

職能別限制下之人員排班問題

Job Assignment Problem under Employee Competence Constraints

辜士銘

國立高雄應用科技大學 企業管理研究系碩士生

gujeff@msn.com

余銘忠

國立高雄應用科技大學 企業管理系

yminchun@cc.kuas.edu.tw

摘要

本研究以電子製造服務(EMS, Electronic Manufacturing Services)工廠之立場, 進行研究及考量實際作業時人力需求隨著客戶需求進行變動及人力所具備的相關職能限制, 並依據不同的排班限制進行有效的成本控制, 對於企業來說排班的合理性及成本的控管是一項困難的課題, 如何在短時間內有效進行人員排班則是管理人員必須克服的挑戰, 本研究應用二元整數規劃針對相關排班問題建立一排班模式, 希望藉此解決相關排班問題。

本研究以某半導體封測廠為例, 應用該排班模型對其生產線進行排班, 並將結果與目前使用之排班經驗法則進行比較, 研究發現以排班模型求得之結果比現有經驗法則在成本控制上的表現更好, 顯示本研究所構建之模型可運用在實務排班人力規劃之使用。

關鍵詞: 員工職能, 人員排班, 二元整數規劃。

Keywords: Employee Competence、Job Assignment、Binary Integer Programming.

1. 緒論

1.1 研究動機及背景

近年來各國對於勞工過勞死議題逐漸重視, 依羅士翔、陳文慶等(2007)定義過勞死為「因工作過度勞累而致死」, 而第一宗有紀錄的個案發生於1969年的日本, 是一位在日本最大報紙公司工作的二十九歲的男員工。此事件最初不為人們所留意, 直到1980年代泡沫經濟破滅時, 在同公司有幾位較高職位的行政人員正值壯年, 卻在沒有明顯疾病的情況下猝死。稱這種現象為「過勞死」。在1987年後由於過勞死現象有逐年上升情況後, 逐漸受到大眾的廣泛關注。

行政院勞工委員會統計分析, 台灣每年平均約有30個過勞死案例發生, 而每一個案例都具備讓人省思的義意, 在以往研究排班議題皆以機台設備限制有相當大的關係, 所有的排班皆以機台為主, 未考慮到人員是否能夠負荷排班方式, 只是不斷的要求作業人員加班、超時工作, 這樣只會讓其工作效率降低及品質問題層出不窮, 然而除了需要考慮到人員問題, 更應該加以討論作業人員並非萬能, 並非每一項工作每一個作業人員皆能夠升任, 每一項工作都需具備相當職能後才能夠執行, 且許多專業性工作在企業節省成本觀念下, 容易發生過勞死, 又不訓練其職能別人員, 因訓練需要增加成本及訓練完成需要給予其職能加級, 以致於企業為了節省成本的想法下, 就儘量減少訓練其職能別需求。

超時工作的狀況近年來日趨嚴重, 國內、外過勞死案例層出不窮, 例如在1996年南港分局員警在執行勤務時心臟衰竭死亡, 調查結果為因勤務繁重, 其員警在死亡前六個月只休假9.5天, 其正常休假時間為28天差距過大, 在2007及2010年於日本發生豐田汽車工程師缺血性心臟病死亡, 判定為過勞死, 其調查結果發現此位工程師每個月加班有80多個小時, 和在日本青森縣弘前市立醫院實習的中國醫生呂永富死於家中, 平均每月加班時間為135個小時, 經解剖檢診斷死因是急性心力衰竭, 在日本也發生嚴重違反加班時數問題, 在台灣於2010到2011年發生因超時工作而造成遺憾事情, 首先千翔保全姜定國長達九年超時工作, 且每個月工作達550小時, 不管在國內、外都發生過超時工作而導致人員死亡情形發生, 人在長時間工作及生活作習不正常情況下, 其超時工作容易導致人員產生過勞死的機會增加, 而排班問題將會是在公司裡變成重要的議題。

依據行政院主計處國際統計資料主要國家製造業受僱員工平均每月工時, 中華民國每月平均工時僅次於韓國, 其工作時間相當長, 而長時間一直工作卻得不到應有的休息, 為何會無法得到應有的休息, 其原因有人員人數不足、排班方式不公平, 廠商利用所謂責任制要求員工不斷加班, 而不給予適時休息, 對於過勞死或是其他產生的問題是有相當的影響, 不容小覷需要特別注視其問題產生。

表 1.1 主要國家製造業受僱員工平均每月工時

| 國別 | 中華民國 | 日本 | 韓國 | 美國 | 紐西蘭 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 90 年平均 Ave., 2001 | 184.4 | 162.1 | 208.7 | 161.2 | 156.4 |
| 91 年平均 Ave., 2002 | 187.5 | 162.6 | 206.4 | 162.0 | 155.6 |
| 92 年平均 Ave., 2003 | 188.2 | 164.3 | 205.9 | 161.6 | 159.2 |
| 93 年平均 Ave., 2004 | 190.6 | 166.1 | 205.0 | 163.2 | 158.4 |
| 94 年平均 Ave., 2005 | 188.8 | 165.4 | 202.7 | 162.8 | 158.8 |
| 95 年平均 Ave., 2006 | 187.3 | 166.7 | 199.1 | 164.4 | 152.3 |
| 96 年平均 Ave., 2007 | 187.3 | 166.2 | 184.5 | 164.8 | 155.2 |
| 97 年平均 Ave., 2008 | 184.7 | 163.6 | 190.1 | 163.2 | 155.2 |
| 98 年平均 Ave., 2009 | 179.3 | 154.1 | 188.5 | 159.2 | 153.2 |
| 99 年平均 Ave., 2010 | 189.0 | 161.5 | 192.1 | 164.4 | 154.0 |

資料來源：主計處國際統計資料，2010 年

中華民國近 10 年來每月平均工作時數近 186.71 小時，處於高風險工作時數之中，需要被管控且現今許多公司皆用責任制方式要求人員加班，卻無法領得加班費，而主計處所統計是有領取加班費工作時數，若再將責任制加班時數加入，此工作時數恐比韓國更加高，而此問題近年已被勞工委員會開始注意，如圖 1.1 所示從民國 90 年到 99 年每年平均每月工時皆處於高檔工時狀況。

