

複雜型路口燈號之秒差設計— 以中山路、西平路、太平路及城頂街為例

周昭宇 教授

國立雲林科技大學工業管理系
陳攸仔、許雅芳、劉珩芬、柯佳琳
國立雲林科技大學工業管理系

摘要

現在的車輛數已不比以往，因此在車流量暴增的情形下，常常可以在十字路口看到壅塞的狀況發生，此時必須靠著規劃交通號誌時間進行管制，讓每台車依照交通號誌的指示行經路口；另外以單一交叉路口的研究較多，對於複雜性路口之研究探討的不多，因此本組將試以複雜型路口為主要的研究模擬對象，利用模擬系統 simprocess 建置複雜型路口模型，以協助本組進行模擬交通號誌時間對於等待時間之影響，以降低尖峰時段的車輛等待時間。

關鍵詞：系統模擬，交通號誌

第一章 緒論

1.1 研究動機

現今的交通號誌成為道路中不可或缺的角色，主要是控制管理車輛流量，有效率的紓解車流量；交通號誌顯示適當的燈相，以使每個路口都能夠分配到公平的時間，尤其是在尖峰時刻更必須注重交通號誌的時間控制。

由歷史的記載得知，斗六市自清代、日據時期至現今都是雲林縣商業活動的主要地點，也因此斗六市之街道規劃就演變成典型的方便商業活動的設計。現今的斗六圓環，它原本是斗六第一大媽祖廟--受天宮；由圓環附近的街道不難想像，它被改建成圓環之前的車水馬龍。而提到受天宮，就讓人聯想到自古流傳關於太平老街（現今太平路）的一句諺語：「街頭媽祖間，街尾觀音亭。」，觀音亭則是位於西平路郵局旁的永福寺。由此可知，以信仰為中心的古老的斗六，其商業活動必定是圍繞著諺語所描述的這一帶。

時至今日，科技發達帶給我們汽機車，不再是舊時的徒步、人（獸）力車，也因此發明了交通號誌燈來整頓交通秩序。而方便商業活動來設計的街道在今日就不一定能以單純的交通號誌來管

制。相較於太平老街街頭的圓環設計，街尾的路口（太平路、中山路、西平路、城頂街交叉口）其交通號誌卻顯得力不從心。我們觀察到這個路口的六組交通號誌燈雖然管制了車流，但卻無法改善車輛經過交叉路口所潛藏的危險，整體秩序仍大有改善的空間，所以本組研究就以此路口來作為對象，希望能以系統模擬等相關所學，對此路口的號誌時間進行設計。

1.2 研究目的

有鑒於研究動機，本文之研究目的在於，了解此路段目前交通號誌的運行方式及車流量，並且觀察此路段潛藏的問題，進而嘗試調整交通號誌的時相時間，以期達到以下項目：

- 1.增進此路段車流之順暢度及行車安全。
- 2.使車輛在路口的等待時間降低。

1.3 專題結構與研究流程

為達前面所提的研究目的，本文便依下列方式來進行探討，如圖 1-1 所示：

1. 文獻探討

針對國內外的文獻進行蒐集整理，並找

尋有用之資料以便構思本文，主要內容包含了系統模擬學運用於交通項以及直交表的運用。這部份詳述於第二章。

2. 研究方法

根據文獻，提出對於本組進行研究的方式主要有利用觀察法及實驗法來進行。這部分詳述於第三章。

3. 問題定義與分析

在研究動機、目的及研究方法後，為了於本文的進行，針對欲研究之問題進行定義及分析，使問題能更加明確。這部分詳述於第四章第一節。

4. 複雜性路口模擬系統的建構

收集路口資料並分析，利用這些資料建構複雜性十字路口之模擬模型，藉由路口交通的車流量來決定交通號誌的時相時間，並設置應有的參數以建構一模型，使路口壅塞的情形達改善。這部分將在第四章詳述。

5. 實驗結果分析

檢視研究結果並做分析，以了解是否達到所要的目的。這部分詳述於第五章。

6. 結論與未來研究方向

根據研究結果提出適當的結論與建議。這部分詳述於第六章。

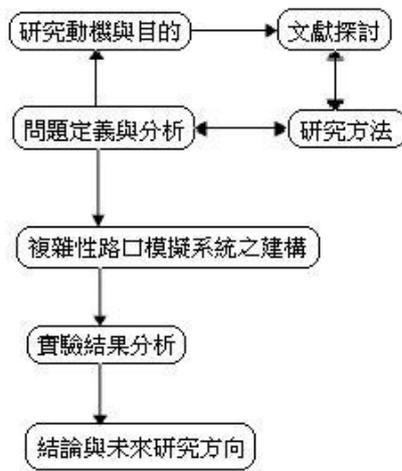


圖 1-1 研究架構圖

第二章 文獻回顧

本研究為探討斗六市西平路、中山路、太平路、城頂街圓環的號誌運作情形，利用系統模擬學與田口方法直交表設計使圓環內路口車輛平均等候時間最低，故在本章將對系統模擬學運用於交通項以及直交表的運用進行文獻回顧：

2.1 車流模擬相關文獻

早期國內對於國內的車流狀況研究，多以國外傳統車流模式直接沿用，以純小汽車流的車流推進方式設計國內的交通設施，直到趙清山[9]開始使用韋布斯特(Webster)[16]延滯公式計算各類交叉路口的車輛延滯時間，開始考慮台灣地區混合車流狀況於交通工程上的設計，隨後阮聰義[10]引用 M-L 矩陣分析快車道的車流特性，亦了解道路最大流量、混合比及大型車當量值。蘇錦江[11]加入機車及重

型車等不同的車種，建立一平面交叉路口混合車流模擬模式，在路口採用「路口軌跡座標法」，模擬不同種車輛在路口產生的行為差異，最後得出號誌化路口每方向每車道 1200 輛/小時，重型車的小汽車當量為 1.3PCE、機車當量為 0.5PCE、左轉當量為 1.5PCE 及右轉為 1.7PCE。

許添本[12]使用臨界流動的方式，探討混合車流下號誌路口的容量。根據錄影及現場調查，與國外的相關研究結果比較，認為流量是決定路口容量的關鍵因素，是故針對流動進行車流組成特性及飽和流率與當量有關諸因子加以分析。蔡佳霖[4]更深入分析車道配置及號誌設施對於交叉路口特性的影響，將車流模擬的環境可由二車道至五車道，且在固定時制下專用及非專用號誌設施皆可適用，並延用發展甚久的四大跟車模式取代早期德州模式之跟車理論。

隨後陸續開發混合車流於道路上之各轉向特性、當量、路口容量、道路佈設型態及跟車理論等，陳天賜[13]假設機車以正常加速率前進時，在周圍

環境及前面車輛排列情況允許下儘可能的前進，故建立二維座標系統，黃國平[2]動態車長及車寬概念，解決混合車流在道路上以不規則的方式散布在道上，且車輛行進受前後左右鄰車的影響、與過去跟車模式處理車輛推進之困難，用以取代跟車理論中的間隔限制，而其橫向的移動則以可前進的最大偏向角進行處理，但變換車道行為仍以傳覺的可接受間距為主，且快車道上車輛以一維的方式推進。

二維座標法突破了車輛僅能一維推進的限制，更貼近現實交通狀況中機汽車不規則行進的行為，後續的魏健宏[14]修正車輛推進的行為，探討市區道路 V/C 值與車流延滯的關，無快慢車道之分且均以二維座標法作為車輛推進之處理。李月仙[15]建立一全動態交通控制策略之微觀車流模式，李樑堅[8]建立微觀車流模擬模式以發展交通適應性號誌控制邏輯之研究，於二維座標模式中的跟車行為加入前車的車種限制、駕駛人冒險因子的特性等。何佳娟[7]修正機車跟車行為，認為機車會因鄰車道之前車車種不同而產生不同的動態側向間距，使汽車、機車的跟車及變換車道行為自此產生差異。

近年來，對於車流推進行為的模擬又加入了另一行為門檻模式，可與原有的二維座標法相配合，何佳娟[7]即是結合二維座標法與行為門檻模式進行車輛的推進。行為門檻模式主要是由傳統的刺激-反應方程式改銀而來，修正原方程式中的僅只考慮到前後兩車間的相對車速關係：1.只要有速差，不論距離有多均有影響；2.只要相對速差不變，跟車反應亦不變等兩項主要缺點。

另外，何佳娟[7]也提到研究車流行為之方法，大致可分為下列四種：

一、現場控制實驗法 (Control Test-Track Experiment)：

需要比較理想之測試場地，以便蒐集完整之車流資料，但所耗費之時間、人力成本較多，同時必須顧及不同駕駛者之反應行為，因此較無法涵蓋全面性之車流行為。

二、理論模擬推導法 (Theoretical Modeling)：

在一定之假設條件下，利用事前蒐集之車流特性資料來建立理論模式，其推導結果只能解釋車流行為之狀態，但無法描述與顯現個別車輛之現象。

三、現場實地觀測法 (Studies of Phenomena)：

現場觀測只能觀察車流整體特性而無法構建完整模式，故仍需蒐集相關資料，方能建立描述車流行為的模式。

四、電腦模擬法 (Computer Simulation)：

乃利用相關設備蒐集車流資料，建立理論模式，而後撰寫程式，以重現車流行為。

2.2 號誌設計相關文獻

交叉路口匯集各方向的車流，為使各衝突方向的車流能安全、效率的通過，交通號誌設立便有其存在之必要性，惟號誌時制設計的優劣，更會影響一路口、路段甚至整體網路的績效；常見一主要幹道上的雍塞現象，多起因於單一路口的號誌時制設計失當所引起。如何分配路權於各方向上，且能使車流安全通過不發生衝突與避刷過高的延誤，則是交通工程上一項挑戰。號誌時制若能依據實際交叉路口的流量與型態設計，才能達成有夜的分配路權、確保車流的順暢及路網高服務品質的目標。故過國內外學者開始以車輛流動作為交叉路口號誌時制設計之考量，而針對各車流方向所需的綠燈時間、週期長度等進行研究，在時制設計方法上，主要分為四大類：1.方程式法(Formula)、2.數學規劃法(Mathematical Programming)、3.搜尋程序(Search Procedure)及 4.模擬法(Simulation)，分別詳述於下列各小節。

