

東 海 大 學

工業工程與經營資訊學系

碩士論文

醫療資源分配模擬最佳化之研究

研 究 生:陳秉群

指 導 教 授:翁紹仁 博士

中 華 民 國 一〇〇 年 六 月

# **Healthcare Resource Allocation Simulation Optimization**

By  
Bing-Chuin Chen

Advisor: Prof. Shao-Jen Weng

A Thesis  
Submitted to the Institute of Industrial Engineering and Enterprise Information  
at Tunghai University  
in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science  
in  
Industrial Engineering and Enterprise Information

June 2011

Taichung , Taiwan , Republic of China

# 醫療資源分配模擬最佳化之研究

學生：陳秉群

指導教授：翁紹仁博士

東海大學工業工程與經營資訊研究所

## 摘要

近年來民眾對於急診醫療的需求正在逐年增加，造成各大醫院急診部門人滿為患，呈現過度擁擠的狀態，以往的研究指出高流量的急診室有較高的機會發生醫療糾紛，在面臨急診擁塞問題時，增加急診資源似乎是最簡單而直接的方法，但資源總是有限，尤其在健保支付制度日趨嚴苛之際更是如此，因此本研究透過系統模擬的方式模擬急診室流程現況，從中了解急診室的目前情況，並藉由模型的呈現，進一步分析各級病患之等待時間及系統時間，並以NEDOCS複合式指標來當作評估急診室流量的指標，透過禁忌搜尋法使急診人力資源配置達到最佳化設置，以提供急診醫療未來在資源分配決策上之參考指標。本研究結果顯示在不變動人力資源總體數量下，不同的人力資源配置組合會導致NEDOCS指標不同，當使用最佳化資源配置時平均急診擁塞程度可降低8.01%。若急診室欲增加一名醫師與醫護人員，建議在主要急診區人力足夠情況下，將醫師指派給急救區、護理人員指派給留觀區，可使平均急診擁塞程度降低9.11%。

**關鍵字：**系統模擬、禁忌搜尋法、急診室、資源配置。

# **Healthcare Resource Allocation Simulation Optimization**

Student: Bing-Chuin Chen

Advisor: Prof. Shao-Jen Weng

Department of Industrial Engineering and Enterprise Information  
Tunghai University

## **ABSTRACT**

Overcrowding has becoming the problem of Emergency Department (ED) in Taiwan hospital gradually. According to the data studied, high flow in ED will come out with a lower quality service. The simplest way to solve this problem is increase the amount of emergency resources, but the amount becoming a limitation factor as the demand is growing rapidly. Thus, in this study, we simulate a model according to the situation in ED by System Simulation Technique, and use it to analyze the waiting time and system time of different grade patients. Then apply NEDOCS as indicator to determine the ED flow, find out a best way to allocate human resources via Tabu Search, provide a reference of human resources allocation to ED management. Different allocation of human resources will cause different NEDOCS under same amount of human resource. When use the result of resource allocation optimization, the average degree of emergency can reduce the congestion of 8%. If demand for doctor and nurse in Ed increase by one, we suggest transfer the doctor in main ED to ED and nurse to waiting area. Criteria: main ED has sufficient human resource. The result above can reduce 9.11% of crowdedness in ED.

**Keywords: System Simulation, Tabu Search, Emergency Department, Resources Allocation**

## 誌謝

兩年來在ODSL研究室的生活隨著論文的完成而告一段落，感謝指導教授翁紹仁博士在研究所的求學生活中耐心教導。從模型架構建立，到觀念釐清，至論文完成後的修改，均費恩師甚多時間與精力。除了在研究過程中使學生在學試探索益有增進，學生從恩師身上更學到不少代人處世方面的道理，將永遠銘記在心。

論文口試期間，由衷感謝口委王順生博士、劉復華博士、鄭辰仰及林暘桂博士於百忙之中撥冗指導，提供許多寶貴的意見及指導，使本論文更趨完整嚴謹。另外感謝個案醫院王立敏主任、張群岳醫師及黃詠淳小姐在資料上的協助，使得論文得以順利完成。

研究所兩年時間並不算長，但卻是人生中一個重要的里程碑。這段時間讓自己更清楚自己的興趣以及方向，也讓自己了解想要的東西。在這兩年的日子裡，感謝穎志、明修、卓翰、宛蓉等學長姐的照顧，以及研究夥伴靖儀、柏祥、怡嬪、玠孝、詩彥、容慈等在課業上與生活上的相挺與關懷，以及學弟妹義琳、鈴雅、康碩、怡華、韋喬等在生活上與論文上的幫忙，讓我感懷在心。

最後，要感謝家人及女友的支持與鼓勵，讓我能無後顧之憂的完成學業。僅以這本論文獻給所有我最愛的家人與朋友們。

陳秉群 謹誌於

東海大學工業工程與經營資訊研究所

最佳化決策系統研究團隊

民國一〇〇年六月

# 目錄

摘要.....	I
ABSTRACT.....	II
誌謝.....	III
目錄.....	IV
圖目錄.....	VI
表目錄.....	VII
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	3
1.3 研究流程與論文架構.....	4
第二章 文獻回顧.....	5
2.1 急診室現況.....	5
2.1.1 急診之定義.....	5
2.1.2 急診醫療之服務項目.....	6
2.1.3 急診醫療之品質.....	7
2.1.4 急診醫療之流程項目.....	9
2.2 人力資源配置.....	14
2.2.1 人力資源配置之定義.....	14
2.2.2 急診醫療上的人力資源.....	15
2.3 系統模擬.....	17
2.3.1 系統模擬之定義.....	17
2.3.2 系統模擬之功能.....	18
2.3.3 系統模擬之優點及適用時機.....	19
2.3.4 系統模擬在急診醫療的相關研究.....	21
2.3.5 模擬軟體 SIMUL8 之簡介.....	23
2.4 NEDOCS 急診室流量指標.....	24
2.4.1 NEDOCS.....	24
2.4.2 NEDOCS 相關文獻.....	24
第三章 研究方法.....	25
3.1 研究對象簡介.....	25
3.2 研究方法架構.....	25
3.3 研究步驟.....	26
3.4 研究假設與限制條件.....	27
3.5 系統模擬執行步驟.....	27

3.6 NEDOCS 參數定義.....	30
3.7 禁忌搜尋法.....	31
第四章 研究結果與模型驗證.....	33
4.1 研究樣本統計分析.....	33
4.2 模型建立與結果分析.....	34
4.2.1 急診流程參數設置.....	34
4.2.2 急診資源配置變項.....	38
4.2.3 模型作業流程.....	39
4.2.4 模擬時間及次數.....	42
4.2.5 模擬結果.....	42
4.3 模型驗證.....	45
4.3.1 t 檢定分析.....	45
4.3.2 敏感度分析.....	47
4.4 最佳化資源配置.....	49
4.4.1 問題定義與描述.....	49
4.4.2 參數設置與最佳化結果.....	50
第五章 結論與建議.....	54
5.1 結論.....	54
5.2 未來研究建議.....	55
參考文獻.....	56
中文文獻:.....	56
英文文獻:.....	58

## 圖目錄

圖 1.1 台灣地區每日平均急診人次歷年趨勢圖.....	2
圖 1.2 本研究流程架構.....	4
圖 2.1 醫療照護品質三構面.....	7
圖 2.2 急診病患就診流程.....	11
圖 2.3 急救室病患就診流程.....	12
圖 2.4 留觀室病患就診流程.....	13
圖 2.5 模擬之基本理論.....	17
圖 2.6 系統模擬架構圖.....	18
圖 3.1 研究架構圖.....	25
圖 3.2 研究步驟流程圖.....	26
圖 3.3 模擬執行步驟圖.....	29
圖 3.4 禁忌搜尋法流程圖.....	32
圖 4.1 每日平均到達病患人數趨勢.....	33
圖 4.2 每小時平均到達病患人數趨勢.....	33
圖 4.3 SIMUL8 急診模擬模型.....	41
圖 4.4 NEDOCS 趨勢圖.....	44
圖 4.5 決策變數設置.....	50
圖 4.6 限制條件.....	50
圖 4.7 急診人力資源配置趨勢圖(8 人).....	51
圖 4.8 急診人力資源配置趨勢圖(9 人).....	53



## 表目錄

表 2.1 系統模擬之功能.....	18
表 2.2 執行系統模擬優點.....	19
表 2.3 系統模擬運用於醫療國內相關文獻.....	22
表 2.4 系統模擬運用於醫療國外相關文獻.....	22
表 2.5 NEDOCS 相關文獻.....	24
表 3.1 NEDOCS 指標等級.....	31
表 4.1 病患到達分配.....	34
表 4.2 病患各級檢傷比率.....	35
表 4.3 各級檢驗檢查循環次數.....	35
表 4.4 二至五級病患檢驗檢查循環時間分配.....	36
表 4.5 二至五級病患處置去向比例.....	36
表 4.6 一級病患檢驗檢查循環次數比率.....	37
表 4.7 一級病患處置去向比率.....	37
表 4.8 各級留觀去向比率.....	38
表 4.9 未經留觀病患之平均停留急診室時間.....	43
表 4.10 經留觀病患之平均停留急診室時間.....	43
表 4.11 急診病患平均等候時間.....	43
表 4.12 急診部門各人力資源使用率.....	44
表 4.13 病患停留急診時間比較(未經留觀病患).....	45
表 4.14 病患停留急診時間比較(經留觀病患).....	45
表 4.15 T 檢定分析(未經留觀病患).....	46
表 4.16 T 檢定分析(經留觀病患).....	46
表 4.17 MED 醫師減少一位時病患平均停留急診室時間(未經留觀病患).....	47
表 4.18 MED 醫師增加一位時病患平均停留急診室時間(未經留觀病患).....	48
表 4.19 禁忌演算法搜尋結果(8 人).....	51
表 4.20 禁忌演算法搜尋結果(9 人).....	52
表 4.21 禁忌演算法搜尋結果(7 人).....	53

# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景與動機

西元2008年1月29日一名男子因太太突發心臟病隨救護車抵柳營奇美醫院急診室，疑因該男子急著找醫護人員，保全人員叫其先掛號，兩方發生口角繼而大打出手，雙方均找人撐腰發生混戰，因此造成急診室櫃檯器材被砸的東倒西歪，導致急診系統頓時癱瘓。據了解，該男子焦急妻子病況，進入急診室就要找醫護人員，由於急診人員先受理一名腦出血病患，保全員請他稍候並辦理掛號手續，男子急吼不理保全，雙方發生口角繼而大打出手。由以上例子可知急診室是個高風險、高糾紛、高成本、但低回饋的部門，除了時時刻刻必須防範醫療糾紛以外，還要防範受到攻擊的事件。

急診室每天都要面對不同層級傷害的病人，且醫生護士必須在最短時間內讓病人得到最妥善的治療與照顧。急診室提供民眾24小時全年無休的緊急醫療救護服務，因此病患無論是在何時、何地遭遇到任何的緊急事故均可透過醫院的急診室得到最完善、最專業、最迅速的照顧(陳音潔,1992)。對於病患及醫院來說，急診部門的重要性不言而喻。對於病患而言，急診醫療服務是所有醫療服務中重要的少數。雖然一生中進出急診的次數也許不多，甚至可能為零，但當有緊急病痛無法獲得及時處理治療，不僅身心受創，甚至可能會影響生命上的安全；而對醫院而言，急診部門是醫院收住院病人的主要途徑之一，約有30%的病人是經由急診入院。

由於人口自然增加，加上日益增多的車禍與意外事件，以及人們為了滿足更快捷的醫療服務需求而利用急診，造成近年來急診人口急遽增加。根據行政院衛生署統計資料，本研究整理出台灣地區每日平均急診人次歷年趨勢如圖1.1所示，台灣地區每日平均急診人次自1994年的11,916人次增至2009年的31,358人次，短短15年，每日平均急診人次成長了將近62%，相當於全台每日平均多出了19,442位病患；而美國疾病管理局的統治也顯示，美國急診總人次從1992年至2002年由九千萬人增加至一億一千萬人，急診病患人數的提升儼然成為全世界共同發展趨勢。

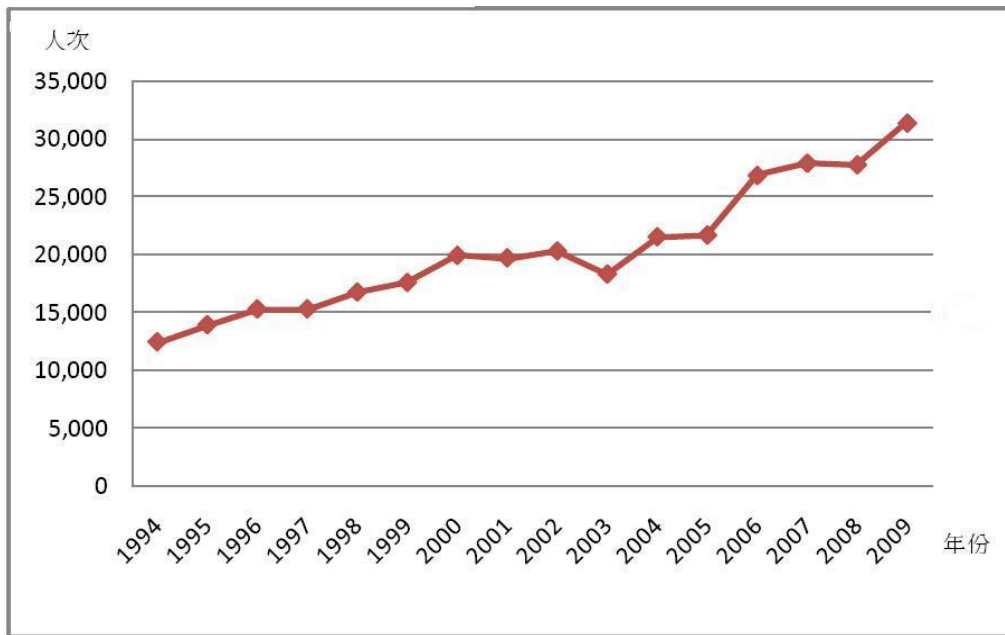


圖1.1 台灣地區每日平均急診人次歷年趨勢圖

資料來源:行政院衛生署

另一方面，台灣人口逐漸老化，利用急診醫療的機會也會因此增加。根據統計，老年人佔醫院急診總人數的四分之一，而佔成人急診的三成以上，且老年人急診停留時間，比年輕病人多，十八歲至六十四歲間約是五小時，但七十五歲以上約是九點五小時(紀志賢，2009)。民眾對於急診的利用率及停留時間逐年增加，造成急診部門日益擁擠的問題。

面對如此成長快速的急診人口，急診服務品質的確是個令人重視的課題。急診病人求診之性質多屬於緊急性的，存在著病人「病情不確定」的特質，所以不管在任何急診室，都會面對不少急診醫療糾紛，在急診室過度擁擠的影響下，高流量的急診室有較高的機會發生醫療糾紛(王立敏，2006)。隨著就醫民眾對服務品質不滿情緒的日益升高，以及急診發生越來越多的醫療糾紛，因此急診部門必須要有足夠的醫療設備與人員才能處置緊急的病患(陳靜誼，2004)。

衛生署為了提昇急診醫療品質，實施了多項相關配套措施，包括成立急診專科、強化緊急醫療網通報系統、改善急診支付標準等等，而各醫院也有相關的配套措施，加上民國86年12月衛生署發布急診醫學科為的19個專科醫師分科後，使得各醫院急診部門競相擴充醫療設備、空間、甚至增加醫生護士數，造成急診醫療成本的增加(周建河，2004)。「等候」是影響

急診病患滿意度的重要因素之一，也是所有急診病患心中最深的痛，此類爭執與糾紛在急診部門亦時有所聞。若能將等候時間縮短、減少急診室擁塞程度，不僅可以提昇病患滿意度，也可減少醫院因糾紛所造成的損失。由於資源有限，為了將醫療資源以及成本因素兩方面取得平衡，因此本研究以急診中心進行資源配置最佳化之探討與分析。利用模擬方式，評估目前急診資源配置是否合理，以及如何降低急診擁塞程度，以提高病人之滿意度，達到減少醫療糾紛發生之目的，並且利用禁忌搜尋法，以最小NEDOCS複合式指標當作目標函數，搭配系統模擬尋找急診資源配置最佳解。

## 1.2 研究目的

本研究目的主要有以下三點：

1. 以系統模擬建構符合真實狀況之急診室模型。
2. 在不改變急診室資源下找出最佳的資源配置組合。
3. 當增加急診人力資源，透過資源配置使急診資源配置達到最佳化。

### 1.3 研究流程與論文架構

本研究進行之流程架構如圖 1.2，其說明如下：

第一章為緒論，主要闡述本研究論文的研究背景與動機、研究目的及預期效益、研究流程與架構三部分。第二章為文獻回顧，主要在回顧急診醫療產業發展現況以及人力資源配置、系統模擬及最佳化相關之文獻。第三章為研究方法，主要在說明本研究使用的方法理論以及操作的手法為何。第四章為研究結果，主要在呈現本研究產生的結果及模型的驗證，並且對於急診人力資源部分做最佳化配置。第五章為結論與建議，主要為對本研究做個總結及未來展望。

