

臺灣機車交通工程設計之回顧與檢討

A Critical Review on Traffic Engineering Designs for Motorcycles in Taiwan: A Literature Review and Retrospection

張勝雄 Shen-Hsiung Chang¹

張耕碩 Keng-Shuo Chang²

摘要

汽、機車操作特性有異，容易產生速差，過去許多研究建議以分流方式改善此一問題，即透過時間或空間將兩種運具區隔。本研究蒐集過去汽、機車分流行生之車流特性、交通問題、工程設計建議標準等，並針對車道寬度、直行停等區與左轉待轉區之設計缺失提出建議。車道寬度研究雖多，但實際設置時，多淪為汽車車道配置完畢後之剩餘空間，而常出現不適當的寬度，騎士不易判斷應採循行或併行方式行駛，建議應確切規範單或多機車道之設計標準，減少於同一車道併行情況。直行停等區主要問題為進入路線受阻，本研究提出停等區進入車道之概念，以固定寬度為 1.5 公尺，減少汽車誤入情形，另外也可配合路段機車優先道取消直行停等區，令機車循行停等於機車道。左轉待轉區問題為機車與行人間互相干擾，若橫向路段設有右轉車道，可於下游路段路緣設槽化線，而待轉區前緣切齊槽化線外側，加大待轉區與行穿線的距離減少與行人間衝突。

關鍵詞：機車、交通工程設計、車道寬度、機車停等區、左轉待轉區

Abstract

Because of the different characteristic between motorcycles and passenger cars, several studies have recommended to separate the traffic flows of motorcycles and

1 淡江大學運輸管理學系教授（聯絡地址：新北市淡水區英專路 151 號，電話：02-26236517，E-mail：shawn@mail.tku.edu.tw）。

2 淡江大學運輸管理學系碩士。

passenger cars by time and/or space separations. This study reviewed the literatures regarding traffic flow characteristics, traffic engineering design standards, and motorcycle traffic problems associated with the separation of mixed traffic flow. This study also provided improvement recommendations on such deficient design issues as lane width, motorcycle waiting zones, and left-turn waiting zones design standards. Due to most of the motorcycle lanes used the remaining space of the roadway left by assigning the necessary space to the fast traffic lanes, the resulting width of motorcycle lanes are varied and oftentimes are inappropriate causing trouble to motorcyclists traveling on the motorcycle lanes. It is suggested that the design standards of motorcycle lane(s) should be specified to reduce the occurrence of parallel driving on the same motorcycle lane. It was observed that the stopped vehicles at the intersection approach waiting for the signal to turn green blocked the motorcyclists from getting to the motorcycle waiting zone located in the immediate upstream of the stop line. A concept of designating a 1.5m-wide lane for accessing the motorcycle waiting zone was proposed in this study in hope that this design concept would prevent vehicles from entering the designated lane blocking motorcycles. It was also suggested that the currently adopted motorcycle waiting zone design concept could be replaced by another concept of providing a priority motorcycle lane alongside of the travel lane allowing motorcyclists to park on this lane while waiting for the signal to turn green at an intersection. The problem associated with the operations of left-turn waiting zone was that the motorcycles accessing the left-turning waiting zone for making a two-step left-turning maneuvers would conflict with the pedestrians crossing the street. For those locations where a right-turning lane exists on the crossing street, this study proposed a channelization design concept for reducing the motorcycle-pedestrian conflicts by realigning the front edge of the left-turn waiting zone with the outside edge of the channelization to enlarge the distance between the zone and the zebra crossing.

Keywords : Motorcycle, Traffic engineering design, Lane width, Motorcycle waiting zone, Left-turn waiting zone

一、前言

機車已成為臺灣主要的交通工具之一，而機車靈巧的操控性也增加路段或路口上超車、鑽車隙的情形，提升了機車與汽車混合行駛時之風險，為了改善類似情況，因此出現汽、機車分流行駛之概念以其改善操作特性差異的問題，但是如表 1 所示，近 5 年（96 年至 100 年）與機車有關之交通事故約占九成，雖然機車數量龐大，但依照交通部統計，96 年至 100 年間機動車登記數量約為 67%~68% 間，由此顯示，機車屬於容易發生事故的族群，而發生事故除了與駕駛者本身因素有關外，交通工程設計亦為其中影響因素，有鑑於此，本研究針對工程方面，回顧過去相關機車車流特性、交通問題與設計方式，判斷交通工程設計方面是否尚有不足之處，並提出改善的方向。

表 1 近 5 年機車涉入事故件數比例

事故 年期	總事故件數(a)	機車涉入事故件數(b)	機車涉入件數比例 (b)/(a)
97	164,275	148,679	91%
98	183,888	161,455	88%
99	218,005	192,584	88%
100	233,903	207,449	89%
101	249,465	205,203	82%
合計	1,049,536	915,370	87%

資料來源：張勝雄等人(2013)，本研究整理。

二、文獻回顧

我國目前許多道路配置型態為混合車流，由於汽、機車實體大小及操作特性的差異，當兩者使用同一道路空間時，可能造成許多衝突，因此許添本等人(1998)建議，在兩種運具車流特性差異到達一定程度時，可將之分流，以提升安全與效率，而分流方式可分為空間與時間兩類。空間分流可實行於路段或路口，路段上將汽、機車以實體或標線的方式區隔，亦即設置機車專用道或機車優先道；路口則設置機車直行車停等區與機車左轉停等區。時間分流偏向路口的號誌設計管制方式，亦即透過時相將機車與汽車區隔，減少兩種運具間的衝突。

建立機車分流概念與機車專用道之前，必須先了解機車車流特性（歐陽餘慶等人，2001），依據許添本等人的架構，將一般將機車行駛空間分為路口與路段兩處，路段特性包括：行駛車道分布、速率、亂度；路口行為包括：停等特性、左轉待轉特性。

2.1 機車路段車流特性

2.1.1 車道分布

許添本與王義川(2001)調查當時機車行駛車道分佈，機車多行駛於混合車道或外側車道，為符合此種配置造成的機車靠右行駛駕駛習慣，機車專用道配置建議可先設於道路外側。

由於近幾年許多路段逐漸開放汽車道予機車，取消靠外側之禁行機車標線，此方式除了增加機車行駛空間，也灌輸民眾汽、機車於行駛速度 70 KPH 以下操作特性差異不大，可混合行駛的觀念。因此，目前機車駕駛車道分佈型態是否如過去研究之調查仍有待進一步研究。

2.1.2 速率

過去調查機車行駛於汽車道上的研究顯示，機車速度偏高，且變異程度大，許添本等人調查機車行駛空間車道化後駕駛行使特性。研究顯示，機車行駛較為集中，而產生行駛速度變慢、速度集中且亂度較低的情況，因此機車行駛於車道化空間有助於集中機車速率，並降低機車行駛速率，另外如果速度變異程度降低，也有助於降低肇事嚴重程度。

2.1.3 行駛亂度

亂度旨在反映機車行駛時左右偏移的現象，其定義為車輛縱向行駛 10 公尺，在橫向位移量的絕對值平均，行駛亂度值越高代表車流秩序越混亂，許添本等與王義川(2001)研究發現，機車在無專用道的情況行駛亂度大於設有機車專用道時的行駛亂度，此現象說明未來若能適當設置機車專用道，將可提升車流秩序。

