

doi: 10.3969/j.issn.1002-0268.2014.09.018

城市道路指路信息对进口道车流交织长度及通行能力的影响

云美萍, 陈震寰, 吉 静

(同济大学 道路与交通工程教育部重点实验室, 上海 201804)

摘要: 基于高速公路交织段的概念, 结合城市道路间断流运行特征及路侧指路信息对交织车辆的影响机理, 提出城市道路交叉口进口道车流实际交织长度的确定方法。根据道路交通设计特征及驾驶员变道行为特征分别确定了城市道路进口道交织段的起讫点。选取上海市典型交叉口对车辆换道行为及微观行车特征进行视频观测, 共获得 159 个有效样本, 分析了车辆换道决策点在信息指示标志附近的分布规律, 结果显示, 换道决策点在信息指示标志附近呈正态分布。结合指路信息的影响改进了现有交织段通行能力计算模型, 比较了该交叉口三个典型断面的通行能力: 停车线断面、交织段断面、路段断面, 并指出随指路信息位置变化时交织段通行能力的变化趋势, 据此提出指路信息最佳设置位置。

关键词: 交通工程; 指路信息; 模型优化; 交织段; 通行能力

中图分类号: U491

文献标识码: A

文章编号: 1002-0268 (2014) 09-0108-07

Impact of Guide Sign on Weaving Flow Length and Capacity at Approach of Urban Road

YUN Mei-ping, CHEN Zhen-huan, JI Jing

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

Abstract: Based on the definition of expressway weaving area and the impact mechanism of features of interrupted flow and roadside guide information on weaving flow, a method for defining the actual weaving flow length of approach of road intersection is proposed. According to road traffic design features and driver's lane changing behavior, both ends of weaving area at approach of urban road intersection are determined. The distribution of lane changing points around guide signs is analysed based on the data of lane changing behavior and microscopic traffic characteristics (159 effective samples) collected at the typical intersections in Shanghai by video. The result shows that lane changing points around guide signs present normal distribution. Then, an optimized model to describe the impact of guide sign on the capacity at weaving area is proposed. Finally, the capacities of 3 typical sections (stop-line section, weaving area section and road section) are compared, the trend of capacity varying with position of guide sign is presented, and the optimum position of guide sign is given accordingly.

Key words: traffic engineering; guide sign; model optimization; weaving area; capacity

城市道路平面交叉口上游的渐变段, 是交通流向变换的集中区域, 伴随大量的交织行为, 在交

织流量高的情况下, 若指路信息提供不及时, 就会最先成为局部路网的通行能力瓶颈, 而并非传统的

收稿日期: 2013-05-13

基金项目: 国家自然科学基金项目 (51178344)

作者简介: 云美萍 (1977-), 女, 内蒙古自治区呼和浩特人, 副教授, 博士. (yunmp@tongji.edu.cn)

停车线断面。城市道路指路信息是指传递道路名、方向、距离、车道功能划分的行车指引信息,可通过道路标线、标志牌、车载终端等方式进行发布。科学合理的指路信息提供能够及时、正确地向驾车者提供路线指引、转向选择、车道选择等辅助决策;反之,若指路信息设置不合理或不能及早提供指示信息,将导致车辆选择错误的车道或路径产生绕行,或者车辆出现强行变道造成安全隐患。由此可见,城市道路指路信息会直接影响驾驶员换道行为等行车特征,进而影响交叉口上游渐变段的通行能力。

本研究将路侧指路信息的设置位置作为影响城市道路进口交织段长度的因素之一,改进了现有交织段通行能力的计算模型。结合模型计算出的通行能力最大值为信息指示板的位置设置提供工程上的建议,以弥补相关规范在这一方面的空缺。

1 研究综述

交织段是道路系统的重要组成部分。对于交织段的研究,以往的一些研究者大多将研究重心放在高速公路、快速路上的连续流交织段,而对于城市道路进口道上游的交织区段则较少涉足。

HCM2000^[1]中关于交织段的研究都是基于高速公路的。其对于交织段的定义如下:将行驶方向相同的两股或多股交通流,沿着一定长度的路段,不借助交通控制设施进行的交叉,定义为交织。当合流区后面紧跟着分流区,或当一条驶入道紧接一条驶出匝道,并在二者之间有辅助车道连接时,就构成了交织段。交织段所涉及的主要参数为:交织段起始点、结束点、交织段长度、交织流量、交织比、交织段车道数等。

