

平面交叉口左转车道设计方法研究

唐彩梅, 张俊德

(中铁西北科学研究院有限公司, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 以平面交叉口运行效率为目标, 从左转车流的交通影响入手, 引入驾驶员进入交叉口的心理因素, 对左转车道的设置原则、左转车道待行区的设置、左转车道的宽度和长度等方面进行了理论分析。

关键词: 交通设计; 平面交叉口; 交叉口设计; 左转车道设计

中图分类号: U491.112

平面交叉口是整个道路网中通行能力与交通安全的瓶颈, 日常交通堵塞大部分都是由于平面交叉口的通行能力不足造成的。尤其是在左转机动车比例较大的交叉口, 由于左转车辆的影响, 平面交叉口通行效率下降、延误时间增长、废气排放加剧。因此, 从安全和通行效率角度考虑, 在交叉口设置左转车道, 把左转车辆从直行车流中分离出来, 是一种行之有效的办法。

通过对交叉口处左转车流的交通影响分析以及左转专用车道设计原则入手, 考虑车辆通过交叉口的运行状态以及驾驶员通过交叉口时的心理影响因素, 对左转待行区的设置、车道拓宽设计、车道长度设计进行了系统的分析研究。

1 左转车流的交通影响分析

城市道路平面交叉口的左转车流引起的冲突是引发交通拥挤甚至堵塞的重要原因之一, 左转车流对交叉路口的影响主要有以下 3 个方面:

1) 两相位交叉口中的左转车辆增加了车流之间的冲突点。平面交叉口在信号控制下避免了直行车流的正面冲突, 但消除不了左转车流造成的交叉点, 每个相位中分别存在 2 个交叉点。每一左转车流还形成了一个合流点和分流点。通过这些相交点上的车流分布股数越多, 产生的交通冲突数就越多, 对交叉口的影响就越大。这些冲突点, 尤其交叉点是干扰各向车流的最严重的地方, 直接影响了各个相位的直行车流的行驶平顺性和安全性。

2) 对于两相位、没有左转专用车道及直行交通量很大的交叉口, 左转交通流很难获得可穿越空挡, 从而导致在信号周期内左转车流不能够完全清场, 阻挡了下一个相位的通行车辆, 进一步影响下一周期的交通组织。

3) 对于通过对进口道的左侧进行拓宽增加左转专用车道的交叉口, 当左转车道的长度设计不足时, 左转车辆将会占用直行车道, 直接影响直行交通的运行效率, 造成交叉口交通运行混乱, 引起交通堵塞。

2 左转专用车道设计

2.1 左转专用车道设计原则

根据可穿越间隙理论, 对向交通流量的大小直接决定了左转可能通过的交通量。在交叉口实际运行过程中, 由于左转交通的必要通行能力没有得到保证而造成交叉口通行能力不足的情况十分普遍。在无左转专用道的情况下, 因为左转车需要等待间隙通过, 往往妨碍后续直行车辆的行驶, 既降低了通行能力又滋生了事故隐患。

对于新建的交叉口, 因为没有可靠而真实的交通量资料, 建议除以下情况外都要设置左转专用车道:

a 确认此进口道几乎没有左转交通;

b 此进口道设左转专用进口车道后, 只剩一条进口车道供直行和右转车使用。对此情况给出在今后交叉口投入运行后, 根据现实交通量资料评价左转专用车道设置必要性的方法来确定是否改变车道划分, 以使各进口车道的利用更为均衡, 从而提高整个进口道的使用效益。

2.2 左转等待区设置

2.2.1 左转等待区设置方法

交叉口通行区域内部设置左转等待区是在有左转专用车道的前提下提出的渠化优化措施。从时间上分析, 提前进入交叉口的左转车辆不应该影响侧向的交通流, 所以左转车辆进入交叉口的时间应当于侧向车流进入信号交叉口的时间错开。从空间上

分析, 提前进入信号交叉口的车辆不应该影响本向和对向的直行车流, 所以左转等待区不能与对向直行车流的轨迹相交。

左转等待区的设置位置, 如图 1 所示。在图 1 中, 左转车辆等待区的停车线不仅提前到了信号交叉口内部, 而且还向左平移了对向左转专用车道宽度的距离。使得左转车辆通过信号交叉口的时间变短了, 并且降低了提前左转的车辆对紧随其后的左转车辆的影响, 也不会妨碍对向直行车流的正常行驶。

