

第三章 理論基礎與研究方法

本研究係針對號誌化平面路口對向直行左轉車輛進行安全通行分析，所應用之理論基礎與研究方法如下。

3.1 理論基礎

3.1.1 交通衝突理論

路口係車流匯集、轉換方向之處，易發生事故與混亂。當用路者將車輛由原車道行駛至另一車道，或繼續行駛原車道進入路口時，即與其他車輛發生分流、併流、交叉穿越等運行行為，且用路者間必定因行車軌跡之合併、分離、交叉而產生衝突點。因而任何路口交通控制策略之制訂，或交通工程設施之設置，皆需對路口範圍內之車輛進行基本運行特性與交通衝突分析。而號誌化路口即藉由號誌時制時相之控制，減少、分散或消滅潛在交通衝突點至最低，但由於並非所有號誌化路口皆具有左轉專用保護時相，因此如圓形綠燈管制下之對向直行左轉車輛間仍存有行車軌跡相互干擾與潛在碰撞衝突之問題，尤其在各類機動車輛之操作特性與駕駛行為、習慣皆有所差異情況下，直行車輛常發生未對已持續以正常速率進行轉彎運行之對向左轉車輛特別留意，而左轉車輛則常發生以提前左轉方式通行，或突然加速行駛，或未讓行已進入路口之直行車輛。因此，本研究以交通衝突理論分析號誌化平面路口車輛之運行行為，探討對向直行左轉車輛交通運行所產生之衝突行為對路口通行安全所造成之結果。

「交通衝突」一詞，Admussen等〔30〕將其定義為「兩位或多位道路使用者於時空上彼此迫近，若雙方均不改變其移動則將會發生碰撞之風險情況」，另外交通衝突亦可定義為「由於兩個或者兩個以上交通行為者同一時刻共用同一個交通載體，或者交通行為者與交通載體之間由於設計本身或者外界環境干擾等原因，使得道路交通系統存在安全隱患，至少有一方交通行為者不得不改變原來的行進狀態；若交通行為者受當時生理、心理因素的影響而避險不當、操作失誤或本身能力不夠，則有可能導致交通事故發生的交通事件」〔27〕。此外，關於交通衝突點，王文麟〔1〕則定義為「某輛車與另一輛車行車跡線的相交點」，而每一衝突點即為潛在延誤與危險之根源。至於一般交通衝突型態之分類，通常可分為交叉、併入及分出等三類，唯應用上該三類分法仍有所不足，因此必須增加定義對撞

或追撞碰撞型態之迫近衝突，因而將交通衝突型態分為分出衝突、併入衝突、交叉穿越衝突、迫近衝突〔18〕，茲分述如下：

1. 分出衝突(Diverging Conflict)

分出衝突係發生於車隊中第一部車從原車道改變方向或變換車道時，其後跟隨的車輛處於可能碰撞的危險狀態，此時第二部車將採煞車、迂迴閃避等駕駛策略，以避免碰撞發生，而後則繼續行駛。

2. 併入衝突(Merging Conflict)

併入衝突係發生於車隊中第一部車從原車道改變方向、變換車道而進入與其相鄰之車道時，造成原行駛於與其相鄰車道之後方車輛處於可能碰撞的危險狀態，此時相鄰車道之後方車輛將採煞車、迂迴閃避等駕駛策略，以避免碰撞發生。

3. 交叉穿越衝突(Crossing Conflict)

交叉穿越衝突係發生於車隊中第一部車轉向或直行穿越道路時，造成道路上同向、鄰近車道，或對向車道上之車輛處於可能產生碰撞的危險狀態，而迫使可能相互衝突之相對車輛皆採取煞車、迂迴閃避等駕駛策略，以避免發生碰撞。

4. 迫近衝突(Approaching Conflict)

