

闖紅燈自動照相系統對駕駛行為影響之研究

吳宗修¹、邱傑閔²

摘 要

目前於國內道路上所架設之自動照相執法系統主要分為二類：測速自動照相系統、闖紅燈自動照相系統。本研究主要探討闖紅燈自動照相系統對駕駛人行為之影響，闖紅燈自動照相系統藉著駕駛人在闖紅燈時自動照相來幫助執法，闖紅燈自動照相系統與號誌連接，且設置感應器於穿越道或停止線。闖紅燈自動照相系統 24 小時持續運作，當號誌轉為紅燈開始幾秒內感應到預設最低速度以上的車輛穿越感應器即自動照相，相片會記錄日期、時間、紅燈開始過後多久以及車輛速度。本研究選擇新竹市區裝設闖紅燈自動照相系統之路口為研究路口，分別於平常日上下午尖峰與離峰以及假日時段，就闖紅燈自動照相系統啟動前後等不同運作狀態，利用攝影機架設在天橋上收集紅燈時汽車闖紅燈數量等資料做為闖紅燈自動照相系統之績效衡量指標。結果顯示裝設闖紅燈自動照相系統確實能有效降低汽車駕駛人的違規傾向，但系統在相機啟動二個月後對降低駕駛人的違規傾向並不再顯著地作用。

壹、緒論

國人普遍駕駛習慣不良，而道路交通事故的發生常常就是因為用路人不守法的行為所致，雖然交通違規並不一定每次都會造成事故的發生，但其危險性及對其他用路人的不良影響亦會對社會造成嚴重的成本。根據交通部公路總局統計資料顯示，至民國九十二年底台灣地區汽車登記數已經有 6,133,794 輛之多，國人的駕駛習慣不良在車輛數快速成長之下更使得交通安全的問題日益嚴重。劉建邦[1]評估違規嚴重程度，發現嚴重程度最高的是闖紅燈行為。交通部運輸研究所[2]研究駕駛違規性向發現在違規類型分佈上，以「違規超速(20.1%)」、「違規轉彎(18%)」及「闖紅燈(16%)」三類最高，可見闖紅燈的駕駛者數量之多、比例之高，造成道路上潛在的危機。

許多國外的研究成果指出採用測速照相執法有良好的成效，自動測速照相執法可讓用路人認知其違反速率規定行駛的行為被發現的機會將會增加，提高用路人遵守速限規定之機率，減少事故發生率和傷亡率，且國外自動測速照相的計畫都相當著重其設置前的宣傳活動，宣傳的目的是在增加民眾對測速照相的認知，並進而建立公眾對超速行為與安全的共識。而與自動測速照相類似的自動執法還有闖紅燈自動照相系統。

¹交通大學行車事故鑑定研究中心執行長。

²交通大學運輸科技與管理學系碩士。

由於警力不足無法二十四小時兼顧所有的路口來執行闖紅燈的取締告發，而架設闖紅燈自動照相系統，可以讓警力著重在其他需要執法的事務。因此近年來國內興起了採用闖紅燈自動照相執法的方式[3]，以期能彌補警力不足的缺點，闖紅燈自動照相系統的裝設使得路口狀態環境產生變化，讓駕駛者的行為改變，其特殊的環境條件有可能因此而影響了駕駛者在面臨選擇時的決策標準，所以在路口裝設闖紅燈自動照相系統之後是否會改變原本駕駛的行為，進而影響路口安全，值得去深入研究探討。因此本研究將要探討當路口裝設闖紅燈自動照相系統時對駕駛者行為的選擇上會有何不同，以及是否顯著地改變駕駛人在闖紅燈上的傾向。

貳、資料調查與整理

一、實驗方法與流程

本研究利用 DV 錄影機對所選擇之交叉路口進行錄影的工作，收集所要觀察路口之車流與號誌資訊，並觀察有裝設闖紅燈自動照相系統路口之駕駛者行為。首先決定所欲收集與進行分析之變數，然後針對所欲收集與分析之變數選擇實驗之路口進行錄影的工作。錄影之時段，主要分為平常日上下午尖峰、離峰與週末數個時段。然後再針對路口未架設闖紅燈自動照相系統前、架設後尚未啟動使用前(如圖 1 所示)、開始使用後前兩星期、開始使用後兩個月等四個階段的路口狀態，分別進行錄影，以觀察在不同環境下，對駕駛者行為有何影響。



圖 1 架設後尚未啟動使用之闖紅燈自動照相設備

二、研究範圍與實驗路口選擇

本研究的範圍界定在裝設闖紅燈自動照相系統的路口，加以測度汽車駕駛人在系統裝設前後的行為變化，依此做為評定闖紅燈自動照相系統成效的標準。本研究針對國內駕駛族群特性，挑選新竹市數個新近裝設闖紅燈自動照相系統的路口，觀測通過這些路口之汽車駕駛人，做為研究對象。

目前新竹市已於二十七處地點架設自動照相系統，其中十處地點於民國 93 年 10 月架設，本研究即從此十處地點挑選了四個地點作為實驗路口。挑選的四個地點分別是光復路一段和科學園路口(往關東橋方向)、光復路二段與建功路口(往市區方向)、經國路二段與延平路一段路口(南下)、茄苳景觀大道觀景台路口(往牛埔東路方向)，四個路口皆位於新竹市內。