由于城市道路间断流与高速公路连续流所存在着显著差异,城市道路交织段内的车辆运行规律具有一定的复杂性和相当的研究难度。因此,国内外对于城市道路交叉口进口道车辆交织现象的研究进展较为滞后。国内有学者^[2]尝试着对城市道路进口交织段的概念进行定义,并根据相邻交叉口距离远近对交织段进行了分类阐述,但其对交织段的定义及分类方法并未得到普遍认可。

近年来,一部分交通学者在研究和实践^[1-5]中发现:在一些路段,交织段成为了道路通行能力的瓶颈,而并非交叉口停车线断面,因而如何估计交织段通行能力也成为该领域中的一个重要课题。目前估算交织段通行能力的研究主要针对的是高速公路,也有一些学者通过微观仿真软件对城市道路的

情况进行了研究。其研究方法可概括为以下3种:基于实测数据的估算方法^[6-7]、基于理论解析的估算方法^[8-9]、基于仿真的估算方法^[10-12]。

本文选择城市道路交织段作为研究对象,并将路侧指路信息作为决定交织段长度的重要影响因素之一,对交织段有效长度进行了定义,进而对现有交织段通行能力估计方法进行了改进。

2 城市道路交叉口进口道车流交织长度确定方法

本文的研究对象为城市道路交叉口进口道上游的交织段。车辆进入交叉口之前在选择进口道时发生车道变换,形成了位于进口道上游的交织行为,如图1所示。图中 L_w 即为所研究的交织路段。

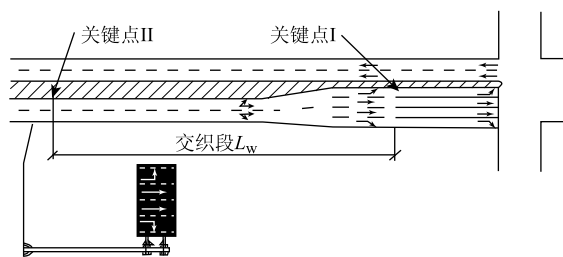


图1 城市道路交叉口进口道交织段示意图

Fig.1 Schematic diagram of weaving area at approach of urban road intersection

交织段长度是影响交织交通运行的重要参数。根据相关研究,当交织段长度减少时(所有其它因素不变),车道变换的频度和由此产生的紊流程度会增加,交织车辆的车速会降低,因此也会影响非交织车辆,其车速也会降低,交织段的安全水平和通行效率就会受到影响。因此,纵观国内外的相关研究,交织段长度都被视为影响交织段车辆交通特性以及通行能力的最主要的因素。

对于高速公路交织段,HCM2000与国内外的一些研究学者是按照其定义来确定交织段长度的。按照高速公路交织段的定义,交织段是连接合流区和分流区的路段,交织长度则是根据合流匝道终点与主线连接点和下游分流匝道起点与主线连接点这两个关键位置确定的。概括而言,高速公路交织段长度是与道路的几何条件直接相关联的。

城市道路交织段与高速公路交织段存在着很多不同之处,除了路段上行驶的车流类型不同之外,前者并不具有高速公路上下匝道那样静态的固定的起讫点。因此,我们无法按照高速公路通过经验选取物理起讫点的方法来确定城市道路交织段的范围。然而,车辆在交织段的交织行为是客观存在的,我

们可以通过驾驶员的变道行为以及行车习惯获得车流的实际交织长度,并以此来和高速公路中交织段长度的概念相联系。

城市道路进口交织段车流交织长度可以通过以下两个关键点的选取来确定:

(1) 关键点 I: 根据现行的交通法规,车辆在进入进口道(车道间标线为实线区域)时,不允许再进行变道动作。因此,我们可以将该特殊位置作为交织流的终点。而对于一些特殊情况,例如进口道被隔离带分成若干部分时,车辆需要在隔离带前完成变道行为,则选择车辆在客观条件影响下必须于该位置前做出变道行为的点作为交织段的结束点。

