

# 高雄市政府 103 年度研究發展成果報告

支道觸動號誌控制設計與實作

中華民國一〇三年九月三十日

# 高雄市政府 103 年度研究發展成果報告

## 支道觸動號誌控制設計與實作

服務機關：交通局智慧運輸中心

研究者姓名：許文彬主任

王志綱股長

吳素華技士

中華民國一〇三年九月三十日

## 摘要

支道觸動號誌主要係針對幹、支道流量差異懸殊之路口，利用支道觸動號誌控制方式，減少不必要之延滯，提升路口交通容量及支道車輛進入路口之安全性，本計畫實作範圍係針對省道台 1 線沿線已有設號誌、支道流量低，且基於安全因素無法執行閃光時制之路口優先執行，選定橋頭區成功北路/林西路、岡山區岡山北路/本洲路及湖內區中山一段/91 巷/93 巷路口進行施作，並針對支道觸動號誌實作內容進行績效評估，瞭解支道觸動號誌控制運作績效，並藉由實施前、後路段行駛時間及延滯，與路口車流量績效調查分析，提供改善方式建議，期望達到改善郊區幹道車流運行績效，提升道路服務水準之目的。

# 目錄

第一章 緒論.....	6
1.1 研究背景.....	6
1.2 研究內容與目的.....	6
1.3 研究範圍.....	7
1.4 研究方法與流程.....	7
第二章 文獻回顧.....	9
2.1 觸動號誌控制.....	9
2.2 半觸動號誌控制策略之偵測器種類.....	11
2.3 半觸動號誌控制之績效評估探討.....	13
2.4 綜合評析.....	14
第三章 支道觸動號誌控制策略.....	16
3.1 基本策略規劃.....	16
3.2 支道觸動號誌偵測方式.....	16
3.3 支道觸動號誌控制邏輯設計.....	17
第四章 實證分析.....	23
4.1 現況車流分析.....	23
4.2 中心端軟、硬體設備擴充.....	27
4.3 運作績效評估分析.....	36
第五章 結論與建議.....	39
5.1 結論.....	39
5.2 建議.....	40
參考文獻.....	42

## 圖目錄

圖 1-1 研究流程圖.....	8
圖 2-1 獨立路口半觸動自動控制系統.....	10
圖 3-1 支道觸動號制方式.....	17
圖 3-2 分相跳躍式半觸動控制運作流程圖.....	18
圖 3-3 預設時制計畫運作示意圖.....	18
圖 3-4 支道發生觸動需求時制運作示意圖(I).....	19
圖 3-5 支道發生觸動需求時制運作示意圖(II).....	19
圖 3-6 支道發生觸動需求時制運作示意圖(III).....	19
圖 3-7 號誌轉連鎖三色運轉之運作流程圖.....	20
圖 3-8 幹道時相之時制計畫示意圖.....	21
圖 3-9 支道時相之時制計畫示意圖(剩餘綠燈 $\geq$ 最短綠燈).....	21
圖 3-10 支道時相之時制計畫示意圖(剩餘綠燈 $<$ 最短綠燈).....	21
圖 3-11 支道觸動號誌控制運作示意圖(長綠觸動模式).....	22
圖 3-12 支道觸動號誌控制運作示意圖(閃光觸動模式).....	22
圖 4-1 成功北路/林西路平日尖峰小時轉向圖.....	24
圖 4-2 成功北路/林西路口時相.....	24
圖 4-3 岡山北路/本洲路(333 巷)平日尖峰小時轉向圖.....	25
圖 4-4 岡山北路/本洲路(333 巷)路口時相.....	25
圖 4-5 中山一段/91、93 巷平日尖峰小時轉向圖.....	26
圖 4-6 中山一段/91、93 巷路口時相.....	26
圖 4-7 號誌控制器韌體/硬體介面建置架構圖.....	28
圖 4-8 支道觸動號誌狀態資訊回報運作示意圖.....	29
圖 4-9 支道觸動管理軟體主畫面示意圖.....	30
圖 4-10 支道觸動回傳查詢功能畫面示意圖(一).....	31
圖 4-11 支道觸動回傳查詢功能畫面示意圖(二).....	31
圖 4-12 支道觸動回傳資料回補功能畫面示意圖.....	32
圖 4-13 支道觸動排程設定功能畫面示意圖.....	33
圖 4-14 支道觸動設備設定功能畫面示意圖.....	33
圖 4-15 橋頭區成功北/林西路口偵測器及線路設置方式示意圖.....	35
圖 4-16 岡山區岡山北/本洲路口偵測器及線路設置方式示意圖.....	35
圖 4-17 湖內區中山/91、93 巷路口偵測器及線路設置方式示意圖.....	36
圖 5-1 支道觸動號誌平日昏峰路口改善程度.....	39

## 表目錄

表 4-1 支道觸動號誌控制策略彙整表 .....	23
表 4-2 支道觸動號誌控制硬體設備建置一覽表 .....	34
表 4-3 車輛偵測器主要規格一覽表 .....	34
表 4-4 支道觸動號誌路口績效調查結果彙整表(平日昏峰).....	38
表 5-1 支道觸動平日昏峰路口績效比較表 .....	40

# 第一章緒論

## 1.1 研究背景

過去本市主要係針對都會區道路進行分析，且號誌時制設計上大多趨向幹道續進最佳、延滯最小為基礎研擬最佳號誌時制計畫，但在郊區道路方面較少探討都會區與郊區銜接的道路及郊區道路號誌時制設計，因郊區道路銜接路口交通流量不穩定，且幹、支道交通流量差異懸殊，往往存在著無法明確該以何種號誌控制進行車流管控，來達到有效率且安全之困擾，若採定時號誌控制邏輯，多以平均歷史交通需求為依據，無法隨著即時交通需求而改變，在交通變化劇烈環境，因無即時反應需求機制，路口效率並非最佳，特別是在尖峰時段，常因支道無需求卻遭定期中斷時相而發生不必要延滯。反之，交通反應式號誌控制則可用來即時回應交通需求變化，提供更具彈性的控制時制策略，半觸動式支道觸動控制，於路口支道停止線前方設置車輛偵測單元偵測車輛停等或通過，並於設有行穿線之路口設置行人觸動按壓鈕，當偵測到支道有車輛或行人按壓觸動鈕時，立即傳送觸動指令至號誌控制器，號誌控制器根據實際時制運作狀況改變號誌時制，必須考量採行支道觸動號誌路口是否為獨立路口，若與上、下游路口相鄰較近，則須考量上、下游路口號誌時相執行。因此本研究主要係針對本市郊區幹道號誌化路口運用交通反應式支道觸動號誌設計，藉由降低道路延滯，以降低行車時間及成本，避免能源消耗及所造成之空氣與噪音污染，提昇行車效率。

## 1.2 研究內容與目的

本計畫研究目的於本市郊區幹道號誌化路口實施支道觸動號誌，主要係針對幹、支道流量差異懸殊之路口，利用支道觸動號誌控制方式，減少不必要之延滯，提升路口交通容量及支道車輛進入路口之安全性，其主要研究內容說明如下：

1. 回顧相關支道觸動文獻，規劃出適用本計畫之號誌設計模式。

2. 研擬支道觸動號誌控制系統，並說明支道觸動號誌控制基本策略規劃、偵測方式及設計邏輯。
3. 進行橋頭區成功北路/林西路、岡山區岡山北路/本洲路及湖內區中山一段/91 巷/93 巷路口三個路口車流現況分析及檢討本局中心端軟、硬體設備擴充，並針對支道觸動號誌實作內容進行績效評估，瞭解支道觸動號誌控制運作績效。
4. 提出本研究之具體結論與建議。

### **1.3 研究範圍**

分別於橋頭區成功北路/林西路、岡山區岡山北路/本洲路及湖內區中山一段/91 巷/93 巷路口三個路口實施支道觸動號誌。

### **1.4 研究方法與流程**

本計畫參考國、內外相關文獻，研擬適合本計畫支道觸動邏輯設計，並進行實施支道觸動號誌前、後車流現況分析，及調查實施支道觸動號誌後之路口停等百分比、平均延滯(秒/車)做為績效評估指標進行績效評估，相關研究流程如圖 1-1 所示：



