

整數規劃方法探討現行交通執法勤務編排方式優劣之研究

顏上堯¹ 婁自強² 陳佳宏³

摘要

近年來，由於社會趨勢快速與民眾需求日益升高使警察工作日趨繁重，另外一方面政府經費有限致警察能使用資源日趨縮減，為使警力使用更效率化，故以不同勤務編排方式探討，在各時段不同警力需求變動下，所需編排警力總數為最小，為最佳警力編排方式。

現有警察勤務編排，均由法律面著手警察勤務條例或相關行政命令訂之，如警察勤務條例規定以勤四、息八為原則，警察勤務現階段作法規定以十二小時之內將八小時編排全或者如歐美警察連續服勤八小時，另外依警察勤務條例深夜勤服勤不得超過四小時（至六時）共同服勤限制。

本研究係國道公路警察局第三警察隊泰安分隊勤務編標準表巡邏、守望及值班勤務各班所需警力轉換得每小時所需警力數。以整數規劃方法，以最小使用警力數目標式，以上三種勤務編排方式為數學限制式，求出使用警力數最少的，為最佳編排方式。另外考慮可能會有二組解相同，再以相關係數分析比較各時段警力需求數與經規劃後各時段警力數相似程度，若相似程度越高者，顯示勤務編排方式越接近需求，越能顯現何種勤務為最佳。

壹、前言

警察勤務制度中勤務編排佔非常重要一部分，從警察勤務條例中，已經將相關規定相當嚴格，如警察勤務條例中勤務 4 小時休息 8 小時規定等，對員警限制相當大，員警或眷屬反彈情形相當嚴重，故勤務制度改革中勤務編排部分佔著比例相當大。

警政署為了前述反應自民國八十二起至今，不斷由改變勤務編排方式到法令修正，由機關特性，人性考量及任務需要等各種嘗試不斷尋求通則，因警察任務與勤務多樣性，勤務方式多專案管理，致警政署僅能以授權各警察機關辦理。

¹ 中央大學土木工程系教授

² 中央大學土木工程系博士班研究生

³ 中央大學土木工程系碩士班研究生

交通警察勤務編排亦屬警察勤務一環，也經過相當多修正至現行勤務編排方式，而現行勤務方式為排班者經驗法則與員警期望協調而成，事實上為了達成特殊任務目的常常有更動時段（一至二小時內）動員一個分隊全部員額二分之一或三分之二，而此時排班者僅能以要求限制出入或加班方式增加人力，而員警與眷屬則對於此種方式相當有意見，另外在整體資源運用上亦相當有限，如人員補充及加班費上限，故必需要有一套作業方法或程序去衡量在，固定警力需求而種勤務編排方式可以動用警力最少，而達成警力使用有效性。

由於勤務編排問題複雜，國內對於該問題之方向多從策略、法規、人力配置及管理學、心理學，較少數量化分析方式，因此本研究將以整數規劃方法，在相同條件下去探討勤編排方式不同時，使用人力成本之規模。再則本次研究僅能先以勤務較單純單位著手，屬於初期個案研究，期先以初步成果引導實務單位，作進一步改進。

貳、文獻回顧

人員排班問題在各方面研究相當多，大部份是屬於整數規劃問題，對於不同企業或行業因特性有不同之需求，以下各種排班作一簡述：

一、航空公司人員排班

由於航空公司的航線、人員以及機隊的數量都相當龐大，因此，空服員產生班表時可分為二階段（1）在飛航班次表，法規，工會限制及人事管理等產生最小成本之可行解；（2）再根據第一階段產生組合，對於產生指派工作。

林錦翌君在求解「空服員排班組合之最佳化問題」時，將問題模式定式為集合涵蓋問題，求解方法則利用變數產生法求解。此研究中，假設草擬班次表及空服員排班網路為已知進行求解，先以人工方式產生足夠數量的可行執勤航班組合，獲得問題的起始變數。之後，將求解過程分為主問題與子問題的求解；主問題為集合涵蓋問題，只考慮已產生的部分變數，以 Simplex Method 求解，找出此部份變數的最佳解，利用求解主問題所得的資訊，加入次問題，修正次問題的參數；次問題則為最短路徑問題(shortest path problem)，並利用 label correcting algorithm 求解，產生有助於改善主問題目前解的變數，再加入主問題中重新求解，以此程序逐漸改善目前解，一直到無法改善為止。

