

成都地铁东坡路站换乘改造方案研究

边振来

(中铁第一勘察设计院集团有限公司, 710043, 西安//工程师)

摘要 成都地铁已运营的7号线与新建13号线在东坡路站换乘。介绍了7号线东坡路站预留换乘条件;根据东坡路站客流情况和周边条件,结合13号线接入后的客流吸引、进出站流线组织、换乘客流组织需求分析,优化原有的两线换乘方案,将7号线和13号线的两线换乘形式由简单的通道换乘调整为“十”字型节点换乘,实现换乘功能的优化提升;通过优化对楼扶梯组的布置,改善了“十”字型节点换乘形式存在的换乘中心区域容易发生拥堵的问题。客流仿真验证了东坡路站换乘改造方案的合理性。

关键词 成都地铁;换乘站改造;换乘形式;节点换乘

中图分类号 U293.6

DOI: 10.16037/j.1007-869x.2020.07.026

Study on the Interchange Transformation Scheme of Chengdu Metro Dongpo Road Station

BIAN Zhenlai

Abstract The existing Line 7 and newly constructed Line 13 of Chengdu metro interchange at Dongpo Road station. In this paper, the reserved interchange conditions at Dongpo Road Station on Line 7 are introduced. According to the passenger flow status and surrounding circumstances of the station, and by analyzing the attracted passenger flow volume, passenger flow organization in and out of station, interchange passenger flow organization after connecting Line 13, the original interchange scheme between two lines is optimized. The interchange form between the two lines will be changed from the simple tunnel transfer to the “+” node transfer, aiming at the optimization and elevation of interchange functionality. By improving the layout of escalator groups in the building, the congestion problem being prone to happen in the central interchange area of the “+” node will be solved. The passenger flow simulation verifies the rationality of the transformation scheme of Dongpo Road station.

Key words Chengdu metro; interchange station transformation; interchange form; node transfer

Author's address China Railway First Survey and Design Institute Group Co., Ltd., 710043, Xi'an, China

地铁换乘站承担着乘客在不离开付费区情况下进行不同线路转乘的重要作用。在前期的线路设计中,因考虑到远期线站位不稳定,为避免预留工程废弃,一般为远期线路预留通道换乘实施条件。随着城市的不断发展,地铁线网逐步成型,在后期线路开始设计实施时,如果按前期预留换乘条件实施,就存在预留换乘标准较低,换乘功能较差的问题,不能满足日益增长的出行需求,需要对前期预留换乘条件进行改造。成都地铁7号线东坡路站在设计时为后期建设的成都地铁13号线预留了通道换乘条件,开始进行13号线设计时,为改善东坡路站功能,提升换乘体验,对前期预留换乘形式进行了优化,改通道换乘为“十”字型节点换乘。本文结合成都地铁13号线东坡路站设计实例,对既有换乘站改造中遇到的换乘形式比选、站内流线优化、工程改造措施、客流仿真验证等方面进行研究。

1 项目概况

成都地铁东坡路站为7号线(列车为A型车6辆编组)和13号线(列车为A型车8辆编组)的换乘站(见图1)。7号线于2017年12月开通运营,为地下二层13 m宽站台岛式车站。7号线东坡路站跨青羊大道和家园路路口,沿青羊大道南北向设置。车站共设5个出入口通道(其中2个预留),2组6个低矮风亭及1个安全出入口,均位于青羊大道东侧绿化带内。青羊大道和家园路十字路口西北象限为优品道小区,西南象限为东坡休闲广场和清水河,东北象限为水木光华小区和四川行政学院在建小区,东南象限为湖璟酒店和中华家园小区。

青羊大道规划道路红线宽40 m,道路西侧无规划绿化,道路东侧规划10 m宽绿化;家园路规划道路红线宽20 m,两侧规划5 m宽绿化;东坡路规划道路红线宽30 m,道路北侧规划13 m宽绿化,站址周边客流吸引范围内规划基本以居住用地、绿地、教育用地和商业用地为主。

