

城市信号交叉口掉头设置方法研究

付美玲

南昌铁路勘测设计院

摘要：干道沿线存在大量的交通发生点和吸引点，常常会伴随着较大的掉头交通需求。对于掉头交通设计方法的研究，能够使得在现有道路条件下掉头交通的设置更为合理，起到优化城市的交通组织，满足大部分的掉头交通需求的作用。本文介绍了城市信号交叉口掉头设置的研究进展，并对常见掉头的设置方法及其特性进行研究，结合星城大道和丽湖大道交叉口的实际案例进行掉头设置方案的调整，仿真结果表明左转或掉头车道右置的确能够降低延误。

关键词：市政道路；交叉口掉头；优化设计

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.20.009

一、城市信号交叉口掉头设置研究现状

随着交通量的不断增大，在城市道路上对于车辆行驶过程中的掉头需求也不断增加。掉头方式设置不良，道路上的交通组织情况会更加复杂，从而使得干线上的交通压力大大增加。合理设置掉头口，能够最大限度满足掉头交通需求，对于干道所经过途中的人们的出行大有裨益，且缓解了交通压力，使得交通组织的难度大大降低。

在当今的城市交通中，掉头交通的需求成了一个关键的交通组织问题，学者针对城市信号交叉口掉头设置进行了研究。张海雷等^[1]分析了信号交叉口的掉头交通与其他交通流的冲突点，掉头交通设置空间需求，再结合所总结得三个设计模式，提出适应性分析展望。吴晶晶，郭唐仪^[2]等考虑当中央分隔带宽度不足的情况下，道路行驶车辆掉头不便，此时可将掉头车道与右转车道合并并置于道路最外侧。通过共用车道的通行能力探索出可应用的算法，得出右置掉头右转合用车道的通行能力的计算模型。沈树威等^[3]研究左转的车道和掉头的车道合并后的适用空间条件。刘韵^[4]，邵海鹏，王宇轩^[5]等利用仿真建模对左转车道右置进行了研究。

二、交叉口掉头行为的交通影响分析

（一）与行人及非机动车的影响

掉头交通中的交叉口内部掉头模式包括掉头车道左置、右置两种方法，都会与横向慢行交通发生冲突。既造成通行效率的降低又威胁到非机动车、行人的过街安全。部分交叉口由于中央分隔带能够提供足够的转弯半径而此处掉头方法被设置为交叉口内部掉头。然而许多行人及非机动车并不会从过街人行横道上经过，而是直接从交叉口内部横穿。此外，人行横道靠近其中一侧的车道停止线，该侧进口道的掉头车辆将两次穿越人行横道，直接威胁到停滞在交叉口中央分隔带上行人及非机动车的人身安全。

（二）与其他方向交通流的影响

在配备有掉头专用车道的前提下，交叉口内部完成掉头的那部分交通流，在通行到出口道处与右侧的进口

道进入交叉口的左转车流将发生冲突；除此之外，掉头车辆和左转车辆在交叉口进口道处分流，掉头车辆将会受到左转车辆的影响。位于停止线前掉头时，在交叉口中有停滞暂时无法通过的车辆，都会造成交叉口交通组织混乱。渐变段、展宽段进口道处的掉头车辆可能由于转弯半径的制约，会和对向交通流产生冲突。交叉口远引掉头，在中央分隔带宽度不足的情况下，主要对于双向的路段直行车辆的行车轨迹均会造成负面影响。

（三）与道路设施间的影响

停止线前掉头及进口道渐变段、展宽段和交叉口远引掉头，这三种模式与中央分隔带的设置有相互影响制约的关系，较宽的中央分隔带能提供较大的转弯半径，但对路面空间资源较为浪费。掉头车道右置的模式将能使得上游交叉口右转而来的公交在路段直行停靠站，以及接下来的左转行驶得到便利，无需再行驶过程中多次变道，既保证了公交的快捷的优点，又减少对于路段上直行交通流的干扰。在道路设计时，应当保证中央分隔带的宽度不仅要满足标准，还要保证一定的规划预期，以供多种交通组织方式的设置。

三、常见的掉头设置方法及其特性研究

在城市道路行驶中，进行交叉口掉头的需求主体主要来源于两个，一是在交叉口附近的侧路建筑物的出入车辆，二是在行驶途中因为需要紧急返回、开过头或走错路需要掉头的车辆。针对不同的道路交叉口情况，可以设置不同的交叉口掉头方式，常见的方法有以下三种：

（1）掉头车道左置：将掉头车道设置在各行车方向的左侧，即道路内侧。这种方法是目前最常见的，也是相对而言形式简单的一种掉头设置方法，又包含交叉口内部掉头、停止线前掉头以及进口道渐变段展宽段处掉头。由于这种设置方法掉头车辆靠近对向车道，对道路直行车辆的影响小，但要注意对向车流影响。

（2）交叉口远引掉头：将交叉口内具有左转需求的车流与对向直行车流的冲突点通过改造，让这些车辆，途径交叉口在路段上掉头之后，再以较原通行方向而言左转驶出交叉口；抑或者直行通过路口再掉头直行完成路段掉头。这种方法一般在禁左的交叉口投入使用，其通行示意图如图1。

