

中文摘要

亞洲區技術支援人力規劃之研究---以E精密設備公司為例

學生：林信宏

指導教授：姜齊 博士

國立交通大學管理科學學系（研究所）碩士班

摘 要

隨著跨國企業在全球化的競爭下，其相關的生產力與產品品質也進入白熱化的競爭。考量時效的重要性來規劃與管理相關產品支援性服務成為一重要關鍵因子。支援性服務是企業整體品質的第一知覺，不當的規劃將影響客戶的再投資意願、浪費公司資源與工作者的工作意願。

本文以最低成本函數與線性規劃建立理論模型。首先，利用設備保固期零件使用量與績效持續改善計畫，推估不預期工作時數；加上可預期的工時，例如何時裝機、何時需執行定期保養等。基於這些資訊，可初步完成預估的人力需求。

線性規劃模型以成本績效與組織發展計畫為考量下，將人力依照工單的優先性規劃。其中人力區分為資淺人員與資深人員，此考量符合實務狀況。再加上地區的工作負荷、相關加班管控、資深人員使用率評估。此研究結果有效地反映公司目前人力負荷狀態，可作為公司下一決策的重要依據。

英文摘要

A Linear Programming Model to Manage Asian Technical Support Workforce Capacity Planning

student : Shin Hung Lin

Adviser: Dr. Chi Chiang

Department of Management Science,
National Chiao Tung University

Abstract

Keywords: Linear Programming, workforce capacity planning

In today's global company with fierce competition to attain and maintain the competitive edge in productivity and quality, a key factor is the planning and managing of productive maintenance activities in a timely fashion. Maintenance service is customer's first sense to the total quality of the entire company. An inadequate planning would impact to customers' willing to reinvest the equipment from the company, waste company's resource, and employee's esteem.

It has been developed with a linear programming model under cost-effective consideration in weekly basis. At first, the non-determined labor hours is estimated from the history parts usage. It could be converted to the associated hours needed. In addition to the determined labor hours that depend on the actual planning, the total demand labor hours could come out as expected.

Such planning aims at minimizing cost and provides the space enough for maintenance organization growing up. It also covers that over-time limitations, senior personnel utilization rate. An example of the model is presented as applied to as a wafer testing & probing company, where the model is in consist with the empirical result. It is one baseline to reflect company's current labor capacity, & could be used for next-step decision making.

致謝

在離開校園約十多年後重拾課本，一則以憂是感受到極大的壓力，工作、家庭與學業將齊頭並進，任何一方缺一不可。另一則以喜是我感到相當興奮，在網路科技進步下，得以感受到不同時代不同的讀書樂趣。

當然能將過去工作經驗與課堂所學相互印證，是最大的收穫。在此特別感謝指導老師—姜齊教授，不管是在課堂的教導與啟發，或是在論文研擬與指導期間皆給予我極大的幫助，讓我受益良多。

在家庭方面，我要特別感謝我的妻子協助已及小女兒的一路相伴，也感謝我父母的幫忙，你們的及時支援確實讓我後顧無憂。

最後我得感謝我待過的兩家公司應用材料(Applied Materials)與伊智科技(Electroglas)給予我成長與學習的機會，開啟我對於台灣以外世界的視野。謝謝。

目次

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
致謝.....	III
目次.....	IV
表目錄.....	V
圖目錄.....	VI
第 1 章 緒論	- 1 -
1.1 研究動機與目的.....	- 1 -
1.2 研究範圍與其限制.....	- 3 -
1.3 研究方法與步驟.....	- 7 -
1.4 本文架構.....	- 8 -
第 2 章 理論探討與文獻評述	- 9 -
2.1 產品支援性服務理論探討與文獻.....	- 9 -
2.2 排程理論探討與文獻.....	- 26 -
第 3 章 模式建立與資料說明	- 28 -
3.1 問題陳述.....	- 28 -
3.2 模式建立.....	- 29 -
3.3 模式參數說明.....	- 32 -
第 4 章 實證結果分析	- 35 -
4.1 實例說明與輸入資料.....	- 35 -
4.2 結果與涵義說明.....	- 42 -
第 5 章 結論與建議	- 57 -
5.1 結論.....	- 57 -
5.2 建議與未來研究方向.....	- 58 -

表目錄

表 4.1	模擬案例: 散佈亞洲的客戶	- 36 -
表 4-2	輸入資料: 案例封測設備的人力供給 (SC & T)	- 36 -
表 4-3	輸入資料: 案例封測設備的人力需求	- 37 -
表 4-4	人員基本時薪比較	- 39 -
表 4-5	相關D值計算與分組	- 40 -
表 4-6	本案例操縱變數的預設值	- 42 -
表 4-7	WHAT'S BEST 在案例中的STATUS REPORT	- 44 -
表 4-8	各個工單工時分派表(資淺人員僅工作一個地區)	- 45 -
表 4-9	各個工單工時分派表(在資淺人員工作於兩個地區)	- 46 -
表 4-10	R值增加為 0.4	- 47 -
表 4-11	R值減少為 0.1	- 48 -
表 4-12	增加資淺人員一人	- 49 -
表 4-13	增加資淺人員兩人	- 50 -
表 4-14	增加資深人員一人	- 51 -
表 4-15	減少資深人員一人	- 52 -
表 4-16	分組編制	- 53 -

圖目錄

圖 1-1	研究流程.....	- 8 -
圖 2-1	服務系統架構分類.....	- 14 -
圖 2-2	客戶等候成本、廠商服務成本與可行服務水準示意圖 ..	- 15 -
圖 2-3	不同維修服務水準的成本比較.....	- 18 -
圖 2-4	使用期限更換與定期更換零件的政策比較.....	- 20 -
圖 2-5	設備生命週期與故障率關係圖.....	- 21 -
圖 2-6	設備中的各零件模組生命週期綜合圖.....	- 22 -
圖 4-1	亞洲區產品支援性服務依工作量作編組.....	- 41 -
圖 4-2	工廠線上作業員依人數與不同工作性質作編組.....	- 41 -
圖 4-3	LINDO 在EXCEL 中的使用圖.....	- 43 -
圖 4-4	敏感度分析結果整理.....	- 54 -



第1章 緒論

1.1 研究動機與目的

隨著跨國企業在全球化的競爭下，公司相關的生產力與產品品質也進入白熱化的競爭。考量時效的重要性來規劃與管理相關產品支援性服務成為一個重要的關鍵因子。支援性服務如技術支援是企業整體品質的第一知覺，不當的規劃將對外影響客戶的再投資意願、對內浪費公司資源與工作者的工作意願。



近年來，由於電子科技技術朝向『輕、薄、短、小』的趨勢演進下，其相關的生產設備也產生很大的改變，如半導體產品的線寬控制已由微米、次微米以至奈米，再加上 System on chip(SOC) 系統導入晶片中已是一重大趨勢，因此精密設備的需求必將大增，此為工業界必然的趨勢。

以設備廠商的立場，如何增進其生產設備的穩定度與妥善度，將影響該廠商在這精密設備的激烈競賽中，是否能持續成長茁壯。由於這些精密設備的投資研發成本過大，領導廠商大多來自美國、日本，並且為國際化公司(multinational companies)，在本研究中將以美國公

司為模擬目標，從人力規劃(workforce planning)以至相關零件，作區域性的探討，並以亞洲為例。

地球是圓的，世界是平的。就如托馬斯·弗里德曼(Thomas L. Friedman)在書中「世界是平的」談論一個已經因技術進步而變得“平坦”的世界中，在資訊科技的高度成長下，若我們能妥善利用這些資訊所隱含的意涵(Signaling)而萃取其管理因子(Management Index)，必能跨過國與國之間地域的藩溝，而使互聯的世界中，勞動力和產品以最有效率或最低成本的方式實現。本研究將以小型組織(cell operation)進行國與國之間的相互支援並進行彈性組織的相關研究。

本研究將人力規劃以兩組為其分類，一為資淺維修人員；一為資深維修專員，來分析探討最適的人力分配。因科技技術日益精進，精密工業近來已進價格戰，需求起伏劇烈且迅速，此分析可為人力規劃的重要依據。藉由實務上的考量而轉換相對的限制式，可得一最有效率的人力配置。現於有限的人力與時間，故本研究僅限於中小型企业，俾了解其運作所需考量。

1.2 研究範圍與其限制

◆ 重視時效性與工作複雜度高的相關科技產業公司

在現在競爭加劇的趨勢下，一般皆重視時效性，若是工作本身複雜度不高，則問題將傾向於等候線問題(Queuing problem)，已有一定量的相關文獻研究探討。

◆ 公司政策---人力資源、組織規劃

不同的服務氛圍特性須採用不同的人力規劃原則。根據一般的分類可分為兩種，「準製造氛圍」與「純服務氛圍」。「準製造氛圍」(QME, quasi-manufacturing environments) 即指客戶陪同服務人員的時間，僅占整個服務提供的部份時間。「純服務氛圍」(PSE, pure service environments) 乃指客戶在整個服務提供中，全程陪同服務人員。如飯店清潔人員為「準製造氛圍」；而銀行櫃台行員則為「純服務氛圍」。「純服務氛圍」由於客戶全程陪同服務人員，因客戶不滿意或失去未來生意的風險增加。因精密設備價值通常不菲，而且機台內製程參數涉及客戶機密。客戶全程陪同服務人員是客戶對廠商的基本政策。故本研究中以「純服務氛圍」為主。

一般全球化公司，在人力與物力的規劃以「洲」為單位。如以美洲(北美)、亞洲、歐洲分類是較常見的。在本研究中以亞洲為主，

所營運的區域將涵蓋台灣、大陸、新加坡、菲律賓、馬來西亞等地區。

在人員編制上，將維修人員分為「資深維修專員」與「資淺維修人員」。

資淺維修人員，因限於技術水平較低，其主要服務地域則以其所雇用國家為主；資深維修專員，因其服務時間較長經驗豐富，其主要服務地域則可涵蓋至整個亞洲。但為提升資淺維修人員的技術水平，資淺維修人員在「第一優先工單」的總體工作時數中須佔一定比例貢獻。這限制在防止資淺維修人員做一些不當的工作篩選，將一些不好做的工作全留給資深維修人員。此將導致總體技術水平未能正常提升，亦浪費公司資源。



◆ 工單時數可依標準工作程序(SOP)定義

工單時數可由標準操作所需時數定義。如正常裝機為四十小時，則定義工單時數為四十小時。

◆ 「第一優先工單」必須準時完成

此限制在確認優先系統的整合與防止該完成而未完成的工單日益增加。在研究中資深維修專員將專注於確保第一優先工單的完成，且所有資淺維修人員與資深維修專員的加班僅被允許於第一優先工單的完成。第由於整台機台的妥善度，不僅與維修人員技術水平有關，亦與原機台研發設計有關。為不將此問題複雜化，在此研究中以

維修人員能處置的事務為主。

◆ 維修所需零件不虞短缺

避免整個研究過於繁雜，而失去事先規劃的本意，本研究在初始規劃中不考慮零件短缺與瑕疵(non-conformance)所增加之工作時數。此等可在下一時程規劃至不定期維修保養內完成。

◆ 加班時數的限制

工作當日超時部分(加班)，在本研究中僅限於第一優先的工單，並且須將此時數控制於該地總體人員工作時數的 10% 之內。加班時數在不同的產業與不同的國家(勞基法)，有不同的規定。在此以 10% 為基礎，若有特殊考量，亦可做相對的調整。以每日工作八小時為例，一週工作五天總共為四十小時，其加班時數的限制為四小時。

◆ 公司擁有並使用問題提報系統 (Escalation System)

由於此人力編制以該區域性技術支援為主，若問題複雜度過高，如機台需作高精密測試，則公司必須有提報系統能將問題傳回工廠或研發單位進行下一階段測試。

◆ 工單完成的排序

「第一優先工單」應該先被完成於「第二優先工單」，其包含任何所用於「第二優先工單」的時數。同理，「第二優先工單」應該先被完成於「第三優先工單」與其花在「第三優先工單」的任何時數。

◆ 公司產品複雜性高，需較長的學習時間

◆ 公司具有相關 IT 支援，如 Knowledge Sharing System.



