

護理人員之僱用及排班整合問題

黃榮華 蔡智豪

輔仁大學管理學研究所

(收稿日期：91 年 4 月 30 日；第一次修正：91 年 5 月 13 日；
接受刊登日期：91 年 9 月 17 日)

摘要

醫院護理工作具備每日 24 小時且全年無休之特性，因此護理人員排班時，除了要滿足人力需求外，尚需符合相關法令規定及營運政策。然而，現有之相關研究發表，大都未考慮此一現實，而且只單方面處理僱用或排班問題，實務上，僱用與排班有其緊密關聯，應整合探討。本文先針對醫院護理人員的僱用問題發展演算式，在節省成本及滿足人力需求的條件下，求取最佳之僱用人數範圍。進而對排班問題，建立數學規劃模型，以提升護理人員工作滿意度為主要目標，在符合法令規定、營運政策及各種環境需求為限制條件下，求取最佳之輪休及值班表。經由實證資料測試，結果顯示本文所提各項方法能夠迅速而有效地求解僱用及排班之整合問題。

關鍵詞彙：護理僱用，護理排班，數學規劃

壹 前言

環境快速變動，產業競爭激烈的今日，許多企業為了提供顧客更完整的服務或充分利用產能，都施行全年無休之營運方式，不只是服務業，許多高科技產業對於人力運用也都採取 24 小時輪班制，以期獲得最大之經營效益。而醫院則是每日營運 24 小時，每週工作七天的典型代表。醫院護理人員是和病人直接接觸最多的照護人員，也是提供頻繁醫療服務的醫護人員，因此，護理人員是否能妥善地使用護理時間，以及管理者是否有效地運用護理人力，將是影響醫療品質的主要因素之一。

醫院護理工作隨著時序的循環，天候的變化，工作天與假日的交替，乃至於每天的不同時段，人力需求都不相同；而突發事件的產生，更會令需求大幅度改變。因應不穩定的需求，在考慮護理人員的僱用方面，除了要能充分服務病人以外，更要兼顧護理人力的成本負擔。因此，如何在兩者之間取得平衡，是一個重要且複雜的議題。

一般而言，24 小時的輪班，通常分為白班、小夜班及大夜班，不同班別所需的人力不同，其工作性質也不一樣，為了達到工作分配的公平性，醫院通常採取輪班方式，讓護理人員依固定時間間隔，輪流調任不同的班別。但是這

種僵固性的輪班方式，無法依照護理人員的意願排班，而造成其士氣低落，甚至影響工作效率。再者，假日的分配也必須符合公平原則，除週末或特定假日是較多人的偏好以外，各別護理人員也有不同的休假需求。因此，符合公平原則、提升護理人員工作滿意度為護理人員排班的主要目標。當然，這些決策都必須依循政府法令規定、配合醫院營運政策以及各種主客觀環境需求。

本文旨在研究護理人員僱用及排班整合問題。在護理人員僱用方面，我們將發展一套演算式，能夠配合動態的人力需求，決定如何僱用，可以以最少的護理人員，來滿足對病人的服務需求。在護理人員排班方面，我們將建立數學規劃模型，考慮如何在符合每日不同時段的人力需求，以及輪班與休假等相關規定下，使得護理人員能夠獲得最好的工作生活品質、最佳的滿意度，以提升護理人員的工作士氣及效率。模式中並將透過虛擬變數，將數學規劃模型轉換成線性規劃模型，以利模型的求解。文中我們將尋求最精簡之部門需求護理人數，而不涉及人員僱用成本方面之計算，因為實務上，人員僱用屬於醫院人事部門的權責範圍，以醫院整體的人力需求做統籌規劃，我們以護理站立場，精算最佳護理人數，向人事部門索求，再將人事部門所分派之人員做最適當的規劃，安排其輪休及值班時間。

貳 文獻探討

一、護理之僱用

傳統護理人員的僱用，是以病人所佔的病床數作為護理人力僱用的標準。但因為不同病人其護理需求有所不同，所以此護理人員僱用方法並無法適時地反應出機構間與每個病人間的變數（蘇喜，1988）。以護理需求為依據的病人分類法乃專為解決護理人力僱用而發展出來的有效工具，其經由評估與量化病人的護理需求而作為護理人力僱用的根據，一般認為比傳統的方法更能符合病人的實際需要（Connor, 1960）。

以病人護理需求作為護理人力僱用根據的觀念，即是依照護理活動的時數來計算所需僱用的護理人員數額。護理活動包括直接護理、間接護理、相關護理及個人時間等四種（劉奇達，1999）。其活動定義說明如下：

1. **直接護理**：病患直接得到的護理照護，如量血壓、敷藥、與病患溝通等。
2. **間接護理**：直接護理以外與病人有關的護理活動，是直接護理工作之準備或完成，如護理記錄、準備點滴、餐前準備等。

3.相關護理：與護理單位之管理、協調有關之活動、關係全體病患之權益，而非針對某一特定病患，如環境清潔、財物清點、交班等。

4.個人時間：與護理活動無關之個人活動，如飲食、休息、接聽私人電話等。

而護理活動時間的多寡與比例分配，主要受下列四項因素所影響。

1.病患人數：病患人數愈多，照顧病患的直接護理時間與間接的照護工作也愈多。病患數目愈少，將會有愈多的時間花費在個人活動時間上。而相關護理時數的多寡受病患人數影響極小。

2.病人嚴重程度：因為直接護理是與病人有直接相關的護理活動，而病患之病情變化將影響護理人員直接護理的頻繁與否。一般皆以巴氏指數測量病人的病情程度，依測量總分高低將病患歸類為「完全倚賴」、「嚴重倚賴」、「顯著倚賴」及「功能獨立」四類（戴玉慈等，1998），倚賴程度愈高，所須提供的直接護理愈多（劉奇達，1999）。

3.班別：不同的班別，將影響護理活動的分配比例。一般來說，直接護理有較高部分的比例在白天，因為晚上病患睡眠時間較長，因此大夜班的直接護理最少。而白天因為有許多如參加會議、遞送公文、清潔環境等相關護理，因此相關護理也有很高的比例發生在白天。間接護理在大夜班因為是病患睡眠時間，間接的照護工作減少許多。在個人時間方面，白天因為需從事大量的直接護理與相關護理，所以個人時間極少，而大夜班因為是病患睡眠時間，所以有許多時間為個人時間（劉奇達，1999）。

4.工作日：一星期中，也有可能因不同工作日造成護理活動時間分配不同的狀況。例如，星期六與星期日為例假日，外務活動比較少，因此，所需相關護理時間會稍微的減少。而也因為例假日的外務活動較少，所以星期一與星期二的外務活動會較多，相關護理時間呈現小幅度的增加（劉奇達，1999）。

上述四項因素與護理活動的關係如表一所示。

表一 護理活動因素表

	病患人數	病人嚴重程度	班別	工作日
直接護理				×
間接護理		×		×
相關護理	×	×		
個人時間				

註：「 」表示兩者之間有影響，「×」表示兩者之間無影響或影響極小。

一般而言，護理活動的正常時間包括直接護理、間接護理及相關護理三項，而正常時間並沒有考慮工作期間所可能出現的疲勞、休息等個人時間，以及不可避免的延誤情況，所以不能夠使用正常時間作為標準工作時間，必須在正常時間內加入一些寬放 (allowance) 時間。護理界對寬放範圍的建議，認為寬放值 12% 偏低，寬放值 20% 偏高，因此，寬放值的設定應介於 12% 至 20% 之間 (劉奇達，1999)。

二、護理之排班

醫院預算中，護理人員的人事費用是最大的成本項目之一。因此管理者最重要的責任之一，就是要安排合適的人選於適當的職位，使每個護理人員都能發揮所長，藉以提供患者最好的護理服務。一般而言，進行護理排班時，需要考慮下列七項因素 (張慶源等，1992)：

1. **公平**：一般護士偏好或厭惡之班別，要能平均分配。
2. **合理**：護士在輪值完夜班後應該有足夠的休息時間。
3. **彈性**：護士因個人需要向護理長要求在某日放假，或希望輪值某班別，護理長認為合乎情理時，通常會滿足這類要求。
4. **組別**：病房無論是實施全責護理 (primary nursing) 或是成組護理 (team nursing)，護理長皆會考慮將護士分成若干組。
5. **人員角色區別**：由於職責不同，一般分成護理長、副護理長、護士、護佐與行政助理。
6. **任務考量**：例如資深與資淺護士之搭配排班、病床佔床率、病人病況改

變與在職教育等。

7.人性化考慮：由於護理長對屬下的了解，排班時常會加進人性化觀點。

例如：生病時減少排辛苦的班次；有時給予連續休假使其安排旅遊等。

排班的種類依權力的歸屬可分為三種：集權式排班 (centralized scheduling)，分權式排班及自我排班法 (self-scheduling)。此三種排班方法簡述如下 (莊凱翔，2001)：

1.集權式排班：排班者為單位的最高行政主管，並非按護士個人意願，而是由護理主管安排，並不探討是否符合員工的心聲。

2.分權式排班：排班者為單位護理長，其班別的安排通常考慮護士個人意願，亦是目前最常見的排班方式。

3.自我排班：護理人員自行決定上班時段及休假日，再由協調者做最後的統整。

護理人員排班的方式主要分為週期性排班及非週期性排班兩類；而非週期性排班又可區分為人工排班方式、數學規劃模型及啟發式模型三種。各種排班方式說明如下 (莊凱翔，2001)：

