

非固定週期班次排課最佳化研究

A Study of Aperiodic Class Course Timetabling

余銘忠¹

國立高雄應用科技大學企業管理系 副教授

Email Address : yminchun@cc.kuas.edu.tw

林伯翰²

國立高雄應用科技大學企業管理系 研究生

Email Address : tk3h@hotmail.com.tw

摘要

排課是一種特殊的排程，也是一種最佳化求解的問題，而許多學校在排課作業上雖然耗費了許多人力與時間，卻仍難以獲得一最佳排課結果。因此，本研究透過有關排課之文獻，觀察各學校之排課情形，瞭解不同教育體制下的學校其排課模式，予以歸納分類探討；並對特殊性質之排課深入分析探討。

本研究針對非固定週期班次排課問題，依其特殊性質與限制條件，提出一適合此類型排課之作業流程；並運用二元整數規劃，建立一排課模型，期藉由此排課作業流程與排課模型有效解決此類排課問題。

另外，本研究也以某技術學校之短期班次為應用實例，驗測該班次之課程在經由排課作業流程與排課模型求解後，所獲得之排課結果；並將排課結果與目前學校所使用之人工排課模式則進行比較。研究結果顯示以本研究提出之排課作業流程與排課模型所獲得的課程安排結果，比現有人工排課模式在作業效率與教師偏好需求上有更佳之表現，可有效運用在此類非固定週期班次排課之作業上。

關鍵字：非固定週期班次排課、二元整數規劃。

Keywords : Aperiodic Class Course Timetabling, Binary Integer Programming。

1.緒論

1.1 研究背景

排課，或稱課程安排是學校教育工作中最基本卻也是最重要的，因為排課的品質會影響教育工作的執行，進而影響教育訓練的成效。而排課是一種特殊的排程，必須考慮的限制因素多，包含教師、教室等資源分配問題，且排課時也必須考量教師及學生偏好，這樣課表才會有較佳滿意度。但因排課問題須要考量之因素甚多，且不能確定是否存在最佳排課結果，所以以往人工排課作業不但耗時，且僅能說是以取得師資、教室、學生等衝突最小情況下之排課結果。

Schaerf(1995)認為人工排課作業方式通常至少需要數天的時間，而且這種人工排課的方式，也無法滿足對課程其它方面的需求；例如，學生可能在某一時段已被排定其他課程的情況下，而無法選取真正想參加的課程。因此許多國內研究學者如王江山(2004)等均把排課問題視為一種完全的非決定論多項式時間演算問題(NP-Complete)，也因此如何解決排課問題，擬定一個能符合教育計畫規範且又滿足各方要求之課表成為許多學校致力改善的方向，也是許多學者不斷研究

探討的問題。

目前與排課有關的文獻，大部分以各級學校作為研究範圍，而這些學校的排課都有一共通特點，就是其課表為一固定週期性之課表。但是，有些學校的班次排課就不屬於這種性質排課，其課表每一週均不相同。而本研究觀察國內各級院校排課之共通特點，將所有學校課排課區分為固定週期性與非固定週期兩種類型，其主要原因是，因為目前國內所有學校的排課性質如果不是屬於固定週期，就是屬於非固定週期。

1.2 研究動機

由於學校排課問題複雜，而此類型排課作業仍採用人工作業方式居多，許多排課資源限制與衝突問題最後仍使用人工作業方式排除，這樣對於排課的根本問題無法有效解決，且相當耗費時間與人力，而產出之課表往往取決於排課作業人員的主觀意識，不但欠缺客觀性，也無法判別排課之品質，其中尤以非固定週期班次排課，因其課程本身之特殊性質，使其排課作業必須有適合的特殊解決方法，才能順利排定課程，因此探索非固定週期班次排課之問題特性，以及運用數學規劃方式來建構排課模型，進而求得此類型課程排課的最佳解是本研究動機。

1.3 研究目的

由於此類型排課問題之特殊性質，需要不同於一般的排課處理方式，否則同樣會耗費大量的作業時間及人力，故本研究最終目的是希望能探索出一個快速而有效的方法，以解決非固定週期班次排課問題，並能改善排課作業，降低人力與時間的浪費，進而提升教學品質。而對於研究之結果設定要能達到以下幾個目標：

- 一、蒐整有關排課之文獻，進行分析比較，探討各文獻研究之差異與關聯性為何，並找出非固定週期班次排課問題癥結。
- 二、針對特殊性質之排課（非固定週期班次排課）問題深入探討，並整理歸納出該類型排課之特性與限制因素，以利後續排課求解規劃。
- 三、探索非固定週期班次排課問題之求解方法，並發展排課作業流程與排課求解模型，以有效解決此類型課程排課問題。
- 四、藉學校非固定週期之短期班次為實例應用，驗證本研究發展之排課作業流程與排課求解模型可行性。
- 五、擴大本研究發展之排課作業流程與排課求解模型適用範圍，使其未來可運用於其它相關排課領域，拓展實質運用效益。

1.4 研究範圍與對象

本篇研究範圍係針對非固定週期班次排課問題進行研究分析，其它類型之課程排課(如大專院校類型或國中小類型)不在本研究範圍；其次研究之排課課表為班級之課表，而非教師或是學生之課表。為求本研究能於時間限制下獲得有效正確之結果，因此本研究規劃採用短期(5至10日)小規模之班次課程排課為應用實例，且該實例須能表現出本研究主題之特性，對於時程較長(數週)之大規模班次課程則可依照研究結果延伸求解。

2.文獻探討

2.1 排課類型

有關排課之類型有許多，主要依照排課問題之性質來分類，而排課問題性質之差別又因其教育體制之不同(大專院校、高中、國中及國小)而有所區分，依據Schaerf(1995)及Burke et al.(1997)

等之研究，並參考翁得榮(2007)及廖聖揚(2005)的看法，將排課問題歸納為下列三種主要類型：學校排課（School Timetabling）、課程排課（Course Timetabling）、及考試排課（Examination Timetabling）。

國內無論哪種教育體制的學校，其

排課幾乎為固定週期性的班次排課；如大專院校及國中小等，其課程之編排均以一週為固定週期，排定各授課課目與課程時數，所以每一週的課表均相同，如圖2-1所示。

101 班級課表							
101學年度第1學期		一	二	三	四	五	
上午	早自習	07:30 08:15					
	第1節	08:25 09:10	生物 葉玉英	國文 黃又慧	數學 吳殊豪	音樂 陳萍玉	地理 許淑婷
	第2節	09:20 10:05	國文 黃又慧	資訊教育 唐國華	體育 孔維靖	英語 胡秀鳳	生活科技 吳淑楨
	第3節	10:15 11:00	數學 吳殊豪	英語 胡秀鳳	英語 胡秀鳳	數學 吳殊豪	公民 葉美伶
	第4節	11:10 11:55	彈性英語 胡秀鳳	健教 邱美清	國文 黃又慧	國文 黃又慧	國文 黃又慧
下午	第5節	13:30 14:15	軍軍 黃淑娟	歷史 周娟麗	美術 蕭克耀	聯課活動 王家鈴	生物 葉玉英
	第6節	14:25 15:10	體育 孔維靖	數學 吳殊豪	自習	聯課活動 王家鈴	生物 葉玉英
	第7節	15:20 16:05	音樂 陳萍玉	家政 黃雅玲	輔導活動 張玉娟	班會 黃又慧	本土文學 黃又慧
	第8節	16:15 17:00					

