

東 海 大 學

工業工程與經營資訊學系

高階醫務工程與管理碩士在職專班

碩士論文

系統模擬及年值分析應用於放射科檢查效率之提升——以中台灣某醫學中心為例

研究生：陳文賢
指導教授：洪堯勳 教授

中華民國一〇二年六月

**Efficiency Improvement by Applying System Simulation
and Annual Value Analysis to Radiology: A Case Study of
a Medical Center in Middle Taiwan**

By
Wen-Hsien Chen

Advisor: Prof. Jau-Shin Hon

A Thesis
Submitted to Tunghai University
in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Health Administration

June 2013
Taichung , Taiwan

系統模擬與年值分析應用於放射科檢查效率之提升— 以中台灣某醫學中心為例

學生：陳文賢

指導教授：洪堯勳 教授

東海大學工業工程與經營資訊學系高階醫務工程與管理碩士在職專班

摘要

由於中部某醫學中心(以下簡稱 TVH)放射科等候檢查天數過長，其中等候核磁共振成像(MRI)檢查的病人平均須等候一個月，而等候電腦斷層掃描(CT)檢查的病人平均須等候半個月，恐造成病人的不安全感，及增加延誤病情的風險。本研究利用系統模擬及年值分析法的結果，提供兼顧效率與經濟效益的改善方案。

根據 TVH 放射科檢查流程，繪製現況價值溪流圖(VSM)，以顯示 MRI 及 CT 檢查流程中，各工作站的週期時間，找出流程中的浪費，進而分析問題並繪製出魚骨圖，據以發展出不同的改善方案。

為確認不同方案的效益，本研究對各方案進行系統模擬，並進行年值分析。首先，將所蒐集到的數據及參數代入所建構的模擬模型，確認此模型是合乎 MRI 及 CT 檢查的實際狀況。其次，將本研究提出的各種改善方案代入模型，並作年值分析，得到各不同方案的結果。

研究結果顯示，MRI 透過增加晚班兩名放射師各四小時(A 案)，可縮短五天的等待天數，每年多檢查 2160 位病患，增加\$15,858,260 的經濟價值；透過增加一台機台，可縮短七天的等待天數，每年多檢查 2880 位病患，所增機台若以購買而言(B1 案)，可增加\$9,357,917 的經濟價值，若以租用(B2 案)而言，則可以增加\$6,335,475 的經濟價值。CT 透過增加一名護士(A 案)會縮短兩天等待，每年多檢查 1358 位病患，增加\$4,101,132 經濟價值；透過加班兩小時(B 案)可縮短七天的等待天數，每年多檢查 7190 位病患，可增加\$18,041,660 的經濟價值。

關鍵字詞：價值溪流圖(VSM)、魚骨圖、系統模擬、年值分析

Efficiency Improvement by Applying System Simulation and Annual Value Analysis to Radiology: A Case Study of a Medical Center in Middle Taiwan

Student: Wen-Hsien Chen

Advisor: Prof. Jau-Shin Hon

Master Program for Health Administration
Department of Industrial Engineering and Enterprise Information
Tunghai University

ABSTRACT

In the medical center of middle Taiwan (called TVH in this study), patients often face a long wait for radiological examination, e.g. a one-month waiting average for Magnetic Resonance Imaging (MRI) scan and half-month waiting average for Computed Tomography (CT) scan. The prolonged waiting can cause patient's sense of insecure and increases the risk of delay in diagnosis and treatment. Based on system simulation and analysis of annual value, this research has provided plans which are useful in improving the efficiency of radiological examination and increasing the economic values.

According to routine procedure of radiological scans in TVH, we plot the current value stream mapping (VSM) to obtain the cycle time for all the working spots in both MRI and CT scan, by which we find out the waste during the process, analyze the problem, plot the fishbone diagram and develop different improvement methods.

To evaluate the relative efficiency of different methods, we conduct a system simulation and an analysis of annual value for all the proposed methods. First of all, we input the collected data and parameters into the simulation model and verify that it matches the practical setting of MRI and CT scan. Then, we input the proposed improvement methods into the simulation model and conduct an analysis of annual value to obtain improvement outcomes.

Simulation study indicates that for MRI, if we add two four-hour work radiologists to night shift (plan A), patient's average waiting time can be reduced by 5 days, 2160 more patients can have a MRI scan annually, and the economic value can be increased by \$15,858,260. By adding one machine, patient's average waiting time can be reduced by 7 days, 2880 more patients can have a MRI scan annually, and the economic value can be increased by \$9,357,917 if a new machine is purchased (plan B1) and increased by \$6,335,475 if a rental machine is used (plan B2). For CT scan, if we add one nurse (plan A), patient's average waiting time can be reduced by 2 days, 1358 more patients can have a CT scan annually, and the economic value can be increased by \$4,101,132. By the increase in working time of two hours per day (plan B), patient's average waiting time can be reduced by

7 days, 7190 more patients can have a CT scan annually, and the economic value can be increased by \$18,041,660.

Keywords: Value Stream Mapping, Fishbone Diagram, System Simulation, Annual Value Analysis

誌謝

首先，我要感謝洪堯勳老師專業且耐心的教導，提供我研究方向與研究主題，並在研究瓶頸時給予參考方向，不厭其煩的與我討論、修正研究的細節，使本研究得以順利完成。還有所有曾經教導我的東海大學工工系老師們，他們給予我非常多關於工程管理的觀念，讓我除了在自己本業醫學方面之外，更開闊了我的視野與知識。再來要感謝的是 TVH 放射線部的醫護人員在本研究的資料蒐集上給予極大的協助。另外，我要感謝工工系大學部學弟妹們花了很多時間幫我做資料記錄、數據的輸入與分析、圖表製作等。還有我的同事們在這段時間替我分擔了很多的工作，讓我得以專心於學業及研究論文的進行。最後，要感謝的是家人在我忙於工作與學業的這段時間裡，對我的包容與關懷，以及在精神上與生活上的無條件支持。

陳文賢 謹致

中華民國一〇二年六月

目錄

| | |
|------------------------|------|
| 中文摘要..... | iii |
| 英文摘要..... | iv |
| 誌謝..... | vi |
| 目錄..... | vii |
| 表目錄..... | viii |
| 圖目錄..... | ix |
| 第一章 緒論..... | 1 |
| 1.1 研究背景與動機..... | 1 |
| 1.2 研究問題與目的..... | 1 |
| 1.3 研究流程..... | 2 |
| 1.4 研究範圍及限制..... | 4 |
| 第二章 文獻探討..... | 5 |
| 2.1 價值溪流圖(VSM)..... | 5 |
| 2.2 系統模擬..... | 7 |
| 2.3 工程經濟年值法..... | 9 |
| 第三章 研究方法..... | 11 |
| 3.1 系統模擬..... | 11 |
| 3.2 工程經濟之年金值..... | 12 |
| 第四章 個案資料分析..... | 15 |
| 4.1 研究個案介紹..... | 15 |
| 4.2 MRI 與 CT 現況介紹..... | 16 |
| 4.3 改善方案系統模擬分析..... | 25 |
| 4.4 改善方案年值分析..... | 29 |
| 4.5 改善方案結果比較..... | 40 |
| 第五章 結論..... | 43 |
| 參考文獻..... | 44 |

表目錄

| | |
|----------------------------------|----|
| 表 4.1 目前機器設備及人員運作情形..... | 18 |
| 表 4.2 MRI/CT 實測各活動平均操作時間..... | 18 |
| 表 4.3 MRI/CT 實測各部位檢查所需平均時間..... | 18 |
| 表 4.4 各活動實際平均等候時間..... | 19 |
| 表 4.5 針對各問題所發展之不同方案..... | 22 |
| 表 4.6 MRI 病人到達分配..... | 22 |
| 表 4.7 MRI 各部位檢查比例與檢查所需時間..... | 23 |
| 表 4.8 CT 各部位檢查比例與檢查所需時間..... | 24 |
| 表 4.9 MRI 處理單數(單位:人)模擬結果比較..... | 27 |
| 表 4.10 MRI 等待天數(單位:日)模擬結果比較..... | 27 |
| 表 4.11 CT 處理單數(單位:人)模擬結果比較..... | 29 |
| 表 4.12 CT 等待天數(單位:日)模擬結果比較..... | 29 |
| 表 4.13 現況 MRI 收益表..... | 30 |
| 表 4.14 採用方案 A 的 MRI 收益表..... | 32 |
| 表 4.15 採用方案 B1 的 MRI 收益表..... | 33 |
| 表 4.16 採用方案 B2 的 MRI 收益表..... | 35 |
| 表 4.17 現況 CT 收益表..... | 37 |
| 表 4.18 採用方案 A 的 CT 收益表..... | 38 |
| 表 4.19 採用方案 B 的 CT 收益表..... | 39 |
| 表 4.20 MRI 各方案分析..... | 41 |
| 表 4.21 CT 各方案分析..... | 41 |

圖目錄

| | |
|--|----|
| 圖 1.1 研究流程圖..... | 3 |
| 圖 2.1 VSM 的現況圖與未來圖..... | 5 |
| 圖 3.1 SIMUL8 程式截圖..... | 11 |
| 圖 4.1 MRI 實體機台..... | 16 |
| 圖 4.2 CT 實體機台..... | 16 |
| 圖 4.3 MRI 與 CT 之檢驗流程介紹..... | 17 |
| 圖 4.4 MRI 與 CT 之價值流圖..... | 19 |
| 圖 4.5 魚骨圖..... | 21 |
| 圖 4.6 MRI 現況系模(護士 1 名、機器 4 台、放射師 4 名)..... | 23 |
| 圖 4.7 CT 現況系模(護士 2 名、機器 3 台、放射師 3 名)..... | 25 |
| 圖 4.8 MRI 方案 A 之系統模擬..... | 26 |
| 圖 4.9 MRI 方案 B 之系統模擬..... | 26 |
| 圖 4.10 CT 方案 A 之系統模擬..... | 28 |
| 圖 4.11 CT 方案 B 之系統模擬..... | 28 |
| 圖 4.12 現況 MRI 年值分析圖..... | 31 |
| 圖 4.13 採用方案 A 的 MRI 年值分析圖..... | 33 |
| 圖 4.14 採用方案 B1 的 MRI 年值分析圖..... | 34 |
| 圖 4.15 採用方案 B2 的 MRI 年值分析圖..... | 36 |
| 圖 4.16 現況 CT 年值分析圖..... | 37 |
| 圖 4.17 採用方案 A 的 CT 年值分析圖..... | 39 |
| 圖 4.18 採用方案 B 的 CT 年值分析圖..... | 40 |

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

醫學影像，提供了醫學診斷的依據，早期醫學影像只有 X 光，能提供的僅是簡單的骨骼、空氣、軟組織等的辨識，而且只是單一方向之投影，無法提供切面之影像。近年來醫學影像儀器設備蓬勃發展，加上電腦硬體軟體的快速進步，可以提供切面影像的電腦斷層攝影(Computed Tomography, CT)及核磁共振成像(Magnetic Resonance Imaging, MRI)，能夠在不用手術切開人體的情況下，就可看見身體內的正常構造或因疾病所造成的變化，已成為臨床醫學用以診斷病情的一大利器。

近年來由於台灣社會人口逐漸老化和全民健保的開辦，導致醫療需求大增，臨床醫師為診斷病情而開立的檢查醫囑如 CT 及 MRI 大量的增加，常常使的醫院放射科無法應付而導致檢查排程過久，病人必須等待多日才可接受檢查，如此不僅會增加病人的不安全感，也容易延誤病情的診斷及治療。因此醫院放射科必須提升醫療檢查的運作效率以因應龐大的醫療需求；但若無限制的增加醫療設備及人員以應付龐大的檢查量，必須付出昂貴的成本。因此適當的醫療設備及人員的投資以兼顧運作效率及經濟效益是醫院決策者所需關切的課題。但醫療產業是較不同於一般產業，涉及複雜的流程、專業的技術與精密儀器設備，更因為其面對的是活生生的病患，所以其速度、品質以及安全相對的更為重要。

由於 TVH 放射科等候檢查天數過長，其中等候 MRI 檢查的病人平均須等候一個月，而等候 CT 檢查的病人平均須等候半個月，不僅會增加病人的不安全感，也容易延誤病情的診斷及治療。所以本研究目的是為了提高醫院放射線部門人員生產效能與設備的稼動率，以減少病人的等待天數，並同時兼顧檢查效率及經濟效益。

1.2 研究問題與目的

基於上述之動機，有鑒於病患的長時間等待，MRI 檢查的病人平均需等候一個月，而等候 CT 檢查的病人平均需等候半個月。所以希望針對放射科系統，加以調整，使之作業能力提升，縮短整個系統流程的時間。

MRI 與 CT 的檢查流程非常複雜，有些病人須要換檢查服進入檢查，有些則不須要；有些須要靜脈注射顯影劑，有些則不須要。根據不同檢查

部位或不同檢查目的，所須檢查的時間也長短不一。而 TVH 放射線部為紓解繁重的工作量，配置了 4 台 MRI 及 3 台 CT 以應付門診及病房的檢查量。因此整個檢查流程牽涉到人員的配置、機台的數量以及檢查時間的不一，造成難以預估整個系統的運作時間，也難以發現造成系統延遲的主要原因。為了分析這樣龐大的作業系統，要找出造成系統浪費的來源並不容易。而價值溪流圖(Value Stream Mapping, VSM)是可以協助本研究找到問題的方法。VSM 是一個產品通過其生產工程的全程活動，它的應用主要是透過精實的概念，在物流、資訊流與時間流上找到整個系統的浪費並加以改進。本研究利用 VSM 找出流程中的瓶頸資源，再針對瓶頸資源提出各種改善方案。但所提出方案的改善效率如何，本研究無法一一實際執行來加以驗證。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，是一種省時、省力及省錢的方法。所以本研究利用系統模擬的方法，把各個改善方案，利用電腦的系統模擬軟體來加以運算，得到各改善方案的改善效率。但是改善效率最好的未必是最適當的，也要考慮的經濟效益。除了每年依檢查量所得收入減去每年人員薪資及耗材之成本所得的利潤之外，實際的經濟效益還要考慮到 MRI 及 CT 機台的購置成本，再者機台有其使用的年限(約八年左右)，年限到了之後機台仍有其殘值。這些機台投資與殘值必須要納入經濟效益的考量。工程經濟年值法可以計算出收益及成本之貨幣時間價值，並進而用來評比與抉擇各種方案。本研究最後再應用工程經濟年值法來評估不同改善方案的經濟效益，以提供給醫院作為決策依據。本研究預期達到目的如下：