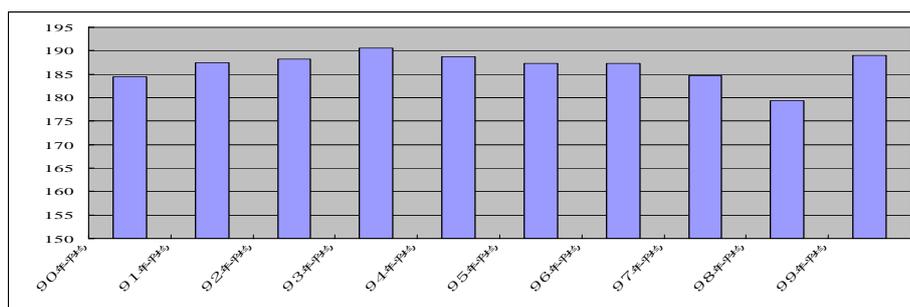


圖 1.1 中華民國平均每年每月工時圖

而依據勞基法規定勞工每月加班不得逾四十六小時，且工作是否「責任制」需經勞委會認定，但許多非責任公司以工作為責任制為由，要求員工無限制加班，而如何運用有效資源達到公司所設定生產量或工作量，將是一項很重要課題。

排班的目的是不僅僅只為了讓工作能夠順利完成，進一步能夠讓公司如何運用最少成本達到最大利益，並且在現今的社會勞工權益愈來愈受到重視，近年來過勞死事件頻傳，使得勞委會進行勞動檢查頻率日趨頻繁，若排班沒有一定的標準進行排班，排班則會淪落為排班人員個人喜好來進行排班作業，將會造成加班時數過多、作業人員認為排班不公平的事件，恐造成員工對於公司的向心力、工作意願降低及成本增加問題產生，而近期勞動檢查處自 2010 年 10 月開始進行稽核，針對 30 家電子製造業單位進行專案檢查，即發現違法事業單位共計 9 家，其中包含建基、華碩等知名廠商都有違法情節，做出行政指導或依違反勞基法開罰 6000 到 6 萬元等金額，勞委會目前積極在修正勞基法罰則草案，罰則將會提高至 2 萬元至 20 萬元及公告違反企業名稱，藉以突顯其人員排班之重要性，避免人員不斷加班及超時工作。

現今社會作業人員對於自我本身的意識抬頭，且現今公司對於員工也將其視為重要資產，以往的研究皆是以任務或是著重於機器設備排班為主，而對於人員排班研究多半運用在服務業以人力為主之產業，且將作業人員視為全能作業員，並未考慮到人員有職能別的問題，並非每一位作業人員皆能夠從事其工作，尤其是在製造業或電子業有生產產能的壓力情形下，且每一項產品所經過製程有所差異，需要考慮到其人員是否有此項職能別才能夠進行作業，很多公司排班的情形是在安排人力需求時，往往只考慮到如何把人頭數算得剛剛好，卻未考慮到每一項工作應該要有相對應的職能才能夠讓工作執行，如何運用所知資源進行人員排班，並運用一些限制得到符合實際排班的最佳解及符合相關法令規章是此次研究動機。

1.2 研究目的

希望藉由此次研究能夠讓以往排班模型皆未考慮到職能別的想法，為何需要加入職能別，其原因為當人員未有其職能

別卻需要從事相關工作，恐造成人員無法昇任或其他問題產生，故考慮職能別需求並加入於未來排班之考量，並非只考慮到機器設備進行排班，因為人不是機台需要休息，亦需要考慮到勞基法相關規定，避免人員造成其他問題產生，期許能夠有下列三點目的達成：

1. 探討具有職能別限制製造業排班的基本準則。
2. 將製造業人員排班問題，做有系統的整理及運用，以建立排班之數學規劃模型。
3. 研究成果提供給相關產業做未來排班參考。

2. 文獻探討

所有組織或單位只要工作上有輪班及配合相關機台(具)或職能別不同之工作種類，都必須做不同的人員安排，就會有人員排班問題，排班方式會針對不同條件下供給需求，有所變更以符合有其合適人員排班規劃，因此如何使用科學方式進行排班讓人員能夠得到公平、合理、彈性及人性化排班模式，而本章對於人員排班問題相關文獻進行回顧及做為規劃之參考。

2.1 人員排班的形態區分

Morris and Showalter(1983)表示人員排班問題主要型態可區分為三種：1. 休假排班問題(Off-day Scheduling Problem)。2. 值勤排班問題(Shift Scheduling Problems)。3. 休假值勤排班問題(Tour Scheduling Problems)。休假排班問題主要在安排人員之上班日與休假日；值勤排班問題則決定人員每日之上班時段；休假值勤排班問題則為前述兩種之結合。

2.2 求解方式介紹

關於人員排班求解方式，有經驗法則、模擬方法、啟發式解法與整數規劃求解，人員排班可分為可行解及最佳解方式，下列將針對經驗法則、模擬方法、啟發式及整數規劃進行介紹及探討：

(一)經驗法則：傳統的排班是由生產排班控制人員人工作業進行作業，以兩階段方式，第一階段由客戶需求出貨數量進行計算每日應生產數量，第二階段根據限制條件、瓶頸站仰賴排班人員之經驗(Rules of Thumb)訂定出生產所需求的排班結果，此方法不但不科學所需付出之人力成本、時間都相當冗長超乎想像，其結果未必能夠完全符合所預計的期望需求及排班可靠性。

Appleby et al. (1961)運用簡單的經驗法則，用以解決小規模排班問題，但使用經驗法往往會讓人覺得其公平基礎為何，並且耗時、費工又達不到預期效果，反而造成無法符合客戶需求及作業人員對於排班公平性產生疑慮。

(二)系統模擬：Shannon (1975)提出模擬是在有限的資訊狀態下，設計真實系統的模型以及利用模型進行實驗進行模擬作業，瞭解系統的行為或評估不同決策過程，劉方旗(1998)認為公車排班系統屬隨機性，乘客的需求和行徑的時間具有不確定因素，將其不確定因素納入公車排班系統中，並建立一隨機系統的數學模式，利用目標函數的估計值來求可行解並非為最佳解。

系統模擬其運用電腦進行模擬結果，其所耗費成本及需要對於所要解析問題需要相當了解及有專業背景，所模擬的資料若有不確定因素或是輸入的資料有所差異，所得到的結果即有相當大的差異，且模擬出的結果是一種可行解卻無法得知是否為最佳解。

