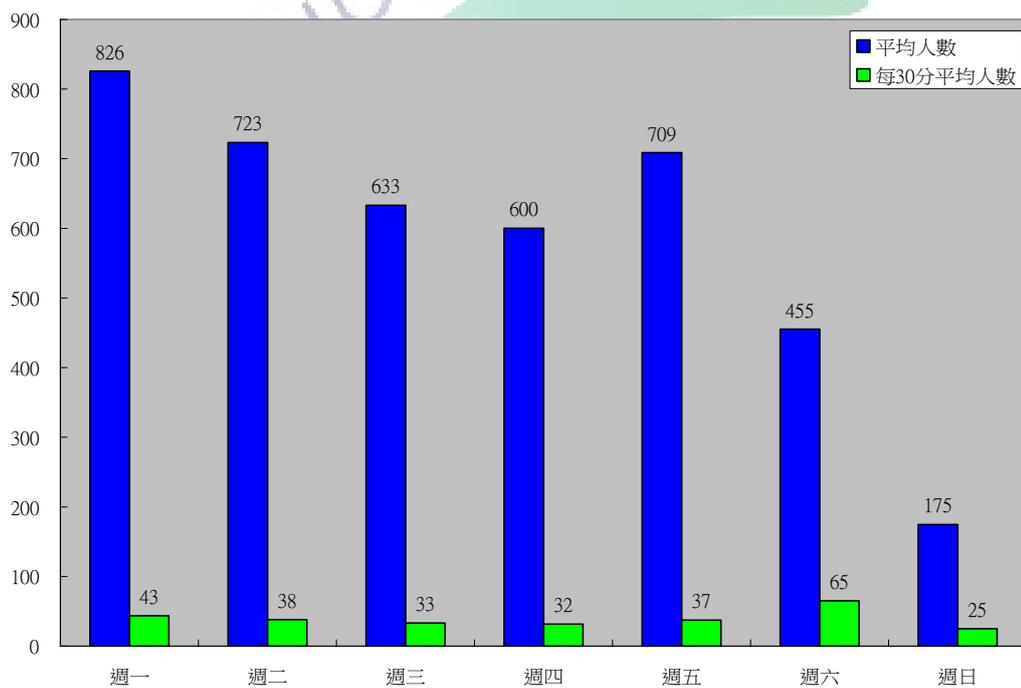


圖 4.7 每週一至週日平均人數與每 30 分平均人數圖

表 4.9 每月星期六各時段的平均人數

時段		2	3	4	5	6	7	8
月份	天數	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00
2010/4	4	77	59	65	75	55	54	39
2010/5	5	85	65	63	64	61	52	37
2010/6	3	95	67	63	63	61	44	32
2010/7	5	88	62	54	59	59	50	33
2010/8	4	87	66	64	61	65	52	34
2010/9	4	85	75	77	82	84	78	52
2010/10	4	92	70	63	62	65	59	36
2010/11	4	90	61	61	60	60	52	35
2010/12	4	117	71	71	70	68	65	44
2011/1	4	100	67	68	75	73	68	35
2011/2	3	98	61	66	79	78	61	32
2011/3	4	110	60	62	65	73	68	31
平均人數		<b>94</b>	65	65	68	67	58	37

資料來源：本研究整理

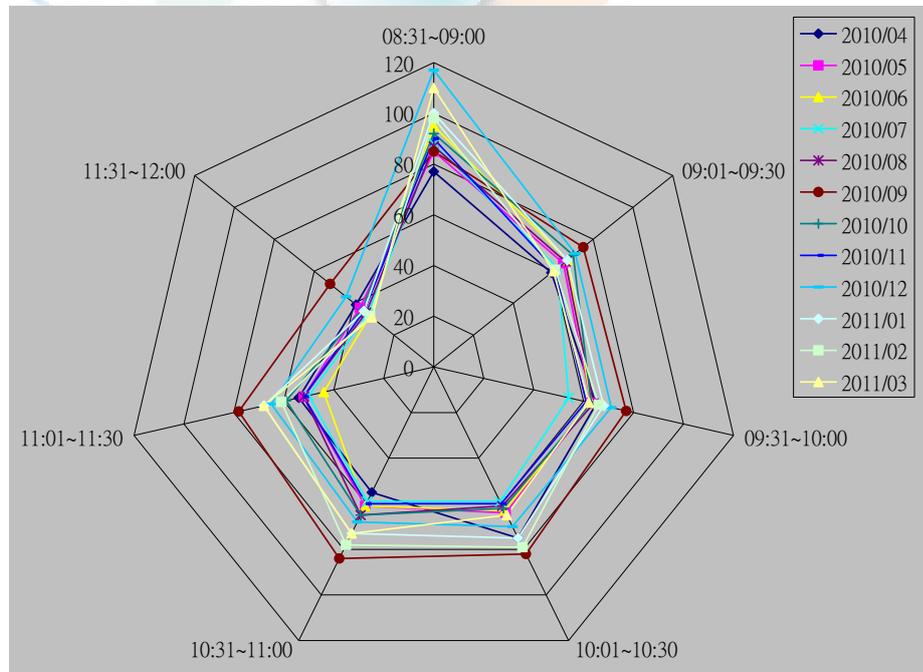


圖 4.8 每月星期六各時段平均人數分佈圖

資料來源：本研究整理

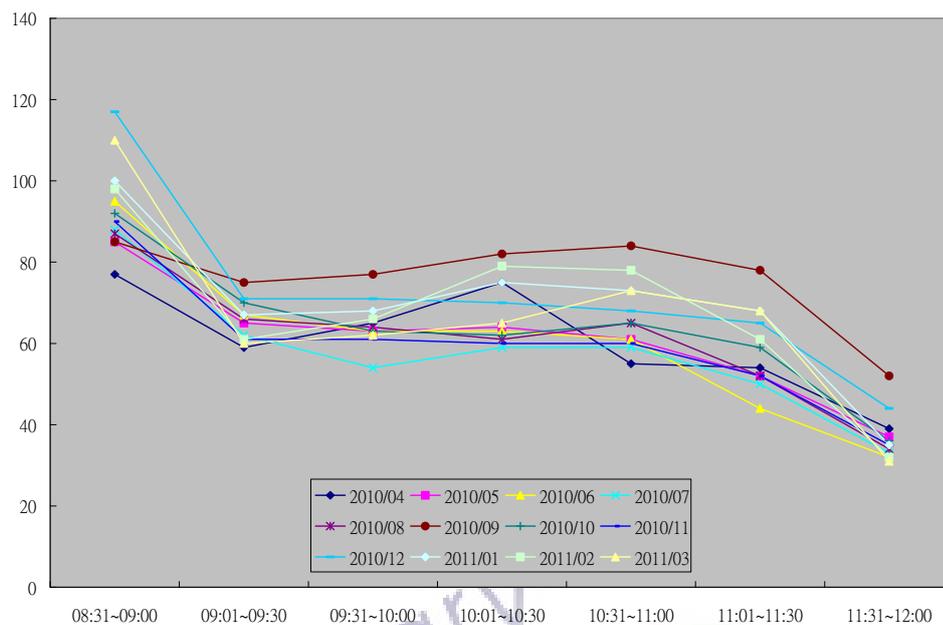


圖 4.9 每個月星期六每一時段的平均人數折線圖

資料來源：本研究整理

表 4.10 星期日各時段平均人數

時段		2	3	4	5	6	7	8
年月	天數	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00
	2010/4	3	31	29	24	27	26	17
2010/5	5	27	21	24	24	27	19	12
2010/6	4	36	30	23	26	30	24	15
2010/7	4	31	26	25	24	25	24	12
2010/8	5	32	26	22	26	29	21	13
2010/9	3	37	24	31	34	27	28	17
2010/10	4	33	31	29	28	32	22	15
2010/11	4	32	28	30	20	20	22	12
2010/12	4	34	26	27	28	26	21	12
2011/1	5	45	33	29	33	28	27	11
2011/2	3	35	26	31	26	28	25	10
2011/3	4	33	25	24	21	26	19	8
平均人數		<b>35</b>	28	27	27	27	23	13

資料來源：本研究整理

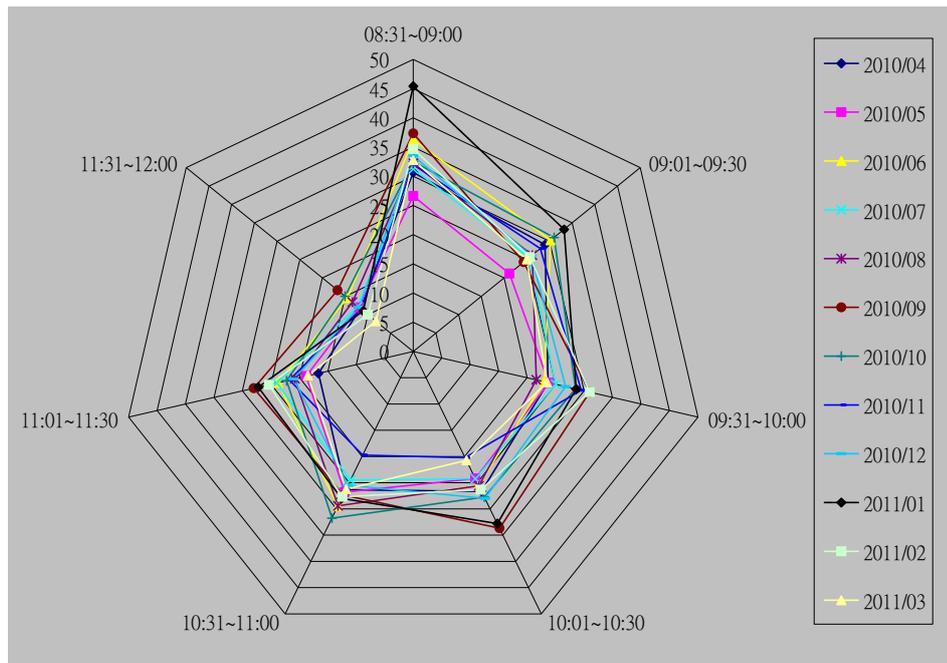


圖 4.10 每月星期日各時段平均人數分佈圖

資料來源：本研究整理

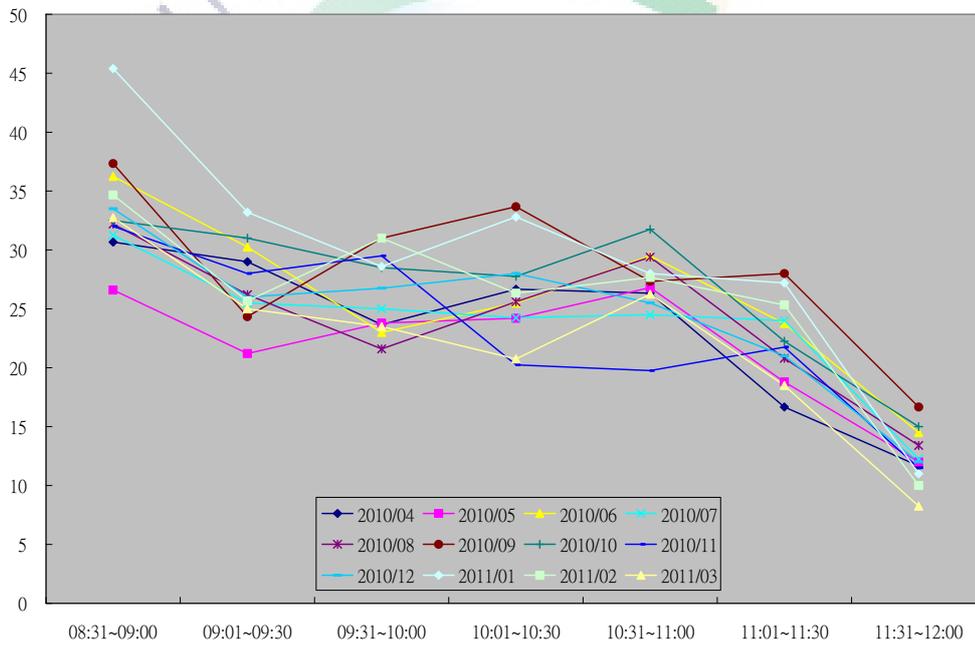


圖 4.11 每月星期日各時段平均人數折線圖

資料來源：本研究整理

表 4.11 每月第 1~4 週各時段平均人數表 (不含星期六、日)

時段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	合計
週次	08:00~08:30	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	12:01~12:30	12:31~13:00	13:01~13:30	13:31~14:00	14:01~14:30	14:31~15:00	15:01~15:30	15:31~16:00	16:01~16:30	16:31~17:00	17:01~17:30	
1	45	38	43	45	47	47	42	39	41	37	38	41	45	48	48	39	37	33	28	775
2	40	35	40	42	45	44	41	37	39	35	35	39	43	45	46	38	35	32	26	732
3	37	34	38	41	43	43	39	36	37	34	34	37	41	43	45	37	34	31	25	705
4	38	34	39	40	43	42	38	36	37	33	33	37	41	43	44	36	34	30	24	700

資料來源：本研究整理

表 4.12 每月 1~4 週星期六、日與三旬各時段平均人數表

時段	星期六							總計
	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	
1	101	68	71	72	69	62	41	485
2	94	61	63	67	62	54	35	435
3	91	62	59	66	62	57	32	429
4	101	70	65	65	71	60	39	471
上旬	100	67	71	65	60	41	41	474
中旬	89	61	60	64	63	57	33	426
下旬	100	68	64	68	71	59	37	468

		星期日							
1		39	31	26	28	29	22	13	188
2		33	26	29	28	27	23	12	177
3		32	25	24	23	24	22	12	162
4		30	27	26	27	28	22	13	172
上旬		41	30	26	29	29	22	13	191
中旬		30	25	25	24	26	23	11	162
下旬		33	28	27	27	27	22	13	176

資料來源：本研究整理

#### 4.2.5 每月各櫃檯顧客人數統計

每個月各櫃檯顧客人數統計，以及每一櫃檯各時段顧客人數統計如表 4.13 及表 4.14。在每日營業的十個櫃檯中，因師生(5)、票據(6)、薪資(7)壽險(9)和定期(10)為特殊業務和指定業務窗口平時不加入叫號服務。將叫號機詳細資料(不含六、日)交叉計算後結果如表 4.15和表 4.16所示，每日服務顧客人數都集中在劃撥(11)、國際(12)、匯兌(13)、存簿(15)、綜合(16)五個窗口，平均人數分別為 95、104、109、108、112 人次，約佔每日平均人數 699 人次之 75.6%，壽險和定期兩個窗口約佔 12.9%，其餘窗口則佔 11.4%。

因為櫃檯服務人員的配置方式為常態模式，且本研究並未設定去蒐集壽險和定期二個窗口，其服務人次和服務時間的資料，故無法單獨計算此二個窗口等候理論相關的各項數據，因此本研究將以全部窗口的平均服務數，和排除前述五個特殊窗口的平均值，分別計算各別的值後，再比對兩者之間的差異，並觀察影響的程度為何。表 4.15和表 4.16中灰色部分為各櫃檯午休和彈性休息的時間，目的是為了比對該時段之服務人數是否和午休時間吻合，由表中可以觀察到 11、13、16 號櫃檯在其午休時段仍有服務人數產生，經該局主管表示，為了舒解因午休期間服務人員減少，所造成顧客等候時間延長的情形，值班主管

會使用此三個窗口午休期間叫號繼續服務顧客。其他窗口的零星服務人數，則是延後休息是櫃員提早上班所造成，所以數值不大。

表 4.13 每月各櫃檯顧客人數統計表（含星期六、日）

櫃檯 年月	5	6	7	9	10	11	12	13	15	16	17	18
2010/4	80	237	682	842	1,183	2,232	2,098	2,858	2,279	2,572	544	3
2010/5	344	431	837	1,055	1,055	2,419	2,672	2,656	2,599	2,403	557	83
2010/6	245	126	471	1,065	1,255	2,211	2,891	2,757	2,312	2,651	668	153
2010/7	371	272	935	1,212	1,464	2,566	2,881	2,869	2,764	2,411	594	132
2010/8	431	416	908	1,172	1,473	2,349	2,291	3,275	2,881	2,454	282	72
2010/9	163	510	689	1,081	1,133	2,156	2,427	2,648	3,214	2,892	456	49
2010/10	143	309	547	940	1,435	2,542	2,913	2,322	2,432	2,990	476	97
2010/11	86	246	519	1,019	1,227	2,519	2,360	3,131	2,379	2,728	643	89
2010/12	137	292	514	891	1,405	2,846	3,200	2,387	3,282	2,633	452	39
2011/1	195	284	288	1,438	1,667	2,485	3,070	2,872	2,723	3,036	880	201
2011/2	276	290	471	655	1,127	1,927	1,693	2,143	2,114	2,004	1,004	463
2011/3	134	391	613	837	1,379	2,640	2,457	2,606	2,762	2,784	853	119
合計	2,605	3,804	7,474	12,207	15,803	28,892	30,953	32,524	31,741	31,558	7,409	1,500