相同車道上第一部車與跟隨其後之車輛間，若兩車輛之縱向車間空程或橫向淨距近乎於0時，將可能發生迫近衝突。

3.1.2 路權理論

路口由於分流、併流、交叉穿越等基本運行行為，其潛在交通衝突對路口安全造成極大威脅，因此，相關道路交通法規對於特定時空下之某些臨近路口車輛，規定其必須於先行停車或減速慢行，讓出路權，以讓相對用路人優先通行。一般而言，「路權」係以標誌、標線、號誌等交通控誌設施，或其他管制措施為實施，並以道路交通法規為其表現形式。目前「路權」一詞僅為交通運行學理上之分析，在交通法規中雖並非明確法律權利，但確實為一種用路權利，具有保護用路人之意涵。而路口之路權歸屬，主要係藉由行車管制號

誌交互更迭，而控制各行向車流於特定時間之用路權利，以減少交通衝突與增進交通暢流。但個別號誌化路口由於車輛交通量、流向、車速、路況及行人穿越數、路口延滯、車輛停等次數等不盡相同，並非皆具有左轉專用保護時相，或以標誌、標線實施特殊禁止轉向等管制措施，因而圓形綠燈管制下直行車輛與對向左轉車輛間存有行車動線干擾與潛在碰撞之交通衝突，加上左轉車輛之不同運行軌跡，對於對向直行左轉車輛間之路權歸屬影響極大，因此，本研究由道路幾何、交通法規之角度，分析路口之路權範圍與運行軌跡，並以路權理論所規範之車輛行駛範圍為限，定義路口對向直行左轉車輛之交通衝突區域為 ABCD 四個角點所構成之區域，如圖 3.1 所示，作為號誌化平面路口對向直行左轉車輛安全通行情境模擬分析之基礎。

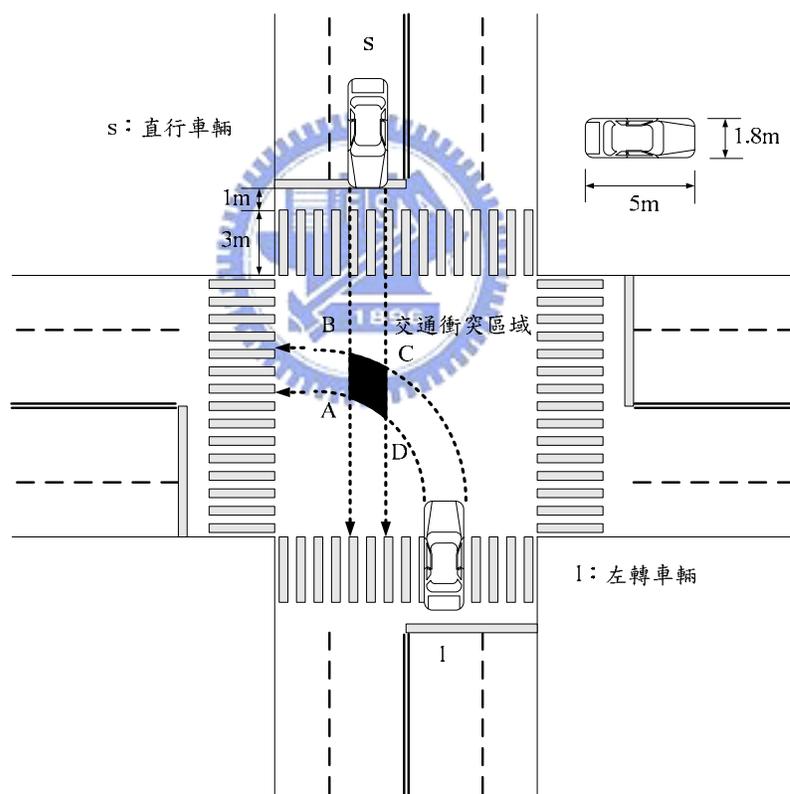


圖 3.1 號誌化平面路口對向直行左轉車輛路權範圍內之交通衝突區域圖

此外，本研究亦將以鄭祺樺 [18] 所建立路權優先次序評定法則，配合本研究分析結果，研擬號誌化平面路口對向直行左轉車輛路權判斷原則。茲將本研究所應用路權優先次序評定法則分述如下：