1. 減少病人等待天數以減少病人在等待時的不安與不滿，提高病人滿意度，同時也可以減少因等待所造成的醫療延誤，提高醫療品質。
2. 評估不同方案的經濟效益，以提供給醫院作為決策依據。

1.3 研究流程

本研究之流程圖如圖 1.1，說明如下

1. 確認研究問題與目的：本研究目的是為了減少病人的等待天數，利用系統模擬軟體模擬出改善方案結果，最後利用年值法提供各方案之經濟價值，以提供院方做為決策依據。

2. 文獻探討：針對研究問題與目的來進行相關文獻的討論，其中包含基礎文獻、VSM相關文獻、系統模擬應用於醫院等相關文獻。
3. 資料蒐集與現況分析：蒐集現場實際資訊，並根據其現場情況找出問題，提出改善方案。
4. 各方案模擬：將各改善方案利用系統模擬軟體(SIMUL8)模擬得其改善數據。
5. 年金值分析:針對各個方案以工程經濟的手法進行分析，比較其經濟效益。
6. 結論與建議:把全部分析過的方案進行綜合比較，並比較其經濟與非經濟效益。

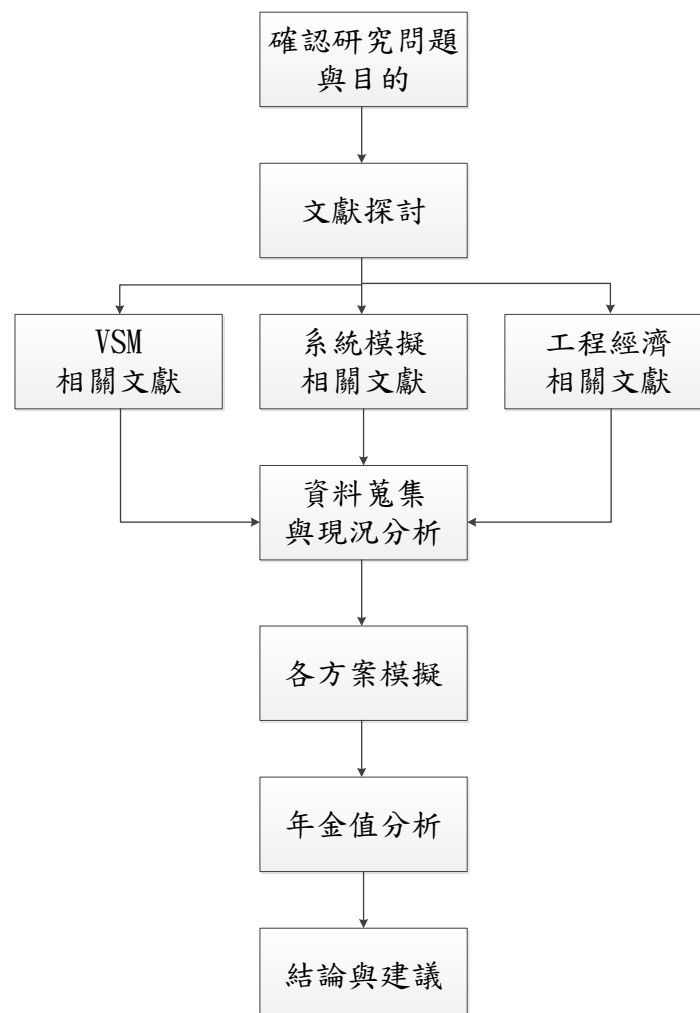


圖 1.1 研究流程圖

(資料來源：本研究整理)

1.4 研究範圍及限制

本研究以 TVH 放射科的 MRI 與 CT 為本研究主要研究之項目，並且以門診及病房之作業為主，急診室之作業流程與門診分開，故暫不討論急診部分。本研究限制如下：

1. 本研究的收益表分析其成本及收益，但本研究以增加護理人員以及機器設備為主，關於延長工時成本中的電費、耗材由於所占成本比例較低，故本研究沒有列入計算，如能加入計算並加以分析，更能提升本研究之貢獻
2. 本研究並未將全民健保的總額給付制度納入考慮，僅以最大之效率及最好的經濟效益為考量。

第二章 文獻探討

本章共分三節，第一節將探討價值溪流圖，第二節針對系統模擬進行介紹，第三節評估工程經濟之應用方法。

2.1 價值溪流圖(VSM)

VSM 是一個產品通過其生產工程的全程活動，意味著對宏觀流程進行研究，而非局部工程，目的在於改進整體效益，而不僅是局部優化(Mike Rother and John Shook, 2006)。繪製流程圖是一個基本工具，顯示整個生產流程，而非局部，可發現價值流中的浪費源，是生產程序中的通用語言。它將價值流所做的決策透明化，便於溝通，同時結合精實的概念與技術，設計出口到入口的流程運作，明示出物與情報流連結，更詳細描述出一系列的參數。

它的應用主要是透過精實的概念，在物流、資訊流與時間流上找到整個系統的浪費並加以改進，通常是由原先的推式生產(push)現況圖，加以改善增設看板、零件料倉庫等而形成以拉式生產(pull)概念為主的未來理想圖，如圖 2.1。

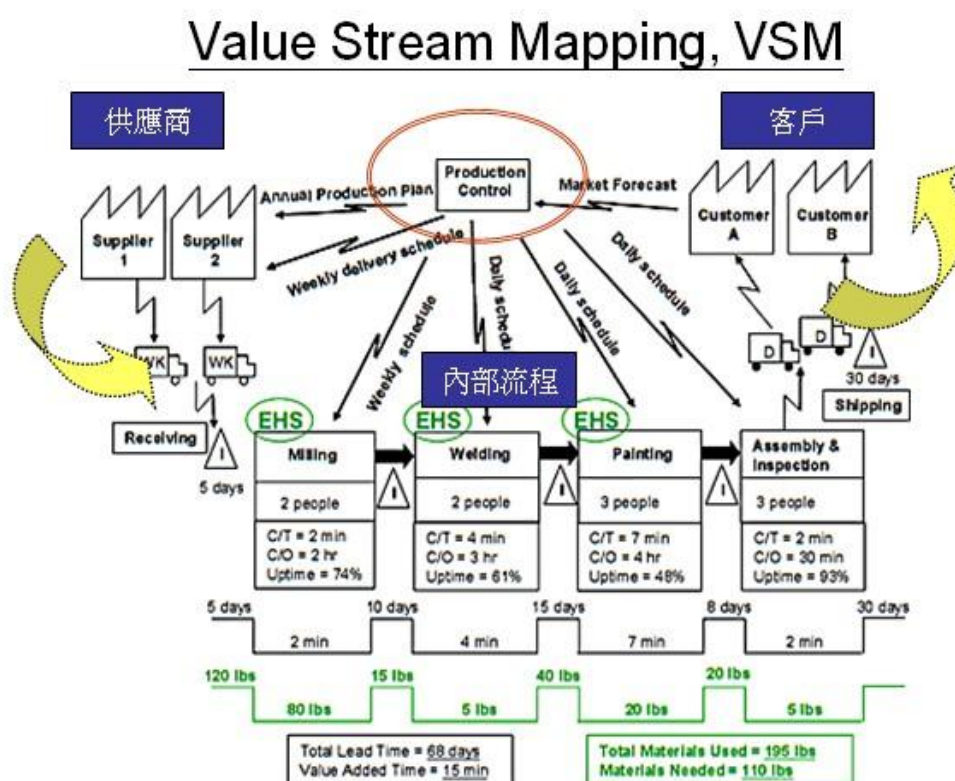


圖 2.1 VSM 的現況圖與未來圖

(資料來源：<http://www.epa.gov>，科技政策研究與資訊中心，2007/12)

VSM 目的在於經由製作物與情報圖，弄清楚當前生產狀況(何明修，2010)。繪圖要領應由下游向上游推進，因下游與顧客最緊密。且繪圖人員須獨立完成整張價值溪流圖，才能全面了解狀況。在繪製過程中，應注重工程類型，而非記錄每一個工程步驟。

以某醫學中心為實際案例，成功大學蘇佳洛(2011)利用模擬最佳化(Simulation optimization)及反應曲面法(Response Surface Method)求解出最佳的控制因子組合。該研究以精實觀點，針對醫學中心檢驗部醫療自動化系統的特性，以價值流圖的手法辨識檢驗流程浪費所在，以此為契機就離心機以及生化分析儀(DxC)作改善，並提出一 CONWIP(Constant Work-in-process)生產策略，控制系統內流動的在製品(Work-in-process)。透過此精實系統設計達到服務水準最大化，並觀察檢驗週轉時間及產出的變化。

邱羿瑄(2010)整合服務藍圖、價值溪流圖及失效模式與效應分析，建構一個新的工具圖「服務溪流價值風險分析圖」，促使服務流程更具效果與效率。服務溪流價值風險分析圖是一種具視覺化與系統性的流程分析工具圖，依流程改善邏輯制定出十四步驟，該研究逐一描述各步驟之執行方式，並以健康檢查之流程改善進行個案驗證，驗證結果健檢流程總時間約減少 7 分鐘，滿意度提升 52%，證明此服務溪流價值風險分析圖之可行性與效益。

方振宇(2008)整合醫療照護失效模式與效應分析及價值流分析於一體，而發展出簡單應用之架構。跨部門小組使用流程圖、危害分數矩陣和醫療照護失效模式與效應分析決策樹，去辨識及評估流程中潛在之失效點，並判斷針對這些失效點，須提出改善建議與否；適時搭配價值流分析手法，經由價值流程圖之繪製、運用流程週期效率及流程週期效率損失數據等指標，以判斷流程之改善優先順序，最後同時考慮醫療失效模式與效應分析及價值流分析之結果，以決定整體之改善優先順序及改善建議行動。

楊培茹(2010)應用精實六標準差改善程序改善急性心肌梗塞診醫流程。依循六標準差的 DMAIC 步驟，找出關鍵品質特性，藉由價值溪流圖之繪製，找出流程中非加值活動，並運用特性要因圖進行真因分析，以腦力激盪產出改善方案，剔除浪費提升流程週期效益。改善後的 D2B 流程，其流

程時間不僅小於 ACC/AHA 訂定之標準(90 分鐘)，更減少了 58.4% 的流程時間。流程週期效率由 32.27% 提升至 51.81%，平均住院天數縮短 3 天，節省醫療資源耗用 468.6 萬/年。

2.2 系統模擬

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。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。

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。

模擬系統較之真實系統有幾項優點，使得企業在實際推行企業程序前能有更好的決策準備(Pidd, 1992)：

1. 成本因素：原因在於計算機資源不若以往昂貴，只要具備模擬軟體和計算機，即可進行系統模擬。傳統上，若企業欲推行新的企業流程或程序，則在沒有模擬技術下，無法承擔企業試推行後失敗成本。
2. 時間因素：採用模擬技術得以在任何時間情況下進行，若無法透過此技術帶來的便利性，則每次推行新流程或程序時，所耗費的時間勢將在冗長的試運行後才得以預見測試結果。
3. 重複性：模擬技術得以在快速的執行系統模擬後，依據產生的模擬結果做迅速的判斷，藉由調整不同的企業政策進行修改後再立即進行重複模擬。若是沒有模擬技術支撐，則企業每次試運行流程或程序後，若要再次重複進行，勢必面臨成本和時間的問題。
4. 安全性：系統模擬技術得以在計算機中進行，因此可以有效降低錯誤可能帶來的問題；若是試行在企業真實環境中，若有任何模擬問題的產生，

可能將導致不可收拾的災難。

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。國內外相繼有文獻將模擬運用於門診、開刀房、急診等各部門。

王立敏(2012)所做的研究中，將變項參數部分依照急診區域的不同將急診流程，分析現有急診單位之作業流程，目標是要找到醫生，護士，病床的組合，以提高效率與每個班次期間，檢傷區間、主要診間、急救室、留觀區及醫師，護士，病床數量最大限度的使用率。依據急診作業流程圖，以研究變項及參數部分輸入至模型中，建立之模擬模型；透過模擬軟體 Simul8 模擬於 2010 年 1 月至 12 月間中部某公立醫學中心急診室，得到輸出結果(急診醫學科、外傷科、獨立科及兒科)，透過 Simul8 模擬軟體的模擬，每相隔兩小時計算一次國家急診部過度壅塞衡量(NEDOCS)值，一天共統計 12 個 NEDOCS 值；可知急診單位的狀態。

張歆惟(2009)藉由電腦模擬軟體，建構一完整的手術室模型，提供手術室管理者依其醫療院所的資料參數，建置符合研究醫院之模型。管理者將可依據不同條件需求，進行策略模擬分析，並設定不同的觀察變項，進而選擇最合適之管理方案。

楊淳懿(2011)藉由系統模擬比較個案醫院有醫院協同轉院機制與無醫院協同轉院機制兩種方案後，證明醫院協同的確能藉由平衡醫療資源負荷，達到有效縮短病患等待接受醫療服務的時間之目的，同時也能使病患獲得更快速與更優質的醫療服務品質。

王淑娟(2006)運用動線分析進行門診藥局調劑作業動線的探討，提出設施規劃之改善方案，以減少調劑流程中不具附加價值的作業活動。再運用系統模擬進行調劑作業指派方式之決策，探討各領藥窗口之處方型態分配及作業流程，建構調劑作業模擬模型，並探討三種門診藥局的調劑作業方案，最後根據模擬出的工作時間、成本...等等因素找出最佳方案。研究發現，設施規劃改善方案縮短藥師調劑作業的移動距離，減少藥師不具附加價值的活動，也可為醫院在 10 年中節省成本達\$1,333,467。