資料來源：本研究整理

表 4.14 櫃檯各時段顧客人數統計表（含星期六、日）

櫃檯 時段													每時 段平 均人 數	每櫃 檯平 均人 數
	5	6	7	9	10	11	12	13	15	16	17	18		
1	2	32	360	2	1478	1472	253	2625	381	2540	279	39	37	6
2	3	6	355	673	1398	1302	2363	2996	2532	2539	534	34	42	8
3	0	35	361	728	1221	1010	2708	3102	2520	2270	351	37	41	10
4	8	55	606	853	1111	1654	2471	2913	2204	2217	347	77	42	10
5	54	97	751	744	985	2236	2358	2698	2552	2231	524	135	44	10
6	146	51	840	993	1201	2466	2583	1822	2690	1569	557	111	43	10
7	308	81	859	1442	741	2504	2829	579	2779	766	522	107	39	7
8	531	13	1054	1364	212	1395	2549	397	2550	671	447	129	32	5
9	269	170	793	855	646	986	1174	1115	1188	1216	621	188	36	5
10	8	367	9	25	1019	1966	56	2051	54	1968	645	141	33	5
11	54	318	14	349	909	1861	49	2017	119	2165	410	82	33	5
12	128	38	6	782	1046	1873	551	1953	718	1919	239	35	37	6
13	131	146	79	502	481	1349	1861	1747	1768	1755	310	60	40	8
14	149	597	293	521	11	1398	1730	1870	1983	1833	377	48	43	9
15	204	347	379	610	376	1873	1858	1132	1934	1960	391	73	44	9
16	208	83	107	517	820	1573	1605	452	1681	1622	311	71	36	9
17	146	573	98	424	834	708	1449	758	1544	1501	282	65	33	10
18	164	493	241	483	808	189	1415	1296	1385	814	218	54	30	9
19	92	302	269	340	506	1077	1091	1001	1159	2	44	14	23	9

資料來源：本研究整理

表 4.15 每櫃檯各時段服務顧客總人數統計表（不含星期六、日）

櫃檯 時段														每 時 段 平 均 人 數	每 櫃 檯 平 均 人 數
	5	6	7	9	10	11	12	13	15	16	17	18			
1 08:00~ 08:30	2	32	360	2	1478	1472	253	2625	381	2540	279	39	37	6	
2 08:31~ 09:00	3	0	131	82	806	369	1409	1872	1548	1883	344	34	34	8	
3 09:01~ 09:30	0	28	129	281	800	257	1931	2220	1942	1931	348	37	39	10	
4 09:31~ 10:00	8	55	300	389	754	901	1775	2136	1671	1819	294	65	40	10	
5 10:01~ 10:30	54	91	551	351	706	1458	1704	1976	1803	1721	371	83	43	10	
6 10:31~ 11:00	146	20	551	670	875	1730	1885	1110	1996	1099	384	92	42	10	
7 11:01~ 11:30	308	59	671	1126	443	1895	2218	75	2151	272	346	82	38	7	
8 11:31~ 12:00	531	7	901	1133	32	1020	2216	116	2175	344	378	107	35	5	
9 12:01~ 12:30	269	170	793	855	646	986	1174	1115	1188	1216	621	188	36	5	
10 12:31~ 13:00	8	367	9	25	1019	1966	56	2051	54	1968	645	141	33	5	
11 13:01~ 13:30	54	318	14	349	909	1861	49	2017	119	2165	410	82	33	5	
12 13:31~ 14:00	128	38	6	782	1046	1873	551	1953	718	1919	239	35	37	6	
13 14:01~ 14:30	131	146	79	502	481	1349	1861	1747	1768	1755	310	60	40	8	
14 14:31~ 15:00	149	597	293	521	11	1398	1730	1870	1983	1833	377	48	43	9	
15 15:01~ 15:30	204	347	379	610	376	1873	1858	1132	1934	1960	391	73	44	9	
16 15:31~ 16:00	208	83	107	517	820	1573	1605	452	1681	1622	311	71	36	9	
17 16:01~ 16:30	146	573	98	424	834	708	1449	758	1544	1501	282	65	33	10	
18 16:31~ 17:00	164	493	241	483	808	189	1415	1296	1385	814	218	54	30	9	
19 17:01~ 17:30	92	302	269	340	506	1077	1091	1001	1159	2	44	14	23	9	
合計	2605	3726	5882	9442	13350	23955	26230	27522	27200	28364	6592	1370			

資料來源：本研究整理

表 4.16 各櫃檯每時段平均服務顧客人數統計表（不含星期六、日）

時段	櫃檯	櫃檯												服務 人數	櫃檯 人數
		5	6	7	9	10	11	12	13	15	16	17	18		
1	08:00~ 08:30	0	0.1	1.4	0	5.8	5.8	1.0	10.4	1.5	10.0	1.1	0.2	37	6
2	08:31~ 09:00	0	0	0.5	0.3	3.2	1.5	5.6	7.4	6.1	7.4	1.4	0.1	34	8
3	09:01~ 09:30	0	0.1	0.5	1.1	3.2	1.0	7.6	8.8	7.7	7.6	1.4	0.1	39	10
4	09:31~ 10:00	0	0.2	1.2	1.5	3.0	3.6	7.0	8.4	6.6	7.2	1.2	0.3	40	10
5	10:01~ 10:30	0.2	0.4	2.2	1.4	2.8	5.8	6.7	7.8	7.1	6.8	1.5	0.3	43	10
6	10:31~ 11:00	0.6	0.1	2.2	2.6	3.5	6.8	7.5	4.4	7.9	4.3	1.5	0.4	42	10
7	11:01~ 11:30	1.2	0.2	2.7	4.5	1.8	<b>7.5</b>	8.8	0.3	8.5	1.1	1.4	0.3	38	<b>7</b>
8	11:31~ 12:00	2.1	0.0	3.6	4.5	0.1	<b>4.0</b>	8.8	0.5	8.6	1.4	1.5	0.4	35	<b>5</b>
9	12:01~ 12:30	1.1	0.7	3.1	3.4	2.6	<b>3.9</b>	4.6	<b>4.4</b>	4.7	<b>4.8</b>	2.5	0.7	36	<b>5</b>
10	12:31~ 13:00	0	1.5	0.0	0.1	4.0	7.8	0.2	8.1	0.2	7.8	2.5	0.6	33	5
11	13:01~ 13:30	0.2	1.3	0.1	1.4	3.6	7.4	0.2	8.0	0.5	8.6	1.6	0.3	33	5
12	13:31~ 14:00	0.5	0.2	0.0	3.1	4.1	7.4	2.2	7.7	2.8	7.6	0.9	0.1	37	6
13	14:01~ 14:30	0.5	0.6	0.3	2.0	1.9	5.3	7.4	6.9	7.0	6.9	1.2	0.2	40	8
14	14:31~ 15:00	0.6	2.4	1.2	2.1	0	5.5	6.8	7.4	7.8	7.2	1.5	0.2	43	9
15	15:01~ 15:30	0.8	1.4	1.5	2.4	1.5	7.4	7.3	4.5	7.6	7.7	1.5	0.3	44	9
16	15:31~ 16:00	0.8	0.3	0.4	2.0	3.2	6.2	6.3	1.8	6.6	6.4	1.2	0.3	36	9
17	16:01~ 16:30	0.6	2.3	0.4	1.7	3.3	2.8	5.7	3.0	6.1	5.9	1.1	0.3	33	10
18	16:31~ 17:00	0.6	1.9	1.0	1.9	3.2	0.7	5.6	5.1	5.5	3.2	0.9	0.2	30	9
19	17:01~ 17:30	0.4	1.2	1.1	1.3	2.0	4.3	4.3	4.0	4.6	0	0.2	0.1	23	9
平均每日 服務人數		10	15	23	37	53	<b>95</b>	<b>104</b>	<b>109</b>	<b>108</b>	<b>112</b>	26	5	—	—
百分比		1.49	2.11	3.34	5.35	7.57	<b>13.58</b>	<b>14.87</b>	<b>15.61</b>	<b>15.42</b>	<b>16.08</b>	3.748	0.78		

資料來源：本研究整理

表 4.17 星期六各櫃檯每時段平均服務顧客人數統計表

時段	2	3	4	5	6	7	8	
櫃檯	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	平均
6	6	7	0	6	31	22	6	2
7	208	220	285	189	279	188	150	32
9	407	286	274	273	221	192	153	38
10	432	268	226	156	177	208	117	33
11	608	466	463	468	484	411	280	66
12	693	528	491	495	485	432	232	70
13	820	554	507	487	464	316	182	69
15	720	487	424	532	453	409	259	68
16	555	317	362	438	397	427	293	58
17	183	3	53	141	167	172	67	16
18	0	0	12	52	19	25	22	3
合計	4632	3136	3097	3237	3177	2802	1761	455
平均	97	65	65	67	66	58	37	

資料來源：本研究整理

表 4.18 星期日各櫃檯每時段平均服務顧客人數統計表

時段 櫃檯	2	3	4	5	6	7	8	平均
7	16	12	21	11	10	0	3	2
9	184	161	190	120	102	124	78	20
10	160	153	131	123	149	90	63	18
11	325	287	290	310	252	198	95	37
12	261	249	205	159	213	179	101	28
13	304	328	270	235	248	188	99	35
15	264	91	109	217	241	219	116	26
16	101	22	36	72	73	67	34	8
17	7	0	0	12	6	4	2	1
合計	1622	1303	1252	1259	1294	1069	591	175
平均	34	27	26	26	27	22	12	

資料來源：本研究整理

## 4.3 等候理論各項績效基準分析

經過 4.2 節以月、週、日和時段等不同分組的計算和分析，其所得到的結果，可以更確立各個不同分組其尖峰時間的分布。本節將根據這些數據進一步以等候理論的公式來計算各項數值。由於在開放的十個櫃檯中，5、6、7、9 和 10 號為特殊和指定業務窗口，其服務性質和時數和其他窗口不同，本研究分別計算將此兩種情況的顧客到達率和平均服務時間，並以等候理論公式求出兩者在不同時段的各項績效基準值，以了解其中的差異。

為使敘述方便本研究將 5~10 號窗口簡稱為「指定窗口」，11~16 窗口簡稱為「一般窗口」。

### 4.3.1 全部窗口

以 12 個月的資料統計結果，含全部 10 個窗口其每位顧客平均服務時間為 231 秒（約 3.85 分），所以  $\mu = 30/3.85 = 7.79$ （人 / 0.5 小時），即每個窗口平均每 0.5 小時可以服務 7.79 人次的顧客。表 4.19 顯示服務者的個數( $s$ )、各時段平均到達率（每單位時間之顧客到達數， $\lambda$ ），和以公式 (3.1)、(3.6)、(3.8) 計算所得各項數值。由表 4.19 中所呈現的數值可以得知，在 11:31~14:00 的五個時段中，其設施使用率( $\rho$ )分別為 0.84、0.89、0.81、0.77、0.73，平均等候時間均超過 15 分鐘，於 4.2.3 節的分析中指出，該五個時段因員工輪流午休，使得值班人數相對較其他時段少；本節進一步以等候理論計算，結果發現，12:01~12:30 和 13:31~14:00 兩個時段的顧客到達數皆為 37 人，服務個數分別為五人、六人，雖然 12:01~12:30 時段服務個數只減少一人，但期望等候時間（顧客平均等候的時間， $W_q$ ）卻多出約 38 分鐘。

根據中華郵政[1]每年所做的客戶滿意度調查結果，郵政顧客所能接受的等候時間為 10 分鐘，以此時間來計算設施使用率( $\rho$ )，所得到的值大約為 0.68，也就是說，如要將顧客平均等候的時間控制在 10 分鐘以內，以符合顧客的期望時，則須在設施使用率為 0.68 的前提之下，去配置服務人員的個數，或是改善

服務效率以減少人員配置，以達到設施使用率為 0.68 的要求。

經過上述的分析後，顯示設施使用率對顧客等候時間會有很大的影響；由於顧客到達率是等候系統無法控制的，因此只能就現有資料分析其常態分布。本研究分析 12 個月的資料，其結果如附錄表 3 所示。圖 4.12 顯示 12 個月平均（全部窗口）每一時段設施使用率( $\rho$ )折線圖，由圖中可以觀察出每一個月每時段設施使用率，其數值高低分布大致都落在相同的時段，顯示顧客到郵局時間的分配有固定的模式。在下一節(4.6)中以線性規劃探討排班模式時，以上兩點可以做為重要的參考。

表 4.19 全部窗口平均各時段等候理論值

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
時段	08:00~08:30	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	12:01~12:30	12:31~13:00	13:01~13:30	13:31~14:00	14:01~14:30	14:31~15:00	15:01~15:30	15:31~16:00	16:01~16:30	16:31~17:00	17:01~17:30
s	6	8	10	10	10	10	7	5	5	5	5	6	8	9	9	9	10	9	9
$\lambda$	38	34	39	40	43	42	38	35	37	33	33	37	40	43	44	36	33	30	23
$\rho$	0.62	0.48	0.44	0.46	0.52	0.51	0.69	<b>0.84</b>	<b>0.89</b>	<b>0.81</b>	<b>0.77</b>	<b>0.73</b>	0.58	0.59	0.57	0.49	0.35	0.38	0.32
$P_0$	0.158	0.406	0.383	0.327	0.221	0.255	0.142	<b>0.074</b>	<b>0.05</b>	<b>0.1</b>	<b>0.119</b>	<b>0.123</b>	0.179	0.167	0.159	0.411	1.183	1.257	7.328
$L_q$	11.849	2.137	1.6	1.99	3.765	3.046	14.197	<b>39.028</b>	<b>65.34</b>	<b>26.421</b>	<b>20.178</b>	<b>19.047</b>	7.765	7.689	8.125	1.961	0.533	0.631	0.262
$W_q$	0.316	0.064	0.041	0.049	0.087	0.073	0.371	<b>1.101</b>	<b>1.786</b>	<b>0.803</b>	<b>0.61</b>	<b>0.518</b>	0.192	0.179	0.184	0.055	0.016	0.021	0.011
分	9.466	1.908	1.222	1.480	2.619	2.179	11.132	<b>33.018</b>	<b>53.59</b>	<b>24.08</b>	<b>18.309</b>	<b>15.539</b>	5.769	5.383	5.516	1.640	0.482	0.633	0.338

資料來源：本研究整理

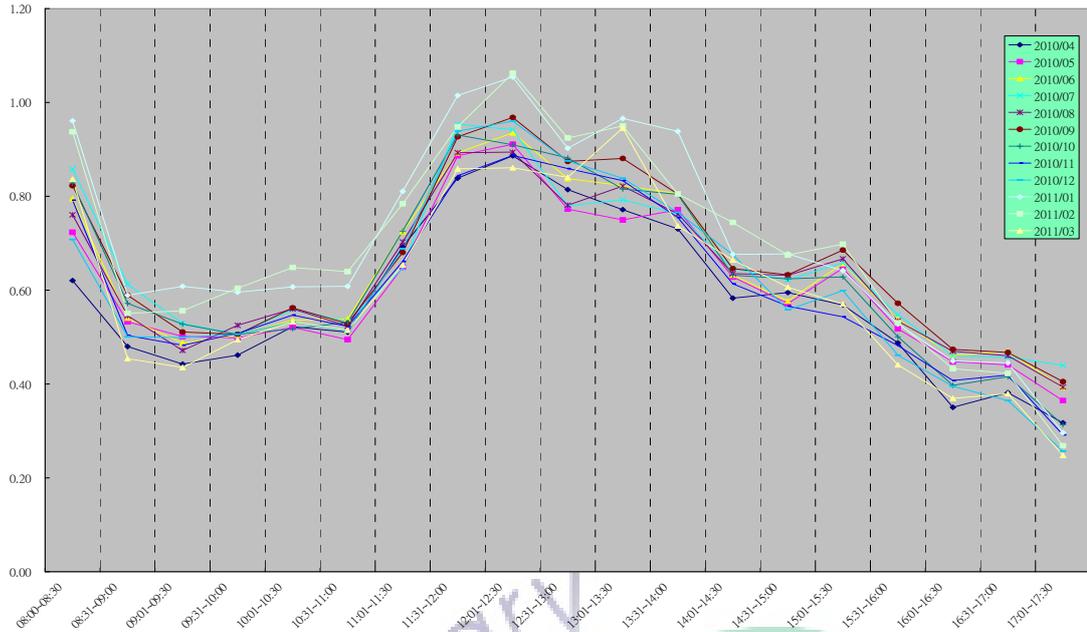


圖 4.12 每月（全部窗口）每一時段設施使用率( $\rho$ )