1.週期性排班：先建立一組合理且為護理人員所樂意接受的值勤表，然後依此表一期一期地重複循環下去。

2.人工排班方式：每個星期或每個月由該單位的護理長負責排班，依其單位的護理人力需要，來安排每位護理人員的工作及休假時段。

3.數學規劃模型：將護理人員排班視為整數規劃問題，以此建構護理人員排班的數學模型，藉以求出一個可行的護理人員班表。

4.啟發式模型：此方法是單位的排班人員在考慮原有的護理人力、護理型態、醫院的排班政策及需要的條件下，建立一套排班規則決策樹，按排班週期來安排員工的上班或休假。

三、相關文獻探討

人員僱用及排班問題一向是排程領域之熱門課題，許多學者提出不同的研究成果。其中，Browne (2000) 指出服務業人員之排班必須經過九個步驟：

1. 預測顧客需求 (forecast customer demand)
2. 工作衡量 (work measurement)
3. 訂定服務標準 (define service standards)
4. 確定每小時之人力需求 (determine hourly staffing requirements)
5. 訂定值班別 (develop tour schedules)
6. 確定每日各班別之人力需求 (determine daily shift requirements)
7. 發展每週輪休表 (develop weekly days-off schedules)
8. 發展值班表 (develop rotating schedules)
9. 接受或修改排班計畫 (accept or modify the schedule plan)

前六個步驟為人員僱用之前置作業，在每日人力需求確定後，才進行人員僱用之決定；而後面三個步驟則在探討人員排班之問題。

一般研究在僱用問題方面，都先假定每日人力需求已知，直接進行僱用問題之研究，Brusco and Jacobs (2001) 使用整數規劃，在假設每小時所需人力已知下，進行班別起始時間與班別數目之決定，以求得所需總人工小時最少。其研究涉及第四至第六等三個步驟，並不進行僱用問題或排班問題之探討。Liao and Kao (1997) 則假設於排程期間內，每日之人力需求一致，以估計之病床占用率來推算每日所需人力，並求算排程期間內所需僱用之總人力。Venkataraman and Brusco (1996) 則針對具有固定部分時間 (part-time) 護士比例上限，以及加班時數上限等兩項醫院政策，在排程期間內每月人力需求已知條件下，使用線性規劃，求出總和成本最小之全時 (full-time) 工作、部分時間工作人數，及排程期間內所需加班時數。屬於一般假定每日人力需求已知，直接進行僱用問題之研究。Baker (1974) 發展一個演算法 (algorithm)，在每日人力需求不同且已知情況下，員工遵守循環排程 (cyclic scheduling) 及每週連續休息兩天的規則，求算最小成本之所需僱用人數及輪休表。Hung (1999) 在考慮年工時契型態下，提出根據每週工作天數、該週每日所需人力、該週每人每日工作時數及該年約定每人總工作時數等四項參數下，求算能夠滿足需求之最少僱用人力及輪休表。劉奇達 (1999) 則透過實地觀察，根據病人病情嚴重程度將病人分類，以評估其所需要之護理需求，進而建立數學模式求算每日所需之護理人力，以及長期應配置之護理人力，並以多重構面分析護理活動時間分配狀況。

有關人員排班問題之研究，已發表文獻數量遠多於人員僱用問題，主要的新近研究成果，在中文文獻方面有：黃允成（1999）提出運用整數規劃，依護理人員當期之意願，以及先前值班情況二項主要因素，來排定護理人員之值班表，求得總抱怨成本最小。王行一（2001）亦使用整數規劃，以提昇全體教師的總滿意度及提昇滿意度最差之教師的滿意度二項不同目標，進行教師課程之指派，雖非人員排班研究，但其衡量員工滿意度指標之設計，頗具參考價值。莊凱翔（2001）使用假日自我排班法的概念，在考慮輪休公平性下，以多目標規劃建立模型，運用 Lindo 求解，以求得護理人員輪休表；同時在考慮換班品質及值班公平性下，亦以多目標規劃建立模型，且使用遺傳演算法求解，以求得護理人員值班表。蘇昭銘、張靖（2000）亦使用整數規劃，構建兩階段式排班模型，在符合排班循環規則及滿足需求下，令捷運系統站務人員上班集中度、班別穩定性及排班公平性達到最大，以建立輪休及值班表。在英文文獻方面，除了 Baker（1974）及 Hung（1999）發展演算法，進行排班外，Liao and Kao（1997）亦提出演算法在符合人力需求、休假公平性、連續工作日上限、資深護理適當比例及合理的輪值班別等多項規定下，求取較佳之輪休及值班表。Venkataraman and Brusco（1996）第一階段所求得應僱用全時工作及部分時間護理人員為投入變數，使用線性規劃在符合需求下，求出加班費及約僱人員（agency）費用最小化之輪休及值班表。Millar and Kiragu（1998）則是將排班方式分成循環及非循環兩種，以每天兩班之護理人員依照白班、晚班連續工作天數限制及晚班不得接白班等規定下，使用網路分析及線性規劃，求得最小成本之輪休及值班表。

從以上之文獻，可知在不同情況下，所考慮的限制條件與目標皆有差異。此外，我們也發現多數研究成果偏向理論探討，且多只單方面考慮僱用或排班問題，其實僱用人數與輪休及值班有相當程度之關聯性，應該整合研究，方能獲得最佳績效。本文將進行護理人員僱用及排班之整合探討，並以國內某知名醫院骨科為實證研究，依照其實際情況，考慮各種可能發生之影響因素，以提高護理人員滿意度為主要目標，建立更一般化，可適用於各護理站之僱用及排班模型。

參 模型建構

一、觀念架構及符號說明

護理人員之排程問題可分為僱用及排班兩個部分，本文擬就此二項問題

各建構一個解決模型。求解模型需考慮醫院之實際情況，並遵守我國勞動基準法的相關規定。因此，模型之建構必須符合以下四項原則：

1.人力供給充足

每天各班別的人力供給，必須能夠提供足夠之護理服務予病患。

2.適當比例之資深護理人力配置

任一班別值班時，視情況需要，指派一定數額的資深護理在場。

3.符合工作天數及時數上限規定

需遵守勞基法第三十條對於勞工在一定期間內工作時數上限之規定，及第三十六條或第三十條之一第一項第三款（行政院勞工委員會八十六年十二月八日台 86 勞動二字第 五三 五九號函指定醫療保健服務業為勞動基準法第三十條之一之行業），一定期間內工作天數上限之規定。

4.合理的輪值班別

護理人員更換班別時，須符合勞基法第三十四條第二項之規定。輪值兩班別間，必須有適當的休息時間或是班別間隔。

再者，建構模型時，將以下列五點為追求目標：

1.人力配置最少化

在配置人力以滿足各班別之需求時，盡量配置恰好之人數，避免配置過多人力，造成人力資源浪費及僱用成本增加。

2.穩定的值班表

護理人員之值班時段須符合勞基法第三十四條第一項之規定，每週更換一次，但經勞工同意者不在此限。此法之意義乃基於生理時鐘之適應考量，使員工於連續上班日可值固定班別，而不隨意變動，使其具有穩定性。具穩定性之值班表，亦可使醫院在進行作人事管理時較為容易。

3.值班偏好公平性

勞基法第三十四條第一項之規定具另一意義，應使員工之值班具公平性。如某一員工均值白班，而另一員工均值大夜班，則有不公平現象之虞，故令其每週更換一次。若員工偏愛某一班別，強迫其更換，亦非合適之舉。因此，以員工偏好為公平性衡量之基準是較適當的方法。同時，考慮偏好公平性時，不應只限於當期，而應該涵蓋整個排程期間。

4. 休假公平性

勞基法第三十九條規定，例假、一般休假及特別休假均應給付工資，但護理人員可不於一般休假日休假（依行政院勞工委員會八十六年七月十七日第二八六九二號函，係將工作日與休假日對調，並無加倍發給工資之問題），而特別休假係由勞雇雙方協商排定。因此，建構模型時，因護理人員薪資皆相同，並不因例假日較他人少而多領薪資，故所有護理人員之例假天數，應盡量分配相同。由醫院實地訪談，我們發現護理人員除例假天數須公平外，較重視之部分為週末休假天數及熱門假日（如：春節、中秋、聖誕節等）休假之公平性。

5. 集中度高之輪休表

同一護理人員例假日之排定，盡量能夠集中，如此可使護理人員對於休假日之運用更具彈性。其實，例假日集中時，亦代表值班日集中度高，這如同穩定性一般，可使醫院在進行人事管理時較為容易。

本文根據以下五項醫院實際情況，建構數學模型。

1. 護理站無須考慮護理人員之薪資問題

為了使研究成果更符合實務，本研究基於護理站之立場，不涉及人員僱用成本問題，因為僱用屬於醫院人事部門之權責範圍，護理站只要精算需求人數，向人事部門索求即可，再將人事部門指派的護理做適當規劃。因此，護理人員之僱用成本並非本文研究範圍，且僱用成本亦不因護理站之排班方法不同而有所改變。

2. 醫院全年無休，護理人員可於國定假日值班

勞基法第三十七條規定，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，但護理人員依行政院勞工委員會八十六年七月十七日第二八六九二號函，得視同一般工作日值班。

3. 無加班費給付問題

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，但可將其二週內一日之正常工作時數，分配於其他工作日，每日不得超過二小時。第三十條之一第一項第三款亦規定，中央主管機關指定之行業可將四週內正常工作時數分配於其他工作日之時數，每日不得超過二小時，不受第三十條第二項之限制（行政院勞工委員會八十六年十二月八日台 86 勞動二字第 五三 五九 號函指定醫療保健服務業為勞動基準法第三十條之一之行業）。且於第三十三

