

国内城市道路车辆掉头设计综述

高旺生

[同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘要:城市道路上的车辆掉头是重要的交通行为之一,但目前国内的设计规范对其规定少之又少,实践当中设计人员基本上是参照左转来进行设计,然而车辆掉头与左转还有较大差别,因此研究车辆掉头设计非常必要。结合上海、广东等地目前车辆掉头设计方法,进行了归纳总结,按掉头的纵向位置、横向位置、是否增辟车道、是否设置信号控制进行了分类,并对掉头半径及掉头车速进行了一定的分析研究。

关键词:车辆掉头设计;转弯半径;城市道路

中图分类号: U412.3

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)02-0045-04

0 引言

随着国内各城市交通压力不断增大,为了保证主线通行效率,主次干路更多的采取了设置中分带、分隔栏等分隔措施,以及封闭小型交叉口采取右进右出或主线禁左等形式,即所谓的快速化通行措施,但这些措施也使得车辆掉头越来越多,掉头问题越来越突出。车辆掉头是常见的交通运行形式之一,也是重要的车辆转向行为之一,因为其转向角度较大,会对对向车流或人非过街会产生较大的影响。

目前国内的设计规范对其规定较少,《道路交通标志和标线》(GB 5768—2009)中的一些图例给出一些掉头位置的示意,仅限于标志标线设计示例;上海市《城市道路平面交叉口规划与设计规程》(DGJ 2016-96—2016)中提及到远引左转(即用路段掉头来实现左转)的设计,但对掉头开口位置、开口大小、转弯半径均无明确规定;《公路路线设计规范》(JTG D20—2017)仅在条文说明中给出了5种设计车辆的最小转弯半径,但未给出相应的理论计算公式及计算过程;《车库建筑设计规范》(JGJ 100—2015)中针对停车库内车辆掉头环道最小半径给出了计算公式。

综上,当前国内对市政道路上车辆掉头问题的研究还不够详细具体,还不能纳入到规范或标准中,实践中设计人员大多参照左转进行掉头设计,各地略有不同,具体如下。

收稿日期: 2021-06-20

作者简介: 高旺生(1975—),男,硕士,高级工程师,从事道路交通设计工作。

1 按纵向位置分类

1.1 交叉口附近掉头

1.1.1 过停车线掉头

此种情况下,掉头车道可单独设置或与左转合并设置,如图1所示。

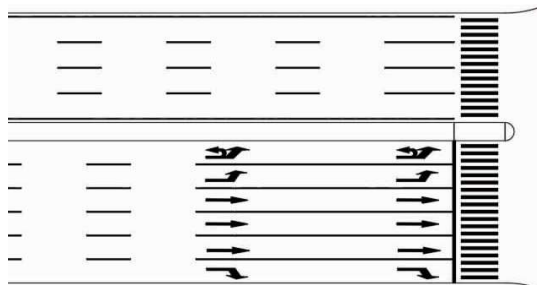


图1 过停车线掉头

这种设置的优点是掉头车辆和左转车辆一样,受信号控制,管理简单,且交叉口内空间大,大型车辆可采用葫芦形掉头路线。缺点是其需两次穿越人行横道,对相交道路的行人过街安全影响较大。此类设计在上海等地较常见。

1.1.2 紧邻停车线之后掉头

为了避免1.1.1中的掉头车辆两次穿越人行横道,有的城市将1.1.1的方法进行了改进,将掉头车道移至停车线后紧邻停车线的位置,如图2所示。

这种设置的优点是掉头车辆不再穿越过街人行横道,行人安全性大大提高,且掉头车辆可不受信号控制,在有空隙的情况下,可伺机进行掉头,从而减小排队长度,提高车道利用效率。缺点是对向车道路面宽度较小时,车辆难以实现掉头,尤其是大型车辆,另外停车线后有两辆及以上的左转车辆等红灯时,掉头