1.3 研究方法與步驟

本問題將使用線性規劃(linear programming)以求人力維修成本的極小化。主目標函數為人力維修成本，由於本研究探討多個服務地區，並且在派工的原則上考量其優先順序，即等量的一個小時，在「第一優先工單」與「第二優先工單」中，對本研究而言，並不同。此等考量將使研究成果更貼近實務。研究步驟如下：

- (1). 使用線性規劃(linear programming)，建立區域性的維修人力規劃模式。考量技術經驗的傳承、公司的加班政策與工單完成必須有優先順序，且循序漸進被完成。本研究將以「What is best」軟體來執行運算。
- (2). 將各地區的工作需求時數，依其重要性，如第一優先工單與第二優先工單，按比例分配(prorate)的概念，算出各地區的整體工作需求量。
- (3). 由各地區的整體工作需求量，將不同的兩地區編為一新的群組。如工作需求量最大與最小的地區編為一組，工作需求量大與次小的地區編為一組，而工作需求量在中間的兩個地區編為一組。
- (4). 進行分組與不分群組的人力供給的敏感度分析與比較。

1.4 本文架構

本研究以相關技術支援文獻與理論為基礎，再結合實務的經驗法則建立模式，並以敏感度分析，最後再以進行管理意涵之研究。

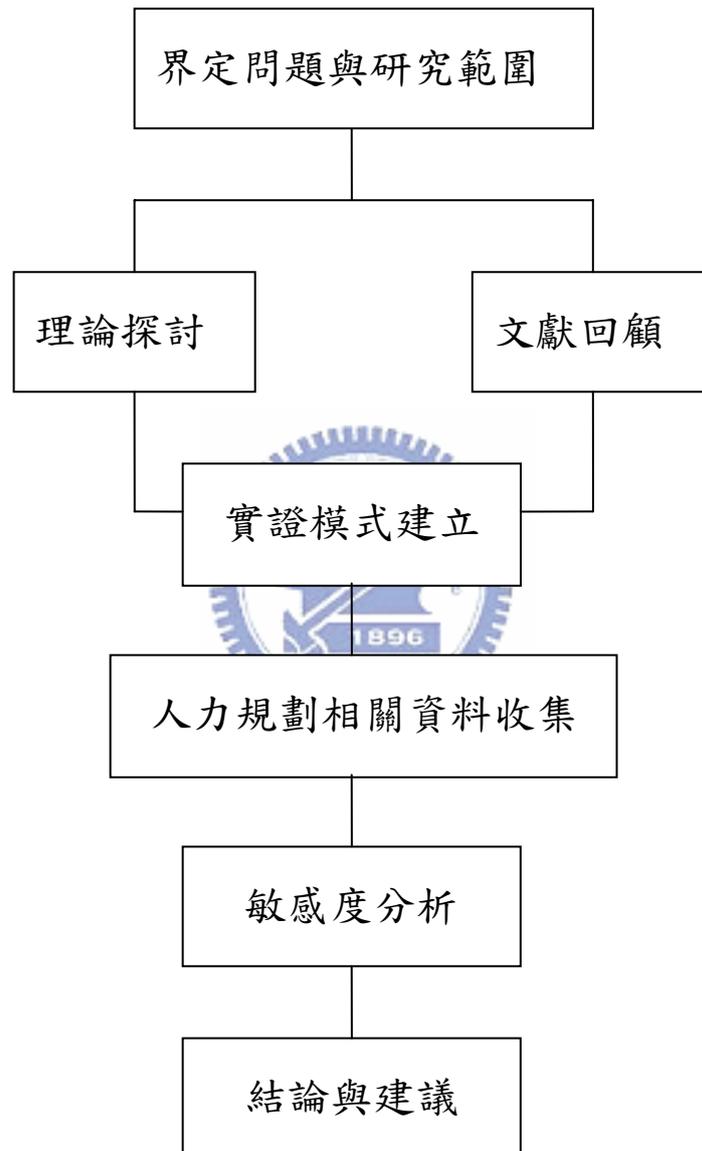


圖 1-1 研究流程

第2章 理論探討與文獻評述

2.1 產品支援性服務理論探討與文獻

2.1.1 產品支援性服務的簡介

一個公司提供給市場的產品，通常會包含或多或少的服務，服務可能是整個提供品的一小部分，也可能為公司主要部分。在現今產業競爭白熱化下，服務常常成了企業整體品質的第一知覺。

服務組合的類別，一般可分為五大類：



(1). 純有形財貨(pure tangible good):如牙膏、面紙等實體產品，沒有附帶任何服務在內。

(2). 有形財貨外加服務(Tangible good with accompanying services):

此是指有形財貨外加一些服務於顧客。例如汽車製造商除了賣車還有售後服務。當產品越具科技複雜性，銷售越決定於品質與服務的多寡。如運送、維修服務、操作訓練、安裝諮詢、保證的實現。事實上許多製造商找到可以以利潤中心來銷售服務。

- (3). 服務財貨參半(Hybrid): 服務財貨各半，成為整個銷售的提供品。如至餐廳享受美食亦享受他人的服務。
- (4). 服務為主財貨次之(Major service with accompanying minor goods & service): 主要為服務，外加小部分額外服務與支持用產品。如飛機旅客購買運送服務，在行程中，機上所提供額外服務如用餐、雜誌、飲料等。
- (5). 純服務(Pure service): 銷售的提供品以服務為主體，例如看護等工作。〔¹〕

服務業大都屬於個人間或組織內部的自我滿足，隨著產業的逐漸成形，服務業的定義，也越明確。如美國行銷學會就認為，服務乃是「直接對於銷售或附帶於產品銷售而提供的活動利益或滿足。」

〔²〕再明確的定義亦可參照Zeithaml 和Bitner，以及Kolter在1996年對服務業定義為「由一個組織或個人，透過特定行為、程序以及表現，將基本上無形也不易或產生事物所有權的商品，提供另一組織或個人的任何活動。」

在此討論的人力規劃是以具精密設備維護保養技能的相關人員

¹ Philip Kolter, Swee Hoon Ang, Siew Meng Leong, Chin Tiong Tan, Marketing management- An Asian perspective, third edition, Prentice Hall Pearson Education Asia Ltd, Singapore, 2003

² 葉永泰，羅珮軒，全球產業分析服務產業發展分析與趨勢，初版，經濟部技術處，民國九十二年。

為主，且偏向於有形財貨外加服務。產品支援性服務雖涉及零件的提供與相關銷售，但在公司大方向上屬於新機台買賣的附屬商品，故其營運策略必須與客戶採購新機台的決策做適當的連結。在機台銷售飽和期，事實上，就可以利潤中心的思維，單獨來銷售服務。所以本研究不探討整體維修服務所產生的營收追求最大化，而是將重心擺在最精簡的人力規劃研究，公司並可依此調整新機台展售時期的最適的人力規劃。

精密機械科技是整合並運用各種工程技術以達成生產精密產品之方法，其中以加工暨量測技術和設計創新的交互配合最為重要。具體而言，「精密機械」係指高精密性之機械或零組件，因而「精密性」成為衡量「精密機械」之重要指標。而「精密性」是隨著時間、國家之不同而有不同的要求，更重要的是因功能的不同，而要求具有不同的精密度。所以廣義之「精密機械」係指『凡能製造比目前產品更高品質、尺寸誤差更小、或是較現有技術更進步之尖端技術』的機具及零組件。狹義之「精密機械」則係以機械之精度為技術指標，若達到某標準之機械，即謂之「精密機械」。其中之標準則依產品、時間及國家而有所不同。諸如底下列舉的精密產業機械皆為本研究產品支援性服務之範疇。

◆ 步進式曝光機(Stepper)

- ◆ 化學氣相沉積系統(CVD)
- ◆ 物理氣相沉積系統(PVD)
- ◆ 化學清洗蝕刻工作站(Wet Station)
- ◆ 化學機械研磨機(CMP)
- ◆ 電漿蝕刻機(Etcher)、光阻灰化機(Asher)
- ◆ 快速熱處理器(RTP)、擴散爐管(Diffusion Oven)
- ◆ 回火設備(Annealing)
- ◆ 離子植入機(Ion Implanter)
- ◆ 晶圓切割機(Dicing Saw)、黏晶機(Die Bonder)
- ◆ 構裝自動化(Package Automation)
- ◆ 銲線機(Wire Bonder)、塑膜機(Molding)
- ◆ 電鍍系統(Plating System)
- ◆ 晶圓傳輸系統(Wafer Transfer System)
- ◆ 管件(Pipe)、閥(Valve)、真空幫浦(Vacuum Pump)
- ◆ 檢測系統(Inspection System)

本研究將產品支援性服務參照Buzacott(1999)對服務產業的分類，將服務依架構過程分類，Buzacott首度將服務過程架構用於非生產製造的服務分類〔³〕，根據工作內容的專業化(Specialization) 提供客戶一組工作服務項目(menu)，而由客戶選定所需特定工作項目；單等候線與多等候線Series / Parallel：則可由等候線模型(Queuing model)解決相關的服務問題，由下往上(Bottom-up)：診斷步驟被切割，而由一群工作人員完成；Top-down：所有診斷步驟，可由一工作人員完成。維護保養(Repair)服務與法律諮詢(Law firm)服務，主要差異在於提出服務需求當下，並不完全了解所需服務的內涵，須經診斷判別而列出所需服務的內涵，對於此服務依架構過程分類，有助於了解技術支援的工作型態，如圖 2-1 所示。



³ Buzacott, J.A., "Service system structure". International Journal of Production Economics, Vol.68, No.1, pp15-27,1999.

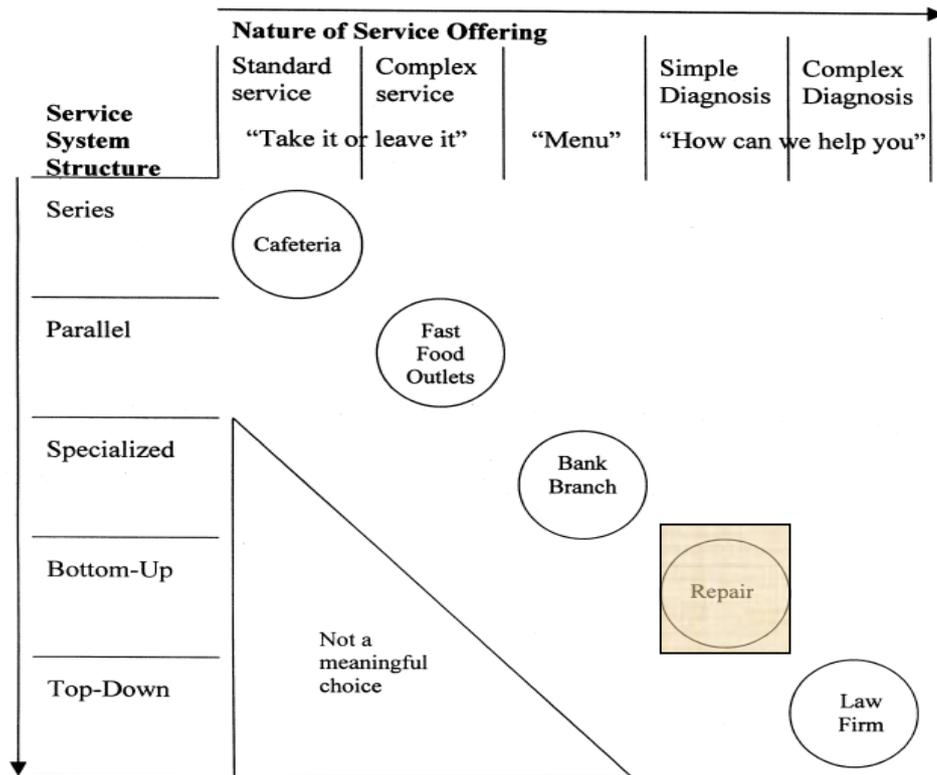


圖 2-1 服務系統架構分類

資料來源：Buzacott(1999)

2.1.2 產品支援性服務的時效性

對於一個客服經理來說，提供一適當程度的服務於其客戶，通常都是一困難的取捨。因高水準的服務，代表客戶等待的時間較短，相對其成本就較高；而另一方面，低水準的服務，代表客戶等待的時間較長，相對其成本就較低，而客戶滿意度也隨之降低。如圖 2-2 為 Bearden 等人於 1977 年提出，其簡單勾勒出客戶等待成本與廠商服務成本間的關連〔4〕。

⁴ Budnick, F.S., Mojena, R. & Vollmann, T.E., Principles of operations research for management., Homewood, IL: Ricahrd D. Irwin, Inc., 1977.

