

城市快速轨道交通敷设方式经济性与适应性研究

刘建红

(中铁上海设计院集团有限公司, 200070, 上海//教授级高级工程师)

摘 要 城市快速轨道交通是连接主城区与近郊城区的快速公交通道,线路长度长、站间距大。不同于主城区的轨道交通线路,其敷设方式选择对工程规模、投资控制、运营管理尤为重要。以成都轨道交通 10 号线二期工程为例,研究城市快速轨道交通线路的敷设方式。通过合理确定敷设原则、精细化的线位方案比选以及多专业协调设计,建议城市快速轨道交通线路尽可能多采用经济性好、建设速度快的高架敷设方式。

关键词 城市轨道交通;市郊线路;敷设方式;城市规划

中图分类号 U212

DOI:10.16037/j.1007-869x.2019.07.002

Economy and Adaptability of Urban Rapid Rail Transit Laying Mode

LIU Jianhong

Abstract Urban rapid rail transit is a rapid transit line that connects the downtown and suburbs with longer line length and station spacing. Because of the different from the rail transit lines in downtown area, the laying mode selection of rapid rail transit is important for the project scale, invest control and operator management. Taking the second phase project of Chengdu Line 10 as an example, the laying method of urban rapid rail transit line is studied. Based on reasonable principle of laying mode, refined line plan comparison and multi-disciplinary coordination design, it is recommended that urban rapid rail transit lines adopt as many viaduct laying methods with good economy and fast construction speed as possible.

Key words urban rail transit; suburban line; laying mode; city planning

Author's address China Railway Shanghai Design Institute Group Co., Ltd., 200070, Shanghai, China

城市快速轨道交通是连接城市主城区与近郊城区的轨道交通线路,线路一般都较长。城市快速轨道交通的建设特点:一是沿线城市化密度逐渐降低,或者呈现节点状分布;二是线路一般选择沿主干路、快速路通道敷设,道路横断面较宽;三是建设

场地条件优越,沿线能够提供预制梁场等大型临时场地。针对这些特点,在敷设方式选择时,就可以考虑更多地采用桥梁方式。

城市轨道交通的敷设形式有地下线、地面线和高架线等 3 种。一般的敷设形式选择原则是:地下线主要应用于繁华市区地段,同时兼顾人防功能。地面线是在处理过的路基之上直接敷设轨道的,通常设置于空旷地带;具有施工简单、造价低的优点;但是对地块切割比较严重,不利于城市后期的发展与规划。高架线主要适用于市区近郊线路或市区到卫星城、开发区、机场等的线路。

笔者在参与成都轨道交通 10 号线二期方案研究过程中发现,由于 10 号线周边开发强度不断提高,因此,在线路敷设方式选择时,沿线地方政府部门仍然希望选择地下线作为首选的推荐方式。理由是桥梁会对城市造成切割,并且存在景观和环境的负面影响。但是,由此造成投资大量增加也应高度重视。公共交通本身具有公益性和普及性的特点,财务收益状况一般较差,在当前我国大力发展公共交通和轨道交通的背景下,对于城市快速轨道交通而言,如果一味追求高标准、全地下的建设模式,会给地方和国家财力造成大量负担。因此,在城市快速轨道交通建设中,需要在确定一般敷设原则的基础上,进一步根据线路、桥梁的特点,结合周边环境、地块规划以及施工组织,进行精细化的设计,同时采取有效措施降低高架桥梁对城市景观与周边环境的影响,改变以往认为桥梁切割城市、不利环境、不利景观的观点,让桥梁与城市发展,与城市环境相协调,让桥梁成为风景。城市快速轨道交通线路采用高架敷设方式,能够降低工程投资、缩短工期,同时还能够降低施工风险,建成后更新改造也相对容易,从而使轨道交通的发展更具有可持续性。

1 工程实例

成都轨道交通 10 号线二期工程由空港二站引

出,以地下线形式进入双流西站;然后逐渐出地面,以地面线下穿成贵高铁后,沿既有大件路走行;跨越金马河后,逐渐进入地下区间,终到南河路站。该线设有高大路停车场。全长 27 km,如图 1 所示。

