

考量行人優先條件下之號誌設計準則探討*

扈菀庭¹、蘇昭銘²

摘要

在臺灣「行人地獄」問題發酵後，中央及地方政府大力推動禮讓行人政策，藉由罰鍰的加重，取締不禮讓行人的違規行為。雖然路口行人獲得更大的保障，但許多傳統二時相路口可能因為轉彎車輛的禮讓，影響車輛紓解效率，造成路口延滯增加，甚至讓地方政府屢屢接獲民眾對於路口延滯增加之抱怨訊息。故如何在兼具安全與行車效率情況下，決定路口號誌採取傳統二時相或行人專用時相即為一重要課題。本研究透過 VISSIM 模擬軟體，針對簡單二時相之雙向四車道進行不同流量情境之績效模擬，據以做為行人專用時相設計準則之參考。研究結果顯示每小時行人量在 600 人以下時採用建議採用簡單二時相；行人專用時相則適用在每小時行人量 600 人以上，且轉向車流達 400 輛以上（或轉向比例 40%）之情境，而若每小時行人量在 1,000 人以上時，轉向車流 150 輛（或轉向比例大於 30%）以上，建議採用行人專用時相。本研究亦藉由路口之實證，初步確認所建議行人專用時相設置標準之可操作性，將可作為相關單位設置行人專用號誌之參考。

關鍵詞：行人時相設計、行人安全、行車效率

一、前言

路口行人交通問題從「行人地獄」在國內受到主管機關、媒體與民眾的高度重視，民國 112 年立法院通過《道路交通管理處罰條例》修正案，將第 44 條第二項中罰鍰增加至新臺幣一千二百元以上六千元以下。新增第四項「汽車駕駛人有前兩項規定之情形，因而肇事致人受傷或死亡者，處新臺幣七千二百元以上三萬六千元以下罰鍰。致人受傷者，吊扣駕駛執照一年；致人重傷或死亡者，吊銷其駕駛執照。」。主管機關冀望藉由加強路口行人保護的執法強度及罰則的增加，降低行人在路口的傷亡。行政院也在民國 112 年五月通過「行人優先交通安全行動綱領」，要結合跨部會與地方政府力量，聯手推動人行環境的改善措施，守護用路人權益及提升整體通行安全，分別就「工程面向」、「執法管理面向」共研擬出 11 個行動方案，路口行人安全設施改善即為其中之一項重要改善措施，而行人專用時相的設計即為路口行人安全設施改善之重要措施，目前各縣市對於行人專用時相的設計大都在行人量較高地區的部分時段採用，其他時段則仍舊以配

* 本文係國科會大專生專題計畫（計畫編號 112-2813-C-035-114-E）部分研究成果，對於國科會提供之經費補助，特此致謝。

¹ 逢甲大學運輸與物流學系碩士班研究生，台中市西屯區文華路 100 號，0974-095486，0906bonnie@gmail.com。

² 逢甲大學運輸與物流學系教授。台中市西屯區文華路 100 號，04-24517250 分機 4659，jmsu@fcu.edu.tw。

合行車號誌時相為主，在禮讓行人觀念逐漸受到重視的情況下，常可見如圖 1 所示之左右轉車輛因為禮讓行人而影響紓解效率情形，甚至在無轉向專用車道的路口，影響直行車流的紓解，影響整體路口的運作績效。