2.2.1 方程式法

以方程式計算各時相綠燈時間及週期公式，主要有三種：1.韋布斯特(Webster)時制計算公式、2.美國聯邦總署(FHWA)時制計算公式、3.公路容量手冊(HCM)建議方式。

(一) Webster 時制計算公式^[30]

Webster 將交叉路口總延誤計算公式長度加以微分，得到最小延誤值的週期長度計算公式如下：

$$C_0 = \frac{1.5L + 5}{1 - y_1 + y_2 - \dots - y_n} = \frac{1.5L + 5}{1 - Y} \quad (2.11)$$

其中，

C_0 ：最佳週期長度(秒)

y_i ：在時相 i 內最大流量對飽和流量之比值， $i=1 \dots n$

Y ： y_i 的總和

L ：每週期的全部損失時間(秒)

有效綠燈的計算可以以下式求得：

$$\frac{g_1}{g_2} = \frac{y_1}{y_2} \quad (2.12)$$

其中，

g_1 、 g_2 ：時相 1 與時相 2 的有效綠燈時間(秒)

y_1 、 y_2 ：同前式定義

式 2-11 可擴充至二時相以上的有效綠燈計算，若 C_0-L 表示整個週期內所有有效綠燈之總和，則各時相之有效綠燈時間可以以式 2-12 表示。

$$g_i = \frac{y_i}{Y} (C_0 - L) \quad i=1 \cdots n \quad (2.13)$$

運用 Webster 公式計算所得之時制，及為交叉路口最小之延滯，且求解迅速，但在有重疊時相(Overlap)時，此方法並不易求解且易造成延誤較大的現象。此外，以此公式計算之週期，會較實際所需之週期為長，形成綠燈時間的浪費。

(二) FHWA 時制計算公式^[31]

美國聯邦總署(FHWA)在 1983 年提出獨立號誌路口時制計算步驟，以總需求(TD)與比例需求(CD)指標，指出一天需要多少套時制計劃：

$$TD = (N, S)_{\max} + (E, W)_{\max} \quad (2.14)$$

其中，

TD：交叉路口總需求

$(N, S)_{\max}$ ：往南或往北方向最高需求量

$(E, W)_{\max}$ ：往東或往西方向最高需求量

由上述之條件，可得到比例需求值為：

$$CD = \frac{(N, S)_{\max}}{TD} \quad (2.15)$$

由總需求(TD)可得知一天所需的週期時間，當 TD 小，則可考慮較短的週期時間。而比例需求(CD)則用以表示哪一方向的交通需求量較大，需要較高的時比。且在時相變換的過渡時間內，為紓解來不及煞停的車輛，需加入一段黃燈及全紅時間為為清道時間，一般而言清道時間建議採 3 至 6 秒鐘，FHWA 亦有時相轉換的建議公式：

$$CP = t + \frac{V}{2a + 64.4g} + \frac{W + L}{V} \quad (2.16)$$

其中，

CP：黃燈加全紅時間(秒)

T：反應時間，取 1 秒

V：接近路口速度(英尺)

g：坡度，上坡取正，下坡採負(%)

a：減速率(英尺/秒²)，建議採 10 英尺/秒²

W：交叉路口寬度(英尺)

L：車長，一般取 20 英尺

號誌時制的週期為先計算最小綠燈時間乘上各時相臨界車道的流量比值，將各方向調整後之綠

燈時間加總起來，便得一個週期應有的綠燈時間。而最小綠燈時間則是以行人綠燈時間為主，以行人能夠安全的通過為目標，其公式為：

$$GP_i = 7 + \frac{W_i}{4} - Y \quad i=1 \cdots n \quad (2.17)$$

其中，

GP：最小綠燈時間

W：交叉路口該方向寬度(英尺)

Y：黃燈時間

i：第 i 時相，共 n 個

(三) HCM 建議方式^[32]

根據 1997 年出版的公路容量手冊(HCM)，採用臨界車道及臨界流動的概念計算週期。以週期內的損失時間應佔的比例反推最小需要週期時間，其中一時相綠燈時間的計算乃以臨界流動需要最小綠燈時間為主，並在計算出期望週期後取整數週期，以利時制的設定。每時相的有效綠燈時間則以全週期的有效綠燈時間乘上臨界流動佔總流量之比值。其中 S_0 表示在某種服務水準下每車道每小時理想的流量。

$$C_{des} = \frac{3N}{1 - \frac{V_c}{0.85S_0PHF(v/c)}} \quad (2.18)$$

其中，

C_{des} ：期望最小週期(秒)

N：時相數(個)

V_c ：臨界流量(vpl)

PHF：尖峰小時因素

v/c：流量與容量比

$$g_i = (C - L) * \frac{S_i}{V_c}$$

其中，

g_i ：時相 i 內有效綠燈時間(秒)

C：一週期長度(秒)

L：全週期損失時間(秒)

S_i/V_c ：臨界流量佔路口流量比

2.2.2 數學規劃法

若號誌系統擁有明確的目標及限制式，且希望在有限資源下做有效的利用，通常會採用數學歸納法。過去所從事之研究，多以週期最短、延誤最小等兩類作為目標式。限制式則為最小綠燈時間及滿足交通需求等。下面列出常用於時制設計的四項

數學規劃法。

Martin-L [33]以動態規劃方式發展路口最佳化號誌控制，將紓解等候車隊作為模式的重點，並不需先行假設車隊抵達及疏散之統計分配型態，但對於號誌時制計劃所產生的延滯、週期長度並未加以計算及評估。

Allsop[34]採用 Webster 延滯簡化公式，目標式為使系統之延滯最小，限制式則為週期時間限制、最短綠燈限制與容量限制三部份。本模式主要著重各方向之 V/C 不能大於或等於 1，並設立一階段矩陣(Stage Matrix)表示每一方向存在之車流方向，但此模式僅能應用於時相數固定、且時相出現順序不變的條件下。

Importa 和 Cantarella[35]發展一最二元混合整數線性規劃模式，涵蓋使交叉路口容量最大、週期時間最小及延滯最小等三項目標，亦利用各車流方向的 V/C 小於 1 的特性，並建立車流衝突矩陣，以判定該車流方向在各時相內是否存在，並將不衝突的方向歸入同一時相內，以縮短週期長度。

Sakita[36]以週期時間最短為目標，限制式則為要求各車流方向之 V/C 小於 1，類似於 Allsop 的模式，必須建立號誌時相與車流流動間之矩陣，但限制式無法避免選擇互相衝突之車流，故使用受到限制。

2.2.3 搜尋程序法

搜尋程序法乃依一連串的步驟以求出號誌時制計劃的方法，以事先設定之標準，對可能的產生的結果逐一進行比較，捨棄較差的評估值，最後擇出最佳的號誌時制計劃。搜尋程序大致包含下列七項：

- (一) 計算起始週期
- (二) 調整左轉車當量
- (三) 調整左轉容量
- (四) 指定時制數目
- (五) 決定每一控制策略流量
- (六) 在調整週期及左轉量
- (七) 綠燈時間微調

目前市面上之套裝軟體通常都內含搜尋近似最佳化的程序，包含著名的 SOAP、TRANSYT-7F 等，都賦予一起始週期、時比，在依其搜尋程序分別給予週期、時相、時比最佳化，使其目標式能達到最小延誤值。但其尋優的結果，得到的僅是在某種特定條件下的近似最佳解，並非為整個系統之最佳解。

2.2.4 模擬法

模擬法為建構一近似真實系統的模式，觀察模式內各評估值之績效，選取當績效值最佳時的時制計劃作為最終計劃。模擬的方式分為兩類：

一、事件掃描法：有事件發生時才進行處理，無事件發生則不處理，但系統每次掃描的時間並非固定，適合大範圍的系統處理。

二、時間掃描法：將週期以單位時間的方式分為許多時階(steps)，每隔一時階則自動對系統進行掃描動作，並記錄該時階之系統整體狀況。通常會配合搜尋程序最佳化的方式進行模擬，當時階愈小時，其計算量愈大，但愈貼近實體車流狀況。

而依據模擬的對象分為三類，巨觀、中觀及微觀：

(一)巨觀：著重在整體車流、車隊的移動及延滯狀況。對於車輛行為則以平均數值處理，並不模擬單一車輛狀況。

(二)中觀：模擬以車隊為主，對於車輛的推進，採事先調查或分析的平均數值處理，且不處理車與車之間的干擾行為，可節省空間並適用較大型的網路。

(三)微觀：以單一車輛作為模擬對象，紀錄車輛在路口、路段的軌跡及駕駛特性，並利用跟車模式進行車輛的模擬，但不易模擬大型網路。

2.3 綜合評析

混合車流之研究自二維座標法發展至今已十餘年，具有相當程度之完整性，行為門檻模式亦是近年來較常用於車流模擬的模擬方式，可依據與前車的距離，行為門檻模式考慮較為周詳。且部分汽機車駕駛行為及道路設施仍未被完全模化，如車輛在路段上遭遇障礙物的強迫性變換車道行為，及機車停等區的新佈設等，這些在車輛運行時可能發生的狀況均會劇烈的影響到原有單一模式的正確性，故原有混合車流模式有擴充及同時考量使用的必要性。本研究受限制研究對象道路全為一線道，及研究能力問題，將針對汽車行進進行紅綠號誌秒數改善，以求各方向用路人等候時間儘可能小。

號誌路口時制的設計方式以模擬法包含最多的彈性，可以依據實際的人、車、路狀況給予不同的屬性，在一連串的實驗下得到近似最佳化的最佳時制解，但其餘求解最佳化時制的方式為求最佳解成立，必須簡化限制式，亦使該模式與實際狀況差

異甚大。故本研究將採用可以符合實際道路狀況的模擬法作為本研究時制之求解方法。

2.4 直交表實驗理念概述

田口博士之品質工程的基本概念就是要以穩健設計找到產品變異小的設計或製程，使得大量生產的產品上市後對社會所造成的平均損失成本最小。他強調再現性（Reproducibility）、好的設計也就是變異小可大量生產的產品設計，也就是穩健設計。

