

城市快速路平行匝道设计研究

——以长沙市湘府路为例

崔波¹, 林耿楠²

(1.长沙市水利建设投资管理有限公司, 湖南 长沙 410010; 2.长沙理工大学 交通运输工程学院, 湖南 长沙 410114)

摘要: 针对平行匝道缺少专门设计规范等问题, 通过分析平行匝道的特征, 依据规范和相关规划对平行匝道布设位置、匝道间距、车道数及标准段结构等设计要点进行阐述, 并结合长沙市湘府路快速化改造工程提出较完整的城市快速路平行匝道设计方案。

关键词: 桥梁; 平行匝道; 城市快速路; 布设位置; 匝道间距

中图分类号: U442.5

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2019)03-0114-05

道路快速化改造具有速度快、容量大和运输效率高等优势, 是许多城市改善交通拥堵的首选方案。但高架“上不去下不来”、匝道衔接段不通畅等问题影响快速路的功能, 如何设计匝道位置成为快速化改造中的重点之一。

快速路的功能类似于高速路, 匝道布设也与立体交叉有相似之处。平行匝道分为上匝道和下匝道, 是高架道路与地面路网衔接的重要纽带。CJJ 129-2009《城市快速路设计规程》和 CJJ 37-2012《城市道路设计规范》对快速路匝道布设形式、匝道间距作了简要介绍, JTG TD21-2014《公路立体交叉设计细则》和 JTG D80-2006《高速公路交通工程及沿线设施》对平行匝道设置提供了一定指导。王保军针对平行匝道的特征和运行特点提出了基于运行速度的平行匝道设计方法; 顾天奇等考虑用地情况、环境影响、交通功能要求及交通组织难度等因素, 提出了小间距平行高架的匝道布设方案; 黄亮基于出口匝道位置、交叉口进口道功能和匝道坡脚至停车线距离提出了高架快速路平行匝道优化方法; 李敏分析了快速路匝道布置方法的优缺点及适用性, 建议优先采用“剪刀叉”的匝道布置方案; 杨静结合工程项目对平行匝道的布设位置、布设间距及加减速车道等设计要点进行了分析。但现阶段国内对平行匝道的研究仍缺乏完整性和系统性, 设计规范中缺少专门的具体规定。基于此, 该文结合实际项目, 开展城市快速路平行匝道设计研究。

1 快速路平行匝道相关概念

1.1 快速路匝道

城市快速路一般包括地面式、路堑式和高架式,

其中高架式是主要形式, 与辅路匝道系统相衔接。快速路与普通道路、高速路相比具有以下特征: 1) 道路结构上, 快速路车道数为双向四车道以上, 设有中央分隔带, 且有配套的平行式辅路系统。2) 道路功能上, 快速路承担市内及过境交通, 一般位于城市闹市区。3) 交通特性上, 快速路的阻隔性较强, 车流连续, 交通量大, 设计速度为 60~80 km/h, 通行能力较强。4) 匝道布设上, 快速路的结点多, 出入口匝道多, 且相邻匝道间隔较近, 匝道形式不一。

快速路匝道位置及形式根据实际情况及实施的可能性选择, 布置形式有 4 种: 1) 匝道平行于高架道路布置, 上下匝道的交通通过地面道路交叉口集散[图 1(a)]; 2) 上下匝道直接布置在横向道路上[见图 1(b)和(c)]; 3) 上下匝道布置在上下行高架道路的中央[见图 1(c)]; 4) 上下匝道对称跨越横向道路交叉口[见图 1(d)]。各类型匝道在城市中均有应用实施, 应用案例见图 2~5。