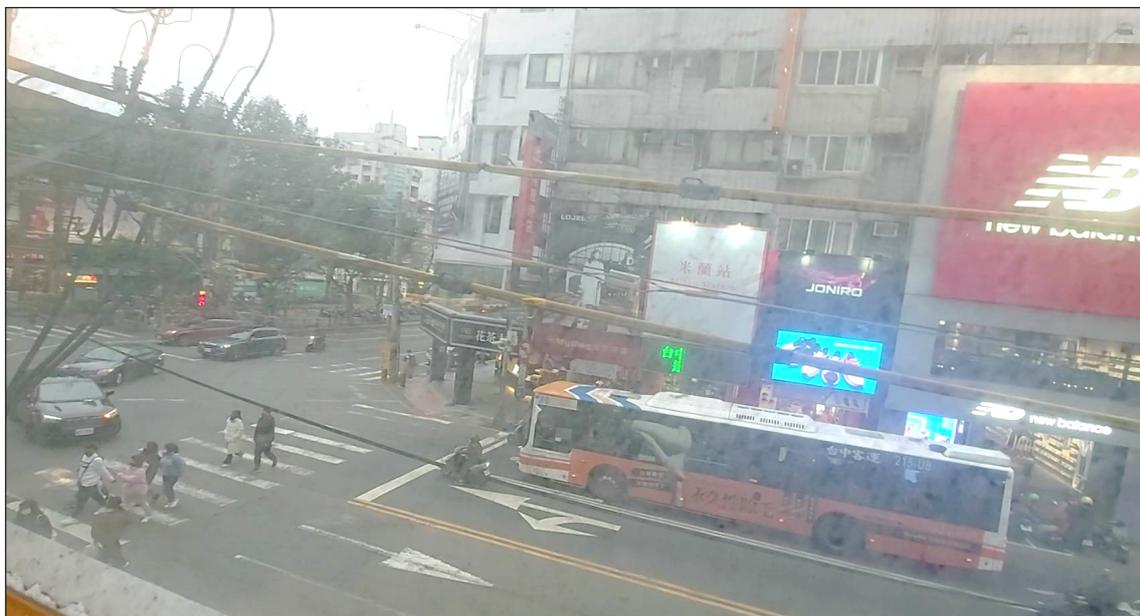


圖 1 禮讓行人行為影響路口紓解率現況（臺中市福星路與逢甲路口）

車輛在路口禮讓行人的行為確實保障行人在路口的通行安全，但近年來亦有部分縣市收到民眾反映路口紓解效率不佳，故如何在兼具路口安全及效率前提下進行路口行人號誌設計即為一重要之研究課題。本研究旨在運用模擬軟體，針對無轉向專用車道之雙向四車道路口，從不同車流與人流量情境進行行人專用時相設置準則之探討，以其作為未來各交通主管機關進行路口時制設計之參考。

二、文獻回顧

2.1 時相設計標準

路口號誌設計主要係以車流量為主，但同時也可能考量肇事等其他特殊情況，而行人專用號誌則會多考慮行人通過量，確認該路口是否需要設置行人號誌裝置。我國《道路交通標誌標線號誌設置規則》第 228 條第一款對於路口行人號誌裝置設計明確的行人穿越量規定：「道路交通符合設置行車管制號誌係依第二百二十六條第四款或第五款之條件設置者，得增設行人專用號誌。」，條文中第 226 條第四款「行人穿越數：（一）市區街道交叉路口之幹線道每小時汽車交通量與行人穿越數，在平均日中同時有八小時以上高於下表 1 之規定，且無行人立體穿越設施。（二）市區街道中段之每小時汽車交通量與行人穿越數，在平均日中同時有八小時以上高於表 1 之規定，且附近二百公尺以內無行人立體穿越設施或其他行車管制號誌可資管制交通。（三）郊區道路交叉路口或中段之每小時汽車交通量與行人穿越數得以下表 1 之百分之七十計算。」等以及學校出入口、有分隔島之路口等情況，皆需要設置行人專用號誌。

表 1 行人專用號誌設置規定

路型別	無分隔島或分隔島寬度 不足一點二公尺	設有寬度一點二公尺 以上之分隔島
每小時汽車交通量 (雙向總和)	600	1000
每小時行人穿越量 (以最高量穿越道計算)	400	400

資料來源：道路交通標誌標線號誌設置規則

常見行人時相包括行人專用時相或稱行人保護時相、行人早開時相等，不同時相適用的路口條件也不盡相同，國內外設計條件也因當地用路人情況有所差異。美國加州 LADOT (Los Angeles Department of Transportation, 2017) 建議行人專用時相設計標準，需要採用行人專用時相路口之每小時行人量達到 300 人或超過該路口車流量 30%，且轉向車流達 200 輛以上時；另外過去三年內發生三起車禍之路口，皆需要設立行人專用時相。

另外美國《Manual on Uniform Traffic Control Device, MUTCD》(2009) 對行人早開設計建議，行人燈號最少要提前 3 秒或至少行人可通過一車道的時間，或是轉彎半徑大之路口車輛轉向後不與行人發生衝突之時間等。另外對於行人早閉之建議，目的透過剩餘的綠燈時間，紓解路口剩餘車輛。美國聯邦公路管理局 (FHWA) 建議考慮包括歷年事故率、行人通行量、車流量、路口型式以及路口視距等幾個面向設置行人早開時相。

表 2 行人號誌與時相設置標準整理表

年份	文件名稱 / 單位名稱	設置標準
2009	MUTCD	行人早開號誌設定，提前時間至少要 3 秒、或是行人可通過一車道之時間
2017	LADOT	專用時相考量行人量與車流量的關係、轉向量、事故件數
2019	FHWA	行人早開設置考量歷年事故件數、行人通行量、車流量、路口型式、路口視距
2023	道路交通標誌 標線號誌設置規則	行人號誌設置需要考量車流量、行人穿越量與學校出入口

資料來源：本研究整理

2.2 路口行人管理策略評估

黃厚淳 (2004) 之研究顯示在設置行人專用時相後，路口人車總延滯時間將提高 1.49 倍。李忻哲 (2021) 採用數學模型評估路口行人時相績效，研究成果建議不同週期路口應採用不同之行人時相，以確保路口效率與行人安全。