資料來源：高雄市立陽明國中。

圖2-1 固定週期班次排課課表

另一種非固定週期性的班次排課，則因為每個課目與課程時數都不同，無法以每週為固定週期來排課，必須按照其班次訓練期程，將所有課目適當地分配至每一天中，如圖2-2所示。

102-1期 通信專長訓練班課表								
節數		一	二	三	四	五	六	七
日期	星期	0800-0850	0900-0950	1000-1050	1100-1150	1330-1420	1430-1520	1530-1620
4/1	一	通信一般規定	通信一般規定	通信一般規定	通信一般規定	通信安全	通信安全	通信安全
4/2	二	無線電頻譜	無線電頻譜	無線電頻譜	無線電頻譜	通信原理	通信原理	通信原理
4/3	三	通信原理	通信原理	通信原理	通信原理	通信原理	通信原理	通信原理
4/4	四	有線電通信	有線電通信	有線電通信	有線電通信	無線電通信	無線電通信	無線電通信
4/5	五	有線電通信	有線電通信	有線電通信	有線電通信	無線電通信	無線電通信	無線電通信
4/8	一	通信裝備	通信裝備	通信裝備	通信裝備	無線電通信	無線電通信	無線電通信
4/9	二	通信密碼	通信密碼	通信密碼	通信密碼	通信裝備	通信裝備	通信裝備
4/10	三	通信密件	通信密件	通信密件	通信密件	通信作業程序	通信作業程序	通信作業程序
4/11	四	通信作業程序	通信作業程序	通信作業程序	通信作業程序	通信裝備保養	通信裝備保養	通信裝備保養
4/12	五	通信作業程序	通信作業程序	通信作業程序	通信作業程序	通信裝備保養	通信裝備保養	通信裝備保養

資料來源：○○技術學校。

圖2-2 非固定週期班次排課課表

本研究依照國內各級學校排課特性，將其區分為固定週期與非固定週期班次排課。同時也將國內有關排課問題之文獻，彙整其研究範圍與求解方法，並按照固定週期與非固定週期班次排課特性進行分類，如表2-1所示。

表2-1 固定週期與非固定週期班次排課文獻彙整

作者	研究名稱	研究範圍	求解方法	排課特性
邱元泰 (2002)	基因演算法在排課問題之應用	國民中學	以基因演算法為主要求解模式，並結合啟發式演算法進行排課最佳化求解	以每週為固定週期之課程排課
楊振興 (2002)	大專院校排課之探討-以數學規劃為研究工具	大專院校	應用「非線性整數規劃」法，將排課相關資料轉化成數學模型進行求解。	以每週為固定週期之課程排課
蔡佳吟 (2003)	應用限制滿足問題規劃大學排課系統。	大專院校	應用限制滿足問題規劃來處理排課問題，並結合禁忌搜索法進行排課最佳化求解。	以每週為固定週期之課程排課
王江山 (2004)	以多目標規劃求解大學教師排課最佳化之研究	大專院校	以數學規劃之非線性整數規劃為主要模式，並結合模糊多目標規劃進行排課最佳化求解	以每週為固定週期之課程排課
楊迺聲 (2005)	軍事院校班隊排課最佳化之研究。	軍事院校	以數學規劃之非線性整數規劃建立模型，進行排課最佳化求解。	課程期程與時數不一之非固定周期排課
廖聖揚 (2005)	應用限制規劃方法求解軍事院校排課問題。	軍事院校	運用滿足限制問題之限制規劃法建立模型，進行排課最佳化求解。	課程期程與時數不一之非固定周期排課
翁得榮 (2007)	排課問題之研究-以高雄第一科技大學運籌管理系為例。	大專院校	運用數學規劃之線性整數規劃建立模型，進行排課最佳化求解。	以每週為固定週期之課程排課
陳亦憲 (2011)	基因演算法在國民中學排課問題之最佳化研究。	國民中學	運用基因演算法進行國民中學排課最佳化求解。	以每週為固定週期之課程排課
邱焯幃 (2011)	基因演算法在國小排課問題之應用	國民小學	運用基因演算法進行國民小學排課最佳化求解。	以每週為固定週期之課程排課
廖時興 (2012)	軍事院校多班隊多班次排課最佳化之研究。	軍事院校	以數學規劃之非線性整數規劃為主要模式，並結合啟發式演算法進行排課最佳化求解。	課程期程與時數不一之非固定周期排課

2.2 排課求解方法

排課是屬於一種排程最佳化問題(Optimization Problems)，從許多有關排課問題之文獻中可以觀察到，大部分的排課問題研究幾乎都是運用數學規劃(Mathematical programming)方式來處理，而排課最佳化求解無非是希望在最有限時間內，求得最佳之排程，並藉由數學規劃來有效地分配排課資源，以產生最大效益。

在管理數學中，數學規劃可分為線性規劃(Linear Programming)及非線性規劃(Non-Linear Programming)兩種，線性是指一次方程式的意思，非線性指的是一次以上之方程式。王妙伶等

(2012)認為如何在有限資源下獲取最大的利益，或是付出最小的成本，而將這種過程以數學方式表達出來，就成為一種規劃模式，其中包含由資源限制所形成的限制式(Constrains)，以及欲達成的目標式(Objective)兩個部分，並將線性不等式導入規劃中即為線性規劃主要模式。

從有關排課問題的文獻中觀察，在所有使用數學規劃之排課問題求解中，整數規劃法被應用的相當廣泛，其原因是因為在排課求解之數學模式，其變數值與目標函數值均為整數，例如教師、課程及教室等，沒有分數與小數值，因此適合使用整數規劃法來進行最佳化求解；其次是使用整數規劃法最主要是藉由建立目標函數方式得到最佳之解，因此其結果會具有較高之滿意度；且不會因為要求得最佳解而陷入時間的耗費運算，相當適合應用在各種排程問題上。

2.3 排課限制因素

有關排課的限制因素有許多，主要為影響排課之資源問題，Mooney et al.(1995)認為排課是一種把資源做適當分配的任務，並將資源區分為教師、教室、學生及課程等，而排課也包含許多相關問題，如考試、研討會、及學校行程等。Mooney et al.(1995)及國內研究學者王江山(2003)及廖時興(2011)將影響排課之限制因素歸納為教師、學生、教學設施、排課習慣、課程選修、教育計畫等六項。

國內學者蔡佳吟(2003)將限制條件區分為硬性限制條件和軟性限制條件，並認為硬性限制條件是必須要滿足的條件，而軟性限制則不一定是必須要滿足的條件，但在可能的情況下，盡量予以滿足。王江山(2004)亦將限制因素區分為硬性與軟性限制條件，並將條件再細分為教師、教室、班級、課程與時段等五個構面。廖聖揚(2005)針對軍事院校排課問題，將影響排課的因素包含教師、課程、學生、教育設施及政策規定等區分為硬性與軟性限制，並將硬性限制部分再細分為資源限制與政策規定，軟性限制部分則細分為課程均勻分布度、教室適配度及教師滿意度等。