二、大眾運輸人員排班(Mass Transit Crew Scheduling)

常見的大眾運輸人員排班為公車駕駛員、鐵路駕駛員排班問題，此類問題亦為先配合公車與火車班次，求最小成本可行解，然後作人員指派。

蔡文昉君在『大運輸系統排班研究』研究中，先將客運業的車輛營運狀況以時空網路圖來表示，基於此時空網路圖將車輛排。程及人員排班問題建構為集合分割(Set Partitioning)問題模式，並針對此模式設計求解，算法包含以拉氏鬆弛法切入問題、修正放鬆後集合切割限制、車輛起迄而演算等的限制、工作時間的限制等限制條件配合一演算流程，最後以 C 語言完成求解。

三、一般人員排班(Generic Crew Scheduling)

一般人員排班泛指上述二類人員以外之排班問題，諸如護士、作業人員、接線生以及本研究所探討的警察人員排班皆屬之，此類問題無需須配合運具時程，多使用最小成本或 0-1 整數規劃問題，多使用啟發式解法或其他適合演算法直接求解。郭金青君『整數目標規劃應用於護士排班之個案研究』中以探討整數目標規劃模型應用於護士排班問題，並配合人員偏好與習慣達成公平、彈性原則。

另有關警察勤務編排亦屬於此類問題，使用數學規劃方式者，連志平君之「警察人員排班問題之研究」，其主要以 0-1 整數規劃方法，依循分枝定限法架構，探討省公路警察大隊排班問題，另曾招雄「警察巡邏務排班問題之研究」也是運用 0-1 整數規劃方法，編排台中交通隊巡邏勤務。

勤務編排問題，現行方法多排定勤務基準表，配合編排者經驗法則作人員指派，另一方面部分有勤務單位直接以勤務基準表代號作工作輪替，番號代表當天勤務，人員輪替，勤務編排全部手工作業，因為勤務編排時，考慮因素相當多，如個人能力，偏好，休息，配合專案及裝備車輛調配等，又此類研究均為萌發階段，故探討供給需求差異，作一嘗試。

參、人員排班模式之建立

3.1 現況說明與勤務規定

本研究以國道公路警察局泰安分隊勤務基準表排班為實證研究，在三種不同勤務編排規定下求得供給警力數最小。

泰安分隊員警數約五十餘人，為求勤務編排一致性，局本部均要求所屬各分隊編排勤務基準表，詳如附件一，基本上，勤務基準表上勤務係以常態勤務規劃，其勤務目標係以維最基本勤務運作模式，在本研究亦以巡邏、收費站守望及值班勤務基礎勤務為警力需求，整理如表 3.1，另從下表可以推算總需求警力數為 24.5 人，其計算式如，式 3.1。

表 3.1 泰安分隊勤務基準之警力需求表

時 段 項 目	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24
巡邏	4	4	4	8	10	6	6	10	8	6	4	4
守望	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
值班	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
合計	6	6	6	10	12	8	8	12	10	8	6	6

各時段合計警力數*2 小時/8 小時(每人每天服勤數) = 總需求警力數..... (3.1)

有關勤務編排規定，依照勤務條例法令與一般人員排班模式有三種情形：

一、一般人員（如美國州警、醫院護士）：

一般人員排班，以連續服勤制，一旦上班中間無空檔時間，實務運作時，大部分有固定起訖時段及交接（過渡）時段，因考慮本研究是以最小使用警力為目標，故以無固定起訖時間及不考慮交接（過渡）時段。