2.2 機車路口車流特性

2.2.1 停等特性

關於停等區之研究可分為使用者特性與紓解特性兩方面，使用特性描述設置停等區後，駕駛者進入停等區與停等的情況，紓解特性則比較設置前與設置後之差異。

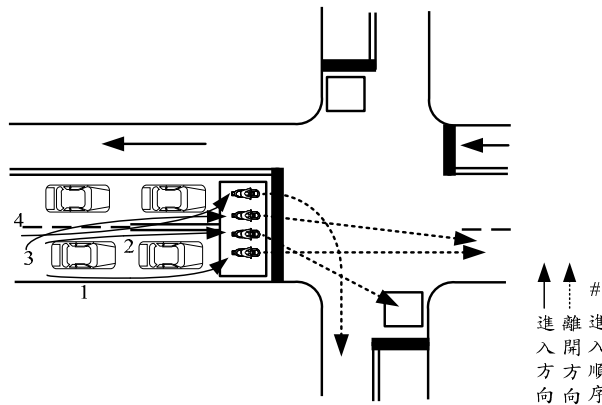
許添本(1998)認為，若以較符合機車集中停等與紓解特性之方式設計停等區，可提升道路空間的使用效率，減少汽、機車夾雜停等現象，因此分析設置直行機車停等區對紓解特性產生的影響，並且內容偏向進入停等區受阻對停等區使用率之影響，研究重點整理如下：

1. 汽車是否違規停入機車停等區與第一部機車是否順利進入停等區內會影響停等區內機車數量。
2. 機車停等區使用效率隨機車進入停等區路線與角度、駕駛者欲保持舒適停等空間有所不同。
3. 機車前往停等區之路線受阻，停等區使用率隨之降低。

許添本與王義川(2001)之研究說明，由於機車體積小，因此在於路口停等時有向前集中，橫向發展的趨勢，停止線對機車限制小，即代表大多數機車並不會停止於停止線後方，在路口設置待轉區時，機車會停等於待轉區與停止線之間的行穿線上，該研究偏向描述停等區內停等之情況調查結果如下：

1. 機車駕駛者所需求之停等空間可能會超過單一機車停止時所占用之淨面積 2.2 平方公尺，平均約 3.2 平方公尺。
2. 機車駕駛者習慣停等於右側靠路邊緣石，不習慣停等靠近快車道區。
3. 若前幾輛機車停等位置為停等區外側，則後續機車將受阻礙，以致於進入停等區停等的比率降低。

游恕信(2012)透過問卷與錄影的方式得知，機車於紅燈進入機車停等區時，並不是依照綠燈後欲行駛的方向停等於機車停等區內，而是以能夠順利進入機車停等區的方式為主，該特性使得綠燈後機車交織與衝突情況嚴重，圖 1 為依照敘述概念所繪之狀況。

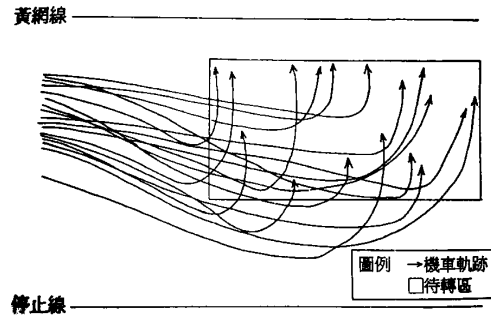


資料來源：張勝雄等人(2013)。

圖 1 機車進入停等區順序與離開方向

2.2.2 機車左轉待轉區

機車騎士進入左轉待轉區時，常需經過待轉區與停止線之間的行穿線（圖 2），而與行穿線行人發生衝突的情況，以錄影方式調查和平東路-新生南路之機車待轉區，研究顯示，西向路口與北向路口違規比例差異大（西向 80.66%、北向 28.70%），但兩個待轉區基本特性差異不大（大小、待轉區前緣與路口淨空標線距離、待轉區後緣與停止線距離），較有差異的為平均左轉機車輛（西向 2.7 輛/週期、北向 9.6 輛/週期）（許添本與陳柏君，2000），但是由曝光量角度分析，亦無法推得因每週期車輛數多而使得違規比例也多的情況，因此只能說明機車左轉待轉區應與行人穿越道保持適當距離，以免造成衝突。



資料來源：許添本、陳柏君(2000)。

圖 2 待轉區機車行駛軌跡示意圖

本節整理了機車於路段與路口行駛的特性，路段包含車道分布、速率、行駛分布；路口包括直行機車停等區與機車左轉待轉區，而上述特性整理如表 2。

表 2 路段與路口機車行駛特性

位置	分析項目	行駛特性
路口	直行機車停等區	<ul style="list-style-type: none"> ● 停等時有向前集中，橫向發展的趨勢 ● 停止線對機車限制小 ● 設置待轉區時，機車會停等於待轉區與停止線之間的行穿線上 ● 機車駕駛者所需求之停等空間可能會超過單一機車停止時所占用之淨面積 2.2 平方公尺，平均約 3.2 平方公尺。 ● 機車會由於停等區通道受阻而無法進入停等區中，受阻的原因包括汽車占用停等區，及前方機車占用車間空隙 ● 機車駕駛者習慣停等於右側靠近路邊緣石 ● 若前幾輛機車停等位置為停等區外側，則後續機車將受阻礙，以致於進入停等區停等的比率降低 ● 汽車是否違規停入機車停等區與第一部機車是否順利進入停等區內會影響停等區內機車數量 ● 機車停等區使用效率隨機車進入停等區路線與角度、駕駛者欲保持舒適停等空間有所不同 ● 機車於停等區停等時並非依照綠燈後欲行駛方向停等，交織情況嚴重
	機車左轉待轉區	<ul style="list-style-type: none"> ● 機車騎士進入左轉待轉區時，常出現與行穿線行人發生衝突的情況
路段	車道分布	<ul style="list-style-type: none"> ● 過去研究說明機車多行駛於混合車道或外側車道 ● 目前開放禁行機車道予機車行駛狀況可能與過去不同
	速率	<ul style="list-style-type: none"> ● 機車行駛於汽車道上的研究顯示，機車速度偏高，且變異程度大 ● 機車行駛空間車道化後，駛速度變慢、速度集中且亂度低
	行駛分布	<ul style="list-style-type: none"> ● 機車在無專用道的情況行駛亂度大於設有機車專用道時的亂度

資料來源：張勝雄等人(2013)，本研究整理。

三、機車交通工程設計方式與問題

分流以提升安全與效率為目的，但是，不良的交通工程設計，將導致不同運具間的衝突，而產生如路口進入待轉區側撞、路段超車擦撞等新的問題，本節將將機車行駛空間分為路段與路口，討論路段與路口汽、機車採取分流措施之設計方式與產生的問題。

3.1 路段設計方式與問題

路段設計內容包含機車道寬與車道配置方式，機車道寬除了蒐集研究建議的設計方式外，亦包括設計手冊、附屬規範等等設計標準，比較其差別。車道配置方式為機車道配置位置，分為內側、中央與外側，並列出不同設置位置之優缺。