田口式直交表實驗計畫，乃是田口玄一博士改良自傳統的部份因子實驗法而得來的。其主要的精神，在於實驗需求品質的加法性，而不是作為品質問題的解答。

但是，應用直交表所分析資料的好處是使每一可控因子之主效果（Main Effect）可以獨立且均衡的求出。而事實上直交表分析就是進行完全要因實驗（Complete Factorial Experiment）中之部份要因實驗（Fractional Factorial Experiment）。關於直交表之原理，在 Glen Stuart Peace2. 的文中提到直交表（Orthogonal Array）是由 R. A. Fisher 最先提出的。「直交」所代表的意思是平衡（Balance）而不混合（Mix），亦即統計上的獨立（Statistically Independence），因此直交表中每一欄的各水準值（Level）出現次數是相同的。

應用直交表分析資料的好處是可以獨立且均衡的求出每一個因素的主效果（Main Effect），由主效果就可以推論每一個因素對於該實驗結果的影響程度。使用直交表，事實上僅是進行部份因素實驗（Fractional-Factorial Experiment），因此能較完全因素實驗（Full-Factorial Experiment）節省大量執行的時間。並且直交表實驗具有系統推理的特性，因此只需進行部份因素實驗就可以求得最佳解的近似解（Near Optimum）。

鍾清章[17]研究直交表其直交特性對實驗的影響作出以下論述：

直交表是田口式實驗方法中參數主要的配置方法，所謂直交在數學上的意義也就是任何兩行，其因子水準的所有組合都出現而且出現次數一樣。

經由直交表的直交特性做實驗有下面二個優點：

一、由於存在直交性，對任一因子的任一水準而言，其他因子的高低水準都是成對出現，因此經計算以後，其他因子的影響效果將會互相抵銷，而可增加實驗的再現性。

二、經濟效益的增加，因為直交表的應用使得所需做的實驗數減少，因此大量的減少了時間與成本。

而陳奕全[18]在以實驗探討實驗設計與田口方法之差異之後得出以下結論：

不同於傳統實驗設計較注重理論性的統計分析方法，田口方法是借助專業的工程知識來進行實驗規劃，認為統計方法只是分析的工具，重點還是應該放在達成品質改善目標的解決方法上。而田口方法之所以如此受到業界工程師的愛戴當然有其獨特的見解，方便快捷，一套用直交表就有結果出現，而且能有相當程度的改善。在套用藉由直交表所得的實驗分析結果後，能夠很快地得到品質問題的改善，所以使得工程師在品質改善的活動中能夠扮演主導的地位。兩相比較之下雖然田口方法被統計學者批判其使用的分析方法不嚴謹，但是對於沒有統計理論基礎的工程師來說，田口方法還是比較容易學習並使用的。

標準直交表可以讓某些沒有統計基礎的實驗人員能夠快速地進入狀況，在套用直交表後可以得到最佳的因子組合並獲得立即的改善。品質改善的問題不只是工程上的問題，也不只是統計上的問題，所以該加強工程師的事前解析能力，與事後的數據分析技巧；所以，實驗的規劃設計者應該學習統計的基礎理論，並了解實驗設計與田口方法之間的差異性，利用本身工程上的專業知識，並藉由合適的實驗來改善品質。

以下為田口式直交表進行實驗設計之文獻回顧：

曾一民[16]在發展一個適用於大型矩陣類型問題的演化演算法時，發現直交表實驗法在工業界的應用極廣，能在較少的實驗次數中即獲得較佳的參數組合。因此嘗試將直交表高效率篩選機制融入演化演算法中，藉以智慧地輔助研究中之演算法搜尋解空間。

楊昌鎮[19]為了研究加工部品圓度品質控制之最佳參數模組搜尋，期以最少的實驗次數搜尋到最佳的參數組合達到最佳的品質表現，所以利用綜合切削中心機進行實驗，以圓形加工軌跡路徑作圓度品質的控制，並運用田口實驗設計法探討影響加工部品兩大部分，其一是控制系統因子如加減速時間常數、負載慣量、預先控制係數、預先控制時間常數，其二是切削系統因子如每刃進給、切削深度、切削速度等，以不同的水準值，透過直交表配置實驗，並作各水準平均值與回應表的分析，找出數值控制加工設備在系統控制與機械加工最佳參數模

組達最佳品質展現，進而穩定產品品質需求及切削效能提昇。

吳子逢[20]在研究使用直交實驗設計的高效率演化策略及其應用時提出一個直交演化策略，此演算法使用以直交實驗設計的新型突變機制來找到連續型變數最佳化問題的近似最佳解。OES 加強原本演化策略中突變機制的統計分析能力，有效率地縮短實驗時間及成本，進而達到改善並穩定搜尋能力。比較起傳統的突變是以亂數決定子代的變量，文中所提的突變運算，是以直交表系統化推理的能力，從父代經過突變之後從中挑選較好的變數組成，成為較佳的子代新解。針對大量變數的最佳化問題，直交實驗設計更能發揮其部分因素實驗的特色，使得具指數複雜度的搜尋空間，能以線性時間完成資訊蒐集且分析產生出較佳之可能解，使得使用直交實驗設計的演化策略有高效率的表現，並且具有解決大量參數最佳化問題的潛力。

黃永河[21]在進行線切割電極附加超音波振動對碳化鎢加工特性影響之研究時，藉由直交表的參數實驗設定及 ANOVA 計算分析，尋求影響切削速率和表面粗糙度的顯著因子及建議參數水準組合。

吳碩傑[22]應用田口方法於高速引擎參數之最佳化設計，經特性要因分析後，利用 L9(3) 直交表重複兩次實驗，並運用田口式品質工程與實驗設計的方法，配合 STATISTICA 軟體進行分析。探討改變不同的引擎控制參數，如空氣量與燃油量，在不同的引擎轉速下，對於引擎性能的影響。

蕭証元[23] 在田口式實驗設計-海水中總砷分析最適化條件研究中，採用部分要因之田口式實驗設計以節省方法開發的成本和時間。其中包括直交表的選取和應用、變異數分析(ANOVA)、回應圖表的製作、各影響因子的水準選擇和驗證實驗等，獲得消化前處理以及氫化物生成過程中最適化的實驗分析條件；並在成本及設備的限制下，針對海水中的總砷分析，以建立一套精密且準確的分析方法。

林師豪[24]在 CD-R 基板之多重品質特性製程參數最佳化設計研究中，期望應用田口品質工程以及多位學者所提出之多重品質特性整合方法，找出 CD-R 基板射出成型之最佳參數水準組合。為了融合傳統實驗設計的優點及以較少的實驗次數找出因子效應，研究中採用 L27 直交表規劃實驗，規劃 13 組控制因子，每組給予 3 水準。在整合多重品質特性方面，研究中也使用多元線性迴歸模型、線性規劃、TOPSIS、灰色關聯度、主成分分析等分析演算法，最後進行驗證實驗及比較分析。

張維昌[25]在進行應用品質機能展開與品質工程於產品製程改善之研究時，先運用品質機能展開法去評估顧客需求與技術要求間之關鍵品質要項，經由品質機能展開導出關鍵品質要項之後，主要利用田口品質工程之參數設計，希望藉由直交表之實驗計畫法，尋找最適品質要項因子與水準之組合，以作為降低雜音變異與穩定製程之參考依據。有關直交表之實驗分析，則利用變異數分析來評估。研究中並以某外商電子產品專用之計時器為個案，協助說明本研究之發展。文中預期研究之結果將提供一項整合品質機能展開與品質工程技術於產品製程的模式，使新產品的開發能同時考量製程的品質管制，從而提升企業的競爭力。

潘永宏[26]應用田口方法於類神經網路輸入參數設計，以零售商快速回應系統模式之建立為例，在研究中除了提出一套結合田口實驗法之最佳參數設計法則於類神經網路訓練之輸入參數篩選及決定訓練範例數目之設計，藉由內外直交表配置因子以減少實驗次數，並計算訊噪比來估計輸出變異，求得最佳的參數設計，發展出一套使用快速回應的成衣零售業存貨決策支援系統之外，也探討田口方法的參數設計是否有效的減少類神經網路訓練的次數的議題。

林修吉[27]在含有混合因子之直交表實驗設計問題研究一文中提到田口直交表配置可運用來決定最佳的製程參數組合，但是許多製程中除了一般製程參數外可能含有多種不同成分所組成之混合因子，例如：可控參數中若含有電鍍製程，則電鍍溶液的不同比例就成為多水準因子。而其混合因子係由多種不同成分所組成，所以其各成分比例所組成的配方水準將會影響其產品品質。如何將多水準之混合因子配置於有條件限制下之直交表即是其研究之核心。

不論在工業或農業實驗中，都會面臨成本或設備的限制。如何在被限制之條件下進行對研究的驗證，許多學者選擇利用田口式直交表進行實驗設計。上述文獻之回顧除了顯示出直交表運用的範圍之廣，也提到直交表與其他運算方法相結合演化成更具準確性的求解方式，由此可知田口式直交表自提出以來即不斷被使用在實驗設計上，甚至被研究與各種不同演算方式併用以期許得出更有貢獻之結果。本研究將以直交表與模擬進行對照，期使模擬結果合乎邏輯。

第三章 研究方法

有鑑於文獻的整理，本研究所採用的研究方法包括觀察研究法、實驗研究法，以下將做詳細介紹。

3.1 觀察研究法

觀察研究法方面，是指在自然的情境或控制的情境下，根據所訂的研究目的，對欲觀察現象或個體的行為做有計劃與有系統的觀察[28]，本組主要使用於做路口實地的數據測量與數據的蒐集，針對各路口燈號時間、各車種轉入太平路、中山路、西平路、城頂街交叉路口的數量、各路口的出車量、車輛間隔時間以及受前車影響的時間做觀察量測，並依觀察的記錄，對此路口現象做研究探討。

- A- 中山路綠燈秒數
- B- 太平路綠燈秒數
- C- 城頂街綠燈秒數
- D- 西平路綠燈秒數

表 3-1 L₉ 之直交表

Trial	Factor			
	A	B	C	D
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

3.2.2 系統模擬

模擬 (Simulation) 乃是模仿真實系統的行為。是以模擬軟體工具透過模擬方法學建構模擬模型 (或是模擬系統、模擬模式)，為一相當常用且好用的方法，它有相較於其它的模型 (如數學模型) 更好的特性，可以處理較複雜的問題。模擬本質上為一計量工具，是由三個基本倫理所構成[29]：

