

南宁市玉洞大道-良庆大道立交方案研究

周浪

[林同棧国际工程咨询(中国)有限公司, 重庆市 400015]

摘要:项目位于玉洞大道与良庆大道交叉口,节点周边控制因素多,须协调与居住区、水体、水系桥、综合管廊、地铁线、BRT的关系,设计难度大;同时涵盖的交通类型多,包含快速路、辅路、快速及普通公交、慢行、人行,交通组织复杂。结合功能定位及控制条件,对立交型式进行了充分比选,提出三层蝶形立交方案,通过采用快慢交通分层布置,主辅交通逐级转换的交通组织思路确保立交的功能高效发挥。

关键词:立交;蝶形;综合管廊;地铁;BRT;景观水系

中图分类号: U412.35⁺2

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)12-0021-05

0 引言

近年来,南宁市面临新的发展与机遇,城市建设取得了较大的发展。南宁市五象新区(见图1)作为规划版图最大、规格最高、投入最多、建设力度最大的新区,一直是建设开发的热点,并且,广西省正向国务院申报把这里升级为国家级新区,今后的开发建设必将进一步加快。本项目的建设对完善基础设施,改善投资环境,充分发挥五象新区的区域优势,促南宁市经济发展有重要的推动作用;对完善和提升东片区商务、居住、娱乐功能,保持五象新区中心快速发展活力,促成五象新区的战略提升具有重要的意义。



图1 高速发展的南宁五象新区

1 项目概况

本项目位于南宁市五象新区核心区,为东西向玉洞大道与南北向良庆大道相交路口(现状为T型平交口)。相交的玉洞大道现状为主辅路形式的主干路,远期将提升为快速路,设计速度80 km/h,良庆大道为现状主干路,北接良庆大桥,玉洞大道以南尚

未建设,设计速度60 km/h。项目周边为建成区或在建区,构建筑物较多;立交南侧为在建五象四湖水系,水系与玉洞大道交叉2次,与良庆大道交叉1次,其中玉洞大道水系桥已建成。根据南宁市城建计划,拟对玉洞大道-良庆大道节点进行交通提升,设置全互通立交,实现两条重要干道的交通衔接转换。立交区位见图2。

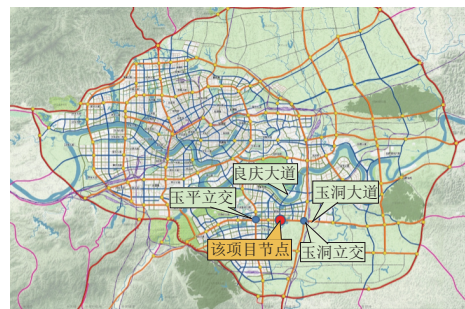


图2 项目区位图

2 功能定位分析

本节点是玉洞大道与良庆大道相交形成的立交节点。良庆大道位于良庆镇居中位置,呈南北走向,与西侧的平乐大道、东侧的环城快速路大致平行,是连接凤岭片区与五象片区的组团间的交通性主干路;该路与玉洞大道交叉形成互通式立交,结合相关规划,该立交与西侧的玉平立交、东侧的玉洞立交规划为同一类型,均为枢纽式互通立交。

根据《南宁市城市快速路系统规划(2009—2020)》,玉洞大道为远景城市快速路,它横贯南宁市南部,是东西片区的直接联系的快速通道之一。平乐大道、环城高速路均为南北向城市快速路,与玉洞大道相交形成的互通式立交节点均为快速路与快速

收稿日期: 2021-04-18

作者简介: 周浪(1987—),男,硕士,高级工程师,从事路线总体设计和BIM技术研发工作。

路相交形成的枢纽 A1 类立交节点。而本节点主线良庆大道是五象新区东部片区一条重要的南北向城市主干路,它往北连接良庆大桥,与铜鼓岭路共同构成南北片区的直接联系通道,同时也是东部跨邕江通道之一,是一条交通性与服务性兼具的城市主干路。本节点是城市快速路与主干路相交形成的立交节点。结合城市道路规范,可选用枢纽 A2 类或 B 类。