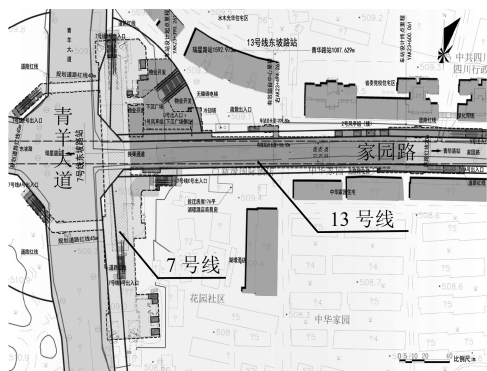


图1 东坡路站原设计总平面图

东坡路站控制性的管线主要有:家园路上1根埋深5.2 m的DN500污水管和1根埋深4.3 m的DN900雨水管;青羊大道上1根埋深8.7 m的DN1200污水管、1根埋深5.5 m的DN1500雨水管、1根埋深5.4 m的1.6 m的雨水管涵。受青羊大道上雨、污水管线影响,建设7号线时未建设跨青羊大道的出入口通道,青羊大道西侧客流需从青羊大道地面过街进站乘车,较为不便。

成都地铁13号线是成都市“中心穿越、全局覆盖、远景预留、互联互通”的市域快线网的重要组成部分,其一期工程西起七里沟站。东至龙华寺站;东坡路站为13号线一期工程的第5座车站,为地下三层岛式车站。根据7号线预留条件,车站沿家园路东西向设置,7号线为13号线在站厅公共区东侧预留12 m付费区通道换乘条件。

2 预留换乘条件优化

建设7号线时,因管线原因,未建设跨青羊大道的车站出入口通道,青羊大道西侧乘客进站较为不便。为吸引客流,优化车站使用功能,在13号线东坡路站建设跨青羊大道出入口通道;或进一步优化车站站位,使车站主体跨过青羊大道,采用“十”字型换乘形式与7号线东坡路站换乘。

根据13号线和7号线东坡路站的平面站位关系,以及两线的线路平面关系,7号线和13号线在东坡路站可采用“十”字型或“T”型换乘形式。如图2所示,如果采用“十”字型换乘形式,平均换乘距离是从一线站台的1/4处到另一线站台的1/4处,换乘走行距离短;如果采用“T”型换乘形式,平均换乘距离是从一线站台的1/4处到另一线站台的1/2处,换乘走行距离长(见图2)。13号线列车为8A编组,车站的有效站台长度达186 m,如按7号

线预留换乘条件实施,13号线换乘7号线距离较长。为缩短两线换乘距离,提升换乘体验,两线由“T”型换乘形式优化为“十”字换乘形式。

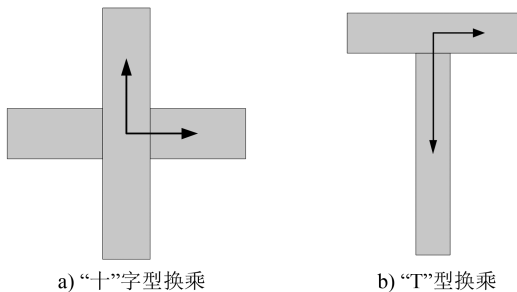


图2 “十”字型、“T”型换乘平面示意图

由于7号线仅预留盾构从底板下通过条件,未预留两线台-台换乘节点,若“十”字型换乘仅采用站厅换乘,不增加台-台换乘节点,无法组织换乘流线的单向循环,所有换乘客流均需要上到站厅进行换乘组织,会造成站厅流线交叉和大客流拥堵。

根据上述分析,为缩短换乘距离,提升换乘体验,以吸引客流,优化13号线站位,两线采用“十”字型换乘;同时为了避免“十”字型换乘带来的站厅人流流线交叉和大客流拥堵问题,改造7号线车站底板,增加两线之间的台-台换乘节点。