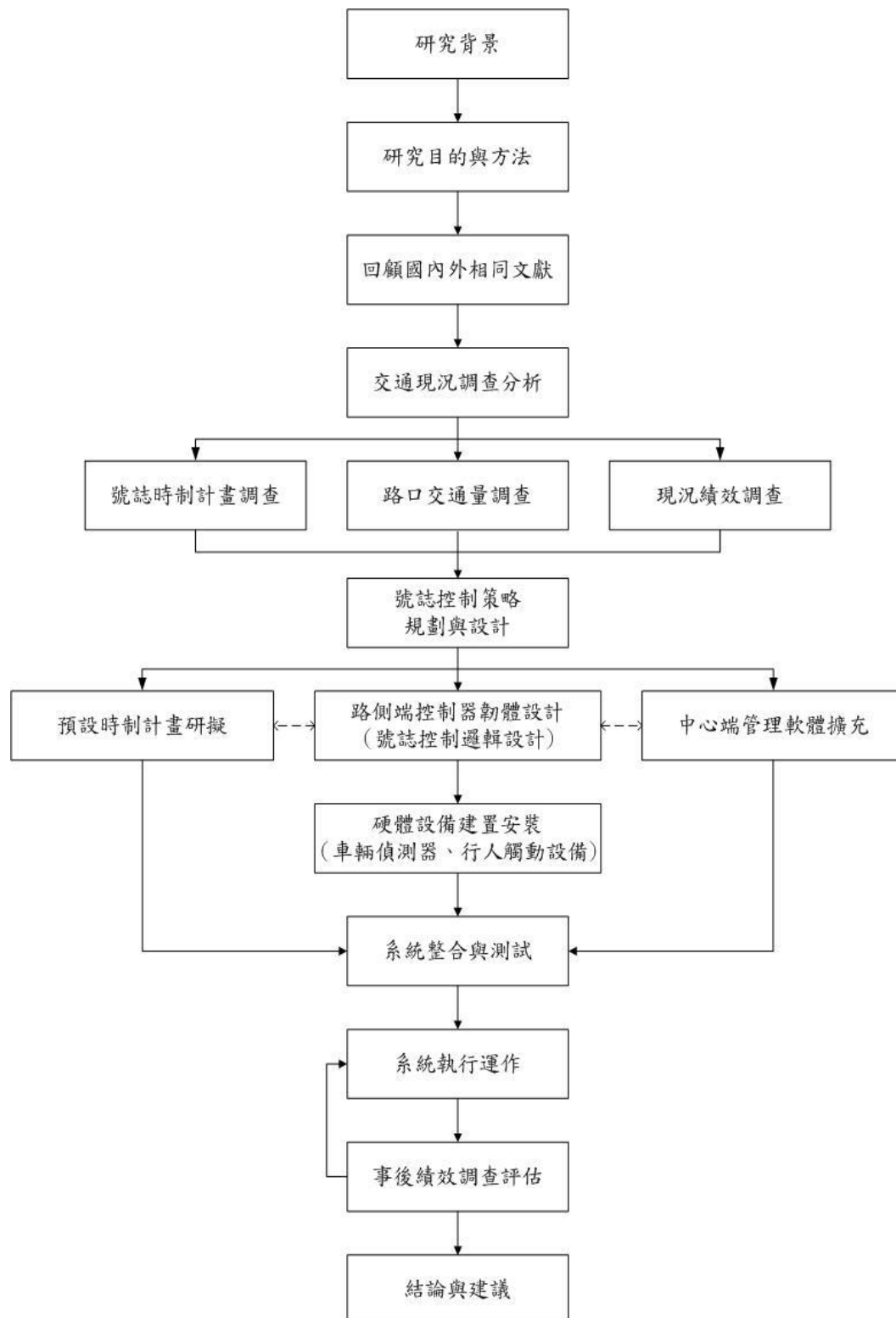


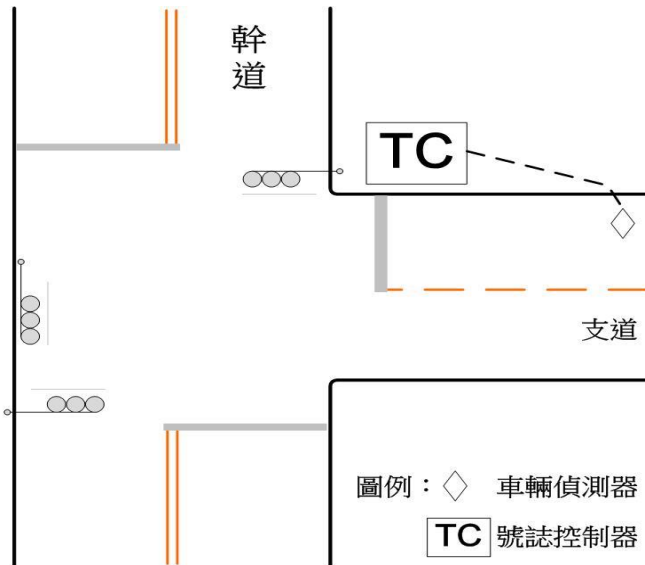
圖 1-1 研究流程圖

## 第二章 文獻回顧

### 2.1 觸動號誌控制

觸動號誌控制 (Actuated control) 主要用於交通量變化顯著且無規律，或主要道路和次要道路交通量懸殊之地點，藉由設於道路上之偵測器偵測車輛到達狀況，依據所收集到的車流資料，調整綠燈時間，即時變換燈號。在主要道路和次要道路交通量相差懸殊，且次要道路交通量變化甚大之地點，其偵測器僅設於次要道路上，主要道路為常綠狀態，僅當次要道路有通行需求時才將綠燈權給次要道路使用，稱為「半觸動號誌控制」(semi-actuated control)；若各道路交通量相近但變化甚大且不規律之地點，其偵測器設於所有道路上，稱為「全觸動號誌控制」(full-actuated control)。

半觸動號誌用於幹支道交通量相差懸殊，且支道交通量變化甚大之地點、停車場或實施公車、緊急車輛優先通行之路口，可用半觸動號誌加以控制。將車輛偵測器裝設在支道的一端，除偵測器感應到車輛到達外，幹道始終保持綠燈。對支道支車輛，在幹道經過預先設定時間後，隨即顯示綠燈，在某一最長時間的限制內，若已無車輛感應則將綠燈轉給幹道。若在最常綠燈時間內，其車輛仍未全部通過，則幹道在最短綠燈時間之後，再將綠燈通行權轉給支道，如圖 2-1 所示：



- 說明：
1. 支道路紅燈時，由車輛偵測器偵測到達之車輛數。
  2. 幹道在維持最短綠燈時間後，轉為支道綠燈時相。
  3. 支道綠燈時相之長短可依行車間距與車輛數之關係獲得；亦可由微電腦號誌控制器直接設定，但設有最長綠燈時間之限制。

圖 2-1 獨立路口半觸動自動控制系統

一般而言，觸動號誌控制是否能夠達到降低延滯，解決壅塞問題，有三個重要基本時制參數：(交通部運輸研究所，1986；Traffic control system handbook，2005)

1. 基本時段：使位於偵測器位置到路口停止線間車輛完全紓解所需時間。
2. 單位延長時間：允許車輛從壓佔偵測器後，順利通過路口所需時間，若欲使號誌控制效率最大，單位延長時間盡可能設短些。單位延長時段可視為一個間距的測量設計，只要車輛連續通過偵測器之間距小於所設定的單位延長時段，就可延長路權，但以最大綠燈為上限。因此時段長度為偵測器與停止線位置之距離長除以車輛平均速度。國內之號誌規劃手冊將單位延長時段之範圍訂為 3~5 秒，一般之設計為 4 秒。
3. 最大綠燈時段：其目的是對綠燈時間加以限制，避免其他方向車輛產生溢流或過於擁擠的現象。其決定方法為：最長綠燈時段=綠燈時段×(1.25~1.50)，其中綠燈時段為在定時號誌下，所計算出最佳週

期之綠燈時間。1974年Walter E. Schwanhauser 提出一個原則，即儘可能使最大綠燈長些，以及使單位延長時間短些。

## 2.2 半觸動號誌控制策略之偵測器種類

本節將針對環路線圈(Inductive Loop)、微波(Microwave)、紅外線(Infrared Light Vehicle Detector)和影像偵測(Video Detection System)等偵測技術作一簡單的介紹。(Traffic control system handbook, 2005; 黃智建, 2007)

### 1. 環路線圈車輛偵測器

環路線圈車輛偵測器以金屬環路線圈埋設於路面下，藉由車輛經過時因車身鐵材所造成的電感量的變化，可測出該車道之流量及佔有率。同時利用車輛通過兩組環路線圈的時間差，可求得車速及車長，甚至利用車長可做車種之判別。

環路線圈由於埋設於車道下，在設置較不影響視覺美觀，具備高精準的偵測效果，且行之多年技術成熟，因此廣受採用。但其缺點在於施工時，預長時間封閉車道。若是在車流量大的路段，應考慮在夜間或離峰時間施工以減少對車輛運行造成影響。

### 2. 微波雷達車輛偵測器

在美國FHWA的報告—Detection Technology for IVHS中說明雷達偵測器運作方式為：利用雷達天線發射出電磁波之後，當有物體(車輛)經過時，則會將波反射回來，再由雷達偵測器接收並計算處理。因此，雷達偵測器需要有發射器、接收器、收發的天線與運算單元(訊號處理器)。

在美國聯邦通訊委員會(Federal Communications Commission, FCC)中規定，應用於交通偵測器之雷達波段有三種：10.5GHz(X-band)、24.0GHz(K-band)與34.0GHz(Ka-band)。上述所有的這些波段都是屬於微波，所以雷達式車輛偵測器有時也稱為微波雷達式車輛偵測器。

現行運用於交通管理功能上的微波雷達式車輛偵測器可分為兩種

型式：一種為都卜勒式(Doppler)，另外一種為時間差式(True Presence)偵測器。都卜勒式偵測器在偵測範圍內發送一固定頻率的電磁波，再由傳回之波頻演算出車速，惟都卜勒效應無法應用於靜止之車輛，故並不適合裝設於十字路口或「停止」標誌處。而時間差式偵測器，主要原理係發射一 FM 微波(Frequency-Modulated Continuous Wave, FMCW)，藉由車輛反射微波計算其間之時間差，求得車輛與偵測器之距離。微波式車輛偵測器之設置方式可分為側射式 (Side-Fired) 與俯瞰式 (Forward looking) 兩種。

由於微波雷達偵測器的特性在碰上鋼結構建築時會產生較大的反射訊號，此時若有車輛經過其中時會令偵測器產生誤判，故不適合於鋼樑橋上使用。微波式車輛偵測器之設置方式可分為側射式 (Side-Fired) 與俯瞰式 (Forward looking) 兩種。

### 3. 紅外線車輛偵測器

紅外線系統 (Infrared Light System)自 1991 年起日本即開始實驗用來管理及偵測車流量及交通突發狀況。M.Yoshida(1993)指出紅外線車輛偵測系統可以有效監控道路車流量以及經由車輛車輛偵測器及車輛本身的電波溝通(Electric Wave Communication)，提供相關的行車即時資訊給道路使用者。

紅外線車輛偵測器具有指向性，在偵測角度上有特定的範圍限制，其偵測器多設置於車道上方 90 度的仰角，在偵測過程中容易產生死角，故難以取得其偵測範圍所及之外的車流資料。而紅外線車輛偵測器的裝設位置多架設於橫跨整個車道的門架上或其他交通號誌桿上，以現有道路規劃是否已有足夠的號誌桿，亦或是需要另外架設新的號誌桿來架設此設備，未來仍預進一步成本及預算的評估。

### 4. 影像式車輛偵測器

影像擷取車輛偵測系統簡稱「影像式車輛偵測器」，目前已經廣泛

的應用在美國、英國與日本等都會區中，在國內台北、台中等地區亦有採用，主要由閉路電視攝影機、終端控制器和影像處理器等設備組成。

影像式車輛偵測器利用路口所架設的攝影機以及系統中所預先規劃的車輛偵測區域來偵測及監控即時交通車流及突發交通事件，透過影像處理器分析由電視攝影機所拍攝而得之數位化影像，依像素(Pixel)的明暗度變化來演算出各種交通資料，包括車流量、車速、車長等。從過去的實例得知潮濕路面的反光及其它事物的陰影會對偵測效果帶來一定的影響，但從影像處理技術多方位的特性考量(如可用單一設備探測多條車道，或是同時分析多組攝影機拍得的畫面資料等)，影像處理仍是一個符合經濟效益的選擇。

### 2.3 半觸動號誌控制之績效評估探討

本節將針對半觸動號誌之績效評估進行回顧，半觸動號誌採用績效指標有停等百分比、停等延滯、等候線長度、停等數等，以下將針對停等百分比、停等延滯之國內外相關文獻進行探討：

1. Chung-Yee Lee(2001)提出一個分析方法 SASAM(Semi-actuated Signal Analytical Method)，評估在低流量下的獨立路口和連鎖路口之半觸動號誌的停等百分比和平均延滯。使用機率理論和隨機程序去考慮在半觸動號誌控制下的各種週期長度和綠燈時間。並和定時號誌控制做比較，結果顯示，當支道交通量在 300vph 以上時，兩者績效無明顯差異。而當支道交通量低於 300vph 時，可明顯看出半觸度號誌優於定時號誌。
2. Maria de Lurdes Simões; Paula Milheiro-Oliveira and Américo Pires da Costa(2010)提出一個微觀的隨機模擬模型，使用 Awesim 模擬語言模擬並驗證在獨立號誌路口下半觸動號誌的多種組合運作情境。在每個時相中評估，最大綠燈時間的影響以及單位延長綠燈時間分配。模式輸出的有效估計資料包括，總車輛延滯、平均綠燈時間和平均

週期長度。最佳化號誌時制，和設定單位延長綠燈時間是有關的。結果顯示半觸動號誌的績效在尖峰期間和定時號誌是相似的。在流量相當低或變化大的情況下，使用半觸動控制確實是適當的，因為它能在每個需要的時刻立即調整綠燈時間，使得車輛有較低的延滯。開發完成的模擬程式能夠去計算出，在半觸動號誌路口最佳化控制策略中，真實且合理的近似值。

3. 陳建德(1989)利用車輛偵測器到達路口之旅行時間，及車輛到達型態與離開路口的型態，以 SLAM II 模擬語言建構以及評估定時控制、觸動控制以及 SAST 等三種控制策略，並以平均延滯作為績效之指標，結論顯示觸動控制策略於低流量時較佳，SAST 於高流量時較佳。
4. 陸立德(1990)，利用一個幹道架構之交通模式，以模擬語言構建定時、交通觸動、適應性 SAST 三種號誌控制模式，在不同的交通狀況下，進行三種號誌控制之模擬分析，以平均延滯與停等百分比做為評估系統績效之指標，比較三種號誌控制策略之績效。模擬結果得出，三種號誌控制方式之延滯值均隨流量增加而增加，以定時號誌控制方式最為明顯；比較三種控制方式之績效，發現以半觸動控制績效最佳，適應性其次，定時控制最差。

## 2.4 綜合評析

觸動式控制可區分為半觸動和全觸動。其中全觸動在路口各方向設置車輛偵測器，藉由蒐集車流資訊即時調整綠燈時間，反應交通狀況，故無固定之週期限制，較大的缺點在於需設置多組偵測器，設置成本較高，但對於解決路口各方向交通量變化大且不穩定之情況，成效卓著。半觸動號誌僅需在支道裝設偵測器，針對支道車流的變化進行綠燈時間的改變，亦無固定週期之限制。因此特別適用在幹支道交通量差異懸殊，且支道不穩定之路口。在此狀況下相較於全觸動號誌控制更能節省設備成本。在考量安全、效率、施作時間與成本的情況下，本次示範路口將採半觸動號誌控制