條規定，若有需要，雇主經工會或勞工同意時，得調整正常工作時間。因此本研究根據研究對象之實際情況，並不將超過八小時之工作時間視為延長工作時間，故不必給付加班費。且於計算計畫期間已工作天數時，每日工作時間超過八小時的部分，若累積達八小時便可視為工作一日。

4. 護理人員皆為全時人員

本文之研究對象所僱用護理人員，因工作內容需要皆為全時人員，並沒有部分時間、臨時或短期性等人員之僱用問題。因此，護理站於排班時，並不考慮不同員工有不同工作時間上之限制，或因為不同之排班方式而造成薪資成本不同之結果。

5. 控制變數可合理估計

護理站對於病房之情形有充分了解，且可合理衡量、估計各種護理活動、病床使用率，以及其他非法令規定或醫院政策之可控制變數。

基於上述各項限制條件、目標與假設，我們先發展求解最適僱用人數之演算式，再將所得結果做為排班模型之投入，運用數學規劃進行輪休及值班表之建構。茲將使用符號依字母順序定義如下：

- a = 寬放值
- b = 床位數
- $b_l(h_1)$ = 第 l 類病患所需直接護理時數 ($l=1,2,3,4$; $l=1$ 表示該病患為完全倚賴， $l=2$ 為嚴重倚賴， $l=3$ 為顯著倚賴， $l=4$ 為功能獨立)
- $b(h_2)$ = 每位病患所需間接護理時數
- $b(h_3)_j$ = 該科第 j 日所需相關護理時數
- $b_l(r)_j$ = 第 l 類病患第 j 日估計床位占用率
- e_j = 第 j 日是否為週末 ($e_j=0,1$; $e_j=1$ 表示第 j 日為週末， $e_j=0$ 則否)
- f = 基本期間天數
- $f(d)$ = 基本期間上班天數上限
- $f(h)$ = 基本期間上班時數上限
- g_i = 第 i 人是否為資深護理 ($g_i=0,1$; $g_i=1$ 表示第 i 人為資深護理， $g_i=0$ 則否)
- h_j = 第 j 日每人工作時數
- h_{jk} = 第 j 日第 k 班之時數

- $h(s)_{jk}$ = 第 j 日第 k 班之起始時間
 m_j = 第 j 日所需人力
 m_{jk} = 第 j 日第 k 班所需人力
 $m(g)_j$ = 第 j 日所需資深護理
 $m(g)_{jk}$ = 第 j 日第 k 班所需資深護理
 n = 總僱用護理人數
 $n(g)$ = 資深護理僱用數
 $n(l)$ = 僱用護理人數下限
 $n(u)$ = 僱用護理人數上限
 o_i = 第 i 人計畫期間內之特休天數
 p = 計畫期間天數
 $p(d)$ = 計畫期間上班天數上限
 $p(h)$ = 計畫期間上班時數上限
 $q(s)$ = 護理人員輪值兩班別間最小應間隔班別
 $q(h)$ = 護理人員輪值兩班別間最小應間隔時數
 s = 班別數
 t = 排程期間天數
 $t(d)$ = 排程期間上班天數上限
 $v(d)_i$ = 第 i 人前期上班天數 (包括特休)
 $v(e)_i$ = 第 i 人前期週末上班天數
 $v(h)_i$ = 第 i 人前期上班時數 (包括特休, 以 8 小時計算)
 $v(k)_{ik}$ = 第 i 人前期值 k 班別次數
 $v(w)_i$ = 第 i 人前期值班不滿意度權數之累積
 w_{ijk} = 第 i 人對第 j 日第 k 班值班之不滿意度 ($w_{ijk}=0,1,2,\dots$; 0 表最滿意, 1 次之, 2 再次之...)
 X_{ij} = 第 i 人第 j 日是否上班 ($X_{ij}=0,1$; $X_{ij}=1$ 表示第 i 人第 j 日上班, $X_{ij}=0$ 則否)
 X_{ijk} = 第 i 人第 j 日第 k 班是否值班 ($X_{ijk}=0,1$; $X_{ijk}=1$ 表示第 i 人第 j 日第 k 班值班, $X_{ijk}=0$ 則否)
= 不滿意度最高之人員其權數

二、僱用模型

僱用模型主要在決定護理站於整個排程期間內，應向人事部門索求之護理人數。此模型的建構分為三階段，第一階段假定 Browne (2000) 所提出之第一步驟已知，即顧客需求固定下，進行工作衡量、訂定服務標準兩項步驟。第二階段根據工作衡量及訂定服務標準的結果，計算每日所需之護理人數。第三階段則依第二階段所計算之結果，進而求算所應僱用之護理人數。

(一)工作衡量與訂定服務標準

為取得較完整的資料及節省人力與成本，本研究針對護理人員採取護理人員自我記錄法來做護理工作的分析，由護理人員將工作狀況做連續一週的記錄，然後將護理活動分成直接護理、間接護理、相關護理及個人時間四類。並且依據所記錄的資料，計算病患人數與間接護理的比例、工作日與相關護理的關係、總護理時數在一日中各班別的比例等。

由於每位病患本身的病情依賴程度不同，所需的直接護理活動必然也會有所差異，故亦須計算病人類型與直接護理的關係。在病人分類方面是利用 Barthel's score 日常生活活動量表，將院內病患依其病情嚴重情況做分類，總共分成四類，分別為 1.「完全倚賴」、2.「嚴重倚賴」、3.「顯著倚賴」4.「功能獨立」。

同時，依據護理人員所提供的個人時間資料，將不必要的個人時間剔除，如：「可避免」的遲延，以訂定合理的寬放值，做為標準工作時間的衡量。

(二)每日所需之護理人數

為了求算整個排程期間內需僱用之護理人數，必須能合理估計每日護理人數之需求，計算式如下：

$$m_j = \lceil \left(\left(\sum_{l=1}^4 b \cdot b_l(r)_j \cdot (b_l(h_1) + b(h_2)) \right) + b(h_3)_j \right) (1+a)/h_j \rceil \quad j=1 \text{ to } t \quad (1)$$

式中， $b_l(h_1)$ 代表第 l 類病患所需直接護理時數，而 $b(h_2)$ 代表每位病患所需間接護理時數， $b_l(h_1)+b(h_2)$ 則為第 l 類病患每日所需的直接與間接護理時數。 $b \cdot b_l(r)_j$ 代表第 j 日估計第 l 類病患的床位使用數， $b \cdot b_l(r)_j \cdot (b_l(h_1)+b(h_2))$ 則為第 j 日估計所有第 l 類病患所需直接與間接護理時數總額，而 $\sum_{l=1}^4 b \cdot b_l(r)_j \cdot (b_l(h_1) + b(h_2))$ 則為四類病患所需直接與間接護理時數的加總，再加上第 j 日所需相關護理時數 $b(h_3)_j$ ， $\left(\sum_{l=1}^4 b \cdot b_l(r)_j \cdot (b_l(h_1) + b(h_2)) \right) + b(h_3)_j$

即為每日所需總護理時數，將總護理時數乘以 1+寬放值(1+a)，則等於標準護理時數。 h_j 代表第 j 日每人工作時數，在此假設第 j 日每人工作時數皆相等，若因不同班別而工作時數不同時，則取平均數。因此，第 j 日所需護理人數為每日所需標準護理時數 / 每人每日工作時數，即為 $\lceil \left(\left(\sum_{i=1}^4 b_i \cdot b_i(r)_j \cdot (b_i(h_1) + b_i(h_2)) \right) + b_i(h_3)_j \right) (1+a) / h_j \rceil$ (註： $\lceil x \rceil$ 為大於或等於 x 的最小整數)。

舉例說明之。假設醫院某科床位數 40 張，估計第 j 日第一至第四類病患床位占用率依序為 8%、20%、40% 及 7%，四類病患所需直接護理時數依序為 2 小時、1 小時、30 分鐘及 15 分鐘，每位病患所需間接護理時數為 30 分鐘，該科第 j 日所需相關護理時數為 20 小時，第 j 日每人工作時數為 8 小時，而寬放值為 14%，則可求得第 j 日所需人力為 $\lceil (40 \times 8\% \times (2 + 0.5) + 40 \times 20\% \times (1 + 0.5) + 40 \times 40\% \times (0.5 + 0.5) + 40 \times 7\% \times (0.25 + 0.5)) + 20 \times (1 + 14\%) / 8 \rceil = \lceil 66.234 / 8 \rceil = 9$ 。

(三)排程期間內所需僱用之護理人數

在能夠滿足每日護理需求，以及不違反工作天數上限的原則下，可用下式來計算應僱用護理人數的下限及上限值。

$$n(l) = \text{Max} \left\{ \left\lceil \left(\sum_{j=1}^t m_j \right) / t(d) \right\rceil, \text{Max} \{ m_1, m_2, \dots, m_t \} \right\} \quad (2)$$

$$n(u) = \lceil \text{Max} \{ m_1, m_2, \dots, m_t \} \times f(d) \rceil \quad (3)$$

在此階段中，以第一階段所得之每日所需人力為輸入項，進而求算於排程期間內所需僱用之護理人數。此處分別求算所需總護理人數下限 (式 2) 與上限 (式 3)，若所僱用之護理人數低於下限，則必定會發生供不應求的情形，因而造成人力的短缺；反之，若所僱用之護理人數高於上限，則會有人力浪費的情況發生，亦即上限之值必定滿足需求。因此僱用之護理人數應介於上限與下限之間。

