

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2022.07.006

武汉白沙洲公铁大桥接线工程总体设计

胡 程, 肖海亮

(上海市政交通设计研究院有限公司, 上海市 200030)

摘 要: 武汉白沙洲大桥是三环线快速路的重要组成部分,也是主城区南部地区重要的过江通道之一,因通行能力不足、桥梁病害等原因,已无法满足快速环线高效畅通的功能要求。借助武西高铁过江通道的建设契机,武汉在白沙洲大桥上游新建白沙洲公铁大桥,作为复线桥承担三环线快速过江功能。新桥的建设改变了基于老桥构建的交通体系,如何重塑一个更加高效的过江交通体系是一个关键而复杂的技术难题。根据对建设条件、功能定位、建设规模和建设标准的分析,从不同角度提出三套新的过江交通体系和对应的总体方案,并通过综合比选确定推荐方案。此外,重点对两岸接线重要的交通枢纽节点:鹦鹉立交和青菱立交的总体方案进行了深入论证。通过对该项目设计方案的总结分析,可为类似过江复线通道的建设提供有意义的借鉴和参考。

关键词: 白沙洲公铁大桥;接线工程;快速路;总体设计;互通立交设计

中图分类号: U412.37

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)07-0022-05

0 引 言

现状白沙洲大桥是武汉市三环线快速路的重要组成部分,也是主城区南部地区的主要过江通道之一,但常年拥堵,主要原因有三点:一是大桥主桥与两岸接线车道规模不匹配,过江通道与两岸干路网络衔接薄弱,导致白沙洲大桥同时承担快速过境交通与两岸中短距离联系交通,功能复合,压力大;二是两岸接线系统疏解功能弱,主线出入口设置不合理,区域过江交通需远距离绕行,交通过度集中于梅子立交、鹦鹉立交、青菱立交等出入口,节点交通压力大;三是现状白沙洲大桥因早期技术标准低、超载货车多、流量远超设计预期,过高的维修频率制约过江通道功能的正常发挥,现有大桥难以满足快速环线高效畅通的功能要求。项目地理位置见图 1^[1]。

武汉紧抓武西高铁过江通道的建设契机,结合铁路过江通道复合建设车行过江通道,即在现状白沙洲大桥上游新建白沙洲公铁桥,以高效利用过江通道战略资源,增加主城过江交通容量,同时以新建公铁大桥替代老桥承担三环线快速过江功能,减少老桥荷载和交通量,同步优化两岸接线方案和区域环射路网体系,消除路网堵点,全面提高区域路网的整体通行能力和交通疏解效率。基于此背景开展本项目的研究工作。

收稿日期: 2022-01-17

作者简介: 胡程(1982—),男,硕士,高级工程师,从事道路交通设计工作。

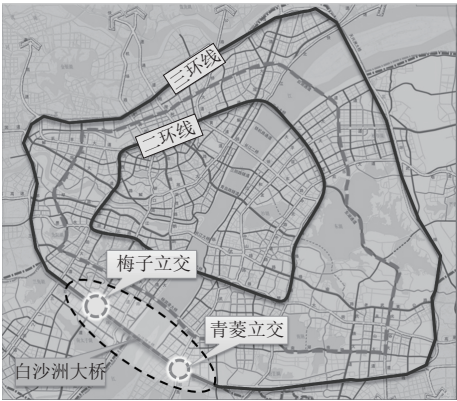


图 1 项目地理位置图

1 建设条件

本工程研究范围西起汉阳岸江城大道梅子立交,东至武昌岸白沙洲大道青菱立交,全长 7.7 km。汉阳岸现状接线为“高架主线 6 车道 + 地面辅道 6 车道”,武昌岸现状接线为“地面主线 6 车道 + 外侧辅道 4 车道”,白沙洲大桥为双向 6 车道规模。

规划三环线沿线两侧为 50~100 m 绿化控制带,现状以河流和绿地为主。外围区域规划以居住用地为主。道路南侧绿化控制带内规划有 50~60 m 武西高铁控制走廊,见图 2。

三环线工程范围内主要与 10 条现状或规划道路相交,平均道路间距约 460 m(不含跨江段)。工程范围内已形成 4 处互通立交,平均间距 1.75 km。其中,武金堤立交现状为半互通立交,其余 3 座均按全互通立交建成,见图 3。