3.2 實驗研究法

實驗研究法，是指研究者在妥善控制一切無關變項的情況下，操縱實驗變項 (研究者所操縱的變項，又稱自變項)，而觀察此變項的變化對依變項 (因這個變項的操縱而發生改變的變項) 所產生的影響效果，以探求實驗變項和依變項間的關係[28]。本組將運用直交表找出實驗的適當紅綠燈秒數分配之數據，並透過模擬系統，藉由操縱自變項也就是紅綠燈秒數的不同，觀察其對車輛等待時間的影響。

3.2.1 直交表應用

由於本組的控制項主要為，太平路、中山路、西平路、城頂街各路口的燈號，因此共有四個控制項，所以利用 L₉ 之直交表來找尋實驗數據，為表 3-1 所示，四個控制項分別指：

機率統計：在真實系統中，運作往往具有隨機性，就如機器當機、緊急插單需求、顧客到達時間等，系統參數值可能為一機率分佈型態，需透過統計分析歸納，以建構一數學邏輯模式，進行實驗。

系統理論：協助使用將複雜的真實系統分析歸納，以建構一數學邏輯模式，進行實驗。

電腦科學：藉由電腦科學軟硬體設備支援，以期計算的能力來達成實驗中之演算與推演過程的計算需求。強調模擬是一評估模式，提供合理解，而非最佳化模式，不提供最佳解。模擬輸出是評估輸入模擬中之決策參數值，唯有持續修正決策參數值，比較績效來決定何種組合為最佳。

本組將使用的模擬軟體為 SIMPROCESS，這軟體是一種層級式且完整的程序模擬工具，同時是以收集各種程序中活動所花費的時間及各項資源使用情況為目標，除了基礎的使用工具如：併批、分支等，也提供可讓使用者自行設計模擬程式的功能，以符合各種需求，SIMPROCESS 結合程序對應情況、分離事件模擬，是一種便於使用的模擬工具。其活動模型架構分成個體與資源部份[37]：

個體－組裝 (Assemble)、分支 (Branch)、Merge (合併)、併批 (Batch)、解除併批 (Unbatch)、分流 (Split)、結合 (Join)、轉型 (Transform)、複製 (Clone)、閘 (Gate)、分派 (Assign)、同步化 (Synchronize)；

資源－補充資源 (Replenish)、取得資源 (Get Resource)、釋放資源 (Free Resource)。

第四章 模擬模型之建構

4.1 問題定義與分析

現在的道路不難發現幾乎都是複雜的十字路口，並且每個路口都有個交通號誌來控制每輛車通過路口的時間以及允許的轉向，也因此造成了許多行車的不便，甚至更容易造成交通的壅塞，更別說是交通尖峰時段其路口的車流量比起平均的車流量還要來的大，使得路口發生車流量無法有效的紓解，因此本組將著手於對路口的號誌時間進行設計。

本組研究以斗六市郵局對面的路口為例，分別為太平路、中山路、西平路、城頂街所組成的六個複雜性路口，如圖 4-1 所示，在車流量多時容易在路口處造成壅塞，每個路口，當交通號誌亮起綠燈時，其車輛可以直走以及轉其他路口的方向，導致直走的車輛及轉其他方向的車輛容易堵在中間，不是等待直走車輛先走，就是等待轉其他路口的車輛先行走，因此車輛等待時間也相對變長，為了要在有效時間內，意指交通號誌變換燈號時的時間內，所有的車輛通過量最大，以縮短各路口每輛車輛的等待時間，本組將利用交通號誌的有效時間做改變，試著改善在尖峰時刻每輛車輛的等待時間能夠減少，並使各路口的車輛等候時間能公平。因此本研究必須先將路口之尖峰時刻為哪時段，每個路口其車輛的轉向為何，以及各個路口的每輛車輛之間隔時間為多少，這些間隔時間利用模擬軟體 SIMPROCESS 跑出其分配，來作為建構複雜性路口之基本依據資料。

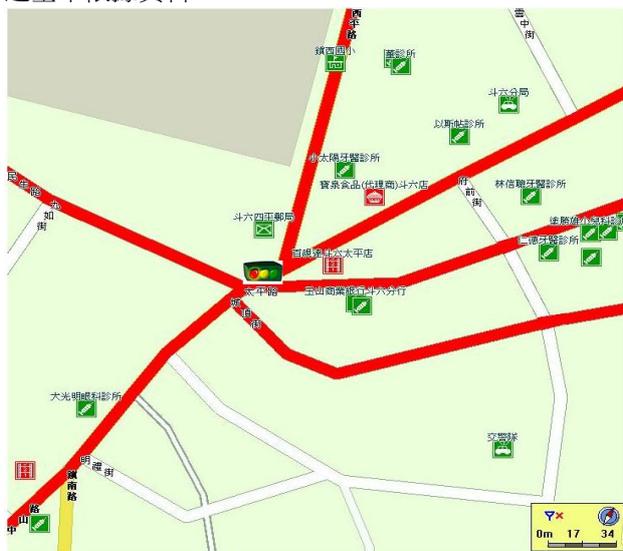


圖 4-1 太平路、中山路、西平路、城頂街所組成之路口

4.2 決定路口尖峰時間

為了了解郵局前面的路口的尖峰時段，本組組員將觀察一個禮拜的時間，其分為觀測早上、中午及晚上，時段分別為七點至八點、十二點半至一點半以及六點至七點，在這三個時段內，本組測得的平均時間以下午六點至七點的車輛最多，如表 4-1 所示，因此，將尖峰時段訂為下午六點到七點以使得數據更精確，便在這尖峰時段觀測每輛車的轉向，在下節將會介紹。

表 4-1 一個星期路口平均車流量

	7:00~ 8:00	12:30~13:30	18:00~19:00
星期一	900	933	934
星期二	907	932	933
星期三	911	931	936
星期四	927	930	933
星期五	921	927	930
星期六	832	842	900
星期日	859	870	882
平均車流量	893.8571429	909.2857143	921.1428571

4.3 各車種之路口轉向及路口出車量

針對每種車種分別在太平路、中山路、西平路、城頂街交叉路口的轉向做實地的數據測量，將每個路口編號以方便進行紀錄如圖 4-2 所示，至於車種的分類本組將休旅車、轎車、廂型車編列為小型車種，大型車種則包含小貨車、公車、大貨車，以減少紀錄及建立模擬模型的繁雜性；表 4-2、表 4-3 為本組以一週內以車流量最大的傍晚六點到七點為觀察時間，所統計之各個路口一小時內小型車種轉向的平均情況；以中山路編號 1 的路口為例，此路口轉向太平路編號 2 的路口在一小時內有 14 輛，佔一小時內 220 輛小型車當中百分之 6.4%。至於大型車種一週內的傍晚六點到七點為觀察時間，其所統計出的各個路口一小時內大型車轉向的平均情況，以中山路編號 1 的路口為例，此路口轉向西平路編號 3 的路口在一小時內有 16 輛，佔一小時內 40 輛大型車當中百分之 40%，如表 4-4 所示；機車所統計出的結果，以中山路編號 1 的路口為例，此路口轉向太平路編號 2 的路口，一小時內有 6 輛，其所佔的百分比則為 1.399%，如表 4-5 所示；至於出車量則為表 4-6 所示。

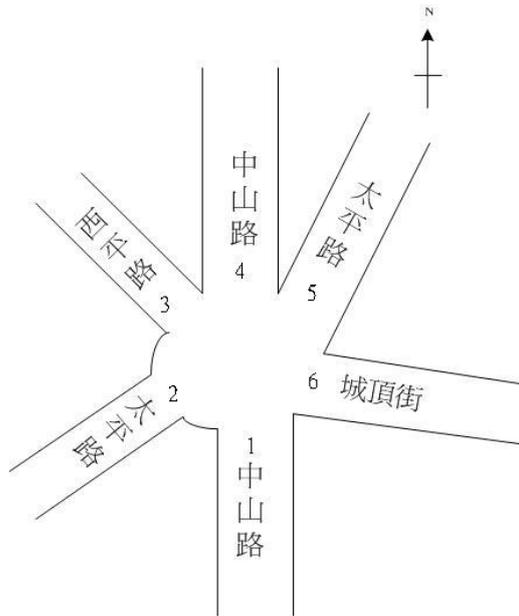


圖 4-2 路口示意圖

表 4-2 小型車種之各路口轉向百分比

觀察路口	轉入方向	車數	百分比	觀察路口	轉入方向	車數	百分比
中山 1	太平 2	14	6.4%	中山 4	中山 1	75	59.5%
中山 1	西平 3	78	35.5%	中山 4	太平 2	41	32.5%
中山 1	中山 4	91	41.4%	中山 4	西平 3	4	3.2%
中山 1	太平 5	35	15.9%	中山 4	太平 5	4	3.2%
中山 1	城頂 6	2	0.9%	中山 4	城頂 6	2	1.6%
太平 2	中山 1	15	15%	太平 5	中山 1	66	58.9%
太平 2	西平 3	14	14%	太平 5	太平 2	32	28.6%
太平 2	中山 4	17	17%	太平 5	西平 3	11	9.8%
太平 2	太平 5	16	16%	太平 5	中山 4	1	0.9%
太平 2	城頂 6	38	38%	太平 5	城頂 6	2	1.8%
車輛累計 558 輛							

表 4-3 小型車種之各路口轉向百分比(續)

觀察路口	轉入方向	車數	百分比	觀察路口	轉入方向	車數	百分比
西平 3	中山 1	86	63.2%	城頂 6	中山 1	10	22.7%
西平 3	太平 2	11	8.1%	城頂 6	太平 2	23	52.3%
西平 3	中山 4	15	11.0%	城頂 6	西平 3	3	6.8%
西平 3	太平 5	14	10.3%	城頂 6	中山 4	4	9.1%
西平 3	城頂 6	10	7.4%	城頂 6	太平 5	4	9.1%
車輛總計 738 輛							