在僱用護理人數下限式中，排程期間內所需人工數為 $\sum_{j=1}^t m_j$ ，而每位護理人員排程期間內可上班天數上限為 $t(d)$ ，所以至少需僱用 $\lceil (\sum_{j=1}^t m_j) / t(d) \rceil$ 位人員。另外，護理人數不能少於 $\text{Max} \{ m_1, m_2, \dots, m_t \}$ ，即排程期間內，最大單日所需人數。所以僱用護理人數之下限為兩值中較大者，即 $\text{Max} \left\{ \left\lceil \left(\sum_{j=1}^t m_j \right) / t(d) \right\rceil, \text{Max} \{ m_1, m_2, \dots, m_t \} \right\}$ 。

在此式中，排程期間上班天數上限 $t(d)$ 之計算方式如下：

$$t(d) = f(d) \times \lfloor tf \rfloor + \text{Min}\{\text{Mod}(tf), f(d)\} \quad (4)$$

註： $\lfloor x \rfloor$ 為小於或等於 x 的最大整數， $\text{Mod}(a/b)$ 為 $a \div b$ 之餘數

茲舉例說明上式。今假設醫院規定每 7 天內至少需休息 2 天，則基本期間天數為 7 天，基本期間上班天數上限為 $7-2=5$ 天，且以 181 天為排程期間進行護理人員的僱用，則我們可求出 $t(d) = 5 \times \lfloor 181/7 \rfloor + \text{Min}\{\text{Mod}(181/7), 5\} = 5 \times 25 + \text{Min}\{6,5\} = 130$ 。此式可分解成 5×25 及 $\text{Min}\{6,5\}$ 兩部分， 5×25 表示前 25 個基本期間的上班天數上限皆為 5 天，所以總共為 $5 \times 25 = 125$ 天； $\text{Mod}(181/7) = 6$ 表示最後不滿一個基本期間的剩餘天數，而 $\text{Min}\{6,5\}$ 則為剩餘天數 6 天與基本期間上班天數上限 5 天中較小者，其值即為最後剩餘的上班天數上限。如表二所示：

表二

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	-----	174	175	176	177	178	179	180	181		
O	O	O	O	O	R	R	O	O	O	O	O	R	R	O	O	O	-----	R	R	O	O	O	O	O	R		
第一個基本期間							第二個基本期間							-----							剩下六天						
前 25 個基本期間，上班天數上限 5×25																	上班天數上限 5										

註：「O」表示該護理人員必須上班，「R」表示休假。

如果排程期間變更為 179 天，則剩餘天數 $\text{Mod}(179/7) = 4$ ，而 $t(d) = 5 \times 25 + \text{Min}\{4,5\} = 129$ ，最後剩餘的上班天數上限，由原來的 5 天變更為 4 天。如表三所示：

表三

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	-----	174	175	176	177	178	179				
O	O	O	O	O	R	R	O	O	O	O	O	R	R	O	O	O	-----	R	R	O	O	O	O				
第一個基本期間							第二個基本期間							-----							剩下四天						
前 25 個基本期間，上班天數上限 5×25																	上班天數上限 4										

註：「O」表示該護理人員必須上班，「R」表示休假。

在僱用護理人數上限式中， $\text{Max}\{m_1, m_2, \dots, m_i\} \times f$ 表示在任一基本期間中，所需人工數最大可能值，而 $f(d)$ 為基本期間上班天數上限，因此在不考慮特休的因素（特休會造成員工基本期間上班天數減少）， $\lceil \text{Max}\{m_1, m_2, \dots, m_i\} \times f / f(d) \rceil$ 為必定可滿足需求的最小僱用人數，凡大於此值者，皆會造成人力的浪費，所以此值為護理人數僱用的上限。

茲舉例說明之。今假設排程期間為 12 天，基本期間天數為 7 天，基本期間上班天數上限為 5 天，並已於第一階段求得 $m_1 = m_2 = m_3 = m_4 = m_5 = m_8 = m_9 = m_{10} = m_{11} = m_{12} = 2$ ， $m_6 = m_7 = 0$ ，以護理人數下限公式求算，可得 $n(l) = \text{Max}\{\lceil 20/10 \rceil, 2\} = 2$ ，可完全符合需求，其排班結果如表四所示：

表四

第 j 日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	O	O	O	O	O	R	R	O	O	O	O	O
B	O	O	O	O	O	R	R	O	O	O	O	O
m_j	2	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	2

註：「O」表示該護理人員必須上班，「R」表示休假。

而若需求改成 $m_1 = m_2 = m_6 = m_7 = 1$ ， $m_3 = m_4 = m_5 = m_8 = m_9 = m_{10} = m_{11} = m_{12} = 2$ ，亦可求得 $n(l) = \text{Max}\{\lceil 20/10 \rceil, 2\} = 2$ ，但其排班結果則會違反基本期間上班天數上限的規定，如下表五示：

表五

第 j 日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	R	R	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
B	O	O	O	O	O	R	R	O	O	O	O	O
m_j	1	1	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2

註：「O」表示該護理人員必須上班，「R」表示休假。A 員工從第 3 天連續工作至第 12 天，違反每七天內至少需休息兩天的規定。

若以上限式來求算所應僱用之護理人數，可求得 $n(u) = \lceil 2 \times 7/5 \rceil = 3$ ，如此，便在不違反基本期間上班天數上限的規定下，符合每日的人力需求，如表六所示：

表六

第 j 日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	R	R	O	O	O	O	R	R	R	O	O	O
B	O	O	O	R	R	R	O	O	O	R	R	R
C	R	R	R	O	O	R	R	O	O	O	O	O
m_j	1	1	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2

註：「O」表示該護理人員必須上班，「R」表示休假。

由此演算式的建立可知，總護理人員的僱用應介於上限式與下限式所求出的值之間，僱用人數超過上限值，徒增不必要的成本；僱用人數低於下限值，

必定造成人力負擔過重，或是需求無法滿足的情況。因此，若想節省時間，則可僱用總護理人數上限值；但若想節省成本，則需從下限值慢慢增加，直到完全符合人力需求為止。

若醫院規定每天或每班，必須有一定數額的資深護理在場指導與協助，由於資淺護理不能替代資深護理，而資深護理可完全從事資淺護理的工作，因此，僱用模型需先考慮護理人員總僱用數，進而再考慮資深護理的僱用數，再以護理人員總僱用數扣除資深護理僱用數，即為資淺護理的僱用數。

舉例說明之。假設排程期間為 182 天，基本期間天數為 7 天，基本期間上班天數上限為 5 天，每日需有護理人員 4 人，且需資深護理 1 人，此例僱用下限值和上限值相等，僱用人數計算方式如下：

$$\text{總僱用護理人數：} n = \text{Max}\{\lceil 728/130 \rceil, 4\} = \lceil 4 \times 7/5 \rceil = 6$$

$$\text{資深護理僱用數：} n(g) = \text{Max}\{\lceil 182/130 \rceil, 1\} = \lceil 1 \times 7/5 \rceil = 2$$

$$\text{資淺護理僱用數：} n - n(g) = 6 - 2 = 4$$

三、排班模型

排班模型主要決定計畫期間內，護理人員的上班日及班別。此模型的建立分為兩個階段，第一階段進行 Browne (2000) 所提出的第七步驟，發展各期輪休表；第二階段則依第一階段所決定之上班日，進行第八步驟發展值班表。

(一)第一階段：發展輪休表

第一階段在決定護理人員之上班日與休假日，於滿足每日總人力需求、資深護理需求及符合上班天數上限三項規定下，使得所有護理人員休假公平性最高，並盡量達到休假之集中性，其模型如下所示。

目標式：

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^p X_{ij} + o_i + v(d)_i \right) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^p X_{ij} + o_i + v(d)_i \right) \\ & + \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^p e_j \cdot X_{ij} + v(e)_i \right) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^p e_j \cdot X_{ij} + v(e)_i \right) \\ & + \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^p X_{ij} + o_i + v(d)_i + \sum_{j=1}^p e_j \cdot X_{ij} + v(e)_i \right) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^p X_{ij} + o_i + v(d)_i + \sum_{j=1}^p e_j \cdot X_{ij} + v(e)_i \right) \end{aligned}$$

$$+ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{p-1} |X_{ij+1} - X_{ij}| \quad (5)$$

限制式：

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = m_j \quad \text{for all } j \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n g_i \cdot X_{ij} \geq m(g)_j \quad \text{for all } j \quad (7)$$

$$\sum_{j=a}^{a+f-1} X_{ij} \leq f(d) \quad a=1 \text{ to } p-f+1, \text{ for all } i \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^p X_{ij} \leq p(d) \quad \text{for all } i \quad (9)$$

$$X_{ij} = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases} \quad \text{for all } i, j \quad (10)$$

目標式(5)第一項代表一般休假公平性，式中的 $\sum_{j=1}^p X_{ij} + o_i + v(d)_i$ 表示第 i 人在計畫期間內，上班天數加上特休天數，以及排程期間內已上班天數（包括特休）之總和；亦即第 i 人在排程期間內，至本計畫期間完畢為止，所上班天數及特休天數的加總。各別護理人員之間，此加總值的差異應盡量使其最小化，如此則具一般休假公平性。所以目標式(5)第一項，乃使所有人員一般休假的平均絕對差 (Mean Absolute Deviation, MAD) 最小化，則一般休假公平性為最高。目標式(5)第二項代表週末休假公平性，式中 e_j 為提供給模型使用者輸入之已知參數， $e_j=1$ 表示第 j 日為週末， $e_j=0$ 則否，而 $\sum_{j=1}^p e_j \cdot X_{ij} + v(e)_i$ 表示第 i 人在計畫期間內，於週末上班的天數，加上排程期間內已於週末上班的天數，所以第二項使所有人員週末休假的平均絕對差最小化，則所有人員的週末上班數差異最小，即週末休假公平性達到最高。目標式(5)第三項代表休假互補公平性，其公式為一般休假及週末休假之組合，主要目的為使一般休假較少之員工，盡量能於週末休假；相反的，無法於週末休假的員工，能於平常工作日多休假。在目標式(5)第一至第三項中，所提及之前期累積數，若數值過大，所有人員該累積數可同減一數值，以便於模型資料輸入，因為離差量數具有平移而不改變其值之特性，所以不會影響排班的結果。目標式(5)第四項代表休假集中度，式中的 $|X_{ij+1} - X_{ij}|$ 表示第 i 人連續兩天上班情形之差異，若連