1. 先進入交叉路口優先路權原則

對於臨近路口之車輛而言，一般係以先進入交叉路口者，可有優先路權為原則。

2. 駕駛行為延續性分析

行駛於道路上之車輛，駕駛者基於行車安全，應不可突然改變駕駛行為，以避免危險突發狀況的發生，危害原本駕駛連續行為安全。

3.2 研究方法

3.2.1 運動定律

運動定律分為運動學與動力學，其中運動學(Kinematics)為探討物體於空間與時間中的運動狀態，其基本概念為位移與路程，速度與速率，速度、速度變化與加速度，而幾種常見之特殊運動，包括等加速度直線運動、等速圓周運動等，一般而言，運動學(1)視位移為位置之變化量大小，且只管起點終點，不論物體運動過程(2)定義平均速度為單位時間內之位移量， $V=S/t$ (3)計算瞬時速度時，其時間間距須取極小，以逼近之概念，使其趨近於零，此外可以位置與時間關係之一次導函數描述瞬時速度與時間之函數關係(4)定義平均加速度定義為單位時間內之速度變化量， $a=\Delta V/\Delta t$ (5)瞬時加速度與時間之函數關係可利用速度與時間關係之一次導函數表示。運動學之基本方程式如下：

$$V = V_0 + at$$

$$V^2 = V_0^2 + 2aS$$

$$S = V_0t + \frac{1}{2}at^2$$

式中 V = 物體之最終速度 (公尺/秒)，

V_0 = 物體之起始速度 (公尺/秒)，

a = 物體之加速度 (公尺/秒²)，

S = 物體之最終位置 (公尺)，

S_0 = 物體之起始位置 (公尺)，

t = 物體運動所經過時間 (秒)。

3.2.2 行車軌跡幾何分析法

本研究將路口對向直行左轉車輛衝突軌跡之幾何分析，分為直線運動軌跡與曲線軌跡，如圖 3.2 所示，其中曲線軌跡又以圓周運動之部分圓弧軌跡為代表，分述如下：

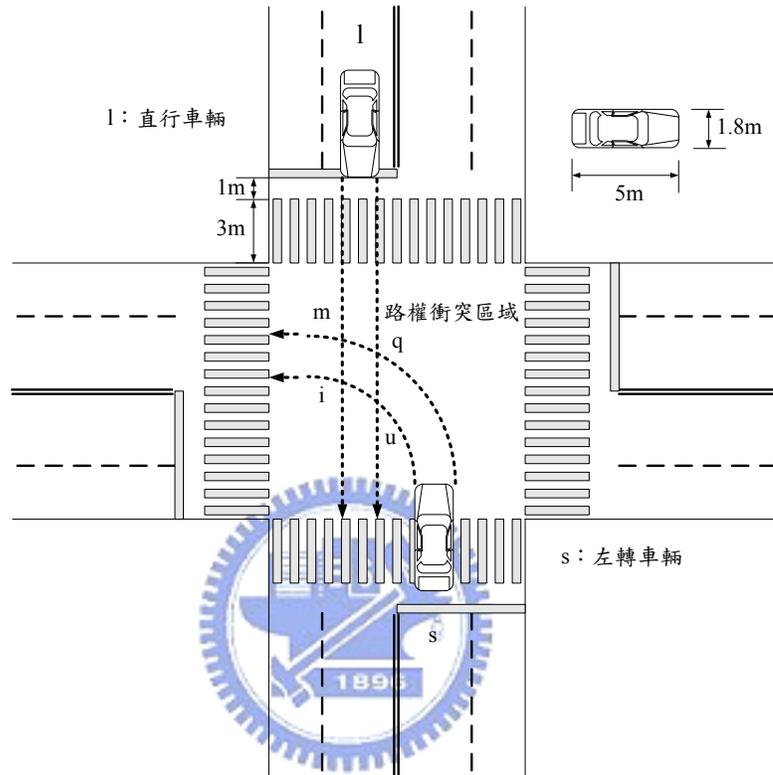


圖 3.2 號誌化平面路口對向直行左轉車輛運行軌跡與衝突示意圖

1. 直線運動軌跡

直行車輛依駕駛行為延續性原理，除外力介入，或不可抗力之事故發生，將不會突然改變駕駛行為，以致發生危害行車安全之危險狀況，故直行車輛將採直線前進方式延續運行為，其運行軌跡並不會突然發生偏移或轉向，如圖 3.3 所示。