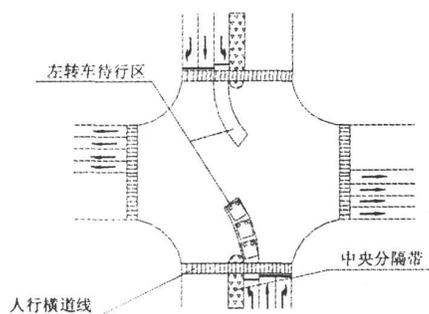


图 1 左转等待区设置示意

2.2.2 左转等待区长度设计

对于在平面交叉口通行区域内部设置的左转机动车等待区, 等待区内进口道的长度的设计应分两种情况考虑。

1) 当交叉口进口方向的车道数与路段车道数相同时, 在红灯期间到达的车辆不会出现进不了进口道的情况, 因此没有必要限定等待区内进口道的长度, 此时等待区内进口道的长度可根据路口区域的大小设置。

2) 当交叉口进口道进行左侧拓宽时, 拓宽进口道的长度加上等待区内车道长度应能够满足红灯期间左转交通流停靠的需要。左转等待区长度按下式计算:

$$L = \frac{Q \cdot g \cdot l - u}{n}$$

其中, L 表示左转机动车等待区内多个进口道的平均长度; n 表示左转等待区内进口道的数量。 g 表示某进口道直行方向的信号相位绿灯时长 (s), l 表示单个车辆所需的停靠长度 (m), Q 表示高峰时该进口道方向左转车辆到达率 (pcu/s), u 表示同一进口方向左转拓宽进口道的长度 (m)。

2.3 车道拓宽设计

当一般交叉口候驶车道不足时, 为了提高交叉口的通行能力, 采用向候驶车道一侧或两侧拓宽的

办法, 以增加车道数来提高交叉口的通行能力。交叉口的拓宽设计, 主要解决拓宽方式、拓宽的宽度、拓宽道长度的设计问题。

2.3.1 拓宽方法

交叉口拓宽必须在原有规划红线宽度内进行。进口拓宽的方式一般有三种:

1) 对进口道的右侧进行拓宽, 增设右转弯车道;

2) 对进口道的左侧进行拓宽, 当中央分隔带较宽时, 可消除局部中央分隔带及调整直行车道位置设置左转专用车道, 当中央分隔带较窄且分隔带前后两路口距离又可满足两方向的待转车辆所需长度的总和时, 可将中央分隔带偏心设置, 以提供两方向左转所需的左转专用车道;

3) 交叉口进口道的左右两侧同时拓宽。

在左转车道的设置方式上, 由于拓宽交叉口设置左转车道增加了交叉口面积的负作用, 所以应尽量结合减小车道宽度、占用中央分隔带或对向车道等措施来降低交叉口的面积, 一味地拓宽进口道不利于安全。

2.3.2 拓宽宽度

根据道路的实际交通量和交叉口的设计通行能力来确定拓宽宽度, 即确定增加的车道数, 新建路口, 见表 1。

表 1 新建交叉口进口道规划红线宽度增加值

交叉口	道路		
	规划红线宽度增加值 (m)		
	主干路	次干路	支路
主-主交叉口	10-15	-	-
主-次交叉口	5-10	5-10	-
主-支交叉口	3-5	-	3-5
次-次交叉口	-	5-10	-
次-支交叉口	-	3-5	3-5
支-支交叉口	-	-	3-5

2.4 左转专用车道长度设计

目前, 在国内平面交叉口设计中, 多将左转专用车道划分为展宽渐变段长度和展宽段长度两部分。左转专用车道的长度主要受下列因素的影响: 左转的交通量, 左转车辆长度和组成指标, 行车速度, 最小车头时距等。综合考虑以上因素的影响及驾驶员从发现目标到减速停止, 车辆的制动全过程。在计算交叉口左转专用车道时, 应将左转专用车道划分为等待区 L_1 、减速长度 L_2 和反应段长度 L_3 三部分较为合理。左转专用车道的长度可确定为 $L = L_1 + L_2 + L_3$ 。