資料來源：本研究整理

### 4.3.2 一般窗口

一般窗口每位顧客的平均服務時間為 211 秒，約 3.51 分/人，所以  $\mu = 30/3.51=8.53$ （人 / 0.5 小時），即每個窗口平均每 30 分鐘可以服務 8.53 人次的顧客。表 4.18 顯示 12 個月平均服務者的個數  $s$ 、各時段平均到達率（每單位時間之顧客到達數， $\lambda$ ），和以公式 (2.12)、(2.15)、(2.18) 計算所得各項數值。每個月之詳細數值請參閱附錄表 3。

在 08:00~08:30 和 11:01~14:00 的時段中，除了 12:31~13:30 兩個時段外，其設施使用率( $\rho$ )都超過 1，如表 4.20和附錄表 3，其原因除了這些時段的櫃檯人數比較少之外，也和這些時段是由哪幾個櫃檯值班有關，在 08:00~08:30 時段值班人數為 6 人，其中屬於指定窗口的有 6、7、10 號 3 個櫃檯，11:01~11:30 時段值班人數為 7 人，其中有 5、6、7、9、10 號 5 個櫃檯屬於指定窗口，11:31~12:30 兩個時段值班人數同樣為 5 人，其中有 5、7、9 號 3 櫃檯屬於指定窗口，12:31~13:30 兩個時段值班人數同樣為 5 人，其中有 6、10 號 2 個櫃檯屬於指定窗口，12:31~13:30 時段值班人數為 6 人，其中有 5、9、10 號 3 個櫃檯屬於指

定窗口。在 4.2.5 節中，針對每一個櫃檯平均每個月服務人數，所計算的結果，其值分別為：5 號窗口/10 人、6 號窗口/15 人、7 號窗口/23 人、9 號窗口/37 人、10 號窗口/53 人，指定窗口每一櫃檯各時段的服務人數如表 4.16。

經由上述分析所得到的結果，可知這些時段的設施使用率大於 1 的原因，如果要讓這些時段的設施使用率回到正常的值，或減少等候時間，不僅要調整這些時段服務櫃檯的數量，同時櫃檯的性質也要一併考慮，因為指定櫃檯和一般櫃檯之間，所服務的人數存在很大的落差，在安排班每一時段所需人力時，應將指定櫃檯和一般櫃檯的比例，依照各時段顧客到達人數做適當的安排，如果僅單純考量每一時段櫃檯的人手，那可能和現實情況會有所失焦。

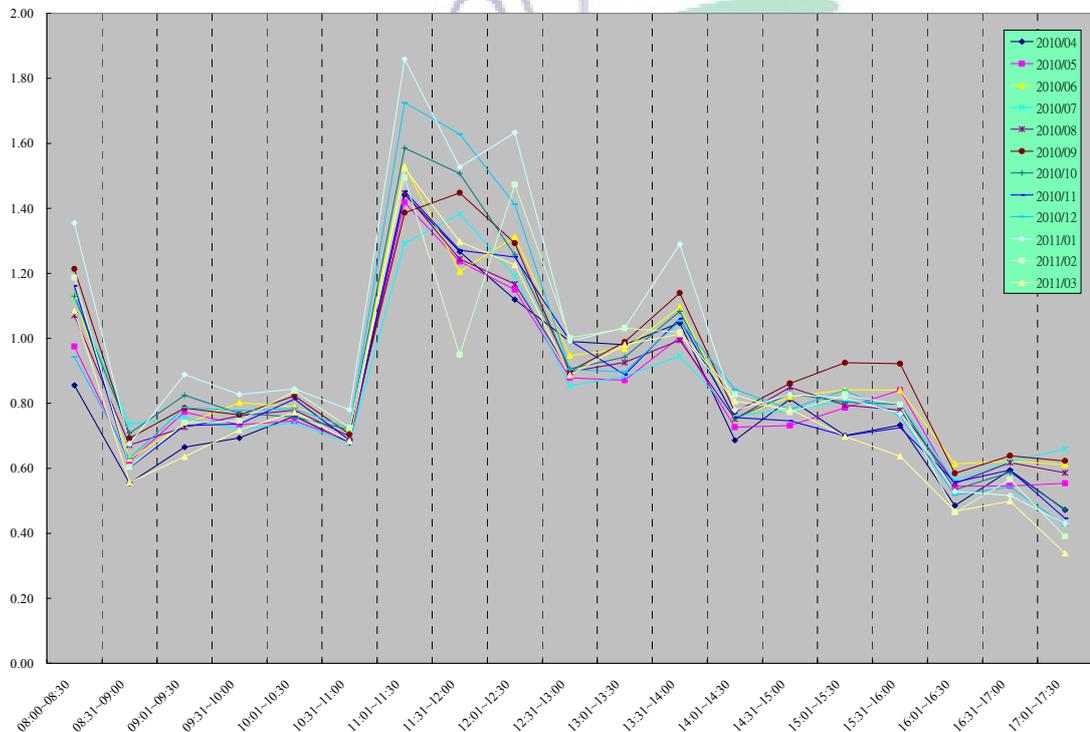


圖 4.13 每月（一般窗口）每一時段設施使用率( $\rho$ )

資料來源：本研究整理

表 4.20 一般窗口平均各時段等候理論值

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
時段	08:00~08:30	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	12:01~12:30	12:31~13:00	13:01~13:30	13:31~14:00	14:01~14:30	14:31~15:00	15:01~15:30	15:31~16:00	16:01~16:30	16:31~17:00	17:01~17:30
指定窗口	6 7 10	6 7 10	5 6 7 9 10	5 6 7 9 10	5 6 7 9 10	5 6 7 9 10	5 6 7 9 10	5 7 9	5 7 9	6 10	6 10	5 9 10	5 9 10	5 6 7 9	5 6 7 9	5 6 7 9 10	5 6 7 9 10	5 6 7 9 10	5 6 7 9 10
S	3	5	5	5	5	5	2	2	2	3	3	3	5	5	5	4	5	4	4
$\lambda$	28	27	32	32	34	30	26	23	22	24	24	27	33	34	34	27	23	20	17
$\rho$	1.10	0.64	0.75	0.75	0.79	0.71	1.51	1.33	1.29	0.93	0.95	1.06	0.77	0.80	0.80	0.78	0.53	0.58	0.50
$P_0$	*	0.346	0.167	0.167	0.094	0.228	*	*	*	0.061	0.042	*	0.152	0.122	0.126	0.181	0.688	0.604	0.951
$L_q$	*	5.347	14.754	14.728	14.354	9.573	*	*	*	42.833	63.170	*	16.864	22.841	21.865	13.137	2.152	2.576	1.397
$W_q$	*	0.196	0.459	0.458	0.427	0.318	*	*	*	1.802	2.602	*	0.515	0.670	0.645	0.492	0.094	0.13	0.082
分	*	5.87	13.76	13.74	12.82	9.53	*	*	*	54.06	78.05	*	15.44	20.10	19.34	14.75	2.83	3.91	2.45

資料來源：本研究整理

### 4.3.3 一週各時段平均人數

由 4.2.4 節分析結果，一週當中每天的顧客到達人數皆不相同，因此每日的排班模式，除了在不同的時段做不同的人員調度外，為提供更精確的排值班資料，本研究更進一步根據一週當中，不同的時間的顧客到達人數來計算各項數值，以做為排班的參考依據。

首先計算週一至週五的數值，以 4.3.1 節所求出的平均服務時間 231 秒（約 3.85 分）， $\mu=7.79$ （人/0.5 小時）做為計算的基礎，所求出的各項數值如表 4.20 所示。由表 4.21 中的數值顯示，在週一的 08:00~08:30 和 11:31~14:00 的時段中，其設施使用率都接近或超過 1.0，週二同樣也是上述幾個時段的施使用率較高，但只有 12:01~12:30 為 1.0。到了週三和週四平均等候時間分別 6.32 和 6.34，其設施使用率最高的時段為 12:01~12:30 的 0.85。至於星期五設施使用率較高的時

段和星期二接近，但分布較為平均，大部分的時段都沒有超過 1.0。由上述的計算結果可得知，一週當中星期一最為繁忙，星期二、五次之，星期三、四的設施使用率則是最低，約為 0.56。

由 4.2.4 節計算的結果得知星期六因只營業半天，所以顧客到達的頻率會比較集中，而且櫃檯值班人數會隨著次調整，一至四週分別為 9、9、6、7 人。因星期六值班櫃檯皆屬於一般櫃檯，故其每位顧客的平均服務時間為 211 秒（約 3.51 分）， $\mu = 30/3.51 = 8.53$ （人/0.5 小時），經以上述值計算結果如表 4.22。每月第一個星期六的設施使用率除了 11:31~12:00 的時段外，其他時段都超過 0.8 以上，在 08:31~09:00 時段甚至高達 1.32，第二個星期六的數值稍減，但設施使用率仍然偏高，第三和第四星期六由於值班櫃檯減為 6 和 7 人，故除了在 11:31~12:00 時段外，其餘每一時段的設施使用率都大於 1.0。至於星期日則除了 11:00~12:00 時段外，每一時段的設施使用率也都大於 1.0，從各時段設施使用率的數值顯示星期六和星期日的值班人手確實不足，應考慮增加值班人員，以降低顧客等候的時間。

表 4.21 一週各時段各項等候理論值

時段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
時間	08:00~08:30	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	12:01~12:30	12:31~13:00	13:01~13:30	13:31~14:00	14:01~14:30	14:31~15:00	15:01~15:30	15:31~16:00	16:01~16:30	16:31~17:00	17:01~17:30
s	6	8	10	10	10	10	7	5	5	5	5	6	8	9	9	9	10	9	9
週一																			
$\lambda$	49	43	49	48	50	50	45	42	42	39	39	42	47	50	50	40	40	35	27
$\rho$	1.05	0.69	0.63	0.62	0.64	0.64	0.83	1.08	1.08	1.00	1.00	0.90	0.75	0.71	0.71	0.57	0.51	0.50	0.39
$P_0$	*	0.159	0.113	0.124	0.104	0.104	0.057	*	*	*	*	0.037	0.075	0.079	0.079	0.225	0.318	0.458	2.458
$L_q$	*	24.459	13.839	11.318	16.937	16.937	65.214	*	*	*	*	109.253	40.779	34.923	34.923	4.752	2.423	1.873	0.498
$W_q$	*	0.569	0.282	0.236	0.339	0.339	1.449	*	*	*	*	2.601	0.868	0.698	0.698	0.119	0.061	0.054	0.018
分	*	17.06	8.47	7.07	10.16	10.16	43.48	*	*	*	*	78.04	26.03	20.95	20.95	3.56	1.82	1.61	0.55
週二																			
$\lambda$	40	36	40	43	46	43	39	37	39	33	34	38	40	41	45	37	34	31	25
$\rho$	0.86	0.58	0.51	0.55	0.59	0.55	0.72	0.95	1.00	0.85	0.87	0.81	0.64	0.58	0.64	0.53	0.44	0.44	0.36
$P_0$	0.057	0.534	0.318	0.213	0.152	0.213	0.126	0.022	*	0.083	0.065	0.082	0.163	0.199	0.129	0.336	0.929	0.960	4.292
$L_q$	59.866	8.924	2.423	4.238	7.599	4.238	17.366	168.884	*	34.217	46.560	35.678	9.761	5.765	12.693	2.696	0.883	0.941	0.368
$W_q$	1.497	0.248	0.061	0.099	0.165	0.099	0.445	4.564	*	1.037	1.369	0.939	0.244	0.141	0.282	0.073	0.026	0.030	0.015
分	44.90	7.44	1.82	2.96	4.96	2.96	13.36	136.93	*	31.11	41.08	28.17	7.32	4.22	8.46	2.19	0.78	0.91	0.44
週三																			
$\lambda$	31	30	35	34	37	38	34	31	33	28	30	33	37	39	39	31	31	28	21
$\rho$	0.66	0.48	0.45	0.44	0.47	0.49	0.62	0.80	0.85	0.72	0.77	0.71	0.59	0.56	0.56	0.44	0.40	0.40	0.30
$P_0$	0.233	2.246	0.755	0.929	0.517	0.435	0.238	0.125	0.083	0.211	0.150	0.175	0.234	0.255	0.255	0.960	1.874	1.903	16.006
$L_q$	7.516	4.824	1.033	0.883	1.434	1.700	6.272	19.821	34.217	9.586	15.423	11.481	5.405	3.924	3.924	0.941	0.565	0.581	0.202
$W_q$	0.242	0.161	0.030	0.026	0.039	0.045	0.184	0.639	1.037	0.342	0.514	0.348	0.146	0.101	0.101	0.030	0.018	0.021	0.010
分	7.27	4.82	0.89	0.78	1.16	1.34	5.53	19.18	31.11	10.27	15.42	10.44	4.38	3.02	3.02	0.91	0.55	0.62	0.29

時段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
週四																			
$\lambda$	30	25	32	34	38	37	34	32	32	30	29	34	36	37	40	33	29	27	21
$\rho$	0.64	0.40	0.41	0.44	0.49	0.47	0.62	0.82	0.82	0.77	0.74	0.73	0.58	0.53	0.57	0.47	0.37	0.39	0.30
$P_0$	0.269	10.708	1.463	0.929	0.435	0.517	0.238	0.103	0.103	0.150	0.178	0.152	0.266	0.336	0.225	0.648	3.205	2.458	16.006
$L_q$	6.100	3.343	0.653	0.883	1.700	1.434	6.272	25.807	25.807	15.423	12.117	14.251	4.451	2.696	4.752	1.318	0.427	0.498	0.202
$W_q$	0.203	0.134	0.020	0.026	0.045	0.039	0.184	0.806	0.806	0.514	0.418	0.419	0.124	0.073	0.119	0.040	0.015	0.018	0.010
分	6.10	4.01	0.61	0.78	1.34	1.16	5.53	24.19	24.19	15.42	12.53	12.57	3.71	2.19	3.56	1.20	0.44	0.55	0.29
週五																			
$\lambda$	37	33	40	42	44	42	39	35	36	34	33	37	42	47	46	37	32	29	23
$\rho$	0.79	0.53	0.51	0.54	0.56	0.54	0.72	0.90	0.92	0.87	0.85	0.79	0.67	0.67	0.66	0.53	0.41	0.41	0.33
$P_0$	0.097	1.037	0.318	0.241	0.189	0.241	0.126	0.049	0.035	0.065	0.083	0.097	0.130	0.105	0.116	0.336	1.463	1.495	8.109
$L_q$	28.055	6.382	2.423	3.506	5.137	3.506	17.366	65.882	99.356	46.560	34.217	28.055	14.570	18.971	15.510	2.696	0.653	0.680	0.277
$W_q$	0.758	0.193	0.061	0.083	0.117	0.083	0.445	1.882	2.760	1.369	1.037	0.758	0.347	0.404	0.337	0.073	0.020	0.023	0.012
分	22.75	5.80	1.82	2.50	3.50	2.50	13.36	56.47	82.80	41.08	31.11	22.75	10.41	12.11	10.12	2.19	0.61	0.70	0.36

資料來源：本研究整理

表 4.22 週六、日各時段各項等候理論值

時段	2	3	4	5	6	7	8
時間	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00
星期六(第 1 週)							
s	9	9	9	9	9	9	9
$\lambda$	101	68	71	72	69	62	41
$\rho$	1.32	0.89	0.92	0.94	0.90	0.81	0.53
$P_0$	*	0.021	0.013	0.010	0.018	0.041	0.315
$L_q$	*	511.848	1121.087	1527.535	653.455	140.881	2.927
$W_q$	*	7.527	15.790	21.216	9.470	2.272	0.071
分	*	225.82	473.70	636.47	284.11	68.17	2.14