林怡君(2003)運用模擬技術於手術室排程管理，藉由模擬過程評估不同排程策略對手術室投入與產出指標之影響，同時求出各術式手術時間之最適分佈，以提高預測手術時間的準確度。

吳軍劫(2002)針對某地區醫院進行健檢設施規劃最佳化的探討，以統一語言模式(Unified Modeling Language, UML)作為模式分析及設計的工具，來建構一套健檢模擬系統，再使用基因演算法(Genetic Algorithm, GA)來作為評估與求取最佳的設施規劃方法，最後的模擬結果發現在不改變目前現有的資源下，適當的設施規劃可以有效地降低病患健檢的循環時間，達到提升醫療照顧品質，進而維持適度的醫療成本，減少醫療資源浪費的目的。

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。

2.3 工程經濟年值法

工程經濟的評估方法，如「現值法(Present Worth Method)」、「年值法(Annual Worth Method)」、「最低投資報酬率(Minimum Attractive Rate of Return, MARR)」等，作為未來進行資本支出、預算規劃的評估，並依評估方案所得結果做決策參考，以便於眾多方案中選擇最佳方案。

陳天能(2005)為探討舊有建築物外殼遮陽與屋頂隔熱改善後節能的經濟效益，對建築物節能之實際效益影響與投資報酬成本。首先利用「工程經濟學」的投資觀點，以資本支出預算規劃評估，求得對業主投資後之最大經濟效益與投資報酬率，作為綜合判斷之有效外殼遮陽改善節能的方案。

「工程經濟分析」乃是一門以貨幣價值，或是經濟效用為評價基礎，計算調整收益及成本之貨幣時間價值，並進而用來評比、抉擇方案的技術。換言之，工程經濟分析主要是討論經濟面與供給之關係，它是要簡化某些經濟上的比較方法所使用的一些數學技巧，運用這些技巧可以採用合理而有意義的步驟，從經濟觀點去衡量評估做為達成某一特定目的，所採用之各種不同方案，有助於決策者分析工具。

黃守正(2009)利用工程經濟研究冷卻水塔排放水回收再利用之經濟效益，以台灣南部某複循環電廠為例來作探討，因冷卻水塔排放，冷卻水塔須的補充水源成本分析，為了對於各項成本有進一步的了解，規畫 3 個可行性方案。分別為方案一冷卻水塔排放水直接向自來水公司購水補充的方

式；方案二冷卻水塔排放水經冷卻水塔排放水回收系統(Cooling Tower Basin Recycle System, CTBRS)處理後回收水補充回到冷卻水塔；方案三經 CTBRS 處理後的回收水除了補充到冷卻水塔利用外，另增加做為純水系統使用之原水(Raw water)。由研究得知以工程經濟的分析方法，在民國 97 年底為幣值基準，在 15 年期間及利率 4% 條件下評估各可行案例中運轉成本。方案二為 CTBRS 處理後回收水再利用的運轉成本為每噸 8.65 元。方案三為增加 CTBRS 處理後回收水用途，加上回收當純水系統的原水，降低純水生產水成本，可提高經濟效益到運轉成本僅每噸 7.69 元。CTBRS 回收再利用的效益皆優於方案一的購水成本每噸為 9.41 元。CTBRS 的產水用途可選擇做為較經濟的使用，將帶來更高的效益。

王瑞晨(2005)指出現今企業的作為，凡事皆講求迅速、效率與品質。所以針對企業的倉儲設備進行研究，並以工程經濟的角度評估投資計畫。而為了達到迅速、有效率與良好品質等目標，最好的方法就是將工廠自動化；而其中之一之自動化即為自動倉儲系統。設置一套完善的倉儲設備，可提供企業迅速地儲存、提取、控制、紀錄及管理倉儲的作業系統，其產生的效應為可妥善地安排生產所需之物料，並縮短庫存時間、防止呆料及避免發生缺料。該研究乃針對設置自動倉儲系統之投資計畫的評估及決策，對於投資所產生的利益，以及其所面臨的風險雖然難以預測，但必須憑藉優良的工程經濟分析技術及工具，來評估整個投資計畫。透過風險機率模式之建立求解與應用，依歷史資料或假設各因素的機率分配後及估計出各分配的參數，再以參數之隨機變數以電腦軟體(Crystal Ball)利用蒙地卡羅法之風險分析技術，以 1,000 次亂數試驗，配合機率理論，藉由求出研究個案的淨現值。

第三章 研究方法

3.1 系統模擬

模擬是經由研究與事實系統相同或相似之因果關係之模型後，人們可以得到系統活動之結論的一種活動；系統模擬則是對已存在之系統或即將設立之系統，使用電腦程式模仿系統中事件與活動之因果對應關係，建立抽象模型，並基於事實或假定的各種不同情況，對建立之模型加以試驗，提供實際做決策或採取行動時系統所可能產生之結果與資訊，以作為解釋系統行為及設計新系統時之參考。

本研究主要透過 SIMUL8 來進行模擬動作，此程式是目前使用範圍最廣的商業模擬軟體，如圖 3.1。電腦模擬是一種真實世界或假設情形通過電腦模型再現的方法，對研究物件進行分析，通過改變變數預測系統的表現。SIMUL8 的應用如下：

製造業：生產週期分析、生產線產能分析等

物流業：路徑優化、資源規劃等

醫療保健：就診流程優化，驗證新方案等

呼叫中心：接線率模擬、話務人員利用率分析、話務流程分析等

教育行業：模擬課程、課研項目和模擬研究等

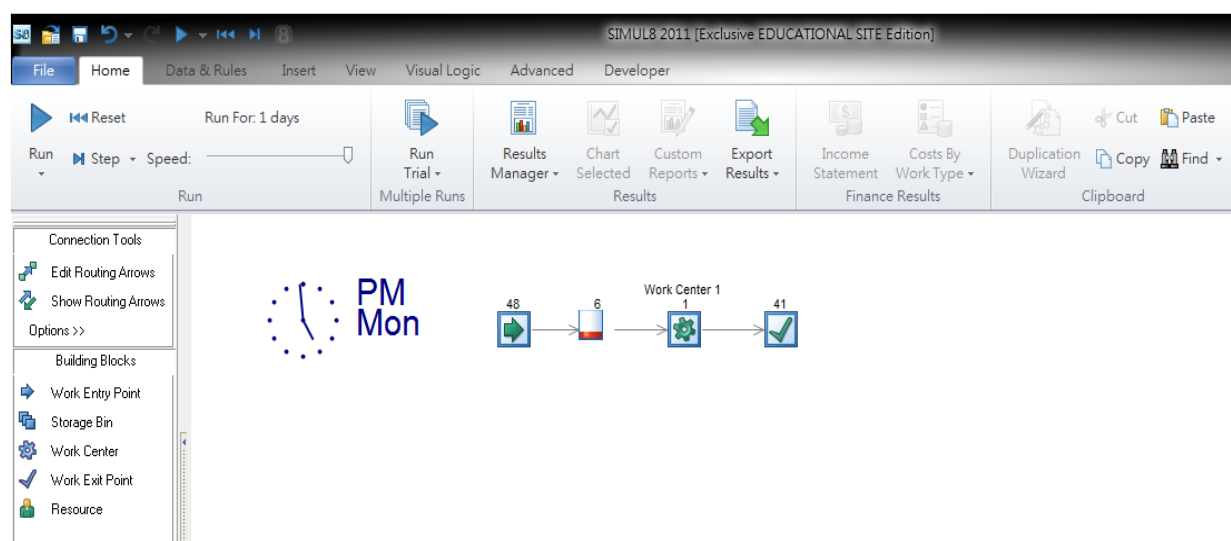


圖 3.1 SIMUL8 程式截圖

(資料來源：本研究整理)

在本研究中，系統模擬的建構仰賴許多現場測量的數據(詳見章節4.2.2)。然而，在處理分析數據時，最重要的是將數據整合成能夠符合現況的參數，這些數學模型包括比例的計算、分配的應用、時間的掌控、出現的頻率等，甚至可以影響收支平衡，藉由內部設定去改變成本的計算。系統模擬的軟體目前也幫助了許多企業去預測了解他們的系統與流程。

一般模擬系統除不考慮時間因素，而僅利用隨機亂數之「蒙地卡羅模擬」之外，尚可分為「連續性時間模擬」與「不連續事件模擬」兩類；連續性時間模擬乃指模式中的相依變數是隨時間連續變化，吾人須設定一恰當之間隔時間，按時確認系統的狀態，以模擬檢驗流程間的推進。

模擬模式的發展為了力求能逼近現實系統，過程中需要包含所模擬系統的高品質之真實資料，經由分析而得的合理假設以替代真實資料，透過參考所模擬之系統此領域專家的忠告及輸入，便能明確地將系統之相互關係進行相較。

模式架構完成之後，經過反覆驗證及修改，產生符合吾人要求的流程模型，再加入改善策略，可比較浪費發生的現象是否有所調整，以評估該方案的成效。

3.2 工程經濟之年金值

現金流量表的年度現金流量情形，即顯示年度資金運用來源之流入與流出的情形。工程經濟可解釋為資源分配或投資之決策分析。由眾多方案中選取一較好方案時，可用以決定經濟因子與經濟準則的方法。在做經濟比較時，使用工程經濟的各種方法可簡化其數學程序。

在台灣競爭激烈且瞬息萬變的醫療產業下，醫院不僅注重醫療品質外也紛紛開始強調提供更優質的醫療服務品質，所以本研究致力於改善過長的等候時間並提升醫療服務品質。透過分析兩個月資料庫資料並利用現場收集資料作驗證發現看診病患平均等候時間長達兩個小時，利用因果分析現況系統中主要影響過長等候時間的重要因素，應用四種模擬模型並設計不同方案來調整病患比例與看診順序，藉此改善病患的等候時間。

本文乃針對放射科檢驗流程系統之投資計劃的評估及決策，對於投資所產生的利益，以及其所面臨的風險雖然難以預測，但必須憑藉優良的工程經濟分析技術及工具，來評估整個投資計劃。本文後續將透過風險機率

模式之建立求解與應用，依歷史資料或假設各因素的機率分配後及估計出各分配的參數，再以參數之隨機變數以電腦軟體(Crystal Ball)利用蒙地卡羅法之風險分析技術，以 1,000 次亂數試驗，配合機率理論，藉由求出研究個案的淨現值。

本研究中，本研究使用到現金流量表及年金法來分析其每一專案。現金流量表的年度現金流量情形即顯示年度資金運用來源之流入與流出的情形，年金則是指在某一折現率之每年等額年金值。

現值法計算投資報酬公式為：

$$PW(i)=I+E(P/A,i,N)+S(P/F,i,N) \quad (3.1)$$

其中 PW：現值法

i：每期之實際利率(MARR)

I：期初成本

E：每期淨值

P：現值

A：每期等值

N：複利週期數

S：期末殘值

F：末值或終值

年值法計算投資報酬公式為：

$$AW(i)=I(A/P,i,N)+S(A/F,i,N)+E \quad (3.2)$$

其中 AW：年值法

i：每期之實際利率(MARR)

I：期初成本

A：每期等值

P：現值

N：複利週期數

S：期末殘值

F：末值或終值

E：每期淨值

資本回收因子為：

$$(A/P, i, n) = F/P \times A/F = i(1+i)^n / [(1+i)^n - 1] \quad (3.3)$$

由現值 P，往後推算求其等額 A；等額系列支付，償債基金因子為：

$$(A/F, i, n) = i / [(1+i)^n - 1] \quad (3.4)$$

則是由終值 F 求等額 A。其中 P(Present Worth)表示現值、A(Annual Worth)表示年值、F(Future Worth)表示未來值。

第四章 個案資料分析

4.1 研究個案介紹

TVH 成立於民國七十一年九月，創建之初，放射線部之醫師均由北部某醫學中心放射線部支援，經多年努力，TVH 放射線部已成為中區首屈一指的影像診斷與介入性檢查治療的部門。

TVH 放射線部提供廣泛的檢查，其項目包含一般 X 光、超音波、電腦斷層、磁振造影、乳房攝影、骨質密度等檢查及介入性檢查治療，每年檢查量超過四十萬人次。

TVH 放射線部為提供病患高品質的醫療服務，不斷擴充檢查儀器及引進尖端科技之設備，目前擁有一般攝影 X 光機五台、直接數位式攝影 X 光機四台、電腦放射線攝影設備九台、透視 X 光機三台、移動式 X 光機五台、彩色超音波十台(並備有乳房彈性檢測功能)、骨質密度偵測儀一台、乳房攝影 X 光機三台(其中一部更具有最新型之乳房斷層攝影功能)、血管造影設備三台(99 年度開始採用平板式偵測面板)、電腦斷層儀五台、1.5T 磁振造影儀三台、3.0T 磁振造影儀一台。所有的攝影檢查均為數位化影像，直接透過影像傳輸系統(PACS)傳輸，大幅提高了診斷的效率。

4.1.1 核磁共振成像 MRI

MRI(圖 4.1)主要利用核磁共振原理，依據所釋放的能量在物質內部不同結構環境中不同的衰減所發射出的電磁波，以此繪製成物體內部的結構圖像。所獲得的圖像非常清晰精細，大大提高了醫生的診斷效率，避免了剖胸或剖腹探查診斷的手術。

MRI 可對人體各部位多角度、多平面成像，其分辨力高，能更客觀具體地顯示人體內的解剖組織及相鄰關係，對病灶能進行優良定位定性。對全身各系統疾病的診斷，尤以早期腫瘤的診斷有很大的價值。



圖 4.1 MRI 實體機台

(資料來源：The CCST9015 project)

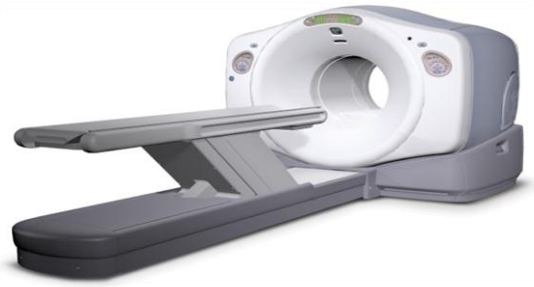


圖 4.2 CT 實體機台

(資料來源：日本福岡病院官網)