三、變數決定

一般在號誌化路口，駕駛在面臨號誌轉換及紅燈時會採取決策以選擇通過路口或停止。於架設闖紅燈自動照相系統之路口，將欲觀察的駕駛者主要行為分為三類，以此三類決定觀察變數如下：

- (一)紅燈時段首兩秒駕駛抵達停止線時的行為：觀察號誌變為紅燈後的前兩秒，汽、機車駕駛抵達路口越過停止線而未穿越路口的車輛數以及穿越路口的車輛數。
- (二)紅燈時段首兩秒至紅燈末兩秒前駕駛抵達停止線時的行為：觀察號誌變為紅燈時紅燈的最先兩秒至變為綠燈之前兩秒，汽、機車駕駛抵達路口越過停止線而未穿越路口的車輛數以及穿越路口的車輛數。
- (三)紅燈時段最後兩秒駕駛抵達停止線時的行為：觀察號誌變為紅燈後的紅燈最後兩秒，汽、機車駕駛抵達路口越過停止線而未穿越路口的車輛數以及穿越路口的車輛數。

四、錄影拍攝與資料粹取

四個實驗地點除光復路與科學園路路口是 T 字路口外，其餘三處地點路口之幾何型態皆為十字路口。錄影機架設於觀測方向駕駛人不易察覺而能清楚拍攝駕駛人行為的地方，光復路與建功路路口、光復路與科學園路路口、經國路二段與延平一路路口等三處 DV 架設於人行陸橋上，景觀大道觀景台路口 DV 則架設於旁邊坡道上，四個路口架設 DV 位置分別如圖 2-圖 5 所示。本研究從錄影收集回來的影像中粹取的資料有：(1) 實驗方向紅燈首兩秒、紅燈首兩秒至紅燈結束前兩秒、紅燈末兩秒的汽車越線數與闖紅燈數，(2) 實驗方向汽車流量。

將路口狀態分為四個階段來錄影，以觀測在不同狀態下，駕駛行為的差異。選擇的第一個階段為路口未裝設闖紅燈自動照相系統前，於此階段排定時段前去錄影收集資料。第二個階段為路口在裝設闖紅燈自動照相系統後，但自動照相系統仍未開始使用。第三個階段為闖紅燈自動照相系統開始啟動使用後的前兩個星期。第四個階段為闖紅燈自動照相系統開始啟動使用的兩個月之後。每個階段錄影的時段採平常日的上下午尖、離峰及假日數個時段分別進行拍攝，以分析在平常日的上下午尖峰時段與離峰時段以及在假日時，駕駛者行為於不同時段上之差異。最後各時段時間選定上午尖峰時段為上午 8 點到 9 點；下午尖峰時段為下午 17 點到 18 點；離峰時段為上午 9 點到 11 點和下午的 15 點到 17 點；假日則於白天時段挑選一小時。

本研究挑選的新竹市四處地點，因資料未及取得，故第一階段的資料僅有光復路與建功路路口 93 年 7 月 17 日上午 9 點到 10 點及下午 14 點到 15 點的路口資料。本研究為了降低時間變數對駕駛人在路口行為的影響，因此在第二到第四階段中每個路口平常日皆於一週中的同一天錄影，各路口錄影時間如表 1 所示。而為了降低天氣變數造成的影響，錄影僅在晴天和陰天的天氣時拍攝，雨天不予拍攝，擇期另拍。從第二階段開始每個路口在一個階段共錄影 7 小時，第二到第四階段共錄影 84 小時，加上第一階段光復路與建功路路口 2 個小時的資料，合計共有 86 小時的資料。

五、分析方法

本研究主要採用勝算比 (odds ratio) 與變異數分析來評估闖紅燈自動照相系統對於駕駛人行為的影響。運用勝算比來評估闖紅燈自動照相系統對駕駛人行為的影響，利用計算同路口在第二個階段和第三個階段闖紅燈自動照相系統啟動前後的闖紅燈率、越線率、違規率 (本研究定義為闖紅燈率加越線率)、搶越率 (本研究定義為紅燈頭兩秒的闖紅燈率)、提早啟動率 (本研究定義為紅燈末兩秒的越線率加闖紅燈率) 的勝算比來評估系統對駕駛人的影響。勝算比(odds ratio)是具有某特質者發生某事件之勝算與不具此特質者發生相同事件之勝算的比例。勝算比(odds ratio, OR)的計算方式如下：

