

中華民國第 56 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高級中等學校組 工程學科(一)科

052318

節能路燈行車安全系統

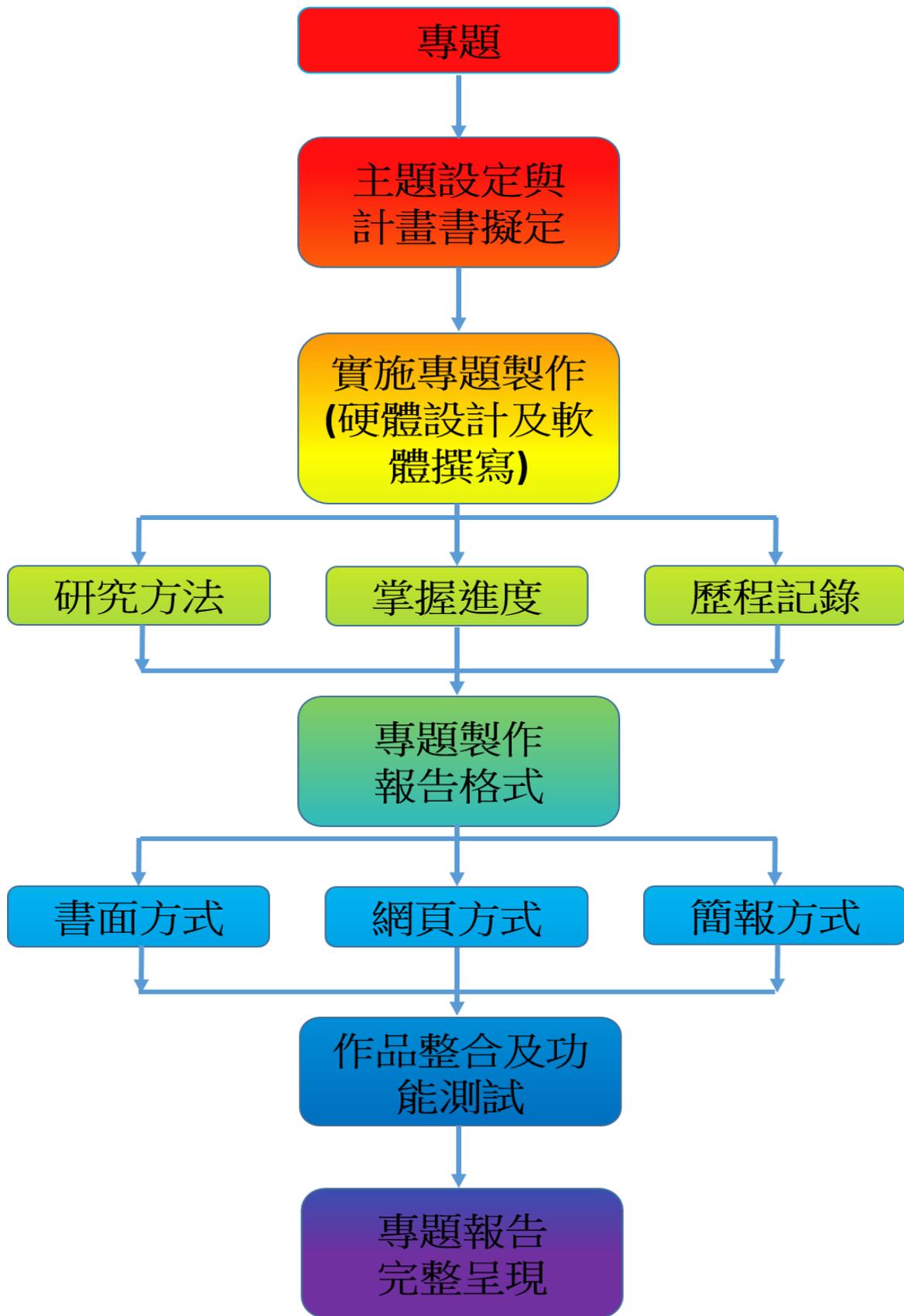
學校名稱：新北市私立南山高級中學

作者： 高二 蔡梓濬 高二 陳冠勳 高一 林易仕	指導老師： 林政煌
---	------------------

關鍵詞：節能、路燈、行車安全

摘要

本研究利用車流量顯示器、車輛檢知器、車輛進入道路檢知器、車輛離開道路檢知器及路燈控制模組，製作完成一套『節能路燈行車安全系統』，本系統之主要硬體裝置，採用 ATMEL 電子公司，所產生之單晶片微控制器(ATMEL AT89S52)作為中央處理模組，其設計方式及硬體架構，將於文中詳加說明，該系統之主要軟體採用組合語言撰寫的，其設計方式及軟體流程，亦將於文中詳述，利用車輛檢知器、進入道路檢知器、離開道路檢知器、計數器、車流量顯示器及路燈控制模組，以達到節約能源自動路燈控制最佳化。



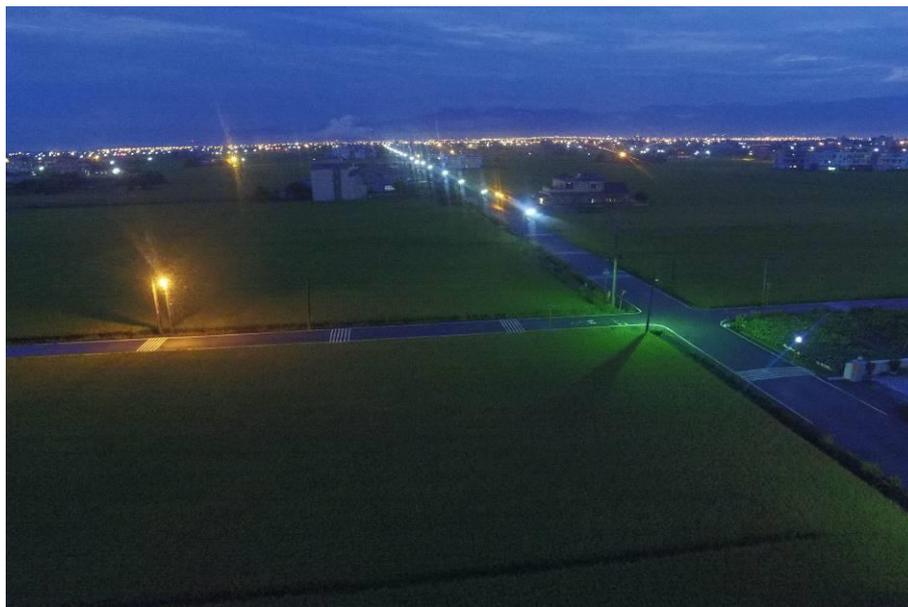
圖一 研究過程之流程圖

壹、研究動機

科技的進步與民生經濟的發展，帶來舒適及更便利的生活，推出新的各類型家電產品與用電設備，使得電力需求不斷的增加，尤其在都會地區新建築物不斷的興建，既有建築物也逐年擴充與增設用電設備，概稱的照明與插座用電已逐漸增加電力負載的比重。

在台灣地少人多，資源更缺乏，絕大多數能源都仰賴進口供應，比例高達 98% 以上，政府需面對國內工商持續成長，能源需求日增，國際原油價格的動盪，夏季限電及因應地球溫室效應日趨嚴重。為解決「能源需求」及「地球溫室效應」的問題，現在國際間都積極推動「節約能源」為一致共識。

在台灣地區有非常多的道路，在深夜時，根本沒有車子或人行走，整條道路的路燈從晚上六點至隔天凌晨五點都是亮的，如宜蘭縣壯圍鄉順和路，如圖二所示，及新北市中和區員山路的產業道路，如圖三及圖四所示，造成非常嚴重的能源浪費。為何不設計一套自動路燈控制系統呢？來提升電能的使用效率呢？當有人或車子要經過時，路燈會自動亮，當沒有人或車子經過時，路燈會自動熄滅，如此可以有效的節約能源，以達到環保及愛地球的目的。



圖二 宜蘭縣壯圍鄉順和路(產業道路)



圖三 新北市中和區員山路(靠山的產業道路一)



圖四 新北市中和區員山路(靠山的產業道路二)

貳、研究目的

台灣地區天然資源缺乏，有 98% 以上的能源都仰賴進口，政府面對地球氣候暖化，為了盡地球村的責任，特別提出加強推動「節約能源」及「提高能源使用效率」，並具體抑制溫室氣體的排放量，依 2009 年研究統計，台灣照明年用量約 290 億度電，可見照明用電量之大。

在政府實施低碳生活、低碳建築、環境綠化、綠色運輸、資源循環、節約能源及再生能源等七大減碳措施裡，以「節約能源」是最為直接、快速、具體的減碳措施，也最能反映減碳成果，可說是現今減緩地球暖化的治標法門，而在「節約能源」中，又以「照明光源」為最甚。所以，本研究目的之一，是要讓我們瞭解並意識到，減碳措施最急最有效的方法在於「節約能源」，而節約能源的源頭又在「照明光源」，所以，解決照明光源的節能問題，就能解決「節約能源」的問題。