此外,该立交距西侧平玉立交 2.47 km,距东侧玉洞立交 2.51 km,枢纽立交间距合理。

综合规划对本工程节点的定位、相交道路在城市路网中的功能分析以及本节点与周边立交节点的区位关系分析,本立交节点定位宜为枢纽 A2 类,在方案研究过程中同时也对 B 类方案作比选分析^[1]。

3 交通量分析

3.1 现状交通状况

项目范围内现状主要有南北向的良庆大道、延庆路,东西向的玉洞大道及良兴路。主干路网未完善,东西向道路较少,缺少次干路等级的道路分流,干路承载的服务性的交通量大,路网的交通流量集中单向分布。工程周边地块主要为居住用地及公园用地,基本刚落地建成,区内服务性道路交通量较小。周边道路高峰小时交通量见表 1。

表 1 周边道路高峰小时交通量

道路名称	2018 年	
	断面 12 h 流量 /[pcu·(12 h) ⁻¹]	高峰小时流量 /(pcu·h ⁻¹)
玉洞大道	6 765	871
良庆大道	2 523	352

3.2 不同路径交通分配分析

为了更加清楚的了解本项目的交通流向流量特征,立交方案研究过程中针对良庆立交北进口道交通分配问题进行了具体分析。依据《南宁市城市总体规划》,从中心城区至良庆大道的交通共有三条线路可选(见图 3),线路一为凤岭立交—铜鼓岭路—青环路—良庆大桥—良庆大道,线路二为凤岭立交—铜鼓岭路—规划过江大桥—东环快速路—玉洞大道,线路三为凤岭立交—民族大道—东环快速路—玉洞大道。

本次基于 GIS 的交通规划软件 TransCAD 进行交通分配研究,在片区路网 network 建立基础上进行分配。利用在实际应用中较为广泛的随机用户平衡分配法(SUE)进行分配,可以为每个 OD 对之间找到合理的路径。

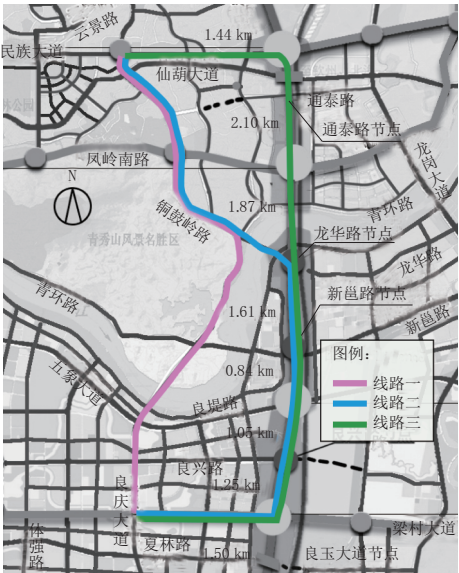


图 3 交通线路选择

随机用户均衡(SUE)模型就是描述的是任何一个出行者均不可能通过单方面改变出行路径来减少自己的估计行驶阻抗。其模型如下:

$$\begin{aligned} \text{Min} Z(x) = & \sum_{rs} q_{rs} \cdot E[\min_k \{C_k^{rs}\} | C_k^{rs}(x)] + \\ & \sum_a x_a t_a(x_a) - \sum_a \int_0^{x_a} t_a(\omega) d\omega \end{aligned}$$

约束条件:

$$\begin{aligned} \sum_k f_k^{rs} + x_{r'} &= \overline{q_{rs}} \quad \forall r, s \\ f_k^{rs} &\geq 0 \quad \forall k, r, s \\ x_{r'} &\geq 0 \quad \forall k, r, s \end{aligned}$$