排課的限制因素會因各學校教育體制不同而有所差異，其中由於非固定週期排課問題特殊，與一般固定週期排課限制因素有很大的差異。因此，本研究整理歸納固定週期與非固定週期班次排課的限制因素，如表2-2 來進一步觀察排課限制因素比較，並可以看出固定週期與非固定週期班次排課限制因素之差別。

表2-2 固定週期與非固定週期班次排課限制因素比較

排課類型 限制因素	固 定 週 期 班 次 排 課	非 固 定 週 期 班 次 排 課
教師	師資來源受限較小，排課不須以某些特定教師為主。	師資來源受限較大，部分排課必須以某些特定教師為主。
教室	大專院校教室資源較少，教室需分配輪流使用。國中小除某些特定科目，如音樂、美術課，教室需分配輪流使用，其餘大多有固定專屬教室。	此類型課程，因為所教授的都是專業技能的課程，因此都有專屬固定的教室，教室中也有專業課程之教學設備，不需要分配輪流使用教室。
學生	大專院校學生可以選課，需考量學生偏好及上課人數問題。國中小學生則不能選課。	此類型課程均為必修課程，學生不可以選課，也不考慮學生上課意願。
課程順序	無論大專院校或是國中小，各課程之間均為獨	各課程之間有相對順序問題，有些基礎或理

	立，課程之間沒有相對順序問題。	論性課程必須先安排授課後，才能再繼續安排更高階課程。
授課時段	無論大專院校或是國中小，各課目的授課時數大多相同，尤其大專院校之課程有空堂狀況，因此各課目之間授課時段相互影響較小。	因為各課目的授課時數均不同，且排課時無空堂狀況，因此各課目之間授課時段相互影響較大。

3. 排課流程設計與模型建構

3.1 排課流程設計

非固定週期班次排課作業流程包含從訓練班次的確認、教授師資及課程的分配、教師授課偏好的調查統計，到排課模型的建立與求解，最後完成排課作業如圖3-1所示。

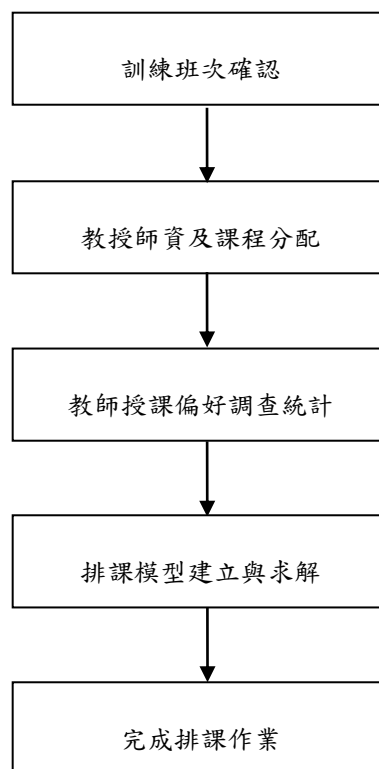


圖3-1 非固定週期班次排課作業流程

排課作業流程說明：

一、訓練班次確認：

訓練班次期程公告後，待確定入學之學員及人數，確認訓練班次是否開班，並執行各項開班訓練前的各項準備工作。

二、教授師資及課程分配：

訓練班次確認開班之後，接續執行該班次授課師資及課程的分配作業，確定課程的分配，由那位教師教授那一門課目。

三、教師授課偏好調查統計：

請各授課教師提供授課時段偏好，並將教師授課偏好值資料彙整於偏好調查統計表中，以利後續將資料數據匯入排課模型。

四、排課模型建立與求解：

依照非固定週期班次排課特性及限制因素，規劃求解方法及建立排課求解模型，並將相關排課資料帶入模型中，進行排課最佳化求解，此排課最佳化之解為求取各教師最大之共同授課時段偏好。

五、完成排課作業：

進行完排課模型求解，並與各教師確認授課時段後，將最後之課表輸出，完成訓練班次之排課作業。

3.2 教師授課偏好調查統計

完成課程分配後，接續進行教師授課偏好調查統計，如表 3-1 所示；此步驟須先請各教師提供個人授課時段偏好，填寫授課時段偏好調查表，並以電子檔方式，用校園內部的區域網路，或共用磁碟區傳給排課作業人員彙整，以進行授課時段偏好統計，藉此排課作業人員可以清楚瞭解每位教師的授課時段偏好，以及對授課時段劃分的偏好。

表 3-1 授課時段偏好調查表(範例)

○ ○ 技 術 學 校 教 師 授 課 時 段 偏 好 調 查 表							
授課教師		王○○(教師 2)		授課課目		電子海圖(課目 2)	
授課時數		7 小時		授課班次		○○專長訓練班	
時 段 日期	第 1 節	第 2 節	第 3 節	第 4 節	第 5 節	第 6 節	第 7 節
4/8	1	1	1	1	1	1	1
4/9	2	2	2	2	1	1	1
4/10	3	3	3	3	1	1	1
4/11	1	1	1	1	3	3	3
4/12	1	1	1	1	2	2	2
4/15	1	1	1	1	1	1	1
4/16	0	0	0	0	0	0	0
訓練期程：102 年 4 月 8 日至 102 年 4 月 12 日(不含週六日)。							
偏好調查表填寫說明： 1、填具授課意願由數字 0 至 3，0 表示因公務或該時段已有授課而無法排課，1 表示尚可接受之授課時段，2 表示較有意願之授課時段，3 表示最有意願之授課時段，但須符合所有排課偏好配合事項才能填。 2、教師教授課程時數填寫相同時數之偏好數值，且依偏好優先順序填寫各時段之偏好數值，依序由數值 3 至 2，除因公務或該時段已有授課而無法排課時段填 0，餘時段均填寫 1。							

表 3-1 中以教師 2 為範例，負責教授課目 2，時數 7 小時，填寫時依個人偏好選擇其最有意願 7 個授課時段填寫數值 3，但須符合所有排課偏好配合事項(軟性限制條件)才能填，例如排課盡量不橫跨中午午休時段；範例中教師 2 選擇 4 月 10 日的 1 至 4 節課及 4 月 11 日的 5 至 7 節課。接續選擇較有意願之 7 個授課時段填寫數值 2；教師 2 選擇 4 月 9 日的 1 至 4 節課及 4 月 12 日的 5 至 7 節課。其次再將其因公務或該時段已有授課而無法排課之時段填寫數值 0；教師 2 填寫 4 月 16 日的 1 至 7 節課。最後再將其餘排時段空格填上數值 1，表示尚可接受之授課時段。