3.1.1 機車道寬

機車車道寬度與路口疏解型態之研究（湯儒彥等人，1998）列出機車道寬度設計考量因素包含：機車實體尺寸、機車靜態尺寸與機車動態尺寸，實體尺寸中考慮了各種車型，如一般機車、殘障改裝車等；機車靜態尺寸為機車停等時可接受之寬度，其包含機車實體尺寸與停止時，可接受距離他車最小間隔；而機車動態尺寸為機車行駛時可接受之寬度，其包含機車實體尺寸與行駛時，與其他行駛車輛保持之安全間隔。

機車專用道影響機車行駛速度、安全、超車行為與行使駛之秩序，影響機車專用道設計因子包含速度、安全間距、超車所需間距等因素。機車專用道寬度應避免汽車行駛為原則，因此需小於 2.5 公尺，但考慮機車動態車寬，設計上以 1.2 公尺為下限，並以 1.5 公尺為標準寬。混合車道部分寬度可達 5 公尺，若不考慮路邊停車，則至少 3.5 公尺（許添本、王義川，2001）。

蘇昭銘等人(2000)調查國內 47 處機車專用道，發現寬度由 1 公尺至 5.2 公尺，差異甚大，希望能確實掌握機車使用特性，檢討機車專用道設計，該研究建議：機車專用道之設計應納入「台灣地區未來機車管理策略之探討」所研究之超車最小寬度（0.7 公尺）與側向安全距離（0.5 公尺），加上一般機車寬度（0.8 公尺），得到雙機車道的機車專用道的寬度為 3.3 公尺，扣除標線寬（0.1 公尺）後，單一機車道寬為 1.6 公尺，在該設計情形下可提供後方機車足夠空間超車、提供了安全的側向間隔，同時也能使機車有如汽車一般，具有跟車而非錯車的行為，使機車車流行駛較為穩定，除考慮車道寬外，為了因應路側活動強度高的情況，亦同時建議專用道路應距離路側 2 公尺，避免路側活動干擾行車。

機車專用道之設計與設置準則初探（歐陽餘慶等人，2001）之寬度建議值除了機車實體尺寸、機車靜態尺寸與機車動態尺寸外，將動態尺寸細分為多項考慮因素，包含設計速度、行駛側向間隔與超車寬度，並同時納入雙車道之建議設計值。

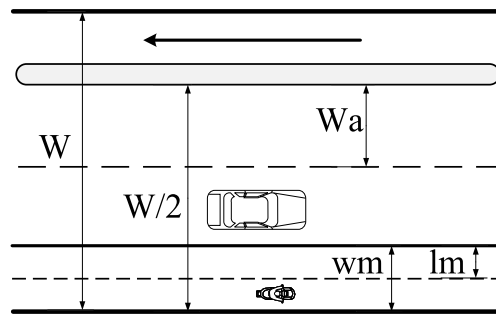
內政部(2009)最新公佈之市區道路及附屬工程規範中列出，無論主要道路、次要道路與服務道路單一車道寬為 ≥ 1.5 公尺、多車道 ≥ 2.5 公尺，而採實體分隔與獨立設置時亦為 ≥ 2.5 公尺。表3為機車專用道寬度設計值之整理。

表3 機車專用道寬度設計值

研究名稱	機車道寬(m)		備註
	主要幹道 1.5~2.0	次要幹道 1.5~1.8	
台灣省市區道路規畫標準之研究	單一機車道 ≥ 1.8		
機車速率與車道寬度需求關係分佈	車速(KPH)	建議車道寬	
	$V=0$	$0.85 \leq W \leq 1.2$	靜態
	$0 < V \leq 16$	$1.0 \leq W \leq 1.5$	動態
$16 < V$	$1.5 \leq W \leq 2.5$		
從機車使用特性探討機車專用道之車道設置	單機車道 1.6	雙機車道 3.3	
機車專用道之設計與設置準則初探	車速(KPH)	單車道	雙車道
	> 50	1.5~2.5	3.0
	≤ 50	1.5	3.0
市區道路及附屬工程設計規範	單機車道 ≥ 1.5	多車道 ≥ 2.5	

資料來源：張勝雄等人(2013)，本研究整理。

機車專用道可再細分為機車專用道車道，此概念與道路相同，道路包含汽車道、混合車道、機車專用道等，汽車道與機車道說明示意圖如圖3所示，令W為一道路橫斷面，則單向道路寬為W/2、汽車車道寬為Wa、機車道總寬為Wm、單一機車車道寬為lm，而機車道即機車專用道與機車優先道之統稱，機車道寬度決定了是否將專用道區分為多車道，雖然有許多機車專用道車道寬研究，但是實際應用的情況並不多，多數研究探討機車專用道車道之寬度。



資料來源：張勝雄等人(2013)。

圖 3 汽車道與機車道說明示意圖

3.1.2 車道配置

機車道配置需依照路邊活動強度與轉向需求而定，若將車道區分為汽車道、機車道及混合車道三種，佈設情況有三種可能，汽車道-混合車道-機車道、汽車道-機車道-混合車道與機車道-汽車道-混合車道（楊德邵，1999），而上述三種設計方式優缺點與圖示如表 4 所示。

1. 機車道-汽車道-混合車道

機車道配置於最內側車道方式，適用於穿越性旅次為主之路段，由於干擾較少，因此機車行駛速度較高，而且對於公車停靠的干擾較小，另外，此方式提供機車較佳的左轉空間。但是，機車道設於最內側較不符合當時（民國 88 年）的機車駕駛人靠外側車道行駛之習慣。如果無左轉專用時向，將增加左轉汽車與直行機車的衝突，且欲右轉的機車右轉困難。

2. 汽車道-機車道-混合車道

適用於都市混合土地使用區域，路邊活動強的地區有較高之適應性，對於公車停靠及路邊停車的干擾較小，但較不符合當時（民國 88 年）時機車駕駛人靠外側車道習慣，路邊停靠之汽車與機車產生交織，此時混合車道只供路邊活動進出之用。

該設計方式較適用於路邊停車需求高之路段，為確保混合車道不因公車站或路邊停車所占用，造成混合車道車輛行進困難，因此對於混合車道之寬度必須加以注意，由內側至外側加上停車位之寬度配置為汽車道 3.5 公尺、機車道 3 公尺、混合車道 3.5 公尺與停車位 2 公尺。

3. 汽車道-混合車道-機車道

在無路邊停車需求時（包括汽、機車停車、公車停靠、計程車停靠等）車道配置只需配置汽車道及機車道，兩者的相對位置為汽車道在內、機車道在外，若空間許可，也可在汽車道與機車道之間配置混合車道。

該方法為避免右轉汽車與機車衝突的最佳方式，且符合機車靠右行駛特性，對機車騎士而言衝擊小。但若路邊活動強度高（商業區或有停車需求區段），於停車過程中將造成機車車流中斷或轉向，因此適用於路邊並無公車站與路邊禁止停車之道路，寬度配置由內側至外側為汽車道 3.5 公尺、混合車道 3.5 公尺與機車道 2 公尺。