二、警察勤務條例規定：

勤務條例第十五條規定「服勤人員每日之工作以 8 小時為原則，但每次值勤不得連續超過 6 小時」，同條十六條規定「服勤時間分配，以勤四息八為原則或採其他適合方式...」，這勤務條例規定與一般人員最大不同中間有空檔八小時，依原設計精神為了便於單位主管掌控與人數較小單位運作（5 人以下山地派出所），在實務運作時通常會將勤務休息 8 小時部分，依實際狀況調整為休息 6 小時。

三、警察勤務階段規定：

因考慮前述員警被控制時間過長，造成服勤士氣低落，自民國 82 年採取一連串勤務改進方案，經過嘗試錯誤過程，較為基層所接受為在 12 小時之內將八小時勤務編排完畢，但是不可連續服勤，為中間休息空檔可為 4 或 2 小時不等。

四、共同限制：

為考慮實際勤務運作必須有下列共同限制

1. 一週內有 2 日輪休。
2. 輪休返隊人員於 8 時歸隊後才可排勤。
3. 輪休前一日宿人員於 18 時離隊
4. 考慮深夜勤 0-6 時段僅勤務不超過 4 小時為原則
5. 必須注意前後日（24）不可以連班。
6. 勤務無跨日編排。
7. 每天勤務編排人數差距不可太大（最好相等）。
8. 考慮實際勤務運作將 2 小時作一時段。
9. 每日服勤以 8 小時為原則，每次服勤 4 小時。

3.2 決策變數之建立

本研究之目的是在不同勤務規則下，使用已知每一時段的需求員警人力，，所定義之各項變數說明如下：

1. X_{ij} 為第 j 日第 i 時段所需警力數。
2. a_j, b_j 為控制變數 $a_j, b_j=0$ or 1 ，目的避隔日班相連情形。
3. X_{iaj}, X_{ibj} 為勤務編排時，第某時段確定 X_{ij} 之人數（第一時段），當此時段人數再度出現時（第二時段），可能提早情形，故將原 X_{ij} 人數分解為 X_{iaj} （提早編排）， X_{ibj} （正常編排）以利勤務編排彈性。

3.3 勤務編排模式構建

一、連續服勤八小時（仍受深夜勤服勤不得超過四小時限制）

$$\text{目標式：} \text{MIN } Z = \sum_{i=1}^9 \sum_{j=1}^5 X_{ij}$$

Subject to

$$\sum_{j=1}^5 X_{1j} \quad 6 \dots\dots\dots (3.1.1)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{1j} + \sum_{j=1}^5 X_{2j} \quad 6 \dots\dots\dots (3.1.2)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{2j} + \sum_{j=1}^5 X_{3j} \quad 6 \dots\dots\dots (3.1.3)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{1j} + \sum_{j=1}^5 X_{3j} + \sum_{j=1}^5 X_{4j} \quad 10 \dots\dots\dots (3.1.4)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{1j} + \sum_{j=1}^5 X_{2j} + \sum_{j=1}^5 X_{3j} + \sum_{j=1}^5 X_{4j} + \sum_{j=1}^5 X_{5j} \quad 12 \dots\dots\dots (3.1.5)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{2j} + \sum_{j=1}^5 X_{3j} + \sum_{j=1}^5 X_{4j} + \sum_{j=1}^5 X_{5j} + \sum_{j=1}^5 X_{6j} \quad 8 \dots\dots\dots (3.1.6)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{4j} + \sum_{j=1}^5 X_{5j} + \sum_{j=1}^5 X_{6j} + \sum_{j=1}^5 X_{7j} \quad 8 \dots\dots\dots (3.1.7)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{5j} + \sum_{j=1}^5 X_{6j} + \sum_{j=1}^5 X_{7j} + \sum_{j=1}^5 X_{8j} \quad 12 \dots\dots\dots (3.1.8)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{6j} + \sum_{j=1}^5 X_{7j} + \sum_{j=1}^5 X_{8j} + \sum_{j=1}^5 X_{9j} \quad 10 \dots\dots\dots (3.1.9)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{7j} + \sum_{j=1}^5 X_{8j} + \sum_{j=1}^5 X_{9j} \quad 8 \dots\dots\dots (3.1.10)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{8j} + \sum_{j=1}^5 X_{9j} \quad 6 \dots\dots\dots (3.1.11)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{9j} \quad 6 \dots\dots\dots (3.1.12)$$