方式。

在設置半觸動號誌控制之路口需配合使用車輛偵測器收集交通資訊，目前常見之車輛偵測器有環路線圈、微波、紅外線式和影像式。環路線圈偵測器其優點為精準度高，且因埋設於地底下，較不易影響環境的美觀；相對缺點即是因需佈設在地底下，且容易遭重車輾壓或道路施工破壞。微波式偵測器優點為可用於偵測多車道、偵測距離相對較短時不易受到氣候影響，施工安裝維修便利，缺點為無法偵測停等車輛且於多車道偵測時，可能因車輛遮擋而誤判。紅外線式偵測器優點為安裝維修較不會影響交通，但卻容易受到氣候因素干擾其準確度。影像式偵測器可用於偵測多車道、安裝維修較不會影響交通、在交通資訊的收集包含有車流量、等候線長度、車速等，在夜間或天候不良時準確度較低。本研究辦理半觸動號誌實作計畫主要係利用車輛偵測器偵知感應人、車停等做為觸發半觸動號誌控制邏輯的判斷依據，並以不破壞路面影響交通的情況下，進行車輛偵測器之選擇，考量選擇試辦路口支道均為單一車道，並為日後施工安裝維修快速簡易，且受干擾較小等要求下，因此本研究選擇偵測器作為半觸動號誌控制之路側設施，以微波式偵測器最為適用。

關於半觸動號誌控制相關研究績效指標，多數學者以平均延滯、停等百分比等做為績效指標，少數學者則以總車輛延滯、平均綠燈時間、平均週期長度等做為績效指標，囿於時間、人力與經費限制，本計畫僅以平均延滯、停等百分比為績效指標。



## 第三章 支道觸動號誌控制策略

本計畫針對上述實施範圍，規劃建置支道觸動號誌控制系統，以提昇號誌化路段之道路管理效能，有關支道觸動號誌控制基本策略規劃及設計邏輯分述如下：

### 3.1 基本策略規劃

1. 支道未受觸動時，以閃光號誌或長綠進行控制。
2. 支道收到觸動訊息後，不必先回傳交控中心，直接由路側控制器軟體進行計算分析，並透過控制器加以控制，僅將運作情形等相關資訊回傳至交控中心，以便即時對觸動訊息產生回應。
3. 設定號誌控制器時制計畫基本參數。
  - (1) 獨立路口：設定幹道綠燈基本秒數，當支道車輛或行人觸動時，幹道開始執行綠燈基本秒數，等待幹道綠燈基本秒數結束後，支道轉換始為綠燈。
  - (2) 非獨立路口：以幹道連鎖方式設計時制計畫，將此時制計畫事先輸入至號誌控制器，當支道車輛觸動時，依幹道連鎖執行定時控制，號誌控制器應判斷現行時制為幹道時相或支道時相，作為轉換時相之判斷，可確保與上、下路口執行連鎖控制，待幹道第一時相綠燈結束後，支道始轉換為綠燈。
  - (3) 執行完畢後，號誌控制器須將觸動控制執行結果回傳交控中心。

### 3.2 支道觸動號誌偵測方式

支道觸動號誌控制係於路口支道停止線前方設置車輛偵測單元，並於設有行穿線之路口設置行人觸動按壓鈕，當支道上有車輛停等且經由車輛偵測單元偵測到或行人於支道上按壓行人觸動鈕時，立即將觸動訊號傳送至號誌控制器，進行時制運作狀況之改變，如圖 3-1。

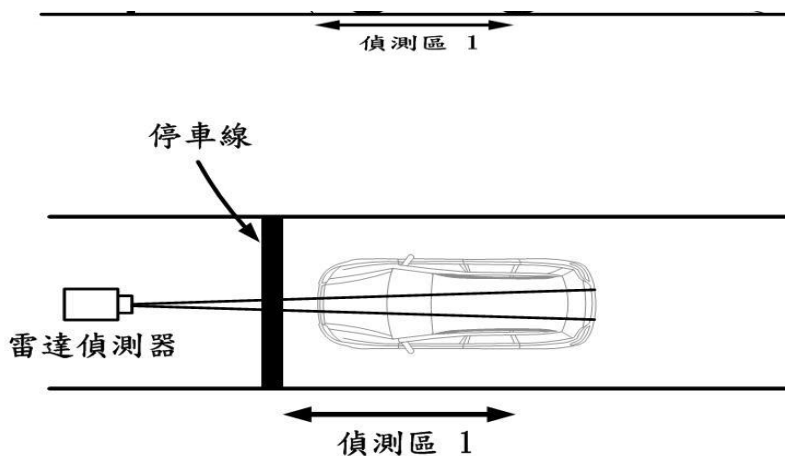


圖 3-1 支道觸動號制方式

### 3.3 支道觸動號誌控制邏輯設計

當支道上有車輛停等且經由車輛偵測單元感應，或行人於支道上按壓行人觸動鈕時，立即將觸動訊號傳送至號誌控制器，進行運作時制之改變。若路口執行三色號誌運作時，係採分相跳躍式半觸動控制；若路口執行閃光號誌運作，則採閃光號誌轉連鎖三色運作。

#### 1. 分相跳躍式半觸動控制

分相跳躍式半觸動控制，運作邏輯係類似一般於半觸動號誌路口實施最大綠燈之作法，但係配合上、下游路口實施，以(2倍週期-支道時間)作為最大綠燈之限制，但若執行期間支道有車輛發生觸動需求時，亦不會馬上給予其綠燈，而係會配合上、下游路口支道開啟時而同時執行，其中 $\alpha$ 則可視為時相轉換所需之損失時間，運作流程如圖 3-2 所示。意即在支道無車輛需求時，則可跳過一次支道時相而減少幹道停等時間，其運作方式如下：

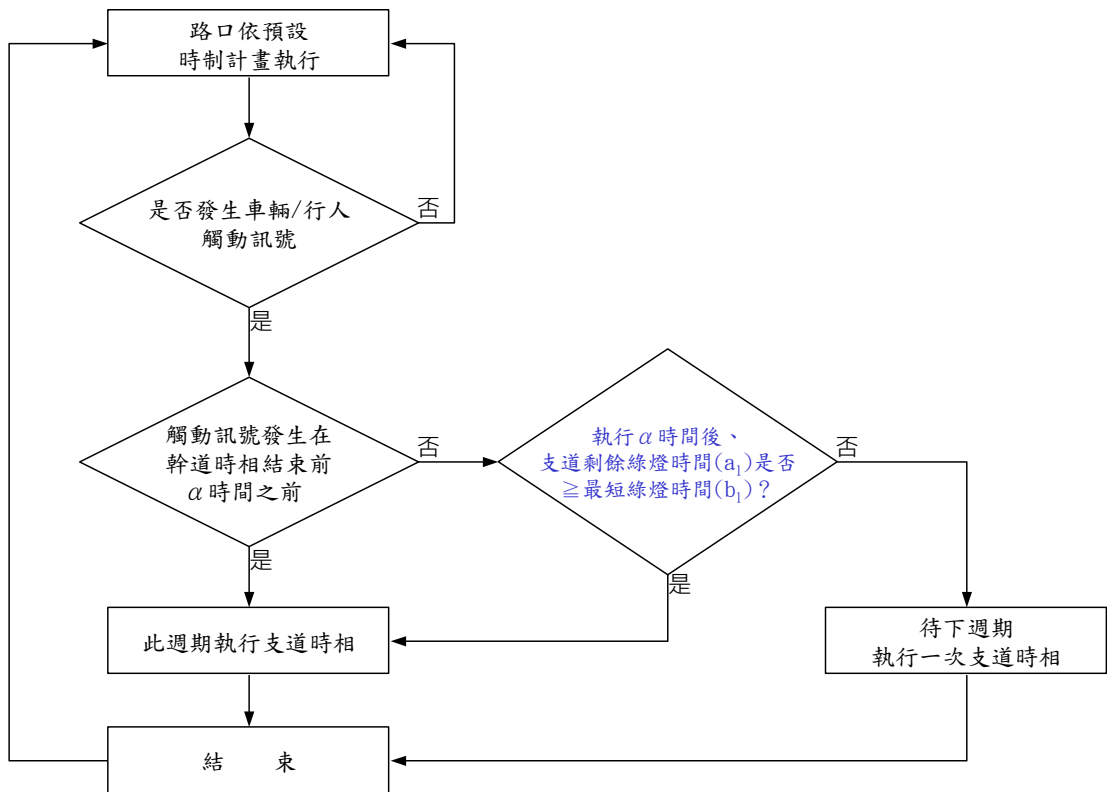


圖 3-2 分相跳躍式半觸動控制運作流程圖

(1) 路口依預設時制計畫執行

路口依預設時制計畫執行，時制計畫將考量幹道連鎖並配合上、下游路口執行，若無發生人車觸動需求，則一般設定為兩週期執行一次支道綠燈時間，為增加路口號誌運作效率及減少路口空等時間，亦可設定三週期甚至四週期執行一次支道綠燈時間。

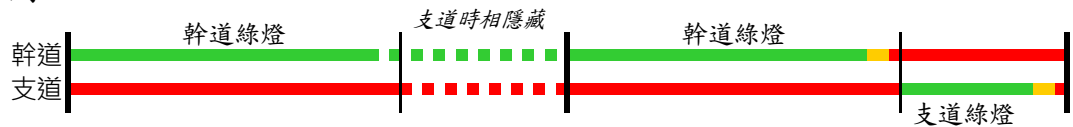


圖 3-3 預設時制計畫運作示意圖

(2) 支道發生車輛/行人觸動需求

(A) 於幹道時相結束前  $\alpha$  時間獲得車輛/行人觸動需求，則於同一週期執行支道時相，如圖 3-4 所示。

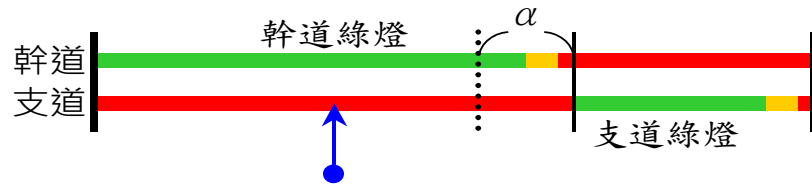


圖 3-4 支道發生觸動需求時制運作示意圖(I)

(B) 若於超過幹道綠燈結束前  $\alpha$  時間或已進入隱藏支道時相才接獲車輛/行人觸動需求，則判斷支道剩餘綠燈時間( $a_1$ )是否大於或等於最短綠燈時間( $b_1$ )；若是，轉換支道時相(如圖 3-5)；若否，則維持幹道綠燈等候下一週期轉換(如圖 3-6)。

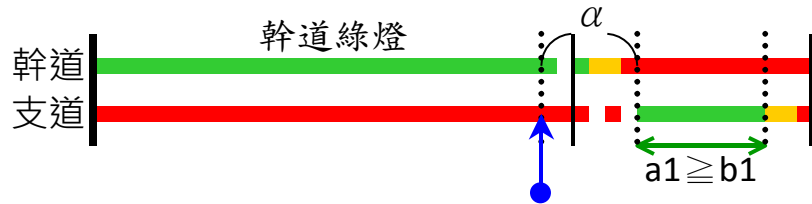


圖 3-5 支道發生觸動需求時制運作示意圖(II)

