

能使車輛暢通無阻的號誌燈連結法

國中組數學第一名

新竹縣立峨眉國民中學

作者：張瑞楠·羅德添

指導老師：彭錦書·范鏡桓

一、研究動機：

我國由於經濟快速生長，現有公路不敷需要形成各地區交通壅塞狀態。政府為解決公路運輸之阻塞，自民國五十九年開始設計興築南北高速公路，並於民國六十二年分十三段分別施工，預定民國六十七年十二月全線完工通車。（註一）

在高速公路全線未完工前，為加強疏導已完工路段之交通，分段提前通車，但每分段提前通車均造成該地區之交通擁擠（註二）。由此可知高速公路縮短了都市間之交通距離，但造成臨近交流道都市之交通阻塞問題。再者社會繁榮，國民所得提高，車輛急速增加，易造成交通擁擠。高速公路定於六十七年十二月全線完工通車。為使各交流路臨近都市未雨綢繆，設法疏導進出交流道車輛暢通而引起本研究之動機。

二、研究目的：

進出都市道路除了南北高速公路外，另有台省一號（縱貫）公路。從高速公路急駛進入市區之車輛因限速須緩慢通行，或位於都市內之縱貫公路上過境之車輛有 50% 遇紅燈之機會均易造成交通擁擠。台北市在五條街道上設置「電腦控制系統」但只有二條街道達到預期的效果（註三）。由此可知台灣路況特殊，需在現有街道路況上解決交通問題，故本研究是在探討。

(一)怎樣調整交通號誌之變換時間，使過境車輛快速通過市區。

(二)怎樣連結市區各號誌燈減少遇紅燈機會，使車輛暢通。

三、研究方法：

本研究方法是在了解交通阻塞情形並設法排除之，經實際調查路況，來往車輛數及號誌燈設置情形及蒐集有關交通問題之資料，並獲得如下結果：

(一)路況之調查：

新竹市區道路經調查結果進出市區主要道路為光復路（連接交流道）及中華路（台省一號縱貫公路）另有東、西、南、北大路環繞市區（圖一）

(二)進出車輛之調查：

進出本市車輛經新竹縣政府調查，從竹東方面進入市區之車輛每日有 7374 輛次，從省一號公路進入市區有 18425 輛次。若進入市區之車輛均從光復路駛入則每日有 25799 輛次，平均每三秒有一部車輛駛入市區（註四）。

◆ (三)號誌燈之調整時間：

新竹市區共有 21 個交叉路口設置號誌燈，而各號誌燈依來往車輛之多少，分別調整為 60 秒、40 秒、30 秒變換一次。各號誌燈之間並無連結使之連鎖反應（則各號誌燈變換時差未配合）

(四)各號誌間之距離有 300、400、500、800 公尺，其分段情形如下：

號誌距離 M	300M 以下	300 ~ 399	400 ~ 600	601 ~ 800	800 以上
數量 (段)	2	3	11	2	3

四、分析討論：

(一)分析交通阻塞原因：形成交通阻塞之原因有三，則

1 車速因素：

郊區公路限速 60 公里，但進入市區因限速 40 公里，故急駛的車輛至此突然緩慢下來，以致造成車輛阻塞的原因。

2. 兩號誌燈，綠燈時間長短不同之因素：

光復路（A 幹線街道）A 2 號號誌燈綠燈時間為 60 秒，但下一號誌 A 3 號燈綠燈時間為 40 秒，故從 A 2 號出發之車輛有三分之一在 A 3 號前會遇紅燈而停 40 秒時後批車輛又達到而加入前三分之一之車輛，以致因遇紅燈而停止之車輛愈來愈多。

3. 各號誌燈變換時差調整不當之因素：

A 2、A 3 兩號誌燈相距 400 公尺，若燈號變換時差不當而同時亮紅燈，則在 A 2 處車輛，等亮出綠燈行駛至 A 3 處時仍會遇紅燈。如此因各號誌燈變換時差不當而引起每到交叉路口就遇紅燈機會為二分之一，若一個街道上有六個號誌燈就有六次二分之一遇紅燈的機會。