4.1.2 電腦斷層掃描 CT

CT(圖 4.2)檢查的原理是使用不同角度的 γ 射線穿透人體，由偵測器測得組織吸收量，再將此一訊號輸入電腦，經電腦計算後即顯示出被掃描部分的切面影像。

電腦斷層掃描的成像具有高解析度，螺旋式掃描可呈現出 3 D 立體影像，方便觀察與診療。目前電腦斷層多應用在醫學方面，除此之外，尚可應用於工業器件、考古、農業、環境、安檢等其他領域。

4.2 MRI 與 CT 現況介紹

MRI 及 CT 的檢查流程，大致可分為六個活動，其流程介紹如下：

1. 報到：病患至櫃台進行報到，櫃台人員進行查詢醫囑、過敏病史詢問及病患填寫檢查同意書。
2. 換衣服：要進行 MRI 檢查的病患一律須換上檢查專用衣服。CT 則是依檢查部位的不同而分為須換上檢查專用衣服和不用換上檢查用衣服。
3. 備針：需要進行施打顯影劑檢查成像的病患，要先由護士進行放置留置針頭的動作。
4. 檢查：依醫囑需要，有些病患不需注射顯影劑就可檢查。有些病患需先做未注射顯影劑的影像，然後注射顯影劑之後再做一次掃描。
5. 拔針：有放置留置針頭的病患須等待十分鐘後，由護士進行拔留置針頭的動作。
6. 換衣服：有換上檢查專用衣服的病患將檢查專用衣服換回自己的衣服。

將以上流程統整成下面檢驗流程，圖 4.3。由於 MRI 與 CT 性質相近，作業流程大同小異，兩者僅在換衣服的決策上有所不同(如紅框處所示)。

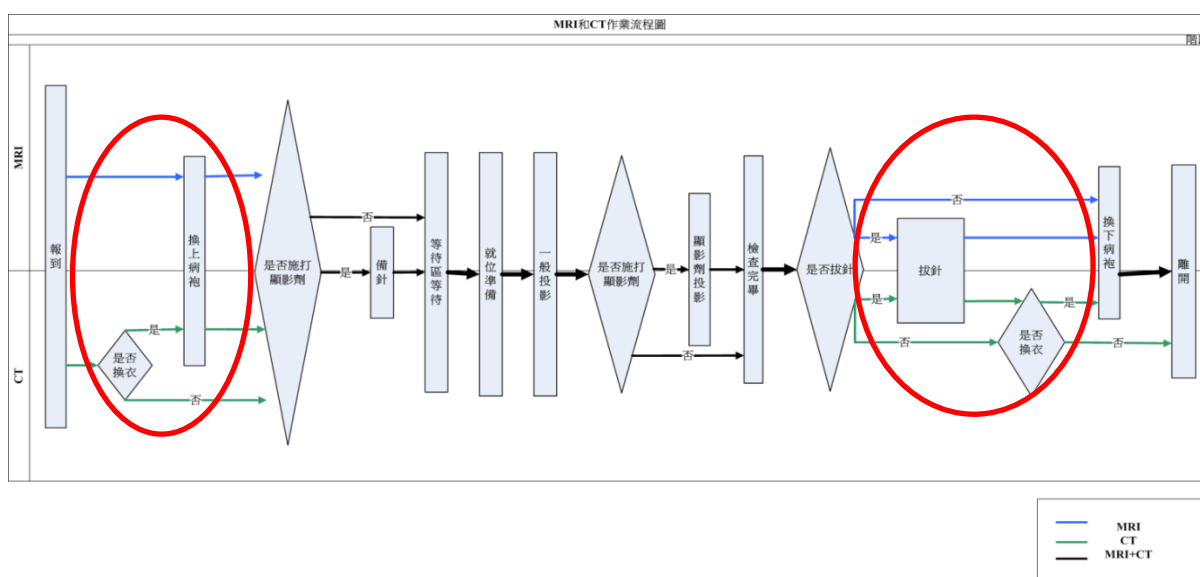


圖 4.3 MRI 與 CT 之檢驗流程介紹

(資料來源：本研究整理)

另外，目前 MRI 與 CT 的設備及人力以及運作時間如下表 4.1。MRI 有四部機器，由 4 名放射師操作檢查，1 名護士負責備針、拔針及顯影劑注射藥物及衛材之準備。CT 則有 3 台(本研究以門診及病房為主，另有兩台機器，專門檢查急診病患及研究計畫用，不列入本研究範圍)，由 3 名放射師操作檢查，2 名護士負責備針、拔針及顯影劑注射藥物及衛材之準備。MRI 白天時間 4 台機器全部運作，而小夜班只開兩台機器運作。而 CT 白天 3 台全開，小夜及大夜班則停機(緊急需要時，由急診室的 CT 執行檢查)。

熟悉放射科的檢查流程及設備人員運作之後，實地進行了為期一周的實際測量，並觀察各工作站運行之狀態，是否有空閒或造成回堵的狀況。表 4.2 是執行檢查前的準備工作，在各工作站平均所花費的時間，MRI/CT 報到平均花費 2.3/2.3 分鐘，MRI/CT 換衣服平均花費 4.5/3 分鐘，MRI/CT 備針平均花費 4.5/3.6 分鐘。

完成了檢查前的準備工作後，接下來就是執行檢查了。基本上，MRI 的檢查至少在 30 分鐘以上，而 CT 則在 15 分鐘內可完成。根據不同檢查部位不同，檢查所花費的時間也不同，本研究實際測量了各種不同部位的檢查後，計算出平均所需的時間，如表 4.3。

表 4.1 目前機器設備及人員運作情形

| | 設備及人力 | 運作時間 |
|-----|-----------------------------|---------------------|
| MRI | 護士 1 名 機器 4 台 放射師 4 名 | 白天 4 台全開 晚上開 2 台 |
| CT | 護士 2 名 機器 3 台 放射師 3 名 | 白天 3 台全開 晚上停機 |

(資料來源：本研究整理)

表 4.2 MRI/CT 實測各活動平均操作時間

| | 報到 | 換衣服 | 備針 |
|----------|-------|-------|-------|
| MRI 平均時間 | 2.3 分 | 4.5 分 | 4.5 分 |
| CT 平均時間 | 2.3 分 | 3 分 | 3.6 分 |

(資料來源：本研究整理)

表 4.3 MRI/CT 實測各部位檢查所需平均時間

| MRI 部位 | 平均時間(min) | CT 部位 | 平均時間(min) |
|--------|-----------|-------|-----------|
| 頭部總平均 | 37.2 | 頭部總平均 | 8.2 |
| 腦血管總平均 | 38.4 | 胸部總平均 | 5.0 |
| 腹部總平均 | 40.1 | 腹部總平均 | 6.3/10.8 |
| 腰椎總平均 | 29.0 | 其他總平均 | 3.7 |
| 頸椎總平均 | 27.7 | | |
| 肩膀總平均 | 45.7 | | |
| 其他總平均 | 38.4 | | |

(資料來源:本研究整理)

然而在檢查流程中有很多時候是必須等待的，本研究記錄並計算出流程中每一站之前的平均等待時間，如表 4.4。

表 4.4 各活動實際平均等候時間

| | 等待報到 | 等待換衣 | 等待備針 | 等待檢查 | 等待拔針 | 等待換衣 |
|----------|------|------|---------|---------|------|-------|
| MRI 平均時間 | 2 分 | 1 分 | 1.5 分 | 31.65 分 | 2 分 | 1 分 |
| CT 平均時間 | 3 分 | 1 分 | 16.75 分 | 13.5 分 | 11 分 | 1.5 分 |

(資料來源：本研究整理)

透過流程圖及所蒐集到的數據資料，本研究將其繪製成價值溪流圖 VSM，如圖 4.4。由 VSM 價值流圖可以明確顯示本研究的時間流、物流、資訊流、活動順序等資訊。並在活動工程方塊裡本研究可以看出活動的週期時間和是否具有附加價值，也能清楚比較各活動前的等待時間長短。因為本研究將等待視為一種浪費，所以從時間流的部分可以看到 MRI 在檢查前的等待時間最久，平均須等待 31.65 分鐘，而 CT 則是備針前的等待，平均須等待 16.75 分鐘。

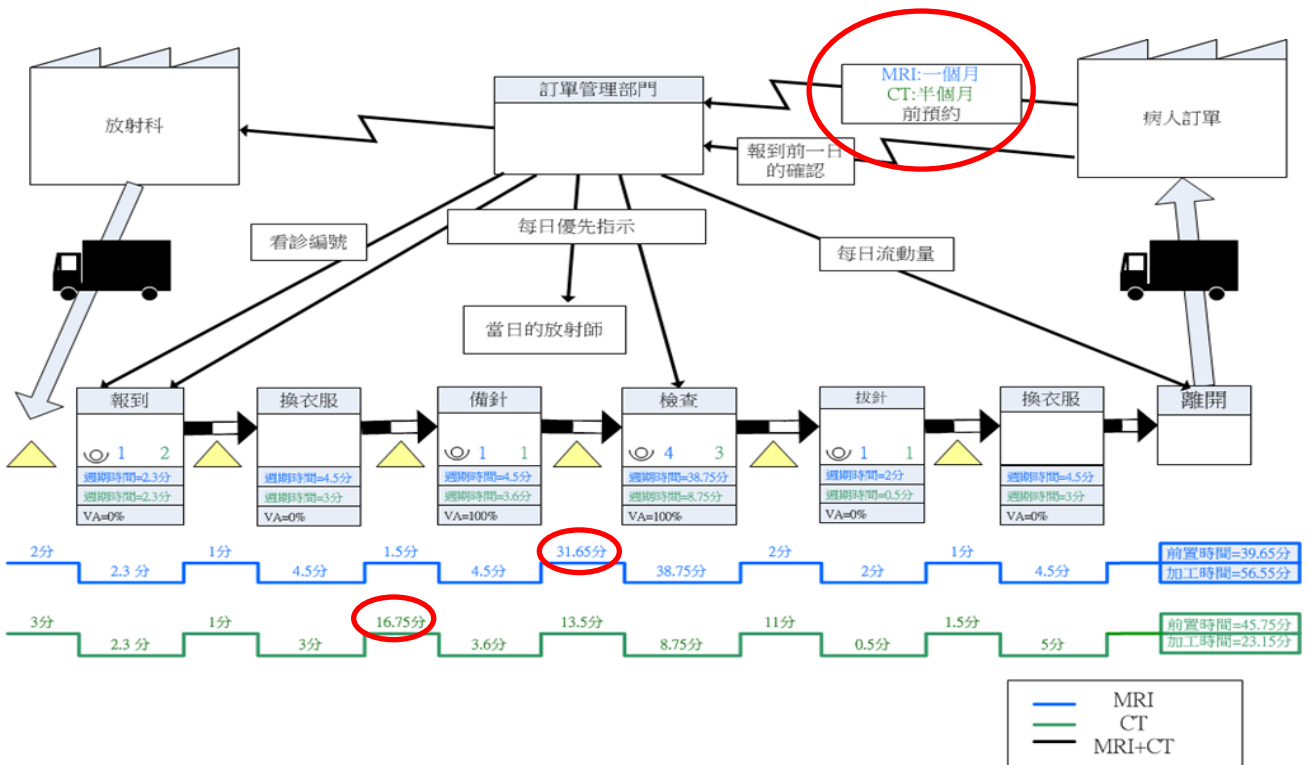


圖 4.4 MRI 與 CT 之價值流圖

(資料來源：本研究整理)

4.2.1 問題討論與改善構想

對於 MRI 與 CT 存在浪費之不同處，本研究依照 VSM 來發現浪費的所在，進而推測是由於兩者潛在問題的不同，導致以上的結果。在經過多次與醫護人員討論與修改後，產生問題的可能原因如下：

1. MRI

- (1) 須抽血病患報到後才因指示去進行抽、驗血，明顯浪費時間>>調整排程，病患先驗血後才進行報到，這樣就不會有過多的等待。
- (2) 補作病人之後的銜接問題>>確認補作病患與下一病患，以免造成銜接不良。
- (3) 病患資料不完整>>醫生在看診時就詢問病患是否有更換電話，立即更新。
- (4) 檢查項目難易度不一>>檢查時間長之病患避免同一時段檢查，影響後面的病人等待時間。
- (5) 跳號問題>>使用號碼機協助，方便確認。
- (6) 時段越晚，病患等待越長>>由電腦流程方面改善，依照檢查時間的長短分別排入各個時間。

2. CT

- (1) 抽血可能延誤病人等待時間>>報到時立即檢查病歷表並依據個案抽血、施針。
- (2) 插單現象>>處理完時段病人再安排插單，除非緊急病患。
- (3) 病人報到與醫護運作時間相差 30 分>>通知報到時段的同時給予號碼作為參考。
- (4) 顯影劑等待時間>>喝藥病人通知報到時間提前 1 小時，並給予心理建設，但檢查排號時間照舊。
- (5) 機台分配問題>>地下高階專注病房插單，因樓下具有空間大、人潮少、機台新等優點，且易於時間安排。
- (6) 護士工作繁忙>>分配內外場負責不同工作。
- (7) 缺號現象>>放射師若遇此問題則迅速跳至下位病人。
- (8) 等待過久產生之不安心理>>給予醫生與病人適當的心理建設。