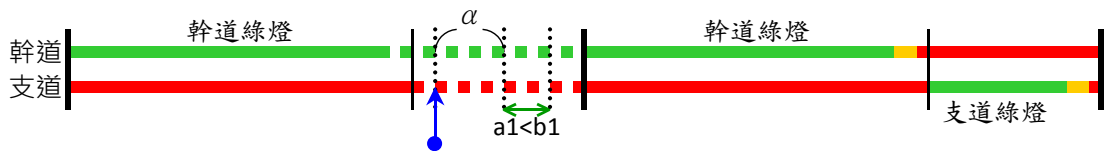


圖 3-6 支道發生觸動需求時制運作示意圖(III)

## 2. 閃光號誌轉連鎖三色運作

路口原採閃光號誌運作，當支道有車輛/行人發生觸動時將轉換為三色運轉，並考量鄰近路口號誌時制執行運轉，其運作方式如下所述。

### (1) 路口依閃光號誌執行

路口依閃光號誌執行，由於當閃光號誌轉為三色運轉時，必須考量到幹道連鎖號誌運作，因此，亦須於路口號誌控制器先行設定一隱藏時制計畫，以判斷目前隱藏時制執行至哪個燈態及步階，以執行幹道連鎖控制。

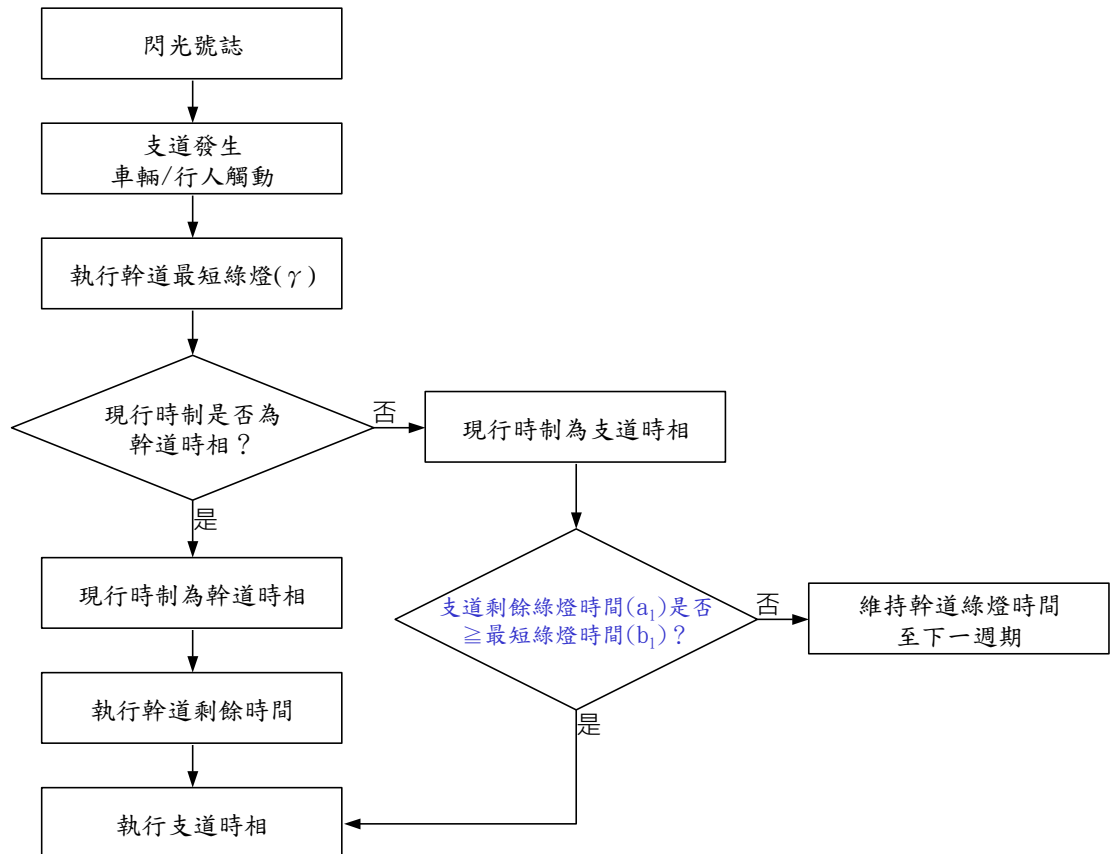


圖 3-7 號誌轉連鎖三色運轉之運作流程圖

### (2) 支道發生車輛/行人觸動需求

當支道有車輛或行人需求時，路口由閃光號誌轉換至三色運轉，幹道執行最短綠燈時間後，判斷現行時制為幹道亦或支道時相，判斷方式係依號誌控制器內部之隱藏時制，此套時制計畫係考

量鄰近路口時制採幹道連鎖而設計，當支道發生車輛/行人觸動後，號誌控制器則會自行判斷目前隱藏時制係執行至哪一步階而逕行轉換燈號。

(A) 現行時制為幹道時相，執行幹道剩餘綠燈時間後，轉換為支道時相。

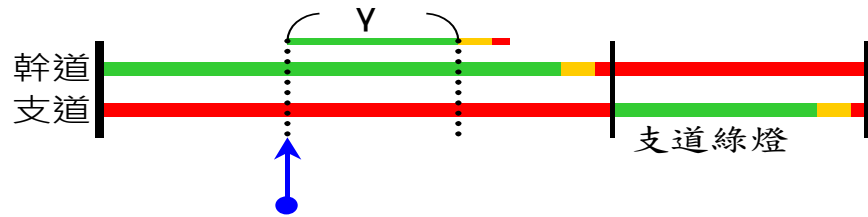


圖 3-8 幹道時相之時制計畫示意圖

(B) 現行時制為支道時相，判斷支道剩餘綠燈時間( $a_1$ )是否大於或等於最短綠燈時間( $b_1$ )，若是，轉換支道時相(如圖 3-9)；若否，則維持幹道綠燈等候下一週期轉換(如圖 3-10)。

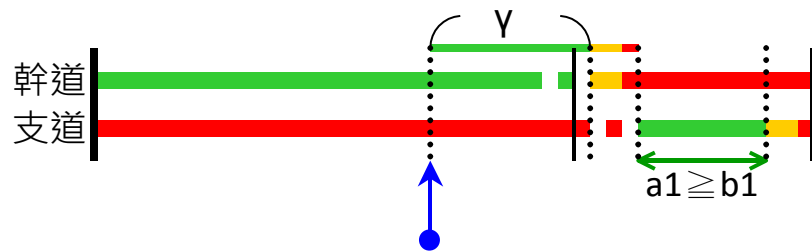


圖 3-9 支道時相之時制計畫示意圖(剩餘綠燈  $\geq$  最短綠燈)

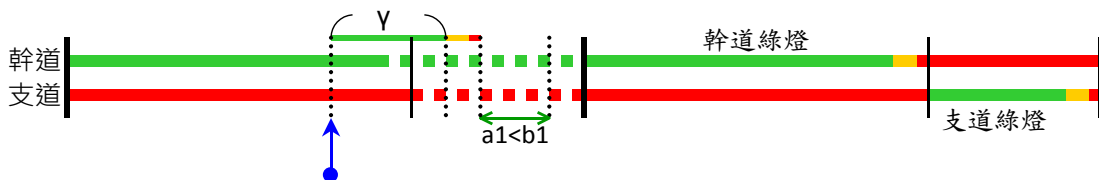


圖 3-10 支道時相之時制計畫示意圖(剩餘綠燈  $<$  最短綠燈)

### 3. 本計畫支道觸動模式運作情形

本計畫建立之支道觸動模式運算情形，可概略以圖 3-11(長綠觸動模式)及圖 3-12(閃光觸動模式)表示之；其中，假設路口週期為 60 秒，長綠觸動模式中，設定每二個週期開啟一次支道綠燈。

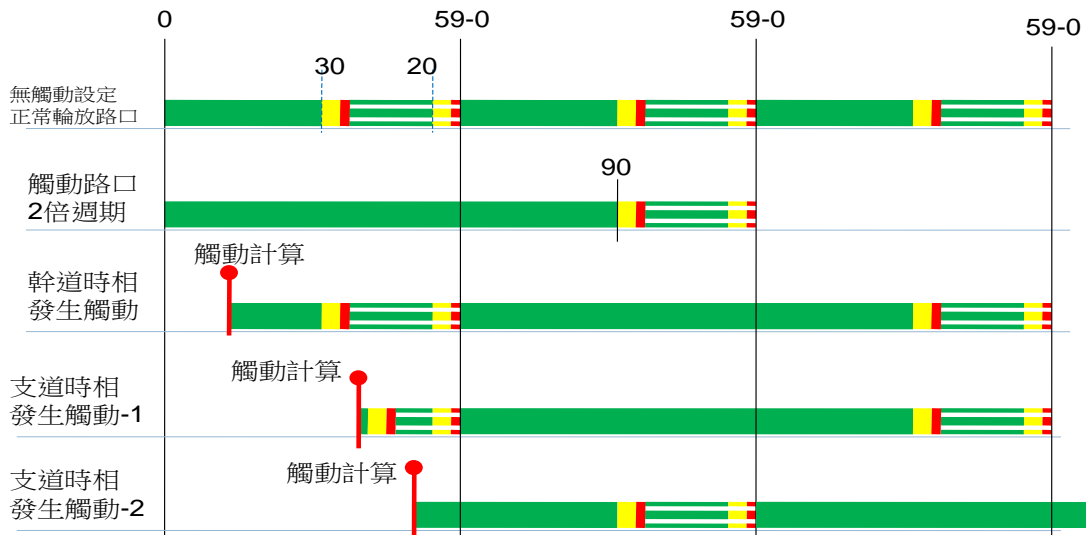


圖 3-11 支道觸動號誌控制運作示意圖(長綠觸動模式)

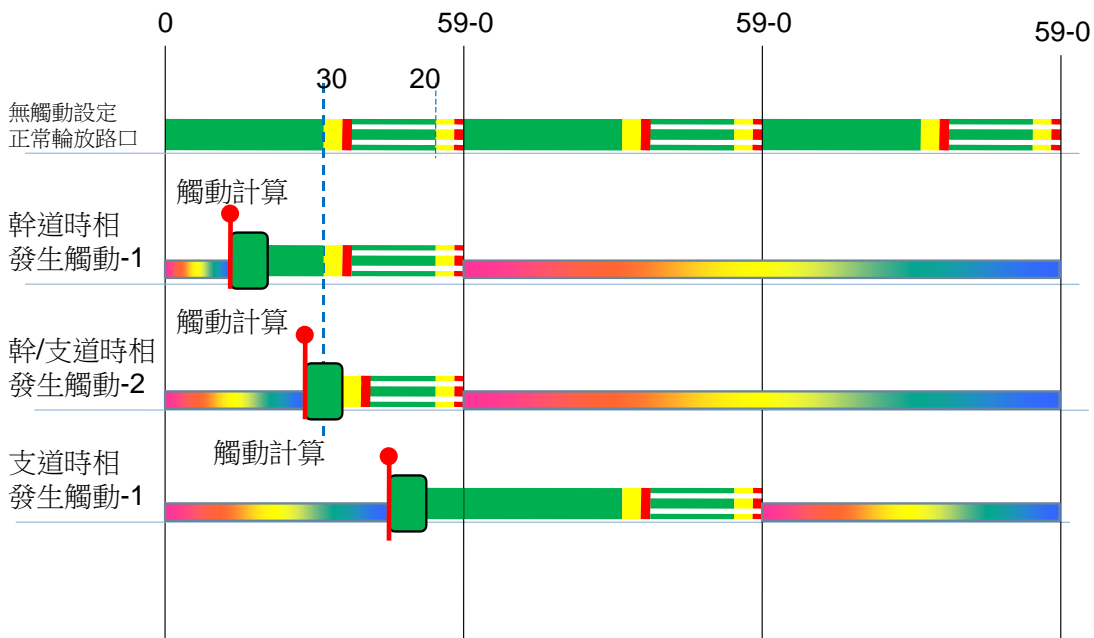


圖 3-12 支道觸動號誌控制運作示意圖(閃光觸動模式)