表 4 單向車道佈設方式

編號	優缺點	示意圖
1	<p>優點</p> <ul style="list-style-type: none"> ●提供左轉機車較佳空間 ●提升行駛速度 ●減少公車欲停靠路邊與機車產生之干擾 <p>缺點</p> <ul style="list-style-type: none"> ●不符臺灣汽車駕駛習慣 ●與左轉汽車嚴重衝突 ●右轉機車須跨越快車道 	
2	<p>優點</p> <ul style="list-style-type: none"> ●路邊活動強之地區有高適應性 ●對於路邊停靠公車干擾小 <p>缺點</p> <ul style="list-style-type: none"> ●不符合當時（民國 88 年）臺灣機車駕駛靠外側車道行駛習慣 ●欲路邊停靠之汽車與機車產生衝突 ●欲進入汽車道之汽車與機車產生衝突 	
3	<p>優點</p> <ul style="list-style-type: none"> ●符合當時（民國 88 年）臺灣機車靠外側車道行駛駕駛行為 <p>缺點</p> <ul style="list-style-type: none"> ●路邊活動強之地區汽車停靠與機車產生衝突 	

資料來源：楊德邵(1999)，本研究整理。

3.1.3 路段設計問題

路段上若採取汽、機車相關分流措施，於路段起始處首先碰到的問題為緩衝區長度與車道配置位置，為了給予機車足夠時間經過路口進入路段的機車專用道，因此需設置緩衝區，但目前緩衝區的設置尚未有一正式設的計標準（許添本與楊德邵，1999），緩衝區長度不足的情況可能造成機車沒有足夠時間進入機車專用道，嚴重時將發生機車降低車速尋找機會進入專用道的情況，使效率下降。另外，車道配置需視周邊土地活動強度與轉向需求而定，錯誤的配置將增加路段衝突。

機車專用道寬度可能影響機車的行駛速度與超車行為，雖然市區道路及附屬工程設計規範說明了機車專用道的設計寬度，單一車道不得小於 1.5 公尺、雙機車道不得小於 2.5 公尺（內政部，2009），但並未說明不應大於多少，且過去幾年於實務上設置機車專用道時通常是在配置完汽車道後，才將剩餘空間設置機車專用道，而造成機車道出現過寬、過窄或模稜兩可的情形，過寬雖使行駛速度提升，但也增加事故風險程度，標線分隔時若車道過窄，則將出現機車專用道使用率降低或者騎乘時有壓迫感的情形，失去設計意義，而模稜兩可寬度則增加超車事故次數。

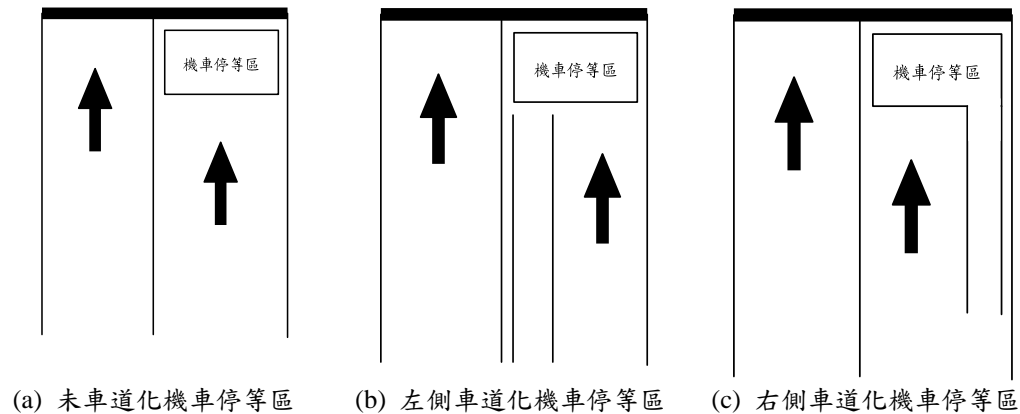
3.2 路口設計方式與問題

路口設計方式主要探討直行機車停等區基本寬度與深度，並說明欲增加寬度與深度時應以多少公尺為基本比例增加。左轉管制方式中左轉方式可分為直接左轉、兩段式左轉與禁止左轉（許添本與陳柏君，2000），若採直接左轉建議設置左轉車道；若採兩段式左轉則須設置左轉待轉區，另外也須因應左轉管制方式而設置新的標誌標線。

3.2.1 直行機車停等區

停等區深度考量機車長度(1.6~2.0m)與停等保留淨空(0.5m)，因此最小深度為 2.5 公尺，深度以 2 公尺為基本增加單位；機車道寬度以單一汽車道寬(3.2m)為最小寬，寬度以 1.6 公尺為基本單位增加（許添本，1998）。

直行機車停等區可分為三種類型，分別為未車道化機車停等區(a)左側車道化機車停等區(b)與右側車道化機車停等區(c)如圖 4 所示（楊德邵，1999），但並未詳細說明何種情況下應如何設置。



資料來源：楊德邵(1999)。

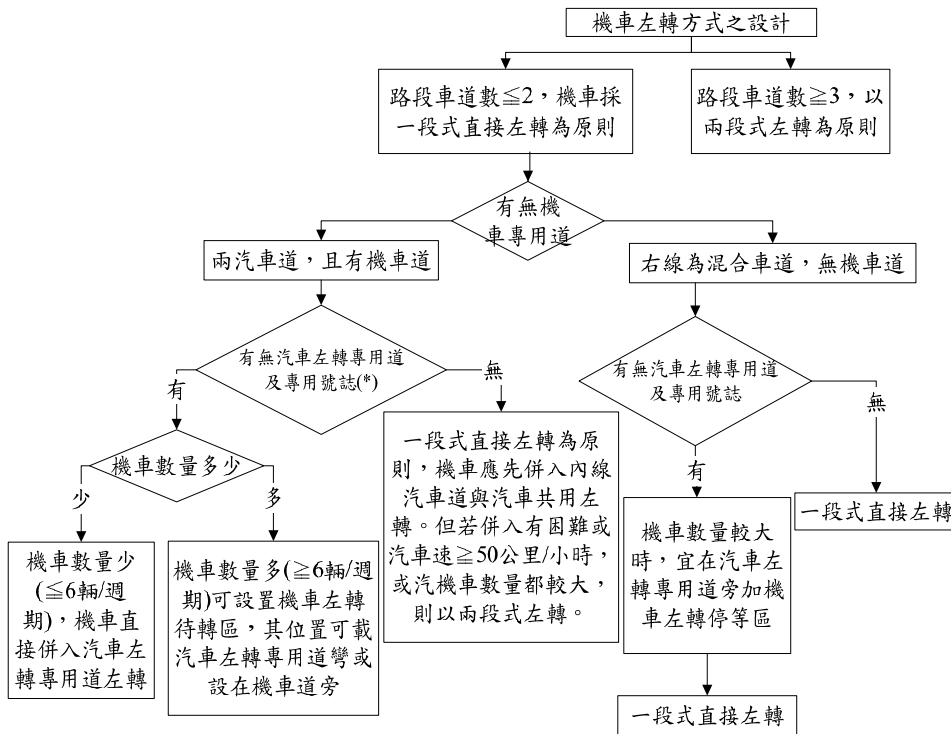
圖 4 直行機車停等區設計方式示意圖

3.2.2 左轉管制方式

1. 左轉方式

許添本(1998)認為若採取汽、機車分流，機車便不易使用汽車左轉空間直接隨汽車左轉，需考慮機車數量及車道分佈情形與交通量條件來決定。若機車採用兩段式左轉則須劃設左轉待轉區，而左轉待轉區的設置涉及機車的道路幾何。

