

國立交通大學

運輸科技與管理學系

碩士論文

捷運司機員輪值問題之研究
——以台北捷運公司為例

The Rostering Problem of Mass Rapid Transit Drivers:
A Case Study of Taipei Rapid Transit Corporation

研究生：江俐諭

指導教授：韓復華 教授

中華民國九十五年六月

捷運司機員輪值問題之研究－以台北捷運公司為例

The Rostering Problem of Mass Rapid Transit Drivers:
A Case Study of Tapei Rapid Transit Corporation

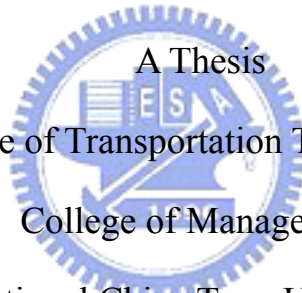
研 究 生：江俐諭

Student : Li-Yu Chiang

指導教授：韓復華

Advisors : Anthony Fu-Wha Han

國立交通大學
運輸科技與管理學系
碩士論文



Submitted to Institute of Transportation Technology & Management

College of Management

National Chiao Tung University

In Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master of Engineering

in Traffic and Transportation

June 2006

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國 九十五 年 六 月

捷運司機員輪值問題之研究－以台北捷運公司為例

學生：江俐諭

指導教授：韓復華 教授

國立交通大學運輸科技與管理學系碩士班

摘要

提供好的服務品質一直以來是捷運系統所追求的目標。捷運系統具有全年無休、班次密集、營運時間長的服務特性，營運時間內皆需有司機員執勤以服務旅客，司機員對於捷運系統的服務品質具有一定的影響力，輪值班表結果之良窳更攸關司機員服務的品質與工作的士氣。司機員輪值班表的排定除了要符合各項輪值相關限制外，也要儘量兼顧司機員之偏好及滿意。過去國內對於捷運系統司機員輪值問題尚無深入探討，本研究即針對此做詳細的研究。

求解人員輪值問題，傳統大都使用數學規劃或啟發式解法，求解效率較差或是較難完整描述複雜限制問題。因此，本研究運用數學規劃及限制規劃法求解能夠符合複雜限制的捷運司機員輪值班表。而為有效率求解大規模的實務問題，本研究將問題分為三階段求解並依問題特性不同選擇不同方法求解。第一階段為「排休」模式，運用數學規劃中的整數規劃產生司機員的休假日及工作日，並考慮各司機員在輪班期內休假數及例假休班天數公平性。第二階段為「輪班」模式，以限制規劃法求解每位司機員工作日需值班的班別，除考慮各項限制條件外亦考慮司機員儘量值同一班別的目標。最後，第三階段「派卡」模式同樣以限制規劃法決定各值班司機員需執行哪張任務卡。

本研究以台北捷運公司淡水段該月於北投上班的司機員的班表資料為測試實例，包含七、八十位的司機員。測試環境為 Windows XP 作業系統、1.29 GHz 處理器速度，以 OPL Studio 3.7 執行求解，三個階段求解時間約為 5 分鐘。本研究求解結果與實際班表比較除了滿足所有輪值相關限制外，在休假天數及例假休班天數這兩個公平性指標，本研究的各司機員間差異天數較小，優於實際班表，而在司機員儘量輪值與組別相同班別的目標上，實際班表平均違反皆超過五十次，本研究並無違反，結果良好，只是在各司機員任務卡平均分鐘數要儘量相同這項公平性指標由於著重重點在前面指標上，因此造成這項指標略遜於實際班表，整體來說，本研究除了滿足所有一定要滿足的輪值限制（硬限制）外，在公平性目標（軟限制）之結果也大致良好。由此可知，本研究發展之司機員輪值模式，確實能有效率地產生具實用價值的輪值表外，亦能避免司機員輪班期內值多種班別的狀況，提高司機員的工作效率，增加捷運列車營運時的安全。後續研究可以考慮研究前段排班問題，產生較公平的任務卡，讓每位司機員在值班時的駕駛時數相同。

關鍵字：人員輪值問題、限制規劃、整數規劃、大眾捷運系統

The Rostering Problem of Mass Rapid Transit Drivers: A Case Study of Taipei Rapid Transit Corporation

Student : Li-Yu Chiang

Advisor : Dr. Anthony Fu-Wha Han

Institute of Transportation Technology and Management
National Chiao Tung University

Abstract

The goal of Mass Rapid Transit (MRT) system is to provide good service quality. The roster has great influence about the service quality and morale of drivers. The crew rostering of MRT drivers is an important problem. The scheduler not only has to provide a roster to satisfy all labor and the corporation regulations (hard constraints) but also needs to consider fitting individual preferences (soft constraints) as much as possible. This research is focused on the rostering problem for the Taipei Rapid Transit Corporation (TRTC), which has not been studied before.

Traditional methods to solve crew rostering problem are usually based on mathematical programming (MP) or heuristic method that is not efficient or difficult to describe the problem with complicated constraints in detail. In this research, we formulated the equitable crew rostering problem as a three-stage model with mathematical programming and constraint programming (CP). The first phase is the off-day scheduling problem, to which we applied integer programming to solve the problem. The second phase, shift scheduling problem, was formulated as constraint satisfaction problem (CSP) and solved by a CP model. The third phase, rostering problem, was also formulated as CSP and solved by a CP model to obtain an equitable roster.

We have applied our models to a case study of rostering data provided by TRTC. Using 1.29GHz personal computer and ILOG OPL Studio 3.7, we obtained a one-month roster which has 84 drivers in 5 minutes. In addition to all hard constraints, our results satisfied all the flexible constraints regarding the equity of the allocation of off days to drivers. Our model can generate feasible and equitable rosters very efficiently and provide as a reference for the scheduler. Future research may take crew scheduling problem into account to allocate driving hours more equally among drivers.

Keywords: Crew Rostering Problem, Constraint Programming, Integer Programming, Mass Rapid Transit System

致謝

兩年的研究所生涯使我獲益匪淺，除了書本上的知識外，更珍貴的是研究的精神、思考邏輯與做人做事態度的精進。經過一年的努力，碩士論文總算得以順利完成，在這段過程中所要感謝的人事物有太多太多。首先要感謝恩師 韓復華教授兩年來之悉心指導與教誨，無論在研究方法論之啟迪、研究方向之指引以及嚴謹之治學態度，均讓學生受益良多，師恩浩蕩，永銘於心！

論文口試期間，承蒙 台北捷運公司 陳椿亮 董事長、中華大學 蘇昭銘 教授、系上王晉元 教授不吝指教與斧正，提供諸多寶貴意見使本論文更臻完善，在此特別感謝。論文審查時系上王晉元 教授所給予之建議，與碩士論文研討時系上王晉元 教授及謝尚行 教授所給予之建言，均使本論文更加嚴謹充實，學生衷心感佩。此外，在資料取得上，特別感謝台北捷運公司淡水段劉段長、陳先生、蔡小姐以及吳學長的幫助，使論文能順利完成。

即將離開待了兩年的交大，在這裡有歡樂也有痛苦，其中的點點滴滴都會是我最珍貴的回憶。由衷感謝系上師長們的諄諄教誨，系上學長姊、同學與學弟妹諸多的照顧。實驗室中的地下指導老師 俊德學長在論文期間給予的指導與幫助，令我不勝感激。威哥、貝哥、俊德、小刀、昆諭、承正及阿界，你們都是相當照顧學弟妹的好學長，謝謝你們讓初到交大的我能夠很快適應環境進入狀況，若要說你們唯一的不好地方，那就是教了我很多奇奇怪怪的東西；同窗的淑詩、大賴及小賴，有你們作陪，讓我在學業上能跟上進度及生活上充滿歡笑，另外，同窗的俊吟、阿昌及輝鵬也是一起努力兼玩樂的夥伴，兩年的研究所生活真的非常謝謝你們，不然我想我也不會支持到現在可以完成這本論文。當然，網路實驗室的啦啦隊娟姊、學弟妹阿春、小小賴、智偉及昱傑，我也要謝謝你們，雖然我們之間相處並沒有很長的時間，但煩悶的研究所生活多了你們，帶给了我許多樂趣。一路走來感謝有你們的陪伴，祝福大家未來都一片光明。

最後，我要將論文獻給我摯愛的家人，感謝你們在我求學過程中持續不斷的給予支與鼓勵，是你們讓我堅持到此刻順利取得碩士學位。

碩士論文的完成，要感謝的人太多了，僅將這份榮耀與喜悅，與你們分享。

江俐諭 謹誌

于 網路實驗室 2006.6

捷運司機員輪值問題之研究 —以台北捷運公司為例

目錄

中文摘要	i
英文摘要	ii
致謝	iii
目錄	iv
表目錄	vi
圖目錄	vii
第一章 緒論	1
1.1 研究動機	1
1.2 研究目的與範圍	1
1.3 研究方法與流程	3
第二章 文獻回顧	5
2.1 人員排班問題	5
2.1.1 航空公司組員排班	5
2.1.2 大眾運輸人員排班	6
2.1.3 一般人員排班	8
2.2 人員排班問題型態	9
2.2.1 休假排班問題	9
2.2.2 值勤排班問題	9
2.2.3 休假值勤排班問題	9
2.3 人員排班問題之解法	9
2.3.1 最佳化演算法	9
2.3.2 啟發式演算法	11
2.4 限制滿足問題與限制規劃	11
2.4.1 限制滿足問題	11
2.4.2 限制規劃法	12
2.4.3 限制規劃之求解演算法	14
2.4.4 模式化語言 OPL 之簡介	19
第三章 個案背景與問題描述	21
3.1 台北捷運公司簡介	21
3.2 捷運司機員排班現況	21
3.3 捷運司機員輪值問題概述與運作流程	24
3.3.1 問題描述	24
3.3.2 個案限制條件的整理	28

第四章	司機員輪值問題模式構建	31
4.1	司機員排休模式構建	34
4.2	司機員輪班限制滿足問題模式構建	39
4.3	司機員派卡限制滿足問題模式構建	46
第五章	捷運司機員輪值個案求解結果分析	59
5.1	個案參數設定與資料輸入	59
5.1.1	排休階段參數設定與資料輸入	59
5.1.2	輪班階段參數設定與資料輸入	68
5.1.3	派卡階段參數設定與資料輸入	69
5.2	各階段模式規模及求解時間	73
5.3	個案執行結果與分析	74
第六章	結論與建議	81
參考文獻	83
附錄一	九十四年四月台北捷運公司淡水段司機員輪值表	85
附錄二	九十四年十一月台北捷運公司淡水段司機員輪值表	89
附錄三	夜班司機員排休模式	93
附錄四	夜班司機員輪班模式	96
附錄五	夜班司機員派卡模式	99
附錄六	本研究求解出之九十四年四月司機員輪值表	104
附錄七	本研究求解出之九十四年十一月司機員輪值表	108



表目錄

表 2.1	分枝定限法求解步驟	10
表 2.2	OR 與 CP 方法所適用之問題類型	13
表 3.1	台北捷運公司大事紀	23
表 3.2	值班班別定義	25
表 3.3	司機員各值班班別人力需求	29
表 4.1	本研究模式各階段說明	33
表 4.2	早午班各組別司機員可上班別對照表	39
表 4.3	早午班排休及輪班兩階段變數數值對應表	40
表 4.4	早午班輪班及派卡兩階段變數數值對應表	47
表 5.1	實例一早午班每日各班別需求人數	59
表 5.2	實例一早午班司機員組別分類	61
表 5.3	實例一早午班司機員預排資料表	61
表 5.4	實例一夜班每日各班別需求人數	62
表 5.5	實例一夜班司機員組別分類	63
表 5.6	實例一夜班司機員預排資料表	63
表 5.7	實例二早午班每日各班別需求人數	64
表 5.8	實例二早午班司機員組別分類	65
表 5.9	實例二早午班司機員預排資料表	65
表 5.10	實例二夜班每日各班別需求人數	67
表 5.11	實例二夜班司機員組別分類	67
表 5.12	實例二夜班司機員預排資料表	67
表 5.13	實例一日期型態的分類	70
表 5.14	早午班任務卡相關資料	70
表 5.15	夜班任務卡相關資料	72
表 5.16	實例二日期型態的分類	73
表 5.17	個案模式變數個數、限制式數目及求解時間	74
表 5.18	計畫期間休假數結果	75
表 5.19	計畫期間休假數之平均值與標準差	76
表 5.20	計畫期間例假休班天數結果	77
表 5.21	計畫期間例假休班天數之平均值與標準差	78
表 5.22	司機員儘量輪值同一班別結果比較表	78
表 5.23	各司機員任務卡平均分鐘數結果	79
表 5.24	各司機員任務卡平均分鐘數之平均值與標準差	80

圖目錄

圖 1.1	研究流程圖	4
圖 2.1	捷運司機員工作流程圖	8
圖 2.2	BT 搜尋法-以 4-queens 為例	16
圖 2.3	FC 搜尋法-以 4-queens 為例	18
圖 2.4	MAC 搜尋法-以 4-queens 為例	19
圖 3.1	台北捷運系統路線圖	22
圖 3.2	各班別涵蓋之工作時段	25
圖 3.3	司機員組別與其可輪值班別對應圖	26
圖 4.1	司機員輪值問題三階段模式架構	32



第一章 緒論

1.1 研究動機

近幾十年來經濟成長快速，商業活動蓬勃發展，國民所得提高，使得台灣地區私有車輛持有快速增加，但由於台灣地區地狹人稠，都市空間有限，且道路相關設施之興建遠不及車輛之增加速度，故造成都市交通問題日益嚴重。因此，要改善愈來愈多的交通問題最好的方法之一就是發展健全的大眾運輸系統，但對於都會區而言，只有都市公車運輸系統是不夠的，因為都市會吸引大量人口前來就業以及消費，使得區內活動頻繁，造成交通運輸之需求非常龐大，故世界各國均紛紛興建具有隔離路權的大眾捷運系統，以有效疏解都會區之交通問題。台北捷運木柵線於 85 年 3 月 28 日正式通車營運，這使國內大眾運輸系統正式邁入捷運的時代，直至今日整個台北捷運系統路線已極具規模，平常日每日運量約為一百萬人次左右，對於大台北都會區的交通有著舉足輕重的地位。

捷運系統為公共運輸系統之一，具備運量大、班次密集、全年無休及營運時間長的服務特性，而司機員輪值時除需符合相關法規規定外，在營運時間內亦均需有人駕駛列車執勤以服務旅客，因此其輪值特性即有別於一般企業，以台北捷運公司為例，目前係用人工方式處理排班問題，不論在時效上或特殊事件的應變彈性均受到限制，特別未來捷運系統規模逐年擴大後，此一現象將形嚴重。適當的輪值排班作業可將有限的人員，作最佳的應用，以降底營運成本，提升員工績效、滿意度，提供良好的運輸服務，若能再對一些人性化的需求（如：公平性、合理性及彈性）加以考量，也將可有效提升員工士氣及表現。

因此，一個合適的班表，對於資方（捷運公司）及勞方（司機員）都是相當重要的。要建立一個良好的班表，所要考量的因素有成本、勞基法、勞動協約、公務人員請假規定與約聘人員請假規定，除此之外，還要考量捷運系統營運特性、公平性、合理性以及員工個人需求等等，使得司機員輪值問題變成一個相當複雜的問題，若以人力排班則需花費極長之時間，所需投入的人力與時間成本就相當可觀，因此，若可應用適當的方法建立良好的輪值模式，配合現今快速的電腦運算處理能力，除可節省相當多的排班人力與時間成本，也能排出較佳且令司機員滿意的班表。

本研究將針對台北捷運公司正線駕駛司機員輪值問題，擬利用數學規劃及限制規劃進行求解，實際探討「結合數學規劃與限制規劃方法於求解捷運司機員輪值問題之可行性」。最後，期望能建立符合捷運公司、法規規定及員工滿意且具公平性的班表，達到勞資雙方雙贏的局面，並可提供捷運公司未來輪值決策支援的雛形。

1.2 研究目的與範圍

求解司機員輪值問題之主要目的在於改善台北捷運公司的營運績效、減少人力成

本、讓線上司機員之負荷與工作時間達到平衡以及增進其司機員資源之運用效率，然而由於實務問題的規模太過於龐大並且必須考慮種種複雜法規限制，使得司機員輪值問題的複雜度相當高，所以本研究目的在於「探討如何有效地使用數學規劃及限制規劃方法於求解捷運司機員輪值問題，並建立一套符合捷運現實營運需求且求解效率佳之正線駕駛司機員輪值模式，產生較佳之司機員每月輪班表，並兼顧排班之公平性、合理性與彈性，提供捷運在未來排班時的決策支援」。

本研究之範圍為台北都會區捷運系統中已完工營運之高運量路線之正線駕駛司機員之輪值表產生，木柵線屬中運量自動駕駛，並不需要司機員，故不在本研究範圍內。目前所包含的路線依車務段負責範圍區分有淡水—新店、北投—南勢角、板南線、新北投支線、小南門線、小碧潭線，未來本研究結果，將可適用整個捷運路網建置完成後之司機員輪值問題。

此外，台北捷運公司高運量列車司機員其所從事工作項目可分為：

- 一、正線駕駛工作：負責於營運路線駕駛列車載運旅客安全行駛，並具有列車故障時進行簡易故障排除及緊急狀況時維護旅客安全之處理能力。
- 二、機廠調車工作：負責於未營運載客之機廠內駕駛列車，俾使列車能順利進出各維修廠區執行相關檢修作業，以維護電聯車設備正常功能。
- 三、備班工作：備班工作係指具備駕駛捷運高運量列車資格人員於車務辦公室協助行政性工作，當遇有其他司機員臨時性請假、緊急事故(如故障列車處理)等人力支援需求時，即可由主管指派該備班工作人員前往協助處理，以儘速恢復系統正常運作。
- 四、雙人勤務工作：捷運高運量列車正常營運時係每一部列車配置一名司機員，列車兩端皆具有駕駛室，司機員於列車抵達停靠於某一路線終端站(如：淡水站)時，經由步行折返至另一端駕駛室將列車駛往該路線之另一終端站(如：新店站)。當列車因故誤點造成司機員於終端站折返時間不足時，主管將指派支援司機員上車暫代原司機員駕駛列車(原司機員則利用支援司機員駕駛列車進出終端站途中進行折返，折返完成後回復由原司機員駕駛原列車)，以儘可能縮短列車於終端站停靠時間，維持列車出發時準點。
- 五、輪替工作：目的同雙人勤務工作，均為儘可能縮短列車於終端站停靠時間，以維持列車出發時準點，但其作法不同，係由前一部列車抵達終端站後司機員先行折返並於月台等候(該部列車可能係收車不載客)，當後 1 部列車抵達終端站後，由前 1 部列車司機員進入駕駛室儘速將後 1 部列車駛離終端站，以維持列車出發時準點。
- 六、工程列車工作：工程列車係指以從事維修或工程為目的軌道車輛，由具自走動力軌道車輛聯結其他 軌道車輛所形成之列車或由具自走動力軌道車輛單獨作

業之軌道車輛，而工程列車司機員駕駛工程列車從事之維修工作包括鋼軌研磨、鋼軌清洗、鋼軌檢查、鋼軌焊接、線上搶修等等。

目前捷運公司對於上述各組司機員採獨立排班作業，本研究之內容主要是針對正線駕駛司機員之每月輪值表之製定。

台北捷運公司的司機員依車務任務分組可畫分成南港、淡水及新店段，本研究則以淡水段作為個案研究範圍。另外，在淡水段方面正線駕駛司機員又可依報到地點不同分為北投及中和二類，其限制要求會有些不同，故本模式以規模較大的北投司機員進行研究及模式建構，建構出的模式若要用於中和或其他車務段，則需對模式稍加調整。

1.3 研究方法與流程

本研究擬針對捷運司機員輪值問題，劃分成數個問題，依問題不同的特性將之定義為整數規劃或限制滿足問題，利用整數規劃或限制規劃方法配合相關工具，求解滿足各項法規、公司規定與員工偏好之班表。在研究方法上，除蒐集、回顧人員輪值問題常用之求解方法，以及限制規劃之發展近況外，也將構建問題模式並以 ILOG OPL Studio 3.7 軟體撰寫程式，進一步以台北捷運公司司機員輪值班表為個案，並評估比較所排出之班表結果。

本研究之流程與執行步驟如圖 1.1 所示，茲說明如下：

1. 研究範圍與問題界定：認識司機員輪值問題之特性，並了解目前排班所遭遇之困難與過去學者對此問題之求解方法，以確立本研究之發展方向。
2. 文獻蒐集與回顧：回顧司機員排班與限制規劃相關文獻，大致可分為人員排班文獻、限制滿足問題與限制規劃文獻回顧二類，整理有關司機員輪值解法與考慮的限制條件，了解以數學規劃及限制規劃求解的模式建構與求解方法。
3. 個案對象之資料收集與排班規則整理：實際拜訪捷運公司，了解司機員相關排班規定與人力需求，並查閱現行政府法規，取得相關休假政策、員工資料、工作班別規定等，並了解個別司機員對工作與休假的偏好。
4. 司機員輪值模式建立：取得輪值相關規定與資料後，利用數學規劃法或限制規劃法，建構司機員輪值問題之模式。
5. 司機員輪值模式求解：將本研究建構出之司機員輪值模式以 OPL (Optimization Programming Language)語法寫成一模式檔，利用 ILOG OPL Studio 套裝軟體進行求解。
6. 求解結果分析：針對求解出來之司機員輪班表，進行求解品質(如公平性、是否符合捷運公司要求與司機員滿意度)與求解效率之分析，探討本研究模式之可行性與優劣，作為模式調整之依據。

7. 模式修正：檢驗求解結果，若無法產生可行解或與實際規定不相符，則重新調整並討論限制式，並加以修正重新求解。
8. 結論與建議：根據上述各步驟所得之班表結果，提出具體之結論與建議，研擬未來後續研究之方向與重點項目，並提供排班人員人性化考量之司機員輪值決策支援之建議。

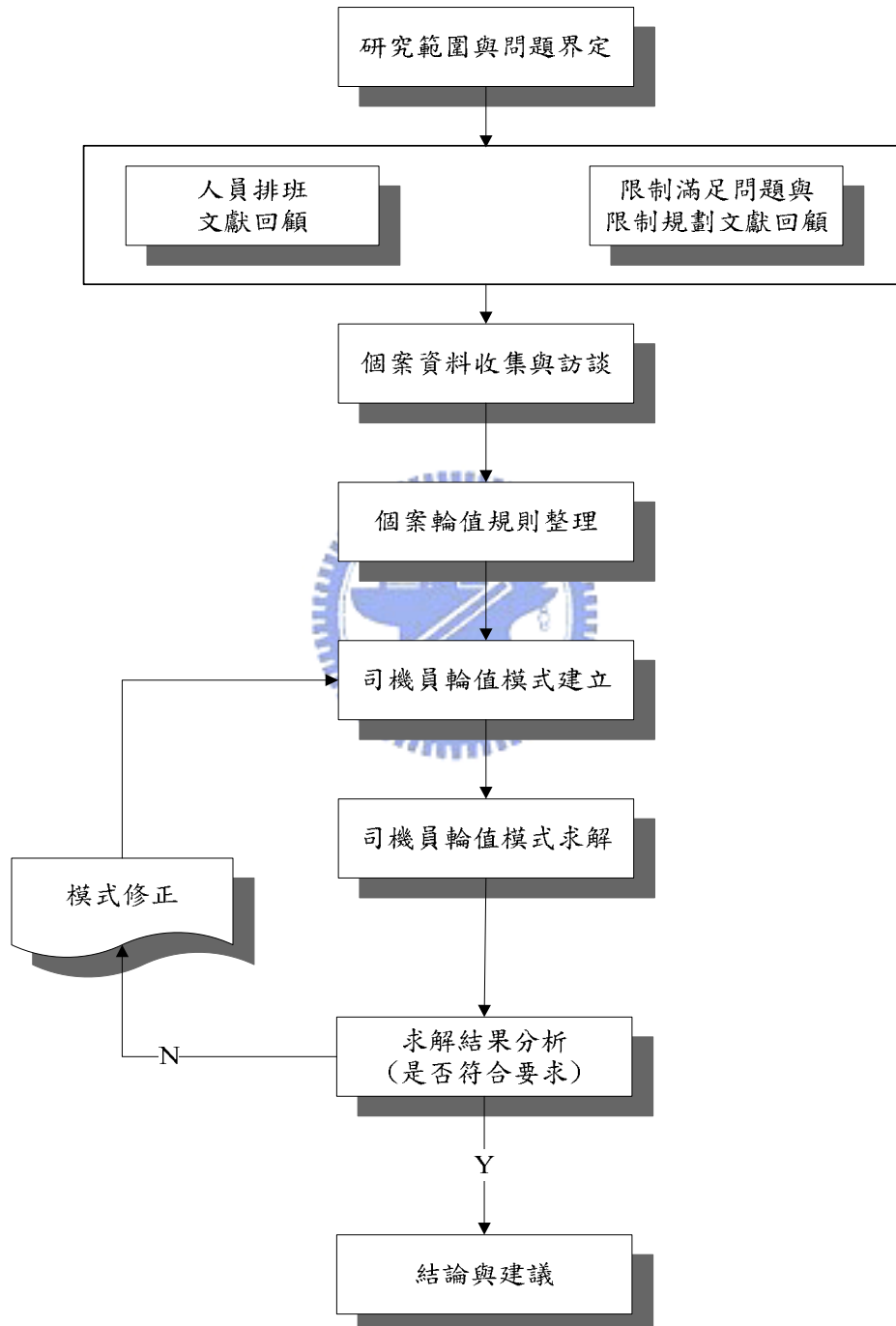


圖 1.1 研究流程圖

第二章 文獻回顧

班表設計(timetabling)、排班(crew scheduling)及輪值(crew rostering)是捷運營運規劃的一部分。班表設計是產生特定時間特定點開始以及在特定時間到達不同站之不同路線列車班次；排班產生詳細的每日任務（任務卡），讓不同場站的司機員駕駛所有由時刻表產生之列車班次。每張任務卡是一個司機員一天的工作；輪值是指派每一場站特定司機員下幾個星期一連串的任務卡[23]。排班問題及輪值問題兩者是所謂的人員排班問題，在文獻上通常會被描述成 0-1 整數規劃問題，這類問題是屬於 NP-Hard 高複雜度之組合問題，而在文獻上大多以在合理時間內找到較佳可行解之啟發式解法為主，最佳化模式通常用於規模較小的問題上，但在應用上不易處理實際面臨的各種限制條件。本研究從整數規劃及限制滿足問題的觀點來探討人員輪值問題，將對人員排班問題、人員排班問題型態、人員排班問題之解法及限制滿足問題與限制規劃法進行回顧與說明。

2.1 人員排班問題

Lau[9]認為人員排班就是在滿足管理者、勞方、政府等各單位的目標與政策下將人力資源適當的安排於所需的作業項目中，在組織營運時，將員工安排至各項工作以提供服務已經成為一種不可或缺的管理活動。

由於各組織間特性不同以及需求條件的差異，人員排班的種類也會不同。Beasley 與 Cao[1]依產業特性將人員排班問題區分為：航空公司組員排班、大眾運輸人員排班及一般人員排班等三種型態。

2.1.1 航空公司組員排班

航空公司組員排班通常分為勤務組合排班與組員派遣等兩個部分。勤務組合排班問題是在勤務航段資料以及勤務組合限制已知的情形下，以最小總成本為目標組成連續性的勤務任務組合；而組員派遣問題則是將所有的勤務組合在符合組員派遣限制下分派給所有的組員。

Lavoie 與 Minoux[10]針對空服員勤務組合產生問題使用變數產生法求解，求解過程是先以人工方式產生可行變數作為主問題集合涵蓋模式的起始解，之後利用單體法自現有變數集合中找到最佳解；子問題定式為最短路徑問題，利用標籤設置演算法找到對主問題目標值有貢獻的可行勤務組合變數，將其加入主問題中重新求解，以此程序改善目前解，直到無法改善才停止。

王國琛[15]針對後艙空勤組員排班問題進行求解，係在已知草擬班表及民航法規、工會規定、航空公司空勤派遣規則等限制下，以空服員營運成本最小為目標，應用限制規劃方法及數學規劃方法建立一套以限制規劃為基礎之變數產生法，求解大型後艙空勤組員排班問題。

唐依伶[19]探討公平性空服組員派遣問題，其將問題列式為限制滿足問題，運用限制規劃方法，經由問題變數與限制函數之設計，將所考量的各項限制模式化求解。研究中為提升效率適當加入「以最小累積飛行時數者優先指派」，並以「分階段指派」啟發式方法進行指派，求解公平性組員派遣問題。

2.1.2 大眾運輸人員排班

大眾運輸人員排班問題，較常見到的有公車、鐵路以及捷運相關人員（站務員及司機員）的排班。這類人員排班問題特性和航空公司組員排班問題特性相似，因此，一般在學術上求解方法也是類似：將大眾運輸人員排班問題分為組員排班及組員派遣問題兩個部分。組員排班為考量法規規定及休假等限制下，利用乘務資料排出可行的工作班。將可行的工作班在符合組員派遣限制下分派給所有人員，即完成組員派遣。組員派遣問題在本研究中稱為組員輪值問題。本研究所要探討的捷運司機員輪值問題即是屬於大眾運輸人員排班問題的部分。

Chu and Chan[4] 針對香港輕軌捷運問題進行探討，以作業研究模式結合電腦輔助求解此問題，並發展一決策支援系統，將複雜的排班過程予以自動化。求解過程可以分為三個階段，第一階段，針對每一車旅次，先以最短路徑加上路徑限制式(path constraint)去產生可行之任務鏈；第二階段，先將第一階段產生之任務鏈，利用最小加權對稱配對方法(minimum weighted symmetric matching method)，在滿足工作班可行性的條件下，兩兩配對組合成工作班；最後一階段是改善式啟發式解法(Improvement Heuristics)，針對第二階段無法配對成工作班的任務鏈，或是有特殊因素考量以手動方式微調班表的情形，其使用一連串改善式啟發式解法來形成另外新的工作班。研究結果顯示提升部分排班績效，班表在不到半小時內快速產生。

蘇昭銘、張靖[25]利用數學規劃方法構建捷運系統站務人員排班模式，分為兩階段，第一階段模式主要在決定站務人員之上班日與休假日，第二階段模式主要在決定站務人員上班日之上班時段。兩階段目標式均包含絕對值之非線性轉換型態，透過變數轉換程序，可將其轉換成一整數規劃模式，故在求解上可使用現成套裝軟體（如 LINDO）進行求解工作。

盧宗成[22]探討捷運司機員排班問題，其將問題建構為集合分割問題模式，並設計一求解演算法。演算法主要使用變數產生法，其求解方式將主問題定式為集合涵蓋問題，子問題為有限制之最短路徑問題，利用單體法與資源受限制之最短路徑演算法分別求解主、次問題。

張育彰[21]的研究對象是台鐵列車駕駛員排班作業，將列車駕駛員排班問題分為(1)可行工作班集合產生階段與(2)排班與輪班整合求解階段，前者以網路產生啟發式產生可行工作班集合當作下一階段求解搜尋空間；後者將排班問題視為一集合涵蓋問題，而將輪班定義為不對稱的推銷員旅行問題，使用基因演算法來求解，在所有工作班均需執行過一遍的概念下，求取總週期最小等目標。

Caprara et al.[3][11]藉由使用由混合線性整數規劃放鬆形成的啟發式求解義大利鐵路輪值問題得到好的求解時間。他們目標問題是給定任務的數目之後，求解涵蓋所有每日需執行到的任務且極小化總週期的輪值表。

Ernst et al.[6][11]研究澳洲鐵路—National Rail 相關輪值問題。司機員必須駕駛長距離的列車，因此每一班次在 National Rail 來說就是一個班別，而司機員有可能需在外住宿。這樣情況和航空人員管理類似，但仍有些差異。National Rail 所有可能的來回旅程統計出來並使用它作為投入資料，因此許多來回旅程的硬限制可以放進來產生程式(roundtrip generation program)。他們有輸出來回旅程及每一場站司機員數目的輪值泛系統的模式。之後，他們以場站為基礎建立輪值模式並使用混合線性整數規劃(MIP)模式。然而，為了在合理時間求解這模式，他們被迫放鬆不可欠缺的限制式以及集中在結果為連續解來得到整數解；這是有疑問的實例，但是在他們實務背景下可能是適當的。

Emden-Weinert, Kotas, and Speer[5][11]研究德國有軌電車及公車司機員的輪值系統。他們提供一套不同於地鐵的輪值系統，將司機員及場站的任務分群並分別發展輪值表。一些地鐵場站對於試用多種的輪值表也有興趣，因此指派任務到同一場站不同群司機員以及指派司機員到不同群的工作就被應用到這些地鐵場站。在他們案例中只有休假日及班別種類的型式。他們使用混合線性整數規劃(MIP) 指派班別到輪值表的空格內，而這個方法有個缺點就是求解時間會隨著問題規模成指數增加。十二名的司機員輪值表花了二十八小時仍求不出最佳解，而六名司機員的輪值表使用 CPLEX 6.5.花了六個小時求出一個解。

Sodhi and Norris[11]的研究對象是倫敦地鐵司機員輪值問題，將求解步驟分成二階段混合線性整數規劃、圖論(graph-theoretic)及手動操作求解。第一階段是輪班模式，先建立網路，再利用混合整數規劃求解，最後用圖論啟發式得到各司機員所值的班別及休假日。第二階段指派問題是利用混合整數規劃求解出司機員值班時應執行的任務。其求解速度相當地快，和最佳解差距在 2%之內。這篇研究的貢獻為提供一種簡單、彈性且可能應用在非地鐵系統的方法、理論進步的可能性及增加人員輪值的作業研究文獻。

捷運專有名詞說明[16][22]：

- 1.車旅次(vehicle block)：指單一系列所執行之最小工作量，通常為車輛從某一機廠出發至另一場站的機廠，或是回到同一機廠的旅次。
- 2.任務(task)：司機員在同一車旅次內所執行的最小工作量，其端點為換班點(relief point)或是機廠。
- 3.任務鍊(piece)：司機員在同一車旅次內連續服務的一組任務。
- 4.工作班(shift 或 workday)或任務卡：單一司機員每日所服務的一組任務鍊。

上述各名詞間關係示意圖如圖 2.1 所示：

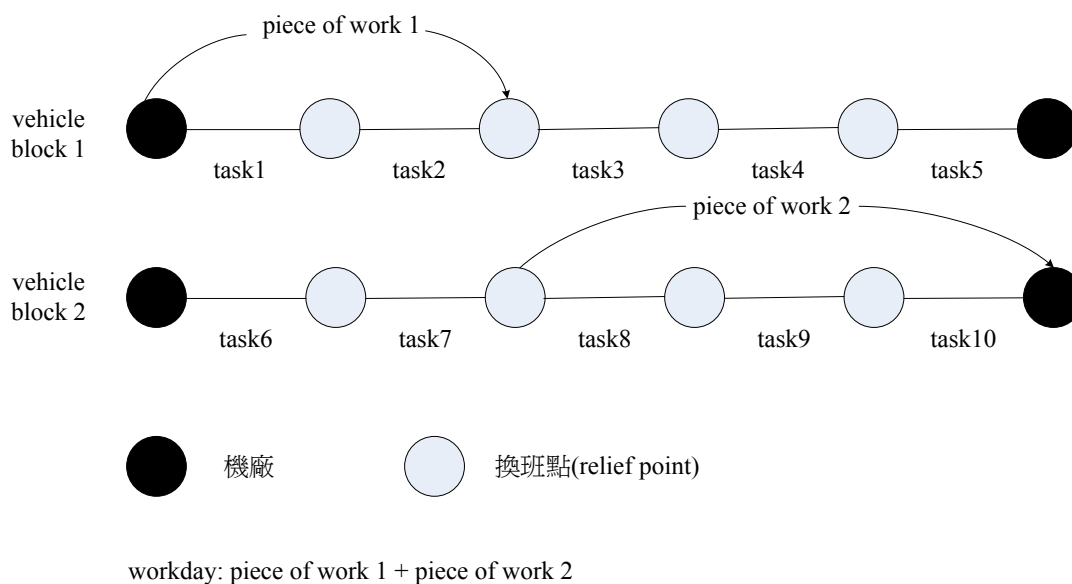


圖 2.1 捷運司機員排班問題名詞定義示意圖

資料來源：[16][22]

2.1.3 一般人員排班

除了上述兩類排班問題之外的排班問題都可歸為一般人員排班，如 104 接線生、護理人員、警察人員、客服人員、作業人員等，此類問題與之前提到的航空人員排班或是大眾運輸人員排班問題的龐大規模比較，是屬於中、小型之人員排班問題，因此，文獻上大多使用啟發式解法或其他適合的演算法進行求解。

王勇華[14]利用數學方法構建人員排班模式，採用啟發式解法在合理時間內求得近似解，組合文獻已有之方法，首先以 Morris & Showalter 之 MS 演算法求得一起始可行解，再以 Easton & Rossin 之 EAS 演算法產生相同成本解，最後加上 Henderson & Berry 之 LPI 演算法以及自行發展之 EXCHANGE 演算法進行解的改善，成為一個組合的啟發式解法 MEX；並以台灣電信北區管理局 104 東區查號台的接線生排班為應用實例。

蘇啟超[26]針對民航局飛安查核工作排程與檢查員排班問題進行探討，其將飛安查核工作排程與人員指派問題定義成資源限制專案排程問題，並應用限制規劃與數學規劃分別建構工作排程與人員指派求解模式，求解查核任務排程及人員排班之限制滿足問題與組合最佳化問題，以獲得可行的查核工作排程與查核人員班表。

李俊德[17]以護理人員排班問題進行研究，探討高複雜度之全年無休排班問題，將其構建為限制滿足問題模式，利用限制規劃法求解，並以實際醫院病房作為其研究個案。在滿足多重複雜限制條件下，排出績效良好的排班表及輪班表。

由前述文獻整理可知，目前國內在大眾運輸人員排班研究方面較多關於鐵路人員排班及輪值，而捷運司機員排班方面，目前只有盧宗成[22]，其論文較著重於組員排班，對於捷運司機員輪值問題並無深入研究，加上，捷運司機員輪值問題和鐵路司機員輪值

問題差異性較大，因此，本研究針對捷運司機員輪值問題做深入的研究。

2.2 人員排班問題型態

人員排班問題可以依據不同的排班問題有不同解題型態，主要型態分為三種：休假排班問題(Off-day Scheduling Problems)、值勤排班問題(Shift Scheduling Problems)及休假值勤排班問題(Tour Scheduling Problems)[14][18][23]。

2.2.1 休假排班問題

班表的規劃為一個星期，且每一天人員的需求已知。通常人員一星期的工作天數必小於企業單位一星期營運的天數時，因此須安排人員的休假日。而當休假日一決定，即可知道人員之工作日。休假的型態有很多種，例如一星期中有一天休假或兩天休假，後者又可分為連續或不連續假，至於是何種型態，則視營運單位法規訂定。

2.2.2 值勤排班問題

問題僅規劃一天內的班表，意即決定人員在這一天內那個時段必須工作。最簡單的方式是指派非重疊性班次(Nonoverlapping shifts)，如早、中、晚三班。然而當需求隨著時間而變化很大時，非重疊班次雖然能夠滿足尖峰時段的需求，但在非尖峰時段會產生很大的人力浪費，為了改善這種情形，於是就有重疊性排班(Overlapping shift)的產生。如此一來，班次型態就更多，增加了問題的複雜度。

2.2.3 休假值勤排班問題

此問題規劃的班表長度為一計畫週期，所排出之班表不但包含那一天為休假日，並包含工作日的工作時段，因此上述兩個問題—執勤班次排班問題及休假排班問題，皆為休假值勤排班問題的子問題。如此使得班次型態變得非常龐大，問題求解更加不易。

本研究的捷運司機員輪值問題主要在決定司機員上班日、休假日、上班的班別及所應執行的駕駛任務，故屬於休假值勤排班問題。

2.3 人員排班問題之解法

關於人員排班問題，在國內外均被廣泛討論，其相關文獻很多，學術領域定義它為一組合最佳化問題。由過去學者的研究中，其求解方法基本上可以分為兩種，一為最佳化演算法(Optimal Solution Algorithm)，另一為啟發式演算法(Heuristic Algorithm)。

2.3.1 最佳化演算法

最佳化演算法是在求解條件與限制式已知條件下，對於問題的目標求取其可行解空間內最佳的一個解。目前對於人員排班問題的作法通常是將整個問題構建成集合分割(Set Partitioning)或集合涵蓋(Set Covering)模式，並配合最佳解策略加以求解。然而最佳

化演算法最主要面臨的瓶頸為演算時間較長，對於大型人員排班問題，往往需要耗費過多的求解時間，甚至求不出可行解。關於最佳解求解方法，文獻上主要有三種：分支定限法、分枝切面法與變數產生法。

(一) 分枝定限法(Branch and Bound Method)

分枝定限法為傳統上最常用來求解 0-1 整數規劃問題最佳化的方法，而由 Hiller 與 Lieberman[8]的說明可知，分枝定限法的基本觀念是分割以及解決。其內容如下表 2.1。