(三)數學規劃(Mathematical programming)：此方法被歸類於作業研究中列舉式(Enumerative)搜尋法中的一種方法，是用來做最佳化使用一個被一些獨立的變數所限制之函數的技巧，楊迺聲(2005)運用數學規劃進行軍隊排課，將原本使用人工排課造成不公平及不合理進行必要改善，並求得最佳排課安排。而數學規劃又可分為線性規劃(Linear Programming)及非線性規劃(Non-Linear Programming)，可依據所設定目標區分為多目標與單目標進行數學規劃法。而線性是指一次方程意思，非線性指的是一次以上的方程，此次所要討論的排班問題屬於非線性規劃。非線性規劃是當模型轉化成目標函數(Objective Function)的問題後，目標函數是非線性函數或限制條件(Constraint)且不全為線性等式或不等式的情形，此一問題就可稱為非線性規劃問題，而當規劃問題要求變數以整數值的方式來呈現，則稱該規劃問題為整數規劃問題。

本研究依據相關文獻進行評估，經驗法則為最不符合公平正義原則，且其排班最不科學方法，系統模擬會因為需要新增軟、硬體設備的成本考量，其成本花費最大且若限制式有所出入，所得到的結果無法讓人了解是否正確，並發現排班問題為非線性規劃及考慮到實務上可運用空間，後續本研究將會使用數學規劃方式進行後續研究求解依據，因數學規劃最常被使用求解最佳解工具，並可以將其問題分割為小問題能夠將問題簡化方法，能夠更貼進實務需求。

2.3 人員排班類型

人員排班類型，根據 1996 年 Beasley and Coal 所提出的分類，依據問題的複雜程度，大致可分為大型問題、中大型問

題及屬於中小型的一般人員排班問題。

(一) 大型人員排班問題：以航空公司的人員排班最具代表性。由於航空公司的機組人員眾多(包括飛行員、機務員及空服員)、航線複雜、機隊龐大等因素，其限制之條件繁雜，所以此等問題的規模十分龐大與難解。

(二) 中型人員排班問題：以大眾運輸人員排班最常為學者研究之問題，由於大眾運輸具有旅客容量、運輸線路、列車交會、轉乘、停車場及站台...等限制，因此對人員排班的需求相當要求。

(三) 中小型人員排班問題：多數指的是從事服務業、製造業所需的工作人員排班，例如警察、護理或工廠作業人員之排班。此類人員排班有人力、機具、休假...等限制需要被克服。

大多的人員排班問題多半伴隨著人數多寡、處理的條件、遇到的限制都會影響到排班問題的處理時間及所要考慮到的事務，是相當繁雜的問題需要加以處理及研究。

2.4 人員指派及資源最佳化指派

人員指派及排班最佳化，將以往的文獻整理如下，並針對所收集到文獻加以了解探討論，陳玉菁(2001)針對航空公司修護人員供給規劃之研究，其研究以系統總修護人力浪費最小為目標為主，考量各個時段修護人力需求及其他相關限制，規劃出最佳的修護人員值勤班次數、各值勤班次的最佳開始時點及各機型在各值勤班次所需的修護供給人力，其考慮是以最小人力為主，並需要配合開始時點求得最佳解，將修護人力直接讓其具備有其職能。

蔡智豪(2002)所提護理人員排班研究以醫院護理工作具備特性，在節省成本及滿足人力需求條件下，對排班問題建立數學規劃模型求出最佳之僱用人數，並得護理人員最佳工作滿意度為主，其排班加入考慮人員對於排班滿意度，但是所有排班若考慮到滿意度恐造成無法達到每一個員工真正想要的排班，並增加排班難度。

楊光宗(2002)以警察人員動、靜態與日、夜間之勤務配合及合理的休息、休假方式，並符合地方治安特性需求，預先安排一個月之出勤休假基準表，再使用二元整數規劃 (Binary Integer Programming)的方法建構數學模型，運算如何在搭配不同的勤務、設定不同的參數與相關限制條件，來滿足短期警察人員排班分配表上各項勤務安排。

黃振榮(2004)針對公園綠地割草為主，運用數學線性規劃發展一套數學最佳化模式，透過事先得知各割草區域面積、適用機具、機具之工率、成本及資源，以 LINGO 套裝軟體求解出最小成本與機具指派模型。

楊宗仁(2004)針對科技廠房修護人力派遣為例，依據各修護工作量需求進行指派的觀念，並建構整數規劃模式，用來幫助決策者指派人員進行修護工作，並以 LINGO 套裝軟體求解並控制修護時間點。

另外在人力資源彈性相關研究，「勞動彈性化」的概念源自於 Atkinson (1984)所設計的彈性組織。彈性組織現今已成企業廣為使用的人力資源管理措施，Atkinson 將「彈性」分為三類：功能的彈性、數量的彈性與財務的彈性。因本次研究所針對是人員職能別問題，故僅針對數量彈性化與功能彈性化加以深入探討。

在數量彈性方面，黃景泰(1999)提出數量彈性的目標，是使工作所需人員和雇用的人員數量可以互相配合，以降低長期雇用所付出超過實際所需的人事成本，在最少使用人員情形之下達到所需之產量要求。

功能彈性化方面，Atkinson (1984)認為功能彈性是指作業人員可以在不同的活動和任務之間，快速配合工作需求使得作業人員能夠擁有多樣化技能配合不同工作內容加以適應，此為職能別重要議題。

以往的研究以工作指派或依據機台為主，並未針對人員工作職能別進行安排工作，如何在職能別限制下還能夠安排出最佳排班並且在每一項工作非所有人員皆會操作及作業情況下，如何在因應不同的工作站別需求下，排列出最佳的組合條件，並非只是一味的提供人力而無法達到工作需求之條件，否則其排班亦為無效排班。

並且考慮到是否符合勞委會所訂定工作時間及加班時間，避免人員在無限制加班下造成人員損傷問題而對公司資源有所影響，使用線性規劃或整數規劃(Integer Programming)的方式來求解最佳化問題，此數學規劃為一個有效、可靠的方法，而本研究數學模式輸出之資料，可進行人員指派作業管理及提供決策者依不同產量及人員所擁有職能別之多寡用來指派人力之參考，線性規劃或整數規劃用於實際問題之應用，如航空公司修護人員、護理人員排班、全年無休之客服人員排班、公園人力指派或是營建工程人力調派等最佳化問題具有相當有效的求解方法。