随机用户均衡分配模型在宏观上考虑了道路容量的制约因素,道路容量的制约在分配时候通过路阻函数体现出来。路阻函数形式如下:

$$t = t_0 [1 + \alpha(v/c)]^\beta$$

式中: t 为时间阻抗; t_0 为自由流时间; v 为分配交通量; c 为通行能力; α, β 为路阻参数。

其中城市快速路设计速度 80 km/h,主干道设计速度 60 km/h。根据经验确定回归系数取值,对城市快速路, $\alpha=1.5, \beta=5$,对城市主干路, $\alpha=2.5, \beta=4$,计算结果见表 2。

表 2 时间阻抗计算结果

比选指标	线路		
	线路一	线路二	线路三
路程 /km	9.9	12.6	13.6
时间阻抗 t	1202	1297	1181

由此可知,线路二相比线路一车行路程更长,时间阻抗更大,该流向的主要交通量会分配到线路一。

线路三与线路一相比,尽管线路三时间阻抗略小,但线路三为东环快速路,更多服务于长距离交通和过境交通,路段饱和度高,时间阻抗波动性大,高峰时期时间阻抗将超过线路一。综上所述,该流向的交通量会更多分配到线路一。

3.3 目标年交通流向流量

采用“四阶段法”进行交通量预测,得到规划目标年本立交节点的交通流向流量见图4、图5。

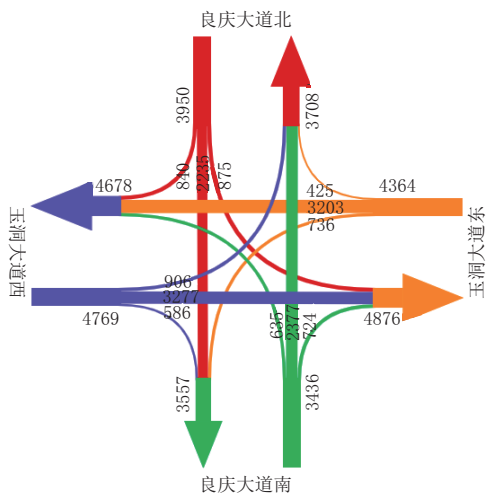


图 4 玉洞大道 - 良庆大道主路高峰小时流量流向(单位:pcu/h)

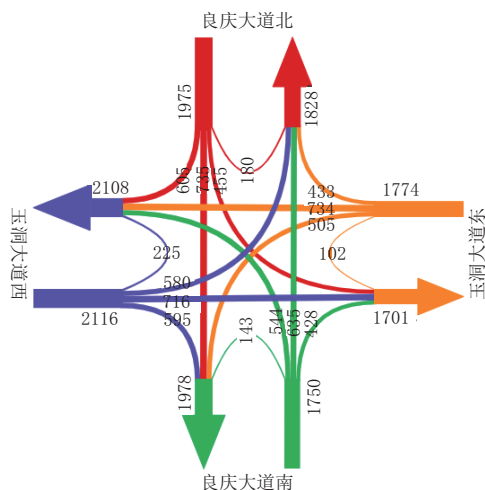


图 5 玉洞大道 - 良庆大道辅路高峰小时流量流向(单位:pcu/h)

根据预测结果,本节点交通流量随时间推进,变化较大的流向主要为南北直行、东西直行。其次,节点北往西及西往北交通量将随着路网结构及城市发展出现较大幅度增长。与此同时,从路网结构及良庆大道沿线节点设置情况来看,良庆大道与环城快速路并行往南,部分程度上具备分流环城快速路交通的功能,随着远景年环城快速路交通量的增大,服务水平的下降,部分交通会选择良庆大道-玉洞大道-环城快速路的线路,因此本节点北往东转向也将出现较大幅度增长。

4 控制因素分析

立交所处位置(见图 6)地势较为平坦,玉洞大道与良庆大道较两侧地块稍低,东北、西北象限均为现状小区;玉洞大道南侧现状布设有综合管廊;沿玉洞大道中间,良庆大道西侧设计有 BRT 车站;立交周边分布有玉洞运河与楞塘中湖水系,且均处于开挖建设中,规划水系标高 72 m。本次设计需考虑立交构筑物与综合管廊空间关系;路面标高需协调与规划水系得净空要求,确保满足其通航防洪需求;主线设计需考虑 BRT 路线及站点敷设的要求,力求立交范围公交与人行交通组织与 BRT 车站形成便利换乘,发挥公共交通最大价值,见图 7。