$$\sum_{i=1}^4 X_{i1} = 0 \dots\dots\dots (3.1.13)$$

$$\sum_{i>6}^3 X_{i5} = 0 \dots\dots\dots (3.1.14)$$

$$Z/5+1 \quad \sum_{i=1}^9 X_{i1}, \sum_{i=1}^9 X_{i2}, \sum_{i=1}^9 X_{i3}, \sum_{i=1}^9 X_{i4}, \sum_{i=1}^9 X_{i5} \quad Z/5-1 \dots\dots\dots (3.1.15)$$

$$\sum_{j=1}^4 a_j X_{9j} = 6 \dots\dots\dots (3.1.16)$$

$$\sum_{j=1}^4 b_{j+1} X_{1,j+1} = 6 \dots\dots\dots (3.1.17)$$

$$a_1 + b_2 = 1 \dots\dots\dots (3.1.18)$$

$$a_2 + b_3 = 1 \dots\dots\dots (3.1.19)$$

$$a_3 + b_4 = 1 \dots\dots\dots (3.1.20)$$

$$a_4 + b_5 = 1 \dots\dots\dots (3.1.21)$$

$\forall X_{ij} \quad 0 \in \text{interger}, a_j, b_j = 0 \text{ or } 1$
 上述限制式說明如下：

1. 式 (3.1.1) 為第一時段 (0-2) 所需警力。

2. 式 (3.1.2) 為第二時段 (2-4) 所需警力。
3. 式 (3.1.3) 為第三時段 (4-6) 所需警力。
4. 式 (3.1.4) 為第四時段 (6-8) 所需警力。
5. 式 (3.1.5) 為第五時段 (8-10) 所需警力。
6. 式 (3.1.6) 為第六時段 (10-12) 所需警力。
7. 式 (3.1.7) 為第七時段 (12-14) 所需警力。
8. 式 (3.1.8) 為第八時段 (14-16) 所需警力。
9. 式 (3.1.9) 為第九時段 (16-18) 所需警力。
10. 式 (3.1.10) 為第十時段 (18-20) 所需警力。
11. 式 (3.1.11) 為第十一時段 (20-22) 所需警力。
12. 式 (3.1.12) 為第十一時段 (22-24) 所需警力。
13. 式 (3.1.13) 為輪休返隊第一天 8 時起班。
14. 式 (3.1.14) 為輪休前一日 18 時以後不排班。
15. 式 (3.1.15) 每日上班人數相等。
16. 式 (3.1.16) 至 (1.21) 為了避免前日 24 時勤務與隔日 0 時相連所設限，其中 a 與 b 為互斥變數，和等於 1。

二、在十二小時內將八小時勤務編排完畢 (不可連班最少二小時間隔)

$$\text{目標式：} \min \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^5 X_{ij}$$

Subject to

$$\sum_{j=1}^5 X_{1j} \leq 6 \dots \dots \dots (3.2.1)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{1j} + \sum_{j=1}^5 X_{2j} \leq 6 \dots \dots \dots (3.2.2)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{2j} + \sum_{j=1}^5 X_{3j} \leq 6 \dots \dots \dots (3.2.3)$$