綜合上述文獻探討，整數規劃應用於實務方面較其他方式來得實際且能夠處理問題，使用數學模型可以得到最佳化解答而非只是可行解，並在實務及後續研究有較大的發展空間。

3. 研究方法

3.1 研究架構

本研究將會以下列三大步驟進行，其目的在先得得到相關求解問題資料再依目標函數及限制式利用數學模型加以運算並得到最佳解，讓其了解有那一項因素對於此模型有相當大的影響，進而能夠進一步控制其影響最大因素，讓排班能夠依所設定目標順利進行排班作業。

(一)確認排班準則：蒐集相關資料以了解工作項目、人員職能、預估達成產量、每日生產量、人員有效工作時間、人力成本(含正常班、加班及職能津貼)及安排休假狀況，以確認排班準則。

(二)建立數學規劃模型：依據所收集到的排班準則及相關規定，進行建構數學規劃模型並擬定目標函數及各項限制式規定，利用LINGO 9.0(Lindo Systems Inc.,2004)套裝軟體進行數學規劃模型撰寫。

(三)模型求解：當數學規劃模型建立完成後進行系列測試及確認模型是否符合實際狀況及合理性，並視現況改變以不同參數值輸入並重複修正，以求得符合預估達成產量排班組合之最少成本排班模型並找尋到最佳解。

3.2 確認排班準則

相關工時法規加班規定及加班薪資計算

(一) 一般規定：

依據中華民國勞動基準法規定(中華民國九十八年二月二十日行政院院臺勞字第0980008451號函核定)，歸納整理出有關人員排班的限制有下列幾點規則，需要每一個企業加以遵守及執行，才不會讓作業人員在長時間作業下造成其他不必要的事情發生，主要基本工時及加班要求規定如下：

1. 勞工每日正常工作時間不得超過 8 小時。
2. 雇主延長勞工之工作時間連同正常工作時間，一日不得超過 12 小時。延長之工作時間。

個案排班原則說明

為說明排班原則將會使用個案進行說明，因每一間電子製造服務廠的排班原則應有所不同，但大致分類排班原則大都相似，故將會以楠梓加工出口區某上市公司針對SMT站別規定為例進行排班說明，並進行相關資料收集及研究討論，以實際收集相關公司資料如SMT排班時間、職能及其他相關規定為主。

(二) 班別規定：

個案公司將每天區分為六個時段將其時段從T01編號至T06，後續其編號原則定義於數學符號之中，而班別時間區分為日班(8:00~16:00 時)、小夜班(16:00~24:00 時)、大夜班(24:00~8:00 時)共有三班，每班工作時間皆為八小時可以以使用，並以此三班加以區隔每四個小時為一時段進行排班需求作業人員，將每一班可加班時段區隔出來，避免作業人員加班時段混亂及超出勞委會所規定時間，並將其工作時段及班別如表3.1工作時段及班別：

表3.1 工作時段及班別

| 編號(T) | 時段 | 班別 |
|-------|-------------|-----|
| T01 | 08:00-12:00 | 日班 |
| T02 | 12:00-16:00 | |
| T03 | 16:00-20:00 | 小夜班 |
| T04 | 20:00-24:00 | |
| T05 | 24:00-04:00 | 大夜班 |
| T06 | 04:00-08:00 | |

另外以加班原則舉例來說，例如日班作業人員正常上班時間為08:00至16:00，而其作業人員加班時間將會從16:00至20:00這段時間為日班可加班區間，以此類推小夜班作業人員加班區間為24:00至隔天凌晨04:00、大夜班作業作人員加班區間為08:00至12:00時段。

(三) 工作種類及職能別規定：

SMT主要工作種類共分別有三種工作項目，工作項目為貼板、備料、目檢，且此三種工作項有工作前後順序必須要依順序完成，其工作順序分別為「貼板→備料→目檢」三項工作，且每項工作皆需要有人員進行工作才能夠將產品生產出來最終成品。

而針對此三項工作內容進行說明如下所述：

(1)貼板：針對於有金手指之PCB板，需將金手指部分貼封防焊膠帶，以免造成產品金手指有粘錫現象，若產品金手指

有粘錫將會導致產品在客戶端測試時造成不良品產生，以及在機台置件時不會因為PCB板跳動造成機台無法順利置件，避免因PCB板因不穩定所造成置件偏移、缺件、假焊...等產品品質問題產生。

(2)備料：作業人員將生產所需使用到的材料，依料號使用料架填裝並將其材料料架放置於機台上，使機台能夠依所設定置件程式進行產品置件作業，且備料作業人員必需要確認所使用材料料號與置件站別是否相互正確，避免材料放置錯誤位置導致產品錯件發生。

(3)目檢：SMT生產後作業人員需要使用顯微鏡進行零件外觀目視檢驗工作，確認所有在產品上置件的零件外觀、吃錫性無任異常問題，及即時發現零件有發生異常時進行焊修工作。

倘若上述工作內容其中有一項工作無法被滿足或作業人員無其職能別亦不得進行此該項作業，排班人員所安排之排班方式就成為無效排班即無法滿足客戶產能需求。

而且每一項不同的工作項目人員皆需要有其相對應職能別資格，才能夠進行該項工作，並將工作職能及工作名稱相互關係、職能訓練所需花費訓練時間、此擁有職能是否需要複訓、複訓所花費天數及每條線所需作業人數，詳細狀況將列於表3.2中。

讓排班人員了解並非所有作業人員為全能，若所有作業人員為全能的狀況之下，所需要花費的職能加級成本、訓練時間成本皆需要考慮其中，而不是一昧的只是要求作業人員作訓練、不斷的要求人員在無職能情形下做不適當工作，如何在有限資源下做其成本控管，才是對於排班人員在實施排班作業最大挑戰，如何在使用最少成本之下達到客戶需求，才是對於排班人員在執行排班過程之中最大考驗。

表3.2 工作種類及職能別

| 編號 (K) | 工作 名稱 | 職能別(J) | 職能訓練 時間 | 複訓 | 複訓時間 | 每線需要 人數 |
|-----------|----------|--------|------------|----|------|------------|
| K1 | 貼板 | J1 | 7天 | 是 | 7天 | 1 |
| K2 | 備料 | J2 | 20天 | 是 | 20天 | 1 |
| K3 | 目檢 | J3 | 30天 | 是 | 30天 | 1 |