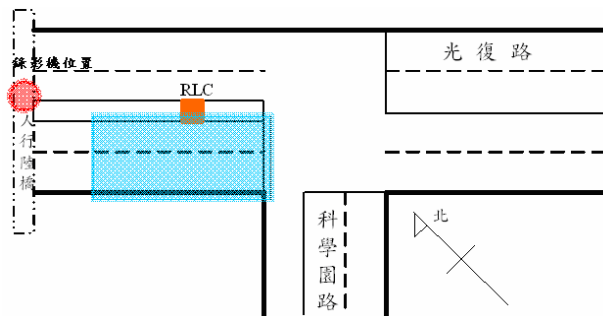


圖 2 光復路與科學園路路口 DV 位置與觀測方向圖

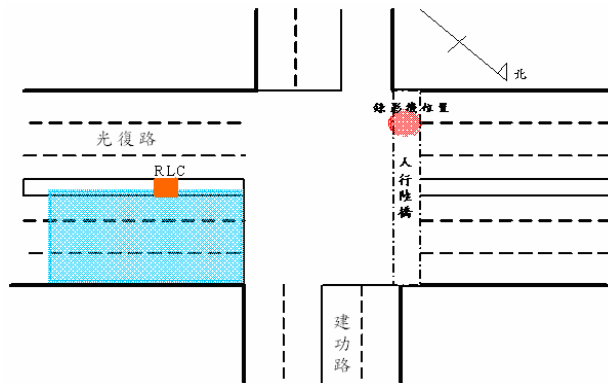


圖 3 光復路與建功路路口 DV 位置與觀測方向圖

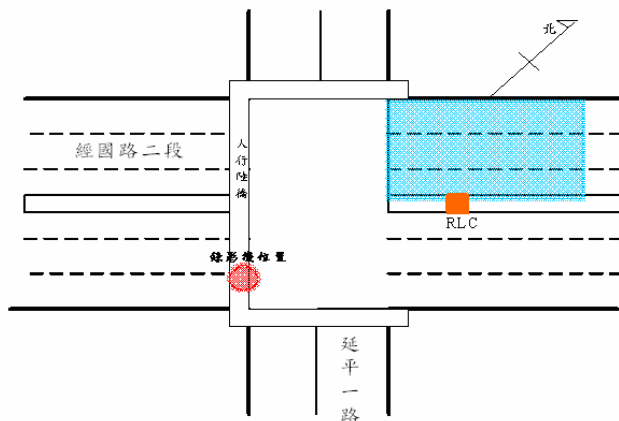


圖 4 經國路二段與延平一路路口 DV 位置與觀測方向圖

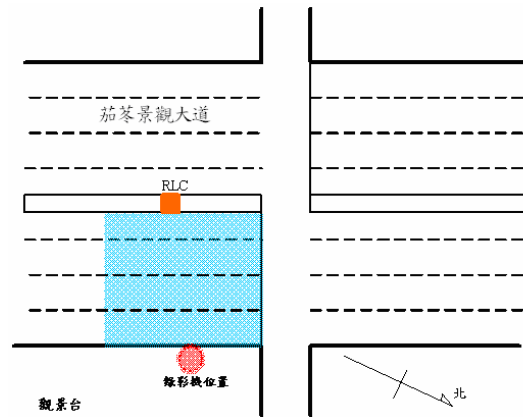


圖 5 景觀大道觀景台路口 DV 位置與觀測方向圖

表 1 各路口錄影時間表

地點	第一階段	第二階段	第三階段	第四階段
光復路與科學園路路口	-	93. 10. 10 (日) 15:20-16:20 93. 10. 20(三) 08:00-11:00 15:00-18:00	93. 11. 03 (三) 08:00-11:00 15:00-18:00 93. 11. 07 (日) 15:20-16:20	93. 12. 26 (日) 15:20-16:20 93. 12. 29 (三) 08:00-11:00 15:00-18:00
光復路與建功路路口	93. 07. 17 (日) 09:00-10:00 14:00-15:00	93. 10. 10 (日) 14:00-15:00 93. 10. 13(三) 08:00-11:00 15:00-18:00	93. 11. 07 (日) 14:00-15:00 93. 11. 10 (三) 08:00-11:00 15:00-18:00	93. 12. 26 (日) 14:00-15:00 94. 01. 12 (三) 08:00-11:00 15:00-18:00
經國路二段與延平一路路口	-	93. 10. 10 (日) 10:20-11:20 93. 10. 12(二) 08:00-11:00 15:00-18:00	93. 11. 07 (日) 10:20-11:20 93. 11. 09 (二) 08:00-11:00 15:00-18:00	93. 12. 26 (日) 10:20-11:20 93. 12. 28 (二) 08:00-11:00 94. 01. 04 (二) 15:00-18:00
景觀大道觀景台路口	-	93. 10. 10 (日) 09:00-10:00 93. 10. 14(四) 08:00-11:00 15:00-18:00	93. 11. 04 (四) 08:00-11:00 15:00-18:00 93. 11. 07 (日) 09:00-10:00	93. 12. 26 (日) 09:00-10:00 93. 12. 30 (四) 08:00-11:00 15:00-18:00

$$OR = \frac{p_1/1-p_1}{p_0/1-p_0} = \left[\frac{a/(a+c)}{c/(a+c)} \right] / \left[\frac{b/(b+d)}{d/(b+d)} \right] = \frac{a/c}{b/d} = \frac{ad}{bc}$$

其中， p_1 為具某特質而發生某事件的機率； p_0 為不具某特質而發生某事件的機率； a 為具某特質而發生某事件的次數； b 為不具某特質而發生某事件的次數； c 為具某特質而未發生某事件的次數； d 為不具某特質而未發生某事件的次數。通常計算出勝算比之後，會加入信賴區間，以估計母體勝算比之範圍，計算方式如下：

$$OR\text{的}95\%\text{信賴區間} = \exp[\ln(OR) \pm 1.96 * \sqrt{\frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c} + \frac{1}{d}}]$$