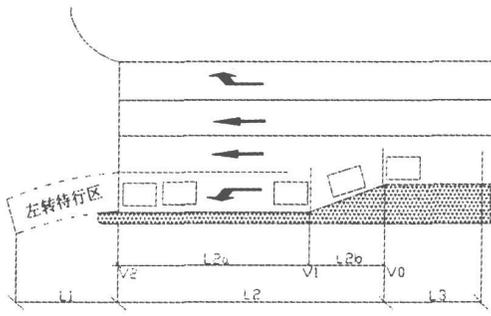


图 2 左转专用车道布置

2.4.1 待行区长度 L_1

左转待行区设在左转专用车道前端,伸入交叉口内部,伸入长度应保证不小于 30m 的情况下还要保证在此范围内待行的车辆不与对向直行车流发生冲突。左转待行区的标线为两条平行白色虚线,前端标绘停车线,标线内标注“左转待行区”,用以指示左转待行区的范围。左转弯等候段的长度应按下式计算: $L_1 = 2SM$

式中: L_1 ——左转待行区的长度,单位 (m);

S ——平均车头间距,单位 (m)。小客车 $S = 6m$;大型车 $S = 12m$,车型比例不明确时, $S = 7m$;

M ——平均每分钟转弯车辆数,单位 (辆)。

根据左转车道的设置原则,每个信号周期的左转车辆要大于 3 辆。根据现场观察,重庆市的车辆多以小客车和公交车组成,而且根据公交车的到站规律,公交车都是几辆车相继到站,陆续进入左转专用车道,所以左转待行区的长度应至少能保证两辆公交车同时进入待行区的长度,待行区的长度应不小于 30m。

2.4.2 减速长度 L_2

减速区间设置在待行区之后,减速长度包括渐变段长度 L_{2a} 和减速段长度 L_{2b} ,计算公式为:

$$L_2 = L_{2a} + L_{2b} = \frac{V_0 t_1}{3.6} - \frac{1}{2} a_1 t_1^2 + \frac{V_1^2 - V_2^2}{25.92 a_2}$$

其中: $V_1 = V_0 - a_1 t_1$ (t_1 为渐变段的行驶时间为 3s); $a_1 = 1.8m/s^2$, $a_2 = 3M/s^2$; V_0 为主线行驶速度; V_1 为侧移后的速度; V_2 为减速过程的末速度。根据不同的主线行驶速度可以计算处不同的减速长度,见表 2。由于左转车在信号交叉口需要停车排队,减速长度末速度取为 0。

2.4.3 反应变段长度 L_3

驾驶员发现交叉口的感知—反应时间内行驶的距离,取决于其感知—反应时间和行驶速度。车辆行驶速度 v 可以参考道路的设计行驶速度。感知—反应时间首先取决于驾驶员对交叉口的熟悉程度;

表 2 左转专用车道减速长度

交叉道路名称	路段主线行驶速度 (km/h)	减速度 (m/s^2)		渐变段长度 L_{2a} (m)	减速段长度 L_{2b} (m)	减速长度 L_2 (m)
		a_1	a_2			
主干道	60	1.8	3.0	40	35	75
次干道	40	1.8	3.0	25	15	40
支路	30	1.8	3.0	20	10	30

其次取决于驾驶员的警觉程度,不同交通状况下的驾驶员警觉程度是不同的,一般交通量大的情况下驾驶员的警觉性高,而交通量小的情况下驾驶员的警觉性低。城市道路反应时间 t 取为 1.5s,用下式计算: $L_3 = vt$

表 3 左转弯专用车道反应段长度的取值

路段设计速度 (km/h)	60	40	30
反应段长度 (m)	25	20	15

3 结束语

从左转弯车流的交通影响入手,考虑驾驶员进入交叉口的心理因素,对左转车道的设置原则、左转车道待行区的设置、左转车道的宽度和长度等方面对左转车道的设计问题进行了一般性理论分析。笔者

认为把左转专用车道分为反应段、渐变段、减速段和待行区较为合理。在交叉口设计实际应用当中具有较高的可操作性。

参考文献:

- [1] 吴波,刘燕.基于功能需求的城市道路平面交叉空间设计方法研究 [R].
- [2] 马建明.信号交叉口交通组织优化设计 [J].北京:北京工业大学学报,2001(2).
- [3] 孙明正,杨晓光.城市道路平面交叉口交通空间规划设计方法 [J].城市交通,2006(3).
- [4] 杨晓光.城市道路交通设计指南 [M].北京:人民交通出版社,2003.
- [5] 重庆市工程建设标准.城市道路 交通规划及路线设计规范 [S].