經實際觀察及專家訪問後，本研究將上述所有的問題分成設備、人員、佈置、操作與其他等五大類，並根據問題影響嚴重程度繪製成魚骨圖，圖 4.5。

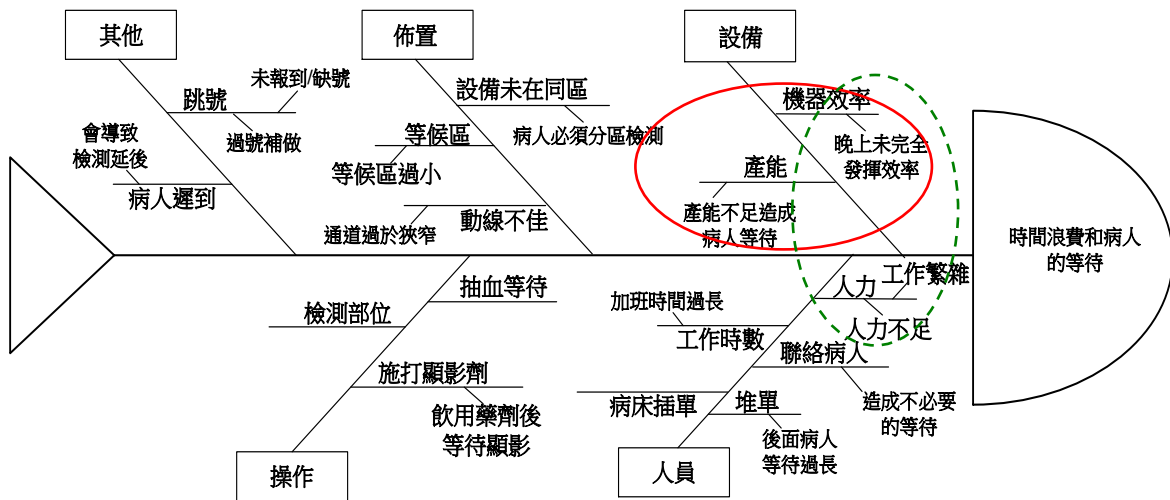


圖 4.5 魚骨圖

(資料來源：本研究整理)

由魚骨圖的定義可以得知，越靠近魚頭的部分表示問題越顯著。如圖 4.5 紅色實線圈所示，MRI 主要問題在於設備產能的不足，使得病患在完成檢查的準備工作後，必須長時間等待機台完成前一病人之檢查，才能接著進行檢查；另外，晚上只有兩台機台運作，而兩台機台停機，機器效率未完全發揮，也是一種浪費。而在 CT 方面，如圖 4.5 綠色虛線圈所示，CT 主要是有人力問題，因為護理人力只有兩名，護理人員除了幫病人備針之外，還須負責準備藥品、裝藥、拔針等事情，並且 CT 機台有 3 台，兩名護理人員必須相互支援，輪流在 3 台機台之間執行各項業務，因此無法即時為病人做檢查前的備針準備動作，增加病人備針前的等待時間。另外 CT 晚班停機，也是造成時間的浪費。

針對上述兩者的不同，本研究分別建構了針對 MRI 及 CT 的改善方案，如表 4.5。對於 MRI，因主要問題在於設備及產能的不足，本研究提出方案 A，增加晚班人力放射師兩名，讓原本晚班停機的兩台 MRI 也加入運作；方案 B 則是增加 MRI 機台一台，共 5 台機台於白天一同運作。對於 CT 方面，因主要問題是護理人力不足及產能不足，本研究提出方案 A，增加護理人員 1 名；方案 B 延長人員及機台工時至晚上 8 點。各方案將於 4.3 節

中做詳細說明及分析。

表 4.5 針對各問題所發展之不同方案

| | MRI | CT |
|------|--------|--------|
| 方案 A | 增加晚班人力 | 增加護理人員 |
| 方案 B | 增設機台 | 延長工時 |

(資料來源：本研究整理)

4.2.2 現況系統模擬

為了解目前流程以協助建模，測試系統模擬是否符合現況，先根據現有數據建構了與實際相符的模型。並將現況系統模擬之數據與 VSM 價值流圖做比對，發現各時間差異不大，且皆在容許範圍內；因此本研究可以判定，此系統模擬是符合現況且可以做為模擬未來方案的參考。其參數設定如下：

1. MRI

MRI 病患到達時會先進行報到，再換上檢查專用衣服，之後再因是否需要使用顯影劑，而有需要放置留置針頭與不需要的不同，之後病患等待檢查，檢查完畢後拔留置針頭，最後再換下檢查用衣服。病患到達的速度早上 8 點到下午 4 點是平均每 30 分鐘來 3 人，下午 6 點到晚上 8 點則是每 30 分鐘來 2 人，見下表 4.6。

表 4.6 MRI 病人到達分配

| | 早班 8:00~16:00 | 晚班 18:00~20:00 |
|------|-------------------|-------------------|
| 到達分配 | Rounded uniform | Rounded uniform |
| | Lower bound 30 分鐘 | Lower bound 30 分鐘 |
| | Upper bound 38 分鐘 | Upper bound 38 分鐘 |
| | fixed:3 位病患 | fixed: 2 位病患 |

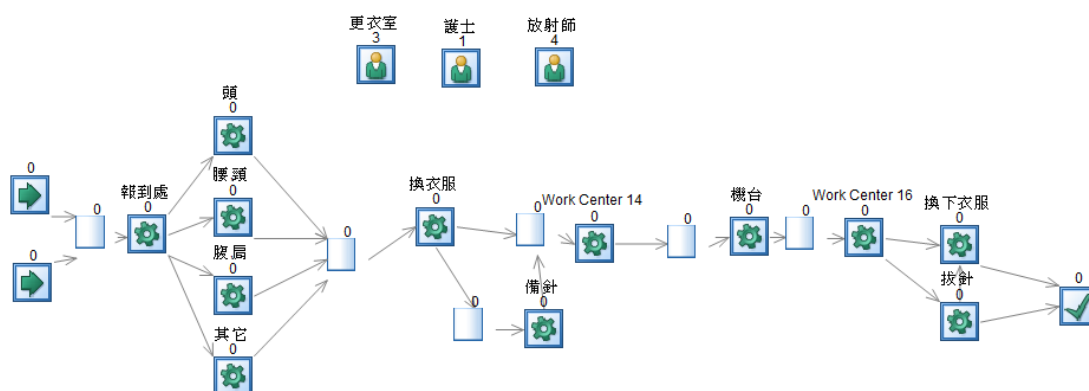
(資料來源：本研究整理)

檢查的時間則會因檢查部位不同而有所不同，經實際記錄及計算發現所有檢查大約有 32%是頭部的檢查，檢查時間設定是 Rounded uniform(64, 20)。大約有 28%是腰、頸的檢查，檢查時間設定是 Rounded uniform(69,14)。大約有 29%是腹、肩的檢查，檢查時間為 Rounded uniform(91,19)。其他檢查部位的比例 11%，其時間為 Rounded uniform(60,24)。整理之後如表 4.7。

表 4.7 MRI 各部位檢查比例與檢查所需時間

| | 比例 | 檢查時間分配 |
|-----|-----|--|
| 頭 | 32% | Rounded Uniform:1.Upper bound=64 2.Lower bound=20 |
| 腰、頸 | 28% | Rounded Uniform:1.Upper bound=69 2.Lower bound=14 |
| 腹、肩 | 29% | Rounded Uniform:1.Upper bound=91 2.Lower bound=19 |
| 其他 | 11% | Rounded Uniform:1.Upper bound=64 2.Lower bound=24 |

(資料來源：本研究整理)



| | | Low 95% Range | Average Result | High 95% Range |
|------|----------------------|---------------|----------------|----------------|
| 報到等待 | Average Queuing Time | 1.86 | 1.90 | 1.94 |
| 備針等待 | Average Queuing Time | 0.47 | 0.54 | 0.61 |
| 檢查等待 | Average Queuing Time | 27.03 | 31.71 | 36.39 |
| 離開 | Number Completed | 56.83 | 57.67 | 58.50 |

圖 4.6 MRI 現況系模(護士 1 名、機器 4 台、放射師 4 名)

(資料來源：本研究整理)

每位病人報到處理的時間約 1~3 分鐘，須放置留置針頭的病患比例為 67%，備針的處理時間約 1~4 分鐘，拔留置針頭的時間約 1~3 分鐘。根據上述的設定之後，得以下 MRI 現況系統模擬結果，見圖 4.6。

2. CT

CT 病患到達時會先進行報到，之後根據檢查的部位而有要換上檢查專用衣服和不用的差別，之後再因是否需要使用顯影劑，而有需要放置留置針頭與不需要的不同，一切準備就緒後，病患進行檢查，檢查完畢後拔留置針頭，最後再換下檢查用衣服。病患到達的速度早上 8 點到下午 4 點 30 分是平均每 30 分鐘來 8 人，其設定為 Average=30、Fixed=8。

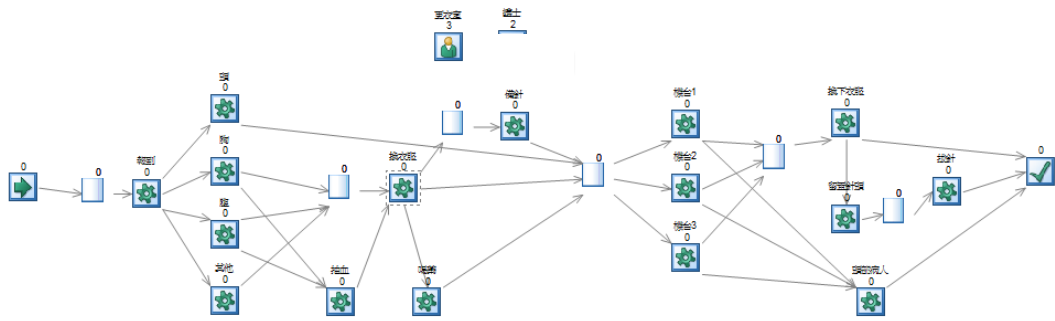
檢查所需耗費的時間也因為檢查部位不同而有差異，經實際記錄及計算發現所有檢查大約有 27% 是頭部的檢查，檢查所需時間為平均 8 分鐘；大約有 28% 是胸部的檢查，檢查所需時間為平均 5 分鐘；大約有 40% 是腹部的檢查，檢查所需時間服從最小值 6、最大值 10、平均值 8 的三角形分配，其他檢查部位項目佔 5%，其檢查所需時間平均 3 分鐘。整理之後如表 4.8。

表 4.8 CT 各部位檢查比例與檢查所需時間

| | 比例 | 檢查所需時間 |
|----|-----|--|
| 頭 | 27% | Average 8 |
| 胸 | 28% | Average 5 |
| 腹 | 40% | Triangular Lower 6 Mode 8 Upper 10 |
| 其他 | 5% | Average 3 |

(資料來源：本研究整理)

每位病人報到處理的時間平均為 2.3 分鐘，須使用顯影劑的病患比例約為 75%，備針的處理時間平均 3.6 分鐘，拔留置針頭的平均時間約 1 分鐘。根據上述的設定之後，得以下 CT 現況系統模擬結果，見圖 4.7。



| | | Low 95% Range | Average Result | High 95% Range |
|------|----------------------|---------------|----------------|----------------|
| 報到等待 | Average Queuing Time | 3.60 | 3.71 | 3.82 |
| 備針等待 | Average Queuing Time | 13.04 | 15.39 | 17.75 |
| 檢查等待 | Average Queuing Time | 9.91 | 12.51 | 15.12 |
| 離開 | Number Completed | 100.47 | 107.07 | 113.66 |

圖 4.7 CT 現況系模(護士 2 名、機器 3 台、放射師 3 名)

(資料來源：本研究整理)

根據以上 CT 現況系模的結果得知，CT 的備針等待時間是 15.39 分，實際測量結果是 16.75 分，每日處理單數 107.07 人，實際測量結果平均是 102 人。各數據差異不大，故本系模可以代表實際狀況，並利用此系模，改變各種不同參數，來預測結果變化。

4.3 改善方案系統模擬分析

在上述 VSM 價值流圖中可以找到 MRI 及 CT 最主要的問題在於等待時間過長，在 MRI 是發生於檢查前的等待，而在 CT 是發生於備針前的等待。又透過魚骨圖可以明確的看到造成這些問題比較顯著的原因：以 MRI 而言主要的原因出自於設備及產能的不足，而 CT 的問題則可能出自於人員不足及產能不足上。因為以上的原因，造成了 TVH 放射科 MRI 及 CT 檢查目前之所以須要如此長久的等待天數。

透過方才所述，本研究理解到由於 MRI 與 CT 問題點的不同，這兩個部門將會各自針對他們的弱點發展出不一樣的改善方案，如上述表 4.5。以下本研究將分別詳細說明。

4.3.1 MRI 改善方案分析

MRI 主要針對機台產能不足的問題，各發展了兩個方案：

1. 方案 A：增加晚班人力

晚班人力由原本的機器 2 台、放射師 2 位，增設為機台 4 台、放射師 4 位，將 MRI 所擁有的產能全開，期望達到最高效能。將改變後的參數輸入系統模擬設定中，經系統模擬程式計算後得到結果如下圖 4.8，每日處理單數由原來的 57.7 人增加為 66.4 人。

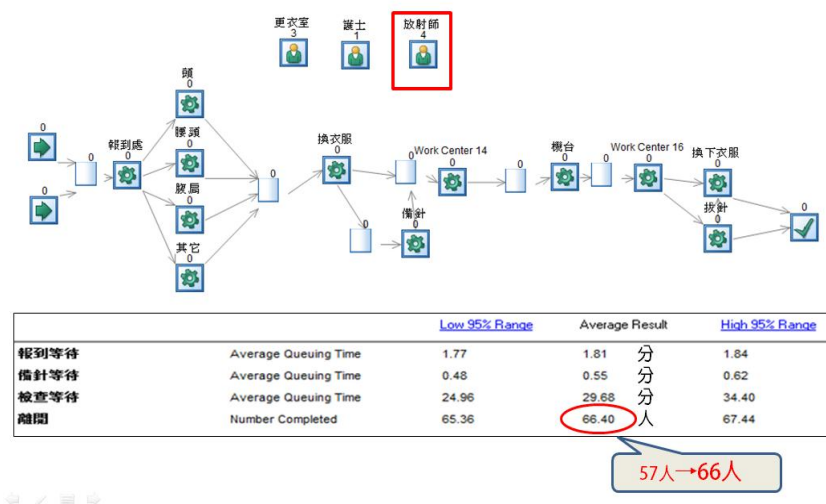


圖 4.8 MRI 方案 A 之系統模擬

(資料來源：本研究整理)