若勝算比的信賴區間內未包含 1，則有顯著意義，若包含著 1，則無顯著意義。本研究也以變異數分析來評估闖紅燈自動照相系統對駕駛人行為的影響。為利用變異數分析來檢定闖紅燈自動照相系統對駕駛人行為的影響，分別將第一階段到第四階段兩兩進行檢定，觀察闖紅燈率、越線率、違規率、搶越率和提早啟動率是否有顯著差異，藉以評量闖紅燈自動照相系統的效用。另外，由於所觀測的四個路口在系統啟動後實際上僅有兩個路口裝有照相機拍攝違規駕駛，故亦將路口分類，針對有無裝相機路口第三、四階段闖紅燈率差異、越線率差異、違規率差異、搶越率差異和提早啟動率差異進行變異數分析檢定各路口是否呈顯著差異，藉以評量系統裝相機與否對駕駛人行為的影響。

參、資料分析

在蒐集的資料中，將紅燈期間進入路口的車輛，包括迴轉車、左轉車、直行車和右轉車等定義為闖紅燈的行為，車輛闖紅燈率為單位時間闖紅燈車輛數量除以單位時間車輛流量；將紅燈期間車子前輪越過停止線但未進入路口的車輛定義為越線行為，車輛越線率為單位時間越線車輛數量除以單位時間車輛流量；將紅燈期間闖紅燈及越線的行為定義為違規，車輛違規率為單位時間違規車輛數量除以單位時間車輛流量，即等於闖紅燈率加越線率；將紅燈頭兩秒闖紅燈的車輛定義為車輛搶越，車輛搶越率為單位時間搶越車輛數量除以單位時間車輛流量；將紅燈末兩秒闖紅燈和越線的車輛定義為車輛提早啟動，車輛提早啟動率即為單位時間提早啟動車輛數量除以單位時間車輛流量。

一、結果分析

(一)光復路一段和科學園路口

本研究於光復路一段和科學園路口觀察架設闖紅燈自動照相系統後尚未啟動使用前、架設闖紅燈自動照相系統後啟動使用後的前兩星期、架設闖紅燈自動照相系統後啟動使用後兩個月等三個階段駕駛人的行為，總計於第二至四階段分別蒐集了 164、172、176 個號誌週期的資料，於第二至四階段計有 6251、6537、6124 輛汽車於觀察時段內抵達路口。

經由計算整理各項指標數據如圖 6。從此圖中大致可看出汽車駕駛人在此路口的違規情況呈現下降趨勢，尤其從第二階段到第三階段下降的幅度很大，而從

第三階段至第四階段時則僅大致呈現微幅下降。另外，汽車闖紅燈的情形在紅燈的頭兩秒佔了整個紅燈時段不小的比例。若以勝算比來看，計算各階段勝算比如表 2 所示。若進一步計算求各項指標勝算比的信賴區間，二、三階段汽車闖紅燈率、越線率、違規率、搶越率和提早啟動率的勝算比在 95%信賴區間皆大於 1，表示闖紅燈自動照相系統啟動使用後的兩星期汽車駕駛人在路口的違規情況明顯較闖紅燈自動照相系統啟動使用前下降。

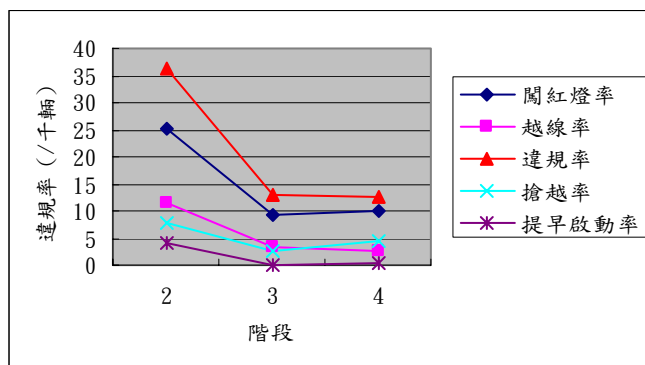


圖 6 汽車違規比例變化圖 (光復路一段)

表 2 光復路一段各項指標勝算比

階段	闖紅燈率	越線率	違規率	搶越率	提早啟動率
二、三	2.414	3.254	2.671	2.657	27.299
二、四	2.260	4.386	2.730	1.508	12.785
三、四	0.936	1.348	1.022	0.568	0.468

觀察計算二、四階段汽車闖紅燈率、越線率、違規率、搶越率和提早啟動率的勝算比在 95%信賴區間皆大於 1，表示闖紅燈自動照相系統啟動使用後的兩個月汽車駕駛人在路口的違規情況明顯較闖紅燈自動照相系統啟動使用前下降。從表 2 中可以看出在裝設闖紅燈自動照相系統後越線的改善效果大致較闖紅燈略高。

若以號誌週期為單位來蒐集每個週期的汽車流量和違規的數量，進行各項指標的變異數分析，兩兩階段皆以 $\alpha=0.05$ 為顯著水準，可整理出汽車駕駛在二、三階段和二、四階段、三、四階段時各項指標的變異數分析如表 3。從數據中可以看出在二、三階段和二、四階段汽車駕駛人整體的闖紅燈率、越線率、違規率、搶越率和提早啟動率的差異皆非常顯著，而在闖紅燈自動照相系統啟動後的三、四兩階段則無顯著差異。