表 2.1 分枝定限法求解步驟

節點選擇 (Node Selection)	在分枝限定法過程中，可能有許多未能求得整數之分枝端點，如何從這些未選節點當中擇一繼續進行求解工作即為節點選擇，節點選擇機制有最佳目標搜尋 (Best-Bound Search)、深度搜尋 (Depth-First Search)、廣度搜尋 (Breadth-First Search)、隨機搜尋 (Random Search) 等方式。
分枝 (Branch)	當處理二元變數時，最簡單的方式就是將合理解集合固定一個變數值 x ，將原本問題分割為 $x_1 = 0$ 及 $x_1 = 1$ 的兩個子問題，以分枝樹來看，即針對 x_1 變數產生了兩個分枝。
定限 (Bound)	對每一個子問題，找出其線性放鬆後之最佳解即為該子問題之鬆弛解。對於整數規劃而言，通常鬆弛解即為放鬆掉整數限制後之最佳解。
解決 (Fathoming)	當一個子問題被解決之後即可不再考慮，而分枝限定法即是透過解決所有分枝端點找到問題最佳解，其有三種方式可以被解決：1.子問題為最佳解為整數解、2.子問題為不可行解、3.子問題之最佳解較目前暫時最佳解 (Incumbent) 差。

資料來源：[15]

(二) 分枝切面法(Branch-and-Cut Method)

分枝切面法可視為結合分枝定限法與切面法。根據 Young[13]的定義，分枝切面法是在計算分枝端點前嘗試加入新的有效不等式(Valid Equation)，用以縮小放鬆整數限制後的可行解範圍，加快分枝定限求解速度。對一個極小化問題而言，其最佳解之上限通常是以暫時可行解中最好的一點來表示，而下限解則以一個放鬆的不可行解來代表。

(三) 變數產生法(Column Generation)

變數產生法其求解概念是將原來大規模問題的主問題，分解為受限制主問題與子問題兩個部分，再利用線性規劃中的對偶理論(Dual Theory)將受限制主問題與子問題緊密連接起來，其運作方法是先透過人工方式或啟發式解法求得一組可行解，然後放鬆受限制主問題並求得一組對應每個限制式的對偶變數向量，接著將此組對偶變數向量放入子問題中，使其能運用對偶理論來產生對目前受限制主問題目標值有貢獻之新變數並加入受限制主問題中，藉由受限制主問題與子問題互動逐步改善受限制主問題之線性規劃最

佳解，直到無法再改善為止，所得之解即為放鬆後受限制主問題之最佳解。相關文獻有[10]、[15]、[22]等。

2.3.2 啟發式演算法

基於最佳演算法無法在特定時間內求得可行解的原因下，一般常見的人員排班問題的處理會選擇設計一適合的啟發式演算法進行求解，以尋求一可行解，雖然不盡然為最佳解，但其以縮短求解時間而達到效率佳往往更符合實務所需。關於人員排班問題常會使用的啟發式解法有禁制搜尋法 (Tabu Search, TS)、模擬退火法(Simulated Annealing, SA)、基因演算法(Genetic Algorithm, GA)[21]等。

人員排班問題除了上述提到解法之外，近年來也有學者開始利用限制滿足問題 (Constraint Satisfaction Problem, CSP)處理排班的問題。限制滿足問題主要的特色是可以將排班問題中的各種限制分成硬性限制與軟性限制，進而使用限制規劃求解。所謂硬性限制是一定要遵守的限制，而軟性限制則是盡量遵守的限制，在必要的時候可以違背軟性限制[20]。目前在國內文獻中已有學者就航空公司組員排班問題（相關文獻有[15]、[19]）及一般人員排班問題（相關文獻有[17]、[18]、[26]）採用限制規劃方法求解，獲得結果也相當不錯，但在大眾運輸人員排班問題方面，目前尚未有人使用限制規劃法求解。本研究除了利用整數規劃求解司機員輪值問題外，也將採用限制規劃方法求解部分捷運司機員輪值問題，關於限制規劃方法將於後面作深入的介紹。

2.4 限制滿足問題與限制規劃

限制規劃 (Constraint Programming, CP) 是一種空間搜尋技術，緣起主要來自電腦科學 (Computer Science) 在人工智慧領域 (Artificial Intelligence, AI) 的發展，根據學者 Brailsford 等人[2]對限制規劃的定義「運用電腦程式發展的模式化語言，讓使用者能簡單輕易地描述限制滿足問題，並透過精緻的電腦演算法有效率地求解限制滿足問題」。

簡單而言，限制規劃就是應用電腦演算法之執行來求解限制滿足問題，這些電腦演算法最早是在邏輯語言（如：Prolog）中所設計，但是傳統語言中的邏輯程序（logical solution procedure）並不能有效率地處理限制的關係，因此，便逐漸發展出一些針對求解限制滿足問題的限制式邏輯語言（Constraint Logical Programming），像是 CHIP 語言（Constraint Handling in PROLOG）便是由 Prolog 修改而來，利用限制式與限制式之間的關係來加速求解效率。近年來隨著電腦科技為解決實務問題而發展的物件導向概念日漸盛行，限制式邏輯語言也開發出具有物件導向式的限制規劃程式庫，常見的有 ILOG 公司的 Sover (C++)、Scheduler (C++)、Jsolver (Java) 以及 COSYTECH 的 CHIPv5 (C++)。

2.4.1 限制滿足問題

所謂限制滿足問題是由一群變數 (variables) 與限制 (constraints) 所構成，「在給

定一組決策變數 $X=\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 、各決策變數相對應之有限值域 $D=\{D_1, D_2, \dots, D_n\}$ 、一組限制式 $C=\{c_1, c_2, \dots, c_m\}$ 條件下，尋找滿足各項限制式之一組或多組可行解」[2]，其中， n 表示決策變數之個數， m 表示限制式之個數，有限值域具有上、下限值為每一變數可能值所構成之集合。從 CSP 定義來看，包含了變數、有限值域、限制式三個部分，一般即以 (C, X, D) 來描述一個 CSP 問題：

1. 變數：CSP 中有多個變數 x_1, x_2, \dots, x_n ，這些變數構成的集合為 $X=\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 。
2. 有限值域：CSP 中每一個變數都有其可能值 d_1, d_2, \dots, d_k ，每一個可能值所構成的集合為該變數之值域 $D_i=\{d_1, d_2, \dots, d_k\}$ ，各變數值域集合所構成之有限值域為 $D=\{D_1, D_2, \dots, D_n\}$ ，值域中的值不一定是數值型態，可以是其他型態，如：字串...
3. 限制式：CSP 中的限制式是用來描述變數之間的關係。CSP 當中的限制式可能影響任意個變數，若某個限制式剛好影響所有的變數，稱該限制式具有 arity 的性質，若 CSP 中的限制都只影響兩個變數，稱之為二元限制式 (binary constraint)。

在問題的本質上，限制滿足問題不同於最佳化問題，其求解目的在於求得一組或多組可行解，而所謂的可行解是指「每一個變數 x_i 從其對應值域 D_i 中挑選出一個值 d_i ，能夠滿足所有限制式。每個變數的值所構成的集合 $\{d_1, d_2, \dots, d_n\}$ 即為可行解」。Brailsford[2]等學者指出，在 CSP 中通常會尋找幾種不同的解答：

1. 只要有解即可，CSP 求解可能出現多組解，但是只要其中任何一個即可滿足需求。
2. 所有的解，亦即找出 CSP 中所有的可行解。
3. 最佳解：許多人常常誤解 CSP 問題並非求解最佳解，但可透過加入目標限制式，用以評估多個可行解，以獲得最符合需求的解。

2.4.2 限制規劃法

傳統 OR 領域所探討的大多屬於有明確目標式的最佳化(Optimization)問題，但對於許多諸如排班(scheduling)、班表(timetabling)、派遣(rostering)的組合性(combinatorial)問題，因其牽涉許多複雜與多變的限制條件，最佳化模式的應用效率有限。從 1999 年首度舉行跨領域的 CP-AI-OR 國際研討會以來，許多的文獻均肯定限制規劃有助於班表、組員或路線的組合問題。

限制規劃主要緣起於人工智慧(Artificial Intelligence, AI)在電腦程式語言方面的發展，一般而言，「限制規劃」指的是應用電腦演算法之執行來求解限制滿足問題。主要目的乃在於簡化理論與實務問題解決的差距，讓一般對於程式語言不熟悉的使用者，亦能很快的發展其問題模式並進行求解。

限制規劃求解為一種二層式(Two-Level)的架構，其中一層為描述限制滿足問題的限制式元件，另一層為則用來求解限制滿足問題的程式求解元件。各元件的相關內容，茲詳述如下：[12]

1.限制式元件(Constraint Component)：

限制式元件又稱為限制式模式化元件(Constraint Modeling Component)，其功能乃在於提供一套親和的模式化語言，讓使用者能直覺地(intuitive)、輕易地宣告決策變數(decision variables)與限制式。然而，由於實務問題之限制式種類相當多(如 logical constraint, arithmetic constraint, cardinality constraint, all-different constraint, atleast constraint, atmost constraint 等)，所以對於任何實務問題可能使用之限制式，限制規劃中皆存在一個其對應的限制式元件以供使用者進行問題之模式化(Modeling)動作，因此，就問題的描述方便性而言，限制規劃較傳統之數學規劃更容易讓使用者所使用。

2.程式求解元件(Programming Component)：

為了使限制規劃能有效率地求解限制滿足問題，程式求解元件中必須包含一個智慧型的限制式系統邏輯推理元件；相對地，為了使限制規劃能有系統地來求解限制滿足問題，程式求解元件中必須包含一個系統化的空間搜尋元件。然而，藉由此二元件的相互充分配合，促使限制規劃的求解效率相當的不錯。

限制規劃較適合限制程度高的組合最佳化問題(如：含時間窗限制的車輛排程問題、含容量限制的車輛排程問題等)與限制滿足問題(如：排課問題、班表設計問題、勤務組合產生問題、排程問題等)，在求解此類型問題時，限制規劃之求解效率通常較傳統作業研究來的好；然而，對於限制程度低的組合最佳化問題而言，由於作業研究有其紮實之數學理論基礎，所以在求解此類型問題時，作業研究之求解效率通常較限制規劃來的佳。根據此分析，將作業研究與數學規劃之適用問題類型整理成表 2.1 所示。

表 2.2 OR 與 CP 方法所適用之問題類型

問題特性	求解方法	可行解空間特性
限制程度高的問題 (fully-constrained Problem)	CP	可行解空間為斷斷 續續的(fragment)
限制程度中的問題 (median-constrained Problem)	CP + OR	介於上、下兩者之間
限制程度低的問題 (less-constrained Problem)	OR	可行解空間相當 大且非常連續

資料來源：[15]

綜合歸納應用限制規劃方法來求解限制滿足問題之優越特性，有下列三項優點：[2]

1. 有效率之求解機制：由於在限制規劃的求解機制中，充分地結合了一致性檢驗技術(Consistency Checking Techniques)、限制式遺傳機制(Constraint Propagation)與智慧型的搜尋演算法(如：Forward Checking Algorithm、Look- Ahead Checking Algorithm)，使得限制規劃的求解效率相當高。
2. 模式建立之方便性：由於限制規劃語言屬於程式語言中之「宣告式語言

(Declarative Language)」，使得使用者可以很容易地運用限制規劃語言來建構其限制滿足問題模式。

3. 可處理多樣之限制式：限制規劃可以處理各種實務問題之限制式類型而其中有許多是數學規劃所無法直接使用的，如：布林限制式(Boolean Constraints)、邏輯限制式(Logical Constraints)、序列限制式(Sequence Constraints)等，所以對於不熟悉數學規劃理論的使用者，仍然可很直覺地(Intuitively)、容易地(Easily)運用限制規劃來建構其限制滿足問題或組合最佳化問題。

2.4.3 限制規劃之求解演算法

限制規劃中的求解演算法主要是由一致性檢驗技術、系統化之空間搜尋演算法所構成，其運作機制是在每個分枝節點中運用一致性檢驗技術來縮減少變數之值域(Variables' Domain Reduction)，以減少可行解之搜尋空間，以期達到運用電腦演算法系統化且有效地求得限制滿足問題可行解之目標，亦即限制規劃中的求解演算法為一種智慧型的空間搜尋演算法(Intelligent Tree Search Algorithm)。以下即分別介紹目前限制規劃中最基本的一致性檢驗技術與目前限制規劃中最常使用之智慧型空間搜尋演算法。

(一) 一致性檢驗技術

限制規劃理論中最基本的一致性檢驗技術包括：節點一致性(Node Consistency)、節線一致性(Arc Consistency)、界限一致性(Bounds Consistency)、一般化之一致性(Generalized Consistency)四種。每種一致性檢驗技術的複雜度皆不同，越簡單的一致性檢驗技術意味著其所需花費之運算時間越短；反之，越複雜的一致性檢驗技術意味著其所需要花費之運算時間越長，使得每一種一致性檢驗技術皆有其優點與適用時機。

因每一種一致性檢驗技術，皆有其最適合使用之限制式類型。如當限制式為一元限制式時，適用節點一致性檢驗技術；當限制式為二元限制式時，適用節線一致性檢驗技術；當 $n(n \geq 3)$ 元限制式時，適用界限一致性檢驗技術。舉例而言，某一限制式為 $X^2 = 1 - Y^2 \wedge X \neq 0 \wedge Y \neq 0$ ，其決策變數所對應之值域為 $D(X)=D(Y)=-1,0,1$ ，首先分析此一限制式中，最多為二元限制式，最少為一元限制式，所以最適合此一限制式之一致性檢驗技術同時包含節點與節線一致性檢驗技術，因此，若不先經過限制式之特性分析而一味地運用界限一致性檢驗技術來縮減變數值域時，由於此限制式和與其決策變數的值域為 bounds consistent，所以決策變數之值域完全不會被縮減，但若同時運用節點與節線一致性檢驗技術來縮減變數值域，由於此限制式和它的值域不為 arc consistent，所以此限制式之決策變數值域將被縮減至空集合，亦即 $D(X)=D(Y)=\varnothing$ 。

對於實務上的限制滿足問題，由於其包括的限制式種類可能同時出現一元、二元及多元限制式，所以，設計一個整合性的一般化一致性檢驗技術來有效地處理各種限制式，實為目前限制規劃領域中的一個重要課題。

(二) 空間搜尋方法

為了讓限制規劃中的空間搜尋方法能更有系統、更有效率，電腦科學家經過評估目前文獻上所提的 Generate-and-Test (GT)及 Backtracking (BT)二種系統化搜尋演算法與結合一致性檢驗技術之可行性，最後決定採行 Backtracking 演算法作為限制規劃之空間搜尋演算法。

(1) 系統化的空間搜尋演算法

系統化的空間搜尋演算法乃指「系統化地(Systematically)、完整地(Completely)搜尋問題的可行解空間」。

GT 與 BT，其間之差異性可從兩個角度來分析，從變數指派之角度來看，GT 是獨立且同時地一次指派給每個決策變數一個可能值(generating value to each variable independently and simultaneously)，而 BT 是獨立但依序地指派給每個決策變數一個可能值(generating value to each variable independently but orderly)；從限制式之角度來看，GT 的限制式檢驗時機為當所有變數皆被指派一個可能值時，才進行限制式之檢驗，而 BT 的限制式檢驗時機為每當一個變數被指派一個可能值，即進行限制式檢驗，所以就空間搜尋之搜尋效率而言，BT 演算法之執行績效較 GT 演算法較佳。

a. Generate and Test (GT)：

GT 演算法為系統化搜尋演算法中最原始也最容易懂的演算法，其演算法中包含兩個重要之元件，一個是 Generator(解產生器)和 Tester(解檢查器)，其運作方式為「由解產生器產生所有的可能解，然後將其丟入解檢查器中檢查看看是否滿足問題的所有限制式」。其中，GT 演算法中的解產生器完全沒有依據變數間的相關性(即限制式)來產生可能解，使得 GT 的產生器搜尋較無效率，因為 GT 是盲目地產生可能解而無法事先避免未來可能發生之衝突。

b. Backtracking (BT)：

換枝檢驗法(BT)為系統化搜尋演算法中最基本、最常使用之演算法，其演算法之運作概念為「以 Tree Search 為核心搜尋架構、以深度搜尋(Depth First Search, DFS)為搜尋策略、以初始化(initiate)決策變數(從決策變數所對應之值域中選擇一個值指派給此決策變數)作為分枝(Branching)之目的、以決策變數值域和限制式間之一致性檢驗與紀錄每個決策變數之目前值域狀態為每個分枝節點之必要工作、以遇到死巷節點(deadend node)為定限(Bounding)及換枝檢驗之準則」，其中由於每個分枝節點需負責記錄每個決策變數之目前值域狀態，所以分枝節點又可稱為一個狀態節點(State Node)，而在 BT 演算法中，所謂的決策變數值域和限制式間之一致性檢驗乃指「新初始化變數與已初始化變數間之一致性檢驗」；所謂的死巷節點乃指「在進行決策變數值域和限制式間之一致性檢驗時，若發生上述之不一致現象，即表示此時的分枝節點為一個死巷節點，而不能再進行分枝；反之，則為一個分枝節點，能再進行分枝」；所謂的換枝檢驗乃指「因遇到死巷節點而回溯至

死巷節點之前一個分枝節點，並從此狀態節點選擇另一個分枝進行搜尋」。

在 BT 演算法之運作過程中，可依據「初始化」因素，將決策變數之類型分為已初始化變數(already initiated variables)、新初始化變數(newly initiated variable)/正初始化變數(currently initiated variable)、未初始化變數(not-yet initiated variables)三類，而所謂的已初始化變數乃指「在目前狀態節點之前，已被初始化之決策變數」，由於已初始化變數的值與問題的所有限制式皆具有一致性(Consistency)，所以由已初始化變數所形成的解集合可稱為「部分解(Partial Solution)」；所謂的新初始化變數乃指「在目前狀態節點上，所選擇要進行之分枝/初始化變數」；所謂的未初始化變數乃指「尚未進行任何初始化之變數」。

BT 演算法之運作流程為「根據 DFS 準則，依序地擴充(extend)一個部分解(partial solution)，直至找到一個可行解為止，若在擴充部分解的過程中遇到死巷節點，則換枝檢驗的動作立即發生並回溯至死巷節點之前一個分枝節點，以進行另一個分枝搜尋」，其中，所謂的擴充乃指「從未初始化變數中，選擇一個變數作為新初始化變數，並從此一新初始化變數的值域中，選擇一個值(Value)作為此變數的初始化值(Initiate Value)」。

就演算法之執行效率而言，BT 演算法確實較 GT 演算法有效率，因為從 BT 演算法之運作流程中，可明顯地發現，當換枝檢驗發生時，即表示 BT 演算法刪除了一個不必要的搜尋空間，而此搜尋空間之大小即為所有未初始化變數值域的卡式積(Cartesian Product)。以運用 BT 演算法於求解 4-queens 問題為例，便可更清楚地瞭解之 BT 演算法之實際運作流程，其實際運作流程即如圖 2.2 所示：

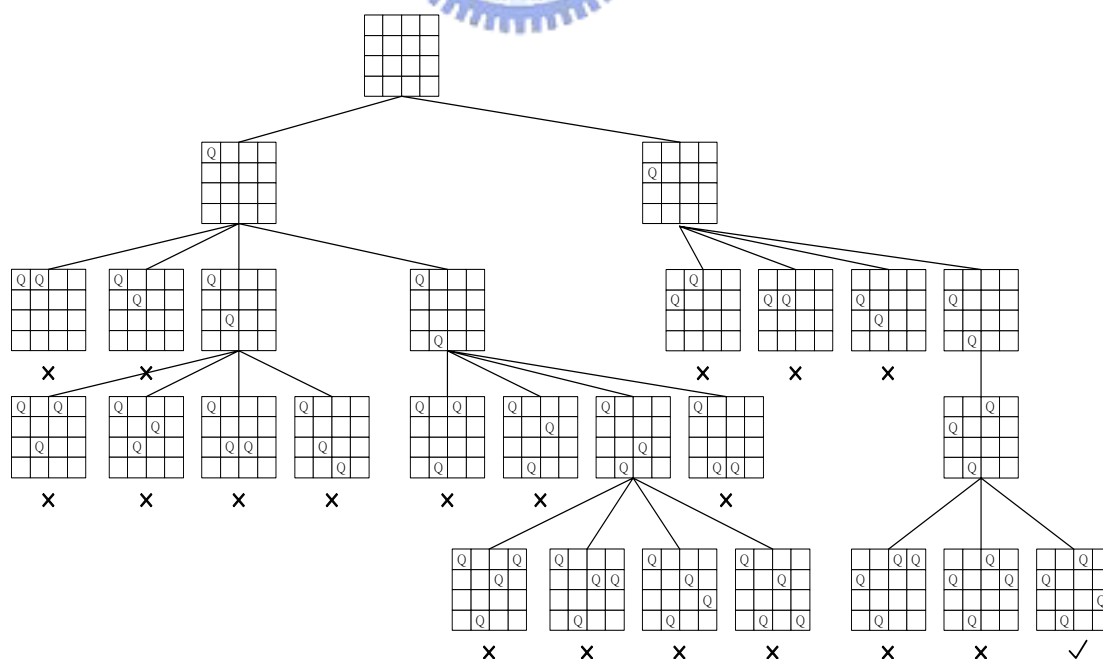


圖 2.2 BT 搜尋法-以 4-queens 為例

資料來源：[15]

綜觀上述，可明確地發現，雖然 BT 演算法較 GT 演算法有效率，但由於 BT 演算法之運作方式只能透過死巷節點的發生而減少部分的搜尋空間，仍然無法事先避免未來會發生的衝突，尤其當我們使用 BT 演算法於求解複雜度高且問題規模大的組合最佳化或限制滿足問題時，便能更明顯地凸顯 BT 演算法的無效率性。為了改善 BT 演算法之缺點，電腦科學家則透過引進一致性檢驗技術於 BT 演算法中，構成一種新的智慧型空間搜尋演算法。

(2) 系統化的智慧型空間搜尋演算法 BT 搜尋法-以 4-queens 為例

系統化的智慧型空間搜尋演算法乃指能系統化地、完整地、有效率地搜尋問題的可行解空間，最有名的有 Forward Checking (FC)與 Look-Ahead Checking(LC)兩種。理論上，BT、FC、LC 三種演算法之差異能以「演算法中，使用一致性檢驗技術於哪些變數類型之配對間」此原則來加以區分。

在系統化的智慧型空間搜尋演算法中，由於其最基本地一定有使用一致性檢驗技術於「新初始化變數與未初始化變數間」，使得在搜尋過程中之每個狀態節點中，未初始化變數之值域一定與已初始化變數之值域保持一致性(Consistency)，因此，每當從某個狀態節點進行分枝時，無須像 BT 演算法一樣要進行新初始化變數與已初始化變數間之一致性檢驗，此一優點除了可大幅降低智慧型空間搜尋演算法花費在一致性檢驗之執行時間而且還能使慧型空間搜尋演算法透過事先避免未來會發生的衝突，來減少換枝檢驗次數、增加空間搜尋之效率，進而提高整體演算法之執行效率。

a. Forward Checking (FC)：

由 Haralick 與 Elliott 兩位學者於 1980 年所發展出來的 FC 演算法為智慧型空間搜尋演算法中最基本、最常使用之演算法，其運作概念與 BT 大致相同，差異性在於 FC 演算法是運用一致性檢驗技術於新初始化變數與未初始化變數間而不是運用在新初始化變數與已初始化變數間，藉此差異使得 FC 演算法能透過事先地刪除未初始化變數值域中與目前部分解具有不一致性的值域值(Domain Values)以避免目前部分解將面臨的未來衝突，進而大大縮減搜尋樹空間與搜尋過程中可能產生之換枝檢驗次數，大幅地提升傳統 BT 演算法之執行效率，成為一種智慧型空間搜尋演算法。同樣地，以運用 FC 演算法於求解 4-queens 問題為例，便可更清楚地瞭解之 FC 演算法之實際運作流程，其實際運作流程即如圖 2.3 所示：

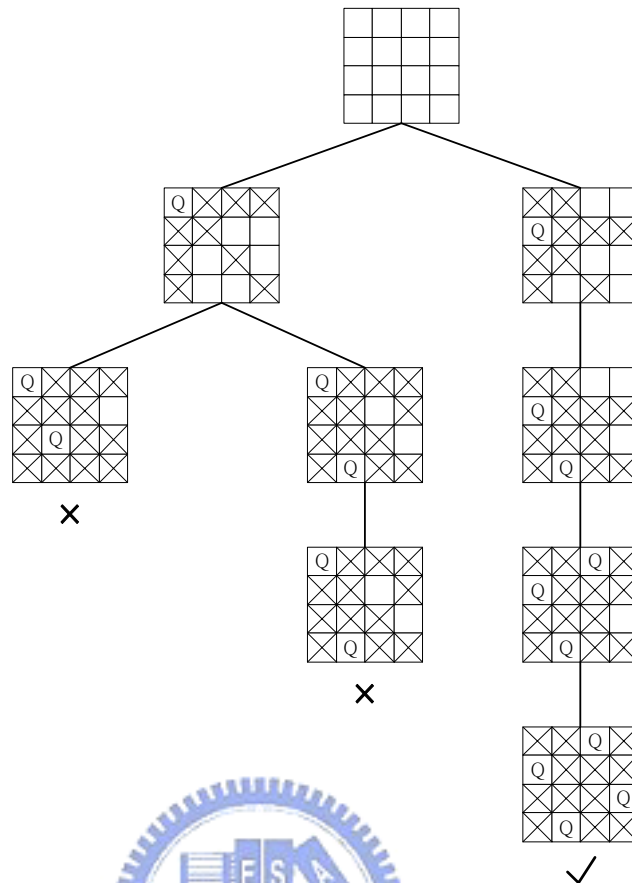


圖 2.3 FC 搜尋法-以 4-queens 為例
資料來源：[15]

詳細比較 FC 與 BT 演算法之搜尋樹空間，可明顯地發現，FC 之分枝節點數 (Branch Node) 較 BT 少很多，且 FC 的分枝深度 (Depth of Branch) 亦較 BT 短，從此可得知，FC 演算法之執行效率較 BT 演算法好很多。

b. Look-Ahead Checking (LC)：

LC 演算法是一種比 FC 更智慧型 (Intelligent) 的演算法，其運作方式與 FC 皆相同，不同的是，LC 進一步地將一致性檢驗技術擴充運用至「未初始化變數與未初始化變數間」，使得 LC 較 FC 能更大幅度地縮減不必要的搜尋空間，然而此一額外之一致性檢驗使得 FC 在搜尋中的每個分枝節點上必須比 FC 花費更多的時間來執行一致性檢驗。

由 Sabin 與 Freuder 兩位學者於 1994 年所發展出來 MAC (Maintaining Arc Consistency) 一致性檢驗技術為目前文獻上最常使用在未初始化變數與未初始化變數間之一致性檢驗技術，其運作方式乃「以節線一致性檢驗技術為基礎、以未初始化變數與其對應之值域所構成的子限制滿足問題 (sub-CSP) 為一致性檢驗之對象」，當 MAC 偵測到某個未初始化變數之所有值域與目前之 sub-CSP 呈現不一致 (non-consistent) 之現象時，即表示目前之 sub-CSP 不存在任何可行解，所以無須

再從目前之分枝節點進行分枝。

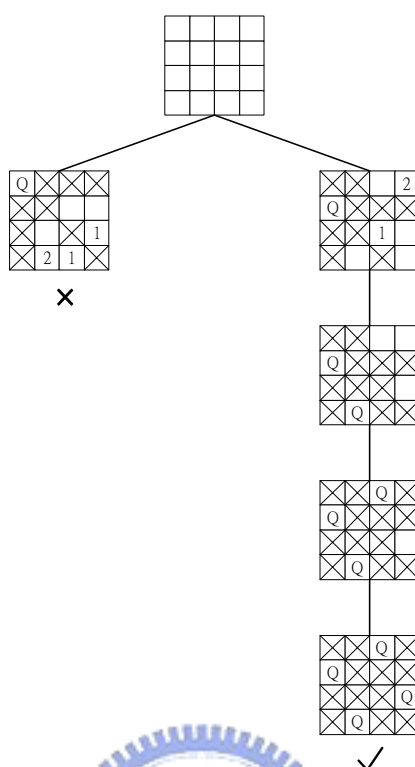


圖 2.4 MAC 搜尋法-以 4-queens 為例

資料來源：[15]

以 4-queens 為例，運用 MAC 求解此問題之運作方式如圖 2.4 所示，其中有數字的格子表示「未初始化變數中與目前 sub-CSP 呈現不一致之值域值」，而數字的標示順序乃表示「當標示數字為 i 之未初始化變數值域值因與目前之 sub-CSP 不一致而被刪除時，便會進一步促使標示數字為 $i+1$ 之未初始化變數值域值與目前 sub-CSP 產生不一致之現象，其中 $i \geq 1$ 」，由此可知，標示數字為 1 的個格子表示，最開始與 sub-CSP 產生不一致之未初始化變數值域值，而標示數字為 2 的格子表示，當標示數字為 1 的值域值從其相對應之未初始化變數值域中移除之後，標示數字為 2 的未初始化變數值域值也必須因而從其對應之值域中移除，而其他的標示數字則依此類推。從圖 2.4 之左分枝來分析，由於經過 MAC 之一致性檢驗之後，發現最後一列之目前 queen 變數值域值完全與目前 sub-CSP 不一致，使得 LC 演算法能提早判定此一分枝完全不可能存在任何可行解而提止分枝和進行換枝檢驗，藉此減少空間搜尋之分枝數與提高整體空間搜尋演算法之執行效率。

2.4.4 模式化語言 OPL 之簡介

組合最佳化問題在現實世界的問題中到處存在，舉凡規劃(Planning)、排班排程(Scheduling)、排序(Sequencing)、資源規劃(Resource Allocation)等都是這類型的問題，而目前一些較強而穩健的求解系統雖然都能對大規模的線性規劃與各類型整數規劃問題提供效率不錯的求解演算法，但由於實際的實務問題規模非常大且複雜，往往使得

OR 人員在求解實務問題時，花費很多時間在模式化問題(Modeling Problem)並且轉換成這種求解系統可以讀的檔案格式與求解演算法，對於 OR 人員而言，若能擁有一套緊密連接「模式構建」與「求解演算法」的模式化語言，將使 OR 人員更快速地解決所面臨之實務問題，並大幅地提高 OR 人員的生產力與工作效率。

OPL(Optimization Programming Language)為一種專門求解組合最佳化問題的模式化語言(Modeling Language)，不同於一般命令式語言(Imperative Language)(如：C 語言、C++、VB 等)，OPL 為一種宣告式語言(Declarative Language)，由於繼承宣告式語言的特性，使得限制式在模式中的順序並不會影響模式之求解結果，所以使用者可以隨時地加入、修改、刪除與管理問題之限制式。模式化語言最大的貢獻在於，它拉近了「電腦程式語法」和「數學表示法」之距離，讓使用者能簡便地描述並解決問題。

OPL 與傳統模式化語言不同的功能可歸納成下列三項：

1. 支援限制規劃模式：支援限制規劃(Constraint Programming, CP)模式是 OPL 與傳統模式化語言最大的不同。
2. 使用者可以自訂搜尋演算法(Search Procedure)：OPL 允許使用者針對其面臨的組合最佳化問題(如：線性規劃問題、整數規劃問題、限制滿足問題)特性，自行訂定搜尋演算法；而傳統的模式化語言並不提供這個功能。
3. 提供更多種的限制式表達方式：針對我們實務問題最常見的排班排程問題(Scheduling Problem)與資源配置問題(Resource Allocation)，OPL 提供專門的語法來表示活動(Activity)與資源(Resource)之間的關係，使得使用者欲模式化這類問題時，能更容易上手；此外，OPL 提供比傳統模式化語言更多的限制式表達方式，如：Higher-Order Constraint、Logical Constraint 等。

第三章 個案背景與問題描述

3.1 台北捷運公司簡介[27]

台北都會區的繁榮發展，使得人口及車輛快速成長，如同其他國際大都會一般，面臨諸多交通問題亟待解決，台北捷運系統的興建及營運，正是紓解台北都會區長期以來交通問題的一帖良藥，藉此改善都市動線，活絡都市機能，並且促進都市與周邊衛星市鎮再發展。捷運木柵線、淡水線、中和線、新店線、板橋線、南港線、小南門線及土城線等八條路線，建構出臺北捷運系統的初期路網，配合其他接駁運具，使台北都會區民眾享受前所未有的交通便利。而板橋線第二階段及土城線（新埔站—永寧站）通車日期為九十五年五月三十一日，是在本研究完稿之後，故本研究並未考量此部分，其相關資料可參閱捷運公司網站。圖 3.1 為台北捷運系統路線圖。

台北捷運以提供旅客「安全、可靠、親切的高品質運輸服務」為使命，並以「顧客至上，品質第一」為經營理念，更堅持以「人本運輸精神」，結合其他運輸工具，推廣大眾運輸服務，達成完整的交通運輸網。此外，建立高品質的企業管理制度、健全財務規劃與管理、積極經營附屬事業與其他轉投資事業等工作，都是公司朝向全方位發展的努力。

台北捷運除了在運輸服務品質不斷力求精進外，亦結合社區資源與人文藝術，營造出活潑而優質的新捷運文化。未來，將配合民眾需求，持續提昇服務品質與改善硬體措施，藉由積極參與國際學會活動，建立標竿學習管道，提供全方位優質服務，致力達成零事故率目標，實現「臺北捷運、世界一流」願景，並藉此促成臺北民眾生活品質的再提昇，全力配合市府打造臺北成為一個健康的國際城市。

表 3.1 提供台北捷運公司從無到有，一步一步走到現在進而成為台北交通不可或缺重要角色的軌跡。

3.2 捷運司機員排班現況

台北捷運系統依各地區運輸量之不同採用中運量或高運量兩種。捷運的高運量電聯車系統才會配置司機員，因此除了中運量系統的木柵線由於是自動化系統無配置司機員外，其他像淡水新店線、北投南勢角線、板南線、新北投支線、小碧潭支線以及小南門線¹皆有配置司機員。目前台北捷運公司的司機員排班作業仍是人工排班，平均需要一個星期來排。

¹ 此路網劃分是依捷運公司內部營運群組劃分，分為木柵線、淡水新店線、北投南勢角線、板南線、新北投支線、小碧潭支線以及小南門線

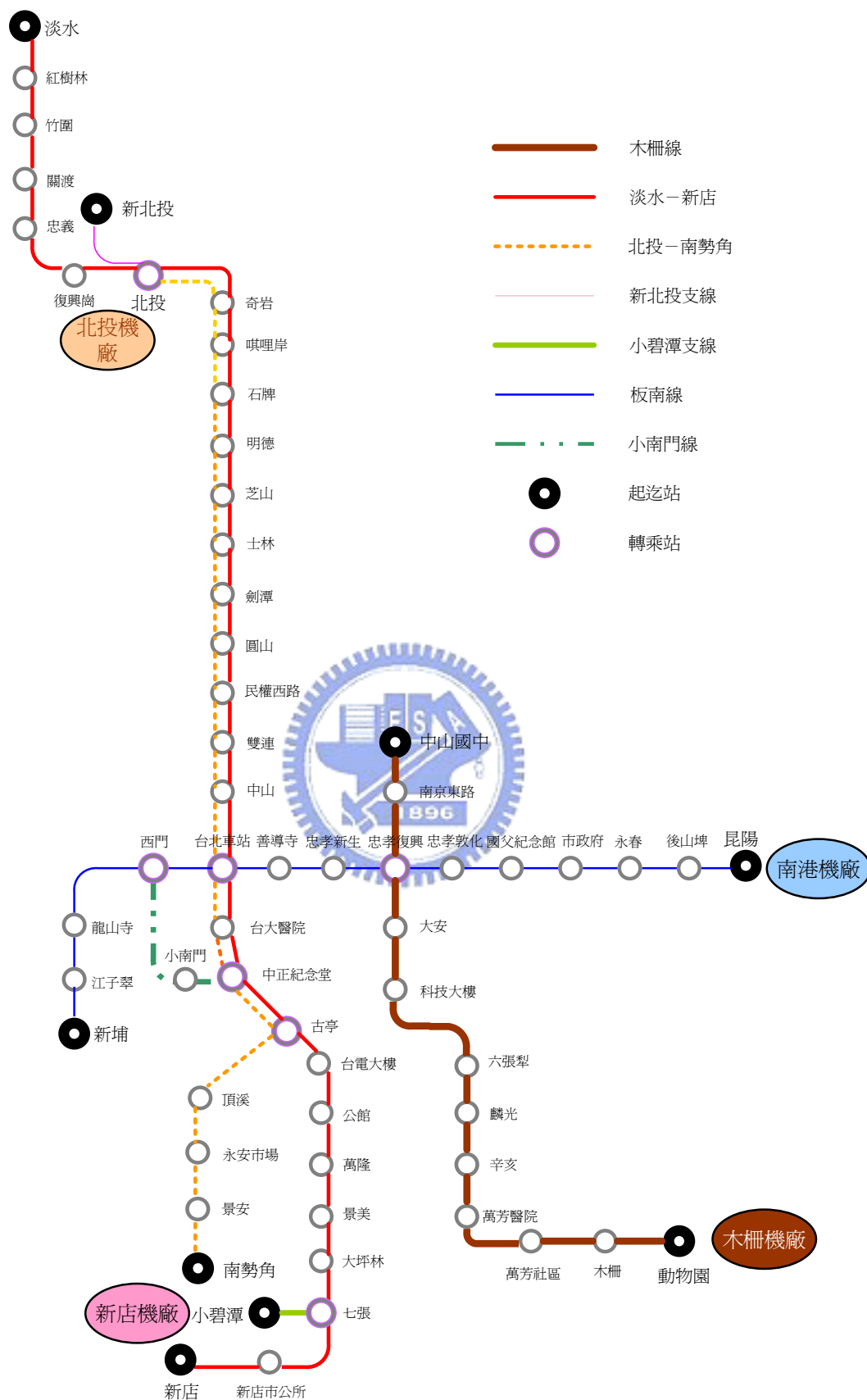


圖 3.1 台北捷運系統路線圖（本圖是依營運群組作劃分）

表 3.1 台北捷運公司大事紀

時間	重要事項
75.03.27	行政院核定台北都會區大眾捷運系統初期路網
77.12.15	台北捷運系統開始動工
79.12.18	台北捷運公司籌備處成立
83.07.29	台北大眾捷運股份有限公司成立
85.03.28	全台首條無人駕駛中運量捷運系統-木柵線通車
85.05.30	法商馬特拉撤離木柵線
86.03.28	全台首條高運量捷運系統-淡水線（淡水站-中山站）通車
86.12.25	淡水線全線通車（通車至台北車站）
87.12.24	中和線及新店線北段通車
88.11.11	新店線全線通車
88.12.24	板橋線（龍山寺-西門）及南港線（西門-市政府）通車
89.08.31	板橋線（龍山寺-新埔）暨小南門線通車
89.12.22	台北捷運系統延長營運至深夜十二時
89.12.30	南港線（市政府-昆陽）全線通車
91.06.12	「悠遊卡」上市，捷運、部份公車及公有停車場上市啟用
93.09.29	小碧潭支線完工通車（七張站-小碧潭站）
94.12.31	配合各地跨年活動的舉行，捷運系統採取跨年 24 小時運輸措施，單日運量突破 156 萬人次，較去年 143 萬人次多了 13 萬人次，刷新紀錄。

司機員是在運務部底下的車務任務編組，主要可畫分為三個段：（一）南港（南港段），包含昆陽—新埔以及小南門支線；（二）北投（淡水段），包含北投—南勢角、部分新店段（淡水—新店）以及新北投支線；（三）七張犁（新店段），包含淡水—新店以及小碧潭支線。

一個車段以淡水段為例其需要的人力如下：

淡水段	人員
中和車廠	司機員、管制員
北投車班	1. 副段長一位：二班輪值 2. 領班 兩位：三班輪值 3. 助理 一位：二班輪值。可能是司機員、領班或技術士來擔任，一般會由司機員擔任，但如有突發狀況人手不足會請其他人來擔任，主要是接一些行政上的業務，如訂便當等等。 4. 正線司機員：主要是技術士及司機員擔任
北投機廠	塔台（調度員）、廠長（位階等於副段長）以及調車司機員

而上述這些人員的主管就是段長。在北投車班中除了段長以外皆會駕駛列車，助

理、領班及副段長都可以隨時調派上去駕駛列車，因此若有任何突發狀況或列車延遲，皆可派遣這些人員去協助處理（可以做為備班工作、雙人勤務工作及輪替工作等）。

目前淡水段負責的車次是由北投車班指派司機員輪值來服務大眾，而車班內的司機員又可因報到地點不同分為北投司機員跟中和司機員，兩者是分開獨立排班。由於北投及中和報到的司機員是分開獨立排班，加上兩者限制要求有些不同及中和報到的司機員規模較小，因此，本研究輪值表是以淡水段北投報到的正線司機員為主，而以下所提到淡水段北投車班司機員即指淡水段北投報到的正線司機員。

3.3 捷運司機員輪值問題概述與運作流程

3.3.1 問題描述

捷運司機員輪值問題是一種有限資源組合分配的情況，問題相當複雜且求解時間冗長，要在短時間內求解出來並非易事。台北捷運系統於民國八十五年正式上線，隨著路網系統的擴增，截至目前為止，其規模相當龐大，司機員眾多，因此為簡化研究規模，本研究選擇淡水段北投車班的正線司機員作為本研究對象。

捷運淡水段的輪值表內主要是一般司機員及技術士，也就是說捷運淡水段的車次是由一般司機員及技術士來負責；技術士和司機員不同處是技術士扣除其每月一般休假天數，平均每執行四天任務卡就必須上一天「夜領」（不執行任務卡），其內容即為協助領班之夜班業務，與處理長官交辦事項，而技術士在執行任務卡的工作時和一般司機員是沒什麼不同的。以捷運淡水段北投車班司機員為例，於九十四年四月駕駛列車的人力共有七十六名司機員（含技術士）。從司機員輪值表中主要可以獲得資訊有司機員的編號、預定當月值班班別（在本研究中稱為司機員組別）、輪班期、排輪值表人員排定某位司機員在某天所值的班別及所值的任務卡。捷運公司提供的司機員輪值表參見附錄一及附錄二。