每一位作業人員不一定僅會一項職能別，因為每一項職能別可以運用訓練方式讓作業人員得到此項職能別，以增加排班時運用作業人員彈性為目的，然而要增加作業人員彈性時公司所需要付出相當的成本及訓練時間是需要被考慮，且並非每一項工作訓練完成後即可擁有，人員經過訓練後考試合格才能夠擁有，且其執行並非永久取得認證，需要每年要進行複訓及測試合格才能夠繼續擁有其職能，因此人員是否取得其該項職能變成一項重要課題。

將作業人員可能會的職能別總類組合，依據表3.2工作種類及職能別表從J1至J3組合其編碼如下表，將其職能組合從1號編至7號，每一位作業人員若不會該項職能別將以0為主。

將其職能別排列組合如表3.3，於後續提供給排班人員在排班時可以利用人員所會的職能別組合進行排班需求。

表3.3 職能別組合編碼

| 職能編號排序 | | | | | | | |
|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
| 職能 編碼 | 職能別 組合 | 職能 編碼 | 職能別 組合 | 職能 編碼 | 職能別 組合 | 職能 編碼 | 職能別 組合 |
| 01 | 1,0,0 | 02 | 1,2,0 | 03 | 1,0,3 | 04 | 1,2,3 |
| 05 | 0,2,3 | 06 | 0,2,0 | 07 | 0,0,3 | | |

3.3 數學規劃模式建立

數學符號及準則定義：從個案公司為例發現其排班原則將會依據每一條線別每節產出、每一班別時間、每一條線別開線所需要人數、每一個人所具備職能別、每一個人薪資會依據所擁有職能別及班別不同而有所不同，如何在預定產量之下計算出最少成本。

SMT生產過程以作業人員為主體，因此將以i代表每一位作業人員編號(i=1,2,3,...,N)，每一項工作流程所需經過工作種類以k代表，為執行何種工作編號(k=1,2,3)，另外再將作業人員所具備職能別以j代表其職能別(j=1,2,3,...)，而每一位作業人員可在不同時段進行生產項目將時段分別以t為編號(t=1,2,3,...)，。

從上述個案及基本要求進行簡化及推導數學模型，以符合所需求最少成本要求及其他限制條件。

目標函數：本研究目的在於運用有限的人員及人員需要有其相關工作職能別下，利用「人員排班」觀念，進行「電子製造服務人員排班」之研究，因應電子製造服務每日產量會依客戶需求而具有變動性，另外廠商也會因為季節性而有人力資源不同，如何可以便人員在最少之情形下符合生產需求且人員職能別能夠滿足生產下，因人員在做職能訓練需要額外支出及職能別的加級，如何在符合生產量下達到最少成本，為此次研究之目標，下列將為此次的決策變量及說明。

決策變數：

$$X_{i,j,k,t} = \begin{cases} 1 & \text{第}i\text{名員具有}j\text{項職能從事}k\text{項工作並於第}t\text{節起執行} \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

其中*i*代表員工編號($i=1,2,3\dots I$)，*j*代表員工所具備職能編號($j=1,2,3\dots J$)，*k*代表員工所執行工作編號($k=1,2\dots K$)，*t*代表執行時間($t=1,2,3\dots T$)。

符號定義：

Y：每節可產出數量

D：每日客戶需求量

M：每人每日最大工作節數

H_t：每人每節薪資金額

F_j：作業人員所擁有職能可加薪金額

限制式說明：

依據決策目標所設定目標函數及其他相關的工作規定，將其人員排班數學模式建構如下：

$$\text{Min } C = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^T H_t * X_{i,j,k,t} + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^T F_j * X_{i,j,k,t}, \quad \forall i, j, k, t$$

Subject to

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^T X_{i,j,k,t} * Y \geq D \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K X_{i,j,k,t} \leq 1, \quad \forall i, t \quad (2)$$

$$\sum_{t=1}^T X_{i,j,k,t} \leq M, \quad \forall i, j, k \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^I X_{i,j,k,t} = 1 \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^I X_{i,j,k,t} = 0 \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T X_{i,j,k,t} \geq 1, \quad \forall k \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J X_{i,j,k,t} - \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J X_{i,j,k+1,t} = 0 \quad (7)$$

$$X_{i,j,k,t} \in \{0,1\} \quad (8)$$

模式限制式說明如下：

目標函數：

所定目標函數是要求解在滿足客戶需求產量下，求解出最少支付工作成本，其中*H_t*代表每班每節薪資，*F_j*代表每一項工

作職能作業人員能夠得到職能加級金額，其成本所有組合必需計算所有i員工擁有j項職能從事j項工作在t節時間之成本總合，並且符合限制式達成所有成本加總最小化為目的。

限制式說明：

(1) 因應每天需求量不同，且每日人員所生產量為一定數量，而每日產出不得低於需求量，再決定排班方式及人員安排，若每日產量低於需求數量將造成客戶無法出貨問題，此排班即為無效排班流程。

(2) 任一位作業人員，在同一時段僅能執行一項工作，若同時段任一作業人員執二項工作將與實際作業面不符。

(3) 依據勞基法規定作業人員當天有進行工作需求時，作業人員每日上班時數不得大於所設定節數。

(4)(5)限制執行第k項工作時有j項職能才可執行該項工作，若無該項職能則不得執行其工作項目。作業人員在執行k項工作必須要有j項職能，每一位上線人員需要有其職能認證後才能夠執行該項工作，若無該項工作之職能，無法真正上線執行該項工作。

(6) 限制每一項工作至少都要有1人執行，此流程才能夠執行。

(7) 因所執行工作有順序性，故限制在執行完第k項工作後要執行第k+1項工作。

(8) 決策變數所設定為二元整數。

3.4 模型求解

將上述相關數學模型運用Lingo 9.0套裝軟體求得最佳解，將各項參數及目標函數確定後，進行構建系統模式及擬定各項限制式，其架構之優為簡單明瞭且有效率，且可依各客戶產能需求進行數學模式建構及求解。