續兩天均上班 ($X_{ij+1}=X_{ij}=1$) 或均休假 ($X_{ij+1}=X_{ij}=0$)，則 $|X_{ij+1}-X_{ij}|$ 值為 0；若兩天中有一天上班，另一天休假，則 X_{ij+1} 與 X_{ij} 中有一值為 1，而另一值為 0，則 $|X_{ij+1}-X_{ij}|$ 值為 1。因此求取目標式第四項最小化之意義，乃使連續兩天上班情形盡量相同，亦即上班或休假集中度最高。

限制式(6)代表每日上班之護理人數，必須符合該日之人力需求，其人力需求之值由僱用模型第二階段所求出。此式規定人力供給須等於人力需求，而非大於或等於人力需求，原因在於不希望造成人力之浪費。限制式(7)代表每日上班之資深護理，必須滿足該日之資深護理需求。式中 g_i 為提供給模型使用者輸入之已知參數， $g_i=1$ 表示第 i 人為資深護理， $g_i=0$ 則否，而 $g_i \cdot X_{ij}$ 表示，若第 i 位護理人員為資深護理且於第 j 日上班，則會得到 $g_i \cdot X_{ij}=1 \times 1=1$ 之值，表示該位資深護理人員於第 j 日上班；反之，若其並非資深護理，或其雖為資深護理，但並無於第 j 日上班，或者兩者皆非，則會得到 $g_i \cdot X_{ij}=0 \times 1=0$ 或 $g_i \cdot X_{ij}=1 \times 0=0$ 或 $g_i \cdot X_{ij}=0 \times 0=0$ 之值，表示沒有資深護理於第 j 日上班；於第 j 日上班之資深護理不得少於 $m(g)_j$ 。此式規定資深護理供給可大於或等於資深護理需求，係因為資深護理可替代資淺護理，不會造成人力之浪費，故資深護理供給可超過需求。限制式(8)代表護理人員從事工作時，必須符合基本期間上班天數上限之規定。例如醫院規定每 7 天內至少須休息 2 天，則基本期間即為 7 天，上班天數上限為 5 天，依此式表示，即為從第 a 天開始算起的 7 天內，上班天數必須小於或等於 5 天。限制式(9)代表護理人員從事工作時，須符合計畫期間上班天數上限之規定，其上限值計算方式如下所示：

$$p(d) = f(d) \times \lfloor p/f \rfloor + \text{Min}\{\text{Mod}(p/f), f(d)\} \quad (11)$$

上式之意義可參照僱用模型第三階段，排程期間上班天數上限 $t(d)$ 之解釋，若醫院另有上限之規定，則以醫院之規定為主。

本階段之模型，由於目標式(5)第一至第四項中，皆存在絕對值，求解時，可將模型轉換成線性規劃模型，如下所示：

目標式：

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n (A_i + B_i) + \sum_{i=1}^n (A'_i + B'_i) + \sum_{i=1}^n (A''_i + B''_i) + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{p-1} (A'''_{ij} + B'''_{ij}) \quad (12)$$

限制式：

$$A_i - B_i = \left(\sum_{j=1}^p X_{ij} + o_i + v(d)_i \right) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^p X_{ij} + o_i + v(d)_i \right) \quad \text{for all } i \quad (13)$$

$$A'_i - B'_i = \left(\sum_{j=1}^p e_j \cdot X_{ij} + v(e)_i \right) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^p e_j \cdot X_{ij} + v(e)_i \right) \quad \text{for all } i \quad (14)$$

$$A''_i - B''_i = \left(\sum_{j=1}^p X_{ij} + o_i + v(d)_i + \sum_{j=1}^p e_j \cdot X_{ij} + v(e)_i \right) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^p X_{ij} + o_i + v(d)_i + \sum_{j=1}^p e_j \cdot X_{ij} + v(e)_i \right) \quad \text{for all } i \quad (15)$$

$$A'''_{ij} - B'''_{ij} = X_{ij+1} - X_{ij} \quad \text{for all } i \text{ and } j=1 \text{ to } p-1 \quad (16)$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = m_j \quad \text{for all } j \quad (17)$$

$$\sum_{i=1}^n g_i \cdot X_{ij} \geq m(g)_j \quad \text{for all } j \quad (18)$$

$$\sum_{j=a}^{a+f-1} X_{ij} \leq f(d) \quad a=1 \text{ to } p-f+1, \text{ for all } i \quad (19)$$

$$\sum_{j=1}^p X_{ij} \leq p(d) \quad \text{for all } i \quad (20)$$

$$X_{ij} = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases} \quad \text{for all } i, j \quad (21)$$

本階段所建構之模式於實務應用時，仍需考慮以下三點：

1. 當護理人員希望於特定日期正常休假，或者於特定日期安排特休時，則須增加一條限制式如下：

$$X_{ij}=0 \quad (22)$$

此即表示第 i 位護理人員，希望於第 j 日安排正常休假或特休。若為特休，則須增加 o_i 之值。

2. 本階段模型之主要目標，在於使護理人員休假具公平性，除了正常休假、週末休假之外，尚需考慮熱門假日休假之公平性，如：中秋節、春節及聖誕節等，由於數量較少，所以由人工排定即可。其休假優先順序，可依今年尚未休過熱門假日的護理人員，優先選擇休假或是上班，若有許

多人今年皆未休過熱門假日，則可依年資深淺或要求休假較少者優先選擇，或依其他合理之方法來決定，如抽籤。

3. 本階段賦予護理人員較高之自主權與彈性，可自行指定正常休假日及特別休假，但若同時有許多護理人員皆指定同一天休假，造成當天可上班之護理人員不足時，則休假衝突處理，可參照前項熱門假日休假優先順序之處理方式，正常休假衝突由過去正常休假較少者優先選擇，特別休假衝突由已休特休較少者或所剩特休較多者優先選擇，或考慮年資深淺、要求休假數多寡或抽籤等方式來決定。

(二)第二階段：發展值班表

第二階段在決定護理人員上班日之班別，值班表必須能夠滿足各班別之總護理人力需求、資深護理需求、不違反上班時數上限及同一護理人員輪值兩班別間須具有合理休息時間等四項規定下，盡量讓所有護理人員能夠依照本身意願來值班，並兼顧護理人員值班之穩定性，其模式如下所示。

目標式：

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^s w_{ijk} \cdot X_{ijk} + \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^s w_{ijk} \cdot X_{ijk} + v(w)_i \right) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^s w_{ijk} \cdot X_{ijk} + v(w)_i \right) \\ & + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{p-1} \sum_{k=1}^s |X_{ij+1,k} - X_{ijk}| \end{aligned} \quad (23)$$

限制式：

$$\sum_{k=1}^s X_{ijk} = X_{ij} \quad \text{for all } i, j \quad (24)$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ijk} = m_{jk} \quad \text{for all } j, k \quad (25)$$

$$\sum_{i=1}^n g_i \cdot X_{ijk} \geq m(g)_{jk} \quad \text{for all } j, k \quad (26)$$

$$\sum_{j=a}^{a+f-1} \sum_{k=1}^s h_{jk} \cdot X_{ijk} \leq f(h) \quad a=1 \text{ to } p-f+1, \text{ for all } i \quad (27)$$

$$\sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^s h_{jk} \cdot X_{ijk} \leq p(h) \quad \text{for all } i \quad (28)$$

$$\sum_{k=b}^s X_{ijk} + \sum_{k=1}^{b+q(s)-s} X_{ij+1,k} \leq 1 \quad b=s-q(s)+1 \text{ to } s, \text{ for all } i \text{ and } j=1 \text{ to } p-1 \quad (29)$$

$$\sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^s w_{ijk} \cdot X_{ijk} + v(w)_i \leq \beta \quad \text{for all } i \quad (30)$$

$$X_{ijk} = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases} \quad \text{for all } i, j, k \quad (31)$$

在此階段中，將以第一階段所排定護理人員上班日與休假日為輸入項，進而決定該護理人員於上班日所值班別。

目標式(23)第一項代表班別意願總不滿意度最小化，當第 i 位護理人員對於第 j 日第 k 班最滿意時，則 w_{ijk} 為 0，若第二滿意則 w_{ijk} 為 1，第三滿意則 w_{ijk} 為 2，然後是 3、4...。式中 $w_{ijk} \cdot X_{ijk}$ 表示第 i 位護理人員於第 j 日第 k 班若為值班，則會得到不滿意度為 $w_{ijk} \cdot 1 = w_{ijk}$ 之目標值；反之，若不於該班值班，則得到 $w_{ijk} \cdot 0 = 0$ 之目標值。此式最小化表示護理人員對所值班別意願不滿意度總和最小，即滿意度總和最高。目標式(23)第二項代表班別意願公平性， $\sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^s w_{ijk} \cdot X_{ijk} + v(w)_i$ 表示第 i 人在計畫期間內，對於所值班別總不滿意度，加上前期不滿意度之累積。所以目標式(23)第二項乃使護理人員不滿意度的平均絕對差為最小，亦即所有護理人員累積至計畫期間末不滿意度差異最小化，即班別意願公平性達到最高。且如第一階段所言，不同護理人員之間，其前期不滿意度之累積可同減一值，而不會影響排班結果。目標式(23)第三項代表將不滿意度最高的護理人員其權數最小化，此式意義於限制式(30)說明之。目標式(23)第四項代表連續上班日之班別穩定性，而該公式中的 $|X_{ij+1,k} - X_{ijk}|$ 表示，護理人員在連續上班日中，所值班別之差異。目標式最小化之意義，即在使差異性為最小，亦即穩定性最高，其觀念可參考第一階段集中度之說明。