(二) 討論：

上述形成交通阻塞因素係來自人為因素，故為要解決阻塞須先排除這些因素。

1. 市區時速限定 36 公里：

一般公路限速 60、40 公里等，市區為 40 公里，但人車來往多，只能行駛 30~40 公里。為便於控制車速決定時速為 36 公里（註五）則每 10 秒 100 公尺。

2. 號誌燈變換時間，紅綠燈均定為 40 秒：

時速已定為 36 公里，則每 10 秒 100 公尺而本市街道 400 公尺長者佔 52%，故紅綠燈每 40 秒換一次。

3. 各號誌燈之連結：

要有效的利用交叉路口之交通，宜將全市交通號誌連結並按路程之長短決定同一街道上之燈號變換方法。

(1) 決定幹、支線街道：

按車輛行駛之多少及車道之功用決定 A、B、C 三條幹線街道及 a、b、c 三條支線街道。

(2) 連結全市號誌燈同時變換紅、綠燈。

(三) 編製新竹市街道號誌概況表。（表一、二）

新竹市幹線街道號誌燈概況表 (表一)

街 道 別	A 幹 線 街 道					
號 誌 燈 編 號	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆
與 前 站 距 離	0 m	800	400	900	900	1200
與 起 站 A ₁ 距 離	0 m	800	1200	2100	3000	4200
紅 綠 燈	綠	綠	紅	紅	紅	綠
實 際 剩 餘 時 間	40 秒	40	40	30	20	20
能 通 過 車 輛 數 量	24 輛	24	24	18	12	12
街 道 別	B 幹 線 街 道					
號 誌 燈 編 號	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	
與 前 站 距 離	0 m	500	300	400	600	
與 起 站 B ₁ 距 離	0 m	500	800	1200	1800	
紅 綠 燈	綠	紅	綠	紅	綠	
實 際 剩 餘 時 間	40 秒	30	40	40	20	
能 通 過 車 輛 數 量	24 輛	18	24	24	12	
街 道 別	C 幹 線 街 道					
號 誌 燈 編 號	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄		
與 前 站 距 離	0 m	1200	800	400		
與 起 站 C ₁ 距 離	0 m	1200	2000	2400		
紅 綠 燈	紅	綠	綠	紅		
實 際 剩 餘 時 間	40 秒	40	40	40		
能 通 過 車 輛 數 量	24 輛	24	24	24		

註：表一、二、四、五係應用數學之時間、距離、速度等計算方法

新竹市支線街道號誌燈概況表 (表二)

街 道 別	a 支 線 街 道					
號 誌 燈 編 號	a ₁	a ₂	a ₃			
與 前 站 距 離	0m	450	550			
與 起 站 a ₁ 距 離	0m	450	1000			
紅 綠 燈	綠	紅	綠			
實 際 剩 餘 時 間	40 秒	35	12			
能 通 過 車 輛 數 量	24 輛	21	12			
街 道 別	b 支 線 街 道					
號 誌 燈 編 號	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄		
與 前 站 距 離	0 m	400	200	300		
與 起 站 b ₁ 距 離	0 m	400	600	900		
紅 綠 燈	紅	綠	綠	紅		
實 際 剩 餘 時 間	40 秒	40	20	30		
能 通 過 車 輛 數 量	24 輛	24	12	18		
街 道 別	c 支 線 街 道					
號 誌 燈 編 號	c ₁	c ₂	c ₃			
與 前 站 距 離	0 m	400	450			
與 起 站 c ₁ 距 離	0 m	400	850			
紅 綠 燈	紅	綠	紅			
實 際 剩 餘 時 間	40 秒	40	35			
能 通 過 車 輛 數 量	24 輛	24	21			