3 优化后换乘方案

3.1 换乘站总平面布置

根据换乘站预留条件改造研究^[2],13号线东坡路站为地下三层14 m岛式站台车站,跨青羊大道、东坡路及家园路十字路口东西向敷设,车站总长243.5 m,标准段总宽23.5 m,有效站台长186 m,车站顶板覆土2.6 m。13号线与7号线在东坡路站采用“十”字型节点换乘。13号线东坡路站共设置5个出入口、2组共8个风亭、2个安全口、2部无障碍电梯和1座半下沉式冷却塔(见图3)。其中,D出



图3 东坡路站优化换乘后总平面图

入口、2号安全口和2号无障碍电梯设于青羊大道与家园路交叉口东北象限绿地内,E出入口设于青羊大道与家园路交叉口西北象限广场内,F1出入口、F2出入口、1号风亭组和冷却塔设于青羊大道与家园路交叉口西南象限东坡休闲广场内,G出入口设于家园路南侧中华家园小区广场前,2号风亭组设于家园路北侧规划绿地内。

通过将埋深较深的雨、污水管线改迁至车站西端头,站位优化为跨青羊大道设置,车站对青羊大道和家园大道路口四个象限客流吸引更加均衡,各象限客流乘车更加便捷,同时优化了各象限过街条件,减少了地面过街客流对道路交通的影响。

3.2 地下一层

地下一层为两线站厅层(见图4),中间为两线共用公共区,7号线站厅层设置3组楼扶梯组和1部无障碍电梯。7号线原设计在站厅层东侧侧墙为13号线预留12m宽换乘通道接口,优化为“十”字型节点换乘后,需对7号线站厅两侧侧墙及进出站闸机进行改造,加宽侧墙打开范围,实现13号线与7号线在站厅付费区换乘,同时对原7号线北端新风亭等非付费区流线阻碍部分进行调整,保证站厅4个象限非付费区连通,保证各象限之间过街人流通行。设备及管理用房区位于车站两端,小里程设备及管理用房区域布置了车站控制室、站长室、公安值班室、公安通信设备室、AFC(自动售检票)票务管理室、AFC设备室等管理及设备房间,并设置直通地面的安全出入口,以满足消防疏散要求。

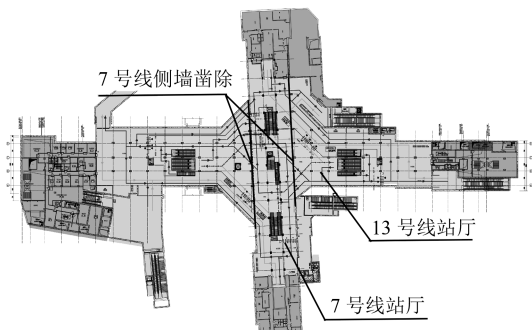


图4 东坡路站地下一层平面图

站厅与站台公共区划分为一个防火分区,两线共用的站厅层公共区面积为7 341.87 m²,在7号线东、西侧侧墙处设防火卷帘将站厅层公共区分割为3个防火单元,每个防火单元面积不超5 000 m²。

为解决“十”字型换乘换乘区域小,站厅换乘流线复杂易造成拥堵的问题,对13号线楼扶梯组设置

方案进行了优化(见图5):将进出站和7号线换13号线的换乘扶梯组(每组2下行扶梯1上行扶梯)朝向换乘区域,出站楼扶梯组(每组2上行扶梯1楼梯,)朝向非付费区。优化后,加大了中部换乘区域空间,减少了人流交叉,可有效避免换乘区域拥堵。

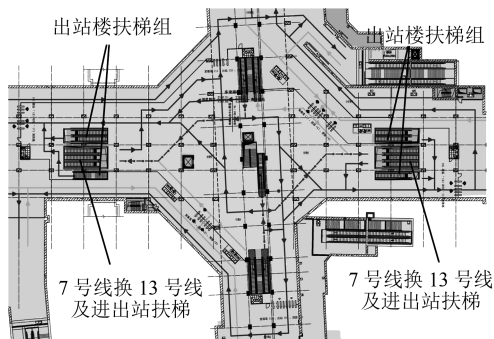


图5 东坡路站站厅层换乘流程图

3.3 地下二层

地下二层为7号线站台层和13号线设备层(见图6)。7号线有效站台长140m,原设置3组楼扶梯及1部无障碍电梯,通过对7号线站台板进行凿除改造,调整中间楼扶梯组和电梯位置,留出增设节点换乘楼梯位置,增设与13号线节点换乘楼梯。