$$\sum_{j=5}^5 X_{1aj} + \sum_{j=1}^5 X_{3j} + \sum_{j=1}^5 X_{4j} \leq 10 \dots \dots \dots (3.2.4)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{1j} + \sum_{j=1}^5 X_{2aj} + \sum_{j=1}^5 X_{4j} + \sum_{j=1}^5 X_{5j} \leq 12 \dots \dots \dots (3.2.5)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{1bj} + \sum_{j=1}^5 X_{2j} + \sum_{j=1}^5 X_{3aj} + \sum_{j=1}^5 X_{5j} + \sum_{j=1}^5 X_{6j} \leq 8 \dots \dots \dots (3.2.6)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{2bj} + \sum_{j=1}^5 X_{3j} + \sum_{j=1}^5 X_{4aj} + \sum_{j=1}^5 X_{6j} + \sum_{j=1}^5 X_{7j} \leq 8 \dots \dots \dots (3.2.7)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{3bj} + \sum_{j=1}^5 X_{4j} + \sum_{j=1}^5 X_{5aj} + \sum_{j=1}^5 X_{7j} + \sum_{j=1}^5 X_{8j} \leq 12 \dots \dots \dots (3.2.8)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{4bj} + \sum_{j=1}^5 X_{5j} + \sum_{j=1}^5 X_{6aj} + \sum_{j=1}^5 X_{8j} = 10 \dots\dots\dots (3.2.9)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{5bj} + \sum_{j=1}^5 X_{6j} + \sum_{j=1}^5 X_{7aj} = 8 \dots\dots\dots (3.2.10)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{6bj} + \sum_{j=1}^5 X_{7j} + \sum_{j=1}^5 X_{8j} = 6 \dots\dots\dots (3.2.11)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{7bj} + \sum_{j=1}^5 X_{8j} = 6 \dots\dots\dots (3.2.12)$$

$$\sum_{i=1}^4 X_{i1} = 0 \dots\dots\dots (3.2.13)$$

$$\sum_{i>6}^3 X_{i5} + X_{5b5} = 0 \dots\dots\dots (3.2.14)$$

$$\sum_{i=1}^9 X_{i1} + \sum_{i=1}^9 X_{i2} + \sum_{i=1}^9 X_{i3} + \sum_{i=1}^9 X_{i4} + \sum_{i=1}^9 X_{i5} = Z/5 - 1 \dots\dots (3.2.15)$$

$$\sum_{j=1}^4 a_j X_{8j} = 6 \dots\dots\dots (3.2.16)$$

$$\sum_{j=1}^4 b_{j+1} X_{1,j+1} = 6 \dots\dots\dots (3.2.17)$$

$$a_1 + b_2 = 1 \dots\dots\dots (3.2.18)$$

$$a_2 + b_3 = 1 \dots\dots\dots (3.2.19)$$

$$a_3 + b_4 = 1 \dots\dots\dots (3.2.20)$$

$$a_4 + b_5 = 1 \dots\dots\dots (3.2.21)$$

$$a_5 + b_6 = 1 \dots\dots\dots (3.2.22)$$

$$\sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^5 X_{iaj} + \sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^5 X_{ibj} = \sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^5 X_{ij} \dots\dots\dots (3.2.22)$$

$\forall X_{ij} \quad 0 \in \text{interger} , \forall X_{iaj} , X_{ibj} \quad 0 \in \text{interger} , a_j, b_j = 0 \text{ or } 1$

上述限制式說明如下：

1. 式 (3.2.1) 為第一時段 (0-2) 所需警力。
2. 式 (3.2.2) 為第二時段 (2-4) 所需警力。
3. 式 (3.2.3) 為第三時段 (4-6) 所需警力。
4. 式 (3.2.4) 為第四時段 (6-8) 所需警力。
5. 式 (3.2.5) 為第五時段 (8-10) 所需警力。
6. 式 (3.2.6) 為第六時段 (10-12) 所需警力。
7. 式 (3.2.7) 為第七時段 (12-14) 所需警力。

8.式 (3.2.8) 為第八時段 (14-16) 所需警力。

9.式 (3.2.9) 為第九時段 (16-18) 所需警力。

10.式 (3.2.10) 為第十時段 (18-20) 所需警力。

11.式 (3.2.11) 為第十一時段 (20-22) 所需警力。

12.式 (3.2.12) 為第十一時段 (22-24) 所需警力。

13.式 (3.2.13) 為輪休返隊第一天 8 時起班。

14.式 (3.2.14) 為輪休前一日 18 時以後不排班。

15.式 (3.2.15) 每日上班人數相等。

16.式 (3.2.16) 至 (3.2.21) 為了避免前日 24 時勤務與隔日 0 時相連所設限，其中 a 與 b 為互斥變數，和等於 1。

17.式 (3.2.22) 經考慮勤務編排情形會有相隔 2 小時或 4 小時情形故以 X_{iaj} 提前 2 小時編排勤務人數， X_{ibj} 延後 2 小時編排勤務人數，而 $X_{iaj}+X_{ibj}=X_{ij}$ 。