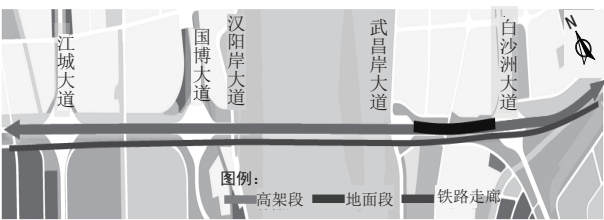


图 2 沿线规划用地图

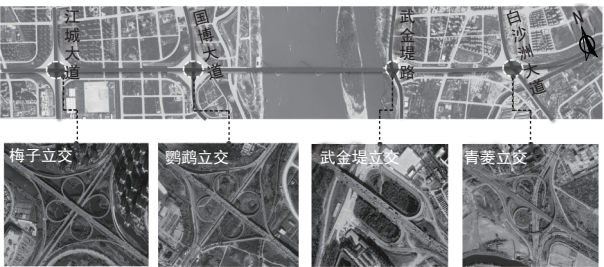


图 3 沿线主要相交道路布局图

2 功能定位及建设规模

2.1 功能定位

- (1)现状白沙洲大桥:服务两岸地块的到发交通,以及两岸地块之间的跨江交通联系。通道调整为主干路标准,设计速度 60 km/h。
- (2)白沙洲公铁大桥:承担环线快速交通功能,服务中长距离快速过境交通。通道按快速路标准建设,设计速度 80 km/h^[2]。

2.2 建设规模论证

根据交通需求分析,科学地确定车道数规模,对远期特征年 2045 年的特征路段交通量进行通行能力适应性分析,分别按双向 4 车道、6 车道、8 车道规模进行测算^[3],结果见表 1 和表 2。

表 1 主线建设规模分析表

路 段	方 向	预测 交通量 /(pcu·h ⁻¹)	饱和度		
			双向 4 车道	双向 6 车道	双向 8 车道
江城大道立交— 连通港路匝道	东向西	4 474	1.22	0.82	0.62
	西向东	4 514	1.23	0.83	0.62
连通港路匝道— 南郊路匝道	东向西	3 900	1.06	0.72	0.54
	西向东	3 922	1.07	0.72	0.54
南郊路匝道— 青菱立交	东向西	4 415	1.20	0.81	0.61
	西向东	4 449	1.21	0.82	0.61
青菱立交以东	东向西	4 466	1.22	0.82	0.62
	西向东	4 442	1.21	0.82	0.61

综合考虑交通需求、建设条件及建设成本,三环线主线采用双向 6 车道的建设规模。

综合考虑交通需求、建设条件及建设成本,三环线辅道采用双向 6 车道的建设规模。

表 2 辅道建设规模分析表

路 段	方 向	预测交通量 /(pcu·h ⁻¹)	饱和度		
			双向 4 车道	双向 6 车道	双向 8 车道
江城大道立交— 国博立交	东向西	2 705	1.37	0.97	0.78
	西向东	2 697	1.37	0.97	0.78
国博立交— 武金堤立交	东向西	2 611	1.32	0.94	0.75
	西向东	2 637	1.34	0.95	0.76
武金堤立交— 青菱立交平交口	东向西	2 665	1.35	0.96	0.77
	西向东	2 694	1.36	0.97	0.78

3 总体方案比选论证

3.2 总体方案一

- 从高标准建设过江通道、完善快速路网络的角度,提出方案一。
- (1)总体布置
- 白沙洲公铁桥:汉阳岸三环线高架在连通港路东侧改造对接新桥,过江后以高架方式跨过白沙洲大道、接现状三环线高架;白沙洲大道高架与武咸高架衔接地面段改造为高架,青菱立交改造为四层高全互通立交。
- 现状白沙洲大桥:汉阳岸在国博大道鹦鹉立交西侧落地,衔接现状 6 车道辅路;武昌岸落地段维持现状、对接三环线地面道路,与白沙洲大道地面层形成灯控路口。
- 全线新建高架 7.2 km,其中过江大桥段 2.4 km,汉阳岸接线新建高架 2.2 km,武昌岸接线新建高架 2.6 km,见图 4。

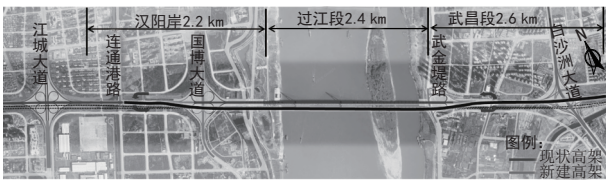


图 4 方案一总体布置图

(2)交通组织

- 新桥交通疏解:新桥两端与江城大道、白沙洲大道通过梅子立交、青菱立交高标准互通、服务长距离快速过境交通。
- 老桥交通疏解:老桥两端落地衔接地面路网系统,实现快—主路网衔接,改善过江联系。
- 新老桥快速交通转换:增设连通港东路、南郊路 2 对匝道,实现新老桥快速对接。国博大道经鹦鹉立交和连通港路平行匝道、武金堤路经南郊路平行匝道均可实现与三环主线连续、快速的衔接,见图 5。