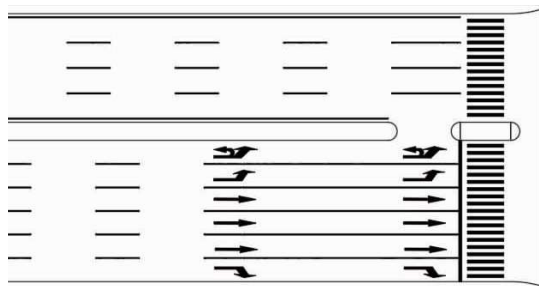


图2 紧邻停车线之后掉头

车辆就无法到达掉头位置,即无法伺机掉头。此类设计在广东东莞等地较常见。

1.1.3 停车线之后稍远掉头

又为了避免 1.1.2 中掉头车辆被左转车辆堵住无法到达掉头口的情况发生,有的城市将 1.1.2 的方法进行了进一步的改进,即将掉头口后移至适当位置(长度约为一个周期内左转车辆排队总长度),如图 3 所示。

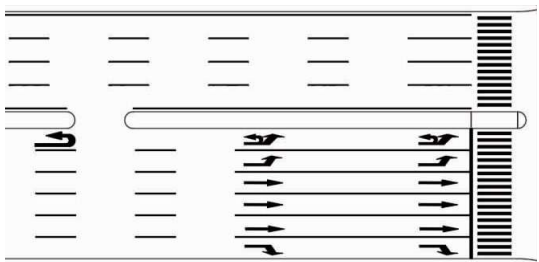


图3 停车线之后稍远掉头

这种设置的优点是掉头车辆不再穿越过街人行横道,行人安全性大大提高,且掉头车辆可不受信号控制,在有空隙的情况下,可伺机进行掉头,从而减小排队长度,提高车道利用效率,另外很重要的一点是解决了被左转排队车辆堵住的问题,效率更加提高了。缺点是对向车道路面宽度较小时,车辆难以实现掉头,尤其是大型车辆,另外可能会出现等待掉头的车辆堵住左转车辆进入排队车道的情况,但出现该情况的比例相对较小,且一般是暂时性的。此类设计在广东东莞等地较常见。

1.2 路段掉头

对于次支路,一般采用在路段中间设置黄虚线的掉头方式,但对于设置了中央分隔的主次干路,必须设置路段开口才能实现掉头,如图 4 所示。

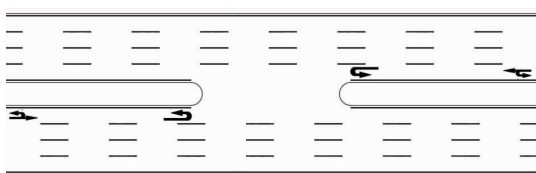


图4 路段掉头

这里的掉头位置要避开本方向和对向的交叉口进口道渠化段及其渐变段,且要考虑本方向上游右

进右出路口车辆变道行驶至掉头口的长度要求,路段掉头也可考虑同时设置人非过街横道线。

这种设置的优点是掉头车辆排队等待位于路段,可伺机掉头,不影响交叉口的车辆排队,且掉头车辆绕行距离缩短,另外其上游交叉口可采用禁左(即采用远引掉头),以提高交叉口直行通行能力。缺点是增加了路段中间开口,即使不设置人非过街横道时,人非也可能会违规从此处过街,如果不设置信号灯,安全有隐患,设置了信号灯,又等于增加了一个信控交叉口。

2 按横向位置分类

2.1 左侧车道掉头

这是最常见的位置,如图 1 至图 3 所示。

设置在左侧的优点是掉头车辆不受同向直行及右转交通限制,可伺机掉头,可与同向直行及右转交通同时放行。缺点是掉头半径相对较小,对向车道数宜为三车道及以上,否则掉头半径不足,车辆宜过停车线及人行横道进入交叉口,然后采用葫芦形掉头路线。

