

西安地铁纺织城站 3 线换乘方案研究

李春雨

(中国铁路集团有限公司发展和改革部, 100844, 北京 // 高级工程师)

摘要 结合西安地铁 1 号线、6 号线和临潼线的建设实际, 分析了将纺织城站设置为 3 线换乘站的必要性和合理性。结合纺织城站最大断面客流量预测和分析成果, 通过分析客流流线和车站周边控制因素, 分别提出了 3 种 3 线换乘布置形式。通过比选确定采用地下二层 3 线平面双向同台换乘的方案。结合车站客流仿真模拟和布局优化, 对车站客流疏散的薄弱环节进行补强, 以克服 3 线换乘车站的弱点。

关键词 西安地铁; 纺织城站; 3 线换乘方案

中图分类号 F530.7

DOI:10.16037/j.1007-869x.2021.10.008

Research on the Three-line Transfer Scheme at Fangzhicheng Station of Xi'an Metro

LI Chunyu

Abstract Combined with the actual construction of Xi'an metro Line 1, Line 6 and Lintong Line, the necessity and rationality of setting Fangzhicheng Station as a three-line transfer station are comprehensively analyzed. Then, combined with the station passenger flow prediction and analysis results, the passenger flow streamlines and the control factors around the station are studied, 3 types of three-line transfer arrangement are proposed respectively. Finally, the layout plan of two-way transfer on the same platform of three lines on the second underground floor is determined through comparison and selection. Combined with the station passenger flow simulation and layout optimization, the weak links of the station passenger flow evacuation are strengthened, the weakness of the three-line transfer station is also overcome.

Key words Xi'an metro; Fangzhicheng Station; three-line transfer scheme

Author's address Development and Reform Department of China State Railway Group Co., Ltd., 100844, Beijing, China

1 西安地铁纺织城站及周边环境概述

西安地铁 9 号线(又称“临潼线”)是西安市城

市轨道交通线网中的 1 条市域外围线, 位于城市东北部, 连通城市主城区与临潼副中心, 线路途径灞桥、临潼 2 个行政区。临潼线正线全长 25.296 km, 全部为地下线。共设车站 15 座, 其中换乘站 3 座。该线已于 2020 年 12 月底顺利开通运营。

地铁纺织城站是临潼线的起迄站之一, 站址位于纺北路与纺渭路十字路口西北侧。根据线网规划, 临潼线作为 1 号线东延伸线, 需考虑与 1 号线和 6 号线换乘。西安地铁 1 号线(以下简为“1 号线”)纺织城站北侧为已运营的城东汽车客运站, 西侧为芙蓉小区(多层住宅), 南侧为纺北路, 东侧为空地。纺渭路以东为 1 号线和西安地铁 6 号线(以下简为“6 号线”)的停车场用地。1 号线纺织城站为地下两层侧式站台车站; 站台、站厅均已预留了与其平行换乘的接口, 且已开通运营。临潼线和 6 号线的建设可助力纺织城站形成西安市东部的大型综合交通枢纽之一。

2 西安地铁 1 号线、6 号线与临潼线 3 线换乘方案研究

目前, 1 号线已建成通车, 终点为纺织城站, 车站东端设地面停车场, 线路无向东延伸条件。因此, 6 号线、临潼线、1 号线这 3 条线路之间的换乘关系有以下 3 种方案。

2.1 1 号线、6 号线在纺织城站换乘, 6 号线与临潼线在香王站换乘

该方案中, 6 号线可利用现有停车场用地, 分别与 1 号线、临潼线实现两两换乘, 工程可实施性强。从客流特征分析, 1、6 号线均为东西向穿越主城区的线路, 两者南北向间距较短, 同时纺织城站均位于 1、6 号线末端, 两者换乘客流较少, 换乘意义不大; 临潼线与 1 号线间换乘客流需进行二次换乘, 造成不便。由此制定出临潼线与 6 号线在香王站的换乘方案, 见图 1。