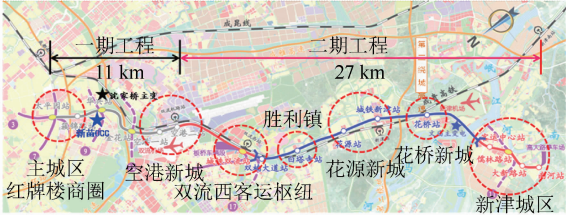


图 1 成都轨道交通 10 号线二期工程线站布置示意图

1.1 线路敷设方式

本线为连接市郊城区的快速轨道交通线,主要服务于双流组团、新津组团及新津县城区。国内同等功能定位下的轨道交通线路高架敷设方式见表 1。

表 1 国内轨道交通线高架敷设方式统计表

序号	线路名称	线路长度/km	高架线长度/km
1	上海明珠线一期	24.970	24.970
2	北京地铁八通线	18.960	11.050
3	北京地铁 5 号线	27.700	10.700
4	上海莘闵线	17.200	17.200
5	上海共和新路高架段	12.460	8.250
6	南京地铁 1 号线	16.900	4.250
7	武汉轨道交通一期	10.270	10.270
8	天津津滨轻轨	45.410	39.700
9	天津地铁 1 号线	26.190	8.740
10	重庆地铁较新线	14.280	8.800
11	大连快轨 3 号线	46.450	14.210
12	广州地铁 4 号线	46.400	30.140
13	上海地铁 9 号线	30.980	15.550
14	广州地铁 6 号线	42.000	16.000
15	北京地铁奥运线	4.5280	4.528
16	北京机场线	28.100	23.000
17	北京亦庄线	23.300	13.800
18	南京地铁 2 号线	25.154	8.264
19	杭州地铁 1 号线	10.887	6.600
20	上海地铁 16 号线	58.900	45.200
21	南京机场线	34.900	16.300
22	南京宁天城际线	45.200	33.000

根据城市快速轨道交通线路的特点,对成都轨道交通 10 号线敷设方式影响因素进行详细分析:

1) 沿线的规划统一性。由图 1 可知,本线由北至南依次串联空港新城、双流西客运枢纽、胜利镇、花源新城、花桥新城、新津城区;除首尾段外,线路均在城镇郊区穿越,环境影响因素小。

2) 对地块的切割程度和城市发展的影响。由于地面线、高架线沿既有道路路中走线敷设方式,

因此对城市地块的切割影响均较小;而且这种敷设方式还能最大程度避免新征用地、房屋拆迁,同时能够最大限度地满足城市发展的要求。

3) 施工便利性、工程投资。在工程投资上,高架线具有很大的优势。同时,利用既有道路敷设高架线也大大有利于工程机械的施工。从而能极大的加快工期,满足快速成网、尽早投入运营、改善交通出行的实际需求。

由以上因素可知,成都轨道交通 10 号线应优先选择地上线路。以下对地面线、高架线两种敷设方式进行论述。

1.2 线路平面

根据现状道路路幅情况,需研究线路沿路中、半路中、路侧等 3 种平面布置形式的优劣,并进行合理选择。图 2 为现状道路横断面图。图 3~5 为 3 种高架敷设方案图。

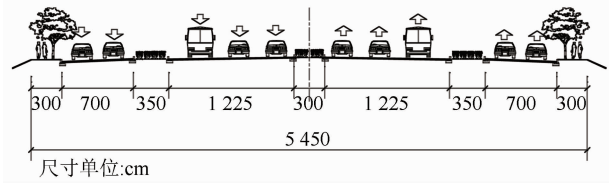


图 2 现状大件路新津县界内横断面布置

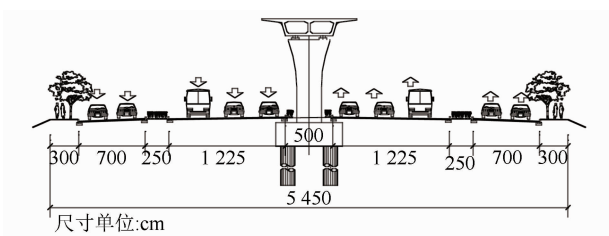


图 3 高架线敷设方案道路路中布置图

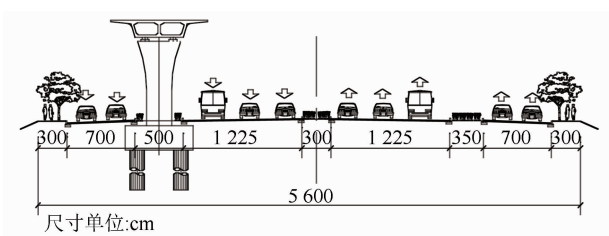


图 4 高架线敷设方案道路半路中布置图

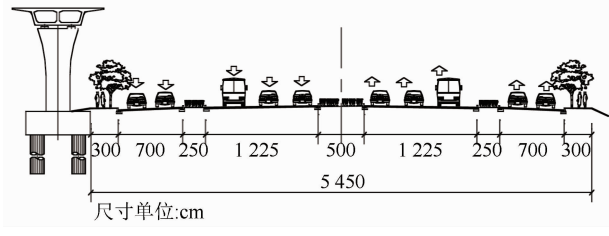


图 5 高架线敷设方案道路路侧布置图

高架线路中敷设方案,设置轨道交通桥墩后,路幅总宽度不变(仍为 54.5 m),压缩主辅车道绿化带宽度各 1 m,加大中央绿化带宽度 2 m;高架线半路中敷设方案,主辅车道绿化带需拓宽 1.5 m,即道路路幅需拓宽 1.5 m,拓宽后为 56 m;高架线路侧敷设方案方案,需根据轨道交通占地面积新征用地,同时对线路上的建筑进行拆迁。