授課時段偏好調查是排課流程中很重要的部分，其主要因素有三點：第一是要瞭解教師對授課時段的偏好，以及對授課時段劃分的偏好。授課時段的偏好是指教師偏好於課程中的哪個時段授課，例如範例中教師 2 偏好於課程第 3 天的 1 至 4 節課及第 4 天的 5 至 7 節課；而對授課時段劃分的偏好是指教師對較長時數課目的時段切割偏好，例如範例中教師 2 教授之課目時數為 7 小時，其偏好將課程劃分為 4 小時及 3 小時二個時段。

其次是授課時段偏好調查的填表方式能使大家在客觀的基礎上，進行主觀的選擇，因為教師填表時除了因公務或該時段已有授課而無法排課之時段才填寫數值 0，其餘時段均必須填寫至少 1 以上之數值，以免所有人都避開某時段不授課，而造成排課無解之疏漏。

第三是授課時段偏好調查的方式採同時進行，這樣的作法好處是可以消除過去因為排課時教師選擇授課時段的先後順序不同，所造成的不公平現象；先排課的教師較有利，可以有較多之授課時段選擇，後排課的教師則有較少之授課時段選擇。

收整完各教師授課時段偏好表後，將其彙整於授課時段統計表中，以便後續將偏好統計數據帶入排課模型中，如表 3-2 所示。

表 3-2 授課時段偏好統計表(範例)

○○技術學校○○專長訓練班教師授課時段偏好統計表							
時段 偏好值	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Y111T	0	0	0	0	3	3	3
Y112T	2	2	2	2	2	2	2
Y113T	1	1	1	1	1	1	1
Y114T	3	3	3	3	3	3	3
Y115T	0	0	0	0	2	2	2
Y116T	0	0	0	0	1	1	1
Y117T	0	0	0	0	0	0	0
Y221T	1	1	1	1	1	1	1
Y222T	2	2	2	2	1	1	1
Y223T	3	3	3	3	1	1	1
Y224T	1	1	1	1	3	3	3
Y225T	1	1	1	1	2	2	2
Y226T	1	1	1	1	1	1	1
Y227T	0	0	0	0	0	0	0
Y331T	1	1	1	1	1	1	1
Y332T	1	1	1	1	1	1	1
Y333T	2	2	2	2	2	2	2
Y334T	2	2	2	2	2	2	2
Y335T	3	3	3	3	3	3	3
Y336T	3	3	3	3	3	3	3
Y337T	0	0	0	0	0	0	0

授課偏好統計表中有縱列及橫列項目，縱列代表授課偏好值編號，例如 Y111T 表示教師 1，教授課目 1，於第 1 天的 T 時段之偏好值，橫列則代表授課時段編號，為每日的 1 至 7 節課(T1 至 T7)，統計表必須彙整填入所有教師的授課偏好值，例如表 3-2 中包含 3 位教師，其中以教師 2 的授課偏好為例，其授課偏好值編號為 Y221T 至 Y227T，負責教授之課目為課目 2，統計表必須將教師 2 的授課時段偏好值帶入授課偏好統計表中對應之空格，如 Y222T 至 Y224T 與 T1 至 T7 的交會空格所示，其餘教師依此類推，最後完成該班次之教師授課偏好統計後，才能將數據帶入建構之排課模型中，進行排課最佳化求解。

教師授課時段偏好調查表及授課時段偏好統計表是建立在 Excel 文件中，由於 Excel 是一套便於資料數據統計及計算的軟體，其軟體本身的函數功能提供各種數學邏輯運算；本研究藉其統計運算功能，來處理教師授課時段偏好調查統計作業，除了可提升排課資料蒐整作業效率外；同時利用 Excel 軟體本身之函數功能，在授課時段偏好統計表中設定直接擷取授課時段偏好調查表資料數據，可增進排課作業的便利性，並減少人工輸入方式的疏漏。

3.3 排課模型建立與求解

3.3.1 排課假設確認

由於非固定週期班次排課教育時間長短不一，課程時數也不盡相同，所以排課問題具有其特殊性。因此在排課流程設計與模型建構之前，必須先針對此一類型排課特性，建立與此類型排課研究相關之假設，以有效確立本研究排課流程設計與模型建構之精確性，同時避免影響主要研究目的。

1. 研究中不考慮排課特殊狀況，例如國定假日、教師請假等情形。
2. 教師師資充足，且均為專任教師，不需代理或外聘。
3. 短期班次週期為數日至數週之課程，未超過半年，甚至一年以上。
4. 此類課程排課，所有課目均為必修課目，無選修課目。
5. 教學場地配置充足，且均於同一校區，無交通及轉換校區狀況。
6. 排課不考慮學生上課之意願。

3.3.2 排課限制條件

依據非固定週期班次排課之特性與限制因素，將影響排課之限制因素區分為硬性限制條件與軟性限制條件；但排課限制條件會因為學校體制而有所不同。所以在設定限制條件時，必須依據該學校排課特性分析歸納出各項限制條件，並在符合限制條件下，盡量滿足排課目標。不過在排課問題中主要影響排課的限制因素還是來自於教師、教學設施及排課習慣等，這些硬性與軟性限制條件設定後，將其轉換為數學之限制式，方能帶入排課模型中進行求解，以下分別就排課硬性與軟性限制條件說明：

1. 硬性限制條件：

硬性限制為必須要符合且不可違背的限制條件。例如：同一時段僅能由某一位教師教授某一項課程，若同時段有兩位以上教師，或兩門以上課程，將會產生衝突；或是同一位教師的課程時段不可衝突；以及班級的選修課程不可與必修課程相衝突等。硬性限制條件可以看做是排課作業中必須先符合的優先條件，也是排課作業時考量的基本要件。

2. 軟性限制條件：

軟性限制則是不一定必須要符合的條件，但為提升排課品質與滿意度，盡量給予滿足的限制條件。例如：同一位教師盡量不連續一整天七節課排課，或是同一門課程盡量不連續一整天七節課排課，以及教師可訂出某些偏好授課時段。大致上而言，軟性限制條件多屬於教師對授課時段的偏好取向，雖然是非必要條件，但是滿足軟性限制條件，將有助於提升排課之效率與滿意度。

3.3.3 求解方法規劃

排課問題的求解過程近似最佳決策選擇，必須在有限資源下獲得最大利益或付出最小成本，而將這種過程以數學方式表示，就成為一種數學規劃(Mathematical Programming)，運用數學規劃來處理排課問題的求解方式是進行排課最佳化設計，這種方式是將問題設計轉換以適當的數學式來表示，然後再使用適合的技術方法來求得最佳解。這種最佳化設計的數學規劃必須包含資源條件限制之限制式(Constraints)及欲達成目標之目標式(Objective function)，且規劃模式時，須先決定變數，並依據這些變數訂出目標函數和限制函數，另外也會將線性數學式設計於模式規劃中，成為線性規劃模式。

本研究設計以二元整數規劃建構線性數學模型，來進行排課問題最佳化求解，除了因為相關

的決策變數如教師、課目及課程時數等為均整數值外，並且能以二元整數來顯示某位教師是否在某個時段教授課程。而教師能否授課為此排課最重要之因素。此排課模型之求解，是在許多限制式之下，尋找目標函數極大化的最佳解，主要由下列三個部分組成：

