

行人號誌倒數計時器對駕駛人加速通過之行為研究

The Influence of Pedestrian Countdown Timer on Driver's Speedy Behavior at Intersections

黃燦煌 Tsan-Huang Huang¹

許俊輝 Chun-Hui Hsu²

陳奕安 Yi-An Chen³

王冠捷 Guan-Jie Wang³

周思兵 Si-Bing Jou³

黃宇君 Yu-Chun Huang⁴

摘要

本研究透過不同路幅寬度的攝影調查來探討行人倒數計時器對駕駛人行為的影響，研究設計觀察比較路口有或無設置行人號誌倒數計時器時，駕駛人當面臨黃燈時之行為反應差異；另外也據以比較駕駛人通過停止線之車速差異；並依停止線至通過橫向道路之寬度來比較大小路口之調查結果差異。研究結果顯示，設有行人號誌倒數計時器之路口，駕駛人面臨黃燈時通過路口之平均車速會降低，且超速的比例也下降；駕駛人選擇在停止線停止的比例也提高，並且降低闖紅燈的比例；同時發現路幅較寬廣的路口，駕駛人面臨黃燈時選擇「停止」的比例顯著較高，而闖紅燈之比例顯著較低；而於黃燈時駕駛人通過路口之速度也顯著較低。本研究分析行人號誌倒數計時器對駕駛人行為之影響具有正面的助益，除了方便行人通過路口之參考，同時也提供給同向的駕駛人一些參考資訊的影響，也說明行人號誌倒數計時器確實有助提昇路口交通安全。

關鍵詞：行人號誌倒數計時器、駕駛人行為、交通安全

¹ 臺灣海洋大學運輸科學系暨研究所助理教授。(連絡地址：基隆市中正區北寧路2號，電話：(02)2462-2192 轉 7030，e-mail: tony@mail.ntou.edu.tw)。

² 臺灣海洋大學運輸科學系研究所研究生。

³ 臺灣海洋大學運輸科學系大學部學生。

⁴ 臺北教育大學創新教育與評鑑碩士班研究生。

Abstract

Literature reviews showed that there are two aspects regarding the influence of pedestrian countdown timer on driver's behavior. One common conclusion in the literatures suggests that pedestrian countdown timer could affect driver's behavior on shortening driver's starting delay at the onset of green signal light. Another aspect, however, appears to have multi conclusions in the literatures. Su et al. (2008) concluded that motorcyclists accelerated to cross the intersection where pedestrian countdown timer existed; vehicle drivers, on the other hand, slowed down in advance while approaching the intersection. Huey and Ragland (2006) and Bundy and Schrock (2007) argued that pedestrian countdown timer can show the remaining timing of green signal indication allowing for drivers to make decision of either speedy or slowing down in advance at the intersection. They concluded that drivers, while approaching the intersection at a time when the pedestrian countdown timer green signal indication is about to terminate, will not be speedy to cross the intersection but will be slowing down in advance at the intersection. Schmitz (2011) pointed out that pedestrian countdown timer affected driver's behavior differently in different regions, and even at different intersections within the same region. This study observed the influence of pedestrian crossing countdown timer on driver's behavior at intersections with different intersection widths in Taipei metropolitan area. The observation results indicated that the speed of vehicles running yellow signal light showed decreased trend and the rate of speeding was also decreased. The ratio of drivers stop at the stop line during the yellow signal interval was increased and accordingly the ratio of drivers running red signal light was decreased. The speeds of vehicles crossed the intersection during yellow signal interval showed small variance indicating a concentrated distribution. This study concluded that the use of pedestrian countdown timer could really improve traffic safety at intersections.

Keyword : Pedestrian countdown timer, Driver's behavior, Traffic safety

一、前言

陳一昌等人(2007)研究結果顯示加裝綠燈倒數計時器確實會使駕駛人加速通過路口，進而增加肇事率，因此建議將綠燈倒數號誌拆除，只留下紅燈倒數號誌，因其有助於減少汽機車起步延滯。然而，雖然綠燈倒數計時器已撤除，但一般路口卻有設立行人號誌倒數計時器，本意為提供資訊使行人於過馬路時更安全，但同時汽機車使用者也可參考到同向的行人號誌倒數計時器之資訊，間接得知綠燈結束的倒數秒數，進而使駕駛人更改原本通過路口的行為，是否會造成綠燈即將結束與黃燈時加速通過路口，是否變相地使「綠燈倒數計時器」死灰復燃，造成交通安全的疑慮？

目前國內外只有少數文獻探討行人號誌倒數計時器對駕駛人行為影響，其影響主要有兩項，其一為行人號誌倒數計時器能提供類似於紅燈倒數計時器一樣的效果，有助駕駛人於綠燈起步時延遲時間變短，文獻對此

影響效果皆有一致的結論；然而，另外一個影響是駕駛人之行為於有設置行人號誌倒數計時器的路口，依據蘇昭銘等人(2008)提出，機車駕駛人於有設置行人號誌倒數計時器之路口會出現加速通過的現象，汽車駕駛人則是提前減速，根據 Huey 及 Ragland(2006)發現駕駛人於設有行人號誌倒數計時器之路口會更放心的以高速通過路口，但於黃燈結束末與紅燈亮前，駕駛人選擇通過比例會降低。然而，Bundy 及 Schrock(2007)提出，駕駛人行經設有行人號誌倒數計時器之路口時，能提供駕駛人綠燈是否即將要結束的資訊，有助於駕駛人決策，因此接近紅燈時駕駛人不會加速通過路口，反而會提前減速。有鑑於此，Schmitz (2011)提出，行人號誌倒數計時器對駕駛人之影響在不同區域，甚至在同一區域內的不同路口，由於具有不同的特性，也因此造成結論的差異；因此，本研究將試著了解大臺北地區行人號誌倒數計時器對駕駛人之影響。