時段	2	3	4	5	6	7	8
星期六(第 2 週)							
s	9	9	9	9	9	9	9
$\lambda$	94	61	63	67	62	54	35
$\rho$	1.22	0.79	0.82	0.87	0.81	0.70	0.46
$P_0$	*	0.046	0.038	0.024	0.041	0.084	0.790
$L_q$	*	115.503	172.383	405.638	140.881	30.358	1.105
$W_q$	*	1.893	2.736	6.054	2.272	0.562	0.032
分	*	56.80	82.09	181.63	68.17	16.87	0.95
星期六(第 3 週)							
s	6	6	6	6	6	6	6
$\lambda$	91	62	59	66	62	57	32
$\rho$	1.78	1.21	1.15	1.29	1.21	1.11	0.63
$P_0$	*	*	*	*	*	*	0.301
$L_q$	*	*	*	*	*	*	5.193
$W_q$	*	*	*	*	*	*	0.162
分	*	*	*	*	*	*	4.87
週六(第 4 週)							
s	7	7	7	7	7	7	7
$\lambda$	101	70	65	65	71	60	39
$\rho$	*	*	*	*	*	*	0.65
$P_0$	*	*	*	*	*	*	0.193
$L_q$	*	*	*	*	*	*	8.679
$W_q$	*	*	*	*	*	*	0.223
分	*	*	*	*	*	*	6.68
週日							
s	3	3	3	3	3	3	3
$\lambda$	34	27	26	26	27	22	12
$\rho$	1.33	1.06	1.02	1.02	1.06	0.86	0.47
$P_0$	*	*	*	*	*	0.132	1.117
$L_q$	*	*	*	*	*	1.637	0.134
$W_q$	*	*	*	*	*	0.074	0.011
分	*	*	*	*	*	2.23	0.34

資料來源：本研究整理

## 4.4 氣候因素影響顧客人數的程度

為了解天氣的因素是否會影響顧客到郵局的意願，本研究以雨量多寡作為判定天氣好壞的標準，根據中央氣象局[3]之雨量統計資料顯示，2010年4月至2011年3月期間，臺東地區雨量大多集中在2010年7月至10月四個月分，如表4.23，因此本研究以這四個月的資料來分析其相關性。依據中央氣象局對雨勢的定義，當24小時累積量達50毫米以上時即「大雨」，2010年7月至10月，臺東市發生50毫米以上大雨的日期，和顧客數量對照如表4.24，由表中可以看出臺東地區除了有颱風侵襲外，發生大雨的機率並不高，從統計表中的資料可以觀察出超過50毫米雨量天氣的營業日，其顧客的人數比該月平均人數減少約18%~42%，但因雨量大小和顧客數量並非正向關係，亦即並非雨量較多，客戶的人數減少的比例就會比較高。其原因為且氣象局所公布的每日雨量統計資料為24小時的累積量，並無每小時的雨量統計資料。因此只能分析比對叫號機顧客取牌的時間，是否集中在某一時段；經過分析資料後發現，客戶會確實會集中在某一時段上門，故以此研判可能該時段雨勢稍歇，所以客戶會利用此時到郵局辦理事務。綜觀上述的統計和觀察，可得知如果雨量超過50毫米的營業日，顧客到郵局意願，確實會受到天氣的影響。

為了解雨量在50毫米以下的營業日，顧客到郵局的意願，本研究將表4.6之資料剔除星期六、日和未營業的日期及上述雨量超過50毫米的營業日後，利用SPSS統計軟體做相關分析所得結果如表4.25和表4.26。表4.26中顯示雨量對顧客數的皮爾森（Pearson）積差相關係數 $r = -0.034$ ，而顯著性（雙尾） $P = 0.764 > 0.05$ ，並未達顯著水準，顯示雨量與顧客數量相關性低，表示顧客數量與雨量無顯著關係。

綜觀合上述的統計和觀察，可得知如果雨量在50毫米以下的營業日，顧客到郵局意願，並不會受到雨量多寡的影響。故後續以線性規劃排班的分析中，將排除雨量的因素。

表 4.23 每日雨量與顧客數量統計表

年月	2010/7		2010/8		2010/9		2010/10	
日	雨量	顧客數	雨量	顧客數	雨量	顧客數	雨量	顧客數
1	0	929	0	206	<b>100</b>	<b>419</b>	0	725
2	0	829	0	864	<b>44.5</b>	<b>702</b>	0	479
3	0	469	0	665	<b>38</b>	<b>833</b>	13	197
4	0	175	0	626	0	502	0.3	729
5	0	991	0	766	0	192	0	815
6	0	783	0.7	872	0	890	<b>32.7</b>	<b>772</b>
7	0	697	0.1	423	3	786	23	794
8	0	578	0	194	<b>119</b>	<b>587</b>	<b>36.1</b>	<b>769</b>
9	0	685	0	809	<b>227</b>	<b>416</b>	2.5	492
10	0	423	0	761	25.5	799	0.09	-
11	0.1	162	0	738	2.4	591	0	871
12	13.5	777	0	602	0	206	4.9	712
13	0	761	0	648	0	903	1.6	654
14	9.1	784	0	429	28.5	717	0	542
15	<b>23.5</b>	602	8	142	0	784	0	666
16	1	769	6.2	718	0	613	129	371
17	0.9	397	<b>35.5</b>	<b>636</b>	0	667	61	162
18	0	133	<b>24.7</b>	<b>556</b>	0	495	26.5	845
19	0	775	0	535	115.1	-	12.5	677
20	0.5	604	0	656	75.1	-	3.2	587
21	<b>24</b>	574	0	368	0.2	1030	<b>83</b>	<b>419</b>
22	11.4	528	5.8	103	0	-	<b>67.5</b>	<b>542</b>
23	0	602	<b>46.5</b>	<b>650</b>	0	809	6.2	-
24	10.8	371	0	536	0.1	746	0	195
25	52	197	4.1	777	1.1	695	0	999
26	26.5	858	0	694	0	197	0.8	672
27	9.4	672	0	787	0	872	0	624
28	1	676	0	493	0	674	0	549
29	0	591	0	201	0.2	640	0	648
30	0.4	711	0	877	0	653	0	438
31	0	368	5.5	672	-	-	0	201

雨量資料來源：中央氣象局

表 4.24 超過 50 毫米大雨發生日期和顧客數量對照表

日期	星期	雨量	顧客數	當月每日 平均數	顧客減少比例 %
2010/9/1	週三	100	419	727	42.37
2010/9/8	週三	119	587	727	19.26
2010/9/9	週四	227	416	727	42.78
2010/10/21	週四	83	419	664	36.9
2010/10/22	週五	67.5	542	664	18.37

資料來源：本研究整理。

表 4.25 描述性統計量

	平均數	標準差	個數
雨量	6.564	12.1601	80
顧客數	724.86	113.958	80

資料來源：本研究整理

表 4.26 皮爾森( Pearson )積差相關分析表

		雨量	顧客數
雨量	Pearson 相關	1	-.034
	顯著性 (雙尾)		.764
	個數	80	80
顧客數	Pearson 相關	-.034	1
	顯著性 (雙尾)	.764	
	個數	80	80

資料來源：本研究整理

## 4.5 線性規劃--最佳化排班

經由 4.2 和 4.3 節計算結果分析比較，發現以「星期」做為排班的基準較符合實際狀況，因此本研究將以 4.3.3 節所計算的結果，利用線性規劃和 LINDO 程式求解，來推導出星期一至五的最佳化值班表。

個案郵局每日服務時間為 9.5 小時（19 個時段），上班人數為 10 人，每人每天上班時間為八個小時，其中服務時間為 7.5 小時（15 個時段），剩餘 30 分鐘為結帳時間，參照表 4.2 的排班模式，本研究推導出線性規劃的目標函式和限制式，如公式(4.1)，在 (4.1) 式中，1~19 列的限制式代表每一時段之設施使用率( $\lambda / s \mu$ )，因為每個時段的服務人數不同，因此在每限制式中的  $x_1 \sim x_8$ ，代表每日值班的 10 個櫃檯，其不同的上班時間和中午休息時間，對照的排班模式，其中 5 號和 9 號櫃檯、以及 12 號和 15 號櫃檯，其上班時間和中午休息時間相同，故在 10 個櫃檯中，共有八種不同的上班模式。 $\lambda_1 \sim \lambda_{19}$  為每個時段的到達人數， $\mu$  為全部櫃檯的平均服務率， $\rho_1 \sim \rho_{19}$  為設施使用率，其值如表 4.27 中一週各時段之設施使用率。由於公式(4.1)並不符合線性規劃的形式，因此在經過適當的轉換後，結果如公式(4.2)。

表 4.27  $x_1 \sim x_8$  表示方式

窗口		時段	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$	$\lambda_5$	$\lambda_6$	$\lambda_7$	$\lambda_8$	$\lambda_9$	$\lambda_{10}$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$	$\lambda_{16}$	$\lambda_{17}$	$\lambda_{18}$	$\lambda_{19}$	
		時間	08:00~08:30	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	12:01~12:30	12:31~13:00	13:01~13:30	13:31~14:00	14:01~14:30	14:31~15:00	15:01~15:30	15:31~16:00	16:01~16:30	16:31~17:00	17:01~17:30	
5	$x_1$	師生	—		★	★	★	★	★	★	★	午休		★	★	★	★	★	★	★	★	
6	$x_2$	票據	★	★	★	★	★	★	★	午休		★	★	彈性休		★	★	★	★	★	★	
7	$x_3$	薪資	★	★	★	★	★	★	★	★	午休					★	★	★	★	★	★	
9	$x_1$	壽險	—		★	★	★	★	★	★	★	午休		★	★	★	★	★	★	★	★	★
10	$x_4$	定期	★	★	★	★	★	★	★	午休		★	★	★	★	彈性休		★	★	★	★	
11	$x_5$	劃撥	★	★	★	★	★	★	午休			★	★	★	★	★	★	★	★	★	彈	★
12	$x_6$	國際	—	★	★	★	★	★	★	★	午休		★	★	★	★	★	★	★	★	★	★
13	$x_7$	匯兌	★	★	★	★	★	★	午休		★	★	★	★	★	★	★	彈	★	★	★	★
15	$x_6$	存簿	—	★	★	★	★	★	★	★	午休					★	★	★	★	★	★	
16	$x_8$	綜合	★	★	★	★	★	★	午休			★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	—
		到達人數	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$	$\lambda_5$	$\lambda_6$	$\lambda_7$	$\lambda_8$	$\lambda_9$	$\lambda_{10}$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$	$\lambda_{16}$	$\lambda_{17}$	$\lambda_{18}$	$\lambda_{19}$	
		限制式中 $x_i$ 的個數	$x_2$	$x_2$	$x_1$ $x_2$	$x_1$ $x_2$	$x_1$ $x_2$	$x_1$ $x_2$	$x_1$ $x_2$	$x_1$ $x_3$	$x_1$ $x_3$	$x_2$ $x_4$	$x_2$ $x_4$	$x_1$ $x_4$	$x_1$ $x_4$	$x_1$ $x_2$						
			$x_3$	$x_3$	$x_3$ $x_4$	$x_3$ $x_4$	$x_3$ $x_4$	$x_3$ $x_4$	$x_1$ $x_2$	$x_1$ $x_3$	$x_1$ $x_3$	$x_2$ $x_4$	$x_2$ $x_4$	$x_1$ $x_4$	$x_1$ $x_3$	$x_2$ $x_3$						
			$x_4$	$x_4$	$x_4$ $x_5$	$x_4$ $x_5$	$x_4$ $x_5$	$x_4$ $x_5$	$x_2$ $x_3$	$x_3$ $x_6$	$x_3$ $x_6$	$x_4$ $x_5$	$x_4$ $x_5$	$x_4$ $x_5$	$x_4$ $x_5$	$x_3$ $x_4$						
			$x_5$	$x_5$	$x_5$ $x_6$	$x_5$ $x_6$	$x_5$ $x_6$	$x_5$ $x_6$	$x_3$ $x_4$	$x_6$ $x_7$	$x_6$ $x_7$	$x_5$ $x_7$	$x_5$ $x_7$	$x_5$ $x_7$	$x_5$ $x_6$	$x_4$ $x_5$						
			$x_6$	$x_6$	$x_6$ $x_7$	$x_6$ $x_7$	$x_6$ $x_7$	$x_6$ $x_7$	$x_4$ $x_6$	$x_6$ $x_8$	$x_7$ $x_8$	$x_7$ $x_8$	$x_7$ $x_8$	$x_7$ $x_8$	$x_6$ $x_7$	$x_5$ $x_6$						
			$x_7$	$x_7$	$x_7$ $x_8$	$x_7$ $x_8$	$x_7$ $x_8$	$x_6$ $x_8$	$x_6$ $x_8$	$x_6$ $x_8$	$x_7$ $x_8$	$x_8$ $x_8$	$x_8$ $x_8$	$x_8$ $x_8$	$x_7$ $x_8$	$x_6$ $x_8$						
			$x_8$	$x_8$	$x_8$	$x_8$	$x_8$	$x_8$	$x_6$ $x_8$	$x_6$ $x_8$	$x_7$ $x_8$	$x_8$ $x_8$	$x_7$ $x_8$									

資料來源：本研究整理

Min

$$z = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8$$

s.t.

$$\begin{aligned} \frac{\lambda_1}{(x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_7 + x_8)\mu} &\geq \rho_1 \\ \frac{\lambda_2}{(x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8)\mu} &\geq \rho_2 \\ \frac{\lambda_3}{(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8)\mu} &\geq \rho_3 \\ \frac{\lambda_4}{(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8)\mu} &\geq \rho_4 \\ \frac{\lambda_5}{(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8)\mu} &\geq \rho_5 \\ \frac{\lambda_6}{(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8)\mu} &\geq \rho_6 \\ \frac{\lambda_7}{(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_6)\mu} &\geq \rho_7 \\ \frac{\lambda_8}{(x_1 + x_3 + x_6)\mu} &\geq \rho_8 \\ \frac{\lambda_9}{(x_1 + x_3 + x_6)\mu} &\geq \rho_9 \\ \frac{\lambda_{10}}{(x_2 + x_4 + x_5 + x_7 + x_8)\mu} &\geq \rho_{10} \\ \frac{\lambda_{11}}{(x_2 + x_4 + x_5 + x_7 + x_8)\mu} &\geq \rho_{11} \\ \frac{\lambda_{12}}{(x_1 + x_4 + x_5 + x_7 + x_8)\mu} &\geq \rho_{12} \\ \frac{\lambda_{13}}{(x_1 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8)\mu} &\geq \rho_{13} \\ \frac{\lambda_{14}}{(x_1 + x_2 + x_3 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8)\mu} &\geq \rho_{14} \\ \frac{\lambda_{15}}{(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8)\mu} &\geq \rho_{15} \\ \frac{\lambda_{16}}{(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_8)\mu} &\geq \rho_{16} \\ \frac{\lambda_{17}}{(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8)\mu} &\geq \rho_{17} \\ \frac{\lambda_{18}}{(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_6 + x_7 + x_8)\mu} &\geq \rho_{18} \\ \frac{\lambda_{19}}{(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7)\mu} &\geq \rho_{19} \end{aligned} \tag{4.1}$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8 \geq 0$$

Min

$$z = x1 + x2 + x3 + x4 + x5 + x6 + x7 + x8$$

s.t.

$$x2 + x3 + x4 + x5 + x7 + x8 \geq \frac{\lambda_1}{\mu\rho_1}$$

$$x2 + x3 + x4 + x5 + x6 + x7 + x8 \geq \frac{\lambda_2}{\mu\rho_2}$$

$$x1 + x2 + x3 + x4 + x5 + x6 + x7 + x8 \geq \frac{\lambda_3}{\mu\rho_3}$$

$$x1 + x2 + x3 + x4 + x5 + x6 + x7 + x8 \geq \frac{\lambda_4}{\mu\rho_4}$$

$$x1 + x2 + x3 + x4 + x5 + x6 + x7 + x8 \geq \frac{\lambda_5}{\mu\rho_5}$$

$$x1 + x2 + x3 + x4 + x5 + x6 + x7 + x8 \geq \frac{\lambda_6}{\mu\rho_6}$$

$$x1 + x2 + x3 + x4 + x6 \geq \frac{\lambda_7}{\mu\rho_7}$$

$$x1 + x3 + x6 \geq \frac{\lambda_8}{\mu} \rho_8$$

$$x1 + x3 + x6 \geq \frac{\lambda_9}{\mu\rho_9}$$

$$x2 + x4 + x5 + x7 + x8 \geq \frac{\lambda_{10}}{\mu\rho_{10}}$$

$$x2 + x4 + x5 + x7 + x8 \geq \frac{\lambda_{11}}{\mu\rho_{11}}$$

$$x1 + x4 + x5 + x7 + x8 \geq \frac{\lambda_{12}}{\mu\rho_{12}}$$

$$x1 + x4 + x5 + x6 + x7 + x8 \geq \frac{\lambda_{13}}{\mu\rho_{13}}$$

$$x1 + x2 + x3 + x5 + x6 + x7 + x8 \geq \frac{\lambda_{14}}{\mu\rho_{14}}$$

$$x1 + x2 + x3 + x4 + x5 + x6 + x7 + x8 \geq \frac{\lambda_{15}}{\mu\rho_{15}}$$

$$x1 + x2 + x3 + x4 + x5 + x6 + x8 \geq \frac{\lambda_{16}}{\mu\rho_{16}}$$

$$x1 + x2 + x3 + x4 + x5 + x6 + x7 + x8 \geq \frac{\lambda_{17}}{\mu\rho_{17}}$$

$$x1 + x2 + x3 + x4 + x6 + x7 + x8 \geq \frac{\lambda_{18}}{\mu\rho_{18}}$$

$$x1 + x2 + x3 + x4 + x5 + x6 + x7 \geq \frac{\lambda_{19}}{\mu\rho_{19}}$$

$$x1, x2, x3, x4, x5, x6, x7, x8 \geq 0$$

(4.2)