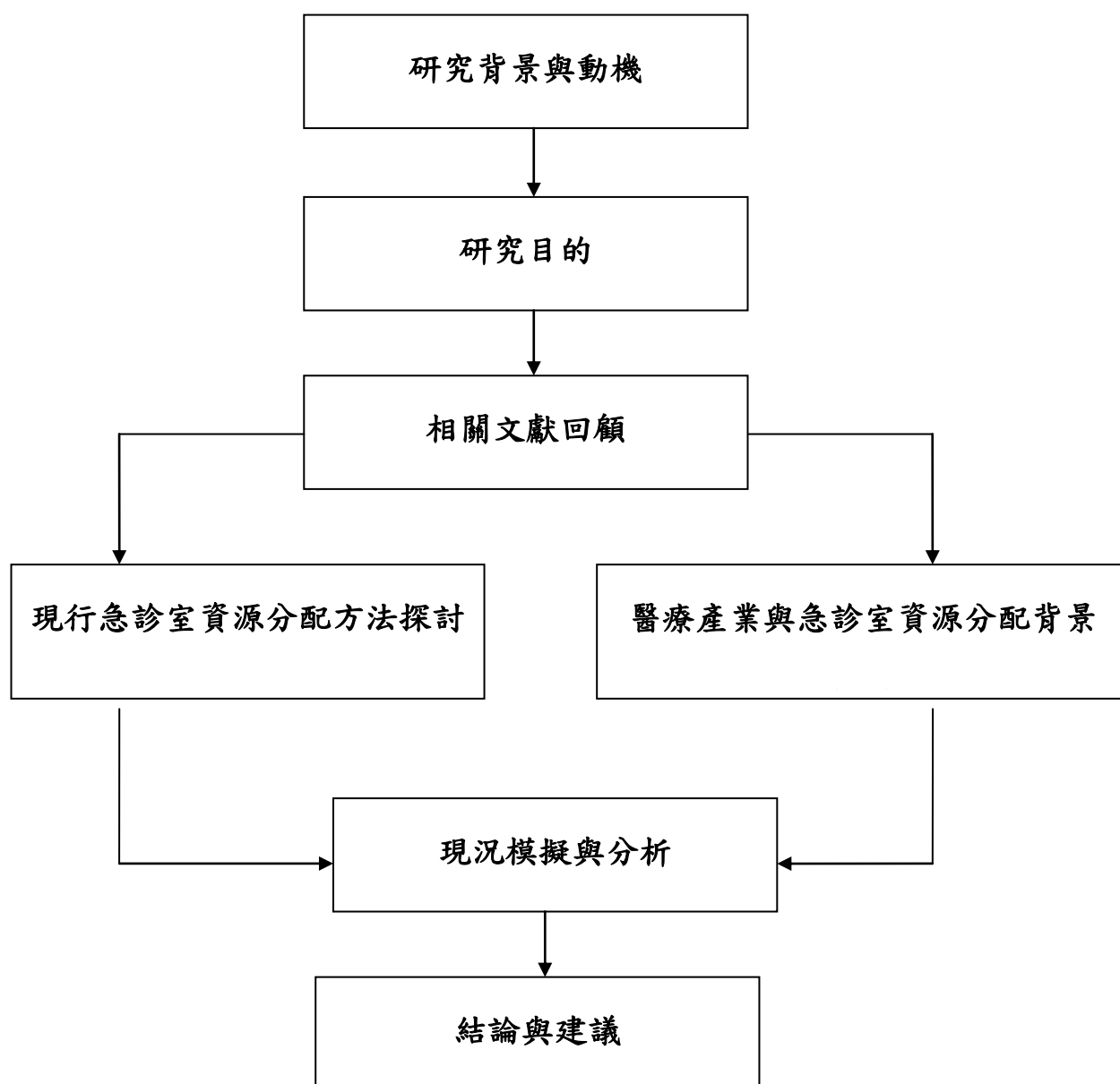


圖1.2 本研究流程架構

## 第二章 文獻回顧

### 2.1 急診室現況

#### 2.1.1 急診之定義

急診顧名思義就是緊急的診療，為醫療的第一道防線，與一般門診相比，急診病患具有病情不確定性，因此在就診順序上急診病患是以病情的輕重度來決定，而非掛號的先後順序決定，急診定義在國內國外均不同。Hanlon 和 Pickett(1979)將急診定義為：「一種突發、意想不到的緊急醫療狀況，會影響個人生命安全及健康」。Mancini 和 Gale(1981)將急診定義為：「病患本身、家屬或其他人認為應將病患送至醫院接受立即醫療照護的一種情形，將持續至醫療專業者認為病患生命、生理功能已脫離險境為止」。美國急診醫師學會(American College of Emergency Physicians, ACEP)更於 2000 年對急診下了明確的定義：「急診醫學主要是針對不預期的傷病進行評估、處理、治療和預防的一門醫療專科。急診醫師除了對緊急的病患提供服務外，還必須對任何自認有需求的病患進行評估與醫療照護，同時還須提供醫療照護給無固定就醫場所(Regular Source of Care)的病人」(ACEP, 2000)。中央健康保險局(2006)將急診定義為：「凡需立即給予患者緊急適當之處理，以拯救其生命、縮其病程，保留其肢體或維持其功能者」。總而言之，急診為一個緊急且意想不到的醫療狀況，必須給予立即的適當處理，否則會影響個人之生命安全及健康。

急診室的主要功能為救治生命垂危的病人，避免病情惡化或死亡，也是醫院中專責處理緊急傷病的場所，其規模則視醫院作業能力及處理能力而有所不同(李建賢，2004)。對於未實施社會保險或全民健保的國家，急診室更是許多貧窮或沒有保險的人，尋求基本醫療照護的地方，急診室成為這些人生病時唯一可獲得醫療救助的場所(陳輝財，2008)。

近年來，急診就診人數日益增多且疾病型態日益複雜，一方面是由於生活型態的急遽轉變，意外事件遽增使得緊急醫療照護的需求日益迫切，另一方面是由於急診醫療不但快速，又可以立即獲知檢驗結果，得到快速的處理。因此，當人們想要迅速獲得醫療處置時，便會選擇以急診做為他們解決問題的地方(胡勝川，1994)。

綜合上述，我們得知急診醫學為一種緊急醫療，將病患以檢傷分類來

區分，並依其輕重緩急來做先後治療的動作，安穩病患之生命跡象。

### 2.1.2 急診醫療之服務項目

醫院急診得提供下列服務項目(全民健康保險醫療辦法第二十五條)：

1. 診察及會診。
2. 護理及急診處暫留床之提供。
3. 檢查(驗)。
4. 處方藥或處方箋之給與。
5. 治療材料之給與。
6. 一般治療處置、放射線治療、精神科治療及牙科治療處置。
7. 手術。
8. 血液透析。
9. 輸血。

### 2.1.3 急診醫療之品質

急診的就醫流程與一般門診不同，因急診病患看診順序是受到病情的檢傷分類等級決定，所以病患的檢傷分類決定病人接受急診醫療服務等候時間的長短，間接影響病人就醫滿意程度。McMillan(1986)提到病人置急診尋求醫療照護時，不管被分到哪一等級，病人本身以及陪同者均存在高度緊急性及焦慮感，希望一到急診室馬上被診療，一旦此期望無法達成時，不滿的情況就會發生，因此急診品質不易衡量。醫療產業針對醫療照護品質所採用的測量構面大多以 Donabedian(1988)所提的結構-過程-結果三個構面。三個構面分別敘述如下：

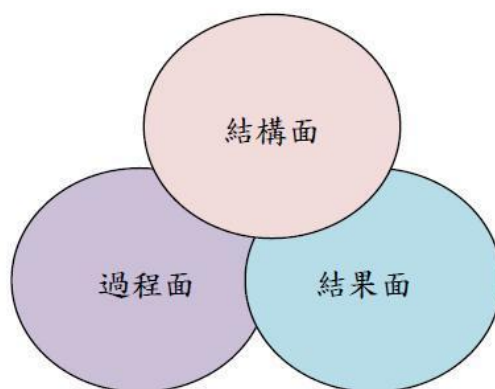


圖2.1 醫療照護品質三構面

資料來源: Donabedian, 1988

#### 1.結構(Structure)面:

假設較佳的醫療環境設施條件下，可以提供較好的醫療照顧服務，將結構面具體化，例如醫院提供醫療服務的硬體設備、組織結構等，結構面涵蓋了醫院環境設施、醫療設備、服務人員素質等。

#### 2.過程(Process)面

假設醫療人員遵守醫院內部規定、執行醫療步驟及方法，進而產生預期的效果，主要的目的是檢視醫療人員在整個醫療過程所展現的行為或活動是否合適；將過程面具體化，簡單的說就是從病患的諮詢到醫院追蹤治療整個過程的服務，例如醫師說明病情、處方與治療與診斷、醫療人員服務態度、及安排檢查、住院或開刀、衛教諮詢及出院準備服務等事宜。



### 3.結果(Outcome)面

假設病患於醫療服務後，所產生的結果；將結果面具體化，例如病患接受醫療服務後的健康狀況、滿意程度、病情改善程度等。

以 Donabedian 之評估模式為輔，目前已發展四大類指標：分別是門診指標、住院指標、急診指標與加護指標，共計 139 項，其中急診指標共計 40 項。結構面包括急診專科主治醫師與住院醫師比率、醫師工作時數等。過程面包括各級病人數、留觀率、會診率及其逾時率、停留時間、等候時間、住院率（一般病房與加護病房）等。結果面包括急診住院佔全院比率、急救成功與失敗率、急診重返率、意外傷害與醫療處置錯誤率、病患滿意度等。莊逸洲(2001) 提出醫療照護品質應包含醫療技術層面和醫病互動層面，而勞寬(2002) 提出醫療品質為臨床品質與服務品質；石曜堂、謝士明（1991）則認為醫療品質應包含實質品質與感受品質，實質品質為符合醫療專業標準的程度、感受品質為滿足消費者的期望。雖然醫療品質的定義眾說紛紜，但大部份的定義都可被歸納在結構、過程、結果三個構面中，此亦可見證 Donabedian 提出的醫療品質定義，仍然獲得大部分學者專家的青睞，同時也是普遍被引用與發展之理論基礎。

為提升醫療品質，醫療產業也開始效法企業產業，紛紛推行各種品質活動，期望讓品質的觀念深植於各醫療院所中。楊朝旭、傅鍾仁(1996) 提到醫療品質是無形的，要提昇醫療品質就先得將無形的服務品質可視化與數字化，如此一來品質才能被測量，其方法是找出醫療指標，再依據此指標衡量實際之醫療服務品質給予量化來評價醫療品質。我國急診醫療品質起步較晚，直到近年來醫療品質才逐漸被重視。衛生署為了提昇急診醫療品質，實施了多項相關配套措施，包括成立急診專科、強化緊急醫療網通報系統、改善急診支付標準等等，而各醫院也有相關的配套措施，對急診醫療品質的重視可見一般。

根據曾倫崇、陳正男(1996)的研究指出，病患與護理人員之間對於醫療品質水準的認知差異前三名分別為「診療等候時間」、「停車方便程度」及「領藥和掛號等候時間」，可見等候時間太久為急診病患滿意度的重要因素之一，若能改善急診品質使等候時間縮短，不僅可以提昇病患滿意度，也可減少醫院因糾紛所造成的損失。而在面臨等候問題時，增加急診資源似

乎是最簡單而直接的方法，一般而言，急診資源包括了醫師、護士、病床等等。但資源總是有限，尤其在健保支付制度日趨嚴苛之際更是如此。因此運用現有的資源，透過不同的配置與組合以改善問題，是目前提升醫療品質的趨勢。

#### 2.1.4 急診醫療之流程項目

本研究整理了醫院急診之流程如下，流程圖於圖 2.2、圖 2.3 以及圖 2.4 所示：

##### 1. 病患到達急診系統：

一般而言急診病患進入急診室主要有由救護車送來與病患自行前來兩種途徑。

##### 2. 檢傷分類及掛號：

檢傷分類的主要目標為把適當的人，在適當的時間內，將其放在適當的地方，使用適當的資源。檢傷分類級數的依據是由病患的主訴、病史、症狀及徵象、一般外觀、生命徵象和身體評估結果而定(Handyside, 1996)。行政院衛生署於民國 99 年起，依中央健保局之標準，於醫院急診部門評鑑公布現行檢傷分類標準表，全面實施新急診五級檢傷分類標準，將病患就病情輕重分為復甦急救、危急、緊急、次緊急、非緊急 5 種等級，安全候診時間分別為立即就診、10 分鐘、30 分鐘、60 分鐘、120 分鐘。病人到達急診後，由醫護人員快速評估病人病情急迫嚴重程度，決定看診順序。由於新的分類較為詳細且客觀，可以利用電腦系統輔助判讀，可精確區分病患嚴重度，使危急病患得以優先處置。

##### 3. 依不同檢傷等級及科別進入診察室或急救室：

經由檢傷分類將病患分成 1~5 級病患，1 級病患不需等候，直接前往急救室做處置，而 2~5 級病患依序至診間等候椅或床位等待醫師看診，看診之優先順序不是依據到達的先後次序去做排列，而是根據病患之嚴重性，從 2 至 5 級依序排隊看診。

##### 4. 醫師看診及決定動向：

進入診間或急救室後，醫師在看完病歷及對病患進行初步診斷後會對病患進行處置之動作，處置之動作主要有以下幾項：

a、決定病患是否需要開刀、施打藥物等其他治療動作。

b、是否需要進行 X 光檢查、抽血檢查等檢驗動作。

c、病患是否要住院、轉往留觀室觀察或可以直接批價離開。

5. 批價及領藥並離開急診系統:

離開急診系統不只是單單包括出院,也包含了進入加護病房或普通病房住院或者是死亡等等情況。

## 急診病患就診流程

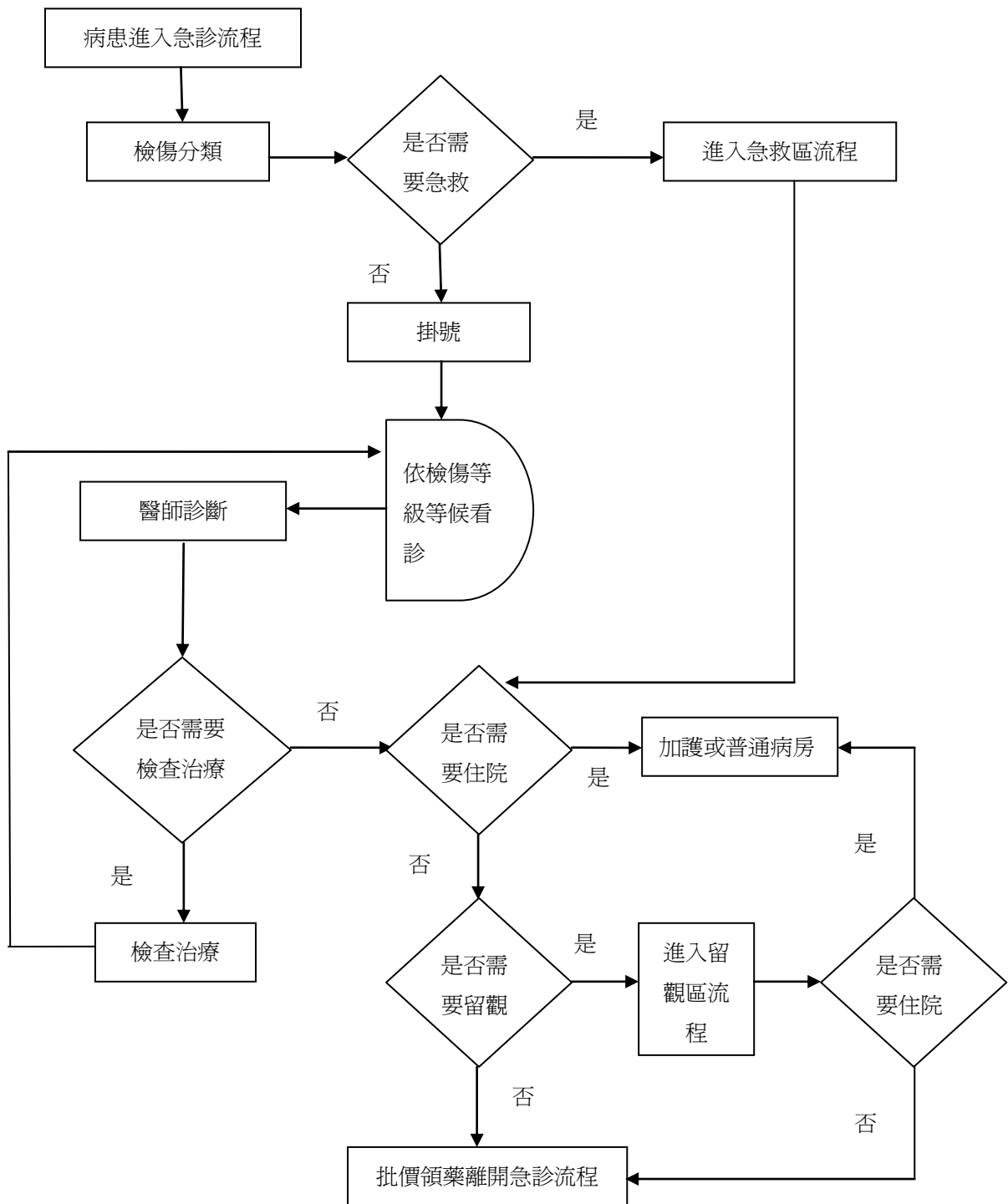


圖2.2 急診病患就診流程

## 急救室病患就診流程

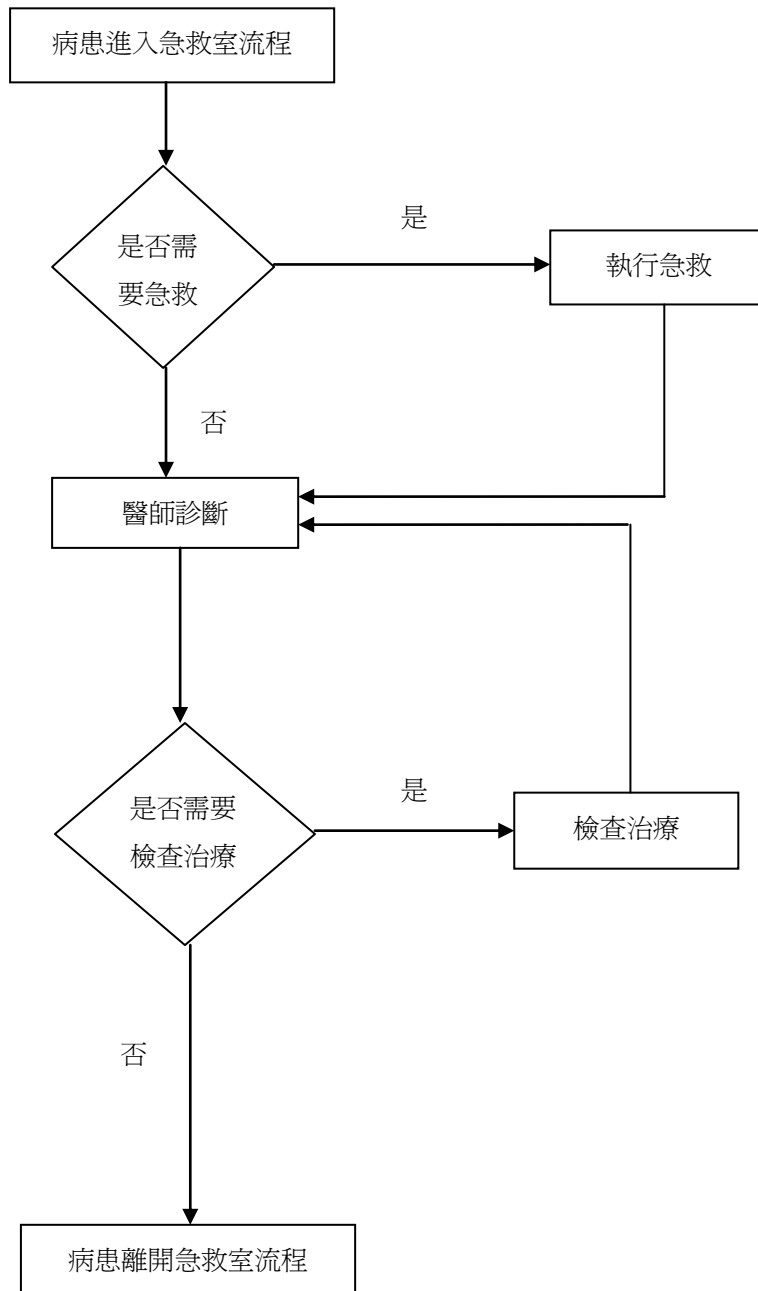


圖2.3 急救室病患就診流程

## 留觀室病患就診流程

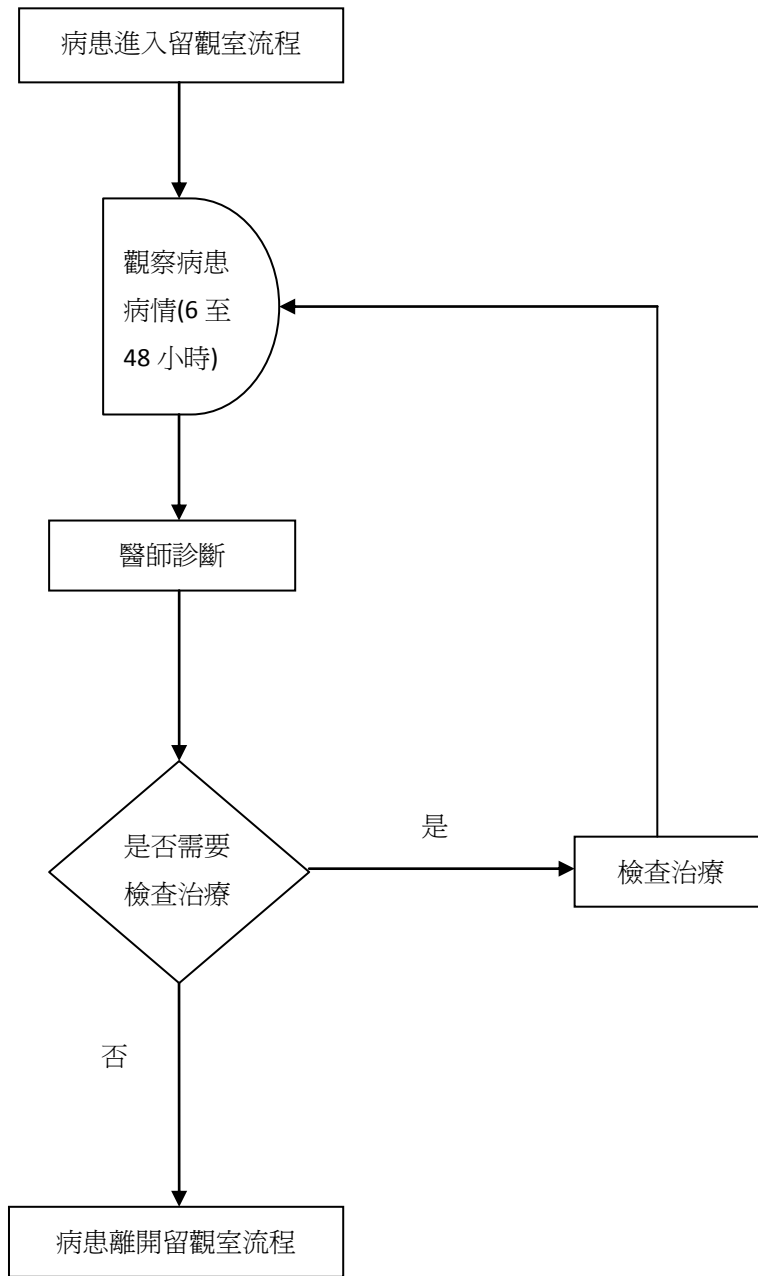


圖2.4 留觀室病患就診流程

## 2.2 人力資源配置

### 2.2.1 人力資源配置之定義

資源配置就是對於相對缺乏之資源在各種不同用途上加以比較作出的選擇。而資源是指社會經濟活動中人力、物力和財力的總和，是社會經濟發展的基本物質條件。由於人的慾望無窮，資源相對於人們的需求而言，總是相對的缺乏，因此人們對有限的、相對缺乏的資源進行合理配置，以使用最少的資源耗費，獲取最佳的效益。一般來說，資源如果能夠得到相對合理的配置，經濟效益就顯著提高；否則，經濟效益就明顯低下。而所謂人力資源配置乃是將人力資源安置到企業中各個角色或職位。企業規劃與預測各種角色或職位的職責與數量後，接下來就是要將適當的人安置到適當的位子。

以下三點為人力資源配置的主要目標(丁志達，2004):

- 1.將最適當的人安置在特定的職位上。
- 2.在人事安置的過程中，也須進行人力資源開發的工作。
- 3.為員工提供適應其個人需求的工作。

若希望人力資源進行有效合理的配置，則必須遵循以下之原則:

#### 1.職位對應原則:

合理的人力資源配置應能強化人力資源的整體功能，使人的能力對應到適當的職位。企業職位有層次和種類之分，每個人也都具有不同的能力，每個人所具有的能力水平應與所處的層次和職位相互對應。

#### 2.優勢定位原則:

人的發展受先天素質的影響，更受後天實踐的制約。後天形成的能力不僅與本人的努力程度有關，也與實踐的環境有關，因此人的能力的發展是不平衡的，其個性也是多樣化的。優勢定位內容有兩個方面：一是指人自身應根據自己的優勢和職位的要求，選擇最有利於發揮自己優勢的職位；二是指管理者也必須將人安置到最有利的職位上。

#### 3.動態調節原則

動態原則是當人員或職位要求發生變化的時候，要適時地對人員配置進行調整，以保證始終使合適的人工作在合適的職位上。

#### 4.內部為主原則

一般來說，企業在使用人才，特別是高級人才時，總覺得人才不夠，抱怨本單位人才不足。其實，每個單位都有自己的人才，問題是千里馬常有，而伯樂不常有。因此，關鍵是要在企業內部建立起人才資源的開發機制，使用人才的激勵機制。這兩個機制都很重要，如果只有人才開發機制，而沒有激勵機制，那麼本企業的人才就有可能外流。從內部培養人才，給有能力的人提供機會與挑戰，造成緊張與激勵氣氛，是促成公司發展的動力。但是，這也並非排斥引入必要的外部人才。當確實需要從外部招聘人才時，我們就不能畫地為牢，死死的扣住企業內部。

##### 2.2.2 急診醫療上的人力資源

急診醫療上的人力資源主要包括醫師以及護士，以下將針對兩者作介紹：

##### 1.急診醫師：

急診部門之醫師必須能及時地、有效地、適當地以及有熱誠地處理病患健康問題及促進健康。行政院衛生署規定，在醫學中心、區域醫院的醫院，每天二十四小時應有急診專科醫師或內、外、小兒科至少有一名專科醫師或資深住院醫師值班。韓季霖(2001)認為醫師是醫療服務的第一線工作者，而且醫師之養成時間長、花費成本高，因此醫師人力之規劃乃至醫師人力之預測對醫療品質即顯得相當重要。陳怡婷(2000)指出在整個醫療體系內，醫師為主要的醫療服務提供者之一，若能妥善運用管理技術，進一步提高醫師的生產力，使有限的醫療資源更能有效的運用，則是醫務管理者的重要課題。急診醫師主要分為三類型，分別為主治醫師、住院醫師、總醫師。無論是哪種醫師，急診醫師需有能力執行診斷性與治療性程序並能緊急穩定病患，對較大量病患做好優先順序，能同時負責執行其他的醫療工作，以最有效率的方式使用現有的醫療資源來配合病患照顧之需求。必須能及時性地適當收集並獲得病患重要及正確的資料與資訊，包括所有醫療求診過程、理學檢查、到院前照顧、就醫紀錄、以及診斷與治療程序與模式。根據整合診斷性資訊提出適當的鑑別診斷、並提供有效處置病患的計畫，包含治療、適當會診、處置動向、及病患教育等。

對於急診醫師人力，Robertson 和 Hassan(2001)指出人力資源充足與病



人有更好的醫療結果呈正比關係。Fridkin 等人(1996)表示醫護人員的不足易導致中央靜脈導管使用的增加，以及病人血液感染、平均住院率、死亡率的增加。Campbell 等人(1996)則指出對病人的年齡、性別、併發症、社會經濟狀況、醫師的特質進行調整過，仍發現醫師的病人量和病人的結果有持續性的關聯。胡晏瑛(2000)研究發現，急診病患在考慮急診就醫醫院時最重要的前五項因素依序為「醫師技術」、「醫師的醫德與服務態度」、「流程快速」、「設備新穎」、「醫師以外相關人員的技術」，由此可知醫師對醫療工作的投入程度將直接或間接地影響醫療照護的品質。

## 2.急診護理人員:

急診部門之護理人員在病患就醫期間，是第一位也是最後一位接觸病患的人員，其為醫師與病患之間的橋梁，對於病患之照護往往影響著病患對於急診的正面或負面觀感(Melvin,1996)，護理人員是直接與病患接觸最長時間的人員，在滿足病患及照顧這需求上被認定為最有能力的醫療照護人員(Engli 和 Kirsivali,1993)。由於急診工作環境是高壓力、需要技術且忙碌又多樣化的單位，因此護理人員的角色就變得十分重要，護理人員遍布於急診室各處，有負責檢傷的檢傷護理人員，在診間、急救室、留觀區也有相對應的護理人員，無論是哪個部門的護理人員，常常需要面對急診病患病情的嚴重度及複雜性、暴力事件的危機管理、緊急大量傷患的機警應變，因此急診護理人員必須具備專業的評估能力及熟練各項專業技的操作，必須能快速評估臨床醫療處置照護及護理需求、正確書寫病人病程進展紀錄及各項檢查檢驗結果，並且在主治醫師督導下，執行指示性醫療照護行為。因此護理人員的執業能力及護理標準被認為對護理照護品質的影響甚鉅。

## 2.3 系統模擬

### 2.3.1 系統模擬之定義

所謂系統為一群相關或相互作用的個體為完成某特定目標的組合體，可以接受投入，並且得到產出，而且投入和產出之間同時以某一個目的為目標。而模擬是針對某一已存在或構想中之操作性系統行為，構建一個以電腦為基礎之數學或邏輯模式。Sauanders 等人(1987)認為系統模擬是一個非常有潛力的工具，可以在沒有真正在改變系統的情況下進行計劃，使資源做最有效的分配。Kelton(2000)給系統模擬的定義為：使用電腦技術去模仿真實的系統或流程。林則孟(2001)則認為系統模擬為數學模式中的一種，它是建立在機率與統計、資訊技術、及系統理論上。

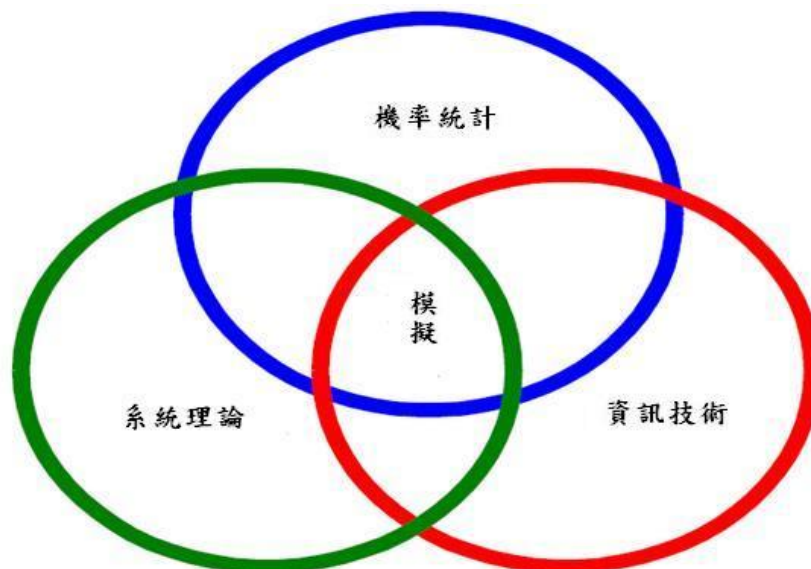


圖2.5 模擬之基本理論

資料來源: 林則孟，2001

模擬基於真實或者假定的各種不同情況下，對建立之模型加以試驗，使其能顯示在不同或不確定的情況下，實際從事決策或採取行動時所可能產生之結果與資訊，以作為解釋系統行為或作為改進現有系統效率及設計新系統時之參考。

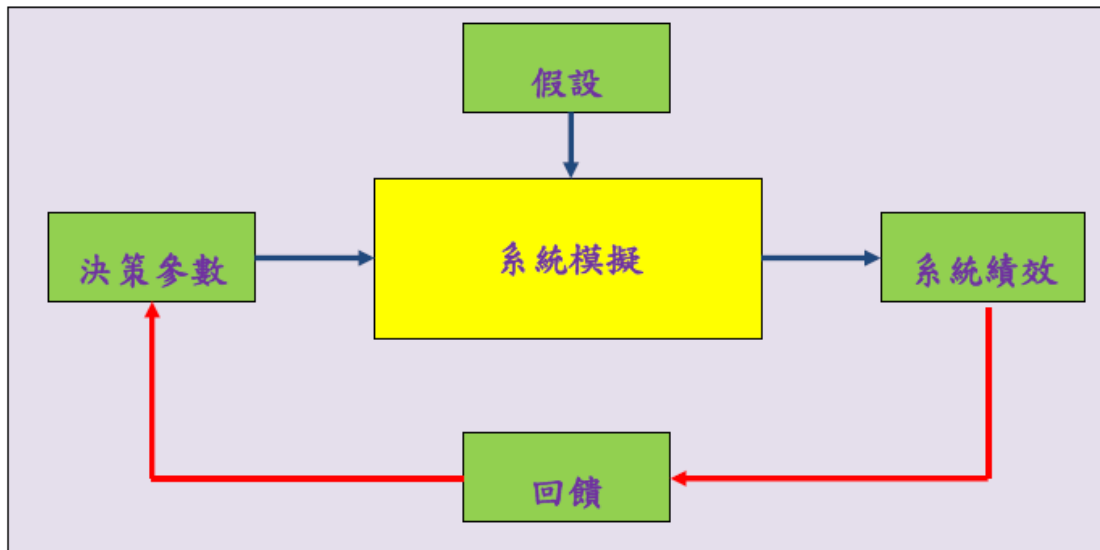


圖2.6 系統模擬架構圖

資料來源: 林則孟, 2001

一般而言，系統模擬可以依據不同的角度而給予分類。若以時間來分，有動態與靜態之分；依資料分類來分，有確定性與隨機性之分；依系統分類則有離散、連續和混合之分。本研究即為靜態、確定性的離散事件模擬。模擬不是一個真實的現象，而是一個系統抽象化的結果，我們可以針對問題去進行各種評估，測試與尋找還可以改善的空間。模擬只是一個評估模式，非最佳化模式，提供最佳解，而只僅提供合理解。所以，模擬並不是提供最佳解的工具而僅是一個方案的評估工具。