C_0 為客戶端可接受服務水準下，廠商所能承受最大的服務成本，如廠商為提高服務水準，在備料上增加數目或數量，在人員上可能需排班提供電話諮詢服務(on-call service)，甚至需在客戶端提供駐廠服務。

T_0 為客戶端可接受服務水準之最長等待時間，客戶在量產壓力下，時間越久壓力越大，會使客戶對服務水準的滿意度大幅下降。

在 C_0 與 T_0 兩點間的陰影區域為廠商在評估客戶等候成本與廠商本身提供如此服務水準的成本下，為折衷的可行服務水準區間，如

圖 2-2 所示。

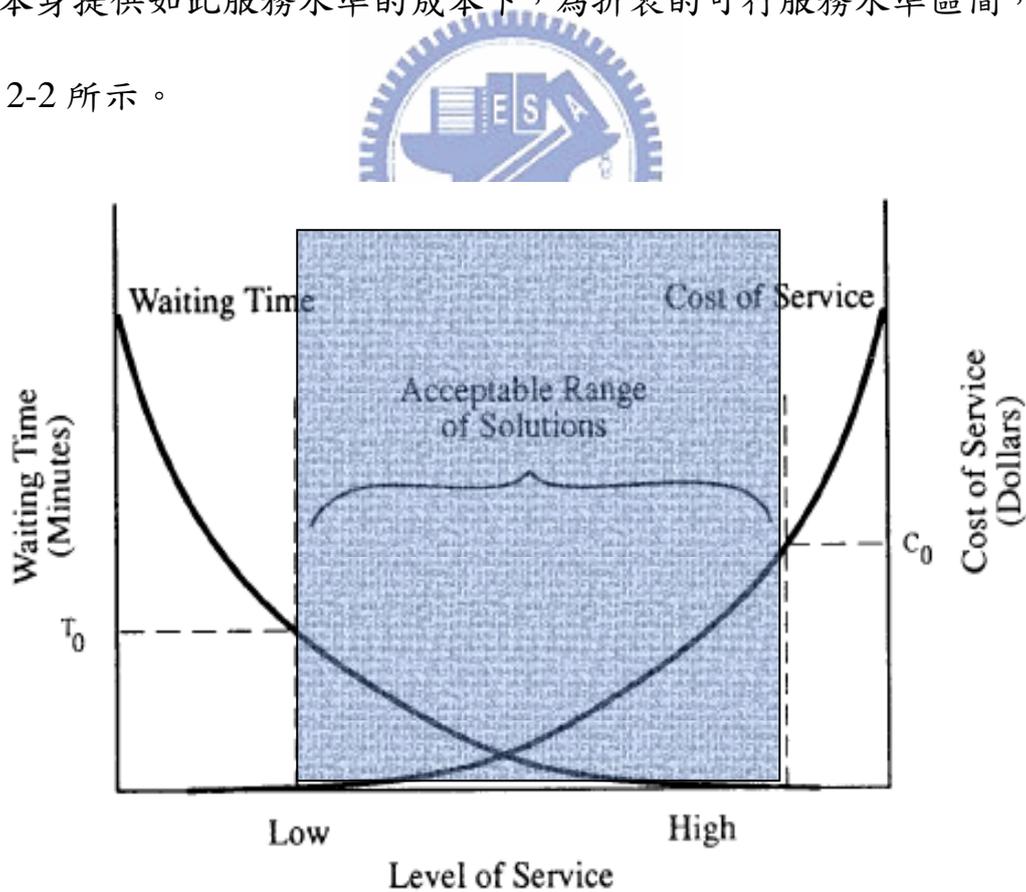


圖 2-2 客戶等候成本、廠商服務成本與可行服務水準示意圖

資料來源：Bearden(1977)

我國的精密機械工業，隨著近年來產業的進步與變遷，以半導體、電子、電腦等為主的產業，迅速蓬勃發展，從而也帶動週邊零組件及機械設備等相關產業的發展。由於自動化程度大幅上升，客戶等候成本相對亦大幅上升。主要原因為生產線將受限於故障機台而產能減少甚而停頓。

2.1.3 產品支援性服務活動類別

系統維修保養活動基本上可分為以下三類：

1. 修復(Reactive or Corrective Maintenance)：



為設備不能達到預期運轉功效或故障而需的維修工作。此故障常造成產能延誤和非預期的維修，因此成本亦最高。在成本管理考量下，需藉由定期保養與預期性保養來降低其發生率。根據它的發生特性，這些維修的排程常被客戶列為較優先順位，當下亦需考量零件可獲得性與相關技術人員的配合。

2. 定期保養(Preventive Maintenance)：

維修保養工作實施於設備故障前，藉由設備設計上的工作特性或設備運轉歷史資料，經由定期如每月或生產產品累積數量，將設備先行保養或替換相關零件。定期保養也包含定期的簡易檢查

(inspection)或定期的清潔，這些活動都能增加該設備運轉的妥善度。

3.預期性保養(Predictive Maintenance)：

藉由統計工具、不同的儀器和測試，例如震動分析、潤滑劑化學分析、光學儀器分析，將可提供預測設備的可能故障。適當地將這些結果併入定期保養的排程，亦有助於設備運轉的妥善度。

根據提供於客戶不同的維修服務水準或承諾服務水準，將導致不同的專案成本。例如較高品質的服務水準，則必須投入較多的定期保養，如統計工具、定期測試、定期更換零件而不管零件是否真的已有瑕疵，因此接近於線性增加，然而不定期當機將隨之減少，當然所需維修與故障亦隨之降低。反之投入較少的定期保養，不預期的故障必增加，此結果將造成品質低落下滑。

在如此的經驗法則下，可理解一最適專案成本與對應的品質的服務水準的存在。如圖 2-4 所示，可意會其間之相對關係。〔⁵〕

⁵ Matthew P. Stephens, Productivity and reliability-based maintenance management, Prentice Hall Pearson Education, New Jersey, 2004.

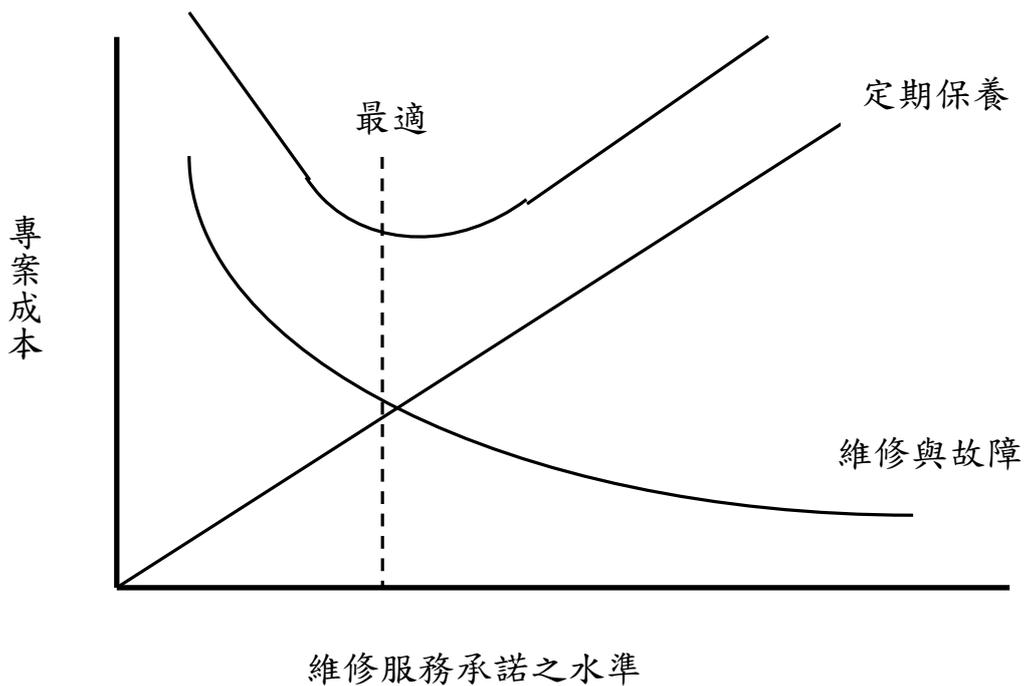


圖 2-3 不同維修服務水準的成本比較

資料來源：Matthew P. Stephens.(2004)



根據以上三種維修保養類別，一般會由公司的零件更換政策，而導致不同的預期成本。在實務上常見兩種定期零件更換政策：

{ 6 }

(1)定期更換零件政策(Constant Interval Replacement Policy):

在規定時間，更換零件；對於臨時故障當需要時，則更換之。

若之前剛因臨時故障而更換零件，但排定的時間一到，還是照常更換之。

⁶ Mohamed Ben-Daya, Salih O. Duffuaa, Abdul Raouf, Maintenance Modeling and Optimization, Kluwer Academic Publishers Group, Boston/Dordrecht/London, 2000.

$C_p \equiv$ 定期更換成本

$C_f \equiv$ 臨時故障更換成本

$t_p \equiv$ 在某一段時間內

$N(t_p) \equiv$ 在某一段時間內預期故障的次數

則每一單位時間總預期成本為：

$$ETC(t_p) = \frac{C_p + C_f * N(t_p)}{t_p}$$

(2)使用期限更換零件政策(Age-Based Replacement Policy): 依照零件規定使用多久時間，更換零件；對於臨時故障當需要時，則更換之。若之前剛因臨時故障而更換零件，但等到原排定的時間到來，並不更換之，而從臨時故障而更換時間從新算起，此特定正常更換時間，定義為 t_p 。

$R(t_p) \equiv$ 在規劃時間(t_p)之前，無臨時故障的機率。

$F(t_p) \equiv$ 在規劃時間(t_p)之前，發生臨時故障的機率。

則在時段($0, t_p$)之總預期成本為： $C_p R(t_p) + C_f F(t_p)$

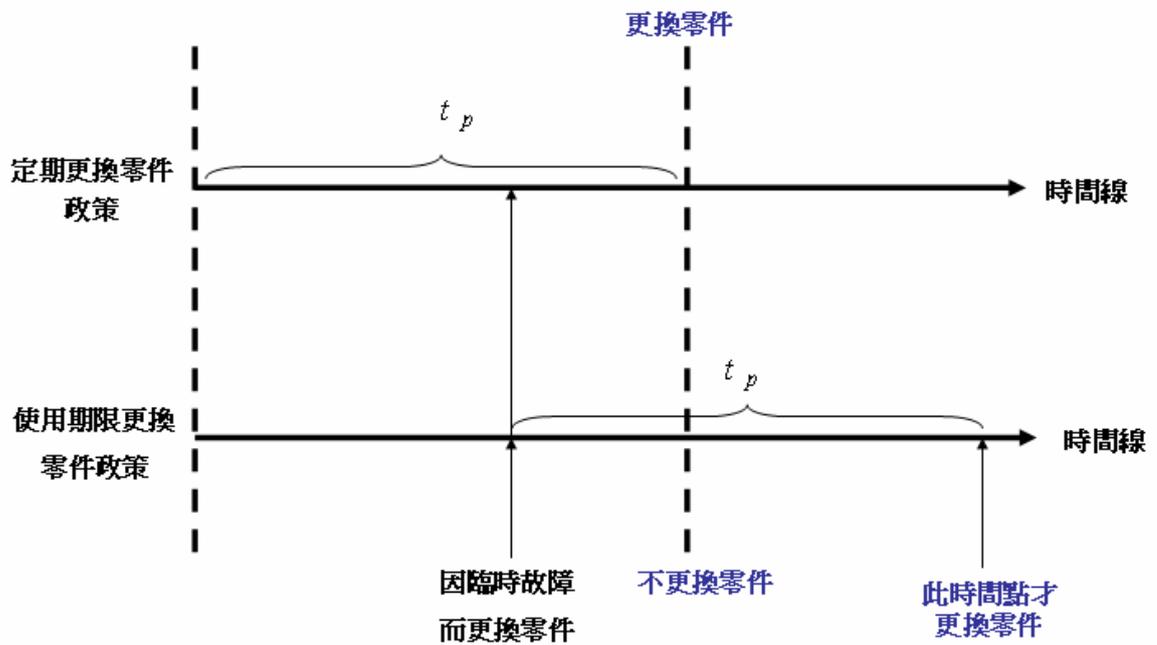


圖 2-4 使用期限更換與定期更換零件的政策比較

資料來源：本文整理

2.1.4 設備在不同生命週期中的故障率

對於不同的產品與零組件，故障率在其不同的生命週期而有所不同，通常也與所操作環境、統計方法及機率分佈有關。一般可分為初試期(Infant mortality)、隨機故障期(Chance failure)、耗盡期(Wear-out phase)。