三、勤四息八勤務編排完畢 (最少六小時間隔)

$$\text{目標式：} \min \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^5 X_{ij}$$

Subject to

$$\sum_{j=1}^5 X_{1j} \leq 6 \dots \dots \dots (3.3.1)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{1j} + \sum_{j=1}^5 X_{2j} \leq 6 \dots \dots \dots (3.3.2)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{2j} + \sum_{j=1}^5 X_{3j} \leq 6 \dots \dots \dots (3.3.3)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{3j} + \sum_{j=1}^5 X_{4j} \leq 10 \dots \dots \dots (3.3.4)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{4j} + \sum_{j=1}^5 X_{5j} \leq 12 \dots \dots \dots (3.3.5)$$

$$\sum_{j=5}^5 X_{1aj} + \sum_{j=1}^5 X_{5j} + \sum_{j=1}^5 X_{6j} \leq 8 \dots \dots \dots (3.3.6)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{2aj} + \sum_{j=1}^5 X_{1j} + \sum_{j=1}^5 X_{6j} \leq 8 \dots \dots \dots (3.3.7)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{3aj} + \sum_{j=1}^5 X_{1bj} + \sum_{j=1}^5 X_{2j} \leq 12 \dots \dots \dots (3.3.8)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{4aj} + \sum_{j=1}^5 X_{2bj} + \sum_{j=1}^5 X_{3j} \leq 10 \dots \dots \dots (3.3.9)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{5aj} + \sum_{j=1}^5 X_{3bj} + \sum_{j=1}^5 X_{4j} \leq 8 \dots \dots \dots (3.3.10)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{6j} + \sum_{j=1}^5 X_{5j} = 6 \dots \dots \dots (3.3.11)$$

$$\sum_{j=1}^5 X_{5bj} + \sum_{j=1}^5 X_{6j} = 6 \dots \dots \dots (3.3.12)$$

$$\sum_{i=1}^4 X_{i1} = 0 \dots \dots \dots (3.3.13)$$

$$\sum_{i>6}^3 X_{i5} + X_{5b5} = 0 \dots \dots \dots (3.3.14)$$

$$Z/5+1 \sum_{i=1}^9 X_{i1}, \sum_{i=1}^9 X_{i2}, \sum_{i=1}^9 X_{i3}, \sum_{i=1}^9 X_{i4}, \sum_{i=1}^9 X_{i5} = Z/5-1 \dots (3.3.15)$$

$$\sum_{j=1}^4 a_j X_{6j} = 6 \dots \dots \dots (3.3.16)$$

$$\sum_{j=1}^4 b_{j+1} X_{1,j+1} = 6 \dots \dots \dots (3.3.17)$$

$$a_1 + b_2 = 1 \dots \dots \dots (3.3.18)$$

$$a_2 + b_3 = 1 \dots \dots \dots (3.3.19)$$

$$a_3 + b_4 = 1 \dots \dots \dots (3.3.20)$$

$$a_4 + b_5 = 1 \dots \dots \dots (3.3.21)$$

$$\sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^5 X_{iaj} + \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^5 X_{ibj} = \sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^5 X_{ij} \dots \dots \dots (3.3.22)$$

$\forall X_{ij} \quad 0 \in \text{interger}, \quad \forall X_{iaj}, X_{ibj} \quad 0 \in \text{interger}, \quad a_j, b_j = 0 \text{ or } 1$