## 第四章 實證分析

### 4.1 現況車流分析

本計畫預計於橋頭區成功北路/林西路、岡山區岡山北路/本洲路(333 巷)、湖內區中山路一段/91、93 巷進行車流量分析，經查三處路口現況號誌時制運作方式依尖離峰或夜間時段之不同，分別採取三色或閃光號誌等方式運作，本計畫針對路口需求特性將控制策略研擬如表 4-1 所示：

表 4-1 支道觸動號誌控制策略彙整表

序	行政區	幹道名稱	橫交道路	事前/後	號誌時制運作方式		
					尖峰	離峰	夜間
1	橋頭區	成功北路	林西路	現況	週期 130 秒	閃黃(紅)	閃黃(紅)
				支道觸動	長綠觸動*	閃光觸動	閃光觸動
2	岡山區	岡山北路	本洲路 (333 巷)	現況	週期 120 秒	週期 120 秒	閃黃(紅)
				支道觸動	長綠觸動*	長綠觸動*	閃光觸動
3	湖內區	中山路一段	91、93 巷	現況	週期 120 秒	週期 120 秒	閃黃(紅)
				支道觸動	長綠觸動*	長綠觸動*	閃光觸動

註\*：長綠觸動可視需要設定不同週期倍數之幹道綠燈時間，目前設定為每 2 週期開啟一次支道綠燈。

本計畫於 102 年 8 月開始針對該三個路口進行平日昏峰時段車流量調查，有關各路口平日昏峰車流量分析說明如下：

#### 1. 橋頭區成功北路/林西路

該路口主要幹道成功北路車流型態主要集中於北往南方向車流且轉向車流較少，經觀察北往南方向車流量為南往北方向車流量 3 倍，支道方向林西路車流量甚少，如圖 4-1 所示。

另因本路口為 T 字型路口，實施支道觸動號誌前路口時制計畫為二時相(第一時相 94 秒南北向對開、第二時相 26 秒西轉南北方向)、週期 120 秒、時差 20 秒，且離峰時段為閃光，有關路口時相如圖 4-2 所示。



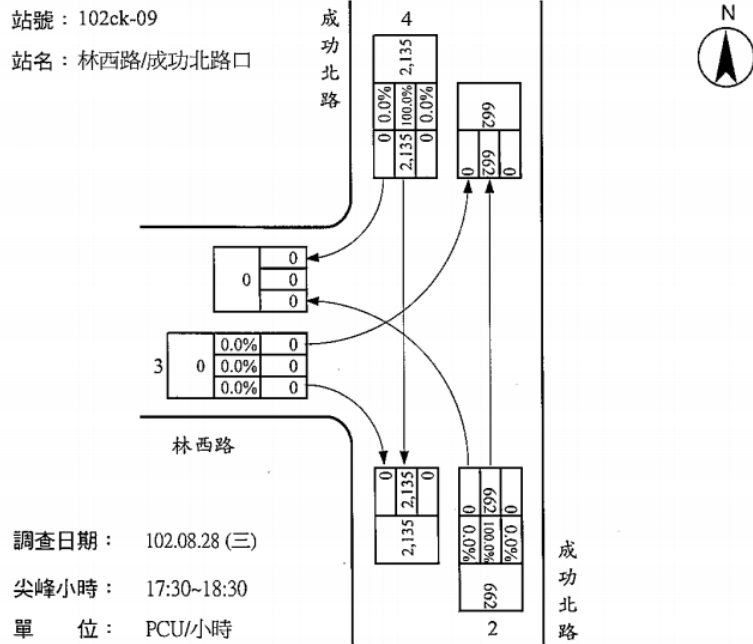


圖 4-1 成功北路/林西路平日尖峰小時轉向圖

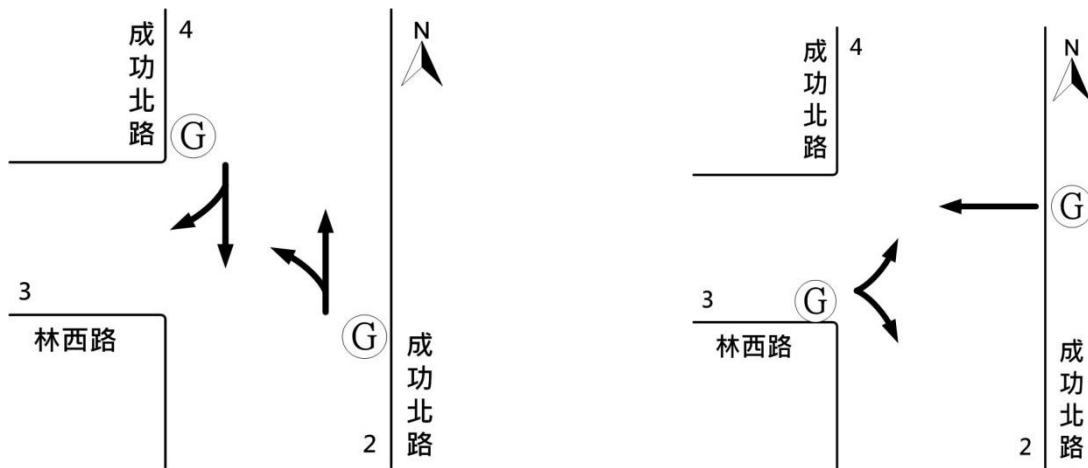


圖 4-2 成功北路/林西路口時相

## 2. 岡山區岡山北路/本洲路(333 巷)

該路口主要幹道岡山北路車流型態為北往南方向車流大於南往北方向車流，且轉向車流少，另支道方向本洲路(333 巷)車流較少，且支道車流轉向往北大於往南方向，如圖 4-3 所示。

另因本路口為 T 字型路口，實施支道觸動號誌前路口時制計畫為二

時相(第一時相 99 秒南北向對開、第二時相 21 秒西轉南北方向)、週期 120 秒、時差 85 秒，且離峰時段為閃光，有關路口時相如圖 4-4 所示。

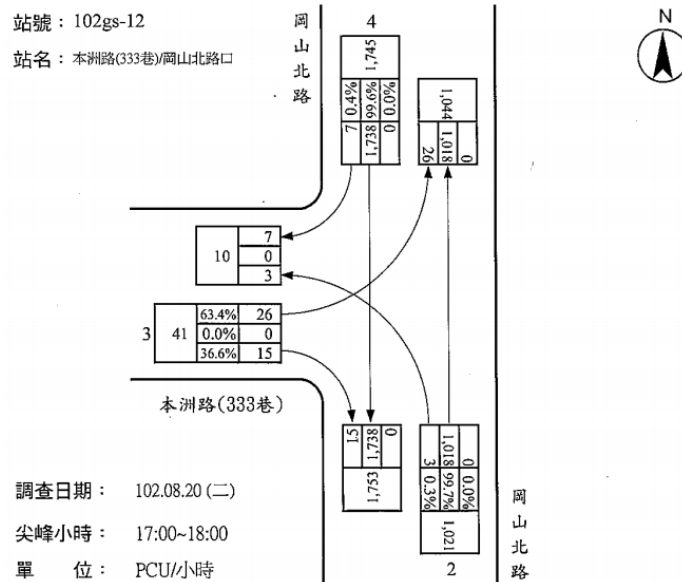


圖 4-3 岡山北路/本洲路(333 巷)平日尖峰小時轉向圖

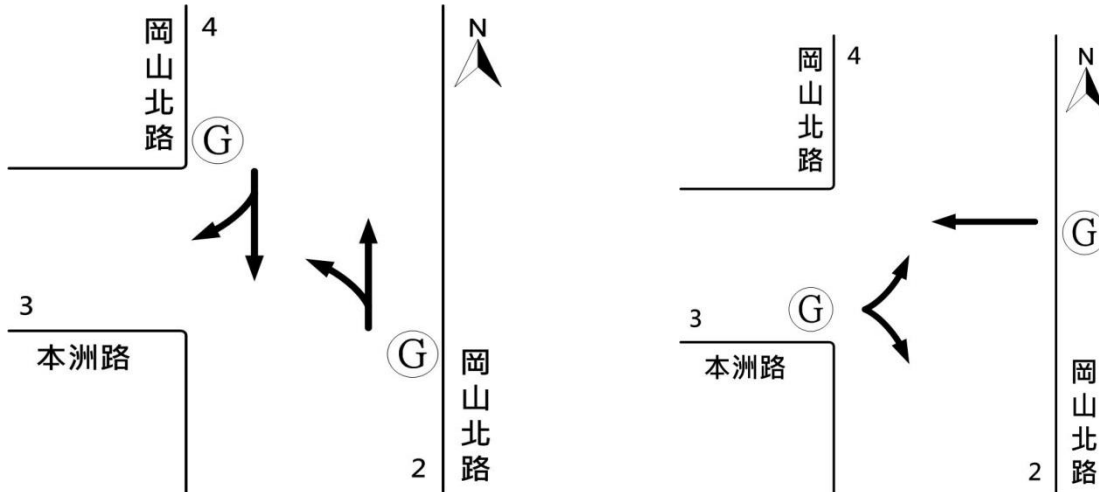


圖 4-4 岡山北路/本洲路(333 巷)路口時相

### 3. 湖內區中山一段/91、93 巷

該路口主要幹道中山路一段車流南往北、北往南方向車流相近，但南往北轉向車流大於北往南轉向車流，另支道方向 91、93 巷車流較小，轉向車流相近，如圖 4-5 所示。

另因本路口為 T 字型路口，實施支道觸動號誌前路口時制計畫為二時相(第一時相 95 秒南北向對開、第二時相 25 秒西轉南北方向)、週期 120 秒、時差 0 秒，且離峰時段為閃光，有關路口時相如圖 4-6 所示。

