

高架快速路出口匝道衔接段交通组织方案研究

董 猛^{1,2}, 赵建新², 王士林²

(1. 同济大学, 上海市 200092; 2. 上海市政工程设计研究总院, 上海市 200092)

摘 要:高架快速路出口匝道与地面交叉口衔接段的交通组织方案对城市交通系统作用至关重要。该文结合上海市中心城高架快速路, 对高架快速路出口匝道衔接段交通组织方案进行了分析, 可供今后类似工程借鉴、参考。

关键词:高架快速路; 出口匝道; 交通组织

中图分类号:U412.352.12 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2007)02-0081-04

0 前言

上海市中心城高架快速路是城市道路交通的主动脉, 承担快速、大容量交通。在运营中逐渐暴露了高架道路断面与匝道布局、高架道路相互衔接、匝道与地面道路衔接等方面所存在的问题, 其中出口匝道与地面交叉口衔接段的交通矛盾尤为突出, 亟需在深入剖析现状交通问题的基础上, 从城市交通系统和整体道路网络系统角度出发, 科学地制定出口匝道与地面交叉口衔接段的交通组织方案。

1 衔接段交通组织方案分析

城市快速路出口匝道衔接路段, 指高架下匝道接地点至前方交叉口车辆排队队尾的一段距离。车流相互之间的交织是衔接段的核心交通问题, 上海市路网密度高, 车流量大, 交织段长度难以达到要求, 目前采取的交通组织方式多为避免或减少交织。

绝大部分出口匝道衔接路段在匝道右侧设置地面右转车道, 在交织段之前将地面右转车流引入此车道, 避免右转车与其它车流的交织。本文讨论的交通组织主要指直行车和左转车的情形。管理者在进行交通组织时的主要任务是协调这两股车流, 常用做法是: (1) 下匝道车流和地面车流经过交织后通过交叉口; (2) 物理分隔下匝道车流和地面车流; (3) 禁止某流向车流在该交叉口的通行权, 简化进口道的车流运行方式。对衔接路段交通组织方式的研究主要是从交通流理论和交通设计角度分析交通问题。

1.1 组织方式 I

组织方式 I 是指在衔接路段不采取禁行和分隔等措施, 下匝道车流和地面车流经过充分交织

后通过交叉口, 见图 1。在这种情况下, 匝道和地面车流都需要进行变换车道到达停车道, 衔接路段划分为车辆因前方交叉口红灯的停车段和交织段, 即 $L_w = L - L_p$ 。

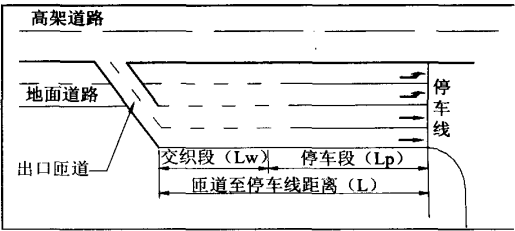


图 1 出口匝道地面衔接路段——组织方式 I

允许出口匝道衔接段车流交织运行时, 设地面到达流量为 Q_g , 下匝道流量为 Q_r , C_w 为交织段通行能力, C_A 为进口道通行能力, 则应满足

$$\begin{cases} \alpha_1 C_w \geq Q_g + Q_r \\ \alpha_2 C_A \geq Q_g + Q_r \end{cases} \quad (1)$$

当式(1)不能满足时, 交织区通行能力不足以容纳地面和匝道的车流量, 系统平衡的临界状态被打破, 开始出现排队和阻塞。因此, 确定衔接路段的组织形式时, 应保证交织段通行能力与地面、匝道到达车流量的匹配。

对于新建或改建交叉口, 交织段需满足一定的服务水平。根据最小平均变换车道车速和非变换车道车速将其服务水平分为 A~F 级。其中 A、B 级服务水平满足足够的交织段长度, 驾驶能够顺利进行; C、D、E 级不能满足自由交织, 车速逐渐降低, 但是车流基本稳定运行; F 级不能满足正常车流运行。对于采取允许交织的交通组织形式的新建和改建的交叉口, 为了保证系统的稳定性, 建议交织段服务水平不宜低于 C 级。当客观情况不能满足以上条件, 建议考虑其它的交通组织形式。

如果客观条件可以满足以上要求, 交织段的存在仍能使进口道保持较好的运行秩序, 连续流和间断流能够顺利转换。对于大城市, 一般情况下路网密度大, 交叉口间距小, 从而能够提供作为交