4. 結果與分析

本章為了驗證本研究模之可靠性及實用性，將使用楠梓加工出口區某上市電子製造服務廠資料為範例測試。本項測試作業方式是以第三章所構建之二元整數規劃模式進行實例測試，並經由Lingo 9.0套裝軟體運算進行求解，並考慮到現有作業人員人數、作業人員現有職能及職能訓練所需花費時間、金額及客戶每天需求產量不同，且每一項工作項目所需使用人力不同情況下限制，因此會有多種職能與工作搭配組合，將求出滿足客戶產量需求之最少成本和符合相關限制條件內容，並將所求出最人力指派金額結果與一般人工經驗決策後所產生金額結果進行比較，證實經由本研究使用最佳化模式處理後之決策與指派問題，確認數學模型比人工經驗指派方式求得排班方式為佳。

4.1 資料分析與模式發展

本研究以自行撰寫之數學模式為架構利用Lingo 9.0軟體程式進行模式求解，所使用作業平台為Microsoft Windows XP，硬體設備為Genuine Intel® CPU T2400 1.83GHz、1GB RAM，將目標函數及各項所設定限制式數學模型輸入Lingo 9.0套裝軟體。

4.2 作業人員排班案例

於第三章係已說明SMD人員排班之相關需求及實際上所會發生的限制條件，將這一些需求及限制條件情形轉換成為數學模型中的目標函數及限制式，使用實際案例進行實證分析，以確認所設定數學模型是否可行及正確性。

案例一：

某SMD廠共擁有10位作業人員，某日客戶當天需求產量為500pcs的產品，而每日每一組作業線每節可產出為50pcs的產品，每日生產時段共有六節可進行生產，其產品且不限制其10位作業人員只能在某班進行生產，SMD進行製作產品需經過3道製程才算完成，每一道製程工作項目內容，作業人員皆需要進行職能認證後，取得認證資格才能夠執行該項作業，而此次案例之人員編號、工作項目及人員所具備職能狀況舉例如下：

本範例決策變數共108個，為決策變數 $X_{i,j,k,t}$ 為作業人員需要出來工數量，決策變數之求解值為二元整數解。

決策變數 $X_{i,j,k,t}$ 說明其內容僅擷取編號1的員工編號(i=1)決策變數代碼為代表，以及其職能別為j=1時為人員所具備職能別組合為第1項，從事作業為k=1時為人員從事貼板工作，從事時段為t=1時為人員在第1節起執行工作。

$$X_{i,j,k,t} = \begin{cases} 1 & \text{第} i \text{名員具有} j \text{項職能從事} k \text{項工作於第} t \text{節起執行} \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

當編號為X01111其輸出結果為1時，表示編號第1名作業人員具備有第1項職能的工作能力，並確實安排在第1項工作於第1節時段執行生產工作項目。

人員薪水設定狀況為第1、2節薪水為100元及其工作班別為日班，第3、4節薪水為200元及其工作班別為小夜班，第5、6節薪水為300元及其工作班別為大夜班，其相關內容如表4.1所示。

表4.1 工作時段、班別及薪資

| 編號(T) | 時段 | 班別 | 每時段薪資 |
|-------|-------------|-----|-------|
| T01 | 08:00-12:00 | 日班 | 100 |
| T02 | 12:00-16:00 | | |
| T03 | 16:00-20:00 | 小夜班 | 200 |
| T04 | 20:00-24:00 | | |
| T05 | 24:00-04:00 | 大夜班 | 300 |
| T06 | 04:00-08:00 | | |

每一項工作名稱及職能別所相對應組合及每一項工作項目所需使用人數，若該名作業人員具備有該項職能，而作業人員將會得到除了原本工作時段薪資外之額外職能加級金額，並將其內容詳細列表於表4.2中。

表4.2 工作及職能別相對應關係

| 編號(K) | 工作名稱 | 職能別(J) | 職能加級 | 需要人數 |
|-------|------|--------|--------|------|
| K1 | 貼板 | J1 | 12.5 元 | 1 |
| K2 | 備料 | J2 | 25 元 | 1 |
| K3 | 目檢 | J3 | 37.5 元 | 1 |

上述職能加級金額為單一職能加級，而作業人員所擁有職能不一定只有單一職能，而可能擁有多項職能，並將其所擁有的職能組合進行職能編號及其職能別組合，其狀況列於表4.3中，以所針對要進行討論個案之職能組合共有7種組職能組合，每種職能組合加級金額如表所述。

表4.3 職能別組合及金額

| 職能組合及金額 | | |
|---------|----------|--------|
| 職能編碼 | 職能別組合(J) | 職能加級金額 |
| 01 | 1,0,0 | 12.5 元 |
| 02 | 1,2,0 | 37.5 元 |
| 03 | 1,0,3 | 50 元 |
| 04 | 1,2,3 | 75 元 |
| 05 | 0,2,3 | 25 元 |
| 06 | 0,2,0 | 62.5 元 |
| 07 | 0,0,3 | 37.5 元 |

利用上述所提之資訊及前節所述所有相關變數、目標函數及其他參數設定完成後輸入至Lingo程式模型之中，經由Lingo程式系統進行最佳化程式求解，表4.4 Lingo最佳化程式求解結果。

表4.4 Lingo最佳化程式求解結果

| 目標值 | 決策變數 | 限制式 | 疊代次數 | 求解時間 |
|----------|-------|------|-------|------|
| 5587.5 元 | 108 個 | 87 條 | 868 次 | 1 秒 |

求解結果說明：若客戶當天需求量為500pcs，工廠目前所具備作業人員為10位，而當天依客戶需求計算所需要使用工作人數為30人次，排班人員將進行其相關排班作業，並將其所需求人力指派人力統計，每一工作站別所需要使用人數為10人次，而會因為作業人員所具備職能不同，所分配到的工作項目也會有所不同，例如職能7只適合從事於第3項工作，而職能4所有工作皆能夠進行。