司機員組別為預設的，主要規定各司機員在這一個月可執行班別種類，目前淡水段北投車班司機員組別種類一共有十三種：早 A、早 B、早 C、早 D、早支、午 A、午 B、午 C、午 D、午支、夜 A、夜 B 及夜 C，亦可將這十三種組別概略區分為三大類：早班、午班及夜班。目前台北捷運公司的輪班期（計畫週期）是以月為單位，天數為 30 天或 31 天。

司機員每天需值一種班別，主要分為值班班別、休假班別、特殊休假及特殊工作班別四種。一般而言，值班班別可分為四大類—早、午、夜及動班，而在台北捷運中各類班別又可因上班時間不同細分成數個班別，每個班別依勞基法規定為 8 小時，詳細班別如表 3.2 定義，各班別涵蓋的工作時間如圖 3.2 所示；休假班別則為一般休假(OFF)；特殊休假班別如法律及公司給予之產前假(ET)、產假(DT)、流產假(AT)、陪产假(LT)、婚假(WT)、喪假(FT)、病假(IT)、事假(PT)、年休(YR)、補休(OR)；特殊工作班別如教育訓練(ZT)、體檢(HC)、溫故(RL)、夜領(NM)、公差(TT)、公出(GT)。上述的班別可歸納

為十九種指派班別（含十八種值班班別及一般休假班別）與兩種預排班別（特殊休假班別—ET、DT、AT、LT、WT、FT、IT、PT、YR、OR 及特殊工作班別—ZT、HC、RL、NM、TT、GT）。

表 3.2 值班班別定義

早班	午班	夜班	動班
早 A：7:00-15:00	午 A：14:30-22:30	夜 A：22:00-06:00	動 A：11:00-19:00
早 B：7:30-15:30	午 B：15:00-23:00	夜 B：22:30-06:30	動 B：11:30-19:30
早 C：6:30-14:30	午 C：14:00-22:00	夜 C：21:30-05:30	動 C：10:00-18:00
早 D：5:30-13:30	午 D：15:30-23:30		動支：10:00-18:00
早 G：8:00-16:00	午支：14:00-20:00		
早支：6:30-14:30			

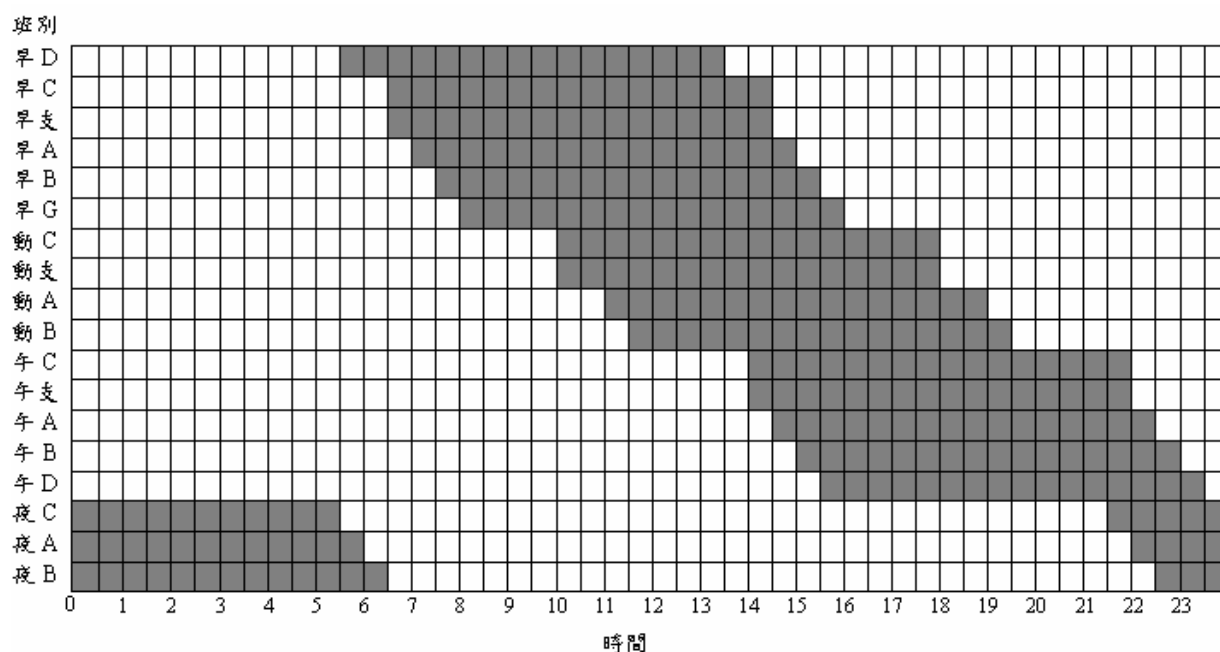


圖 3.2 各班別涵蓋工作時段

司機員組別會限制該司機員當月其所能執行班別種類，這是為了讓各司機員能夠在當月儘量上某幾種班別，才不會混淆其上班時間或是違反之後會介紹的連續值班班別的限制。司機員當月若其組別為早班，其只能執行早班及動班的班別種類；若司機員當月組別是午班的話，其只能執行午班及動班的班別種類；而若司機員的組別為夜班，其只能執行夜班的班別。更進一步介紹司機員組別及班別關係，司機員組別若為早 C 的話，其當月要儘量執行早 C 這個班別，若無法滿足的話，可選擇同一時段班別早支、前一個時段班別早 D、後一個時段班別早 A 或動班，其他組別以此類推，司機員組別對應其可選擇班別整理如圖 3.3 所示。在排定司機員的每日值班班別後，各班別會有數張任務卡可選擇，再指派司機員在該班別所要執行的任務卡，即為指派該司機員當日應執行的駕駛任務。

班別 組別	早D	早C及 早支	早A	早B	早G	午C及 午支	午A	午B	午D	動班	夜C	夜A	夜B
早D													
早C及早支													
早A													
早B													
午C及午支													
午A													
午B													
午D													
夜C													
夜A													
夜B													

圖 3.3 司機員組別與其可輪值班別對應圖

捷運司機員輪值表的排班人員在實際排班表時，是考量歷史資料（如到上個月累計休假數）、司機員人數、每日各個班別司機員人數需求、法律規定、人員預排資料及輪值法則等等，再來安排何時何時何人需要值班。本研究於九十四年十一月底訪談捷運司機員排輪值表的人員，其排輪值表時主要考量因素如下：

1. 預排需求

司機員上班工作主要可以分為兩種，一種就是值班班別，表司機員需於哪天那個時段駕駛列車，另外一種是司機員需接受教育訓練、溫故、夜領或是因公事而須公出或出差等，此種班別為排輪值表人員在排班前即先確定之工作班別。

司機員休假主要也可以分為兩種形式，一般休假班別以及司機員預先告知排輪值表人員之休假班別，如：年休、補休、婚假、喪假等等。

所謂的預排需求就是指預排工作班別及預排休假班別，也就是排輪值表人員預先會確定的班別。在指派班別時，需要先考量預排需求。

2. 人員需求

需要滿足每天各個值班班別的人員需求。台北捷運系統由於考量每日的需求量不同，比較明顯的就是平常日和例假日的旅客人數有很大的不同，因此，發車班次會不同，而各值班班別司機員需求也會不同，以淡水段為例，目前司機員需求主要可以分為四類：

- 一、平—平：今天是平常日，明天是平常日；
- 二、日—日：今天是例假日，明天是例假日；

三、平一日：今天是平常日，明天是例假日；

四、日一平：今天是例假日，明天是平常日；

另外，早、午班司機員可以放在一起排，因為早、午班若人力需求不足可以有領班等支援，且可調整休假數（如：減少這個月休假數，下個月再補回），而夜班較無支援人力，所以不可缺人，加上夜班體力負荷較重，休假數要能滿足，故夜班人力需求一定會滿足，可分開獨立排班。

3.工作考慮因素

(1)連續工作天數最多六天

以台北捷運公司來說，由於其除了一般休假班別之外，其於休假皆屬於公司願意額外給員工的，不計入一般休假之中，也就是說，對於台北捷運公司而言，除了一般休假班別，其餘的休假都計入工作天數之中。連續工作天數最多六天意指每位司機員每七天至少要有一天是一般休假班別。

(2)連續值班班別的限制

午班隔日不接早班，午班後要接早班的話，期間需給予一天休假或動班班別；夜班隔日不接午班，也不接早班，若夜班後要接午班或早班的話，期間需給予一天休假。

(3)每位司機員一天只能值一班別

於指派班別時，每位司機員每天只能指派一種班別，避免當天連續上兩種班別。

(4)值班班別的每位司機員都會分配到一張任務卡

每一張任務卡都需要一個司機員執行，而各值班班別的人力需求和所需執行的任務卡張數是相等的，因此各值班班別的每位司機員都會被分配到一張任務卡，也就是當天應駕駛的班次路段及時間。

(5) 每名司機員當月內儘量執行相同值班班別之勤務

在月輪值表中，每位司機員都有其預定組別，這是以一季為單位：一個月為夜班，一個月為午班，另一個月為早班，基本上排輪值班表的人員儘量會排和其組別一樣的班別，每個月上的班別都是一樣的，不會有時上早班，有時上晚班的情形發生，但是早班仍有分A、B、C、D、E班，基本上如果是B班會一直是B班，司機員才不易忘記或搞混上班時間，但其他班別人力不足而B班人力足夠時，仍會有上其他班別的可能；人力不足的情形下，原則上是調同一時段班別、前一個時段班別或後一個時段班別的人力來補。排輪值表時，會讓每名司機員當月內儘量執行與其組別相同值班班別之勤務。

4.休假考慮因素

(1)連續休假天數（不含年休及補休）最多四天

意指每位司機員每五天至少要有一天是工作天。

(2)每月休假數（不含年休及補休） \geq 每月例假日數

本研究所指之例假日系指星期六、星期日及國定假日。

(3)每位司機員休假日天數儘量相同

休假日天數的公平對於司機員來說是很重要的，沒有人會希望自己一個月的休假天數是比其他人少，因此每月每位司機員休假日天數儘量相同，不要相差太多，對於輪值班表的排定是重要注意事項。

(4)每位司機員例假休班天數儘量相同

輪值人員的休假不一定會排到例假日，而大部分人會希望排到例假日，因此，為了公平起見，排輪值班表的人員儘量將每位司機員每月例假休班天數排成一樣，而以淡水段北投車班為例，每位司機員至少每月會有兩天休假在例假日。

5.法規限制

(1)符合工作時數規定

勞基法第三十條規定勞工每日正常工作時間不得超過八小時，每二週工作總時數不得超過八十四小時。前項正常工作時間，雇主經工會同意，如事業單位無工會者，經勞資會議同意後，得將其二週內二日之正常工作時數，分配於其他工作日。其分配於其他工作日之時數，每日不得超過二小時。但每週工作總時數不得超過四十八小時。

(2)輪值班別規定

勞基法第三十四條規定勞工工作採晝夜輪班制者，其工作班次，每週更換一次。但經勞工同意者不在此限。依前項更換班次時，應給予適當之休息時間。

(3)休假規定

勞基法第三十六條規定勞工每七日中至少應有一日之休息，作為例假。第三十七條規定紀念日、勞動節日及其他由中央主管機關規定應放假之日，均應休假。第三十八條規定勞工在同一雇主或事業單位，繼續工作满一定期間者，每年應依年資給予特別休假。

3.3.2 個案限制條件的整理

根據上一節的個案問題概述，及考慮的一些限制條件，本研究根據上節五大項排輪值班表人員所考慮的因素，經由分析統整後，將個案司機員排班之限制條件整理如下：

1.硬限制規定：

(1)預排需求

H1: 司機員預定訓練、體檢、工作

H2: 司機員預定排休（如年休、補休）

(2)司機員人力需求

H3: 滿足各值班班別的人力需求（如表 3.3 所示）

表 3.3 司機員各值班班別人力需求

		早班	午班	夜班	動班	早支	午支	動支	總計
平-平	A 班	6	4	6	1	2	2	1	50
	B 班	4	7	3	1				
	C 班	2	4	2					
	D 班	3	1						
	G 班	1							
平-日	A 班	6	4	6	1	2	2	1	50
	B 班	4	7	3	1				
	C 班	2	4	2					
	D 班	3	1						
	G 班	1							
日-日	A 班	6	6	6	3	2	2	1	48
	B 班	4	6	2					
	C 班	2	3	3					
	D 班	1							
	G 班	1							
日-平	A 班	6	6	5	3	2	2	1	48
	B 班	4	6	3					
	C 班	2	3	3					
	D 班	1							
	G 班	1							

(3)工作考慮因素

H4: 連續工作天數最多六天

H5: 午班隔日不接早班

H6: 夜班隔日不接午班

H7: 夜班隔日不接早班

H8: 午班後換早班，期間應給予 1 天休假或動班

H9: 夜班後換午班，期間應給予 1 天休假

H10: 夜班後換早班，期間應給予 1 天休假

H11: 每位司機員一天只能值一班別

H12: 值班班別的每位司機員都會分配到一張任務卡

(4) 休假考慮因素

H13: 連續休假天數（不含年休及補休）最多四天

H14: 每月休假數（不含年休及補休） \geq 每月例假日數

2. 軟限制規定（依重要性優先次序排列）：

S1: 每位司機員休假日天數儘量相同

S2: 每位司機員例假休班天數儘量相同（最少兩天）

S3: 每位司機員在當月儘量輪值與其預設組別同一班別

S4: 早班各司機員平均駕駛時數儘量相同

S5: 午班各司機員平均駕駛時數儘量相同

S6: 夜班各司機員平均駕駛時數儘量相同

由於每張任務卡的駕駛時數不同，每位司機員會希望能夠排到在自己的值班班別中駕駛時數最少的任務卡，為了公平起見，因此本研究另外在工作考量因素的軟限制中加入早班中各司機員在當月的平均駕駛時數儘量相同，午班和夜班也是如此。

第四章 司機員輪值問題模式構建

經由上一章問題描述，司機員輪值問題是在固定人力與考量複雜輪值限制下，決定每月司機員輪值班表，並儘量滿足司機員之期望。本研究將前章整理的輪值軟限制做為本研究決策目標，因此有多個目標，多目標問題求解是相當複雜的，而有鑑於求解的複雜度，因此依這些目標的優先次序，特將問題分為三階段求解，分述如下。模式求解架構如圖 4.1。

第一階段為排休(off-day scheduling)問題，此階段利用數學規劃中的整數規劃求解產生司機員的休假日及工作日，除需符合休假與工作之法規與規則條件外，另對司機員在排班期內休假天數與例假休班天數儘量平均分配，以滿足公平性。

第二階段為輪班(shift scheduling)之限制滿足問題，此階段為運用限制規劃求解產生司機員工作日的值班班別。在這階段先輸入每位司機員輪班期內預排工作及休假班別的資料及第一階段所得之各司機員休假日，再指派值班班別至工作日待指派班別的司機員，此階段除需滿足值班之法規與限制條件，也要考量司機員儘量輪值與組別相同班別的目標。

第三階段為派卡(rostering)之限制滿足問題，此階段先輸入各值班班別內任務卡的資料，再配合第二階段所得之各司機員值班班別，運用限制規劃求解指派任務卡給該值班班別內的司機員，此階段需滿足值班班別中每位司機員需分配到一張任務卡外，另將考量各司機員任務卡平均駕駛時數儘量相同，得到較公平之輪值班表，提高司機員對班表之滿意度。

前述之三階段求解可能會發生第一階段有解而第二階段無解的情況或第二階段有解而第三階段無解的情況。但就本研究的模式而言，司機員輪值問題模式的第一階段排休模式考量了大部分輪值硬限制，而第二階段輪班模式考量之硬限制每位司機員一天只能值一工作班別及第三階段派卡模式考量之硬限制值勤的每位司機員都被分配到一張任務卡兩個硬限制在變數設計時即可滿足，因此若排休模式有解，則第二階段輪班模式及第三階段派卡模式一定有解，而輪班模式的影響只在於決策目標的達成度，也就是司機員是否能夠儘量輪值與其組別一致的班別，並不會求不出解，同樣地，派卡模式的影響只在於司機員駕駛時數是否分配平均，並不會導致模式求不出解，故若排休模式有解，則輪班及派卡模式一定有解，若排休模式無解，則整個模式為無解。而排休模式若發生求不出解的原因應在於人力需求無法滿足的情況下，此時，可將當天需執行但無人執行的任務卡抽出交由可支援的人員執行。

表 4.1 為本研究司機員輪值問題模式各階段概念說明，整理各階段之問題概述、模式求解方法、滿足之硬限制、考量之軟限制、決策目標、模式執行時所需輸入資料、與最後各階段所輸出之結果。其模式構建內容於後三節詳細說明。

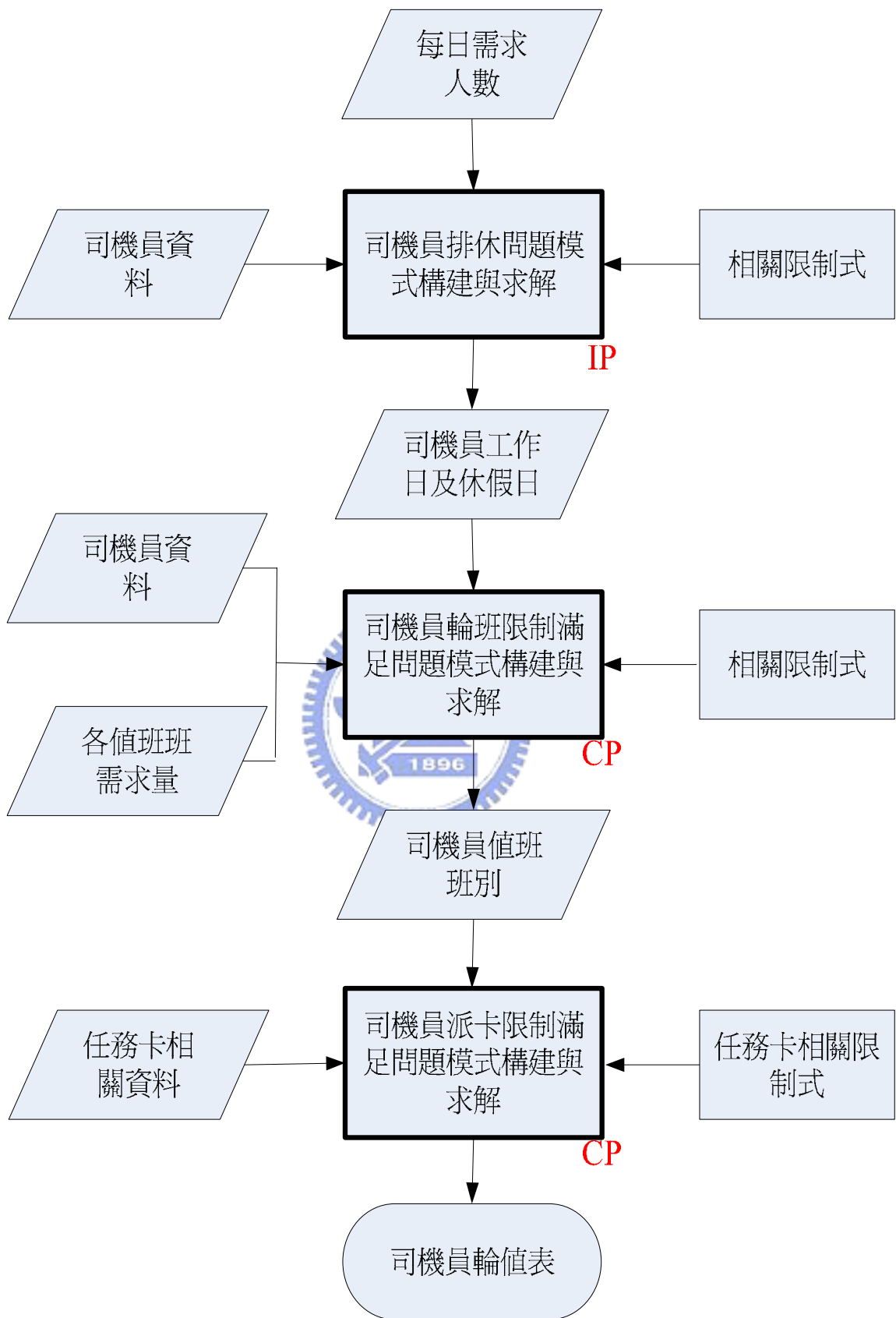


圖 4.1 司機員輪值問題三階段模式架構

表 4.1 本研究模式各階段說明

階段	問題概述	求解方法	滿足之硬限制	考量之軟限制	決策目標	輸入資料	結果
排休模式	為一排休問題。求解各司機員工作日及休假日	整數規劃	預排工作、休假(H1、H2) 人員需求(H3) 連續工作及休假天數(H4、H13) 換班限制(H5、H6、H7、H8、H9、H10) 計畫期間休假數(H14)	休假日天數儘量相同(S1) 例假休班天數儘量相同(S2)	休假日及例假休班天數分配平均	司機員人數、輪班期、預定班別、預定休假日、預定工作日期、每日需求人數	司機員工作日及休假日、總休假數、總例假休班數、
輪班模式	為一輪班限制滿足問題。求解出各司機員上班日輪值的班別	限制規劃	人員需求(H3) 換班限制(H5、H6、H7、H8、H9、H10) 每位司機員一天只能值一工作班別(H11)	司機員儘量輪值與其組別相同的班別(S3)	輪值與預設組別一致的班別	司機員人數、輪班期、司機員的工作日及休假日、班別種類、每日各值班班別的需求	司機員每日輪值班別、
派卡模式	為一指派任務卡之問題。根據輪班模式中求解出的班別做為此階段之輸入資料，將任務卡指派給司機員。	限制規劃	值勤的每位司機員都被分配到一張任務卡(H12)	司機員任務卡平均時數儘量相同(S4、S5、S6)	駕駛時數分配平均	司機員人數、輪班期、司機員每日輪值班別、任務卡編號、任務卡駕駛時數、	司機員每日需執行的任務卡、司機員輪值表、總駕駛時數

4.1 司機員排休模式構建

第一階段是在司機員人數、預排資料及每日司機員需求已知的情況下，滿足各司機員預排資料、休假法規限制以及每日司機員的需求人數，求解出各司機員工作日及休假日的結果。由於在此階段是產生各司機員的工作日及休假日，司機員在工作日與休假日中最重視的就是休假日及例假休班天數是否公平，因此本階段採用數學規劃中的整數規劃求解，超休天數的成本依超休天數呈現非線性二次成本，目標為極小化休假日及例假休班超休天數，讓求解出的各司機員休假日及例假休班天數儘量相同，達到公平公正的目標。本研究目標式超休天數範圍是參照實際班表來做決定，以實際班表來說若休假天數以當月休假天數下限 r 為基準其休假日超休天數的範圍大都介於零至二天，而例假休班天數若以最少兩天為基準其例假超休天數的範圍大都介於零到三天。

由於夜班較少可支援人力，且對司機員來說值這個班別較累，故在人力分配時，夜班的人力必須充足，也因此可獨立排班。本研究將排休問題分成早午班及夜班二個部分分開求解，早午班司機員排休模式構建如下：

介紹模式前，模式中符號說明如下：

I ：早班司機員集合

J ：午班司機員集合

D ：輪班期天數集合 $D = \{1, 2, \dots, d, \dots, N\}$

$G1$ ：司機員組別為早 D 的司機員集合

$G2$ ：司機員組別為早 C 及早支的司機員集合

$G3$ ：司機員組別為早 A 的司機員集合

$G4$ ：司機員組別為早 B 的司機員集合

$H1$ ：司機員組別為午 C 及午支的司機員集合

$H2$ ：司機員組別為午 A 的司機員集合

$H3$ ：司機員組別為午 B 的司機員集合

$H4$ ：司機員組別為午 D 的司機員集合

參數

$$\delta_d = \begin{cases} 1 & \text{若第 } d \text{ 天休假是例假日} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad \forall d \in D$$

$$M\delta_{di} = \begin{cases} 1 & \text{若第 } d \text{ 天早班司機員 } i \text{ 為預排工作或休假} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad d \in D, \forall i \in I$$

$$A\delta_{dj} = \begin{cases} 1 & \text{若第 } d \text{ 天午班司機員 } j \text{ 為預排工作或休假} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad d \in D, \forall j \in J$$

w_d ：第 d 天所需值班人數 $\forall d \in D$

s_d ：第 d 天預排休假及預排工作人數 $\forall d \in D$

m_d : 第 d 天早班所需值班司機員人數 $\forall d \in D$
 ms_d : 第 d 天早班司機員預排休假及預排工作人數 $\forall d \in D$
 a_d : 第 d 天午班所需值班司機員人數 $\forall d \in D$
 as_d : 第 d 天午班司機員預排休假及預排工作人數 $\forall d \in D$
 md_d : 第 d 天早 D 班別所需值班司機員人數 $\forall d \in D$
 mds_d : 第 d 天可值早 D 班別之司機員預排休假及預排工作人數 $\forall d \in D$
 mc_d : 第 d 天早 C 及早支班別所需值班司機員人數 $\forall d \in D$
 mcs_d : 第 d 天可值早 C 及早支班別之司機員預排休假及預排工作人數 $\forall d \in D$
 ma_d : 第 d 天早 A 班別所需值班司機員人數 $\forall d \in D$
 mas_d : 第 d 天可值早 A 班別之司機員預排休假及預排工作人數 $\forall d \in D$
 mb_d : 第 d 天早 B 班別所需值班司機員人數 $\forall d \in D$
 mbs_d : 第 d 天可值早 B 班別之司機員預排休假及預排工作人數 $\forall d \in D$
 mg_d : 第 d 天早 G 班別所需值班司機員人數 $\forall d \in D$
 mgs_d : 第 d 天可值早 G 班別之司機員預排休假及預排工作人數 $\forall d \in D$
 ac_d : 第 d 天午 C 及午支班別所需值班司機員人數 $\forall d \in D$
 acs_d : 第 d 天可值午 C 及午支班別之司機員預排休假及預排工作人數 $\forall d \in D$
 aa_d : 第 d 天午 A 班別所需值班司機員人數 $\forall d \in D$
 aas_d : 第 d 天可值午 A 班別之司機員預排休假及預排工作人數 $\forall d \in D$
 ab_d : 第 d 天午 B 班別所需值班司機員人數 $\forall d \in D$
 abs_d : 第 d 天可值午 B 班別之司機員預排休假及預排工作人數 $\forall d \in D$
 ad_d : 第 d 天午 D 班別所需值班司機員人數 $\forall d \in D$
 ads_d : 第 d 天可值午 D 班別之司機員預排休假及預排工作人數 $\forall d \in D$
 r : 當月休假天數下限(平均休假天數小數點後無條件捨去) $\forall d \in D$

變數

$$x_{di} = \begin{cases} 1 & \text{若第 } d \text{ 天第 } i \text{ 個早班司機員工作} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad \forall d \in D, \forall i \in I$$

$$y_{dj} = \begin{cases} 1 & \text{若第 } d \text{ 天第 } j \text{ 個午班司機員工作} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad \forall d \in D, \forall j \in J$$

$$s1_i : \text{早班第 } i \text{ 位司機員每月超休天數} \quad \forall i \in I \text{ 且 } s1_i \geq 0$$

$$s2_j : \text{午班第 } j \text{ 位司機員每月超休天數} \quad \forall j \in J \text{ 且 } s2_j \geq 0$$

$$v1_i : \text{早班第 } i \text{ 位司機員每月例假超休天數} \quad \forall i \in I \text{ 且 } v1_i \geq 0$$

$$v2_j : \text{午班第 } j \text{ 位司機員每月例假超休天數} \quad \forall j \in J \text{ 且 } v2_j \geq 0$$

$$\mu_{li} = \begin{cases} 1 & \text{若第 } i \text{ 個早班司機員超休一天} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad \forall i \in I$$

$$\begin{aligned}
\mu_{2i} &= \begin{cases} 1 & \text{若第}i\text{個早班司機員超休二天} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} & \forall i \in I \\
\mu_{1j} &= \begin{cases} 1 & \text{若第}j\text{個午班司機員超休一天} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} & \forall j \in J \\
\mu_{2j} &= \begin{cases} 1 & \text{若第}j\text{個午班司機員超休二天} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} & \forall j \in J \\
\lambda_{1i} &= \begin{cases} 1 & \text{若第}i\text{個早班司機員例假超休一天} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} & \forall i \in I \\
\lambda_{2i} &= \begin{cases} 1 & \text{若第}i\text{個早班司機員例假超休二天} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} & \forall i \in I \\
\lambda_{3i} &= \begin{cases} 1 & \text{若第}i\text{個早班司機員例假超休三天} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} & \forall i \in I \\
\lambda_{1j} &= \begin{cases} 1 & \text{若第}j\text{個午班司機員例假超休一天} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} & \forall j \in J \\
\lambda_{2j} &= \begin{cases} 1 & \text{若第}j\text{個午班司機員例假超休二天} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} & \forall j \in J \\
\lambda_{3j} &= \begin{cases} 1 & \text{若第}j\text{個午班司機員例假超休三天} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} & \forall j \in J
\end{aligned}$$

以休假及例假休班天數分配公平為目標構建出早午班司機員排休模式如下：

$$Min \sum_{i \in I} ((\mu_{1i} + 4\mu_{2i}) + (\lambda_{1i} + 4\lambda_{2i} + 9\lambda_{3i})) + \sum_{j \in J} ((\mu_{1j} + 4\mu_{2j}) + (\lambda_{1j} + 4\lambda_{2j} + 9\lambda_{3j})) \quad (1)$$

$$s.t. \quad \sum_{d \in D} (1 - x_{di}) - r - s1_i = 0 \quad \forall i \in I \quad (2)$$

$$\sum_{d \in D} (1 - y_{dj}) - r - s2_j = 0 \quad \forall j \in J \quad (3)$$

$$\sum_{d \in D} (1 - x_{di}) * \delta_d - 2 - v1_i = 0 \quad \forall i \in I \quad (4)$$

$$\sum_{d \in D} (1 - y_{dj}) * \delta_d - 2 - v2_j = 0 \quad \forall j \in J \quad (5)$$

$$s1_i = 1 * \mu_{1i} + 2 * \mu_{2i} \quad \forall i \in I \quad (6)$$

$$s2_j = 1 * \mu_{1j} + 2 * \mu_{2j} \quad \forall j \in J \quad (7)$$

$$v1_i = 1 * \lambda_{1i} + 2 * \lambda_{2i} + 3 * \lambda_{3i} \quad \forall i \in I \quad (8)$$

$$v2_j = 1 * \lambda_{1j} + 2 * \lambda_{2j} + 3 * \lambda_{3j} \quad \forall j \in J \quad (9)$$

$$\mu_{1i} + \mu_{2i} \leq 1 \quad \forall i \in I \quad (10)$$

$$\mu_{1j} + \mu_{2j} \leq 1 \quad \forall j \in J \quad (11)$$

$$\lambda_{1i} + \lambda_{2i} + \lambda_{3i} \leq 1 \quad \forall i \in I \quad (12)$$

$$\lambda_{1j} + \lambda_{2j} + \lambda_{3j} \leq 1 \quad \forall j \in J \quad (13)$$

$$x_{di} \geq M\delta_{di} \quad \forall_{d,i} \quad (14)$$

$$y_{dj} \geq A\delta_{dj} \quad \forall_{d,j} \quad (15)$$

$$\sum_{i \in I} x_{di} + \sum_{j \in J} y_{dj} = w_d + s_d \quad \forall d \in D \quad (16)$$

$$\sum_{i \in I} x_{di} \geq m_d + ms_d \quad \forall d \in D \quad (17)$$

$$\sum_{j \in J} y_{dj} \geq a_d + as_d \quad \forall d \in D \quad (18)$$

$$\sum_{i \in G1 \cup G2} x_{di} \geq md_d + mds_d \quad \forall d \in D \quad (19)$$

$$\sum_{i \in G1 \cup G2 \cup G3} x_{di} \geq md_d + mds_d + mc_d + mcs_d \quad \forall d \in D \quad (20)$$

$$\sum_{i \in G2 \cup G3 \cup G4} x_{di} \geq ma_d + mas_d + mb_d + mbs_d + mg_d + mgs_d \quad \forall d \in D \quad (21)$$

$$\sum_{i \in G3 \cup G4} x_{di} \geq mb_d + mbs_d + mg_d + mgs_d \quad \forall d \in D \quad (22)$$

$$\sum_{i \in G4} x_{di} \geq mg_d + mgs_d \quad \forall d \in D \quad (23)$$

$$\sum_{j \in H1 \cup H2} y_{dj} \geq ac_d + acs_d \quad \forall d \in D \quad (24)$$

$$\sum_{j \in H1 \cup H2 \cup H3} y_{dj} \geq ac_d + acs_d + aa_d + aas_d \quad \forall d \in D \quad (25)$$

$$\sum_{j \in H2 \cup H3 \cup H4} y_{dj} \geq ab_d + abs_d + ad_d + ads_d \quad \forall d \in D \quad (26)$$

$$\sum_{j \in H3 \cup H4} y_{dj} \geq ad_d + ads_d \quad \forall d \in D \quad (27)$$

$$\sum_d^{d+6} x_{di} \leq 6 \quad \forall d \in \{1, \dots, (N-6)\}, \forall i \in I \quad (28)$$

$$\sum_d^{d+6} y_{dj} \leq 6 \quad \forall d \in \{1, \dots, (N-6)\}, \forall j \in J \quad (29)$$

$$\sum_d^{d+4} (1 - x_{di}) \geq 1 \quad \forall d \in \{1, \dots, (N-4)\}, \forall i \in I \quad (30)$$

$$\sum_d^{d+4} (1 - y_{dj}) \geq 1 \quad \forall d \in \{1, \dots, (N-4)\}, \forall j \in J \quad (31)$$

式(1)為目標式，是以公平性為目標，即在使每位司機員總休假天數及例假休班天數超休最少，亦即使每位司機員總休假天數及例假休班天數分配公平。前章有提到休假規定，其中一項是每月休假數（不含年休及補休）要大於等於每月例假日數，本研究因鑑於人力需求多寡會讓實際休假日不一定能滿足每月休假數要大於等於每月例假日數，因此本研究計算得出每位司機員當月平均可休假日數取下限值 r ，也就是每位司機員休假日數要大於等於當月可休假日數下限 r ，因此式(2)表示早班司機員每月休假數（不含年休及補休） \geq 當月可休假日數下限；式(3)表示午班司機員每月休假數（不含年休及補休） \geq 當月可休假日數下限。前章有提到，實務上排輪值表時，每位司機員例假休班要儘量相同，至少會排兩天，式(4)每位早班司機員例假休班天數至少兩天。式(5)每位午班司機員例假休班天數至少兩天。式(6)、式(7)、式(8)、式(9)、式(10)、式(11)、式(12)及式(13)將超休天數做0-1整數轉換，式(6)將式(2)得到的早班司機員超休天數轉換成是否超休一天及是否超休兩天，這個轉換範圍是根據在原始班表司機員的超休天數大都介於零至二天之間，而式(10)讓早班司機員是否超休一天及是否超休兩天的變數只能存在一者或皆不存在；同樣地，式(7)將式(3)得到的午班司機員超休天數轉換成是否超休一天及是否超休兩天，這個轉換範圍是根據在原始班表司機員的超休天數大都介於零至二天之間，而式(11)讓午班司機員是否超休一天及是否超休兩天的變數只能存在一者或皆不存在；式(8)將式(4)得到的早班司機員例假超休天數轉換成是否超休一天、是否超休兩天及是否超休三天，這個轉換範圍是根據在原始班表司機員的例假超休天數大都介於零至三天之間，而式(12)讓早班司機員例假是否超休一天、是否超休兩天及是否超休三天的變數只能存在一者或皆不存在；式(9)將式(5)得到的午班司機員例假超休天數轉換成是否超休一天、是否超休兩天及是否超休三天，這個轉換範圍是根據在原始班表司機員的例假超休天數大都介於零至三天之間，而式(13)讓午班司機員例假是否超休一天、是否超休兩天及是否超休三天的變數只能存在一者或皆不存在。式(6)至式(13)將超休天數做0-1轉換是為了讓目標式(1)能將超休天數的成本以平方計算，如此一來，才不會發生一位司機員超休三天和三位司機員超休一天成本是一樣的，也才能達到各司機員休假數及例假休班天數分配的平均。

式(14)與式(15)表示司機員預排工作(如教育訓練、體檢及溫故)及預排休假(年休及補休)之需求，由於對捷運公司來說預排休假是公司願意給員工的或是員工加班換來的，故預排工作及預排休假皆是計入工作日。式(16)表示每日司機員工作人數扣除當日有預排需求的司機員要符合每日值班的司機員需求人數。在本模式中，是需排定早班、午班及動班司機員的工作日，根據訪談整理及簡化模式，所有早班的班別由組別早班的司機員負責，午班的班別由組別午班的司機員負責，動班做為調整，也就是說動班的班別是由早班及午班司機員共同負責。式(17)表示早班司機員每天至少工作人數要滿足每日值早班司機員及預排的需求；而式(18)表示午班司機員每天至少工作人數要滿足每日值午班司機員及預排的需求。表4.2表示早午班司機員組別分類及其可上的班別。

表 4.2 早午班各組別司機員可上班別對照表

司機員組別	可上班別	司機員組別	可上班別
G1	<i>md</i> 、 <i>mc</i> 、 <i>mss</i>	H1	<i>ac</i> 、 <i>aa</i> 、 <i>ass</i>
G2	<i>md</i> 、 <i>mc</i> 、 <i>ma</i> 、 <i>mss</i>	H2	<i>ac</i> 、 <i>aa</i> 、 <i>ab</i> 、 <i>ass</i>
G3	<i>mc</i> 、 <i>ma</i> 、 <i>mb</i> 、 <i>mss</i>	H3	<i>aa</i> 、 <i>ab</i> 、 <i>ad</i>
G4	<i>ma</i> 、 <i>mb</i> 、 <i>mg</i>	H4	<i>ab</i> 、 <i>ad</i>

在前一章有提到，司機員組別是每季排一次，所以是已知資料，為了讓司機員能不致於每次上不同班別而錯亂，同時又要考量各班別可能有人力不足的情形，因此以司機員組別為早 C 為例，其可上的班別選擇為前一個時段班別 *md*（早 D）、和它相同的班別 *mc*（早 C）、同一時段的班別 *mss*（早支）、及下一個時段的班別 *ma*（早 A）。其中式（19）表示人員組別為 G1 及 G2 的司機員需滿足早 D 班別的司機員需求；式（20）表示人員組別為 G1、G2 及 G3 的司機員需滿足早 D、早 C 及早支班別的司機員需求；式（21）表示人員組別為 G2、G3 及 G4 的司機員需滿足早 A、早 B 及早 G 班別的司機員需求；式（22）表示人員組別為 G3 及 G4 的司機員需滿足早 B 及早 G 班別的司機員需求；式（23）表示人員組別為 G4 的司機員需滿足早 G 班別的司機員需求；式（24）表示人員組別為 H1 及 H2 的司機員需滿足午 C 及午支班別的司機員需求；式（25）表示人員組別為 H1、H2 及 H3 的司機員需滿足午 C、午支及午 A 班別的司機員需求；式（26）表示人員組別為 H2、H3 及 H4 的司機員需滿足午 B 及午 D 班別的司機員需求；式（27）表示人員組別為 H3 及 H4 的司機員需滿足午 D 班別的司機員需求。式（28）表示早班司機員連續工作天數最多六天；式（29）表示午班司機員連續工作天數最多六天。式（30）表示早班司機員連續休假天數（不含年休及補休）最多四天；式（31）表示午班司機員連續休假天數（不含年休及補休）最多四天。夜班司機員排休模式類似早午班司機員排休模式詳見附錄三。

4.2 司機員輪班限制滿足問題模式構建

於第一階段求解出每位司機員休假日及工作日之後，第二階段主要是決定司機員的工作日若不是預排工作或休假則要值何種值班班別。在構建此階段模式前，會先將第一階段之結果作為此階段的輸入資料或限制式，以進行本階段的求解。

限制滿足問題是由三個部分所組成：變數、變數值域與限制式，主要目的是滿足所有有限條件，求得多組各變數之值。本研究第二階段早午班司機員輪班模式之限制滿足問題構建如下：

1. 決策變數：

$$y_{dn} \in \{msA, msB, msC, msD, msG, asA, asB, asC, asD, moA, moB, moC, msS, asS, moS, off, swork, soff\} \quad \forall d \in D, \forall n \in N$$

N ：司機員集合

D ：輪班期天數集合

y_{dn} 表示將值班、休假或預排班別指派給 d 天之司機員 n 。 msA （早 A）， msB （早 B）， msC （早 C）， msD （早 D）， msG （早 G）， asA （午 A）， asB （午 B）， asC （午 C）， asD （午 D）， moA （動 A）， moB （動 B）， moC （動 C）， msS （早支）， asS （午支）， moS （動支）， off （休假）， $swork$ （預排工作）， $soff$ （預排休假）為第 d 天司機員 n 所可能輪值的班別集合。兩階段變數之對應如下表 4.3 所示：

表 4.3 早午班排休及輪班兩階段變數數值對應表

排休模式決策變數 x_{di} 、 y_{dj}	輪班模式決策變數 y_{dn}
1	$msA, msB, msC, msD, msG, asA, asB, asC, asD, moA, moB, moC, msS, asS, moS$
	$swork$
	$soff$
0	off