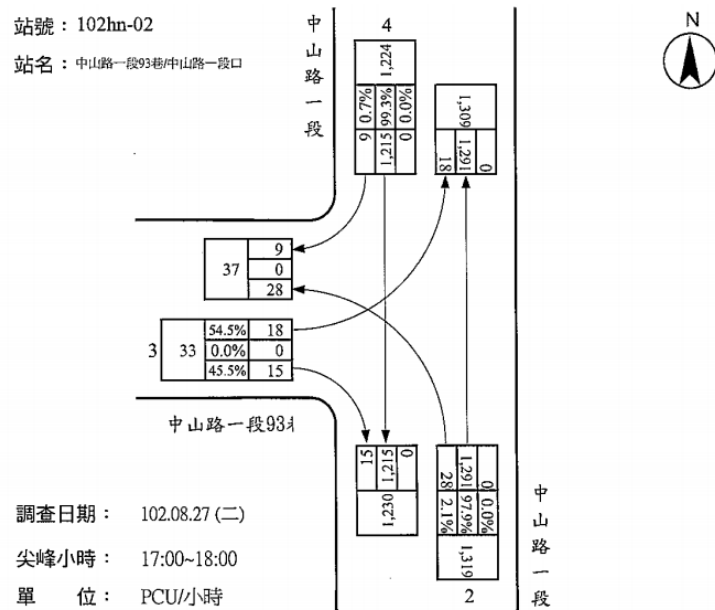


圖 4-5 中山一段/91、93 巷平日尖峰小時轉向圖

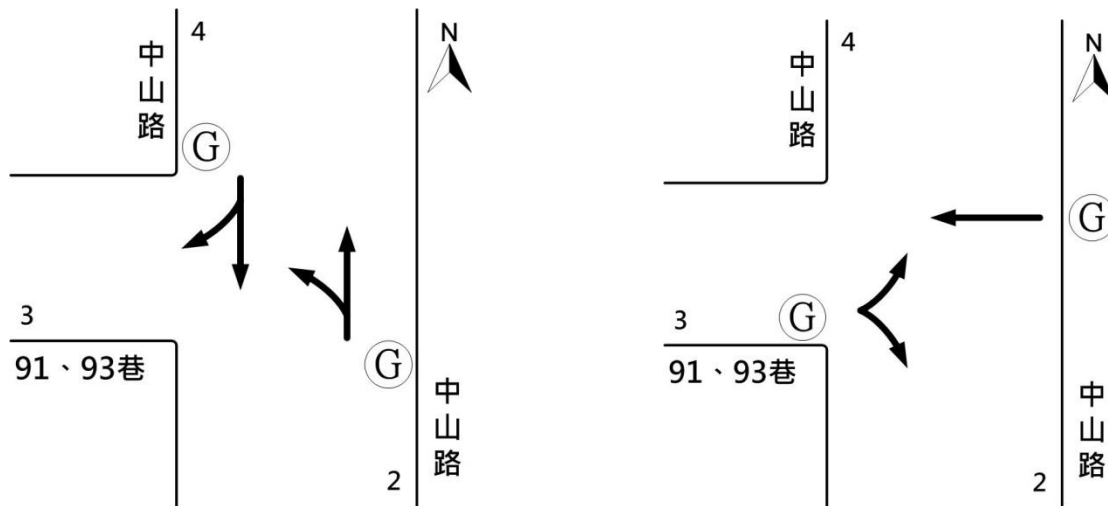


圖 4-6 中山一段/91、93 巷路口時相

## 4.2 中心端軟、硬體設備擴充

為達成前述實作範圍及控制邏輯，本計畫必須於各路口設置偵測器或行人觸動按鈕，且中心必須進行相關軟體修改與整合，以下分別介紹相關軟、硬體設備及功能。

### 1. 號誌控制器韌體/硬體介面建置

#### (1) 車輛觸動偵測器整合介面

- 支道車輛偵測器偵測到車輛時，直接將訊息送至路側號誌控制器，由控制器韌體進行運算及控制，不經由中心進行運算。
- 具備連接車輛觸動信號介面
- 具備 LED 指示燈可顯示偵測狀態。

#### (2) 行人觸動控制整合介面

- 行人觸動裝置設備以使用者可瞭解設備運作狀態為主，不需設置語音系統。
- 具備連接行人觸動控制箱體之信號介面
- 具備 LED 指示燈可顯示偵測狀態。

#### (3) 觸動控制故障檢測功能

具備偵測車輛與行人之觸動狀態及故障狀態，並自動回報號誌控制器之運作情形。

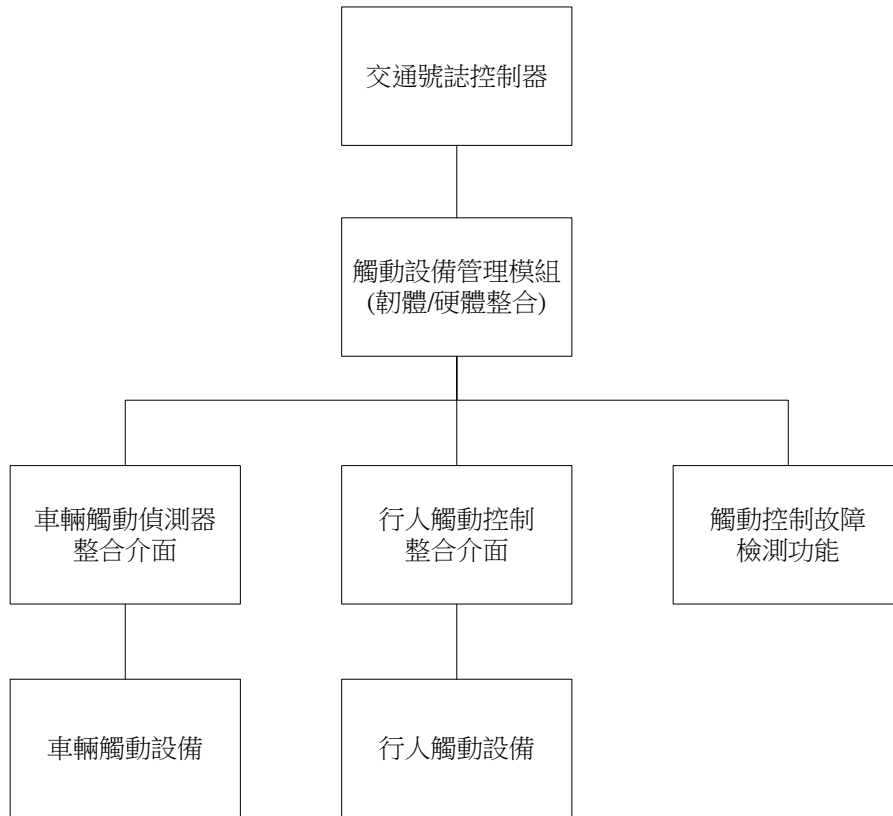


圖 4-7 號誌控制器韌體/硬體介面建置架構圖

## 2. 支道觸動號誌狀態資訊回報

### (1) 觸動偵測設備狀態監控

- 支道觸動號誌控制之狀態監控，應能分別顯示行人觸動與車輛觸動之狀態，並回報中心軟體。
- 支道觸動號誌控制器，可聽命於中心軟體控制，應具備可設定及解除半觸動模式之功能。

### (2) 觸動執行狀態回報

支道觸動號誌控制器應自動將觸動執行狀態回傳至中心，於通訊傳輸不良或斷線時，須具備觸動歷史資料暫存功能，並於恢復連線後重新傳送觸動狀態資料。

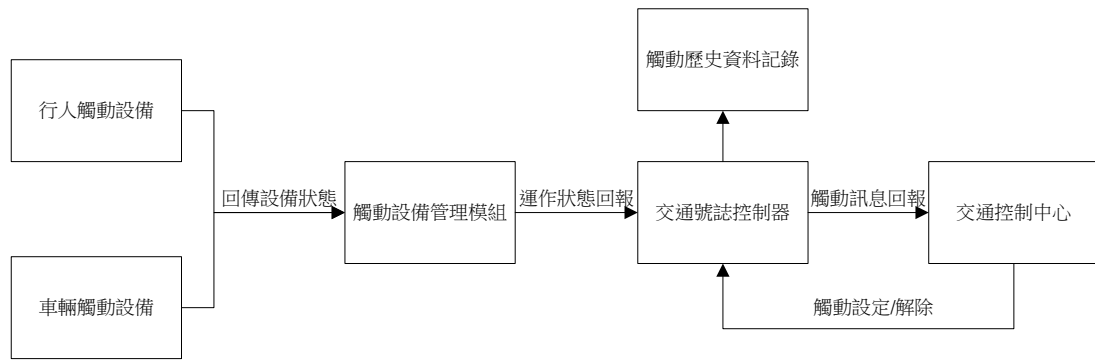


圖 4-8 支道觸動號誌狀態資訊回報運作示意圖

另有關支道觸動號誌通訊協定部分係由路側控制器內新增軟體進行運算，並直接由路側控制器進行燈號轉換，支道觸動之相關訊息則透過 GPRS 無線傳輸方式，回傳至交通控制中心。

### 3. 中心端管理軟體擴充

為因應支道觸動號誌控制系統之建置，本中心需配合擴充其管理模組，且系統必須進行相關軟體修改與整合，以下簡述主要功能需求及操作介面。

#### (1) 功能需求

- 現場控制器系統應具備車輛偵測單元故障檢核機制功能，若偵測器發生故障時，支道觸動號誌策略須回復為定時控制策略。
- 於智慧運輸中心新增圖形化軟體顯示支道觸動運作現況，以供中心人員可隨時監看，並提供查詢歷史觸動資訊功能。

#### (2) 操作介面

中心管理軟體之操作方式詳見「軟體操作手冊」，以下僅將軟體主要功能操作介面整理如下。

● 主畫面功能

功能區塊包含：  
查詢、圖表、排程、設定

號誌設備選項

設備編號	設備位置	現場觸動狀況	觸動回報時間	狀態
S054101	湖內區-中山路一段與91、93巷	啟用	2014-03-17 14:33:22	連線
S050201	岡山區-岡山北路與岡山北路333巷	關閉	2014-03-17 14:23:13	連線
S016901	橋頭區-成功北路與林西路	關閉	2014-03-16 17:06:51	連線
S014601	台號測試機	關閉	2014-02-25 15:23:52	斷線

設備編號	時間	觸動類型	支道秒數	等待秒數
S054101	2014-03-17 03:00:35	半觸動	20	117
S054101	2014-03-17 03:07:32	半觸動	20	60
S054101	2014-03-17 03:14:01	半觸動	20	123
S054101	2014-03-17 04:36:51	半觸動	20	94
S054101	2014-03-17 04:44:09	半觸動	20	44
S054101	2014-03-17 04:48:30	行人觸動	20	86
S054101	2014-03-17 04:53:22	半觸動	20	64
S054101	2014-03-17 05:06:28	半觸動	14	27
S054101	2014-03-17 05:19:50	半觸動	20	66
S054101	2014-03-17 05:42:00	半觸動	20	105
S054101	2014-03-17 05:45:36	半觸動	20	95
S054101	2014-03-17 06:09:36	半觸動	20	120
S054101	2014-03-17 06:17:36	半觸動	19	5
S054101	2014-03-17 06:27:36	半觸動	19	5
S054101	2014-03-17 06:29:36	半觸動	19	5
S054101	2014-03-17 06:31:36	半觸動	19	5
S054101	2014-03-17 06:33:36	半觸動	19	5
S054101	2014-03-17 06:39:35	半觸動	19	5
S054101	2014-03-17 06:39:35	半觸動	20	5

圖 4-9 支道觸動管理軟體主畫面示意圖

● 支道觸動回傳查詢功能

1. 選取號誌設備

2. 設定起迄時間

3. 執行查詢或回補

設備編號	設備位置	現場觸動狀況	觸動回報時間	狀態
S054101	湖內區-中山路一段與91、93巷	啟用	2014-03-17 14:33:22	連線
S050201	岡山區-岡山北路與岡山北路333巷	關閉	2014-03-17 14:23:13	連線
S016901	橋頭區-成功北路與林西路	關閉	2014-03-16 17:06:51	連線
S014601	台號測試機	關閉	2014-02-25 15:23:52	斷線

設備編號	時間	觸動類型	支道秒數	等待秒數
S054101	2014-03-17 02:03:39	半觸動	20	117
S054101	2014-03-17 03:00:35	半觸動	20	60
S054101	2014-03-17 03:07:32	半觸動	20	123
S054101	2014-03-17 03:14:01	半觸動	20	94
S054101	2014-03-17 04:36:51	半觸動	20	44
S054101	2014-03-17 04:44:09	半觸動	20	86
S054101	2014-03-17 04:48:30	行人觸動	20	64
S054101	2014-03-17 04:53:22	半觸動	14	27
S054101	2014-03-17 05:06:28	半觸動	20	66
S054101	2014-03-17 05:19:50	半觸動	20	105
S054101	2014-03-17 05:42:00	半觸動	20	95
S054101	2014-03-17 05:45:36	半觸動	20	120
S054101	2014-03-17 06:09:36	半觸動	19	5
S054101	2014-03-17 06:17:36	半觸動	19	5
S054101	2014-03-17 06:27:36	半觸動	19	5
S054101	2014-03-17 06:29:36	半觸動	19	5
S054101	2014-03-17 06:31:36	半觸動	19	5
S054101	2014-03-17 06:33:36	半觸動	19	5
S054101	2014-03-17 06:39:35	半觸動	19	5
S054101	2014-03-17 06:39:35	半觸動	20	5

觸動排程設定介面

監控頁面

設備編號	設備位置	現場觸動狀況	觸動回報時間	狀態
S054101	湖內區-中山路一段與91、93巷	關閉	2014-04-11 18:34:01	連線
S050201	岡山區-岡山北路與岡山北路333巷	關閉	2014-04-11 10:49:23	連線
S016901	橋頭區-成功北路與林西路	啟用	2014-04-11 15:54:41	連線
S014601	台號測試機	關閉	2014-02-25 15:23:52	連線