賴朝睿 (2018) 透過實際之路口觀察，發現研究行人禮讓政策對混合直右車道飽和流率紓解影響，了解轉向比增加與行人衝突比例對車道紓解影響，並採用 VISSIM 模擬軟體，藉由不同交通量與轉向比，變更綠燈時段長度已獲得最佳交叉路口績效，並提出對應交通量與行人綠燈時段長度。Yi Zhang 等人 (2021) 研究中，同樣使用 VISSIM 研究模擬動態全紅燈應用最佳化，根據行人行為習慣，數學模式計算動態調整全紅時長，給予行人更多時間離開路口，保護行人安全。再以 VISSIM 模擬依據數學模式調整之全紅燈效率，觀察路口延滯與風險評估，

結果顯示該研究可以使路口行人在規定時間安全通過路口，卻也使車輛延滯上升。

表 3 路口績效評估實施方法整理表

年份	作者	評估路口績效方法
2004	黃厚淳	車輛、行人延滯時間，校估參數後分析延滯時間增加、迴歸分析
2018	李忻哲	行人延滯模型、號誌最佳模型、行人安全評估模型、績效評估、多元迴歸分析
2021	賴朝睿	混合飽和流率、皮爾森相關分析、迴歸分析、VISSIM
2021	Yi Zhang 等人	演算法、數學模式、情境評估、VISSIM

資料來源：本研究整理

2.3 綜合探討

經由前述文獻回顧內容，可歸納下列三點供本研究後續參考：

1. 由前述國內外規定與過去相關研究之探討，可發現我國現行對於行人號誌設置的規定僅針對路口行人與車流量加以考量，缺乏較明確之設計準則。
2. 賴朝睿（2018）與 Yi Zhang 等人（2021）均曾利用 VISSIM 模擬路口情境，以延滯時間評估模式績效，然研究中未探討 VISSIM 模擬軟體是否模擬禮讓行人所衍生之車輛停等行為。
3. 考量《道路交通標誌標線號誌設置規則》中行人專用號誌設置標準之一致性，可以每小時汽車交通量（雙向總和）及每小時行人穿越量做為評估因素。

三、模擬軟體評估與實驗設計

經由前述文獻回顧，可發現在許多文獻中均採 VISSIM 模擬軟體做為主要分析工具，但為確認該軟體是否可確實模擬車輛在路口禮讓行為衍生的差異，故在 3.1 節中將先以不同交通條件情境確認 VISSIM 模擬軟體模擬路口禮讓行人行為之適宜性；再於 3.2 節中提出本研究所規劃之實驗設計內容，作為後續研究之基礎。

3.1 軟體適宜評估

過去實驗中未提及 VISSIM 模擬車輛禮讓行人行為，因此本研究透過 VISSIM 軟體衝突區功能，設定車輛到達行人穿越線時，行人正好在行穿線上，行人優先通過路口，幾何設計如圖 2 與圖 3 所示，本實驗採用之車流為轉向車流 200、400、800 輛，每小時行人量分別為 100、500、1000 人之間變化。自實驗模擬動畫，轉向車輛在路口遭遇行人，車輛暫停等待多數行人通過後才啟動通過路口，平均停等延滯秒數證明車輛在路口時有完成禮讓行人之行為。比較禮讓與未禮讓行人路口平均停等延滯變化，本研究整理成圖 4 所示，未禮讓行人模擬結果，並不受行人流量增減變化影響，平均延滯結果基本與車流本身的排隊長度等條件相關；執行禮讓行人使路口車輛平均停等延滯大幅上升，同時伴隨行人量大幅增加，對路口績效影響甚鉅，當行人量達到 1000 人時，路口平均停等延滯增加至 81.18 秒/車。由前述結果可發現 VISSIM 模擬軟體在設定車輛在路口有停讓行為時，確實會讓車輛的延滯時間增加，亦即表示該模擬軟體可反映車輛在路口有無停讓情形