(2) 关键点 II: 在城市道路中,在近交叉口的路侧,根据规范(GB 5768.2—2009)需要设有路侧信息指示标志用以传递道路名、方向、距离、车道功能划分等行车指引信息。我们可以提出一个假设,一个理性且具有变道需求的驾驶员在进入信息指示标志的“可影响范围”内后才开始具有客观的变道条件(因为只有通过标志获知如何变道才能实现目的),并于接下来的路段上适时采取变道。因此,我们可以通过研究信息指示影响下驾驶员变道决策点与指示标志位置之间的关系,在一定置信水平的条

件下确定车辆变道的起始点。

我们选取关键点 I、II 之间的距离作为城市道路交叉口进口交织段车流的实际交织长度,并将其等效为城市道路交织段长度。

3 城市道路指路信息对交织段长度的影响

本部分中所研究的交织段长度是由本文第2节所确定的车流交织长度等效而来的。由于关键点 I 是由道路的物理特性决定的,因而决定交织段长度的关键在于关键点 II 的确定,即研究受信息指示标志影响下的驾驶员变道决策点与指示标志位置之间的关系。

本文通过对实际路段的变道样本进行视频观测,建立驾驶员变道决策点与信息指示标志位置之间的统计关系。在研究中,我们选取位于上海市嘉定区曹安公路 A20 公路交叉口的东进口交织路段作为研究对象。该路段总长 450 m,设计车速为 60 km/h,路段共 3 条车道,自近交叉口 170 m 处起展宽为 6 条车道,其中 2 条左转车道由长达 140 m 的硬性隔离带与其他 4 条车道(包括 3 条直行车道与 1 条右转车道)隔开。路段上距展宽段起点上游 113 m 处存在信息指示标志,如图 2 所示。

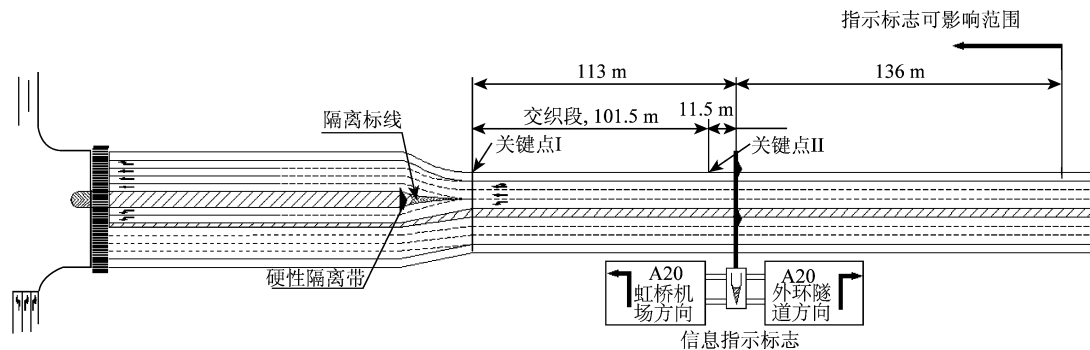


图2 曹安公路——A20 公路交叉口进口交织段

Fig. 2 Weaving area at approach of Cao'an road - A20 intersection

在对目标路段进行观测的 1 h 内(工作日晚高峰时段)共在该路段捕捉到了 164 个变道样本。在记录变道样本的变道位置时,我们在路段上每隔 30 m 放置了一个参照物,按参照物对样本变道位置进行了分组记录。本研究将车辆的车头偏离其原行驶方向的时刻记为其开始变道的时刻,在该时刻车辆所处的地理位置即为车辆的变道决策点。

3.1 信息指示板影响范围的确定方法

在研究变道决策点的分布规律前,我们首先需要排除所捕捉的 164 个样本中不在信息指示标志的可影响范围内的样本。这就需要对指示板可影响范

围这一概念进行定义。

从驾驶员能够看清并读完指示板信息的位置起至交叉口进口道停车线的这一部分路段均称为该指示板的可影响范围。当样本未处于信息指示标志的可影响范围时,其变道行为应被认作与该信息指示标志的影响无关。

