

山地城市立交设计理念探讨

林 洋, 赵建新, 王 天

[上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘 要: 山地城市立交是骨架路网中的转换节点,受地形、地貌、地质条件限制,路网系统规划及立交节点设计具有特殊性和复杂性。结合山地城市立交案例,从立交的功能定位、规模选型、线形设计、匝道灵活性设计、拥堵防治等方面进行设计探讨,并总结认为,山地城市立交设计应遵循城市各项规划,综合各影响因素进行精细化设计论证。

关键词: 山地城市;城市立交;匝道灵活性设计

中图分类号: U412.35⁺2

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)04-0001-04

0 引言

山地城市指主要分布在山地区域的城市,形成与平原地区迥然不同的城市形态与生态环境。修建在大于50°的斜坡地之上的城市,也属于山地城市。山地城市受地形、地貌、地质等影响,立交设计较为复杂。近年,山地城市立交研究主要聚焦于规划和选型,但立交总体设计相关研究较少。结合山地城市立交案例,从立交的功能定位、规模选型、线形设计、匝道灵活性设计、拥堵防治等角度进行探讨。

1 山地城市特性

1.1 城市空间布局

山地城市空间总体布局有中心组团模式、带状发展模式、分片扩张模式。中心组团模式有明显的城市中心及若干组团,各部分之间为山脉、江湖、沟壑、矿产等天然屏障,不适宜成为建设用地。带状发展模式,城市沿山间谷地方向延伸,形成带状布局。分片扩张模式,在中心组团布局的基础上,各组团逐渐扩张连片,形成灵活而不规则的空间布局形态。在城镇化发展的高级阶段,分片扩张模式是山地城市发展的必然趋势,土地开发强度增大,出行需求激增,路网形态固化、级配失衡、容量面临瓶颈,城市交通供需矛盾在立交节点更为突出。

1.2 交通出行特征

山地城市交通出行具有下列特征^[1]:

(1)交通潮汐特征显著,路段拥堵缓行多发;

(2)组团间长距离出行占比大,对道路断面、立交节点通行能力提出较高要求;

(3)公交、轨道出行模式转移在一定时期内效果有限,出行总量增加在很大程度上向私人小汽车模式倾斜。

1.3 路网及节点特征

山地城市路网系统级配失衡、均衡性差、可靠度较低。立交节点受到路网特性影响,存在节点规划不合理、功能与选型不匹配、设计标准偏低等通病。

2 山地城市立交存在的问题

2.1 设计上的缺陷

以枢纽立交为例,山地城市立交一方面要满足全互通功能,另一方面又受制于现场诸多限制条件,容易留下设计缺陷,成为运营阶段拥堵和事故的內因。

山地城市立交设计缺陷通常有:

(1)立交功能定位与城市路网规划不相适宜;

(2)立交选型与功能定位不相匹配;

(3)主线车道规模不一致;

(4)重要转向匝道缺失,采用U型匝道代偿,干扰主线及其他转向匝道;

(5)主线及匝道单一线形指标虽满足规范要求,但未采用运营速度核验,成为事故易发路段;

(6)匝道纵断面设计和排水设计不相协调,匝道低洼段易积水;

(7)环形匝道停车视距不足;

(8)交织段设计欠妥;

(9)隧道口与立交距离过近,匝道设置突兀。

2.2 运营阶段存在的问题

运营阶段存在的问题主要包括安全和拥堵。山地

收稿日期: 2021-06-10

作者简介: 林洋(1979—),男,硕士,高级工程师,从事道路交通设计工作。

城市立交运营安全问题主要源于主线及匝道线形指标偏低、几何设计不合理、交通标志识读性低等原因。交通事故易发段通常位于主线与匝道连接部、匝道平纵指标不利段、分合流端部。交通事故包含单车事故和多车事故,例如:车辆撞击小半径环形匝道护栏、车辆撞击鼻端、车辆驶出主线时与直行车碰撞、匝道上多车追尾等。山地城市路网空间分布均衡性差,交通量过度集中于某些关键性走廊,尤其在立交转换节点,转换交通缺乏可替代路径、集中度高,为城市交通拥堵高发点。