依據討論 1 2 3 及圖一編製街道號誌概況表，其編製原則及說明如下：

1. 幹、支線街道之分類：

車輛過境之主要街道編為幹線街道：

A 幹線街道：光復路、南大路、西大路、中山路。

B 幹線街道：東大路、中山路。

C 幹線街道：中華路。

其餘街道為支線街道：

a 支線街道：東大路。

b 支線街道：北大路。

c 支線街道：東門街。

2. 號誌燈之編號：

(1) 定幹線街道之一端為起站 1 號，其餘各號按順序編號。

(2) B、C 幹線街道與 A 幹線街道之交叉點為 B、C 幹線街道之起點（B 幹線之起點為 A 幹線之 3 號紅燈，故 B 幹線 1 號為綠燈，C 幹線之起點為 A 幹線之 6 號綠燈，故 C 幹線街道 1 號為紅燈。

(3) 其他支線街道：

各支線街道與幹線街道交叉點為支線街道之起站，而起站之燈號和交叉路口幹線街道之燈號相反。

3. 紅、綠燈之決定：

(1) 以 400 除號誌間距離，若是單數倍，則和起站相反的燈號，若是雙數倍，則與起站相同燈號。

(2) 餘數均捨入。

4. 實際剩餘時間：

各號誌之紅、綠燈變換時間為 40 秒，A 幹線街道四號燈距離起站 2100 公尺，故自起站出發之車輛到 A 4 號燈需 210 秒，則 A 4 號已於 10 秒前亮出綠燈只剩餘 30 秒讓車輛通過。

5. 能通過車輛數：

按實際剩餘時間乘每 10 秒通過 6 部（註六）計算。

6. 可能遇紅燈的機會：

來往車輛較多街道為幹線街道多為過境街道，按新竹縣政府統計每三秒鐘一部車駛入本市（註七）則 40 秒只有 13 部進入本市，假定以 13 部車輛順著號誌號碼順序行駛且能嚴守 36 公里時速，只要能通過某一處綠燈均不會再遇紅燈。若由於交通巔峯時刻可能遇一次紅燈，其遇紅燈地點及機會如下：

遇紅燈地點、機會概況表（表三）

街 道 別	遇紅燈地點	次 數	遇紅燈之百分率
A 幹線街道	A 5 或 A 6	1	16%
B 幹線街道	B 5	1	20%
a 支線街道	a 3	1	16%
b 支線街道	b 3	1	20%

由上表可知遇紅燈機會只有 16%~20%，且為最後二、三車，比設置電腦控制燈號之預期效果還好（註八）。

7. 其他：

(1) 短距離交叉路口號誌燈之連結：

短距離交叉路口如火車站前之二個 C₃，C₃ 號誌燈及 A 幹線街道 A₅，A₅ 號誌燈編為同號。

(2) 同方向放行兩次：

鐵路局、公路局前北端號誌燈擬改為同方向放行兩次的變化則

第一次，先放行直行車和右轉車。

第二次，准左轉車行駛以便北上車輛轉入中正路及公路局班車之進站（第二次准左轉車行駛併入紅燈計算）。

(四) 相反方向行駛之車輛遇紅燈情形：

上列幹、支線街道均雙行道。除了按號誌燈編號順序南下（北上）車輛外，另有相反方向行駛之北上（南下）車輛，則A₆，B₅，C₄；a₃，b₄，c₃就變為起程。由於車輛行駛方向之改變，各號誌燈實際剩餘時間及能通過車輛數就如表四、表五。相反方向行駛之車輛，其遇紅燈地點及機會就如表六。