表 4-4 大型車種之各路口轉向百分比

觀察路口	轉入方向	車數	百分比	觀察路口	轉入方向	車數	百分比
中山 1	太平 2	0	0%	中山 4	中山 1	0	0%
中山 1	西平 3	16	40%	中山 4	太平 2	0	0%
中山 1	中山 4	14	35%	中山 4	西平 3	0	0%
中山 1	太平 5	9	22.5%	中山 4	太平 5	2	100%
中山 1	城頂 6	1	2.5%	中山 4	城頂 6	0	0%
太平 2	中山 1	0	0%	太平 5	中山 1	2	50%
太平 2	西平 3	3	15%	太平 5	太平 2	2	50%
太平 2	中山 4	7	35%	太平 5	西平 3	0	0%
太平 2	太平 5	0	0%	太平 5	中山 4	0	0%
太平 2	城頂 6	10	50%	太平 5	城頂 6	0	0%
西平 3	中山 1	28	80%	城頂 6	中山 1	0	0%
西平 3	太平 2	1	3%	城頂 6	太平 2	0	0%
西平 3	中山 4	6	17%	城頂 6	西平 3	0	0%
西平 3	太平 5	0	0%	城頂 6	中山 4	0	0%
西平 3	城頂 6	0	0%	城頂 6	太平 5	0	0%
車輛總計 101 輛							

表 4-5 機車之各路口轉向百分比

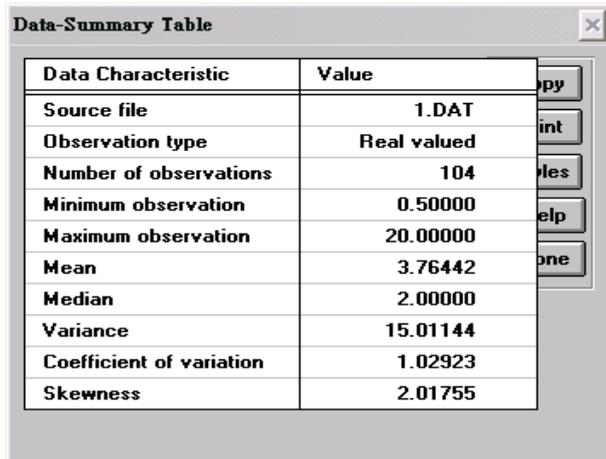
觀察路口	轉入方向	車數	百分比	觀察路口	轉入方向	車數	百分比
中山 1	太平 2	6	1.399%	中山 4	中山 1	148	76.289%
中山 1	西平 3	61	14.219%	中山 4	太平 2	39	20.103%
中山 1	中山 4	253	58.974%	中山 4	西平 3	5	2.578%
中山 1	太平 5	75	17.483%	中山 4	太平 5	0	0.000%
中山 1	城頂 6	34	7.925%	中山 4	城頂 6	2	1.031%
太平 2	中山 1	2	1.587%	太平 5	中山 1	36	42.857%
太平 2	西平 3	10	7.937%	太平 5	太平 2	36	42.857%
太平 2	中山 4	44	34.921%	太平 5	西平 3	2	2.381%
太平 2	太平 5	31	24.603%	太平 5	中山 4	2	2.381%
太平 2	城頂 6	39	30.952%	太平 5	城頂 6	8	9.524%
西平 3	中山 1	104	67.532%	城頂 6	中山 1	6	42.857%
西平 3	太平 2	22	14.286%	城頂 6	太平 2	6	42.857%
西平 3	中山 4	0	0.000%	城頂 6	西平 3	0	0.000%
西平 3	太平 5	15	9.740%	城頂 6	中山 4	0	0.000%
西平 3	城頂 6	13	8.442%	城頂 6	太平 5	2	14.286%
車輛總計 1001 輛							

表 4-6 各路口出車量百分比

	中山 1	太平 2	西平 3	中山 4	太平 5	城頂 6
大型車數量	40	20	35	2	4	0
小型車數量	220	100	136	126	112	44
機車數量	429	126	154	194	84	14
總出車數	689	246	325	322	200	58
大型車百分比	5.806%	8.130%	10.769%	0.622%	2.000%	0.000%
小型車百分比	31.930%	40.650%	41.846%	39.130%	56.000%	75.862%
機車百分比	62.264%	51.220%	47.385%	60.248%	42.000%	24.138%

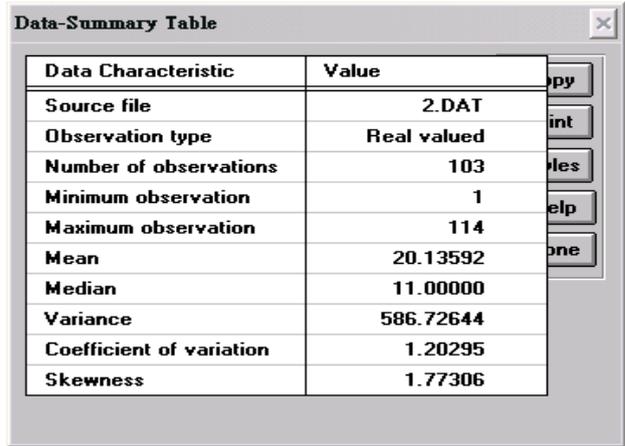
4.4 路口車輛間隔時間、受前車影響之時間

記錄每輛車和前面一輛車所需的間隔時間為何，並將數據利用模擬軟體跑出其分配；首先，間隔時間輸入後便可得到間隔時間觀察值之彙整表，模擬軟體利用這資料求知各路口的分配，如圖 4-3、圖 4-4、圖 4-5、圖 4-6、圖 4-7、圖 4-8 所示，各路口間隔時間跑出的統計機率分配，如圖 4-9、圖 4-10、圖 4-11、圖 4-12、圖 4-13、圖 4-14 所示。



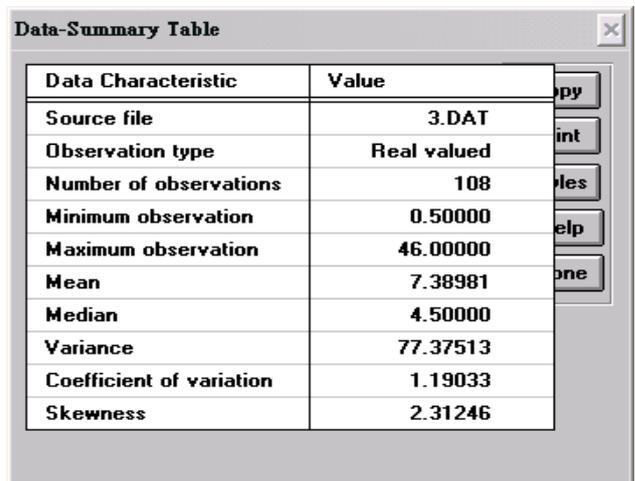
Data Characteristic	Value
Source file	1.DAT
Observation type	Real valued
Number of observations	104
Minimum observation	0.50000
Maximum observation	20.00000
Mean	3.76442
Median	2.00000
Variance	15.01144
Coefficient of variation	1.02923
Skewness	2.01755

圖 4-3 中山路 1 車輛到達間隔時間彙整表



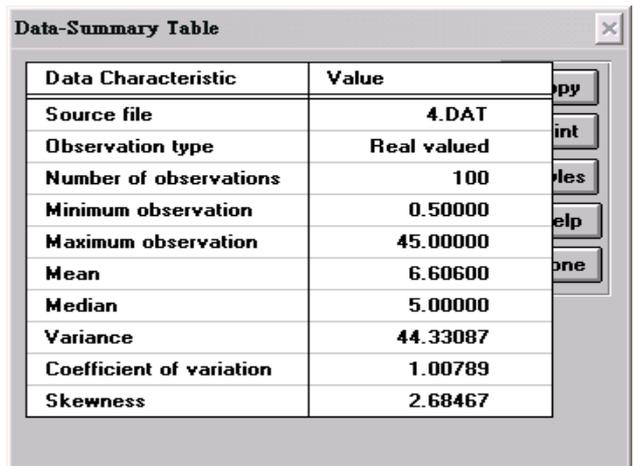
Data Characteristic	Value
Source file	2.DAT
Observation type	Real valued
Number of observations	103
Minimum observation	1
Maximum observation	114
Mean	20.13592
Median	11.00000
Variance	586.72644
Coefficient of variation	1.20295
Skewness	1.77306

圖 4-4 太平路 2 車輛到達間隔時間彙整表



Data Characteristic	Value
Source file	3.DAT
Observation type	Real valued
Number of observations	108
Minimum observation	0.50000
Maximum observation	46.00000
Mean	7.38981
Median	4.50000
Variance	77.37513
Coefficient of variation	1.19033
Skewness	2.31246

圖 4-5 西平路 3 車輛到達間隔時間彙整表



Data Characteristic	Value
Source file	4.DAT
Observation type	Real valued
Number of observations	100
Minimum observation	0.50000
Maximum observation	45.00000
Mean	6.60600
Median	5.00000
Variance	44.33087
Coefficient of variation	1.00789
Skewness	2.68467

圖 4-6 中山路 4 車輛到達間隔時間彙整表

Data Characteristic	Value
Source file	5.DAT
Observation type	Real valued
Number of observations	100
Minimum observation	0.50000
Maximum observation	50.00000
Mean	12.65400
Median	9.50000
Variance	130.50089
Coefficient of variation	0.90277
Skewness	1.12535

圖 4-7 太平路 5 車輛到達間隔時間彙整表

Model	Relative Score	Parameters
1 - Gamma(E)	97.06	Location 0.99099 Scale 44.63657 Shape 0.42891
2 - Beta	94.12	Lower endpoint 0.95000 Upper endpoint 146.37718 Shape #1 0.38737 Shape #2 2.62339
3 - Random Walk(E)	79.41	Location 0.99099 Scale 14.22743 Shape 0.05243

18 models are defined with scores between 2.94 and 97.06

Absolute Evaluation of Model 1 - Gamma(E)
Evaluation: Borderline
Suggestion: Additional evaluations using Comparisons Tab are strongly recommended

Additional Information About Model 1 - Gamma(E)
"Error" in the model mean relative to the sample mean 0

圖 4-10 太平路 2 的統計機率分配

Data Characteristic	Value
Source file	6.DAT
Observation type	Real valued
Number of observations	100
Minimum observation	1
Maximum observation	105
Mean	19.96000
Median	9.00000
Variance	430.30141
Coefficient of variation	1.03926
Skewness	1.34673