上述限制式說明如下：

1. 式 (3.3.1) 為第一時段 (0-2) 所需警力。
2. 式 (3.3.2) 為第二時段 (2-4) 所需警力。
3. 式 (3.3.3) 為第三時段 (4-6) 所需警力。
4. 式 (3.3.4) 為第四時段 (6-8) 所需警力。
5. 式 (3.3.5) 為第五時段 (8-10) 所需警力。
6. 式 (3.3.6) 為第六時段 (10-12) 所需警力。
7. 式 (3.3.7) 為第七時段 (12-14) 所需警力。
8. 式 (3.3.8) 為第八時段 (14-16) 所需警力。
9. 式 (3.3.9) 為第九時段 (16-18) 所需警力。
10. 式 (3.3.10) 為第十時段 (18-20) 所需警力。
11. 式 (3.3.11) 為第十一時段 (20-22) 所需警力。

12. 式 (3.3.12) 為第十一時段 (22-24) 所需警力。
13. 式 (3.3.13) 為輪休返隊第一天 8 時起班。
14. 式 (3.3.14) 為輪休前一日 18 時以後不排班。
15. 式 (3.3.15) 每日上班人數相等。
16. 式 (3.3.16) 至 (3.3.21) 為了避免前日 24 時勤務與隔日 0 時相連所設限，其中 a 與 b 為互斥變數，和等於 1。
17. 式 (3.3.22) 經考慮勤務編排情形會有相隔 6 小時或 8 小時情形，故以 X_{iaj} 提前 2 小時編排勤務人數， X_{ibj} 延後 2 小時編排勤務人數，而 $X_{iaj}+X_{ibj}=X_{ij}$ 。

肆、模式求解與分析

上述模式由於時段的計數單位為 2 小時，並將相關變數與限制式簡化，以 5 天(假日扣除)，將模式變數簡化為 $12 \times 5 + 5 \times 5 + 8 = 93$ 個，經以 excel 套裝軟體規劃求解(所用方法採用 branch-and-bound)，於 CPU-300，192MB RAM 的 PC 上執行結果整理如下：

4.1 連續服勤八小時(仍受深夜勤服勤不得超過四小時限制)

求解結果其最小使用人力為 28 人，如表 4.1.1 為各時段所編排警力數，而可得到勤務班次編排為表 4.1.2，由連續服勤制可以，其編排與需求之間差為 3.5 人次，且編排之高峰與需求之高峰有明顯差異，試以每個時段編排警力與需求警力作相關係數分析，其值為 0.80703，有關本模式求解過程，詳如附錄一。

表 4.1.2 連續服勤八小時所編排勤務班次

班別 時段	A (休返)	B	C	D	E (休前)	小計	實際需求
0-2	0	0	3	3	0	6	6
2-4	0	0	0	0	0	6	6
4-6	0	0	2	0	4	6	6
6-8	0	0	0	0	0	12	10
8-10	0	0	0	0	1	13	12
10-12	0	3	0	2	0	12	8
12-14	0	2	0	1	1	10	8
14-16	0	0	0	0	0	10	12
16-18	6	0	0	0	0	15	10
18-20	0	0	0	0	0	10	8
20-22	0	0	0	0	0	6	6
22-24	0	0	0	0	0	6	6
小計	6	5	5	6	6	28	24.5

4.2 在十二小時內將八小時勤務編排完畢(不可連班最少二小時間隔)

求解結果其最小使用人力為 26 人，如表 4.2.1 為各時段所編排警力數，而可得到勤務班次編排為表 4.2.2，其編排與需求之間差為 1.5 人次，差異小，且編排之高峰與需求之高峰變動相似，試以每個時段編排警力與需求警力作相關係數分析，其值為 0.932111，相依性高，有關本模式求解過程，詳如附錄二。

表 4.2.2 十二小時內將八小時所編排勤務班次

班別 時段	A (休返)	B	C	D	E (休前)	小計	實際需求
0-2	0	3	3	0	0	6	6
2-4	0	0	0	0	0	6	6
4-6	0	0	0	1	5	6	6
6-8	0	0	0	0	0	12	10
8-10	4	2	0	0	0	12	12
10-12	1	0	0	1	0	8	8
12-14	0	0	2	1	0	11	8
14-16	0	0	0	3	0	12	12
16-18	0	0	0	0	0	11	10
18-20	0	0	0	0	0	8	8
20-22	0	0	0	0	0	6	6
22-24	0	0	0	0	0	6	6
小計	5	5	5	5	5	26	24.5