收稿日期: 2006-12-20

作者简介: 董猛 (1978—), 男, 山东邹城人, 研究生, 从事道路及交通工程研究工作。

织段的资源不容易满足。同时,出口匝道衔接路段多为交通流的吸引点和转换点,交通量大,挤压了可作为交织的空间。因此交通管理者在选择组织方式时倾向于避免交织。

1.2 组织方式 II

组织方式 II 指分隔出口匝道车流地面车流,见图 2。这种组织方式避免了交织对衔接路段造成的影响,尤其在交织段长度不能满足交通需求的情况下,有利于维护系统的有序,提高服务水平,是一种较为有效的组织方式。

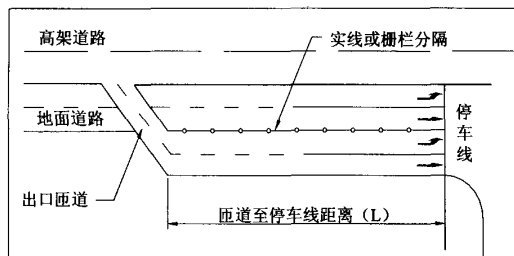


图2 出口匝道地面衔接路段——组织方式 II

“无交织”设计的进口道衔接路段,由于分离了下匝道车流和地面车流,衔接段无交织区存在,可缓解由于交织造成的交通无序和阻塞。由于分离了下匝道车流和地面车流,与一般进口道相比,进口道收到每个车道同向车流的不均衡度的影响。在此引入流量不均衡系数 $\sigma(\sigma>0)$,令

$$\sigma = \frac{\text{下匝道流量 } Q_r}{\text{地面流量 } Q_s}$$

出口匝道交叉口衔接段的无交织设计隔离了需进行交织的两股车流,交叉口设计时可以不计交织段的要求。这样解决了交通压力大而 L_j 不足的矛盾。但是由于不均衡系数 σ 的存在,单位绿灯时间内能够通过的车辆数降低了,在不均衡系数偏离 1 较大时候,折减了现有设施的利用率。在总流量相等的情况下,该方向的车流需要更长的绿灯时间来通过交叉口,变相增加了交叉口压力。当 $\sigma \rightarrow 0$ 或 $+\infty$ 时,相对于浪费了一条车道的通行能力。如果以折减 30% 作为限制条件,当 $\sigma < 0.4$ 或 $\sigma > 2.5$ 时,此种交通组织方式的适用性需综合其它因素加以权衡。上述分析适用于当 L_j 不能满足交织段长度要求的情况。在交织段长度足够的情况下,是否选择无交织设计的交通组织形式,对车流运行不会产生大的影响。同时 σ 不可能总是等于 1,因此在交织段长度满足要求时,使用 II 型的无交织设计的交通组织形式,不利于充分利用现有道路资源。

除了流量不均衡系数对车流行驶产生影响,

绿尾车辆驶过停车线时存在潜在的冲突点,见图 3。以一般较普遍的情况分析,车道宽度为 3.5 m,左转车转弯半径为 30 m,绿尾左转弯车驶过停车线的车速为 8 m/s。

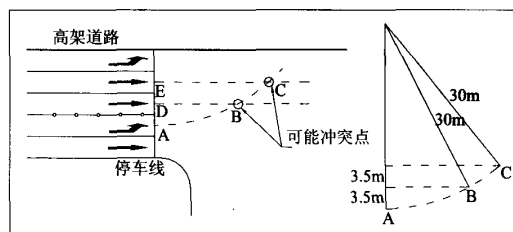


图3 出口匝道关联交叉口车型轨迹分析图

则可计算得弧 \overline{AB} 的长度和弧 \overline{AC} 的长度分别

$$l_{AB} = 2 \cdot \pi \cdot 30 \cdot \cos^{-1} \left(\frac{30-3.5}{30} \right) = 14.64m$$

$$l_{AC} = 2 \cdot \pi \cdot 30 \cdot \cos^{-1} \left(\frac{30-3.5 \times 2}{30} \right) = 20.91m$$

则外侧左转弯车驶过 B 点需时 $14.64/8=1.83s$, 驶过 C 点需时 $20.91/8=2.61s$, 均能保证在黄灯 3s 时间之内,但是当左转弯车流间隔 3 条直行车道以上时,外侧左转弯车道的车辆易与绿初的直行车发生冲突,故左转弯车道不宜间隔两条以上直行车道。