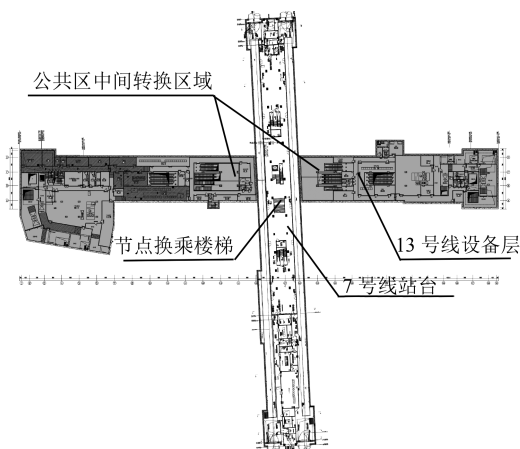


图6 东坡路站地下二层平面图

13号线设备层被7号线站台层分隔为东、西两部分,西端主要设有环控机房、冷水机房、变电所专业房间、民用通信设备室、通风空调电控室等房间,划分为两个防火分区。东端布置了环控机房、环控电控室、气瓶间、照明配电室、应急照明电源室等房间,划分为两个防火分区。每端各有一个防火分区设直出地面的安全口,以满足消防疏散要求。东、西两端靠近7号线部分均设置13号线站厅至站台公共区出站楼扶梯组转换空间。

3.4 地下三层

地下三层为 13 号线站台层(见图 7),站台层采用 14 m 宽双柱三跨岛式站台,有效站台长为 186 m。站台层中部为公共区,均匀布置 4 组楼扶梯和 1 部电梯与站厅层联系,并设置通往 7 号线站台的换乘楼梯。

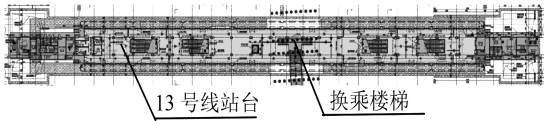


图 7 东坡路站地下三层平面图

3.5 竖向布置

13 号线车站有效站台内轨面为平坡,除车站底板外,其他各层板均水平设置(见图 8)。以 13 号线站台装修完成面(0 m)作为参考标高,13 号线设备层地面装修完成面标高为+7.200 m,13 号线站厅层装修完成面相对标高为 14.550 m,有效站台中心里程处车站顶板顶面标高为 20.050 m,有效站台中心处地面标高为 22.750 m,中心里程处顶板覆土厚度为 2.7 m。

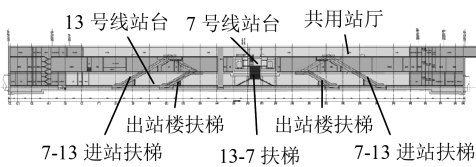


图 8 东坡路站纵剖面图

4 客流仿真验证

为了验证优化后换乘方案的合理性,针对东坡路站的换乘形式及换乘流线,根据车站设计方案和客流数据,利用 Anylogic 软件,建立东坡路站动态仿真模型,进行动态仿真,依据仿真结果提出意见和建议识别动态情况下可能的拥堵点,为车站设计与客运组织优化提供技术支持^[3]。