2. 方案 B：增加機台

應付產能不足問題的最直接方法就是，增加產能，也就是機台的購置。由原本 4 台機器增設為 5 台，由於機台的增設，使得放射師也必須增加 1 名。將改變後的參數輸入系統模擬設定中，經系統模擬程式計算後得到結果如下圖 4.9，每日處理單數由原來的 57.7 人增加為 70.2 人。

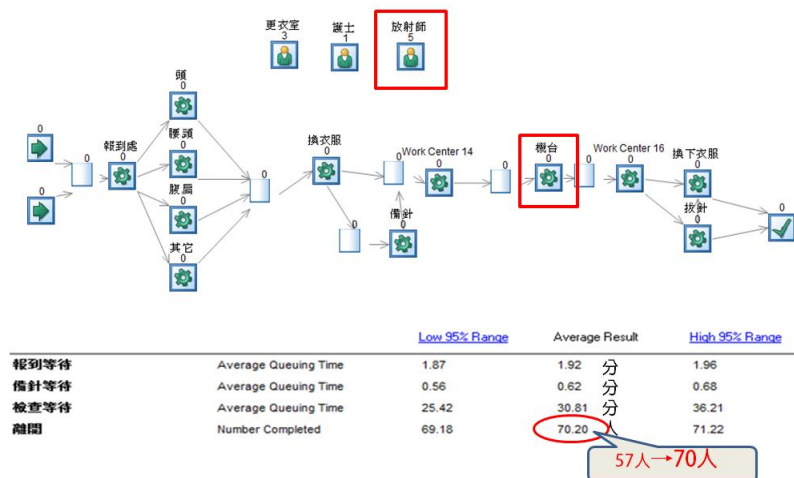


圖 4.9 MRI 方案 B 之系統模擬

(資料來源：本研究整理)

表 4.9 與表 4.10 為方案 A 和方案 B 的比較，可見方案 B 增加機台的處理單數改善效率 21.7% 優於方案 A 的 15%；依此改善率計算得知，改善後方案 B 等待天數可由原來的 30 天縮短為 23 天，優於方案 A 的 25 天。由於方案 A 方案 B 各為獨立不影響之概念，故可相加比對其複製作用，改善效率可達 36.2%。雖然兩方案相加之效益明顯優於其他二者，然而所需估算的成本亦較為龐大，在後面章節本研究將會帶入工程經濟來輔佐說明(詳見 4.4)。

表 4.9 MRI 處理單數(單位:人)模擬結果比較

| 採用方案 | 現況 | 改善後 | 差異 | 改善率 |
|-------------|------|------|------|-------|
| 方案 A-增加晚班人力 | 57.7 | 66.4 | 8.7 | 15.0% |
| 方案 B-增加機台 | 57.7 | 70.2 | 12.5 | 21.7% |
| 方案 A+方案 B | 57.7 | 78.6 | 20.9 | 36.2% |

(資料來源：本研究整理)

表 4.10 MRI 等待天數(單位:日)模擬結果比較

| 採用方案 | 現況 | 改善後 | 差異 | 改善率 |
|-------------|----|-----|----|-------|
| 方案 A-增加晚班人力 | 30 | 25 | 5 | 16.7% |
| 方案 B-增加機台 | 30 | 23 | 7 | 23.3% |
| 方案 A+方案 B | 30 | 19 | 11 | 36.7% |

(資料來源：本研究整理)

4.3.2 CT 改善方案分析

與核磁共振不同的是，CT 主要的問題為人力不足，而非設備的不足。再者，CT 晚上的資源並沒有徹底發揮，而是處於停機休眠的狀態。以下是針對此問題所提出的改善方案：

1. 方案 A：增加護理人員

針對人力問題建構了方案 A，由原先的 2 名護士增加為 3 名，而其他參數不變，系模所得到的結果如圖 4.10 所示，備針等待由 15.39 縮短為 4.74 分，每日處理單數由 107.07 人增加為 112.73 人。

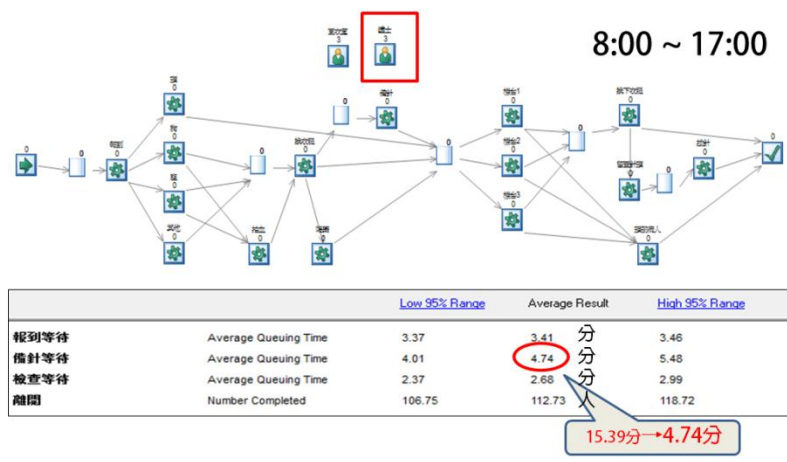


圖 4.10 CT 方案 A 之系統模擬
(資料來源：本研究整理)

2 方案 B：延長工時

在方案 A 中本研究發現因備針所造成的等待被大幅的縮短，然而每日可處理的單數卻沒有明顯改變，故又針對產能問題而發展了方案 B。由原先 17:00 的下班時間延長至 20:00，根據勞基法規定，不超過 12 小時。系模所得到的結果如圖 4.11，每日處理單數明顯增加，由原來的 107 人增加為 137.03 人。

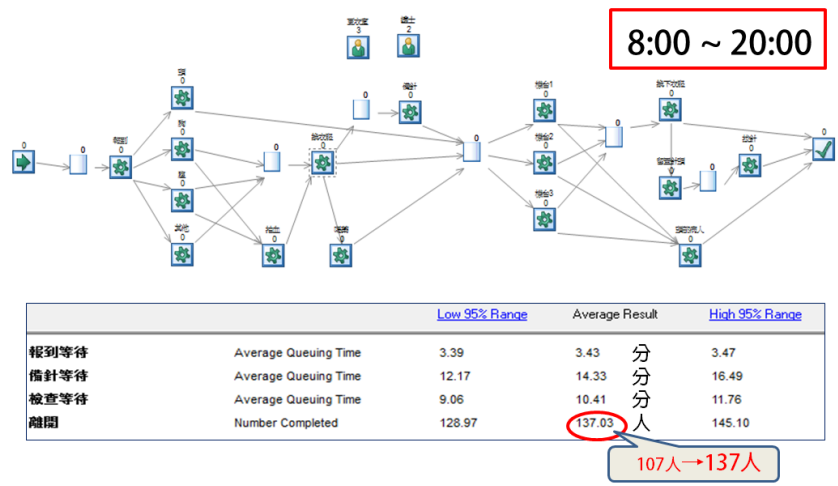


圖 4.11 CT 方案 B 之系統模擬
(資料來源：本研究整理)

同樣地，透過模擬後之數據，研究各改善方案結果，本研究將改善率做一比較，如表 4.11 及 4.12。發現方案 B 延長工時，每日處理單數改善率 27.9%，效果優於方案 A 的 5.3%；依此改善率計算得知，改善後方案 B 等待天數可由原來的 15 天縮短為 8 天，優於方案 A 的 13 天。此處同樣因為方案 A 與方案 B 同時為獨立且不影響彼此，進而加以相加比對其複製作用。雖然兩方案相加之效益同樣明顯優於其他二者，然而所需估算的成本亦隨之增大，本研究一樣會在後面的章節進行討論(詳見 4.4)。

表 4.11 CT 處理單數(單位:人)模擬結果比較

| 採用方案 | 現況 | 改善後 | 差異 | 改善率 |
|-------------|--------|--------|-------|-------|
| 方案 A-增加護理人員 | 107.07 | 112.73 | 5.66 | 5.3% |
| 方案 B-延長工時 | 107.07 | 137.03 | 29.96 | 27.9% |
| 方案 A+方案 B | 107.07 | 138.89 | 31.82 | 29.7% |

(資料來源：本研究整理)

表 4.12 CT 等待天數(單位:日)模擬結果比較

| 採用方案 | 現況 | 改善後 | 差異 | 改善率 |
|-------------|----|-----|----|-------|
| 方案 A-增加護理人員 | 15 | 13 | 2 | 13.3 |
| 方案 B-延長工時 | 15 | 8 | 7 | 46.7% |
| 方案 A+方案 B | 15 | 8 | 7 | 46.7% |

(資料來源：本研究整理)

4.4 改善方案年值分析

在透過上述系統模擬之手法後，本研究可以理解各方案確實有其效益存在，能夠如期增加每日處理單數，長遠看來，則能夠縮短病人的等待天數。

然而，在各獨立方案或加成方案中，院方又該如何抉擇呢？決策不僅是重視成效，更必須考量到整體的投入成本與時間，兩兩權衡之下，方可

做出最有利的判斷。因此，本研究在得到系模數據後，輔以工程經濟的手法，利用年值分析來探討各方案實際可帶來的經濟效益。

4.4.1 MRI 年值分析

在預估各方案年值分析之前，本研究先計算現況以供決策參考及比較。另外，較為特別的地方在於方案 B，由於 MRI 機台昂貴，故可分為購買(B1)或租用(B2)，此二者所創造的年金值便會有所差異。

採用工程經濟是因為可從經濟角度來進行評估方案，更是選擇執行方案的重要決策因素。而工程經濟的手法除了考量每年的預期利潤，同時也考量到執行方案所需投入的初始成本以及結束方案後所還能殘留多少的價值；最重要的是採用工程經濟手法更能夠帶入時間貨幣的觀念，也就是貨幣因為時間的因素而造成的增、貶值效應。而年值分析則是將各種獲益及成本分攤到專案執行年限中，經由分析得到此方案每年在考量各式成本之後所能產生的經濟價值。

表 4.13 為現況 MRI 收益表，在收益表當中詳列每年收入及支出明細。

表 4.13 現況 MRI 收益表

| 支出項目 | 金額(元) | 收入項目 | 金額 |
|--|------------|-----------|-------------|
| 設備租用 | 14,400,000 | 掛號費 | 6,647,040 |
| 保養費用 | 7,500,000 | 健保給付(施打) | 82,260,000 |
| 放射師費用 | 2,112,000 | 健保給付(未施打) | 33,897,600 |
| 護理師費用 | 1,056,000 | | |
| 加班費用 | 384,000 | | |
| 顯影劑費用 | 19,939,200 | | |
| 針&針頭 | 105,678 | | |
| 總支出 | 45,496,878 | 總收入 | 122,804,640 |
| 利潤=122,804,640-45,496,878 = 77,307,762 | | | |

(資料來源：本研究整理)

支出包含機器設備的費用，4 台機台中有 1 台是租賃的，每年需付租用費 \$14,400,000、其他 3 台則需付保養費 \$7,500,000，人員費用包括放射師費用 \$2,112,000、護理師費用 \$1,056,000、加班費用 \$384,000，顯影劑費用 \$19,939,200 及衛材費用 \$105,678 等，總支出為 \$45,496,878；收入包含掛號費 \$6,647,040 及健保給付的檢查費(有施打顯影劑的部份 \$82,260,000，未施打的部份 \$33,897,600)，總收入為 \$122,804,640。總收入減去總支出得到每年總利潤為 \$77,307,762。

圖 4.12 為現況年值分析圖，圖的上方為現金流表格，下方為年金值的計算式。在現金流表格中，箭頭朝上表示收入或還殘留的價值，而箭頭朝下則表示為支出或成本。箭頭朝下的 \$210,000,000 是期初購買機台(3 台)的成本，箭頭朝上的 \$42,000,000 是期末機台的折舊後殘值，以年利率 4% ($i=0.04$)，八年為期 ($n=8$ ，機器使用年限約八年) 來計算每一年所分攤的成本為 $210,000,000 \cdot (A/P, 0.04, 8)$ (詳見公式 3.3)，期末機器殘值分回八年的年金值為 $42,000,000 \cdot (A/F, 0.04, 8)$ (詳見公式 3.4)。算式則為每年收入減支出的年金值 $(122,804,640 - 45,496,878)$ 減去成本分攤後的年金值 $210,000,000 \cdot (A/P, 0.04, 8)$ ，再加上期末機台殘值的年金值 $42,000,000 \cdot (A/F, 0.04, 8)$ ，最後的值即為此方案每年所能帶來的經濟價值 \$50,675,086。

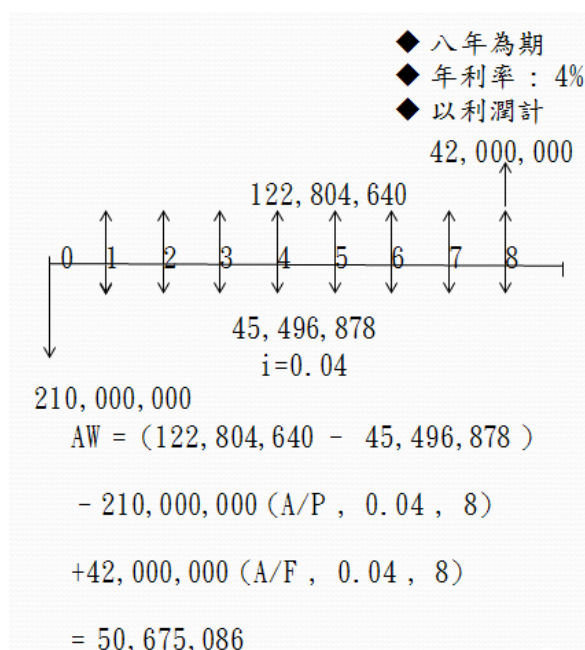


圖 4.12 現況 MRI 年值分析圖

(資料來源：本研究整理)