下之車輛行為，將可作為後續本研究之模擬工具。

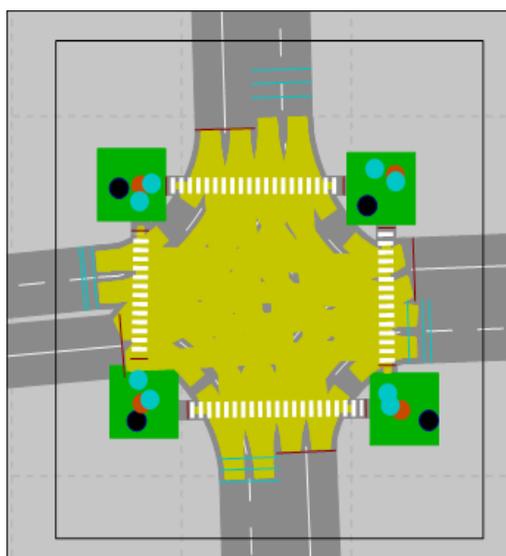


圖 2 衝突區設定

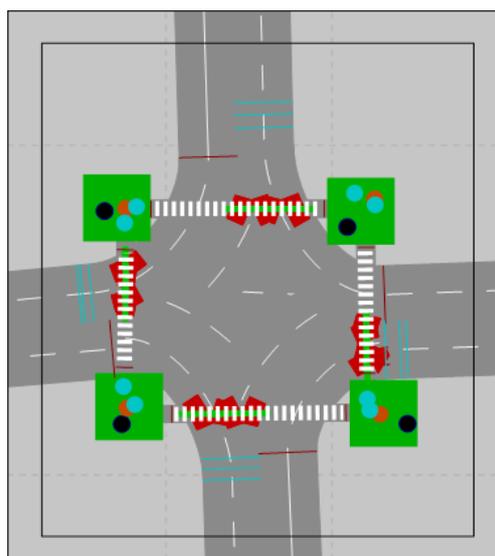


圖 3 行人優先模擬設定

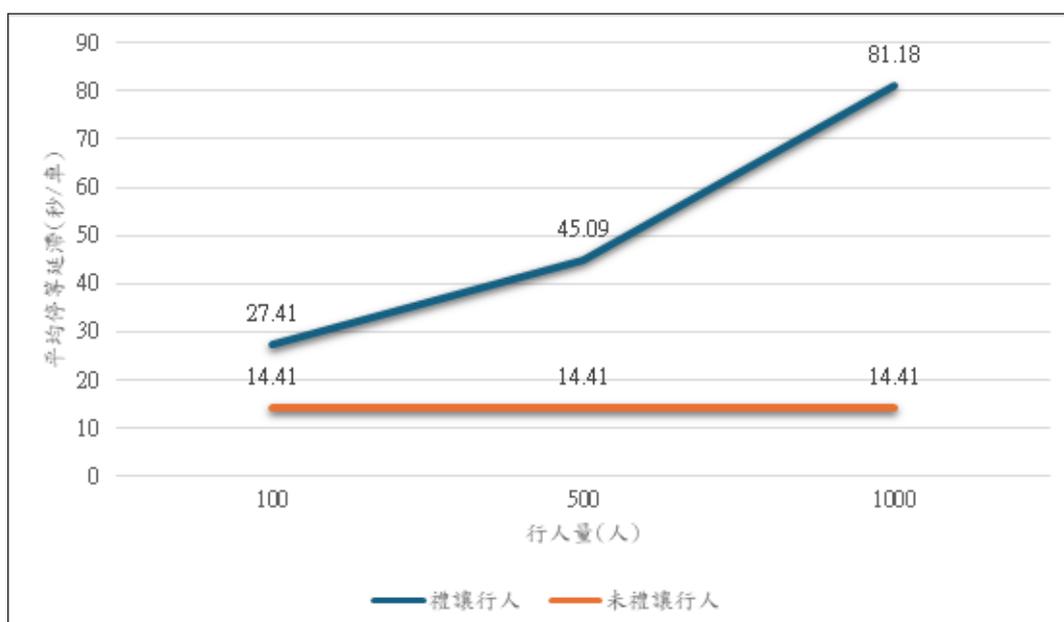


圖 4 有無禮讓行人平均停等延滯

3.2 實驗設計構想

本研究採用 VISSIM 模擬軟體進行雙向四車道之正交路口之實驗路口，針對不同行人時相進行模擬，在 VISSIM 模擬軟體中所模擬之一般時相（無行人專用時相）及行人專用時相（後續簡稱專用時相）之實驗路口分別示如圖 5 及圖 6。