參、研究設備及器材

示波器



三用電表



烙鐵、烙鐵架和吸錫器



89S52 中央處理器



電源供應器



LED



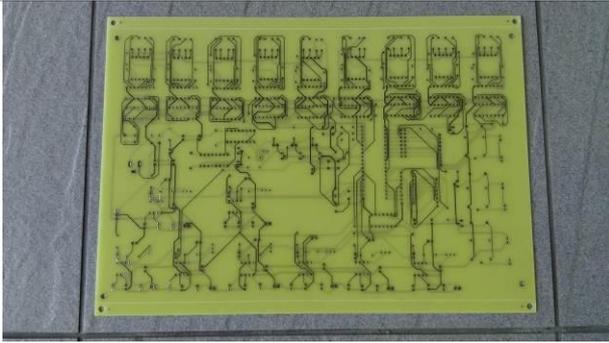
超音波模組



4X4 數字鍵盤



PC 板



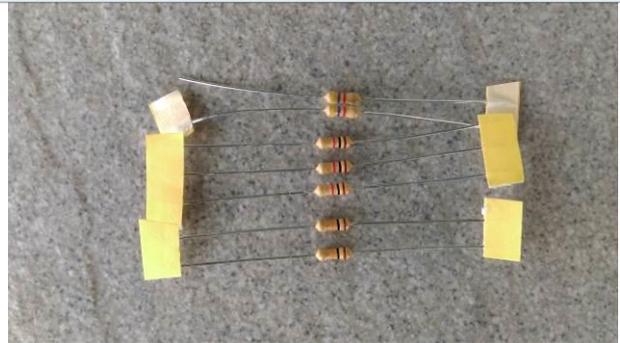
繼電器



七段顯示器



電阻



電容



穩壓 IC



排線



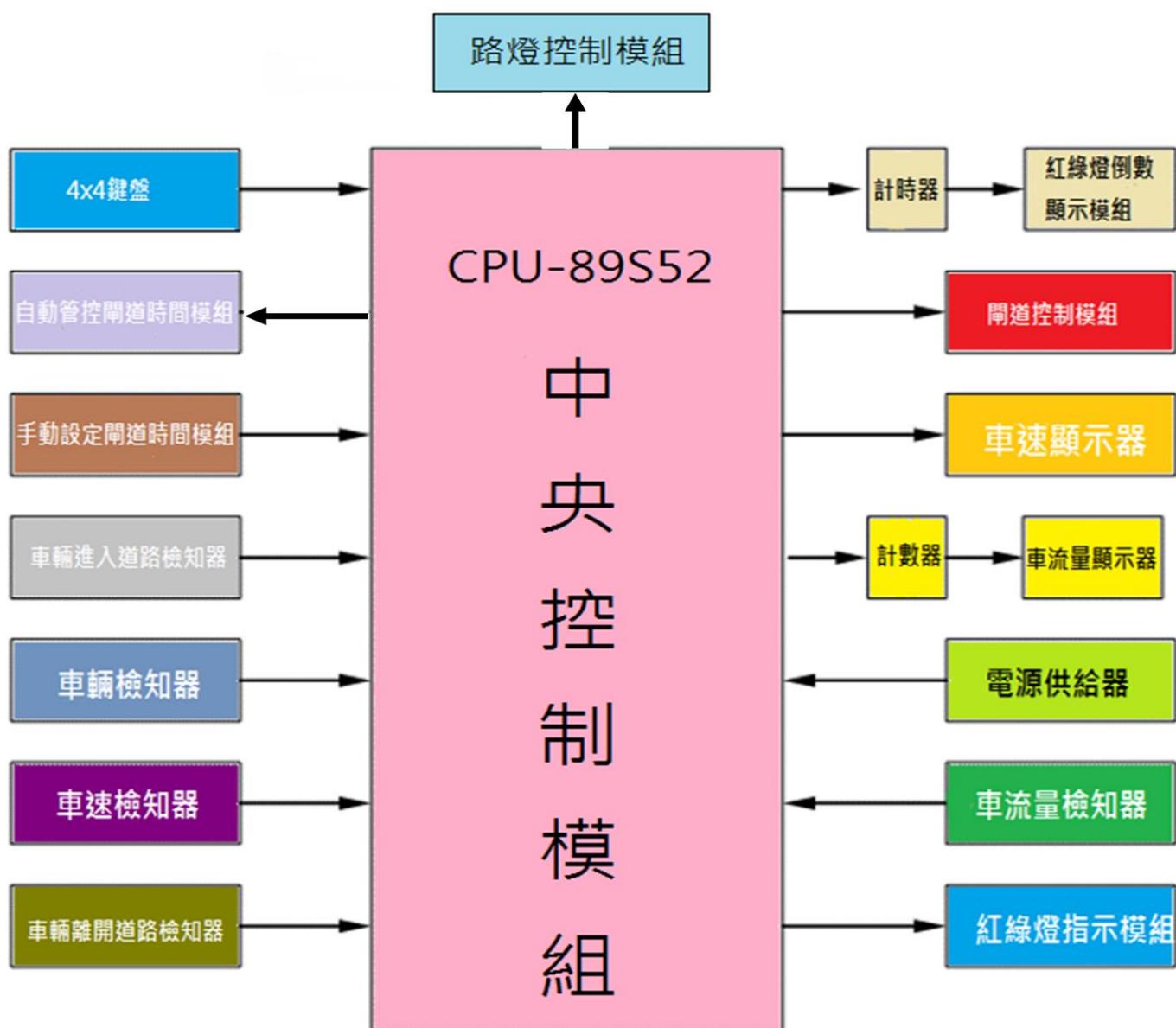
排針



肆、研究過程或方法

一、硬體設計

為了提升能源使用效率，減少能源費用的支出，如何研製一套「節能路燈行車安全系統」，以達到節約能源的目的，來提升整體國家競爭力，本系統採用 ATMEL 半導體公司所生產的單晶片微控制器，包括組合語言之軟體程式及電子電路之硬體兩大部份，圖五為「節能路燈行車安全系統」之硬體架構圖，主要利用單晶片微控制器(CPU ATMEL-AT89S52)為中央處理模組，配合車輛檢知器、路燈控制模組、計數器、車流量顯示器、紅綠燈控制模組、車流量檢知器、車速檢知器及倒數時間顯示器，以達到節約能源自動控制路燈的目的。



圖五 節能路燈行車安全系統之硬體架構圖

將本系統之車輛檢知器安裝於路燈前 10 公尺，並將離開道路檢知器及進入道路檢知器安裝在適當的位置，其各模組之功能及動作原理如下

(一)中央處理模組：

中央處理模組(CPU ATMEL-AT89S52)在協助各硬體模組之動作，「節能路燈行車安全系統」絕大部分之功能，是由此中央處理模組內完成，而中央處理模組是採用 ATMEL 電子公司所生產的單晶片微控制器(CPU ATMEL-AT89S52)，本系統之動作功能，皆以此單晶片微控制器之組合語言完成。

(二)車輛檢知器：

車輛檢知器是利用超音波模組完成的，超音波是利用石英晶體振盪器，產生 4MHz 頻率，再利用 74390 作除 100 的功能，即可產生 40KHz 頻率，供超音波使用，此時，超音波模組發射 40KHz 信號出去，當超音波接收器，接收到 40KHz 頻率時，則表示沒有車子經過，當有車子經過時，則超音波接收器，不會接收到 40KHz 頻率，當超音波接收器，接收到 40KHz 頻率時，再經電容 C(103p)輸入到 LM567(音質解碼器)之第 3 腳，此時，LM567 之第 8 腳輸出為低電位，LED 會亮，以表示沒有車子經過，再將此低電位送至 CPU，CPU 不會計數車輛，當超音波接收器，接收不到 40KHz 頻率時，在 LM567(音質解碼器)第 3 腳之輸入頻率不為 40KHz 時，LM567 之第八腳輸出為高電位，LED 不會亮，以表示有車子經過，再將高電位送至 CPU，CPU 將送出一個脈波信號，啟動目前車子前面的第二個路燈，路燈亮，同時，也關閉車子剛過的路燈，以達到節約能源的目的。

(三)車輛進入道路檢知器：

車輛進入道路檢知器是利用超音波模組完成的，而超音波模組是利用石英晶體振盪器產生 4MHz 的頻率，再利用 74390 作除 100 的功能，即可產生 40KHz 的頻率，供超音波使用，此時，超音波模組發射 40KHz 信號出去，當超音波接收器，接收到 40KHz 頻率時，則表示沒有車子經過，在 LM567(音質解碼器)之第八腳輸出為最低電位，此時，LED 會亮，以表示沒有車子經過，將此低電位送至 CPU，此時，系統不會啟動前面二個路燈，相對應的暫存器內容也不會加 1，將維持目前暫存器內容的數字。若超音波接收器，沒接收到 40KHz 頻率時，則表示有車子經過，在 LM567(音質解碼器)之第八腳輸出為高電位，此時，LED 不會亮，以表示有車子經過，再將此高電位送至 CPU，CPU 將送出一個脈波信號，此時，系統會啟動前面二個路燈，路燈亮，並在相對應的二個暫存器內容加 1，表示即將有車子經過。

(四)車輛離開道路檢知器：

車輛離開道路檢知器是利用超音波模組完成的，而超音波模組是利用石英晶體振盪器產生 4MHz 的頻率，再利用 74390 作除 100 的功能，即可產生 40KHz 的頻率，供超音波使用，此時，超音波模組發射 40KHz 信號出去，當超音波接收器，接收到 40KHz 頻率時，則表示沒有車子經過，在 LM567(音質解碼器)之第八腳輸出為低電位，此時，LED 會亮，以表示沒有車子經過，再將此低電位送至 CPU，

此時，系統不會啟動前面二個路燈，相對應的二個暫存器內容也不會加 1，將維持目前暫存器內容的數字，若超音波接收器，沒接收到 40KHz 頻率時，則表示有車子經過，在 LM567(音質解碼器)之第八腳輸出為高電位，此時，LED 不會亮，以表示有車子經過，再將此高電位送至 CPU，CPU 將送出一個脈波信號，此時，系統會啟動離開道路上前面二個路燈亮，並在相對應的二個暫存器內容加 1，表示即將有車子離開主道路，同時，在前面的主道路上，相對應的第二個暫存器內容減 1，並判斷相對應的二個暫存器內容是否為 0，若暫存器內容不為 0，則表示有其他車子要經過，路燈即亮，若暫存器內容為 0 時、則表示沒有其他車子要經過，即關閉路燈。

(五)車速檢知器：

車速檢知器是利用兩組超音波模組，一組放置起始點，另一組放置終點，以固定距離除以使用時間，即可算出車速，超音波利用石英晶體振盪器產生 4MHz 頻率，再利用 74390 作除 100 的功能，即可產生 40KHz 頻率，供超音波使用，此時，超音波模組發射 40KHz 信號出去，當超音波接收器，接收到 40KHz 頻率時，則表示沒有車子經過，當有車子經過時，則超音波接收器，不會接收到 40KHz 頻率，當超音波接收器，接收到 40KHz 頻率時，再經電容 C(103p)輸入到 LM567(音質解碼器)之第 3 腳，此時，LM567 之第 8 腳輸出為低電位，此時，LED 會亮，以表示沒有車子經過，再將此低電位送至 CPU，CPU 未開始計時，當超音波接收器，接收不到 40KHz 頻率，在 LM567(音質解碼器)第 3 腳之輸入頻率不為 40KHz 時，LM567 之第 8 腳輸出為高電位，此時，LED 不會亮。以表示有車子經過，再將高電位送至 CPU，CPU 將送出一個脈波，開始計時直到此車子到達終點時才停止計時，再利用固定距離除以使用時間，即可算出車速。

(六)路燈控制模組：

利用電晶體的導通與截止，來控制繼電器的 ON 或 OFF，進而控制路燈是否亮，平時，若沒有車子經過時，則 CPU 將送出高電位，使電晶體截止，繼電器無法啟動，路燈就不亮，若有車子經過時，則 CPU 將送出低電位，使電晶體導通，啟動繼電器，路燈就亮，以達到節約能源的目的。

(七)計數器：

本系統採用向上數計數器，可了解某一時段的車流量。

(八)紅綠燈指示模組：

在高速公路上闖道管制，利用紅綠燈配合倒數時間顯示器，讓駕駛人很清楚了解目前紅綠燈狀況，當紅燈亮時，闖道關閉，車輛不可再上高速公路，當綠燈亮時，闖道開啟，車輛可即時上高速公路。