2.符號定義：

N ：司機員集合

D ：輪班期天數集合

S_{sw} ：第 d 天司機員 n 有預排工作之集合

S_{so} ：第 d 天司機員 n 有預排休假之集合

S_o ：第 d 天司機員 n 有休假之集合（由第一階段得到的資料）

I ：早班司機員集合

J ：午班司機員集合

$G1$ ：司機員組別為早 D 的司機員集合

$G2$ ：司機員組別為早 C 的司機員集合

$G3$ ：司機員組別為早 A 的司機員集合

$G4$ ：司機員組別為早 B 的司機員集合

$G5$ ：司機員組別為早支的司機員集合

$H1$ ：司機員組別為午 C 的司機員集合

$H2$ ：司機員組別為午 A 的司機員集合

$H3$ ：司機員組別為午 B 的司機員集合

$H4$ ：司機員組別為午 D 的司機員集合

$H5$ ：司機員組別為午支的司機員集合

msD_demand_d ：第 d 天班別早 D 所需值班人數 $\forall d \in D$

msC_demand_d ：第 d 天班別早 C 所需值班人數 $\forall d \in D$

msA_demand_d ：第 d 天班別早 A 所需值班人數 $\forall d \in D$

msB_demand_d ：第 d 天班別早 B 所需值班人數 $\forall d \in D$

msG_demand_d ：第 d 天班別早 G 所需值班人數 $\forall d \in D$

msS_demand_d : 第 d 天班別早支所需值班人數 $\forall d \in D$
 asC_demand_d : 第 d 天班別午 C 所需值班人數 $\forall d \in D$
 asA_demand_d : 第 d 天班別午 A 所需值班人數 $\forall d \in D$
 asB_demand_d : 第 d 天班別午 B 所需值班人數 $\forall d \in D$
 asD_demand_d : 第 d 天班別午 D 所需值班人數 $\forall d \in D$
 asS_demand_d : 第 d 天班別午支所需值班人數 $\forall d \in D$
 moA_demand_d : 第 d 天班別動 A 所需值班人數 $\forall d \in D$
 moB_demand_d : 第 d 天班別動 B 所需值班人數 $\forall d \in D$
 moC_demand_d : 第 d 天班別動 C 所需值班人數 $\forall d \in D$
 moS_demand_d : 第 d 天班別動支所需值班人數 $\forall d \in D$

3. 限制式構建：

於限制式構建前，先提出本研究會使用到的特殊符號與用法，列舉如下：

— 邏輯符號：

$x \vee y$: 表 x “或” y ，即兩者只需其一成立即可。

$x \wedge y$: 表 x “且” y ，即兩者均需成立才可。

$x \Rightarrow y$: 表若 x 成立，則 y 會成立。

— 限制規劃符號：

$$((statement)) = \begin{cases} 1 & \text{若 statement 為真} \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

上式 $((statement))$ 為邏輯計數器，用以判斷敘述是否為真，並轉為數值加以計算。

$alldifferent(x)$: 表示 x 變數陣列中每個變數都被指派一個不同的值。

介紹完特殊符號後，以下為本研究限制式之構建。

(1) 預排需求

C1 : 司機員預定工作班別 (如教育訓練、體檢)

$$y_{dn} = swork \quad \forall dn \in Ssw$$

C2 : 滿足司機員預先排休之需求 (如年休、補休)

$$y_{dn} = soff \quad \forall dn \in Sso$$

式(C1)及(C2)限制是由第三章 (3.3.2 節) 所述之 H1 及 H2 限制條件衍生而來，滿足了司機員的預排需求，此兩種限制式在此功用是預先確定司機員的預排工作及休假，避免被指派另外的班別。

(2) 休假及部分工作考量因素

C3：第一階段司機員一般休假班別資料

$$y_{dn} = off \quad \forall dn \in So$$

式(C3)限制的資料來源是由第一階段的結果得來的。本限制符合 H4、H13、H14、S1 及 S2 的要求，滿足每位司機員連續工作天數最多六天、連續休假天數（不含年休及補休）最多四天、每月休假數（不含年休及補休）大於等於每月例假日數、休假日天數儘量相同及例假休班天數儘量相同（最少兩天）等工作及休假的相關考量。

(3) 司機員人力需求

C4：早 D 班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = msD)) = msD_demand_d \quad \forall d \in D$$

C5：早 C 班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = msC)) = msC_demand_d \quad \forall d \in D$$

C6：早 A 班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = msA)) = msA_demand_d \quad \forall d \in D$$

C7：早 B 班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = msB)) = msB_demand_d \quad \forall d \in D$$

C8：早 G 班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = msG)) = msG_demand_d \quad \forall d \in D$$

C9：早支班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = msS)) = msS_demand_d \quad \forall d \in D$$

C10：午 C 班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = asC)) = asC_demand_d \quad \forall d \in D$$

C11：午 A 班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = asA)) = asA_demand_d \quad \forall d \in D$$

C12：午 B 班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = asB)) = asB_demand_d \quad \forall d \in D$$

C13：午 D 班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = asD)) = asD_demand_d \quad \forall d \in D$$

C14：午支班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = asS)) = asS_demand_d \quad \forall d \in D$$

C15：動 A 班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = moA)) = moA_demand_d \quad \forall d \in D$$

C16：動 B 班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = moB)) = moB_demand_d \quad \forall d \in D$$

C17：動 C 班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = moC)) = moC_demand_d \quad \forall d \in D$$

C18：動支班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = moS)) = moS_demand_d \quad \forall d \in D$$

式(C4)、(C5)、(C6)、(C7)、(C8)、(C9)、(C10)、(C11)、(C12)、(C13)、(C14)、(C15)、(C16)、(C17)、(C18)限制是由 H3 衍生而來的，若這些限制式皆能滿足就可符合每日各班別需求的司機員數。

(4) 工作考慮因素

C19：組別早班的司機員不上午班班別

$$y_{dn} \neq asA \wedge y_{dn} \neq asB \wedge y_{dn} \neq asC \wedge y_{dn} \neq asD \wedge y_{dn} \neq asS \\ \forall d \in D, \forall n \in I$$

式(C19)限制為原限制 S3 的衍生，為組別早班司機員只上早班及動班班別，因此本限制限制早班司機員不能上午班班別。

C20：組別午班的司機員不上早班班別

$$y_{dn} \neq msA \wedge y_{dn} \neq msB \wedge y_{dn} \neq msC \wedge y_{dn} \neq msD \wedge y_{dn} \neq msG \\ \wedge y_{dn} \neq msS \\ \forall d \in D, \forall n \in J$$

式(C20)限制為原限制 H5、H8 及 S3 的衍生，為組別午班司機員只上午班及動班班別，因此限制式限制組別午班司機員不得上早班班別。

C21：組別早 D 的司機員不上早 A、早 B 及早 G 班別

$$y_{dn} \neq msA \wedge y_{dn} \neq msB \wedge y_{dn} \neq msG \quad \forall d \in D, \forall n \in G1$$

式(C21)限制為原限制 S3 的衍生，為了讓司機員值班時間儘量相同，較不會記錯要值班的時間，組別早 D 司機員只上早 D、早 C 及早支三種班別，因此組別早 D 的司機員不上早 A、早 B 及早 G 班別。

C22：組別早 C 的司機員不上早 B 及早 G 班別

$$y_{dn} \neq msB \wedge y_{dn} \neq msG \quad \forall d \in D, \forall n \in G2$$

式(C22)限制為原限制 S3 的衍生，為了讓司機員值班時間儘量相同，較不會記錯要值班的時間，組別早 C 司機員只上早 D、早 C、早 A 及早支四種班別，因此組別早 C 的司機員不上早 B 及早 G 班別。

C23：組別早 A 的司機員不上早 D 及早 G 班別

$$y_{dn} \neq msD \wedge y_{dn} \neq msG \quad \forall d \in D, \forall n \in G3$$

式(C23)限制為原限制 S3 的衍生，為了讓司機員值班時間儘量相同，較不會記錯要值班的時間，組別早 A 司機員只上早 C、早 A、早 B 及及早支四種班別，因此組別早 A 的司機員不上早 D 及早 G 班別。

C24：組別早 B 的司機員不上早 D、早 C 及早支班別

$$y_{dn} \neq msD \wedge y_{dn} \neq msC \wedge y_{dn} \neq msS \quad \forall d \in D, \forall n \in G4$$

式(C24)限制為原限制 S3 的衍生，為了讓司機員值班時間儘量相同，較不會記錯要值班的時間，組別早 B 司機員只上早 A、早 B 及早 G 三種班別，因此組別早 B 的司機員不上早 D、早 C 及早支班別。

C25：組別早支的司機員不上早 B 及早 G 班別

$$y_{dn} \neq msB \wedge y_{dn} \neq msG \quad \forall d \in D, \forall n \in G5$$

式(C25)限制為原限制 S3 的衍生，為了讓司機員值班時間儘量相同，較不會記錯要值班的時間，組別早支司機員值班時段和早 C 相同，因此只上早 D、早 C、早 A 及早支四種班別，故組別早支的司機員不上早 B 及早 G 班別。

C26：組別午 C 的司機員不上午 B 及午 D 班別

$$y_{dn} \neq asB \wedge y_{dn} \neq asD \quad \forall d \in D, \forall n \in H1$$

式(C26)限制為原限制 S3 的衍生，為了讓司機員值班時間儘量相同，較不會記錯要值班的時間，組別午 C 司機員只上午 C、午 A 及午支三種班別，因此組別午 C 的司機員不上午 B 及午 D 班別。

C27：組別午 A 的司機員不上午 D 班別

$$y_{dn} \neq asD \quad \forall d \in D, \forall n \in H2$$

式(C27)限制為原限制 S3 的衍生，為了讓司機員值班時間儘量相同，較不會記錯要值班的時間，組別午 A 司機員只上午 C、午 A、午 B 及午支四種班別，因此組別午 A 的司機員不上午 D 班別。

C28：組別午 B 的司機員不上午 C 及午支班別

$$y_{dn} \neq asC \wedge y_{dn} \neq asS \quad \forall d \in D, \forall n \in H3$$

式(C28)限制為原限制 S3 的衍生，為了讓司機員值班時間儘量相同，較不會記錯要值班的時間，組別午 B 司機員只上午 A、午 B 及午 D 三種班別，因此組別午 B 的司機員不上午 C 及午支班別。

C29：組別午 D 的司機員不上午 C、午 A 及午支班別

$$y_{dn} \neq asC \wedge y_{dn} \neq asA \wedge y_{dn} \neq asS \quad \forall d \in D, \forall n \in H4$$

式(C29)限制為原限制 S3 的衍生，為了讓司機員值班時間儘量相同，較不會記錯要值班的時間，組別午 D 司機員只上午 B 及午 D 二種班別，因此組別午 D 的司機員不上午 C、午 A 及午支班別。

C30：組別午支的司機員不上午 B 及午 D 班別

$$y_{dn} \neq asB \wedge y_{dn} \neq asD \quad \forall d \in D, \forall n \in H5$$

式(C30)限制為原限制 S3 的衍生，為了讓司機員值班時間儘量相同，較不會記錯要值班的時間，組別午支司機員值班時段和午 C 相同，因此只上午 C、午 A 及午支三種班別，故組別午支的司機員不上午 B 及午 D 班別。

4.搜尋策略：

雖然有式(C19)至(C30)幫助達成司機員儘量值同一班別，但這些限制似乎只能讓司機員儘量值某幾個班別，因此本研究在輪班模式加上搜尋策略，期更能達到司機員儘量輪值與其組別同一班別。本研究的搜尋策略首先建構不同組別司機員上不同班別會有不同懲罰值的資料，跟自己預設組別時段愈接近者懲罰值愈小，時段差愈多者懲罰值愈大，以班別對應司機員懲罰值最小者優先指派。夜班司機員輪班模式詳見附錄四。

4.3 司機員派卡限制滿足問題模式構建

於第二階段求解出每位司機員休假日及工作日應值的班別之後，第三階段主要是決定司機員在其值班時，要值那一張任務卡。在構建此階段模式前，會先將第二階段之結果作為此階段的輸入資料，以進行本階段的求解。早午班司機員派卡模式構建如下：

1.決策變數：

$z_{dn} \in \{ msA1, msA2, msA3, msA4, msA5, msA6, msB1, msB2, msB3, msB4, msC1, msC2, msD1, msD2, msD3, msG1, asA1, asA2, asA3, asA4, asB1, asB2, asB3, asB4, asB5, asB6, asB7, asC1, asC2, asC3, asC4, asD1, moA1, moB1, moC1, moC2, moC3, msS1, msS2, asS1, asS2, msA11, msA12, msA13, msA14, msA15, msA16, msB11, msB12, msB13, msB14, msC11, msC12, msD11, msG11, asA11, asA12, asA13, asA14, asA15, asA16, asB11, asB12, asB13, asB14, asB15, asB16, asC11, asC12, asC13, moA11, moA12, moA13, msS11, msS12, asS11, asS12, msA21, msA22, msA23, msA24, msA25, msA26, msB21, msB22, msB23, msB24, msC21, msC22, msD21, msD22, msD23, msG21, asA21, asA22, asA23, asA24, asB21, asB22, asB23, asB24, asB25, asB26, asB27, asC21, asC22, asC23, asC24, asD21, moA21, moB21, msS21, msS22, asS21, asS22, msA31, msA32, msA33, msA34, msA35, msA36, msB31, msB32, msB33, msB34, msC31, msC32, msD31, msG31, asA31, asA32, asA33, asA34, asA35, asA36, asB31, asB32, asB33, asB34, asB35, asB36, asC31, asC32, asC33, moA31, moA32, moA33, msS31, msS32, asS31, asS32, moS, off1, off2, off3, off4, off5, off6, off7, off8, off9, off10, off11, off12, off13, off14, off15, off16, off17, off18, swork1, swork2, swork3, swork4, swork5, soff1, soff2, soff3, soff4, soff5 \}$ $\forall d \in D, \forall n \in N$

N ：司機員集合

D ：輪班期天數集合

上式將任務卡指派給第 d 天之司機員 n ，記為 z_{dn} ，即每位司機員於那天值何張任務卡，其值域皆為任務卡代號。若 $z_{dn} = msA1$ 表示第 d 天司機員 n 應值勤任務卡 $msA1$ ，其他以此類推，不再贅述。第二階段及第三階段之變數對應值如下表所示：

表 4.4 早午班輪班及派卡兩階段變數數值對應表

輪班模式決策變數 y_{dn}	派卡模式決策變數 z_{dn}
<i>msA</i>	<i>msA1, msA2, msA3, msA4, msA5, msA6, msA11, msA12, msA13, msA14, msA15, msA16, msA21, msA22, msA23, msA24, msA25, msA26, msA31, msA32, msA33, msA34, msA35, msA36</i>
<i>msB</i>	<i>msB1, msB2, msB3, msB4, msB11, msB12, msB13, msB14, msB21, msB22, msB23, msB24, msB31, msB32, msB33, msB34</i>
<i>msC</i>	<i>msC1, msC2, msC11, msC12, msC21, msC22, msC31, msC32</i>
<i>msD</i>	<i>msD1, msD2, msD3, msD11, msD21, msD22, msD23, msD31</i>
<i>msG</i>	<i>msG1, msG11, msG21, msG31</i>
<i>msS</i>	<i>msS1, msS2, msS11, msS12, msS21, msS22, msS31, msS32</i>
<i>asA</i>	<i>asA1, asA2, asA3, asA4, asA11, asA12, asA13, asA14, asA15, asA16, asA21, asA22, asA23, asA24, asA31, asA32, asA33, asA34, asA35, asA36</i>
<i>asB</i>	<i>asB1, asB2, asB3, asB4, asB5, asB6, asB7, asB11, asB12, asB13, asB14, asB15, asB16, asB21, asB22, asB23, asB24, asB25, asB26, asB27, asB31, asB32, asB33, asB34, asB35, asB36</i>
<i>asC</i>	<i>asC1, asC2, asC3, asC4, asC11, asC12, asC13, asC21, asC22, asC23, asC24, asC31, asC32, asC33</i>
<i>asD</i>	<i>asD1, asD21</i>
<i>asS</i>	<i>asS1, asS2, asS11, asS12, asS21, asS22, asS31, asS32</i>
<i>moA</i>	<i>moA1, moA11, moA12, moA13, moA21, moA31, moA32, moA33</i>
<i>moB</i>	<i>moB1, moB21</i>
<i>moC</i>	<i>moC1, moC2, moC3</i>
<i>moS</i>	<i>moS</i>
<i>swork</i>	<i>swork1, swork2, swork3, swork4, swork5,</i>
<i>soff</i>	<i>soff1, soff2, soff3, soff4, soff5</i>
<i>off</i>	<i>off1, off2, off3, off4, off5, off6, off7, off8, off9, off10, off11, off12, off13, off14, off15, off16, off17, off18</i>

2.符號定義：

N ：司機員集合

D ：輪班期天數集合

日期型態不同，旅客需求也會不同，也導致列車班次及任務卡會依日期型態而不

同，因此任務卡的資料可以依日期不同可分成四類：平平代表的是今天是平常日，明天也是平常日；日日代表的是今天是例假日，明天也是例假日；平日代表的是今天是平常日，明天是例假日；日平代表的是今天是例假日，明天是平常日。其符號使用如下：

$M0$ ：日期類型為今天是平常日，明天也是平常日的日期集合

$M1$ ：日期類型為今天是例假日，明天也是例假日的日期集合

$M2$ ：日期類型為今天是平常日，明天是例假日的日期集合

$M3$ ：日期類型為今天是例假日，明天是平常日的日期集合

3.限制式構建：

每一個值班的司機員應被分配到一張任務卡執行勤務，本階段利用第一、二階段之司機員值班表對應值班班別內的任務卡，求解出每位司機員應執行的任務卡，此階段所考慮之限制整理如下：

$C31$ ：日期需求類別為平平，班別為早 A 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msA) \Rightarrow (z_{dn} = msA1) \vee (z_{dn} = msA2) \vee (z_{dn} = msA3) \vee (z_{dn} = msA4) \\ \vee (z_{dn} = msA5) \vee (z_{dn} = msA6)$$

$$\forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C31)為原限制式 H12，日期需求類別為平時，班別早 A 有六張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平時，被分派到的班別為早 A 的話，將執行 $msA1, msA2, msA3, msA4, msA5, msA6$ 六張任務卡中的其中一張。

$C32$ ：日期需求類別為平平，班別為早 B 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msB) \Rightarrow (z_{dn} = msB1) \vee (z_{dn} = msB2) \vee (z_{dn} = msB3) \vee (z_{dn} = msB4)$$

$$\forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C32)為原限制式 H12，日期需求類別為平時，班別早 B 有四張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平時，被分派到的班別為早 B 的話，將執行 $msB1, msB2, msB3, msB4$ 四張任務卡中的其中一張。

$C33$ ：日期需求類別為平平，班別為早 C 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msC) \Rightarrow (z_{dn} = msC1) \vee (z_{dn} = msC2) \quad \forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C33)為原限制式 H12，日期需求類別為平時，班別早 C 有二張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平時，被分派到的班別為早 C 的話，將執行 $msC1, msC2$ 二張任務卡中的其中一張。

$C34$ ：日期需求類別為平平，班別為早 D 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msD) \Rightarrow (z_{dn} = msD1) \vee (z_{dn} = msD2) \vee (z_{dn} = msD3)$$

$$\forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C34)為原限制式 H12，日期需求類別為平平時，班別早 D 有三張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平平時，被分派到的班別為早 D 的話，將執行 $msD1, msD2, msD3$ 三張任務卡中的其中一張。

C35：日期需求類別為平平，班別為早 G 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msG) \Rightarrow (z_{dn} = msG1) \quad \forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C35)為原限制式 H12，日期需求類別為平平時，班別早 G 有一張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平平時，被分派到的班別為早 G 的話，將執行任務卡 $msG1$ 。

C36：日期需求類別為平平，班別為早支班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msS) \Rightarrow (z_{dn} = msS1) \vee (z_{dn} = msS2) \quad \forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C36)為原限制式 H12，日期需求類別為平平時，班別早支有二張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平平時，被分派到的班別為早支的話，將執行 $msS1, msS2$ 二張任務卡中的其中一張。

C37：日期需求類別為平平，班別為午 A 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asA) \Rightarrow (z_{dn} = asA1) \vee (z_{dn} = asA2) \vee (z_{dn} = asA3) \vee (z_{dn} = asA4) \\ \forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C37)為原限制式 H12，日期需求類別為平平時，班別午 A 有四張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平平時，被分派到的班別為午 A 的話，將執行 $asA1, asA2, asA3, asA4$ 四張任務卡中的其中一張。

C38：日期需求類別為平平，班別為午 B 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asB) \Rightarrow (z_{dn} = asB1) \vee (z_{dn} = asB2) \vee (z_{dn} = asB3) \vee (z_{dn} = asB4) \\ \vee (z_{dn} = asB5) \vee (z_{dn} = asB6) \vee (z_{dn} = asB7) \\ \forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C38)為原限制式 H12，日期需求類別為平平時，班別午 B 有七張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平平時，被分派到的班別為午 B 的話，將執行 $asB1, asB2, asB3, asB4, asB5, asB6, asB7$ 七張任務卡中的其中一張。

C39：日期需求類別為平平，班別為午 C 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asC) \Rightarrow (z_{dn} = asC1) \vee (z_{dn} = asC2) \vee (z_{dn} = asC3) \vee (z_{dn} = asC4) \\ \forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C39)為原限制式 H12，日期需求類別為平平時，班別午 C 有四張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平平時，被分派到的班別為午 C 的話，將執行 $asC1, asC2, asC3, asC4$ 四張任務卡中的其中一張。

C40：日期需求類別為平平，班別為午 D 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asD) \Rightarrow (z_{dn} = asD1) \quad \forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C40)為原限制式 H12，日期需求類別為平平時，班別午 D 有一張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平平時，被分派到的班別為午 D 的話，將執行 $asD1$ 。

C41：日期需求類別為平平，班別為午支班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asS) \Rightarrow (z_{dn} = asS1) \vee (z_{dn} = asS2) \quad \forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C41)為原限制式 H12，日期需求類別為平平時，班別午支有二張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平平時，被分派到的班別為午支的話，將執行 $asS1, asS2$ 兩張任務卡中的其中一張。

C42：日期需求類別為平平，班別為動 A 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = moA) \Rightarrow (z_{dn} = moA1) \quad \forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C42)為原限制式 H12，日期需求類別為平平時，班別動 A 有一張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平平時，被分派到的班別為動 A 的話，將執行任務卡 $moA1$ 。

C43：日期需求類別為平平，班別為動 B 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = moB) \Rightarrow (z_{dn} = moB1) \quad \forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C43)為原限制式 H12，日期需求類別為平平時，班別動 B 有一張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平平時，被分派到的班別為動 B 的話，將執行任務卡 $moB1$ 。

C44：日期需求類別為平平，班別為動 C 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = moC) \Rightarrow (z_{dn} = moC1) \vee (z_{dn} = moC2) \vee (z_{dn} = moC3) \\ \forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C44)為原限制式 H12，日期需求類別為平平時，班別動 C 有三張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平平時，被分派到的班別為動 C 的話，將執行 $moC1, moC2, moC3$ 三張任務卡中的其中一張。

C45：日期需求類別為日日，班別為早 A 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msA) \Rightarrow (z_{dn} = msA11) \vee (z_{dn} = msA12) \vee (z_{dn} = msA13) \vee (z_{dn} = msA14)$$

$$\vee (z_{dn} = msA15) \vee (z_{dn} = msA16) \\ \forall d \in M1, \forall n \in N$$

式(C45)為原限制式 H12，日期需求類別為日日時，班別早 A 有六張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日日時，被分派到的班別為早 A 的話，將執行 $msA11, msA12, msA13, msA14, msA15, msA16$ 六張任務卡中的其中一張。

C46：日期需求類別為日日，班別為早 B 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msB) \Rightarrow (z_{dn} = msB11) \vee (z_{dn} = msB12) \vee (z_{dn} = msB13) \vee (z_{dn} = msB14) \\ \forall d \in M1, \forall n \in N$$

式(C46)為原限制式 H12，日期需求類別為日日時，班別早 B 有四張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日日時，被分派到的班別為早 B 的話，將執行 $msB11, msB12, msB13, msB14$ 四張任務卡中的其中一張。

C47：日期需求類別為日日，班別為早 C 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msC) \Rightarrow (z_{dn} = msC11) \vee (z_{dn} = msC12) \quad \forall d \in M1, \forall n \in N$$

式(C47)為原限制式 H12，日期需求類別為日日時，班別早 C 有二張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日日時，被分派到的班別為早 C 的話，將執行 $msC11, msC12$ 二張任務卡中的其中一張。

C48：日期需求類別為日日，班別為早 D 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msD) \Rightarrow (z_{dn} = msD11) \quad \forall d \in M1, \forall n \in N$$

式(C48)為原限制式 H12，日期需求類別為日日時，班別早 D 有一張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日日時，被分派到的班別為早 D 的話，將執行任務卡 $msD11$ 。

C49：日期需求類別為日日，班別為早 G 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msG) \Rightarrow (z_{dn} = msG11) \quad \forall d \in M1, \forall n \in N$$

式(C49)為原限制式 H12，日期需求類別為日日時，班別早 G 有一張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日日時，被分派到的班別為早 G 的話，將執行任務卡 $msG11$ 。

C50：日期需求類別為日日，班別為早支班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msS) \Rightarrow (z_{dn} = msS11) \vee (z_{dn} = msS12) \quad \forall d \in M1, \forall n \in N$$

式(C50)為原限制式 H12，日期需求類別為日日時，班別早支有二張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日日時，被分派到的班別為早支的話，將執行

$msS11, msS12$ 二張任務卡中的其中一張。

C51：日期需求類別為日日，班別為午 A 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asA) \Rightarrow (z_{dn} = asA11) \vee (z_{dn} = asA12) \vee (z_{dn} = asA13) \vee (z_{dn} = asA14) \\ \vee (z_{dn} = asA15) \vee (z_{dn} = asA16)$$

$$\forall d \in M1, \forall n \in N$$

式(C51)為原限制式 H12，日期需求類別為日日時，班別午 A 有六張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日日時，被分派到的班別為午 A 的話，將執行 $asA11, asA12, asA13, asA14, asA15, asA16$ 六張任務卡中的其中一張。

C52：日期需求類別為日日，班別為午 B 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asB) \Rightarrow (z_{dn} = asB11) \vee (z_{dn} = asB12) \vee (z_{dn} = asB13) \vee (z_{dn} = asB14) \\ \vee (z_{dn} = asB15) \vee (z_{dn} = asB16)$$

$$\forall d \in M1, \forall n \in N$$

式(C52)為原限制式 H12，日期需求類別為日日時，班別午 B 有六張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日日時，被分派到的班別為午 B 的話，將執行 $asB11, asB12, asB13, asB14, asB15, asB16$ 六張任務卡中的其中一張。

C53：日期需求類別為日日，班別為午 C 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asC) \Rightarrow (z_{dn} = asC11) \vee (z_{dn} = asC12) \vee (z_{dn} = asC13)$$

$$\forall d \in M1, \forall n \in N$$

式(C53)為原限制式 H12，日期需求類別為日日時，班別午 C 有三張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日日時，被分派到的班別為午 C 的話，將執行 $asC11, asC12, asC13$ 三張任務卡中的其中一張。

C54：日期需求類別為日日，班別為午支班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asS) \Rightarrow (z_{dn} = asS11) \vee (z_{dn} = asS12) \quad \forall d \in M1, \forall n \in N$$

式(C54)為原限制式 H12，日期需求類別為日日時，班別午支有二張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日日時，被分派到的班別為午支的話，將執行 $asS11, asS12$ 二張任務卡中的其中一張。

C55：日期需求類別為日日，班別為動 A 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = moA) \Rightarrow (z_{dn} = moA11) \vee (z_{dn} = moA12) \vee (z_{dn} = moA13)$$

$$\forall d \in M1, \forall n \in N$$

式(C55)為原限制式 H12，日期需求類別為日日時，班別動 A 有三張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日日時，被分派到的班別為動 A 的話，將執行

$moA11, moA12, moA13$ 三張任務卡中的其中一張。

C56：日期需求類別為平日，班別為早 A 班別其所對應的任務卡

$$\begin{aligned} (y_{dn} = msA) \Rightarrow & (z_{dn} = msA21) \vee (z_{dn} = msA22) \vee (z_{dn} = msA23) \vee (z_{dn} = msA24) \\ & \vee (z_{dn} = msA25) \vee (z_{dn} = msA26) \\ \forall d \in M2, \forall n \in N \end{aligned}$$

式(C56)為原限制式 H12，日期需求類別為平日時，班別早 A 有六張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平日時，被分派到的班別為早 A 的話，將執行 $msA21, msA22, msA23, msA24, msA25, msA26$ 六張任務卡中的其中一張。

C57：日期需求類別為平日，班別為早 B 班別其所對應的任務卡

$$\begin{aligned} (y_{dn} = msB) \Rightarrow & (z_{dn} = msB21) \vee (z_{dn} = msB22) \vee (z_{dn} = msB23) \\ & \vee (z_{dn} = msB24) \\ \forall d \in M2, \forall n \in N \end{aligned}$$

式(C57)為原限制式 H12，日期需求類別為平日時，班別早 B 有四張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平日時，被分派到的班別為早 B 的話，將執行 $msB21, msB22, msB23, msB24$ 四張任務卡中的其中一張。

C58：日期需求類別為平日，班別為早 C 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msC) \Rightarrow (z_{dn} = msC21) \vee (z_{dn} = msC22) \quad \forall d \in M2, \forall n \in N$$

式(C58)為原限制式 H12，日期需求類別為平日時，班別早 C 有二張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平日時，被分派到的班別為早 C 的話，將執行 $msC11, msC12$ 二張任務卡中的其中一張。

C59：日期需求類別為平日，班別為早 D 班別其所對應的任務卡

$$\begin{aligned} (y_{dn} = msD) \Rightarrow & (z_{dn} = msD21) \vee (z_{dn} = msD22) \vee (z_{dn} = msD23) \\ \forall d \in M2, \forall n \in N \end{aligned}$$

式(C59)為原限制式 H12，日期需求類別為平日時，班別早 D 有三張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平日時，被分派到的班別為早 D 的話，將執行 $msD21, msD22, msD23$ 三張任務卡中的其中一張。

C60：日期需求類別為平日，班別為早 G 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msG) \Rightarrow (z_{dn} = msG21) \quad \forall d \in M2, \forall n \in N$$

式(C60)為原限制式 H12，日期需求類別為平日時，班別早 G 有一張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平日時，被分派到的班別為早 G 的話，將執行任務卡 $msG21$ 。

C61：日期需求類別為平日，班別為早支班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msS) \Rightarrow (z_{dn} = msS21) \vee (z_{dn} = msS22) \quad \forall d \in M2, \forall n \in N$$

式(C61)為原限制式 H12，日期需求類別為平日時，班別早支有二張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平日時，被分派到的班別為早支的話，將執行 $msS21, msS22$ 二張任務卡中的其中一張。

C62：日期需求類別為平日，班別為午 A 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asA) \Rightarrow (z_{dn} = asA21) \vee (z_{dn} = asA22) \vee (z_{dn} = asA23) \vee (z_{dn} = asA24) \\ \forall d \in M2, \forall n \in N$$

式(C62)為原限制式 H12，日期需求類別為平日時，班別午 A 有四張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平日時，被分派到的班別為午 A 的話，將執行 $asA21, asA22, asA23, asA24$ 四張任務卡中的其中一張。

C63：日期需求類別為平日，班別為午 B 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asB) \Rightarrow (z_{dn} = asB21) \vee (z_{dn} = asB22) \vee (z_{dn} = asB23) \vee (z_{dn} = asB24) \\ \vee (z_{dn} = asB25) \vee (z_{dn} = asB26) \vee (z_{dn} = asB27) \\ \forall d \in M2, \forall n \in N$$

式(C63)為原限制式 H12，日期需求類別為平日時，班別午 B 有七張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平日時，被分派到的班別為午 B 的話，將執行 $asB21, asB22, asB23, asB24, asB25, asB26, asB27$ 七張任務卡中的其中一張。

C64：日期需求類別為平日，班別為午 C 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asC) \Rightarrow (z_{dn} = asC21) \vee (z_{dn} = asC22) \vee (z_{dn} = asC23) \vee (z_{dn} = asC24) \\ \forall d \in M2, \forall n \in N$$

式(C64)為原限制式 H12，日期需求類別為平日時，班別午 C 有四張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平日時，被分派到的班別為午 C 的話，將執行 $asC21, asC22, asC23, asC24$ 四張任務卡中的其中一張。

C65：日期需求類別為平日，班別為午 D 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asD) \Rightarrow (z_{dn} = asD21) \quad \forall d \in M2, \forall n \in N$$

式(C65)為原限制式 H12，日期需求類別為平日時，班別午 D 有一張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平日時，被分派到的班別為午 D 的話，將執行任務卡 $asD21$ 。

C66：日期需求類別為平日，班別為午支班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asS) \Rightarrow (z_{dn} = asS21) \vee (z_{dn} = asS22) \quad \forall d \in M2, \forall n \in N$$

式(C66)為原限制式 H12，日期需求類別為平日時，班別午支有二張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平日時，被分派到的班別為午支的話，將執行 $asS21, asS22$ 二張任務卡中的其中一張。

C67：日期需求類別為平日，班別為動 A 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = moA) \Rightarrow (z_{dn} = moA21) \quad \forall d \in M2, \forall n \in N$$

式(C67)為原限制式 H12，日期需求類別為平日時，班別動 A 有一張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平日時，被分派到的班別為動 A 的話，將執行任務卡 $moA21$ 。

C68：日期需求類別為平日，班別為動 B 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = moB) \Rightarrow (z_{dn} = moB21) \quad \forall d \in M2, \forall n \in N$$

式(C68)為原限制式 H12，日期需求類別為平日時，班別動 B 有一張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平日時，被分派到的班別為動 B 的話，將執行任務卡 $moB21$ 。

C69：日期需求類別為日平，班別為早 A 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msA) \Rightarrow (z_{dn} = msA31) \vee (z_{dn} = msA32) \vee (z_{dn} = msA33) \vee (z_{dn} = msA34) \\ \vee (z_{dn} = msA35) \vee (z_{dn} = msA36) \\ \forall d \in M3, \forall n \in N$$

式(C69)為原限制式 H12，日期需求類別為日平時，班別早 A 有六張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日平時，被分派到的班別為早 A 的話，將執行 $msA31, msA32, msA33, msA34, msA35, msA36$ 六張任務卡中的其中一張。

C70：日期需求類別為日平，班別為早 B 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msB) \Rightarrow (z_{dn} = msB31) \vee (z_{dn} = msB32) \vee (z_{dn} = msB33) \vee (z_{dn} = msB34) \\ \forall d \in M3, \forall n \in N$$

式(C70)為原限制式 H12，日期需求類別為日平時，班別早 B 有四張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日平時，被分派到的班別為早 B 的話，將執行 $msB31, msB32, msB33, msB34$ 四張任務卡中的其中一張。

C71：日期需求類別為日平，班別為早 C 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msC) \Rightarrow (z_{dn} = msC31) \vee (z_{dn} = msC32) \quad \forall d \in M3, \forall n \in N$$

式(C71)為原限制式 H12，日期需求類別為日平時，班別早 C 有二張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日平時，被分派到的班別為早 C 的話，將執行 $msC31, msC32$ 二張任務卡中的其中一張。

C72：日期需求類別為日平，班別為早 D 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msD) \Rightarrow (z_{dn} = msD31) \quad \forall d \in M3, \forall n \in N$$

式(C72)為原限制式 H12，日期需求類別為日平時，班別早 D 有一張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日平時，被分派到的班別為早 D 的話，將執行任務卡 $msD31$ 。

C73：日期需求類別為日平，班別為早 G 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msG) \Rightarrow (z_{dn} = msG31) \quad \forall d \in M3, \forall n \in N$$

式(C73)為原限制式 H12，日期需求類別為日平時，班別早 G 有一張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日平時，被分派到的班別為早 G 的話，將執行任務卡 $msG31$ 。

C74：日期需求類別為日平，班別為早支班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = msS) \Rightarrow (z_{dn} = msS31) \vee (z_{dn} = msS32) \quad \forall d \in M3, \forall n \in N$$

式(C74)為原限制式 H12，日期需求類別為日平時，班別早支有二張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日平時，被分派到的班別為早支的話，將執行 $msS31, msS32$ 二張任務卡中的其中一張。

C75：日期需求類別為日平，班別為午 A 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asA) \Rightarrow (z_{dn} = asA31) \vee (z_{dn} = asA32) \vee (z_{dn} = asA33) \vee (z_{dn} = asA34) \\ \vee (z_{dn} = asA35) \vee (z_{dn} = asA36) \\ \forall d \in M3, \forall n \in N$$

式(C75)為原限制式 H12，日期需求類別為日平時，班別午 A 有六張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日平時，被分派到的班別為午 A 的話，將執行 $asA31, asA32, asA33, asA34, asA35, asA36$ 六張任務卡中的其中一張。

C76：日期需求類別為日平，班別為午 B 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asB) \Rightarrow (z_{dn} = asB31) \vee (z_{dn} = asB32) \vee (z_{dn} = asB33) \vee (z_{dn} = asB34) \\ \vee (z_{dn} = asB35) \vee (z_{dn} = asB36) \\ \forall d \in M3, \forall n \in N$$

式(C76)為原限制式 H12，日期需求類別為日平時，班別午 B 有六張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日平時，被分派到的班別為午 B 的話，將執行 $asB31, asB32, asB33, asB34, asB35, asB36$ 六張任務卡中的其中一張。

C77：日期需求類別為日平，班別為午 C 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asC) \Rightarrow (z_{dn} = asC31) \vee (z_{dn} = asC32) \vee (z_{dn} = asC33) \\ \forall d \in M3, \forall n \in N$$

式(C77)為原限制式 H12，日期需求類別為日平時，班別午 C 有三張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日平時，被分派到的班別為午 C 的話，將執行 $asC31, asC32, asC33$ 三張任務卡中的其中一張。

C78：日期需求類別為日平，班別為午支班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = asS) \Rightarrow (z_{dn} = asS31) \vee (z_{dn} = asS32) \quad \forall d \in M3, \forall n \in N$$

式(C78)為原限制式 H12，日期需求類別為日平時，班別午支有二張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日平時，被分派到的班別為午支的話，將執行 $asS31, asS32$ 二張任務卡中的其中一張。

C79：日期需求類別為日平，班別為動 A 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = moA) \Rightarrow (z_{dn} = moA31) \vee (z_{dn} = moA32) \vee (z_{dn} = moA33) \\ \forall d \in M3, \forall n \in N$$

式(C79)為原限制式 H12，日期需求類別為日平時，班別動 A 有三張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日平時，被分派到的班別為動 A 的話，將執行 $moA31, moA32, moA33$ 三張任務卡中的其中一張。

C80：班別為動支班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = moS) \Rightarrow (z_{dn} = moS) \quad \forall d \in D, \forall n \in N$$

式(C80)為原限制式 H12，班別動支是每天都有的班別且只有一張任務卡需被執行，意指司機員被分派到的班別為動支的話，將執行任務卡 moS 。

C81：一般休假班別其所對應的任務卡（虛擬）

$$(y_{dn} = off) \Rightarrow (z_{dn} = off1) \vee (z_{dn} = off2) \vee (z_{dn} = off3) \vee (z_{dn} = off4) \\ \vee (z_{dn} = off5) \vee (z_{dn} = off6) \vee (z_{dn} = off7) \vee (z_{dn} = off8) \\ \vee (z_{dn} = off9) \vee (z_{dn} = off10) \vee (z_{dn} = off11) \vee (z_{dn} = off12) \\ \vee (z_{dn} = off13) \vee (z_{dn} = off14) \vee (z_{dn} = off15) \\ \vee (z_{dn} = off16) \vee (z_{dn} = off17) \vee (z_{dn} = off18) \\ \forall d \in D, \forall n \in N$$

式(C81)是為了配合式(C84)而衍生出來的，由於使用 all-different 這種限制式需要變數對應的值都不同，因此，本研究在此創造虛擬的休假班別任務卡，讓模式建構完整。

C82：預排工作班別其所對應的任務卡（虛擬）

$$(y_{dn} = swork) \Rightarrow (z_{dn} = swork1) \vee (z_{dn} = swork2) \vee (z_{dn} = swork3) \\ \vee (z_{dn} = swork4) \vee (z_{dn} = swork5) \\ \forall d \in D, \forall n \in N$$

式(C82)是為了配合式(C84)而衍生出來的，功能和式(C81)相同，為一虛擬預排工作班別任務卡。

C83：預排休假班別其所對應的任務卡（虛擬）

$$(y_{dn} = soff) \Rightarrow (z_{dn} = soff1) \vee (z_{dn} = soff2) \vee (z_{dn} = soff3) \vee (z_{dn} = soff4) \vee (z_{dn} = soff5)$$

$$\forall d \in D, \forall n \in N$$

式(C83)是為了配合式(C84)而衍生出來的，功能和式(C81)相同，為一虛擬預排休假班別任務卡。

C84：每日一值班司機員執行一張任務卡（在第 d 天每個人被指派的任務卡不同）

$$alldifferent(z_{d1}, z_{d2}, \dots, z_{dn}) \quad \forall d \in D$$

式(C84) 為原限制式 H12，每天需執行的任務卡皆需要司機員來執行且不會重覆到，扣除休假及預排班別外，司機員和任務卡的關係是一對一的，因此可以使用 all-different 這個限制式來處理，式(C84)表示每天所有司機員都執行不同任務卡。