### 4.5.1 星期一排班表

由表 4.21 中的各項數值可以觀察出，如要將顧客平均等候時間維持在約 10 分鐘，則其設施使用率( $\rho$ )必須約為 0.64；因此本研究以 0.64 和星期一的每個時段之( $\lambda$ )值，以及平均服務率( $\mu$ )7.79(參閱 4.3.1 節)等各項值，帶入公式(4.2)，再利用 LINDO 程式之整數規劃求解，得到的最佳解為：

$$\text{目標函數 } z = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 = 17 \quad (4.3)$$

$$x_1=2, x_2=1, x_3=6, x_4=0, x_5=0, x_6=1, x_7=0, x_8=7 \quad (4.4)$$

在(4.3)式中的最佳解「17」，表示每日值班人數最少需要 17 人，才能將顧客平均等候時間維持在 10 分鐘。這個結果與個案郵局星期一所排的值班人數 11 人，差距太大，實務上亦不可能以此人數進行排班。式(4.4)中， $x_1=2$  表示此種上班模式的櫃檯需排二個， $x_2=1$  表示需排一個， $x_4=0$  表示不排此種上班模式的櫃檯。

既然以目前的平均服務率，無法達到顧客平均等候時間 10 分鐘的水準，因此，為了解以目前的平均服務率，其顧客的平均等候時間為何，本研究再將顧客平均等候時間，依不同時段放寬為 20~30 分鐘，也就是變更設施使用率  $\rho_{1\sim 19}$  的值，依序為 0.71, 0.71, 0.64, 0.64, 0.64, 0.64, 0.75, 0.75, 0.75, 0.75, 0.75, 0.75, 0.71, 0.71, 0.71, 0.71, 0.71, 0.64, 0.64)，再以 LINDO 程式求解，所得到的最佳解為：

$$\text{目標函數 } z = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 = 15 \quad (4.5)$$

$$x_1=1, x_2=0, x_3=6, x_4=5, x_5=0, x_6=1, x_7=0, x_8=2 \quad (4.6)$$

雖將平均等候時間放寬為 20~30 分鐘，但所得到的解，顯示每日值班人數還是需要 15 人，由此可知以現有櫃檯的平均服務率(7.79)，以及現行排班模式的條件下，要達到顧客平均等候時間 10 分鐘的目標，除非提升平均服務率，否則是無法達成的。為了解平均服務率要達到何種水準，才能將平均等候時間維持在 10 分鐘，本研究以平均服務率 8.53、11、12，配合平均等候時間 10 分鐘所對

應的設施使用率，其值依序為 0.64, 0.64,0.64, 0.64, 0.71, 0.71, 0.71, 0.71, 0.71, 0.71, 0.64, 0.64, 0.64, 0.64, 0.64, 0.64, 0.64, 0.64, 0.64, 0.64，經反覆的測試結果，以平均服務率 12 所得到的解，較能符合平均等候時間 10 分鐘的預期目標。

以上述平均服務率 12，和星期一每時段顧客到達人數帶入公式(4.2)，再以 LINDO 程式求解，所得到的最佳解為：

$$\text{目標函數 } z = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 = 11 \quad (4.7)$$

$$x_1=0, x_2=0, x_3=3, x_4=1, x_5=2, x_6=2, x_7=3, x_8=0 \quad (4.8)$$

再由式(4.7)、(4.8)中的最佳解，推導出星期一最佳的排班表，如表 4.28所示。

表 4.28 星期一排班表

時段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
時間	08:00~08:30	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	12:01~12:30	12:31~13:00	13:01~13:30	13:31~14:00	14:01~14:30	14:31~15:00	15:01~15:30	15:31~16:00	16:01~16:30	16:31~17:00	17:01~17:30		
5	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休			★	★	★	★	★	★	★	★	
6	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休			★	★	★	★	★	★	★	★	★
7	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休			★	★	★	★	★	★	★	★	★
9	★	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	休		★	★	★	★	★	
10	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休	★	
11	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休	★	
12	--	★	★	★	★	★	★	★	★	休			★	★	★	★	★	★	★	★	
13	--	★	★	★	★	★	★	★	★	休			★	★	★	★	★	★	★	★	★
15	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	★	★	★	休	★	★	★	★	
16	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	★	★	★	休	★	★	★	★	
17	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	★	★	★	休	★	★	★	★	
λ	49	43	49	48	50	50	45	42	42	39	39	42	47	50	50	40	40	35	27		
值班人數	9	11	11	11	11	11	6	5	5	6	6	6	8	10	10	8	11	9	11		

資料來源：本研究整理

## 4.5.2 星期二排班表

以 4.5.1 節測試結果（平均服務率 12），和表 4.21 中，星期二每時段顧客到達人數帶入公式(4.2)，再以 LINDO 程式求解，得到最佳解為：

$$\text{目標函數 } z = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 = 10 \quad (4.9)$$

$$x_1=0, x_2=0, x_3=4, x_4=4, x_5=0, x_6=1, x_7=0, x_8=1 \quad (4.10)$$

再由式(4.9)、(4.10)中的最佳解，推導出星期二最佳的排班表，如表 4.29 所示。

表 4.29 星期二排班表

時段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
時間	08:00~08:30	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	12:01~12:30	12:31~13:00	13:01~13:30	13:31~14:00	14:01~14:30	14:31~15:00	15:01~15:30	15:31~16:00	16:01~16:30	16:31~17:00	17:01~17:30	
5	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休			★	★	★	★	★	★	★	
6	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休			★	★	★	★	★	★	★	★
7	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休			★	★	★	★	★	★	★	★
9	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休			★	★	★	★	★	★	★	★
10	★	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	休		★	★	★	★	★
11	★	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	休		★	★	★	★	★
12	★	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	休		★	★	★	★	★
13	★	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	休		★	★	★	★	★
15	--	★	★	★	★	★	★	★	★	休			★	★	★	★	★	★	★	★
16	★	★	★	★	★	★	休			★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休
$\lambda$	40	36	40	43	46	43	39	37	39	33	34	38	40	41	45	37	34	31	25	
值班人數	9	10	10	10	10	10	9	5	5	5	5	5	6	6	6	10	10	10	9	
	6	8	10	10	10	10	7	5	5	5	5	6	8	9	9	9	10	9	9	

資料來源：本研究整理

### 4.5.3 星期三排班表

以 4.5.1 節測試結果（平均服務率 12），和表 4.21 中，星期三每時段顧客到達人數帶入公式(4.2)，再以 LINDO 程式求解，得到最佳解為：

$$\text{目標函數 } z = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 = 8 \quad (4.11)$$

$$x_1=3, x_2=0, x_3=1, x_4=1, x_5=0, x_6=0, x_7=3, x_8=0 \quad (4.12)$$

再由式(4.11)、(4.12)中的最佳解，推導出星期三最佳的排班表，如表 4.30 所示。

由於個案郵局每星期三的核定人手為 10 人，以線性規劃求解所到的結果為 8 人，換言之，星期三只要開放 8 個服務櫃檯，就可以維持顧客平均等候時間在 10 分鐘的水準。

表 4.30 星期三排班表

時段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
時間	08:00~08:30	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	12:01~12:30	12:31~13:00	13:01~13:30	13:31~14:00	14:01~14:30	14:31~15:00	15:01~15:30	15:31~16:00	16:01~16:30	16:31~17:00	17:01~17:30
6	----	★	★	★	★	★	★	★	★	休	★	★	★	★	★	★	★	★	★
9	----	★	★	★	★	★	★	★	★	休	★	★	★	★	★	★	★	★	★
10	----	★	★	★	★	★	★	★	★	休	★	★	★	★	★	★	★	★	★
11	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休			★	★	★	★	★	★	★
12	★	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	休		★	★	★	★
13	★	★	★	★	★	★	休			★	★	★	★	★	★	休	★	★	★
14	★	★	★	★	★	★	休			★	★	★	★	★	★	休	★	★	★
15	★	★	★	★	★	★	休			★	★	★	★	★	★	休	★	★	★
λ	31	30	35	34	37	38	34	31	33	28	30	33	37	39	39	31	31	28	21
值班人數	5	5	8	8	8	8	5	4	4	4	4	7	7	7	7	5	8	8	8

資料來源：本研究整理

#### 4.5.4 星期四排班表

以 4.5.1 節測試結果（平均服務率 12），和表 4.21 中，星期四每時段顧客到達人數帶入公式(4.2)，再以 LINDO 程式求解，得到最佳解為：

$$\text{目標函數 } z = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 = 8 \quad (13)$$

$$x_1=1, x_2=0, x_3=0, x_4=0, x_5=3, x_6=3, x_7=0, x_8=1 \quad (14)$$

再由式(4.13)、(4.14)中的最佳解，推導出星期四最佳的排班表，如表 4.31 所示。

同樣的星期四的最佳解亦是為 8 人，因此，星期四也只要 8 人值班，就可以維持顧客平均等候時間在 10 分鐘的水準。

表 4.31 星期四排班表

時段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
時間	08:00~08:30	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	12:01~12:30	12:31~13:00	13:01~13:30	13:31~14:00	14:01~14:30	14:31~15:00	15:01~15:30	15:31~16:00	16:01~16:30	16:31~17:00	17:01~17:30
6	---	★	★	★	★	★	★	★	★	休	★	★	★	★	★	★	★	★	★
9	★	★	★	★	★	★	休	休	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休	★
10	★	★	★	★	★	★	休	休	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休	★
11	★	★	★	★	★	★	休	休	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休	★
12	--	★	★	★	★	★	★	★	★	休	休	★	★	★	★	★	★	★	★
13	--	★	★	★	★	★	★	★	★	休	休	★	★	★	★	★	★	★	★
14	--	★	★	★	★	★	★	★	★	休	休	★	★	★	★	★	★	★	★
15	★	★	★	★	★	★	休	休	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休
$\lambda$	30	25	32	34	38	37	34	32	32	30	29	34	36	37	40	33	29	27	21
值班人數	4	7	8	8	8	8	4	4	4	4	4	5	8	8	8	8	8	5	7

資料來源：本研究整理

### 4.5.5 星期五排班表

以 4.5.1 節測試結果（平均服務率 12），和表 4.21 中，星期五每時段顧客到達人數帶入公式(4.2)，再以 LINDO 程式求解，得到最佳解為：

$$\text{目標函數 } z = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 = 10 \quad (15)$$

$$x_1=0, x_2=0, x_3=4, x_4=3, x_5=0, x_6=1, x_7=0, x_8=2 \quad (16)$$

再由式(4.15)、(4.16)中的最佳解，推導出星期五最佳的排班表，如表 4.32 所示。

表 4.32 星期五排班表

時段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
時間	08:00~08:30	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	12:01~12:30	12:31~13:00	13:01~13:30	13:31~14:00	14:01~14:30	14:31~15:00	15:01~15:30	15:31~16:00	16:01~16:30	16:31~17:00	17:01~17:30		
5	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休			★	★	★	★	★	★	★	★	
6	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休			★	★	★	★	★	★	★	★	★
7	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休			★	★	★	★	★	★	★	★	★
9	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休			★	★	★	★	★	★	★	★	★
10	★	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	休		★	★	★	★	★	★
11	★	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	休		★	★	★	★	★	★
12	★	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	休		★	★	★	★	★	★
13	--	★	★	★	★	★	★	★	★				★	★	★	★	★	★	★	★	★
15	★	★	★	★	★	★	休			★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休
16	★	★	★	★	★	★	休			★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休
λ	37	33	40	42	44	42	39	35	36	34	33	37	42	47	46	37	32	29	23		
值班人數	9	10	10	10	10	10	8	5	5	5	5	5	6	7	7	10	10	10	8		

資料來源：本研究整理

#### 4.5.6 排班調整

本節以線性規劃的方法來求出每日最適值班人數，以及最佳的排班模式，但由於每日值班人數的限制，而且員工中午休息時段必須在 11:00~12:30 之間，因此以線性規劃求解所得到的排班模式，除了值班種類較少之外，其餘的和現行的排班表並無太大的差距，尤其是中午 11:00~14:00 的值班人數，所以還是無法解決中午時段顧客等候時間過長的問題。因此解決中午時段等候時間過長的問題，唯一的辦法就只有將每一櫃員午休的時間，分割成兩個或兩個以上的時段。

為此本研究依據表 4.28 星期一排班表，以人工方式調整，結果如表 4.33 之排班模式。並以表 4.33 之排班模式，推導出線性規劃的目標函式和限制式，再以 LINDO 程式求解，最後得到如表 4.34 之排班表。

以人工方式調整的排班表，和以 LINDO 程式求解所推導出的排班表，其不同之處在於；以 LINDO 程式求解，能夠快速的得到最佳的解，所得到的排班表其值班的種類較少，也較為單純；如表 4.34 中，分三段午休的櫃檯比表 4.33 少一個值班類型。

上述將櫃員休息時間分成兩段或三段式的排班方式，雖然每個櫃檯第一次的休息時間都在 13:00 以前，而且在午休前都不超過五個小時，但新的排班方式，其休息的時段與原來的排班方式有很大的差異，因此在新方案實行之前，必須與員工充分的溝通，取得共識之後才可正式實施。

表 4.33 以人工調整之排班表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
時段	08:00~08:30	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	12:01~12:30	12:31~13:00	13:01~13:30	13:31~14:00	14:01~14:30	14:31~15:00	15:01~15:30	15:31~16:00	16:01~16:30	16:31~17:00	17:01~17:30	
顧客數量	49	43	49	48	50	50	45	42	42	39	39	42	47	50	50	40	40	35	27	
5	----		★	★	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	★	★	★	
6	★	★	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	★	休		★	★	
7	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休			★	★	★	★	★	★	★	休
9	★	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休
10	★	★	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	★	★	休	★	★	休
11	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休
12	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	★	★	休		★
13	★	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	★	★	★	★	休	★	休
15	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休			★	★	★	★	★	休	★
16	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休	
17	★	★	★	★	休		★	★	★	休		★	★	★	★	★	★	★	★	★
原值班人數	6	8	10	10	10	10	7	5	5	5	5	6	8	9	9	9	10	9	9	
修正後人數	10	10	11	11	10	10	9	7	7	6	6	8	10	11	11	9	8	6	5	

資料來源：本研究整理

表 4.34 調整後的排班表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
時段	08:00~08:30	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	12:01~12:30	12:31~13:00	13:01~13:30	13:31~14:00	14:01~14:30	14:31~15:00	15:01~15:30	15:31~16:00	16:01~16:30	16:31~17:00	17:01~17:30	
5	---		★	★	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	★	★	★	
6	★	★	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	★	休		★	★	
7	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休			★	★	★	★	★	★	★	
9	★	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	★	★	★	★	★	休	
10	★	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	★	★	★	★	★	休	
11	★	★	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	★	★	休	★	★	休
12	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休	
13	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休	
15	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	★	★	休		★
16	★	★	★	★	★	★	★	★	★	休		★	★	★	★	★	★	休		★
$\lambda$	49	43	49	48	50	50	45	42	42	39	39	42	47	50	50	40	40	35	27	
原值班 人數	10	9	10	10	11	11	9	7	7	8	8	8	10	10	10	8	8	6	5	
修正後	9	9	10	10	10	10	8	6	6	5	6	8	9	10	10	8	7	4	5	

資料來源：本研究整理

# 第五章 結論與建議

## 5.1 結論

本研究以電腦語音叫系統蒐集 12 個月之顧客臨櫃紀錄，經過初步的整理和交叉分析計算，並應用等候理論計算各項基效值，最後以線性規劃的方法，使用 LINDO 程式求解最佳排班模式；經過上述章節的分析計算結果得到的下列的結論：