1. 決策變數 (Decision variables)，包含教師、課程、排課日期及排課時段等。
2. 目標函數(Objective function)，目標函數設定為教師偏好值之極大化，以求得教師滿意度最高之排課解。
3. 限制式(Constraints)，包括由排課之軟性限制條件及硬性限制條件轉化的線性不等式。

3.3.4 數學式設計

在求解方法規劃完成後，接續進行排課數學模型的建立，首先必須要建構模型相關之決策變數與目標函數，以下分別說明決策變數的定義，以及目標函數的設定。

1. 決策變數：

定義決策變數，尤其是集合裡面的資料要如何編碼、排序，以運用整數規劃法處理排課問題：

(1) I ：{ 代表所有教師的集合 }

說明： $i=1$ 表示編號為1的教師、 $i=2$ 表示編號為2的教師…… $i=k$ 表示編號為 k 的教師等，餘依此類推。

(2) C ：{ 代表所有課目的集合 }

說明： $c=1$ 表示編號為1的課目、 $c=2$ 表示編號為2的課目…… $c=l$ 表示編號為 l 的課目等，餘依此類推。

(3) D ：{ 代表所有排課天數的集合 }

說明： $d=1$ 表示課程的第一天、 $d=2$ 表示課程的第二天…… $d=m$ 表示課程第 m 天等，餘依此類推。

(4) T ：{ 代表每日所有排課時段的集合 }

說明： $t=1$ 表示第1節課時段、 $t=2$ 表示第2節時段…… $t=n$ 表示第 n 節課時段等，餘依此類推。

(5) X_{icdt} ：表示第 i 名教師，是否於第 d 天的第 t 節課時段，教授第 c 門課程，為數值1與0的二元整數。

$$\begin{cases} X_{icdt}=1, & \text{表示第}i\text{名教師於第}d\text{天的第}t\text{節課時段有教授第}c\text{門課。} \\ X_{icdt}=0, & \text{表示第}i\text{名教師於第}d\text{天的第}t\text{節課時段無教授第}c\text{門課。} \end{cases}$$

2. 參數：

(1) H_c ：表示第 c 門課目的時數。

說明： H_1 表示第1門課目的時數， H_2 表示第2門課目的時數，…… H_l 表示第 l 門課目的時數等，餘依此類推。

(2) $Pref_{icdt}$ ：表示第 i 名教師，於第 d 天的第 t 節課時段，教授第 c 門課程之偏好程度。

3. 目標函數建立：

目標函數以教師對授課時段的偏好值極大化為目標。

$$\text{MAX} \sum_{i=1}^k \sum_{c=1}^l \sum_{d=1}^m \sum_{t=1}^n X_{icdt} \times Pref_{icdt}$$

4. 限制式建立：

$$(1) \sum_{i=1}^k \sum_{c=1}^l X_{icdt} = 1, \quad \forall d, t$$

說明：任一時段僅能由某一位教師教授某一項課程，若同一時段有兩位以上教師，或兩門以上課程，將會產生衝突。

$$(2) \sum_{c=1}^l X_{icdt} = 1, \quad \forall i, d, t$$

說明：任一教師，在同一時段僅能教授一門課程，若同一時段教授二門課程，將會產生衝突。

$$(3) \sum_{i=1}^k \sum_{d=1}^m \sum_{t=1}^n X_{icdt} = H_c, \quad \forall c$$

說明：每一門課程排定之總時數等於該課程的配當時數，若不等於該課程的配當時數，則與教育計畫相違背。

$$(4) \sum_{i=1}^k \sum_{c=1}^l \sum_{d=1}^m \sum_{t=1}^n X_{icdt} = \sum_{c=1}^l H_c$$

說明：所有排課時數的加總等於該班級所有課程的總時數，若不等於該課程的總時數，則與教育計畫相違背。

$$(5) X_{icdt} \in \{0, 1\}, \quad \forall i, c, d, t$$

說明：設定決策變數為0或1的二元整數。

3.4 排課模型求解

排課作業流程之最後階段即為排課模型求解，依照以上建構之非規律性課程排課的求解數學模型，包含目標函數及限制式等，將欲排課求解之班次數據資料彙整於Excel文件中，再運用專門解算線性規劃之套裝軟體，並將彙整之班次數據資料匯入套裝軟體中，以進行排課最佳化求解。此數學模型主要為將所有決策變數及參數確定後，以進行目標函數及各項限制式的建構，其優點為能清楚明確地針對非固定周期班次排課問題規劃求解模型，且可進一步依照不同班次之課程排課，調整限制條件，進行數學模式的規劃，具有較佳彈性。

4. 資料分析

4.1 應用實例說明

依建構之整數規劃模式，從實際案例中挑選一非固定周期之班次排課作為應用實例對象，將相關實例數據資料帶入前述章節建構之數學模型中，進行模型測試分析，以檢測建構之數學模型可行性及正確性；本應用實例重點為必須將所有課程按照每位教師所預期之排課時段，取其最大共同偏好，排入該班次課程中的每一時段。

本研究由某技術學校之非固定周期班次排課中，選出一短期班次作為實例應用對象。該班次共計四個梯次，每梯次訓練期程10天；訓練課程區分為基礎課程、進階課程及高級課程等三個部分，共計12門課目；負責教授課程之教師共計7位，每位教師都有其相對應之教授課目，有關班次之教育課目及時間配當，如表4-1：

表4-1 應用實例班次教育課程配當表

○○技術學校航行值更官專長訓練班 102-2 期教育課程配當表

課目區分	課目編號	課目	課程時數	課程比例	負責教師	備考
訓練課程	基礎課程	1	海上避碰規則	2	50%	教師 1
		2	電子海圖系統	7		
		3	地文航海	8		教師 2
		4	天文航海	9		教師 3
		5	航船佈告	5		教師 4
		6	航海儀器	4		
	進階課程	7	航行安全實務	4	50%	教師 5
		8	航海行政	4		
		9	GPS 衛星定位系統	6		教師 6
	高級課程	10	GMDSS 航行電傳系統	7	50%	教師 6
		11	無線電通信	4		
		12	艦船操縱	10		教師 7
合計			70			
訓練期程：102 年 4 月 15 日至 102 年 4 月 26 日(不含週六日)。						

4.2 教師授課偏好調查統計

依照新的非固定周期班次排課作業流程，在確認班次及分配教師與課程後，調查統計各教師的授課偏好，同時也瞭解每位教師對於較長時數課目的授課時段分割偏好需求。

收整完各教師的授課偏好表後，將其彙整於授課偏好統計表中，以便後續能將資料庫數據帶入建構之排課模型中，進行排課最佳化求解；應用實例之授課偏好統計表，包含7位教師教授12門課目在訓期內各個時段的偏好值。