2.2 中间车道掉头

该方式适用于有主线高架桥梁下匝道或地道出口进入路口的情况,通常采用掉头车道与下匝道或地道出口左转合并设置的方法,原则上有以下三种,如图 5 所示。

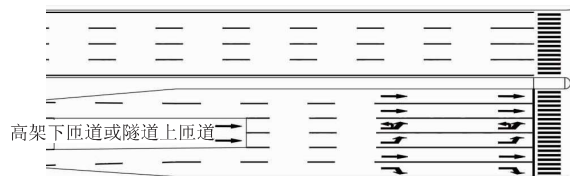


图5 中间车道、过停车线掉头

该方式优点是既增大了掉头半径,又兼顾了下匝道或地道出口左转车辆需求。缺点是掉头车道放在中间,与通常驾驶习惯不符,掉头和直行不能同时放行,需单独相位,且较难采用停车线后掉头方式(如图 6、图 7 所示情况,尤其是如图 7 所示方式,不太常见)。

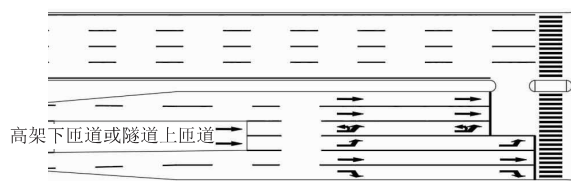


图6 中间车道、紧邻停车线之后掉头

2.3 右侧车道掉头

为了改善 2.1 中的掉头半径较小的问题,还可将

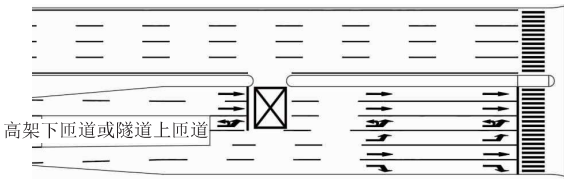


图 7 中间车道、过停车线之后稍远掉头

掉头车道位置放在进口道右侧,该种方式适用于对向车道数为两车道及以下的次支路,或者有大型车辆掉头需求的交叉口,原则上也有三种,如图 8 至图 10 所示。



图 8 右侧车道、过停车线掉头

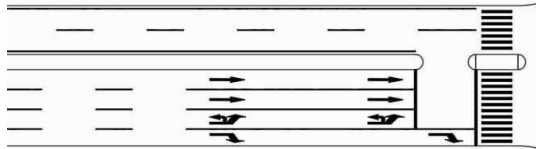


图 9 右侧车道、紧邻停车线之后掉头

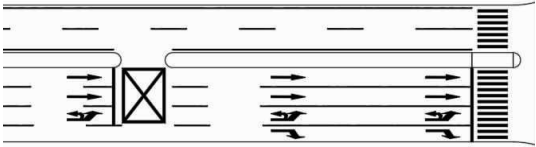


图 10 右侧车道、过停车线之后稍远掉头

其优点是掉头半径相对较大,可满足大型车辆掉头需求。缺点是掉头车道放在右侧,与通常驾驶习惯不符,掉头和直行不能同时放行(而次支路通常是掉头、左转、直行、右转一起放行),需单独相位,且较难采用停车线后掉头方式(如图 9 和图 10 所示情况,尤其是图 10 情况不太常见)。

3 按是否增辟车道分类

3.1 不增辟车道

路段掉头一般采用掉头进口道不增辟车道,掉头后进入对向车道也不增辟车道的形式,如图 4 所示,但会影响双向车流通行。

交叉口掉头通常采用进口道增辟车道(与进口道渠化一并考虑)、出口道不增辟车道的形式,如图 1 至图 10(除图 4)所示。

3.2 增辟车道

3.2.1 在本向增辟车道

原则上,在本向车道上增辟车道有左、中、右三个位置,但实际上有些情况是不可行的,例如路段掉头(无信号控制)时,在本向中间车道、右侧车道增辟

车道都是不可取的,容易造成事故或交通混乱,一般均采用左侧(即内侧)增辟车道的方式,如图 11 所示。

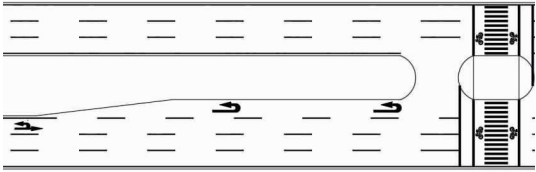


图 11 路段、本向、左侧增辟车道

交叉口处本向增辟掉头车道有左、中、右三个位置可选,应与交叉口车道渠化设计相结合,可单独增辟掉头车道,也可与左转车道合并(如上所述),如图 1 至图 10(除图 4)所示。