3 山地城市立交设计探讨

3.1 功能定位——机动性与可达性平衡

机动性和可达性是城市道路两种功能属性。机动性强调道路的通过功能,快速、无侧向干扰是机动性的基本要求。可达性是道路提供的出入两侧地块的功能,直接、就近是可达性的基本要求^[2]。机动性出行需求通过立交主线和匝道实现;可达性出行需求通过辅道和出入口实现。机动性和可达性表现为互斥关系,强化立交的机动性则会弱化其可达性。例如,互通式立交增设辅道连接,增加了子系统数量,使得整个系统复杂程度增加。平原城市路网规划空间布局均衡、级配合理,能够支持有序合理的出行路径:主出行、转换、集散和终达。山地城市因其特殊的地形地貌、路网形态,其立交在某些情况下需要承担部分可达性,导致山地城市立交复杂程度增加。某立交为解决西北侧居住用地出行,在北向西右转匝道上增设小区出入口,以降低机动性为代价提升其可达性(见图1)。同时,也可通过设置辅道系统,改善立交可达性。上述两种方式均较为常见,山地城市立交宜与周边用地规划条件相协调,从区域路网规划、城市设计、交通影响评价等多角度、多层次分析其功能定位,均衡立交机动性与可达性。



图1 山地城市立交机动性和可达性示例图

3.2 规模标准——枢纽立交与一般立交选择

《城市道路交叉口设计规程》(CJJ 152—2010)根据相交道路等级、直行及转向车流特征、机非干扰等因素,将立交分为枢纽立交、一般立交和分离式立交三类,立交类型选择根据节点所在路网地位、作用、相交道路等级、城市性质、规模、交通需求以及区域用地条件选定^[3]。其中,立交分类最核心的因素为转向(主要是左转)车流行驶特征,立交选型最重要的因素为相交道路等级、路网地位和交通量。平原城市立交选型因素(需求条件)基本能够与立交分类(技术指标)相匹配,而山地城市立交选型因素(需求条件)可能会与立交分类(技术指标)错位。例如,某快速路—快速路交叉节点,交通转换需求明确,应按枢纽立交选定,但因其相对高差过大,最终采用分离式立交。在山地城市立交选型过程中,除相对高差过大因素外,制约因素还包括隧道口距离交叉过短、特大桥梁距离交叉过短、周边山体及滑坡等。在这种情形下,立交选型可能由枢纽立交降低为一般立交,甚至分离式立交,局部节点的交通转换需求则需要通过整体路网系统实现。因此,山地城市立交选型需要兼顾需求条件和限制条件,需求条件支持枢纽立交选型而限制条件难以实现枢纽立交时,可选用一般立交。选型流程见图2。

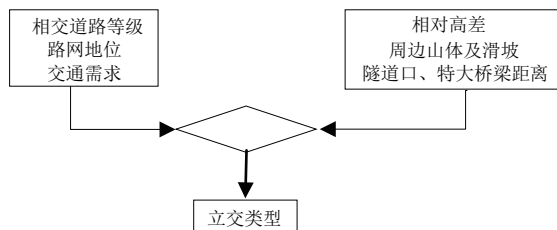


图2 山地城市立交选型流程图

3.3 饱和状态下避免反堵

《城市道路交叉口设计规程》(CJJ 152—2010)规定,枢纽立交和一般立交设计服务水平采用Ⅱ1和Ⅱ2服务水平,交通流特征为接近自由流和行车自由度受限,均属非饱和状态。实际上,多数城市立交在运营数年内即达到饱和状态。立交平纵线形指标方面,非饱和状态设计参数能够覆盖饱和流状态要求。交通运行角度,基于非饱和状态的几何设计不一定能适应饱和状态运行要求。饱和状态显著特征为车流在局部节点或区段超过设施通行能力,产生拥堵排队。拥堵排队一方面降低自身流向的服务水平,另一方面导致其关联流向的拥堵排队,即反堵。受反堵影响的转向本身是畅通的,因其他转向拥堵牵连所致,给驾驶者带来不好的体验感。