图 6 交叉口现状图

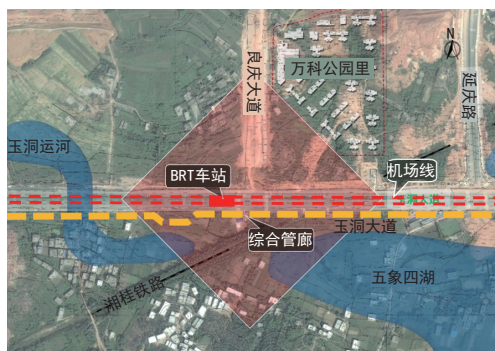


图 7 项目控制因素平面分布示意图

5 立交总体方案

5.1 总体设计思路

结合立交所处区域现状地形、相交主线道路竖向情况、五象四湖水系、综合管廊、BRT 车站、轨道机场线等控制条件,在立交规划控制范围线内,开展立交方案研究,并从立交建筑高度、立交匝道布设对楞塘中湖等水域的影响,地块服务性交通组织的便利性、与 BRT 车站的关系,对综合管廊的影响等多个角度,对立交方案进行比选^[2]。

5.2 立交总体方案

结合功能定位及总体设计思路，共提出三个立交方案进行比选。

5.2.1 方案一(蝶形立交)

该方案将辅道服务性交通布置在地面层,将东西向玉洞大道主线直行交通布置在第二层,将南北向良庆大道主线直行交通布置在第三层,东西南北快速转向交通布置在二、三层之间(见图8)。立交共三层,辅路直行及转向通过地面辅路及环形交叉口解决,既确保地面辅路交通纵坡的顺势性,便捷性,同时方便地块交通出入,为未开发地块提供更多有利条件;主线直行交通通过上跨桥解决,确保主线直行交通快速连续;高架层快速交通左转通过环圈或半定向匝道解决,右转通过定向匝道解决,确保转向交通高效快捷转换。该方案交通布置遵循快慢分离、分层布置的解决思路,层次明确,流线清晰,交通转换功能强,地块服务好。交通组织方式符合南宁市交通运行习惯,见图9。此外,该方案充分结合南侧玉洞运河与楞塘中湖水系边界进行布置,对水面景观影响小。

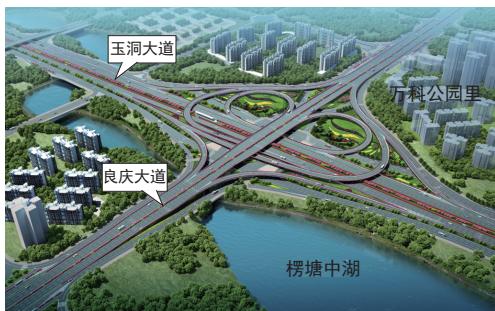


图8 方案一透视图

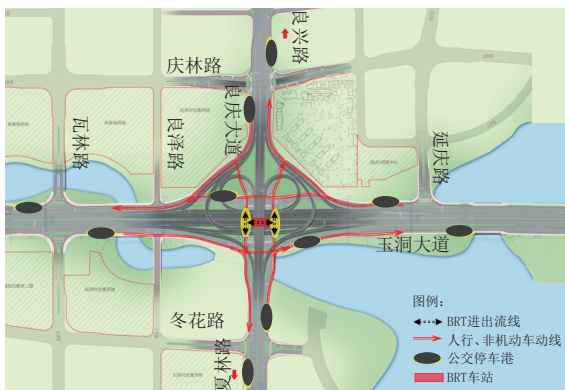


图9 方案一慢行交通组织示意图

方案立交范围内玉洞大道与良庆大道人行与非机动车均沿辅路两侧布置,非机动车左转交通通过立交正下方信号控制交叉口实现。立交方案需对玉洞大道进行改造,立交范围内共设置公交停车港4处,分别位于玉洞大道与良庆大道辅道两侧,与玉洞大道主线BRT车站形成换乘。