3.2.2 在对向增辟车道

无论在路段还是交叉口,当对向车流较大、连续不断时,需在对向车道左侧增辟车道,以保证掉头车辆有序逐步汇入,减小对对向车流的冲击。

在对向车道增辟车道则分两种情况:在对向车道左侧增辟车道和在对向车道右侧增辟车道,如图 12 所示。

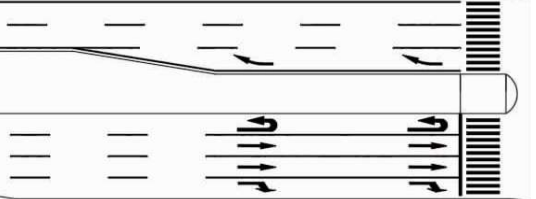


图 12 交叉口或路段、对向、左侧增辟车道

交叉口处,当掉头半径较小或掉头车流对对向边车道车流影响较大时,可采用在对向右侧增辟车道的形式解决,如图 13 所示。

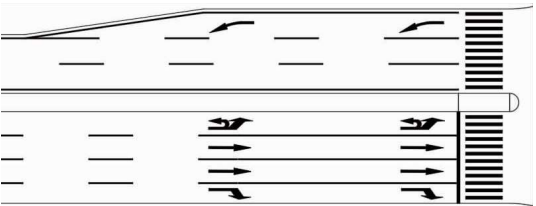


图 13 交叉口、对向、右侧增辟车道

路段掉头,为了减少对双向车流的影响,可双向增辟车道,如图 14 所示。



图 14 路段、双向增辟车道

4 按是否设置信号控制分类

4.1 不设置信号控制

即掉头车道不受信号控制,采用伺机掉头的方

式,目前各地实际使用情况是,除信控交叉口采用过停车线掉头方式外,其它大多数都不受信号控制。

其优点是掉头车道效率高,只要在有间隙且保证安全的情况下,驾驶员均可伺机掉头。其缺点是偶尔会出现个别车辆强行掉头,造成对向车道拥堵或发生碰擦事故。

4.2 设置信号控制

考虑到安全因素,在掉头车道视线受阻挡或掉头口位于停车线后稍远或掉头口位于路段的情况下,有些城市的道路在掉头口增设了信号控制。

设置信号控制又分两种情况:仅掉头车道受信号控制和掉头车道和对向车道均受信号控制。

一般来说,掉头口紧邻停车线后或位于停车线后稍远,且视线通畅时,可采用仅掉头车道受信号控制;掉头车道视线受阻挡或掉头口位于路段时,宜采用掉头车道和对向车道均受信号控制。

5 掉头半径的研究

由于机动车最小转弯半径 $R_{\min}$ 是指:机动车回转时,当转向盘转到极限位置,机动车以最低稳定车速转向行驶时,外侧转向轮的中心平面在支承平面上滚过的轨迹圆半径^[4]。 $R_{\min}$ 是机动车本身的转弯性能,其值与车辆的轴距和前外轮最大偏转角有关,其计算公式是:

$$R_{\min} = L/\sin\theta \quad (1)$$

式中: L 为轴距,m; θ 为前外轮最大偏转角(计算列车时应复核修正)^[5],°。

掉头车道外半径最小值 R_0 ,在设计时除了要考虑轴距和前外轮最大偏转角外,还要考虑:机动车宽度、前轮距、前悬尺寸、安全距离,参照《车库建筑设计规范》(JGJ 100—2015),掉头车道相关计算公式如下^[4]:

$$\text{机动车掉头内半径 } r = \sqrt{R_{\min}^2 - L^2} - (b+n)/2 \quad (2)$$

$$\text{机动车掉头外半径 } R = \sqrt{(L+d)^2 + (r+b)^2} \quad (3)$$

$$\text{掉头车道内半径 } r_0 = r - y \quad (4)$$

$$\text{掉头车道外半径最小值 } R_0 = R + x \quad (5)$$

$$\text{掉头口的最小开口长度 } W = R_0 - r_0 \quad (6)$$

式中: $R_{\min}$ 为掉头车道外半径最小值,m; r 为机动车掉头内半径,m; L 为轴距,m; b 为机动车宽度,m; R_0 为掉头车道外半径最小值,m; R 为机动车掉头外半径,m; n 为前轮距,m; d 为前悬尺寸,m; x 和 y 为安全距离,m; W 为掉头口的最小开口宽度,m。

表 1 掉头车道参数及半径计算表

单位:m

	$R_{\min}$	L	b	n	d	x	y	r_0	R_0	W
微型车	4.65	2.21	1.49	1.29	0.66	0.25	0.25	2.45	5.33	2.88
小型车	5.58	2.83	1.82	1.52	0.86	0.25	0.25	2.89	6.43	3.54
轻型车	6.77	3.46	2.08	1.68	1.01	0.25	0.25	3.69	7.75	4.06
中型车	7.94	3.88	2.39	1.83	1.30	0.25	0.25	4.57	9.13	4.56
大型车	11.35	5.70	2.51	1.97	2.20	0.25	0.25	7.32	13.06	5.74

以下根据部分机动车机械性能参数平均值,计算得到掉头车道外半径最小值 R_0 见表 1。

其中, $R_{\min}$ 等来自生产厂家技术统计数字。

通过 R_0 可计算出当要求车辆从最左侧车道掉头至对向最左侧车道时的中分带最小宽度,例如小型车掉头时,中分带最小宽度 $= 6.5 \times 2 - 3.5 \times 2 = 6$ m(R_0 取 6.5 m,每条车道宽度取 3.5 m)。

从表 1 可以看出,按照计算,掉头口的最小开口长度 W 不超过 6.0 m 即可,但实际设计时,通常采用 8~10 m 长,甚至更长,主要是考虑安全富余,以及拖挂车等超大型车辆的通过。

6 掉头设计车速的研究

《中华人民共和国道路交通安全法实施条例》中规定,掉头车速不得超过 30km/h,但这是掉头车速的上限,一般适用于中分带较宽、掉头车辆需在其中行驶一段距离后再进入对向车道的情况。实际驾驶操作中,驾驶人员在估计车尾行至掉头口端部时,采取制动降低车速至 0~5 km/h,然后打足方向,车辆低速掉头,当车身与对向车道平行时,才开始加速离去。因此,掉头平均车速应是车辆行驶半圆的距离与时间的商,按上述小型车估算,

$$V = \pi r_2 / t \quad (7)$$

式中: V 为掉头平均车速,m/s; r_2 为车辆中心至掉头圆心的半径,m; t 应实测时间,s。

根据上海市几个交叉口掉头的现场调查,掉头时间 t 基本在 4~6 s,掉头半径 r_2 基本在 3.5~5.5 m,计算得 $V = 3.14$ m/s = 11.30 km/h。因此掉头设计车速取 10~15 km/h 较合适。

7 结 语

本文对国内目前掉头设计进行了梳理和归纳总结,并且对掉头半径及掉头车速进行了研究分析,但大多数情况属于定性的说明,还有较多具体问题亟

(下转第 57 页)

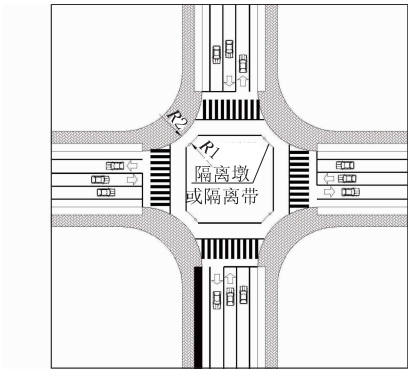


图 5 交叉口机非隔离设置图(C 类)