（3）掉头车道右置：将左转以及掉头车道设置在直行车道和右转车道中间。该种模式将在本文着重探讨。

首先，这种掉头方法普遍运用于路幅受限掉头，它能够很好地克服转弯半径受限的问题，且不会受到中央分隔带过窄或空缺的影响。在城市道路的设计中，一般在路幅不足的情况下，掉头车辆常与左转车辆共用车道，并且受到转弯半径、对向车流干扰等因素的影响，通行速度将有所下降，对左转车辆产生较大的影响，易

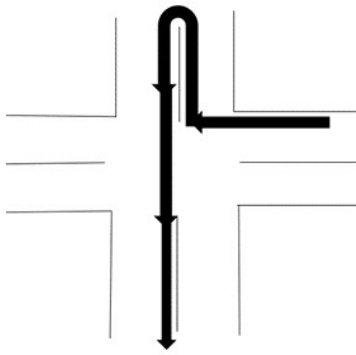


图1 远引掉头示意图

发生拥堵，而掉头车道右置可以缓解这个问题。其次，该方法不易使上游交叉口的车辆因交织长度不足而造成在该交叉口的交通组织混乱。在距离接近的两个交叉口中，上游的那些右转而来的车辆，进入该路段再进行左转掉头时容易和直行车辆形成交织，该模式可有效克服交织段长度不足而导致的通行效率下降，对于大型车非常友好，并且有左转需求的公交、的士公共交通等，不用因在过程中需变道，跨越数个车道。此外，对于一些已经设计采用独立左转相位的交叉口，这种方案可不需要调整交叉口信号控制方案，对其他方向的交通流都不形成干扰。

刘骏^[6]等人对城市信号交叉口掉头车道右置进行了适应性分析，指出在当城市信号交叉口相交道路存在主次之分时或者左转车流量中大型车辆应占有较大比例时适宜将掉头车道右置。另外掉头车道右置的使用还需注意以下几点：

①右置车道将直接导致转弯半径增大，因此对交叉口的内部空间要求较大；

②该模式要两次穿越过街人行横道，与过街的行人及非机动车产生冲突，尤其对于因路幅过宽人行横道超过16米而设置二次过街的交叉口，该模式不宜使用；

③需要左转或掉头的驾驶员因习惯性思维影响，多选择靠左行驶，因而道路的相关指示标志及标线应当得到完善；

④对于部分左转车流量较大的交叉口，由于车道右置将使得单进口放行时左转车辆及直行车辆发生冲突，因此该模式下无法设置左转待转区。

四、实例分析

(一) 现状描述

本文选取的案例是星城大道和丽湖大道交叉口，如图2所示，将对该典型交叉口进行掉头设置方案的调整，通过两种模式的比较，对掉头车道右置的交叉口优化调整进行定量分析研究。

该交叉口所在路段是贯穿县中心城区的主干道之一，在早晚高峰期间道路通勤交通量骤增，交叉口经常发生拥堵。由于其临近火车站，地理位置特殊以及周边住宅区、教育区块密集，并且上下游交叉口交通量相对而言均更大，因而东西方向来往的车辆会选择在此进行掉头，故该交叉口具有一定的掉头需求。交叉口内部没有任何提示可掉头的标标志标线，但因为中央分隔带护栏距离进口道停止线有将近四十米的距离且左转车道的交通量较少，很多车辆会选择在此掉头。

通过以上数据整理汇总可以看出，该交叉口的主要交通量集中在东西方向，星城大道为主，丽湖大道为次，适宜掉头车道右置的优化。本文中交叉口掉头需求的计算，通过对该交叉口的交通量观测和之后对东西进口道的晚高峰小时中一个小时（17：30—18：30之间）的掉头车辆进行统计，根据所得30组数据求取平均值得出结果。所得结果：东进口道的掉头交通量占高峰时期

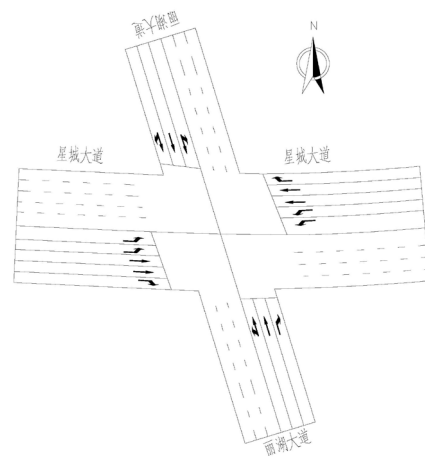


图2 本案交叉口示意图

表1 非机动车交通量

进口道	东			西			南			北		
	左	直	右	左	直	右	左	直	右	左	直	右
交通量 (pcu/h)	320	1373	36	47	818	56	12	146	123	49	690	77