表 4.14 是採用方案 A 的 MRI 收益表。因晚班增加兩名放射師，支出方面須增加放射師的加班費用\$384,000，檢查量上升所耗費的顯影劑費用\$2,894,400、其他衛材費\$15,340，總支出為\$48,790,618；收入方面檢查量上升，掛號費增加\$1,036,800 及健保給付增加\$18,115,200，總收入為\$141,956,640。總收入減總支出得每年總利潤為\$93,166,022。

表 4.14 採用方案 A 的 MRI 收益表

| 支出項目 | 金額(元) | 收入項目 | 金額(元) |
|--|----------------------|---------------|-----------------------|
| 設備租用 | 14,400,000 | 掛號費 | 6,647,040+1,036,800 |
| 保養費用 | 7,500,000 | 健保給付 (施打) | 82,260,000+12,830,400 |
| 放射師費用 | 2,112,000 | 健保給付 (未施打) | 33,897,600+5,284,800 |
| 護士費用 | 1,056,000 | | |
| 加班費用 | 384,000 +384,000 | | |
| 顯影劑費用 | 19,939,200+2,894,400 | | |
| 針&針頭 | 105,678+15,340 | | |
| 總支出 | 48,790,618 | 總收入 | 141,956,640 |
| 利潤=141,956,640-48,790,618 = 93,166,022 | | | |

(資料來源：本研究整理)

圖 4.13 為採用方案 A 的 MRI 年值分析圖，因為機台數不變，故期初機器設備的投資金額及八年後機器的殘值不變。算式則為每年收入減支出的年金值(141,956,640-48,790,618)減去成本分攤後的年金值 210,000,000(A/P,0.04,8)，再加上期末機台殘值的年金值 42,000,000(A/F,0.04,8)，最後的值即為此方案每年所能帶來的經濟價值\$66,533,346。

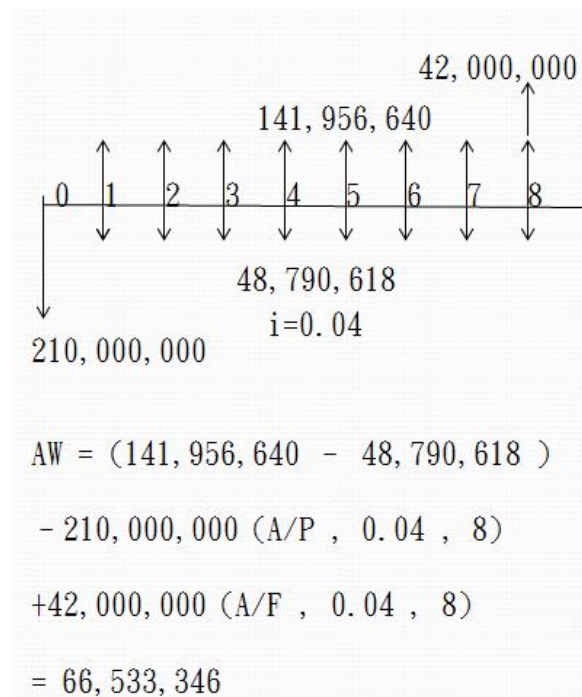


圖 4.13 採用方案 A 的 MRI 年值分析圖

(資料來源：本研究整理)

表 4.15 是採用方案 B1 的 MRI 收益表。因機台的增加，是以購買的方式，每年支出增加的部分包含機器保養費用\$2,500,000，多雇用一名放射師的費用\$528,000；因檢查量增加，顯影劑費用增加\$4,180,800 及衛材支出增加\$22,125，總支出為\$52,727,803；收入方面因檢查量增加，掛號費增加\$1,382,400 及健保給付增加\$24,084,000，總收入為\$148,271,040。總收入減總支出得每年總利潤為\$95,543,237。

表 4.15 採用方案 B1 的 MRI 收益表

| 支出項目 | 金額(元) | 收入項目 | 金額(元) |
|-------|---------------------|---------------|-----------------------|
| 設備租用 | 14,400,000 | 掛號費 | 6,647,040+1,382,400 |
| 保養費用 | 7,500,000+2,500,000 | 健保給付 (施打) | 82,260,000+17,100,000 |
| 放射師費用 | 2,112,000+528,000 | 健保給付 (未施打) | 33,897,600+6,984,000 |
| 護士費用 | 1,056,000 | | |
| 加班費用 | 384,000 | | |

| 支出項目 | 金額(元) | 收入項目 | 金額(元) |
|--|----------------------|------|-------------|
| 顯影劑費用 | 19,939,200+4,180,800 | | |
| 針&針頭 | 105,678+22,125 | | |
| 總支出 | 52,727,803 | 總收入 | 148,271,040 |
| 利潤=148,271,040-52,727,803 = 95,543,237 | | | |

(資料來源：本研究整理)

圖 4.14 為採用方案 B1 的 MRI 年值分析圖。因機台的增加，是以購買的方式，故期初購買機器投資成本增加為\$280,000,000，期末殘值也增加為\$56,000,000。算式則為每年收入減支出的年金值(148,271,040-52,727,803)減去成本分攤後的年金值 280,000,000(A/P,0.04,8)，再加上期末機台殘值的年金值 56,000,000(A/F,0.04,8)，最後的值即為此方案每年所能帶來的經濟價值\$60,033,003

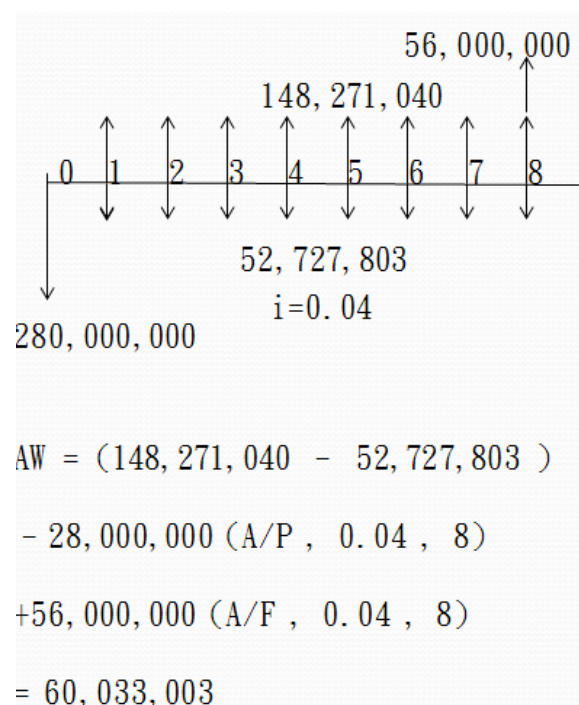


圖 4.14 採用方案 B1 的 MRI 年值分析圖

(資料來源：本研究整理)

表 4.16 是採用方案 B2 的 MRI 收益表。增加機台是以租用的方式，支出方面增加了設備租用的金額\$14,400,000、僱用放射師費用\$528,000、檢查量增加的顯影劑費用\$4,180,800 及衛材費用\$22,125，總支出為\$64,627,803；收入增加掛號費\$1,382,400 及健保給付的檢查費\$24,084,000，總收入為\$148,271,040。總收入減總支出得每年總利潤為\$83,643,237。

表 4.16 採用方案 B2 的 MRI 收益表

| 支出項目 | 金額(元) | 收入項目 | 金額(元) |
|--|-----------------------|---------------|-----------------------|
| 設備租用 | 14,400,000+14,400,000 | 掛號費 | 6,647,040+1,382,400 |
| 保養費用 | 7,500,000 | 健保給付 (施打) | 82,260,000+17,100,000 |
| 放射師費用 | 2,112,000+528,000 | 健保給付 (未施打) | 33,897,600+6,984,000 |
| 護士費用 | 1,056,000 | | |
| 加班費用 | 384,000 | | |
| 顯影劑費用 | 19,939,200+4,180,800 | | |
| 針&針頭 | 105,678+22,125 | | |
| 總支出 | 64,627,803 | 總收入 | 148,271,040 |
| 利潤=148,271,040-64,627,803 = 83,643,237 | | | |

(資料來源：本研究整理)

圖 4.15 為採用方案 B2 的 MRI 年值分析圖。因沒有購置機台，所以期初投資成本及期末殘值不變。算式則為每年收入減支出的年金值(148,271,040-64,627,803)減去成本分攤後的年金值 210,000,000(A/P,0.04,8)，再加上期末機台殘值的年金值 42,000,000(A/F,0.04,8)，最後的值即為此方案每年所能帶來的經濟價值\$57,010,561。

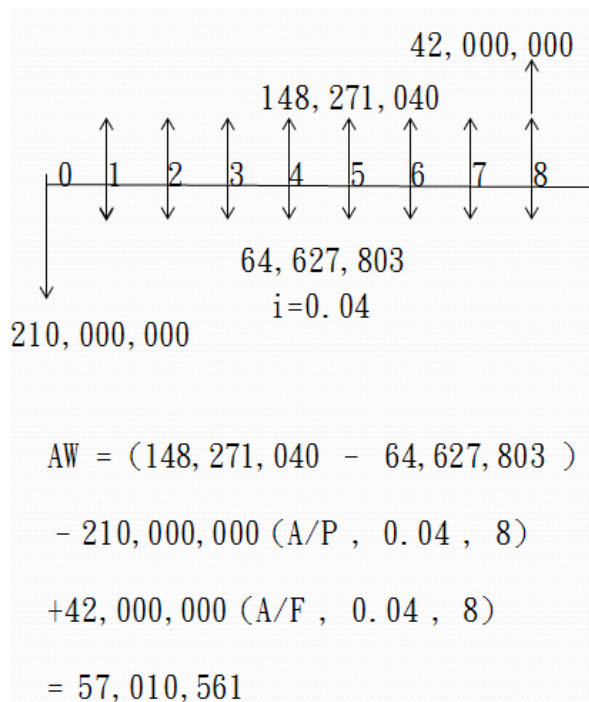


圖 4.15 採用方案 B2 的 MRI 年值分析圖

(資料來源：本研究整理)

4.4.2 CT 年值分析

與 MRI 的年值分析方式相同，首先計算出現況 CT 收益表，如表 4.17。收益表中支出部分包含放射師費用\$1,584,000、護士費用\$1,056,000 及櫃檯人員之費用\$960,000，顯影劑費用\$12,403,440，衛材費用\$213,786，機台保養費用\$15,510,720，總支出為\$31,727,946；收入部份為掛號費\$11,812,800 及健保給付金額\$116,157,600，總收入為\$110,680,800。總收入減總支出得每年總利潤為\$78,952,854。

圖 4.16 是現況 CT 年值分析圖。圖的上方為現金流表格，下方為年金值的計算式。在現金流表格中，箭頭朝上表示收入或還殘留的價值，而箭頭朝下則表示為支出或成本。箭頭朝下的\$90,000,000 是期初購買機台的成本，箭頭朝上的\$18,000,000 是期末機台的折舊後殘值，以年利率 4% ($i=0.04$)，八年為期($n=8$ ，機器使用年限約八年)來計算每一年所分攤的成本為 $90,000,000*(A/P,0.04,8)$ (詳見公式 3.3)，期末機器殘值分回八年的年金值為 $18,000,000*(A/F,0.04,8)$ (詳見公式 3.4)。算式則為每年收入減支出的年金值 $(110,680,800-31,727,946)$ 減去成本分攤後的年金值 $90,000,000(A/P,0.04,8)$ ，再加上期末機台殘值的年金值 $18,000,000(A/F,0.04,8)$ ，最後的值即為此方案每年所能帶來的經濟價值\$67,538,850。

表 4.17 現況 CT 收益表

| 支出項目 | 金額(元) | | 收入項目 | 金額(元) |
|--|------------|--|-----------|-------------|
| 放射師費用 | 1,584,000 | | 掛號費 | 11,812,800 |
| 護士費用 | 1,056,000 | | 健保給付(施打) | 80,892,000 |
| 櫃檯費用 | 960,000 | | 健保給付(未施打) | 17,976,000 |
| 顯影劑費用 | 12,403,440 | | | |
| 針&針頭 | 213,786 | | | |
| 保養費用 | 15,510,720 | | | |
| 總支出 | 31,727,946 | | 總收入 | 110,680,800 |
| 利潤=110,680,800-31,727,946 = 78,952,854 | | | | |

(資料來源：本研究整理)

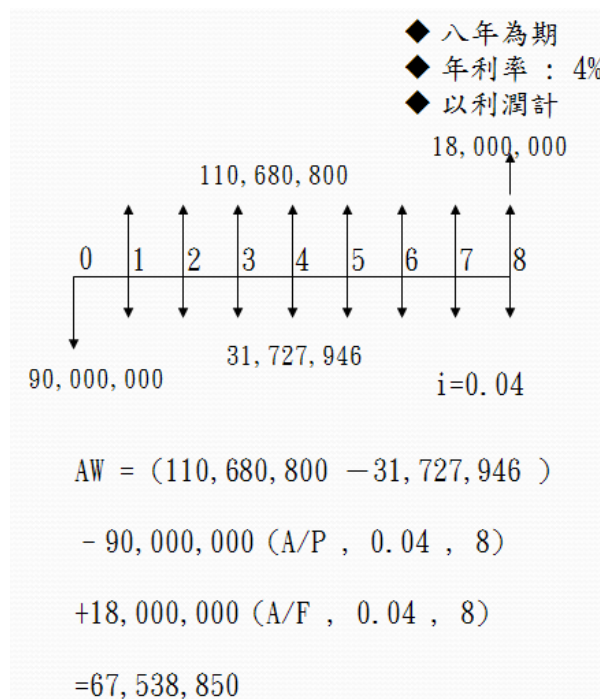


圖 4.16 現況 CT 年值分析圖

(資料來源：本研究整理)

表 4.18 為採用方案 A 的 CT 收益表，白天增加一名護理人員，支出方面增加護理人力費用\$52,800、檢查量增加後的顯影劑費用增加\$595,520，衛材費用增加\$11,988 及保養費用增加\$869,760，總支出為\$33,833,214；收入增加了掛號費\$662,400 及健保給付的檢查費\$5,544,000，總收入為\$116,887,200。總收入減總支出得每年總利潤為\$83,053,986。