圖 4-8 城頂街 6 車輛到達間隔時間彙整表

Model	Relative Score	Parameters
1 - Weibull(E)	94.12	Location 0.49978 Scale 6.10122 Shape 0.80669
2 - Gamma(E)	89.71	Location 0.49978 Scale 9.49856 Shape 0.72538
3 - Inverse Gaussian	77.94	Location 0.00000 Scale 7.38981 Shape 3.67751

18 models are defined with scores between 0.00 and 94.12

Absolute Evaluation of Model 1 - Weibull(E)
Evaluation: Good
Suggestion: Additional evaluations using Comparisons Tab might be informative

Additional Information About Model 1 - Weibull(E)
"Error" in the model mean relative to the sample mean 0.01803 = 0.24%

圖 4-11 西平路 3 的統計機率分配

Model	Relative Score	Parameters
1 - Weibull(E)	95.83	Location 0.49948 Scale 3.01914 Shape 0.86299
2 - Gamma(E)	88.89	Location 0.49948 Scale 4.01075 Shape 0.81405
3 - Lognormal(E)	81.94	Location 0.49948 Scale 0.45584 Shape 1.44910

19 models are defined with scores between 0.00 and 95.83

Absolute Evaluation of Model 1 - Weibull(E)
Evaluation: Borderline
Suggestion: Additional evaluations using Comparisons Tab are strongly recommended

Additional Information About Model 1 - Weibull(E)
"Error" in the model mean relative to the sample mean 0.01069 = 0.28%

圖 4-9 中山路 1 的統計機率分配

Model	Relative Score	Parameters
1 - Erlang(E)	77.94	Location 0.49977 Scale 6.10623 Shape 1
2 - Lognormal	76.47	Location 0.00000 Scale 1.46430 Shape 0.97358
3 - Random Walk	76.47	Location 0.00000 Scale 0.38409 Shape 0.24985

18 models are defined with scores between 0.00 and 77.94

Absolute Evaluation of Model 1 - Erlang(E)
Evaluation: Borderline
Suggestion: Additional evaluations using Comparisons Tab are strongly recommended

Additional Information About Model 1 - Erlang(E)
"Error" in the model mean relative to the sample mean 0

圖 4-12 中山路 4 的統計機率分配

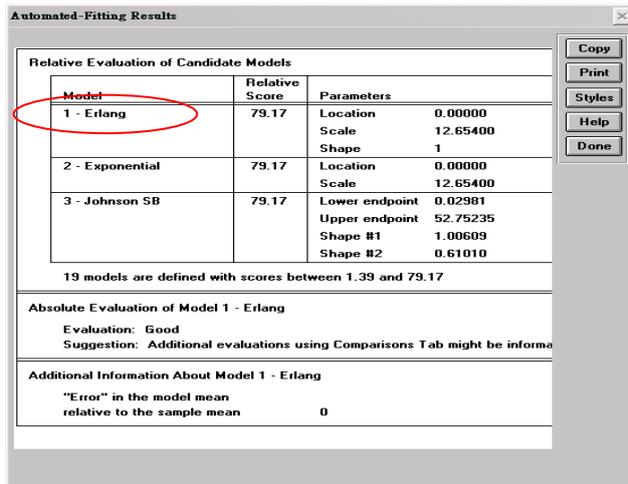


圖 4-13 太平路 5 的統計機率分配

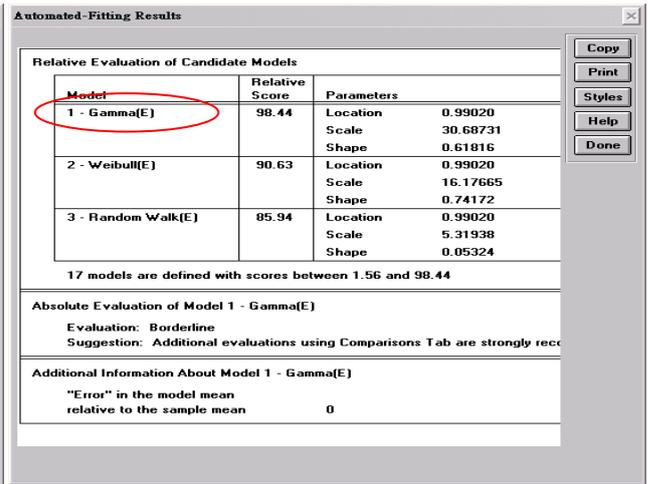


圖 4-14 城頂街 6 的統計機率分配

透過個各路口應有的統計機率分配，就可直接透過模擬軟體得知各路口車輛到達所需的語法，分別為圖 4-15、圖 4-17、圖 4-18、圖 4-19、圖 4-20 所示。

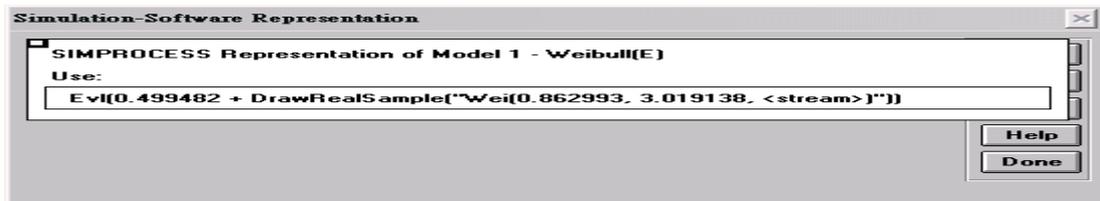


圖 4-15 中山路 1 的分配語法



圖 4-16 太平路 2 的分配語法

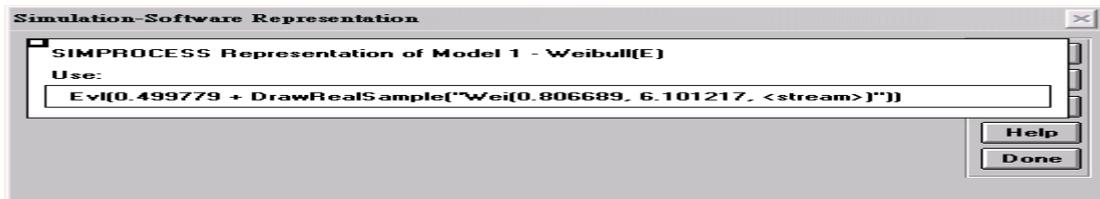


圖 4-17 西平路 3 的分配語法

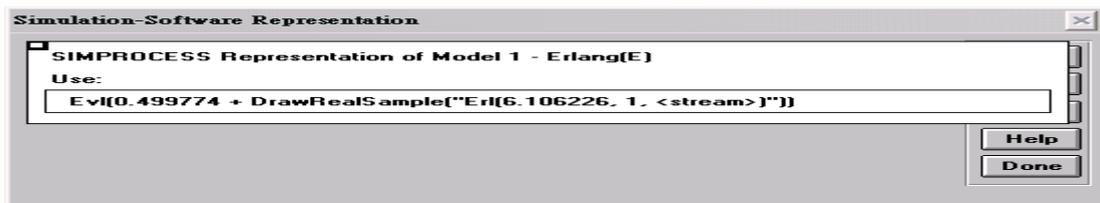


圖 4-18 中山路 4 的分配語法

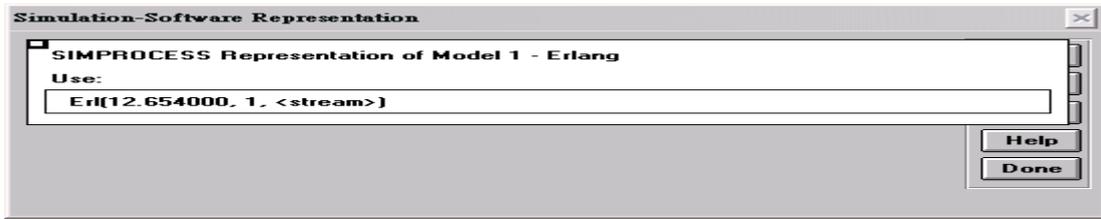


圖 4-19 太平路 5 的分配語法

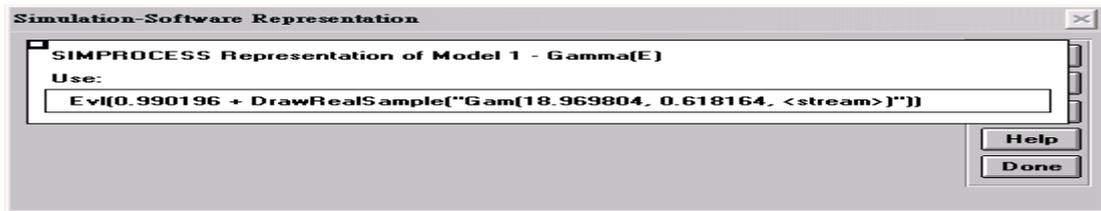


圖 4-20 城頂街 6 的分配語法

在這六個路口由紅燈變為綠燈時，每輛車都會受前面車種影響其時間，觀測車種則為大型車種及小型車種，因此，本組將測到的數據利用模擬軟體跑出其分配；首先，影響之時間輸入後便可得到其彙整表，模擬軟體利用這資料求知其分配，如圖 4-21、圖 4-22 所示，模擬軟體跑出的統計機率分配，如圖 4-23、圖 4-24 所示。透過應有的統計機率分配，就可接著得知大、小車種影響之時間所需的語法，分別為圖 4-25、圖 4-26 所示。

Data-Summary Table

Data Characteristic	Value
Source file	D1.DAT
Observation type	Real valued
Number of observations	52
Minimum observation	4
Maximum observation	9
Mean	6.51923
Median	7.00000
Variance	1.54864
Coefficient of variation	0.19089
Skewness	0.04683

圖 4-21 受大型車種影響時間之彙整表

Data-Summary Table

Data Characteristic	Value
Source file	D2.DAT
Observation type	Real valued
Number of observations	52
Minimum observation	2.50000
Maximum observation	9.00000
Mean	4.39423
Median	4.00000
Variance	1.91506
Coefficient of variation	0.31493
Skewness	1.17320