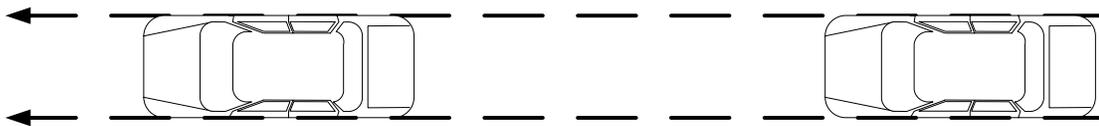


圖 3.3 直行車輛之運行軌跡圖

而直線方程式主要係以參數方程為表示方式。假設一物體由 P (0,k) 出發，並以初速度 V_0 沿傾角為 θ 的方向作等速直線運動，如圖 3.4 所示，則該物體之參數方程可表為：

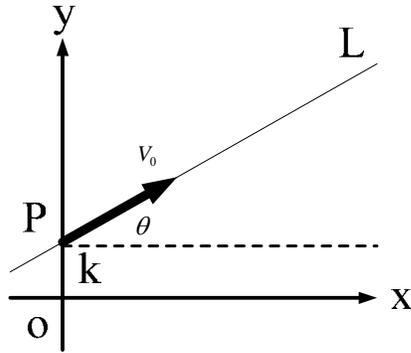


圖 3.4 等速直線運動軌跡圖

$$X = V_0 \cos \theta \times t$$

$$Y = k + V_0 \sin \theta \times t$$

2. 圓周運動軌跡

左轉車輛若依正常直角左轉之中性轉彎方式通行路口，則轉彎時之運動方式係沿著某一瞬間轉彎中心之圓周運動，其運行軌跡可以圓周之部分圓弧表示，如圖 3.5 所示。

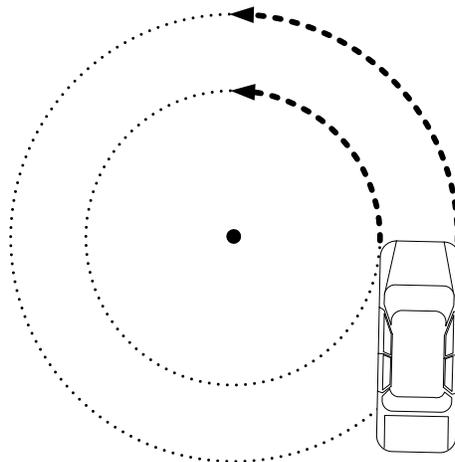


圖 3.5 左轉車輛之運行軌跡圖

而圓之方程式有三種表示方法：

(1) 標準式：設圓心為 (h,k) ，半徑為 r 的圓方程式表為：

$$(X-h)^2 + (Y-k)^2 = r^2$$

(2) 一般式：凡形如 $X^2 + Y^2 + dX + eY + f = 0$ 圓方程式均屬之。

(3) 參數式：假設已知圓 $C: X^2 + Y^2 = r^2$ ，如圖 3.6 所示， $X = r \cos \theta$ ， $Y = r \sin \theta$ ，則