4.1 设施超高峰饱和度

车站通过站台、换乘楼扶梯和站厅换乘,主要换乘设施为连接站台和站厅的楼扶梯和节点换乘楼梯,经过动态仿真模拟计算出各换乘设施的超高峰饱和度值如表 1、表 2 所示。

从表 1、表 2 可见,7 号线和 13 号线采用“十”字型换乘方案,各换乘区域的换乘部分客流饱和度均不高。

表 1 东坡路车站台楼扶梯超高峰小时饱和度

换乘站台	设施名称	宽度/m	设施通过能力/(人/h)	仿真通过人数/(人/h)	饱和度
13 号线站台	上行左扶梯	3.0	21 900	3 238	0.15
	下行左中扶梯	3.0	21 900	2 222	0.10
	上行右中扶梯	2.0	14 600	1 624	0.11
	下行右中扶梯	1.0	7 300	1 130	0.15
	混行右楼梯	1.8	3 200	460	0.14
	上行右扶梯	1.0	7 300	1 590	0.22
	下行右扶梯	1.0	7 300	649	0.09
	上行北扶梯	1.0	7 300	746	0.10
7 号线站台	下行北扶梯	1.0	7 300	3 379	0.46
	上行中楼梯	1.2	6 570	391	0.06
	下行中扶梯	1.0	7 300	1 973	0.27
	上行南扶梯	1.0	7 300	752	0.10
	下行南扶梯	1.0	7 300	3 841	0.53

表 2 两线换乘楼扶梯超高峰小时饱和度

设施名称	宽度/m	设施通过能力/(人/h)	仿真通过人数/(人/h)	饱和度
7 号线上行换乘楼梯	5.6	17 920	3 469	0.19
13 号线下行换乘扶梯	1.0	7 300	2 046	0.28
7 号线上行换乘扶梯	1.0	3 200	1 423	0.44

4.2 车站空间服务水平

车站的空间服务水平主要表现在车站站台人流密度及人流密度分布情况。经计算,13 号线站台最大人流密度不超过 0.3 人/m²,人流密度较低。除部分区域外,大部分区域处于 D 级以上服务水平,空间服务水平较高。东坡路站高峰时期某一时间段站台空间人流密度如图 9、10 所示。

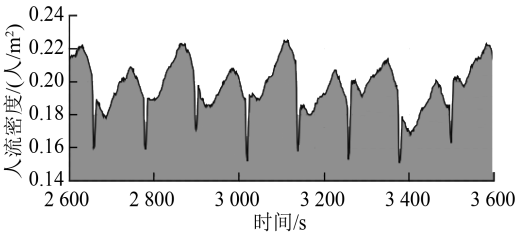


图 9 13 号线东坡路车站台空间人流密度

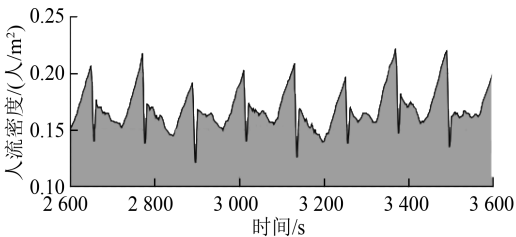


图 10 7 号线东坡路车站台空间人流密度

(下转第 132 页)

响的仿真分析计算结果。

从图 6 可以看出,随着平衡拉杆安装高度的增加,前、后转向架点头角均逐渐减小。结合 3.1 节结论考虑,在确保点头角小且动力学性能良好的前提下, h_2 取 0.4 m。

4 结论

本文针对单轴转向架跨坐式单轨车辆的结构特点,分析了不同工况下其牵引平衡装置参数对车辆动力学性能的影响,得出以下结论:

1) 从仿真数据分析可以得出,当牵引拉杆安装位置为 -0.1 m 处、刚度为 5 MN/m,平衡拉杆安装位置为 0.4 m 处、刚度为 6 MN/m 时,车辆动力学性能达到最优化状态。

2) 通过对单轴转向架牵引平衡装置参数进行分析研究,合理选择牵引平衡装置的安装位置与杆系刚度,可使单轴转向架跨坐式单轨在设计时满足各项性能标准,优化牵引平衡装置。

参考文献

- [1] 杜子学,李宁,陈帅.跨坐式单轨车辆曲线通过性能仿真分析[J].城市轨道交通研究,2012(7): 22.
- [2] 杜子学,王行聪.跨坐式单轨车曲线通过性仿真分析[J].机械设计与研究,2009(增刊): 205.
- [3] 张茂松,李芾,杨阳,等.基于单轴转向架的公铁两用车牵引平衡装置研究[J].铁道车辆,2017(3): 1.
- [4] 左长永,杜子学.基于 MD ADAMS 的跨坐式单轨车辆动力学性能研究[D].重庆:重庆交通大学,2013.
- [5] 张笑华.直接驱动转向架轮对定位形式及牵引机构对动力学性能的影响[D].成都:西南交通大学,2012.