數學模式人力指派成本如表4.5所示，此表可以讓排班人員知道，所有作業人員該如何安排在正確工作站上進行作業及所需付出成本可達到最少成本需求並滿足客戶當天需求。

表4.6人力指派成本比較(單位：人/元)

| 指派方式 | 編號 | 線別 | 具備職能 | 成本 | 時段 | 指派方式 | 編號 | 線別 | 具備職能 | 成本 | 時段 |
|---------|--------|----|-------|--------|----|---------|--------|----|-------|-------|----|
| 數學模式 | X01111 | 1 | 1 | 112.5 | 1 | 經驗法則 | X06211 | 1 | 1,2 | 137.5 | 1 |
| | X04621 | | 2,3 | 162.5 | | | X04621 | | 2,3 | 162.5 | |
| | X05731 | | 3 | 137.5 | | | X05731 | | 3 | 137.5 | |
| | X02311 | 2 | 1,3 | 150.0 | 1 | | X03411 | 2 | 1,2,3 | 175.0 | 1 |
| | X08421 | | 1,2,3 | 175.0 | | | X08421 | | 1,2,3 | 175.0 | |
| | X07331 | | 1,3 | 150.0 | | | X02331 | | 1,3 | 150.0 | |
| | X06211 | 3 | 1,2 | 137.5 | 1 | | X01112 | 3 | 1 | 112.5 | 2 |
| | X09521 | | 2 | 125.0 | | | X09522 | | 2 | 125.0 | |
| | X10731 | | 1,3 | 137.5 | | | X05732 | | 3 | 137.5 | |
| | X01112 | 4 | 1 | 112.5 | 2 | | X07312 | 4 | 1,3 | 150.0 | 2 |
| | X03422 | | 1,2,3 | 175.0 | | | X06222 | | 1,2 | 137.5 | |
| | X05732 | | 3 | 137.5 | | | X10732 | | 3 | 137.5 | |
| | X02312 | 5 | 1,3 | 150.0 | 2 | | X01113 | 5 | 1 | 212.5 | 3 |
| | X08422 | | 1,2,3 | 175.0 | | | X09523 | | 2 | 225.0 | |
| | X07332 | | 1,3 | 150.0 | | | X02333 | | 1,3 | 250.0 | |
| | X06212 | 6 | 1,2 | 137.5 | 2 | | X06223 | 6 | 1,2 | 237.5 | 3 |
| | X09522 | | 2 | 125.0 | | | X08423 | | 1,2,3 | 275.0 | |
| | X10732 | | 3 | 137.5 | | | X10733 | | 3 | 275.0 | |
| | X03413 | 7 | 1,2,3 | 275.0 | 3 | | X03413 | 7 | 1,2,3 | 275.0 | 3 |
| | X04623 | | 2,3 | 262.5 | | | X04623 | | 2,3 | 262.5 | |
| | X05733 | | 3 | 237.5 | | | X07333 | | 1,3 | 250.0 | |
| | X07313 | 8 | 1,3 | 250.0 | 3 | | X02334 | 8 | 1,3 | 250.0 | 4 |
| | X06223 | | 1,2 | 237.5 | | | X08424 | | 1,2,3 | 275.0 | |
| | X08433 | | 1,2,3 | 275.0 | | | X03434 | | 1,2,3 | 275.0 | |
| | X01114 | 9 | 1 | 212.5 | 4 | | X07314 | 9 | 1,3 | 250.0 | 4 |
| | X04624 | | 2,3 | 262.5 | | | X04624 | | 2,3 | 262.5 | |
| | X02334 | | 1,3 | 250.0 | | | X05734 | | 3 | 237.5 | |
| | X03414 | 10 | 1,2,3 | 275.0 | 4 | | X01114 | 10 | 1 | 212.5 | 4 |
| | X09524 | | 2 | 225.0 | | | X09524 | | 2 | 225.0 | |
| | X10734 | | 3 | 237.5 | | | X10734 | | 3 | 237.5 | |
| 成本合計(元) | | | | 5587.5 | | 成本合計(元) | | | | 6225 | |

現況作法分析：傳統作法為經驗法則進行排班，是以排班人員經驗或喜好排班方式進行作業人員安排上線，而排班人員會依據當日需求產量及需要人員多寡進行人員配置方式，並未考慮到相關配合工作之項目與限制，求得只要符合需求產量之人員排班。因決策者未考慮到所安排各項工作項目之需求，多依決策者人習慣、個人喜好及觀感為主要決定排班人員結果

未考量到整體性因素，常造成空有人數無職能進行工作情形，造成成本支出增加或是造成加班時數增加，對生產作業無法確實達成客戶需求。在實務上操作首先由具經驗排班人員以傳統方式確認人力資源數量及所需符合數量進行評估，以往排班人員會使用Excel進行輔助排班需求，詢問該排班人員其排班方式及技巧，排班人員說明排班方式是用先職能最少人員先行排班，在排完一輪後若排班有人員重覆或是同一時段出現二次，將不會進行大規模調動，而是將重覆作業人員調整至其他時段，讓排班狀況可符合客戶需求產量即可不需求考慮其他問題，如表4.7經驗法則排班方式，只能依據排班人員喜好及記憶進行排班，且其排班只空有人數而無法去考慮到人員職能需求，排班人員尚需使用記憶去考慮人員是否有相關職能。

而以排班人員使用經驗法則方式進行排班，排班人員將不會去考慮到成本問題，實際作業面排班人員會先依作業人員所具備最少職能，先進行安排工作站需求，排班人員會覺得先把職能少的作業人員先安排上線，職能多的可以進行其他調配方式，但是這樣的排班方式有可能不是最佳安排排班方式，且此種安排方式可能會讓作業人員覺得不公平現象。

經驗法則排班方式常常會讓排班人員在作業人員請假或是其他時間限制下，會跳時段安排作業人員進行執行作業，且排班人員會有排班上的盲點，因為在人員人數愈多的情形之下，所要面對的排班組合將會有更多更大的組合變化，排班人員將會無法在短時間內完成排班需求，需要有較多的時間去想及不斷的重新安排排班，增加排班人員在排班上的困難點。

而排班人員會利用Excel進行排班工具，而Excel功能設定往往只能看是否人員有重覆性問題，卻無法考慮到人員加班及休假問題，且人員上班時間不會是連續上班，可能會在第1時段上班之後又於第3、4時段再次上班，人員有可能無法得到休息，可能會造成人員上班時數超過勞基法規定或是人員根本不想依排班時段進行作業，造成人員及公司皆有所損失而導致雙輸局面，會使作業人員對於健康問題及過勞死恐有增加風險，而公司恐因為人員上班時數過長造成勞委會進行懲罰或罰款情形產生。

從表4.6、4.7將會以成本考量方面及前面所述，以往排班人員使用經驗法則模式與本次研究用數學模型進行優缺點分析，是否此二種排班有何不同之處，並將所得資訊及內容彙整於表4.7。