在道路幾何方面，可按路段車道數來分為單向兩車道或三車道以上兩種，並且區分有無機車道及機車專用停等區；機車交通量方面則以左轉機車數每號誌周期內 6 輛機車或每尖峰小時左轉機車 200 輛為區分。在交通號誌管制方式方面，若對於無號誌管制之路口，機車可直接左轉不必採取兩段式作法。而在號誌化交叉口則必須考慮到道路幾何條件，當道路單向路段車道數 ≤ 2 車道時，以一段式左轉為原則；當路段車道數總數 ≥ 3 車道時，以兩段式左轉為原則。可配合左轉專用道及路段長度進行適當的設計，圖 5 為左轉管制方式簡易判斷流程圖。



資料來源：許添本(1998)。

圖 5 機車左轉管制方式簡易判斷方式

註：1.若整體路口可採取分流設計，可配合號誌，採一段式直接左轉。

(若無法設置兩段式左轉待轉區時，則採禁止機車左轉)

2.(*)快慢分隔(車道分隔)則將機車左轉之處理方式，依路段 3 車道以上方式處理。

根據表 5 之臨界衝突條件判斷，若達到可以直接左轉之條件時，則可以考慮配置機車左轉道。機車左轉道主要是利用汽車左轉專用道加設機車左轉道之概念，在路口設有左轉保護時相時，提供機車與汽車併行左轉，而機車左轉保護時相之設計可參考汽車左轉保護時相設計準則，以每尖峰小時左轉機車超過 200 輛，或每號誌週期內左轉機車達 6 輛者為原則。

許添本與陳柏君(2000)以其乘積為判斷機車是否可安全地併入左轉之準則，衝突流量為每週期左轉、直行與右轉機車之乘積，而當衝突流量乘積大於臨界條件時，即表示衝突情況嚴重，其路口不適合採取直接左轉，必須採用兩段式左轉。

透過模擬求得所有情況下之衝突流量乘積值，依據不同車道數、交織區長度設計結果得知機車在 100 公尺處開始併入動作，因此採用 100 公尺為設置變換車道之依據。採 80 公尺作為交織區長度統一設置準則後，其衝突流量乘積如表 5 所示，若大於表之值，表示此一汽、機車衝突流量大過表中之臨界流量值，此時不宜採用機車直接左轉。

表 5 機車直接左轉之臨界衝突流量乘積值

車道數	2 車道	3 車道	4 車道	5 車道
臨界衝突流量乘積	6.48×10^4	7.49×10^4	1.30×10^5	1.80×10^5

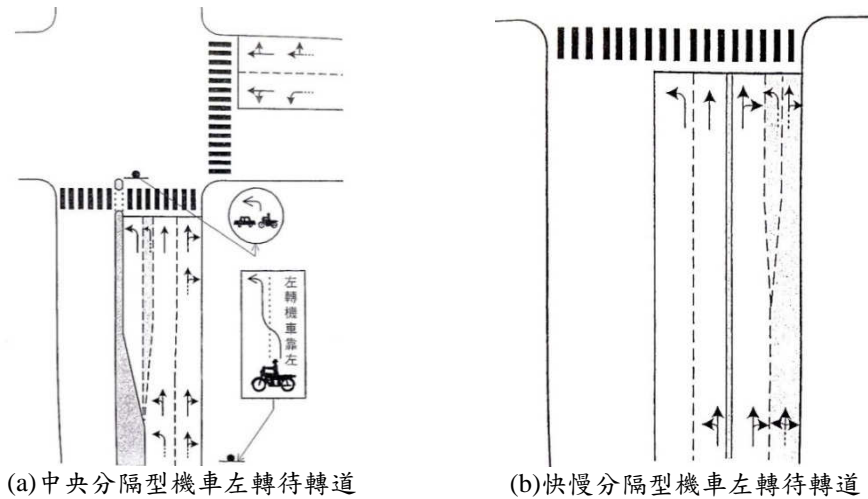
資料來源：許添本與陳柏君(2000)。

2. 機車左轉待轉車道

在機車左轉待轉車道規劃上，許添本(1998)建議長度設置原則為機車直線停等方式，車道寬以 1.5 公尺為原則，至少 1.2 公尺，長度按紅燈期間到達機車數計算，每輛機車以 2.5 公尺計，總長度至少 15 公尺，但未說明至多為幾公尺。

許添本與陳柏君(2000)將機車左轉道分為兩種，設置於中央分隔路型之內側車道處與快慢分隔路型之外側車道處。中央分隔型路口最內側車道為汽車左轉專用道，可將機車左轉道附加於汽車左轉專用道之右側，寬度以 1.5 公尺為原則，並應於路口前 100 公尺處設置標誌，如圖 6(a)所示。該設計方式以減少路口衝突情況為考量，但車道數越多，機車由外側車道進入機車左轉道交織的情形也越嚴重。

快慢分隔型路口機車無法駛入內側車道左轉，但可於慢車道處增設機車左轉道，附加於右側車道之左側，配合車道一併設計，寬度以 1.5 公尺為原則，並配合畫設機車專用標線引導，如圖 6(b)所示。該設計方式可減少路段交織情形，行駛上較中央分隔型機車左轉道安全。

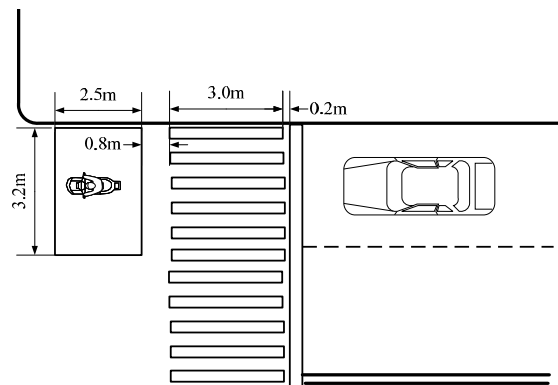


資料來源：許添本(1998)。

圖 6 機車左轉待轉車道

3.左轉待轉區

許添本與陳柏君(2000)建議一般橫向路口待轉區之設置條件為淨寬 9 公尺以上且不能向前凸出阻礙橫向直流車流及阻擾轉向車流為原則，而考慮機車車身及設留淨空以深度 2.5 公尺、寬度 3.2 公尺為基本，欲增加深度則以 2 公尺而增加寬度則以 1.6 公尺為基本增加單位，待轉區配置前緣需與行車動線切齊以 0.3 公尺為主，後緣標線與後方行人穿越道或停止線之安全淨距透過錄影調查方式得知，保持 0.8 公尺之距離可包含 85%機車進入待轉區前軌跡，減少與行人的衝突，如圖 7 所示。