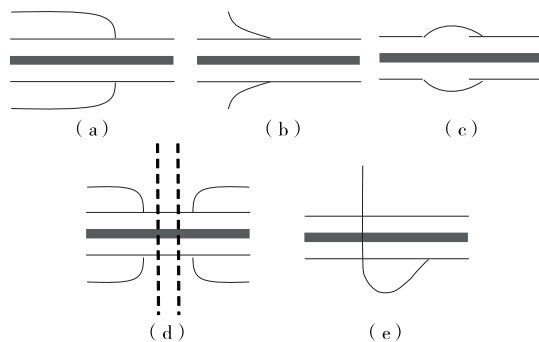


图 1 城市快速路匝道布设形式

1.2 快速路平行匝道的特性

1.2.1 平行匝道的特点

平行式匝道平行于高架主线, 与地面道路交叉

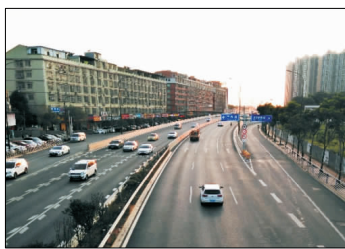


图 2 长沙万家丽快速路出入口匝道



图 4 苏州中环快速路园区段匝道



图 3 海口海秀快速路龙昆匝道

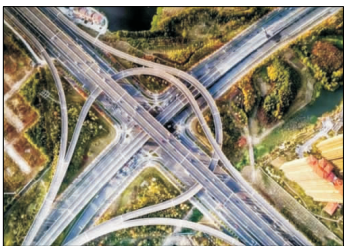


图 5 常熟昆承快速路出入口匝道

口(辅路)实现有效衔接,主要适用于城市高架道路因受沿线建筑拆迁和道路红线制约、邻近路网密度

高及相交道路等级较低等场合。与常规匝道的对比见表 1。

表 1 平行匝道与常规匝道的比较

匝道类型	构造特征	交通运行	适用场合	设置方式
平行匝道	平行于主路,线形呈直线,基本无横向偏移距离,一般纵坡度较大	速度灵活,行车速度自由度大	受沿线建筑、道路红线等制约	设置方式简单,呈菱形布置
常规匝道	存在小半径曲线路段,部分匝道以直线路段衔接主线	速度变化复杂	红线宽度长,沿线用地充裕	设置方式多样,以直线设置为主

快速路平行匝道设计时,应根据预测交通量确定匝道的车道数及横断面,结合实地环境确定匝道

布置位置及间距等。高架快速路平行匝道落地段横断面见图 6。

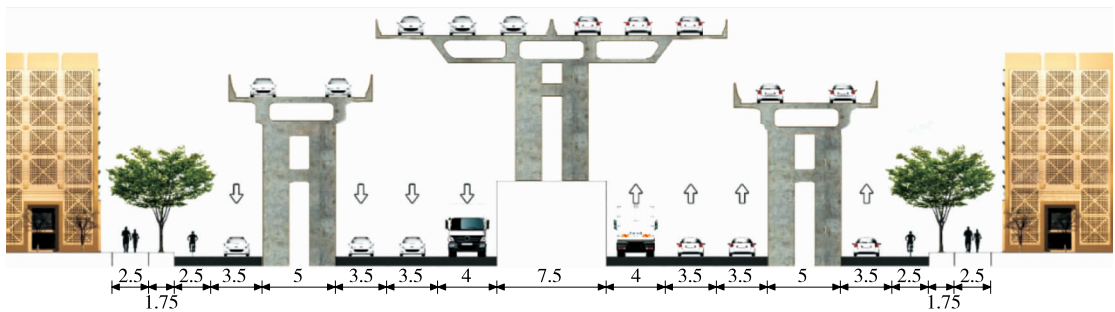


图 6 高架快速路平行匝道落地段横断面示意图(单位:m)

1.2.2 平行匝道的优势

以高架路为主的快速路一般采用平行匝道实现与地面辅道的衔接,实现交通流量的转换。平行匝道具备以下优势:

(1) 平行匝道在一定程度上保证地面交通系统

快速进入高架或环形系统,能为周边主要的主要路、次干道及支路等服务。

(2) 平行匝道多为直线减速行驶,驾驶员视野较好,安全隐患较少。而常规匝道在换道中存在一定视野偏差。

(3) 平行匝道能克服拆迁费用高昂、红线宽度受约束、道路周边用地紧张及环境景观等因素的影响,有效减少建设成本。

(4) 平行匝道布设简单、实用,占地少且车流集散快,对主路和辅路的通畅运行和安全驾驶有着重要作用。

1.3 平行匝道设计存在的问题

目前城市快速路的部分路段出行交通堵塞现象,主要是由车道数或匝道间距设计不合理所致。快速路平行匝道设计中存在以下问题:

(1) 缺乏规范支撑。目前中国城市快速路设计规程中没有对平行匝道设计的详细描述,设计中直接套用立交匝道或高速公路设计规范,设计方法不能完全适用于平行匝道。

(2) 设计方法缺少针对性。没有明确指出平行匝道的设计速度和设计指标,一般将辅路设计速度作为匝道设计速度;平行匝道渐变段线形良好且距离长,车辆可加速或减速行驶,其实际运行速度仅在匝道中间及靠近接地点部分与设计速度较符合。对平行车道设计指标也没有作具体阐述。

(3) 部分匝道设计不适应实际运行状况。匝道布设应考虑道路周边环境,平行匝道呈菱形布置,使高架与地面辅道产生冲突点,易受交叉口和主线车流量的影响而造成交通堵塞;以设计速度作为设计指标,无法真实反映车辆实际行驶状况,不仅浪费道路资源和工程投资,也不符合车辆的运行规律。

(4) 设计过程不详细。规范中只指出快速路匝道的布置形式和布置原则等,没有对车速、车道数及匝道间距等作具体规定。

2 快速路平行匝道设计关键技术

2.1 设计原则及设计流程

平行匝道设计合理与否直接影响主线分流和地面交通集散功能,平行匝道规划设计前应遵循规范要求,也应考虑工程实施的可行性。设计流程见图7。

设计原则如下:1) 平行匝道设计应满足高架道路在路网中集散交通的需求,其布设位置应符合现状交通和规划路网中的主要交通流向。2) 匝道间距设置应合理,尽量减少交织、合流和分流,减少冲突点,确保基本路段的长度,避免匝道与地面道路衔接处车辆过于集中。3) 根据实际路面情况及实施的可能性选择匝道位置,根据用地及拆迁条件,因地

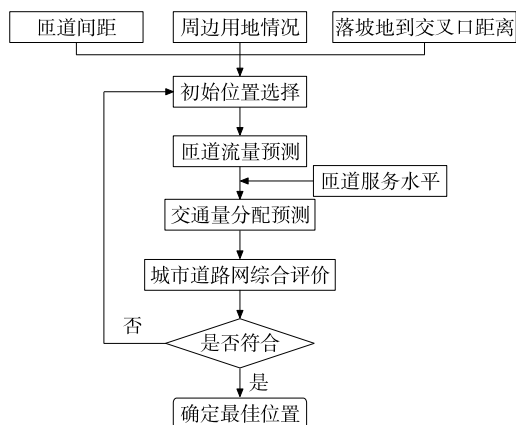


图7 平行匝道设计流程

制宜,近远期结合,预留一定的匝道位置和用地。4) 匝道不应在主要横向道路交叉口前衔接,应根据邻近地区路网的交通组织条件,充分利用现有路幅宽度。5) 考虑主线通行能力设置匝道数量和车道数,并与辅道交通需求相对应,与交通监控管理相结合,保证交通的通畅运行。

2.2 平行匝道设计

2.2.1 匝道参数设计

(1) 设计速度。平行匝道设计速度一般为40 km/h,应满足《公路立体交叉设计规范》和《公路项目安全性评价指南》关于匝道速度的规定。

(2) 车道数。平行匝道车道数考虑需求与通行能力的匹配,应满足《城市道路设计规划》关于车道数的规定。

(3) 车道宽度。高架上匝道采用单车道标准,设置2.5 m宽紧急停车带,采用3.5 m混行车道,净宽6.5 m(不包括两侧各0.5 m的结构);高架下匝道采用双车道标准,3.5、3.25 m车道各设置1条,净宽7.25 m(不包括两侧各0.5 m的结构)。

2.2.2 匝道布设位置选取

(1) 匝道与交叉口间距。匝道坡脚至交叉口停止线距离满足《城市快速路设计规范》第8.5.3条的规定,下匝道坡脚至交叉口停车线间的距离一般不小于200 m,受条件限制时不小于140 m。上匝道坡脚至交叉口停车线的距离不小于100 m。