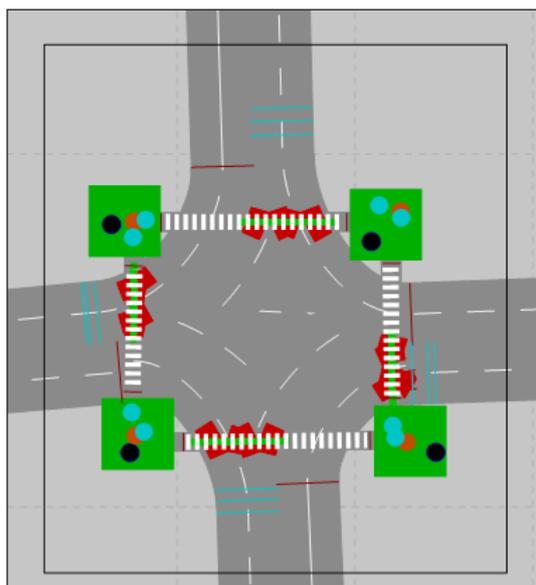


圖 5 VISSIM 軟體模擬路口設計
——一般時相

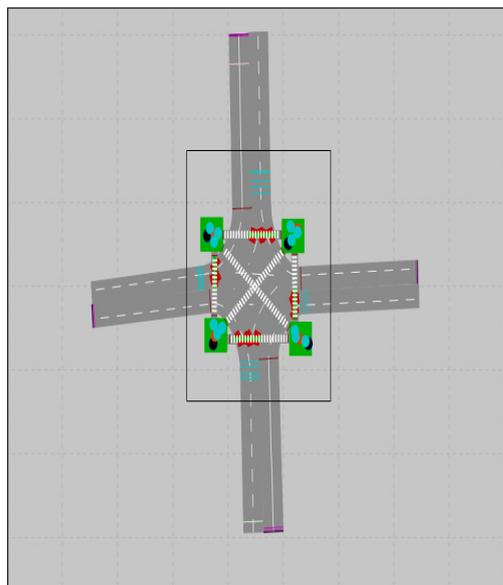


圖 6 VISSIM 軟體模擬路口設計
——專用時相

在模擬情境的設計方面，延續《道路交通標誌標線號誌設置規則》之標準，以每小時汽車交通量（雙向總和）及每小時行人穿越量做為評估因素，但考量與行人衝突之汽車交通量係來自於同臨近路口（approach）之左右轉車流，由於單向雙車道路口一般不會設置轉彎專用車道，故當轉向車輛受阻於禮讓行人行為時亦可能影響直行車輛的紓解，故實驗情境以左右轉轉向比 20%、30% 和 40% 三組轉向比與單向每小時車流 500、1,000、2,000 車流量（PCU）共 9 組轉向衝突車流數據進行實驗，探討轉向比變化對與不同行人號誌時相下對路口績效之影響，茲就本研究所進行之模擬車流情境彙整如表 4 至表 6 所示。

表 4 模擬車流衝突量 轉向比 20%

車流量 (PCU) \ 轉向比	直行比例	左轉比例	右轉比例	衝突車流量 (PCU)
	80%	10%	10%	
500	400	50	50	100
1000	800	100	100	200
2000	1600	200	200	400

資料來源：本研究整理

表 5 模擬車流衝突量 轉向比 30%

車流量 (PCU) \ 轉向比	直行比例	左轉比例	右轉比例	衝突車流量 (PCU)
	70%	15%	15%	
500	350	75	75	150
1000	700	150	150	300
2000	1400	300	300	600

資料來源：本研究整理

表 6 模擬車流衝突量 轉向比 40%

車流量 (PCU) \ 轉向比	直行比例	左轉比例	右轉比例	衝突車流量 (PCU)
	60%	20%	20%	
500	300	100	100	200
1000	600	200	200	400
2000	1200	400	400	800

資料來源：本研究整理

四、模擬評估結果

依據前一章節實驗設計結果，本研究針對進行不同車流、行人量與時相設計，總計 180 組實驗數據進行 3 次模擬，確認模擬結果不會因重新進行多次模擬相同數據而出現不同平均停等延滯結果，各情境依照一般時相與專用時相分別整理至表 7 及表 8 所示。由表 7 之數據可發現在採用一般行人時相路口平均停等延滯符合先驗知識中衝突量越大，平均延滯秒數越長；在表 8 中可發現，當車流量越大、轉向車流占比越高，專用時相設計之延滯值優於一般行人時相設計，顯示行人專用實現在應對大流量轉向車流路口時，可減少為禮讓行人時車輛平均停等延滯，在車輛通行時相時，車輛可以不受行人影響通過路口，提高路口紓解效率。

另外透過圖 7 之綜整比較分析，可發現在一般時相中，平均停等延滯隨著行人量增加，而車流與行人間衝突則在轉向量與行人量都增加的情境中，明顯使路口車輛平均停等延滯大幅上升，其中又以轉向比例 40% 衝突車流，平均停等延滯出現明顯的增長，實驗結果再次證實轉向車流與行人量間相互影響，衝突車流與行人增加影響路口平均停等延滯一同增長。

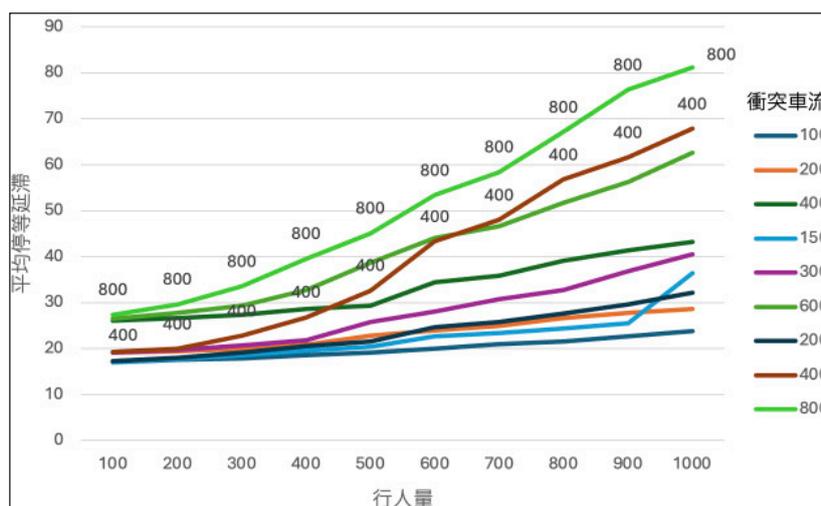


圖 7 一般行人時相情境模擬趨勢圖

經過多次實驗模擬與分析模擬結果，本研究發現在一般行人時相路口模擬情境中，衝突車流與行人量是影響路口平均停等延滯原因，當衝突車流與行人量大量增加時，平均停等延滯明顯增長，此現象在折線圖呈現中更為清楚可見。當車