4.3 排課模型建立與求解

4.3.1 排課限制條件

本研究實例應用以某技術學校短期班次為例，將影響排課之限制因素區分為硬性限制與軟性限制。這樣的限制區分雖然和一些同樣以軍校院校短期班次排課為研究範圍之文獻類似，但實際內涵確有差異，例如楊迺聲(2005)與廖時興(2012)之研究中，將排課時段劃分為二十餘種，來進行排課組合，並限制同一門課程排課不得跨越中午時段，或是不連續一整天七節排課，視作必須符合的硬性條件限制，而此部分可能為該文獻研究對象的內部規範。本研究觀察某些院校短期班次排課，並非如此限制，而是視教學情況需要，或是教師教學偏好來進行授課時段的劃分。因此，在本研究應用實例中將之視為一種盡量滿足的條件限制，把這些條件置於的軟性限制中，以下分別就排課硬性與軟性限制條件說明：

1. 硬性限制條件：

- (1) 每一班次，在任一天的任一時段均有某位教師教授某項課程，沒有空堂狀況存在。
- (2) 同一時段僅能由某一位教師教授某一項課程，若同一時段有兩位以上教師，或兩門以上課程，將會產生衝突。
- (3) 同一位教師，在同一時段僅能教授一門課程，若同一時段教授二門課程，將會產生衝突。
- (4) 每一門課程排定之總時數等於該課程的配當時數，若不等於該課程的配當時數，則與教育計

畫相違背。

(5) 所有排課時段的加總等於該班級所有課程的總時數，若不等於該課程的總時數，則與教育計畫相違背。

(6) 可排課時段為每週一至週五的第1至7節課，其餘時段不排課。

(7) 排課中沒有空堂狀況。

2. 軟性限制條件：

(1) 同一位教師盡量不連續一整天七節課排課。

(2) 同一門課程盡量不連續一整天七節課排課。

(3) 所有時數兩節以上之課程，排課盡量不橫跨中午午休時段。

(4) 時數兩節以上課程，為求課程之連續性，盡量不分散或跳堂排課。

(5) 四個小時以下之課程，盡量於同一個時段內排完。

4.3.2 班隊排課代碼說明

1. 授課教師共計7位，各授課教師代碼如后：

(1) 教師1：instructor1(i1)。

(2) 教師2：instructor2(i2)。

(3) 教師3：instructor3(i3)。

(4) 教師4：instructor4(i4)。

(5) 教師5：instructor5(i5)。

(6) 教師6：instructor6(i6)。

(7) 教師7：instructor7(i7)。

2. 課程共計12門課目，各授課課目代碼如后：

(1) 課目1：course1(c=1)，海上避碰規則。

(2) 課目2：course2(c=2)，電子海圖系統。

(3) 課目3：course3(c=3)，地文航海。

(4) 課目4：course4(c=4)，天文航海。

(5) 課目5：course5(c=5)，航船佈告。

(6) 課目6：course6(c=6)，航海儀器。

(7) 課目7：course7(c=7)，航行安全實務。

(8) 課目8：course8(c=8)，航海行政。

(9) 課目9：course9(c=9)，GPS衛星定位系統。

(10) 課目10：course10(c=10)，GMDSS航行電傳系統。

(11) 課目11：course11(c=11)，無線電通信。

(12) 課目12：course12(c=12)，艦船操縱。

3. 授課期程共計10日，各授課日期代碼如后：

(1) 日期4/15：day1(d=1)，課程第1天。

(2) 日期4/16：day2(d=2)，課程第2天。

(3) 日期4/17：day3(d=3)，課程第3天。

(4) 日期4/18：day4(d=4)，課程第4天。

- (5) 日期4/19：day5(d=5)，課程第5天。
- (6) 日期4/22：day6(d=6)，課程第6天。
- (7) 日期4/23：day7(d=7)，課程第7天。
- (8) 日期4/24：day8(d=8)，課程第8天。
- (9) 日期4/25：day9(d=9)，課程第9天。
- (10) 日期4/26：day10(d=10)，課程第10天。

4.授課時段共計7個時段，各授課時段代碼如后：

- (1) 時段1：time1(t=1)：第1節課。
- (2) 時段2：time2(t=2)：第2節課。
- (3) 時段3：time3(t=3)：第3節課。
- (4) 時段4：time4(t=4)：第4節課。
- (5) 時段5：time5(t=5)：第5節課。
- (6) 時段6：time6(t=6)：第6節課。
- (7) 時段7：time7(t=7)：第7節課。

5.授課教師與教授課目如后：

- (1) 教師1：教授課目1、課目2。
- (2) 教師2：教授課目3。
- (3) 教師3：教授課目4。
- (4) 教師4：教授課目5、課目6。
- (5) 教師5：教授課目7、課目8。
- (6) 教師6：教授課目9、課目10。
- (7) 教師7(i7)：教授課目11(c11)、課目12(c12)。

4.3.3 決策變數與參數

本應用實例決策變數為 X_{icdt} ，表示第*i*名教師，是否於第*d*天的第*t*節課時段，教授第*c*門課程，為數值1與0的二元整數， $X_{icdt}=1$ ，表示第*i*名教師於第*d*天的第*t*節課時段有教授第*c*門課， $X_{icdt}=0$ ，表示第*i*名教師於第*d*天的第*t*節課時段無教授第*c*門課。決策變數必須依序編碼，其編碼顯示第*i*名教師，教授第*c*門課程，於第*d*天的第*t*節課時段之編號，例如 X_{1235} 表示第1名教師，教授第2門課程，於第3天的第5節課時段之編號，餘依此類推。

1.決策變數：

- (1) I：{ 代表所有教師的集合，授課教師共計7位 }
說明：i=1至7。
- (2) C：{ 代表所有課目的集合，課程共計12 門課目 }
說明：c=1至12。
- (3) D：{ 代表所有排課天數的集合，授課日期共計10日 }
說明：d=1至10。

(4) T: { 代表每日所有授課時段的集合，授課時段共計7個時段 }

說明：t=1至7。

2. 參數：

(1) H_c ：表示第c門課目的時數。

說明： H_1 表示第1門課目的時數， H_2 表示第2門課目的時數，..... H_l 表示第l門課目的時數等，餘依此類推。

(2) $Pref_{icdt}$ ：表示第i名教師，於第d天的第t節課時段，教授第c門課程之偏好程度。

4.3.4 數學式建立：

依照第三章建立之數學模型，將班次相關數據資料帶入數學式中，以下分別說明決策變數及目標函數：

1. 目標函數建立：

目標函數以教師對授課時段的偏好值極大化為目標。

$$\text{MAX} \sum_{i=1}^k \sum_{c=1}^l \sum_{d=1}^m \sum_{t=1}^n X_{icdt} \times Pref_{icdt}$$

目標函數說明：

目標函數 $\sum_{i=1}^k \sum_{c=1}^l \sum_{d=1}^m \sum_{t=1}^n X_{icdt}$ 為第i名教師是否教授第c門課目，於第d天的第t節課時段之組

合加總； $Pref_{icdt}$ 代表班次訓期中第i名教師，教授第c門課目，於第d天的第t節課時段之偏好程

度數值，例如 $Pref_{1235}$ 表示第1名教師，教授第2門課目，於第3天的第5節課時段教師所填寫之

偏好程度數值，再乘上該教師是否於該時段授課。其教師授課時段偏好所有組合，必須計算所有7位教師，於班次訓期10天中的每一節課時段，教授12門課目之偏好程度總合，以達成所有授課時段偏好加總最大化為目標。