现状大件路两侧均有大量民房、住宅小区、高压线、别墅区等,若选择路侧方案则存在大量征地拆迁,工程难度大,投资规模大。因此,结合现状大件路路幅宽度及路幅布置,选择大件路路中走行方案。

1.3 全高架方案

根据现状大件路路幅布置,在中间分隔带设置轨道交通桥梁结构,将中央分隔带改造为 5 m 宽度,将主辅车道分隔带宽度各压缩 1 m,道路总宽度不变。

结合桥梁横断面设计,按照道路建筑限界确定桥梁高度^[5],并兼顾景观高跨比 1:3,从而确定线路纵断面设计。

总体而言,全高架方案优点明显。充分利用现状道路路幅,避免大量新征用地、拆迁;采用高架线敷设,可以节省较多工程投资;采用高架、地面双层交通方式,互不干扰,土地利用率高;横向市政道路可从轨道交通下方穿越,无任何改造工程及费用。弊端主要是高架方案对周边环境和景观有一定影响,但采取减振降噪措施后可以满足环境保护相关要求。

1.4 半高架方案

沿大件路路中敷设,结合现状横向市政道路,在交叉地采用高架结构形式,在其余地段沿路中采用路基敷设。

半高架方案的缺点主要有:线路起伏较大,乘车舒适性差,景观效果差;路口设置高架,其余地段按照路基处理,节约造价,能满足近期城市发展要求,对远期地块协同发展存在制约因素;路基段路幅需要进行拓宽,引起道路两侧征地、拆迁量较大。适用条件主要为横向道路较少的情况。

1.5 地面方案

沿大件路走行段按照路中地面线走行,设置地面站,与地面道路交叉时,横向道路按照立交方式穿越。横向道路可采用下穿立交桥形式或者是上跨轨道交通立交桥形式。

地面方案优点主要有:路基方案施工简单,轨道交通工程造价低;现状大件路上方几处高压线不需升迁,工程协调难度小,减小工程迁改费用。产生的影响主要有:横向市政道路需由现状平交改为立交,工程投资大;路基占用现状大件路路基宽度 12 m,大件路需两侧拓宽,产生相应的征地拆迁费用。适用条件主要为两侧建筑较少、道路拓宽影响因素小的情况。

1.6 方案综合比选

由表 2 可见:3 种方案均为可行方案,其中全高架方案总投资最少,主要由于征地、拆迁、横向道路、道路拓宽等费用较低。综合考虑到线路经过地段为乡镇区段,道路两侧受高架产生的环境影响相对较小,最终采用路中全高架方案。与地下方案相比较,节约投资近 60 亿元,同时建设工期加快。全线设置 2 座预制梁场,在没有投入过多大型设备的情况下,本线桥梁于 2017 年 3 月开工,2018 年 12 月完成全线桥梁贯通,建设工期仅仅 21 个月。

表 2 成都轨道交通 10 号线不同线路敷设方案投资综合比较表 万元

项目	全高架方案	部分高架方案	地面方案 (头、尾为高架)
高架线费用	9 5940.00	45 066.00	2 8548.00
地面线费用	0	17 805.90	24 710.40
车站费用	32 680.00	25 199.00	19 352.90
征地费用	1 193.55	4 294.65	4 190.10
拆迁费用	4 052.40	6 615.60	6 615.60
横向立交道路投资	0	28 880.98	75 315.40
道路改造 扩建费用	2 694.00	12 110.00	13 964.60
合计	136 559.95	139 972.13	172 697.00

注:全高架方案,高架线路长度为 15 590 m;半高架方案,高架线路长度为 7 511 m,地面线路长度为 8 479 m;地面方案,高架线路长度为 4 758 m,地面线路长度为 11 232 m

1.7 高架线路相关优化措施

1) 与沿线道路及规划的可靠衔接。考虑到高架桥梁桥墩布设对地面既有及规划道路的影响,设计过程中需要进行全过程的有效对接,落实道路路幅布置,深化关键节点方案。特别是对于交叉口区域,应充分考虑车辆转弯曲线与桥墩的位置关系,合理布置桥墩位置。不需要一味加大孔跨,这样会造成桥梁高度和桥墩尺寸的增加,反而造成更多的负面影响。