表 3 光復路一段各項指標顯著性表

階段	闖紅燈率	越線率	違規率	搶越率	提早啟動率
二、三	<0.001**	<0.001**	<0.001**	<0.001**	<0.001**
二、四	<0.001**	<0.001**	<0.001**	0.003**	<0.001**
三、四	0.651	0.643	0.821	0.116	0.796

*表顯著；**表非常顯著

(二)光復路二段與建功路口

本研究於光復路二段和建功路口觀察尚未架設闖紅燈自動照相系統、架設闖紅燈自動照相系統後尚未啟動使用前、架設闖紅燈自動照相系統後啟動使用後的

前兩星期、架設闖紅燈自動照相系統後啟動使用後兩個月等四個階段駕駛人的行為，總計於第一至四階段分別蒐集了 39、167、175、169 個號誌週期的資料，於第一至四階段分別計有 2405、9438、7965、7847 輛汽車於觀察時段內抵達路口。經由計算整理各指標如圖 7。從此圖中大致可看出汽車駕駛人在此路口的違規情況呈現下降趨勢，從第一階段到第二階段各項指標幾乎皆僅小幅下降，從第二階段到第三階段降幅較大，第三階段到第四階段則仍持續下降。另外，闖紅燈的情形在紅燈的頭兩秒就佔整個紅燈時段不小的比例。

因第一階段僅取得假日時段的資料，故僅觀察第一階段假日時段 14:00-15:00 時與其他階段假日同時段的勝算比，發現在未架設系統前與架設系統後尚未使用兩個階段相比，各項指標信賴區間幾乎都介於 0-1 之間，表示駕駛人假日行為的差異幾乎都不顯著，但未架設系統前與系統架設啟動後 2 星期或 2 個月來比，各項指標信賴區間幾乎都略大於 1，顯示闖紅燈自動照相系統啟動後會使得汽車駕駛人的行為小幅產生變化，讓駕駛人在闖紅燈、越線等一些違規行為傾向略微降低。

觀察第二階段和第三階段各項指標的差異，各階段勝算比如表 4 所示。若進一步計算求各項指標勝算比的信賴區間，可得二、三階段汽車各項指標勝算比在 95% 信賴區間皆大於 1，表示闖紅燈自動照相系統啟動使用後的兩星期汽車駕駛人在路口的違規情況明顯較闖紅燈自動照相系統啟動使用前下降。觀察計算二、四階段機車各項指標勝算比在 95% 信賴區間皆大於 1，表示闖紅燈自動照相系統啟動使用後的兩個月汽車駕駛人在路口的違規情況亦明顯較闖紅燈自動照相系統啟動使用前下降。從表 4 中可以看出在裝設闖紅燈自動照相系統後越線的改善效果大致與闖紅燈的改善效果接近。觀察計算三、四階段勝算比在 95% 信賴區間大致都略大於 1，發現汽車駕駛人在闖紅燈自動照相系統啟動使用後的兩個月路口的違規情況仍較闖紅燈自動照相系統啟動使用後的兩個星期持續下降。

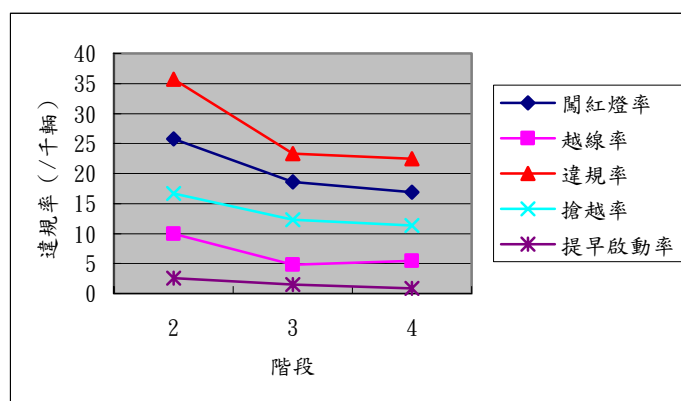


圖 7 汽車違規比例變化圖 (光復路二段)

進行各項指標的變異數分析，可整理出二、三階段和二、四階段、三、四階段時各項指標的變異數分析如表 5。從數據中可以看出在二、三階段和二、四階段汽車駕駛人整體的闖紅燈率、越線率、違規率、搶越率和提早啟動率的差異皆為顯著。另外，分別觀察汽車第一階段和二、三、四階段假日時段 (14:00-15:00) 的變異數分析，數據如表 6 所示。可以發現在假日各項指標幾乎都是不顯著，顯示假日改善的效果並不是很好。

表 4 光復路二段各項指標勝算比

階段	闖紅燈率	越線率	違規率	搶越率	提早啟動率
二、三	1.396	2.099	1.549	1.358	1.690
二、四	1.533	1.826	1.614	1.475	2.855
三、四	1.098	0.870	1.042	1.086	1.690

表 5 光復路二段各項指標顯著性表

階段	闖紅燈率	越線率	違規率	搶越率	提早啟動率
二、三	0.006**	<0.001**	<0.001**	0.033*	0.059
二、四	0.003**	0.002**	<0.001**	0.031*	0.021*
三、四	0.672	0.567	0.879	0.862	0.538