(九)車流量檢知器：

車流量檢知器，是利用超音波模組完成，而超音波模組是利用石英晶體振盪器產生 4MHz 的頻率，再利用 74390 作除 100 的功能，即可產生 40KHz 的頻率，供超音波使用，此時，超音波模組發射 40KHz 信號出去，當超音波接收器接受到 40KHz 頻率時，則表示沒有車子經過，在 LM567(音質解碼器)之第

8 腳輸出為低電位，此時，LED 會亮，以表示沒有車子經過，再將低電位送至 CPU，此時，車流量顯示器就會維持原來的數字。若超音波接收器，沒接收到 40KHz 頻率時，則表示有車子經過，在 LM567(音質解碼器)之第 8 腳輸出為高電位，此時，LED 不會亮，以表示有車子經過，再將高電位送至 CPU，CPU 將送出一個脈波，使車流量顯示器內容加“1”。

(十)車流量顯示器：

車流量顯示器是用來顯示某一時段的車流量，再配合計數器，即可顯示高速公路的車流量，供使用者了解某一時段的車流量。

(十一)紅綠燈倒數時間顯示模組：

為配合閘道管制、計時器及七段顯示器，即可完成倒數時間顯示模組，讓駕駛人了解紅綠燈倒數時間。

(十二)手動設定閘道時間模組：

當 P1.1 為 Low，表示本系統為手動控制閘道時間，利用 4*4 鍵盤，設定紅綠燈秒數，進而控制閘道，開啟或關閉時間，以確保高速公路的車速。

(十三)自動管控閘道時間模組：

當 P1.1 為 High 時，表示本系統為自動控制閘道時間，利用車速的快慢，來控制閘道紅綠燈秒數，若車速愈快，則閘道設定綠燈秒數較長，紅燈秒數較短，若車速愈慢，則閘道設定綠燈秒數較短，紅燈秒數較長。

(十四)4*4 鍵盤：

使用者可利用 4*4 鍵盤與本系統，作有效的溝通，如設定綠燈秒數、紅燈秒數、黃燈秒數、紅綠燈執行的次數及可觀察前一時間高速公路的車流量……等等

(十五)閘道控制模組：

利用馬達控制閘道開啟或閘道關閉，當紅綠燈指示為綠燈時，CPU 將馬達正轉，此時閘道開啟，當紅綠燈指示為紅燈時，CPU 將馬達停止逆轉，此時閘道關閉。

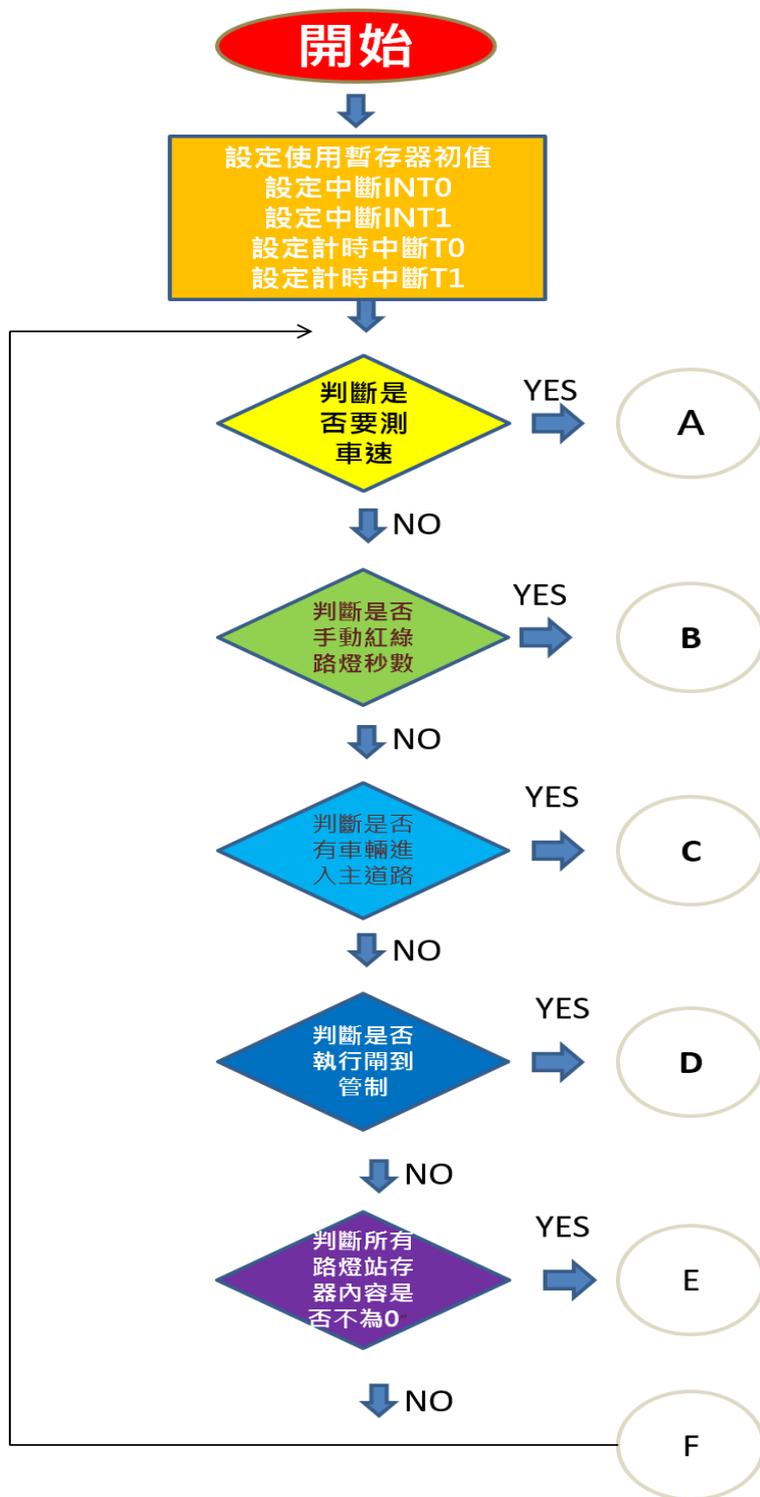
(十六)車流量顯示器：

利用三個共陰極七段顯示器，顯示車流量，車流量顯示器是用來顯示某一時段的車流量，再配合計數器，即可顯示道路上的車流量，提供相關單位了解某道路的車流量。

二、軟體設計

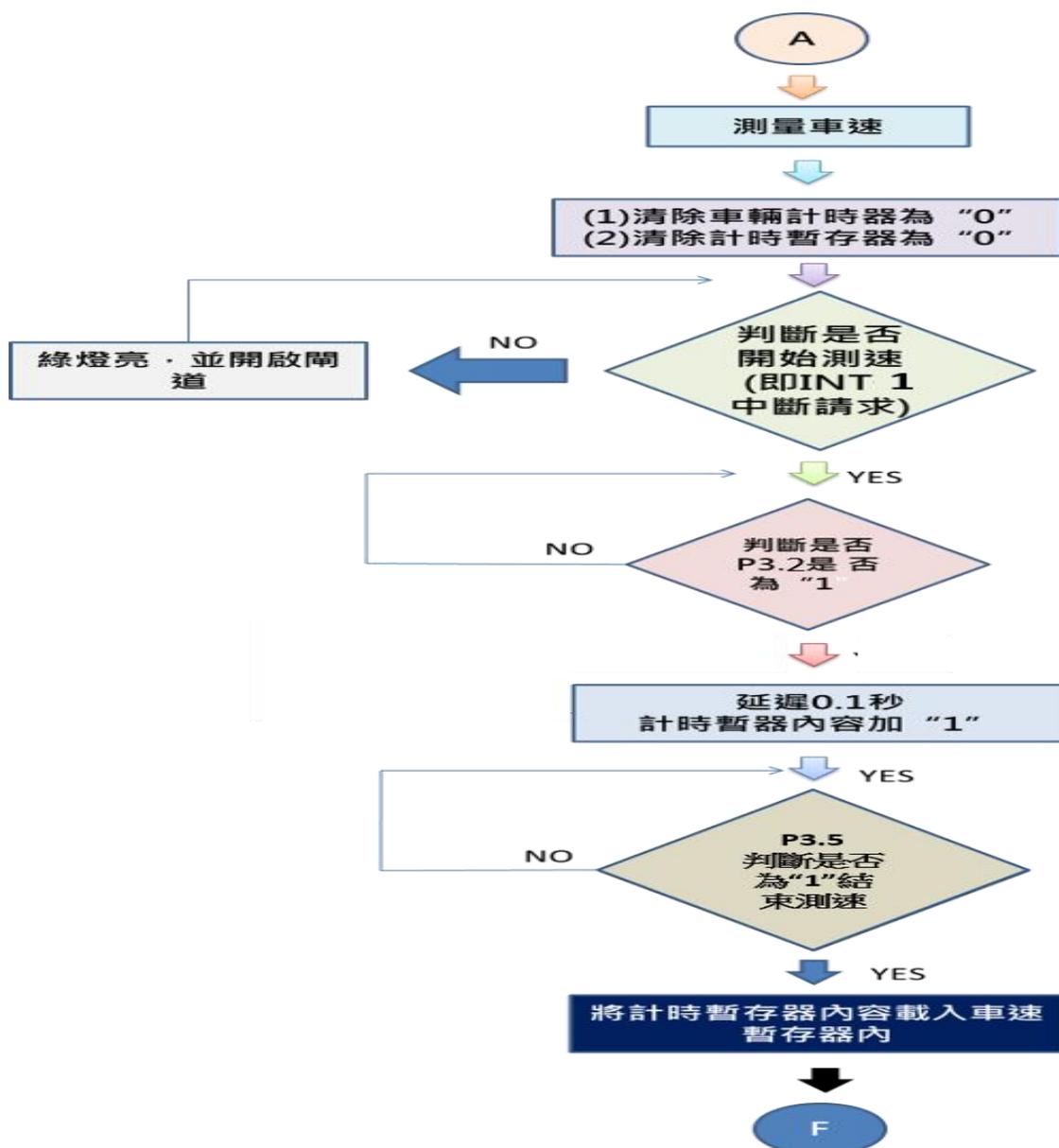
節能路燈行車安全系統之中央處理模組(CPU)是採用 ATMEL 半導體電子公司，所生產的單晶片微控制器(CPU ATMEL-AT89S52)，當啟動系統時，必須先設定所有使用暫存器的初始，設定中斷向量 INT0、中斷向量 INT1、計時中斷向量 T0，計時中斷向量 T1。系統首先判斷是否要測量車速，若有要測量車速時，則啟動中斷向量 INT0，若沒有要測量車速時，則系統繼續判斷是否手動設定紅綠燈秒