由圖 2-5 可知，設備初試期與耗盡期可能具較高的故障率。但初試期的問題由於牽涉到設計的問題，公司一般會由研發部門(R & D)介入並主導整個進度；在耗盡期，由於需更換零件過多且需進行一些機台精確度驗證，在實務上通常須將機台運送回工廠或翻修中心處理。綜合而言，機台的隨機故障期為區域性維修人員主要的處理事務。

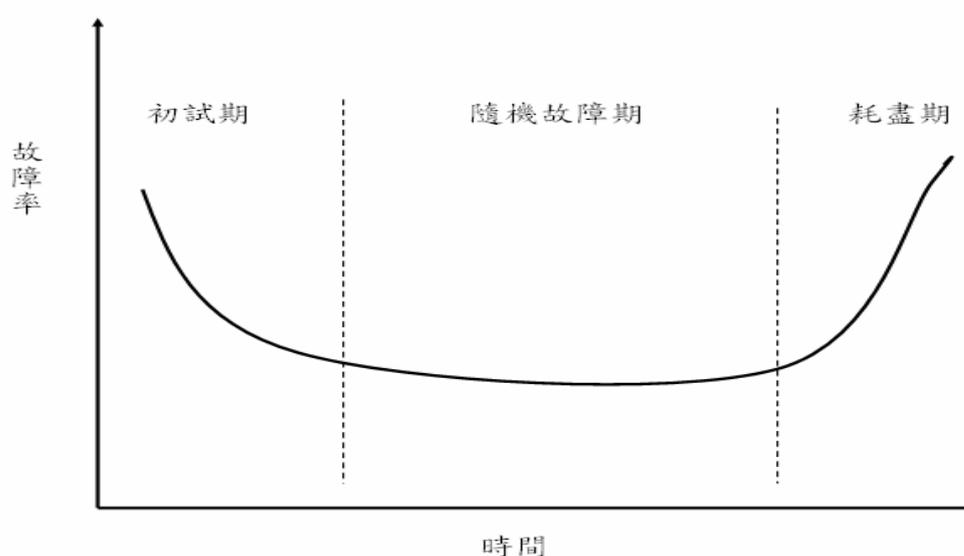


圖 2-5 設備生命週期與故障率關係圖

資料來源：Matthew P. Stephens.(2004)

對於較精密且產能高的設備，為提高機器設備的生產效率，通常會再將該設備在細分至零件模組層級，如圖 2-6 所示，以一設備而言不同模組需在不同的時間點被更換，如 O 型環(O-Ring)在設備運轉約 1200 小時需被更換，不然可能導致真空設備洩漏(leakage)。在精密且昂貴的設備，二十幾年還持續在生產是很常見的，關鍵在於相關零件模組是否還能取得。畢竟，具生產力的設備與一般汽車的維護習

慣，在價值上是有很大差異的。

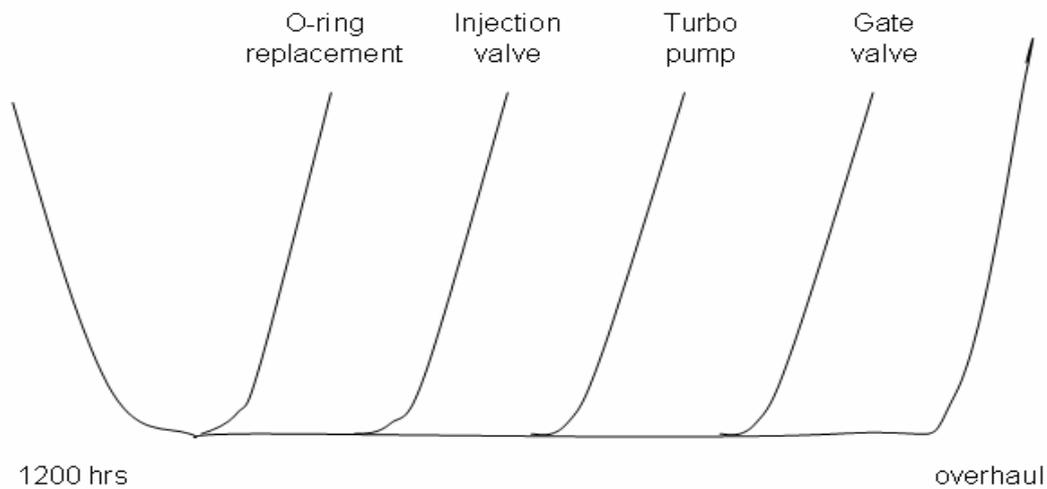


圖 2-6 設備中的各零件模組生命週期綜合圖

資料來源 : 本文整理

2.1.5 線性規劃 (Linear Programming) 與其應用

線性規劃是一種被廣泛應用的數學模型技術，它可幫經理人處理資源的相關規劃與決策。在過去五十幾年中，線性規劃可解決在軍事、產業、財經、行銷、會計等問題。〔7〕

1. 線性規劃的特性:

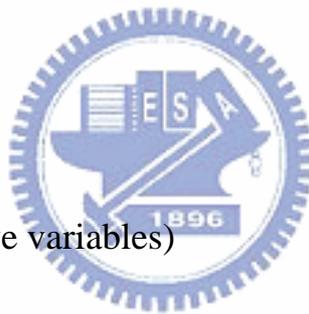
- (1) 一目標函數
- (2) 一或多限制式 (與變數數量有關)

⁷ Barry Render, Ralph M. Stair Jr., Michael E. Hanna, Quantitative analysis for management, eighth edition, Prentice Hall Pearson Education, New Jersey, 2003.

- (3) 其他方案的必須具可行性
- (4) 目標函數與限制式皆為線性關係

2.線性規劃的基本假設:

- (1) 確定性 (certainty)
- (2) 比例性 (proportionality)
- (3) 加成性 (additivity)
- (4) 可除性 (divisibility)
- (5) 非負變數(nonnegative variables)



在分派任務的優先順位應用，已有一些在線性規劃中可提供解決的方法，如Patrick MS〔⁸〕於1987年在Component plan for effective facility maintenance management中提出，RW Taylor也於1994年延用相近的方法，來管理工廠中未完成的工單，依工單的緩急而照優先順位完成。〔⁹〕

⁸ Patrick MS, "Component plan for effective facility maintenance management", Industrial Engineering and Management Press, 1987.

⁹ Rw Taylor, "A linear programming model to manage the maintenance backlog", Omega, International journal of Management Science, Vol.24, No.2, pp.217-227, 1996

其概念為目標函數中，加上人為操縱項目(Artificial item)，它能使運算中，呈現出優先順位的結果。例如 V_{cj} 為人為操縱項目， J 為優先順位的代號， V_{c1} 則為第一優先順位，人為操縱常數可設為 0 ； V_{c2} 則為第二優先順位，人為操縱常數可設為 5；此等依序排列。

當目標函數為(2.1)且求最小值時， B_0 為常數， $\sum R_{cj} =$ 常數(constant)，藉由 V_{cj} 人為操縱常數的導入，可使運算中依工單的緩急而得工時的最適分配。此時，目標函數求得之最小值僅為參考比較值，其值並不代表真實的意義。我們在乎的是藉由目標函數最小化求取工時的最適分配。在分派任務的優先順位，可輕易地呈現出優先順位的結果。



2.1.6 風險共擔 (Risk Pooling)

在現實環境中，需求量皆為不確定且是隨機變動的，因此，難以作出準確的需求預測，然而不可信賴的需求預測資訊卻成為需求規劃中之最大憂慮。已有研究結果發現，將需求聚合能降低需求變異性，該現象稱之為風險共擔，也就是說高變異性的需求將會在聚合的過程中，被低變異性的需求所抵銷，如同取盈補缺、互通有無的概念。

例如在 2003 年，飛利浦半導體封測組織以「雁行理論」為基礎，實行「小公司組織」(Cell Operation)。將飛利浦高雄廠的一千七百位

線上作業員，每二十人分成一組，就像一個「小公司」。這個制度和過去最大的差別是，領班由指定制改採選舉制，且每半年改選一次。績效獎金也從過去是以個人表現為主，轉成團隊績效占比高於個人績效。

飛利浦高雄廠將第一線生產線員工分為品管、送料、維修與操作人員四組，因應小組團隊作戰模式 必須學習他人專長，以便隨時遞補。改變績效獎金計算方式，四成看個人表現，六成看團隊績效。

「雁行理論」即像成群的雁群飛行時，會排列成整齊的V字形，藉著彼此的浮力，減輕飛行負擔，領頭的野雁飛累了，就自動往後退，由另一隻雁帶隊。雁群還會此呼彼應，發出叫聲鼓舞士氣。研究顯示，群飛的野雁比單飛的野雁，飛行距離會多出 71%。雁群輪流領導及團隊合作的概念，正是「小公司組織」的核心精神。〔¹⁰〕

當聚合了不同地區不同客戶的服務需求時，也就是說將原本分開兩地的人力需求，聚合在一起供給，我們將可以得到風險共擔的好處，例如：當 A 客戶有高人力需求而 B 客戶有低人力需求時，原本分開兩地供給的策略會導致 A 客戶的人力供給短缺，B 客戶的人力供給過剩；反觀若將兩客戶的需求聚合，則會產生風險共擔的效果，A

¹⁰ 胡釗維，「師法燕群飛行，生產力提升三成」，商業周刊，957 期，94-96 頁，民國九十五年三月二十七日

客戶多餘的供給剛好可以給 B 客戶使用，如此一來，整體的變異性降低了也會降低服務人力的需求，也有利於未來產能的規劃，客戶亦得到相同的服務水準。

2.1.7 服務需求預測 (Demand Forecasting)

許多因素會影響整個產品支援性服務的績效，其中一個重要的因素就是需求預測的準確性，許多管理者總是設法去降低市場需求的不確定性，以提升對未來預測的準確度，然而，市場需求的不確定因素是卻很難掌控的，同時也是比較主觀的因素；所以許多的研究都以量化的預測模式來預測未來的需求，譬如：移動平均法、指數平滑法、趨勢投射法以及迴歸分析等方法。



2.2 排程理論探討與文獻

- (1). Dantzig(1954)提出有關純服務氛圍的傳統人力排程問題，工作於特定時段而以一周為基礎，目標為人力成本極小化，經由特定的組合可得最佳解，此類問題已可應用於解決一些相關的問題。此輪班問題，如做三休四，可歸類為多日休模式 (days-off pattern) 。 [¹¹]

¹¹ Dantzig,G.B., “A comment on Edie’s Traffic delays at toll booths”, Operations Research, Vol.2,No.3, pp339-341,1954

- (2). Beaumont(1997)將傳統人力排程問題延伸，加入考量差旅的時間與成本。〔¹²〕
- (3). Brusco and Jacobs(1995)將傳統人力排程問題延伸，加入考量需求為全天候輪班，二十四小時且一周七天無休。就如科學園區內很多工廠運轉的模式相同。〔¹³〕
- (4). Brusco and Jacobs(1998)在人力排程問題上，將工作人員依不同的生產水準分組。相關研究顯示，經由不同組別間的相互訓練(cross-training)，可大幅提升整體的工作效益。〔¹⁴〕
- (5). Davis(1991)在人力排程問題上，將客戶等候時間納入討論範圍內，因為等候時間明顯影響客戶的滿意度。〔¹⁵〕

¹² Beaumont,N., “Scheduling staff using mixed integer programming”, European Journal of Operational Research, Vol.98,No.3, pp473-484, 1997.