資料來源：張勝雄等人(2013)。

圖 7 機車兩段式左轉待轉區設置示意圖

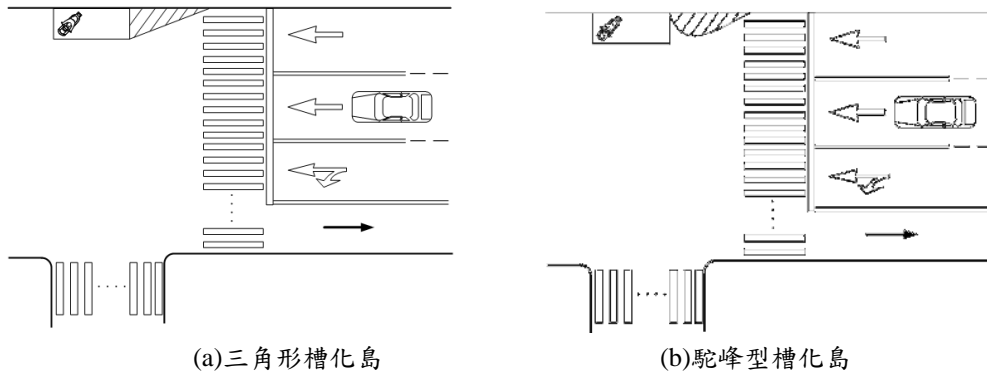
機車專用道設計方式由路段與路口分類後，各分析項目整理如下表 6，路段包含緩衝區長度、車道配置位置與機車道寬，路口分為直行機車停等區、左轉方式、左轉車道、機車左轉待轉區。

張勝雄等人(2013)提及新北市為了改善機車騎士於 T 字路口進入待轉區路線問題，因此將原有前緣槽化線三角型的設計（圖 8(a)）改為駝峰設計（圖 8(b)），提供機車騎士較合適的進入通道。此一作法雖然較符合機車騎士的行進動線，但其停等位置仍不免與直行車輛有些衝突。

表 6 機車專用道設計方式

位置	分析項目	設計方式
路段	緩衝區長度	● 緩衝區長度(m)=平均入匯入距離 65(m)-路口寬度(m)
	車道配置位置	● 機車道-汽車道-混合車道 適用於穿越性旅次為主之路段 ● 汽車道-機車道-混合車道 適用於都市混合土地使用區域 ● 汽車道-混合車道-機車道 無路邊停車需求時(汽、機車停車、公車與計程車停靠等)
	機車道寬	● 如表 5 所示
路口	直行機車停等區	● 最小深度為 2.5 公尺，深度以 2 公尺為基本增加單位 ● 最小寬度為 3.2 公尺，寬度以 1.6 公尺為基本增加單位
	左轉方式	● 如流程圖如圖 5 所示 ● 如表 6 所示，大於臨界衝突流量建議兩段式左轉
	左轉車道	● 最小寬度為 1.2 公尺，以 1.5 公尺為佳 ● 長度按紅燈期間到達機車數計算，每輛機車以 2.5 公尺計，總長度至少 15 公尺
	機車左轉待轉區	● 最小深度為 2.5 公尺，深度以 2 公尺為基本增加單位 ● 最小寬度為 3.2 公尺，寬度以 1.6 公尺為基本增加單位

資料來源：張勝雄等人(2013)，本研究整理。



資料來源：張勝雄等人(2013)。

圖 8 待轉區前緣槽化島設計

3.2.3 路口設計問題

直行機車停等區已成為國內路口設置主流，雖然設置後可能變相提升了機車於路段行駛時的鑽隙行為，增加路段行駛之風險，但目前無更佳的方式改善汽、機車停等情況，因此直行機車停等區仍為路口停等的設計方式，但是停等區常出現位置不足或者使用率低的情況。過去相關研究並沒有實例佐證待轉區應於何種情況設置，僅以專業判斷歸納，希望能以較符合機車集中停等與紓解特性之方式設計（許添本等人，1998）。

號誌可將汽、機車以時間方式分流，於該種情況下，機車左轉便不易使用汽車左轉空間直接跟隨汽車左轉，必須特別處理左轉機車，而左轉管制的方式可分為直接左轉與兩段式左轉，但判斷方式仍須進一步研究（許添本，1998），表 7 為直接左轉與兩段式左轉的問題。

表 7 不同機車左轉管制方式下之問題

機車直接左轉路口問題	機車兩段式左轉路口問題
1.機車左轉方式未予告知或標示不明 2.左轉機車無適當停等空間 3.左轉機車行為與對向車流衝突 4.機車穿梭車陣間之衝突	1.機慢車兩段左轉標誌毀損或被遮蔽 2.標誌與標線未能配合 3.左轉待轉區標線劃設不當造成衝突 4.待轉機車與行人衝突 5.尖峰時段待轉空間不足 6.停止線約束力受挑戰

資料來源：許添本等人(1998)。

待轉區設置於行穿線前方，提供兩段式機車待轉之用，許添本與陳柏君(2000)的研究指出，機車騎士進入待轉區時會出現壓過行穿線再進入待轉區的行為，或者有停等於待轉區外的情況發生，另外待轉區雖有規定設置位置與方式（不含大小），但是可能受限於道路環境，而難以如規定設置。

為了提升機車行駛安全，減少路段或路口的衝突情況，因此採取時間或空間的方式將汽、機車分流，本節整理採取分流之交通工程設計方式而產生的問題，路段探討項目分為：緩衝區長度、車道配置位置、機車道寬度與路側淨距；路口探討項目分為：直行機車停等區、機車左轉待轉區與號誌設置，而相關問題整理如表 8。

表 8 機車分流之交通工程設施問題

位置	分流設施	現況或設置不當產生的問題
路段	緩衝區長度	<ul style="list-style-type: none"> ● 緩衝區長度不足，造成機車減速等候進入機車專用道，降低行駛效率
	車道配置位置	<ul style="list-style-type: none"> ● 增加因為需停靠路邊的車輛與機車產生的衝突 ● 增加機車轉向的困難度
	機車道寬度	<ul style="list-style-type: none"> ● 通常為汽車道配置完畢後剩餘的空間，造成車道寬度大小不一，不符合駕駛習慣 ● 設計準則較為粗略，未限制寬度不得大於多少，增加行駛速度提升事故風險程度 ● 車道過窄造成使用效率降低或者騎乘時有壓迫感 ● 模稜兩可寬度增加因超車發生的事故
路口	直行機車停等區	<ul style="list-style-type: none"> ● 變相鼓勵路段上機車鑽隙行為 ● 停等區使用率低 ● 空間大小不足
	機車左轉待轉區	<ul style="list-style-type: none"> ● 騎士進入停等區時，可能占用行穿線 ● 受限於道路環境，無法適當設置
	左轉號誌設置管制	<ul style="list-style-type: none"> ● 機車左轉無法利用汽車左轉空間左轉 ● 直接左轉與兩段式左轉判斷方式尚未確立

資料來源：張勝雄等人(2013)，本研究整理。

四、結論建議與未來展望

近幾年較少關於機車專用道設置之相關研究，較多研究多在 10 年前左右許添本副教授與其研究團隊之相關研究，研究內容以汽、機車分流與機車為本位的概念，初步研究該方面相關之工程設計措施，以提供較為適當之設計標準。

