

文章编号: 1005-0523(2008)06-0024-04

在斜交十字交叉口内设置车辆待行区的研究

张艳妮, 董德存

(同济大学 道路与交通工程教育部重点实验室, 上海 201804)

摘要: 针对斜交十字交叉口存在的安全隐患等问题, 提出为锐角进入交叉口的次路车流设置车辆待行区, 使支路车流可以分两个阶段通过交叉口。以一级公路为例, 运用概率论和排队论计算了车辆待行区所适应的交通量范围, 给出了通行能力的计算方法。在不同交通量情况下, 比较了普通让行、信号灯和设置车辆待行区三种交叉口控制方式的延误。

关键词: 交叉口; 交通安全; 车辆待行区; 通行能力; 延误

中图分类号: U412.35+1

文献标识码: A

各地干线公路中存在许多斜交十字型交叉口, 普遍是等级较高的路段, 车流量也较大, 如新老国、省道相交, 各种支路与干线相交等。由于这类交叉口的特殊条件, 再加上交通标志和标线的不完善, 或者设置不合理, 导致斜交十字型交叉口交通秩序较为混乱, 成为事故多发点。原因综述如下:

- (1) 没有在支路上设置必要的“停”、“让”标志和标线, 造成支路主路同等路权进入交叉口^[1];
- (2) 斜交十字型交叉口普遍面积较大, 冲突点位置不固定, 冲突车流较多, 导致车辆(特别是支路车辆)通过交叉口较为困难;
- (3) 没有设置公路左转弯车道, 造成左转弯车流停在交叉口影响干道直行车流^[2];
- (4) 特别是以锐角进入交叉口的车流, 由于驾驶员坐在驾驶室的左侧, 以锐角驾车进入的司机很难发现右后方驶来的车辆(视觉盲区), 导致经常发生抢行事故, 见图1的C。

1 现存解决办法

针对现有问题, 常用的解决办法之一是设置信号灯。但是次路交通量较小, 这将会大大增加主路车流的延误。不仅如此, 当主路驾驶员长时间未看到次路有车通行, 就会故意或无意地闯红灯, 造成严重的安全隐患^[3]。

为避免抢行事故, 还可以规定锐角进入的车辆具有优先通行权(如图1中C和D所示), 把其它方向的车辆(如图1中的A和B)规定为让行车流, 设置“停车”或“让行”标志。当CD方向为主路交通时, 这样设置是合理的。可当AB方向为主路交通时, 这样设置不利于主路通行, 会给主路交通带来较大的延误。

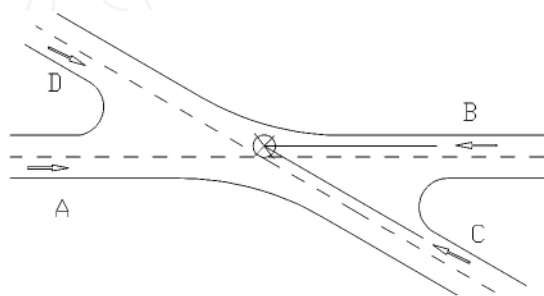


图1 斜交十字路口抢行事故示意图

收稿日期: 2008-09-21

基金项目: 863 重点资助项目, 科学技术部 863 计划项目(2004AA505560)

作者简介: 张艳妮(1984-), 女, 满族, 辽宁本溪人, 硕士研究生, 主要研究方向为交通信息工程及控制。

2 为锐角进入的次路车辆设置待行区

当以锐角进入交叉口的车流为次路车流时,本文推荐在交叉口主路中间设置待行区,如图2所示(主路以一级公路为例)。

不计土路肩,一级公路的宽度为24 m。其中中间绿化带宽3 m,行车道为15 m(3.75 m*4),硬路肩6 m(两侧各3 m)。在路段,硬路肩是供车辆紧急停车所用,接近交叉口,可以利用硬路肩和一半的绿化带将两条行车道扩展为三条车道(直右3.75 m,直行3.75 m,左转4.5 m)。利用两条左转车道(每条4.5 m),共9 m宽的长方形区域可以设计出次路通过交叉口的待行区和主路左转的待行区,如图2。

这样设计的交叉口,其通行规则就和普通优先控制交叉口稍有不同。主路直行和右转具有第一级优先权。交叉口中间待行区的次路直行和左转车流具有第二级优先权,因为这些车流比其它车流(主路左转和次路上待行的直行、左转车流)更先发现和利用主路直行车流(包括右转)的间隙。次路右转车流只需要让行主路直行车流,也具有第二级优先权。主路左转车流,需要让行主路直行车流(包括右转)和交叉口中间待行区的次路车流,具有第三级优先权。支路上待行的直行和左转车流具有第四级优先权,需要让行主路直行车流、中间待行区的次路左转车流和主路左转车流。