1.3 组织方式 III

对于组织形式 I 和 II 都不能满足的情况,可以考虑禁行或实施交通控制方案,组织方式 III 通过禁行地面或下匝道的某向车流,简化进口道车流运行,等同于一般交叉口进口道。对于禁行的左转弯的出路,可以考虑让其在前方路段调头,或者在下游交叉口左转。目前我国有相当多的出口匝道衔接路段采取禁左或禁右的交通组织方式,有利于简化复杂的交通状况,提高该点的通行能力和服务水平。这种交通组织方式牺牲了一向车流的通行权利,将矛盾分散转移至周边的道路。此外,对于过饱和交叉口,应对衔接交叉口上游实施流入控制,对地面道路系统进行信息诱导。

这种组织方式避免了交织对衔接路段造成的影响,适用于交通压力大,交织段长度不能满足需求,同时周边路网有分流条件的情况。

2 相邻地面交叉口组织管理措施

出口匝道相邻地面交叉口对快速路交通的疏解能力,在很大程度上决定了快速路的交通输出能力,是高架快速路交通集散过程中最显著的瓶颈点,需采取措施提高其通行能力,以与匝道流量

相适应。主要包括立交建设、流向限制、交叉口渠化和信号控制等几个方面。

2.1 分离横向直行交通

在部分横向主干道流量较大的节点,如漕宝路、吴中路、金沙江路、广粤路等与内环、中环的交接点,规划上保留建横向跨线桥或地道的可能,分离横向道路直行交通,减轻交叉口压力。横向道路建跨线桥示例见图 4。



图 4 横向道路建跨线桥示例

2.2 流向限制

限制某些次要流向,以减少交叉口内部的冲突点,利于主流向车辆的通行。如中环沿线仙霞路匝道利用威宁路近引左转、金沙江路远引左转、天山路只准右转、真南路匝道跨路口设置等。

流向限制应与交叉口渠化及信号控制方案相协调,当通过渠化和信号控制方法难以处理交叉口交通压力时,才考虑进行适当的流向限制。

2.3 渠化设计

交叉口渠化设计的主要目的是提高交通供给能力、避免同相位车流交织。主要包括:

(1) 机动车道渠化设计,重点是拓宽进口车道数以及优化车道功能划分。

以内环沿线两侧分别布设一对上下匝道的交叉口为例进行分析。首先,需要分析一下匝道临近交叉口进口道存在哪些交通需求,见图 5。

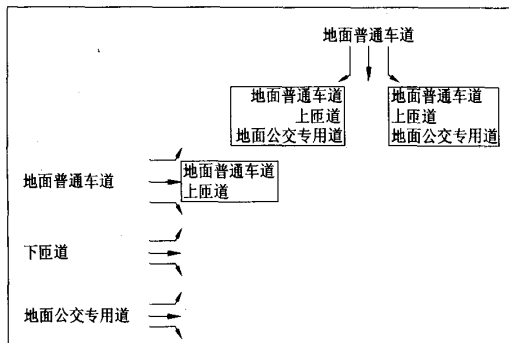


图 5 匝道临近交叉口交通流向示意

根据内环线地面道路红线规划(目前有匝道断面红线 50 m, 远期控制在 60 m 以上),估算下匝道相邻地面交叉口进口道车道总数可增加到 6~8 条;上匝道临近交叉口出口道车道总数可增加到 5~7 条。

在简单供需分析基础上,讨论下匝道临近交叉口进口道的车道布置形式,必须明确的是,车道布置形式多种多样,需要结合每个交叉口特定的交通供需特征,灵活安排其车道布置和信号相位。在此,提供一些基本思路:

a. 匝道外侧地面道路应拓宽至 2 车道,其中,一条可作为公交专用道,另一条起供右转车辆出入等关键作用。

b. 公交专用道保持在最外侧 1 车道(流量比较大时可以增设一条公交专用进口道),左转公交车提前(往往可在上游路口)离开汇入社会车流中,此处公交车只有直行、右转需求。

c. 地面社会车辆(包括左转公交车在内)的左直右流向需求,匝道外侧地面道路应可拓宽至 2 车道,右转车辆可提前转入匝道外侧地面车道。另外,根据直行流量大小及其上高架比例,决定直行车道数,同时控制交叉口下游上匝道总流量,应对直行上高架的车道进行单独的车道灯控制。