在判定可影响范围时,我们运用式(1)进行计算:

$$L_{af} = L_{at} - (t_1 + t_2) \times v \quad (1)$$

式中, L_{af} 为指示板的可影响范围; L_{at} 为驾驶员的视野; t_1 为驾驶员对标志的读取时间; t_2 为驾驶员对

标志的判断时间; v 为车速。

根据经典文献 [13] 中关于驾驶员生理特征所述, 当驾驶员以平均 $v = 40$ km/h (11 m/s) 的速度 (路段设计速度为 60 km/h, 通过对随机选取的 120 个路段车辆的车速样本进行观测统计, 15% 位车速约为 30 km/h, 85% 位车速约为 48 km/h, 50% 位车速为 39 km/h, 这里为计算简便取平均车速为 40 km/h) 在路段上行驶时, 其前方注意点 $L_{at} = 180$ m。又根据相关文献 [14], 驾驶员在进行换道行为的过程中, 从读取标志到做出判断需要 3 ~ 5 s 左右的时间, 这里取中值 $(t_1 + t_2) = 4$ s, 因此指示板的可影响范围 $L_{af} = 180 - 11 \times 4 = 136$ m, 即在信息指示标志上游 136 m 的位置处之后采取变道的样本才被认为是受到信息指示标志影响而变道的。经筛选, 有 5 个变道样本不在指示信息的可影响范围之内, 故予以排除。余下的 159 个样本即所研究的对象。

3.2 车辆变道决策点的分布规律

对这 159 个样本进行统计分析, 可得到表 1 结果。

表 1 驾驶员变道决策点的位置分布

Tab. 1 Distribution of drivers' decision points of lane changing

组号	与板的 距离*/m	组中值 (L, m)	样本数	频率/%	频率/组距
1	-143 ~ -113	-128	6	3.77	0.001 258
2	-113 ~ -83	-98	13	8.18	0.002 725
3	-83 ~ -53	-68	25	15.72	0.005 241
4	-53 ~ -23	-38	33	20.75	0.006 918
5	-23 ~ 7	-8	32	20.13	0.006 709
6	7 ~ 37	22	31	19.50	0.006 499
7	37 ~ 67	52	5	3.14	0.001 048
8	67 ~ 97	82	8	5.03	0.001 677
9	97 ~ 127	112	6	3.77	0.001 258

注: 负数表明变道位置位于板下游, 即驾驶员在驶过指示板之后才变道

变道决策点距离信息指示标志距离的样本均值 $\bar{L} = -18.75$ m, $s^2 = 55.52^2$ 。将变道点与指示板距离的频率分布进行正态分布拟合, 得到的正态分布曲线 $r^2 = 0.990 2$, 拟合效果较好。

对拟合结果进行 χ^2 检验, 取显著性水平 $\alpha = 0.05$ 。假设 $H_0: L \sim N(-18.75, 55.52^2)$, 检验过程见表 2。

查表得临界值 $\chi_{0.95}^2(5) = 11.071$, 易见 $8.559 3 < 11.071$, 因此不能拒绝 H_0 , 即可以认为变道决策点

距离信息指示标志距离服从正态分布 $N(-18.75, 55.52^2)$ 。

表 2 χ^2 检验

Tab. 2 χ^2 test

j	D_j	$\hat{p}_j$	$n\hat{p}_j$	n_j	$(n_j - n\hat{p}_j)^2 / n\hat{p}_j$
1	$(-143, -113]$	0.031 7	5.040 3	6	0.921 0
2	$(-113, -83]$	0.078 4	12.465 6	13	0.285 6
3	$(-83, -53]$	0.144 6	22.991 4	25	4.034 5
4	$(-53, -23]$	0.200 5	31.879 5	33	1.255 5
5	$(-23, 7]$	0.209 1	33.246 9	32	1.554 8
6	$(7, 37]$	0.164 1	26.091 9	31	24.089 4
7	$(37, 67]$	0.096 9	15.407 1	5	108.307 7
8	$(67, 127]$	0.057 4	9.126 6	8	1.269 2
χ^2					8.559 3

3.3 交织段长度的确定

如前文所述, 变道车辆在进入信息指示标志可影响范围后, 才具有客观变道条件。然而由于各种原因, 具有变道需求的车辆驾驶员并非都能在第一时间看到指示标志, 或者在获得指示信息后第一时间采取变道, 因此才会出现变道样本的位置在指示标志位置附近呈随机分布的情况。这里在确定关键点 II 时, 我们所关心的是样本变道位置在指示标志附近距离交叉口至多有多远 (不能将整个路段都认为是交织段), 因此采用单侧的区间估计。