山地城市立交不利因素较多,反堵凸显,以下情形均属于反堵:一是匝道存在瓶颈点或其下游方向疏散能力受限,驶出车辆拥堵于减速车道并蔓延至主线行车道,影响主线正常通行;二是两条匝道之间设计X型并线段,其中某条匝道转向流量饱和,排队溢出并线段,不具备穿越所需的最小车辆间距,使得另一匝道也发生拥堵。

避免饱和状态反堵,山地城市立交设计考虑以下两点:一是各流向疏散能力验算,主线—减速段—端部—匝道—分流点—加速段—主线,检查各点各段线形要素、几何设计,避免指标突降,消除指标瓶颈;二是立交匝道敷设尽量不采用X型并线段,保持匝道之间分合流简洁清晰。

3.4 驾驶习惯友好设计

快速路靠中央分隔带的车流为直行快速车流,匝道出入口布置于主线最右侧。驾驶者通常默认这种交通组织方式,并形成驾驶习惯。左出左进匝道设计会造成驾驶者对车速、车流特征误判,诱发交通事故。山地城市立交处于桥梁、隧道、路堑、长坡等复杂路段环境,驾驶者被动接受信息量大、操作复杂,叠加左出左进匝道会放大交通事故诱因,因此山地城市立交设计应严格遵循右进右出匝道设置。目前手机导航功能应用广泛,山地城市立交设计空间层次不宜过于复杂,匝道交叉、分合流、并线宜清晰明确,易于人机识别,避免多条匝道在空间上重叠敷设,以免导航定位功能失效。

3.5 匝道灵活性设计

立交匝道分为全定向匝道、半定向匝道、迂回匝道、环形匝道。山地城市立交匝道灵活性设计主要形式有:

(1)270°迂回右转匝道,适用于主线之间高差过大、受桥隧限制需调整匝道接入点位置的情况;

(2)螺旋式右转匝道,适用于主线之间高差过大的情况;