限制式(24)代表滿足第一階段上班日之排程，即為第一階段模型與第二階段模型之關係式，當第一階段排定護理人員需於第 j 日上班，方能在第二階段決定該日所值班別。限制式(25)代表每班人力供給須符合該班之人力需求，每班人力需求之值由僱用模型第二階段所求出之每日人力需求，依照各班別該日所需護理時數的比例來分攤。限制式(26)代表每班值班之資深護理人數需滿足

該班之資深護理需求。如第一階段所言，每班資深護理之供給可超過資深護理之需求。限制式(27)代表須滿足基本期間上班時數上限之規定。例如醫院規定每週最多工作 44 小時，則基本期間為 7 天，時數上限為 44 小時。依此式表示，即為從第 a 天開始算起的 7 天內，上班時數小於或等於 44 小時。限制式(28)代表須滿足計畫期間上班時數上限之規定，其上限值計算式如下：

$$p(h) = f(h) \times \lfloor p/f \rfloor + \text{Min}\{\text{Mod}(p/f) \times 24, f(h)\} \quad (32)$$

上式之意義可參照僱用模型第三階段，排程期間上班天數上限 $t(d)$ 之解釋，若醫院另有上限之規定，則以醫院規定為主。另外，上式中之 24，表示所剩天數一天容許工作 24 小時，實際操作時，應依醫院政策或依勞基法規定。

限制式(29)代表，護理人員輪值兩班別間，最小應間隔 q 個班別。假設某醫院為三班制，並規定護理人員輪值兩班別間，必須休息兩個班別，則當護理人員某日值第一班時，隔日可值任一班；若該日值第二班時，隔日不可值第一班，只可值第二或第三班；若該日值第三班時，隔日只可同樣值第三班；但若隔一休假日，因已休息兩個班別以上，再上班時可值任一班別。依此式表示，即為從第 j 日第 b 班開始算起至隔日總共 $q(s)+1$ 班內，最多只能夠值其中一班。此處 $1 \leq q(s) \leq s$ ，若 $q(s)$ 值為 0，代表兩班之間不需休息任何班別，則可將此式刪除；且依常理，兩班之間無需休息超過一天，所以 $q(s) \leq s$ 為適當之設定。限制式(30)代表，每位護理人員當期及前期不滿意度之累積必須小於輔助變數 β ，而在最佳化過程中被盡量極小化，因此每一位護理人員的不滿意度至少小於 β 值，亦即將不滿意度最高之護理人員的不滿意度盡量減少。

本階段之模型與第一階段模型相同，其目標式存在絕對值，故仍需將模型轉換成線性規劃模型，轉換後模型如下所示：

目標式：

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^s w_{ijk} \cdot X_{ijk} + \sum_{i=1}^n (A(K)_i + B(K)_i) + \beta + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{p-1} \sum_{k=1}^s (A'(K)_{ijk} + B'(K)_{ijk}) \quad (33)$$

限制式：

$$A(K)_i - B(K)_i = \left(\sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^s w_{ijk} \cdot X_{ijk} + v(w)_i \right) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^s w_{ijk} \cdot X_{ijk} + v(w)_i \right) \quad \text{for all } i \quad (34)$$

$$A'(K)_{ijk} - B'(K)_{ijk} = X_{ij+1,k} - X_{ijk} \quad \text{for all } i, k \text{ and } j=1 \text{ to } p-1 \quad (35)$$

$$\sum_{k=1}^s X_{ijk} = X_{ij} \quad \text{for all } i, j \quad (36)$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ijk} = m_{jk} \quad \text{for all } j, k \quad (37)$$

$$\sum_{i=1}^n g_i \cdot X_{ijk} \geq m(g)_{jk} \quad \text{for all } j, k \quad (38)$$

$$\sum_{j=a}^{a+f-1} \sum_{k=1}^s h_{jk} \cdot X_{ijk} \leq f(h) \quad a=1 \text{ to } p-f+1, \text{ for all } i \quad (39)$$

$$\sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^s h_{jk} \cdot X_{ijk} \leq p(h) \quad \text{for all } i \quad (40)$$

$$\sum_{k=b}^s X_{ijk} + \sum_{k=1}^{b+q(s)-s} X_{ij+1, k} \leq 1 \quad b=s-q(s)+1 \text{ to } s, \text{ for all } i \text{ and } j=1 \text{ to } p-1 \quad (41)$$

$$\sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^s w_{ijk} \cdot X_{ijk} + v(w)_i \leq \beta \quad \text{for all } i \quad (42)$$

$$X_{ijk} = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases} \quad \text{for all } i, j, k \quad (43)$$

本階段所建構之模型，在實務應用時，仍需注意以下兩點：

1. 若醫院礙於某些因素，無法取得護理人員值班意願表時，為了值班之公平性，可使用下式取代目標式(23)第一至第三項，並且刪除限制式(30)。

$$\sum_{k=1}^s \sum_{i=1}^n \left| \left(\sum_{j=1}^p X_{ijk} + v(k)_{ik} \right) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^p X_{ijk} + v(k)_{ik} \right) \right| \quad (44)$$

式中， $\sum_{j=1}^p X_{ijk} + v(k)_{ik}$ 表示，第 i 人在計畫期間值第 k 班的次數，加上前期值第 k 班次數的累積，所以上式使護理人員值第 k 班的次數之平均絕對差最小化，如此所有護理人員即可平均的值班各期，方不致造成某一護理人員均上白班，而另一護理人員均上大夜班之不公平現象。

2. 在限制式(29)中，規定兩值班間須休息一定的班別，但若醫院各個班別並不具有相同工作時數，或者班別之間有重疊 (overlapping) 的現象，則兩

班之間的休息就無法以班別為單位，而須以小時為單位，限制式須改如下式：

$$\sum_{k=1}^s \{ [24 - (h(s)_{jk} + h_{jk})] \cdot X_{ijk} \} + \sum_{k=1}^s (h(s)_{j+1,k} \cdot X_{ij+1,k}) \geq q(h) \quad \text{for all } i \text{ and } j=1 \text{ to } p-1 \quad (45)$$

上式前項表示，當第 i 人於第 j 日第 k 班值班時，則 $X_{ijk}=1$ ，此時 $h(s)_{jk}+h_{jk}$ 表示該班的結束時間，而 $24-(h(s)_{jk}+h_{jk})$ 則為該班結束後，當天可休息的時間；後項中，當該護理人員隔天於第 k 班值班時（此 k 為一變數，與第 j 日所值 k 班並無關聯），則 $X_{ij+1,k}=1$ ，此班之開始時間為 $h(s)_{j+1,k}$ ，亦代表於開始值班前可休息的時間，前後兩項相加則為兩班間的休息時間，其休息時間必須大於或等於 $q(h)$ 。但若其中有一天為休假，則會出現只計算一天休息時間的情形（因 $X_{ijk}=0$ 或 $X_{ij+1,k}=0$ ），因此，必須將下式加入左手式中，方可避免上述情形出現。

$$24 \times (1 - X_{ijk}) + 24 \times (1 - X_{ij+1,k}) \quad (46)$$

上式代表，當第 i 人於第 j 日第 k 班休假時， $X_{ijk}=0$ ，則左手式會加上 24，表示休息了 24 小時；於第 $j+1$ 日休假時，同樣也會加上 24 小時的休息時間，完整限制式如下，此處 $1 \leq q(h) \leq 24$ ，理由同限制式(29)。

$$\sum_{k=1}^s \{ [24 - (h(s)_{jk} + h_{jk})] \cdot X_{ijk} \} + 24 \cdot (1 - X_{ijk}) + \sum_{k=1}^s (h(s)_{j+1,k} \cdot X_{ij+1,k}) + 24 \cdot (1 - X_{ij+1,k}) \geq q(h) \quad \text{for all } i \text{ and } j=1 \text{ to } p-1 \quad (47)$$

肆 資料測試

一、資料概述

為驗證本研究所建構之模型，能夠迅速而有效地求解僱用及排班整合問題，茲以國內某大型醫院骨科之護理人員為實證研究對象。目前該科分為三個班別：白班、小夜班及大夜班，且該科擁有 20 張病床，估計第一至第四類病患床位占用率依序為 8%、20%、40% 及 7%，四類病患每天所需直接護理時數依序為 2 小時、1 小時、30 分鐘及 15 分鐘，每位病患所需間接護理時數為 30 分鐘，該科週一及週二所需相關護理時數為 15 小時，週三至週日則為 9 小時，