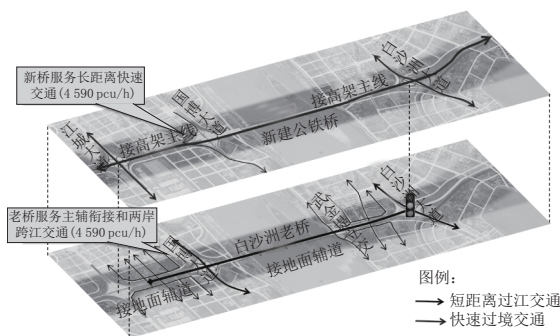


图5 方案一交通组织示意图

(3) 方案评价

a. 方案优势: 主辅系统完全分离, 新老桥功能定位清晰, 两岸接线交通疏散能力较强, 同时能有效消除青菱立交交通瓶颈点。

b. 方案存在问题: 对现状立交、三环线主线改造体量相对较大, 需做好施工期间交通组织。

3.3 总体方案二

从保证过江功能、减少对现状立交改造的角度, 提出方案二。

(1) 总体布置

白沙洲公铁桥: 汉阳岸三环线(江城大道-连通港路)拓宽为双向10车道, 外侧6车道向东衔接新桥, 过江跨过武金堤立交后公铁分离, 通过1.7 km高架接现状青菱立交。

白沙洲大桥: 汉阳岸衔接方式不变, 过国博大道鹦鹉立交后接现状高架, 向东过江跨武金堤立交后对接地面辅道。

全线新建高架6.3 km, 其中过江大桥段2.4 km, 汉阳岸接线新建高架2.2 km, 武昌岸接线新建高架1.7 km, 见图6。

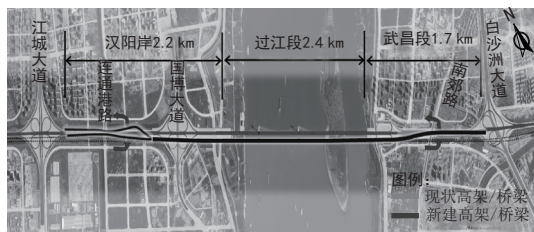


图6 方案二总体布置图

(2) 交通组织

新桥快速过境功能基本实现, 但汉阳岸现状三环主线与新桥仅通过匝道衔接, 交通转换标准偏低, 过境与到发功能重叠。在武昌岸青菱立交仍存在交通瓶颈。此外, 老桥与白沙洲大道地面道路只能右进右出衔接, 对白沙地区服务功能较弱, 见图7。

(3) 方案评价

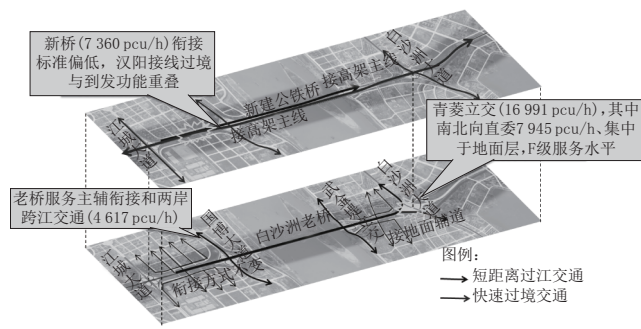


图7 方案二交通组织示意图

a. 方案优势

相比方案一, 方案二不改造国博大道鹦鹉立交, 青菱立交仅需改造两条匝道及主线的落地段即可实现与新桥的衔接; 白沙洲大道通过主辅分离改造扩容, 可以在一定程度上增加交通容量、提高交通疏散能力。

b. 方案存在问题

汉阳岸现状三环线与新桥之间仅按匝道标准衔接, 运行效率较低; 武昌岸白沙洲大道地面段的交通瓶颈未消除, 青菱立交的交通压力进一步增大, 加剧环射路网的瓶颈效应。

3.4 总体方案三

从保证主要交通转换功能、降低工程投资的角度, 提出方案三。

(1) 总体布置(见图8)