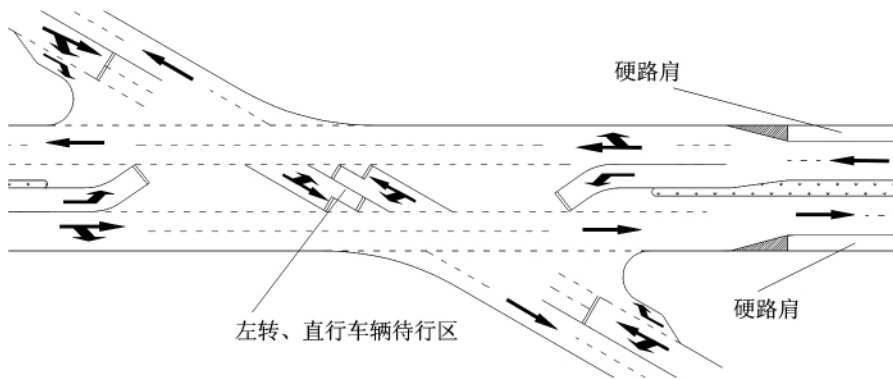


图2 斜交十字路口中间待行区的设计

本设计的最大特点是使支路车流分两阶段通过交叉口。每个阶段的行驶距离减少了一半,而且也只需要让行一部分冲突车流。这样就固定了支路车流的行驶轨迹,大大简化了司机对冲突车流和可利用间隙的判断,能够改善交通安全。交叉口中间的次路待行区为次路车辆提供了停车待行的空间,因此可以有效地避免由于次路车辆盲目通过和视觉盲区造成的抢道事故。

其实对于次路上的车辆而言,还必须观察中间待行区有无空车位,如果中间待行区已满,即使发现可利用的车流间隙也不能通行。这种情况可称为中间待行区排队溢出。

为了尽量避免排队溢出的发生,接下来应该研究中间待行区停车位与主次路到达交通量的关系。

3 中间待行区停车数量与排队溢出

图3中, L 为中间待行区的宽度(m),一般是两条左转车道和中间绿化带; D 为一个停车道的宽度(m),等于次路进口道的宽度; α 为次路与主路的斜交角度; L_1 为一条停车道的长度(m)。

由图3中的几何关系,可得

$$L_1 = \frac{L}{\sin \alpha} - \frac{D}{\tan \alpha} \quad (1)$$

取 L 为9 m, α 为 30° , D 为3 m,可求得 $L_1 = 13$ m,可以容纳两辆小汽车(每辆5 m³)。每个方向两条待行车道就可以容纳4辆小汽车。

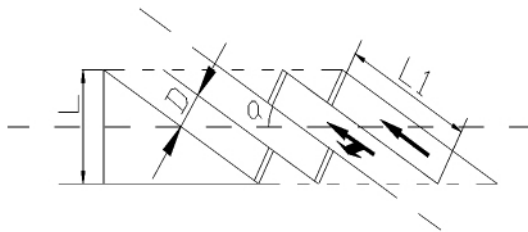


图3 中间待行区停车道长度的几何关系

当不考虑中间待行区停车位数的限制时,次路通过主路是一个两阶段的串联排队系统,可以分别进行研究^[4].对于次路上和中间待行区的车辆而言,在排队过程中都不允许变换车道.因此,每个阶段的每条车道就是一个独立的排队系统^[5].

对于具有第二级优先权的中间待行区的车辆而言,需要利用主路一个方向的车流间隙通过交叉口,待行区一个车道的通行能力可以采用概率论的方法得到^[6]

$$c_2 = v_2 \frac{e^{-v t_c / 3600}}{1 - e^{-v t_f / 3600}} \quad (2)$$

式中: c_2 为具有第二级优先权的中间待行区的一个车道的通行能力 (pce/h); v_2 为主路一个方向直行和右转的交通量 (pce/h); t_c 为临界间隙,可取 5 s^[7]; t_f 为随车时距,可取 2 s^[7].

假设次路车辆的到达服从泊松分布,等待主路临界间隙服从负指数分布,可利用 M/M/1 排队理论,待行区一个车道的存在车辆数目状态概率如下^[8]

$$P_n = (1 - \rho) \rho^n \quad (3)$$

式中: P_n 为存在 n 辆车的概率; ρ 为到达率与服务率的比值. $\rho = v_{支} / c_2$, 其中 $v_{支}$ 是支路一个车道的车辆到达率 (pce/h).