4.搜尋策略：

本研究此階段的搜尋策略是採用 ILOG OPL Studio 所提供的最小動態搜尋法 dmin 來指派不同駕駛時數的任務卡，就是依據每位司機員之累積任務卡總駕駛時數最少者優先指派駕駛時數最多的任務卡，以期達到 S4 及 S5 的限制，讓每個司機員的平均任務卡駕駛時數能夠儘量一樣。夜班司機員派卡模式詳見附錄五。

第五章 捷運司機員輪值個案求解結果分析

本章的目的在探討台北捷運公司淡水段司機員排班之求解績效及結果分析，首先 5.1 節說明個案測試月份之參數設定與資料輸入，本研究一共測試二個月份：實例一為九十四年四月，實例二為九十四年十一月；5.2 節就個案問題之求解規模作一個說明，包含模式變數的個數、限制式個數及求解時間；5.3 節就原本捷運公司所提供的班表和本研究求解出的班表作結果分析與說明。

本研究執行測試環境為 Windows XP 作業系統、1.29 GHz 處理器速度，求解工具為 ILOG OPL Studio 3.7。

5.1 個案參數設定與資料輸入

5.1.1 排休階段參數設定與資料輸入

（一）實例一早午班

1. 參數設定：

Drivers—早班	30 人
Drivers—午班	29 人
Days	30 天
Shift	1（工作）、0（休假）

2. 資料輸入：

此階段資料主要為每日各班別需求人數、司機員組別分類、預排工作與預排休假等資料。每日各班別需求人數如表 5.1 所示；司機員組別分類如表 5.2 所示；預排資料如表 5.3 所示。

表 5.1 實例一早午班每日各班別需求人數

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
早支	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
早 D	3	1	1	3	1	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3
早 C	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
早 A	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
早 B	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
早 G	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
午支	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
午 C	4	3	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4
午 A	4	6	6	4	6	4	4	4	6	6	4	4	4	4	4
午 B	7	6	6	7	6	7	7	7	6	6	7	7	7	7	7
午 D	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
動 A	1	3	3	1	3	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1
動 B	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
動 C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
早支	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
早 D	1	1	3	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	1
早 C	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
早 A	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
早 B	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
早 G	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
午支	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
午 C	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3
午 A	6	6	4	4	4	4	4	6	6	4	4	4	4	4	6
午 B	6	6	7	7	7	7	7	6	6	7	7	7	7	7	6
午 D	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0
動 A	3	3	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	3
動 B	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0
動 C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0

表 5.2 實例一早午班司機員組別分類

司機員組別	司機員編號
早班	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20, 21,22,23,24,25,26,27,28,29,30
午班	31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50, 51,52,53,54,55,56,57,58,59
早支	1,2,3,4,
早 D	5,6,7,8
早 C	9,10,11
早 A	12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22
早 B	23,24,25,26,27,28,29,30
午 D	31
午支	32,33,34,35
午 C	36,37,38,39,40,41
午 A	42,43,44,45,46,47,48,49
午 B	50,51,52,53,54,55,56,57,58,59

表 5.3 實例一早午班司機員預排資料表

司機員 編號	預排休假日期	預排工作 日期	司機員 編號	預排休假日期	預排工作 日期
1	20		31	9	31
2	19		32	30	
3	16	19	33	20	
4			34	15	21
5			35		22
6	10	8	36	5	
7	9	19,27,28,29,30	37	10	
8	13		38	23	
9			39	9	22
10	5		40		27,28,29
11	24		41		
12		18	42		12,13
13	3,10		43		
14	9		44	24	12,13,14,15,18
15	3		45	17	
16	2		46	2	
17	4		47	2	
18			48	25	

司機員 編號	預排休假日期	預排工作 日期	司機員 編號	預排休假日期	預排工作 日期
19	24		49		
20	9	12	50	2	
21	25	15	51	4,5	14
22			52	11	
23	17		53	23	
24			54	23	
25	3		55	16	
26	30		56	17	11
27	17		57	24	
28	24		58	5,6	
29	15		59		
30					

(二) 實例一夜班

1. 參數設定：

Drivers— 夜班	17 人
Days	30 天
Shift	1 (工作)、0 (休假)

2. 資料輸入：

此階段資料主要為夜班每日各班別需求人數、司機員組別分類、預排工作與預排休假等資料。而在夜班部分由於這個月份是人力不足，因此在原本班表中 4/1、4/2、4/3、4/4、4/5、4/6、4/7、4/8、4/11、4/12、4/19、4/24 皆缺一司機員值班需求人次，而不足的部分在訪談中，排輪值表人員有提到可由當時也在值班的備班司機員、助理、領班或副段長來執行，在此並未對此做深入研究。本研究為了能夠符合現況且在之後能做班表比較，因此，在這十二天中也是各少一個司機員值班需求人次。每日各班別人數需求如表 5.4 所示；司機員組別如表 5.5 所示；預排資料如表 5.6 所示。

表 5.4 實例一夜班每日各班別需求人數

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
夜 C	2	3	3	2	3	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2
夜 A	5	5	4	5	4	5	5	5	6	5	5	5	6	6	6
夜 B	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
夜 C	3	3	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3
夜 A	6	5	6	5	6	6	6	6	4	6	6	6	6	6	6
夜 B	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2

表 5.5 實例一夜班司機員組別分類

司機員組別	司機員編號
夜班	60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76
夜 C	60,61,62
夜 A	63,64,65,66,67,68,69,70,71
夜 B	72,73,74,75,76

表 5.6 實例一夜班司機員預排資料表

司機員編號	預排休假日期	預排工作日期	司機員編號	預排休假日期	預排工作日期
60		11,12	69	16,17	
61			70	23,24	
62	2,6		71		
63	15,16		72		
64	8,9		73		
65	3,6		74	3,4,5,6	7
66	16,22		75		
67			76	1	
68					

(三) 實例二早午班

1. 參數設定：

Drivers—早班	35 人
Drivers—午班	33 人
Days	30 天
Shift	1 (工作)、0 (休假)

2. 資料輸入：

此階段資料主要為每日各班別需求人數、司機員組別分類、預排工作與預排休假等資料。每日各班別需求人數如表 5.7 所示；司機員組別如表 5.8 所示；預排資料如表 5.9 所示。

表 5.7 實例二早午班每日各班別需求人數

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
早支	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
早 D	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	1	1	3	3
早 C	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
早 A	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
早 B	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
早 G	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
午支	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
午 C	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4
午 A	4	4	4	4	6	6	4	4	4	4	4	6	6	4	4
午 B	7	7	7	7	6	6	7	7	7	7	7	6	6	7	7
午 D	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1
動 A	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	3	3	1	1
動 B	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
早支	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
早 D	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	1	1	3	3	3
早 C	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
早 A	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
早 B	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
早 G	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
午支	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
午 C	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4
午 A	4	4	4	6	6	4	4	4	4	4	6	6	4	4	4

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
午 B	7	7	7	6	6	7	7	7	7	7	6	6	7	7	7
午 D	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
動 A	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1
動 B	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1

表 5.8 實例二早午班司機員組別分類

司機員組別	司機員編號
早班	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20, 21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35
午班	36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55, 56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68
早支	1,2,3,4,
早 D	5,6,7,8
早 C	9,10,11, 12
早 A	13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25
早 B	26,27,28,29,30,31,32,33,34,35
午 D	36
午支	37,38,39,40
午 C	41, 42,43,44,45,46,47
午 A	48,49,50,51,52,53,54,55
午 B	56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68

表 5.9 實例二早午班司機員預排資料表

編號	預排休假日期	預排工作日期	編號	預排休假日期	預排工作日期
1	2,3,4,5		35		1
2	6,7,20	18	36	17,25,28,29	4
3	8,13,25,26,27		37	6,7,8,9,10,11	
4			38	4,10,11,13,14,18,24,25	19,20,21
5	15,16,18,26		39		
6	11,13,14	18	40	5,19	4
7	16	7,8,9	41	6,7,8	
8			42	4,5,13,14,25,29	
9	1,14,20,27,28	10,11,12	43	1,2,12,16,27	22,23,28
10	1,8,15,22,29		44	14,17,18	

編號	預排休假日期	預排工作日期	編號	預排休假日期	預排工作日期
11	22,25,26,28,29,30		45	21,28,29	
12			46	28,29	
13	7,8,12,13,16,23,24,26,30	18	47		
14	1,6		48	2,11,12,13,15,23	
15	6,7,19,28,29		49	5,12,18,25	
16	5,20		50	3,4,6,13	
17	5,17		51	12,13,20	
18	1,26,27		52	4,7,19,20	
19	6,7,8,13,25,26		53		4
20	13,14		54	26,27,28,29	18
21	17,19		55		
22	15		56	6,7,13,14,28	4
23			57	4,5,20,26	
24		4	58	7,13,16,19,23,28	18
25			59	7,17,19,20,21	
26	5,13,	1,2,3	60	1,2,3,4,7,8,9,10,19,25,28,29	12,13,14,15
27	1,7,8,11,17,23	4,5,6	61	13	16,17,18
28	19	20	62	4,6,7,21,25,26	
29	7,12,13,18,19,20,28		63	5,15,22,30	4,10
30	6,15,25		64	1,6,7,14,21,28	
31	5,17	4	65	4,18,27	
32	6		66	6	
33	15		67		
34			68		

(四) 實例二夜班

1. 參數設定：

Drivers— 夜班	16 人
Days	30 天
Shift	1 (工作)、0 (休假)

2. 資料輸入：

此階段資料主要為夜班每日各班別需求人數、司機員組別分類、預排工作與預排休假等資料。而在夜班部分由於這個月份是人力不足，因此在原本班表中這個月每日皆缺一司機員值班需求人次，而不足的部分在訪談中，排輪值表人員有提到可由當時也在值

班的備班司機員、助理、領班或副段長來執行，在此並未對此做深入研究。本研究為了能夠符合現況且在之後能做班表比較，因此，在這三十天中也是各少一個司機員值班需求人次。每日各班別需求人數如表 5.10 所示；司機員組別如表 5.11 所示；預排資料如表 5.12 所示。

表 5.10 實例二夜班每日各班別需求人數

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
夜 C	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	2	2
夜 A	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5
夜 B	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
夜 C	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2
夜 A	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5
夜 B	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3

表 5.11 實例二夜班司機員組別分類

司機員組別	司機員編號
夜班	69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84
夜 C	69,70,71
夜 A	72,73,74,75,76,77,78,79
夜 B	80,81,82,83,84

表 5.12 實例二夜班司機員預排資料表

司機員編號	預排休假日期	預排工作日期	司機員編號	預排休假日期	預排工作日期
69	5,19	25,26,27	77		
70	3,9,12,19	4	78	6	
71			79	5	
72	11,12,22,25	9,10,24,29,30	80	2,3	
73			81	11	
74	18,19,27		82	13,14,18	
75	1,2,4,5		83	20,24	
76	1,2,3		84	24	

5.1.2 輪班階段參數設定與資料輸入

(一) 實例一早午班

1. 參數設定：

Drivers	59 人
Days	30 天
Shift	$msA, msB, msC, msD, msG, asA, asB, asC, asD, moA, moB, moC, msS, asS, moS, swork, soff, off$

2. 資料輸入：

此階段資料主要為每日各值班班別需求之資料，並將第一階段之結果轉成第二階段的初始資料，求解司機員值班日的值班班別。其每日各值班班別需求之資料在前面表 5.1 有提到，在此不再贅述。

(二) 實例一夜班

1. 參數設定：

Drivers	17 人
Days	30 天
Shift	$nsA, nsB, nsC, swork, soff, off$

2. 資料輸入：

此階段資料主要為每日各值班班別需求之資料，並將第一階段之結果轉成第二階段的初始資料，求解司機員值班日的值班班別。其每日各值班班別需求之資料在前面表 5.4 有提到，在此不再贅述。

(三) 實例二早午班

1. 參數設定：

Drivers	68 人
Days	30 天
Shift	$msA, msB, msC, msD, msG, asA, asB, asC, asD, moA, moB, msS, asS, moS, swork, soff, off$

2. 資料輸入：

此階段資料主要為每日各值班班別需求之資料，並將第一階段之結果轉成第二階段的初始資料，求解司機員值班日的值班班別。其每日各值班班別需求之資料在前面表 5.7 有提到，在此不再贅述。

(四) 實例二夜班

1. 參數設定：

Drivers	16 人
Days	30 天
Shift	<i>nsA, nsB, nsC, swork, soff, off</i>

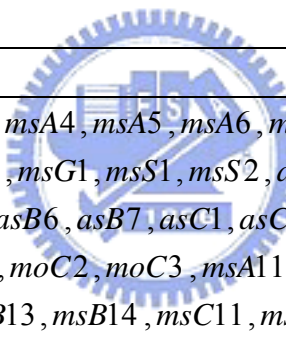
2. 資料輸入：

此階段資料主要為每日各值班班別需求之資料，並將第一階段之結果轉成第二階段的初始資料，求解司機員值班日的值班班別。其每日各值班班別需求之資料在前面表 5.10 有提到，在此不再贅述。

5.1.3 派卡階段參數設定與資料輸入

(一) 實例一早午班

1. 參數設定：

Drivers	59 人
Days	30 天
任務卡	 <i>msA1, msA2, msA3, msA4, msA5, msA6, msB1, msB2, msB3, msB4, msC1, msC2, msD1, msD2, msD3, msG1, msS1, msS2, asA1, asA2, asA3, asA4, asB1, asB2, asB3, asB4, asB5, asB6, asB7, asC1, asC2, asC3, asC4, asD1, asS1, asS2, moA1, moB1, moC1, moC2, moC3, msA11, msA12, msA13, msA14, msA15, msA16, msB11, msB12, msB13, msB14, msC11, msC12, msD11, msG11, msS11, msS12, asA11, asA12, asA13, asA14, asA15, asA16, asB11, asB12, asB13, asB14, asB15, asB16, asC11, asC12, asC13, asS11, asS12, moA11, moA12, moA13, msA21, msA22, msA23, msA24, msA25, msA26, msB21, msB22, msB23, msB24, msC21, msC22, msD21, msD22, msD23, msG21, msS21, msS22, asA21, asA22, asA23, asA24, asB21, asB22, asB23, asB24, asB25, asB26, asB27, asC21, asC22, asC23, asC24, asD21, asS21, asS22, moA21, moB21, msA31, msA32, msA33, msA34, msA35, msA36, msB31, msB32, msB33, msB34, msC31, msC32, msD31, msG31, msS31, msS32, asA31, asA32, asA33, asA34, asA35, asA36, asB31, asB32, asB33, asB34, asB35, asB36, asC31, asC32, asC33, asS31, asS32, moA31, moA32, moA33, moS, off1, off2, off3, off4, off5, off6, off7, off8, off9, off10, off11, off12, off13, off14, off15, off16, off17, off18, swork1, swork2, swork3, swork4, swork5, soff1, soff2, soff3, soff4, soff5</i>

2. 資料輸入：

此階段資料主要為日期的型態以及每日司機員在其值班班別所需執行任務卡之資

料，並將第二階段之結果轉成第三階段的初始資料，求解司機員應執行的任務卡。日期型態的分類如表 5.13 所示，而任務卡相關資料如表 5.14 所示。

表 5.13 實例一日期型態的分類

日期分類	94.4 對應日期
平平：M0	6,7,11,12,13,14,18,19,20,21,25,26,27,28
日日：M1	2,9,16,23,30
平日：M2	1,4,8,15,22,29
日平：M3	3,5,10,17,24

表 5.14 早午班任務卡相關資料

任務卡 編號	駕駛時 間（分）	任務卡 編號	駕駛時 間（分）	任務卡 編號	駕駛時 間（分）	任務卡 編號	駕駛時 間（分）
msA1	359	msA11	326	msA21	359	msA31	326
msA2	316	msA12	355	msA22	316	msA32	355
msA3	340	msA13	365	msA23	340	msA33	365
msA4	322	msA14	309	msA24	322	msA34	309
msA5	361	msA15	361	msA25	361	msA35	361
msA6	321	msA16	375	msA26	321	msA36	375
msB1	320	msB11	365	msB21	320	msB31	365
msB2	367	msB12	361	msB22	367	msB32	361
msB3	327	msB13	306	msB23	327	msB33	306
msB4	324	msB14	319	msB24	324	msB34	319
msC1	319	msC11	318	msC21	319	msC31	318
msC2	316	msC12	359	msC22	316	msC32	359
msD1	339	msD11	348	msD21	339	msD31	348
msD2	356	msG11	330	msD22	356	msG31	330
msD3	344	msS11	320	msD23	344	msS31	320
msG1	357	msS12	335	msG21	357	msS32	335
msS1	320	asA11	315	msS21	320	asA31	312
msS2	335	asA12	318	msS22	335	asA32	318
asA1	358	asA13	315	asA21	358	asA33	315
asA2	320	asA14	345	asA22	323	asA34	345
asA3	326	asA15	361	asA23	336	asA35	361
asA4	342	asA16	283	asA24	342	asA36	283
asB1	358	asB11	358	asB21	375	asB31	358
asB2	323	asB12	310	asB22	352	asB32	313
asB3	334	asB13	336	asB23	332	asB33	336

任務卡 編號	駕駛時 間(分)	任務卡 編號	駕駛時 間(分)	任務卡 編號	駕駛時 間(分)	任務卡 編號	駕駛時 間(分)
asB4	352	asB14	362	asB24	359	asB34	362
asB5	313	asB15	331	asB25	313	asB35	331
asB6	329	asB16	311	asB26	323	asB36	308
asB7	323	asC11	351	asB27	323	asC31	351
asC1	365	asC12	324	asC21	365	asC32	324
asC2	318	asC13	350	asC22	318	asC33	350
asC3	328	asS11	330	asC23	324	asS31	330
asC4	359	asS12	325	asC24	359	asS32	325
asD1	337	moA11	344	asD21	337	moA31	344
asS1	336	moA12	362	asS21	336	moA32	362
asS2	322	moA13	327	asS22	322	moA33	327
moA1	326			moA21	326	moS	312
moB1	322			moB21	322		
moC1	342						
moC2	330						
moC3	364						

(二) 實例一夜班

1. 參數設定：

Drivers	17 人
Days	30 天
任務卡	<i>nsA1, nsA2, nsA3, nsA4, nsA5, nsA6, nsB1, nsB2, nsB3, nsC1, nsC2, nsA11, nsA12, nsA13, nsA14, nsA15, nsA16, nsB11, nsB12, nsC11, nsC12, nsC13, nsA21, nsA22, nsA23, nsA24, nsA25, nsA26, nsB21, nsB22, nsB23, msC21, msC22, nsA31, nsA32, nsA33, nsA34, nsA35, nsB31, nsB32, nsB33, nsC31, nsC32, nsC33, off1, off2, off3, off4, off5, off6, off7, off8, off9, off10, off11, off12, off13, off14, off15, off16, off17, off18, swork1, swork2, swork3, swork4, swork5, soff1, soff2, soff3, soff4, soff5</i>

2. 資料輸入：


此階段資料主要為日期的型態以及每日司機員在其值班班別所需執行任務卡之資料，並將第二階段之結果轉成第三階段的初始資料，求解司機員應執行的任務卡。日期型態的分類如表 5.13 所示，在此不加贅述，而任務卡相關資料如表 5.15 所示。

表 5.15 夜班任務卡相關資料

任務卡 編號	駕駛時 間(分)	任務卡 編號	駕駛時 間(分)	任務卡 編號	駕駛時 間(分)	任務卡 編號	駕駛時 間(分)
nsA1	274	nsA11	285	nsA21	275	nsA31	311
nsA2	264	nsA12	346	nsA22	264	nsA32	311
nsA3	188	nsA13	325	nsA23	277	nsA33	328
nsA4	302	nsA14	256	nsA24	312	nsA34	255
nsA5	318	nsA15	312	nsA25	318	nsA35	310
nsA6	310	nsA16	310	nsA26	310	nsB31	324
nsB1	313	nsB11	322	nsB21	348	nsB32	274
nsB2	272	nsB12	272	nsB22	270	nsB33	254
nsB3	339	nsC11	272	nsB23	337	nsC31	272
nsC1	352	nsC12	344	nsC21	347	nsC32	349
nsC2	259	msC13	277	nsC22	260	nsC33	276

(三) 實例二早午班

1. 參數設定：

Drivers	68 人
Days	30 天
任務卡	 <i>msA1, msA2, msA3, msA4, msA5, msA6, msB1, msB2, msB3, msB4, msC1, msC2, msD1, msD2, msD3, msG1, msS1, msS2, asA1, asA2, asA3, asA4, asB1, asB2, asB3, asB4, asB5, asB6, asB7, asC1, asC2, asC3, asC4, asD1, asS1, asS2, moA1, moB1, msA11, msA12, msA13, msA14, msA15, msA16, msB11, msB12, msB13, msB14, msC11, msC12, msD11, msG11, msS11, msS12, asA11, asA12, asA13, asA14, asA15, asA16, asB11, asB12, asB13, asB14, asB15, asB16, asC11, asC12, asC13, asS11, asS12, moA11, moA12, moA13, msA21, msA22, msA23, msA24, msA25, msA26, msB21, msB22, msB23, msB24, msC21, msC22, msD21, msD22, msD23, msG21, msS21, msS22, asA21, asA22, asA23, asA24, asB21, asB22, asB23, asB24, asB25, asB26, asB27, asC21, asC22, asC23, asC24, asD21, asS21, asS22, moA21, moB21, msA31, msA32, msA33, msA34, msA35, msA36, msB31, msB32, msB33, msB34, msC31, msC32, msD31, msG31, msS31, msS32, asA31, asA32, asA33, asA34, asA35, asA36, asB31, asB32, asB33, asB34, asB35, asB36, asC31, asC32, asC33, asS31, asS32, moA31, moA32, moA33, moS, off1, off2, off3, off4, off5, off6, off7, off8, off9, off10, off11, off12, off13, off14, off15, off16, off17, off18, swork1, swork2, swork3, swork4, swork5, soff1, soff2, soff3, soff4, soff5</i>

2. 資料輸入：

此階段資料主要為日期的型態以及每日司機員在其值班班別所需執行任務卡之資料，並將第二階段之結果轉成第三階段的初始資料，求解司機員應執行的任務卡。日期型態的分類如表 5.16 所示，而任務卡相關資料如表 5.14 所示。

表 5.16 實例二日期型態的分類

日期分類	94.11 對應日期
平平：M0	1,2,3,7,8,9,10,14,15,16,17,21,22,23,24,28,29,30
日日：M1	5,12,19,26
平日：M2	4,11,18,25
日平：M3	6,13,20,27

(四) 實例二夜班

1. 參數設定：

除司機員人數不同，在實例二為 16 人外，其他參數設定和實例一夜班相同。

2. 資料輸入：

此階段資料主要為日期的型態以及每日司機員在其值班班別所需執行任務卡之資料，並將第二階段之結果轉成第三階段的初始資料，求解司機員應執行的任務卡。日期型態的分類如表 5.16 所示，在此不加贅述，而任務卡相關資料如表 5.15 所示。

5.2 各階段模式規模及求解時間

本研究所使用的個案根據輪值模式其三個階段的變數個數、限制式數目及求解時間如表 5.17 所示。其中變數及限制式的個數會隨著司機員人數、排班期天數、班別種類及司機員組別而有所不同，而求解效率會受到變數、參數設定與限制式等因素影響。

表 5.17 個案模式變數個數、限制式數目及求解時間

	第一階段			
	實例一		實例二	
	早午班	夜班	早午班	夜班
變數個數	2183	629	2516	592
限制式數	5434	1552	6208	1466
求解時間（秒）	1.07	0.28	2.51	0.26
	第二階段			
	實例一		實例二	
	早午班	夜班	早午班	夜班
變數個數	1770	510	2040	480
限制式數	4610	522	5416	510
求解時間（秒）	0.48	0.16	0.82	0.09
	第三階段			
	實例一		實例二	
	早午班	夜班	早午班	夜班
變數個數	1770	510	2040	480
限制式數	29766	2550	33622	2400
求解時間（秒）	36.75	1.37	155.56	0.90
求解時間總計（秒）	38.3	1.81	158.89	1.25

由上表可看出，本研究使用三階段求解扣除參數設定、資料輸入及將前一階段的結果轉成下一階段的投入的時間外，只需耗費五分鐘左右即可得到一張輪值表，是相當有效率的，依據訪問個案公司的排輪值表人員得到以人工方式排班至少要耗費三、四天以上，相較之下，本模式可在短時間即可求解出個案之月輪值表，求解效率相當地高。

5.3 個案執行結果與分析

本研究所求解出的班表其結果的良窳主要是以三階段結果分析來評估是否達到預期的目標。第一階段排休模式結果分析的指標有計畫期間休假數及計畫期間例假休班數，第二階段輪班模式結果分析的指標為司機員儘量輪值與其組別一致的班別，最後一階段派卡模式結果分析的指標為各司機員任務卡平均分鐘數。以上三階段四個指標的重要性優先次序，由前至後。而在司機員儘量輪值與其組別一致的班別的部分，本研究是採用司機員只能上和自己所分到組別相同的班別及上一個時段、下一個時段及同一時段的班別，計算違反此一規則的次數，進行和原始手排班表的比較。另外，在司機員任務卡平均分鐘數方面，其指的是司機員計畫期間的總駕駛分鐘數除以其在計畫期間內所執行的任務卡總張數，即司機員在計畫期間內每執行一張任務卡平均的駕駛分鐘數。班表結果請參閱附錄六及附錄七。

(一) 第一階段排休模式結果分析

1. 計畫期間休假天數

實例一及實例二原始班表及本研究之計畫期間休假數結果如表 5.18 所示，而其平均值與標準差如表 5.19 所示。

表 5.18 計畫期間休假數結果

司機員編號		N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10
實例一	原始班表	9	9	9	10	10	9	9	9	10	9
	本研究	10	9	10	9	9	9	9	9	9	9
實例二	原始班表	10	9	9	10	9	9	9	9	9	10
	本研究	10	10	9	10	10	10	9	9	9	9
司機員編號		N11	N12	N13	N14	N15	N16	N17	N18	N19	N20
實例一	原始班表	9	9	9	9	9	9	9	10	9	9
	本研究	9	10	9	10	9	9	9	9	10	9
實例二	原始班表	9	9	9	9	9	10	10	9	9	10
	本研究	9	9	9	9	9	10	9	10	10	9
司機員編號		N21	N22	N23	N24	N25	N26	N27	N28	N29	N30
實例一	原始班表	9	10	9	10	9	8	9	9	9	10
	本研究	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10
實例二	原始班表	9	10	9	9	9	9	9	9	10	10
	本研究	10	9	9	9	10	9	9	10	9	9
司機員編號		N31	N32	N33	N34	N35	N36	N37	N38	N39	N40
實例一	原始班表	9	9	10	9	10	9	9	9	9	9
	本研究	9	9	9	9	9	9	10	9	9	9
實例二	原始班表	11	10	10	9	8	9	9	10	9	10
	本研究	10	9	10	10	10	9	9	9	9	9
司機員編號		N41	N42	N43	N44	N45	N46	N47	N48	N49	N50
實例一	原始班表	10	10	10	9	9	9	9	9	10	9
	本研究	9	9	9	10	9	9	9	9	10	9
實例二	原始班表	9	9	9	10	9	9	9	7	10	9
	本研究	9	9	9	10	9	9	9	10	10	9
司機員編號		N51	N52	N53	N54	N55	N56	N57	N58	N59	N60
實例一	原始班表	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10
	本研究	9	9	10	10	9	10	10	10	9	10
實例二	原始班表	9	8	10	10	9	9	10	10	9	10
	本研究	9	9	9	9	9	9	10	9	9	9

司機員編號		N61	N62	N63	N64	N65	N66	N67	N68	N69	N70
實例一	原始班表	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	本研究	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
實例二	原始班表	9	9	9	10	9	9	9	9	9	9
	本研究	9	10	9	9	9	9	10	9	8	8
司機員編號		N71	N72	N73	N74	N75	N76	N77	N78	N79	N80
實例一	原始班表	10	10	10	10	10	10				
	本研究	10	10	10	10	10	10				
實例二	原始班表	8	9	8	8	9	9	9	11	8	9
	本研究	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9
司機員編號		N81	N82	N83	N84	計畫期間休假日數範圍					
實例一	原始班表					9~10					
	本研究					9~10					
實例二	原始班表	9	9	9	9	8~11					
	本研究	9	8	9	9	8~10					

表 5.19 計畫期間休假數之平均值與標準差

		早午班		夜班	
		原始班表	本研究	原始班表	本研究
實例一	平均值	9.22	9.22	10	10
	標準差	0.46	0.43	0	0
實例二	平均值	9.31	9.31	8.75	8.75
	標準差	0.62	0.47	0.72	0.45

由表 5.18 及表 5.19 可知，本研究所得到的結果在計畫期間休假數方面，其差異均比原始人工所排出的班表低，本研究可使在計畫期間內每位司機員其總休假天數相差很小，滿足公平性班表的目標。

2. 計畫期間例假休班天數

實例一及實例二原始班表及本研究之計畫期間例假休班天數結果如表 5.20 所示，而其平均值與標準差如表 5.21 所示。

表 5.20 計畫期間例假休班天數結果

司機員編號		N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10
實例一	原始班表	3	3	4	2	3	4	3	3	2	2
	本研究	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3
實例二	原始班表	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2
	本研究	2	2	3	3	2	2	2	3	3	3
司機員編號		N11	N12	N13	N14	N15	N16	N17	N18	N19	N20
實例一	原始班表	2	4	3	2	3	3	3	3	3	3
	本研究	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3
實例二	原始班表	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2
	本研究	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2
司機員編號		N21	N22	N23	N24	N25	N26	N27	N28	N29	N30
實例一	原始班表	4	4	4	3	5	3	3	3	2	2
	本研究	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3
實例二	原始班表	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2
	本研究	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2
司機員編號		N31	N32	N33	N34	N35	N36	N37	N38	N39	N40
實例一	原始班表	9	2	3	4	2	2	4	3	2	3
	本研究	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
實例二	原始班表	3	2	3	2	2	8	2	4	3	3
	本研究	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2
司機員編號		N41	N42	N43	N44	N45	N46	N47	N48	N49	N50
實例一	原始班表	4	4	3	3	3	4	3	3	4	3
	本研究	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3
實例二	原始班表	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2
	本研究	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2
司機員編號		N51	N52	N53	N54	N55	N56	N57	N58	N59	N60
實例一	原始班表	2	3	4	4	2	2	2	4	2	3
	本研究	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
實例二	原始班表	3	3	2	2	2	2	2	2	3	5
	本研究	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3
司機員編號		N61	N62	N63	N64	N65	N66	N67	N68	N69	N70
實例一	原始班表	4	4	3	3	4	2	2	2	2	4
	本研究	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3
實例二	原始班表	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	本研究	2	3	3	2	3	3	2	2	2	2

司機員編號		N71	N72	N73	N74	N75	N76	N77	N78	N79	N80
實例一	原始班表	5	3	3	2	3	4				
	本研究	3	3	3	3	4	3				
實例二	原始班表	3	3	2	2	2	2	2	3	2	2
	本研究	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2
司機員編號		N81	N82	N83	N84	計畫期間例假休班天數範圍					
實例一	原始班表					2~9					
	本研究					3~4					
實例二	原始班表	2	2	2	1	1~8					
	本研究	2	2	2	2	2~3					

表 5.21 計畫期間例假休班天數之平均值與標準差

		早午班		夜班	
		原始班表	本研究	原始班表	本研究
實例一	平均值	3.12	3.12	3.12	3.12
	標準差	1.10	0.34	0.93	0.33
實例二	平均值	2.41	2.41	2.13	2.13
	標準差	0.90	0.50	0.50	0.34

由表 5.20 及表 5.21 可知，本研究所得到的結果在計畫期間例假休班天數方面，其差異均比原始人工所排出的班表低，讓每個司機員在例假日休假的天數相差很小，滿足公平性班表的目標。

第一階段排休模式結果分析方面，由於本研究在休假日及例假休班天數之全距及標準差皆小於等於原始班表，表示各司機員休假日數及例假休班天數的差距較原始班表小，由此可知本研究在休假日及例假休班天數的分配上較原始班表公平。

(二) 第二階段輪班模式結果分析

此階段是比較司機員儘量輪值與其組別一致的班別，實例一及實例二原始班表及本研究司機員儘量輪值與其組別一致的班別結果比較如表 5.22 所示。

表 5.22 司機員儘量輪值同一班別結果比較表

		實例一		實例二	
		原始班表	本研究	原始班表	本研究
司機員儘量輪值與其組別相同的班別（違反次數）	早午班	44 次	0 次	51 次	0 次
	夜班	8 次	0 次	7 次	0 次

在司機員儘量輪值與其組別一致的班別這個指標，原始人工手排班表依順序分別為實例一違反 52 次及實例二違反 58 次，本研究在這個軟限制上，實例一及實例二並無違反情況的發生，求解出的結果相當的不錯。

(三) 第三階段派卡模式結果分析

此階段是比較各司機員任務卡平均分鐘數，實例一及實例二原始班表及本研究之計畫期間各司機員任務卡平均分鐘數結果如表 5.23 所示，而其平均值與標準差如表 5.24 所示。

表 5.23 各司機員任務卡平均分鐘數結果

司機員編號		N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10
實例一	原始班表	315	328	326	325	344	344	343	342	329	331
	本研究	327	330	319	315	342	347	352	342	332	333
實例二	原始班表	314	324	325	323	344	342	344	340	331	337
	本研究	334	326	322	317	345	347	343	339	327	342
司機員編號		N11	N12	N13	N14	N15	N16	N17	N18	N19	N20
實例一	原始班表	331	335	337	340	342	341	336	335	332	332
	本研究	334	341	343	352	330	334	337	332	349	349
實例二	原始班表	334	329	331	336	335	332	339	332	336	328
	本研究	344	328	359	336	354	336	323	339	355	335
司機員編號		N21	N22	N23	N24	N25	N26	N27	N28	N29	N30
實例一	原始班表	341	332	336	331	332	337	333	343	338	339
	本研究	344	335	339	334	330	330	332	330	329	330
實例二	原始班表	338	336	337	338	333	332	346	336	329	329
	本研究	336	327	318	332	330	356	359	331	338	339
司機員編號		N31	N32	N33	N34	N35	N36	N37	N38	N39	N40
實例一	原始班表	337	330	332	329	330	345	339	338	338	331
	本研究	328	328	326	332	338	350	336	336	333	335
實例二	原始班表	336	331	339	338	331	337	331	327	333	330
	本研究	334	332	336	324	318	327	329	334	325	322
司機員編號		N41	N42	N43	N44	N45	N46	N47	N48	N49	N50
實例一	原始班表	341	338	341	341	336	331	332	330	334	333
	本研究	321	339	324	343	335	328	346	330	345	336
實例二	原始班表	342	338	340	339	340	338	334	332	326	330
	本研究	351	347	348	354	335	327	329	345	332	342
司機員編號		N51	N52	N53	N54	N55	N56	N57	N58	N59	N60
實例一	原始班表	333	336	337	334	333	335	334	334	331	317
	本研究	351	324	336	332	326	338	337	328	324	306
實例二	原始班表	340	341	330	329	331	339	332	337	332	322
	本研究	329	343	329	328	324	353	339	335	338	358

司機員編號		N61	N62	N63	N64	N65	N66	N67	N68	N69	N70
實例一	原始班表	280	289	253	249	257	260	261	263	262	270
	本研究	291	299	300	290	300	301	271	271	294	310
實例二	原始班表	333	327	335	334	335	330	333	339	306	312
	本研究	334	355	342	337	324	319	323	318	298	319
司機員編號		N71	N72	N73	N74	N75	N76	N77	N78	N79	N80
實例一	原始班表	271	290	287	267	278	288				
	本研究	284	294	300	336	287	285				
實例二	原始班表	296	284	282	269	268	293	295	270	282	303
	本研究	280	312	261	300	308	310	265	273	276	308
司機員編號		N81	N82	N83	N84	各司機員任務卡平均分鐘數範圍					
實例一	原始班表					249~345					
	本研究					271~352					
實例二	原始班表	303	308	299	304	268~344					
	本研究	300	286	302	294	261~359					

表 5.24 各司機員任務卡平均分鐘數之平均值與標準差

		早午班		夜班	
		原始班表	本研究	原始班表	本研究
實例一	平均值	334.97	334.88	273.06	295.24
	標準差	5.46	8.43	17.30	15.07
實例二	平均值	333.84	335.82	292.13	293.25
	標準差	5.75	11.24	14.53	17.69

由表 5.23 及表 5.24 可知，本研究所得到的結果在任務卡平均分鐘數方面，除了實例一夜班外，其差異均比原始人工所排出的班表大，在這個公平性指標本研究是並未滿足的，探究其原因，是由於第一階段排休模式得到每個司機員的月值班日總數不同及為了滿足第二階段輪班模式使得第三階段任務卡選擇減少造成各司機員任務卡平均分鐘數的結果分析原始班表略優於本研究。

故由表 5.18 至表 5.24 總結可知，本研究除滿足所有硬限制外，對於司機員之休假數、例假日休班天數、儘量滿足司機員輪值與其組別一致的班別皆有不錯的結果，而由於本研究較重視前二階段指標，因此，本研究優先滿足前二階段指標，在權衡之下使得第三階段指標結果和原始班表比較是略遜一籌。根據每月需求變動，在求解模式中只需稍微調整或增減參數及輸入相關資料，即可求解出一班表，證明本研究模式之效用與適用性。

第六章 結論與建議

隨著路網的擴大與服務品質的提升，台北捷運現今已成為台北人重要交通工具之一，運量持續不斷的成長，因此，台北捷運縮短其營運班距，班次也愈來愈密集，希望能夠提供安全、迅速及便利的服務給所有搭乘捷運的乘客。而在高運量的捷運系統中，必定會配上一位司機員提供完善的服務給乘客，但台北捷運公司的營運時間長且全年無休，若要符合其密集班次及相關規定，讓每台營運的列車上皆有司機員提供貼心的服務，其司機員輪值表的排定即變得很重要。國內外有不少學者針對排班問題進行研究，但目前國內尚無人針對捷運司機員的輪值班表排定進行研究，因此，本研究嘗試結合數學規劃及限制規劃求解司機員輪值問題。由於司機員輪值問題相當複雜，本研究將其分成三階段求解，並依其問題特性不同，選擇採用數學規劃或限制規劃方法求解。

本研究發展之模式考量了實際輪值規則之限制外，也在本研究當中加入了公平性目標，可依據捷運系統的需求訂定不同參數或以不同搜尋策略求解。另外，限制滿足問題具有多重解特性，本研究模式可在不改變現有限制下，求出另一個符合輪值限制的班表，使得模式應用上更有彈性且更能提供排班表人員決策之參考。

6.1 結論

經本研究之實證分析後，獲得以下幾點結論：

1. 本研究整理捷運司機員輪值規則，以數學規劃法及限制規劃法求解司機員輪值問題，突破傳統只單純用 MP-based 的方法論，並將捷運司機員輪值問題分成三階段求解，來降低司機員輪值表排定之解空間規模，提升了求解效率。第一階段為排休問題，使用數學規劃求解司機員工作日及休假日；第二階段為輪班問題，使用限制規劃求解司機員工作日輪值班別；最後一階段是派卡問題，使用限制規劃求解司機員輪值班別所應執行的任務卡。
2. 經過台北捷運淡水段北投車班九十四年四月份及九十四年十一月份司機員輪值例題測試，計畫期間休假日、計畫期間例假休班天數及司機員儘量執行與其組別一致的班別這些結果均比原始人工手排班表好，唯任務卡平均時數的結果受到其他指標的影響，因此較原始人工手排班表差，以分析結果來看，本研究發展出的模式除了滿足所有排班硬限制外，也儘量滿足軟限制隱含的公平性目標。
3. 三階段求解能夠有效縮減求解空間，使求解效率大幅提升，並能滿足公平性目標。本研究模式在 PC 平台下測試環境為 Windows XP 作業系統、1.29 GHz 處理器速度，以 ILOG OPL Studio 3.7 執行求解，分三階段進行，可快速完成 84 名司機員一個月的輪值表，相較於原始人工手排班表至少需三至四天大大減少許多時間。

6.2 建議

本研究提出之輪值模式確實能求解符合排班規則及具公平性之班表，然而本研究成果仍有其可改善空間，經過本研究實證分析後，提出以下建議為後續研究之參考：

1. 本研究模式為三階段求解，目前在模式轉換間仍需人工手動轉換，建議後續可以決策支援系統之概念，撰寫以連接三階段求解模式之流程。
2. 本研究所構建之三階段求解法，雖可提升求解效率與休假公平分配，但其缺失為第一階段即固定休假及上班日，使得第二階段求解時，指派值班班別之彈性降低，同樣地，第二階段固定值班班別，會造成任務卡的指派彈性降低，進而影響各司機員任務卡平均時數無法儘量相同。建議後續研究可探討將三階段整合為一階段求解，或針對三階段模式缺失加以探討，進而增加班表的彈性，提升司機員對班表的滿意度。
3. 通常班表需考慮前後月連續性問題，本研究並未考量到此一問題，對於全月班表第一天之班別銜接及前月班表和這個月班表連續工作及休假天數的限制皆未考量，可能會有違反法規情形發生，針對全月班表第一天之班別銜接可用預排方式來處理，建議後續研究可試著用非手動方式銜接前月最後一天和每月第一天之班別以及考量前月班表和這個月班表連續工作及休假天數的限制，以使班表結果更符合實際需求。
4. 在各司機員任務卡平均分鐘數的公平性指標上結果分析不如原始班表好，在短期可利用人為管理來達到公平，如金錢補償或休假補償，長期建議後續研究可探討前段排班問題，即讓任務卡駕駛時數儘量相同，將求解出之任務卡資料放入本研究輪值問題，比較其結果。
5. 司機員排班的一般休假一年會有固定天數（依法規規定），使每個司機員在一年中休假天數是一樣，以示公平，本研究中並未考慮休假日累積機制使之在每個月休假日排定時皆能考慮累積休假日是多少讓其在一年最後也能完全符合一年應休總休假日數，故建議後續研究可將其考量在模式之中。
6. 本研究僅就以台北捷運淡水段北投車班進行研究，未來可考慮排定不同車務段的司機員輪值表或是預定明年完工的高雄捷運司機員輪值表。在實際應用上，可能由於不同時點或不同車務段使得排班規則改變，造成模式的參數或限制式需修正，因此，建議後續可建立一套決策支援系統，將所有車務段會考量的參數及限制式內建，由輪值班表排定人員選擇適當限制式及參數進行輪值表的排定。

參考文獻

1. Beasley, J. E., and B. Cao, "A Tree Search Algorithm for the Crew Scheduling Problem," *European Journal of Operational Research*, Vol.94, No.3, pp.517-526, 1996.
2. Brailsford, S. C., C. N. Potts, and B. M. Smith, "Constraint Satisfaction Problems: Algorithms and Applications," *European Journal of Operational Research* 119, pp.557-581, 1999.
3. Caprara, A., M. Fischetti, P. Toth, and D. Vigo, "Modeling and Solving the Crew Rostering Problem," *Operations Research*, Vol. 46, No. 6, pp. 820-830, 1998.
4. Chu, Sydney C. K. and Edmond C. H. Chan, "Crew Scheduling of Light Rail Transit in Hong Kong: From Modeling to Implementation," *Computers and Operations Research*, Vol. 25, No. 11, pp. 887-894, 1998.
5. Emden-Weinert, T., H. Kotas, and U. Speer, "DISSY-A Driver Scheduling System for Public Transport," Version 1.11, downloaded on July 11, 2002 from <http://people.freenet.de/Emden-Weinert/DISSY/DISSY-Whitepaper.html>
6. Ernst, A.T., H. Jiang, M. Krishnamoorthy, H. Nott, and D. Sier, "An Integrated Optimization Model for Train Crew Management," *Annals of Operations Research*, to appear.
7. Haralick, R. and G. Elliott, "Increasing Tree Search Efficiency for Constraint Satisfaction Problems," *Artificial Intelligence*, Vol.14, pp. 263-313, 1980.
8. Hillier, F. S. and G. J. Lieberman, *Introduction to Operations Research*, McGraw-Hill, 1995.
9. Lau, H. C., "On the Complexity of Manpower Shift Scheduling," *Computers Operations Research*, Vol.23, No.1, pp.93-102, 1996.
10. Lavoie, S., M. Minoux and E. Odier, "A new Approach for Crew Pairing Problems by Column Generation with an Application to Air Transportation," *European Journal of Operational Research*, Vol.35, pp. 45-48, 1998.
11. Sodhi, M. S. and S. Norris, "A Flexible, Fast, and Optimal Modeling Approach Applied to Crew Rostering at London Underground," *Annals of Operations Research* 127, pp.259-281, 2004.
12. Hentenryck, V. P., *ILOG OPL Studio 3.7 Language Manual*, 2003.
13. Young, R. D., "A Simplified Primal (All-Integer) Integer Programming Algorithm,"

Operations Research, Vol.16, pp.750-782, 1968.