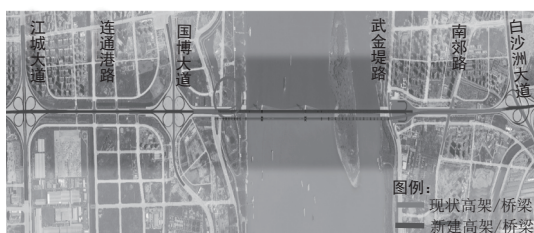


图8 方案三总体布置图

白沙洲公铁桥: 公铁桥主线两端过堤防后迅速对接现状三环线, 其中汉阳岸通过环形匝道展线, 在国博大道鹦鹉立交东侧接入主线, 武昌岸过武金堤路后主线落地对接现状三环主线, 同步建设南郊路南北直行高架。

白沙洲大桥: 维持现状。

道路全线新建高架4.9 km, 其中公铁合建段2.3 km, 汉阳岸环形匝道及拓宽段1.6 km, 武昌岸接线新建高架1 km。

(2) 交通组织(见图9)

新桥仅起到“副桥”扩容功能, 汉阳岸新老桥之间的衔接存在400 m的短距离交织, 且交织段临近鹦鹉立交, 导致车道变换频繁, 主线的快速交通效率

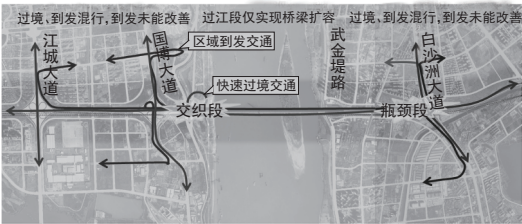


图 9 方案三交通组织示意图

无法保证。青菱立交南北向、东向直行均存在交通拥堵。此外,新老过江通道与两岸滨江道路仍未实现直接衔接,短距离过江交通功能缺失的问题未得到改善。

(3)方案评价

a. 方案优势

工程量小,对现状快速路系统的改造少,造价低。

b. 方案存在问题

交通功能:过江通道通行能力受两端接线、立交通行能力的制约,功能难以充分发挥,长距离过境交通与短距离跨江交通未实现分离。堤防影响:西端环形匝道在江滩和堤防保护线范围内立墩约 75 处,距现状堤防坡脚线最近处约 45 m,方案实施难度大。

3.5 综合比选

对上述三个总体方案进行综合比选,见表 3。

经过综合比选,方案一在交通系统功能上具有明显优势,作为推荐方案。

4 重要节点方案

4.1 鹦鹉立交节点

新三环主线向西过国博大道鹦鹉立交后接入现

状三环线主线,鹦鹉立交需进行局部改造。

(1)高架系统

a. 需拆除现状高架约 900 m,地面辅道保留;b. 连通港路东侧新建一对上下匝道,对接国博大道与白沙洲大桥。

(2)辅道系统

现状鹦鹉立交向西接三环线高架,本次改造后调整为接地面辅道后,需改造一对西向右转匝道匝道和一对苜蓿叶左转匝道,同时原三环高架主线改为主线落地接地面辅道,立交改造部分见图 10。

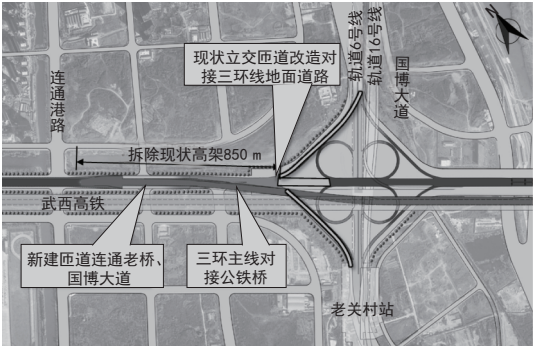


图 10 鹦鹉立交节点改造方案布置图

4.2 青菱立交节点

(1)现状条件及存在问题

现状青菱立交为三层“苜蓿叶+半定向”立交,立交最高点高程为 33 m。

由于立交区主线与辅道系统未分离,现状立交同时承担快速过境交通与周边区域到发交通,功能混杂,交通压力大,节点通行能力不足;同时人非交通与机动车混行,交通秩序混乱,进一步降低立交疏