中间待行区尽量不发生排队溢出,对一条车道而言,即其系统中车辆数尽量不大于 2,即取尽量小的概率 $P = 1 - P_0 - P_1 - P_2$. 这也是我们将次路通过假设为独立的两阶段排队系统的前提.

概率 P 的取值和主次交通量有关系. 以图 2-3 中的设计为例,分别取 P 为 2%、1% 和 0.5%, 计算主次路单向交通量的范围. 不考虑转弯交通.

位于图 4 中间一条曲线下面的主次交通量组合,其中间待行区发生排队溢出的概率小于 1%,是我们推荐的适用中间待行区设计的交通量范围.

4 通行能力计算

本文设计的交叉口,其通行规则就和普通优先控制交叉口稍有不同. 因此其通行能力的计算也不尽相同. 具有第二级优先权的中间待行区的车辆的通行能力计算见式(2).

具有第三级优先权的主路左转车流的通行能力如下

$$c_3 = v_3 \frac{e^{-v t_c / 3600}}{1 - e^{-v t_f / 3600}} \quad (4)$$

式中: c_3 为主路左转车流的通行能力 (pce/h); v_3 为主路一个方向的交通量 (直行和右转) 加上中间待行区的冲突车流 (直行和左转) (pce/h); t_c 为临界间隙,可取 6 s^[7]; t_f 为随车时距,可取 2 s^[7].

主路左转虽然处于第三优先级,但是其通行能力的计算不需要折减. 见图 2,中间待行区的车辆 (具有第二级优先级) 距离主路左转车辆较远,所以其不会占用主路左转的可利用间隙 (让行第一优先级车流).

具有第四级优先权的次路上待行的直行和左转车流的通行能力如下

$$c_4 = (1 - x) \cdot v_4 \frac{e^{-v t_c / 3600}}{1 - e^{-v t_f / 3600}} \quad (5)$$

式中: c_4 为次路的左转和直行车流的通行能力 (pce/h); v_4 为第四级交通流的冲突车流 (包括主路一个方向的交通量 (直行和左转) (pce/h); t_c 为临界间隙,可取 5 s^[7]; t_f 为随车时距,可取 2 s^[7]; x 为主路左转的饱和度, $x = v_{左} / c_3$.

对于普通优先控制交叉口而言,本交叉口的主路左转的通行能力降低了. 但是次路的直行和左转通行能力大大提高了,因为次路交通每个通行阶段只需要让行主路一半的交通量. 而且每个阶段所需要的临界间隙要比一次通行小.

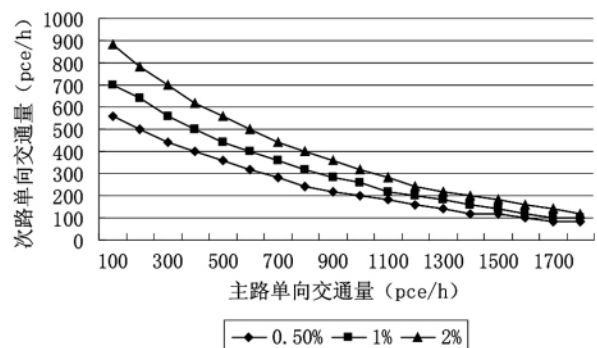


图 4 中间待行区排队溢出概率与主次交通量的关系

5 延误计算与比较

以图2所示交叉口为例,在排队溢出小于1%的交通量范围内,比较分别采用信号控制,普通让行控制和设置待行区(两阶段方式)三种交叉口型式的车辆平均延误。

不考虑车辆的转弯,可采用两相位信号控制。最短周期时长取60 s,考虑车辆能够通过交叉口,每相位的最短绿灯时间取15 s,相位间隔时间取4 s(交叉口范围较大),单车道的饱和流量都取1 800 pce/h。每个车道的延误可采用HCM2000推荐的延误计算公式^[4]。

普通让行控制,其次路直行车辆通过主路的临界间隙为6 s^[5],随车时距为2 s,冲突交通量为主路两个方向的交通量之和。

设置待行区,次路分两阶段通过交叉口,每阶段的冲突交通量为次路一个方向的流量,临界间隙为5 s,随车时距为2 s。

让行控制的延误采用HCM2000推荐的延误计算公式计算(不包括车辆减速、加速时间)^[4]。

下文比较的都是分析期为15分钟内的延误计算值。

当主路单向流量为400 pce/h,三种控制方式交叉口所有车辆的平均延误见图5。

可见,当主路交通量较小时,设置信号灯会使交叉口车辆平均延误较大。

当主路单向流量为800 pce/h,三种控制方式交叉口所有车辆的平均延误见图6。

可见,当主路交通量较大时,普通让行控制会使交叉口车辆平均延误增大很快,表明次路车辆的延误很大,很难通过交叉口(通行能力不足)。和图5一样,图6中两阶段方式的延误要远低于信号控制的延误。