¹³ Brusco,M.J.,Jacobs,L.W., “Cost analysis of alternative formulations for personnel scheduling in continuously operating organizations”., European Journal of Operational Research, Vol.86,No.2,pp249-261, 1995

¹⁴ Brusco,M.J.,Jacobs,L.W., “Staffing a multiskilled workforce with varying levels of productivity: An analysis of cross-training policies.”, Decision Sciences , Vol.29,No.2,pp499-515, 1998

¹⁵ Davis,M.,Maggard,M.J.,”How long should a customer wait for service”, Decision Sciences, Vol.22,No.2,pp421-434,1991

第3章 模式建立與資料說明

3.1 問題陳述

高科技設備公司，隨著全球製造往亞洲移動之際，在銷售其主要產品之外，也重視對於產品支援性服務如何藉由系統性的分析與管理，而提升公司整體競爭力。因為過程中，不但可提升公司內部營運績效，也能增加產品銷售的獨特競爭力。

研究中的科技設備公司，其營運據點散佈於數個亞洲國家，對內需考量技術經驗的傳承與配合公司的加班政策，對外需考量客戶的印象與感受。最重要的一點，所有的工單完成必須有優先順序，且循序漸進被完成。

3.2 模式建立

Min

$$\sum_{c=1}^n \sum_{j=1}^m (B_0 + V_{cj})R_{cj} + (B_1 + V_{cj} + D_c)P_{cj} \quad (3.1)$$

Subject to

$$B_1 = \beta B_0 \quad (3.2)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{c=1}^h \sum_{j=1}^m R_{cj} \leq S_{group1} \quad c=1,2, \dots, h, \text{ as group1} \end{array} \right. \quad (3.3)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{c=h+1}^p \sum_{j=1}^m R_{cj} \leq S_{group2} \quad c=h+1, h+2, \dots, p, \text{ as group2} \end{array} \right. \quad (3.4)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{c=p+1}^q \sum_{j=1}^m R_{cj} \leq S_{group3} \quad c=p+1, p+2, \dots, q, \text{ as group3} \end{array} \right. \quad (3.5)$$

$$R_{cm} \leq \alpha \times R_{c1} \quad \text{for all } c, \text{ priority } j=m \text{ is for over-time.} \quad (3.6)$$

$$\sum_{c=1}^n P_{cm} \leq \alpha \times T \quad \text{for all } c, \text{ priority } j=m \text{ is for over-time.} \quad (3.7)$$

$$R_{c1} \geq r(P_{c1} + R_{c1}) \quad \text{for all } c \text{ and } j=1, m \text{ only} \quad (3.8)$$

$$R_{c1} + P_{c1} + R_{cm} + P_{cm} = Q_{c1} \quad \text{for all } c \text{ and } j=1 \text{ or } m \quad (3.9)$$

$$R_{cj} + U_{cj} = Q_{cj} \quad \text{for all } c \text{ and } j=2,3,4, \dots, m-1 \quad (3.10)$$

$$R_{cj}, P_{cj}, U_{cj} \geq 0 \quad (3.11)$$

B_0 = 資淺維修人員的每小時人力成本

β = 資深維修專員與資淺維修人員的薪資比值

B_1 = 資深維修專員的每小時人力成本

R_{cj} = 資淺維修人員在 c 地區第 j 項優先工單所規劃時數

P_{cj} = 資深維修專員在 c 地區第 j 項優先工單所規劃時數

U_{cj} = 在 c 地區第 j 項未能被規劃的工單時數

V_{cj} = 依優先順序完成工單的操縱成本

D_c = 依時程與優先性，換算出地區間優先順序的操縱成本

$S_{group\#}$ = 在兩地區中資淺維修人員可供使用之月總時數

可由 D_c 來作適當分組，該組資淺人員在其派駐地區外，可支援其他地區。

T = 在此區域的國家中，資深專員可提供服務的月總時數

Q_{cj} = 預估在 c 地區中完成第 j 項優先工單所需總時數

α = 加班時數佔總工作時數的約定比例

r = 工作必須由資淺維修人員完成多少比例才由資深專員接手

$h =$ 為 h 地區，例如 1 為韓國、 h 為台灣，台灣與韓國為一組

$p =$ 為 p 地區，例如 $h+1$ 為大陸、 p 為菲律賓，大陸與菲律賓為一組

$q =$ 為 q 地區，例如 $p+1$ 為新加坡 q 為馬來西亞，新加坡與馬來西亞
為一組



3.3 模式參數說明

3.3.1 為依照工單的優先性而等化的地區工作量

$$PB_c = \sum_{j=1}^m Q_{cj}/T_j \quad \text{for each country (c=1,2,3..)}$$

為比較各個地區維修人員的工作量，將不同優先工單時數加總再除以對等的時程。為完成第 j 項優先工單的相關時程。如第一優先於一星期內完成；第二優先訂單必須於兩星期內完成；第三優先訂單必須於四星期內完成。由此可得一在急迫性等量化後的數值，藉此可比較這些地區之間負荷量比例。**PB (prorate backlog)**=第一優先工單總時數/1 + 第二優先工單總時數/2 + 第三優先工單總時數/4，其代表某一地區按分配的未完成訂單總需求概量。在本研究中，藉由求出此數值，再依序定義各地區優先順位，如台灣第一優先、新加坡第二順位、中國第三順位……。此順位值為本研究中之 D_c 。

3.3.2 資深資淺維修人員薪資比 $B_1 = \beta B_0$

將維修人員分為「資深維修專員」-Project Crew 與「資淺維修人員」-Regular Crew。一般而言，資淺維修人員因經驗有限，較勝任於固定流程的工作。資深維修專員，因其服務時間較長並且經驗豐富，具處理較複雜問題的能力。在薪資上，有一定比例上的差異，在

此以 β 為記。

3.3.3 目標函數-成本最小化

$$\sum_{c=1}^n \sum_{j=1}^m (B_0 + V_{cj})R_{cj} + (B_1 + V_{cj} + D_c)P_{cj}$$

目標函數為不同的每小時人力成本相乘於每個地區對於不同緊急程度訂單所花的時間之加總。目標函數在成本最小化與一些限制中，可求得資淺維修人員與資深專員在不同優先工單的相關人力配置。

R_{cj} = 資淺維修人員在 c 地區第 j 項優先工單所規劃時數

P_{cj} = 資深維修專員在 c 地區第 j 項優先工單所規劃時數

V_{cj} = 依優先順序完成工單的操縱成本

D_c = 為 PB 之倒數，依大小排出地區間優先順序的操縱成本

3.3.4 公司的加班政策

$$R_{cm} \leq \alpha \times R_{c1} \quad \& \quad \sum_{c=1}^n P_{cm} \leq \alpha \times T$$

加班僅限於最優先工單。且不得超過當月該地區總正常工作時數的 α 比例。由於資淺維修人員大部份服務於單一地區與指定支援地區，為避免勞役不均產生負荷過重，在此限制某個地區中加班時數

須控制在該地區中正常總工時的 10% 內。而資深專員支援不同地區為常態，故加班時數為其總工時的 10% 內，而不為地區所限。

3.3.5 加班僅限於最優先工單

$$R_{c1} + P_{c1} + R_{cm} + P_{cm} = Q_{c1} \text{ for all } c$$

完成最優先工單所需總時數將等於資淺維修人員與資深維修專員在正常工作時數與加班時數的和總。

3.3.6 資淺人員需參與第一工單，且佔一定比例 (r)

$$R_{c1} \geq r(P_{c1} + R_{c1})$$



為提升資淺維修人員的技術水平，資淺維修人員在「第一優先工單」的全體總工時數中(含資深維修專員)須佔一定比例貢獻。在此為 0.25。由該設備的學習曲線及組織組員的資歷能力分佈，可適時調整此比例。

3.3.7 資深人員僅參與第一工單 $R_{cj} + U_{cj} = Q_{cj}$ for all c and $j=2,3,4,\dots,m-1$

U_{cj} 為在 C 地區除第一優先工單外，其他第 j 項優先而未能被事先規劃的工單時數，亦等同為不足的人力。 Q_{cj} 為在 c 地區中完成第 j 項優先工單所需總時數。

第4章 實證結果分析

4.1 實例說明與輸入資料

4.1.1 實例說明

以E公司為例，為一美跨國企業，其產品主要行銷北美、歐洲、亞洲，在本研究中將以亞洲為主要研究對象。在亞洲其產品分佈於韓國、大陸、台灣、新加坡、菲律賓及馬來西亞。

各地區工作負荷不均。關於在這些地區內往返時間的問題，由於皆搭乘飛機及各地區間的時差最多為一小時，在本研究予以忽略其差旅時間。

E公司為生產晶圓測試相關的機器設備，少許工程師年資超過十年，大部分工程師年資為3至6年。公司加班政策為控制於當地正常工作時數之10%內。

表 4.1 模擬案例: 散佈亞洲的客戶

模擬案例：散佈亞洲的客戶	
地區/國家	客戶
SINGAPORE	ST MICROELECTRONICS PTE. LTD
TAIWAN	ASE
MALACCA	NATIONAL SEMICONDUCTOR SDN BHD
SHENZHEN	SHENZHEN STS MICROELECTRONICS CO.
PENANG	FAIRCHILD SEMICONDUCTOR (M) SDN BHD
Korea	AMKOR TECHNOLOGIES

4.1.2 輸入資料

◆ 每週與每月工時總供給數(Total Supply)。

根據現有的工作人數、工作屬性及公司加班政策，可整理出表

4-2 人力供給的相關資料。資淺維修人員與資深維修專員因任務不

同，資深維修專員支援各地區屬常態，詳細資料如表 4-2。

表 4-2 輸入資料：案例封測設備的人力供給 (Sc & T)

輸入資料：封測設備的人力供給 (Sc & T)		
區別	週工時	月工時
資淺維修人員	280	1120
資深維修專員	90	360
維修人員總時數	370	1480
加班時數($\alpha=10\%$)	37	148
總工時供給	407	1628

◆ 每週與每月工時總需求數(Total Demand)。

根據現有的工單及預期發生的總時數，再根據工單的優先順序，排序為第一順位、第二順位、第三順位且循序漸進被完成。可整理出表 4-3 人力需求的相關資料。

表 4-3 輸入資料：案例封測設備的人力需求

輸入資料：封測設備的人力需求				
國家別	優先順序			小計
	#1	#2	#3	
韓國	80	40	40	160
大陸	40	120	120	280
台灣	200	120	120	440
新加坡	160	80	80	320
菲律賓	80	60	40	180
馬來西亞	40	120	48	208
小計	600	540	448	1588

在人力需求時數，可分為兩大部分。一為規劃中的工單 (Scheduled work order) 如何時裝機、進行定期保養等，詳細可參照 2.1.3. 章節所討論，工單的優先性，可由工單必須完成的時間點，定義之。如需於一星期內的定期保養，則為最高優先定單。另一為未能事先規劃的緩衝工單 (Buffer work order)，如修復 (Reactive or Corrective Maintenance) 相關的工作活動，由於可能與客戶簽定服務合約 (Integrated package service)，由 2.1.2. 章節所討論的客戶等候時間