表2 机动车交通量

进口道	东			西			南			北			
	左	直	右	左	直	右	左	直	右	左	直左	直	右
车道数	1	3	1	1	2	1	2	3	1	1	1	1	1
调查交通量 (pcu/h)	198	1665	301	119	1301	162	57	93	242	219	210	131	197
设计交通量 (pcu/h)	264	2220	401	159	1735	216	71	116	303	274	262	164	246
合计	2164			1582			392			757			

表3 东西进口道左转车道延误

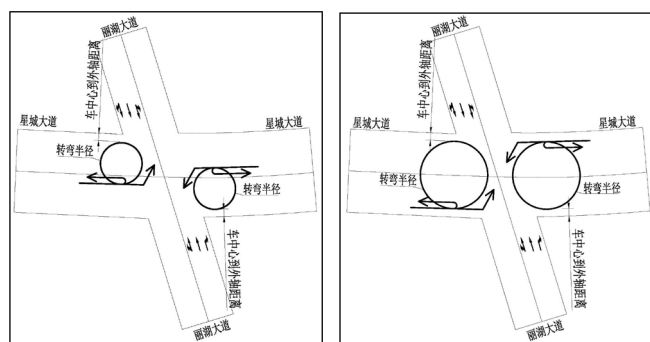
	cs (s/pcu)	cu (s/pcu)	fa	tu (h)	c1 (s/pcu)	c2 (s/pcu)	c3 (s/pcu)	c (s/pcu)
东	53.728	50.985	0.88	0.043	46.387	18.103	1.986	66.476
西	53.728	44.344	0.87	0.013	36.850	1.156	0.482	38.488

该车道的交通量的36.41%，西进口道为23.23%。

根据上表3的延误计算可以得到西进口道的左转车道的通行能力良好，延误在一般水平；东进口道的左转车道通行能力较差，延误的情况比较严重。

(二) 交通仿真比较

本文针对左置左转掉头合用车道、右置左转掉头合用车道两种交叉口掉头设置方法进行了模拟仿。其中左置合用车道仅允许掉头车辆随左转车辆在同一信号相位驶入交叉口并在交叉口内部进行掉头，如图3 (a) 所示，根据几何关系可得，该交叉口的出口道符合车辆进行左转及掉头车道左置的几何空间要求；如图3 (b) 所示，根据车辆宽度及最大将会发生的有可能的转弯半径（经由东西向路幅宽度计算得到），交叉口东西向停止线开始的交叉口宽度要求最低为21.725m，满足右置掉头车道设置的空间条件。



(a) 左置左转掉头合用车道 (b) 右置左转掉头合用车道

图3 空间示意图

根据调查得出的掉头车辆的比例，交叉口东西进口道的实际交通量应当为311pcu/h和155pcu/h。仿真结果显示：东进口道左转掉头合用车道的平均行程时间为39.04s，平均延误为32.28s/pcu；西进口道左转掉头合用车道的平均行程时间为24.16s，平均延误为17.50s/pcu。东进口道左转掉头合用车道的平均行程时间为53.06s，平均延误为46.29s/pcu；西进口道左转掉头合用车道的平均行程时间为24.11s，平均延误为17.43s/

pcu。

从以上两组仿真数据结果可以看出，以该交叉口的西进口道为一个例子，临近交叉口路段仅直行和左转车流，并且车辆不发生频繁变道行为的情况下，将左转或掉头车道右置的确能够降低延误，缩短车辆在道路上的通行时间，提高通行效率。然而还注意到，东进口道右置左转掉头合用车道后，车辆的平均行程时间及延误明显增加。这主要是由于在距离交叉口不远处设置有港湾式公交车站，而直行道路上的公交数量较多，车道右置后，由于需要进站停车，直行公交需频繁变道。这就导致左转车道上经常有从直行车道变道为了进站的公交，直行公交停靠站需要两次和左转交通流发生冲突，故此时的道路通行效率不增反降，延误也明显增加。

五、结语

本文基于城市信号交叉口掉头设置的研究进展，从三个方面分析了交叉口掉头行为的交通影响，对常见掉头的设置方法展开描述，着重探讨了掉头车道右置的方法，并结合星城大道和丽湖交叉口的实际案例进行掉头设置方案的调整，仿真结果表明左转或掉头车道右置的确能够降低延误。

参考文献

[1] 张海雷. 信号控制交叉口掉头交通设计研究[J]. 道路交通与安全, 2009, (第6期).

[2] 吴晶晶, 郭唐仪, 任俊伟. 右置掉头与右转共用车道通行能力研究[J]. 现代交通技术, 2014, (第2期).

[3] 沈树威. 信号交叉口左转掉头合用车道居中设置研究[J]. 交通世界(中旬刊), 2019, (第9期).

[4] 刘韵. 信号交叉口车辆掉头交通设计研究[J]. 铁道警察学院学报, 2017, (第5期).

[5] 邵海鹏, 王宇轩, 陈兴影, 郑斌斌. 信号交叉口进口道掉头设置条件研究[J]. 系统仿真学报, 2018, (第11期).

[6] 刘骏, 郭唐仪, 刘英舜, 等. 城市信号交叉口掉头车道右置安全性能分析[J]. 交通信息与安全, 2015, 33(1): 90-94.