文獻回顧中以機車與汽車分流為前提下，發展路段與路口（包括臨近路口）交通工程設計標準。過去路段之設計偏重於使用視覺模擬的方式，以模擬軟體建構不同模擬場景，統計受測者認為適當之設計方式以作為設計標準；路口方面除了以模擬軟體模擬之外，也以衝突與安全的觀點分析路口管制與設計方式，而架構圖如圖 9，其中灰色部分：車道寬度不當、直行機車停等區與機車左轉待轉區方面，因 10 年前駕駛行為可能與今日不同，且當時無足夠實例能以影片分析，因此可再更進一步研究，而問題與研究方向如 4.1 節所述。

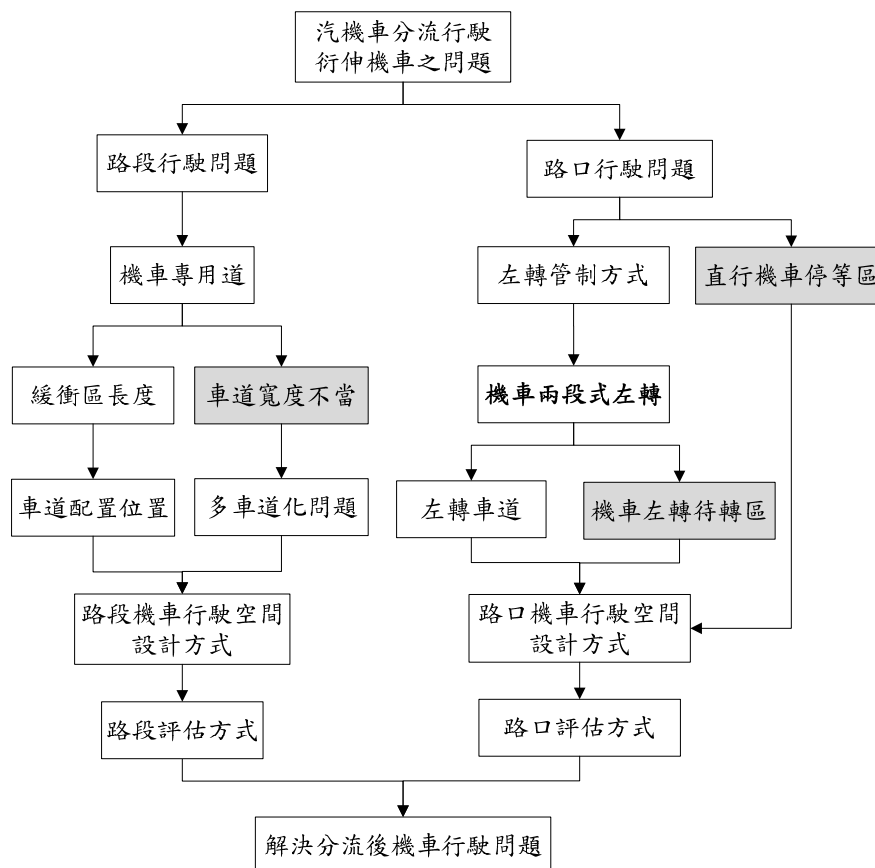


圖 9 回顧之汽、機車分流空間設計問題架構圖

4.1 結論

4.1.1 車流特性分析

於機車車流特性分析方面大多透過實地錄影方式，分析機車於路段與路口行駛於相關分流措施之行為，並且比較分流前與分流後之差異，偏向介紹當時分流後產生的現象，並再由該現象提出建議改善方式，以提高分流措施使用率。研究發現，分流後大多改善了行車秩序，提升行駛安全性。

車道分布之研究時間為 10 年前左右之機車駕駛行為，當時研究結果顯示，機車偏向靠右側行駛（許添本與王義川，2001），但目前已慢慢開放汽車道予機車行駛，因此現今之行駛特性是否如當時所述需要進一步觀察，另外，於當時之研究，設置機車專用道雖然有助於降低行駛亂度，但是，目前存在許多不合理的寬度，因此亂度可能隨之提升。

由楊德邵(1999)之研究得知，直行機車停等區的設置有助於改善混合車道的停等時的行駛秩序，並且提升紓解率，但是，設置停等區可能變鼓勵騎士於路段行駛時的超車行為，這並非希望得到的結果，因目前沒有其他方式可改善，所以直行機車停等區仍然是分流停等時的主要設計方式。

停等區常出現機車並非依綠燈後欲行駛之方向停等，造成綠燈始亮機車交織情形嚴重，另外設置機車停等區時，騎士常以低速緩慢尋找縫隙進入停等區，變向鼓勵機車騎士於路段的鑽隙行為。

4.1.2 機車交通工程設計方式

機車專用道設計方式考慮因素多樣，包括周邊土地使用情況、駕駛行為、速度、車身大小等，雖然蒐集的文獻中，大多建議設計方式站在以駕駛行為角度設計，但緩衝區長度、機車道寬、機車左轉待轉區仍值得討論。

許添本與楊德邵(1999)為了模擬機車行駛空間，因此蒐集機車專用道寬度設計標準，而實驗場景設計單機車道 1.5、1.8、2.2 公尺；雙車道為 2.2、2.5、3.0 公尺（每單車道寬為數值之一半），雖然研究結果說明，同寬度（2.2 公尺）雙車道行車秩序優於單車道，而設計考慮內容可除了幹道類型、單雙機車專用道、超車寬與車速外，亦可納入側向間隙。

文獻回顧中雖然探討了不同寬度與車道數對於速度之影響，但仍屬於模擬階段，雖然提出同寬度下雙車道行車秩序較單車道佳，但是雙車道的寬度稍窄，而目前常見模稜兩可之機車專用道寬度，此將造成許多擦撞事故，因此車道之寬度仍有研究的空間。

許添本(1998)在機車左轉之安全與效率考量下，對機車左轉方式提出一完整的設計準則，其中納入左轉待轉區，許添本與陳柏君(2000)，針對左轉待轉區有較深入的研究，研究指出，左轉待轉區應距行穿線 0.8 公尺，可涵蓋 85% 以上機車進入待轉區前之軌跡，但行人量與待轉機車量多時 0.8 公尺距離似乎仍稍嫌不足。

4.2 建議

4.2.1 車道寬度

由文獻回顧內容可發現機車道設計時，依單雙機車道之需求而有不同的寬度設計，且無論單機車或雙機車車道寬度皆無法於同一車道內併行，但由於過去幾年設置機車道常未依建議值設計車道寬，而出現不適當的尺寸，即機車騎士行駛時，不易判斷目前車道寬度應採循行方式或併行方式行駛，於該情況下，若前車認為後車無法超車但後車卻超車時，將增加因超車而發生事故的情形。

因此於機車道寬之設計應避免上述不適當之寬度，於文獻中已列出單一或多機車道寬度的建議設計值，可作為設計參考標準，但是，最重要的是改變汽車本位的思考方式，於設計時汽車、機車或行人皆同等重要，而非將汽車道設置完後剩餘的空間隨意分配予機車道，另外寬度若達雙機車道之標準，即配置雙機車道，若未達標準則剩餘寬度挪為他用。