可能於服務合約中明確被規範，如 24 小時內的回應，在此，可藉由機台的零組件存貨使用量，預估相關優先工單所需的時數。一般存貨等級可分為三類：

A 級存貨：對企業的貢獻最大，項目少但金額大，存貨項目佔總存貨項目 5%~20%，而其金額則高達 60%~70%。

B 級存貨：存貨項目次重要，項目適中且金額適中，存貨項目約佔總存貨項目 20%，而其金額則約達 20%。

C 級存貨：項目多但金額小，存貨項目佔總存貨項目高達 60%~70%，而其金額卻約 5%~20%。通常採複倉系統(two-bin system)

C 級存貨，一般為小型零件，如 O-Ring 更換等，客戶通常能自行處理，或許需要零件，但對公司人力並不造成太大負擔。B 級存貨與 A 級存貨，可藉由對客戶提供教育訓練或網路上提供基本維修概念與方法，分擔部分的工作量，對於存貨的使用量，因精密設備都具標準處理流程(Standard Maintenance Procedure) ，此可概估與換算相關優先工單所需的時數。若是設計上的問題，機台維護政策需專案處理。

◆ 資深資淺維修人員薪資比

資淺維修人員與資深維修專員的基本時薪，可經概算得出一比例值。其比較如表 4-4 所列。

表 4-4 人員基本時薪比較

輸入資料：人員基本時薪比較		
資淺維修人員基本時薪	340	$\beta = 1.35$
資深維修專員基本時薪	460	

PB (prorate backlog): 第一優先工單總時數/1 + 第二優先工單總時數/2 + 第二優先工單總時數/4，其代表某一地區按分配的未完成訂單總需求概量。由此可算出相關 D 值。

例如韓國的 PB 值=(第一優先除以第一優先要求完成的時距)+(第二優先除以第二優先要求完成的時距)+第三優先除以第三優先要求完成的時距)=110。在本文，第一優先要求完成的時距為一星期內，第二優先要求完成的時距為二星期內，第三優先要求完成的時距為四星期內。

在比較各地區的 PB 值，可得韓國的 D 值為 6，即代表韓國在地區的工作負荷順位為第 6 順位。

表 4-5 相關 D 值計算與分組

輸入資料：相關 D 值計算與分組				
Dc	地區	= #1 hr/1+#2/2+#3/4		Ranking
D 韓	韓國	110	0.009	6
D 中	大陸	130	0.008	3
D 台	台灣	290	0.003	1
D 新	新加坡	220	0.005	2
D 菲	菲律賓	120	0.008	4
D 馬	馬來西亞	112	0.009	5

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{c=1}^h \sum_{j=1}^m R_{cj} \leq S_{group1} \quad c=1,2, \dots, h, \text{ as group1} \quad (3.3) \\ \sum_{c=h+1}^p \sum_{j=1}^m R_{cj} \leq S_{group2} \quad c=h+1, h+2, \dots, p, \text{ as group2} \quad (3.4) \\ \sum_{c=p+1}^q \sum_{j=1}^m R_{cj} \leq S_{group3} \quad c=p+1, p+2, \dots, q, \text{ as group3} \quad (3.5) \end{array} \right.$$

在本研究中，以一區域性精密設計製造商的公司為例，經由適當的分組，如以上限制式所述，以達到「小型地區組織」(Cell Operation)。進行地區的工作量而排定順位，將不同的兩地區編為一新小型地區組織，如第一與第六順位為一組；如第二與第五順位為一組；如第三與第四順位為一組。在本例中如台灣與韓國為一組，其代表兩地區人員互為支援，以分擔彼此的工作負荷，如圖 4-1。

在廣義的應用上，此概念可應用在於工廠的製造生產的績效再提升，例如由不同製造單位間，經由交互訓練，而編列為一小型組織。

在工廠的總經營績效亦可由此分群的概念來推演，如圖 4-2。

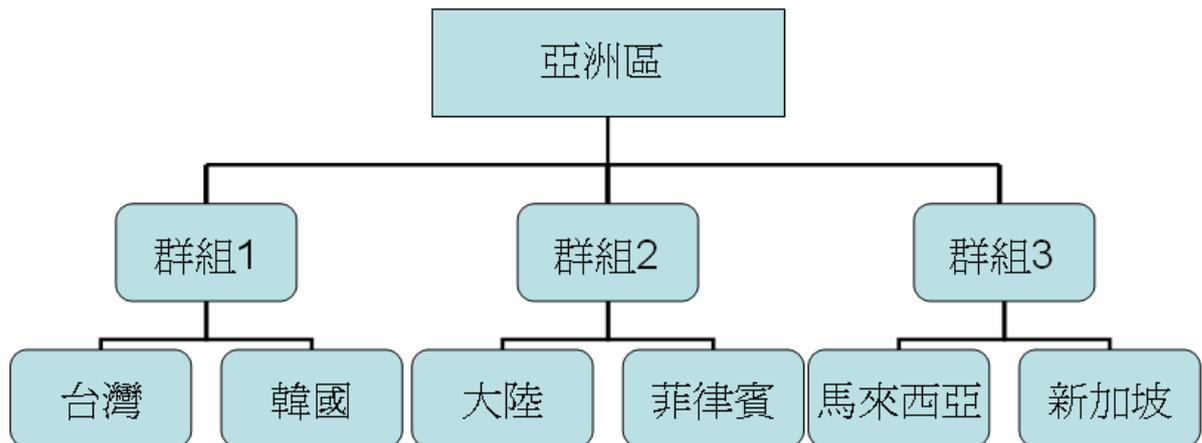


圖 4-1 亞洲區產品支援性服務依工作量作編組

資料來源 :本文整理

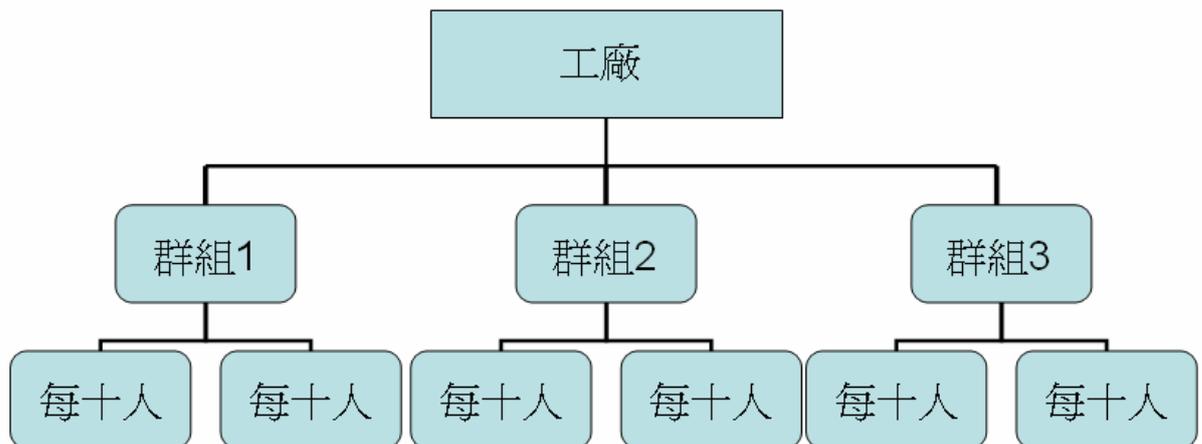


圖 4-2 工廠線上作業員依人數與不同工作性質作編組

資料來源 :本文整理

V_{cj} 為依優先順序完成工單的操縱成本，由目標函數(3.1)可容易看出，在加入不同的 V_{cj} 值下，最優先工單將優先被處理。

$$\text{MIN} \sum_{c=1}^n \sum_{j=1}^m (B_0 + V_{cj})R_{cj} + (B_1 + V_{cj} + D_c)P_{cj} \quad (3.1)$$

表 4-6 本案例操縱變數的預設值

工單	操縱變數	
第一順位	Vc1	0
第二順位	Vc2	10
第三順位	Vc3	15
第一順位加班	Vc4	17

4.2 結果與涵義說明

4.2.1 使用工具介紹

本研究採用 LINDO System INC. 的 What is Best 進行演算。

What is Best 是加在 Excel 的功能表內，可以 Excel 的表格建立大型的線性、非線性和整數模型。在研究中的目標函數為多變量函數，一般有多解，不過本研究運用一些人為操縱常數(如工單優先性、地區優先性)，而且本文研究重點為整體工單優先性、整體地區優先性與整體未完成工單時數，在反覆法計算中可得到最適解。

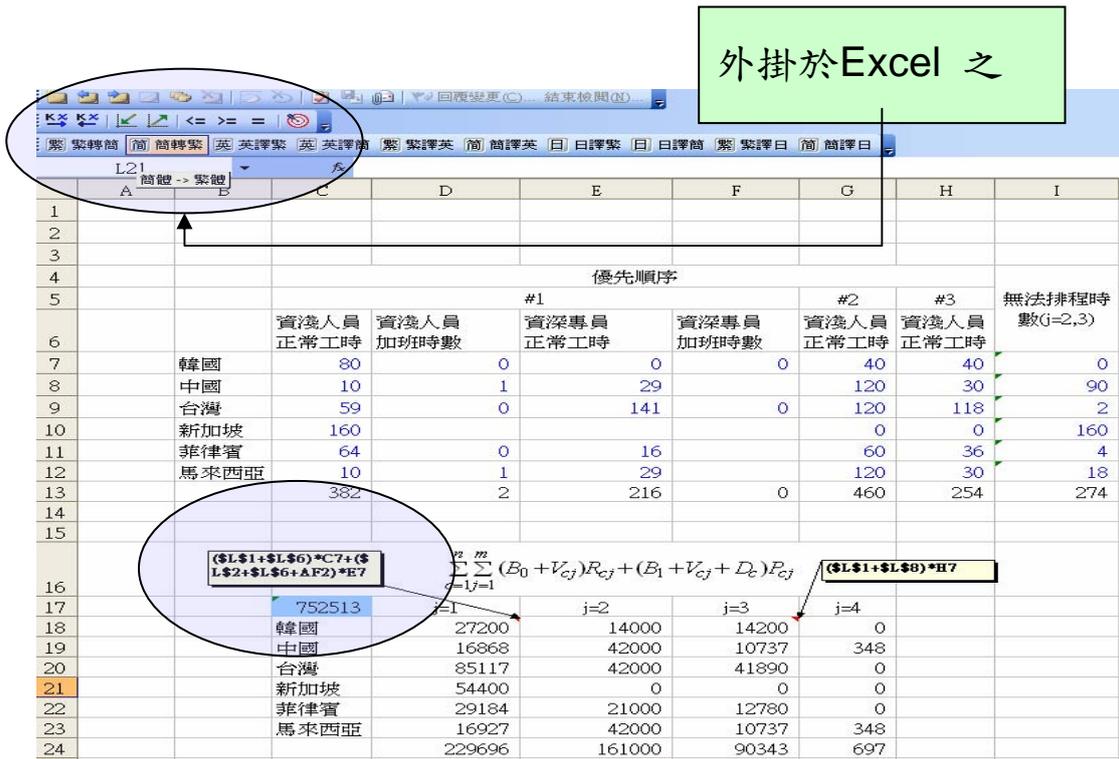


圖 4-3 LINDO 在 Excel 中的使用圖

資料來源 : 本文整理



表 4-7 What's Best 在案例中的 Status Report

What'sBest!®8.0 (Mar 01, 2006) - Status Report -			
DATE GENERATED:			Apr 11, 2006
MODEL INFORMATION:			
CLASSIFICATION DATA	Current	Capacity Limits	
Numerics	438		
Variables	168		
Adjustables	30	300	
Constraints	45	150	
Integers/Binaries	0/0	30	
Nonlinears	0	30	
Coefficients	385		
Minimum coefficient value:	0.0027777777777778	on	
Sheet1!F13			
Minimum coefficient in formula:	Sheet1!D63		
Maximum coefficient value:	990	on Sheet1!I13	
Maximum coefficient in formula:	Sheet1!C17		
MODEL TYPE:	Linear		
SOLUTION STATUS:	GLOBALLY OPTIMAL		
OBJECTIVE VALUE:	752513.02439024		
DIRECTION:	Minimize		
SOLVER TYPE:	. . .		
TRIES:	23		