注:1为临潼线;2为1号线;3为6号线;4为8号线;5为10号线;6为7号线;7为5号线;8为纺织城站;9为香王站。

图1 临潼线与6号线在香王站换乘方案图

Fig.1 Xiangwang Station transfer plan on Xi'an Metro Lintong Line and Line 6

2.2 1号线与临潼线在纺织城站换乘,6号线与临潼线在田家湾站换乘

该方案中,临潼线向西延伸至6号线田家湾站,并在纺织城站与1号线换乘,在田家湾站与6号线换乘。临潼线在纺织城站与1号线实现换乘,构成了城市东西向轨道交通主通道。但6号线现有停车场用地无法有效利用,需为6号线在田家湾站附近重选停车场用地。经落实,田家湾站附近基本无相关建设用地,因此,该方案工程可实施性差。临潼线与6号线在田家湾站的换乘方案见图2。



注:1为临潼线;2为1号线;3为6号线;4为8号线;5为10号线;6为7号线;7为5号线;8为田家湾站;9为纺织城站。

图2 临潼线与6号线在田家湾站换乘方案图

Fig.2 Tianjiawan Station transfer plan on Lintong Line and Line 6

2.3 1号线、6号线与临潼线在纺织城站形成3线换乘

该方案中,将临潼线和6号线同时引入1号线既有纺织城站,实现3线同站换乘。该方案虽在网上由于3线换乘存在各线路、各方向间换乘客流

组织较为复杂的缺点,但基本克服了以上2个方案在客流2次换乘和工程实施上的缺点。临潼线与1、6号线在纺织城站换乘方案见图3。



注:1为临潼线;2为1号线;3为6号线;4为8号线;5为10号线;6为7号线;7为5号线;8为纺织城站。

图3 临潼线与1号线、6号线在纺织城站换乘方案图

Fig.3 Fangzhicheng Station transfer plan on Lintong Line, Line 1 and Line 6

通过上述对临潼线与1、6号线换乘关系的研究可知,临潼线与1、6号线分别两两换乘的方案均存在较大缺陷,在纺织城站形成3线换乘方案相对较优。因此,考虑将纺织城站设置为3线换乘站。

3 换乘客流量及换乘面积核算

3.1 车站最大断面客流量

纺织城站客流主要为周边居住、教育科研的通勤客流,以及公共交通场站、休闲购物场所等产生的诱增客流。纺织城站规划年度预测最大断面客流量如表1所示。

经预测,上、下行线纺织城站远期早高峰最大断面客流量为:1号线上、下车客流量为16 227人次/h,其中上行线下车客流量为6 275人次/h,下行线上车客流量为9 952人次/h;6号线上、下车客流量为11 602人次/h,其中上行线下车客流量为2 041人次/h,下行线上车客流量为9 561人次/h;临潼线为28 954人次/h,其中上行线上车客流量为8 873人次/h,下行线下车客流量为20 081人次/h。

纺织城站远期高峰小时最大断面进出站及换乘客流量预测如表2所示。

3.2 车站换乘客流构成分析

纺织城站为临潼线的主要换乘车站之一,分别与1、6号线换乘,是全线换乘客流量最大的车站,占全线换乘客流量的50.13%,换乘客流量占本站乘降量的比重最大。远期高峰小时换乘客流量达到86.93%,远期全日换乘客流量达到80.62%。车站

表 1 纺织城站规划年度最大断面客流量预测汇总

Tab.1 Summary of maximum section passenger flow forecast at Fangzhicheng Station in the planning year							
项目		全日最大断面客流量/(人次/d)			早高峰小时最大断面客流量/(人次/h)		
		初期	近期	远期	初期	近期	远期
上行线	上车	70 317	94 301	98 063	4 031	9 725	12 369
	下车	0	0	0	0	0	0
	小计	70 317	94 301	98 063	4 031	9 725	12 369
下行线	上车	0	0	0	0	0	0
	下车	68 028	87 050	91 924	16 012	17 981	17 981
	小计	68 028	87 050	91 924	16 012	17 981	17 981
合计		138 345	181 351	189 987	20 043	29 506	30 350

表 2 纺织城站远期高峰小时最大断面进出站及换乘客流量预测汇总

Tab.2 Summary of maximum section passenger flow forecast at Fangzhicheng Station in long-term rush hours				
单位:人次/h				
项目	上行线客流量		下行线客流量	
	上车	下车	上车	下车
进站	2 199	0		
换进	6 674	0		
换出			0	16 791
出站			0	3 290
小计	8 873	0	0	20 081