由于该方案立交结构物相对较多,整体建筑高度相对较高,对周边地块景观冲击相对较大,需优化

桥梁结构设计与加强景观设计弥补对周边城市环境造成的不利影响,此外立交占地较大,投资较高。

5.2.2 方案二

该方案遵循逐级分合流的交通解决思路,保留主线主辅路的布置形式,在主、辅道之间设置出入口,快速、辅道转向交通通过东西、南北辅道之间的环圈匝道或半定向匝道实现,见图10。此外,方案将机动车与非机动车进行了分离布置。立交共两层半,其中玉洞大道主辅路维持现状纵坡度及标高;非机动车系统沿右转匝道外侧布置,并下穿右转匝道,上跨玉洞大道,通过X型非机动车专用匝道进行连接,实现非机动车各直行及转向;将南北良庆大道布置在最上层,在南北非机动车专用道上方跨越玉洞大道。该方案采用主辅路出入口+匝道的方式,将主线及辅道转向交通合并解决,有效降低了立交的建筑高度,避免了对玉洞大道主线的改造,同时结合立交主线竖向情况,将非机动车系统独立布置,提高了交通安全性与非机动车通行的高效性,见图11。

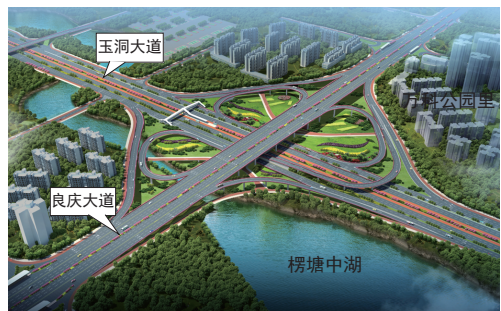


图10 方案二透视图

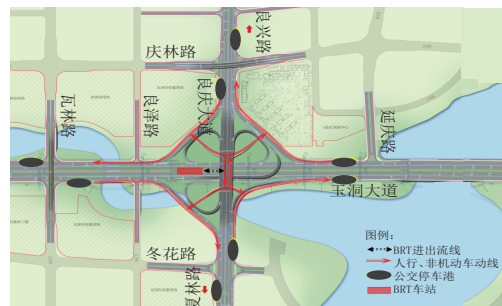


图11 方案二慢行交通组织示意图

该方案与交通流向匹配度高,立交建筑高度较低,构筑物较方案一少,机非分离的交通组织方式有效保障交通安全,充分体现了“以人为本”的设计理念,但方案将主辅路转向交通合并解决,在主辅路出入口与匝道出入口之间存在交织段,交通转换功能相较方案一弱,立交在西南侧匝道需跨越玉洞运河水系,对规划水域景观存在一定影响,非机动车布置在立交最外侧,且与右转匝道存在高差,对地块车行出入口布置形成一定不便;立交辅路系统部分方向

掉头功能缺失;此外由于南北辅路采用高架形式,东西辅路存在匝道出入口等原因此路口公交站点无合适的布设位置。方案二立交占地较方案一小,投资相对较省。

5.2.3 方案三

该方案与方案二类似,采用逐级分、合流的交通组织思路,见图 12。将主线与辅路的转向交通合并解决。立交共三层,东西向玉洞大道主线维持现状纵段与标高下穿通过,将辅路系统抬高一层,主、辅路转向交通通过第二层平面交叉口解决,南北向良庆大道主线上跨玉洞大道及平交口通过。为提高平交口转换效率,减少东西辅路直行信号配时占比,本次结合实际情况,将玉洞大道辅道直行两车道设置为主线两侧下穿通过,仅在交叉口出留有单车道直行,供公交或近距离地块交通通行,见图 13。