(2) 匝道出入口布置间距。满足《城市快速路设计规范》第7.2.2条的规定,且相邻出入口端部之间的距离大于或等于表2的规定。

(3) 匝道加减速车道。匝道出入口加减速车道均采用平行式出入口,坡道上变速车道长度根据坡度大小进行修正,修正系数见表3。

表 2 相邻出入口的最小间距

主线设计速度/ (km · h ⁻¹)	不同出入口形式的最小间距/m			
	驶出— 驶出	驶出— 驶入	驶入— 驶入	驶入— 驶出
100	760	260	760	1 270
80	610	210	610	1 020
60	460	160	460	760

表 3 坡道上变速车道长度修正系数

主线平均 坡度 <i>i</i>	下坡减速车道 修正系数	上坡加速车道 修正系数
0< <i>i</i> ≤2	1.0	1.0
2< <i>i</i> ≤3	1.1	1.2
3< <i>i</i> ≤4	1.2	1.3
4< <i>i</i> ≤6	1.3	1.4

表 4 上下匝道、立交匝道平面线形标准

计算行车速度/ (km · h ⁻¹)	不同超高 <i>i</i> 时的最小半径/m				不同曲线最小长度/m			回旋曲线 参数/m	停车视距/ m
	不设超高	<i>i</i> = 2%	<i>i</i> = 4%	<i>i</i> = 6%	缓和曲线	平曲线	圆曲线		
50	130	105	95	90	50	100	45	70	55
40	80	65	60	55	45	90	35	50	40
35	60	50	45	40	40	80	30	40	35

表 5 匝道纵断面线形指标

设计车速 (km · h ⁻¹)	最大纵坡 推荐值/%	最大纵坡 限制值/%	最小坡长/m	最小纵坡/%	凸形竖曲线最小半径/m	
					一般值	极限值
50	5.5	6	130	0.3	1 200	800
40	6.0	7	110	0.3	600	400
35	6.0	7	100	0.3	450	300

2 m×1.6 m,最大墩高约 8 m,单个墩柱最大吊重 66 t,墩柱设置在中央绿化带内。墩柱与桩基之间设置现浇承台,承台平面尺寸为 5.2 m×2.2 m,厚 2 m,盖梁长 8.5 m,截面顺桥向尺寸为 2 m,盖梁高 1.8 m。盖梁采用预制拼装工艺施工,整个盖梁吊重为 78 t。预制墩柱与现浇承台、预制盖梁通过灌浆套筒连接,灌浆套筒设置在墩柱底面和盖梁底面。

3 长沙市湘府路快速化改造中平行匝道设计

根据 2014 年《长沙市快速路及立交系统规划》,长沙规划建设快速路 11 条,构建“井字+环形”快速路系统,形成“18 横 16 纵”主干路连通城市各片区;2017 年《长沙市城区内外交通路网研究》将部分道路升级为快速路。湘府路快速化改造工程是长沙第二个快速路改造项目,共设 9 对平行匝道(见图 8),

2.2.3 匝道线形设计

匝道平面线形指标满足表 4 所示规定,纵断面线形指标满足表 5 所示规定。

2.2.4 结构设计

平行匝道标准段上部结构采用组合钢板梁,跨径为 30 m。桥宽按照慢进快出的原则,上行匝道桥宽 7.5 m,下行匝道桥宽 8.25 m。上行匝道主梁横向布置 3 片预制小组合梁,小组合梁之间横向间距 2.5 m,组合梁挑臂长 1.1 m,梁高 1.4 m。下行匝道主梁横向布置 4 片小组合梁,小组合梁之间横向间距 2.0 m,组合梁挑臂长 0.975 m,梁高 1.4 m,施工方法同主线高架标准段。

平行匝道标准段下部结构采用独柱式墩,基础为 2 根直径 1.2 m 钻孔灌注桩,墩柱截面尺寸为

服务于湘府路沿线区域对外快速交通出行。

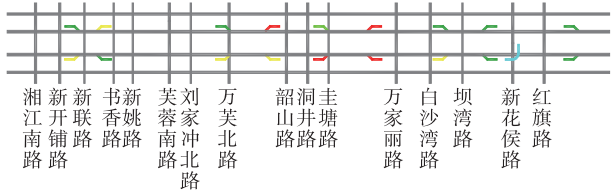


图 8 长沙湘府路快速化改造工程平行匝道分布示意图

(1) 现状分析。在地质条件上,湘府路快速化改造范围内未发现影响工程稳定的地质构造,可不考虑区域地质构造运动对工程的影响。在用地方面,沿线以居住用地为主。在交通运行上,现状湘府路早晚高峰交通量大。