(3)多次迂回左转匝道,适用于主线之间高差大,难以直接敷设左转匝道的情况。

某立交,下层主线距离隧道洞口仅50 m,西向南转向无法布置常规右转匝道,利用桥下迂回掉头后接主线,实现右转功能,保证匝道接入主线鼻端与隧道口的距离(见图3)。

某立交下层主线纵坡度达5%,与上层主线高差15 m,南向东匝道螺旋迂回450°后接入上层主线,纵坡4%,且匝道长度仅380 m,保证匝道行车安全性(见图4)。

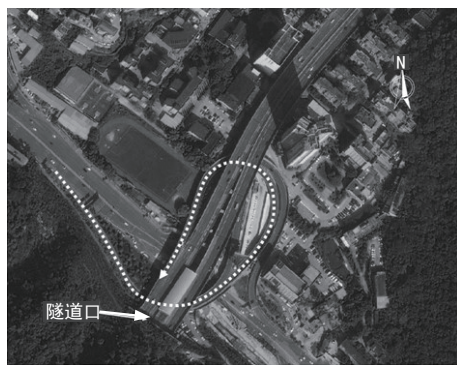


图3 匝道灵活性设计案例1示意图



图4 匝道灵活性设计案例2示意图

某立交,主线高差16 m,周边控制性建筑较多,南向西匝道采用多次迂回左转匝道(见图5)。

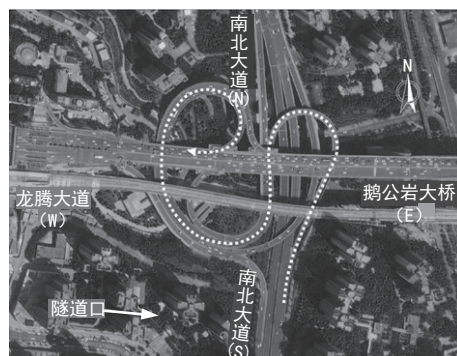


图5 匝道灵活性设计案例3示意图

3.6 线形设计

山地城市立交平纵线形设计,受地形地貌、桥隧结构、坡地台地、周边建筑等因素限制,设计指标的选取关系到工程的可行性和经济性。设计要点如下:

(1)匝道设计速度取用

匝道设计速度取用依据主要为立交等级、类型、转弯交通量大小等条件,取用原则要保证行车安全、工程经济和车速差合理,针对不同匝道形式,按照规范取值要求取值。

(2)山地立交平面设计

在出口匝道端部,车辆易与护栏碰撞,出口匝道应尽量采用直接式出口,且线形应与主线保持3 s行程一致,若受桥梁、隧道等结构物限制,减速车道较

短,应采取提前预告及减速措施,保证立交转向辨识度及行车安全性。入口匝道需保证加速段长度,若受桥隧等结构物限制,可变换匝道形式,调整匝道接入点,保证变速车道长度。

(3)立交纵断面设计

立交纵断面设计需要结合周边地块及净空要求,合理选取纵坡值。主线与匝道行车流线上纵断坡度柔性过渡,在匝道范围内增设纵坡缓和段,下坡匝道应考虑大车行车安全,避免过大纵坡。若条件受限纵坡采用或接近极限值,应采取相应减速措施及减速预告措施。立交匝道出口不宜设置在主线凸曲线顶部,容易造成出口识别不及时。

(4)平纵组合

立交匝道应避免在小半径曲线段设置过大纵坡,控制最大超高横坡,验算合成纵坡。某立交主线设计速度 60 km/h,北向西右转匝道(见图 6),NW 匝道)为下坡匝道,高差达 44 m,受铁路、110 kV 变电站限制,不具备迂回展线条件,需要采用直接右转匝道,设计纵坡 6.8%,规范最大值为 8%,设置 2.5%缓坡过渡,同时增设震荡减速标线,运营阶段安全性和可靠性均较优,如图 6 所示。

4 结 论

山地城市立交是路网系统中的重要组成节点,

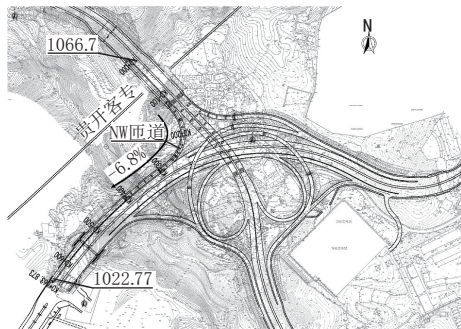


图 6 线形设计案例示意图(单位:m)

是支撑城市交通的关键设施。山地城市立交设计技术和经验是建立在平原城市立交基础上的,并结合山地城市道路设计建造、交通管理的经验总结完善。技术路线仍然是遵循城市总体规划、综合交通体系规划、干线道路网规划及区域详细规划,综合路网容量匹配、交通组织流畅及城市风貌协调等因素,对立交功能定位、规模选型、线形指标、灵活性设计及拥堵防治等方面进行精细化设计论证,提出技术、经济、社会合理的总体方案。

参考文献:

- [1] 林洋.山地城市干线道路关键技术分析——以贵阳市为例[J].城市道桥与防洪,2021(2):1-5.
- [2] 林洋.美国城市道路分级方法及启示[J].城市道桥与防洪,2020(3):4-8.
- [3] CJJ 152—2010,城市道路交叉口设计规程[S].

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话: 021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com