图 12 方案三透视图

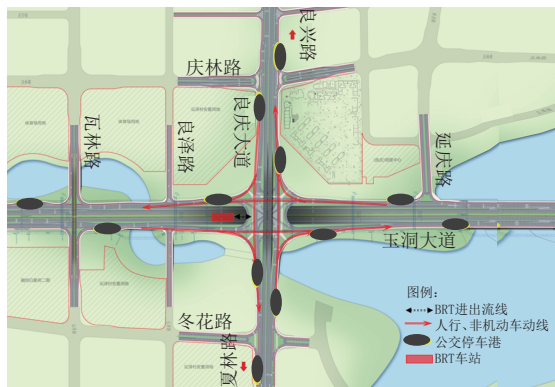


图 13 方案三慢行交通组织示意图

该方案立交占地小,立交构筑物少,对周边城市环境景观冲击相对最小,工程规模小,投资最省,但受辅路平交口通行能力限制,方案对远景交通需求发展适应性最差。

5.3 方案比选结论

通过交通功能、立交布局、环境影响、技术指标、工程经济性等多方面综合比较,立交方案一在交通功能方面对远期交通量发展适应性更好,在立交布局方面与景观水系结合较好、立交匝道线形技术指标相对更优;但其构筑物较多,整体建筑高度较高,

对周边地块影响相对较大,需优化桥梁结构设计与加强景观设计弥补对周边城市环境造成的不利影响,此外该方案投资较大。方案二采用机非分离方式布置车行、非机动车,交通安全性好,立交整体高度小,构筑物相对较少,工程经济性好,环境影响小;但由于主辅路转向交通合并设置,转向通能功能受辅路交织影响较大,转向交通功能相对较弱,此外还存在其他诸多功能不完善的问题,因此不推荐采用。方案三立交形式最为简洁,构筑物少,对周边环境的影响最小,此外占地少,投资最小,对玉洞大道的改造也较小,但该方案从交通功能角度看,能有效保障主线直行的通行效率,但主辅路转向交通转换功能非常弱,难以满足远景交通量发展需求,因此不推荐采用。综合分析,方案一立交虽近期投资较高,但从长远来看,其功能性所产生的社会效益最高,综合考虑,本工程推荐采用方案一,即蝶形立交方案。

6 交织段通行能力评价

本节点东往南与南往西向交通存在交织段,为确定交织段车道数是否合理,采用仿真技术对该段进行交织仿真分析,见图 14。

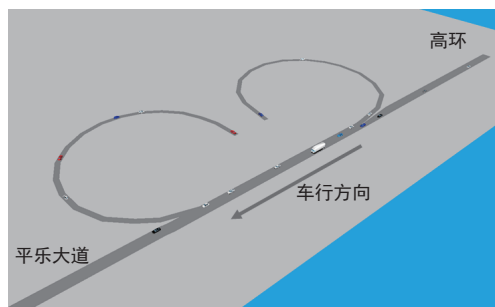


图 14 交织段车流仿真示意图

通过 VISSIM 软件进行仿真模拟,结果见表 3。

表 3 交织段仿真模拟关键指标表

车流密度 /(pcu·km ⁻¹ /车道)	平均车速 /(km·h ⁻¹)	服务水平	最大排队 长度/m	延误 /s	平均停车 次数
14.4	40.4	二级	15	0.8	0.01

通过交通仿真模拟分析可知,该交织段交通服务水平为二级,平均车速较高,车流稳定,稍有延迟,道路通行能力富余。

7 结 语

本项目是城市城市新区核心地带的重要交通节点工程,承载的功能多,交通体系复杂,且处于城市中心地带,环境敏感性高,此外,项目还受地铁、管廊、BRT 等因素控制,设计难度大,是当前城市化进

(下转第 31 页)