1. 每日最繁忙的時段，一天中客戶到達的高峰期為早上 9:30~11:00 和下午 14:00~15:30 五個時段，如以服務人數和顧客數比例來觀察，比例較高的時段為 11:30~13:30 四個時段，原因為員工輪流午休，導致值班人數只有五人，而顧客平均等候的時間因此增加。
2. 一週當中，星期一最為繁忙，星期五次之。星期六因只營業 3.5 個小時，顧客人數較為集中，所以每一時段的平均人數高於平常的營業日。
3. 每個月月初的 1、5、6、7、10 日和下旬的 25、31 日顧客人數比其他時間多，原因和每月 1、5、10、31 日為各企業發薪日。每個月 1、5、10、25 日顧客人數較多的隔日，顧客人數都呈明顯的下降。
4. 每個月總人數最高的前三個月為 1、7、12 月，因每月營業天數不同，如以平均人數計算則依序為 9、2、1 月。因 1 月和 7 月因郵局發放國軍退役俸和公教人員月退休俸的關係，所以顧客人數會較多，2 月因適逢春節連續假期，營業天數只有 22 天，故平均人數最高，至於 9 月份則是和學校開學郵局代收學雜費之故，所以顧客人數會較多。
5. 每季人數統計如表 4.4 所示，總人數最高為第三季，最低為第二季，兩者每月平均人數相差約 1,456 人次，這和一般企業認為 4、5、6 月為傳統淡季的說法相符。
6. 以氣象局的雨量資料分析的結果，雨量超過 50 毫米的營業日，顧客到郵局意願會受到影響，但是顧客到郵局意願並不會因雨量增加而呈負向關係。如

果雨量在 50 毫米以下的營業日，顧客到郵局意願並不會受到影響。因此本研究並未將雨量的因素納入到每日排班的條件中，但建議在氣象局發布大雨預報時，可以適當的減少值班人員，以節省人事成本。

7. 經以等候理論和線性規劃所求出的結果發現，以目前個案郵局櫃檯的服務率，並無法將顧客等候時間降低至 10 分鐘的水準。因此，要降低顧客等候時間，除了提升櫃員的服務效率之外，值班人員調度的機動性也是一項重要的因素；例如尖峰時段或是中午時段的值班人員的配置。以本研究的結果來調整值班人數，並配合本研究所推導出的最佳化排班模型，來改善排班模式，讓人力資源的調度更加的靈活有彈性；不但可以增進服務效能提升顧客滿意度，並達到降低用人成本的目地，同時也能兼顧到員工的權益。

## 5.2 建議

郵政為服務業，一向以優良的服務品質為目標，但於改制國營公司後，由於市場結構的改變和新的競爭者不斷的加入，使得郵局經營面臨巨大的挑戰，為了因應市場的變化，中華郵政公司積極朝向多角化經營的型態，陸續地開發許多新種的業務來達成營業目標。

近來年由於電腦網路普及以及電子商務的興起，中華郵政為因應顧客消費型態的改變，陸續推出網路郵局、網路 ATM 等網路線上服務，並提升自動櫃員機的功能，除了少數需要顧客親自到郵局辦理的業務外，大部分的業務，皆可在網路上使用網路郵局、網路 ATM 或是在自動櫃員機完成各項交易，因此，使用郵政服務的顧客將不再以臨櫃辦理做為唯一選擇；此種改變郵局客戶使用郵政服務的習慣的變革，將會對郵局櫃檯服務的型態帶來重大的衝擊，如果僅單純以員工生產力做為評量績效的標準，可能已無法正確衡量員工個人或是單一郵局的績效，郵政經營團隊應針對時代的變遷，積極謀求改革之道，讓郵政事業能夠藉由這一波的變革，朝著永續經營的道路持續前進。建議後續研究人員，可以以本研究為基礎朝此方向繼續研究探討。

## 參考文獻

### 中文部分

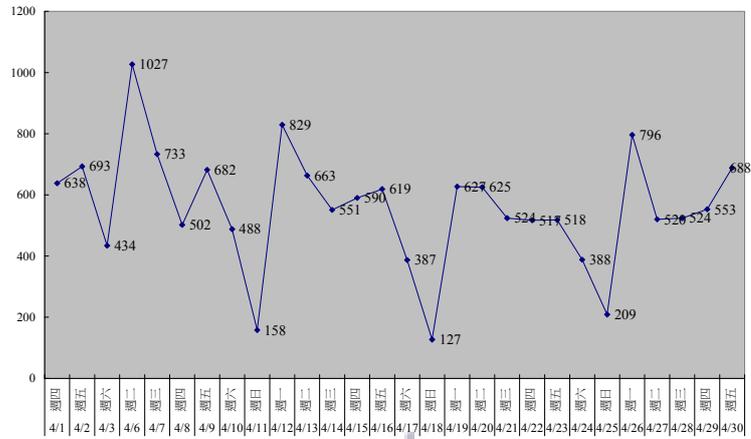
1. 中華郵政，郵政客戶滿意度調查，中華郵政，2008，台北。
2. 中華郵政，中華郵政內部作業規章，中華郵政，2009，台北。
3. 中央氣象局，每日雨量統計，<http://www.cwb.gov.tw/>。
4. 李英碩，客服中心人員排班問題之整數規劃，國立清華大學工業工程與工程管理學系，碩士論文，2007，新竹。
5. 陳坤茂，作業研究，華泰文化，1998，台北。
6. 曾延吉，郵局窗口服務品質之研究—以宜蘭責任中心局為例，佛光人文社會學院管理學研究所碩士在職專班，碩士論文，2006，宜蘭。
7. 黃允成、楊耀程，服務性系統不同等候模式研究—以郵局作業為例，*中華管理評論管理學報*，2007年11月，第10卷第4期。
8. 黃榮華、曹家豪，年工時契約型態之雇用及排班研究，*輔仁管理評論*，2004，第11卷第1期，pp 181-204。
9. 楊朝欽，醫院掛號作業效率之決策研究：等候理論之應用，大葉工學院，碩士論文，1996，彰化縣。
10. 葉進儀、楊灣讚，應用等候理論及模擬技術於國內郵局窗口服務之等候時間改善，2003，中國工業工程學會九十二年度年會暨學術研討會。
11. 廖佳彥，最佳就診時間即時預估與查詢系統之設計，國立嘉義大學生物機電工程學系，碩士論文，2005，嘉義縣。
12. 廖慶榮，作業研究。華泰文化，2009，台北。
13. 劉漢容，工廠管理，三民書局，1972，台北。
14. 蕭瑞民，以等候網路求解醫院藥局人力調配最佳化之研究，國立成功大學，碩士論文，2000，台南。

### 外文部份

15. D. Maister, "The psychology of waiting lines," *The Service Encounter*;

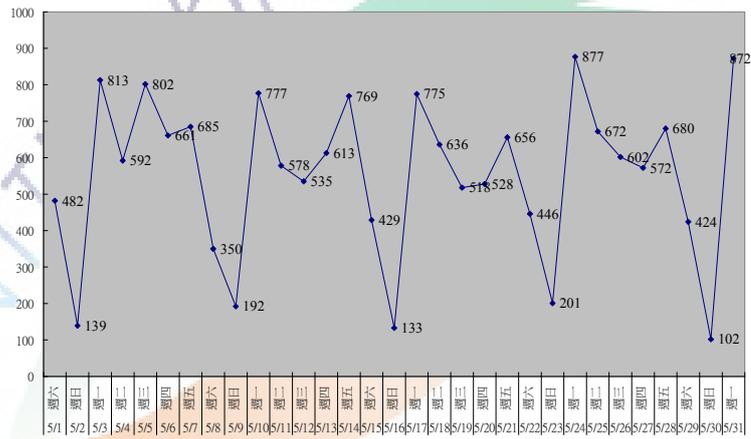
16. C. D. Pegden, and M. Rosenshine, "Some New Results for the M/M/1 Queue", *Management Science*, vol. 28, 1982, pp 821-828,.
17. H. C. Lau, "On the Complexity of Manpower Shift Scheduling", *Computers Operations Research*, vol. 23, 1996, pp 93-102.
18. J. G. Morris, and M. J. Showalter, "Simple Approaches to Shift, Days-Off and Tour Scheduling Problems," *Management Science*, vol. 29, 1983, pp 942-950.
19. J. E. Beasley, and B. Cao, "A tree search algorithm for the crew scheduling problem," *European Journal of Operational Research*, vol. 94, 1996, pp 517-526.
20. L. Katz, B. Larson, and R. Larson, "Prescription for the waiting-in-line blues: Entertain, enlighten, and engage," *Sloan Management Review* vol. 4, 1991, pp 44-53.
21. R. C. Larson, "Perspectives on queues - social injustice and the psychology of queueing," *Operations Research*, vol. 35, pp. 895-905, 1987.
22. Xu, S. H., Gao, L., and Ou, J., "Service Performance Analysis and Improvement for a Ticket Queue with Balking Customers," *Management Science*, vol. 53, 2007, pp 971-990.
23. Willig, *A Short Introduction to Queueing Theory*. Berlin: Technical University Berlin, Telecommunication Network Group, 1999.