表 4.18 採用方案 A 的 CT 收益表

| 支出項目 | 金額(元) | | 收入項目 | 金額(元) |
|---------------------------------------|--------------------|--|---------------|----------------------|
| 放射師費用 | 1,584,000 | | 掛號費 | 11,812,800+662,400 |
| 護士費用 | 1,056,000+52,800 | | 健保給付 (施打) | 80,892,000+4,536,000 |
| 櫃檯費用 | 960,000 | | 健保給付 (未施打) | 17,976,000+1,008,000 |
| 顯影劑費用 | 12,403,440+595,520 | | | |
| 針&針頭 | 213,786+11,988 | | | |
| 保養費用 | 15,510,720+869,760 | | | |
| 總支出 | 33,833,214 | | 總收入 | 116,887,200 |
| 利潤=116,887,200-33,833,214 =83,053,986 | | | | |

(資料來源：本研究整理)

圖 4.17 為採用方案 A 的 CT 年值分析圖，沒有增加機台所以期初投資成本及期末殘值不變。算式則為每年收入減支出的年金值(116,887,200-33,833,214)減去成本分攤後的年金值 90,000,000(A/P,0.04,8)，再加上期末機台殘值的年金值 18,000,000(A/F,0.04,8)，最後的值即為此方案每年所能帶來的經濟價值\$71,639,982。

表 4.19 為採用方案 B 的 CT 收益表。延長工時加班到晚上 8 點，支出方面增加了放射師\$432,000、護士\$384,000 及櫃檯人員\$288,000 的加班費、檢查量增加的顯影劑費用\$3,477,600、衛材費用\$59,940，機台的保養費用\$4,348,800，總支出為\$40,718,286。收入部份為掛號費增加\$3,312,000 及健保給付的檢查費增加\$27,720,000，總收入為\$141,712,800。總收入減總支

出得每年總利潤為\$100,994,514。

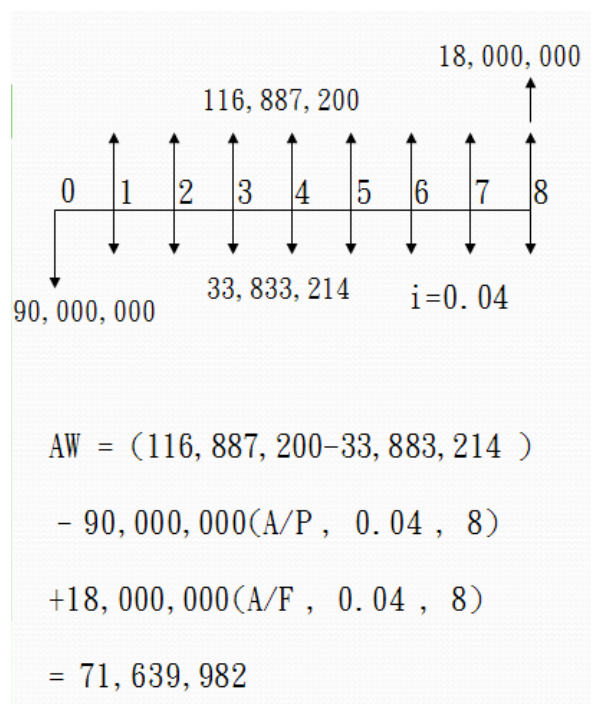


圖 4.17 採用方案 A 的 CT 年值分析圖

(資料來源：本研究整理)

表 4.19 採用方案 B 的 CT 收益表

| 支出項目 | 金額(元) | 收入項目 | 金額(元) |
|---------------------------------------|----------------------|---------------|-----------------------|
| 放射師費用 | 1,584,000+432,000 | 掛號費 | 11,812,800+3,312,000 |
| 護士費用 | 1,056,000+384,000 | 健保給付 (施打) | 80,892,000+22,680,000 |
| 櫃檯費用 | 960,000+288,000 | 健保給付 (未施打) | 17,976,000+5,040,000 |
| 顯影劑費用 | 12,403,440+3,477,600 | | |
| 針&針頭 | 213,786+59,940 | | |
| 保養費用 | 15,510,720+4,348,800 | | |
| 總支出 | 40,718,286 | 總收入 | 141,712,800 |
| 利潤=141,712,800-40,718,286=100,994,514 | | | |

(資料來源：本研究整理)

圖 4.18 為採用方案 B 的 CT 年值分析圖。沒有增加機台所以期初投資成本及期末殘值不變。算式則為每年收入減支出的年金值(141,712,800-40,718,286)減去成本分攤後的年金值 90,000,000(A/P,0.04,8)，再加上期末機台殘值的年金值 18,000,000(A/F,0.04,8)，最後的值即為此方案每年所能帶來的經濟價值\$85,580,510。

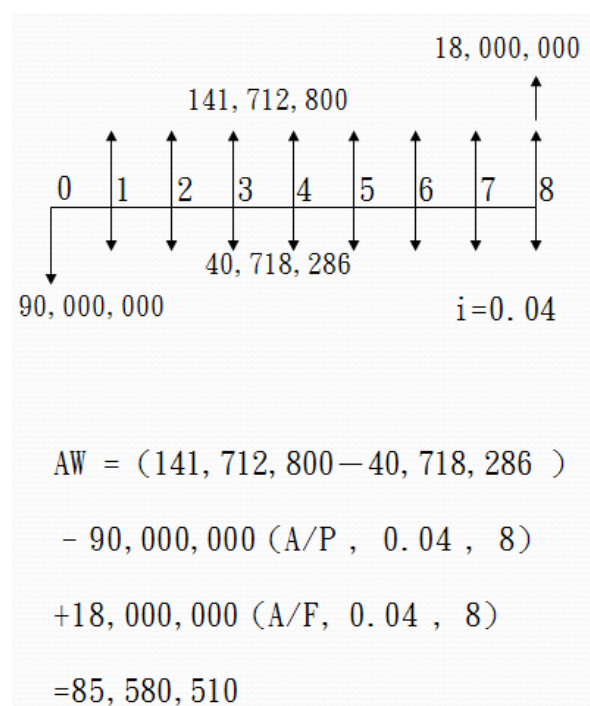


圖 4.18 採用方案 B 的 CT 年值分析圖

(資料來源：本研究整理)

4.5 改善方案結果比較

在經過年值分析後，本研究將所得結果與系模預估改善率做一整體比較。以 MRI 而言，如表 4.20，A 方案每年的經濟效益為\$66,533,346，優於方案 B1 的\$60,033,003，在經濟利益上佔了較大的優勢。但 B 方案則在非經濟利益上有其優點存在，其處理單數的改善率 21.7%及等待天數改善率 23.3%皆比方案 A 來得好；又因各為獨立方案故將二者相加，可想而知，方案 A 與方案 B1 同時採用，在各利益分析上皆勝於其他獨立方案，然而，方案 A 與方案 B1 同時採用時，應考量的是期初的龐大成本、不可預測的市場，以及欠缺彈性的變動。

表 4.20 MRI 各方案分析

| 方案 | 經濟利益 | 非經濟利益 | | |
|-------------|------------|---------|---------|-------------|
| | 年金值 | 處理單數改善率 | 等待天數改善率 | 增加檢查病人數(一年) |
| A(增加人力) | 66,533,346 | 15% | 16.7% | 2,160 |
| B1(增購機台) | 60,033,003 | 21.7% | 23.3% | 2,880 |
| B2(租用機台) | 57,010,561 | 21.7% | 23.3% | 2,880 |
| 方案 A 加方案 B1 | 70,933,704 | 36.2% | 37.7% | 5,040 |

(資料來源：本研究整理)

在 CT 方面，如表 4.21，以獨立方案而言是方案 B 較具優勢，經濟效益方面每年年金值\$85,580,510 高於方案 A 的\$71,639,982，處理單數改善率 27.9%也優於方案 A 的 5.3%，然而延長工時所造成的工作倦怠、員工士氣低落等亦是考量的重點；醫院強調準確無誤的判斷，倘若因工作時數過長導致醫療疏失，恐將造成莫大的負面影響。

另外，重疊方案 A 與方案 B 同時採用的成效確實有可看之處，然其所要考量的成本、市場、彈性等問題皆如上述與 MRI 一致，因此在 CT 所提出的這些方案當中，A 是較具有彈性的，可以隨時配合當季排單量調動人力，更具有部門協調的功能。

表 4.21 CT 各方案分析

| 方案 | 經濟利益 | 非經濟利益 | | |
|------------|------------|---------|---------|-------------|
| | 年金值 | 處理單數改善率 | 等待天數改善率 | 增加檢查病人數(一年) |
| A(增加人力) | 71,639,982 | 5.3% | 13.3% | 1,358 |
| B(延長工時) | 85,580,510 | 27.9% | 46.7% | 7,190 |
| 方案 A 加方案 B | 90,331,554 | 29.7% | 46.7% | 7,637 |

(資料來源：本研究整理)

由此可知，本研究中各方案皆有其優缺點，唯有完善考量各方案間的

機會成本，方可抉擇出最適合 TVH 放射科的改善構想，院方在決策的同時也應該考慮到全面的變動，並發展出緩和對策，以免造成損失與不必要的麻煩。

第五章 結論

近年來由於全民健保的開辦，使民眾對於醫療的需求逐年增加。而放射科的醫學影像如 MRI 及 CT 的進步，可以在不用動刀的方式就可以看清楚人體內部的變化，提供了臨床醫師很好的診斷工具，於是大量的 MRI 及 CT 檢查的需求，造成了各大醫院放射部門人滿為患，面臨了等待檢查時間過長的問題。如 TVH 放射部門 MRI 須等候 1 個月，CT 須等候半個月，增加了病患的不安全感及增加延誤診斷的風險。於是如何加強檢查流程的效率，已是各大醫院放射線部門的重要課題。

增加設備、人員為簡單且直接的方法，但礙於院方經費與健保給付的限制，貿然投資可能得不到應有之期望。MRI 及 CT 的檢查流程牽涉到人員的配置、機台的數量以及檢查時間的不一，造成難以預估整個系統的運作時間。為了分析這樣龐大的作業系統以找出造成系統浪費的來源，本研究利用 VSM 的方法，實地詳細的了解 MRI 及 CT 的檢查流程，記錄了流程中各個環節所需的時間，依此繪製了價值流圖 VSM、魚骨圖，從中找出浪費的所在，並提出改善方案。

為了解各方案的效率，本研究透過系統模擬的方式以電腦軟體模擬各種改善方案的效率。最後以年值法進行各方案的經濟效益分析，其中包含機台成本投資及機台達使用年限時所剩殘值，皆列入分析的考量，正確分析各方案的經濟效益。而研究結果顯示以 MRI 而言，增加機台的 B 方案提供了較好的效率，但 A 方案的增加晚班人力卻有較好的經濟效益。在 CT 方面，研究結果顯示 B 方案的延長工時在效率上及經濟效益上都比 A 方案的增加日班護士 1 名要好。本研究以系統模擬及年值分析方法的應用，找出 TVH 放射科 CT 及 MRI 檢查流程的改善方案，提供效率改善數據及經濟效益數據，作為醫院決策者做決策的依據。

在現今講求客製化服務的社會，為了滿足需求，企業不斷在更新進步，醫院也是一樣。比起企業而言，醫療系統更注重品質與速度，同時由於醫療設備的高昂價格，需考量院方的成本與收益，使得醫院的決策更顯重大。本研究的成果可以提供給院方作為決策的參考與建議，除了提高病人滿意度、兼顧品質及速度，同時也站在院方的角度思考，希望能同時滿足病人與醫院的需求，來創造雙贏的局面，這就是本研究之最終目的。

參考文獻

- 王瑞晨(2005)。倉儲設備投資計劃之風險評估(碩士論文)。元智大學，桃園縣。
- 王淑娟(2006)。運用動線分析與系統模擬進行門診藥局設施規劃與調劑作業指派法則改善之研究—以某醫學中心為例(碩士論文)。台中市，東海大學。
- 王立敏(2012)。運用系統模擬規劃急診醫療作業:分配的最合適化及績效評估(博士論文)。國立台灣大學。
- 方振宇(2008)。整合HFMEA與VSM於醫療流程之改善(碩士論文)。國立清華大學，新竹市。
- 邱羿瑄(2010)。整合服務藍圖、價值溪流圖及失效模式與效應分析於服務流程之研究—以健康檢查流程為例(碩士論文)。中原大學，桃園縣。
- 何明修(2010)。應用價值流地圖與商業智慧於作業基礎成本制之研究(碩士論文)。東海大學，臺中市。
- 林則孟(2001)。系統模擬理論與應用。台中市，滄海書局。
- 林怡君(2003)。運用模擬技術於手術室排成管理-以某醫學中心為例(碩士論文)。台北市，國立台灣大學。
- 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(碩士論文)。彰化縣，大葉大學。
- 陳天能(2005)。工程經濟學觀點分析舊建築物外遮陽改善節能之經濟效益探討-以彰基兒童醫療大樓為例(碩士論文)。逢甲大學，臺中市。
- 黃守正(2009)。以冷卻水塔排放水回收處理再利用於複循環電廠之經濟效益研究(碩士論文)。國立成功大學，臺南市。
- 張歆惟(2009)。應用模擬技術探討手術排程與病患等候時間、開刀房利用率及醫護人員超時工作之關係(碩士論文)。桃園縣，長庚大學。
- 楊培茹(2010)。應用精實六標準差改善急性心肌梗塞病患之血管再灌注時間(碩士論文)。國立清華大學，新竹市。
- 楊淳懿(2011)。運用系統模擬探討醫院協同環境之轉院機制(碩士論文)。桃園縣，中原大學。
- 趙克強(譯)(2006)。學習觀察(原作者: Mike Rother and John Shook)。臺灣: 中衛出版社。
- 蘇佳洛(2011)。以模擬最佳化及反應曲面法求解醫學中心檢驗部醫療自動化系統之精實生產系統設計(碩士論文)。國立成功大學，臺南市。
- Concannon et al. (2003). *Simulation Modeling with SIMUL8*. Canada: Visual8 Corporation.
- Pidd, M. (1992). *Computer Simulation in Management Science* (5th ed.). New Jersey. USA: John Wiley&Son.