資料來源 : 本文整理

4.2.2 敏感度分析

■ 資淺人員僅工作於同一地區的條件下

資淺維修人員僅服務於其派駐單一地區，不支援其他地區。故其當月實際總工作時數須小於供給總工時。

表 4-8 各個工單工時分派表(資淺人員僅工作一個地區)

地區	優先順序						無法排程時數
	#1				#2	#3	
	資淺人員 正常工時	資淺人員 加班時數	資深專員 正常工時	資深專員 加班時數	資淺人員 正常工時	資淺人員 正常工時	
韓國	80	0	0	0	40	40	0
大陸	10	1	29		120	30	90
台灣	82	0	118	0	120	118	2
新加坡	160				0	0	160
菲律賓	64	0	16		60	36	4
馬來西亞	10	1	29		120	30	18
	406	2	193	0	460	254	274
資淺人員總工時		1122					
資深人員總工時		193					
未排程時數		274					

由此可得，無法排程時數為 274 小時，資深專員月工作率為 53.5 %，資淺人員月工作率為 100.2 %。

■ 資淺人員可工作於兩地區的條件下

資淺維修人員當月服務於其派駐地區，可支援其他地區。依各地區之工作量，由 D_c 值在本例中分為三組， $D_c=1、6$ 為一組 (GROUP1)， $D_c=2、5$ 為一組 (GROUP2)， $D_c=3、4$ 為一組

(GROUP3)。例如台灣與韓國為一組，其代表兩地區人員互為支援。

故其當月兩地區實際總工作時數須小於兩地區供給總工時。

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{c=1}^h \sum_{j=1}^m R_{cj} \leq S_{group1} \quad c=1,2, \dots, h, \text{ as group1} \quad (3.3) \\ \sum_{c=h+1}^p \sum_{j=1}^m R_{cj} \leq S_{group2} \quad c=h+1, h+2, \dots, p, \text{ as group2} \quad (3.4) \\ \sum_{c=p+1}^q \sum_{j=1}^m R_{cj} \leq S_{group3} \quad c=p+1, p+2, \text{ as group3} \quad (3.5) \end{array} \right.$$

表 4-9 各個工單工時分派表(在資淺人員工作於兩個地區)

地區	優先順序						無法排程 時數
	#1				#2	#3	
	資淺人員 正常工時	資淺人員 加班時數	資深專員 正常工時	資深專員 加班時數	資淺人員 正常工時	資淺人員 正常工時	
韓國	73	7	0	0	40	40	0
大陸	0	0	40	0	120	71	49
台灣	87	9	104	0	120	120	0
新加坡	160				40	0	120
菲律賓	29	3	48		60	40	0
馬來西亞	0	0	40		120	0	48
	349	19	232	0	500	271	217
資淺人員總工時	1139						
資深人員總工時	232						
未排程時數	217						

由此可得，無法排程時數為 217 小時，資深專員月使用率為 64.4 %；資淺人員月使用率為 101.1 %。

■ 假設r 值增加為 0.4 (What-If)

r 為資淺維修人員參與第一優先工單總時數的比例，此比例與資淺維修人員的技術水平有關。若增加為 0.4，代表資淺維修人員的技術水平提升，得以勝任較重要的任務。

表 4-10 r 值增加為 0.4

優先工單							
地區	#1				#2	#3	無法排程 時數
	資淺人員 正常工時	資淺人員 加班時數	資深專員 正常工時	資深專員 加班時數	資淺人員 正常工時	資淺人員 正常工時	
資淺人員僅工作於一地區(r=0.4)							
韓國	78	0	2	0	40	40	0
大陸	15	2	23		120	25	95
台灣	80	0	120	0	120	118	2
新加坡	160				0	0	160
菲律賓	32	0	48		60	36	4
馬來西亞	15	2	23		120	25	23
	381	3	216	0	460	243	285
優先工單							
地區	#1				#2	#3	無法排程 時數
	資淺人員 正常工時	資淺人員 加班時數	資深專員 正常工時	資深專員 加班時數	資淺人員 正常工時	資淺人員 正常工時	
資淺人員僅工作於一地區(r=0.25)							
韓國	80	0	0	0	40	40	0
大陸	10	1	29		120	30	90
台灣	82	0	118	0	120	118	2
新加坡	160				0	0	160
菲律賓	64	0	16		60	36	4
馬來西亞	10	1	29		120	30	18
	406	2	193	0	460	254	274
Remark : 若 r 值增加為0.4，將使無法排程時數增加 11小時；資淺人員可工作總工時減少 35小時；資深人員可工作總工時增加 23小時							

■ 假設r 值減少為 0.1(What-If)

r 為資淺維修人員參與第一優先工單總時數的比例，此比例與資淺維修人員的技術水平有關。若減少為 0.1，代表資淺維修人員的技術水平下降，難以勝任較重要的任務。

表 4-11 r 值減少為 0.1

優先工單							
地區	#1				#2	#3	無法排程 時數
	資淺人員 正常工時	資淺人員 加班時數	資深專員 正常工時	資深專員 加班時數	資淺人員 正常工時	資淺人員 正常工時	
資淺人員僅工作於一地區(r=0.1)							
韓國	80	0	0	0	40	40	0
大陸	4	0	36		120	36	84
台灣	71	0	129	0	120	118	2
新加坡	160				0	0	160
菲律賓	64	0	16		60	36	4
馬來西亞	4	0	36		120	36	12
	383	1	216	0	460	266	262
地區	#1				#2	#3	無法排程 時數
	資淺人員 正常工時	資淺人員 加班時數	資深專員 正常工時	資深專員 加班時數	資淺人員 正常工時	資淺人員 正常工時	
資淺人員僅工作於一地區(r=0.25)							
韓國	80	0	0	0	40	40	0
大陸	10	1	29		120	30	90
台灣	82	0	118	0	120	118	2
新加坡	160				0	0	160
菲律賓	64	0	16		60	36	4
馬來西亞	10	1	29		120	30	18
	406	2	193	0	460	254	274
△=	-23	-1	23	0	0	12	-12
Remark：若 r 值調降為0.1，可使無法排程時數降低 12小時；資淺人員可工作總工時減少 12小時；資深人員可工作總工時增加 23小時							

■ 假設資淺維修人員增加一人(What-If)

考量增加資淺人員一人，可由其他部門調入，或由人事部門對外招收新人。

表 4-12 增加資淺人員一人

優先工單							
地區	#1				#2	#3	無法排程 時數
	資淺人員 正常工時	資淺人員 加班時數	資深專員 正常工時	資深專員 加班時數	資淺人員 正常工時	資淺人員 正常工時	
假若資淺人員增加一人							
韓國	80	0	0	0	40	40	0
大陸	10	1	29		120	30	90
台灣	59	0	141	0	120	118	2
新加坡	160				80	77	3
菲律賓	64	0	16		60	36	4
馬來西亞	10	1	29		120	30	18
	382	2	216	0	540	331	117
地區	#1				#2	#3	無法排程 時數
	資淺人員 正常工時	資淺人員 加班時數	資深專員 正常工時	資深專員 加班時數	資淺人員 正常工時	資淺人員 正常工時	
資淺人員僅工作於一地區(原編制)							
韓國	80	0	0	0	40	40	0
大陸	10	1	29		120	30	90
台灣	82	0	118	0	120	118	2
新加坡	160				0	0	160
菲律賓	64	0	16		60	36	4
馬來西亞	10	1	29		120	30	18
	406	2	193	0	460	254	274
△=	-24	0	23	0	80	77	-157
Remark : 若 資淺人員增加一人，可使無法排程時數降低 157小時；資淺人員可工作總工時增加 33小時；資深人員可工作總工時增加 23小時							

■ 假設資淺維修人員增加兩人(What-If)

考量增加資淺人員兩人，可由其他部門調入，或由人事部門對外招收新人。

表 4-13 增加資淺人員兩人

優先工單							
地區	#1				#2	#3	無法排程 時數
	資淺人員 正常工時	資淺人員 加班時數	資深專員 正常工時	資深專員 加班時數	資淺人員 正常工時	資淺人員 正常工時	
假若資淺人員增加兩人							
韓國	80	0	0	0	40	40	0
大陸	19	0	21		120	119	1
台灣	50	0	150	0	120	118	2
新加坡	160				80	77	3
菲律賓	64	0	16		60	36	4
馬來西亞	10	1	29		120	30	18
	383	1	216	0	540	420	28
地區	#1				#2	#3	無法排程 時數
	資淺人員 正常工時	資淺人員 加班時數	資深專員 正常工時	資深專員 加班時數	資淺人員 正常工時	資淺人員 正常工時	
資淺人員僅工作於一地區(原編制)							
韓國	80	0	0	0	40	40	0
大陸	10	1	29		120	30	90
台灣	82	0	118	0	120	118	2
新加坡	160				0	0	160
菲律賓	64	0	16		60	36	4
馬來西亞	10	1	29		120	30	18
	406	2	193	0	460	254	274
△=	-23	-1	23	0	80	166	-246
Remark : 若 資淺人員增加兩人，可使無法排程時數降低 246小時；資淺人員可工作總工時增加 222小時；資深人員可工作總工時增加 23小時							

■ 假設資深維修人員增加一人(What-If)

考量增加資深人員一人，由其他部門調入，或由人事部門對外招收新人。

表 4-14 增加資深人員一人

優先工單							
地區	#1				#2	#3	無法排程 時數
	資淺人員 正常工時	資淺人員 加班時數	資深專員 正常工時	資深專員 加班時數	資淺人員 正常工時	資淺人員 正常工時	
假若資深人員增加一人							
韓國	80	0	0	0	40	40	0
大陸	10	1	29		120	30	90
台灣	59	0	141	0	120	118	2
新加坡	160				0	0	160
菲律賓	64	0	16		60	36	4
馬來西亞	10	1	29		120	30	18
	382	2	217	0	460	254	274
地區	#1				#2	#3	無法排程 時數
	資淺人員 正常工時	資淺人員 加班時數	資深專員 正常工時	資深專員 加班時數	資淺人員 正常工時	資淺人員 正常工時	
資淺人員僅工作於一地區(原編制)							
韓國	80	0	0	0	40	40	0
大陸	10	1	29		120	30	90
台灣	82	0	118	0	120	118	2
新加坡	160				0	0	160
菲律賓	64	0	16		60	36	4
馬來西亞	10	1	29		120	30	18
	406	2	193	0	460	254	274
△=	-24	0	24	0	0	0	0
Remark : 若 資深人員增加一人，將使無法排程時數無變化；資淺人員可工作總工時減少 24小時；資深人員可工作總工時增加 24小時							

■ 假設資深維修人員減少一人(What-If)

由於前考量增加資深人員一人的情況下，無法排程時數並無變化，故考量減少資深人員一人的情況無法排程時數是否會有變化，在實務上，減少資深人員可由本部門調出支援其他部門。運算結果與增加資深人員一人的情況下並無不同。

表 4-15 減少資深人員一人

優先工單							
地區	#1				#2	#3	無法排程 時數
	資淺人員 正常工時	資淺人員 加班時數	資深專員 正常工時	資深專員 加班時數	資淺人員 正常工時	資淺人員 正常工時	
假若資深人員減少一人							
韓國	80	0	0	0	40	40	0
大陸	10	1	29		120	30	90
台灣	59	0	141	0	120	118	2
新加坡	160				0	0	160
菲律賓	64	0	16		60	36	4
馬來西亞	10	1	29		120	30	18
	382	2	217	0	460	254	274
地區	#1				#2	#3	無法排程 時數
	資淺人員 正常工時	資淺人員 加班時數	資深專員 正常工時	資深專員 加班時數	資淺人員 正常工時	資淺人員 正常工時	
資淺人員僅工作於一地區(原編制)							
韓國	80	0	0	0	40	40	0
大陸	10	1	29		120	30	90
台灣	82	0	118	0	120	118	2
新加坡	160				0	0	160
菲律賓	64	0	16		60	36	4
馬來西亞	10	1	29		120	30	18
	406	2	193	0	460	254	274
△=	-24	0	24	0	0	0	0
Remark : 若資深人員增加一人，將使無法排程時數無變化；資淺人員可工作總工時減少 24 小時；資深人員可工作總工時增加 24 小時							