大,增加了安全隐患。因此在大型交叉口,除需要设置的待转区、等待区外,针对机动车可增加转弯车道导流线,以引导机动车转弯行驶轨迹,避免机动车与机动车、机动车与非机动车之间的碰撞和碰擦。

(2)优化交叉口内非机动车的交通标线

以往在交叉口范围一般不设非机动车横道或导流线,在一些非机动车和行人较多的交叉口,往往造成减少非机动车和人行的相互穿插而碰撞。因此,在流量较多的、有条件的交叉口,可增加非机动导流线,将非机动车和行人通行空间划分清晰。

(3)部分车道的停止线作适当后移

为倡导绿色出行,近年来城市道路中设置公交专用道的情况越来越多,而公交专用道一般设置在外侧居多。交叉口处进口道外侧又常设有右转车道,由于公交专用道停车线不后移,受公交车辆视线阻挡,右转车辆的视距不佳,易造成右转车辆与行人或非机动车的碰撞、碰擦事故。

因此,类似于公交专用道外侧设有右转车道等情况的,部分车道的停止线可作适当后移,以改善交叉口转弯有影响下的停车视距。停止线后移距离可

根据实际情况决定,一般可在 1~3 m。

3.4 人非共板的交叉口设计优化

近年来,部分地区在道路建设时试点采用了“人非共板”断面形式,但是在交叉口的处理上存在不足,未充分考虑非机动车的行驶安全,有些就是简单的将原人行缘石坡道放大,给非机动车道的上下造成不便,也给行人通行带来安全隐患。

建议优化缘石坡道和非机动车坡道,非机动车和行人采取人车分道通行,以减少相互穿插和干扰。

3.5 视觉引导和警示设计

近几年,部分城市和地区也在试点推进交叉口的视觉引导和警示等附属设施建设,包括交叉口的彩色路面铺装、3D 视觉过街横道、发光人行横道等,取得了一定的效果。但需要进一步编制相关的技术规范,指导并规范建设。

4 结 语

本文结合实践经验,基于对正常信控状态下平面交叉口的若干安全通行问题进行了梳理、分析和总结,提出了在正常信控状态下平面交叉口的若干交通安全提升设计方法,以及一些交通安全设施的改善措施和做法。因篇幅有限,同时城市道路平面交叉口的交通的确还是相对较为复杂的,本文提出的一些措施可能并不十分全面,今后笔者还将进一步结合实践开展深入研究。

参考文献:

[1] CJJ 37—2012,城市道路工程设计规范[S].
[2] CJJ 152—2010,城市道路交叉口设计规程[S].
[3] GB 50688—2011,城市道路交通设施设计规范[S].

(上接第 48 页)

需研究且在规范中明确,例如:

(1)掉头口在道路纵、横向上的位置应如何选用,与道路交通流量及几何尺寸的关系如何;

(2)掉头车道什么情况下应设置信号灯控制,如何设置,均应有明确条文规定;

(3)掉头口在何种情况下需要增辟车道也需有条文规定;

(4)掉头半径及开口大小应根据不同车型给出相应的最小值规定;

(5)掉头设计车速取值应为多少,其值又会反过

来影响掉头半径、车道几何尺寸等。

以上问题均需后续研究来解决或明确。

参考文献:

[1] GB 5768—2009,道路交通标志和标线[S].
[2] DGJ 08-96—2013,城市道路平面交叉口规划与设计规程[S].
[3] JTG D20—2017,公路路线设计规范[S].
[4] JGJ 100—2015,车库建筑设计规范[S].
[5] 李相彬.汽车列车转弯过程的分析及其最小转弯半径的确定[J].汽车技术,1981(11):18-21.
[6] 巩建国,刘金广.我国城市道路“掉头车道”应如何设置[J].汽车与安全,2019(9):87-91.