所給予的寬放值為 14%，而每人每班之工作時數皆為 8 小時。另外，醫院政策規定護理人員每七日中至少需休息兩日，而排班期間為 182 天，即 26 週。

二、僱用模型測試

依據本研究所建構之僱用模型，可算出每週一及週二所需人力為 $\lceil ((20 \times 8\% \times (2 + 0.5) + 20 \times 20\% \times (1 + 0.5) + 20 \times 40\% \times (0.5 + 0.5) + 20 \times 7\% \times (0.25 + 0.5)) + 15) \times (1 + 14\%) / 8 \rceil = \lceil 38.817 / 8 \rceil = 5$ ，每週三至週日所需人力為 $\lceil ((20 \times 8\% \times (2 + 0.5) + 20 \times 20\% \times (1 + 0.5) + 20 \times 40\% \times (0.5 + 0.5) + 20 \times 7\% \times (0.25 + 0.5)) + 8) \times (1 + 14\%) / 8 \rceil = \lceil 30.837 / 8 \rceil = 4$ ，排班期間上班天數上限為 $5 \times 26 = 130$ ，護理人數僱用下限值為 $\text{Max}\{\lceil ((5 \times 2) + (4 \times 5)) \times 26 / 130 \rceil, 5\} = 6$ ，護理人數僱用上限值為 $\lceil 5 \times 7 / 5 \rceil = 7$ ，本例中採下限值為僱用人數，以 A、B、C、D、E、F 代表此僱用之 6 人。另外，醫院規定每日白班皆需有一名資深護理人員，因此，資深護理僱用數下限為 $\text{Max}\{\lceil (7 \times 26) / 130 \rceil, 1\} = 2$ ，上限為 $\lceil 1 \times 7 / 5 \rceil = 2$ ，故僱用 2 名資深護理，其餘 4 人為資淺護理人員，並依各班別所需護理時數比例來分配，小夜班及大夜班只需要一名護理人員，其餘皆值白班。

三、排班模型測試

在確定僱用人數之後，則將所僱用之護理人員，依照每日人力所需及排班規則安排其值班時間，其排班規則除上述每七日中至少需休息兩日外，尚規定每人輪值兩班別間至少須間隔兩個班別。為測試模型的實用性，將進行三期計畫期間輪休表及值班表的建構，而每個計畫期間為 2 週 14 天。

本研究根據上述情況建構排班模型，並利用 Lindo 套裝軟體求解輪休表及值班表，輸出結果及護理人員值班意願表如表七至表十五，茲就各計畫期間排班情形說明如下：

1. 計畫期間一：進行第一期之排班，護理人員皆不指定休假期。
2. 計畫期間二：進行第二期之排班，B 及 C 護理人員第一期比其他護理人員於週末（週六或週日）多上兩天班；A 護理人員前期值班不滿意度權數，較 E 護理人員高 4 單位，而 B、C、D 及 F 護理人員較 E 護理人員高 2 單位；護理人員皆不指定休假期。
3. 計畫期間三：進行第三期之排班，A、C、D 及 E 護理人員第一期比 B 及 F 護理人員於週末多上兩天班；A 護理人員前期值班不滿意度權數，較 D

及 F 護理人員高 7 單位，B 較 D 及 F 護理人員高 5 單位，而 C 及 E 則高 3 單位；另外，A 護理人員希望在 11 及 12 日安排特休，E 護理人員希望在 6 日安排例假。

各計畫期間排班結果分析如下：

- 1.計畫期間一：**由表七及表九之輸出結果可知，兩階段排班模型之所得，均能符合醫院資深護理、總人力需求、上班天數上限及上班時數上限規定之要求，且於值班表之建構亦遵守更換班別時須休息兩個班別之規定。同時，所有護理人員休假與值班意願皆盡量達到公平性，並且兼顧排班集中性與穩定性之要求。
- 2.計畫期間二：**由表十及表十二之輸出結果可知，除符合計畫期間一之所有特性外，因 B、C 護理人員前期週末上班天數多於其他護理人員，而 E 護理人員前期在不滿意度權數方面低於其他護理人員，故本期排班時，須將此前期差異考慮至模型中，使得排班更具公平性。
- 3.計畫期間三：**由表十三及表十五之輸出結果可知，除符合計畫期間二之所有特性外，亦滿足 A 護理人員在 11、12 日特休，E 護理人員在 6 日安排例假之期望。

四、評估分析

以上三期計畫期間之輸出結果，均能符合相關排班規則及其他要求，由此可知，本文所建構之僱用模型，可準確計算出醫院最佳護理僱用數；而所建構之排班模型不但可正確反應各種排班規則之規定，同時具有相當高之彈性，可使護理人員安排休假自主性提高，且排班結果係參照護理人員值班意願表而得，加上休假與值班意願具累積公平性，因此可提升護理人員滿意度及士氣，進而提高工作效率。而休假集中度高及值班具穩定性的特質，亦使醫院於調配人力上更為方便。

計畫期間一：

表七 護理人員輪休表 (計畫期間一)

人員	第一週	第二週	$\sum_{j=1}^p X_{ij}$	O_i	$v(d)_i$	小計	$\sum_{j=1}^p e_j \cdot X_{ij}$	$v(e)_i$	小計	合計	集中度
A*	OOOROR	OOOROR	10	0	0	10	2	0	2	12	7
B*	ORROOO	ORROOO	10	0	0	10	4	0	4	14	4
C	OORROO	OORROO	10	0	0	10	4	0	4	14	4
D	ROOOOR	ROOOOR	10	0	0	10	2	0	2	12	4
E	OOORRO	OOORRO	10	0	0	10	2	0	2	12	4
F	OOORRO	OOORRO	10	0	0	10	2	0	2	12	4
值						0(MAD)			5.33(MAD)	5.33(MAD)	27(Σ)

註：「*」表示該護理人員為資深護理。「O」表示該護理人員必須上班，「R」表示休假。

表八 護理人員值班意願表 (計畫期間一)

	第一週							第二週						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A*	102	102	120	102	210	012	021	201	102	201	120	120	012	201
B*	012	021	201	210	021	201	012	201	210	201	201	102	021	021
C	012	012	012	102	201	120	021	120	201	210	012	021	210	210
D	102	201	012	201	120	021	120	120	210	102	201	012	120	102
E	120	120	120	120	012	120	012	120	201	012	021	120	120	210
F	120	120	102	021	120	210	012	210	120	201	012	210	210	120

註：「102」表示該護理人員當日值白班之不滿意度為1，值小夜班為0，值大夜班為2。

表九 護理人員值班表 (計畫期間一)

人員	第一週	第二週	$\sum_{j=1}^P \sum_{k=1}^S w_{ijk} \cdot X_{ijk}$	$v(w)_i$	小計	穩定性
A*	111R11R	111R11R	11	0	11	7
B*	1RR1111	1RR1111	9	0	9	4
C	22RR222	22RR333	9	0	9	4
D	R12233R	R12222R	9	0	9	10
E	3333RR3	3333RR2	7	0	7	4
F	1111RR1	1111RR1	9	0	9	4
值			54(Σ)		4(MAD), 11()	29(Σ)

註：「1」表示該護理人員值白班，「2」表示小夜班，「3」表示大夜班，「R」表示休假。

計畫期間二：

表十 護理人員輪休表 (計畫期間二)

人員	第一週	第二週	$\sum_{j=1}^p X_{ij}$	O_i	$v(d)_i$	小計	$\sum_{j=1}^p e_j \cdot X_{ij}$	$v(e)_i$	小計	合計	集中度
A*	ORROOOO	ORROOOO	10	0	0	10	4	0	4	14	4
B*	OOOOORR	OOOOORR	10	0	0	10	0	2	2	12	3
C	ROOOOOR	ROOOOOR	10	0	0	10	2	2	4	14	4
D	OOORROO	OOORROO	10	0	0	10	4	0	4	14	4
E	OORROOO	OORROOO	10	0	0	10	4	0	4	14	4
F	OOOORRO	OOOORRO	10	0	0	10	2	0	2	12	4
值						0(MAD)			5.33(MAD)	5.33(MAD)	23(Σ)

註：「*」表示該護理人員為資深護理。「O」表示該護理人員必須上班，「R」表示休假。

表十一 護理人員值班意願表 (計畫期間二)

	第一週							第二週						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A*	102	120	012	021	201	201	201	021	102	201	201	102	201	210
B*	210	012	102	201	120	120	012	120	210	201	210	102	021	102
C	021	102	120	102	210	120	120	210	102	201	201	201	021	120
D	012	102	201	102	201	120	201	210	201	210	102	120	012	102
E	012	012	201	210	120	021	120	102	120	012	201	210	201	210
F	021	012	021	201	120	201	210	012	201	210	120	201	012	102

註：「102」表示該護理人員當日值白班之不滿意度為 1，值小夜班為 0，值大夜班為 2。

表十二 護理人員值班表 (計畫期間二)

人員	第一週	第二週	$\sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^s w_{ijk} \cdot X_{ijk}$	$v(w)_i$	小計	穩定性
A*	2RR1111	1RR1111	13	4	17	4
B*	11122RR	11122RR	11	2	13	7
C	R23333R	R11111R	9	2	11	6
D	112RR22	222RR22	6	2	8	6
E	33RR111	11RR333	9	0	9	4
F	1111RR3	3333RR1	6	2	8	4
值			54(Σ)		16(MAD), 17()	31(Σ)

註：「1」表示該護理人員值白班，「2」表示小夜班，「3」表示大夜班，「R」表示休假。

計畫期間三：

表十三 護理人員輪休表 (計畫期間三)