### 2.3.2 系統模擬之功能

系統模擬運用的範圍很廣例如汽車業、物流業、製造業、服務業、醫療業、金融業等，也可用在解決不同的問題上面，例如排程、派工、生產與配送、等候理論等，其功能如表 2.1 所示：

表 2.1 系統模擬之功能

功能	說明
解說(Explanatory devices)	定義以及詮釋一個系統之行為。
設計評估(Design assessors)	用來評估不同的建議性方案。
分析(Analysis)	透過實驗設計法來分析影響系統的因子。

功能	說明
預測(Look Ahead/Prediction)	用來預期未來某一時段可能發生的狀況以作為決策參考。
驗證(Verify)	用以驗證數學模式所提供的分析或數值解。

資料來源：系統模擬理論與應用(林則孟，2001)

### 2.3.3 系統模擬之優點及適用時機

藉由模擬研究，決策者可以避免實際從事現場改革的風險，也較容易看出長期的變化，在醫管上非常具有價值。現在資訊科技發達，軟硬體的發展一日千里，不僅程式的發展容易許多，同時由於可以加上動畫顯示，也使得模型更易令人了解。因此模擬有許多優點，其優點與其說明如表 2.2 所示：

表 2.2 執行系統模擬優點

優點	說明
可用在數學難解的問題	若遇到較困難的數學模式，無法用公式去計算，則可利用系統模擬的方式直接對問題做模擬來得到結果。
可避免實際操作的風險	若所遇到的產業較具有危險性，例如醫療產業，急診病患存在病情不確定的特質，每分每秒都影響著病患的生命安全，若因變動急診資源配置而造成病患等候時間過長而死亡，這個風險不是管理者能承擔的。因此透過模擬的方式來呈現結果可避免實際操作的風險。
可縮短時間，預知長期效果	系統模擬可以縮短試驗時間，數年的資料可以利用電腦執行系統模擬在短時間內得到，使決策者可以對計劃的長期效果作評估。

優點	說明
低成本探索或測試系統	可以在不妨礙真實系統運作的前提下探究或測試系統，以決定系統新的策略、操作程序、決策準則或組織程序等。
瞭解參數間關係	可以藉由執行系統模擬，觀察得到參數間的交互作用與這些變量在系統特性中的重要性。
較數學解析更接近真實系統	電腦系統模擬模型較數學解析模型更接近真實系統，會提高其解答的使用性。
可描述非常複雜的系統	系統模擬模型可以描述非常複雜的系統，且只要是能描述運作規則的系統，無論是否已實際存在，電腦系統模擬都能執行實驗。

資料來源: 系統模擬理論與應用(林則孟, 2001)

而在以下情況下利用模擬來進行解說、預測、評估等功能特別適用:

1. 實際的系統不存在，但若以實物建造太花費成本、或太花費時間、或太危險。
2. 實際的系統已存在，但做實驗太花錢、或太過於危險、或會造成太大的干擾。
3. 分析或預測一些複雜性的行為。
4. 數學模式難以或無法提供一個分析或數值解。

本研究探討急診人力資源配置，由於急診作業流程複雜，若每一個新的資源配置方式都實際去做測試，所花費的人事或設備成本是相當高的，且也要花費不少的時間去做測試，而使用模擬方式不僅可以快速精準的預測結果，且不必實際去做測試，因此省去不少的時間與成本。管理者也可以避免實際從事改革的風險，尤其急診病患存在病情不確定的特質，每分每秒都影響著病患的生命安全，若因變動急診資源配置而造成病患等候時間過長而死亡，這個風險不是管理者能承擔的。使用模擬的方式也較容易

看出長時間系統運作的結果。本研究符合以上 4 種情況，因此利用系統模擬來評估相當適用。

#### 2.3.4 系統模擬在急診醫療的相關研究

系統模擬技術是一種實證的研究方法，乃是利用電腦程式來建構研究對象的模型，並利用改變不同的設定值來預測不同的結果。模擬運用的範圍很廣例如汽車業、物流業、製造業、服務業、醫療業、金融業等，也可用在解決不同的問題上面，例如排程、派工、生產與配送、等候理論等。模擬起先運用於產業界，近年來開始逐漸使用於醫療服務業。國外相繼有文獻將模擬運用於門診、開刀房、急診等各部門；而國內關於此類的研究則仍屬於起步階段。由於醫院的急診室是一個複雜的部門，需要人員與設備高度的配合，而病患的等候時間常常影響到醫療照護品質，因此是個急需研究探討的主題，由於傳統的分析方法在表現廣泛的和有效的複雜系統上，模擬是一個有效的工具並且它的執行結果可以用來提供急診部門參考。模擬技術運用在醫院方面的相關文獻非常多，McGuire(1998)利用模擬的技術來減少病患待在急診室的時間，並建議使用系統模擬來當作改善醫療程序的工具。而 Draeger(1992)根據存在的排程與病患的資料發展出三個模型，而這些模型包含了病人的統計資料，例如等候與治療時間、服務的人員與使用的設備。侯東旭(1999)等人將企業流程再造的觀念導入醫院管理中，此研究提出將模擬技術應用於流程再造之成效評估上，並以醫院所發展之慢性病快速領藥作業流程為研究個案，應用模擬技術來模擬改善前與改善後之流程作業系統，結果發現慢性病快速領藥作業能有效縮短服務時間。黃俊智針對專科診所進行模擬研究，研究以預約掛號制度為主題進行一些改善與建議方案的探討，結果顯示適當的分散預約病患的到達時間將使得不論預約或現掛病患的候診時間減少。Evans 等人(1996)使用 Arena 模擬軟體分析了 13 種不同型態病患程序流程模擬，以達到縮短病人在急診部門平均停留時間。

由上述的文獻中可看出已經有許多的學者漸漸將模擬的技術應用在醫院方面上，以幫助解決醫院本身所遭遇到的種種問題，結合模擬本身具備的成本低廉、節省時間等優勢下，相信透過模擬技術來解決醫院方面相關問題將是未來發展之趨勢。

本研究整理過去國內外系統模擬在醫療上的研究於表 2.3 與表 2.4:

表 2.3 系統模擬運用於醫療國內相關文獻

作者	研究摘要	研究方法
侯東旭(1999)	將模擬技術應用於慢性病快速領藥作業流程再造之成效評估。	系統模擬
黃俊智(1997)	針對專科診所預約掛號制度進行模擬研究。	系統模擬
蘇喜(2002)	建立台北市之緊急醫療救護系統模擬模型，以有限的醫療資源來達到最大的效果。	系統模擬
張怡秋(1999)	應用企業流程再造與系統模擬於醫院的健康檢查流程。	系統模擬
莊亮倫(2010)	以緊急醫療救護系統資源配置問題，探討人力規模、救護車規模與教育訓練之決策方案，另外以 DEA 探討台南縣各消防分隊之績效。	系統模擬 資料包絡法
吳軍劼(2002)	使用物件導向模擬醫院健檢之設施規劃，並探討其流程並且將流程最佳化。	系統模擬
陳昶旭(2004)	使用系統模擬模擬醫院健康檢查，計算受檢者等候超過特定時間之機率，並且利用模擬進行不同方案的實驗進行改善方案比較。	系統模擬

表 2.4 系統模擬運用於醫療國外相關文獻

作者	研究摘要	研究方法
Duguay(2007)	此研究為喬治醫院急診部之一項離散事件模擬研究，其研究的宗旨乃在減少候診時間和改善整個輸送服務及系統產量。	系統模擬
Yurtkuran(2008)	分析在各類不同之調查因素的兩種情境下，其藥物送達系統運作，送達病人最少時間之方式。	系統模擬
Ahmed and Alkhamis(2009)	在有限的預算下，使用系統模擬並結合最佳方式；決定醫師、技術人員及護士最佳數量，來擴大病人數和減少病人等候時間。	系統模擬
Khurma(2008)	說明浪費的來源及改善對病人照顧和提高病人滿意度。	系統模擬

作者	研究摘要	研究方法
Chahal and Eldabi(2008)	使用混合模擬評估英國醫療照護系統，在處理細節及動態交互作用的能力。	系統模擬
Huschka and Denton(2007)	使用離散事件模擬，有助於門診流程中心之設計，可達到減少資源浪費和改善病人處理流程的最終目標。	系統模擬

由以上文獻可發現目前大多數學者都是以病患平均等候時間、病患平均停留系統時間、病床使用率等單一指標來評估急診室，而本研究以 NEDOCS 複合式指標來評估急診資源配置，結果將會更具有整體性。

### 2.3.5 模擬軟體 SIMUL8 之簡介

電腦模擬是一種真實世界或假設狀況通過電腦模型再現的方法，對研究對象進行分析，通過改變變數預測系統的表現。本研究利用模擬軟體工具 SIMUL8 做為建構模擬模型之工具，相較於其他模擬軟體，SIMUL8 是目前使用範圍最廣的商業模擬軟體，目前全球超過 10,000 使用者，包括：西門子、UPS、NOKIA、VISA、NHS、通用汽車、英代爾、上海寶鋼集團、卡特比勒、拜爾、惠普、羅傑斯科技等等企業，是全球大學講授最多的仿真軟體，包括：麻省理工學院、聖約翰大學、密西根大學、英國女王大學、同濟大學、上海交通大學、澳門科技大學、上海市環境科學研究院等等。

SIMUL8 主要功能為 Visio 流程圖模擬、系統、流程視覺化模擬分析、瓶頸識別、What-if、嵌入式自動控制。SIMUL8 是一個高效能但很容易使用的一個離散事件模擬軟體，它可以創建出一個可視化模型系統，藉由視窗圖型化的介面，很直覺地建構模擬模式，研究對象不管是在流程上或者動向上，均可清楚直接地在屏幕上透過動畫被展現出來。在模擬的同時透過 Visual Logic 更改物件屬性參數達到並行模擬的效果，動態地得到更改後的結果。透過 Visual Logic 這一類程式語言，可用來表達模型物件的特殊行為，可用來彌補基本物件之其他功能，例如物件流向、分配等設置，使模擬的彈性變得更加強大。

SIMUL8 軟體內建 Optquest 功能，可用於計算最佳解，其演算法利用 Tabu Search 巨集式啟發式演算法原理快速的幫助使用者找到一個最優解，在工商界、醫療等等產業對於 SIMUL8 這套軟體頗受好評。



## 2.4 NEDOCS 急診室流量指標

### 2.4.1 NEDOCS

急診室的擁擠程度在近年來才開始被量化，NEDOCS(National ED Overcrowding Study)與 EDWIN (Emergency Department Work Index )是唯一兩個可用來評估的指標，而其中又以 NEDOCS 指標較有規模且較常被醫療產業使用(Weiss，2004)。NEDOCS 為美國醫學中心發展出來的指標，此指標主要用來衡量急診室目前的壅塞程度，將病患等候時間、急診病床數、住院人數、急診人數等等參數，透過專家問卷方式統計計算出一條回歸方程式，此公式算出的值越大代表著急診室擁塞的程度就越大。

### 2.4.2 NEDOCS 相關文獻

由於 NEDOCS 指標為國外較新的一項評估指標，主要的文獻還是以國外居多，而國內相關文章較少，表 2.5 為本研究整理 NEDOCS 指標運用於急診流程相關之文獻。

表 2.5 NEDOCS 相關文獻

作者	研究摘要	研究方法
Weiss 等人 (2004)	利用國際急診擁塞程度研究指標(NEDOCS)來預估急診室擁塞程度，並且探討未看診離開病患比率與擁塞程度的關係。	NEDOCS
Bair 等人 (2009)	利用 NEDOCS 指標探討住院病床數與急診室效率的程度影響為何。	NEDOCS
Stephen 等人 (2006)	利用急診室工作尺度來預測救護車轉診與急診擁塞程度影響為何。	NEDOCS
Jones 等人 (2006)	以 NEDOCS、EDWIN 等指標評估急診室擁塞程度。	NEDOCS

### 第三章 研究方法

#### 3.1 研究對象簡介

本研究探討對象為中區某一醫學中心，個案醫院現有員工約 3346 位，其中各級醫師約 625 名(其中主治醫師 285 名)，包括 25 個醫療專科。總床數約為 1500 床，急診每月服務量約為 5320 位病人。全年度門診病患約 1,517,745 人次、急診病患約為 63,843 人次、住院病患約 95,262 人次。

急診部門位於急診大樓一樓，擁有急診觀察床 77 床，主治醫師 18 位、住院醫師 23 位、護理人員 67 位、助理人員 2 位。故本研究以個案醫學中心 2010 年 1 月至 3 月之急診病患數量，共 14779 萬人次就醫處置檔與就醫人次檔合併後進行研究與探討。

#### 3.2 研究方法架構

本研究方法之研究架構如圖 3.1 所示：

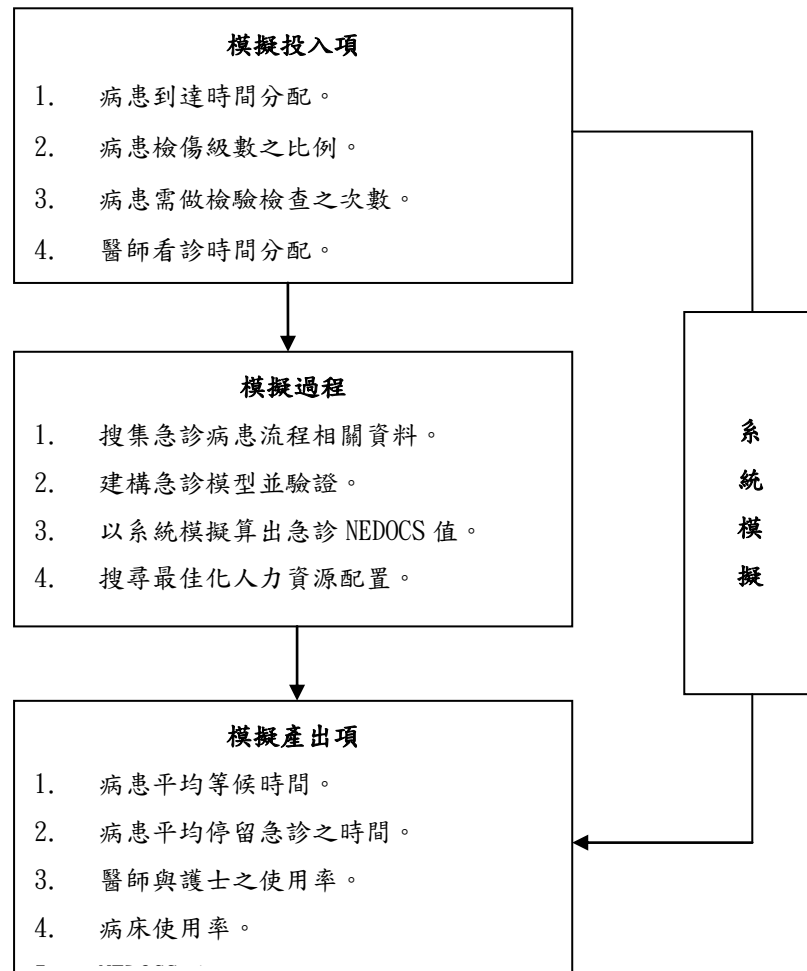


圖3.1 研究架構圖

### 3.3 研究步驟

本研究將遵循以下步驟去執行:

1. 蒐集急診流程之相關資料，對於所得參數與變數進行統計分析。
2. 依照急診流程參數與變數建立模型，並透過模擬的方式得到急診病患停留急診時間、急診病患等候時間及 NEDOCS 指標等產出結果。
3. 利用 t 檢定及敏感度分析對於產出結果進行驗證以確保模型的正確性。
4. 以 NEDOCS 指標為目標函數，利用禁忌搜尋法尋找不同情況下急診人力資源配置最佳化。

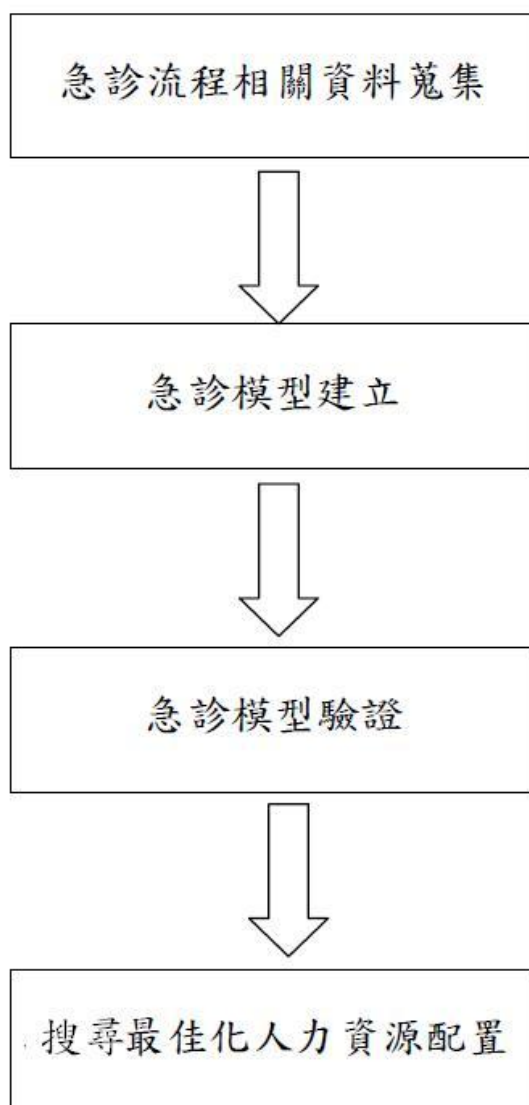


圖3.2 研究步驟流程圖

### 3.4 研究假設與限制條件

本研究在建置模型時有著以下的假設以及限制條件：

1. 不管醫師或護理人員資歷多深，假設每位醫師與護理人員的能力都相同，看診時間與執行檢驗檢查時間均相同。
2. 假設病患都能遵守排隊規則，能依照病情的嚴重程度做排列而不會私自插隊。
3. 假設各部門的醫師與護理人員是獨立作業的，不會跨部門去支援或者共用。
4. 假設病患不會因等待時間過長或者其他人為因素而未看診就私自離開急診室。
5. 假設急診環境處於一理想穩定狀態，未受到重大事故、災害等外在因素影響。
6. 志工、實習醫師、實習護士等不確定性人力資源在本研究中均不納入探討範圍。
7. 假設醫師與護理人員均無排班上的問題，醫師及護理人員在每個時段人數均相同。