由於行人號誌倒數計時器原本設置的目的為提供行人通過路口的資訊，並非提供汽機車駕駛人綠燈倒數秒數的資訊，當駕駛人參考到此資訊，會對路口交通安全產生何種影響。為了探討行人號誌倒數計時器的設置，是否會對駕駛人產生額外效果，需要對「有」與「無」設置行人號誌倒數計時器的十字路口其駕駛人行為作觀測，進而作比較。相關文獻對於行人號誌倒數計時器對駕駛人之行為影響有著不同的結論，導因於各路口存在特定因素的影響，因此本研究欲探討在一個區域內，大臺北地區，「路口的大小」是否會使行人號誌倒數計時器對駕駛人行為有不同的影響。因此本研究目的可分為：

- 1.探討有無設置行人號誌倒數計時器，當面臨黃燈時駕駛人之行為反應差異。
- 2.探討有無設置行人號誌倒數計時器，黃燈時駕駛人通過停止線之車速差異。
- 3.「路口大小」因素是否會使行人號誌倒數計時器對駕駛人產生不同之影響。
- 4.探討行人號誌倒數計時器設置後，是否會產生交通安全之疑慮。

二、文獻回顧

2.1 行車管制號誌加裝倒數計時器之影響

2.1.1 加裝綠燈倒數計時器

綠燈倒數裝置本義為幫助駕駛人在行駛至路口時，提供資訊給駕駛人參考能否順利通行。但是有許多文獻顯示，駕駛人會因而加速搶燈通行造成肇事率提高。依據陳一昌等人(2007)，在 99%信心水準下利用勝算比(odd

ratio)方法，研究結果顯示，在綠燈倒數顯示剩餘 5 秒時，通過停止線的車速比無綠燈倒數設備時來的高，肇事率及受傷人數提高 1.07~1.08 倍（獲得統計上 80~90%信心水準），至於死亡人數方面因為裝設前為 0 件故無法判斷，因此此項研究建議停止加裝綠燈倒數裝置。

根據張建華(2008)之研究，利用三個衡量指標：

- 1.闖紅燈行為：綠燈倒數為 0 秒、黃燈亮時，超過停止線之車輛數。
- 2.猶豫區間變化：觀測選擇停車之駕駛者中，大於 10%小於 90%的駕駛人所在之路段距離路口之長度，探討有無裝置車行綠燈倒數計時器時駕駛人猶豫區間之變化情形。
- 3.羅吉斯迴歸分析：探討有無車行綠燈倒數下，駕駛人行為加入時間因子，分析是否通過路口、其車行速率、距離停止線長度、紅燈亮起時等分析。

其研究結果顯示，設有車行綠燈倒數裝置之路口其闖紅燈比率較低，但駕駛人對於綠燈即將結束時之猶豫區間較長，且加速搶燈行駛造成速度差及未能保持安全距離，交通風險較高。

2.1.2 加裝紅燈倒數計時器

根據唐慧寧(2006)之研究，透過影響駕駛行為因素（肇事率、路口交通量、平均車速、道路寬度、快慢分隔）當實驗因子，以啟動延滯作為反應，結果顯示，平均車速、路口流量受到紅燈倒數計時器之影響為顯著的，表示紅燈倒數計時之存在可以讓駕駛人判斷何時紅燈轉變為綠燈，使駕駛人能減少啟動延滯的時間，使號誌路口通行更流暢，但對於職業駕駛人的影響並不顯著，因為職業駕駛人有駕駛方面之時間上的壓力，對於紅燈的等待時間有不待久候之現象。

2.2 行人號誌倒數器對駕駛人行為影響

Huey 及 Ragland(2006)研究駕駛人於設有行人號誌倒數計時器的路口存在正向或負向的安全影響，行經十字路口的駕駛人如果能得知紅綠燈之相關資訊使駕駛人能於黃燈時判斷減速或加速，可以減少闖紅燈的次數，增進路口的安全；相反地，如果駕駛人於黃燈時行經路口，得到行車號誌之相關資訊，駕駛人可能高估其通過的可能性，因此會增加闖紅燈的可能性。設有行人號誌倒數計時器之路口，研究結果發現於設有傳統行人號誌器之路口，駕駛人於黃燈快變紅燈進入路口的次數明顯地高於設有行人號誌倒數計時器之路口，然而駕駛人利用行人號誌倒數計時器提供的資訊會

高速的進入路口，可能使駕駛人較無法避免未預期的行人或車輛，因而對路口安全有負面影響。

Bundy 及 Schrock(2007)有鑑於行人號誌倒數計時器大量設置完成大約三年以上，想研究該設備對長期交通的影響，駕駛人是否參考行人號誌倒數計時器之資訊，使駕駛人加速以避免等紅燈，於是觀測一條路上四個路口，其中兩個有裝設行人號誌倒數計時器，另外兩個則裝設傳統行人號誌（顯示「走」與「停止」），結果發現駕駛人於設有行人號誌倒數計時器之路口，駕駛人加速的比例明顯地減少，除此之外，駕駛人選擇「停止」比較可能於黃燈前就開始減速，此兩項發現似乎與原先認為的大相逕庭，因此認為駕駛人使用行人號誌倒數計時器提供之資訊有助駕駛人於紅燈前作出是否能通過路口的判斷。同時認為更多種型態的地點需要作觀測，使行人號誌倒數計時器的裝設對駕駛人的影響研究更為完整。

蘇昭銘等人(2008)研究行人號誌倒數計時器的裝設對駕駛人的影響，將其影響分為駕駛人起步延滯之影響、行駛速率，並分為汽車與機車分別觀測，透過路口攝影觀察，發現駕駛人可能參考行人號誌倒數計時器提供之資訊，於紅燈即將結束時先準備啟動車子，減少號誌變換的反應時間，其中機車駕駛人於有設置行人號誌倒數計時器之路口，有顯著地提早啟動，表示駕駛人只是看到行人號誌倒數計時器呈現紅燈，尚未等到行車號誌為綠燈時就起步。研究發現，綠燈結束前3秒，汽、機車駕駛人行經設有行人號誌倒數計時器之速率，都比未設有行人號誌倒數計時器之路口還低；並且，汽車於綠燈倒數3秒時順利通過的比例在設有行人號誌倒數計時器之路口較高，表示駕駛人可參考行人號誌倒數計時器以助駕駛人選擇如何通過路口。