14. 王勇華，「人員排班問題啟發式解法之應用」，國立交通大學，碩士論文，民國 82 年。
15. 王國琛，「結合限制規劃與數學規劃求解大型後艙空勤組員排班問題」，國立交通大學，碩士論文，民國 91 年。
16. 台北大眾捷運股份有限公司，「高運量運務人員勤務管理作業要點」，民國 85 年。
17. 李俊德，「以限制規劃法求解全年無休人員排班問題之研究—以護理人員排班為例」，國立交通大學，碩士論文，民國 94 年。
18. 林詩芹，「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，碩士論文，民國 92 年。
19. 唐依伶，「以限制規劃求解公平性空服組員派遣問題—以座艙長為例」，國立交通大學，碩士論文，民國 92 年。
20. 張文助，「以限制規劃構建運動排程模式—以中華職棒大聯盟賽程表排程為例」，國立交通大學，碩士論文，民國 94 年。
21. 張育彰，「應用基因演算法於台鐵列車駕駛員排班與輪班整合問題之研究」，國立成功大學，碩士論文，民國 92 年。
22. 盧宗成，「捷運司機員排班問題之研究—以台北捷運公司為例」，國立交通大學，碩士論文，民國 89 年。
23. 韓復華，「休假排班及其人力需求規劃決策支援系統雛型建立」，國科會研究報告，民國 83 年。
24. 謝欣宏，「台鐵司機員排班與輪班問題之研究—以基因演算法求解」，國立成功大學，碩士論文，民國 91 年。
25. 蘇昭銘，張靖，「捷運系統站務人員排班模式之研究」，運輸學刊，第十二卷第二期，1-14 頁，89 年 11 月。
26. 蘇啟超，「飛安查核工作排程與人員排班模式建立」，國立交通大學，碩士論文，民國 93 年。
27. <http://www.trtc.com.tw/c/>, 臺北捷運大眾股份有限公司網站，九十五年五月二十五日。

附錄一 九十四年四月台北捷運公司淡水段司機員輪值表

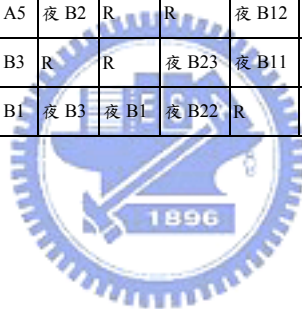
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
N1	動支	動支	R	R	R	動支	動支	動支	動支	動支	R	R	動支	動支	動支	動支	動支	R	動支	SO	動支	動支	動支	R	R	動支	動支	動支	R	動支
N2	R	早支 11	早支 32	早支 21	R	早 C1	早支 1	早支 22	早支 11	早支 32	R	R	早支 1	早支 2	早支 21	R	R	早支 2	SO	動支	R	R	早 C12	動支	動支	早支 2	早 G1	R	早支 21	早支 12
N3	早支 22	R	R	R	動支	早支 1	早支 2	R	R	早支 31	動支	動支	早支 2	早 G1	R	SO	早支 31	動支	SW	R	早支 2	早支 21	早支 12	R	R	早支 1	早支 2	早支 1	早支 22	早支 11
N4	早支 21	R	動支	動支	早支 32	早支 2	R	R	R	早 C31	早支 2	早支 1	早 C2	R	R	早支 11	早支 32	早支 1	早支 2	R	R	早支 22	早支 11	早支 32	早支 1	R	R	早支 2	動支	早 G11
N5	早 D22	早 D11	早 C31	早 C22	早 C31	R	早 D3	早 D22	早 D11	R	R	早 D2	早 D1	早 D3	R	R	早 C32	早 D3	早 D2	早 D1	R	R	動 A11	早 D31	早 D2	R	R	早 G1	早 D21	R
N6	早 D23	早 C11	早 D31	早 D22	R	R	早 G1	SW	R	SO	早支 1	早 D3	早 D2	早 D1	早 D23	R	R	動 A1	早 D1	早 D2	R	R	早 D11	早 C32	早支 2	早 D3	早 D2	R	R	早 D11
N7	R	R	動 A31	早 D21	早支 31	R	早 D2	早 D21	SO	R	早 D2	早 D1	早 D3	R	早 D22	早 D11	早 D31	R	SW	早支 2	早 D2	早 D23	早 G11	R	R	R	SW	SW	SW	SW
N8	R	動 A11	早支 31	早 D23	早 D31	早 D2	R	早 D23	早 C11	早 D31	R	R	SO	R	早支 22	早 C12	早 C31	早 D2	R	早 G1	早 D3	早 D21	R	R	早 D1	早 D2	早 D3	早 D1	早 D23	R
N9	早 D21	R	早 C32	早 C21	早 C32	早 D3	早 C1	R	早 A11	早 A32	早 C1	早 C2	早 C1	R	R	早 G11	早 A33	早 C2	R	R	早 C1	早 C22	早 C11	早 A34	早 C2	R	R	動 A1	R	R
N10	早 C21	早 C12	R	R	SO	早 C2	早 C2	R	早 G11	早 C32	早 C2	早 C1	R	R	早 D21	早 A15	早 A36	早 A1	早 D3	R	R	早 C21	早 A12	早 C31	早 C1	R	動 A1	早 C1	早 C21	R
N11	R	動 A12	早 A33	早 A24	早 A35	R	R	早 C21	早 C12	早 A36	早 A1	R	R	動 A1	早 C21	早 C11	R	早 C1	早 C2	早 C1	早 C2	R	R	SO	早 G1	早 C2	早 C1	R	早 C22	早 C11
N12	R	早 A11	早 A32	早 A23	動 A33	R	早 A4	早 A25	早 A16	早 A31	R	早支 2	早 A2	早 C1	早 G21	R	R	SW	早支 1	早 A3	早 A4	R	R	動 A32	早 D3	早 D1	早 A5	早 C2	R	R
N13	R	R	SO	R	R	R	動 A1	早 A26	R	SO	早 G1	早 A1	早 A3	早 A4	R	動 A12	早 B31	早 A6	早 A1	早 A2	R	早 A23	早 A14	早 A35	早 A6	R	早 A1	早 A2	早 A23	早 A14
N14	R	R	早 G31	早 A21	早 A32	早 A3	早 A5	R	SO	動 A31	早 D1	R	R	R	早 C22	早支 12	早 A31	早 G1	R	早支 1	早 A2	早 A21	早 A13	R	R	早 C1	早 A3	早 D3	早 A24	早 A15
N15	早 G21	R	SO	R	R	早 A1	早 A2	早 A23	R	動 A32	早 A4	早 A5	R	早 A6	早 A21	早 A12	早 B32	早 A5	R	R	動 A1	早 A26	早 A11	早 A32	R	R	早 B3	早 A3	早 A25	早 A11
N16	R	SO	動 A32	早支 22	早 A31	早 A2	早 D1	R	R	早 A33	早 A5	早 A6	早 A1	早支 1	R	R	動 A31	早 A2	R	早 C2	早 A3	早 D22	R	早 A36	早 A5	早 A1	R	R	早 G21	早 A12
N17	早 A21	早 A13	早 A34	SO	R	R	早 A6	早 A21	早支 12	R	R	早 G1	早 A4	早 A5	早 A26	早 A14	R	早 B4	早 A4	R	R	早 A25	早 A16	早支 31	早 A1	早 A2	R	R	動 A21	早 A13
N18	早 A22	早 A12	早 A31	早 B21	早 B32	R	R	動 A21	早 A13	早 B33	早 A6	R	早 A5	早 A2	早 A23	R	R	R	早 A3	早 A4	早 A5	R	R	早 G31	早 A2	早 A3	早 A4	R	R	動 A12
N19	動 B21	R	R	早 A22	早 A33	早 A4	R	早 A24	早 A15	早 A34	早 A3	R	R	早 C2	早 A22	早 A13	早 A34	R	早 C1	早 D3	R	早 G21	R	SO	動 A1	早 A5	早 A2	早 D2	R	早 A16
N20	早 C22	早 A16	R	早 A25	早 A34	早 D1	R	R	SO	早 G31	早 D3	SW	R	早 A3	早 A24	早 A11	早 A32	早 A4	R	動 A1	早 A6	R	R	動 A31	早 A3	早 A4	早 A6	早 A5	R	R

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
N21	早 A23	早 A15	早 A36	R	R	早 A5	早 A3	R	動 A11	早 A35	早 A2	早 A3	早 A6	R	SW	動 A11	早 A35	早 A3	早 A5	R	早 A1	早 A22	R	R	SO	早 G1	早 B4	早 A4	R	R
N22	早 A24	早 A14	早 A35	早 A26	早 A36	R	早 A1	早 A22	R	R	早 B1	早 A4	早 B2	早 A1	R	R	早 G31	早 B3	早 A2	R	R	動 A21	動 A12	早 A31	早 A4	R	R	早 A1	早 A22	R
N23	早 A26	早 B12	早 B33	R	R	早 B1	早 B2	早 B23	早 B14	R	R	早 B4	早 B1	早 B3	早 B24	R	SO	R	動 A1	早 A1	早 G1	R	R	早 B31	早 B2	早 A6	R	早 B2	早 B23	早 B14
N24	R	早 G11	早 B31	早 B24	早 B33	R	R	早 C22	早 B13	早 B32	早 B3	早 A2	R	早 B2	早 B23	早 B14	R	R	早 B4	早 A6	早 B4	早 B21	R	R	早 B1	早 B2	早 D1	R	R	動 A11
N25	早 B21	R	SO	R	R	早 G1	早 B1	早 B22	R	R	早 B4	早 B1	早 B4	R	動 A21	早 B11	早 B34	早 D1	R	早 B4	早 支 1	早 A24	早 A15	早 B34	R	早 B3	早 C2	早 B4	早 D22	R
N26	早 B22	早 B13	R		早 G31	早 B3	早 B4	早 B21	早 B12	R	R	動 A1	動 A1	早 B4	早 A25	早 A16	R	R	早 B1	早 B2	早 B3	R	早 B11	早 B32	R	R	早 B2	早 B3	早 B24	SO
N27	早 B23	早 B14	R	早 B22	早 B31	早 B4	R	早 支 21	早 A14	R	R	R	早 G1	早 B1	早 B22	早 B13	SO	R	早 A6	早 B1	早 B2	早 B23	早 B14	R	R	動 A1	早 B1	R	早 A26	早 B11
N28	早 B24	早 B11	早 B32	早 B23	早 B34	R	R	早 G21	早 A12	R	動 A1	早 B2	早 B3	早 D2	R	R	動 A32	早 B1	早 B2	早 B3	早 D1	R	R	SO	早 B3	早 B4	R	R	早 A21	早 C12
N29	動 A21	早 支 12	早 B34	R	動 A32	早 B2	早 B3	早 B24	早 B11	早 B34	R	R	R	SO	R	R	R	早 G1	早 A5	早 B1	早 B22	早 B13	早 A33	R	早 B1	早 支 1	早 A6	早 B21	早 B12	
N30	早 A25	R	R	早 G21	動 A31	早 A6	R	R	動 A12	早 B31	早 B2	早 B3	R	早 B21	早 B12	早 B33	早 B2	早 B3	R	R	早 B24	早 B12	早 B33	早 B4	R	R	早 B1	早 B22	早 B13	
N31	午 D21	R	R	午 D21	R	午 D1	午 D1	午 D21	SO	R	午 D1	午 D1	午 D1	午 D1	午 D21	R	R	午 D1	午 D1	午 D1	午 D1	午 D21	R	R	午 D1	午 D1	午 D1	午 D1	午 D21	R
N32	午 C21	午 支 12	午 支 31	午 支 22	R	R	午 C2	午 支 22	午 支 11	午 支 32	R	午 C3	午 支 2	午 支 1	午 支 22	午 支 11	R	R	午 C4	午 支 1	R	R	動 A13	午 支 32	午 支 1	午 支 2	午 支 1	R	R	SO
N33	R	動 A13	午 支 32	午 支 21	午 支 32	午 C1	R	午 支 21	午 支 12	午 C33	午 C3	R	R	午 C4	午 支 21	午 支 12	午 支 31	R	R	SW	午 支 1	午 支 22	R	R	午 支 2	午 支 1	午 支 2	午 支 1	R	R
N34	午 支 21	R	動 A33	午 C21	午 支 31	午 支 2	午 支 1	R	R	午 支 31	午 支 2	午 支 1	R	R	SO	R	R	午 支 2	午 支 1	R	SW	午 支 21	午 支 12	午 支 31	R	午 C2	午 C3	午 支 2	午 支 21	午 支 12
N35	午 支 22	午 支 11	午 C31	R	午 B32	午 支 1	午 支 2	R	R	午 C32	午 支 1	午 支 2	午 支 1	午 支 2	R	R	午 支 32	午 支 1	午 支 2	R	R	SW	午 支 11	午 C33	R	R	R	午 C4	午 支 22	午 支 11
N36	午 C22	午 C13	R	R	SO	R	R	R	動 A13	午 C31	午 C2	午 A1	午 C4	午 C1	R	午 A15	午 A33	午 C4	午 C1	午 C3	R	午 A24	午 C11	R	R	午 C1	午 C2	午 C3	午 C24	午 C11
N37	午 C23	午 A15	R	動 B21	午 C31	午 C2	午 C3	午 C24	R	SO	午 A1	午 C1	午 C2	午 C3	R	午 C12	午 C33	午 A2	R	R	午 C1	午 C22	午 C13	R	R	午 A3	午 C4	午 A4	R	R
N38	午 C24	午 C11	R	R	R	動 B1	午 A1	R	午 C12	午 A36	午 A3	午 C4	R	午 A4	午 C21	午 C13	午 A36	午 C1	R	午 支 2	午 C3	午 C21	SO	R	午 C2	午 C3	R	R	午 C21	午 C12
N39	R	午 C12	午 C33	午 C24	R	R	R	R	SO	動 A33	午 C1	午 C2	午 C3	午 A1	R	午 A12	午 C31	午 C2	午 C3	午 C2	R	SW	午 A13	午 C31	R	午 C4	午 A4	午 C1	午 C22	R
N40	午 A21	午 A16	R	午 C22	午 C32	午 C3	午 C4	午 C21	R	R	R	R	R	R	午 C22	午 C11	午 C32	午 C3	午 C2	R	午 C4	午 C23	午 C12	午 A36	動 B1	R	SW	SW	SW	午 C13
N41	R	午 A11	午 C32	午 C23	R	午 C4	午 C1	午 C22	R	午 A32	午 C4	R	午 C1	午 C2	R	動 A13	午 A35	午 A4	R	午 C1	午 C2	午 C24	R	午 C32	午 C3	R	午 C1	午 C2	R	R
N42	R	R	午 A32	午 A23	R	午 B3	午 A2	午 A23	午 A14	午 A35	R	SW	SW	午 B1	午 C23	R	動 A33	午 A1	午 A2	午 A3	R	R	R	午 A34	午 A1	R	R	動 C1	午 A21	午 A12
N43	午 A22	R	午 A33	午 A24	午 A35	動 A1	R	動 B21	午 C11	午 A31	午 B2	午 A2	R	R	午 A24	午 A11	午 B33	R	R	午 B4	午 A1	午 A22	R	R	午 C4	午 A1	R	R	午 A24	午 A15

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
N44	午 A23	R	午 A34	午 A21	午 A34	午 A2	動 B1	R	午 A11	午 A34	R	SW	SW	SW	SW	R	R	SW	午 B5	R	R	午 A21	午 A15	SO	R	R	午 A1	午 A2	午 A23	午 A14
N45	午 A24	午 A12	R	R	午 A36	午 B6	R	午 A21	午 A12	午 A33	午 A4	R	午 A1	午 A2	午 A23	午 A14	SO	R	午 A4	午 C4	午 支 2	R	R	動 A33	午 C1	午 A4	午 B7	午 B1	R	R
N46	R	SO	R	R	R	R	午 A3	午 A24	午 A15	R	動 B1	午 A4	午 A2	午 A3	午 B22	R	午 A32	午 A3	午 B3	午 B5	R	動 B21	午 A11	午 A32	午 A3	午 B6	R	午 A1	午 A22	午 A13
N47	R	SO	R	午 A22	午 A33	午 A4	R	午 C23	午 A16	R	午 A2	午 A3	午 A4	午 B6	午 C24	R	午 A31	午 B7	午 A3	午 A4	R	R	午 A12	午 A33	午 A4	午 B1	R	R	動 A23	午 A11
N48	R	R	午 A35	午 B22	午 A32	午 A3	午 A4	R	R	午 B33	R	動 B1	午 A3	R	午 A22	午 A13	午 B31	R	R	午 A1	午 A2	午 A23	午 A14	R	SO	午 B5	午 A2	午 A3	午 C23	午 A16
N49	午 B21	午 A13	R	動 A21	午 C33	午 A1	R	午 B26	午 C13	R	R	R	動 B1	午 B7	午 A21	午 A16	午 A34	R	午 A1	午 A2	午 A3	R	R	午 A31	午 A2	午 A2	午 A3	午 B2	R	R
N50	R	SO	R	R	R	午 B7	午 B6	午 A22	午 B12	午 B31	R	午 B2	午 B3	午 B4	午 B25	午 B16	R	午 B5	午 B1	動 B1	R	R	午 B11	午 B32	午 B3	午 B4	R	午 B6	午 B22	午 B14
N51	R	午 A14	午 A36	SO	SO	R	午 B7	午 B24	R	R	午 B1	午 B5	R	SW	午 B26	午 B11	午 B32	午 B3	R	午 B1	午 B2	午 B23	午 B14	午 B35	R	午 B7	午 B3	R	R	動 A13
N52	午 B22	午 B13	午 B34	R	午 A31	午 B5	午 B1	午 B27	午 B13	R	SO	R	R	R	午 B21	午 B14	午 B35	午 B6	午 B7	R	午 B6	午 B27	午 B15	R	R	動 B1	午 B6	午 B5	午 B26	R
N53	午 B23	午 B14	午 B35	R	R	R	午 B4	午 B25	午 B16	R	R	午 B1	午 B2	午 B3	午 B24	午 B15	R	午 B4	午 B6	午 B3	午 B1	R	SO	午 A35	午 B7	午 B2	午 B4	動 B1	R	R
N54	午 B24	R	午 A31	午 B21	午 B33	午 B4	午 B5	R	R	午 B32	午 B3	午 B4	午 B5	動 B1	R	R	午 B36	午 B1	午 B2	R	午 B4	午 B25	SO	R	午 B6	午 B3	R	R	午 B27	午 B12
N55	午 B25	午 B16	R	午 B26	午 B35	午 B1	午 B2	R	午 A13	午 B34	午 B5	午 B6	午 B7	R	R	SO	R	R	R	R	動 B1	午 B21	午 B12	午 B33	午 B4	R	午 B1	午 B7	午 B23	午 B11
N56	R	R	午 B31	午 B25	午 B36	R	午 B3	午 B22	午 B11	R	SW	午 B7	午 B6	R	動 B21	午 B13	SO	R	R	R	午 A4	午 B22	午 B16	午 B34	午 B5	R	午 B2	午 B3	午 B24	午 B15
N57	午 B26	午 B15	午 B32	午 B23	午 B34	R	R	午 B21	午 B15	R	午 B4	午 B3	午 B4	午 B5	R	R	午 B34	動 B1	R	午 B2	午 B3	午 B24	午 A16	SO	R	R	午 B5	動 C2	R	午 B13
N58	午 B27	午 B12	午 B33	午 B24	SO	SO	R	R	R	午 B36	午 B7	R	午 B1	午 B2	午 B23	R	R	午 B2	午 B4	午 B7	午 B5	R	午 B13	午 B36	午 B1	R	動 B1	動 C3	午 B21	R
N59	R	午 B11	午 B36	午 B27	午 B31	午 B2	R	午 B23	午 B14	午 B35	午 B6	R	R	R	午 B27	午 B12	R	R	動 B1	午 B6	午 B7	午 B26	R	午 B31	午 B2	R	R	午 B4	午 B25	午 B16
N60	夜 C21	夜 C12	夜 C33	R	R	夜 C1	夜 C2	夜 C21	夜 C12	R	SW	SW	夜 C1	夜 C2	夜 C21	夜 C12	R	R	夜 C1	夜 C2	R	R	夜 C11	夜 C32	夜 C1	夜 A1	R	R	R	夜 C13
N61	夜 C22	夜 C13	夜 C31	夜 C22	夜 C33	R	R	夜 A22	夜 C11	夜 C33	夜 C1	R	R	夜 A5	夜 C22	夜 C11	R	R	夜 C2	夜 C1	夜 C2	夜 C21	R	R	夜 A1	夜 C2	夜 C1	夜 C2	R	R
N62	R	SO	R	R	R	SO	夜 C1	夜 C22	夜 C13	夜 C31	夜 C2	R	R	夜 C1	夜 A23	夜 C13	夜 C31	R	R	夜 A4	夜 C1	夜 C22	夜 C13	R	夜 C2	夜 C1	夜 C2	夜 C1	夜 C22	R
N63	R	R	夜 A31	夜 B21	夜 A33	夜 A4	夜 A5	R	R	夜 A35	夜 A4	夜 A1	夜 A2	R	SO	SO	R	夜 A3	夜 A4	R	R	夜 A26	夜 A15	夜 A31	R	R	夜 A2	夜 A3	夜 A24	夜 C11
N64	夜 A21	夜 A12	R	夜 A23	夜 A34	夜 A5	R	SO	SO	R	夜 A1	夜 A2	夜 A5	夜 A4	R	夜 A16	夜 C33	夜 B2	夜 A1	夜 A2	R	R	R	夜 A33	夜 A4	R	R	R	夜 A26	夜 A15
N65	R	R	SO	R	R	SO	夜 A1	夜 B22	夜 A13	夜 A34	R	R	夜 A6	夜 A1	夜 A22	夜 A13	R	夜 A4	夜 A5	夜 A3	夜 A6	R	R	夜 C33	夜 A2	夜 A5	夜 A4	R	夜 A25	夜 A11
N66	夜 A22	R	夜 A33	夜 A22	夜 B31	夜 C2	R	夜 A21	夜 A12	夜 A33	R	R	夜 A4	夜 A6	R	SO	夜 A31	夜 A2	R	R	夜 A3	SO	R	夜 C31	夜 A5	夜 A3	夜 A6	R	R	夜 A12

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
N67	夜 A23	夜 A14	夜 B33	夜 B22	夜 C32	R	R	夜 A23	夜 A14	夜 A31	夜 A2	R	R	夜 A3	夜 A24	夜 A15	夜 A35	R	R	夜 A6	夜 A1	夜 A22	夜 A13	R	R	夜 A4	夜 A5	夜 A4	R	R
N68	夜 A24	R	R	夜 A25	夜 B33	夜 A2	R	R	夜 A16	夜 C32	夜 A3	夜 A4	R	R	夜 A25	夜 A11	夜 A32	夜 C1	R	R	夜 A5	夜 A23	夜 A16	夜 A32	R	R	夜 A1	夜 A2	夜 A23	夜 A14
N69	夜 A25	夜 A11	R	R	夜 A32	夜 A3	夜 A4	夜 A25	夜 A11	R	R	夜 A3	夜 C2	R	R	SO	SO	夜 A6	夜 B3	R	R	夜 A21	夜 A12	夜 A34	夜 A6	R	R	夜 A1	夜 A22	夜 A13
N70	夜 B22	夜 A13	夜 A34	夜 A21	R	R	夜 A2	夜 A24	R	R	R	夜 C1	夜 A1	夜 A2	R	R	夜 A33	夜 A1	夜 A2	夜 A5	夜 A4	R	SO	SO	夜 A3	夜 A6	R	R	夜 A21	夜 A16
N71	R	夜 C11	夜 A32	夜 A24	夜 A31	夜 A1	R	R	夜 A15	夜 A32	R	夜 C2	夜 A3	夜 B3	夜 A26	R	R	夜 A5	夜 A3	夜 A1	夜 A2	夜 A24	R	R	夜 B1	夜 A2	夜 A3	夜 A6	R	R
N72	夜 B23	夜 B11	夜 B32	夜 C21	R	R	夜 A3	夜 B23	夜 B11	夜 B32	R	R	夜 B1	夜 B2	夜 B21	夜 A12	夜 C32	R	R	夜 B2	夜 B3	夜 B21	夜 B12	R	R	夜 B2	夜 B1	夜 A5	R	R
N73	R	R	夜 B31	夜 B23	夜 B32	夜 B1	夜 B2	R	夜 B12	夜 B31	夜 B3	夜 B2	R	R	夜 A21	夜 A14	夜 B31	R	R	夜 B1	夜 B2	夜 B23	夜 C12	R	R	夜 B3	夜 B2	夜 B1	夜 B22	R
N74	R	R	SW	SW	SW	SW	SW	R	R	夜 B33	夜 B1	夜 A5	夜 B2	R	R	夜 B12	夜 B33	夜 C2	R	R	夜 B1	夜 B22	夜 A14	夜 B31	R	R	夜 B3	夜 B2	夜 B23	夜 B11
N75	夜 B21	夜 B12	R	R	夜 C31	夜 B2	夜 B3	夜 B21	R	R	夜 A5	夜 B3	R	R	夜 B23	夜 B11	夜 B32	夜 B3	夜 B1	R	R	夜 A25	夜 B11	夜 B33	夜 B2	R	R	夜 B3	夜 B21	夜 C12
N76	SO	夜 A15	夜 C32	R	R	夜 B3	夜 B1	R	R	R	夜 B2	夜 B1	夜 B3	夜 B1	夜 B22	R	夜 A34	夜 B1	夜 B2	夜 B3	R	R	夜 A11	夜 B32	夜 B3	夜 B1	R	R	夜 C21	夜 B12

違反司機員儘量值同一班別



附錄二 九十四年十一月台北捷運公司淡水段司機員輪值表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
N1	R	SO	SO	SO	SO	動 A33	早支 2	R	R	動支	動支	R	動支	動支	動支	動支	R	R	R	早支 31	動支	R	R	動支	動支	動支	動支	R	動支	動支
N2	動支	動支	R	動 B21	早支 11	SO	SO	R	早支 2	早支 1	早支 22	R	R	早支 1	早支 2	早支 1	動支	SW	R	SO	早支 1	早支 2	R	R	早支 21	早支 12	早支 31	早支 2	R	R
N3	R	R	動 B1	動支	動支	早支 32	R	SO	R	早支 2	早支 21	早支 12	SO	R	早支 1	早支 2	早支 1	動支	R	R	早支 2	早支 1	早支 2	R	SO	SO	SO	早支 1	早支 2	R
N4	早支 2	早支 1	R	R	早支 12	早支 31	動 B1	R	R	早 C1	早 C22	早支 11	早支 31	R	R	早 C1	早支 2	早支 22	動支	R	R	動支	動支	早支 2	R	R	早支 32	早 C2	早支 1	早支 2
N5	早 D1	早 D2	R	R	早 G11	早 A31	早 D1	早 D2	動 B1	R	R	R	早 D31	早 D2	SO	SO	R	SO	早 A12	早 D31	R	R	早 D1	早 D2	早 D23	SO	R	早 D1	早 D2	早 D3
N6	早 D2	早 D3	動 A1	R	R	早 D31	早 D2	早支 2	早支 1	早 D1	SO	R	SO	SO	早 D1	早 D2	R	SW	早 D11	早支 32	R	R	早 D3	早 D1	早 D22	早 G11	R	R	R	早 D2
N7	R	R	早 D2	動 A21	R	R	SW	SW	SW	R	早 D21	早 G11	早 A33	早 D1	早 D3	SO	R	早 D22	早 A14	早 A35	早 D2	早 D3	R	R	早 D21	早 D11	早 D31	早 D2	早 D3	R
N8	R	早 D1	早 D3	早 D22	早 D11	早 A36	早 D3	R	早 D1	早 D2	動 B21	R	R	早 D3	早 D2	早 D1	早 D2	R	早 A11	早 A32	早 D1	早 D2	R	R	早 A23	早 A14	早 G31	早 D3	R	R
N9	SO	R	早 D1	早 D23	早 C11	早 G31	早 C2	早 D3	R	SW	SW	SW	R	SO	R	早 D3	早 C1	早 C22	R	SO	R	早 D1	動 B1	R	早 C21	早 C12	SO	SO	R	R
N10	SO	R	R	早 D21	早 A15	早 C32	R	SO	R	早 D3	早 D23	早 C12	動 A33	R	SO	R	早 C2	早 D21	早 G11	R	R	SO	早 D2	早 C2	早支 22	早支 11	R	R	SO	早支 1
N11	早 C1	動 B1	R	R	早 C12	早 C31	早 A6	早 D1	早 D2	R	R	R	早 G31	早 C1	R	R	早 D3	早 D23	早 C11	早 C32	R	SO	早 C1	早 D3	SO	SO	R	SO	SO	SO
N12	R	早 C1	早 C2	早 C21	R	R	早 C1	早 C2	早 D3	R	早 D22	早 D11	早 C31	早 C2	早 C1	R	早 D1	早 C21	早 C12	早 G31	早 D3	R	R	早 C1	早 C22	早 C11	早 C32	R	R	動 B1
N13	早 G1	R	R	早 A24	動 A11	R	SO	SO	早 A4	早 A6	R	SO	SO	早 A4	早 A4	SO	R	SW	R	R	早 A4	早 A5	SO	SO	R	SO	早 A31	早 A4	R	SO
N14	SO	R	早 B1	早 B22	動 A13	SO	R	早 A1	早 A2	早 A3	早 A24	早 A15	R	R	早 A1	早 A2	早 G1	R	R	早 A36	動 A1	早 A3	早 A4	R	R	早 A11	早 A32	早 A3	早 A4	R
N15	R	R	早 A1	早 C22	R	SO	SO	R	動 A1	早 C2	早 C21	早 A11	早 C32	R	R	早 A1	早 A2	早 G21	SO	R	R	早 C1	早 C2	早 A1	早 A22	早 A13	R	SO	SO	早 D1
N16	早 C2	R	早支 1	早支 22	SO	R	R	早 C1	早 C2	R	R	早 A12	早支 32	R	R	早 C2	早 A1	早 A22	動 A13	SO	R	動 A1	早 A5	早 A6	R	R	動 A32	動支	早 D1	早 G1
N17	早 A1	早 A5	早 A6	R	SO	R	早 A1	早 A2	早 A3	動 A1	R	R	早 A34	早 A5	R	R	SO	早 A25	早 A16	動 A33	R	R	早 G1	早 A5	早 A26	動 A12	R	R	早 C2	早 A3
N18	SO	動 A1	早支 2	早 A25	早 A11	R	動 A1	早 A6	早 A5	R	R	動支	早 A31	早 A2	早 A3	R	早 A3	早 A24	早支 11	R	R	早 G1	早 A6	早支 1	早 A25	SO	SO	R	R	R
N19	R	早 A1	早 A2	早 A23	R	SO	SO	SO	早 A1	早 A2	早 A23	R	SO	R	動 A1	早 A5	早 A6	R	早 A13	早 A34	早 A3	早 A4	R	R	SO	SO	R	早 G1	早 A2	R
N20	早 D3	早支 2	R	早 G21	早 A14	動支	早支 1	R	R	R	早 A21	動 A13	SO	SO	早 C2	早 A4	早 A5	R	R	R	早 C1	早 C2	早支 1	R	R	動 A11	早 C31	早 C1	早 C1	R
N21	R	R	早 G1	早 A21	早 A12	早 A35	早 B3	R	R	早 A1	早 A22	早 A13	動 A32	R	R	動 A1	SO	早 A26	休 8	R	早 A1	早 A2	早 A3	早 A4	R	R	早 A34	早 A2	早 A3	早 C2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
N22	早 A2	早 A2	早 A3	早 A26	R	早 B34	早 A2	早 A3	早 B1	早 A5	R	R	早 A35	早 A6	SO	R	R	動 A21	動 A12	早 A31	早 A2	R	R	早 G1	早 A21	早 A12	早 A33	R	R	R
N23	動 B1	早 A3	早 A4	早 B23	R	早 A32	早 A3	早 A4	早 B3	早 B4	R	R	動 A31	早 B1	早 A5	R	R	早 A21	早 A15	早 A33	R	R	早 A1	早 A2	早 A24	早 A15	早 A36	R	R	動 A1
N24	早 A3	早 A4	早 A5	SW	R	早 A33	早 A4	早 A5	早 A6	早 B2	R	R	早 A36	早 A3	早 G1	R	R	早 A23	動 A11	早 B33	早 A5	動 B1	R	R	R	早 A16	早 A35	R	動 A1	早 C1
N25	夜 A1	夜 B2	R	早 A22	早 A13	早 A34	早 A5	R	R	早 A4	早 A25	動 A12	R	早 A1	早 A2	早 A6	早 A4	R	R	動 A31	早 G1	早 A1	早 A2	R	R	早 B14	早 B31	R	早 A1	早 A2
N26	SW	SW	SW	R	SO	R	早 G1	早 B1	早 B2	早 B1	早 A26	早 B14	SO	R	R	R	動 A1	早 B23	早 B14	R	早 A6	早 B2	早 B3	動 B1	R	R	早 B34	早 B3	R	早 A5
N27	SO	R	R	SW	SW	SW	SO	SO	R	R	SO	動 A11	早 B34	早 B2	R	R	SO	早 B21	早 B12	動 A32	動 B1	R	SO	早 B2	早 G21	R	R	早 A6	早 G1	早 A1
N28	早 A4	早 B4	早 B3	R	動 A12	早 B31	早 B2	早 B3	早 B4	R	R	R	早 B31	早 B4	早 B3	早 B4	R	R	SO	SO	R	R	動 A1	早 B1	早 B22	動 A13	R	早 A5	早 A6	早 B1
N29	早支 1	R	R	早支 21	早 B14	R	SO	早 G1	動支	R	R	SO	SO	R	早 B2	早 B3	R	SO	SO	SO	早 B1	早 A6	R	R	動 A21	早 B13	R	SO	早 A5	早 A4
N30	R	早 C2	早 C1	早 B24	早 A16	SO	R	動 A1	早 C1	早 B3	早 B21	早 C11	R	R	SO	早 G1	早 B4	R	R	早 C31	早 C2	早 B1	R	R	SO	早 B11	早 B32	早 A1	R	R
N31	R	早 B2	動支	SW	SO	動 A32	動支	動支	R	R	早 B22	早 B13	R	早 G1	早 B1	早 B2	SO	R	R	動支	早 B3	早 B4	早 B1	R	R	R	動 A31	早 B2	R	R
N32	早 A5	早 A6	R	R	R	SO	R	早支 1	早 G1	R	早 B23	早 B12	早 B33	早支 2	R	早 B1	R	早支 21	早支 12	早 B32	R	早 B3	早 B4	早 B4	R	R	動 A33	動 A1	早 B4	早 A6
N33	早 B4	早 B1	早 B2	R	早 B13	動 A31	R	R	R	早 G1	早 B24	早 B11	早 B32	動 A1	SO	R	早 B3	早 B24	早 B11	R	R	R	早 B2	早 B3	早 B24	R	R	早 B1	早 B2	早 B3
N34	動 A1	早 B3	早 B4	R	早 B11	早 B32	早 B1	早 B2	R	R	早 G21	早 A14	R	R	早 A6	早 A3	早 B2	動 B21	R	早 B31	早 B2	R	R	動 A1	早 B21	早 B12	早 B33	R	早 B3	早 B4
N35	SW	早 G1	R	早 B21	早 B12	早 B33	早 B4	早 B4	R	R	動 A21	早 A16	早 A32	早 B3	早 B4	R	早 B1	早 B22	早 B13	早 B34	早 B4	R	R	早 A3	早 B23	R	R	早 B4	早 B1	早 B2
N36	午 D1	午 D1	午 D1	SW	R	R	午 D1	午 D1	午 D1	午 D1	午 D21	R	R	午 D1	午 D1	午 D1	SO	午 D21	R	R	午 D1	午 D1	午 D1	午 D1	SO	R	R	SO	SO	R
N37	R	午支 2	午支 1	午支 22	R	SO	SO	SO	SO	SO	SO	R	午支 31	午支 2	R	R	午支 1	午支 22	午支 11	午支 32	午支 1	R	R	R	午支 21	午支 12	午支 31	午支 1	午 C1	R
N38	R	R	R	SO	R	午支 31	午支 2	午支 1	午支 2	SO	SO	R	SO	SO	午支 1	午支 2	R	SO	SW	SW	SW	R	午支 2	SO	SO	R	R	午支 2	午支 1	R
N39	午支 1	R	午 C2	午支 21	午支 12	午 C33	午 C4	R	R	午支 1	午支 22	午支 11	午支 32	午支 1	R	R	午 C1	午 C22	午支 12	R	R	午支 2	午支 1	午支 2	午 C23	R	R	午 C4	午支 2	午支 1
N40	早 A6	午支 1	午支 2	SW	SO	午支 32	午支 1	R	R	午支 2	午支 21	R	R	R	午支 2	午支 1	午支 2	午支 21	SO	R	R	R	午 C1	午支 1	午支 22	午支 11	午支 32	午 C2	R	R
N41	午 C1	午 C3	R	R	R	SO	SO	SO	午 C3	午 C4	午 C21	午 A11	午 A32	R	午 C4	午 C1	午 C2	R	午 A13	午 A34	R	R	午 C3	午 C4	R	R	午 C31	午 C1	午 C3	午 C4
N42	午支 2	午 C1	R	SO	SO	R	午 C1	午 C3	午 C1	動 B1	R	R	SO	SO	午 C2	午 C3	R	R	午 C11	午 C32	午 C3	午 C4	R	R	SO	午 C11	午 C32	午 C3	SO	R
N43	休 8	SO	午 C3	午 C24	午 C12	R	午 C3	午 C4	午 C2	午 C3	R	SO	午 C31	午 C2	午 C3	SO	R	R	R	午 C33	午 C1	SW	SW	R	R	R	SO	SW	R	午 C1
N44	午 C2	R	R	午 A21	午 C11	午 C31	午 C2	午 A2	R	午 C1	午 C22	午 C13	R	SO	午 C1	午 C2	SO	SO	R	R	午 C4	午 C2	R	R	午 C21	午 C12	午 C33	動 B1	R	R