圖 4-22 受小型車種影響時間之彙整表

Automated-Fitting Results

Model	Relative Score	Parameters
1 - Johnson SB	87.50	Lower endpoint 3.50000 Upper endpoint 9.50000 Shape #1 -0.02289 Shape #2 0.98377
2 - Uniform	50.00	Lower endpoint 3.50000 Upper endpoint 9.50000
3 - Power Function(K)	12.50	Lower endpoint 3.50000 Upper endpoint 9.50000 Shape 1.25603

3 models are defined with scores between 12.50 and 87.50

Absolute Evaluation of Model 1 - Johnson SB

Evaluation: Borderline
Suggestion: Additional evaluations using Comparisons Tab are strongly recommended

Additional Information About Model 1 - Johnson SB

"Error" in the model mean relative to the sample mean -9.4743e-3 = 0.15%

圖 4-23 受大型車種影響時間之統計機率分配

Automated-Fitting Results

Model	Relative Score	Parameters
1 - Johnson SB	100.00	Lower endpoint 2.00000 Upper endpoint 9.50000 Shape #1 0.88030 Shape #2 1.02628
2 - Power Function(K)	50.00	Lower endpoint 2.00000 Upper endpoint 9.50000 Shape 0.76485
3 - Uniform	0.00	Lower endpoint 2.00000 Upper endpoint 9.50000

3 models are defined with scores between 0.00 and 100.00

Absolute Evaluation of Model 1 - Johnson SB

Evaluation: Borderline
Suggestion: Additional evaluations using Comparisons Tab are strongly recommended

Additional Information About Model 1 - Johnson SB

"Error" in the model mean relative to the sample mean -0.06490 = 1.48%

圖 4-24 受小型車種影響時間之統計機率分配

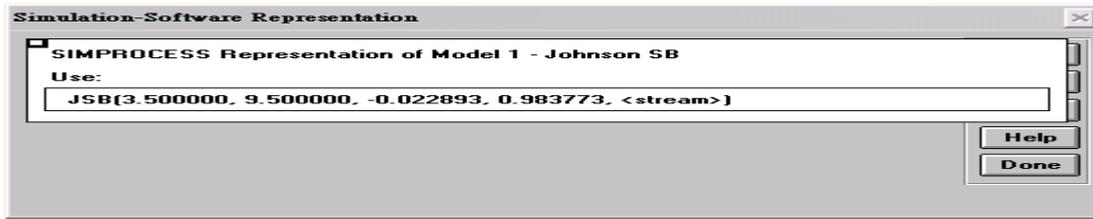


圖 4-25 受大型車種影響時間的分配語法

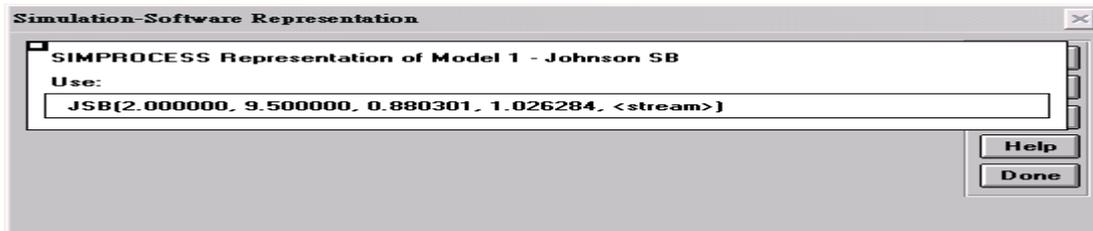


圖 4-26 受小型車種影響時間的分配語法

圖 4-27 紅綠燈秒數示意圖

4.5 各路口之燈號時間

圖 4-27 為太平路、中山路、西平路、城頂街交叉路口之四組(共管制六個方向來車)交通號誌燈的循環方式及時間示意圖。

- 四組號誌燈循環一次花費 120 秒整
- 太平路及城頂街的綠燈秒數皆為 22 秒
- 中山路及西平路的綠燈秒數則各為 32 秒

若以中山路開始循環來加以觀察，則中山路雙向由綠燈轉紅燈後就換太平路雙向綠燈，以此類推，當西平路之號誌燈由綠燈轉紅燈時此一循環回到中山路開始綠燈。

中山路	秒數	太平路	秒數	城頂街	秒數	西平路	秒數
綠燈	32	紅燈	35	紅燈	60	紅燈	85
黃燈	3	綠燈	22				
紅燈	85			黃燈	3		
		紅燈	60	綠燈	22		
紅燈	35			黃燈	3		
		綠燈	32	紅燈	85		
黃燈	3						

4.6 路口模擬系統架構

在建立路口模擬系統前，必須先了解此模擬模型的實體為何以及屬性為何，路口的實體；將六個路口的車輛其出車表示 car1~6，每個路口有三種車種，因此會分別將這出車量依百分比轉換為三種車種，ABC 代號分別指小型車、大型車以及機車。

根據前面幾節所收集整理的資料，進行太平路、中山路、西平路、城頂街交叉路口的模擬模型建立，如圖 4-30 所示；根據所收集的各路口車輛的轉向資料數據在此設定。

圖 4-30 主要是針對每個路口的車輛轉入其他路口的比率進行設定，路口出車量的比率則是在個別的路口進行設定，以中山路口為例，三種車種的出車量百分比分別為 0.62、0.32、0.06 分別設置在此處，如圖 4-31 所示，根據前面幾節所整理出來的各路口車輛間隔時間的主要分配、受前面車種影響的時間分配，以及綠燈的循環時間，皆在此處進行設置。

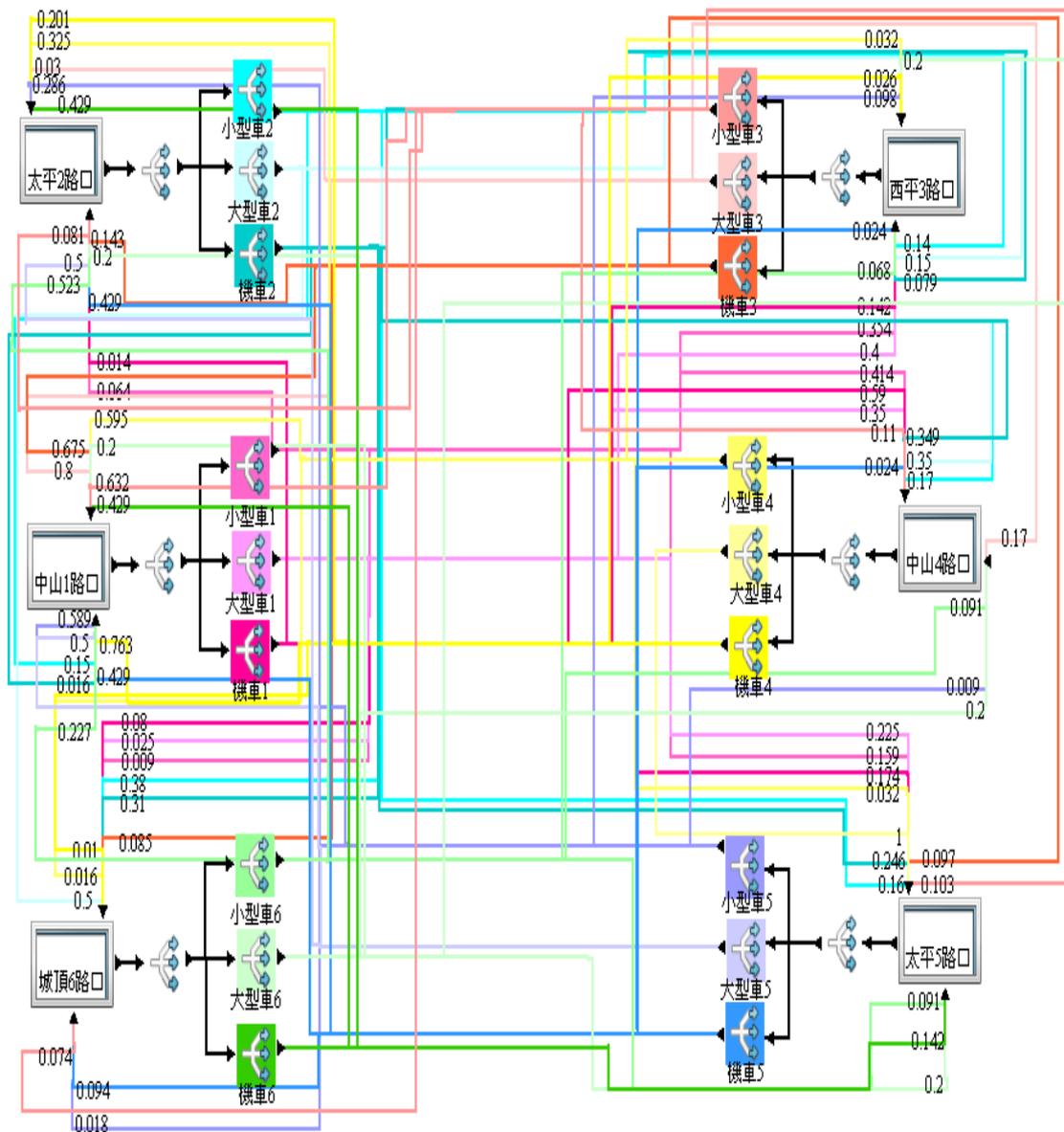


圖 4-30 太平路、中山路、西平路、城頂街交叉路口的模擬模型圖

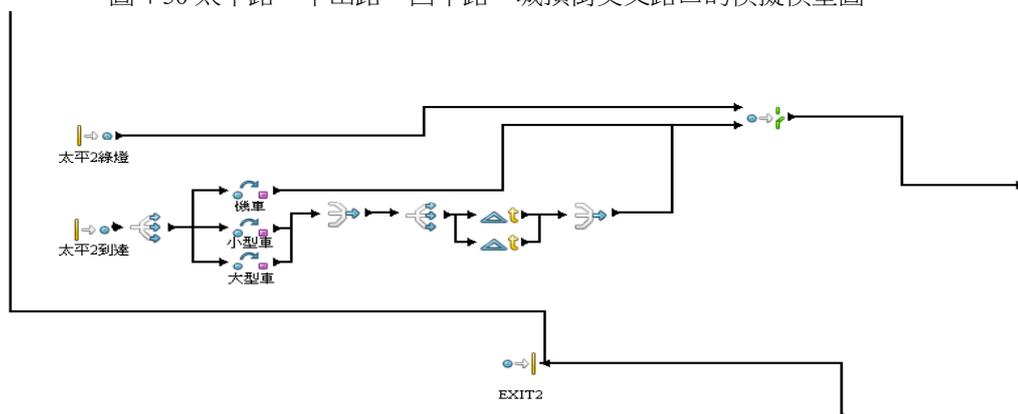


圖 4-31 中山路口 1 的模擬模型

在這路口由於車道的關係因此並排的車較少見，路口車輛可能是小型車先到達，也可能是大型車先到達，所以當大型車比小型車先快到達時，小

型車的起步時間就會比較慢，因此利用程式來控制這種情形。

第五章 實驗結果分析

5.1 選擇實驗數據

根據第三章研究方法，提到本組所使用的直交表為 L_9 型，因此其數據分配的組合為表 5-1 所示，將這些秒數的數據組合以找出適合的燈號秒數；一開始我們以觀測到的燈號秒數來做上下調整，分三個水準並且利用表 5-1 的水準組合找出各路口的燈號秒數，如表 5-2 所示，將原本路口的燈號時間擺於第二個水準，上下加減五便為我們的各個實驗秒數。