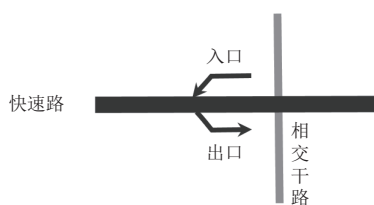


图4 路口式出入口

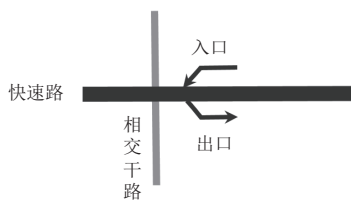


图5 路段式出入口

看,出入口的设置除考虑用地、拆迁等客观因素外,结合相交横向主干道路去设置路口式出入口会更加有利于交通的疏解和集散。一方面快速路与主次干路的交通转换量远远大于路段沿线地块的交通量,通过设置路口式平行匝道形成简易菱形立交,可以便捷的实现快速路与横向道路的交通转换。另一方面,城市规划道路用地条件有限,快速路辅路的规模一般不会太大,路段式出入口虽然提供了充足的变换车道长度和蓄车距离,但会造成辅路较大的交通压力。以石家庄目前已建成的和平西路高架快速路为例(见图6),中心城区段全长约3.6 km,共设置了4对上下匝道,平均间距约855 m。相交的西二环为快速路,节点设置互通立交1座;友谊大街为南北向主干路,东西两侧各设置1对上下匝道,受铁路影响,西侧下匝道移至西三庄街;泰华街为规划快速路,受拆迁影响,近期东西两侧各设置1条下匝道,远期抬升为互通立交的立交匝道,中华大街为南北向主干路,西侧设置1对上下匝道,与东侧既有上下

匝道组合,和平西路快速路出入口的布置基本是在主要横向路口前设置匝道,形成简易菱形立交,与友谊大街、泰华街、中华大街等主要道路的交通转换方便,出入口间交织问题较好,主线影响较小,后期通车后道路运行状况良好。

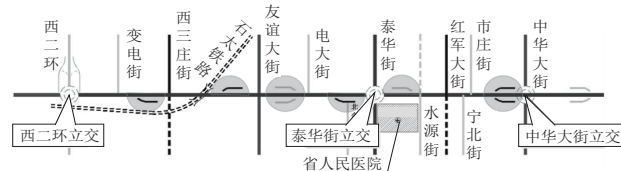


图6 和平西路快速路中心城区段总体布置

4 结 语

本文结合石家庄快速路网的规划建设经验,对快速路在中心城区段的多重功能定位和快速路出入口设置问题进行了分析。快速路一般承担中心城区与外围各组团、片区的联系,位于中心城区段的快速路应考虑兼顾道路扩容、应急救援通道、主干路标准提升等多重功能。快速路出入口设置间距应考虑城市发展规模、区域路网密度、快速路的多种功能定位等因素,尽可能结合相交主干道路设置出入口实现交通快速疏解和集散,并应按照相关设计规范要求做好变速车道、辅助车道、标志标线的设计,以确保不同快速路或快速路的不同路段能够因地制宜的发挥出快速交通的功能。

参考文献:

- [1] GB/T 51328—2018,城市综合交通体系规划标准[S].
- [2] CJJ 129—2009,城市快速路设计规程[S].
- [3] 杨再福.城市快速路设计的系统思维[J].现代交通技术,2016,13(1): 32-34.
- [4] 涂雄.城市快速路及出入口节点交通功能研究[D].西安:长安大学, 2018.

(上接第25页)

程下典型的核心区立交工程。由于篇幅有限,立交方案的许多细节内容难以展开,但本文提出的功能定位分析、总体设计思路等诸多方面,在许多同类型的项目中同样会经常遇见。希望通过本文能为今后类似的工程项目提供有益的参考。

参考文献:

- [1] CJJ 152—2010,城市道路交叉口设计规程[S].
- [2] 林同棧国际工程咨询(中国)有限公司.南宁市玉洞大道—良庆大道立交工程方案设计[Z].重庆:林同棧国际工程咨询(中国)有限公司, 2018.