流越多，轉向車流越大，平均停等延滯相比一般行人時相明顯下降，並且適用於不同行人量中。透過此結果，在下章節中將兩種行人時相平均延滯彙整擇優呈現，確認各情境適合之行人時相，並以此討論行人時相設置標準，並以此標準在實際路口之流量驗證結果。

表 7 一般行人時相模擬平均停等延滯

左右轉 向比	行人量 衝突車流	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
		20%	100	16.97	17.5	17.89	18.58	19.12	19.98	20.97	21.56
200	19.07		19.42	20	20.76	22.88	23.94	24.88	26.58	27.7	28.56
400	26.04		26.63	27.31	28.62	29.38	34.49	35.81	39.04	41.4	43.19
30%	150	17.03	17.74	18.53	19.53	20.38	22.72	23.31	24.38	25.48	36.43
	300	19.18	19.72	20.69	21.87	25.76	28.02	30.77	32.71	36.88	40.53
	600	26.46	27.81	29.32	32.77	38.74	44	46.6	51.74	56.22	62.62
40%	200	17.29	18.06	19.09	20.58	21.56	24.72	25.84	27.64	29.56	32.12
	400	19.23	19.96	22.77	26.84	32.64	43.3	48.02	56.78	61.59	67.81
	800	27.41	29.66	33.55	39.56	45.09	53.35	58.43	67.13	76.3	81.18

單位：秒 / 車

表 8 專用行人時相模擬平均停等延滯

左右轉 向比	行人量 衝突車流	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
		20%	100	26.63	26.63	26.63	26.63	26.63	26.63	26.63	26.63
200	37.24		37.24	37.24	37.24	37.24	37.24	37.24	37.24	37.24	37.24
400	51.91		51.91	51.91	51.91	51.91	51.91	51.91	51.91	51.91	51.91
30%	150	26.82	26.82	26.82	26.82	26.82	26.82	26.82	26.82	26.82	26.82
	300	31.54	31.54	31.54	31.54	31.54	31.54	31.54	31.54	31.54	31.54
	600	50.9	50.9	50.9	50.9	50.9	50.9	50.9	50.9	50.9	50.9
40%	200	25.67	25.67	25.67	25.67	25.67	25.67	25.67	25.67	25.67	25.67
	400	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3
	800	51.33	51.33	51.33	51.33	51.33	51.33	51.33	51.33	51.33	51.33

單位：秒 / 車

五、設計準則建立與應用

5.1 行人時相類型探討

透過情境模擬，得到兩種行人時相設計不同交通條件平均停等延滯，彙整各情境所適用行人時相，比較兩種行人時相平均停等延滯後，依據延滯值高低彙整行人時相類型如表 9 所示。從表 9 觀察當轉向車流占比 20%，一般行人時相就可以紓解路口的任一車流與行人量，同時保證路口安全與效率。但當路口轉向車流占比超過 30% 時，行人量 1000 人之路口明顯會造成車輛的平均停等延滯惡化，使路口效率降低，建議路口行人時相採用專用時相。經過彙整比較平均停等延滯表現，路口平均停等延滯隨著轉向車流占比、行人量上升，延滯值亦隨之增加。此時，若將車輛與行人通行的時間個別獨立，給予各自的通行時相，在面對大轉

向量、大量行人路口，有效紓解路口交通量，提高路口效率，並同時保證行人與其他交通用路人之安全。

透過上述彙整各情境與建議各情境合適採用行人時相，本研究確認下列行人時相設置標準：

1. 一般時相之設置標準建議

根據本研究結果，表 9 彙整橘紅色區域建議採用一般時相。建議採用一般時相交通流量包括：轉向比 20% 路口，任意行人量；當行人量小於 500 人之任意轉向比車流路口；行人量 600 人至 900 人，除了轉向比 40% 以上之車流建議使用專用時相，其他交通流組合以一般時相管制。簡言之，當交通流量過少，使用專用時相僅使路口安全提高，但對於路口效率並無幫助，因此不建議採用專用時相。

2. 行人專用時相之設置標準建議

表 9 中藍色區塊情境建議使用專用時相。使用專用時相路口交通量包含當每小時行人量高達 1000 人時，轉轉向比 30%（含）以上；當行人量 600 人以上，轉向比 40%，這些交通流量組合路口建議採用專用時相。透過研究發現，上述情境採用路口專用時相會優於一般時相，無論是針對安全或行車效率改善方面。