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
N45	午 C3	R	R	午 C21	午 C13	午 C32	午 A3	午 C1	R	R	午 C23	午 A15	午 A36	R	R	午 C4	午 C3	午 C24	午 C13	R	SO	午 C1	午 C2	午 C3	午 C24	午 A14	R	SO	SO	R
N46	午 C4	午 C2	午 C4	午 C23	R	午 A31	午 A2	午 C2	R	R	R	午 C11	午 C32	午 C3	R	R	午 C4	午 C21	午 C12	午 C31	午 A3	R	R	午 C1	午 A24	午 A15	R	SO	SO	午 C2
N47	早 B1	午 C4	午 C1	午 C22	午 A16	R	R	午 A1	午 C4	R	R	午 C12	午 C33	午 C1	R	午 A2	午 A3	午 C23	午 A14	午 A35	午 C2	R	R	午 C2	午 C22	午 C13	R	R	午 C2	午 C3
N48	午 A4	SO	R	午 D21	午 A12	午 A33	R	午 A4	午 支 1	午 C2	SO	SO	SO	R	SO	午 A1	午 A2	午 A23	R	R	午 A1	午 A4	SO	R	勤 B21	午 A11	午 A32	午 A3	午 A4	R
N49	R	R	R	R	SO	午 A36	午 B1	午 A3	午 A4	R	R	SO	午 A31	午 A2	午 A3	午 A4	R	SO	R	午 支 31	午 A4	午 A2	午 A3	R	SO	R	午 A31	午 A2	午 A3	午 D1
N50	午 A2	午 A4	SO	SO	午 A15	SO	R	午 B2	午 A2	午 A3	午 C24	R	SO	午 A4	午 A1	午 B3	R	R	午 A16	午 A31	午 B4	午 A3	午 A4	R	R	R	午 A36	午 A4	R	R
N51	午 A1	午 A2	午 A3	午 A24	R	午 A35	午 B5	R	R	午 A1	午 A24	SO	SO	午 C4	午 B6	R	午 A1	午 A22	R	SO	R	午 B7	午 A1	R	R	R	午 A35	午 A1	勤 B1	午 A3
N52	午 B1	午 A3	午 A4	SO	R	R	SO	午 B3	午 B3	R	R	R	午 A35	午 A1	午 A2	午 A3	午 A4	午 A24	SO	SO	R	R	午 C4	午 A1	午 A22	午 A13	午 B34	R	午 A1	午 A2
N53	R	午 A1	午 A2	SW	午 A14	R	R	午 支 2	午 A3	R	R	午 A12	午 A33	R	午 B5	午 B6	R	午 B27	午 A15	R	R	午 A1	午 A2	午 A3	R	午 A16	午 A34	午 D1	午 C4	午 支 2
N54	午 A3	R	R	午 A23	午 A11	午 A32	午 A1	午 B1	R	午 A4	午 A22	R	R	午 A3	午 A4	R	午 B2	SW	午 A12	午 A33	午 A2	午 C3	R	R	R	SO	SO	SO	SO	R
N55	午 B3	R	R	午 A22	午 A13	午 A34	午 A4	R	午 A1	午 A2	午 A23	午 A14	R	R	勤 B1	午 B4	午 B5	午 B26	R	午 A36	午 B1	午 B2	R	R	午 A21	午 A12	午 A33	午 B3	R	午 A4
N56	午 B2	R	R	SW	午 支 11	SO	SO	R	R	R	午 B24	午 B15	SO	SO	R	午 B2	午 D1	午 A21	午 B16	R	R	午 B1	午 B2	午 B3	午 B24	午 B14	R	SO	午 A2	午 B1
N57	午 B4	午 B7	午 A1	SO	SO	R	午 B6	勤 B1	R	R	午 B21	午 B12	午 B33	午 B4	午 B7	R	R	R	午 B15	SO	R	R	R	午 B7	午 B26	SO	R	午 B7	午 B5	午 B6
N58	早 B2	R	午 B1	午 B22	午 B13	R	SO	R	午 B6	午 B7	R	R	SO	午 B7	午 B1	SO	R	SW	SO	午 A32	午 B7	午 B6	SO	R	R	午 B11	午 B32	SO	R	R
N59	午 B5	午 B6	R	午 B21	午 B12	午 B33	SO	R	午 B2	午 B3	R	R	R	午 B3	午 B4	勤 B1	SO	R	SO	SO	SO	午 B4	午 B5	午 B6	午 B27	午 B16	R	R	R	午 A1
N60	SO	SO	SO	SO	R	R	SO	SO	SO	SO	R	SO	SW	SW	SW	R	R	午 B25	SO	R	午 B3	午 B5	午 B6	R	SO	R	R	SO	SO	R
N61	午 B6	R	R	午 B27	午 B11	午 B32	午 B3	R	午 B4	午 B5	午 A21	R	SO	R	午 B3	SW	SW	SW	R	午 B36	午 支 2	午 支 1	午 B3	午 B4	R	R	午 B35	午 B6	午 D1	R
N62	R	午 B3	午 B4	SO	R	SO	SO	午 B5	午 B7	R	R	午 A16	午 B36	勤 B1	R	R	午 B7	午 B21	午 B12	午 B33	SO	R	午 B4	午 B5	SO	SO	R	R	午 B7	午 B4
N63	R	午 B5	午 B6	SW	SO	午 B31	午 B2	R	R	SW	午 B26	午 支 12	午 B31	午 B2	SO	R	R	午 B23	午 B14	R	R	SO	午 B7	午 A4	午 D21	R	午 B33	午 B4	R	SO
N64	SO	R	午 B3	午 B26	R	SO	SO	午 B6	午 B1	R	R	午 B11	午 B32	SO	R	午 B5	午 B6	R	午 B11	午 B32	SO	R	R	R	午 A23	午 B15	R	SO	午 B1	午 B2
N65	R	午 B4	午 B5	SO	R	午 B34	午 B4	午 B7	R	午 B4	午 B25	午 B16	午 A34	R	R	午 B1	勤 B1	SO	R	午 B31	午 B2	午 B3	R	R	午 B21	午 B12	SO	R	午 B6	午 B5
N66	R	R	午 B7	午 B25	午 B16	SO	R	午 B4	午 B5	午 B6	午 B27	午 A13	R	午 B1	午 B2	午 B7	午 B4	R	R	午 B35	午 B6	R	R	午 B1	午 B22	午 B13	午 B36	午 B5	午 B4	R
N67	早 B3	午 B2	R	午 B24	午 B15	午 B36	午 B7	R	R	午 B2	午 B23	午 B14	午 B35	午 B6	R	R	午 B3	午 B24	午 A11	R	R	R	午 B1	午 B2	午 B23	R	午 B31	午 B2	午 B3	午 B7

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
N68	午 B7	午 B1	午 B2	午 B23	午 B14	午 B35	R	R	R	午 B1	午 B22	午 B13	午 B34	午 B5	R	R	午 B1	午 B22	午 B13	午 B34	午 B5	R	R	午 A2	午 B25	R	R	午 B1	午 B2	午 B3
N69	夜 C2	R	夜 C1	夜 C22	SO	R	夜 C1	夜 C2	夜 C1	R	R	R	夜 C32	夜 C1	夜 C2	夜 C1	夜 C2	R	SO	夜 C33	夜 C2	夜 C1	R	夜 C1	SW	SW	SW	R	R	夜 C2
N70	R	夜 C2	SO	SW	夜 C13	夜 C31	夜 C2	R	SO	夜 C2	夜 C21	SO	R	R	夜 C1	R	夜 C1	R	SO	夜 C32	夜 C1	R	R	夜 C2	夜 C21	R	夜 C32	夜 C1	夜 C2	夜 C1
N71	夜 C1	夜 C1	夜 C2	夜 C21	R	R	夜 A1	夜 C1	夜 C2	夜 C1	R	夜 C12	夜 C33	夜 C2	夜 A2	R	R	夜 C22	夜 C11	R	夜 A3	夜 C2	夜 C1	R	R	夜 C12	夜 C33	夜 C2	夜 C1	夜 A1
N72	夜 A4	夜 A5	R	夜 A23	夜 A11	夜 A32	夜 A3	R	SW	SW	SO	SO	夜 A32	夜 A3	R	R	夜 A5	夜 A22	夜 C12	R	R	SO	夜 A4	SW	SO	R	R	R	SO	SO
N73	夜 A5	R	夜 A1	夜 A22	夜 A13	夜 A34	夜 B1	夜 B2	R	R	夜 A22	夜 A13	夜 A34	夜 B3	R	夜 C2	夜 A1	夜 A25	夜 A13	夜 A34	R	R	夜 A1	夜 B1	夜 A23	R	R	夜 A2	夜 A3	夜 A2
N74	夜 A2	夜 A3	夜 A4	夜 A25	夜 A14	夜 B32	R	夜 A1	夜 A2	夜 A3	夜 A24	夜 A15	夜 B33	R	夜 A5	夜 A3	夜 A4	SO	SO	R	夜 A5	夜 A1	夜 C2	夜 A2	R	R	SO	R	R	R
N75	SO	SO	R	SO	SO	R	夜 A2	夜 A3	夜 A4	夜 A5	R	R	夜 A31	夜 A2	夜 A3	夜 A4	R	R	夜 A15	夜 A31	夜 A2	夜 A3	R	R	夜 C22	夜 A11	夜 A32	夜 A3	夜 A4	R
N76	SO	SO	SO	R	夜 C11	夜 A31	夜 A5	夜 A4	R	夜 A2	夜 C22	R	R	夜 A1	夜 A1	R	R	夜 A21	夜 A12	夜 A33	夜 A4	夜 A5	R	夜 A1	夜 A22	夜 A13	夜 A34	夜 A5	R	R
N77	夜 B1	夜 A2	R	夜 A21	夜 A12	夜 A33	夜 A4	夜 A5	R	R	夜 A25	夜 C11	R	夜 A5	夜 A4	夜 A5	R	R	夜 A11	夜 A32	夜 B2	夜 A4	R	夜 A4	夜 A25	夜 C13	R	R	夜 A1	夜 A3
N78	R	夜 A1	夜 A2	R	R	SO	R	夜 A2	夜 A3	R	夜 A23	夜 A14	夜 C31	R	夜 B3	夜 A2	夜 A3	夜 A24	R	R	夜 A1	夜 A2	夜 A3	R	夜 A21	夜 A12	夜 A33	夜 A4	R	R
N79	夜 A3	夜 A4	夜 A5	R	SO	R	夜 B2	夜 B3	夜 A5	R	夜 A21	夜 A12	夜 A33	夜 A4	R	R	夜 A2	夜 A23	夜 A14	夜 B33	R	R	夜 A2	夜 A3	夜 A24	夜 C11	R	夜 A1	夜 A2	夜 A5
N80	R	SO	SO	R	R	夜 B31	夜 B3	夜 B1	R	夜 A1	夜 B21	夜 C13	R	R	夜 B1	夜 B2	夜 B3	夜 B21	夜 B12	夜 B32	R	R	夜 B1	夜 B2	夜 B23	夜 A14	夜 C31	R	夜 A5	夜 A4
N81	R	夜 B3	夜 B1	夜 B22	夜 B11	夜 C33	R	R	夜 A1	夜 A4	SO	R	R	夜 B1	夜 B2	夜 B3	R	夜 B22	夜 B11	夜 C31	R	R	夜 A5	夜 B3	夜 B21	夜 B12	夜 B33	R	夜 B1	夜 B3
N82	夜 B2	R	夜 B3	夜 A24	夜 C12	R	R	R	夜 B1	夜 B2	夜 B23	夜 A11	SO	SO	R	夜 B1	夜 B2	SO	R	夜 B31	夜 B1	夜 B3	R	夜 A5	夜 B22	夜 B11	夜 B32	夜 B3	R	R
N83	夜 B3	R	夜 A3	夜 B21	夜 B12	夜 B33	R	R	夜 B2	夜 B3	R	夜 B11	夜 B32	R	R	夜 A1	夜 B1	夜 C21	R	SO	夜 B3	夜 B2	夜 B3	SO	R	R	夜 B31	夜 B2	夜 B3	夜 B2
N84	R	夜 B1	夜 B2	夜 B23	夜 A15	夜 C32	R	R	夜 B3	夜 B1	夜 B22	夜 B12	夜 B31	夜 B2	R	R	R	夜 B23	夜 C13	R	R	夜 B1	夜 B2	SO	R	夜 A15	夜 A31	夜 B1	夜 B2	夜 B1

違反司機員儘量值同一班別

附錄三 夜班司機員排休模式

介紹模式前，模式中符號說明如下：

L ：夜班司機員集合

D ：輪班期天數集合 $D = \{1, 2, \dots, d, \dots, N\}$

$F1$ ：司機員組別為夜 C 的司機員集合

$F2$ ：司機員組別為夜 A 的司機員集合

$F3$ ：司機員組別為夜 B 的司機員集合

參數

$$\delta_d = \begin{cases} 1 & \text{若第 } d \text{ 天休假是例假日} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad \forall d \in D$$

$$N\delta_{dl} = \begin{cases} 1 & \text{若第 } d \text{ 天夜班司機員 } l \text{ 為預排工作或休假} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad d \in D, \forall l \in L$$

nw_d ：第 d 天所需夜班值班人數 $\forall d \in D$

ns_d ：第 d 天夜班預排休假及預排工作人數 $\forall d \in D$

nc_d ：第 d 天夜 C 所需值班司機員人數 $\forall d \in D$

ncs_d ：第 d 天夜 C 司機員預排休假及預排工作人數 $\forall d \in D$

nb_d ：第 d 天夜 B 所需值班司機員人數 $\forall d \in D$

nbs_d ：第 d 天夜 B 司機員預排休假及預排工作人數 $\forall d \in D$

r ：勞基法規定的該月總休假日數

變數

$$u_{dl} = \begin{cases} 1 & \text{若第 } d \text{ 天第 } l \text{ 個夜班司機員工作} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad d \in D, \forall l \in L$$

$s1_l$ ：夜班第 l 位司機員每月超休天數 $\forall l \in L$ 且 $s1_l \geq 0$

$v1_l$ ：夜班第 l 位司機員每月例假超休天數 $\forall l \in L$ 且 $v1_l \geq 0$

$$\mu_{1l} = \begin{cases} 1 & \text{若第 } l \text{ 個夜班司機員超休一天} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad \forall l \in L$$

$$\mu_{2l} = \begin{cases} 1 & \text{若第 } l \text{ 個夜班司機員超休二天} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad \forall l \in L$$

$$\lambda_{1l} = \begin{cases} 1 & \text{若第 } l \text{ 個夜班司機員例假超休一天} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad \forall l \in L$$

$$\lambda_{2l} = \begin{cases} 1 & \text{若第 } l \text{ 個夜班司機員例假超休二天} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad \forall l \in L$$

$$\lambda_{3l} = \begin{cases} 1 & \text{若第 } l \text{ 個夜班司機員例假超休三天} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad \forall l \in L$$

以休假及例假休班天數分配公平為目標構建出夜班司機員排休模式如下：

$$\text{Min} \sum_{l \in L} ((\mu_{1l} + 4\mu_{2l}) + (\lambda_{1l} + 4\lambda_{2l} + 9\lambda_{3l})) \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{d \in D} (1 - u_{dl}) - r - s1_l = 0 \quad \forall l \in L \quad (2)$$

$$\sum_{d \in D} (1 - u_{dl}) * \delta_d - 2 - v1_l = 0 \quad \forall l \in L \quad (3)$$

$$s1_l = 1 * \mu_{1l} + 2 * \mu_{2l} \quad \forall l \in L \quad (4)$$

$$v1_l = 1 * \lambda_{1l} + 2 * \lambda_{2l} + 3 * \lambda_{3l} \quad \forall l \in L \quad (5)$$

$$\mu_{1l} + \mu_{2l} \leq 1 \quad \forall l \in L \quad (6)$$

$$\lambda_{1l} + \lambda_{2l} + \lambda_{3l} \leq 1 \quad \forall l \in L \quad (7)$$

$$u_{dl} \geq N\delta_{dl} \quad \forall_{d,l} \quad (8)$$

$$\sum_{l \in L} u_{dl} = nw_d + ns_d \quad \forall d \in D \quad (9)$$

$$\sum_{l \in F1 \cup F2} u_{dl} \geq nc_d + ncs_d \quad \forall d \in D \quad (10)$$

$$\sum_{l \in F2 \cup F3} u_{dl} \geq nb_d + nbs_d \quad \forall d \in D \quad (11)$$

$$\sum_d^{d+6} u_{dl} \leq 6 \quad \forall d \in \{1, \dots, (N-6)\}, \forall l \in L \quad (12)$$

$$\sum_d^{d+4} (1 - u_{dl}) \geq 1 \quad \forall d \in \{1, \dots, (N-4)\}, \forall l \in L \quad (13)$$

由於夜班需要做最後收車的動作，且其工作在非正常作息時間，再加上晚上可調度人力很少，因此其人力一定要充足且每人每月休假數要滿足，因此在一開始分配人力時，就會滿足其人力需求，並且可獨自排班，目標式（1）是以公平性為目標，即在使夜班每位司機員總休假天數及例假休班天數超休最少，亦即使夜班每位司機員總休假天數及例假休班天數儘量一樣。前章有提到休假規定，其中一項是每月休假數（不含年休及補休）要大於等於每月例假日數，因此式（2）表示夜班司機員每月休假數（不含年休及補休） \geq 每月例假日數 r 。式（3）每位夜班司機員例假休班天數儘量相同，而至少要兩天。式（4）、式（5）、式（6）與式（7）將超休天數做 0-1 整數轉換，式（4）是將式（2）得到的夜班司機員超休天數轉換成是否超休一天及是否超休兩天，這個轉換範圍是根據在原始班表司機員的超休天數大都介於零至二天之間，而式（6）讓夜班司機員是否超休一天及是否超休兩天的變數只能存在一者或皆不存在；式（5）是將式（3）得到的夜班司機員例假超休天數轉換成是否超休一天、是否超休兩天及是否超休三天，這個轉換範圍是根據在原始班表司機員的例假超休天數大都介於零至三天之間，而式（7）讓夜班司機員例假是否超休一天、是否超休兩天及是否超休三天的變數只能存在一者或皆不存在。式（4）至式（7）將超休天數做 0-1 轉換是為了讓目標式（1）能將超休天數的成本以平方計算，如此一來，才不會發生一位司機員超休三天和三位司

機員超休一天成本是一樣的，也才能達到各司機員休假數及例假休班天數分配的平均。

司機員會有預排的需求，式（8）表示夜班司機員預排工作(如教育訓練、體檢及溫故)及預排休假(年休及補休))之需求。式（9）式表示每日夜班司機員工作人數扣除當日有預排需求的夜班司機員要符合每日值班的夜班司機員需求人數。在本模式中，是需排定夜班司機員的工作日及休假日。附表 3.1 表示夜班司機員組別分類及其可上的班別。式（10）表示人員組別為 F1 及 F2 的司機員需滿足夜 C 班別的司機員需求；而式（11）表示人員組別為 F2 及 F3 的司機員需滿足夜 B 班別的司機員需求；式（12）表示夜班司機員連續工作天數最多六天；式（13）表示夜班司機員連續休假天數（不含年休及補休）最多四天。

附表 3.1 夜班各組別司機員可上班別對照表

司機員組別	可上班別
<i>F1</i>	<i>nc</i> 、 <i>na</i>
<i>F2</i>	<i>nc</i> 、 <i>na</i> 、 <i>nb</i>
<i>F3</i>	<i>na</i> 、 <i>nb</i>



附錄四 夜班司機員輪班模式

1. 決策變數：

$$y_{dn} \in \{nsA, nsB, nsC, off, swork, soff\} \quad \forall d \in D, \forall n \in N$$

N ：司機員集合

D ：輪班期天數集合

y_{dn} 表示將值班、休假或預排班別指派給 d 天之夜班司機員 n 。 nsA （夜 A）， nsB （夜 B）， nsC （夜 C）， off （休假）， $swork$ （預排工作）， $soff$ （預排休假）為第 d 天夜班司機員 n 所可能輪值的班別集合。兩階段變數之對應如附表 4.1 所示：

附表 4.1 夜班排休及輪班兩階段變數數值對應表

排休模式決策變數 u_{dl}	輪班模式決策變數 y_{dn}
1	nsA, nsB, nsC
	$swork$
	$soff$
0	off

2. 符號定義：

N ：夜班司機員集合

D ：輪班期天數集合

S_{sw} ：第 d 天夜班司機員 n 有預排工作之集合

S_{so} ：第 d 天夜班司機員 n 有預排休假之集合

S_o ：第 d 天夜班司機員 n 有休假之集合（由第一階段得到的資料）

$F1$ ：司機員組別為夜 C 的司機員集合

$F2$ ：司機員組別為夜 A 的司機員集合

$F3$ ：司機員組別為夜 B 的司機員集合

nsC_demand_d ：第 d 天班別夜 C 所需值班人數 $\forall d \in D$

nsA_demand_d ：第 d 天班別夜 A 所需值班人數 $\forall d \in D$

nsB_demand_d ：第 d 天班別夜 B 所需值班人數 $\forall d \in D$

3. 限制式構建：

(1) 預排需求

C1：夜班司機員預定工作班別（如教育訓練、體檢）

$$y_{dn} = swork \quad \forall dn \in S_{sw}$$

C2：夜班滿足司機員預先排休之需求（如年休、補休）

$$y_{dn} = soff \quad \forall dn \in S_{so}$$

式(C1)及(C2)限制是由 H1 及 H2 衍生而來，滿足了司機員的預排需求，此兩種限制式在此功用是預先確定司機員的預排工作及休假，避免被指派另外的班別。

(2) 休假及部分工作考量因素

C3：第一階段夜班司機員一般休假班別資料

$$y_{dn} = off \quad \forall dn \in So$$

式(C3)限制的資料來源是由第一階段的結果得來的。本限制符合 H4、H13、H14、S1 及 S2 的要求，滿足每位司機員連續工作天數最多六天、連續休假天數（不含年休及補休）最多四天、每月休假數（不含年休及補休）大於等於每月例假日數、休假日天數儘量相同及例假休班天數儘量相同（最少兩天）等工作及休假的相關考量。

(3) 夜班司機員人力需求

C4：夜 C 班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = nsC)) = nsC_demand_d \quad \forall d \in D$$

C5：夜 A 班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = nsA)) = nsA_demand_d \quad \forall d \in D$$

C6：夜 B 班別需求人數

$$\sum_n ((y_{dn} = nsB)) = nsB_demand_d \quad \forall d \in D$$

式(C4)、(C5)、(C6)限制是由 H3 衍生而來的，若這些限制式皆能滿足就可符合每日各班別需求的司機員數。

(4) 工作考慮因素

C7：組別夜 C 的司機員不上夜 B 班別

$$y_{dn} \neq nsB \quad \forall d \in D, \forall n \in F1$$

式(C7)限制為原限制 S3 的衍生，為了讓司機員值班時間儘量相同，較不會記錯要值班的時間，組別夜 C 司機員只上夜 C 及夜 A 二種班別，因此組別夜 C 的司機員不上夜 B 班別。

C8：組別夜 B 的司機員不上夜 C 班別

$$y_{dn} \neq nsC \quad \forall d \in D, \forall n \in F3$$

式(C8)限制為原限制 S3 的衍生，為了讓司機員值班時間儘量相同，較不會記錯要

值班的時間，組別夜 B 司機員只上夜 B 及夜 A 二種班別，因此組別夜 B 的司機員不上夜 C 班別。

4.搜尋策略：

本研究在輪班模式加上搜尋策略，期更能達到司機員儘量輪值與其組別同一班別。先建構使用不同組別司機員上不同班別會有不同懲罰值的資料，跟自己預設組別時段愈接近者懲罰值愈小，時段差愈多者懲罰值愈大，以班別對應司機員懲罰值最小者優先指派。



附錄五 夜班司機員派卡模式

1. 決策變數：

$z_{dn} \in \{ nsA1, nsA2, nsA3, nsA4, nsA5, nsA6, nsB1, nsB2, nsB3, nsC1, nsC2, nsA11, nsA12, nsA13, nsA14, nsA15, nsA16, nsB11, nsB12, nsC11, nsC12, nsC13, nsA21, nsA22, nsA23, nsA24, nsA25, nsA26, nsB21, nsB22, nsB23, nsC21, nsC22, nsA31, nsA32, nsA33, nsA34, nsA35, nsB31, nsB32, nsB33, nsC31, nsC32, nsC33, off1, off2, off3, off4, off5, off6, off7, off8, off9, off10, off11, off12, off13, off14, off15, off16, off17, off18, swork1, swork2, swork3, swork4, swork5, soff1, soff2, soff3, soff4, soff5 \} \quad \forall d \in D, \forall n \in N$

N ：司機員集合

D ：輪班期天數集合

上式將任務卡指派給第 d 天之司機員 n ，記為 z_{dn} ，即每位司機員於那天值何張任務卡，其值域皆為任務卡代號。若 $z_{dn} = nsA1$ 表示第 d 天司機員 n 應值勤任務卡 $nsA1$ ，其他以此類推，不再贅述。第二階段及第三階段之變數對應值如下表所示：

附表 5.1 夜班輪班及派卡兩階段變數數值對應表

輪班模式決策變數 y_{dn}	派卡模式決策變數 z_{dn}
nsA	$nsA1, nsA2, nsA3, nsA4, nsA5, nsA6, nsA11, nsA12, nsA13, nsA14, nsA15, nsA16, nsA21, nsA22, nsA23, nsA24, nsA25, nsA26, nsA31, nsA32, nsA33, nsA34, nsA35$
msB	$nsB1, nsB2, nsB3, nsB11, nsB12, nsB21, nsB22, nsB23, nsB31, nsB32, nsB33$
msC	$nsC1, nsC2, nsC11, nsC12, nsC13, nsC21, nsC22, nsC31, nsC32, nsC33$
$swork$	$swork1, swork2, swork3, swork4, swork5,$
$soff$	$soff1, soff2, soff3, soff4, soff5$
off	$off1, off2, off3, off4, off5, off6, off7, off8, off9, off10, off11, off12, off13, off14, off15, off16, off17, off18$

2. 符號定義：

N ：司機員集合

D ：輪班期天數集合

$M0$ ：日期類型為今天是平常日，明天也是平常日的日期集合

$M1$ ：日期類型為今天是例假日，明天也是例假日的日期集合

$M2$ ：日期類型為今天是平常日，明天是例假日的日期集合

$M3$ ：日期類型為今天是例假日，明天是平常日的日期集合

3. 限制式構建：

每一個值班的司機員應被分配到一張任務卡執行勤務，本階段利用第一、二階段之司機員值班表對應值班班別內的任務卡，求解出每位司機員應執行的任務卡，此階段所考慮之限制整理如下：

C9：日期需求類別為平平，班別為夜 A 班別其所對應的任務卡

$$\begin{aligned} (y_{dn} = nsA) \Rightarrow & (z_{dn} = nsA1) \vee (z_{dn} = nsA2) \vee (z_{dn} = nsA3) \vee (z_{dn} = nsA4) \\ & \vee (z_{dn} = nsA5) \vee (z_{dn} = nsA6) \\ \forall d \in M0, \forall n \in N \end{aligned}$$

式(C9)為原限制式 H12，日期需求類別為平平時，班別夜 A 有六張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平平時，被分派到的班別為早 A 的話，將執行 $nsA1, nsA2, nsA3, nsA4, nsA5, nsA6$ 六張任務卡中的其中一張。

C10：日期需求類別為平平，班別為夜 B 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = nsB) \Rightarrow (z_{dn} = nsB1) \vee (z_{dn} = nsB2) \vee (z_{dn} = nsB3) \quad \forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C10)為原限制式 H12，日期需求類別為平平時，班別夜 B 有三張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平平時，被分派到的班別為夜 B 的話，將執行 $nsB1, nsB2, nsB3$ 三張任務卡中的其中一張。

C11：日期需求類別為平平，班別為夜 C 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = nsC) \Rightarrow (z_{dn} = nsC1) \vee (z_{dn} = nsC2) \quad \forall d \in M0, \forall n \in N$$

式(C11)為原限制式 H12，日期需求類別為平平時，班別夜 C 有二張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平平時，被分派到的班別為夜 C 的話，將執行 $nsC1, nsC2$ 二張任務卡中的其中一張。

C12：日期需求類別為日日，班別為夜 A 班別其所對應的任務卡

$$\begin{aligned} (y_{dn} = nsA) \Rightarrow & (z_{dn} = nsA11) \vee (z_{dn} = nsA12) \vee (z_{dn} = nsA13) \vee (z_{dn} = nsA14) \\ & \vee (z_{dn} = nsA15) \vee (z_{dn} = nsA16) \\ \forall d \in M1, \forall n \in N \end{aligned}$$

式(C12)為原限制式 H12，日期需求類別為日日時，班別夜 A 有六張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日日時，被分派到的班別為夜 A 的話，將執行 $nsA11, nsA12, nsA13, nsA14, nsA15, nsA16$ 六張任務卡中的其中一張。

C13：日期需求類別為日日，班別為夜 B 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = nsB) \Rightarrow (z_{dn} = nsB11) \vee (z_{dn} = nsB12) \quad \forall d \in M1, \forall n \in N$$

式(C13)為原限制式 H12，日期需求類別為日日時，班別夜 B 有二張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日日時，被分派到的班別為夜 B 的話，將執行 $nsB11, nsB12$ 二張任務卡中的其中一張。

C14：日期需求類別為日日，班別為夜 C 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = nsC) \Rightarrow (z_{dn} = nsC11) \vee (z_{dn} = nsC12) \vee (z_{dn} = nsC13) \\ \forall d \in M1, \forall n \in N$$

式(C14)為原限制式 H12，日期需求類別為日日時，班別夜 C 有三張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日日時，被分派到的班別為夜 C 的話，將執行 $nsC11, nsC12, nsC13$ 三張任務卡中的其中一張。

C15：日期需求類別為平日，班別為夜 A 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = nsA) \Rightarrow (z_{dn} = nsA21) \vee (z_{dn} = nsA22) \vee (z_{dn} = nsA23) \vee (z_{dn} = nsA24) \\ \vee (z_{dn} = nsA25) \vee (z_{dn} = nsA26) \\ \forall d \in M2, \forall n \in N$$

式(C15)為原限制式 H12，日期需求類別為平日時，班別夜 A 有六張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平日時，被分派到的班別為夜 A 的話，將執行 $nsA21, nsA22, nsA23, nsA24, nsA25, nsA26$ 六張任務卡中的其中一張。

C16：日期需求類別為平日，班別為夜 B 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = nsB) \Rightarrow (z_{dn} = nsB21) \vee (z_{dn} = nsB22) \vee (z_{dn} = nsB23) \\ \forall d \in M2, \forall n \in N$$

式(C16)為原限制式 H12，日期需求類別為平日時，班別夜 B 有三張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平日時，被分派到的班別為夜 B 的話，將執行 $nsB21, nsB22, nsB23$ 三張任務卡中的其中一張。

C17：日期需求類別為平日，班別為夜 C 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = nsC) \Rightarrow (z_{dn} = nsC21) \vee (z_{dn} = nsC22) \quad \forall d \in M2, \forall n \in N$$

式(C17)為原限制式 H12，日期需求類別為平日時，班別夜 C 有二張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為平日時，被分派到的班別為夜 C 的話，將執行 $nsC11, nsC12$ 二張任務卡中的其中一張。

C18：日期需求類別為日平，班別為夜 A 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = nsA) \Rightarrow (z_{dn} = nsA31) \vee (z_{dn} = nsA32) \vee (z_{dn} = nsA33) \vee (z_{dn} = nsA34) \\ \vee (z_{dn} = nsA35) \\ \forall d \in M3, \forall n \in N$$

式(C18)為原限制式 H12，日期需求類別為日平時，班別夜 A 有五張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日平時，被分派到的班別為夜 A 的話，將執行 $nsA31, nsA32, nsA33, nsA34, nsA35$ 五張任務卡中的其中一張。

C19：日期需求類別為日平，班別為夜 B 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = nsB) \Rightarrow (z_{dn} = nsB31) \vee (z_{dn} = nsB32) \vee (z_{dn} = nsB33)$$

$$\forall d \in M3, \forall n \in N$$

式(C19)為原限制式 H12，日期需求類別為日平時，班別夜 B 有三張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日平時，被分派到的班別為夜 B 的話，將執行 $nsB31, nsB32, nsB33$ 三張任務卡中的其中一張。

C20：日期需求類別為日平，班別為夜 C 班別其所對應的任務卡

$$(y_{dn} = nsC) \Rightarrow (z_{dn} = nsC31) \vee (z_{dn} = nsC32) \vee (z_{dn} = nsC33)$$

$$\forall d \in M3, \forall n \in N$$

式(C20)為原限制式 H12，日期需求類別為日平時，班別夜 C 有三張任務卡需被執行，意指司機員若在日期需求類別為日平時，被分派到的班別為夜 C 的話，將執行 $nsC31, nsC32, nsC33$ 三張任務卡中的其中一張。

C21：一般休假班別其所對應的任務卡（虛擬）

$$\begin{aligned} (y_{dn} = off) \Rightarrow & (z_{dn} = off1) \vee (z_{dn} = off2) \vee (z_{dn} = off3) \vee (z_{dn} = off4) \\ & \vee (z_{dn} = off5) \vee (z_{dn} = off6) \vee (z_{dn} = off7) \vee (z_{dn} = off8) \\ & \vee (z_{dn} = off9) \vee (z_{dn} = off10) \vee (z_{dn} = off11) \vee (z_{dn} = off12) \\ & \vee (z_{dn} = off13) \vee (z_{dn} = off14) \vee (z_{dn} = off15) \\ & \vee (z_{dn} = off16) \vee (z_{dn} = off17) \vee (z_{dn} = off18) \end{aligned}$$

$$\forall d \in D, \forall n \in N$$

式(C21)是為了配合式(C24)而衍生出來的，由於使用 all-different 這種限制式需要變數對應的值都不同，因此，本研究在此創造虛擬的休假班別任務卡，讓模式建構完整。

C22：預排工作班別其所對應的任務卡（虛擬）

$$\begin{aligned} (y_{dn} = swork) \Rightarrow & (z_{dn} = swork1) \vee (z_{dn} = swork2) \vee (z_{dn} = swork3) \\ & \vee (z_{dn} = swork4) \vee (z_{dn} = swork5) \end{aligned}$$

$$\forall d \in D, \forall n \in N$$

式(C22)是為了配合式(C24)而衍生出來的，功能和式(C21)相同，為一虛擬預排工作班別任務卡。

C23：預排休假班別其所對應的任務卡（虛擬）

$$\begin{aligned} (y_{dn} = soff) \Rightarrow & (z_{dn} = soff1) \vee (z_{dn} = soff2) \vee (z_{dn} = soff3) \vee (z_{dn} = soff4) \\ & \vee (z_{dn} = soff5) \end{aligned}$$

$$\forall d \in D, \forall n \in N$$

式(C23)是為了配合式(C24)而衍生出來的，功能和式(C21)相同，為一虛擬預排休假班別任務卡。

C24：每日一值班司機員執行一張任務卡（在第 d 天每個人被指派的任務卡不同）

$$alldifferent(z_{d1}, z_{d2}, \dots, z_{dn}) \quad \forall d \in D$$

式(C24) 為原限制式 H12，每天需執行的每一張任務卡皆需要一個司機員來執行且不會重覆到，扣除休假及預排班別外，司機員和任務卡的關係是一對一的，因此可以使用 all-different 這個限制式來處理，式(C24)表示每天所有司機員都執行不同任務卡。

4.搜尋策略：

本研究此階段的搜尋策略是採用 ILOG OPL Studio 所提供的最小動態搜尋法 dmin 來指派不同駕駛時數的任務卡，就是依據每位司機員之累積任務卡總駕駛時數最少者優先指派駕駛時數最多的任務卡，以期達到 S6 的限制，讓每個夜班司機員的平均任務卡駕駛時數能夠儘量一樣。



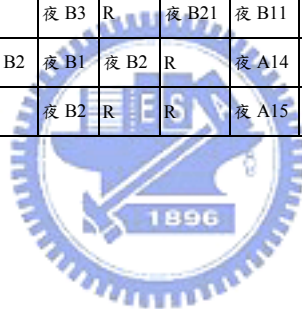
附錄六 本研究求解出之九十四年四月司機員輪值表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
N1	R	早支 12	早支 32	早支 22	R	早支 1	R	早支 21	早支 11	早支 31	早支 1	早支 2	R	早支 1	R	早支 11	R	早支 2	早支 2	SO	R	R	早支 12	早支 32	早支 1	早支 1	R	早支 2	早支 22	R
N2	R	早支 11	R	R	R	早支 2	R	早支 22	早支 12	早支 32	早支 2	R	早支 2	早支 2	R	早支 12	早支 32	R	SO	早支 2	早支 2	早支 22	早支 11	R	早支 2	早支 2	早支 1	早支 1	早支 21	早支 11
N3	R	R	早支 31	早支 21	R	R	早支 1	R	動支	動支	動支	早支 1	早支 1	R	早支 21	SO	R	早支 1	SW	早支 1	早支 1	R	動支	早支 31	動支	R	早支 2	動支	R	早支 12
N4	早支 21	R	早 C31	動支	早支 31	R	R	R	早 C11	R	R	早 C2	動支	動支	R	動支	早支 31	動支	R	動支	動支	早支 21	早 C11	R	早 C2	動支	動支	早 C1	動支	動支
N5	早 D21	早 D11	R	R	R	早 D1	早 D1	早 D21	早 D11	早 D31	R	早 D1	早 D1	早 D1	早 D21	早 D11	早 D31	R	早 D1	早 D1	R	早 D21	R	早 D31	R	R	早 D1	早 D1	早 D21	早 D11
N6	早 D23	R	早 D31	早 D21	R	早 D3	早 D3	SW	早 C12	SO	早 D1	R	早 D3	早 D3	R	早 C11	R	R	R	早 D3	早 D3	R	早 D11	早 C32	早 D2	R	早 D2	早 D2	早 D22	早 C12
N7	R	R	R	R	早 D31	早 D2	早 D2	早 D22	SO	R	早 D2	早 D2	R	早 D2	R	早 C12	早 C32	R	SW	早 D2	早 D2	早 D22	早 C12	早 C31	R	早 D3	SW	SW	SW	SW
N8	早 D22	早 C11	R	早 D22	早 C31	R	R	早 D23	動 A12	早 C31	R	早 D3	SO	早 C2	早 D22	動 A12	R	早 D3	R	早 C2	R	早 D23	動 A12	動 A32	R	早 D1	早 D3	早 D3	早 D23	R
N9	早 C21	R	早 C32	R	早 C32	早 C2	R	早 C21	早 A16	早 C32	早 C2	R	R	R	早 C21	早 A16	R	早 C2	早 D2	早 C1	早 C1	早 C22	R	早 A33	早 C1	早 C2	早 C2	早 C2	早 C22	R
N10	R	早 C12	早 A31	早 D23	SO	早 C1	早 C1	R	R	早 A36	早 C1	R	早 C1	早 C1	早 C22	R	早 C31	早 D2	早 D3	R	R	早 C21	早 A16	R	早 D1	早 C1	早 C1	早 A3	R	早 C11
N11	早 C22	R	早 A32	R	早 A36	早 A4	早 C2	早 C22	R	早 A32	早 D3	R	早 D2	早 A2	早 D23	早 A14	早 A34	早 D1	R	R	早 D1	R	R	SO	早 D3	早 D2	早 A3	早 A4	R	早 A11
N12	早 A25	早 A11	R	R	早 A33	R	早 A5	早 A26	早 A11	R	早 A3	早 A6	早 A2	早 A6	早 A22	早 A11	R	SW	R	早 A4	R	早 A21	早 A13	早 A35	早 A3	R	R	早 A1	R	早 A16
N13	R	早 A16	SO	早 A23	早 A32	早 A2	早 A4	R	R	SO	早 A5	早 A1	R	早 A5	早 A21	早 A12	R	早 A1	R	早 A3	早 A3	早 A23	早 A12	早 A31	R	早 A4	早 A6	R	早 A24	R
N14	R	R	早 A36	早 A24	早 A35	早 A6	R	早 A24	SO	早 A33	R	早 A5	早 A4	早 A1	R	早 A15	R	R	R	早 A5	早 A5	早 A25	R	早 A36	早 A5	早 A3	R	早 A5	早 A21	早 A12
N15	早 A21	早 A12	SO	R	R	早 A5	早 A1	早 A22	早 A14	早 A31	早 A6	R	早 A6	早 A4	早 A26	R	R	早 A3	早 A5	R	早 A6	早 A24	早 A11	早 A34	早 A6	R	早 A2	早 A2	R	R
N16	R	SO	早 A33	早 A21	早 A34	早 A3	R	早 A23	R	早 A35	早 A4	早 A4	R	R	早 A25	早 A13	早 A31	早 A6	早 A3	R	早 A2	早 A22	早 A14	R	早 A1	早 A6	R	早 A6	早 A26	R
N17	早 A23	早 A15	早 A34	SO	R	早 A1	早 A3	R	早 A13	R	R	早 A3	早 A3	早 A3	早 A24	R	早 A35	早 A2	早 A4	早 A2	R	R	早 A15	早 A32	早 A4	R	早 A4	R	早 A23	早 A14
N18	R	R	早 A35	早 A25	早 A31	早 B4	R	早 A21	早 A12	早 A34	早 A2	早 A2	R	R	早 A23	R	早 A33	早 A4	早 A1	早 A6	R	早 A26	早 B12	早 B33	早 A2	早 A2	R	早 B1	早 A22	R
N19	早 A24	R	早 B31	早 A26	早 B34	R	R	R	R	早 B31	R	早 C1	早 A5	早 B2	早 B23	早 B11	R	早 A5	R	早 A1	早 A1	早 B23	早 B11	SO	R	早 A5	早 A5	R	早 A25	早 A15
N20	早 A26	早 A13	R	R	早 B32	R	R	早 A25	SO	早 B32	早 A1	SW	早 A1	R	早 B22	R	早 A36	早 C1	早 C1	早 B2	早 A4	早 B24	R	早 B32	R	早 A1	早 A1	R	早 C21	早 A13