4.2.2 停等區

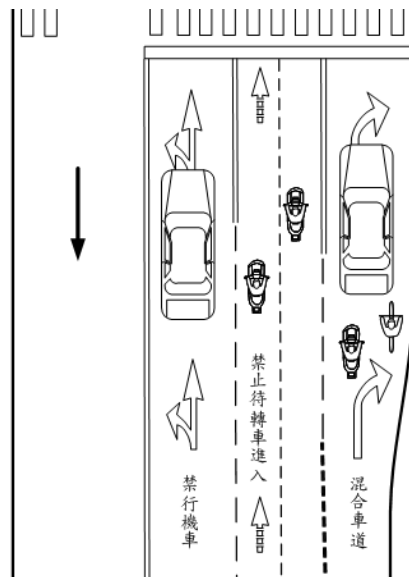
機車進入停等區時，常因汽車交錯停等，或者有其他機車阻礙進入停等區路線，而使得停等區使用率降低，即便未完全受阻，機車也常需要以鑽隙方式於車陣間穿梭始能進入停等區，此情況除了降低路口紓解率以外，也變相鼓勵機車於路段的鑽隙行為，增加行駛的風險情況。

為了改善機車進入停等區路線，於文獻中蒐集相關機車進入停等區車道概念，張勝雄等人(2013)說明進入車道設可設於中間車道，且為了避免汽車誤停於機車進入停等區車道，因此寬度以 1.5 公尺為宜，如圖 10 所示。若路段設有機車專用或優先道（2 個車道），且最外側為右轉專用道時，可取消停等區，將專用或優先道延伸至路口，左側機車道僅能行駛直行機車，右側可行駛直行與待轉機車，解決待轉車與直行車間的衝突，如圖 11 所示。



資料來源：張勝雄等人(2013)。

圖 10 中間車道設置進入待轉區車道



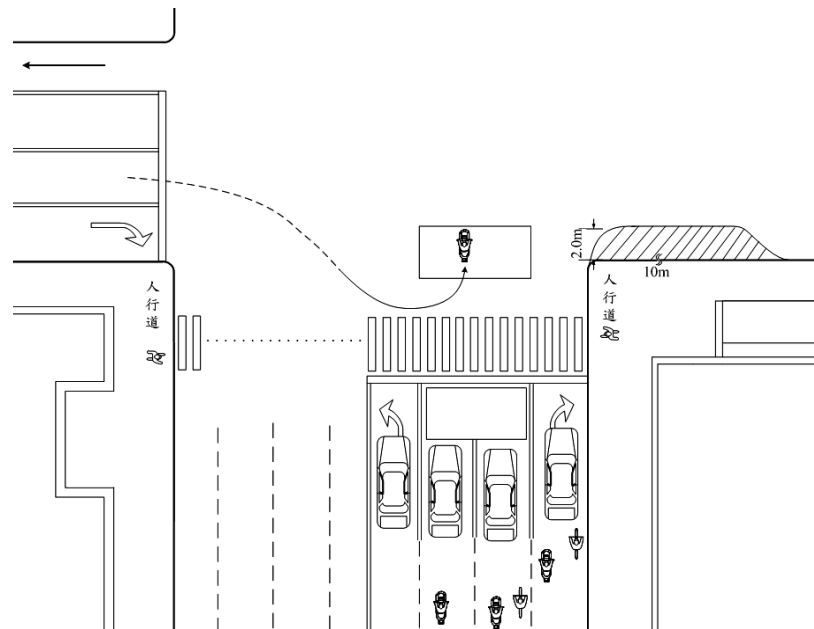
資料來源：張勝雄等人(2013)。

圖 11 取消待轉區

4.2.3 待轉區

待轉區設置時有時前緣未與橫向路段切齊，此將造成待轉機車與橫向路段於最外側行駛的直行車產生衝突，另外於文獻中提及，進入待轉區機車常干擾行穿線上的行人，因此建議將行穿線與停止線後退縮 80 公分，以減少此問題，但行人行走時，常尋最短路線前進，將行穿線向後退縮時，行人不一定會行走於行穿線上，因此，該方式可能無法有效解決機車與行人間的衝突。

張勝雄等人(2013)建議若橫向路段設置右轉專用車道時，可於經過路口後的路段起始處設置槽化線，待轉區前緣可切齊槽化線，槽化線寬度約 1~2 公尺寬、長度 10 公尺，如圖 12 所示，此方式將待轉區往前設置，可改善機車與行人間的衝突，也符合行人行走習慣。



資料來源：張勝雄等人(2013)。

圖 12 待轉區位置修正方式

4.3 未來展望

機車已經成為目前重要的交通工具之一，因此於交通工程設計時除了需將其視為與汽車同等重要外，也應於設計前確實檢視並監督與機車有關之工程設計方式是否確實符合騎士習慣。早期對於機車行駛的空間可能只是求有即可，例如提供機車騎士機車專用道或優先道，但並未思考寬度是

否不適當，使得機車與機車於專用或優先車道內發生許多事故，且事故肇事責任亦不易判斷，最近幾年已慢慢意識到此問題的嚴重性，而有許多研究著手改善上述問題，將求有的觀念轉變為求好，希望改善機車相關交通工程問題，若此觀念能繼續延續，應能逐漸提升機車騎士行駛的安全，降低事故發生的風險。

參考文獻

- 內政部(2009)，市區道路附屬工程規範。
- 許添本、簡正銓、王義川(1998)，直行機車停等專用區紓解特性之研究，*中華民國第二屆機車交通與安全研討會論文集*，頁 155-165。
- 許添本 (1998)，機車交通左轉管制方式之設計原則，*中華道路*，第 37 卷第 4 期，頁 3-12。
- 許添本、楊德邵(1999)，「機車專用道之安全匯入緩衝區長度之視覺模擬分析」，*中華民國第六屆運輸安全研討會論文集*，頁 216-228。
- 許添本、陳柏君(2000)，號誌化交叉口機車左轉管制方式設置準則，*運輸計劃季刊*，第 29 卷第 2 期，頁 369-396。
- 許添本、王義川(2001)，機車專用道之設計與績效評估，*運輸學刊*，第 13 卷第 2 期，頁 27-56。
- 張勝雄、陳苑蕙、曾平毅、麥朗激、張耕碩、劉瑞堯(2013)，混合車流情境之機車交通安全工程設計方法研究，交通部運輸研究所。
- 湯儒彥、歐陽餘慶(1998)，機車車道寬度與路口疏解型態之研究，交通部運輸研究所。
- 游恕信 (2012)，機車騎士於機車停等區之行為研究，交通大學運輸科技與管理學系碩士論文。
- 楊德邵(1999)，電腦視覺模擬應用於機車專用道設計之研究，臺灣大學土木工程學系碩士論文。
- 歐陽餘慶、林國顯、許添本、王義川、廖兆奎、許敦淵、劉欽瑜、林明志、施宗泓(2001)，機車專用道之設計與設置準則初探，交通部運輸研究所。
- 蘇昭銘、洪啟源、李建昌(2000)，從機車使用特性探討機車專用道之車道設置，*2000 年道路交通安全執法研討會論文集*，頁 365-375。

(收稿2013/10/29，第一次修改2013/11/19，定稿2014/4/20)