### 3.5 系統模擬執行步驟

模擬是對於真實世界系統操作做持續性的模仿，若欲得到一個精確的模擬值，需要在嚴格的限制下進行探討。如何計畫去建立一個完善健全的系統模擬之程序及要點，本研究整理了模擬執行步驟圖如圖 3.2 所示，說明如下：

#### 1. 確立問題

首先必須先了解目前所要探討的問題為何，並且定義研究的目的和確認系統的範圍，及其內部間相互關係。對於與問題相關的因素仔細觀察並以數學描述的方式將問題公式化，以利於模型的建立。

#### 2. 建立模型

當對於問題完全了解後，開始對於整個問題的相關參數作定義，探討這個問題中哪些物件對於整個模型會造成影響，以及物件與物件間是否有交互作用、先後順序等等。研究者應當盡可能的清楚了解每一項細節才

能夠使建立的模型達到完整。

### 3. 資料收集

建立模型後，對於模型中各個需求之參數值去進行資料收集，收集從系統得來的相關資料，並且加以描述。資料收集這個步驟是整個流程中最為重要的步驟，若收集的資料本身就是錯誤的，無論模型參數設置的再好，跑出來的結果也會是錯誤的，使得最後模型沒有任何的用處。

### 4. 輸入模型

資料收集完畢後，將模型中所有物件之參數輸入到模擬軟體中，並且模型之示意圖，使得更容易了解流程間物件與物件相互之關係，作為分析的準備。

### 5. 模型驗證與確認

當模型建立完畢，模型的驗證與確認是很重要的課題，模型驗證是有關如何使模擬模式正確(Building the model right)，也就是模型所表達或描述的，模擬軟體是否可以如預期的去執行與實際情況相符。而模型確認是有關如何建構正確模擬模式(Building the right model)，也就是模型之結果是否符合實際情況。一般而言，模型的確認方法有下列幾種：

#### (1)與領域專家進行模型確認

由於領域專家對於實際情況很熟悉，因此透過模擬軟體模擬之動畫呈現以及與領域專家互動，觀察結果是否如預期中應有的行為，進一步確定了模型的正確性。

#### (2)使用歷史資料進行模型確認

透過與實際資料相同的輸入資料，將模擬跑出的輸出值與真實系統輸出值做比較，利用統計方法的檢定來確認模型的正確性。在統計上較常用來驗證的方法為 t 檢定。

#### (3)與其他模型比較

若真實狀況不存在或難予取得，若模型問題不複雜則可以透過其他演算法算出結果來與此模擬結果做比較，若問題複雜則可透過相似的模擬模式來做比較，但相對的模型的可信度不如和真實系統比較來的高。

### 6. 建構新模型

模型驗證與確認後，依據不同的計劃與策略進行資源配置，或者是流程重編，將所構想出來的新方案建構出來。

### 7. 結果分析

針對模擬建構出來的新方案，透過模擬軟體模擬，以得知新模型結果是否有達到原模型之需求；新模型是否有比原模型結果來的優異；或者在不同的情況下採用哪個方案效率會較高等等分析。

### 8. 實際運用

最後將分析後的結果實際運用於真實產業中，達到模擬的目的。

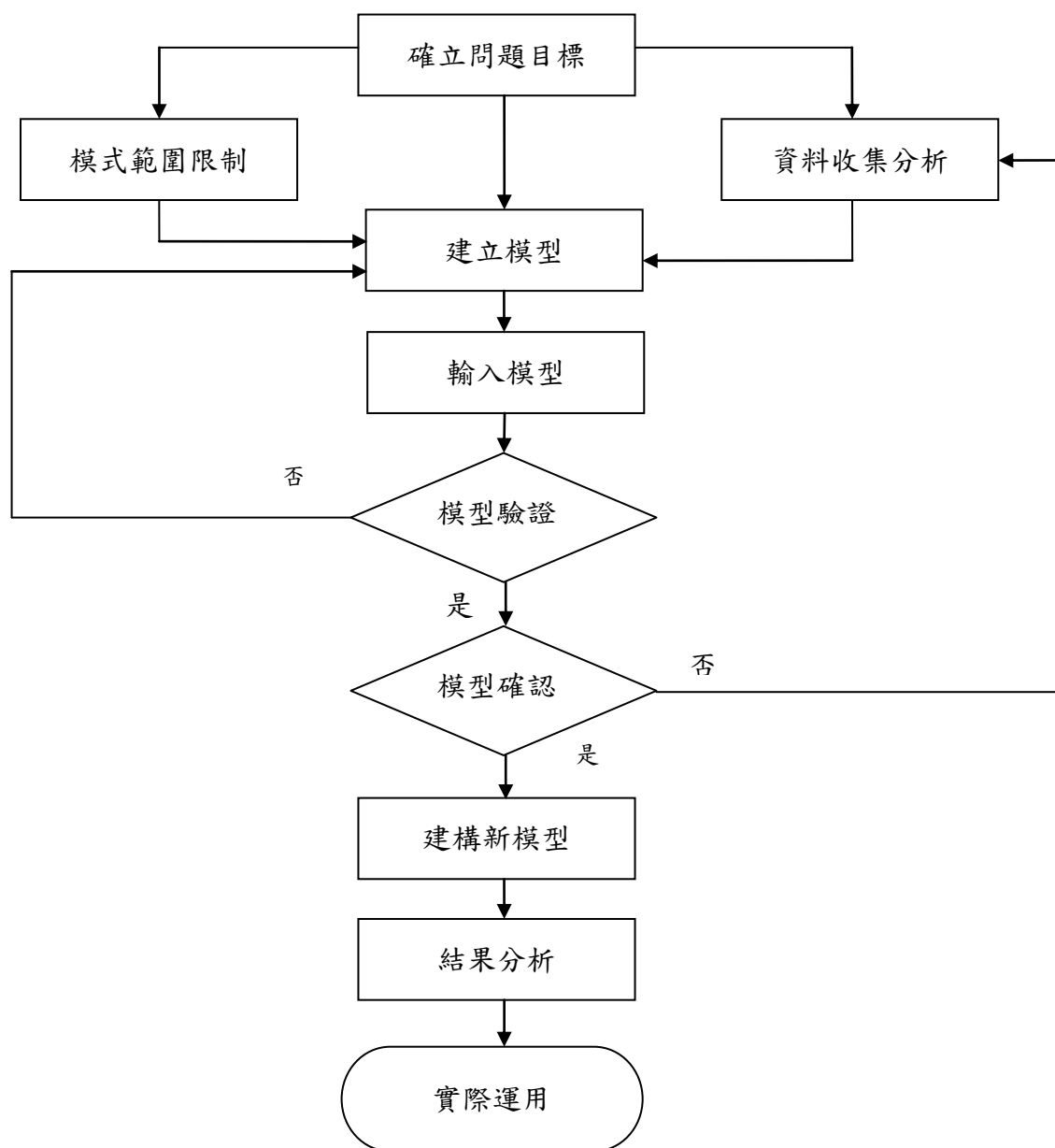


圖3.3 模擬執行步驟圖

### 3.6 NEDOCS 參數定義

NEDOCS 指標為一複合型指標，參數包含急診總病患人數、急診總病床數、急診等待住院人數、醫院總病床數、病患等候時間及急診病患使用呼吸器個數，如公式 3.1 所示(Weiss, 2004):

$$\text{NEDOCS} = (P_{\text{bed}}/B_t) * 85.8 + (P_{\text{admit}}/B_h) * 600 + W_{\text{time}} * 5.64 + A_{\text{time}} * 0.93 + R_n * 13.4 - 20 \quad (3.1)$$

公式參數說明如下:

$P_{\text{bed}}$ : 在時間  $t$  時，急診室總病患人數。

$B_t$ : 在時間  $t$  時，急診室總病床數。

$P_{\text{admit}}$ : 在時間  $t$  時，急診室等待住院總病患人數。

$B_h$ : 在時間  $t$  時，醫院總病床數。

$W_{\text{time}}$ : 在時間  $t$  時，病患於候診室等待病床的時間。

$A_{\text{time}}$ : 在時間  $t$  時，急診病患等住院最長的留滯急診時間。

$R_n$ : 在時間  $t$  時，急診病患使用呼吸器的數目。

以上七項參數中，在固定急診成本下，其中兩項與急診室規模有關，四項與人力資源配置有關，而一項與病患嚴重程度比例有關。急診室總病床數與醫院總病床數根據醫院的規模大小數量有所不同，屬於固定參數，而呼吸器數目的多寡與目前急診室各級病患人數有關係，當病患病情越嚴重所使用呼吸器的機會也增加，而急診室總病患人數與急診室等待住院總病患人數根據急診室擁塞程度大小不同而有所不同，當病患停留急診室時間越長，所累積的病患人數也會因此增加，而病患於候診室等待病床的時間與急診病患等住院最長的留滯急診時間與急診病患的占床時間有關係，而占床時間與人力資源配置的優劣又有著相互的關係，當人力資源配置越佳病患占床時間就越短，相對等待病床的時間就會降低。

NEDOCS 指標算出來的值根據不同的擁塞程度從小至大分為六個等級，醫院管理者可用來評估急診室目前的擁塞程度為何，其標準如表 3.1 所示。

表 3.1 NEDOCS 指標等級

等級	範圍	結果解釋
Level 1	$0 \leq \text{NEDOCS} < 20$	不忙(not busy)
Level 2	$20 \leq \text{NEDOCS} < 60$	忙(busy)
Level 3	$60 \leq \text{NEDOCS} < 100$	極忙但未到壅塞(extremely busy but not overcrowded)
Level 4	$100 \leq \text{NEDOCS} < 140$	壅塞(overcrowded)
Level 5	$140 \leq \text{NEDOCS} < 180$	嚴重壅塞(severely overcrowded)
Level 6	$\text{NEDOCS} \geq 180$	危險壅塞(dangerously overcrowded)

資料來源: Steven J. Weiss, 2004

以擁塞程度來說，當 NEDOCS 分數  $\geq 100$  代表著急診室處於擁塞的狀態，分數越高越擁塞；而 NEDOCS 分數  $< 100$  代表著急診未達擁塞的狀態，分數越低越不擁塞，本研究將依據 NEDOCS 指標來當作急診人力資源配置優劣之衡量因子。

### 3.7 禁忌搜尋法

禁忌搜尋法屬於巨集式啟發式演算法的一種。此演算法廣泛地被應用在求解組合最佳化之問題，禁忌搜尋法最早是由 Glover 提出，用於求解整數規劃問題，在英文中，Tabu 表示禁止的意思，所以 Tabu Search 稱為禁忌搜尋法。

禁忌搜尋法的演算步驟如圖 3.4，而說明如下：

1. 選取一起始解  $x_0$ ，並令此解為目前最佳解  $x^*$ ，目標值  $G(x')$ ，設定迭代  $k=0$ 。
2. 若鄰近解集合  $N(x_k)$  中的最佳解  $x'$ ，若有在禁忌列表中，則選擇次佳的鄰近解，並替換其最佳解  $x'$ ，檢查是否有在禁忌列表中，直到找到沒有在禁忌列表的最佳鄰近解。迭代加 1。
3. 以  $x'$  為下一迭代的目前解  $x_{k+1}$ ，若此解的目標值較目前最佳解好 ( $G(x') < G(x^*)$ )，則以此解為最新的最佳解 ( $x' = x^*$ )。
4. 當終止條件成立，便停止搜尋。否則回到 step2。



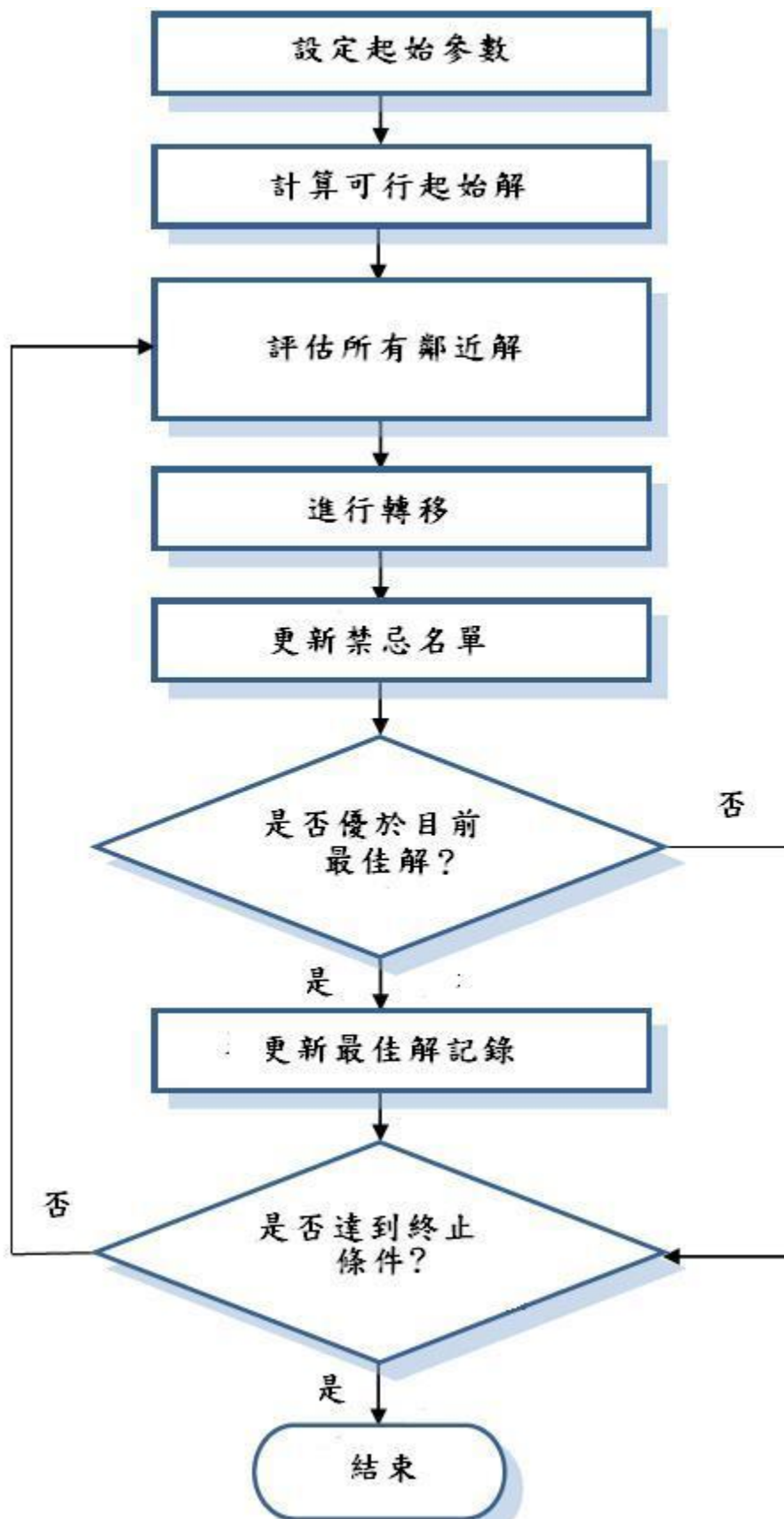


圖3.4 禁忌搜尋法流程圖

## 第四章 研究結果與模型驗證

### 4.1 研究樣本統計分析

本研究調查了中部某公立醫院急診室 2010 年 1 月至 3 月之急診病患數量，共 14779 人次。經由統計分析可得知每日平均到達病患人數如圖 4.1 所示：

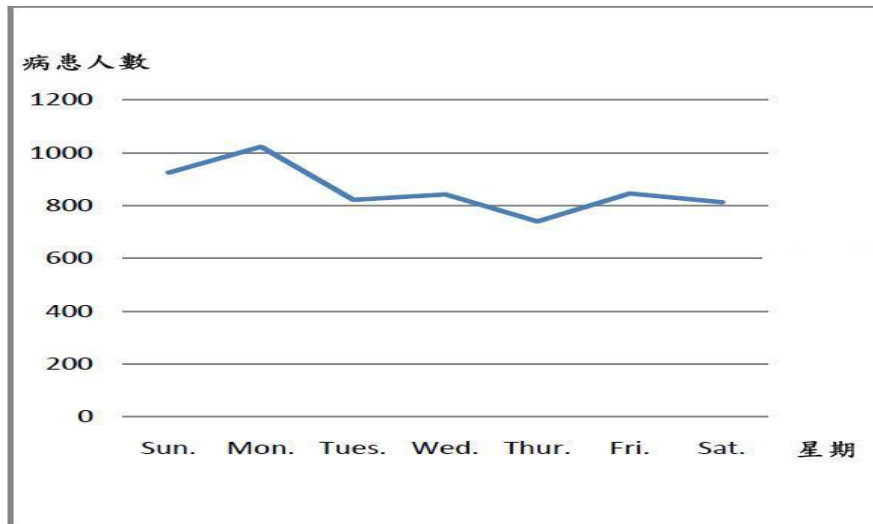


圖4.1 每日平均到達病患人數趨勢

由圖 4.1 可知在星期日至星期二這段時間點為病患到達的高峰點，其中星期一急診病患人數最多，高達每日平均 1128 人；而每小時平均到達病患人數如圖 4.2 所示，在早上 8 點至下午 4 點這段早班時段為急診病患的巔峰時段，次之為下午 4 點至凌晨 12 點的小夜班時段。