2) 采取多种措施减少施工干扰。一是采用预制架设的施工工艺,减少现场作业时间,降低支架

施工对地面交通的干扰。对于岛式车站引起的架桥机无法过站问题,在施工过程中采用临时支架方式,保证架桥机连续过站作业,为全线预制架设创造了有利条件。二是施工期间采用有效的交通疏解方式,充分利用地面道路宽度和周边道路,灵活设计交通导改,增设临时通行车道,细化施工围挡。今后还可以采用下部结构预制化的方式,进一步降低对城市交通和环境的影响。

3) 减振降噪设计。随着减振降噪技术的日趋进步,如减振型钢轨、扣件、弹性浮置板道床,以及桥梁声屏障、吸声性屏体的研究和应用,高架噪声带来的负面影响得到极大改善。

4) 景观设计。随着桥梁美学的不断发展,结合梁、墩造型,设计与自然和谐共生的美好建筑,高架成为城市中的一道风景线。乘客在旅行过程中能够欣赏沿线的风景物貌而舒缓身心。

2 结语

城市轨道交通工程是资金耗费巨大的系统工程,不同的敷设方式造成的工程投资、工期、后期运营费用等差异巨大。因此,需结合具体工程环境、城市规划等因素进行整体评判,选择最优的敷设方式。

1) 高架结构的诸多优点显而易见,如:能根据规划调整预留多个横向通道,且无需增加轨道交通投资;而且大城市地下空间极限开发所带来的高投入、通风环境差等缺点越来越突出。因此,结合工程投资、工程造价等因素综合分析,城市快速轨道交通线路宜采用以高架为主的线路敷设方式。

2) 高架敷设时,具体是采用部分高架方案还是

采用全高架方案应结合工程位置处现状建筑、地块规划、交通组织、远期发展规划等多种因素综合考虑。

3) 高架结构设计时需综合考虑景观、振动噪声、对地块的影响等进行统筹设计。

4) 地上线与既有道路的平面相对关系需进行详细分析后进行合理选择。

参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 地铁设计规范: GB 50157—2013[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2014.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城市轨道交通桥梁设计规范: GB/T 51234—2017 [S]. 北京:中国建筑工业出版社,2017.
- [3] 马振海. 城市轨道交通线路的敷设形式[J]. 城市轨道交通研究,2005(3):27.
- [4] 杨志团. 城市轨道交通线网规划中线路敷设方式的探讨与研究[J]. 铁道工程学报,2007(11):65.
- [5] 赵强. 城市轨道交通线路敷设方案研究[J]. 铁道工程学报,2016(2):102.
- [6] 孙世超,顾保南,邓澄远. 2015 年中国城市轨道交通线路统计和分析——中国城市轨道交通“年报快递”之三[J]. 城市轨道交通研究,2016(1):1.
- [7] 马振海. 地铁线路的敷设方式及其与工程造价的关系[J]. 铁路工程造价管理,2004,19(1):15.
- [8] 施毓凤,叶霞飞. 城市轨道交通线路敷设方式经济评价方法研究[J]. 价格理论与实践,2008(5):75.
- [9] 覃烨,易思蓉. 城市高架轨道交通景观评价体系研究[J]. 铁道工程学报,2007(3):74.
- [10] 王巧燕,翟国庆,朱艺婷,等. 不同行驶条件下轨道交通噪声频率特性比较研究[J]. 噪声与振动控制,2008(4):85.

(收稿日期:2019-04-28)

(上接第 4 页)

结果,重点从设施规模、设施布局、流线组织等方面不断优化枢纽规划设计方案,确保为乘客提供更加便捷的出行服务。通过 Legion 人行仿真软件可有效识别枢纽拥堵区域,进而不断优化设计方案,以提升枢纽集散效率。

4 结语

在分析枢纽演变特征的基础上,以乘客出行体验为规划设计导向,合理确定前海枢纽站城一体、以人为本、管道组织的规划设计理念,制定了合理

的枢纽规划设计方案,对后续新型综合交通枢纽具有一定借鉴意义。

参考文献

- [1] 赵鹏林,刘永平. 综合交通枢纽现状、困境及解决途径——以深圳市为例[J]. 城市交通,2016(3):54.
- [2] 深圳市规划和国土资源委员会. 前海深港现代服务业合作区综合规划[R]. 深圳:深圳市规划和国土资源委员会,2013.
- [3] 深圳市城市交通规划设计研究中心. 前海综合交通枢纽工程可行性研究交通规划设计研究[R]. 深圳:深圳市城市交通规划设计研究中心,2013.

(收稿日期:2018-11-30)