數，若要手動設定紅綠燈秒數時，則 P1.1 設定為 Low，若不要手動設定紅綠燈秒數時，則 P1.1 設定為 High，此時，系統繼續判斷是否有車輛進入主道路，若有車輛進入主道路時，車流量顯示器值內容加“1”，若沒有車輛進入主道路時，則車流量顯示器值內容不變，此時，系統繼續判斷所有路燈的暫存器內容是否為“0”，若路燈的暫存器內容不為“0”時，則開啟相對應的路燈，路燈亮了，若路燈的暫存器內容為“0”時，則關閉相對應的路燈，路燈熄滅，其動作流程，如圖六所示。



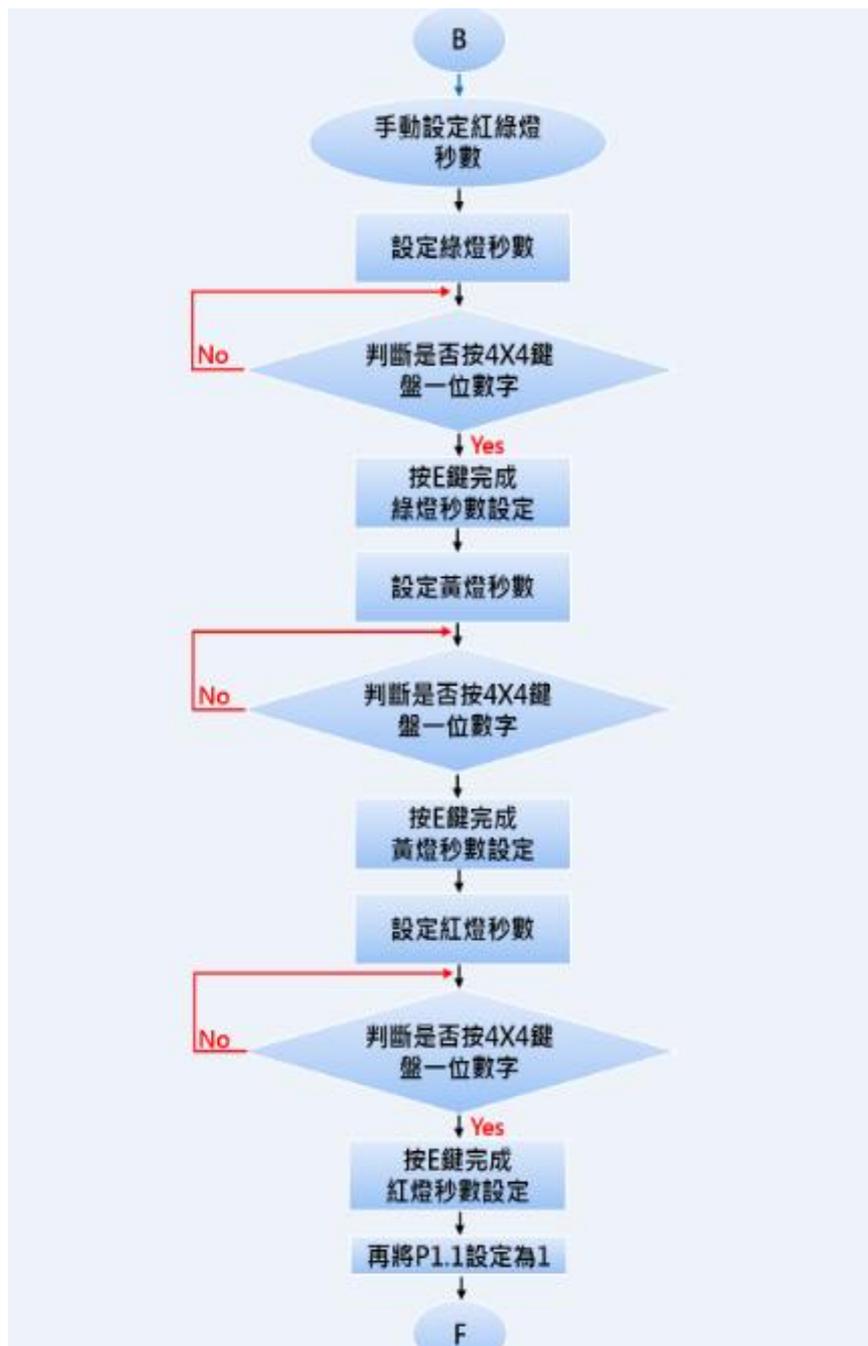
圖六 節能路燈行車安全系統之動作流程圖

節能路燈行車安全系統進入自動管控車流量時，必須先判斷 P1.1 是否為 “ 1 ”，若 P1.1 為 “ 0 ” 時則此系統在手動設定紅綠燈秒數模式下，若 P1.1 為 “ 1 ” 時，在測試目前高速公路的車速，並將綠燈亮且闌道開啟，清除車輛計數器為 0，清除計時暫存器為 0，再判斷是否開始測試，若 INT1 沒有中斷請求時，表示沒有車輛接受車速測量，若有 INT1 有中斷請求時，表示有車輛接受車速測量，再判斷 P3.2 為 “ 0 ”，若 P3.2 為 “ 0 ” 時，則表示準備開始測速，若 P3.2 為 “ 1 ” 時，表示開始測速，並將時間延遲 0.1 秒後，計數暫存器值內容加 “ 1 ”，再判斷 P3.5 是否為 “ 1 ”，若 P3.5 為 “ 0 ” 時，表示車輛未到終點，再將時間延遲 0.1 秒後，將計時暫存器內容加 “ 1 ”，若 P3.5 為 “ 1 ” 時，則表示車輛已到終點，判斷 P3.5 是否為 “ 1 ”，若 P3.5 為 “ 0 ”，則表示準備結束測量車速，若 P3.5 為 “ 1 ” 時，則表示測量車速結束，再將計時暫存器值內容載入車速暫存器內，其動作流程，如圖七所示。



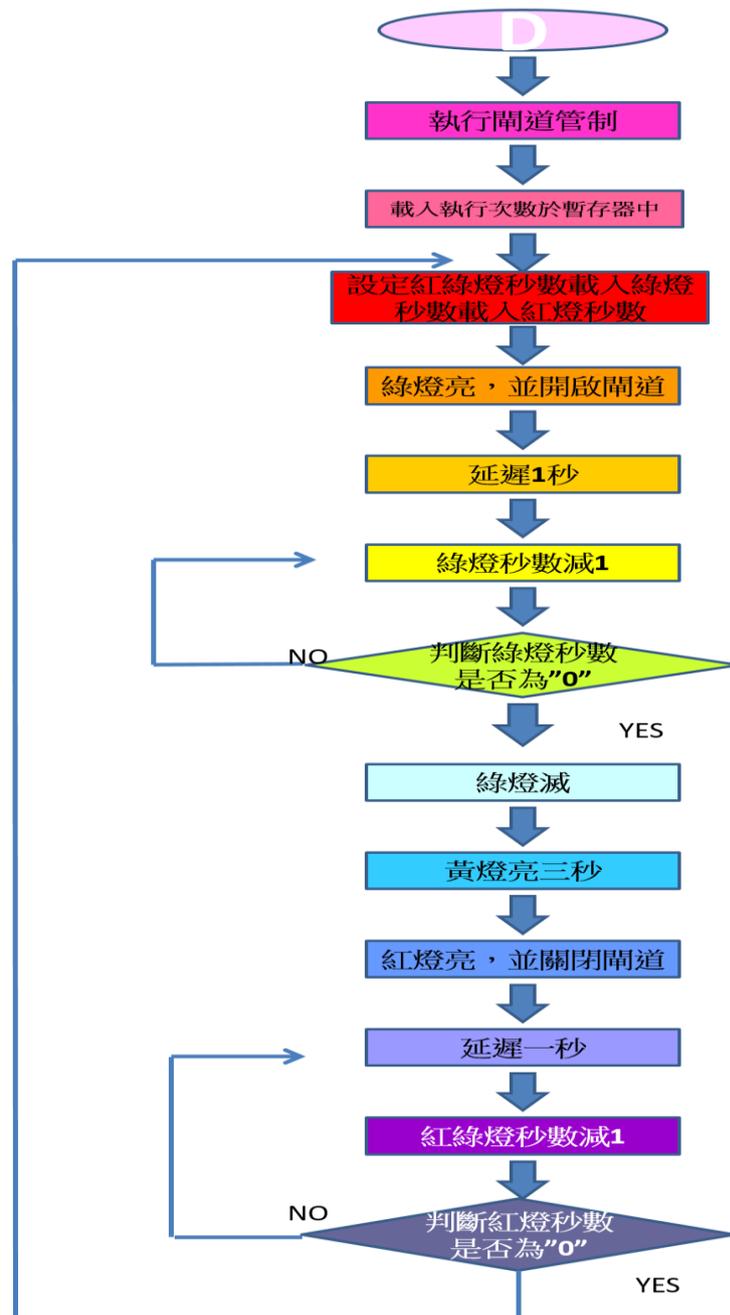
圖七 測量車速之流程圖

節能路燈行車安全系統，可分為手動設定闔道時間及自動控制闔道時間兩大部分，當 P1.1 為 “ 0 ” 時，則本系統進入手動設定闔道時間來管控車流量，此時，掃描 4*4 鍵盤，若沒按 4*4 鍵盤時，本系統將執行預先設定好的紅綠燈秒數來執行闔道管制，並掃描 4*4 鍵盤，判斷 4*4 鍵盤鍵是否被按到，若有按到，則表示此數字為綠燈秒數，再按 “ E ” 鍵，即完成綠燈秒數設定，4*4 鍵盤將繼續判斷任何鍵是否被按到，若是有按到，則表示此數字為設定黃燈秒數，再按 “ E ” 鍵，即完成黃燈秒數設定，4*4 鍵盤將繼續判斷任何鍵是否被按到，若有按到，則表示此數字為設定紅燈秒數，再按 “ E ” 鍵，即完成紅燈秒數設定，再將 P1.1 設定為 “ 1 ”，則表示此系統可依手動設定闔道時間，執行紅綠燈秒數，其動作流程，如圖八所示。