Kiln *et al.* (2002)研究數字式行人號誌倒數與圖像式行人號誌倒數對行人是否有正向影響，結果發現無論是數字式倒數的路口或圖像式倒數的路口，當倒數裝置開啟時行人還停留在路口中的比例皆比倒數裝置關閉時高，且數字式倒數開啟時，當停止燈號亮起時還停留在路口中的行人更多，結論為當倒數裝置開啟且行人號誌為綠燈閃爍時，行人偏向於不通過路口。

Schmitz(2011)發現相關文獻關於行人號誌倒數計時器對駕駛人之影響，其對交通安全影響有正向和負向，並未有一致結論，因此認為是因為地區性不同的影響，甚至同一個區域內不同的路口也可能有不同的結論，其觀察同一區域內的兩個路口，發現駕駛人於設置行人號誌倒數計時器之路口，於黃燈時駕駛人會稍微提早停止，但並不顯著；且駕駛人於黃燈時在停止線之速率有明顯下降，此現象為行人號誌倒數計時器裝設後導致車輛運作效率下降。另外，研究發現觀測的兩個路口，行人號誌倒數計時器的裝設對交通安全與車流量效率之影響有不同的結果。

綜合以上文獻，設有「行車號誌外掛綠燈倒數計時器」的路口，駕駛人於綠燈剩餘 5 秒時通過停止線的車速顯著高於未設有的路口；然而，設有「行人號誌倒數計時器」的路口，駕駛人於綠燈剩餘 3 秒時或黃燈時之車速卻顯著低於未設有的路口，對於駕駛人於路口的行為，無論是「行車號誌外掛綠燈倒數計時器」還是「行人號誌倒數計時器」的路口，大致上對駕駛人的影響，能提供剩餘綠燈秒數的資訊以幫助駕駛人判斷是否通過路口，其反應大致都比未設有路口能較早反應，提早減速。由此可發現，每篇文獻其觀察地點不同，導致結論有所不同，Schmitz(2011)發現此差異，經由研究發現其結論於不同區域甚至同區域但不同路口也可能存在不同的影響；因此，本研究欲觀測「行人號誌倒數計時器」於大臺北地區之影響。

三、研究方法

3.1 觀測方法

透過實際路口觀測，以「錄影」方式記錄駕駛人之行為，分別於大路口與小路口觀察「有」與「無」設置行人號誌倒數計時器的路口，當行車號誌於黃燈時，記錄駕駛人面臨黃燈後所作之行為反應及通過停止線之車速，利用統計分析方法，則可得知設置行人號誌倒數計時器前後駕駛人的差異。

本研究使用兩種觀測方法：(1)、面臨黃燈時駕駛人之行為反應；(2)、於黃燈時駕駛人通過停止線之速率。

首先，於行車號誌為黃燈時，駕駛人位於設定距離路口可允許減速停止之距離的區段內，觀察位於該區段內的駕駛人面臨黃燈後之選擇行為，將其區分為四種互相獨立的分類，分別為「停止」、「於黃燈時穿越路口」、「於黃燈進入路口、紅燈時離開路口」、「於紅燈時進入路口」。記錄駕駛人之行為發生次數，以判斷駕駛人通過路口的抉擇，是否會因為有無設置行人號誌倒數計時器而有所不同。

依上述方法，大致上可將駕駛人分為兩類，一種為選擇「停止」，而另外一種為選擇「通過」，對於選擇「通過」的駕駛人，則繼續觀測「於黃燈時駕駛人通過停止線之速率」，觀察駕駛人通過路口之速率，是否會受行人號誌倒數計時器影響。

3.1.1 黃燈時駕駛人通過停止線之速率觀測

在開始拍攝前，先於停止線前方且與停止線水平的位置上以白色膠帶做記號以利換算車速，由於駕駛人是否受倒數計時器影響會直接從通過停

止線的的單點速率反應出來，因此直接測量駕駛人行經路口停止線時的瞬間車速，再和無行人號誌倒數的路口比較，了解駕駛人受到行人號誌倒數下分別在大路口及小路口受影響的量以及是正向影響還是負向影響。

將攝影機架設於停止線旁的位置上將鏡頭朝向停止線使車流方向與攝影方向垂直，再側向拍攝行經路口的車流速率，由圖 1 可明確地了解。於黃燈時開始拍攝至黃燈結束時停止，再換算於黃燈時通過停止線（通過 A 至 B 之固定間距所花時間）的車輛之速率，而速率的換算方式為，將所拍攝到的影片放到電腦中以 Corel VideoStudio Pro X4 軟體處理，此軟體可將所拍攝到的影片裡行駛中的車輛以原速率 10% 的速度慢速播放，然後再將影片以 30 分之 1 秒慢速的格放，從分割畫面中可以由車子行經 A 至 B 點的時間差與 A 至 B 點的間距離換算車速，因此可以透過這個軟體計算出當時的實際車速。

3.1.2 面臨黃燈時駕駛人之行為觀測

以人工現場觀測並登記的方式觀察黃燈時駕駛人行經路口時之行為，而樣本選定為當黃燈時，位在距離路口（停止線）25~30 公尺處的車輛，同樣以直行車輛為準。駕駛人行經號誌路口且面臨黃燈時只會有兩種行為「停下來」或是「通過」，而選擇通過路口又可分為「以正常速度通過」或是「加速搶燈通行」，另外也可以再分成「黃燈時通過路口」、「黃燈轉紅燈時通過路口」、「紅燈時通過路口」。