表 9 行人時相類型建議表

左右轉向比	行人量		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000																					
	衝突車流																																
20%		100	一般																														
		200																															
		400																															
30%		150											一般																				
		300																															
		600																															
40%		200																					一般										
		400																															
		800																															專用

透過本研究模擬與彙整，提出行人時相設計明確交通流量建議。如今我國交通逐漸重視行人安全，對於是否在路口使用行人專用時相爭議不斷，經過本研究也發現，行人專用時相確實可給予路口相對的安全與行車效率，然而研究中也發現，並非所有路口都必須使用專用時相，當有更明確設置建議，將可提供各縣市政府在評估設置行人專用時相實之量化標準依據。

5.2 實際路口模擬測試

為確認前述章節所建立之基本設計準則之可操作性，本研究採用臺中市逢甲路與福星路交叉路口之車流與行人量模擬，觀察結果是否符合前述標準提出之建議。該路口四個流向車流量與行人量如表 10 所示，依據圖 8 之流程圖，本研究進行兩步驟查表流程，先以交通流量對照提出之設計標準，另外將交通流量輸入 VISSIM 軟體中模擬，模擬不同時相路口平均延滯驗證建議時相符合現實情況，給予路口採用行人時相採用標準建議，茲就圖 8 流程中之重要作業程序說明如下：

1. 轉向車流計算：各車流方向轉向車流加總。

2. 車流對照時相建議表：在時相建議表中尋找接近轉向車流之衝突車流。
3. 行人量對照時相建議表：在時相建議表中查詢接近的路口行人量。
4. 轉向車流與行人量交叉對照：交叉對比後，透過交通量查表得到時相建議。

以實證路口為例，依照表 9 中行人量 1000 人、轉向車流 200 至 500 輛時之建議係採用行人專用時相。本研究經利用 VISSIM 模擬軟體模擬此交通流量數據分別模擬一般行人時相與行人專用時相之車輛延滯值，實驗結果顯示專用時相之路口平均停等延滯為 38.34 秒/車，相較一般時相的 49.39 秒/車表現更佳，同樣建議採用行人專用時相。兩種結果皆說明符合現實路口採用設計，顯示本研究提出之設計標準確實可應用在實際路口選擇行人時相類型之參考。

表 10 實際路口交通量

流向	總車流 (輛)	直行 (輛)	左轉 (輛)	右轉 (輛)	行人量 (人)
向南	1444	1124	248	42	1560
向北	431	217	68	146	2280
向西	992	759	108	125	2040
向東	569	155	177	237	2160

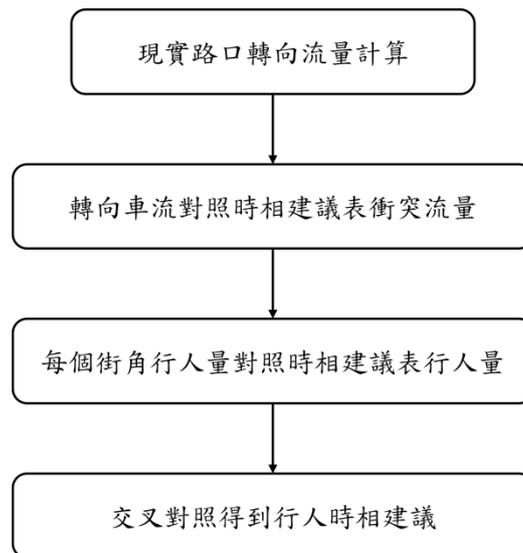


圖 8 行人時相建議表操作流程

六、結論與建議

6.1 結論

臺灣被冠以「行人地獄」之稱號，是長年忽視行人權益，行人通行安全不被重視之警鐘。每年於路口死傷行人數不斷攀升，迫使政府重視行人安全議題，並以立法、執法使駕駛人注重路口安全、禮讓行人。本研究觀察到，僅透過執法解決行人安全效率薄弱，並且禮讓行人後，路口行車效率下降。因此思考從號誌時相調整，透過不同行人時相管制，解決不同路口條件行人安全與行車效率。

本研究目的考量安全與行車效率，為模擬禮讓行人交通環境，實驗初期測試確認 VISSIM 軟體可透過設定衝突區實驗禮讓行人車流行為，因此使用 VISSIM 軟體模擬禮讓行人路口環境，對於行人時相設置建議，則考量 9 組轉向車流與 10 組行人量，模擬 90 組交通流量條件採用一般時相與行人專用時相之路口平均停等延滯，並以平均停等延滯結果提出設計建議。最後再採用實際路口車流與行人量對照提出設計標準，驗證提出之設計標準合理且可行。以下為本研究此次提出結論與建議。