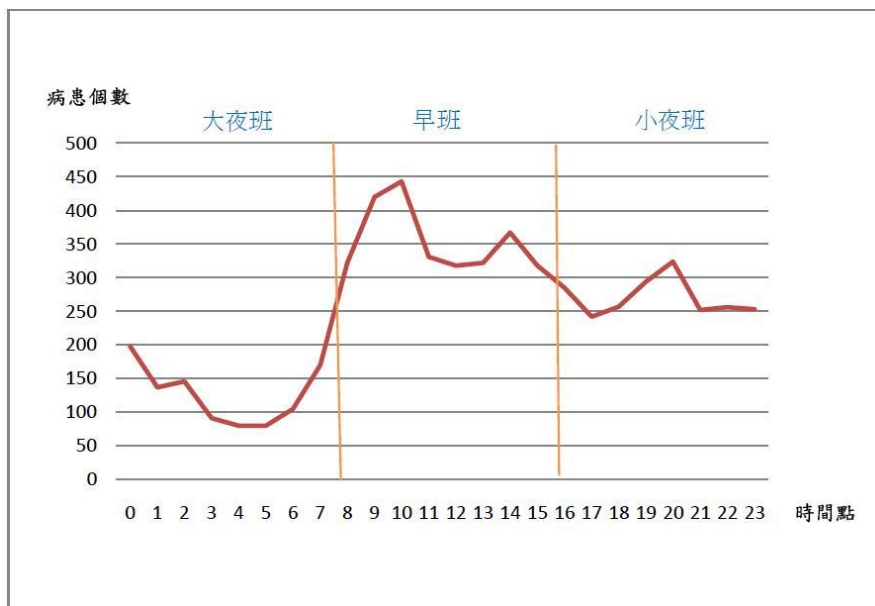


圖4.2 每小時平均到達病患人數趨勢

## 4.2 模型建立與結果分析

本研究變項參數部分依照急診區域的不同將急診流程分為四塊主要區域進行探討，分別為臨床區域(Clinical Room, CR)部分、主要急診區域(Main Emergency Department, MED)部分、急救區域(Resuscitation Room, RR)部分、留觀區域(Observation Unit, OU)部分，而急診資源配置部分則分為醫生人員、護理人員、設備機台這三部分來探討。

### 4.2.1 急診流程參數設置

經本研究整理，個案醫院急診流程主要有下列幾項：

#### 1. 臨床區域(CR):

病患進入急診室所面對的第一個區域為 CR 區，CR 區包含了檢傷區以及掛號區，不論是病患自行前來或者是由救護車送來之病患，都需要做檢傷來判斷病情的嚴重程度及看診的優先順序。此研究個案醫院於早班、小夜班、大夜班三個時段各安排一名檢傷護理人員於檢傷區負責執行檢傷的工作，通常病患進入急診室，若檢傷後病患檢傷等級為一級則直接進入急救區域進行急救，若檢傷後病患檢傷等級為二、三、四、五級則先行掛號並進入主要急診區域。經本研究整理統計，表 4.1 為急診病患於早班、小夜班、大夜班到達之速率分配，分別服從指數分配 13.11 分鐘、9.27 分鐘以及 11.45 分鐘。

表 4.1 病患到達分配

	大夜班	早班	小夜班
到達分配	EXP(13.11)	EXP(9.27)	EXP(11.45)

而一位病患檢傷掛號之執行處理時間服從最小值 0.2 分鐘、平均值 2.05 分鐘及最大值 7 分鐘的三角分配。經由檢傷後可將病患依病情嚴重性分為一至五等級，各等級檢傷比例如表 4.2 所示。

表 4.2 病患各級檢傷比率

檢傷等級	比率
一級病患	11%
二級病患	59%
三級病患	27 %
四級病患	2%
五級病患	1%

2. 主要急診區域(MED):

二至五級檢傷的病患掛號後由臨床區域移置主要急診區域，進入主要急診區域後，檢傷等級為二至五級之病患依序於等候線上作等待看診之動作，此處排隊規則並非先到先服務(FIFO)而是依據病情的嚴重性去做排列，檢傷二級病患有較大的優先權，檢傷三級病患次之，依此類推。主要急診區域主要有三位醫師負責看診動作、三位護士負責協助。每位病患需要 1 張急診病床來做放置動作，醫師看診時間服從最小值 8 分鐘、平均值 16 分鐘及最大值 24 分鐘的三角分配，而病患經看診後醫師會評估病患是否需要做檢驗檢查，經本研究統計整理各級病患檢驗檢查的次數比例如表 4.3 所示，每做完一次的檢驗檢查需給醫師再看診一次。

表 4.3 各級檢驗檢查循環次數

次數	二級病患	三級病患	四級病患	五級病患
1	15.4%	20.5%	21.4%	45.3%
2	39.8%	42.7%	49.7%	35.7%
3	23.2%	20%	11.6%	16.8%
4	11.4%	9.7%	9.3%	2%
5	6.4%	4.3%	4.6%	0%
6	3.8%	2.8%	3.1%	0%

檢驗檢查項目包含很多種，包括血液檢驗、尿液檢驗、糞便檢驗、體液檢驗等等，本研究將需要護士的檢驗與不需要護士檢驗的項目做分開，每次檢驗檢查時間不分檢查項目計算出每一次檢驗檢查時間分配，時間配置於表 4.4 所示。而護士檢驗時間服從最小值 5 分鐘、平均值 8 分鐘及最大值 10 分鐘的三角分配。

表 4.4 二至五級病患檢驗檢查循環時間分配

次數	時間
1	EXP(3.4)
2	EXP(107.4)
3	EXP(55.6)
4	EXP(75.3)
5	EXP(49.8)
6	EXP(49.8)

檢驗檢查完後，醫師會給予病患做處置動作，包含允許病患離開、將病患移置留觀室做觀察、將病患移置加護病房或者普通病房等，其比例於表 4.5 所示。

表 4.5 二至五級病患處置去向比例

處置項目	二級病患比率	三級病患比率	四級病患比率	五級病患比率
留觀	55.8%	43.6%	42%	32.6%
住院	2.6%	3.0%	3.4%	0%
離院	41.6%	53.4%	54.6%	67.4%

### 3. 急救區域(RR):

一級檢傷的病患直接由臨床區域移置急救區域，急救區域有 8 張病床，病患必須放置在病床上接受診療，進入急救區域之病患都是最危急的病患，必須立即接受處置，若需要急救則進入手術房，急救時間服從介於

30 至 50 分鐘的均勻分配。一級病患需要急救的比率為 4.73%，相對的不需要急救的比率為 95.27%。而病患依序於等候線上作等待看診之動作，此處排隊規則採先到先服務(First In First Serve)規則。急救區域主要有兩位醫師負責看診動作、兩位護士負責協助，與主要急診區域一樣需要經過醫師看診，並且檢驗檢查，其檢驗檢查次數比率於表 4.6 所示。

表 4.6 一級病患檢驗檢查循環次數比率

次數	去向比率
1	20.6%
2	23.4%
3	22%
4	17%
5	8.3%
6	8.7%

由於一級病患較為緊急，因此檢驗檢查時間縮短了一半，病患經過檢驗檢查後醫師依樣會給予病患處置，處置項目與比率於表 4.7 所示。

表 4.7 一級病患處置去向比率

處置項目	去向比率
留觀	72.3%
住院	17.3%
離院	10.4%

#### 4. 留觀區域(OU):

在留觀區域觀查的病患，依序於等候線上作等待看診之動作，此處排隊規則採先到先服務規則。與前面兩種區域一樣，反覆的執行檢驗檢查及診療，不同的是留觀區域每 8 個小時醫師會執行巡床的動作，巡床的時間是根據現場留觀區的病患數而決定，一位病患大約需花費 5 分鐘的時

間。留觀室最多能待到 48 小時，當留觀結束後醫師必須給予病患做處置，必須決定病患是否需住院或者可以出院，本研究統計整理各級留觀去向比率如表 4.8 所示。

表 4.8 各級留觀去向比率

處置項目	一級病患比率	二級病患比率	三級病患比率	四級病患比率	五級病患比率
離院	27.3%	53.3%	58%	67.6%	66.7%
住院	72.7%	46.7%	42%	32.4%	33.3%

#### 4.2.2 急診資源配置變項

本研究將個案醫院資源以及設備等變項整理如下:

##### 1. 醫師之人力資源:

急診醫師分為主治醫師、住院醫師、總醫師，此研究假設三類醫師的能力是相同的，且不同醫師間的能力也是相同的，因此在急診室中，每日平均之醫師數分別在主要急診區為三位、急救區為兩位、留觀區為三位。醫師除了看診外，急救區的醫師還必須執行手術；而留觀區的醫師則還必須要執行巡床的動作。

##### 2. 護理人員之人力資源:

護理人員分散在急診室各處，此研究之護理人員除了檢傷區的一位外，分別在主要急診區有三位護理人員、急救區有兩位護理人員、留觀區有三位護理人員。本研究假設護理人員的能力是相同的，護理人員除了協助醫師看診外，還必須執行有關血液方面的檢查項目。

##### 3. 床位資源:

目前此個案研究醫院急診室安排了 52 張急診床以及 8 張急救床，急診的床位總是不夠，因此病患當沒床位時就利用輪椅來充當床位，而本研究假設醫院住院病床能提供 2000 張給急診病患，當住院病床數不夠用時則病患須停留在急診區無法住院。

##### 4. 其餘設備資源:

其餘設備資源包含了各式檢驗檢查項目的機台數，由於本研究模型將檢驗檢查各項目合併，因此機台數無從考量，固本研究假設這些檢驗檢查的機台數為無限多台。

### 4.2.3 模型作業流程

依據急診作業流程圖以及本研究 4.2.2 研究變項及參數部分輸入至模型中，建立之模擬模型如圖 4.3 所示，以下為模擬模型中各個物件簡單之說明

1.  急診病患到來：為整個急診流程之起源，每個時段病患到達速率均不同。
2.  等候區：為一等候區，提供等待中之病患停留使用。
3.  檢傷掛號：為一工作站，將病患依嚴重程度分類級別。
4.  dummy：為一虛擬站，用來撰寫 VB 語言與 label 建立使模型更符合真實狀況。
5.  處置去向：為一決策站，用來決策急診病患之處置去向。
6.  診察：為一工作站，為急診醫師為病患看診的作業區域。
7.  檢驗檢查：此為一工作站，為病患執行檢驗或者檢查的綜合作業區域，但此處不需護理人員來執行。
8.  急救：為一工作站，為急救病患急救的作業區域。
9.  護士檢驗：為一工作站，為病患執行檢驗或者檢查的綜合作業區域，但此處需要護理人員來執行。
10.  住院：為一工作站，病患需要轉往醫院進行接受治療的區域。



11.  離開急診系統：為整個急診流程之結束點，死亡、住院、出院都包含在內。
12.  模擬鐘：用來控制模擬開始與結束的時間。
13.  entity：移動中的物件，此研究用來表示 2~5 級之急診病患。
14.  entity：移動中的物件，此研究用來表示 1 級之急診病患。
15.  檢傷護士：為一資源，負責檢傷作業執行。
16.  醫師：為一資源，負責各診查作業執行。
17.  護理人員：為一資源，負責各診間檢驗檢察的執行。
18.  急診病床：為一資源，負責放置急診病患。
19.  醫院病床：為一資源，負責放置住院病患。

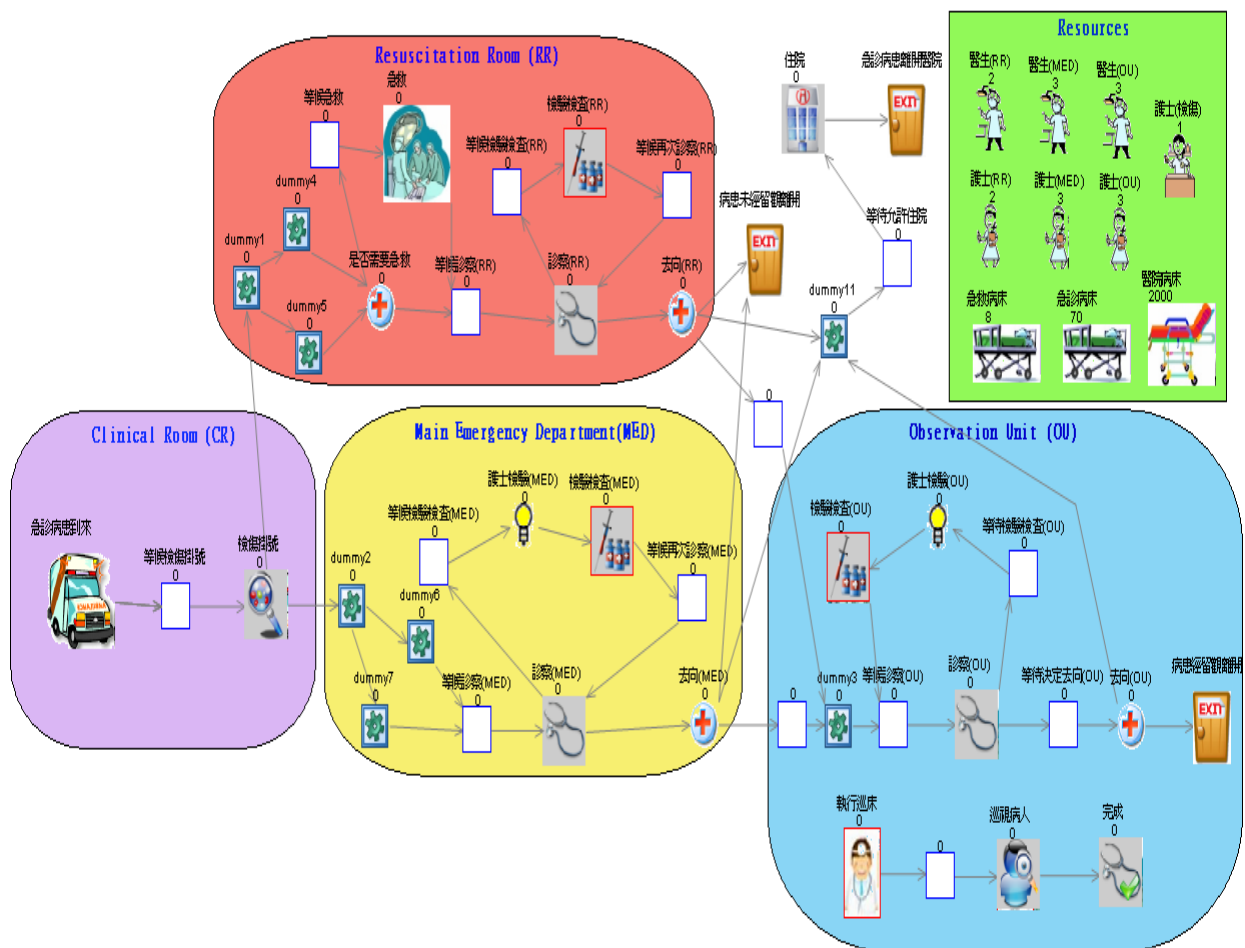


圖4.3 Simul8急診模擬模型

在急診流程中，首先病患會到達急診系統，一般而言急診病患進入急診室主要有兩種途徑，第一種為由救護車送來的，第二種為病患自行前來。接下來進入檢傷掛號區，經由醫護人員快速評估病人病情急迫嚴重程度將病患依病情輕重分為復甦急救、危急、緊急、次緊急、非緊急 5 種等級，安全候診時間分別為立即就診、10 分鐘、30 分鐘、60 分鐘、120 分鐘。並且根據嚴重程度決定看診順序。經由檢傷分類將病患分成 1~5 級病患，1 級病患不需等候，直接前往急救室做處置，而 2~5 級病患依序至診間等候椅或床位等待醫師看診，看診之優先順序不是依據到達的先後次序去做排列，而是根據病患之嚴重性，從 2 至 5 級依序排隊看診。進入診間或急救室後，醫師在看完病歷及對病患進行初步診斷後會對病患進行處置之動作，處置之動作主要有以下幾項：