2. 限制式：

$$(1) \sum_{i=1}^k \sum_{c=1}^l X_{icdt} = 1, \quad \forall d, t$$

(1)

(2)

$$\sum_{c=1}^l X_{icdt} = 1, \quad \forall i, d, t$$

(2)

(3)

$$\sum_{i=1}^k \sum_{d=1}^m \sum_{t=1}^n X_{icdt} = 2, \quad \text{for } c=1$$

(3)

(4)

$$\sum_{i=1}^k \sum_{d=1}^m \sum_{t=1}^n X_{icdt} = 7, \quad \text{for } c=2$$

(4)

(5)
$$\sum_{i=1}^k \sum_{d=1}^m \sum_{t=1}^n X_{icdt} = 8, \text{ for } c=3$$

(5)

(6)
$$\sum_{i=1}^k \sum_{d=1}^m \sum_{t=1}^n X_{icdt} = 9, \text{ for } c=4$$

(6)

(7)
$$\sum_{i=1}^k \sum_{d=1}^m \sum_{t=1}^n X_{icdt} = 5, \text{ for } c=5$$

(7)

(8)
$$\sum_{i=1}^k \sum_{d=1}^m \sum_{t=1}^n X_{icdt} = 4, \text{ for } c=6$$

(8)

(9)
$$\sum_{i=1}^k \sum_{d=1}^m \sum_{t=1}^n X_{icdt} = 4, \text{ for } c=7$$

(9)

(10)
$$\sum_{i=1}^k \sum_{d=1}^m \sum_{t=1}^n X_{icdt} = 4, \text{ for } c=8$$

(10)

(11)
$$\sum_{i=1}^k \sum_{d=1}^m \sum_{t=1}^n X_{icdt} = 6, \text{ for } c=9$$

(11)

(12)
$$\sum_{i=1}^k \sum_{d=1}^m \sum_{t=1}^n X_{icdt} = 7, \text{ for } c=10$$

(12)

(13)
$$\sum_{i=1}^k \sum_{d=1}^m \sum_{t=1}^n X_{icdt} = 4, \text{ for } c=11$$

(13)

(14)
$$\sum_{i=1}^k \sum_{d=1}^m \sum_{t=1}^n X_{icdt} = 10, \text{ for } c=12$$

(14)

(15)
$$\sum_{i=1}^k \sum_{c=1}^l \sum_{d=1}^m \sum_{t=1}^n X_{icdt} = 70 \quad \forall i, c, d, t$$

(15)

(16)
$$X_{icdt} \in \{0, 1\}, \quad \forall i, c, d, t$$

(16)

限制式說明：

(1)任一時段僅能由某一位教師教授某一項課程，若同一時段有兩位以上教師，或兩門以上課程，將會產生衝突， $d=1、2\cdots 10$ ， $t=1、2\cdots 7$ 。

- (2)任一位教師，在同一時段僅能教授一門課程，若同一時段教授二門課程，將會產生衝突， $i=1、2\cdots7$ ， $d=1、2\cdots10$ ， $t=1、2\cdots7$ 。
- (3)至(14)每一門課程排定之總時數等於該課程的配當時數，若不等於該課程的配當時數，則與教育計畫相違背， $i=1、2\cdots7$ ， $d=1、2\cdots10$ ， $t=1、2\cdots7$ 。
- (15)所有排課時數的加總等於該班級所有課程的總時數，若不等於該課程的總時數，則與教育計畫相違背， $i=1、2\cdots7$ ， $c=1、2\cdots12$ ， $d=1、2\cdots10$ ， $t=1、2\cdots7$ 。
- (16)宣告決策變數為0或1的二元整數。

4.4 實例應用結果與分析

4.4.1 求解結果

將所有班次排課相關之決策變數、目標函數、限制式及其他相關參數值設定完成後，輸入至建構之排課模型中，並藉由Lingo程式軟體進行最佳化程式求解。經由Lingo求解後取得之排課全域最佳化求解如下表4-2所示：

表4-2 排課全域最佳化求解結果

求解項目	求解數值
最佳目標值	187
解算時間	1秒
決策變數	840
限制式	434
疊代次數	7

排課求解結果說明：

應用實例共計7位教師、12門課目，需按教師最大授課時段偏好需求，分配於為期10日，每日7節課時段中，且必須符合此類型排課之各項條件限制，由Lingo求解後取得之班次排課課表如下表4-3所示：

表4-3 訓練班次排課模型課表：

○○技術學校 102-2期 航行值更官專長訓練班課表									
節數			一	二	三	四	五	六	七
週次	日期	星期	0800-0850	0900-0950	1000-1050	1100-1150	1330-1420	1430-1520	1530-1620
一	4/15	一	海上避碰規則(教師1)	海上避碰規則(教師1)	航船佈告(教師4)	航船佈告(教師4)	電子海圖系統(教師1)	電子海圖系統(教師1)	電子海圖系統(教師1)
	4/16	二	電子海圖系統(教師1)	電子海圖系統(教師1)	電子海圖系統(教師1)	電子海圖系統(教師1)	天文航海(教師3)	天文航海(教師3)	天文航海(教師3)
	4/17	三	地文航海(教師2)	地文航海(教師2)	地文航海(教師2)	地文航海(教師2)	航船佈告(教師4)	航船佈告(教師4)	航船佈告(教師4)
	4/18	四	地文航海(教師2)	地文航海(教師2)	地文航海(教師2)	地文航海(教師2)	天文航海(教師3)	天文航海(教師3)	天文航海(教師3)
	4/19	五	航海儀器(教師4)	航海儀器(教師4)	航海儀器(教師4)	航海儀器(教師4)	天文航海(教師3)	天文航海(教師3)	天文航海(教師3)
二	4/22	一	航行安全實務(教師5)	航行安全實務(教師5)	航行安全實務(教師5)	航行安全實務(教師5)	GPS衛星定位系統(教師6)	GPS衛星定位系統(教師6)	GPS衛星定位系統(教師6)
	4/23	二	GMDSS航行電傳系統(教師6)	GMDSS航行電傳系統(教師6)	GMDSS航行電傳系統(教師6)	GMDSS航行電傳系統(教師6)	GPS衛星定位系統(教師6)	GPS衛星定位系統(教師6)	GPS衛星定位系統(教師6)
	4/24	三	無線電通信(教師7)	無線電通信(教師7)	無線電通信(教師7)	無線電通信(教師7)	艦船操縱(教師7)	艦船操縱(教師7)	艦船操縱(教師7)
	4/25	四	航海行政(教師5)	航海行政(教師5)	航海行政(教師5)	航海行政(教師5)	艦船操縱(教師7)	艦船操縱(教師7)	艦船操縱(教師7)
	4/26	五	艦船操縱(教師7)	艦船操縱(教師7)	艦船操縱(教師7)	艦船操縱(教師7)	GMDSS航行電傳系統(教師6)	GMDSS航行電傳系統(教師6)	GMDSS航行電傳系統(教師6)