经计算, 样本所服从的正态总体 μ 值的单侧 95% 置信上限为 -11.51 m, 即样本有 95% 的可能落在 $(-\infty, -11.51)$ 内, 由此我们将关键点 II 取在信息指示标志下游 11.51 m 处。

该调查地点在进口道展宽段存在硬性隔离带, 将左转车辆同直行/右转车辆隔开 (硬性隔离带前存在隔离标线, 依照交通法规, 除紧急停车外, 车辆不得越过该标线行驶), 因此车辆需要在车辆展宽段起点之前完成变道行为, 故在本例中交织段关键点 I 取在展宽段起点处 (见图 2)。

参考本文 2.2 中所述, 根据确定的关键点 I、II, 我们可以得到本例中的有效交织段长度 $L_w = 113 - 11.51 = 101.49$ m。

4 城市道路指路信息对交织段通行能力的影响

通常认为道路通行能力的瓶颈在于交叉口处, 进口道的通行能力一般小于对应路段通行能力。然而当考虑绿灯小时通行能力时, 一些交叉口进口道

由于存在展宽,车道数较多,通行能力较高,此时的通行能力瓶颈就转移到了连接路段与进口道的路段。在交叉口上游存在交织段的情况下,路段上的车辆很有可能因为近交叉口段交通设计不合理或没有及时的交通信息指引,即便是在绿灯信号期间也难以进入进口道,造成局部通行能力减弱。

下面将通过曹安公路 A20 公路东进口道的案例计算说明交织段通行能力瓶颈的状况。在这里,我们所研究的通行能力主要涵盖了 4 个参数:交叉口进口道通行能力 C_i , 交叉口进口道绿灯小时通行能力 C'_i , 交叉口上游交织段通行能力 C_w , 上游路段通行能力 C_1 。

(1) 首先根据“停车线法”计算 C_i 、 C'_i , 如式(2)所示。交叉口进口道信号配时情况:

$$\begin{aligned} c_i &= s_i \frac{g_i}{C}, \\ C_i &= \sum c_i, \\ C'_i &= \sum s_i, \end{aligned} \quad (2)$$

式中, c_i 为第 i 条车道通行能力; s_i 为第 i 条车道饱和流量; g_i 为第 i 条车道有效绿灯时间; C 为信号周期; C_i 为交叉口进口道通行能力; C'_i 为交叉口进口道绿灯小时通行能力。

信号周期为 256 s, 左转有效绿灯时间为 65 s, 直行右转(该交叉口右转受信号控制, 且与直行控制相同)有效绿灯时间为 60 s。左转 2 个车道, 直行 3 个车道, 右转 1 个车道。根据实测数据, 取左转和右转车道的饱和流率 $s = 1\ 550$ pcu/h, 取直行车道的饱和流率 $s = 1\ 650$ pcu/h。经计算得 $C_i = 2\ 310$ pcu/h, $C'_i = 9\ 600$ pcu/h。

(2) 根据规范值, 计算 C_1 。根据相关道路规范, 曹安路作为城市主干道设计车速为 60 km/h, 对应的单条车道的可能通行能力为 1 730 pcu/h。曹安路路段为 3 车道, 故 $C_1 = 5\ 190$ pcu/h。

(3) 根据现有的文献中所建立的模型计算 C_w 。文献[15]中提出了一个基于 HCM2000 的 C_w 计算方法, 其拟合的模型公式如式(3)、(4)所示。

$$C_w = \frac{L_w}{kL_w + b}, \quad (3)$$

$$\begin{aligned} k &= m_1 + m_2 \times VR + m_3 \times N + m_4 \times V, \\ b &= n_1 + n_2 \times VR + n_3 \times N + n_4 \times V, \end{aligned} \quad (4)$$

式中, k , b 为影响通行能力的参数; C_w 为交织区通行能力; L_w 为交织段长度; N 为交织区车道数; VR 为交织比, 即交织流量与交织段总流量之比; V 为