*表顯著；**表非常顯著

表 6 與其他階段假日各項指標顯著性表

階段	闖紅燈率	越線率	違規率	搶越率	提早啟動率
一、二	0.789	0.788	0.995	0.289	0.828
一、三	0.700	0.045*	0.531	0.525	0.761
一、四	0.877	0.160	0.509	0.945	0.525

*表顯著；**表非常顯著

(三)經國路二段與延平路一段路口

本研究於經國路二段和延平一路路口觀察架設闖紅燈自動照相系統後尚未啟動使用前、架設闖紅燈自動照相系統後啟動使用後的前兩星期、架設闖紅燈自動照相系統後啟動使用後兩個月等三個階段駕駛人的行為，總計於第二至四階段分別蒐集了 184、180、180 個號誌週期的資料，於第二至四階段分別計有 5175、5490、5631 輛汽車於觀察時段內抵達路口。經由計算整理各項指標數據如圖 8。從此圖中大致可看出汽車駕駛人在此路口的違規情況呈現下降趨勢，尤其從第二階段到第三階段下降的幅度很大。而從第三階段至第四階段時則僅大致呈現微幅下降。另外，車輛闖紅燈的情形在紅燈的頭兩秒佔整個紅燈時段不小的比例。

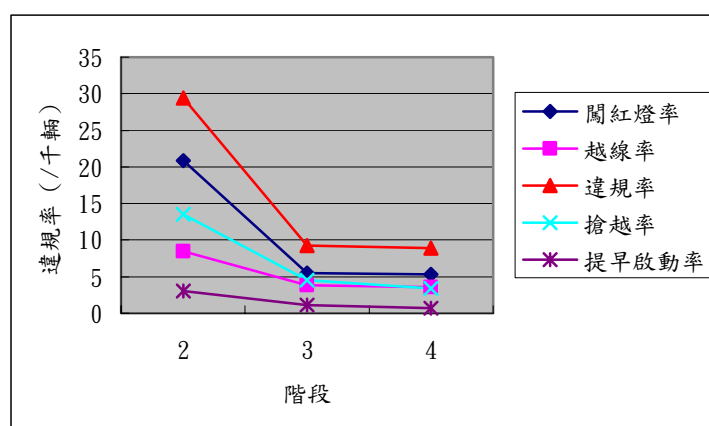


圖 8 汽車違規比例變化圖 (經國路二段)

以勝算比來分析第二階段和第三階段各項指標的差異，可得各階段勝算比如表 7 所示。若進一步計算求各項指標勝算比的信賴區間，在 95% 信賴區間下皆大

於 1，表示闖紅燈自動照相系統啟動使用後的兩星期汽車駕駛人在路口的違規情況明顯較闖紅燈自動照相系統啟動使用前下降。觀察計算二、四階段汽車闖紅燈率、越線率、違規率、搶越率和提早啟動率的勝算比在 95%信賴區間皆大於 1，表示闖紅燈自動照相系統啟動使用後的兩個月汽車駕駛人在路口的違規情況亦明顯較闖紅燈自動照相系統啟動使用前下降。從表 7 中可以看出在裝設闖紅燈自動照相系統後越線的改善效果大致較闖紅燈小。觀察計算三、四階段汽車各項指標勝算比在 95%信賴區間，發現在闖紅燈自動照相系統啟動使用後的兩個月路口的違規情況仍較闖紅燈自動照相系統啟動使用後的兩個星期持續下降。

進行各項指標的變異數分析，可整理出汽車駕駛在二、三階段和二、四階段、三、四階段時各項指標的變異數分析如表 8。從數據中可以看出在闖紅燈自動照相系統啟動後的三、四兩階段汽車駕駛人無顯著差異。

表 7 經國路二段各項指標勝算比

時間	闖紅燈率	越線率	違規率	搶越率	提早啟動率
二、三	3.879	2.233	3.227	2.997	2.835
二、四	3.979	2.406	3.378	4.050	4.363
三、四	1.026	1.077	1.047	1.351	1.539

表 8 經國路二段各項指標顯著性表

階段	闖紅燈率	越線率	違規率	搶越率	提早啟動率
二、三	<0.001**	0.005**	<0.001**	<0.001**	0.045*
二、四	<0.001**	0.007**	<0.001**	<0.001**	0.041*
三、四	0.612	0.877	0.966	0.327	0.864

*表顯著；**表非常顯著

(四)茄苳景觀大道觀景台路口

本研究於景觀大道觀景台路口觀察架設闖紅燈自動照相系統後尚未啟動使用前、架設闖紅燈自動照相系統後啟動使用後的前兩星期、架設闖紅燈自動照相系統後啟動使用後兩個月等三個階段駕駛人的行為，總計於第二至四階段分別蒐集了 190、189、189 個號誌週期的資料，於第二至四階段計有 3100、3045、3164 輛汽車於觀察時段內抵達路口。經由計算整理各項指標數據如圖 9。從此圖中大致可看出汽車駕駛人在此路口的違規情況呈現下降趨勢，尤其從第二階段到第三階段下降的幅度非常大。而從第三階段至第四階段時則微幅下降。另外，車輛紅燈頭兩秒闖紅燈的數量佔整個紅燈時段不小的比例。