人員	第一週	第二週	$\sum_{j=1}^p X_{ij}$	O_i	$v(d)_i$	小計	$\sum_{j=1}^p e_j \cdot X_{ij}$	$v(e)_i$	小計	合計	集中度
A*	OOORROO	OOORROO	10	2	0	12	4	2	6	18	4
B*	ORROOOO	ORROOOO	10	0	0	10	4	0	4	14	4
C	ROOOOOR	ROOOOOR	10	0	0	10	2	2	4	14	4
D	OOORROO	OOORROO	10	0	0	10	2	2	4	14	4
E	OOOOORR	OOOOORR	10	0	0	10	0	2	2	12	3
F	OORROOO	OORROOO	10	0	0	10	4	0	4	14	4
值						3.33(MAD)			4(MAD)	7.33(MAD)	23(Σ)

註：「*」表示該護理人員為資深護理。「O」表示該護理人員必須上班，「R」表示休假。

表十四 護理人員值班意願表 (計畫期間三)

	第一週							第二週						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A*	210	120	120	210	102	201	012	102	102	021	120	012	102	201
B*	102	201	120	201	012	201	210	102	120	012	102	201	012	120
C	201	210	120	021	120	102	120	012	201	210	201	120	102	021
D	102	021	201	120	201	210	012	201	210	021	201	012	021	021
E	012	102	102	120	120	201	201	201	120	201	102	210	102	021
F	210	021	201	201	201	021	102	201	201	102	021	210	210	210

註：「210」表示該護理人員當日值白班之不滿意度為2，值小夜班為1，值大夜班為0。

表十五 護理人員值班表 (計畫期間三)

人員	第一週	第二週	$\sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^s W_{ijk} \cdot X_{ijk}$	$v(w)_i$	小計	穩定性
A*	111RR11	111RR22	8	7	15	4
B*	2RR1122	2RR1111	7	5	12	6
C	R11111R	R23333R	8	3	11	6
D	3333RR1	1111RR1	10	0	10	4
E	12222RR	11222RR	8	3	11	7
F	11RR333	33RR113	12	0	12	6
值			53(Σ)		7(MAD), 15()	33(Σ)

註：「1」表示該護理人員值白班，「2」表示小夜班，「3」表示大夜班，「R」表示休假。

伍 結論與建議

醫院護理排班向來即是服務業排程研究的熱門議題，而以線性規劃作為醫院護理排班在過去亦有相當多類似的研究。本文以護理站之角度，設立多目標的衡量標準，使護理人員在輪休與值班各方面皆能獲得較高的滿意度，同時也兼顧醫院方面需要，使其在調度、管理或是人員的僱用成本上，皆可達到相當良好的效果。本文所提各模型具一般化特性且有很高的彈性，除了滿足文中所言各種情況外，亦能提供以下之擴充應用。

1. 排班模型中，若醫院對某些懲罰函數特別重視，如特別重視一般休假公平性或班別穩定性，則可運用多目標規劃的方法，給予懲罰函數不同的權數 (weight)，或使用優先 (priority) 法，於某一個或某幾個懲罰函數組合之目標值達到最小後，在該目標值不變下，進而考慮其他的懲罰函數。
2. 可將排班模型第一及第二階段合併，如此可使兩模型的目標值總和，較原本模型所得目標值總和更小。其作法為分別合併目標式及限制式即可，而不需增刪或變動任何一式。
3. 若醫院每班之工作時數不同，而欲以時數為一般休假公平性之基礎，即令所有護理人員在計畫期間內，工作時數加特休時數盡量相同，則排班模型目標式(5)第一項須改為下式。

$$\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^s h_{jk} \cdot X_{ijk} + 8 \cdot o_i + v(h)_i \right) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^s h_{jk} \cdot X_{ijk} + 8 \cdot o_i + v(h)_i \right) \quad (48)$$

式中，特休皆以一般單日工作時數 8 小時計算，若醫院另有規定，則以醫院之規定為主。此式須於排班模型第一及第二階段合併後，方可應用。

4. 排班模型第一階段之休假集中度及第二階段之班別穩定性，本文皆只以全部護理人員之總值最小化為目標。因為任一護理人員休假集中度之提升，將進而造成其他護理人員休假集中度亦同步提升，所有護理人員休假集中度互相間呈正向關係；同理，護理人員班別穩定性互相間亦呈正向關係，因此本文僅以追求全部護理人員該二值最小化為目標。若有需要仍可依照其他目標公平性之作法，使各護理人員集中度或穩定性間之平均絕對差最小化，以達到集中度及穩定性之公平性最高。
5. 本文模型具備相當之彈性，其應用不只限於醫院護理排班，其中涉及之

觀念可遍及許多行業，不論是單班制或多班制、班別是否重疊、每班是否相同工作時數等，只需員工工作情況符合本文模型之建構，皆可使用本文模型加以排班，或更改一、兩項條件，使得本文模型更加符合該行業之情況。因此，本文模型具有相當高的實用價值。

後續研究部分，我們將再致力於：

1. 考慮部分時間工作人員與全時工作人員不同工亦不同酬。例如，部分時間工作人員基本期間上班天數上限或時數上限，低於全時工作人員，或其每班值班時數少於全時工作人員，則在考慮符合每天所需工作時數，以及休假的排定與公平性上，將頗具挑戰性。
2. 考慮工作時間超過八小時，則視為延長工作時間給予加班費，而非累積至八小時便加算工作一天的作法，此時員工僱用成本及加班費之取決，即成為一項必須考慮的目標及限制。
3. 當排班模型中變數大幅度增加時，如：計畫週期延長、護理需求人數增加等，將會造成模式建構的困難，進而降低醫療機構的使用意願。因此，未來將考慮開發模式自動建構系統，以增加使用之便利性，並可結合人事資料庫的運用，以建立一套完整的決策支援系統，使醫院護理人員之僱用及排班達到自動化的成效。

參考文獻

- 王行一，「最佳化排課系統之建立」，*技術學刊*，第十六卷第四期，2001年，頁587-593。
- 莊凱翔，「求解護理人員排班最佳化之研究 - 以遺傳演算法求解」，成功大學工業管理研究所碩士論文，2001年。
- 陳文哲、葉宏謨，「工作研究」，台北：中興管理顧問公司，1990年。
- 張慶源、李淑賢，「護理人員排班系統之實驗設計」，*醫院與電腦*，第八期，1992年，頁65-70。
- 黃允成，「以整數規劃解醫院護理排班之問題」，*技術學刊*，第十四卷第四期，1999年，頁563-570。
- 劉奇達，「護理之家護理活動時間分配與護理人力配置分析 - 以省立雲林醫院附設護理之家為例」，雲林科技大學工業工程與管理研究所碩士論文，1999年。
- 戴玉慈、陳美津，「老人護理學」，台北：敦繹文化事業股份有限公司，1998年。

- 蘇喜，「教學醫院之病人分類與護理人員配置系統」，專題研究結果報告，國立台灣大學醫學院公共衛生研究，1988 年。
- 蘇昭銘、張靖，「捷運系統站務人員排班模式之研究」，*運輸計劃*，第十二卷第二期，2000 年，頁 1-14。
- Aydellotte, M. K., "Nurse Staffing Methodology: A review and Critique of Selected Literature", DHEW Pub, No.NIH, 1973, pp.73-433.
- Baker, K. R., "Scheduling A Full-time Workforce to Meet Cyclic Staffing Requirements", *Management Science*, (20), August 1974, pp.1561-1568.
- Browne, J., "Scheduling Employees for Around-the-clock Operations", *IIE Solutions*, February 2000, pp.30-33.
- Brusco, M. J. and Jacobs, L. W., "Starting-time Decisions in Labor Tour Scheduling: An Experimental Analysis and Case Study", *European Journal of Operational Research*, (131), 2001, pp.459-475.
- Connor, R. J., "A hospital inpatient classification system", Baltimore Maryland: The Johns Hopkins University, Department of Operations Research and Industrial Engineering, 1962.
- Hung, R., "Scheduling A Workforce under Annualized Hours", *International Journal of Production Research*, (37), 1999, pp.2419-2427.
- Kostreva, M. M. and Jennings, K. S. B., "Nurse Scheduling on A Microcomputer", *Computer and Operation Research*, (18), 1991, pp.731-739.
- Liao, C. J. and Kao, C. Y., "Scheduling Nursing Personnel on A Microcomputer", *Health Manpower Management*, (23), 1997, pp.100-106.
- Millar, H. H. and Kiragu, M., "Cyclic and Non-cyclic Scheduling of 12 h Shift Nurses by Network Programming", *European Journal of Operational Research*, (104), 1998, pp.582-592.
- Venkataraman, R. and Brusco, M. J., "An Integrated Analysis of Nurse Staffing and Scheduling Policies", *Omega*, (24), 1996, pp.57-71.

An Integrated Model of Nurse Staffing and Scheduling

RONG-HWA HUANG, CHIH-HAO TSAI

Graduate School of Management, Fu-Jen Catholic University

ABSTRACT

Nursing has 24-hour works a day, except for that a hospital shut down. Thus nurse scheduling has to meet workforce demand as well as satisfy labor laws related to nurses and operating policy in a hospital. Nevertheless, there are no researches to consider this area, they just presented nursing staffing and scheduling separately. In practice, the staffing is closely related to the scheduling, so the integrated staffing and scheduling system should be discussed. In this paper, we point out nurse staffing firstly, and develop an algorithm to find the best staffing range at both minimizing the cost and satisfying the workforce demand. And we build up a mathematical programming model that enables nurses to enhance the work satisfaction as the main goal, then find out the best day-off policy and a rotating schedule. The experimental results show that the models developed in this paper can solve staffing and scheduling problems fast and efficiently.

Keywords: nurse staffing, nurse scheduling, mathematical programming