表4.7 經驗法則與數學模型分析

| 項目 \ 求解方式 | 經驗法則 | 數學模式 |
|------------|---|---|
| 優點 | - | 1.科學方式處理排班 2.得到最少成本 3.考慮職能需求 4.有效安排工作與職能關係 5.控制人員上班時數 6.避免人員閒置 7.避免人力成本浪費 8.縮短排班人員作業時間 |
| 缺點 | 1.依排班人員喜好作業 2.無法得知成本 3.無法考慮職能需求 4.無法考慮休假 5.無法考慮上班時數 6.空有人數無法有效排班 7.換人或離職後作業人員適應問題 | 1.需考慮多項限制 |
| 成本支出(元) | 6625 | 5587.5 |
| 節省金額(元) | 1037.5 | |
| 成本減少百分比(%) | 18.5% | |

從成本分析角度來看，希望在使用最少成本情形下，同時又能夠滿足客戶需求產量及不需要再增加其他的額外訓練成本情形下，能夠讓企業增加其競爭力效果。

而在使用數學模式進行排班後所得需付出成本為5587.5元，並與以往排班人員使用經驗法則排班方式進行比較，以經驗法則進行排班後所得成本為6625元，而此二種排班方式所產生的成本差異為1037.5元，所降低成本支出效益為18.5%的成本支出，並且有效達到客戶需求產量並又能夠減少成本支出達到雙重效果。

5. 結論

近年來隨市場開放，各公司間競爭相對白熱化及激烈且不僅僅是國內企業間競爭而是國際間相互競爭，如何運用公司有限資源，並為公司創造比對手更多價值，是身為決策者的責任，而如何運用最佳化知識與方式為公司營運思維解決公司營運競爭力問題，並增加公司競爭機會，在未來結合理論與實務運用、人力資源及管理知識上為決策者所需要具備能力。

本研究發展出的數學模式規劃為一套輔助工具及方法，可以即時協助及提供決策者在解決排班問題同時兼顧成本控管與人員職能別限制，增加人力有效性及靈活運用。而本研究結果顯示，運用最佳化規劃方式對於執行表面黏著技術站別各項工作人力排班可建立具有科學及效率性的輔助工具，發揮主動積極規劃功能，提供決策者在人員排班需求上進行參考使用。本研究之具體貢獻敘述如下：

1.本研究是發展一套整數規劃之最佳化數學模式，其研究模式經由Lingo 9.0套裝軟體運算後，可以快速且精確求出公司針對人員排班求得最少成本但可發揮最大排班人員效率。本研究模式與已往使用人工經驗決策作業進行比較得到所需付出成本減少18.5%，在控制成本方面更能夠加以掌握避免不必要的成本支出。

2.本研究模式較以往人工經驗決策求解時間可節省許多，並可即時性提供決策者做為決策參考依據，若後續排班人員能熟練運用本研究模式，可提升企業競爭力。

3.本研究模式依人員所擁有職能、工作內容、上班時數以及考量人力負荷條件下，同時決策最少支出成本達到客戶需求產能，並充分運用人力資源避免人力成本浪費。

4.將本研究之數學模型目前已先進行導入至該研究案例SMD日班進行試行作業，若於日班試行作業無任何狀況，將持續導入至三班進行排班作業。

5.以效能與效率觀念來說，如何做正確的事情並把事情做好，且在時間上的掌控能夠即時處理，愈能帶給企業更多的競爭力及優勢。

6. 參考文獻

- 1.劉方旗(1998)，市區公車排班與即時機動調度之研究-以新竹市公車為例，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。
- 2.黃景泰(1999)，組織背景因素與組織規章對於企業人力彈性運用影響之研究，國立中山大學企業管理學系碩士論文。
- 3.蘇昭銘、張靖(2000)，捷運系統站務人員排班模式之研究，運輸學刊，第12卷第2期，1-14。
- 4.楊光宗(2001)，警察派出所人員排班問題之研究，國立海洋大學航運管理學系碩士論文。
- 5.陳玉菁(2001)，航空公司修護人員供給規劃之研究，國立中央大學土木工程研究所碩士論文。
- 6.蔡智豪(2002)，醫院護理人員僱用及排班之整合研究，輔仁大學管理學研究所碩士論文。
- 7.林詩芹(2002)，以限制規劃構建全年無休服務人員排班模式-以客服人員排班為例，國立交通大學運輸科技與管理學系碩士論文。
- 8.王裕元(2003)，應用多目標決策建立護理人員排班方法之研究，國立屏東科技大學工業管理研究所碩士論文。
- 9.黃榮華、曹家豪(2004)，年工時契約型態之僱用及排班研究，輔仁管理評論，第11卷第1期，181-204。
- 10.黃振榮(2004)，公園綠地割草最佳化之研究，國立中央大學土木研究所碩士論文。
- 11.楊迺聲(2005)，軍事院校班隊排課最佳化之研究，國立中央大學土木研究所碩士論文。
- 12.楊宗仁(2006)，科技廠房修繕人力派遣最佳化決策模式之研究，國立中央大學土木研究所碩士論文。
- 13.羅士翔、陳文慶、柯景塘、王榮德(2007)，工作過勞致死之定義及診斷基準，北市醫學雜誌，第4卷第2期，95-102。
14. Appleby, J. S. (1961). Techniques for Producing School Timetables on A Computer and Their Application to Other Scheduling Problems. The Computer Journal, 3 (4), pp.237-245.
15. Atkinson, J.(1984). Manpower Strategies for Flexible Organizations. Personnel Management ,16 (8) , pp.28-31.
16. Beasley, J. E. and Coal, B. (1996). A Tree Search Algorithm for Crew Scheduling Problem.

European Journal of Operational Research, 94 (3), pp.517-526

17. Morris, J. G. and Showalter, M. J. (1983). Simple Approaches to Shift, Days-off and Tour Scheduling Problems. Management Science, 29 (8), pp.942-950.

18. Rubin, J. (1973) . A Technique for the Solution of Massive Set Covering Problems, with Application to Airline Crew Scheduling. Transportation Science, 7 (1), pp.34-48.

19. Shannon, R.E. (1975). Systems Simulation - the Art and Science. New Jersey: Prentice- Hall.