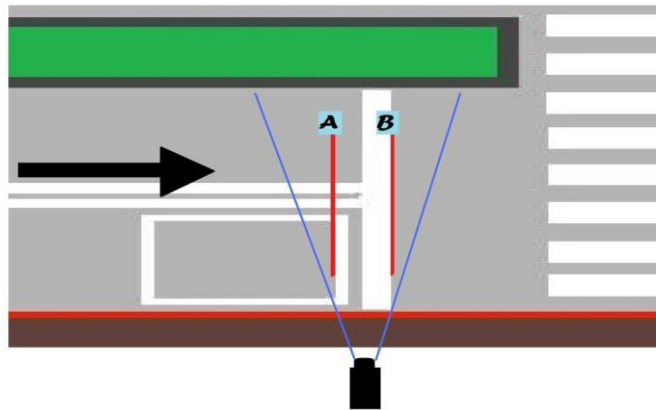


圖 1 觀察車輛通過停止線車速之示意圖

有設置行人號誌倒數計時器的路口，駕駛人在距離路口數十公尺外即可辨識行人號誌倒數計時器倒數秒數之範圍內，可以透過自己目前所在位置離路口的距離、行人號誌倒數秒數等資訊，可得知是否可以順利通過路口，如果不能順利通過路口可能採取停車或是搶燈通行等。至於無設置倒

數計時器之路口，駕駛人在通行路口的過程中沒有其他可以幫助判斷的依據，只能由行車號誌裝置上所顯示的燈號做決定，主要是以黃燈時距離路口長度做決定。

本研究設定合格的樣本為黃燈時距離路口停止線 25~30 公尺處的小客車其駕駛人之行為。選定 25~30 公尺是透過一般車輛行駛速度（40~50 公里），由開始煞車到完全停止時所需之距離（11.04~13.08 公尺）和看到黃燈後之反應時間及當時車速下可行走之距離（11.11~13.89 公尺）相加取整數。而選擇以黃燈時駕駛人之反應來區別在受行人號誌倒數計時器影響下，行經大小路口的反應不同，是因為為了使在有設置及無設置行人號誌倒數計時器之路口的合格樣本之駕駛人再判斷是否通過時所面臨之情境相同之下，所以都設定是依據行車號誌為黃燈時開始產生不同的反應。

由於本觀察方式為觀測一固定距停止線距離之區間，於黃燈時剛好位於此區間內之車輛，其駕駛人之反應，因此於黃燈此時點，駕駛人位於該觀測區間內，各觀測樣本的時速不同，有些人快而有些人慢，然而若行人號誌對駕駛人有影響，則即會影響該駕駛人通過觀測區段的速度，進而影響駕駛人之行為。

3.2 觀測路口資訊

本研究的目的是在於探討行人號誌倒數對駕駛人行經路口時之影響，分別在行經大路口時與小路口時是否受到倒數裝置的影響及因為路口大小的差別所受到影響的差異，因此必須選擇兩組路口做對照，第一組是在同為大路口及同車流的條件之下有設置行人倒數裝置及無設置行人倒數裝置的路口，第二組則為在同為小路口、同車流的條件下，有設置行人倒數裝置及無設置的路口。為了要得到較客觀的結果不要受到其他干擾因子影響，所以在選擇路口時盡量找條件相近之路口，如沒有進行施工、無測速照相機及沒有警員指揮的路口。由於本研究是採取觀測設定合格的樣本為黃燈時距離路口停止線前 25~30 公尺處的小客車其駕駛人之行為反應與車速變化，直至其通過路口離開另一端之行人穿越道線，因此路口寬度是以駕駛人通過此寬度來考量，而不採橫向道路車道數，以避免有些分隔島或停止線劃設位置會依實際路型而調整，因此路口實測停止線至另一端之行人穿越道線之缺口寬度達 30 公尺以上即定義為較寬廣路口，至於寬度約 20 公尺左右者，則定義為小路口。

首先我們設定研究的區塊為大臺北地區，在歷經一個多月的路口調查後，我們決定選擇新北市的三峽地區做調查，因為有較多無行人號誌數裝置的路口，而且車流量穩定且適中，不會因車輛過多影響到駕駛人判斷，

也不會因車流量太少找不到合格樣本，最後我們選擇的兩個對照組分別為，第一組（較寬廣的路口）為新北市三峽區復興路與國慶路交叉口、復興路與民生路交叉口，詳細觀測資料如表 1 所示；第二組（小路口）為新北市三峽區介壽路一段與長泰街交口、介壽路一段與大同路交叉口，詳細觀測資料如表 2 所示。

表 1 較寬廣的路口觀測資訊

路口名稱	復興路/國慶路	復興路/民生路
有無裝設行人倒數號誌	無裝設行人倒數號誌	有裝設行人倒數號誌
路口型式	十字路口	十字路口
觀察方向	東往西	西往東
號誌週期	177 秒	181 秒
綠燈/黃燈/紅燈時間	80 / 4 / 93 秒	89 / 4 / 88 秒
天氣	晴天	晴天
車道數	2	2
路口長度/寬度（公尺）	32.87/16.25	34.68/18.47
觀測日期與時間	2011/11/21（星期一） 08：00—12：00 14：00—16：30	2011/11/28（星期一） 08：00—12：00 14：00—16：30
攝影機架設位置	天橋上	路旁的騎樓
車種組成	大客車：4.91% 大貨車：6.25% 小客車：51.34% 小貨車：18.30% 機車：19.20%	大客車：5.78% 大貨車：9.75% 小客車：49.1% 小貨車：14.44% 機車：20.94%