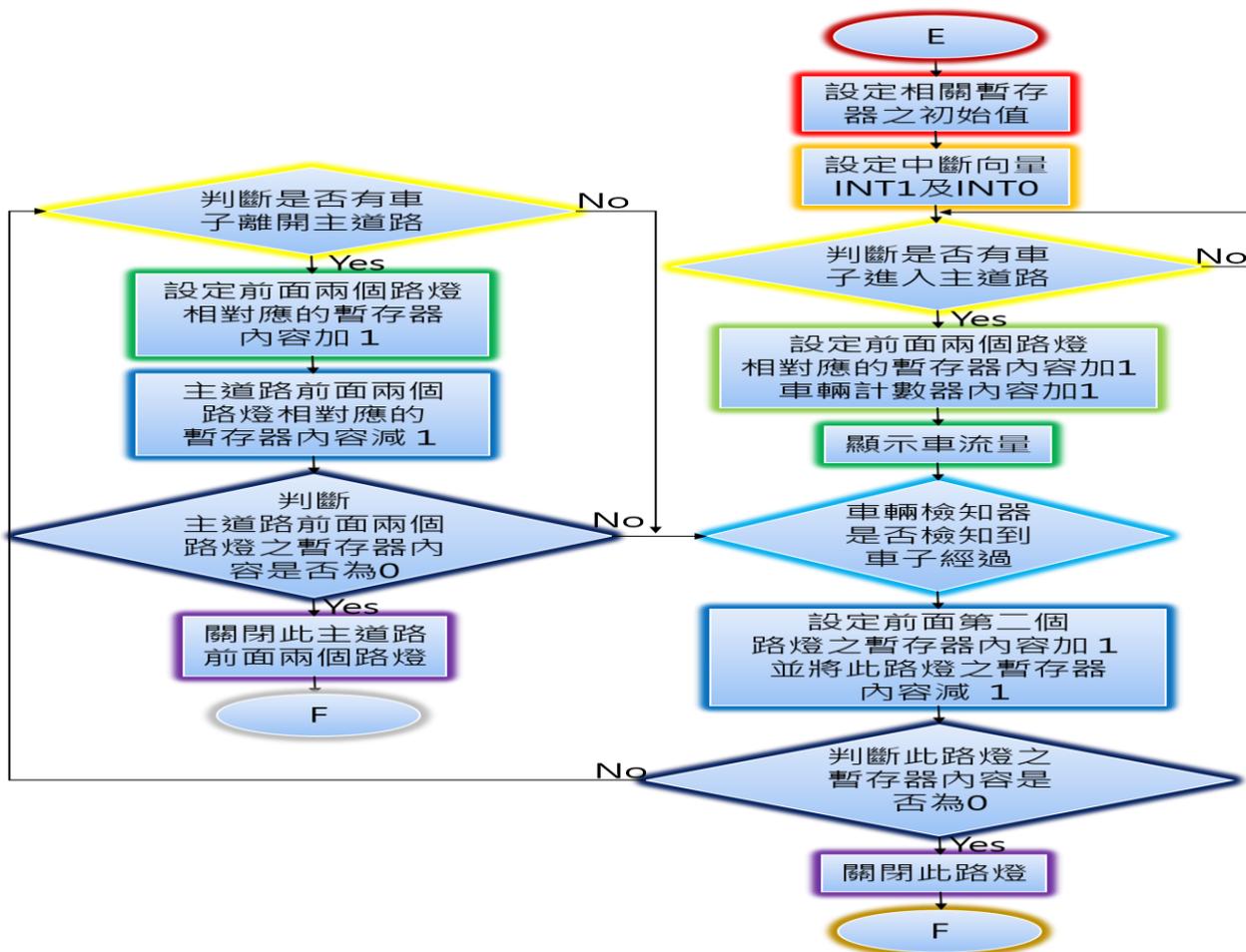
圖八 手動設定闔道時間之動作流程圖

節能路燈行車安全系統，在執行闔道管制時，首先要載入執行紅綠燈秒數於暫存器中，再依紅綠燈秒數，即可執行闔道管制，此時，綠燈亮，並將闔道開啟延遲 1 秒鐘，再將綠燈秒數減 1，判斷綠燈秒數是否為“0”，若不為 0，再延遲 1 秒鐘，並將綠燈秒數減 1，直到綠燈秒數為 0 時，綠燈滅，跳黃燈亮 3 秒後，再跳紅燈，並將闔道關閉，延遲 1 秒鐘，將紅燈秒數減 1，判斷紅燈秒數是否為“0”，若不為“0”時，再延遲 1 秒鐘，並將紅燈秒數減 1，直到紅燈秒數為“0”時，再將闔道開啟，再重新設定紅綠燈秒數，執行闔道管制，再判斷 P1.1 是否為“1”，若 P1.1 為“1”時，則本系統進入自動管控車流量，若 P1.1 為“0”，則節能路燈行車安全系統，將進入手動設定闔道時間，其動作流程，如圖九所示。



圖九 執行闔道管制之流程圖

節能路燈行車安全系統之中央處理模組(CPU)是採用 ATMEL 半導體電子公司所生產的單晶片微控制器(CPU ATMEL-AT89S52)，當啟動系統時必須先設定所有使用暫存器的初始值和設定中斷向量 INT1 及中斷向量 INTO，首先判斷是否有車輛進入主道路，若沒有車輛進入主道路，表示整條道路上沒有車子路燈熄滅，若有車子進入主道路時，則設定前面二個路燈相對應的暫存器值內容加“1”，並啟動前面二個路燈，此時，車輛計數器值內容加“1”，並顯示車流量再判斷車輛檢知器是否檢知到車子經過，若沒有檢知到車輛經過，表示此車輛未到下一個路燈位置，若有檢知到車輛經過時，則設定前面第二個路燈之暫存器值內容加“1”，並將此路燈之暫存器值內容減“1”，再判斷此路燈之暫存器是否為“0”，若暫存器值內容為“0”，表示沒有車輛要經過此路燈，則關閉此路燈，若暫存器值內容不為“0”，表示還有車輛要經過此路燈，則此路燈亮，判斷是否有車子要離開主道路，若沒有車子要離開主道路，表示車子在主道路上未到下一個路燈，若有車輛要離開主道路，則設定前面二個路燈相對應的暫存器值內容加“1”，並將主道路前面二個路燈相對應的暫存器值內容減“1”，再判斷主道路前面二個路燈之暫存器是否為“0”，若暫存器值內容為“0”，表示沒有車子要經過此路燈，則關閉此電燈，若暫存器值內容不為“0”，表示還有車輛要經過此路，則此路燈亮，其動作流程，如圖十所示。

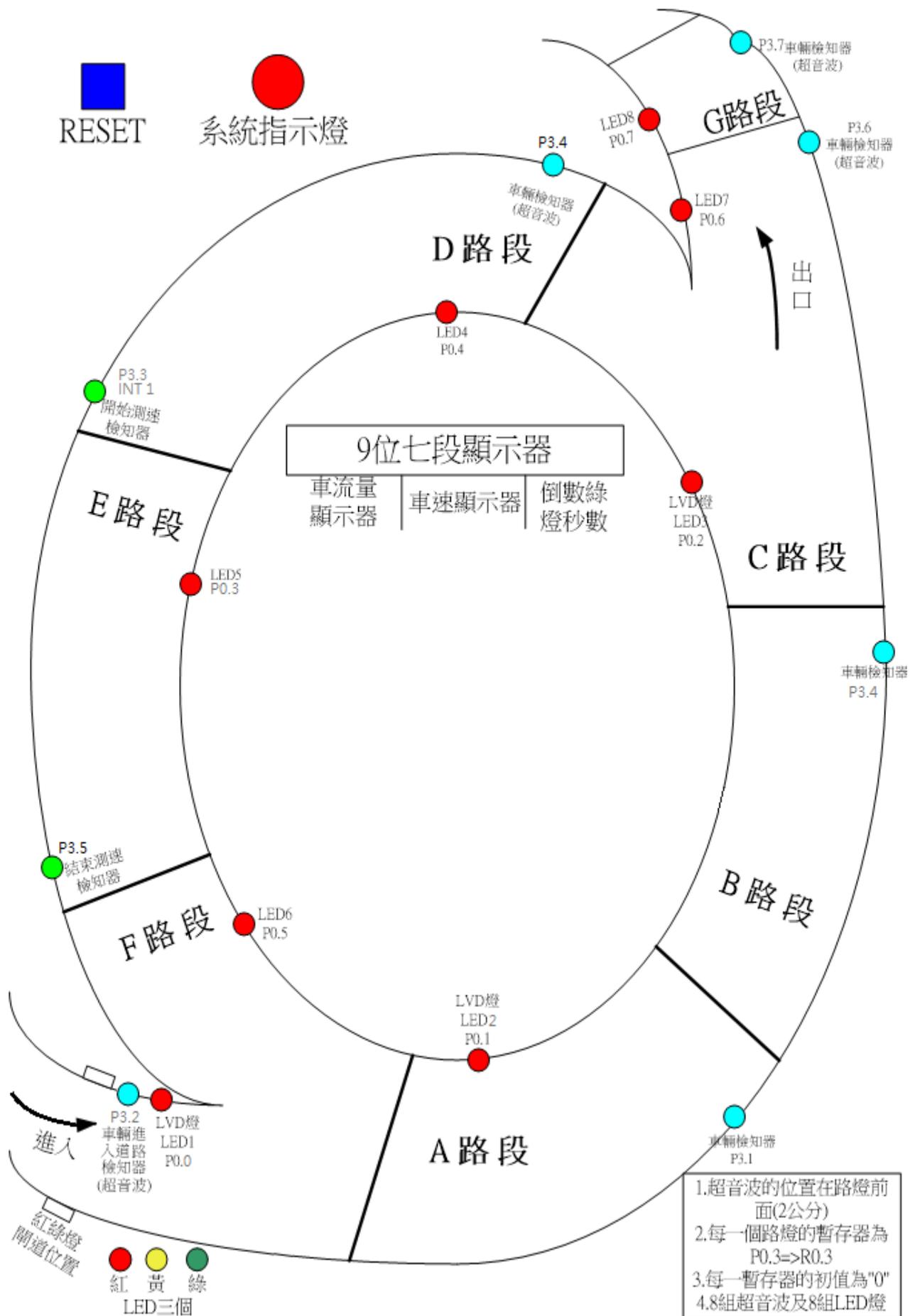


圖十 節能路燈控制系統之動作流程圖

由於節能路燈行車安全系統之中央處理模組(CPU)是採用 ATMEL 半導體電子公司所生產的單晶片微控制器(CPU ATMEL-AT89S52)，當啟動系統時，必須先設定所使用的 I/O 為輸入控制端或輸出控制端，並設定所使用暫存器的初始值，包含設定綠燈為 10 秒設定黃燈為 3 秒，設定紅燈為 12 秒，設定測試車流量時間為 4 分鐘，清除車流量暫存器為 0，清除車輛計數器為 0，在判斷 P1.1 是否為 1，若 P1.1 為 0，則表示本系統正執行手動設定閘道，若 P1.1 為 1，則表示本系統正執行自動管控車流量，其動作流程，如圖十一所示，圖十二為節能路燈行車安全系統之示意圖。