查詢 圖表 排程 設定

日期: 2014-04-11 ~ 2014-04-11 查詢 現場回傳

設備編號	時間	觸動類型	支道秒數	等待秒數
S050201	2014-04-11 00:03:50	半觸動	15	69
S050201	2014-04-11 00:07:06	半觸動	15	114
S050201	2014-04-11 00:10:16	半觸動	15	43
S050201	2014-04-11 00:12:47	半觸動	15	127
S050201	2014-04-11 00:17:46	半觸動	15	73
S050201	2014-04-11 00:20:16	半觸動	15	43
S050201	2014-04-11 00:27:46	半觸動	15	73
S050201	2014-04-11 00:30:16	半觸動	15	43
S050201	2014-04-11 00:32:45	半觸動	11	24
S050201	2014-04-11 00:37:45	半觸動	15	74
S050201	2014-04-11 00:40:14	半觸動	15	45
S050201	2014-04-11 00:42:45	半觸動	11	24
S050201	2014-04-11 00:45:15	半觸動	15	104
S050201	2014-04-11 00:47:44	半觸動	15	76
S050201	2014-04-11 00:50:14	半觸動	15	45
S050201	2014-04-11 00:52:44	半觸動	12	25
S050201	2014-04-11 00:55:13	半觸動	15	106
S050201	2014-04-11 00:57:44	半觸動	15	76
S050201	2014-04-11 01:00:13	半觸動	15	46

執行列印

圖 4-10 支道觸動回傳查詢功能畫面示意圖(一)

表格資料 - 預覽列印

檔案(F) 導覽(N) 縮放(Z) 幫助(H)

100%

產出報表

設備編號	時間	觸動類型	模式	支道秒數
S016901	2013-12-10 05:27:04	半觸動		0
S016901	2013-12-10 05:31:03	半觸動		0
S016901	2013-12-10 05:39:04	半觸動		0
S016901	2013-12-10 06:15:04	半觸動		0
S016901	2013-12-10 06:17:03	半觸動		0
S016901	2013-12-10 06:33:02	半觸動		0
S016901	2013-12-10 06:39:03	半觸動		0
S016901	2013-12-10 06:45:03	半觸動		0
S016901	2013-12-10 07:02:50	半觸動		19
S016901	2013-12-10 07:03:05	半觸動		0
S016901	2013-12-10 07:06:45	半觸動		19
S016901	2013-12-10 07:07:05	半觸動		0
S016901	2013-12-10 07:14:45	半觸動		19
S016901	2013-12-10 07:15:05	半觸動		0
S016901	2013-12-10 07:17:03	半觸動		0
S016901	2013-12-10 07:20:43	半觸動		19
S016901	2013-12-10 07:21:03	半觸動		0
S016901	2013-12-10 07:23:04	半觸動		0
S016901	2013-12-10 07:27:05	半觸動		0
S016901	2013-12-10 07:33:06	半觸動		0
S016901	2013-12-10 07:37:06	半觸動		0
S016901	2013-12-10 07:51:06	半觸動		0
S016901	2013-12-10 07:53:04	半觸動		0
S016901	2013-12-10 07:55:06	半觸動		0
S016901	2013-12-10 08:02:44	半觸動		19

製表日期: 2013-12-10 19:41:30 頁碼: 第 1/5 頁

頁 1/5

圖 4-11 支道觸動回傳查詢功能畫面示意圖(二)



● 支道觸動回傳資料回補功能



圖 4-12 支道觸動回傳資料回補功能畫面示意圖

● 支道觸動排程設定功能

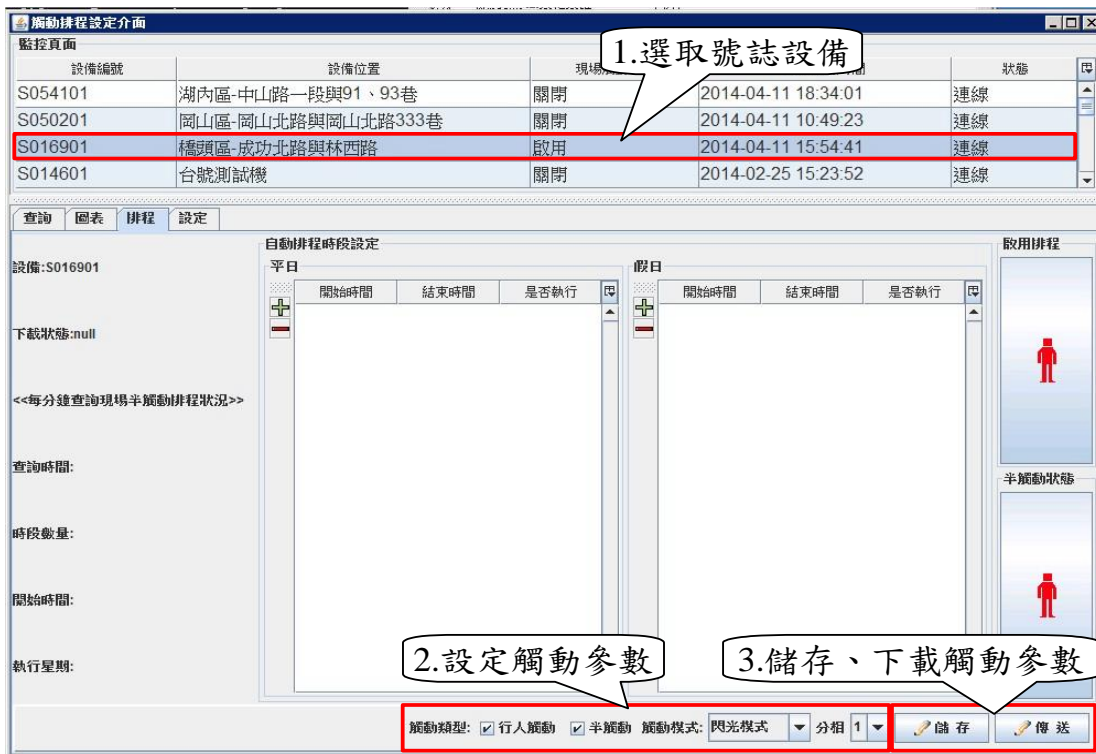


圖 4-13 支道觸動排程設定功能畫面示意圖

● 支道觸動設備設定查詢功能

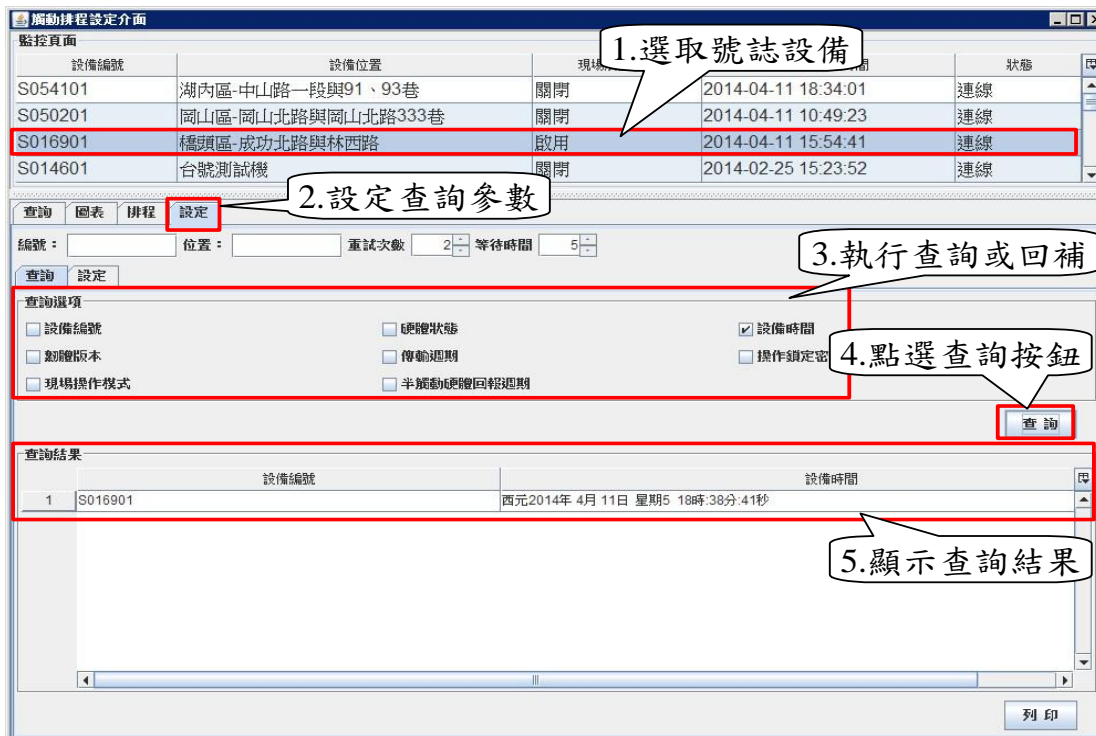


圖 4-14 支道觸動設備設定功能畫面示意圖

#### 4. 硬體設備需求與配置

為達成前述實作範圍及控制邏輯，本計畫必須於路口支道等候區域設置偵測器或行人觸動按鈕，並配合設計電力及通訊之聯絡線路，使偵測器與號誌控制器能進行資訊之傳輸。

本計畫三處路口所需之硬體設備整理如表 4-2 所示，另須針對控制器韌體進行功能擴充，以下分別就各設備之建置情形進行說明。

表 4-2 支道觸動號誌控制硬體設備建置一覽表


序號	行政區	幹道	橫交道路	設備編號	建置設備	方向	設置方式	線路安裝
1	橋頭區	成功北路	林西路	S-1	車輛偵測器	東向	附掛號誌桿 加延伸桿	架空線
2	岡山區	岡山北路	本洲路(333 巷)	S-2	車輛偵測器	東向	附掛號誌桿 加延伸桿	架空線
3	湖內區	中山路一段	91、93 巷	S-3	車輛偵測器	東向	附掛號誌桿 加延伸桿	架空線
				P-1	行人按壓鈕	東西向	附掛號誌桿	架空線

##### (1) 車輛偵測器

##### (1) 設備規格

本計畫採用之車輛偵測器主要相關規格整理如表 4-3 所示。

表 4-3 車輛偵測器主要規格一覽表

	項目	說明
	設備廠商	ASIM Traffic Detectors by Xtralis
	設備型號	MW 334-819
	偵測技術	都卜勒雷達(微波式)
	偵測範圍	Typ. 45m
	功能特性	1.具備方向性偵測： 可設定偵測單向車輛或雙向車輛。 2.最小速度偵測門檻值： 可設定車速高於 4 km/hr 或 8 km/hr 附掛號誌桿
	工作環境	1.工作溫度：-40°C ~ 75°C 2.工作濕度：95% (最高) 3.防護等級：IP67

## (2) 設備安裝

經實地踏勘後，規劃三處路口車輛偵測器之電力及通訊線路採架空線方式進行施作，其配置方式整理如圖 4-15~17 所示。



圖 4-15 橋頭區成功北/林西路口偵測器及線路設置方式示意圖



圖 4-16 岡山區岡山北/本洲路口偵測器及線路設置方式示意圖



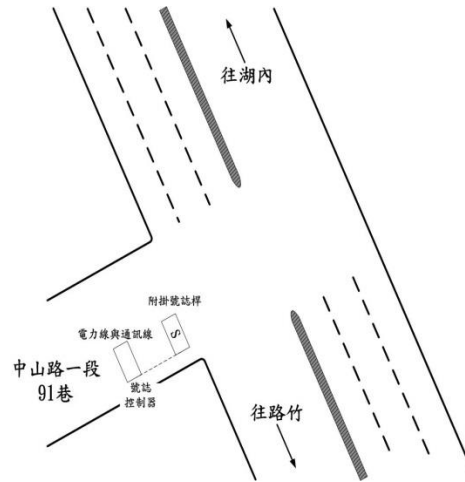


圖 4-17 湖內區中山/91、93 巷路口偵測器及線路設置方式示意圖

### 4.3 運作績效評估分析

為瞭解支道觸動號誌控制系統之運作績效，本計畫於實施該號誌控制前、後分別進行績效調查分析，以瞭解其對於路口或路段績效改善情形；因路口延滯時間調查可獲得單一路口之車輛平均延滯及停等百分比等績效指標，藉此可檢視實施動態號誌控制前、後之路口績效改善情形，以下將針對路口延滯時間調查進行說明。