表 2 小路口之路口資訊

路口名稱	介壽路一段/長泰街	介壽路一段/大同路
有無裝設行人倒數號誌	無裝設行人倒數號誌	有裝設行人倒數號誌
路口型式	十字路口	十字路口
觀察方向	西往東	西往東
號誌週期	144 秒	153 秒
綠燈/黃燈/紅燈時間	95 / 4 / 45 秒	99 / 4 / 47 秒
車種組成	大客車：3.98% 大貨車：5.97% 小客車：60.7% 小貨車：8.96% 機車：20.4%	大客車：2.17% 大貨車：10.87% 小客車：55.65% 小貨車：18.7% 機車：12.6%
觀測日期與時間	2011/12/26（星期一） 08：00—12：00 14：00—16：30	2011/12/6（星期一） 08：00—12：00 14：00—16：30
天氣	晴天	雨天
路口長度/寬度（公尺）	22.32/17.25	24.69/17.07
車道數	2	2
攝影機架設位置	路旁的騎樓	天橋上

四、調查結果與分析

4.1 面臨黃燈時駕駛人之行為

表 3 為較寬廣路口有無設置行人倒數號誌與駕駛人行為的觀察次數表，其中不論是有無行人倒數號誌之路口，駕駛人行為之觀察次數最多的皆為「黃轉紅通過」。將「有無行人倒數號誌」與「駕駛人行為」作卡方檢定，檢定兩名義變數是否獨立，其檢定結果如表 4 所示，可得知「有無行人倒數號誌」與「駕駛人行為」兩名義變數於 5% 顯著水準下拒絕 H_0 之假設，說明兩名義變數不為獨立 (H_0 : 行人號誌有無與駕駛人行為為獨立； H_1 : 行人號誌有無與駕駛人行為不為獨立)。

表 3 較寬廣路口有無設置行人倒數號誌時駕駛人行為之次數表

駕駛人行為 行人倒數號誌	停止	黃燈通過	黃轉紅通過	紅燈通過	總數
無設置	21(16%)	23(17%)	58(43%)	32(12%)	134
有設置	39(38%)	4(4%)	49(47%)	12(12%)	104

表 4 較寬廣路口有無設置行人號誌倒數計時器時駕駛人行為之卡方檢定

	數值	自由度	漸近顯著性 (雙尾)
Pearson 卡方	25.238	3	0.000
有效觀察值的個數	238		
a. 0 (0%) 的預期個數少於 5。最小的預期個數為 11.80。			

將有與無設置行人號誌倒數計時器的四種駕駛人反應行為之比例作是否相等的檢定，其假設如下，以此類推其餘三種。由於兩樣本抽樣皆超過 30 筆，根據中央極限定理可近似常態分配，其結果如表 5 所示。

H_0 : 有行人號誌倒數計時器下之駕駛人選擇「停止」的比例與無行人號誌倒數計時器下之駕駛人選擇「停止」相同。($P_1=P_2$; P_1 : 於有行人號誌倒數計時器下駕駛人選擇「停止」的比例、 P_2 : 於無行人號誌倒數計時器下駕駛人選擇「停止」的比例)。

H_1 : 有行人號誌倒數計時器下之駕駛人選擇「停止」的比例與無行人號誌倒數計時器下之駕駛人選擇「停止」不相同。

表 5 比例相等檢定 (較寬廣路口)

統計值 駕駛人行為	Z 值	顯著性 (雙尾)
停止	3.8467	0.0000
黃燈穿越	-3.2135	0.0014
黃燈入紅燈出	0.5894	0.5556
紅燈穿越	-2.4329	0.0149

經過統計檢定後可發現在 5%顯著水準下，駕駛人行為「停止」、「黃燈穿越」及「紅燈穿越」此三種反應行為皆拒絕 H_0 假設，顯示較寬廣路口有或無行人號誌倒數計時器下之比例不相同；若以單尾檢定，在 5%顯著水準下，可發現有設置行人號誌倒數計時器駕駛人行為「停止」之比例顯著的大於無設置行人號誌倒數計時器之比例，而有設置行人號誌倒數計時器駕駛人行為「紅燈穿越」與「黃燈穿越」之比例皆顯著地小於沒有設置行人號誌倒數計時器路口之比例。

表 6 為小路口有無設置行人號誌倒數計時器下駕駛人行為的觀察次數表，其中不論是有無設置，駕駛人行為之觀察次數最多的皆為「黃轉紅通過」。

表 6 駕駛人行為之次數表（小路口）

駕駛人行為 行人號誌倒數計時器	停止	黃燈通過	黃轉紅通過	紅燈通過	總數
無設置	17(22%)	16(21%)	33(42%)	12(15%)	78
有設置	16(21%)	11(14%)	40(52%)	10(13%)	77

將「行人號誌倒數計時器有無」與「駕駛人行為」作卡方檢定，檢定兩名義變數是否獨立，其檢定結果如表 7 所示，可得知「行人號誌倒數計時器有無」與「駕駛人行為」兩名義變數於 5%顯著水準下無法拒絕 H_0 之假設，表示無足夠的證據說明行人計時器的有無會影響駕駛人之行為，也就是無足夠的證據說明兩不獨立。

H_0 ：行人號誌倒數計時器有無與駕駛人行為互為獨立

H_1 ：行人號誌倒數計時器有無與駕駛人行為互不為獨立

表 7 卡方檢定（小路口）

	數值	自由度	漸近顯著性（雙尾）
Pearson 卡方	1.803	3	0.614
有效觀察值的個數	155		
a. 0 格 (0%) 的預期個數少於 5。 最小的預期個數為 10.93。			

將有與無設置行人號誌倒數計時器的四種駕駛人反應行為之比例作是否相等的檢定，其假設如下，以此類推其餘三種。由於兩樣本抽樣皆超過 30 筆，根據中央極限定理可近似常態分配，其結果如表 8 所示。

H_0 ：有行人號誌倒數計時器下之駕駛人選擇「停止」的比例與無行人號誌倒數計時器下之駕駛人選擇「停止」相同。（ $P_1=P_2$ ； P_1 ：於有行人號誌倒數計時器下駕駛人選擇「停止」的比例、 P_2 ：於無行人號誌倒數計時器下駕駛人選擇「停止」的比例）。