1. 決定病患是否需要開刀、施打藥物等其他治療動作。
2. 是否需要進行 X 光檢查、抽血檢查等檢驗動作。

3. 病患是否要住院、轉往留觀室觀察或可以直接批價離開。

當作醫師做完處置後，病患依據所執行的處置移動，進入留觀室的病患需要接受 6~48 小時的觀察及治療，醫師每 8 小時會巡留觀室每位病患的床，詢問及檢查病患的病情。當病患離開急診系統不只是單單包括領藥批價出院，也包含了進入加護病房或普通病房住院或者是死亡等等情況。

#### 4.2.4 模擬時間及次數

本研究透過 Simul8 軟體模擬急診流程 10 次，取 10 次模擬結果之平均值。為了達到模擬之穩態，因此本研究每一次的模擬結果，均先模擬 15 天，這 15 天的值都不予收集，直到第 15 天之後的資料才開始進行收集，並且為了與真實統計資料時間點相同，模擬時間 3 個月，也就是 129600 分鐘。由於急診室 24 小時全年無休，因此時間設置為周一至周日、00:00 至 24:00，無時間上的中斷。

#### 4.2.5 模擬結果

本研究透過模擬軟體 Simul8 模擬中部某公立醫院急診室 3 個月，得到下列輸出結果：

##### 1. 病患平均停留於系統之時間：

本研究將病患停留於系統之時間分成兩部分，第一種為未經過留觀室之病患，也就是說沒有經過 OU 流程直接離開或住院之病患；第二種為經過留觀室之病患，也就是說經過 OU 流程後才離開或住院之病患。兩種不同病患類型之輸出結果於表 4.9、4.10 呈現。不論是以未經留觀病患或者經留觀病患來說，急診病患以一級病患停留時間最長，其次為二級、三級、四級、五級病患，造成停留時間長短的原因可能為(1)不同級別病患循環次數不相同(2)不同級別病患看診優先順序不相同，綜合以上兩點造成急診病患停留時間上有著如此差異。

表 4.9 未經留觀病患之平均停留急診室時間

急診病患檢傷等級	平均值(單位: 分鐘)	標準差(單位: 分鐘)
一級病患	192.1	114.1
二級病患	180.3	157.0
三級病患	170.5	156.9
四級病患	167.9	162.6
五級病患	135.2	132.8

表 4.10 經留觀病患之平均停留急診室時間

急診病患檢傷等級	平均值(單位: 分鐘)	標準差(單位: 分鐘)
一級病患	606.3	362.8
二級病患	598.6	361.3
三級病患	551.7	344.9
四級病患	541.2	380.6
五級病患	406.7	282.9

2. 病患平均等候時間:

本研究探討病患等候時間之區域有三處，分別於主要急診區域(MDE)、急救區(RR)、留觀區(OU)，三個區域等待看診之平均等候時間於表 4.11 所示。造成等候時間差異的可能原因為(1)主要急診區之病患為 2~5 級病患，因此人數較多(2)留觀區之病患檢查項目在主急診區與急救區就已經做了大部分。

表 4.11 急診病患平均等候時間

區域	平均等候時間 (單位:分鐘)
主要急診區域(MDE)	23.3
急救區(RR)	0.2
留觀區(OU)	5.4

### 3. 人力資源平均使用率:

本研究探討急診室人力資源包含急診醫師及急診護理人員，其各資源使用率於表 4.12 所示。

表 4.12 急診部門各人力資源使用率

人力資源	使用率(單位: %)
急診護理人員(檢傷)	20.8
急診醫師(MED)	41.1
急診護理人員(MED)	46.2
急診醫師(RR)	28.9
急診護理人員(RR)	24.1
急診醫師(OU)	78.4
急診護理人員(OU)	55.6

### 4. NEDOCS 值:

透過 Simul8 模擬軟體的模擬，每相隔兩小時計算一次 NEDOCS 值，一天共統計 12 個 NEDOCS 值，圖 4.4 為每日 NEDOCS 之趨勢圖，由圖可知急診室大約有 83% 的時間都處於擁塞的狀態，在下午 4 點至 10 點時更呈現嚴重擁塞狀態，只有 17% 的時間處於未達擁塞狀態，在早上 6 點至 10 點這段時間呈現極忙但未到壅塞狀態，而整體平均 NEDOCS 為 126.79。



圖4.4 NEDOCS趨勢圖

### 4.3 模型驗證

由於本研究所使用的模擬軟體提供了動畫功能，所以透過動畫的顯示，讓我們很清楚地了解到所構建的模式，是否與自己所想要的行為相符，且軟體本身還有自動檢視程式語法邏輯的功能，更能幫助確認模式的正確性。經由對研究對象的觀察，並與該單位主管討論後，得知本研究建構出的模式與實際作業流程一致，且在軟體語法上，自動檢視程式語法的功能也未發現錯誤。本研究將利用 t 檢定與敏感度分析來驗證模型的效度以及正確性。

#### 4.3.1 t 檢定分析

利用 Simul8 模擬軟體模擬台灣某中部公立醫院急診醫學科三個月，並且統計 99 年 1~3 月分實際資料，將 Actuality 與 Simulation model 之結果做比較，由表 4.13、4.14 可以發現誤差較大的值發生於 4 級病患以及 5 級病患，這兩類為急診少數之病患，樣本數較少且變異較大，因此 Simulation model 與 Actuality 數值的誤差會比其他級病患來的大。

表 4.13 病患停留急診時間比較(未經留觀病患)

	Actuality	Simulation model	Error (%)
1 級病患	183.9	192.1	4.45
2 級病患	174.1	180.3	3.56
3 級病患	162.9	170.5	4.67
4 級病患	140.7	167.9	19.33
5 級病患	103.1	135.2	31.13

表 4.14 病患停留急診時間比較(經留觀病患)

	Actuality	Simulation model	Error (%)
1 級病患	639.1	606.3	5.13
2 級病患	609.1	598.6	-1.72
3 級病患	562.5	551.7	-1.92
4 級病患	528.1	541.2	2.48
5 級病患	551.4	406.7	-26.24

利用 t 檢定可以驗證此模型是否符合實際情況，在此假設  $H_0$  為實際系統與模擬系統的病患停留時間無差異性，即  $H_0: \mu_x - \mu_y = 0$ ； $H_1$  為實際系統與模擬系統的病患停留時間有差異性，即  $H_1: \mu_x - \mu_y \neq 0$ ，信賴水準  $\alpha = 0.05$ ，其中  $\mu_x$  為實際值平均數，而  $\mu_y$  為模擬值平均數。由於本研究每次試驗 10 次，因此 n 為 10，利用 t 檢定公式將各個值帶入算出 t 值，再利用 Excel 試算表算出各個 t 值之 P-value，其結果表格建置於表 4.15 與表 4.16。

表 4.15 t 檢定分析(未經留觀病患)

病患等級	$\mu$ of Actuality	$\mu$ of Simulation model	$\sigma$ of Simulation model	t 值	p-value	是否顯著
1 級	183.9	192.1	114.1	0.227	0.4127	否
2 級	174.1	180.3	157.0	0.125	0.4516	否
3 級	162.9	170.5	156.9	0.153	0.4409	否
4 級	140.7	167.9	162.6	1.073	0.1556	否
5 級	103.1	135.2	132.8	0.764	0.2322	否

表 4.16 t 檢定分析(經留觀病患)

病患等級	$\mu$ of Actuality	$\mu$ of Simulation model	$\sigma$ of Simulation model	t 值	p-value	是否顯著
1 級	639.1	606.3	362.7	-0.286	0.3907	否
2 級	609.1	598.6	361.3	-0.092	0.4644	否

病患等級	$\mu$ of Actuality	$\mu$ of Simulation model	$\sigma$ of Simulation model	t 值	p-value	是否顯著
3 級	562.5	551.7	344.9	-0.099	0.4617	否
4 級	528.1	541.2	380.6	0.108	0.4582	否
5 級	551.4	406.7	282.9	-1.617	0.0702	否

由上表可知，模擬系統所模擬出受檢者的病患停留時間與實際研究對象場所收集到受檢者的病患停留時間並沒有顯著的差異，所以代表著所構建的模擬模式在效度上是可以被接受的。

#### 4.3.2 敏感度分析

敏感度分析是探討當改變某些輸入值的係數時，目標值也會隨之變動的分析。本研究使用敏感度分析來幫助我們檢驗模式的正確性，透過改變模擬的輸入值，探討所輸出的模擬值是否為合理狀態。

本研究中原方案為MED醫師3名、RR醫師2名、OU醫師3名、MED護理人員3名、RR護理人員2名、OU護理人員3名。以MED醫師增減一位當作投入變項，未經留觀病患之平均停留急診時間為產出項，得到模擬結果於4.17、4.18所示。

表 4.17 MED 醫師減少一位時病患平均停留急診室時間(未經留觀病患)

病患等級	平均停留時間
1 級	192.1
2 級	214.8
3 級	201.6
4 級	192.4
5 級	165.2



表 4.18 MED 醫師增加一位時病患平均停留急診室時間(未經留觀病患)

病患等級	平均停留時間
1 級	192.1
2 級	140.3
3 級	120.5
4 級	112.7
5 級	108.4

MED 醫師的增減與未經留觀1級之病患無關，因此對於未經留觀1級之病患平均停留系統時間無任何影響，但對於其他級病患，減少一位MED醫師對於未經留觀病患整體來說平均病患停留急診時間上升了30分~40分鐘，而增加一位MED醫師未經留觀病患整體來說平均病患停留急診室時間下降了20分~30分鐘。當人力越多時病患停留急診室時間越短，反之當人力越少時病患停留急診時間越長，此結果與急診室現況相符。

由上述可知，當改變模擬輸入值時，明顯地模式所輸出的模擬值也會跟著改變，而在隨著增加與減少急診人力資源時，系統的病患停留系統時間也會隨之增加與減少，所以透過此敏感度分析驗證出模型之正確性。

## 4.4 最佳化資源配置

### 4.4.1 問題定義與描述

本研究欲探討在固定的急診醫師與急診護理人員人數下，對於急診室擁塞程度的影響程度為何，因此利用 Simul8 模擬軟體內建的 Optquest 功能，使用 Tabu Search 方法搜尋最佳資源配置組合方案，其最佳化模式表示及說明如下：

$$\text{Min } Z = f(x)$$

$$\text{s.t. : } x_1 + x_2 + x_3 = m$$

$$x_4 + x_5 + x_6 = n$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, m, n \geq 0$$

$x_1$ : MED 醫師人數

$x_2$ : RR 醫師人數

$x_3$ : OU 醫師人數

$x_4$ : MED 護理人員人數

$x_5$ : RR 護理人員人數

$x_6$ : OU 護理人員人數

$m$ : MED、RR、OU 三部門總和醫師人數

$n$ : MED、RR、OU 三部門總和護理人員人數

$f(x)$ : 表示在  $x_1$  位 MED 醫師、 $x_2$  位 RR 醫師、 $x_3$  位 OU 醫師、 $x_4$  位 MED 護理人員、 $x_5$  位 RR 護理人員、 $x_6$  位 OU 護理人員下，運行模擬所得之 NEDOCs 值。

#### 4.4.2 參數設置與最佳化結果

在利用 Simul8 模擬軟體內建的 Optquest 功能時，需投入決策變項如圖 4.5 所示。

Decision Variable Selection: Select variables and set bounds.						
Select	Variable Name	Lower Bound	Suggested Value	Upper Bound	Type	
<input checked="" type="checkbox"/>	醫生(RP).Number Available	1	2	6	Discrete (1) ▾	
<input checked="" type="checkbox"/>	醫生(MED).Number Available	1	3	6	Discrete (1) ▾	
<input checked="" type="checkbox"/>	醫生(OU).Number Available	1	3	6	Discrete (1) ▾	
<input checked="" type="checkbox"/>	護士(RP).Number Available	1	2	6	Discrete (1) ▾	
<input checked="" type="checkbox"/>	護士(MED).Number Available	1	3	6	Discrete (1) ▾	
<input checked="" type="checkbox"/>	護士(OU).Number Available	1	3	6	Discrete (1) ▾	

圖4.5 決策變數設置

決策變數包含了 MED 急診醫師人數、RR 急診醫師人數、OU 急診醫師人數、MED 護理人員數、RR 護理人員數、OU 護理人員數，在此為了避免極端的情況出現，假設各個人力資源最少要配置兩名，而最多為六名，由於醫師、護理人員人數為不連續型資料，無法分割成小數點，因此型態設置為離散型。而限制條件如圖 4.6 所示。

Constraints	
醫生(RP).Number Available+醫生(MED).Number Available+醫生(OU).Number Available=8	
護士(RP).Number Available+護士(MED).Number Available+護士(OU).Number Available=8	

圖4.6 限制條件

限制條件為急診醫師人數與護理人員人數總和各為 8 人，利用 NEDOCS 指標來評估比較不同的資源配置組合方案，NEDOCS 越低者表越佳，進而找出最佳資源配置組合。原模型中急診醫師數分別在主要急診區有三位、急救區有兩位、留觀區有三位，護理人員數分別在主要急診區有三位、急救區有兩位、留觀區有三位，因此以此方案做為初始方案逐一搜尋，搜尋之最終結果整理於表 4.19 所示。

表 4.19 禁忌演算法搜尋結果(8 人)

方案	醫師配置人數 (共 8 名)			護理人員配置人數 (共 8 名)			NEDOCS 值
	MED	RR	OU	MED	RR	OU	
初始方案	3	2	3	3	2	3	126.79
最佳方案	4	2	2	3	2	3	116.63

由表 4.19 可知，將一名 OU 部門之醫師配至 MED 部門將可使整體平均 NEDOCS 值從原先的 126.79 降低至 116.63，相當於降低了 8.01% 的急診擁塞程度，此為急診資源配置 8 人時最佳配置方案，而圖 4.7 為各個時間點初始方案與最佳方案之 NEDOCS 趨勢比較圖。由圖 4.7 中可得知在最佳化人力資源配置組合方案下，急診擁塞程度於各時段有著不同差異，其中以早上 10 點至晚上 10 點這段時間差異最顯著，而整體趨勢無顯著上的變化。

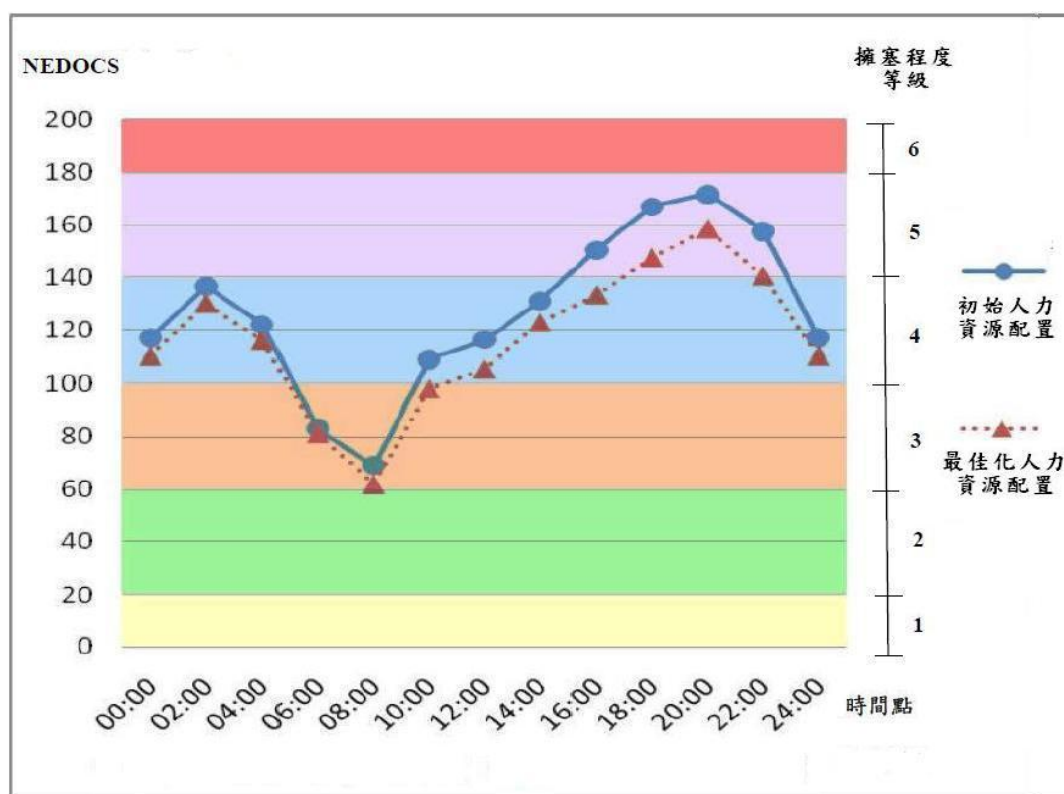


圖4.7 急診人力資源配置趨勢圖(8人)

若急診部門欲增加一名護理人員與醫師，也就是當急診醫師人數與護理人員人數總和各為 9 人時，本研究也做了配置最佳化。其中初始方案為本研究自行假設，將資源配置最少的 RR 部門增加一名醫師與護理人員做為初始方案，決策變數與 8 人時相同，但限制條件改為急診醫師人數與護理人員人數總和各為 9 人，透過禁忌搜尋法搜尋結果如表 4.20 所示。

表 4.20 禁忌演算法搜尋結果(9 人)

方案	醫師配置人數 (共 9 名)			護理人員配置人數 (共 9 名)			NEDOCS 值
	MED	RR	OU	MED	RR	OU	
初始方案	3	3	3	3	3	3	97.63
最佳方案	4	3	2	4	2	3	88.73