圖十一 管控車流量閘道之動作流程圖

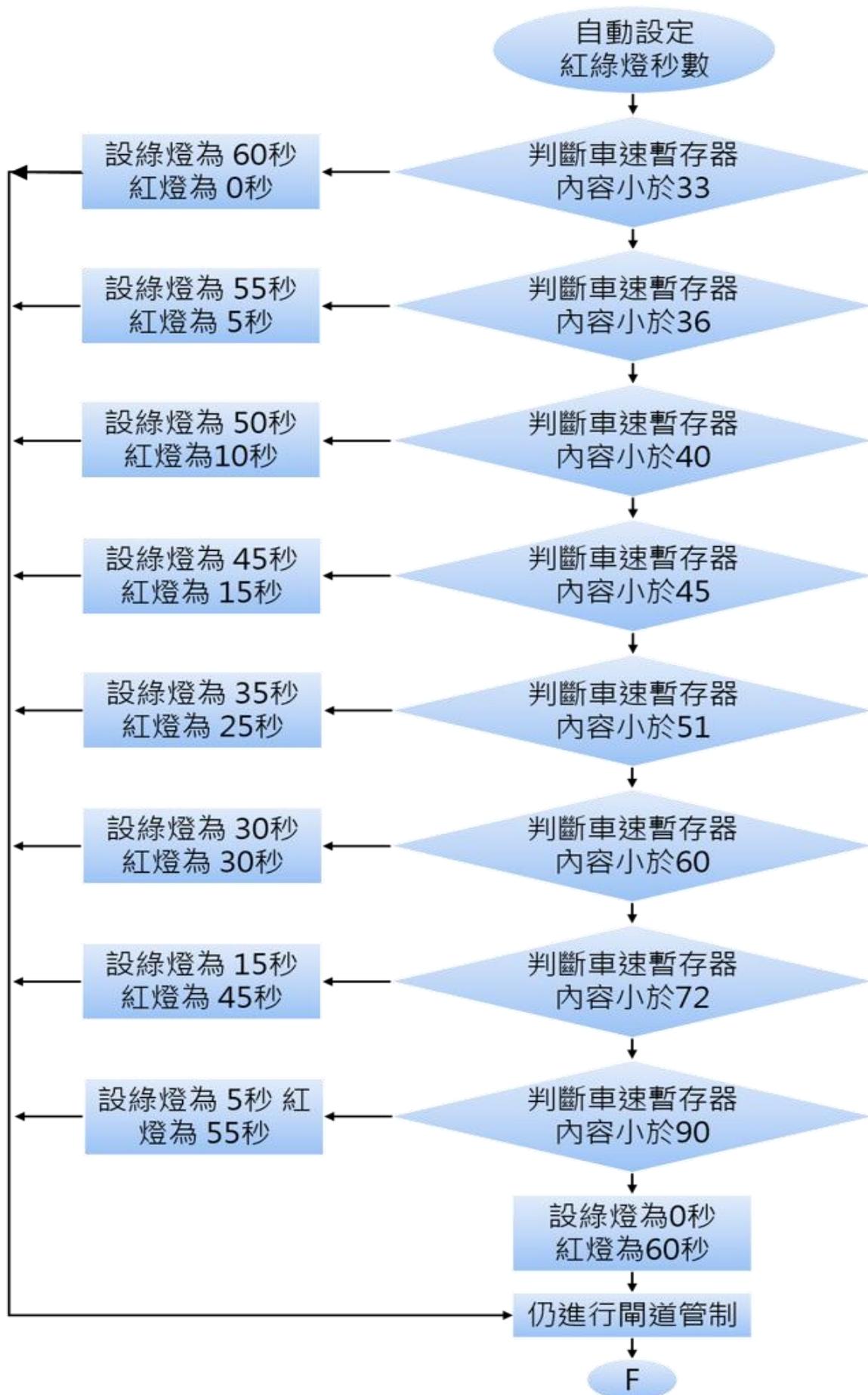


圖十二 節能路燈行車安全系統之示意圖

節能路燈行車安全系統利用固定距離(設固定距離為 1 公里)除以使用時間，來測量車速，若車速暫存器內容值愈小，則表示車速愈快，若車速暫存器內容值愈大，則表示車速愈慢，首先判斷車速暫存器內容量是否小於 33，若車速暫存器內容小於 33 時，則設定綠燈秒數為 60，紅燈秒數為 0 秒，並執行闔道管制，若大於 33 時，再判斷車速暫存器內容值是否小於 36，若車速暫存器內容值小於 36 時，則設定綠燈秒數為 55 秒，紅燈秒數為 5 秒，並執行闔道管制，若大於 36 時，再判斷車速暫存器內容值是否小於 40，若車速暫存器內容值小於 40 時，則設定綠燈秒數為 50 秒，紅燈秒數為 10 秒，並執行闔道管制，若大於 40 時，再判斷車速暫存器內容值是否小於 45，若車速暫存器內容值小於 45 時，則設定綠燈秒數為 45 秒，紅燈秒數為 15 秒，並執行闔道管制，若大於 45 時，再判斷車速暫存器是否小於 51，若車速暫存器內容值小於 51 時，則設定綠燈秒數為 35 秒，紅燈秒數為 25 秒，並執行闔道管制，若大於 51 時，再判斷車速暫存器內容值是否小於 60，若車速暫存器內容值小於 60 時，則設定綠燈秒數為 30 秒，紅燈秒數為 30 秒，並執行闔道管制，若大於 60 時，再判斷車速暫存器內容值是否小於 72，若車速暫存器內容值小於 72 時，則設定綠燈秒數為 15 秒，紅燈秒數為 45 秒，並執行闔道管制，若大於 72 時，再判斷車速暫存器內容值是否小於 90，若車速暫存器內容值小於 90 時，則設定綠燈秒數為 5 秒，紅燈秒數為 55 秒，並執行闔道管制，若大於 90 時，則設定綠燈秒數為 0 秒，紅燈秒數為 60 秒，並執行闔道管制，表 1 為以車速自動設定紅綠燈秒數，其動作流程，如圖十三所示。

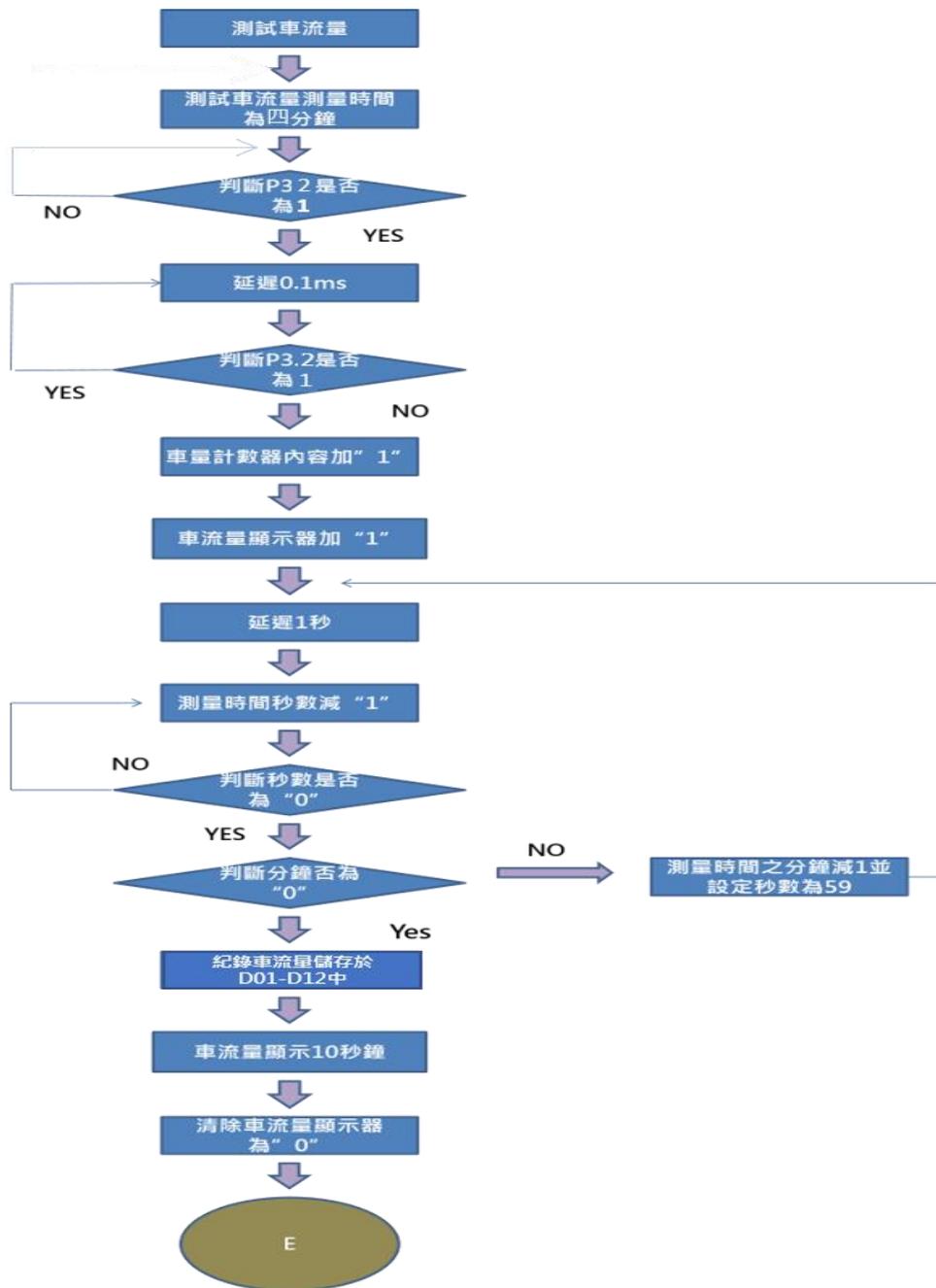
表 1 以車速自動設定紅綠燈秒數

車速暫存器(秒)	時速(公里)	秒速(公尺)	預設紅燈秒數(秒)	預設綠燈秒數(秒)
小於33	110公里↑	30.56公尺/秒↑	60秒	00秒
33~36	110~100公里	27.78公尺/秒	55秒	05秒
37~40	100~90公里	25公尺/秒	50秒	10秒
41~45	90~80公里	22.22公尺/秒	45秒	15秒
46~51	80~70公里	19.44公尺/秒	35秒	30秒
52~60	70~60公里	16.67公尺/秒	30秒	35秒
61~72	60~50公里	13.89公尺/秒	15秒	45秒
73~90	50~40公里	11.11公尺/秒	05秒	55秒
大於90	40公里↓	11.11公尺/秒↓	00秒	60秒