H_1 ：有行人號誌倒數計時器下之駕駛人選擇「停止」的比例與無行人號誌倒數計時器下之駕駛人選擇「停止」不相同。

表 8 比例相等檢定（小路口）

統計值 駕駛人行為	Z 值	顯著性（雙尾）
停止	-0.1544	0.8692
黃燈穿越	-1.0220	0.3064
黃燈入紅燈出	1.2022	0.2293
紅燈穿越	-0.4277	0.6689

經過統計檢定後可發現在 5%顯著水準下，四種駕駛人行為皆不拒絕 H_0 假設，表示有或無行人號誌倒數計時器下駕駛人行為之比例沒有顯著差異。

根據以上所觀察到之樣本資訊，發現於較寬廣路口有無行人號誌倒數計時器確實會影響駕駛人面臨黃燈時所作出之行為，但於小路口下卻無顯著影響，可見行人號誌倒數計時器對駕駛人是否有影響會於不同路口型態下有不同的結論。

由此可以知道，較寬廣路口有設置行人號誌倒數計時器時駕駛人能得知綠燈即將結束之資訊，進而提前作好是否通過的決定，也就是說駕駛人能於黃燈前即準備好以多少時速通過，可提前減速以利停止，因此駕駛人面臨黃燈時選擇「停止」的比例顯著地高於未設置之路口，也因此於未設置行人號誌倒數計時器之路口，駕駛人闖紅燈的比例顯著地高於設有行人號誌倒數計時器之路口，因此，行人號誌倒數計時器的設置有助於交通安全的提升。

然而於小路口下，以無母數方法檢定後，有無行人號誌倒數計時器對駕駛人行為並無顯著影響，駕駛人行為差異不大。至於在闖紅燈部分，不論有無行人號誌倒數計時器路口之比例相近，但相對於較寬廣路口，小路口闖紅燈情況降低許多，這是因為路口小，駕駛人比較不會像面臨大路口前產生是否來得及通過的遲疑。

4.2 黃燈時駕駛人通過停止線之速率分析

表 9 為較寬廣路口有無設置行人號誌倒數計時器時駕駛人面臨黃燈時通過停止線之速率分析，一般道路限速為 50 公里/每小時之情況下，無行人倒數倒數計時器之路口其平均車速已超速，且最高車速竟超出速限約 19 公里/每小時；有行人號誌倒數計時器之路口其平均車速雖未超出速限，但其最高車速卻超出最高速限約 15 公里/每小時。

表 9 樣本資訊 (較寬廣路口)

	無設置行人號誌倒數計時器	有設置行人號誌倒數計時器
有效樣本	99 輛	85 輛
平均車速	50.91 km/hr	45.23 km/hr
標準差	9.57 km/hr	8.46 km/hr
最高車速	69 km/hr	65 km/hr
最低車速	27 km/hr	31 km/hr

將觀察之樣本依車速分組，如圖 2 所示，橫軸為車速（公里/每小時），縱軸為相對次數（百分比），可明顯看出於一般道路限速 50 公里/每小時的情況下，無行人計時器之路口其超速（高於 50 公里/每小時）的比例高於有行人計時器之路口，將近 65% 的樣本超出速限，反觀有行人計時器之路口其超速之比例約 34%，幾乎為無行人號誌倒數計時器路口的一半。且由圖可觀察到，有行人號誌倒數計時器之路口的車速較為集中，反觀無行人號誌倒數計時器之路口，其車速分配之範圍較廣。

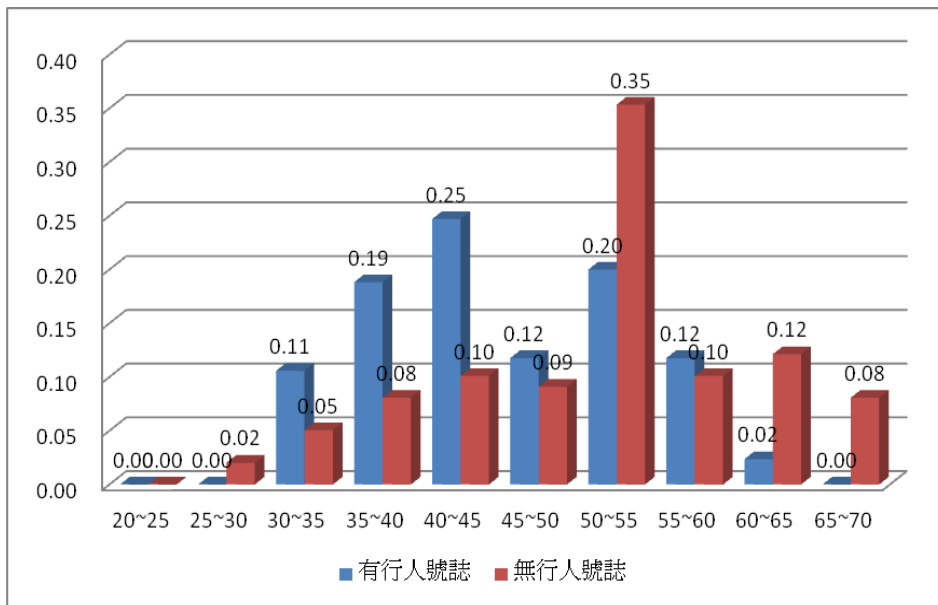


圖 2 車速相對次數表 (較寬廣路口)

表 10 為較寬廣路口有無行人號誌倒數計時器其黃燈時通過停止線速率是否相等的統計檢定結果，在母體標準差已知，且樣本數大於或少於 30 時，均使用 Z 值；但在母體標準差未知，且樣本數少於 30 時，則可使用 t 值，在母體標準差未知，且樣本數大於 30 時，則使用 Z 值，但當樣本數增加時，t 分配會趨近於 Z 分配，也就是一般可以使用 t 值來替代 Z 值的判定，而且在實務上，大多是以樣本來推論母體，而無需進行 Z 檢定，因此本文採平均數相等的 t 檢定。由於「車速」此種資料特性為服從常態分