由上表可知當急診醫師數分別在主要急診區為四位、急救區為三位、留觀區為兩位，護理人員數分別在主要急診區為四位、急救區為兩位、留觀區為三位將可使整體平均 NEDOCS 值從原先的 97.63 降低至 88.73，相當於降低了 9.11% 的急診擁塞程度，此為急診資源配置 9 人時最佳配置方案，因此若急診室欲增加醫師及護理人員資源，將建議依照此方案配置方式去做人力資源配置，將可達到理論上的最佳化。而圖 4.8 為各個時間點初始方案與最佳方案之 NEDOCS 趨勢比較圖。由圖 4.8 中可得知在最佳化人力資源配置組合方案下，急診擁塞程度於各時段有著不同的差異，其中以早上 8 點至中午 12 點、下午 6 點至晚上 10 點這兩段時間差異最顯著，而整體趨勢無顯著上的變化。

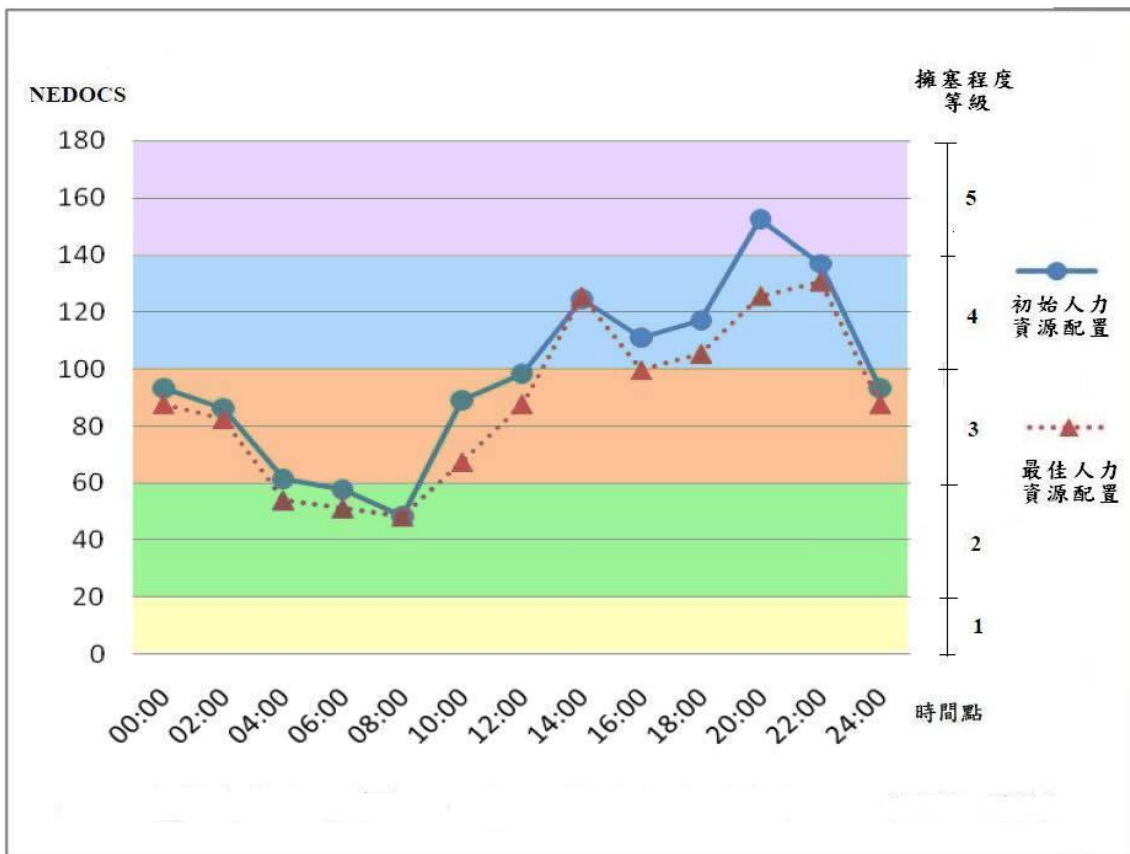


圖4.8 急診人力資源配置趨勢圖(9人)

而當急診醫師總人數與護理人員總人數各減 1 位時，也就是當急診醫師人數與護理人員人數總和各為 7 人時人力資源配置最佳化，搜尋結果如表 4.21 所示。由表 4.21 可知不論是那種配置情況下，平均 NEDOCS 都呈現極大化，代表著急診流程人力資源已不可再降低，再降低會造成急診室極度的擁塞。

表 4.21 禁忌演算法搜尋結果(7 人)

部門	醫師配置人數 (共 7 名)			護理人員配置人數 (共 7 名)			NEDOCS 值
	MED	RR	OU	MED	RR	OU	
初始方案	2	3	2	2	3	2	7547.44
最佳方案	2	2	3	2	2	3	987.69

## 第五章 結論與建議

### 5.1 結論

本研究利用 Simul8 模擬軟體模擬急診室急診醫學科流程，並且透過 Opt quest 功能，計算出在不同的情況下之最佳人力資源配置組合方案，結果顯示，在不同人力資源配置組合方案中，NEDOCS 值均不相同，代表著不同配置下所導致急診室內的擁塞程度均不相同，而擁塞的情況越嚴重，將導致病患停留急診時間、病患等候看診時間、急診護理人員及醫師心理壓力提高，這些因素造成了醫療糾紛的發生率提升。

等候所造成的等候成本相當的高。在良好的資源配置下能夠使急診流程順暢無阻，反之若配置錯誤則可能導致急診室混亂擁塞，造成許多病患因過度的等待而病情惡化甚至死亡，因此在急診醫療產業，人力資源上的配置顯得相當的重要。本研究探討中部某醫院 1 月~3 月急診流程，透過系統模擬及禁忌演算法，利用 NEDOCS 複合式指標做為目標函數，找出急診室最佳資源配置。研究結果顯示，當利用最佳化資源配置對目前急診資源去做設置，急診擁塞程度平均降低了 8.01%；而當急診增加人力資源，使用最佳化設置也能降低預訂配置方案 9.11% 的急診擁塞程度，利用最佳化配置不僅能提升病患滿意度，也能減少醫院不良事件及醫療糾紛的發生率，使得急診品質大大的提升。本研究主要為一方法的呈現，獲得的結果為一理論最佳解，在實質上急診室指派人力資源的因素更加複雜，例如會考慮醫師護士之資歷條件或者其他人為因素。此外急診室有許多的實習醫師、實習護理人員及志工，這些人力為不確定性的人力資源，因此在執行人力資源配置時，需將這些額外的因素考慮進去去做評估分析，並且加上彈性的配置，才能達到更符合人性化的人力資源配置。

期望能藉由研究成果提供個案醫院參考，未來若急診部門需調配人力資源，能利用本研究方法來評估急診人力資源配置，將得到的結果作為決策上的參考指標。

## 5.2 未來研究建議

在建模方面，若過於強調模型的範圍及細緻度將花費更多的時間與成本在模型的建構上，若模型的範圍過小、細緻度過低，則會降低模型的正確性，其範圍及細緻度需根據問題與目標來決定(林哲孟，2001)。本研究所建構的急診流程以急診醫學科為主，較細部流程均合併為一作業流程，面對急診本身的複雜性及人力資源、病患、醫療流程上的不確定性，若能由急診醫學科專業醫師，詳細提供模擬建構人員急診病患所接受各項處置流程的流程及可能會發生的突發狀況，並且給予建模分析時詳盡的輸入資料，及醫療上各個項目之判斷準則，將能使此模型更為完整。

在結果方面，本研究利用禁忌搜尋法所搜尋的最佳解為以醫院擁塞程度為考量，並且未考慮排班情況下之理想解，由於 NEDOCS 指標對於 1、2、3、4、5 級病患之輸出值給予相同的權重，但在實際上醫院管理者較重視 1、2 級病患的等候時間及系統停留時間，而 3、4、5 級病患所給予的權重相對於較低。因此未來後續研究在模型建構上的細膩度可以再加深，如果能找到病患主要核心處置項目與臨床路徑，對於急診模型的推估將更為精確。也可以利用不同的指標或不同的排班來進行研究探討，例如 READI 指標、EDWIN 指標、Work 指標等等。此外，未來若能將外科、獨立科、小兒科模型建立起來，急診整體流程就會更加完善，所涵括的範圍也會更加完整。



## 參考文獻

### 中文文獻：

- [1] 丁志達，2004。人力資源管理，揚智文化。
- [2] 中央健康保險局，2006。全民健康保險醫院醫療費用審查注意事項。
- [3] 石曜堂、謝士明，1991。建立我國醫院醫療品質保證計劃模式之研究，行政院衛生署民國 80 年委託研究計劃研究報告。
- [4] 行政院衛生署，2010。行政院衛生署衛生統計資訊網，全民健康保險統計年報。
- [5] 吳軍劼，2002。使用物件導向模擬及基因演算法探討某教學醫院健檢之設施規劃最佳化研究，大葉大學工業工程學所碩士論文。
- [6] 李建賢、溫信財、顏鴻章、曾院美、桑穎穎、高偉峰、黃俊一，2004。以入院適當性評估表來評估急診病患住院適當性，臺灣急診醫學會醫誌 6(4)，403-413 頁。
- [7] 周建河，2003。急診醫師人力調整前後之醫療品質相關性探討—以南部三家醫院為例，國立中山大學人力資源管理研究所碩士論文。
- [8] 林哲孟，2001。系統模擬理論與應用，滄海書局。
- [9] 侯東旭等人，1999。應用模擬技術於流程改善評估之研究—以衛生署朴子醫院為例，醫療資訊雜誌，頁 27-40。
- [10] 紀志賢，2009。台灣地區災難醫療通訊之初步評估，中華民國急救加護醫學會雜誌。
- [11] 胡晏瑛，2000。我國急診醫師生涯發展及其相關因素研究，台灣師範大學工業科技教育研究所碩士論文。
- [12] 胡勝川，1994。急診病人-被社會忽略與遺忘的一群，台灣醫界，37(11)，83-93 頁。
- [13] 張怡秋，1999。發展護理計劃系統之實證研究，中正大學資訊管理研究所，資訊管理學報，12。
- [14] 莊亮倫，2010。應用資料包絡分析法與系統動態模擬於消防機關績效評估及資源配置策略之研究，南華大學企業管理系管理科學博士班論文。
- [15] 莊逸洲、黃崇哲，2001。財務、研究、品質暨設施管理，華杏出版社。
- [16] 郭俊賢、陳淑惠，2001。多元智慧的教與學。台北市：遠流出版社。
- [17] 郭英調，2005。醫療品質概論，台灣醫學，9(3)，392-394 頁。
- [18] 陳怡婷，2000。影響教學醫院主治醫師生產力之因素研究--以台灣北部某教學醫學中心為例，長庚大學管理學研究所碩士論文。
- [19] 陳音潔，1992。病患多次利用急診醫療之影響因素探討-以中部某醫學中心為例，私立中國醫藥學院醫務管理學研究所碩士論文。
- [20] 陳昶旭(2004)。醫院健康檢查中心流程之模擬研究，未出版碩士論文，國立清華大學工業工程與工程管理研究所。
- [21] 陳輝財，2008。疾病嚴重程度與急診病患滿意度之探討 - 以北部某區域醫院為例，國立陽明大學醫務管理研究所碩士論文。
- [22] 陳靜誼，2004。醫院規模與急診病患照護結果，國立陽明大學醫務管理研究所碩士論文。
- [23] 勞寬，2002。醫院品質報告卡可行性之研究。台北醫學大學醫務管理研究所碩士論

文。

- [24] 曾倫崇、陳正男，1996。服務業服務品質之研究-以醫院為例，邁向二十一世紀的品質管理技術與應用研討會論文集。
- [25] 黃俊智，1997。應用模擬技術探討某專科診所之門診預約掛號制度，台大醫管所碩士論文。
- [26] 楊朝旭、傅鐘仁，1996。我國醫院服務品質指標認知差異之實證研究，第二屆服務管理研討會。
- [27] 韓季霖，2001。台灣地區醫師人力供需之研究—灰色預測模式之應用，銘傳大學管理科學研究所碩士論文。
- [28] 蘇喜，2002。醫院看診等候滿意度之研究—以某醫學中心家庭醫學科為例，醫療機構管理研究所期刊論文。

## 英文文獻:

- [29] Ahmed,M , Alkhamis,T,2009. “*Simulation optimization for an emergency department healthcare unit in Kuwait*”,European Journal of Operational Research ,Vol.198, Issue 3, pp.936-942.
- [30] Alan H. Handyside,2004.” *Metabolism and cell allocation during parthenogenetic preimplantation mouse development*”. Molecular Reproduction and Development Volume 43, Issue 3, pp. 313–322.
- [31] Averill,M.L. and Kelton,W.D.,1997.”*Simulation Modeling and Analysis : McGraw-Hill Higher Education*”,Operations Research,Vol.57,pp.129-136.
- [32] Bair.E , 2009 .”*The Impact of Inpatient Boarding on ED Efficiency : A Discrete-Event Simulation Study*”,J Med Syst ,pp.919–929.
- [33] Campbell, L. Campbell, B., and Dickinson, D.,1996.” *Teaching and learning through multiple intelligences*”,Allyn and Bacon,Simon and Schuster Education Group.
- [34] Chahal and Eldabi,2008.” *Applicability of hybrid simulation to different modes of governance in UK healthcare*”, Simulation Conference, 2008. WSC 2008. Winter,pp.1469-1477.
- [35] Christopher,A.C.,2003.”*Simulation Modeling Handbook:A Practical Approach*”,CRC Press.
- [36] Donabedian, A., 1988.The Quality of Care: How Can It Be Assessed? ,Electronic Version *Journal of the American Medical Association*, 260 (12), pp. 1743-1748.
- [37] Draeger,M.A.,1992.”*An emergency department simulation model used to evaluate alternative nurse staffing and patient population scenarios*”, WSC '92 Proceedings of the 24th conference on Winter simulation,pp.1057-1064.
- [38] Duguay,2007.”*Modeling and Improving Emergency Department Systems using Discrete Event Simulation*”, SIMULATION January ,pp.3-25.
- [39] Engli,M. and Kirsivali,F.K. ,1993.” *Needs of family members of critically ill patients with and without acute brain injury*”. Journal of Neuroscience Nursing 25,pp.78–85.
- [40] Erik,M. and Kolb.B,2008.”*Reducing emergency department overcrowding: five patient buffer concepts in comparison*”, Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference,pp.1516-1525.
- [41] Fridkin,S.K., Pear,S.M., Williamson,T.H., et al,1996.” *The Rote of Understaffing in 122 Central Venous Catheter-Associated Bloodstream Infections*”, Infection Control and Hospital Epidemiology .
- [42] Glover F., 1990.”*Tabu search-Part II*”, ORSA Journal on Computing,vol.2,pp.4-26.
- [43] Hanlon, J.J. and Pickette, G.E. ,1979.” *Public health administration and practice*”. CV MosbyCo.
- [44] Huschka and Denton,2007.”*Bi-criteria evaluation of an outpatient procedure center via simulation*”,Proceedings of the 39th conference on Winter simulation,pp.1510-1519.
- [45] Kelton, W.D.,2000. "*Experimental design for simulation*", Winter Simulation Conference , vol.1, pp.32-38.
- [46] Khurma,N. ,2008. “*Simulation-based verification of lean improvement for emergency room process*”, Simulation Conference.WSC 2008. Winter, pp.1490-1499.
- [47] Mancini and Gale ,1981.”*Emergency care and the Law*”, An aspen systems corporation.
- [48] McGuire, C. A., Stanhope, M., & Weisenbeck,S.M. ,1998. “*Nursing competence-an evolving regulatory issue in Kentucky*”. Nursing Administration Quarterly ,pp. 24-28.

- [49] McMillan J.R ,Younger,M.S. and Dewine L.C. ,1986. “*Satisfaction with hospital emergency department as a function of triage*”. Health care review, 11, pp.19-27.
- [50] Melvin Fitting ,1996.*First-order logic and automated theorem proving,Second Edition.*
- [51] Metropolis,N., Rosenbluth,A.W., Rosenbluth,M.N., Teller,A.H. and Teller,E. ,1953. “*Equations of state calculations by fast computing machines*”. J. Chem. Phys., 21, pp.1087–1091.
- [52] Nathan,R. Hoot and M.S.,2007.”*Measuring and Forecasting Emergency Department Crowding in Real time*”, Annals of Emergency Medicine Vol.49, Issue 6, pp.747-755.
- [53] Robertson,R.H and Hassan,M.,2001. “*Staffing intensity, skill mix and mortality outcomes: the case of chronic obstructive lung disease*”. Health services management research ,pp.258-268.
- [54] Saunders,C.E.,1987. “*Time study of patient movement through the emergency department: sources of delay in relation to patient acuity*”. Ann Emerg Med .
- [55] Stephen,K. and Epstein,2006.”*Development of an Emergency Department Work Score to Predict Ambulance Diversion*”, Academic Emergency Medicine Vol.13, Issue 4,pp.421–426.
- [56] Weiss, S.J.,2004.”*Estimating the Degree of Emergency Department Overcrowding in Academic Medical Centers: Results of the National ED Overcrowding Study(NEDOCS)*”, Academic Emergency Medicine Vol.11, Issue 1, pp.38–50.
- [57] William,R.M.,1996. “*Triage and emergency department services*”, Annals of Emergency Medical.
- [58] Yurtkuran, A , 2008.”*Simulation based decision-making for hospital pharmacy management*”, Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference,pp1539-1546.