- [6] TIMAN P E. Why monorail systems provide a great solution for metropolitan areas[J]. Urban Rail Transit, 2015(1): 13.
- [7] 夏赞鸥,庞巴迪单轨关键技术的改进与革新[J].现代城市轨道交通,2016(1): 96.
- [8] GODA K N T, HIRAIISHI M, IWASAKI K. Response Analysis caused by Track Irregularity for a Monorail (Japanese) [J]. Transactions of the Japan Society of Mechanical Engineers C, 1999(637): 3546.
- [9] NEHASHI A. New types of guided transport[J]. Japan Railway & Transport Review, 2001(6): 10.
- [10] KUWABARA T, HIRAIISHI M, GODA K, et al. New Solution for Urban Traffic: Small-type Monorail System [C] // Automated People Movers: Moving to Mainstream-Proceedings of the 10th International Conference on Automated People Movers. Orlando, Florida: American Society of Civil Engineers, 2005: 1-7.
- [11] JANJIC D. Dynamic train-bridge interaction in Monorail Sao Paulo Metro Line 2 [C] // Proceedings of the 36th International Association for Bridge and Structural Engineering Symposium on Long Span Bridges and Roofs-Development. Kolkata, India: International Association for Bridge and Structural Engineering, 2013.
- [12] NAEIMI M, TATARI M, ESMAEILZADEH A, et al. Dynamic interaction of the monorail-bridge system using a combined finite element multibody-based model [J]. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part K: Journal of Multibody Dynamics, 2015(2): 132.
- [13] 刘羽宇,葛玉梅,杨翊仁.跨坐式单轨交通系统耦合振动特性[J].交通运输工程学报,2010(2): 46.
- [14] 彭立群,林达文,吴兴磊,等.跨坐式单轨车转向架牵引机构试验设计与研究[J].铁道机车车辆,2014(2): 70.
- [15] YILDIZ A S, SIVRIOGLU S. Semi-active Vibration Control of Lateral and Rolling Motions for a Straddle Type Monorail Vehicle [J]. IFAC-Papers On Line, 2016(3): 279.

(收稿日期:2018-07-02)

(上接第 128 页)

5 结语

通过对 7 号线东坡路站周边现状条件、现设计方案及预留换乘条件进行分析,从换乘形式、站内流线、工程改造措施等方面对 7 号线与 13 号线的东坡路站换乘方案进行研究,对 13 号线车站方案做如下优化调整:

1) 调整站位。由原方案的青羊大道东侧沿家园路敷设调整为跨青羊大道敷设,增加客流吸引力,提升车站功能。

2) 优化换乘形式。由原方案的通道换乘改为共站厅换乘,改造车站增加台-台换乘节点,缩短换乘距离,实现单循环换乘。

3) 内部客流流线优化。通过对楼梯扶手精细

化设计,减少站内客流流线交叉,改善换乘体验。

4) 站内局部改造。打通局部堵点,实现非付费区四象限顺畅联通。

客流仿真计算结果表明,上述优化调整效果好,两线站厅、站台级换乘区域人流密度较低,服务水平较高,验证了改造方案的合理性及优越性。

参考文献

- [1] 邱蓉.新建线路与既有线换乘方案研究[J].铁道建筑技术,2013(6): 54.
- [2] 储强锋.杭州地铁市民中心站换乘改造实例[J].都市轨道交通,2016(5): 60.
- [3] 中铁第一勘察设计院集团有限公司.成都轨道交通 13 号线一期工程车站换乘功能评价研究报告[R].西安:中铁第一勘察设计院集团有限公司,2019.

(收稿日期:2020-04-02)