# 附錄



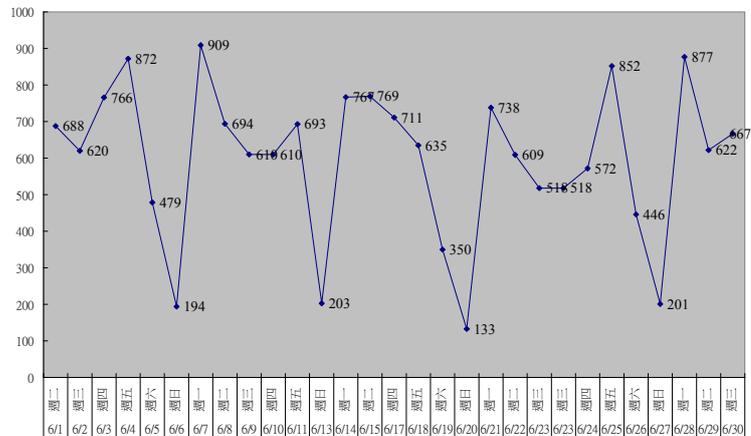
附錄圖 1. 2010 年 4 月每日人數折線圖

資料來源：本研究整理



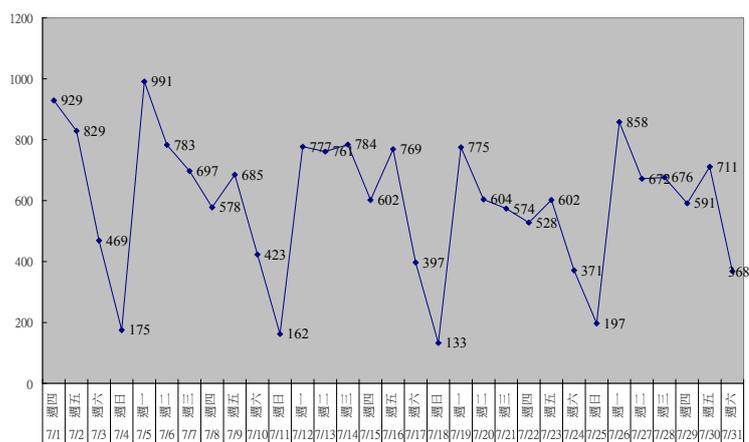
附錄圖 2. 2010 年 5 月每日人數折線圖

資料來源：本研究整理



附錄圖 3. 2010 年 6 月每日人數折線圖

資料來源：本研究整理



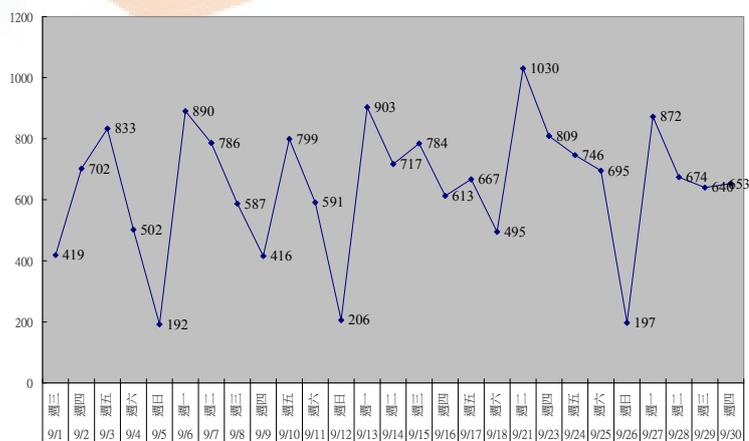
附錄圖 4. 2010 年 7 月每日人數折線圖

資料來源：本研究整理



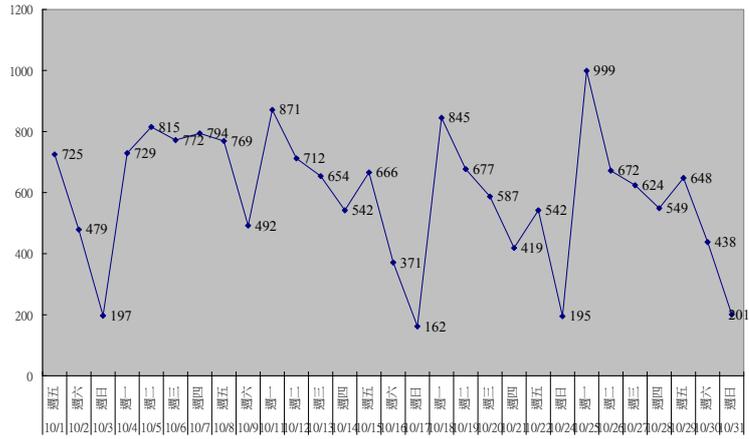
附錄圖 5. 2010 年 8 月每日人數折線圖

資料來源：本研究整理



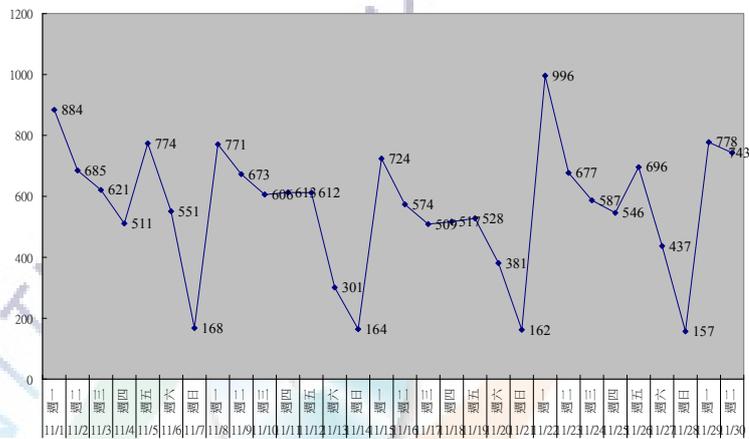
附錄圖 6. 2010 年 9 月每日人數折線圖

資料來源：本研究整理



附錄圖 7. 2010 年 10 月每日人數折線圖

資料來源：本研究整理



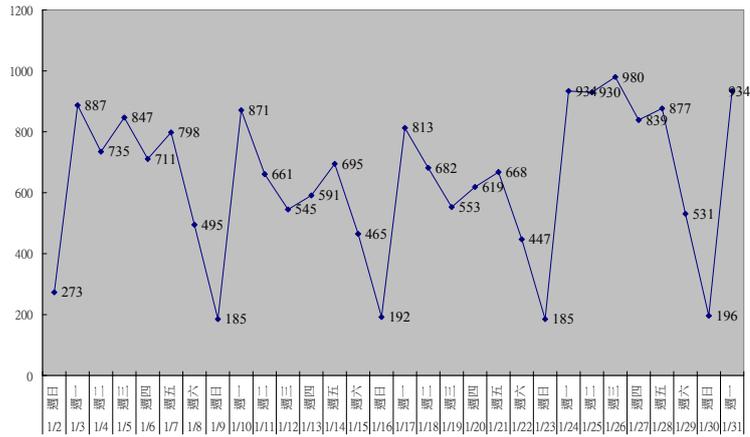
附錄圖 8. 2010 年 11 月每日人數折線圖

資料來源：本研究整理



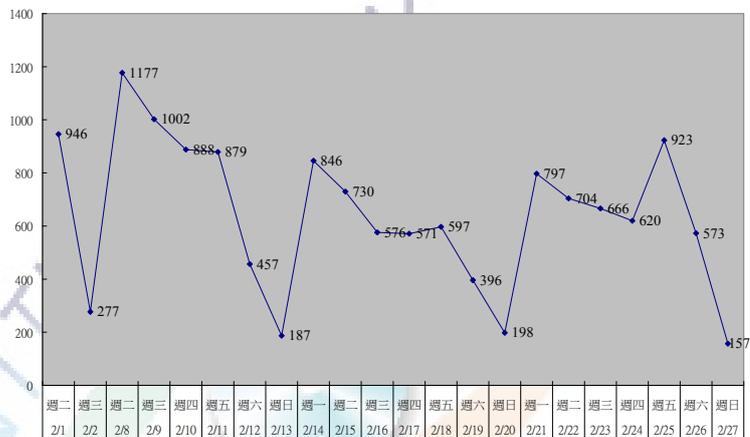
附錄圖 9. 2010 年 12 月每日人數折線圖

資料來源：本研究整理



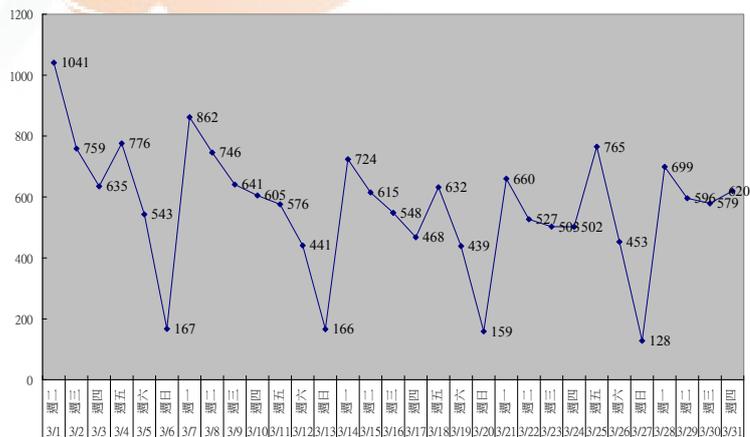
附錄圖 10. 2011 年 1 月每日人數折線圖

資料來源：本研究整理



附錄圖 11. 2011 年 2 平均人數折線圖

資料來源：本研究整理



附錄圖 12. 2011 年 3 平均人數折線圖

資料來源：本研究整理

附錄表 1 每月各時段各項等候理論值

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	08:00~08:30	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	12:01~12:30	12:31~13:00	13:01~13:30	13:31~14:00	14:01~14:30	14:31~15:00	15:01~15:30	15:31~16:00	16:01~16:30	16:31~17:00	17:01~17:30
	2010/04																		
人	6	8	10	10	10	10	7	5	5	5	5	6	8	9	9	9	10	9	9
$\lambda$	29	30	34	36	41	40	38	33	35	32	30	34	36	42	40	34	27	27	22
$\rho$	0.62	0.48	0.44	0.46	0.52	0.51	0.69	0.84	0.89	0.81	0.77	0.73	0.58	0.59	0.57	0.49	0.35	0.38	0.32
$P_0$	0.311	0.683	0.840	0.626	0.289	0.330	0.147	0.089	0.057	0.109	0.149	0.148	0.255	0.183	0.229	0.524	5.318	2.618	10.323
$L_q$	4.958	1.418	0.951	1.205	2.736	2.321	13.438	31.071	55.508	23.894	15.605	14.702	4.748	6.626	4.623	1.622	0.338	0.480	0.244
$W_q$	0.171	0.047	0.028	0.034	0.067	0.058	0.356	0.951	1.608	0.753	0.519	0.431	0.131	0.159	0.116	0.047	0.012	0.018	0.011
分	5.129	1.422	0.827	1.005	2.019	1.751	10.676	28.534	48.235	22.603	15.580	12.918	3.920	4.765	3.480	1.423	0.372	0.538	0.329
人	3	5	5	5	5	5	2	2	2	3	3	3	5	5	5	4	5	4	4
$\lambda$	22	39	41	43	48	40	33	29	20	26	25	27	30	35	31	26	21	21	16
$\rho$	0.87	0.92	0.97	1	1.13	0.93	1.95	1.7	1.15	1	0.99	1.06	0.7	0.83	0.72	0.76	0.5	0.6	0.47
$P_0$	0.123	0.036	0.014	*	*	0.033	*	*	*	*	0.008	*	0.231	0.098	0.209	0.204	0.892	0.524	1.127
$L_q$	19.375	94.764	350.754	*	*	132.599	*	*	*	*	349.802	*	8.968	30.342	11.286	10.558	1.496	3.273	1.060
$W_q$	0.881	2.430	8.555	*	*	3.315	*	*	*	*	13.992	*	0.299	0.867	0.364	0.406	0.071	0.156	0.066
分	26.420	72.896	256.649	*	*	99.449	*	*	*	*	419.763	*	8.968	26.008	10.922	12.182	2.137	4.675	1.987

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	08:00~08:30	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	12:01~12:30	12:31~13:00	13:01~13:30	13:31~14:00	14:01~14:30	14:31~15:00	15:01~15:30	15:31~16:00	16:01~16:30	16:31~17:00	17:01~17:30
	2010/05																		
人	6	8	10	10	10	10	7	5	5	5	5	6	8	9	9	9	10	9	9
$\lambda$	34	33	39	39	41	39	35	35	35	30	29	36	39	40	45	36	35	31	26
$\rho$	0.72	0.53	0.50	0.50	0.52	0.49	0.65	0.89	0.91	0.77	0.75	0.77	0.63	0.57	0.65	0.52	0.45	0.44	0.36
$P_0$	0.156	0.396	0.367	0.381	0.293	0.399	0.199	0.057	0.042	0.147	0.173	0.112	0.180	0.223	0.124	0.374	0.777	0.979	3.637
$L_q$	13.672	2.603	2.043	1.959	2.689	1.863	8.276	55.508	79.303	15.789	12.679	22.493	8.234	4.795	13.569	2.364	1.010	0.926	0.401
$W_q$	0.404	0.078	0.052	0.050	0.066	0.048	0.234	1.608	2.235	0.525	0.434	0.624	0.210	0.120	0.299	0.065	0.029	0.030	0.016
分	12.132	2.353	1.570	1.514	1.988	1.451	7.017	48.235	67.061	15.739	13.030	18.719	6.311	3.592	8.979	1.954	0.869	0.899	0.470
人	3	5	5	5	5	5	2	2	2	3	3	3	5	5	5	4	5	4	4
$\lambda$	26	47	47	46	49	45	36	29	20	23	23	26	32	32	34	29	24	19	19
$\rho$	1	1.11	1.11	1.09	1.15	1.05	2.11	1.72	1.17	0.9	0.88	1.03	0.74	0.75	0.81	0.85	0.57	0.56	0.55
$P_0$	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.090	0.109	*	0.182	0.175	0.117	0.107	0.549	0.680	0.696
$L_q$	*	*	*	*	*	*	*	*	*	28.188	23.263	*	13.727	14.500	24.401	24.429	2.768	2.196	2.112
$W_q$	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1.226	1.011	*	0.429	0.453	0.718	0.842	0.115	0.116	0.111
分	*	*	*	*	*	*	*	*	*	36.767	30.343	*	12.869	13.594	21.530	25.272	3.460	3.467	3.334

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	08:00~08:30	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	12:01~12:30	12:31~13:00	13:01~13:30	13:31~14:00	14:01~14:30	14:31~15:00	15:01~15:30	15:31~16:00	16:01~16:30	16:31~17:00	17:01~17:30
	2010/06																		
人	6	8	10	10	10	10	7	5	5	5	5	6	8	9	9	9	10	9	9
$\lambda$	37	34	38	39	42	42	40	35	36	33	32	38	39	40	46	38	36	33	28
$\rho$	0.79	0.54	0.49	0.50	0.54	0.54	0.72	0.89	0.94	0.84	0.82	0.81	0.63	0.58	0.66	0.54	0.46	0.47	0.39
$P_0$	0.094	0.369	0.438	0.354	0.249	0.243	0.118	0.053	0.029	0.090	0.102	0.087	0.175	0.213	0.116	0.304	0.632	0.660	2.146
$L_q$	29.019	2.848	1.687	2.131	3.353	3.475	19.378	60.379	122.232	30.652	26.144	32.895	8.631	5.161	15.659	3.079	1.195	1.297	0.540
$W_q$	0.781	0.085	0.044	0.054	0.080	0.083	0.490	1.737	3.355	0.940	0.816	0.873	0.219	0.128	0.340	0.082	0.033	0.039	0.020
	23.438	2.538	1.333	1.628	2.409	2.485	14.709	52.108	100.662	28.191	24.474	26.200	6.575	3.830	10.202	2.449	0.999	1.182	0.589
人	3	5	5	5	5	5	2	2	2	3	3	3	5	5	5	4	5	4	4
$\lambda$	30	42	43	44	45	42	34	26	23	25	25	28	33	36	37	29	27	22	21
$\rho$	1.16	0.98	1.01	1.03	1.05	0.99	1.97	1.52	1.34	0.96	0.98	1.11	0.77	0.84	0.86	0.86	0.63	0.64	0.61
$P_0$	*	0.009	*	*	*	0.003	*	*	*	0.034	0.015	*	0.146	0.092	0.074	0.097	0.363	0.420	0.503
$L_q$	*	574.145	*	*	*	685.554	*	*	*	91.690	168.837	*	17.093	37.433	46.284	25.672	4.914	4.167	3.365
$W_q$	*	13.670	*	*	*	16.323	*	*	*	3.668	6.753	*	0.518	1.040	1.251	0.885	0.182	0.189	0.160
	*	410.104	*	*	*	489.682	*	*	*	110.028	202.604	*	15.539	31.195	37.528	26.558	5.461	5.682	4.808

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	08:00~08:30	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	12:01~12:30	12:31~13:00	13:01~13:30	13:31~14:00	14:01~14:30	14:31~15:00	15:01~15:30	15:31~16:00	16:01~16:30	16:31~17:00	17:01~17:30
	2010/07																		
人	6	8	10	10	10	10	7	5	5	5	5	6	8	9	9	9	10	9	9
$\lambda$	40	38	41	39	44	42	35	37	37	30	31	36	40	44	46	38	36	32	31
$\rho$	0.86	0.61	0.53	0.51	0.56	0.53	0.65	0.95	0.94	0.78	0.79	0.76	0.65	0.62	0.66	0.55	0.46	0.46	0.44
$P_0$	0.056	0.202	0.268	0.348	0.199	0.256	0.202	0.020	0.026	0.140	0.128	0.119	0.158	0.149	0.115	0.276	0.643	0.770	0.997
$L_q$	61.388	6.812	3.035	2.179	4.705	3.220	8.097	184.457	139.944	16.875	19.141	20.485	10.306	9.589	15.941	3.509	1.178	1.129	0.913
$W_q$	1.531	0.178	0.074	0.055	0.108	0.078	0.230	4.967	3.815	0.556	0.620	0.575	0.256	0.220	0.346	0.091	0.033	0.035	0.030
分	45.937	5.352	2.208	1.659	3.242	2.325	6.887	149.010	114.453	16.673	18.605	17.245	7.677	6.599	10.365	2.740	0.987	1.055	0.889
人	3	5	5	5	5	5	2	2	2	3	3	3	5	5	5	4	5	4	4
$\lambda$	29	51	45	42	46	43	35	31	21	22	23	25	33	34	35	28	25	21	23
$\rho$	1.14	1.2	1.06	0.99	1.08	1.01	2.04	1.84	1.23	0.87	0.89	0.97	0.78	0.8	0.83	0.82	0.58	0.63	0.66
$P_0$	*	*	*	0.006	*	*	*	*	*	0.122	0.095	0.024	0.140	0.123	0.095	0.144	0.499	0.460	0.384
$L_q$	*	*	*	1561.253	*	*	*	*	*	19.125	24.432	117.473	18.093	22.872	29.380	19.208	3.290	3.526	5.255
$W_q$	*	*	*	37.173	*	*	*	*	*	0.869	1.062	4.699	0.548	0.673	0.839	0.686	0.132	0.168	0.228
分	*	*	*	1115.181	*	*	*	*	*	26.080	31.867	140.967	16.448	20.181	25.183	20.580	3.947	5.037	6.855

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	08:00~08:30	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	12:01~12:30	12:31~13:00	13:01~13:30	13:31~14:00	14:01~14:30	14:31~15:00	15:01~15:30	15:31~16:00	16:01~16:30	16:31~17:00	17:01~17:30
	2010/08																		
人	6	8	10	10	10	10	7	5	5	5	5	6	8	9	9	9	10	9	9
$\lambda$	36	34	37	41	44	41	38	35	35	30	32	36	40	44	47	37	37	32	28
$\rho$	0.76	0.55	0.47	0.53	0.56	0.52	0.70	0.89	0.89	0.78	0.82	0.76	0.64	0.63	0.67	0.53	0.47	0.46	0.39
$P_0$	0.121	0.352	0.543	0.279	0.197	0.285	0.137	0.053	0.052	0.139	0.103	0.119	0.171	0.139	0.108	0.315	0.556	0.744	2.110
$L_q$	20.069	3.034	1.369	2.861	4.789	2.790	15.072	60.615	61.619	17.067	25.807	20.485	8.998	10.979	17.955	2.933	1.339	1.164	0.546
$W_q$	0.565	0.089	0.037	0.070	0.110	0.068	0.393	1.743	1.770	0.561	0.806	0.575	0.227	0.248	0.384	0.078	0.037	0.036	0.020
分	16.938	2.677	1.119	2.098	3.292	2.053	11.800	52.295	53.092	16.838	24.194	17.245	6.819	7.440	11.528	2.350	1.098	1.082	0.593
人	3	5	5	5	5	5	2	2	2	3	3	3	5	5	5	4	5	4	4
$\lambda$	28	46	42	43	46	42	35	28	21	23	24	26	33	37	34	27	24	21	20
$\rho$	1.09	1.08	0.99	1.02	1.09	0.99	2.05	1.64	1.2	0.91	0.94	1.02	0.77	0.86	0.81	0.8	0.57	0.63	0.59
$P_0$	*	*	0.003	*	*	0.003	*	*	*	0.076	0.052	*	0.147	0.072	0.114	0.166	0.535	0.460	0.580
$L_q$	*	*	730.180	*	*	847.615	*	*	*	29.657	54.083	*	17.220	45.222	23.883	15.159	2.696	3.526	2.791
$W_q$	*	*	17.385	*	*	20.181	*	*	*	1.289	2.253	*	0.522	1.222	0.702	0.561	0.112	0.168	0.140
分	*	*	521.557	*	*	605.439	*	*	*	38.683	67.604	*	15.654	36.667	21.073	16.844	3.370	5.037	4.187

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	08:00~08:30	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	12:01~12:30	12:31~13:00	13:01~13:30	13:31~14:00	14:01~14:30	14:31~15:00	15:01~15:30	15:31~16:00	16:01~16:30	16:31~17:00	17:01~17:30
	2010/09																		
人	6	8	10	10	10	10	7	5	5	5	5	6	8	9	9	9	10	9	9
$\lambda$	38	37	40	39	44	41	37	36	38	34	34	38	40	44	48	40	37	33	28
$\rho$	0.82	0.59	0.51	0.51	0.56	0.53	0.68	0.93	0.97	0.87	0.88	0.80	0.65	0.63	0.69	0.57	0.47	0.47	0.41
$P_0$	0.076	0.243	0.328	0.348	0.194	0.269	0.160	0.034	0.014	0.064	0.060	0.088	0.158	0.137	0.095	0.222	0.526	0.679	1.725
$L_q$	39.889	5.098	2.337	2.175	4.942	3.019	11.732	104.059	285.451	47.325	51.417	32.370	10.259	11.149	23.464	4.844	1.410	1.263	0.619
$W_q$	1.037	0.139	0.059	0.055	0.113	0.073	0.316	2.883	7.572	1.390	1.499	0.861	0.255	0.251	0.488	0.121	0.038	0.039	0.022
分	31.123	4.168	1.762	1.656	3.385	2.199	9.487	86.476	227.149	41.696	44.971	25.827	7.646	7.542	14.650	3.624	1.146	1.157	0.654
人	3	5	5	5	5	5	2	2	2	3	3	3	5	5	5	4	5	4	4
$\lambda$	32	53	48	48	52	48	38	34	22	23	26	29	34	37	40	32	26	22	21
$\rho$	1.24	1.24	1.13	1.12	1.22	1.12	2.23	2	1.31	0.91	1	1.15	0.79	0.87	0.94	0.94	0.6	0.66	0.62
$P_0$	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.074	*	*	0.130	0.064	0.026	0.035	0.437	0.387	0.472
$L_q$	*	*	*	*	*	*	*	*	*	29.116	*	*	21.736	47.053	141.228	81.295	3.993	4.436	3.377
$W_q$	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1.266	*	*	0.639	1.272	3.531	2.540	0.154	0.202	0.161
分	*	*	*	*	*	*	*	*	*	37.978	*	*	19.178	38.151	105.921	76.214	4.607	6.049	4.824