4.3 勤四息八制（不可連班最少六小時間隔）

求解結果其最小使用人力為 26 人，如表 4.3.1 為各時段所編排警力數，而可得到勤務班次編排為表 4.3.2，其編排與需求之間差為 1.5 人次，差異小，與前述模式相同，且編排之高峰與需求之高峰變動一致，試以每個時段編排警力與需求警力作相關係數分析，其值為 0.924904，相依性高，有關本模式求解過程，詳如附錄三。

另由其表 4.3.2 其勤務編排情形，可以得知，勤務編排有同一組人前後交錯情形如 B 日藍色區塊及 D 日綠色區塊，此為所設限制式對於勤務編排產生彈性，可以前後調整，減少警力需求。

表 4.3.2 勤四息八制所編排勤務班次

班別 時段	A (休返)	B	C	D	E (休前)	小計	實際需求
0-2	0	0	0	1	5	6	6
2-4	0	0	2	0	0	8	6
4-6	0	5	1	0	0	8	6
6-8	0	0	2	1	1	10	10
8-10	5	0	0	3	0	12	12
10-12	0	0	0	0	0	8	8
12-14	0	0	0	0	0	8	8
14-16	0	0	0	0	0	12	12
16-18	0	0	0	0	0	10	10
18-20	0	0	0	0	0	8	8
20-22	0	0	0	0	0	8	6
22-24	0	0	0	0	0	6	6
小計	5	5	5	5	6	26	24.5

4.4 小結

以上求解結果其最小使用人力為 26 人為十二小時將勤務編排完畢制及勤四息八制，而最多使用人力為 28 人為連續服勤制，另以相關係數分析，以十二小時勤務編排完畢制，數值 0.932111 為最優，次之為勤四息八制數值 0.924904，再之為連續服勤制數值 0.80703，可以說以泰安分隊勤務基準表情況下，十二小時勤務編排完畢制較有彈性使用警最小。

伍、結論與建議

一、結論

1. 依本研究分析以十二小時勤務編排完畢制，使用警力數最小，較符合各時段需求警力數變動情形。
2. 三種勤務編排方式與實際需求差異相當有限（3.5 至 1.5 人之間）。
3. 本研究部份限制式，如避免前日 24 時勤務與隔日 0 時勤務相連之限制式，在實務操作時容易避免（可指定不同人員），可增加勤務彈性減少人員使用。
4. 每個時段服勤人數確定時，幾乎可確定勤務編排模式，在實務運作僅有利

人員配對與工作性質調整。

5.若每日使用人數相當時，對於各日勤務班次始與退勤時間固定，有助員警生活調節並容易推估勤務單位所需警力規模（僅累加輪休二日人員）。

二、建議

- 1.依本研究僅屬於個案分析，如需真正評估何種為優劣，需求警力應以亂數產生（在某數值範圍），再以其目標值及相關係數作評估。
- 2.依本研究僅針對成本較小可行解，尚未作車與人或人與勤務指派。
- 3.本研究所列方法僅以成本作考量，若能測得員警偏好程度並以多評準方法其實用會更高。

參考文獻

1. 新修正警察勤務條例，民國90年。
2. 連志平、王晉元，警察人員排班問題之研究，國立交通大學運輸工程與管理學系碩士論文，民國88年6月。
3. 郭金青君『整數目標規劃應用於護士排班之個案研究』，國立中正大學管理學系碩士論文，民國89年6月。
4. 林錦翌、顏上堯，空服員排班組合最佳化之研究，國立中央大學土木工程研究所碩士論文，民國85年6月。
5. 顏上堯、杜宇平，航空運輸網路分析，運輸網路分析，第5章，民國90年2月
6. 顏上堯、曾招雄，警察巡邏勤務排班問題之研究，九十年國際道路交通安全與執法研討會，民國90年9月。