以勝算比來分析第二階段和第三階段各項指標的差異，可得各項指標勝算比如表 9 所示。若進一步計算求各項指標勝算比的信賴區間，可得在 95%信賴區間皆大於 1，表示闖紅燈自動照相系統啟動使用後的兩星期汽車駕駛人在路口的違規情況明顯較闖紅燈自動照相系統啟動使用前下降。觀察計算二、四階段汽車各項指標勝算比在 95%信賴區間皆大於 1，表示闖紅燈自動照相系統啟動使用後的兩個月汽車駕駛人在路口的違規情況亦大致明顯較闖紅燈自動照相系統啟動使用前下降。從表 9 中可以看出在裝設闖紅燈自動照相系統後闖紅燈和越線的改善效果接近。觀察計算三、四階段各項指標勝算比在 95%信賴區間，發現在闖紅燈自動照相系統啟動使用後的兩個月路口的違規情況則與闖紅燈自動照相系統啟動使用後的兩個星期無明顯差異。

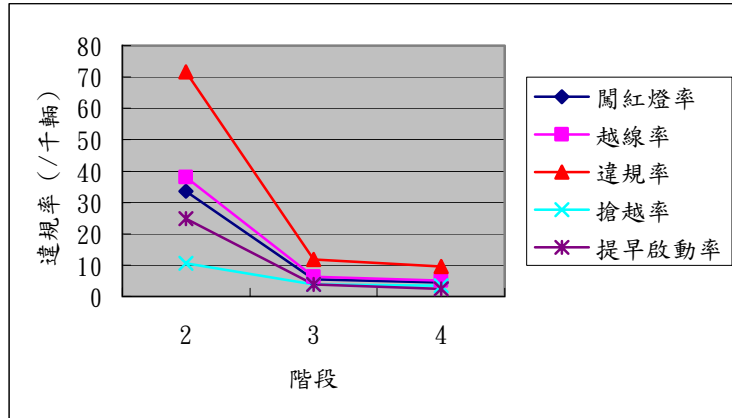


圖 9 汽車違規比例變化圖 (景觀大道)

表 9 景觀大道各項指標勝算比

時間	闖紅燈率	越線率	違規率	搶越率	提早啟動率
二、三	6.183	6.302	6.447	2.720	6.438
二、四	7.810	7.786	8.058	3.084	10.048
三、四	1.263	1.235	1.250	1.134	1.561

進行各項指標的變異數分析，可整理出汽車駕駛在二、三階段和二、四階段、三、四階段時各項指標的變異數分析如表 10。從數據中可以看出在二、三階段和二、四階段汽車駕駛人整體的闖紅燈率、越線率、違規率、搶越率和提早啟動率的差異皆為顯著。而在闖紅燈自動照相系統啟動後的三、四兩階段汽車駕駛人則大致無顯著差異。

表 10 景觀大道各項指標顯著性表

時段	闖紅燈率	越線率	違規率	搶越率	提早啟動率
二、三	<0.001**	<0.001**	<0.001**	0.003**	<0.001**
二、四	<0.001**	<0.001**	<0.001**	0.054	<0.001**
三、四	0.883	0.814	0.784	0.664	0.490

*表顯著；**表非常顯著

二、路口綜合比較

從前面的數據可以看出茄苳景觀大道觀景台路口在系統啟動前各項指標中違規的比例幾乎都較另外三個路口高出一截。但在系統啟動後，四個路口的汽車駕駛人各項違規比例都大幅下降，尤其景觀大道違規比例下降的幅度相當龐大，使得四個路口的各項指標違規比例變得相近。再從搶越的情況來觀察，發現四個路口在紅燈頭兩秒搶紅燈的比例都佔整個紅燈時段很大的比例，顯示若有闖紅燈行為發生時，駕駛人多半於紅燈頭兩秒闖紅燈。

表 11 為各路口在二、三階段和二、四階段的勝算比，表中可以發現在闖紅燈自動照相系統啟動前後對於改善駕駛人闖紅燈和越線都有一定的效果，但並沒有對哪一種行為改善的幅度較好。

表 11 闖紅燈率和越線率勝算比

階段	指標	光復路一段和科學園路口	光復路二段與建功路口	經國路二段與延平路一段路口	茄苳景觀大道觀景台路口
二、三	闖紅燈	2.414	1.396	3.879	6.183
	越線	3.254	2.099	2.233	6.302
二、四	闖紅燈	2.260	1.533	3.979	7.810
	越線	4.386	1.826	2.406	7.786

表 12 是各項指標的變異數分析。表中可以清楚看到不論是哪一個路口，在系統啟動後對於改善駕駛人違規的行為效果都十分顯著，幾乎任何指標都呈非常顯著的狀況，證明闖紅燈自動照相系統確實能改變汽車駕駛人的行為，大幅降低駕駛人闖紅燈、越線的違規的傾向。

本研究所觀察的四個路口中，光復路一段和科學園路口以及經國路二段與延平路一段路口在系統啟動後系統內皆有裝設相機，當有車輛違規通過路口時會予以拍攝，而光復路二段與建功路口以及茄苳景觀大道觀景台路口則在系統啟動後系統內並無裝設相機，因此當有車輛違規通過路口時系統並不會將違規車輛拍攝下來。為了瞭解系統裝設相機與否是否會對駕駛人的行為產生影響，故將四個路口依裝設相機與否予以分類，比較各項指標於系統啟動後兩個月較系統啟動後兩星期下降程度，進行變異數分析。