表 5-1 L_9 之直交表水準組合

Trial	Level Combination
1	A1 B1 C1 D1
2	A1 B2 C2 D2
3	A1 B3 C3 D3
4	A2 B1 C2 D3
5	A2 B2 C3 D1
6	A2 B3 C1 D2
7	A3 B1 C3 D2
8	A3 B2 C1 D3
9	A3 B3 C2 D1

表 5-2 各實驗水準數據

Level	Factor			
	A	B	C	D
1	27	17	17	27
2	32	22	22	32
3	37	27	27	37

5.2 實驗結果分析

將表 5-1 的實驗水準組合套用在我們所建立的模擬模型上，並且求出其所得到的各水準平均等候時間，為表 5-3 所示，並且從中選出最小的平均等候時間為 A1、B1、C2、D1，分別為 30.41、30.73、30.94、29.79，因此，便對照著表 5-2 選出秒數，將秒數設為中山路綠燈為 27 秒，太平路綠燈 17 秒，城頂街 22 秒，西平路 27 秒的模擬模型，所得之平均等候時間為 27.57938 秒，比原來路

口所跑出的平均等候時間 32.9988 還要短，不過由於 A1、B1、C2、D1 的組合並非在 L_9 型之直交表中出現，因此確認將利用其組合在一次縮小範圍為表 5-4 所示，並且套用至模擬模型得到了所有的水準的平均等候時間，並從中選出最小的平均等候時間為 A1、B1、C1、D1，分別為 27.86、27.83、27.95、26.93，在 L_9 型之直交表中可找到這組組合，因此最適合的綠燈秒數便為中山路綠燈為 24 秒，太平路綠燈 14 秒，城頂街 19 秒，西平路 24 秒。

表 5-3 各實驗水準平均等候時間

Level	Factor			
	A	B	C	D
1	30.41	30.73	31.57	29.79
2	30.43	31.13	30.94	31.40
3	32.56	32.04	32.5	32.71

表 5-4 各實驗水準數據

Level	Factor			
	A	B	C	D
1	24	14	19	24
2	27	17	22	27
3	30	20	25	30

表 5-5 各實驗水準平均等候時間

Level	Factor			
	A	B	C	D
1	27.86	27.83	27.95	26.93
2	28.96	29.23	28.51	28.5
3	28.77	28.53	29.13	30.16

透過圖 5-1 所示，我們可以了解到我們得到的最適合的紅綠燈秒數其週期時間比起原本的 2 分鐘縮短為 1 分 33 秒，平均等候時間也縮短為 26.78917 秒，因此，此組組合為適合此路口的紅綠燈組合。

中山路	秒數	太平路	秒數	城頂街	秒數	西平路	秒數	1 分 3 3 秒		
綠燈	24	紅燈	27	紅燈	44	紅燈	66			
黃燈	3									
紅燈	66	紅燈	49	綠燈	19	綠燈	24			
				黃燈	3					
		紅燈	27	紅燈	27				黃燈	3
									黃燈	3

圖 5-1 紅綠燈秒數示意圖

第六章 結論與未來研究方向

6.1 結論

為了本研究所建立的模擬模型，所以我們蒐集各路口所需的資料以進行建模的動作，並運用模擬軟體跑出各個資料的統計機率分配，以正確的建立此路口的模型。

由於透過直交表，可以利用較少實驗求得所需之目的或結果，而且在其實驗範圍裡都可成立，因此本研究利用 L₉型直交表選擇所需的實驗數據進行實驗，第一次選擇的數據所得到的結果並不在 L₉型直交表內，所以在重新選擇並且得到在組合為 A1、B1、C1、D1 的平均等候時間最短，因此確定適合本研究之路口的紅綠燈組合為，中山路綠燈 24 秒，太平路綠燈 14 秒，城頂街 19 秒，西平路 24 秒，平均每輛車可以減少大約 6.21 秒的等候時間。

6.2 未來研究方向

由本研究所找出之適合該路口之紅綠燈秒數組合，其設定及探討過程中，仍然有些地方是有待日後研究，以進一步提升本文模擬出之結果可行性，在此彙整如下：

- 1、未來可在多增加影響的因子，來進一步研究。
- 2、因為不同路口狀況會有不同的結果，因此將模擬模型運用至其他形式之路口進行研究。
- 3、可將模擬模型運用至其他產業作為設定背景，來探討其如何縮短其平均等候時間，使得作業更有效率。
- 4、加入對行人等待時間的考量，試著改變目前行人通行路線與可通過時間，以改善行人的等待時間。

參考文獻

1. 交通部統計年報，交通部統計處，每年出版
2. 黃國平，混合車流二維座標模擬模式之建立及驗證，台大土木研所碩士論文，民七十一年六月
3. 傅耀南，以混合車流模擬方法設計單一交叉路口號誌時制之研究，台大土木研究所碩士論文，民七十七年六月
4. 蔡嘉霖，混合車流狀況下交叉口特性之調查及模擬模式之研究，台大土木研究所碩士論文，民七十年六月
5. 謝銘鴻，以混合車流模擬方法設計幹道續進號誌系統之研究，台大土木研究所碩士論文，民七十七年六月
6. 蔡輝昇，交通控制實務與理論，民七十九年
7. 何佳娟，微觀汽機車混合車流行為之研究，交大運管所碩士論文，民九十年六月
8. 李樑堅，建立微觀車流模擬模式以發展交通適應性號誌控制邏輯之研究，成大交管所博士論文，民八十一年六月
9. 趙清山，號誌時相設計之研究，台大土木研究所碩士論文，民六十三年六月
10. 阮聰義，應用隨車模式 M-L 矩陣探討快車道混合車流特性之研究，台大土木研究所碩士論文，民六十四年六月
11. 蘇錦江，混合車流狀況下平面交叉路口交通狀況模擬模式之建立及其應用，台大土木研究所碩士論文，民六十四年六月
12. 許添本，號誌化交叉口容量分析及應用之研究—臨界流動方法之發展，台大土木研究所碩士論文，民六十九年六月
13. 陳天賜，公車站位長度對車流延滯之影響研究，台大土木研究所碩士論文，民六十九年六月

- 月
14. 魏健宏，混合車流狀況下市區道路 V/C 比值與車流延滯之關係研究，台大土木研究所碩士論文，民七十三年六月
 15. 李月仙，微觀車流模擬模式與適應性交通控制策略之整合研究，成大交管所碩士論文，民七十七年六月
 16. 曾一民，一個適用於大型矩陣類型問題的演化演算法，逢甲大學資訊工程學系，民國九十年
 17. 鍾清章等，品質工程（田口方法），中華民國品質學會，1994
 18. 陳奕全，利用彈射器實驗探討實驗設計與田口方法之差異，逢甲大學工業工程研究所，民國九十一年
 19. 楊昌鎮，加工部品圓度品質控制之最佳參數模組搜尋，雲林科技大學工業工程與管理系，民國九十二年
 20. 吳子逢，使用直交實驗設計的高效率演化策略及其應用，逢甲大學資訊工程學系，民國九十二年
 21. 黃永河，線切割電極附加超音波振動對碳化鎢加工特性影響之研究，雲林科技大學工業工程與管理系，民國九十二年
 22. 吳碩傑，應用田口方法於高速引擎參數之最佳化設計，華梵大學工業管理學系，民國九十三年
 23. 蕭証元，田口式實驗設計-海水中總砷分析最適化條件研究，臺灣海洋大學水產生物技術研究所，民國八十九年
 24. 林師豪，CD-R 基板之多重品質特性製程參數最佳化設計，華梵大學工業管理學系，民國九十二年
 25. 張維昌，應用品質機能展開與品質工程於產品製程改善之研究，成功大學工業設計學系，民國九十二年
 26. 潘永宏，應用田口方法於類神經網路輸入參數設計-零售商快速回應系統模式之建立為例，民國九十二年
 27. 林修吉，含有混合因子之直交表實驗設計問題研究，民國九十二年
 28. 黃光雄、簡茂發主編：教育研究法。台北市，師大書苑，民八十年
 29. 姜林杰祐、張逸輝、陳家明、黃家祚，系統模擬 eM-Plant(SIMPLE++)操作與實務，2001 年 6 月。
 30. Webster ,F.V, " Traffic Signal Settings" , Road Research Technical Paper, No.39, H.M.S.O.,London,1958
 31. FHWA," Traffic Control System Handbook" , April, 1985
 32. TRR," Highway Capacity Manual " , Special Report, National Research Council , 1997
 33. Martin-L of, A.," Computation of an Optimal Control for a Signalized Traffic Intersection" Transportation Science, Vol.1, No.1,pp. 1-5,1964
 34. Allsop, R.E. ," Delay-Minimization Settings for Fixed-Time Traffic Signals at a Single Road Junction" ,J. Inst. Math Applics 8, pp.164-185,1071
 35. Importa, G. and Cantarella, G.E., " Control System Design for an Individual Signalized Junction" ,TR,Vol.18b,No. 2,pp.147-167,1984
 36. Sakita, M.," Timing Design of Traffic Signals" , TRR 1069,pp.83-87,1986
 37. simprocess,http://www.caciasl.com/products/simprocess_description.cfm