圓 C 之參數式為：

$$X = r \cos \theta \quad (0 \leq \theta \leq 2\pi)$$

$$Y = r \sin \theta \quad (0 \leq \theta \leq 2\pi)$$

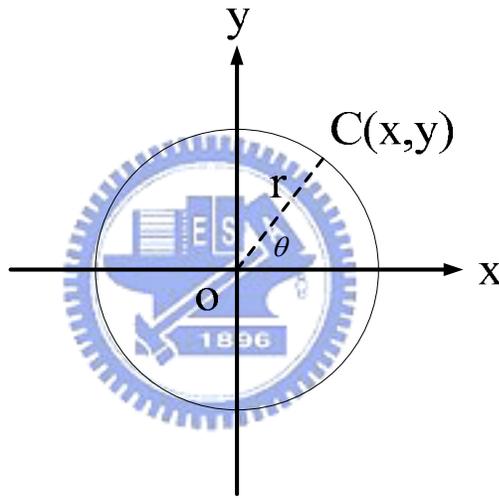


圖 3.6 圓周運動示意圖

3.2.3 二維座標系統

本研究建立二維座標系統，作為分析模式建立之基礎，而為凸顯路口中心處與不同左轉運行軌跡之相互關係，座標系統並非以路口中心點為原點，乃是以路口左下角點為中心點，如圖 3.7 所示，路口範圍完全位於此座標系統之第一象限，換言之，在路口內之 X 座標值與 Y 座標值皆為正。

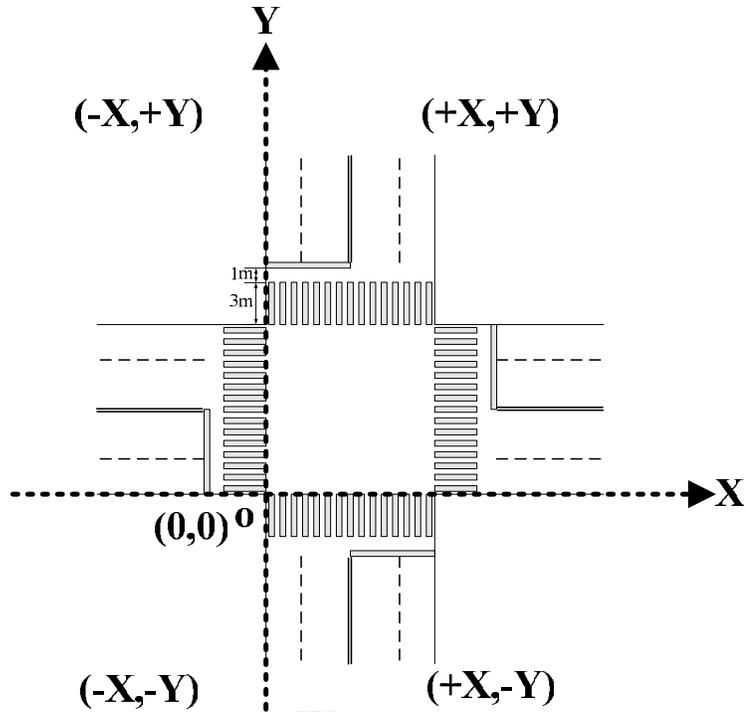


圖 3.7 二維座標系統示意圖

3.2.4 情境模擬分析法

由於號誌化平面路口對向直行左轉車輛安全通行問題，對用路人之駕駛行為與交通肇事事故責任鑑定影響極大，因此，本研究將考慮路口型式、路口寬度、車輛尺寸、轉彎半徑、行車位置、行駛速率、運行軌跡、最終碰撞型態等影響因素，模擬對向直行左轉車輛通行路口之實際狀況，以進行號誌化平面路口對向直行左轉車輛安全通行分析。而本研究之情境模擬分析係以 Matlab 程式語言模擬不同情境組合，再依據模擬結果之統計分析，研擬號誌化平面路口對向直行左轉車輛安全通行原則。

3.2.5 安全通行檢定法

安全通行之檢定，係以情境模擬所得之左轉車輛衝突臨界速率分佈範圍，比較路口左轉車輛正常行駛速率分佈範圍，其速率分佈範圍間相互關係，如圖 3.8 所示，其中 Type1 之速率分佈範圍相互關係型式，係表示左轉衝突臨界速率分佈範圍大於正常行使速率範圍，因而路口左轉車輛正常行駛速率分佈範圍完全被左轉衝突臨界速率分佈範圍所涵括，