新竹市幹線街道號誌燈概況表（表四）

街 道 別	A 幹 線 街 道					
號 誌 燈 編 號	A ₆	A ₅	A ₄	A ₃	A ₂	A ₁
與 前 站 距 離	0 m	1200	900	900	400	800
與 起 站 A ₆ 距 離	0 m	1200	2100	3000	3400	4200
紅 綠 燈	綠	紅	紅	紅	綠	綠
實 際 剩 餘 時 間	40 秒	40	30	20	20	20
能 通 過 車 輛 數 量	24 輛	24	18	12	12	12
街 道 別	B 幹 線 街 道					
號 誌 燈 編 號	B ₅	B ₄	B ₃	B ₂	B ₁	
與 前 站 距 離	0 m	600	400	300	500	
與 起 站 B ₅ 距 離	0 m	600	1000	1300	1800	
紅 綠 燈	綠	紅	綠	紅	綠	
實 際 剩 餘 時 間	40 秒	20	20	30	20	
能 通 過 車 輛 數 量	24 輛	12	12	18	12	
街 道 別	C 幹 線 街 道					
號 誌 燈 編 號	C ₄	C ₃	C ₂	C ₁		
與 前 站 距 離	0 m	400	800	1200		
與 起 站 C ₄ 距 離	0 m	400	1200	2400		
紅 綠 燈	紅	綠	綠	紅		
實 際 剩 餘 時 間	40 秒	40	40	40		
能 通 過 車 輛 數 量	24 輛	24	24	24		

新竹市支線街道號誌燈概況表 (表五)

街 道 別	a 支 線 街 道					
號 誌 燈 編 號	a ₃	a ₂	a ₁			
與 前 站 距 離	0 m	550	450			
與 起 站 a ₃ 距 離	0 m	550	1000			
紅 綠 燈	綠	紅	綠			
實 際 剩 餘 時 間	40 秒	35	20			
能 通 過 車 輛 數 量	24 輛	21	12			
街 道 別	b 支 線 街 道					
號 誌 燈 編 號	b ₄	b ₃	b ₂	b ₁		
與 前 站 距 離	0 m	300	200	400		
與 起 站 b ₄ 距 離	0 m	300	500	900		
紅 綠 燈	紅	綠	綠	紅		
實 際 剩 餘 時 間	40 秒	10	30	30		
能 通 過 車 輛 數 量	24 輛	6	18	18		
街 道 別	c 支 線 街 道					
號 誌 燈 編 號	c ₃	c ₂	c ₁			
與 前 站 距 離	0 m	450	400			
與 起 站 c ₃ 距 離	0 m	450	850			
紅 綠 燈	紅	綠	紅			
實 際 剩 餘 時 間	40 秒	35	35			
能 通 過 車 輛 數 量	24 輛	21	21			

相反方向行駛之車輛遇紅燈，機會概況表（表六）

街 道 別	遇紅燈地點	次 數	遇紅燈之百分率
A 幹線街道	A ₃	1 *	16 %
B 幹線街道	B ₄ 或 B ₃	1	20 %
a 支線街道	a ₁	1	16 %
b 支線街道	b ₁	1	20 %

由上表可知相反方向行駛之車輛，其遇紅燈地點與表三雖不同，但遇紅燈之百分率同為 16 ~ 20 %。

五、結 論：

- (一) 市區限速 36 公里。全市各號誌，紅、綠燈變換時間為 40 秒。
- (二) 連結全市各號誌燈充分發揮號誌控制交通效果。
- (三) 統一號誌燈變換時差，減少遇紅燈機會使過境車暢通。
- (四) 養成駕駛員嚴守時速 36 公里，保持街道交通流暢。
- (五) 人為控制號誌燈後，再改為自動控制時，視臨近號誌適當調整變換時差（如表一、二街道號誌概況表）。

附 註：

- 註一：詳見民國 67 年 1 月 2 日中國時報
- 註二：詳見民國 67 年 1 月 7 日聯合報
- 註三：詳見民國 67 年 1 月 2 日中華日報
- 註四：詳見民國 67 年 1 月 27 日聯合報
- 註五：同註三
- 註六：詳見民國 67 年 2 月 14 日聯合報
- 註七：同註四
- 註八：同註三

圖 一