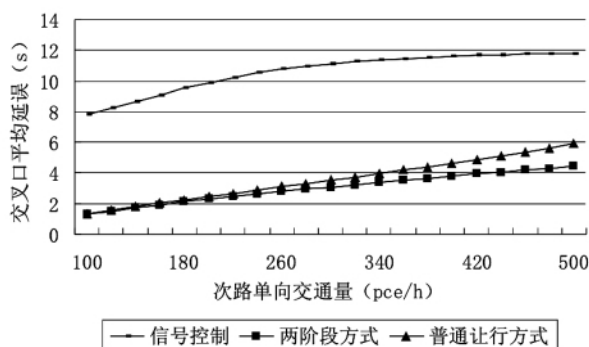


图5 三种交叉口控制方式的延误比较(1)

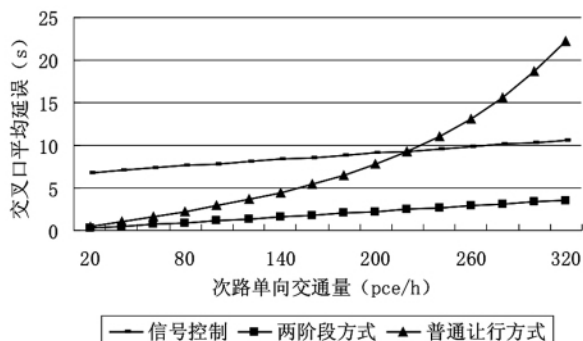


图6 三种交叉口控制方式的延误比较(2)

6 结论

针对斜交十字型交叉口,本文提出为锐角进入的次路车辆设置两阶段通过待行区。研究表明,本文的设计可以改善交叉口的行车安全,显著降低交叉口的车辆平均延误。

当主路道路车道较多,且有较宽的绿化带时,都可以借鉴本文的思路设置次路通过的待行区。不仅如此,本文的设计还可以很方便的组织主路车辆的掉头。

当交叉口的交通量范围超过图4所示1%概率曲线时,就不宜设置中间待行区了,应该采用信号控制等其它交叉口型式。

参考文献:

- [1] 周蔚吾. 公路平面交叉口优化设计 [M]. 北京: 知识产权出版社, 2006.
- [2] 吴兵, 李晔. 交通管理与控制(第三版) [M]. 北京: 人民交通出版社, 2005.
- [3] DGJ08-96-2001. 城市道路平面交叉口规划与设计规程 [S]. 上海: 上海市工程建设规范, 2001.
- [4] 唐应辉, 唐小我. 排队论 [M]. 成都: 电子科技大学出版社, 2000.
- [5] 运筹学教材组. 运筹学 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.

(下转第46页)

The Research on Recognition of Rolling Bearing Surface Defects Based on Image Analysis

YANG Yang¹, JIANG Xian_gang²

(1. School of Mechanical and Electrical Engineering; 2. School of Basic Science, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: The paper introduces the principle and flow concerning the automatic detection system of rolling bearing surface defects, and analyzes that the general geometry features, moment features and the parameter choices in the BP neural network. Experiment shows its feasibility and the accuracy rate of the surface defect categories amounts to 88 percent.

Key words: geometry features; moment features; BP neural network

(责任编辑: 刘棉玲)

(上接第 27 页)

- [1] TRB. Highway Capacity Manual 2000 [M]. Washington D. C., USA: National Research Council, 2000.
[2] 王 炜, 高海龙, 李文权. 公路交叉口通行能力分析 [M]. 科学出版社, 2001.

A Study on Vehicle_Waiting Area at Skew Intersection

ZHANG Yan_ni, DONG De_cun

(Key Laboratory of Road and Traffic Engineering of the Ministry of Education, Tongji University, Shanghai 201804, China)

Abstract: Aiming at traffic disorder and safety problems at skew intersections, the paper puts forward a new idea setting vehicle_waiting area for entry vehicles from an acute angle, which can make spur track vehicles across the intersection by two phases. Take the arterial road for example, with the methods of probability and queue theory, it induced the appropriate traffic range for vehicle_waiting area, presented the formulae of capacities. On different traffic conditions, it compared the delays of three kinds of intersection control types: yield, signalized and intersection with vehicle_waiting area.

Key words: intersection; traffic safety; vehicle_waiting area; capacity; delay

(责任编辑: 李 萍)