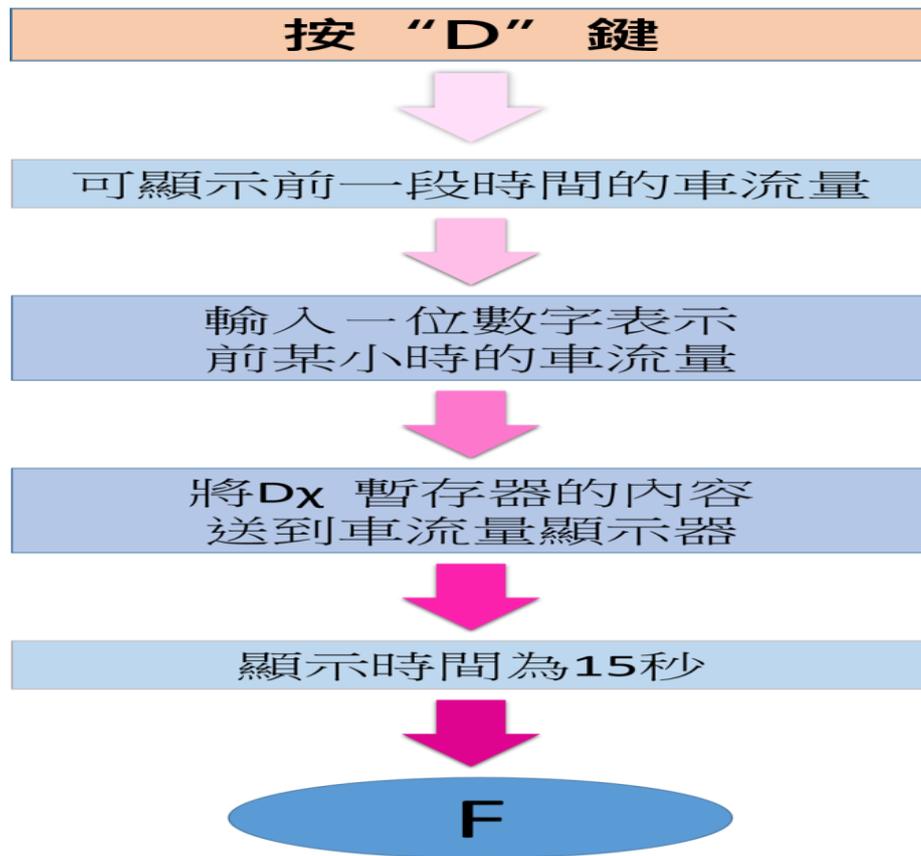
圖十三 以車速自動設定紅綠燈秒數之流程圖

節能路燈行車安全系統，可測試某一段時間的車流量，當要測試車流量時，先設定測量時間為 4 分鐘，判斷 P3.2 是否為 “ 0 ”，若 P3.2 為 “ 0 ”，則表示沒有車輛經過，若 P3.2 不為 “ 0 ”，表示有車輛經過，延遲 0.1ms，再判斷 P3.2 是否為 “ 0 ”，若 INT0 為 “ 1 ” 時，則表示車輛未完全經過，若 P3.2 為 “ 0 ”，則表示車輛已通過，此時，車輛計數器內容加 “ 1 ”，並在車流量顯示器加 “ 1 ”，延遲 1 秒鐘，將測量時間秒數減 1，再判斷秒數是否為 “ 0 ”，若秒數不為 “ 0 ” 時，則測量時間未到，若秒數為 “ 0 ” 時，再判斷分鐘是否為 “ 0 ”，若分鐘時間不為 “ 0 ” 時，則將測量時間之分鐘時間減 1，並設定秒數為 59，若分鐘時間為 “ 0 ” 時，則表示測量車流量時間到，將車輛計數器內容，儲存於 D01~D12 中，並顯示車流量，10 秒鐘後再將車流量顯示器清除為 0，其動作流程，如圖十四所示。



圖十四 測試車流量之流程圖

節能路燈行車安全系統，可觀察某一時間的車流量，當4*4小鍵盤之“D”鍵被按到時，觀察某一時間的車流量，再輸入一位數字，此數字為前一段時間(小時)，再按“E”鍵，即可觀察前一段時間的車流量，XX表示前XX小時的車流量，CPU會將DX暫存器的內容送至車流量顯示器，顯示時間為15秒鐘，其動作流程，如圖十五所示。



圖十五 顯示前一段時間的車流量

伍、研究結果

一、本研究開發之『節能路燈行車安全系統』之節能路燈控制路燈系統之其特點如下：

- (一)當沒有車子在道路上時，路燈立即關閉，當有車子在道路上行駛時，路燈立即亮，完全符合節約能源的概念。
- (二)路燈採用 LVD 燈(又稱無極燈)具有瞬間啟動、壽命長、高效節能、高功率因素等優點。
- (三)採用超音波做為車輛檢知器，不易受到雜訊的干擾，也不會產生誤動作，完全符合本系統設計的觀念。
- (四)利用車輛檢知器、計數器及車流量檢視器可隨時了解該路段之車流量提共相關單位參考。經多次實際訊號測試結果，『節能路燈行車安全系統』之動作，均符合預期效果顯示本系統之技術完全可行。將可節約能源，以提升能源的使用效率來減少電費的支出，進而提升國家的競爭力。

二、本研究開發之「節能路燈行車安全系統」之車流量管控系統其特點如下：

- (一)測量車速
- (二)測量車流量
- (三)可顯示車流量
- (四)顯示倒數紅綠燈秒數
- (五)手動設定闔道時間(紅綠燈秒數)
- (六)可依車速自動管控闔道並設定紅綠燈秒數

三、測試條件與項目

- (一)測試時間: 民國 105 年 03 月 10 日 至 04 月 30 日
- (二)測試地點: 崇智大樓
- (三)測試環境: 晴天
- (四)測試溫度: 攝氏 30 度
- (五)測試項目:

- 1.一部車輛在道路上，測試路燈控制情形。如表 2 所示
- 2.兩部車輛在道路上，測試路燈控制情形。如表 3 所示
- 3.測試車流量情形。如表 4 所示。

表 2 一部車輛在道路上，路燈受控情形

路燈位置 及狀態 車輛 位置	路燈 P0.0	路燈 P0.1	路燈 P0.2	路燈 P0.4	路燈 P0.3	路燈 P0.5	路燈 P0.6	路燈 P0.7	車流量 顯示器	備註
沒有車輛 (按 Reset 鍵)	暗	暗	暗	暗	暗	暗	暗	暗	000	正常
進入道路內(F 路段)	亮	亮	暗	暗	暗	暗	暗	暗	001	正常
車輛在 A 路段	暗	亮	亮	暗	暗	暗	暗	暗	001	正常
車輛在 B 路段	暗	暗	亮	亮	暗	暗	亮	暗	001	正常
車輛在 C 路段	暗	暗	暗	亮	亮	暗	亮	暗	001	正常
車輛在 D 路段	暗	暗	暗	暗	亮	亮	暗	暗	001	正常
車輛在 E 路段	暗	亮	暗	暗	暗	亮	暗	暗	001	正常
車輛在 G 路段	暗	暗	暗	暗	暗	暗	暗	暗	001	正常(道路上沒 車輛)

表 3 兩部車輛同時在道路上時，路燈受控情形

路燈位置及狀態 車輛位置	路燈 P0.0	路燈 P0.1	路燈 P0.2	路燈 P0.3	路燈 P0.4	路燈 P0.5	路燈 P0.6	路燈 P0.7	車流量 顯示器	備註
沒有車輛 (按 Reset 鍵)	暗	暗	暗	暗	暗	暗	暗	暗	000	正常
一部車輛進入道路內(F 路段)	亮	亮	暗	暗	暗	暗	暗	暗	001	正常
一部車輛在 A 路段	暗	亮	亮	暗	暗	暗	暗	暗	001	正常
兩部車輛在 AF 路段	亮	亮	亮	暗	暗	暗	暗	暗	002	正常
兩部車輛在 AB 路段	暗	亮	亮	亮	暗	暗	亮	暗	002	正常
兩部車輛在 AC 路段	暗	亮	亮	亮	亮	暗	亮	暗	002	正常

兩部車輛在 BD 路段	暗	暗	亮	亮	亮	亮	亮	暗	002	正常
兩部車輛在 CD 路段	暗	暗	暗	亮	亮	亮	亮	亮	002	正常
兩部車輛在 CE 路段	亮	暗	暗	亮	亮	亮	亮	亮	002	正常
兩部車輛在 DE 路段	亮	暗	暗	暗	亮	亮	暗	暗	002	正常
兩部車輛在 EF 路段	亮	亮	暗	暗	暗	亮	暗	暗	002	正常

表 4 測試車流量

時間 \ 車流量	車輛數	車流量顯示器	路燈受控情況	結果	備註
第一小時	4 部	004	OK	正常	
第二小時	5 部	009	OK	正常	
第三小時	8 部	017	OK	正常	
第四小時	3 部	020	OK	正常	
第五小時	9 部	029	OK	正常	

本文研製完成之節能路燈行車安全系統之基本模組及設備，包括：車輛檢知器模組、車輛進入道路檢知器模組、車輛離開道路檢知器模組、路燈控制模組、車流量計數器模組、車流量顯示器模組，為了瞭解節能路燈行車安全系統之車流量及控制路燈作情況，經由實際車輛自動控制路燈其動作執行結果，如表 5 及表 6 所示，此外，將可顯示道路車流量，如表 7 所示，表 8 為測試前一段時間

表 5 測量自動管控車流量

測量車速	綠燈秒數	紅燈秒數	關閉閘道時間	開啟閘道時間	綠燈顯示秒數	紅燈顯示秒數	測試結果
95	50	10	10	50	50	10	正常
66	30	30	30	30	30	30	正常
55	15	45	45	15	15	45	正常
32	0	60	60	0	0	60	正常
85	45	15	15	45	45	15	正常
72	35	25	25	35	35	25	正常
113	60	0	0	60	60	0	正常
105	55	5	5	55	55	5	正常

表 6 手動設定開道時間

設 定 值			實 際 測 量			
執行次數	綠燈秒數	紅燈秒數	執行次數	綠燈秒數	紅燈秒數	測試結果
5	16	8	5	16	8	正常
9	10	5	9	10	5	正常
7	8	2	7	8	2	正常
6	9	3	6	9	3	正常
4	15	35	4	15	35	正常
10	20	40	10	20	40	正常
8	30	30	8	30	30	正常
15	25	15	15	25	15	正常
25	10	6	25	10	6	正常

表 7 測試車流量

測試次數	目前車 流量	前一小時 車流量	前二小時 車流量	前三小時 車流量	前四小時 車流量	前五小時 車流量	前六小時 車流量	測試結 果
第 1 次	15	0	0	0	0	0	0	正常
第 2 次	13	15	0	0	0	0	0	正常
第 3 次	14	13	15	0	0	0	0	正常
第 4 次	8	14	13	15	0	0	0	正常
第 5 次	7	8	14	13	15	0	0	正常
第 6 次	6	7	5	14	13	15	0	正常
第 7 次	10	6	7	8	14	13	15	正常

表 8 測試前一段時間的車流量

紅綠燈執行次數	綠燈秒數	紅燈秒數	測試車流量時間	測試前一段的車流量時間 D01~D06						測試結果
5	16	8	6	15	0	0	0	0	0	正常
9	10	5	6	9	15	0	0	0	0	正常
7	8	2	6	8	9	15	0	0	0	正常
6	9	3	6	12	8	9	15	0	0	正常
4	15	35	6	8	12	8	9	15	0	正常
10	20	40	6	11	8	12	8	9	15	正常