配，且兩樣本皆為大樣本因此可根據中央極限定理近似常態分配，可發現利用 Levene 檢定在 5%顯著水準下不拒絕變異數檢定之 H_0 假設，因此假設變異數相等，此時可發現 t 值為 4.234，在 5%顯著水準下拒絕平均數相等之 H_0 假設，表示有無行人號誌倒數計時器路口之平均時速不同，或以單尾檢定，可得知無行人號誌倒數計時器路口下平均時速顯著大於有行人號誌倒數計時器下平均時速。其中變異數相同之假設（ H_0 ：有無行人號誌倒數計時器路口其車速變異數相同； H_1 ：有無行人號誌倒數計時器路口其車速變異數不相同）；平均數相等之假設（ H_0 ：有無行人號誌倒數計時器路口其平均時速相同； H_1 ：有無行人號誌倒數計時器路口其平均時速不相同）。

表 10 獨立樣本檢定

		變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定				
		F 檢定	顯著性	t	自由度	顯著性 (雙尾)	平均差異	標準誤差異
車速	假設變異數相等	.015	.901	4.234	182	.000	5.68	1.3416
	不假設變異數相等			4.274	181.833	.000	5.68	1.3291

表 11 為小路口有無行人號誌倒數計時器其黃燈時通過停止線之速率分析，不論有無設置行人號誌倒數計時器路口之平均車速皆無超出速限（50 公里/每小時）。

表 11 樣本資訊（小路口）

	無設置行人號誌倒數計時器	有設置行人號誌倒數計時器
有效樣本	59 輛	49 輛
平均車速	45.65 km/hr	38.47 km/hr
標準差	9.46 km/hr	6.09 km/hr
最高車速	64 km/hr	58 km/hr
最低車速	24 km/hr	23 km/hr

將觀察之樣本依車速分組，如圖 3 所示，橫軸為車速（公里/每小時），縱軸為相對次數（百分比），可明顯看出無行人號誌倒數計時器之路口其超速（高於 50 公里/每小時）的比例高於有行人號誌倒數計時器之路口，將近 33%的樣本超出速限，反觀有行人號誌倒數計時器之路口其超速之比例約僅有 2%，遠低於無行人號誌倒數計時器路口。且有行人號誌倒數計時器之路口的車速範圍較為集中，反觀無行人號誌倒數計時器之路口，其車速分配之範圍較廣。

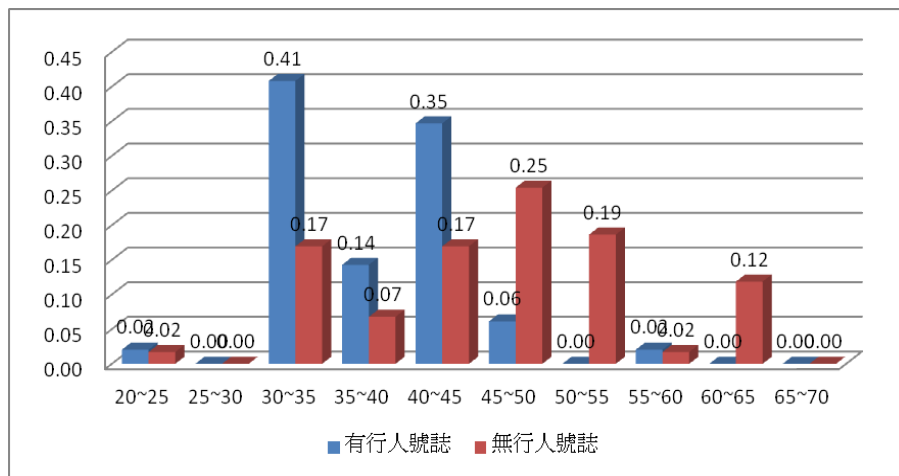


圖 3 車速相對次數表 (小路口)

表 12 為小路口有無行人號誌倒數計時器其黃燈時通過停止線之速率是否相等的統計檢定結果，可發現利用 Levene 檢定在 5%顯著水準下拒絕變異數檢定之 H_0 假設，因此假設變異數不相等，此時可發現 t 值為 -4.761，在 5%顯著水準下拒絕平均數相等之 H_0 假設，表示有足夠證據顯示有無行人號誌倒數計時器路口之平均時速不同，或以單尾檢定，可得知無行人號誌倒數計時器路口下平均時速顯著大於有行人號誌倒數計時器下平均時速。其中變異數相同之假設 (H_0 ：有無行人號誌倒數計時器路口其車速變異數相同； H_1 ：兩有無行人號誌倒數計時器路口其車速變異數不相同)，平均數相等之假設 (H_0 ：有無行人號誌倒數計時器路口其平均時速相同； H_1 ：有無行人號誌倒數計時器路口其平均時速不相同)。

表 12 獨立樣本檢定

		變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定				
		F 檢定	顯著性	t	自由度	顯著性 (雙尾)	平均差 異	標準誤差 異
車速 (y)	假設變異數相等	5.340	0.023	4.580	106.000	0.000	7.179	1.567
	不假設變異數相等			4.761	100.143	0.000	7.179	1.508

根據以上資料分析，可發現不論是於較寬廣路口或小路口，設有行人號誌倒數計時器時其平均速率顯著降低，其超速的比例遠低於未設置之路口，對交通安全有正面助益。其中小路口設有行人號誌倒數計時器其車速變異數顯著地小於無設有行人號誌倒數計時器之路口，有行人號誌倒數計時器路口其車速分配也較為集中，也就是駕駛人應用該資訊後，使得車速較為相近，相對地，無設置行人號誌倒數計時器之路口，駕駛人會依照個