4.4.2 分析比較

為驗證本研究之排課模式優於人工排課作業方式，將同樣之實例，以該學校人工排課作業方式進行，並觀察相關排課結果，與本研究之排課模式進行比較分析。經由人工作業方式進行排課，耗時約二個工作天完成，其中包含與七位教師聯繫授課時間，重複協調教師授課時間八次後，產生一份各教師均能接受之課表，並將人工排課作業結果與本研究提出之排課模式求解之結果進行比較，如表4-4所示：

表4-4 新排課模式與人工排課模式比較

排課方式	作業時間	目標值
新排課模式	1天(含偏好調查統計與模型建立)+1秒(模型求解)	所有教師最大共同偏好(最佳目標值：187)
人工排課模式	四至七天	僅滿足少數教師偏好

4.4.2.1 作業時間

由上表可得知新的排課模式作業時間只需耗時約1天(含偏好調查統計與模型建立)+1秒(模型求解)即完成排課作業，而人工排課模式卻需耗時約二個工作天才完成，證實本研究提出之新排課模式，比人工排課模式有較佳之效率；且新排課模式在初次建立排課模型後，同樣班次後續的排課就可省去建構模型的時間。

4.4.2.2 目標值

新排課模式經過教師偏好統計與排課模型求解後，所求得之課表為所有教師之最大共同偏好；而舊有之人工排課模式，並未將所有教師偏好納入，僅滿足少數人的偏好(先選課的人可選擇較

佳的時段)，其排課結果並不符合所有教師偏好。因此新的排課模式，比起人工排課模式有較佳之排課滿意度。

5. 結論

5.1 結論

本研究利用文獻探討，並與實際排課人員及教師訪談，深入瞭解非固定週期班次排課問題，且依照其排課特性與限制因素，提出此類型課程排課作業流程，並進一步運用二元整數規劃法發展排課求解模型。此排課模型主要為包含資源條件限制之限制式及欲達成目標之目標式所建構之最佳化數學設計，將教師授課時段偏好彙整於Excel文件中，再運用Lingo套裝軟體強大之邏輯解算功能，準確快速地獲得最佳排課結果。藉本研究之結果，獲得之具體成果如下：

- 一、透過本研究提出之非固定週期班次排課作業流程，可以使排課人員有一套基本的標準作業流程依循，能有系統地按步驟進行排課作業，而不會無所適從。
- 二、本研究排課求解模型之目標函數以滿足教師對授課時段之偏好為導向，設定這樣的目標，對於排課結果有助於減少排課衝突問題，及提升排課的滿意度，排課人員可依據教師授課時段偏好，產製較高品質的課表。
- 三、藉由本研究提出建立之排課求解模型，可以有效快速地求得一最佳化結果，且為所有教師之最大授課偏好，不但較以往人工排課作業方式節省許多時間，避免不必要的時間浪費，且其排課結果也更符合教師偏好需求，有較佳之滿意度。
- 四、經由教師授課時段偏好的調查，除了可以瞭解教師對授課時段的偏好，以及對授課時段劃分的偏好外；因為作業方式為同時進行，因此可以消除過去因為選擇授課時段的先後順序不同，所造成的不公平現象；亦即先排課的教師較有利，可以有較多之授課時段選擇，後排課的教師則有較少之授課時段選擇。

6. 參考文獻

中文部份：

1. 王江山(2004)，以多目標規劃求解大學教師排課最佳化之研究，國立成功大學工業與資訊管理學系研究所碩士論文。
2. 王妙伶、陳獻清、黎煥中、廖珊慧(2012)，「管理數學」，第六版，台北，全華圖書股份有限公司。
3. 邱元泰(2002)，基因演算法在排課問題之應用，國立中正大學數學系研究所碩士論文。
4. 李開暉(2004)，以模擬退火法排課演算法之研究，國立海洋大學航運管理學系碩士論文。
5. 邱炤幃(2011)，基因演算法在國小排課問題之應用，屏東科技大學資訊管理系研究所碩士論文。
6. 翁得榮(2007)，排課問題之研究—以高雄第一科技大學運籌管理系為例，國立高雄第一科技大學資訊管理研究所碩士論文。
7. 張良安(2004)，運用基因演算法建置大專院校之排課系統，育達商業技術學院資訊管理研究所碩士論文。
8. 陳坤茂(2005)，「作業研究」，第三版，台北，華泰文化事業股份有限公司。
9. 陳亦憲(2011)，基因演算法在國民中學排課問題之最佳化研究，南華大學資訊管理學系研究所碩士論文。
10. 楊迺聲(2005)，軍事院校班隊排課最佳化之研究，國立中央大學土木研究所碩士論文。

- 11.楊振興(2002)，大專院校排課之探討-以數學規劃為研究工具，國立中正大學企業管理研究所碩士論文。
- 12.廖聖揚(2005)，應用限制規劃方法求解軍事院校排課問題，國立高雄第一科技大學資訊管理研究所碩士論文。
- 13.廖時興(2012)，軍事院校多班隊多班次排課最佳化之研究，真理大學企業管理學系研究所碩士論文。
- 14.蔡佳吟(2003)，應用限制滿足問題規劃大學排課系統，國立高雄第一科技大學資訊管理研究所碩士論文。
- 15.辜士銘(2012)，探討職能別限制下之人員排班問題，國立高雄應用科技大學企業管理研究所碩士論文。

英文部份：

- 1.Burke, E., Jacson, K., Kinston, J. and Weare, R. (1997), "Automated University Timetabling: The State of the Art", the Computer Journal, Vol. 40. pp. 565-571.
- 2.Bastarrica, M. C., Shvartsman, A. A., Demurjian, S. A., (1998), "A Binary Integer Programming Model for Optimal Object Distribution", 2nd Int'l. Conf. on Principles of Distributed Systems.
- 3.Donald, L. D., Masood, A. B., Donna, F. D., Hollingsworth, J., (1998), "A Multi-Objective Course Scheduling Model : Combining Faculty Preferences for Courses And Times" , Computers And Operations Research, vol. 25, pp. 303-316.
- 4.Fizzano, P., Swanson, S., (1998), "Scheduling Classes on a College Campus", Computation Optimization and Application, Vol. 16, ppl. 279 – 297.
- 5.Martin, C. H., (2004), "Ohio University's College of Business Uses Integer Programming to Schedule Classes", Interfaces, vol. 34, pp. 460-465.
- 6.Mooney, E. L., Rardin, R. L., Parmenter, W. J., (1995), "Large-Scale Classroom Scheduling", IIE Transactions, vol. 28, pp. 369-378.
- 7.Rudová, H., Keith, M., (2003) , "University course timetabling with soft constraints", Practice and Theory of Automated Timetabling IV.Springer- Verlaglncs2740, Vol. 2003. pp. 310-328.
- 8.Schaerf, A., (1995), "A Survey of Automated Timetabling", Artificial Intelligence Review, vol. 13, pp. 87-127.