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
N21	早支 22	R	R	早 C22	早 B31	早 B3	R	早 B22	早 A15	早 B33	R	早 B2	早 C2	早 B3	SW	早 B14	R	R	早 C2	早 B3	R	早 B22	R	早 B31	SO	早 B2	早 B2	早 B2	R	早 B11
N22	R	R	R	早 C21	早支 32	早 B2	早支 2	R	早 B11	早 B34	早 B2	早 B3	R	R	早支 22	早 B12	早 A32	早 B2	早支 1	R	早 C2	早 B21	早 B13	R	早 B2	R	早 B4	早 B4	早 B21	早 B13
N23	早 B23	早 B11	R	早 B22	早 B33	R	早 B3	早 B23	早 B12	早 G31	早 B4	R	早 B2	R	早 B21	R	SO	早 B3	早 B3	R	早 B2	早 G21	R	早 B34	早 B3	早 B4	R	R	早 B22	早 B12
N24	早 B22	早 B12	R	早 B23	早 G31	早 B1	早 B2	早 B24	早 B14	R	早 B3	R	R	R	早 B24	R	早 B31	R	早 B2	早 B4	早 B3	R	早 B14	早 G31	R	早 B3	早 B3	早 B3	早 B24	早 B14
N25	早 B24	早 B14	SO	早 B24	R	早 G1	早 B4	早 B21	R	R	早 B1	R	早 B3	R	早 G21	早 B13	早 B32	R	早 B4	早 B1	早 B4	R	早 G11	動 A31	早 B4	早 B1	R	早 G1	R	早 G11
N26	R	早 B13	早 B32	R	動 A32	動 A1	早 B1	R	早 B13	R	早 G1	R	早 B4	早 B4	R	早 G11	R	早 B4	早 B1	早 G1	早 B1	動 A21	動 A13	R	早 B1	早 G1	早 B1	動 A1	R	SO
N27	早 B21	早 G11	早 B34	早 B21	動 A31	R	早 G1	早 G21	R	動 A31	動 A1	早 B4	早 B1	R	動 A21	動 A13	SO	早 B1	早 G1	R	早 G1	R	R	動 A33	R	動 A1	R	動 B1	早 B23	R
N28	早 G21	早 A14	R	R	R	動 B1	早 A6	R	早 G11	動 A33	動 B1	R	早 G1	早 B1	動 B21	R	早 B33	早 G1	早 A2	動 A1	R	動 B21	R	SO	早 G1	動 B1	早 G1	動 C2	R	動 A13
N29	R	動 A11	早 B33	早 G21	動 A33	R	R	R	動 A13	R	R	早 B1	動 A1	早 G1	SO	R	早 B34	動 A1	早 A6	動 B1	動 A1	動支	R	動支	動 A1	R	動 A1	動 C1	早 G21	動 A11
N30	早 A22	動 A13	早 G31	早 A22	動支	R	早 A2	動 A21	R	R	R	早 G1	動 B1	動 A1	R	動 A11	早 G31	動 B1	R	R	動 B1	R	動 A11	R	動 B1	R	動 B1	動 C3	動 A21	動 A12
N31	午 D21	午 B12	R	午 D21	午 B36	午 D1	午 D1	R	SO	午 B36	午 D1	午 D1	午 D1	R	R	午 B12	R	午 D1	R	R	午 D1	R	午 B12	R	午 D1	午 D1	午 D1	午 D1	午 D21	午 B16
N32	午支 21	午支 12	R	R	午支 31	午支 1	午支 1	午支 22	午支 12	R	午支 2	R	午支 1	午支 1	午支 22	午支 12	午支 32	R	午支 1	午支 2	午支 2	R	R	午支 31	R	午支 2	午支 1	午支 2	R	SO
N33	午支 22	午支 11	R	午支 21	午支 32	午支 2	午支 2	R	午支 11	R	午支 1	午支 2	午支 2	午支 2	R	午支 11	午支 31	午支 2	午支 2	SW	午支 1	R	午支 12	午支 32	午支 2	R	午支 2	R	R	R
N34	R	R	R	午支 22	R	動支	動支	午支 21	午 C13	午支 32	R	午支 1	R	午 C3	SO	午 C13	動支	R	動支	午支 1	SW	午支 21	午支 11	午 C31	R	午支 1	午 C1	午支 1	R	午支 11
N35	動支	動支	午支 32	R	R	R	R	動支	午 C11	午支 31	午 C1	動支	午 C1	R	午支 21	午 C12	R	午支 1	R	午 C4	午 C1	SW	R	午 C33	R	午 C1	午 C3	午 C4	午支 21	午支 12
N36	午 C21	R	R	午 C21	SO	午 C1	午 C1	午 C21	R	午 C31	R	午 C1	R	R	午 C21	午 C11	午 C31	午 C4	R	午 C1	R	午 C21	午 C13	午 C32	R	午 C4	午 C2	午 C3	午 C22	午 C12
N37	午 C24	午 C12	午 C32	午 C23	R	午 C3	午 C3	午 C22	午 C12	SO	午 C3	R	午 C3	R	午 C22	午 A13	午 C32	R	午 C4	R	R	午 C24	R	R	午 C1	R	午 C4	午 C1	R	午 C11
N38	午 C23	午 C11	午 C33	午 C22	午 C32	午 C2	R	午 C23	R	R	午 C4	R	R	午 C1	午 C24	R	午 C33	午 C3	R	午 C3	午 C3	午 C23	SO	午 A35	午 C2	R	午 A4	午 C2	R	午 C13
N39	午 C22	R	午 C31	午 C24	R	午 C4	午 C4	午 C24	SO	午 C33	R	午 C4	R	午 C4	午 C23	午 A11	午 A36	午 C2	R	午 C2	午 C2	SW	午 C12	午 A31	R	午 C3	午 A2	R	R	R
N40	午 A21	午 C13	午 A36	R	午 C33	午 A2	午 C2	R	午 A12	午 C32	R	午 C3	午 C4	R	R	R	午 A34	R	午 C1	午 A1	午 C4	午 C22	R	午 A34	午 C3	午 C2	SW	SW	SW	R
N41	午 A24	午 A11	午 A33	午 A23	R	午 A4	午 A3	午 A22	午 A16	午 A36	午 C2	R	午 C2	午 C2	午 A22	午 A16	R	R	午 C2	午 A2	R	午 A22	R	R	午 C4	R	午 A3	R	午 C24	午 A12
N42	R	R	午 A35	午 A21	午 A32	午 A1	午 A4	午 A23	R	午 A33	午 A2	SW	SW	午 A4	午 A24	R	午 A32	午 A1	R	午 A4	R	午 A24	午 A12	午 A32	R	午 A4	R	R	午 A21	午 A15
N43	午 A23	R	午 A34	午 A24	午 A31	午 A3	午 A2	R	R	午 A34	R	午 A4	午 A4	午 A3	R	午 A12	午 A33	午 A4	R	午 A3	午 A2	午 A23	午 A16	午 A36	R	午 A2	R	午 A2	午 A22	R

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
N44	午 A22	午 A14	午 A31	午 A22	午 A36	R	R	R	R	午 A35	午 A1	SW	SW	SW	SW	R	午 A35	SW	午 A1	午 B1	午 A1	午 A21	R	SO	午 A1	午 A1	R	R	R	R
N45	午 B21	R	午 A32	午 B26	午 A33	R	午 A1	R	午 A14	午 A32	午 A4	午 A3	午 A3	午 A2	R	R	SO	R	午 A4	午 B4	R	午 B21	午 A14	午 A33	午 A3	午 A3	R	午 A3	午 A23	R
N46	午 B24	SO	午 B33	R	午 A35	午 B4	午 B7	午 A24	午 A13	午 A31	R	午 A2	午 A2	R	午 A23	R	午 A31	R	午 A2	午 B2	午 A3	午 B25	午 A13	R	午 A2	午 B5	R	R	午 A24	R
N47	R	SO	午 B34	午 B22	午 A34	R	午 B6	午 A21	R	R	R	午 A1	午 A1	午 A1	午 A21	午 A14	午 B33	R	午 A3	午 B3	R	R	午 A15	R	午 A4	午 B4	午 A1	午 A1	午 C23	午 A13
N48	R	午 A15	R	午 B24	午 C31	午 B3	午 B2	午 B26	午 A11	R	午 A3	午 C2	午 B2	午 B5	午 B25	R	午 B36	R	午 C3	R	午 A4	午 B27	午 A11	R	SO	R	午 B2	R	午 C21	午 A14
N49	R	R	午支 31	午 B21	R	R	午 B4	R	午 A15	午 B34	午 B1	午 B4	R	午 B1	R	午 A15	R	午 C1	午 B1	R	午 B1	午支 22	午 C11	午 B35	午支 1	R	午 B7	午 A4	午支 22	午 A16
N50	午 B22	SO	午 B31	午 B27	午 B35	午 B7	R	R	R	午 B33	午 B3	R	午 B1	午 B3	午 B23	午 B14	R	午 B6	午 B7	R	午 B6	R	R	午 B34	午 B3	R	午 B4	午 B6	午 B27	午 B12
N51	R	午 B14	午 B35	SO	SO	R	午 B1	午 B21	R	午 B31	午 B4	午 B1	午 B4	SW	午 B21	R	午 B34	午 B1	午 B4	午 B6	午 B5	R	午 B16	R	R	R	R	午 B1	午 B24	午 B14
N52	午 B23	午 B15	R	午 B23	午 B33	午 B6	午 B5	午 B27	午 B15	R	SO	午 B2	午 B6	午 B7	午 B27	R	午 B32	午 B5	R	午 B5	R	R	午 B13	午 B36	R	R	午 B3	R	午 B26	午 B15
N53	午 B26	午 B11	午 B36	R	午 B31	午 B2	R	午 B23	午 B13	R	午 B2	午 B7	R	R	午 B24	R	午 B31	午 B3	午 B3	午 B7	R	午 B23	SO	R	午 B4	午 B3	R	午 B3	R	午 B11
N54	午 B27	午 B13	午 B32	R	R	R	午 B3	午 B24	午 B14	R	午 B6	午 B3	R	午 B4	午 B22	午 B13	午 B35	R	午 B6	R	午 B3	午 B26	SO	午 B32	午 B5	午 B7	R	午 B7	R	R
N55	午 B25	午 B16	動 A32	午 B25	午 B32	R	動 A1	R	R	午 B32	午 B7	R	午 B3	午 B2	R	SO	動 A31	午 B7	午 B5	午 D1	午 B2	R	R	午 B33	R	午 B1	午 B6	午 B2	午 B25	R
N56	動 A21	午 A12	R	R	午 B34	午 B1	R	午 B22	午 B11	午 B35	SW	午 B6	R	午 B6	午 B26	午 B11	SO	午 B2	午 B2	R	R	午 B24	R	午 B31	午 B6	午 B6	R	R	午 B23	R
N57	R	午 A13	動 A31	動 A21	R	午 B5	動 B1	午 B25	午 B12	R	R	午 B5	R	R	午 D21	R	動 A32	午 B4	午 D1	R	午 B4	R	午 B14	SO	午 B1	R	午 B1	午 B4	午 B22	午 B13
N58	動 B21	午 A16	動 A33	動 B21	SO	SO	R	午 D21	午 B16	R	午 B5	動 A1	午 B7	午 D1	R	午 B15	動 A33	午 A3	動 A1	R	R	午 B22	午 B11	R	午 B2	R	R	R	午 B21	R
N59	R	動 A12	動支	R	R	R	R	動 B21	動 A11	動 A32	R	動 B1	午 B5	動 B1	動支	午 B16	R	午 A2	動 B1	R	午 B7	午 D21	午 B15	R	午 B7	午 B2	午 B5	午 B5	動 B21	午 A11
N60	夜 C21	夜 C12	夜 C32	R	R	夜 C1	R	夜 C21	夜 C12	夜 C33	SW	SW	夜 C1	R	夜 C21	夜 C11	夜 C31	夜 C2	夜 C2	夜 C2	R	R	夜 C11	R	R	夜 C2	夜 C1	夜 C2	R	R
N61	夜 C22	夜 C13	夜 C33	R	夜 C32	夜 C2	R	R	夜 C13	R	夜 C1	夜 C1	夜 C2	夜 C2	夜 C22	R	夜 C33	夜 C1	夜 C1	R	夜 C2	夜 C22	R	夜 C31	R	R	R	夜 C1	夜 C22	夜 C11
N62	R	SO	R	夜 C21	夜 C33	SO	夜 C1	夜 C22	夜 C11	R	夜 C2	夜 C2	R	夜 C1	夜 A23	夜 C12	R	夜 A1	R	夜 C1	夜 C1	夜 C21	夜 C13	夜 C33	夜 C2	R	R	夜 A2	R	R
N63	夜 A25	夜 A12	夜 A33	夜 A25	R	R	夜 A5	夜 A25	R	夜 A33	夜 A5	R	夜 A4	夜 A2	SO	SO	夜 A35	夜 A2	R	夜 A3	R	R	R	夜 A31	夜 A4	R	R	夜 A5	夜 A21	夜 A11
N64	夜 A24	夜 A13	R	夜 A24	夜 A33	夜 A5	夜 A4	SO	SO	R	夜 A4	夜 A1	夜 A1	夜 A3	R	R	夜 A32	R	R	夜 A1	R	夜 A25	夜 A15	夜 A34	夜 A3	R	R	R	夜 A25	夜 A15
N65	R	夜 A15	SO	夜 A23	夜 A31	SO	夜 A1	R	夜 A12	R	夜 A1	R	夜 A6	夜 A1	R	夜 A13	R	夜 A6	R	夜 A6	夜 A6	夜 A26	R	夜 A32	夜 A1	夜 A2	夜 A2	R	R	夜 A12
N66	夜 A23	R	夜 A31	R	R	R	夜 A2	R	夜 A13	夜 A31	R	夜 A5	R	夜 A6	夜 A24	SO	夜 A33	夜 A4	夜 A4	R	夜 A4	SO	R	夜 A33	R	夜 A6	夜 A6	夜 A4	夜 A22	夜 A14

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
N67	夜 A21	夜 A11	夜 A32	夜 A21	夜 A32	R	夜 A3	夜 A24	R	夜 A32	R	夜 A2	夜 A2	R	夜 A22	夜 A11	夜 A34	夜 A3	夜 A3	R	夜 A3	R	R	R	夜 A5	夜 A4	R	R	夜 A24	夜 A13
N68	R	夜 C11	夜 A34	夜 C22	R	夜 A4	夜 C2	夜 A23	夜 A15	夜 A35	夜 A2	R	夜 A3	R	夜 A21	夜 A16	R	R	夜 A2	夜 A2	R	夜 A22	夜 A11	R	夜 A2	夜 A3	R	R	夜 A26	夜 A16
N69	R	R	夜 C31	R	R	夜 A1	R	夜 A21	夜 A16	夜 C31	夜 A3	夜 A4	R	夜 A4	夜 A26	SO	SO	夜 A5	R	夜 A5	夜 A5	R	夜 A13	夜 C32	夜 C1	夜 A1	夜 A1	夜 A1	R	R
N70	夜 A22	R	R	R	夜 A34	夜 A2	R	R	R	夜 C32	R	R	夜 A5	夜 A5	夜 A25	夜 A12	夜 C32	R	夜 A5	夜 A4	夜 A1	夜 A21	SO	SO	R	夜 A5	夜 A5	夜 A6	夜 C21	夜 C12
N71	夜 B21	R	夜 B31	R	夜 C31	夜 A3	夜 B3	夜 A22	夜 A11	R	R	夜 A3	R	夜 B1	夜 B23	夜 C13	R	R	夜 A1	R	夜 A2	夜 A23	夜 C12	夜 B31	R	夜 C1	夜 C2	夜 A3	R	夜 C13
N72	夜 B23	R	夜 B32	夜 B21	夜 B31	夜 B3	R	夜 B21	夜 B11	夜 B32	夜 B3	夜 B1	R	R	夜 B22	R	夜 B33	R	夜 B2	夜 B2	R	夜 B22	夜 B12	夜 B33	夜 B2	R	夜 B2	夜 B2	R	R
N73	夜 B22	R	R	夜 B23	夜 B32	R	R	R	夜 B12	夜 B33	R	夜 B3	R	夜 B3	R	夜 B12	夜 B32	夜 B1	夜 B1	夜 B3	夜 B2	R	夜 B11	R	夜 B3	夜 B1	夜 B1	夜 B1	夜 B22	夜 B12
N74	R	夜 B11	SW	SW	SW	SW	SW	R	R	夜 B31	R	R	夜 B3	R	夜 B21	夜 B11	夜 B31	夜 B3	夜 B3	R	夜 B3	夜 B21	夜 A12	R	R	夜 B3	夜 B3	夜 B3	夜 B23	R
N75	R	夜 B12	夜 B33	夜 B22	R	夜 B1	夜 B1	夜 B23	R	夜 A34	夜 B1	夜 B2	夜 B1	夜 B2	R	夜 A14	R	R	R	夜 B1	R	夜 B23	夜 A14	夜 B32	夜 B1	夜 B2	夜 A3	R	夜 B21	R
N76	SO	夜 A14	R	夜 A22	夜 B33	夜 B2	夜 B2	夜 B22	夜 A14	R	夜 B2	R	夜 B2	R	R	夜 A15	夜 A31	夜 B2	R	R	夜 B1	夜 A24	夜 A16	R	夜 A6	R	夜 A4	R	夜 A23	夜 B11



附錄七 本研究求解出之九十四年十一月司機員輪值表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
N1	早支2	SO	SO	SO	SO	早支32	R	早支2	R	早支2	R	早支12	早支32	早支2	早支2	早支2	早支2	R	R	早支32	R	早支2	R	R	R	早支12	R	早支2	早支2	早支1
N2	早支1	早支2	早支2	R	R	SO	SO	早支1	R	早支1	早D22	早支11	早支31	早支1	早支1	R	早支1	SW	早支12	SO	R	早支1	早支1	R	R	早支11	R	R	R	早支2
N3	動支	R	早支1	R	早支11	R	早支2	SO	早支2	動支	R	動支	SO	動支	動支	R	動支	早支22	R	R	早支2	R	早支2	早支2	SO	SO	SO	R	早支1	動支
N4	早C2	早支1	動支	早支21	R	早支31	早支1	動支	早支1	早C2	R	早C11	動支	早C2	早C2	R	R	早支21	R	R	R	動支	動支	R	早支21	動支	早支32	R	R	早C2
N5	早D1	早D1	R	早D21	早D11	早D31	早D1	R	早D1	早D1	R	R	R	R	SO	SO	早D1	SO	早D11	早D31	R	早D3	R	R	R	SO	早D31	早D2	早D2	早D2
N6	R	早D2	早D1	早D23	早C11	R	早D3	R	早D2	R	SO	R	SO	SO	早D3	R	早D3	SW	早C12	早C32	早D2	早D1	R	R	早D23	早D11	早C32	R	R	早D3
N7	早D3	早D3	R	R	早C12	早C31	SW	SW	SW	R	早D23	R	早D31	R	早D2	SO	早D2	早D23	早C11	R	R	早D2	早D2	早D2	早D22	早C11	早C31	R	早D3	R
N8	早D2	R	早D3	早D22	早支12	早C32	R	早D1	早D3	早D3	R	R	R	R	早D1	早D3	早C2	R	早支11	早C31	早D3	R	早D3	早D3	早D21	R	早支31	早D3	早D1	早D1
N9	SO	早C1	早C1	早C21	R	早A35	早C1	早C2	R	SW	SW	SW	R	SO	早C1	R	早C1	早D22	R	SO	R	早C1	R	早C1	R	早C12	SO	SO	R	早C1
N10	SO	早C2	R	R	R	早A36	R	SO	早C1	早D2	R	早C12	早C32	早D3	SO	早C1	早A1	R	早A13	R	早C1	SO	R	早C2	早C21	早A16	R	早C1	SO	早A1
N11	R	早A3	R	早C22	R	早A31	早D2	早D3	R	R	R	早D11	R	早D2	早A5	早D2	R	早D21	早A15	早A35	早C2	SO	早C1	R	SO	SO	早A35	SO	SO	SO
N12	早C1	R	早D2	早A23	早A11	早A34	R	早D2	早C2	R	早D21	早A14	早C31	早D1	早A2	早D1	R	R	早A14	R	早D1	早C2	早D1	早D1	早C22	早A14	R	早D1	R	R
N13	R	R	早A5	早A21	早A13	R	SO	SO	R	早A5	早A25	SO	SO	早A1	R	SO	早A5	SW	早A16	R	早A1	R	SO	SO	R	SO	早A36	R	早A4	SO
N14	SO	早A5	早A6	早A26	R	SO	早A5	早A5	早A4	R	R	早A13	R	早A4	早A3	早A3	早A4	R	早A12	早A31	R	早A4	早A6	早A3	R	早A12	R	早A2	早A2	R
N15	早A5	早A6	R	早A22	早A12	SO	SO	R	早A5	R	R	R	早A36	早A3	早A1	早A1	R	早A21	SO	早A36	R	早A5	早A1	早A5	R	早A13	R	SO	SO	早A3
N16	R	R	早A1	早A25	SO	早A33	早A4	R	早A1	早A3	早A21	R	早A33	早A6	早A4	R	早A6	早A26	早A11	SO	早A6	R	早A2	早A4	R	早A11	R	早A4	R	R
N17	早A1	早A4	R	早A24	SO	早A32	早A2	早A6	早A2	R	早A24	早A11	早A34	R	早A6	早A2	SO	早A22	早B13	R	早A2	早A2	R	早A6	早A26	R	R	R	早A3	R
N18	SO	R	早A3	早B22	R	早B32	早A3	早A3	R	早A1	早A23	早A15	早A31	早A2	R	早A6	R	早A24	R	早A34	早A4	R	R	R	R	SO	SO	早A1	早A1	早A4
N19	早A3	R	早A4	早B23	早A15	SO	SO	SO	R	R	R	早A16	SO	早A5	R	早A5	R	早A25	R	R	早A5	R	早A5	R	SO	SO	早A33	早A5	早A5	早A5
N20	早A4	早A1	早A2	早B21	早A14	R	R	早A4	R	早A4	早C21	早A12	SO	SO	R	R	早A3	早A23	R	早A33	早A3	R	早A3	R	早A25	早A15	早A31	早A3	早A6	R

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
N21	早 A6	R	早 C2	R	早 A16	R	早 A1	早 A1	早 A6	早 A2	早 C22	R	早 A32	R	早 B3	早 A4	SO	早 C22	SO	早 A32	R	早 A3	早 A4	R	R	早 B11	早 A32	早 A6	R	R
N22	早 A2	R	R	早支 22	早 B11	早 B34	早 A6	R	早 A3	早 A6	早支 21	R	早 A35	早 C1	SO	早 C2	R	早 C21	早 B14	R	早 B1	早 A6	R	早 A1	早 A23	早 B14	早 A34	早 C2	R	R
N23	早 B2	早 A2	早 B3	R	早 B14	早 B33	早 C2	早 A2	早 B1	早 C1	R	早 B13	早 B33	早 B1	R	早 B1	早 A2	早 B24	R	早 B34	R	R	早 C2	R	早 A24	早 B13	R	早 B1	早 C2	R
N24	早 B3	早 B4	R	SW	早 B12	R	早 B3	早 C1	早 B4	早 B3	早支 22	R	早 B32	R	R	R	早 B3	R	早 B12	早支 31	早 B4	早 A1	早 B4	早支 1	R	早 B12	早 B33	早 B4	早 C1	R
N25	早 B4	早 B3	早 B2	R	早 B13	R	早 B1	R	早 B3	早 B2	R	早 B12	早 B34	早 B4	早 B1	早支 1	早 B1	R	R	R	早支 1	早 B4	R	R	早支 22	動 A12	早 B34	早支 1	早 B1	R
N26	SW	SW	SW	R	SO	早 B31	早 B2	R	R	R	早 B22	R	SO	早 B2	R	早 B2	早 B2	早 B22	R	早 B31	早 B3	早 B2	早 B2	早 B3	早 B23	R	早 B31	早 B3	R	早 B2
N27	SO	早 B2	R	SW	SW	SW	SO	SO	早 B2	R	SO	早 B11	早 B31	R	早 B2	R	SO	R	早 B11	R	早 B2	R	SO	早 B2	早 B22	R	R	早 B2	早 B3	早 B3
N28	R	早 B1	R	早 B24	早 G11	早 G31	早 B4	早 B2	R	早 B4	早 B23	早 B14	R	早 B3	早 B4	早 B3	R	R	SO	SW	R	早 B3	R	早 B4	早 B21	R	早 B32	R	早 B2	早 B4
N29	早 B1	早 G1	早 B4	早 G21	R	動 A32	SO	早 B3	早 G1	早 B1	R	SO	SO	早 G1	早 G1	早 B4	R	SO	SO	SO	R	R	早 B3	R	早 B24	R	早 G31	SO	R	R
N30	早 G1	動 A1	R	動 A21	動 A12	SO	R	早 B4	R	早 G1	R	早 G11	早 G31	R	SO	早 G1	早 B4	早 B23	R	早 B32	早 G1	R	早 B1	早 B1	SO	R	動 A32	早 G1	R	早 B1
N31	動 A1	動 B1	R	SW	SO	動 A31	早 G1	早 B1	R	動 A1	早 B21	動 A13	動 A31	R	動 A1	動 A1	SO	早 B21	早 G11	R	動 A1	R	早 G1	R	早 G21	R	R	R	R	早 G1
N32	R	R	早 B1	動 B21	R	SO	動 A1	早 G1	動 A1	R	早 B24	動 A12	動 A32	R	R	動 B1	早 G1	早 G21	動 A11	R	動 B1	早 B1	動 A1	R	早 A22	早 G11	R	動 A1	早 B4	早 A2
N33	R	R	早 G1	動支	動 A11	R	動 B1	動 A1	動 B1	R	早 G21	動 A11	R	動 A1	SO	R	動 A1	動 A21	動 A12	R	R	早 G1	動 B1	R	早 A21	動 A11	動 A31	動 B1	R	早 A6
N34	動 B1	動支	動 A1	R	動 A13	動 A33	R	動 B1	R	R	早 A26	R	動 A33	R	R	動支	R	動 B21	動 A13	早 B33	動支	動 A1	R	早 G1	動 A21	R	動 A33	動支	早 G1	動 A1
N35	SW	R	動 B1	R	動支	動支	動支	R	動支	動 B1	早 A22	R	R	動 B1	動 B1	R	動 B1	動支	動支	早 G31	R	動 B1	R	早 A2	動 B21	動 A13	動支	R	R	動 B1
N36	午 D1	午 D1	午 D1	SW	午 B12	午 B36	R	午 D1	午 D1	午 D1	午 D21	R	午 B32	午 D1	午 D1	午 D1	SO	R	午 B12	午 B36	R	R	R	R	SO	R	午 B32	SO	SO	R
N37	午支 1	午支 1	午支 2	午支 22	R	SO	SO	SO	SO	SO	SO	R	午支 31	午支 1	午支 1	R	午支 2	午支 21	午支 11	午支 31	R	R	R	R	午支 21	午支 12	午支 32	午支 2	R	R
N38	R	R	午支 1	SO	R	R	午支 1	R	午支 1	SO	SO	午支 11	SO	SO	R	午支 1	午支 1	SO	SW	SW	SW	R	午支 1	SO	SO	午支 11	午支 31	午支 1	R	R
N39	午支 2	R	午 C3	R	午支 11	午支 31	R	午支 1	午支 2	午支 1	R	R	午支 32	午支 2	午支 2	午支 2	午 C3	午支 22	R	午支 32	R	R	午支 2	午支 2	午支 22	午 C12	午 C32	R	午支 2	午支 2
N40	午 C2	午支 2	R	SW	SW	午支 32	午支 2	午支 2	R	午支 2	午支 22	午支 12	午 C32	R	午 C2	午 C2	午 C2	R	SO	動支	午支 2	R	R	午支 1	動支	R	R	午支 1	午支 1	
N41	午 C1	午 C2	R	R	午 C11	SO	SO	SO	R	午 C1	午 C21	午 C11	R	R	午 C1	午 C1	午 C1	午 C24	午 C13	R	午 C3	午 C4	R	午 C4	午 C24	R	午 C33	午 C3	R	午 C2
N42	午 C4	午 C3	午 C2	SO	SO	R	午 C1	午 C1	午 C2	R	午 C23	午 C12	SO	SO	R	午 C4	R	午 C21	R	R	R	R	午 C1	R	SO	午 C11	午 C31	午 C1	SO	午 C4
N43	SO	SO	午 C1	午 C23	R	午 C31	午 C4	R	午 C4	午 C3	午 C22	SO	午 C31	午 C3	R	SO	R	R	R	R	午 C1	SW	SW	R	午 C21	午 C13	SO	SW	R	午 C1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
N44	R	R	午 C4	午 C24	午 C13	午 C32	R	R	午 C1	R	午 C24	午 C13	R	SO	午 C4	R	SO	SO	午 C11	R	午 C4	午 C1	午 C4	午 C1	R	午 A14	R	午 C4	午 C1	午 C3
N45	R	R	午 A1	午 C21	午 C12	午 C33	午 C2	午 C2	R	R	午 A23	午 A14	午 C33	R	R	午 C3	午 C4	午 C23	午 C12	R	SO	R	午 C3	午 C3	午 C23	R	午 A32	SO	SO	午 A4
N46	R	午 C1	R	午 C22	R	午 A35	午 C3	午 C4	R	午 C4	午 A22	午 A12	午 A36	午 C2	午 C3	R	午 A2	午 C22	R	午 C32	午 C2	午 C2	R	午 C2	R	R	午 A33	SO	SO	午 A3
N47	午 C3	R	午 A4	午 A24	R	午 A32	午 A2	午 C3	R	午 C2	R	R	午 A34	午 C1	R	R	午 A1	午 A22	R	午 C33	午 A2	午 C3	午 C2	午 A2	R	午 A11	午 A31	午 C2	午 C3	午 A2
N48	午 A1	SO	午 A2	午 A23	午 A11	R	午 A3	R	R	午 A3	SO	SO	SO	午 A4	SO	R	R	R	R	午 A35	R	午 A1	SO	午 A1	午 A21	R	午 A35	午 A1	R	午 A1
N49	午 A4	R	午 A3	午 A21	SO	R	午 A4	午 A2	午 A4	R	午 A24	SO	午 A33	午 A2	午 A3	R	R	SO	午 A14	午 A31	午 A3	午 A2	R	午 A3	SO	R	R	R	午 A1	R
N50	午 A3	R	SO	SO	午 A15	SO	午 A1	午 A4	R	午 A4	R	R	SO	午 A1	R	午 A1	R	午 A21	午 A15	午 A32	午 A1	午 A4	R	午 A4	午 A23	午 A12	R	午 A3	午 A3	R
N51	午 A2	午 A1	午 B6	午 A22	午 A13	午 A36	R	R	R	R	午 A21	SO	SO	午 A3	午 A4	午 A3	R	午 A23	午 A12	SO	午 A4	午 A3	午 A3	R	R	R	R	午 A4	午 A4	午 B5
N52	午 B1	午 A3	R	SO	午 A14	R	SO	午 A1	午 A1	午 A2	R	R	午 A35	R	午 A1	午 A4	R	午 A24	SO	SO	午 B6	R	午 A1	R	午 A24	午 A15	午 A34	午 A2	午 A2	R
N53	午 B4	R	午 B3	SW	R	午 A34	午 B4	R	R	午 A1	午 B26	午 A15	午 A31	午 C4	R	午 A2	午 A3	午 B25	午 A11	午 A36	午 B7	R	午 A2	R	午 A22	午 A16	R	午 B2	午 C4	R
N54	午 B3	午 A4	R	午 B23	午 A12	午 A31	午 B6	R	R	午 B6	午 B25	午 A11	R	R	R	午 B3	R	SW	R	午 C31	午 B2	午 支 1	午 A4	午 B5	R	SO	SO	SO	SO	午 B3
N55	R	午 C4	R	午 支 21	午 支 12	午 A33	R	午 A3	午 C3	R	午 支 21	R	午 A32	午 B2	R	午 B6	午 A4	午 B27	午 支 12	R	午 支 1	午 支 2	午 B7	R	午 C22	午 A13	午 A36	午 B5	午 C2	R
N56	R	午 B1	R	SW	午 B11	SO	SO	午 B1	午 B6	R	午 B22	R	SO	SO	午 B1	R	午 B1	R	午 B14	午 B31	午 B1	R	R	午 B1	午 B21	午 B11	R	SO	午 B6	午 B6
N57	午 B6	午 B6	R	SO	SO	R	午 B1	R	午 B4	R	R	午 B14	R	午 B1	午 B3	午 B1	午 B6	午 B23	R	SO	午 B3	R	R	午 B2	午 B23	SO	午 B31	午 B3	午 B5	R
N58	午 B2	R	R	午 B21	午 B13	R	SO	午 B3	午 B2	午 B4	R	午 B15	SO	午 B3	R	SO	午 B3	SW	SO	午 B32	R	午 B6	SO	午 B6	午 B22	R	R	SO	午 B3	R
N59	R	R	午 B1	午 B22	午 B15	R	SO	R	午 B3	R	午 B24	午 B13	午 B31	午 B6	R	午 B4	SO	午 B26	SO	SO	SO	R	午 B1	午 B7	午 B27	R	午 B33	R	午 B2	午 B2
N60	SO	SO	SO	SO	午 B14	R	SO	SO	SO	SO	R	SW	SW	SW	SW	R	R	午 B21	SO	午 B34	R	午 B1	R	午 B3	SO	R	R	SO	SO	R
N61	R	R	午 B4	午 B24	R	午 B31	午 B3	R	午 B5	午 B3	午 B27	午 B16	SO	R	午 B2	SW	SW	SW	R	午 B35	R	午 B3	午 B3	R	午 B24	午 B13	午 B35	R	午 B7	午 B7
N62	R	午 B4	R	SO	R	SO	SO	R	午 B1	午 B1	午 B21	午 B11	R	R	午 B4	R	午 B4	R	午 B11	午 B33	SO	午 B4	R	午 B4	SO	SO	R	午 B1	午 B1	午 B1
N63	午 B7	午 B3	R	SW	SO	午 B34	R	午 B4	午 B7	SO	午 B23	R	R	午 B4	SO	R	R	午 B24	午 B13	午 A34	午 B4	SO	午 B6	R	午 B26	R	午 B34	午 B4	R	SO
N64	SO	午 B2	R	午 B26	午 B16	SO	SO	午 B6	R	R	動 A21	R	午 B34	SO	午 B6	R	R	午 B22	午 B15	午 A33	SO	R	午 B4	午 D1	R	午 B14	R	SO	午 B4	午 B4
N65	R	午 B7	午 B5	SO	R	午 B35	午 B5	午 B5	午 A3	R	動 B21	午 B12	R	R	R	R	午 B2	SO	午 B16	動 A32	R	午 B2	午 B2	動 A1	午 B25	R	SO	午 B6	午 D1	午 D1
N66	R	午 B5	午 B7	午 B25	R	SO	午 B7	午 B7	R	午 B7	R	午 A16	午 B35	R	午 B7	午 B2	午 B7	午 D21	午 A13	R	午 B5	午 B5	午 B5	動 B1	午 D21	午 B16	R	R	動 A1	R

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
N67	R	R	午 B2	午 B27	R	午 B33	午 B2	午 B2	R	午 B2	R	午 A13	午 B33	午 B7	午 B5	午 B7	午 B5	R	R	動 A31	R	午 B7	午 D1	動 支	R	午 B15	午 B36	午 B7	動 B1	R
N68	午 B5	午 A2	R	午 D21	午 A16	午 B32	午 D1	R	午 A2	午 B5	動 支	R	午 B36	午 B5	午 A2	午 B5	午 D1	R	午 A16	動 A33	午 D1	午 D1	R	R	R	午 B12	R	午 D1	動 支	R
N69	夜 C1	夜 C2	夜 C2	夜 C22	SO	R	夜 C2	R	R	夜 C2	夜 C21	R	夜 C33	夜 C1	R	夜 C2	夜 C1	夜 C22	SO	夜 C31	R	R	夜 C1	夜 C2	SO	SO	SO	R	夜 C1	夜 C1
N70	R	夜 C1	SO	SO	夜 C12	夜 C33	夜 C1	R	SO	夜 C1	夜 C22	SO	夜 C32	夜 C2	R	夜 C1	夜 C2	夜 C21	SO	R	R	夜 C1	夜 C2	夜 C1	R	R	夜 C32	夜 C1	夜 C2	R
N71	R	R	夜 C1	夜 C21	夜 C13	R	夜 A4	夜 C1	R	夜 A4	夜 A21	夜 C13	夜 C31	R	夜 C1	夜 A3	R	R	夜 C13	R	夜 C1	夜 C2	夜 A2	夜 A3	R	夜 C13	夜 C33	夜 C2	夜 A3	夜 C2
N72	夜 A5	夜 A3	R	R	R	夜 A31	R	夜 A4	SO	SO	SO	SO	R	R	夜 A5	夜 A5	夜 A5	夜 A25	夜 A12	夜 A33	R	SO	夜 A5	SO	SO	夜 A12	夜 A33	R	SO	SO
N73	夜 A4	夜 A2	夜 A3	R	夜 A13	夜 A34	夜 A2	R	夜 A2	夜 A2	夜 A22	夜 A14	夜 A34	R	夜 A3	夜 A2	夜 A2	R	夜 A11	夜 A34	夜 A3	R	R	R	夜 A21	R	R	夜 A4	夜 A4	夜 A1
N74	夜 A1	R	夜 A5	夜 A24	夜 A11	R	R	夜 A1	夜 A4	R	夜 A24	R	夜 A32	夜 A1	夜 A1	R	R	SO	SO	夜 A32	夜 A4	夜 A4	R	夜 A4	夜 A25	夜 A15	SO	R	夜 A5	夜 A4
N75	SO	SO	R	SO	SO	夜 A33	夜 A5	夜 A5	R	夜 A5	夜 A25	夜 A13	夜 A31	R	夜 A4	R	夜 A1	R	R	夜 A31	夜 A5	夜 A5	夜 A4	夜 A1	夜 A23	R	R	夜 A5	R	夜 A5
N76	SO	SO	SO	夜 A25	R	夜 C32	R	R	夜 A5	R	R	夜 A12	夜 A33	夜 A5	R	夜 A4	夜 A4	夜 A24	夜 A13	夜 C32	夜 A1	R	R	夜 A5	夜 A24	R	夜 A31	夜 A1	夜 A1	夜 A2
N77	R	夜 A5	夜 A4	夜 A23	夜 A15	夜 C31	夜 A3	R	夜 A3	R	夜 A23	夜 A11	R	R	R	夜 A1	R	夜 A23	夜 C12	夜 C33	夜 A2	夜 A2	R	夜 A2	夜 C22	夜 A11	R	夜 A3	夜 A2	夜 A3
N78	夜 A2	夜 A1	夜 A1	夜 A21	夜 C11	SO	R	夜 A2	夜 C2	夜 A3	R	夜 C12	夜 B32	夜 A3	夜 A2	夜 B2	夜 A3	R	R	R	R	夜 A1	R	R	夜 C21	夜 C12	夜 A32	夜 A2	夜 B3	R
N79	夜 C2	夜 A4	夜 A2	夜 A22	SO	R	夜 A1	夜 C2	夜 C1	R	夜 B23	夜 C11	R	夜 A2	夜 C2	夜 B1	夜 B2	夜 A22	夜 C11	R	夜 C2	R	夜 A3	R	R	夜 C11	夜 C31	夜 B1	R	R
N80	夜 B3	SO	SO	夜 B23	夜 B11	夜 B33	R	夜 B1	夜 B1	夜 B1	夜 B22	R	夜 B33	夜 B2	R	R	R	夜 B21	夜 B11	R	R	夜 B3	夜 B3	夜 B3	夜 B21	夜 B11	夜 B33	R	夜 B2	R
N81	R	夜 B3	夜 B3	R	夜 B12	夜 B32	夜 B1	R	夜 B3	夜 B3	SO	R	夜 B31	夜 B1	夜 B2	R	R	夜 B23	夜 B12	夜 B32	R	夜 B1	夜 B2	夜 B2	夜 B23	R	夜 B32	夜 B2	R	夜 B2
N82	夜 B1	夜 B2	夜 B1	夜 B22	夜 A14	R	夜 B2	夜 B2	夜 B2	夜 B2	R	夜 B12	SO	SO	R	夜 B3	夜 B1	SO	夜 A15	夜 B33	夜 B2	R	夜 B1	夜 B1	夜 B22	夜 B12	R	R	R	R
N83	夜 B2	夜 B1	夜 B2	R	R	夜 B31	R	夜 B3	夜 A1	R	夜 B21	夜 B11	R	夜 B3	夜 B1	R	夜 B3	夜 B22	夜 A14	SO	夜 B1	夜 B2	R	SO	夜 A22	夜 A14	夜 B31	R	R	夜 B3
N84	夜 A3	R	R	夜 B21	夜 A12	夜 A32	夜 B3	夜 A3	R	夜 A1	R	夜 A15	R	夜 A4	夜 B3	R	R	夜 A21	R	夜 B31	夜 B3	夜 A3	夜 A1	SO	R	夜 A13	夜 A34	夜 B3	夜 B1	夜 B1