(2) 交通需求预测。根据交通需求预测结果,湘府路平行匝道远期交通量见表 6。

表6 长沙湘府路平行匝道2037年(远期)交通量预测结果

匝道位置(由西至东)	预测流量/(pcu·h ⁻¹)	匝道位置(由东至西)	预测流量/(pcu·h ⁻¹)
新联路上匝道	876	红旗路立交入口匝道	1 030
书香路下匝道	867	京珠高速上匝道	712
五凌路上匝道	903	白沙湾路下匝道	730
韶山路下匝道	1 049	万家丽立交出口匝道	995
洞井路上匝道	933	洞井路下匝道	897
万家丽立交入口匝道	1 012	韶山路上匝道	976
白沙湾路上匝道	801	五凌路下匝道	818
京珠高速下匝道	427	书香路上匝道	895
红旗路立交出口匝道	988	新联路下匝道	780

(3) 平行匝道设计。平行匝道设计速度为 40 km/h;根据交通分析,匝道交通量仅需 1 条车道即可满足,但考虑规范中快速路慢进快出的原则,出口匝道采用 2 条车道;平行匝道变宽段横断面与标准段设计按规范要求实施。

(4) 建设规模评价。湘府路匝道设计评价结果见表 7。远期规划中,其服务水平在 1 以下,大部分匝道为三级及以上。经测试,部分四级服务水平匝道也能满足远期交通需求。湘府路平行匝道设计不仅满足远景交通需求,也符合相关规范要求。

表7 长沙湘府路平行匝道交通评价

匝道位置(由西至东)	服务水平	等级	匝道位置(由东至西)	服务水平	等级
新联路上匝道	0.88	三级	红旗路立交入口匝道	0.64	二级
书香路下匝道	0.72	二级	京珠高速上匝道	0.71	二级
五凌路上匝道	0.90	三级	白沙湾路下匝道	0.61	二级
韶山路下匝道	0.87	三级	万家丽立交出口匝道	0.94	四级
洞井路上匝道	0.93	四级	洞井路下匝道	0.75	二级
万家丽立交入口匝道	0.92	四级	韶山路上匝道	0.98	四级
白沙湾路上匝道	0.80	三级	五凌路下匝道	0.68	二级
京珠高速下匝道	0.76	二级	书香路上匝道	0.90	三级
红旗路立交出口匝道	0.61	二级	新联路下匝道	0.65	二级

4 结语

该文在分析平行匝道特点、优点及设计中所存在问题的基础上,依据规范和相关规划对平行匝道设计方法进行阐述,并以长沙市湘府路快速化改造工程为例,对其设计方法进行佐证,为城市快速路平行匝道设计提供参考。

参考文献:

- [1] CJJ 129—2009,城市快速路设计规程[S].
- [2] CJJ 37—2012,城市道路设计规范[S].
- [3] JTG/T D21—2014,公路立体交叉设计细则[S].
- [4] JTG D80—2006,高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范[S].

- [5] 王保军.基于运行速度的平行匝道设计方法研究[J].公路交通科技:应用技术版,2013(1).
- [6] 顾天奇,刘文婷,徐辉,等.基于 VISSIM 仿真的小间距平行高架的匝道布设方案设计[J].交通与运输,2011(2).
- [7] 黄亮.高架快速路平行式匝道与地面平交口衔接分析[J].公路与汽运,2014(5).
- [8] 李敏.城市高架快速路“先入后出”匝道的布置研究与应用[J].城市道桥与防洪,2016(7).
- [9] 杨静.郑州南三环东延平行匝道布设[J].城市道桥与防洪,2017(6).
- [10] 长沙市城乡规划局.长沙市快速路及立交系统规划[R].长沙:长沙市城乡规划局,2014.

收稿日期:2019—02—02