則意謂左轉車輛以正常速率範圍內之速率行駛，皆無法避免碰撞衝突之發生，因而無法安全通行路口。至於 Type2、Type3、Type4、Type5、Type6，則由於左轉車輛正常行駛速率分佈範圍未被左轉衝突臨界速率分佈範圍所涵括，亦即左轉車輛若以正常行駛速率分佈範圍內之速率行駛，將有避免碰撞衝突發生之機會，因此，Type2、Type3、Type4、Type5、Type6 型式之速率分佈範圍相互關係下，允許車輛安全通行，如圖 3.8 所示。換言之，就機率觀點而言，Type1 之速率分佈範圍相互關係型式表示安全通行機率為 0，而 Type2 之速率分佈範圍相互關係型式之安全通行機率為 $\left(\frac{Vu - Vlt}{Vu - Vd}\right)$ ，Type3 之速率分佈範圍相互關係型式之安全通行機率為 $\left(\frac{Vlo - Vd}{Vu - Vd}\right)$ ，Type4 之速率分佈範圍相互關係型式之安全通行機率為 $\left[\frac{(Vlo - Vd) + (Vu - Vlt)}{Vu - Vd}\right]$ ，Type5 之速率分佈範圍相互關係型式之安全通行機率為 1，Type6 之速率分佈範圍相互關係型式之安全通行機率為 1。

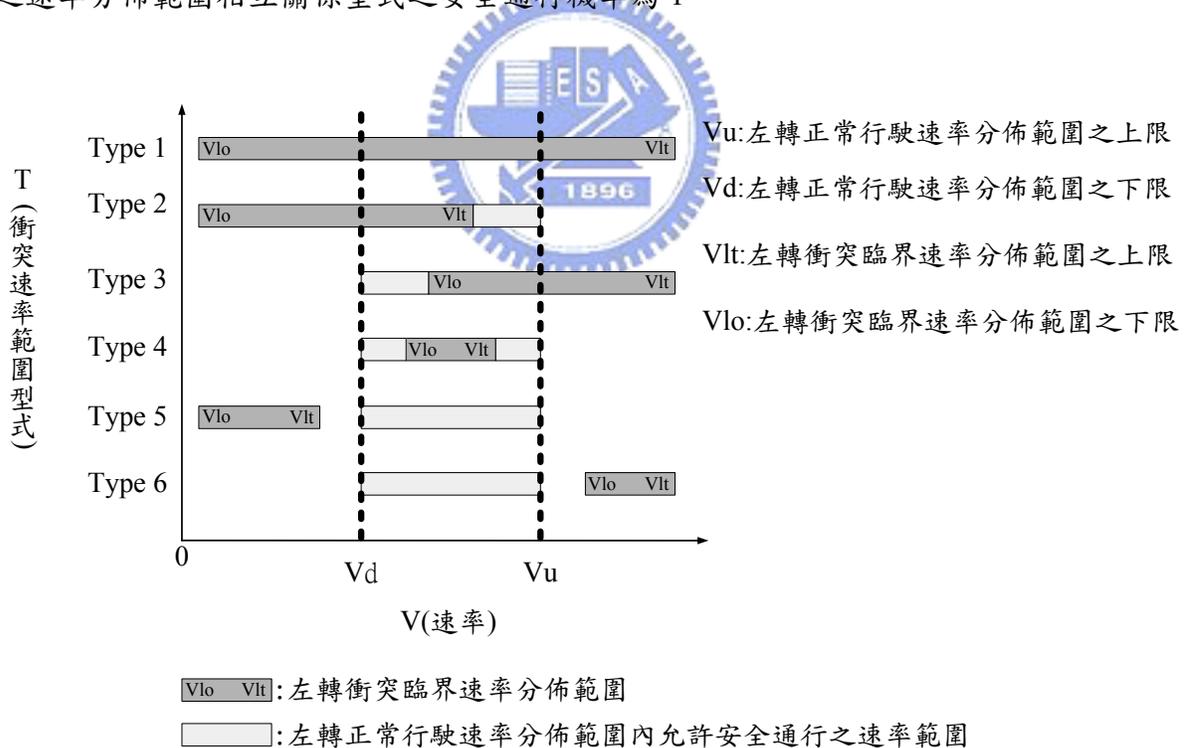


圖 3.8 左轉衝突臨界速率分佈範圍與正常行駛速率分佈範圍相互關係型式圖