將路口分為兩時期做整體變異數分析，可得各項指標二、四和三、四階段在有無裝設相機的路口是否有呈現顯著的差異，如表 13 所示，發現各項指標幾乎均無顯著差異，可知在系統啟動兩個月後該路口是否真有裝設相機並不會顯著的造成不同效果。

表 12 指標變異數分析

路口	階段	闖紅燈率	越線率	違規率	搶越率	提早啟動率
光復路一段和科學園路口	2、3	<0.001**	<0.001**	<0.001**	<0.001**	<0.001**
	2、4	<0.001**	<0.001**	<0.001**	0.003**	<0.001**
光復路二段與建功路口	2、3	0.006**	<0.001**	<0.001**	0.033*	0.059
	2、4	0.003**	0.002**	<0.001**	0.031*	0.021*
經國路二段與延平路一段路口	2、3	<0.001**	0.005**	<0.001**	<0.001**	0.045*
	2、4	<0.001**	0.007**	<0.001**	<0.001**	0.041*
茄苳景觀大道觀景台路口	2、3	<0.001**	<0.001**	<0.001**	0.003**	<0.001**
	2、4	<0.001**	<0.001**	<0.001**	0.054	<0.001**

*表顯著；**表非常顯著

表 13 有無裝設相機下指標降幅度變異數分析

階段	闖紅燈率	越線率	違規率	搶越率	提早啟動率
2、4	0.891	0.946	0.882	0.878	0.670
3、4	0.154	0.537	0.384	0.565	0.406

*表顯著；**表非常顯著

肆、結論與建議

一、結論

- (一)景觀大道觀景台路口在系統啟動前各項指標中違規的比例幾乎都較另外三個路口高出一截。但在系統啟動後，四個路口的汽車駕駛人各項違規比例都同樣地大幅下降，尤其景觀大道違規比例下降的幅度相當龐大，使得四個路口的各項指標違規比例變得相近。四個路口在紅燈頭兩秒搶紅燈的比例都佔整個紅燈時段很大的比例，顯示若有闖紅燈行為發生時，駕駛人多半於紅燈頭兩秒闖越。
- (二)在系統啟動後對於假日的闖紅燈改善效果較平常時段差，推測可能是由於假日時通過路口的車輛會有許多是平時較少或幾乎不曾通過該路口的外來駕駛人，因為對於道路狀況較不熟悉，不清楚該路口裝有闖紅燈自動照相系統，造成闖紅燈的傾向較高。在越線率方面沒有任何時段的越線改善效果特別的好或特別的差。
- (三)在闖紅燈自動照相系統啟動前後對於改善駕駛人闖紅燈和越線都有一定的效果，但兩種違規行為改善的幅度並無明顯不同。
- (四)不論是哪一個路口，系統啟動後對於改善駕駛人違規的行為效果都十分顯著，幾乎任何指標都呈非常顯著的狀況，證明闖紅燈自動照相系統確實能改變駕駛人的行為，大幅降低駕駛人闖紅燈、越線的違規傾向。
- (五)在系統啟動兩個月後該路口系統內是否真有裝設相機並不會顯著的造成不同效果。

二、建議

- (一)本研究在第一階段闖紅燈自動照相系統尚未裝設前僅收集了光復路二段與建功路口的假日時段兩小時，因此較缺乏相關資料來判斷此階段和其他階段平常日的差異，也無法判斷是否其他路口假日的情況會類同此路口的情况。因此建議後續研究者可挑選其他即將要裝設闖紅燈自動照相系統的路口於系統裝設前先收集所需完整資料，以分析駕駛人裝設闖紅燈自動照相系統前的行為。且本研究僅追蹤到闖紅燈自動照相系統啟動後兩個月的資料，後續研究者可考慮繼續長期追蹤裝設闖紅燈自動照相系統的路口，觀察系統啟動半年後、一年後或更久的時間，其駕駛人行為的差異，以分析闖紅燈自動照相系統對該路口長期的影響。
- (二)本研究未考慮裝設闖紅燈自動照相系統的路口其他變數的關係，建議未來可增加考慮其他變數如實驗方向流量的大小、側向道路流量的大小是否會影響闖紅燈自動照相系統的效果。
- (三)本研究並未研究實驗方向路口在黃燈時通過車輛的車速分析，未來研究可考慮觀察分析裝設闖紅燈自動照相系統是否會對黃燈時通過路口的駕駛人車速造成影響，亦可觀察駕駛人於黃燈時選擇通過路口或停止的傾向是否會改變。

參考文獻

1. 劉建邦，「交通違規行為嚴重性之探討」，交通事故與交通違規之社會成本推估研討會，頁 409-422，民國 89 年。
2. 交通部運輸研究所，「駕駛人行為反應之研究－違規駕駛人性向測驗分析與矯正模式建立之研究」，民國 81 年。
3. 吳宗修，「自動化交通執法技術」，九十年道路交通安全教育資訊年刊，民國 90 年。