表 3 总体方案综合比选分析表

综合比选	方案一	方案二	方案三
功能定位	新三环主线与老桥主辅功能分离	新三环主线与老桥主辅功能分离	与老桥未实现功能分离,仅实现过江扩容分
快速交通	主辅道系统功能完善,快速系统疏散能力强	主辅道系统功能完善,青菱立交成为瓶颈段	国博立交、青菱立交成为瓶颈段
系统功能	新老桥转换便捷,两岸路网与过江通道衔接功能强	新老桥转换便捷,白沙洲大道南北向瓶颈段未解决	白沙洲大道南北向瓶颈段未解决
施工保通	施工期间新建钢便桥保持双向 6 车道通行	施工期间帮宽段双向 4 车道保通,其他路段无影响,整体对现状高架影响小	对三环线交通影响最小
工程废弃量	需废除三环部分高架主线与青菱立交、鹦鹉立交部分匝道	青菱立交少量工程废弃	无废弃工程
工程规模	公路桥及引桥 6.6 km,白沙洲大道高架 2 km、新建青菱立交	公路桥及引桥 6.6 km	公路桥及引桥 4.5 km,环形高架在江滩内立墩
工程建安费(不含铁路)	32 亿	16 亿元	11 亿元

解效率,并存在安全隐患。具体来说,现状青菱立交具有以下交通特征:a.立交整体接近饱和,(V/C : 0.82)。b.白沙洲大道:方向南北进口道高峰流量均接近6 000 pcu/h,交织严重导致拥堵。c.三环线:方向过江能力不足,拥堵向东、南蔓延。d.环射衔接:转向交通占40%。e.2条环形匝道高峰超过11 00 pcu/h,出城(西向南)单车道匝道高峰流量1 324 pcu/h,均存在拥堵。f.立交节点交通转换需求:预计公铁桥建成年达到20 160 pcu/h;2035年(新总规末年)达到24 480 pcu/h。

总体上,现状青菱立交(见图11)已无法满足近远期交通需求,成为制约公铁桥武昌岸接线交通疏散能力的瓶颈点,亟待改造。主要改造思路为提效扩能、规范秩序,满足公铁桥接线的交通疏散需求。



图11 现状青菱立交航拍图

(2)改造方案

a. 总体方案(见图12)



图12 青菱立交改造方案总体布置图

现状立交全部拆除,在原立交用地范围内新建三环线主线高架与白沙洲大道高架形成的四层“涡轮式(迂回半定向式)立交”,东侧一对平行匝道与立交合并设置,并与地面辅道平交灯控。新建青菱立交方案:地面层为地面辅道(平交灯控),二层为白沙洲

大道主线、匝道,三层为转向匝道,四层为三环主线+匝道(最高43 m),最高层为武西高铁(轨面53 m)。

b. 方案评价

方案优点:立交匝道均为半定向匝道,标准高;主辅分离,系统层次明晰,可同时兼顾快速交通疏散功能与沿线地块集散功能,节点疏散能力强;地面辅道为平交灯控,人非交通出行便利,且人非和机动车系统分离,交通秩序好,安全隐患大大降低。

存在问题:现状立交全部废除,废弃量大,存在一定社会影响。

青菱立交系统功能层次分析见图13。

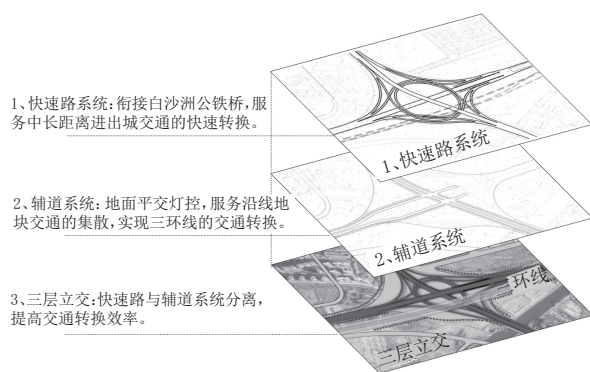


图13 青菱立交系统功能层次分析图

5 结 语

武汉白沙洲大桥过江通道是三环线快速路的重要组成部分,也是主城区南部地区重要的过江通道之一。现状白沙洲大桥通行能力不足、可靠性低,两岸接线交通问题突出,疏散效率低,制约过江通道功能的发挥。因此有必要抓住武西高铁过江通道建设的契机,复合建设车行过江通道,优化两岸接线方案和区域环射路网体系,消除路网堵,改善区域交通环境。本文从功能定位、建设标准、建设规模以及建设条件的分析出发,详细介绍了本项目的总体设计方案和立交节点的比选方案,为其他城市类似快速路复线过江通道的总体方案设计提供参考。

参考文献:

- [1] 上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司.武汉白沙洲公铁大桥两岸接线方案研究报告[R].上海:上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司,2020.
- [2] CJJ 37—2012,城市道路工程设计规范[S].
- [3] 陈宽民,严宝杰.道路通行能力分析(第二版)[M].北京:人民交通出版社,2003.