陸、討論

一、如何產生穩定的 40KHZ，控制超音波模組？

原本想利用 555 IC 組成無穩態多諧震盪器產生 40KHZ 的信號，因為調整 R 容易造成，振盪頻率的漂移，會影響超音波模組的接收，後來決定利用石英體震盪器產生 40KHZ 的頻率，因為石英震盪器最大的優點是振盪頻率穩定，利用石英晶體振盪器產生 4MHZ 的頻率，再經 74LS390 除以 100，即能產生非常穩定的 40KHZ 頻率，來控制超音波模組。

二、本系統在裝設時，線路長度會成為一大問題？

利用無線通訊如藍芽、WiFi 或 Zigbee，控制路燈就能解決拉線的問題。

三、單電源如何控制使閘道舉起或放下？

要控制閘道舉起或放下，必需雙電源(即正負電源)才能控制，因為本系統採用單電源，無法控制閘道舉起或放下，經討論及實驗，可利用兩個雙刀開關繼電器，來控制使閘道舉起或放下，結果是可行的，如表(9)所示。

表 9 閘道控制

P1.3.	P1.4.	Q7	Q8	輸出電壓	閘道
1	1	OFF	OFF	0	不動作
1	0	OFF	ON	0	不動作
0	1	ON	OFF	正電壓	閘道舉起
0	0	ON	ON	負電壓	閘道放下

四、如何有效的控制路燈，以達到節能效果？

每個路燈都有相對應的暫存器，將初始值設定為 0，當車子要經過時，前面一公里的路燈都要亮,且暫存器內容加 1，在判斷每個暫存器內容是否為 0，若暫存器不為 0 時，表示車子要經過，並讓相對應的的路燈要亮，如果暫存器為 0 時，表示沒有車子要經過，則相對應的路燈不亮。

五、如何判斷經過超音波感測器的是交通工具、是人、還是動物？

利用兩個超音波組成一個超音波模組，相距 1~1.2 公尺，因為所有交通工具的車身一定超過 1.2 公尺，若同時感應到時，表示交通工具經過，若兩個超音波沒有感應到時，表示不是交通工具經過，就能判斷經過的是否為交通工具。

六、單晶片微控制器 89S52 的 I/O port 不夠，如何解決？

將使用 I/O 腳數最多的，車流量顯示器(三位數字)、紅綠燈秒數顯示器(三位數字)及車速顯示器(三位數字)，若採用“CD40192”及“CD4511”IC 來控制只要三個 I/O 腳數就可以顯示，但所需的硬體電路較複雜，經測試結果，完全可以解決 I/O 腳數不足的問題。

七、車速如何控制紅綠燈秒數？

組員建議購買警察用的雷射測速槍，來測量車速，因為太貴也失去科學研究的意義；所以經討論後決定不購買，因為速度=距離/時間，所以用固定的距離一公里除以車子經過的時間，就能測出該車子的速度，並利用兩組超音波作為起始點及終點，測試後是可行的。

八、車速非常快，如何控制路燈，即亮即暗？且壽命長的路燈？

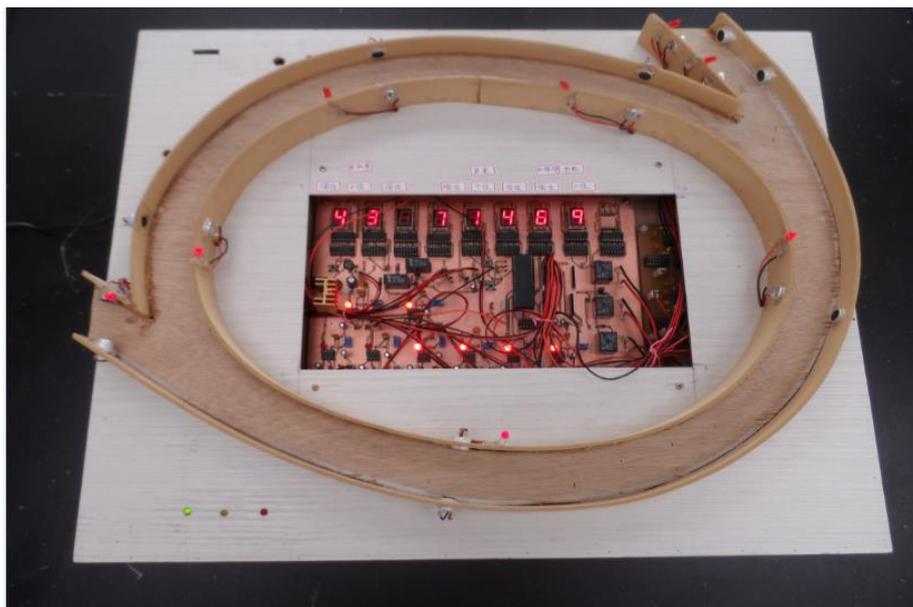
目前路燈所採用的種類有:高壓鈉燈、金鹵燈、高壓汞燈及水銀燈都無法達成立即的 ON 或 OFF，所以『節能路燈行車安全系統』的路燈無法使用高壓鈉燈、金鹵燈、高壓汞燈或水銀燈，必須採用 LVD 燈(又稱無極燈)。

無極燈是利用電磁感應和氣體放電的基本原理而發光，它由三個元件組成燈管磁環、安定器。磁能通過高頻安定器傳送能量通過鐵磁線圈產生的高頻波撞擊燈壁螢光粉而發光。因為沒有電極及燈絲的耗損，所以使燈泡的壽命長達 100000 小時，是白熾燈的 100 倍高壓氣體放電燈的 5~15 倍。其 LVD 無極燈的優點:壽命長、高光效、低光衰、可瞬間啟動、電磁干擾小、無炫光無頻閃、高效節能、高功率因素及寬色溫範圍。經討論後，決定本系統路燈採用 LVD 無極燈。

柒、結論

本系統開發之節能路燈行車安全系統之節能路燈控制系統主要軟體模組有「中斷向量模組」、「車流量顯示模組」，主要硬體模組有「車輛檢知器」、「車輛進入道路檢知器」、「車輛離開道路檢知器」、「路燈控制模組」、「車流量計數器」、「車流量顯示器」，均已審慎完成實地測試，經多次實際車輛測試結果，節能路燈控制及提昇行車安全系統之動作均符合預期效果，如圖十六所示。顯示節能路燈行車安全系統之顯示車流量及控制技術完全可行，將來若道路管理局或高速公路管理局，利用節約能源系統作為自動路燈控制，以改善目前電力的浪費，如此將可使本套系統所規劃之軟、硬體結構及控制更具有實用的價值及成效，將來若應用於『產業道路』、『偏遠道路』或『高速公路上』其路燈的電力可節省約 50% 以上。

經實際操作於測試結果，本作品之提升行車安全系統之動作與控制流量，均符合預期之效果，顯示及控制技術完全可行，本系統應用的範圍非常的廣泛，不限於車輛管控，亦可測量車速及測車流量，並可顯示車流量，更可以依實際車速自動管控閘道，並設定紅綠燈秒數，為配合全球關注的環保議題，本系統可以利用太陽模板供電，並可向 12V 蓄電池充電，以落實高速公路車流量管控及節約能，進而節省國家能源。



圖十六 節能路燈行車安全系統之實體圖

一、操作步驟:

(一)本作品之節能路燈控制操作步驟：

- 1.將電源 ON 上
- 2.按車流量計數器 Reset 鍵，使車流量計數器清除為 0，此時車流量顯示器為"000"。
- 3.再按本系統 Reset 鍵，此時所有路燈都熄滅，表示正常。(即道路上都沒有車輛)。
- 4.若有一部車輛進入主道路，車輛檢知器(P3.2)感應到有車子經過時，則前面兩個路燈會自動亮，車流量計數器加" 1 "，此時車流量顯示器為" 001 "。
- 5.若有車子經過車輛檢知器，則前面第一個路燈會自動亮，並熄滅剛經過的路燈，此時車流量顯示器內容不變。
- 6.若有車子經過車輛檢知器(P3.0)，則前面兩個路燈 (P0.1 及 P0.2)會同時自動亮，並熄滅剛經過的路燈 (P0.0)，此時，車流量顯示器內容不變。
- 7.若有車子經過車輛檢知器(P3.1)，則前面兩個路燈 (P0.2、P0.4 及 P0.6)會同時自動亮，並熄滅剛經過的路燈 (P0.1)，此時，車流量顯示器內容不變。
- 8.若有車子離開主道路，車輛檢知器感應到有車子經過時，則表示車子要離開主道路，將兩個暫存器{(R0.3),(R0.4)}內容減" 1 "，此時，車流量顯示器內容不變。
- 9.若有車子經過車輛檢知器(P3.4)，表示車子繼續在主道路上行駛，前面第二個路燈 (P0.3)會自動亮，並將兩個暫存器{(R0.6),(R0.7)}內容減" 1 "，此時車流量顯示器內容不變。

(二)手動設定紅綠燈闔道時間：

- 1.將開關撥至手動設定紅綠燈闔道位置(即 P1.1=0)
- 2.首先設定綠燈秒數，利用 4*4 小鍵盤，按一位數字鍵，此數字為設定綠燈秒數，再按 “ E ” 鍵，即完成綠燈秒數設定
- 3.繼續設定黃燈秒數，利用 4*4 小鍵盤，按一位數字鍵，此數字為設定黃燈秒數，再按 “ E ” 鍵，即完成黃燈秒數設定
- 4.繼續設定紅燈秒數，利用 4*4 小鍵盤，按一位數字鍵，此數字為設定紅燈秒數，再按 “ E ” 鍵，即完成紅燈秒數設定

(三)觀察前一段時間的車流量：

1. 利用 4*4 小鍵盤，按 “ D ” 鍵時，即可觀察前一段時間的車流量。
2. 再輸入一位數字，此一位數字表示前 X 小時的車流量，再按 “ E ” 鍵，即顯示前一段時間的車流量。

捌、參考資料及其他

- 一、照明系統 Q&A 節能技術手冊財團法人台灣綠色生產力基金會編印，97 年 1 月。
- 二、李克宇、黃新寶、陳瑞錡，“8051/52 單晶片微電腦原理與應用”，知城數位科技股份有限公司，P5-1~P5-29，民 91 初版。
- 三、鄭一鴻譯，“8051 微控制器”，碁峰資訊股份有限公司，P11-37~P11-40，民 97 第四版。
- 四、張儀和、王敏男、許宏昌、余春長，“例說 8051-C 語言”，新文京開發出版股份有限公司，P6-1~P6-24，民 97 第二版。

【評語】 052318

1. 創新之設計，惟功能待加強。
2. 須評估實驗效益（安全、效率）。
3. 學員對科學研究之企圖心。