人習慣通過，因此車速較為分散。至於大路口雖然設有行人號誌倒數計時器其車速變異數低於無行人號誌倒數計時器之路口，但其影響並不顯著，無行人號誌倒數計時器之路口平均時速顯著大於有行人號誌下平均時速，可見行人號誌倒數計時器對駕駛人是否有影響會於不同環境下有不同的結論。

不論於較寬廣路口或小路口，無設置行人號誌倒數計時器下駕駛人「黃燈通過」之比例皆高於有設置行人號誌倒數計時器之路口，且於有設置行人號誌倒數計時器下之駕駛人「黃燈進入路口、紅燈時離開路口」之比例高於未設置之比例。有行人號誌倒數計時器之路口其平均速率皆顯著低於無設置之路口。

將有無行人號誌倒數計時器對駕駛人之影響差異彙整於表 13，可發現行人號誌倒數計時器對駕駛人之影響會因路口型態的不同而有不同的結果，因此表 13 所知，本文認為路口型態因素中，「路口的大小」此因素會使行人號誌倒數計時器對駕駛人之影響有著不同的結果。

表 13 有無行人號誌倒數計時器對駕駛人之影響差異

		大路口	小路口
黃燈時於停止線速率	平均速率	存在顯著差異	存在顯著差異
	變異數	不存在顯著差異	存在顯著差異
面臨黃燈時駕駛人行為		存在顯著差異	不存在顯著差異

五、結論與建議

本文使用實際觀測的方法判斷行人號誌倒數計時器的裝設是否會影響駕駛人的行為，並且探討路口型態的不同是否會產生不同的結果，因此以路口大小及兩種觀測方法用以探討行人號誌倒數計時器的影響，分析得到以下結論與建議：

1. 根據本研究資料，設有行人路燈倒數計時器下產生的影響為：
 - (1) 面臨黃燈時駕駛人通過路口之車速降低，且超速的比例下降。
 - (2) 面臨黃燈時駕駛人選擇「停止」的比例提高，並且降低闖紅燈的比例。
 - (3) 面臨黃燈時駕駛人通過路口之車速變異數較低，分配較為集中。
2. 本研究觀測「黃燈時駕駛人通過停止線之速度」，本為駕駛人面臨黃燈時那些選擇「通過」的人，結果設有行人號誌倒數計時器下不但不會使駕駛人之速度增加，反而是使其減低。

3. 行人號誌倒數計時器提供駕駛人有關綠燈即將結束之訊息，使駕駛人有更充分的資訊且更容易做出正確的決定。
4. 本研究觀測較寬廣路口與小路口下行人號誌倒數計時器的設置對駕駛人之影響，根據觀測樣本作分析後可得如下：
 - (1) 較寬廣路口：駕駛人面臨黃燈時選擇「停止」的比例顯著地上昇，而闖紅燈之比例顯著地下降；而於黃燈時駕駛人通過路口之速度顯著地下降，但其變異數無顯著地不同。
 - (2) 小路口：面臨黃燈時駕駛人之反應行為，於比例上皆無顯著的不同，也就是行人號誌倒數計時器設置後，駕駛人行為無太大的改變；而於黃燈時駕駛人通過路口之速率顯著地下降，且其變異數顯著地下降。
5. 經由觀測發現行人號誌倒數計時器不論於何種路口並沒有使駕駛人有如綠燈倒數計時器一般之影響，例如：闖紅燈比例增加或者加速通過的情形。因此，本研究認為行人號誌倒數計時器對駕駛人行為之影響，反而有正面的助益。行人號誌倒數計時器本為方便行人通過路口，但同時也會提供給同向的駕駛人一些參考資訊的影響。
6. 本研究證實了同一區域內，不同種類的路口，行人號誌倒數計時器對駕駛人產生不同的影響，也可說明為何文獻對行人號誌倒數計時器的結論會不同。但本研究僅以「路口大小」作判斷，為有更深入且廣泛瞭解哪些路口因素會產生影響，建議往後研究可增加不同獨立樣本或成對樣本之比較，才能更確認行人號誌倒數計時器對駕駛人行為之影響，研究結果也將更具說服性。

參考文獻

- 唐慧寧(2006)，行車號誌倒數計時器設置程序之研究—以紅燈倒數計時器為例，成功大學交通管理科學研究所碩士論文。
- 陳一昌、張開國、張仲杰、賴靜慧(2007)，行車管制號誌加裝倒數計時顯示裝置之影響，交通部運輸研究所（計畫編號：96-SBA014）。
- 張建華(2008)，車行號誌倒數計秒器下駕駛行為分析，交通大學交通運輸研究所碩士論文。

蘇昭銘、林芝嶸、唐婉玲、朱玉英(2008)，行人倒數計時器對汽機車駕駛行為之影響分析，97 年道路交通安全與執法研討會論文集，頁 371-386。

Bundy, B. and Schrock, S. D. (2007), Modification of Driver Behavior Based on Information from Pedestrian Countdown Timers, *Proceedings of the 2007 Mid-Continent Transportation Research Symposium*.

Huey, S. B. and Ragland, D.(2006), Changes in Driver Behavior Resulting from Pedestrian Countdown Signals, 86th Annual Meeting Transportation Research Board.

Kiln, K. W., Kim, Y., and Seo, H. Y.(2002), “An Evaluation of Pedestrian Countdown Signals,” *KSCE Journal Of Civil Engineering, Transportation Engineering*, Vol.6, No.4, pp.533~537.

Schmitz, J. N. (2011), The Effects of Pedestrian Countdown Timers on Safety and Efficiency of Operations at Signalized Intersections, University of Nebraska, A Report on Research Sponsored by Nebraska Department of Roads Lincoln, Nebraska.

(收稿2013/10/2，第一次修改2013/11/12，定稿2013/11/19)