自由流车速; m_1 , m_2 , m_3 , m_4 , n_1 , n_2 , n_3 , n_4 为回归系数。

上式中的回归系数 m_1 , m_2 , m_3 , m_4 , n_1 , n_2 , n_3 , n_4 是根据 HCM2000 原表 (EXHIBIT 24-8) 中各组数据拟合获得。文献[15]还对模型的回归结果进行了检验并参照 HCM 原表数据证明了其可靠性。本部分将基于该基本模型对各参数进行标定, 并引入城市道路交织区的概念对该模型进行修正。

模型需要输入参数如表 3 所示。

表 3 模型输入参数表

Tab. 3 Model input parameters

参数名称	交织段类型	路段车道数	交织段总流量/(pcu·h ⁻¹)	交织段流量/(pcu·h ⁻¹)	交织比 VR	设计车速 V/(km·h ⁻¹)
数值	A 型	3	1 815	180	0.099	60

按 HCM2000 中对交织区的划分方法, 本案例中交织段类型更贴近于 A 类。这是由于, 本案例中最极端的状况为: 需要右转的车辆在开始交织前行驶在路段最左侧车道, 同样地, 需要左转的车辆在开始交织前行驶在路段最右侧车道, 这样两个方向的交织车辆必须都需要至少做一次车道变换才能完成交织行为。选取 A 型交织区的 m_i 值和 n_i 值以及表 3 中所给出的输入参数, 代入式(4)中进行计算。模型参数 k 、 b 的标定结果如表 4 所示。

表 4 模型参数标定

Tab. 4 Model parameter calibration

	m_1	m_2	m_3	m_4	标定结果
k	2.923E-4	9.541E-5	-3.064E-5	-7.141E-7	1.68E-4
	n_1	n_2	n_3	n_4	标定结果
b	1.674E-2	1.326E-2	-1.919E-3	-4.184E-5	9.78E-3

最终的标定结果为 $k = 1.68E-04$, $b = 9.78E-03$ 。根据之前的研究, 取交织段长度 $L_w = 101.49$ m。经计算, $C_w = 3\ 787$ pcu/h。

比较上述计算结果 $C_w < C'_i$, $C_w < C_1$ 。验证了考虑绿灯小时的情况下, 即在不考虑信号控制的情况下, 交织段成为了局部通行能力的瓶颈。

在上述计算的过程中, 我们可以发现, 交织段长度被该模型作为影响交织段通行能力的重要变量, 而在本文第 3 部分中, 我们已经获得了道路信息指示标志同交织段长度之间的关系。因此, 我们在讨论指路信息对交织段通行能力影响的时候, 实际上是研究指路信息对交织段长度造成的影响, 通过影响交织段长度影响交织段通行能力。因此, 引入信息指示标志对车辆影响后的通行能力计算模型如式

(5)、(6) 所示:

$$C_w = \frac{L_d + \varepsilon}{k(L_d + \varepsilon) + b}, \quad (5)$$

$$k = k(X, N, VR, V),$$

$$b = b(X, N, VR, V), \quad (6)$$

式中, L_d 为信息指示标志的位置与关键点 I 的距离; ε 为变道决策点在信息指示标志附近分布的随机变量; X 为交织区类型; 其余参数意义同式 (3)、(4)。

根据上述函数关系, 我们可以做出本例中信息指示标志位置同通行能力之间的关系, 如图 3 所示。

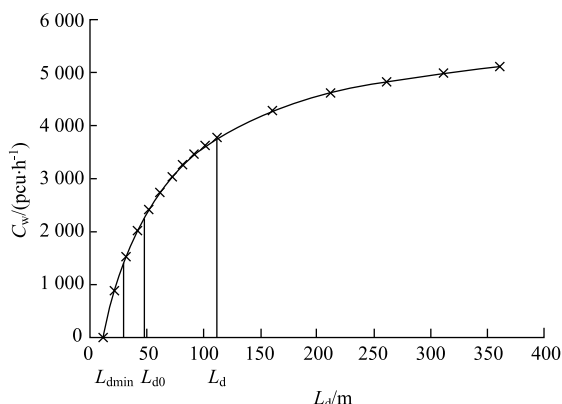


图3 信息指示标志位置与交织段通行能力的关系

Fig. 3 Relation between location of guide sign and capacity of weaving area

需要指出的是, 在上面的关系曲线中, 我们对交织段通行能力定义了一个下限。这是因为, 在本文所引用的案例中, 当信息指示标志设置较为滞后时, 交织段长度过短, 车辆无法及时完成变道, 此时车辆只能按照原行驶方向行驶, 未能及时进入左转车道, 因此交织段内并未出现交织行为。我们认为, 在这种情况下, 交织段通行能力取到下限, 其值等于进口道直行右转的通行能力:

$$C_{wmin} = C_{i直} + C_{i右}, \quad (7)$$

此时 $L_w = L_{wmin}$, 在本例中 $C_{i直} + C_{i右}$ 等于 1 523 pcu/h, 此时 $L_{wmin} = 20.0$ m。又根据本文第 3 部分的研究结论, 信息指示标志位于关键点 II 上游 11.5 m 处, 因而 $L_{dmin} = L_{wmin} + 11.5 = 31.5$ m。

观察图 3, 当交织段长度较短时, 交织段通行能力随长度的变换较为明显, 当交织段长度超过一定程度时, 交织段通行能力的变化趋于平缓。

取使得 $C_w = C_i$ 时的 L_d 值 L_{d0} , 该值即为信息指示标志的合理设置位置临界值。我们要保证 $C_w > C_i$, 就需要使得 $L_d > L_{d0}$ 。在本例中, $L_{d0} = 48.4$ m。当 $L_d > 48.4$ m 时, 我们可以认为信息指示标志的设置

是合理的。

本研究对工程具有现实的指导意义。规范《道路交通标志和标线: 道路交通标志》(GB 5768.2—2009) 中, 仅对禁止性标志的设置位置有明确规定, 而对于本例中所涉及的指示标志并无明确规定其前置位置。而在同济大学 and 上海市公安局交警总队于 2009 年颁布的《上海市城市道路交通标志、标线设置补充规定》(简称《规定》) 中仅针对一般道路按照不同设计车速提供了交通标志前置距离的建议, 如表 5 所示。

表 5 指路信息位置建议值

Tab. 5 Recommended locations of guide signs

设计车速/(km·h ⁻¹)	100	80	60	40	30	20
前置距离/m	160	110	75	40	30	20

在设计车速为 60 km/h 的情况下, 《规定》建议前置距离为 75 m。相比模型计算的前置距离值, 该值偏大偏安全。按照规范建议值进行指示标志设置, 暂不会出现交织段通行能力不足的情况。

由于在本研究中变道观测样本有限, 变道决策点的位置分布以及关键点 II 的位置还有待更多的数据支持, 因此, 上述的计算建议值并不是最终确定的。上述结论可以为交织段上游指示牌位置设置提供理论参考, 在工程中, 具体的推荐设置位置还应进行实地数据观测和参数标定来最终确定。

5 结论

本文的主要结论如下:

(1) 鉴于城市道路进口交织段没有公认的定义及范围, 也不具有高速公路交织段物理起讫点的确定条件, 我们尝试将路侧指路信息的设置位置作为影响城市道路进口交织段长度的因素之一, 并通过两个关键点的确定车流实际的交织长度, 并将其等效成有效交织段长度参与研究。

(2) 通过实际案例, 分析了驾驶员变道决策点在信息指示标志附近的分布规律, 研究发现, 驾驶员变道决策点在信息指示板附近呈正态分布规律, 并利用概率统计的方法确定了交织段的起点。

(3) 阐述了信息指示标志通过影响交织段长度使交织段通行能力发生改变的原理, 并以此优化了交织段通行能力计算模型, 提出了避免交织段成为路段通行能力瓶颈的信息指示板建议设置位置, 并与相关工程规范进行了比较。比较结果表明, 本研究具有一定的工程指导意义。

本文选取城市道路交织段作为研究对象,主要研究了城市道路指路信息对进口道车流的交织长度以及交织段通行能力的影响。由于在现实情况下,对于变道样本的获取存在一定困难,因此本研究所取的样本数较小,说服力有限,在今后的研究中可结合车路协同或驾驶模拟器等先进技术获取更多样本,进一步深化研究不同类型的城市道路进口交织段的相关交通特性。

参考文献:

References:

- [1] Transportation Research Board. Highway Capacity Manual [R]. Washington, D. C. : Transportation Research Board Publications, 2000.
- [2] 吴建. 城市道路平面交叉口进口交织段车辆特性研究 [D]. 南京: 东南大学, 2007.
WU Jian. Study on Vehicle Properties at Weaving Section Next to Urban Intersection [D]. Nanjing: Southeast University, 2007.
- [3] LI Xing-gang, GAO Zi-you, JIA Bin. Capacity Analysis of Type: A Weaving Section by Using Cellular Automata Model [C] //Traffic and Transportation Studies 2010. Kunming, China: ASCE Publications, 2010: 1010 - 1018.
- [4] 杨晓光, 赵靖, 曾滢, 等. 短车道对信号交叉口通行能力影响研究 [J]. 公路交通科技, 2008, 25 (12): 151 - 156.
YANG Xiao-guang, ZHAO Jing, ZENG Ying, et al. Research on Impact of Short Lane on Signalized Intersection Capacity [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2008, 25 (12): 151 - 156.
- [5] 钟连德. 快速路交织区通行能力研究 [D]. 北京: 北京工业大学, 2005.
ZHONG Lian-de. Capacity of Urban Expressway Weaving Sections [D]. Beijing: Beijing University of Technology, 2005.
- [6] VAN AREM B, KNEEPKENS W E. Capacities and Delays at Roundabouts in the Netherlands [C] //Proceedings of Seminar Held at the PTRC Transport, Highways and Planning Summer Annual Meeting. Netherlands: University of Manchester Institute of Science and Technology, 1992: 257 - 268.
- [7] ZHANG Yi-hua. Capacity Modeling of Freeway Weaving Sections [D]. Blacksburg, Virginia: Polytechnic Institute and State University, 2005.
- [8] FREDERICKSEN V E, OGDEN M A. Proposed Analytical Technique for Analyzing Type A Weaving Sections on Frontage Roads [J]. Transportation Research Record, 1994, 1457: 50 - 58.
- [9] 龙科军. 城市立体交叉交通规划与设计基础问题研究 [D]. 上海: 同济大学, 2005.
LONG Ke-jun. Basal Research on Interchange Planning and Design [D]. Shanghai: Tongji University, 2005.
- [10] VERMIJS R. New Dutch Capacity Standards for Freeway Weaving Sections Based on Micro Simulation [C] //Third International Symposium on Highway Capacity. Copenhagen, Denmark: Transportation Research Board, 1998: 1065 - 1080.
- [11] 钟连德, 荣建, 孙小端, 等. 仿真求解快速路交织区通行能力 [J]. 公路交通科技, 2006, 23 (4): 88 - 93.
ZHONG Lian-de, RONG Jian, SUN Xiao-duan, et al. Capacity of Weaving Sections of Urban Expressway Obtained with Simulation Method [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2006, 23 (4): 88 - 93.
- [12] 陈小鸿, 肖海峰. 交织区交通特性的微观仿真研究 [J]. 中国公路学报, 2001, 14 (12): 90 - 93.
CHEN Xiao-hong, XIAO Hai-feng. Micro-simulation Study of the Characteristics of Weaving Area [J]. China Journal of Highway and Transport, 2001, 14 (12): 90 - 93.
- [13] 周商吾. 交通工程 [M]. 上海: 同济大学出版社, 1987.
ZHOU Shang-wu. Traffic Engineering [M]. Shanghai: Tongji University Press, 1987.
- [14] 云美萍, 刘斌, 杨晓光. 基于车道选择行为分析的交通标志优化设置 [J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2009, 37 (5): 627 - 630, 636.
YUN Mei-ping, LIU Bin, YANG Xiao-guang. Model on Location Optimization of Traffic Sign Based on Lane Choice Behavior [J]. Journal of Tongji University: Natural Science Edition, 2009, 37 (5): 627 - 630, 636.
- [15] 赵靖. 考虑上下游影响的信号控制交叉口通行能力研究 [D]. 上海: 同济大学, 2009.
ZHAO Jing. Study on Capacity of Signalized Intersection Considering Impact of Upstream Blockage and Downstream Congestion [D]. Shanghai: Tongji University, 2009.