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	08:00~08:30	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	12:01~12:30	12:31~13:00	13:01~13:30	13:31~14:00	14:01~14:30	14:31~15:00	15:01~15:30	15:31~16:00	16:01~16:30	16:31~17:00	17:01~17:30
	2010/10																		
人	6	8	10	10	10	10	7	5	5	5	5	6	8	9	9	9	10	9	9
$\lambda$	39	36	41	39	40	41	40	36	35	34	32	38	39	44	44	35	31	29	22
$\rho$	0.83	0.57	0.53	0.51	0.52	0.53	0.73	0.93	0.91	0.88	0.82	0.80	0.63	0.62	0.63	0.50	0.40	0.42	0.31
$P_0$	0.073	0.280	0.272	0.349	0.303	0.262	0.117	0.032	0.043	0.060	0.108	0.088	0.175	0.146	0.142	0.451	1.897	1.446	11.392
$L_q$	42.640	4.136	2.961	2.168	2.575	3.123	19.573	111.144	77.788	51.999	24.201	32.148	8.631	9.919	10.498	1.905	0.561	0.696	0.233
$W_q$	1.101	0.116	0.072	0.055	0.064	0.075	0.495	3.067	2.196	1.515	0.762	0.856	0.219	0.227	0.238	0.054	0.018	0.024	0.011
分	33.042	3.483	2.162	1.651	1.915	2.264	14.839	92.011	65.869	45.436	22.858	25.669	6.575	6.800	7.150	1.629	0.544	0.717	0.319
人	3	5	5	5	5	5	2	2	2	3	3	3	5	5	5	4	5	4	4
$\lambda$	30	48	50	46	45	46	40	33	22	24	24	28	33	36	35	28	23	21	16
$\rho$	1.15	1.13	1.17	1.08	1.06	1.07	2.33	1.96	1.31	0.92	0.95	1.11	0.77	0.86	0.82	0.82	0.55	0.6	0.47
$P_0$	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.064	0.042	*	0.147	0.077	0.104	0.135	0.628	0.524	1.118
$L_q$	*	*	*	*	*	*	*	*	*	36.651	63.619	*	17.226	42.046	28.457	18.064	2.253	3.273	1.050
$W_q$	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1.527	2.651	*	0.522	1.168	0.813	0.645	0.098	0.156	0.066
分	*	*	*	*	*	*	*	*	*	45.814	79.523	*	15.660	35.039	24.392	19.354	2.939	4.675	1.969

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	08:00~08:30	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	12:01~12:30	12:31~13:00	13:01~13:30	13:31~14:00	14:01~14:30	14:31~15:00	15:01~15:30	15:31~16:00	16:01~16:30	16:31~17:00	17:01~17:30
	2010/11																		
人	6	8	10	10	10	10	7	5	5	5	5	6	8	9	9	9	10	9	9
$\lambda$	37	31	38	40	43	41	36	33	35	33	32	35	38	40	38	34	32	29	20
$\rho$	0.79	0.50	0.48	0.51	0.55	0.52	0.66	0.84	0.89	0.86	0.83	0.75	0.61	0.57	0.54	0.48	0.41	0.42	0.29
$P_0$	0.097	0.530	0.466	0.340	0.224	0.287	0.183	0.085	0.056	0.075	0.093	0.126	0.201	0.234	0.288	0.564	1.563	1.374	19.609
$L_q$	28.055	1.851	1.585	2.233	3.920	2.767	9.466	32.882	55.927	39.208	29.260	18.876	6.873	4.470	3.304	1.507	0.627	0.721	0.186
$W_q$	0.758	0.059	0.042	0.056	0.092	0.068	0.263	1.001	1.619	1.172	0.902	0.535	0.180	0.113	0.087	0.045	0.020	0.025	0.009
分	22.748	1.771	1.265	1.694	2.761	2.038	7.878	30.017	48.569	35.160	27.047	16.054	5.394	3.379	2.603	1.339	0.593	0.737	0.273
人	3	5	5	5	5	5	2	2	2	3	3	3	5	5	5	4	5	4	4
$\lambda$	30	43	45	44	47	41	36	28	22	26	23	28	33	33	31	26	25	21	15
$\rho$	1.18	1	1.05	1.04	1.11	0.96	2.08	1.64	1.27	1.01	0.91	1.08	0.77	0.77	0.73	0.75	0.58	0.61	0.45
$P_0$	*	*	*	*	*	0.016	*	*	*	*	0.074	*	0.152	0.146	0.197	0.223	0.513	0.507	1.338
$L_q$	*	*	*	*	*	231.963	*	*	*	*	28.981	*	17.736	17.093	11.621	10.464	3.382	3.387	0.864
$W_q$	*	*	*	*	*	241.628	*	*	*	*	31.847	*	23.034	22.198	15.919	13.952	5.831	5.552	1.919
分	*	*	*	*	*	7248.855	*	*	*	*	955.423	*	691.031	665.942	477.566	418.561	174.931	166.571	57.567

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	08:00~08:30	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	12:01~12:30	12:31~13:00	13:01~13:30	13:31~14:00	14:01~14:30	14:31~15:00	15:01~15:30	15:31~16:00	16:01~16:30	16:31~17:00	17:01~17:30
	2010/12																		
人	6	8	10	10	10	10	7	5	5	5	5	6	8	9	9	9	10	9	9
$\lambda$	33	31	39	39	41	40	38	37	37	34	33	36	42	39	42	32	31	26	18
$\rho$	0.71	0.50	0.50	0.51	0.53	0.51	0.69	0.94	0.96	0.88	0.84	0.77	0.68	0.56	0.60	0.46	0.40	0.36	0.26
$P_0$	0.173	0.543	0.378	0.346	0.260	0.320	0.152	0.028	0.017	0.064	0.090	0.117	0.129	0.251	0.177	0.733	1.981	3.643	53.065
$L_q$	11.697	1.802	1.980	2.189	3.154	2.404	12.791	131.310	220.997	47.901	30.943	21.175	14.828	4.023	7.007	1.179	0.547	0.400	0.128
$W_q$	0.354	0.058	0.051	0.056	0.076	0.060	0.341	3.591	5.910	1.405	0.948	0.592	0.352	0.103	0.167	0.036	0.018	0.016	0.007
分	10.605	1.732	1.528	1.665	2.284	1.805	10.227	107.734	177.311	42.158	28.429	17.753	10.570	3.084	5.005	1.094	0.533	0.470	0.213
人	3	5	5	5	5	5	2	2	2	3	3	3	5	5	5	4	5	4	4
$\lambda$	25	49	48	47	46	44	41	35	25	23	23	27	37	34	36	27	23	19	14
$\rho$	0.97	1.15	1.13	1.1	1.08	1.02	2.4	2.07	1.45	0.91	0.91	1.07	0.86	0.8	0.86	0.78	0.53	0.55	0.42
$P_0$	0.028	*	*	*	*	*	*	*	*	0.075	0.078	*	0.075	0.123	0.077	0.179	0.696	0.705	1.548
$L_q$	136.962	*	*	*	*	*	*	*	*	29.245	30.544	*	46.869	22.880	42.028	13.121	2.205	2.140	0.636
$W_q$	5.478	*	*	*	*	*	*	*	*	1.272	1.328	*	1.267	0.673	1.167	0.486	0.096	0.113	0.045
分	164.354	*	*	*	*	*	*	*	*	38.146	39.840	*	38.002	20.188	35.023	14.579	2.876	3.379	1.364

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	08:00~08:30	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	12:01~12:30	12:31~13:00	13:01~13:30	13:31~14:00	14:01~14:30	14:31~15:00	15:01~15:30	15:31~16:00	16:01~16:30	16:31~17:00	17:01~17:30
	2011/01																		
人	6	8	10	10	10	10	7	5	5	5	5	6	8	9	9	9	10	9	9
$\lambda$	45	37	47	46	47	47	44	40	41	35	38	44	42	47	45	37	35	31	21
$\rho$	0.96	0.59	0.61	0.60	0.61	0.61	0.81	1.01	1.05	0.90	0.97	0.94	0.68	0.68	0.64	0.53	0.45	0.44	0.30
$P_0$	0.013	0.243	0.132	0.146	0.133	0.132	0.064	*	*	0.047	0.015	0.021	0.128	0.101	0.129	0.336	0.755	0.923	17.476
$L_q$	399.761	5.113	9.999	8.194	9.811	9.999	53.903	*	*	69.536	265.630	224.867	14.997	20.888	12.693	2.696	1.033	0.971	0.195
$W_q$	8.902	0.139	0.211	0.177	0.207	0.211	1.220	*	*	1.979	7.061	5.127	0.356	0.440	0.282	0.073	0.030	0.031	0.009
分	267.073	4.178	6.331	5.300	6.224	6.331	36.593	*	*	59.360	211.831	153.818	10.676	13.199	8.462	2.186	0.885	0.934	0.282
人	3	5	5	5	5	5	2	2	2	3	3	3	5	5	5	4	5	4	4
$\lambda$	36	50	55	51	52	49	47	33	28	26	27	34	34	36	36	27	23	18	15
$\rho$	1.39	1.17	1.29	1.19	1.22	1.14	2.73	1.94	1.66	1	1.05	1.33	0.81	0.85	0.84	0.8	0.54	0.53	0.43
$P_0$	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.117	0.084	0.092	0.163	0.667	0.818	1.477
$L_q$	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	24.401	39.574	37.433	14.845	2.249	1.767	0.848
$W_q$	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.718	1.099	1.040	0.550	0.098	0.098	0.057
分	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	21.530	32.978	31.195	16.495	2.934	2.944	1.697

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	08:00~08:30	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	12:01~12:30	12:31~13:00	13:01~13:30	13:31~14:00	14:01~14:30	14:31~15:00	15:01~15:30	15:31~16:00	16:01~16:30	16:31~17:00	17:01~17:30
	2011/02																		
人	6	8	10	10	10	10	7	5	5	5	5	6	8	9	9	9	10	9	9
$\lambda$	44	34	43	47	51	50	43	37	41	36	37	38	46	47	49	37	34	30	19
$\rho$	0.94	0.55	0.56	0.60	0.65	0.64	0.78	0.95	1.06	0.92	0.95	0.80	0.74	0.67	0.70	0.53	0.43	0.42	0.27
$P_0$	0.021	0.336	0.205	0.136	0.099	0.105	0.078	0.023	*	0.035	0.022	0.087	0.080	0.102	0.087	0.327	0.994	1.294	37.569
$L_q$	220.263	3.219	4.499	9.384	18.743	16.307	38.860	162.463	*	99.356	168.884	32.566	35.757	20.207	28.105	2.791	0.841	0.752	0.145
$W_q$	5.027	0.094	0.104	0.199	0.371	0.327	0.909	4.398	*	2.760	4.564	0.866	0.771	0.427	0.574	0.075	0.025	0.025	0.008
	150.822	2.815	3.116	5.982	11.135	9.821	27.270	131.950	*	82.797	136.933	25.966	23.131	12.813	17.229	2.252	0.749	0.761	0.231
人	3	5	5	5	5	5	2	2	2	3	3	3	5	5	5	4	5	4	4
$\lambda$	44	34	43	47	51	50	43	37	41	36	37	38	46	47	49	37	34	30	19
$\rho$	1.22	1.02	1.06	1.13	1.23	1.08	2.22	1.26	1.5	1.01	1.05	1.03	0.85	0.79	0.84	0.82	0.48	0.58	0.39
$P_0$	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.082	0.135	0.088	0.144	1.013	0.617	1.968
$L_q$	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	130.995	113.479	168.343	58.639	16.782	14.087	2.304
$W_q$	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2.848	2.414	3.436	1.585	0.494	0.470	0.121
分	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	85.431	72.434	103.067	47.545	14.807	14.087	3.637

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	08:00~08:30	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	12:01~12:30	12:31~13:00	13:01~13:30	13:31~14:00	14:01~14:30	14:31~15:00	15:01~15:30	15:31~16:00	16:01~16:30	16:31~17:00	17:01~17:30
	2011/03																		
人	6	8	10	10	10	10	7	5	5	5	5	6	8	9	9	9	10	9	9
$\lambda$	39	28	34	39	41	40	36	33	34	33	37	34	41	43	40	31	29	27	17
$\rho$	0.84	0.45	0.44	0.49	0.53	0.51	0.65	0.86	0.86	0.84	0.95	0.74	0.66	0.61	0.57	0.44	0.37	0.38	0.25
$P_0$	0.068	0.927	0.946	0.399	0.259	0.314	0.192	0.075	0.073	0.088	0.024	0.142	0.139	0.167	0.225	0.978	3.409	2.728	69.509
$L_q$	46.920	1.064	0.871	1.862	3.180	2.462	8.742	38.972	40.026	31.722	151.970	15.674	12.891	7.763	4.752	0.927	0.414	0.469	0.116
$W_q$	1.200	0.038	0.026	0.048	0.077	0.061	0.245	1.166	1.194	0.969	4.127	0.455	0.311	0.183	0.119	0.030	0.014	0.018	0.007
分	36.012	1.128	0.770	1.450	2.300	1.842	7.356	34.968	35.821	29.068	123.801	13.655	9.343	5.477	3.564	0.900	0.432	0.529	0.200
人	3	5	5	5	5	5	2	2	2	3	3	3	5	5	5	4	5	4	4
$\lambda$	29	44	40	42	45	44	37	27	21	23	25	27	35	34	30	22	20	17	12
$\rho$	1.12	1.03	0.94	0.98	1.05	1.02	2.19	1.61	1.25	0.91	0.99	1.04	0.82	0.8	0.71	0.66	0.48	0.51	0.34
$P_0$	*	*	0.026	0.007	*	*	*	*	*	0.078	0.010	*	0.103	0.122	0.217	0.391	1.017	0.909	2.929
$L_q$	*	*	140.120	444.802	*	*	*	*	*	30.544	450.157	*	27.981	22.708	9.125	4.479	1.186	1.382	0.406
$W_q$	*	*	3.503	10.591	*	*	*	*	*	1.328	18.006	*	0.799	0.668	0.304	0.204	0.059	0.081	0.034
分	*	*	105.090	317.715	*	*	*	*	*	39.840	540.188	*	23.984	20.037	9.125	6.108	1.780	2.439	1.016

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	08:00~08:30	08:31~09:00	09:01~09:30	09:31~10:00	10:01~10:30	10:31~11:00	11:01~11:30	11:31~12:00	12:01~12:30	12:31~13:00	13:01~13:30	13:31~14:00	14:01~14:30	14:31~15:00	15:01~15:30	15:31~16:00	16:01~16:30	16:31~17:00	17:01~17:30
	平均																		
人	6	8	10	10	10	10	7	5	5	5	5	6	8	9	9	9	10	9	9
$\lambda$	38	34	39	40	43	42	38	35	37	33	33	37	40	43	44	36	33	30	23
$\rho$	0.62	0.48	0.44	0.46	0.52	0.51	0.69	0.84	0.89	0.81	0.77	0.73	0.58	0.59	0.57	0.49	0.35	0.38	0.32
$P_0$	0.158	0.406	0.383	0.327	0.221	0.255	0.142	0.074	0.050	0.100	0.119	0.123	0.179	0.167	0.159	0.411	1.183	1.257	7.328
$L_q$	11.849	2.137	1.600	1.990	3.765	3.046	14.197	39.028	65.340	26.421	20.178	19.047	7.765	7.689	8.125	1.961	0.533	0.631	0.262
$W_q$	0.316	0.064	0.041	0.049	0.087	0.073	0.371	1.101	1.786	0.803	0.610	0.518	0.192	0.179	0.184	0.055	0.016	0.021	0.011
分	9.466	1.908	1.222	1.480	2.619	2.179	11.132	33.018	53.590	24.080	18.309	15.539	5.769	5.383	5.516	1.640	0.482	0.633	0.338
人	3	5	5	5	5	5	2	2	2	3	3	3	5	5	5	4	5	4	4
$\lambda$	29	46	46	45	48	44	37	30	23	24	25	28	34	35	35	27	24	20	17
$\rho$	1.13	1.09	1.08	1.06	1.12	1.03	2.19	1.74	1.32	0.94	0.96	1.08	0.79	0.82	0.81	0.81	0.55	0.59	0.5
$P_0$	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.048	0.031	*	0.134	0.107	0.109	0.155	0.614	0.564	0.950
$L_q$	*	*	*	*	*	*	*	*	*	49.098	83.251	*	22.327	29.070	26.477	15.828	2.726	2.712	1.360
$W_q$	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2.046	3.330	*	0.657	0.831	0.756	0.586	0.114	0.136	0.080
分	*	*	*	*	*	*	*	*	*	61.37	99.90	*	19.70	24.92	22.69	17.59	3.41	4.07	2.40