1. 文獻回顧後發現法規中並無明確針對時相設計提出相關交通流量建議，過去研究者多是探討行人時相與路口交通量之影響評估，因而本研究探討明確設置行人時相交通流量，並且考量禮讓行人路口安全條件，探討兼具安全與效率之行人時相設計建議。
2. 實驗初期測試 VISSIM 模擬禮讓行人路口，設置行人與車輛衝突區，確認 VISSIM 具有模擬禮讓行人路口之能力。實驗結果顯示，路口禮讓行人會使車流平均停等延滯增加，在行人量上升後平均停等延滯明顯增加約 10 秒，反映大量行人流量路口，若僅考慮禮讓行人保護行人安全，將忽視路口行車效率，影響車流紓解。
3. 由於禮讓行人條件後之路口平均停等延滯上升，使行車效率下降問題，本研究基於禮讓行人之安全條件，考慮以行人時相設置，改善路口行車效率。為此交叉實驗 20%、30%、40% 轉向比與單向 500PCU、1000PCU、2000PCU 所計算出共 9 組衝突流量、10 組行人量與兩種行人時相，模擬 1 小時交通量之平均停等延滯，並將結果彙整建立行人時相設計建議表，確定不同轉向車流量與行人量建議採用之行人時相標準。
4. 本研究提出明確交通流量條件建議，針對不同轉向車流、行人量條件確實提出行人時相設計建議，並繪製成表，改善法規在號誌設置及時制設計中並無明確針對行人時相設計交通流量建議。行人量 500 人以下，任何衝突量，以及 600 人~1000 人、轉向比 20% 與轉向車流 400 輛以下等建議採用一般時相；專用時相則行人量超過 600 人，轉向比 40% 與轉向車流 400 輛以及行人量 700 人以上，轉向比 40% 與轉向車流 200 輛以上等轉向車流量較大、行人量較大時採用；行人量超過 1000 人，轉向比 30% 與轉向車流 150 輛以上，採用專用時相。
5. 經以臺中市逢甲路與福星路口晚間採用行人專用時相交通流量驗證提出設計標準合理可行。透過交通量查表及模擬後平均停等延滯皆說明基本符合現況採用時相設計，本研究提出之設計標準具有建議設計時相之功能。

6.2 建議

1. 本研究探討行人號誌類型僅討論一般時相與行人專用時相，並未探討其他行人時相應用於路口是否同樣可兼具安全與效率，因此建議後續研究可針對包括行人早開等時相進行更全面研究，提出更完整之行人時相設置標準。
2. 本研究中所採用時制設計並未進行最佳化設計，因此建議未來研究可先進行時制最佳化設計，再進行行人時相類型測試與設置標準建議。
3. 本研究在模擬過程係採用固定週期模擬，建議後續研究可以研究不同週期路口，提供其他週期路口行人時相標準。

4. 因在實際路口模擬中，轉向交通量直接受行人量影響，但在無轉向專用車道之單向兩車道路口，尚可能會影響直行車流的通行順暢性，故未來宜針對不同車流量和轉向比例進行更細緻之分析，使行人時相設計之評估標準能夠更為精準。
5. 路口幾何條件、路口清道時間與行車遲閉時相等條件亦可能影響路口行人安全與行車效率，然因本研究目前所探討之路口行人專用時相設計準則適用在通用性之準則訂定，未來在各路口之行人號誌時相型式選擇時，可依現地條件進行更完整之評估。

參考文獻

- 歷年行人路口死傷人數資料(截至2023年)。道安資訊查詢網，2024年6月查詢。
- 道路交通安全規則，全國法規資料庫，2024年6月查詢。
- 道路交通管理處罰條例，全國法規資料庫，2024年6月查詢。
- 道路交通標誌標線號誌設置規則，全國法規資料庫，2024年6月查詢。
- 黃厚淳(2004)，設置行人專用時相對車輛與行人延滯影響之研究，國立交通大學碩士論文。
- 李忻哲(2021)，號誌化路口績效評估：行人專用時相與其替代方案，國立台灣大學碩士論文。
- 賴朝睿(2018)，右轉車輛與行人同一時相對混合直右車道飽和流率之影響分析與改善策略評估，國立台灣大學碩士論文。
- Yi Zhang (2021), "Pedestrian-Safety-Aware Traffic Light Control Strategy for Urban Traffic Congestion Alleviation." IEEE Transactions on Intelligent Transportation System, Volume 22, pp.178 – 193.
- CNN (2022), Taiwan's 'living hell' traffic is a tourism problem, say critics.
- Los Angeles Department of Transportation (2017), Design Element: Exclusive Pedestrian Phase, LADOT Complete Streets Committee.
- Federal Highway Administration (2009), Manual on Uniform Traffic Control Device, pp.499 - 501.
- Federal Highway Administration (2019), Leading Pedestrian Interval(LPI), FHWA-SA-19-040.