#### 1. 調查地點

因三處路口相距甚遠、彼此獨立，故全部納入調查範圍，包括成功北/林西、岡山北/本洲(333 巷)、中山路一段/91、93 巷等路口。

#### 2. 調查時間

本計畫於 102 年 12 月進行未實施支道觸動號誌前平日昏峰路口延滯時間調查，且實施支道觸動號誌後於 103 年 7 月 9 日調查中山路一段/91、93 巷、103 年 7 月 10 日調查成功北/林西、103 年 7 月 11 日調查岡山北/本洲(333 巷)，相關調查資料如表 4.4 所示。

#### 3. 調查方法

(1) 本項調查採用停止時間延滯法，於每一鄰近路口配置四名調查員，一名負責計時與報時，另一名則於每分鐘之 0 秒、15 秒、30 秒、45 秒時計數路口之停止車輛數，其餘二名調查員手持計數器，分別將該路口此一分鐘通過與未受阻直接通過之車輛數

記錄於交叉路口車輛延滯調查表。

(2) 每十五分鐘為一調查單元，每一時段做四個調查單元。

#### 4. 調查結果

支道觸動號誌控制系統開始運作後，於民國 103 年 7 月進行平日昏峰路口延滯時間調查，結果整理如表 4-4。

##### (1) 橋頭區成功北/林西路口

實施支道觸動號誌後南往北、北往南方向之停等百分比及平均延滯皆降低，惟支道方向停等及延滯時間增加。

##### (2) 岡山區岡山北/本洲(333 巷)

實施支道觸動號誌後南往北、北往南及西往東(支道)等三個方向停等百分比及平均延滯皆降低。

##### (3) 湖內區中山路一段/91、93 巷

實施支道觸動號誌後北往南、西往東(支道)方向之停等百分比及平均延滯皆降低，惟南往北方向路口延滯時間略微增加，推測係因實施後調查期間車輛到達型態大多接近於紅燈始亮所致。

##### (4) 綜整分析

實施支道觸動前，三路口於平日昏峰均採三色運作。就路口整體績效言之，三個路口均呈現正面效果。中山路一段/91、93 巷路口延滯時間略微增加，可能係因實施後調查期間車輛到達型態大多接近於紅燈始亮所致。

表 4-4 支道觸動號誌路口績效調查結果彙整表(平日昏峰)

序號	交叉路口	臨近方向	實施前(時制重整後)				實施支道觸動後				改善程度			
			停等百分比	平均延滯(秒/車)	LOS	路口合計	停等百分比	平均延滯(秒/車)	LOS	路口合計	停等百分比	平均延滯	LOS	路口合計
1	成功北/林西	1←	-	-	-	3.9	-	-	-	0.7	-	-	-	82%
		2↑	1.0%	0.4	A	A	0.8%	0.1	A	A	20%	75%		-
		3→	0.0%	0.0	A	22.2%	100%	46.5	D	4.8%	-100%	-100%	↘	78%
		4↓	39.1%	6.8	A		7.4%	1.1	A		81%	84%		
2	岡山北/本洲 (333 巷)	1←	-	-	-	2.6	-	-	-	1.2	-	-	-	54%
		2↑	6.7%	0.4	A	A	5.3%	0.35	A	A	21%	12.5%		-
		3→	69.2%	36.5	C	21.7%	66.7%	35.8	C	8.7%	3.6%	2%		60%
		4↓	31.8%	3.3	A		10.3%	1.2	A		67.6%	64%		
3	中山路一段/ 91、93 巷	1←	-	-	-	2.3	-	-	-	2	-	-	-	13%
		2↑	17.5%	2.4	A	A	7.9%	1.58	A	A	55%	35%		-
		3→	79.2%	39.1	C	14.5%	62.5%	30.6	C	10%	21%	22%		31%
		4↓	10.1%	1.4	A		10%	1.6	A		1%	-14%	↘	

資料來源：本計畫調查整理。

# 第五章結論與建議

## 5.1 結論

本計畫針對實施支道觸動號誌控制系統之 3 處路口進行路口延滯時間調查，並將調查路口平均改善程度整理如圖 5.1 所示：以路口平均延滯言之，平日昏峰時段除中山路一段/91、93 巷路口僅改善 13% 外，其餘路口改善幅度達 50% 以上，各路口績效均有顯著提升；以路口停等百分比言之，平日昏峰時段除中山路一段/91、93 巷路口僅改善 30% 外，其餘路口改善幅度達 60% 以上，各路口績效均有顯著提升。

支道觸動路口改善幅度較大係因基期數值較低所致，亦即實施前各路口平均延滯時間或停等百分比並不高，故在計算改善百分比時，易得到較高之數值；另各路口實施前、後之路口延滯時間及停等百分比整理如表 5-1 所示。由表可知，各路口在幹道方向均有若干時段之停等車輛明顯減少，顯示支道觸動對幹道績效提升確有明顯之助益。

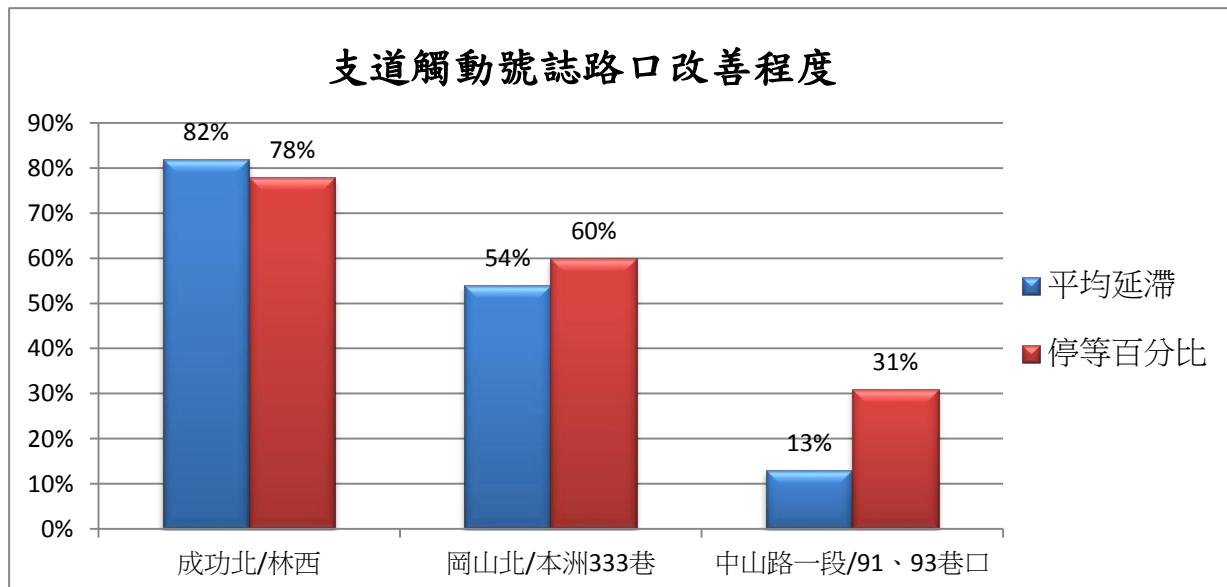


圖 5-1 支道觸動號誌平日昏峰路口改善程度



表 5-1 支道觸動平日昏峰路口績效比較表

交叉路口	鄰近方向	事前					事後				
		通過車輛數(輛)	受阻車輛數(輛)	停等百分比	平均延滯(秒/車)	LOS	通過車輛數(輛)	受阻車輛數(輛)	停等百分比	平均延滯(秒/車)	LOS
成功北/林西	2↑	1,077	11	1.0%	0.4	A	1,019	8	0.8%	0.1	A
	3→	1	0	0.0%	0.0	A	4	4	100.0%	46.5	D
	4↓	1,350	528	39.1%	6.8	A	1,398	104	7.4%	1.1	A
岡山北/本洲(333巷)	2↑	805	54	6.7%	0.4	A	763	41	5.3%	0.35	A
	3→	26	18	69.2%	36.5	C	18	12	66.7%	35.8	C
	4↓	1,082	344	31.8%	3.3	A	920	95	10.3%	1.2	A
中山路一段/91、93巷	2↑	926	162	17.5%	2.4	A	806	64	7.9%	1.58	A
	3→	24	19	79.2%	39.1	C	24	15	62.5%	30.6	C
	4↓	961	97	10.1%	1.4	A	918	95	10%	1.6	A

資料來源：本計畫調查整理。

## 5.2 建議

1. 原為閃光運作路口，如採取支道觸動號誌運作後，幹道績效雖可能因此受到影響，然可提高支道人車通過路口之安全性。
2. 由於目前車輛偵測設備無法偵測因路口左轉進入支道之待轉機車，故設計應採長綠觸動方式運作為宜，以避免在閃光觸動情形下，待轉機車需尋幹道車流間隙穿越路口。當左轉進入支道之機車需求高時，則應考量待轉機車之偵測；或者，考量路口不實施支道觸動控制，仍採三色運作，改以時差設計增進幹道績效。
3. 針對多叉路口採特殊多時相運作時，其支道可考量以觸動控制方式運作，另外配合左轉專用車道規劃，亦可應用於左轉車輛之觸動偵測，給予時相之控制。
4. 本計畫在人力及預算限制下，僅能進行平日昏峰路口延滯時間調查，整體規模較小，未來將擴大調查平、假日離峰及平日晨峰、假日尖

峰時段路口延滯調查分析，然三個路口實施支道觸動號誌後路口績效確有顯著提升，建議依本計畫經驗推廣運用在其他偏遠郊區幹支道流量差異較大之路口，以提升整體運輸效率。

## 參考文獻

1. 交通部運輸研究所(1986a)，交通號誌規劃手冊。
2. 交通部運輸研究所(1986b)，交通管制設施規劃與設計手冊-交通號誌。
3. 陳建德(1989)，獨立路口交通號誌控制方式之模擬研究，國立成功大學交通管理(科學)研究所碩士論文。
4. 陸立德(1990)，適應性號誌控制策略運用於幹道連鎖之研究，國立成功大學交通管理(科學)研究所碩士論文。
5. 張佑鴻(2012)，半觸動號誌控制模式之建構與驗證，逢甲大學。
6. 黃智建(2007)，車輛偵測器不完整資訊推估旅行時間之研究，逢甲大學運輸科技與管理研究所碩士論文。
7. Chung-Yee Lee (2001), —Stop Probability and Delay Estimations at Low Volumes for Semi-Actuated Traffic Signals, Transportation Science, Vol. 25, No. 1, pp.65-82
8. FHWA(Federal Highway Administration)(2005), Traffic Control Systems Handbook, institute of Transportation Engineers.
9. Maria de Lurdes Simões, Paula Milheiro-Oliveira<sup>2</sup>, and Américo Pires da Costa(2010). Modeling and Simulation of Traffic Movements at Semi-actuated Signalized Intersections. Journal Of Transportation Engineering, pp.554-564
10. Robert L. Gordon, P.E., Warren Tighe, P.E. (2005). Traffic control system handbook, Federal Highway Administration.
11. Traffic control systems handbook (1985), Federal Highway Administration, institute of Transportation Engineers.