■ 分組編制，即假設資淺維修人員支援兩地區(What-If)

資淺維修人員派駐於兩地區。例如台灣與韓國為一組，其代表兩地區維修人員互為支援。運算結果可知在人員數量無變動下，依然可在短時間內使工作量大幅提升。

表 4-16 分組編制

優先工單							
地區	#1				#2	#3	無法排程 時數
	資淺人員 正常工時	資淺人員 加班時數	資深專員 正常工時	資深專員 加班時數	資淺人員 正常工時	資淺人員 正常工時	
假若資淺人員工作於兩地區(分組編制/cell operation)							
韓國	73	7	0	0	40	40	0
大陸	0	0	40		120	71	49
台灣	87	9	104	0	120	120	0
新加坡	160				40	0	120
菲律賓	29	3	48		60	40	0
馬來西亞	0	0	40		120	0	48
	349	19	232	0	500	271	217
地區	#1				#2	#3	無法排程 時數
	資淺人員 正常工時	資淺人員 加班時數	資深專員 正常工時	資深專員 加班時數	資淺人員 正常工時	資淺人員 正常工時	
資淺人員僅工作於一地區(原編制)							
韓國	80	0	0	0	40	40	0
大陸	10	1	29		120	30	90
台灣	82	0	118	0	120	118	2
新加坡	160				0	0	160
菲律賓	64	0	16		60	36	4
馬來西亞	10	1	29		120	30	18
	406	2	193	0	460	254	274
△=	-57	17	39	0	40	17	-57
Remark：若 資淺人員工作兩地區，將使無法排程時數降低57小時；資淺人員可工作總工時增加17小時；資深人員可工作總工時增加 39小時							

■ 敏感度分析

由圖可看出，在資淺人員增加一或兩人及分組編制下，未能規劃的時數能大幅減少，不過分組編制因人員不需增加，即能使工作績效得以提升，未能規劃的時數由 274 小時降低至 217 小時，故為短時間可行性最佳方案。

敏感度分析(未能規劃總時數)

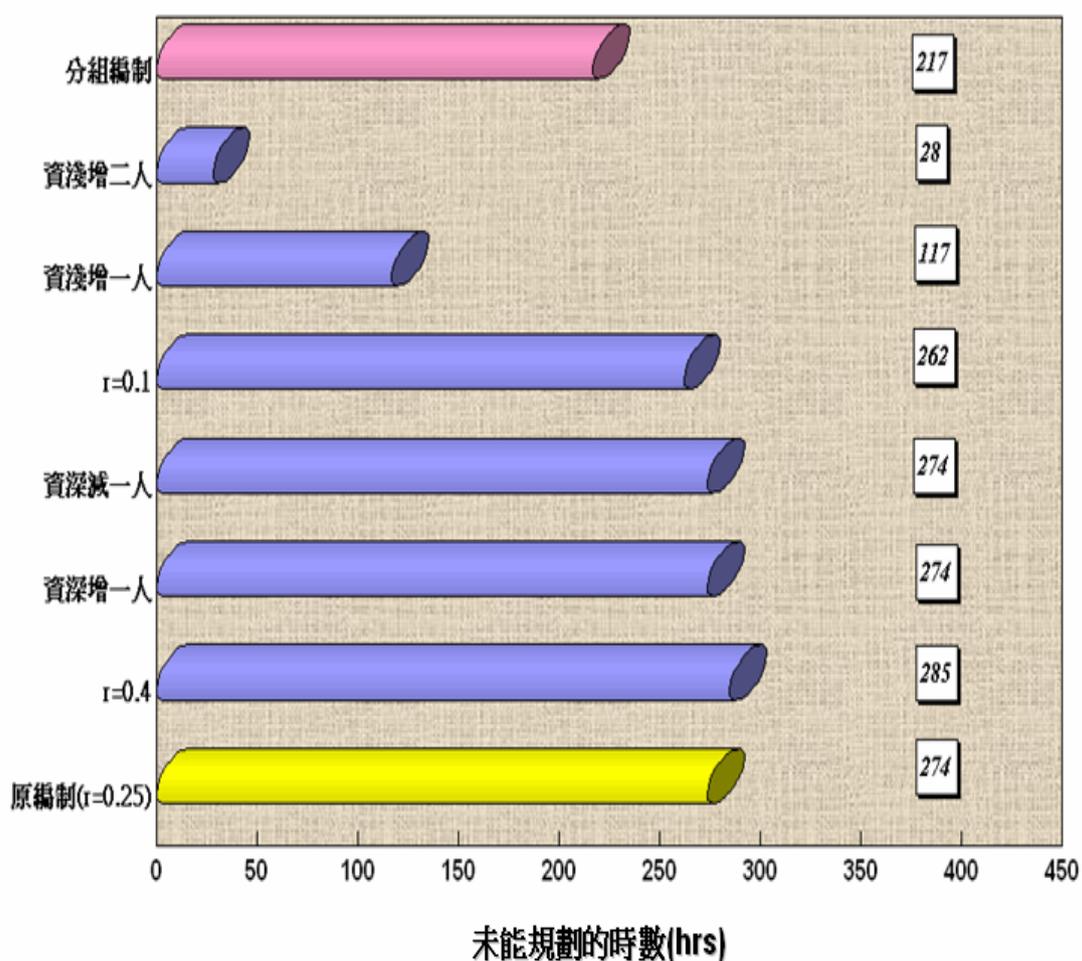


圖 4-4 敏感度分析結果整理

4.2.3 主要差異比較與管理意涵

將資淺人員的工作區域分配於兩地區或一地區，可得以下之管理意涵與比較結果。

- ◇ 可使亞洲整體區域無法排程時數降低 57 小時
- ◇ 資淺人員可工作總工時增加 17 小時
- ◇ 資深人員可工作總工時增加 39 小時
- ◇ 第二順位工單可工作工時增加 40 小時
- ◇ 第三順位工單可工作工時增加 17 小時
- ◇ 新加坡第二順位工單可工作工時增加 40 小時
- ◇ 大陸工單可工作工時增加 41 小時
- ◇ 資淺人員工作負荷量已近飽和(月使用率接近 100%)
 - 可考量是否短時間內，暫以資深人員來填補工作量的缺口?
 - 可考量是否增加資淺或資深人員的人數?
 - 可考量客戶端?
 - 可考量資深、資淺人員比例是否需重新調整?

---調降或升 r 值，增加工單的完成率有限

✧ 經過如此分組，可增加組織的彈性度，也可改善客戶的滿意度。



第5章 結論與建議

5.1 結論

本文先藉由線性規劃建立一簡單模型，其能考量技術經驗的傳承、配合公司的加班政策、客戶的印象與感受(未能被規劃的工作時數)及所有的工單完成必須有優先順序，且循序漸進被完成。

進而藉由小型地區組織(Cell Operation)的概念，來重新評估組織在小編組後，比較並且配適出區域性產品支援性服務的較適模型。由比較的實驗值反映，原未能被規劃的工作時數已大幅縮減，可知績效是能被提升的。而且可經由不斷的編組，即改變限制式，快速提供經理人因應實務上的需要及機動性。此模型亦可運用於工廠的製造生產的績效再提升，例如由不同製造單位間，經由交互訓練，而編列為一小型組織。在工廠的總經營績效亦可由此分群的概念來推演。

組織的彈性需考量技術經驗的傳承與配合公司的加班政策，對外需考量客戶的印象與感受。最重要的一點，所有的工單完成必須有優先順序，且循序漸進被完成。以下將本文獲致的結果分述如下：

- (1). 產品支援性服務的人力規劃，可經由線性規劃而依照工單的

優先順位而依序被規劃。

(2). 經由小型地區組織(Cell Operation)的重新編組，若組織內部能克服重組中的障礙，績效能得以提升。

(3). 產品支援性服務由於任務的不確定性，其包含客戶需求、地域、文化、故障原因、工作人員，此人力規劃 (workforce capacity planning)可作為先期管理的一重要指標。

5.2 建議與未來研究方向

二十一世紀，兩大趨勢為全球化、資訊科技的大量使用。全球化公司(Global Company)在區域性產品支援性服務上，應多利用資訊科技，進行客戶的動態掌握，由其在區域性產品支援性服務上，還有一些重要議題，即為零組件管理(Spares Inventory Management)與品質控管(Quality or Reliability Management)，因為產品支援性服務上，零組件在使故障的機台恢復而回生產線上，也是一重要因子。這些議題既已達一定研究基礎，建議後續者，可合併人力(manpower planning)與物力(material management)一起研究。

另外在現實環境中，由於需求量皆為不確定且是隨機變動。如何將高變異性的需求聚合，亦即文中使用的小型地區組織(Cell Operation) ，不僅運用在本文案例，亦可運用於公司跨組織或跨地區

組織的實際營運，且貼切地回應事有輕重緩急的經驗法則。這些都值得後續再研究，以保持組織的彈性、活力與績效。



參考文獻中文部分

[2] 葉永泰，羅珮軒，全球產業分析服務產業發展分析與趨勢，初版，經濟部技術處，民國九十二年。

[10] 胡釗維，「師法燕群飛行，生產力提升三成」，商業周刊，957期，94-96頁，民國九十五年三月二十七日



參考文獻英文部分

- [1] Philip Kolter, Swee Hoon Ang, Siew Meng Leong, Chin Tiong Tan, Marketing management- An Asian perspective, third edition, Prentice Hall Pearson Education Asia Ltd, Singapore, 2003
- [3] Buzacott, J.A., "Service system structure". International Journal of Production Economics, Vol.68, No.1, pp15-27, 1999.
- [4] Budnick, F.S., Mojena, R. & Vollman, T.E., Principles of operations research for management., Homewood, IL: Richard D. Irwin, Inc., 1977.
- [7] Barry Render, Ralph M. Stair Jr., Michael E. Hanna, Quantitative analysis for management, eighth edition, Prentice Hall Pearson Education, New Jersey, 2003.
- [12] Beaumont, N., "Scheduling staff using mixed integer programming", European Journal of Operational Research, Vol.98, No.3, pp473-484, 1997.
- [13] Brusco, M.J., Jacobs, L.W., "Cost analysis of alternative formulations for personnel scheduling in continuously operating organizations", European Journal of Operational Research, Vol.86, No.2, pp249-261, 1995
- [14] Brusco, M.J., Jacobs, L.W., "Staffing a multiskilled workforce with varying levels of productivity: An analysis of cross-training policies.", Decision Sciences, Vol.29, No.2, pp499-515, 1998
- [11] Dantzig, G.B., "A comment on Edie's Traffic delays at toll booths", Operations Research, Vol.2, No.3, pp339-341, 1954
- [15] Davis, M., Maggard, M.J., "How long should a customer wait for service", Decision Sciences, Vol.22, No.2, pp421-434, 1991
- [5] Matthew P. Stephens, Productivity and reliability-based maintenance management, Prentice Hall Pearson Education, New Jersey, 2004.
- [6] Mohamed Ben-Daya, Salih O. Duffuaa, Abdul Raouf, Maintenance Modeling and Optimization, Kluwer Academic Publishers Group, Boston/Dordrecht/London, 2000.
- [8] Patrick MS, "Component plan for effective facility maintenance management", Industrial Engineering and Management Press, 1987.
- [9] R. W. Taylor, "A linear programming model to manage the maintenance backlog", Omega, International journal of Management Science, Vol.24, No.2, pp.217-227, 1996