d. 匝道下来车辆左直右需求,可以按照左一直一右依次排列,与匝道内侧地面车道划分相协调,尽量将匝道与地面同流向车道联在一起,以达到相互借用车道的目的,见图 6。

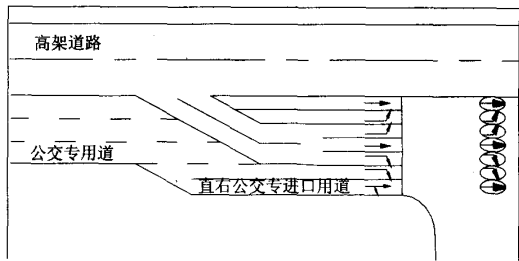


图 6 下匝道临近交叉口车道布置示例

(2) 非机动车渠化设计,重点是约束非机动车辆的通行空间,必要时可以适当设置隔离栏。

(3) 行人交通渠化设计,重点是优化行人过街横道的位置及设置行人过街保护区。匝道临近交叉口渠化方案示例见图 7。

2.4 信号控制

交叉口信号控制优化可以提高交通供给能力、并实现交通流的有序化。优化方法包括调整信号周期、优化相位组合等。为提高对下匝道交通量的疏散能力、控制进入上匝道交通量,应利用车道

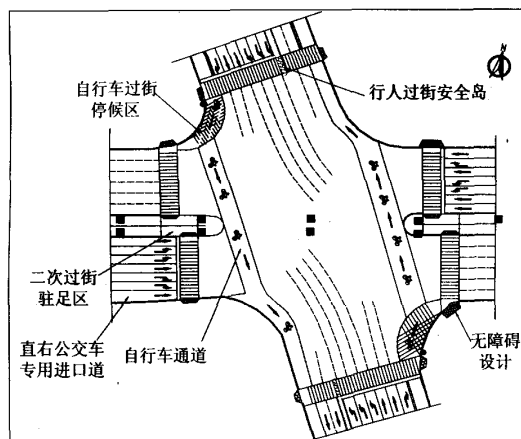


图7 匝道临近交叉口渠化方案示例

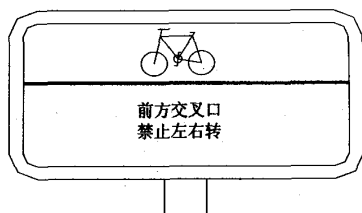
灯对相关车道进行单独的信号控制;公交专用道应单独进行信号控制,以配合公交专用进口道实现公交优先;为了避免机动车交通与慢行交通相互之间的冲突和干扰,可采取右转车控制、慢行交通信号绿灯迟启早断等措施。

针对不同的交叉口及其特殊的交通需求,应灵活运用渠化和信号控制两种手段,尽量从时间、空间上避免车辆交织,提高交叉口的时空利用率,扩大其总通行能力及对下匝道的疏散能力。

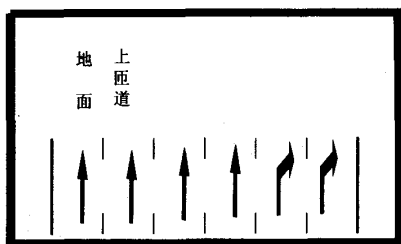
高架快速路下的地面辅道沿线以及相交横向主通道沿线交叉口应进行联动控制,以提高区域整体运行效率。

2.5 交通标志配套

为实现交通组织设计、细致的车道渠化设计和功能划分,便于驾驶员简明准确地了解设计意图,及时选择正确的路径和车道,需要在恰当的位置设置清晰的标志牌。主要的标志牌包括三类:交通组织标志、车道划分标志、指路标志。交通标志示例见图8。



(a) 交通组织标志



(b) 车道标志

图8 交通标志示例

3 结论

本文通过对三种衔接段交通组织方式及相邻地面交叉口组织管理措施的论证分析,对高架快速路出口匝道衔接段的交通组织提出了研究方案。需要指出的是,每一个出口匝道及邻近交叉口均有其特殊的情况和问题,应具体问题具体分析,本文仅提供一些基本思路和方法,供类似工程借鉴、参考。

参考文献

- [1]郑祖武,李康,等.现代城市交通[M].北京:人民交通出版社,1998.
- [2]同济大学,上海市市政工程设计研究院,上海市道路交通研究中心.上海市中心城高架及快速道路系统改善方案[Z].2005.
- [3]上海市市政工程设计研究总院.上海市快速路系统交通衔接对策深化研究报告[R].2006.

大连西部大通道全线通车

经过20个月紧张艰苦施工,大连西部通道建设工程近日正式通车运行。大连西部通道工程全长10.3 km,其中,新建石门山隧道1.55 km,新建西南路立交桥和红旗中路立交桥1.75 km,新建道路7 km。这条便捷高效的通道切实将中山路、五一路、西南路、红凌路和旅顺中路等十余条主干路整合起来,提高了中心城区西北部路网密度,将大大缓解这一区域的交通拥堵问题。