注:上行线上车、下行线下车客流量占比分别为 30.6%、69.4%;
进出站、换乘客流量占比分别为 19.0%、81.0%。

换乘客流量预测成果如表 3 所示。
地铁 1、6 号线为市区骨干线,临潼线为市域线。

表 3 纺织城站远期高峰小时最大断面换乘客流量预测

Tab.3 Maximum section passenger flow forecast at Fangzhicheng Station in long-term rush hours							
项 目	乘降量/ (人次/h)	最大断面换乘 客流量/(人次/h)			换乘客流量占比/%		
		临潼线至 1、 6 号线	1、6 号线至 临潼线	小计	临潼线至 1、6 号线换乘客流 量占总换乘客 流量的比例	1、6 号线至临 潼线换乘客流 量占总换乘客 流量的比例	本站换乘客流 量占乘降量的 比例
高峰小时	30 350	22 050	4 293	26 383	83.73	16.27	86.93
全日	189 987	75 945	77 229	153 174	49.58	50.42	80.62

通过计算可知,纺织城站换乘通道宽度的通过能力,远大于远期及突发高峰小时换乘客流能力,设计宽度满足使用要求;同时为尽量提高换乘便捷性,车站站厅层设置了 2 处付费区的换乘通道,以提升服务水平。纺织城站换乘通道位置图见图 6。

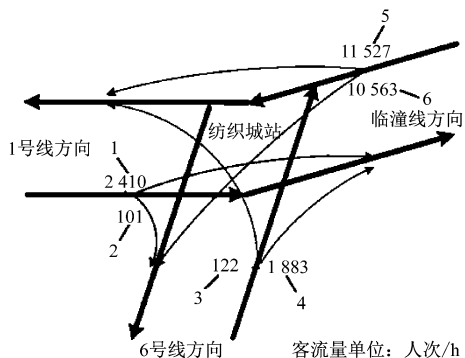
纺织城站的主要换乘客流集中在临潼线与 1、6 号线之间的 4 个换乘方向,而 1、6 号线的纺织城站均为终点站,两者之间换乘客流较少。纺织城站远期高峰小时最大断面换乘客流组织图见图 4。纺织城站远期全日最大断面换乘客流组织图见图 5。

3.3 3 线间换乘面积核算

根据预测,1 号线与临潼线 2 个方向高峰小时最大断面换乘客流量为 13 937 人次/h,6 号线与临潼线 2 个方向高峰小时最大断面换乘客流量为 12 446 人次/h,1 号线与 6 号线换乘客流量较小。因此,1 号线与临潼线承担主要的换乘客流量。为满足 1 号线与临潼线、2 号线间同台换乘客流的通过能力要求,车站站厅及站台付费区,分别设置了 2 处宽度为 6.5 m 的换乘通道,其单层 2 处换乘通道的通过能力为 52 000 人次/h,大于 13 937 人次/h。

4 纺织城站 3 线换乘建筑方案

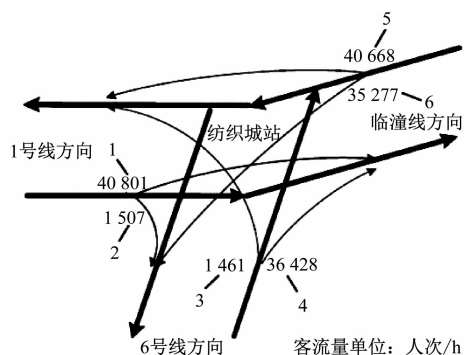
临潼线与 6 号线换乘客流较大,因此,考虑 3 线换乘建筑形式布置时,除遵循基本原则外,还应充分考虑临潼线可作为 1、6 号线向东延伸的线路,以



注:1为1号线至临潼线;2为1号线至6号线;3为6号线至1号线;
4为6号线至临潼线;5为临潼线至1号线;6为6号线至临潼线。

图4 纺织城站远期高峰小时最大断面换乘客流组织图

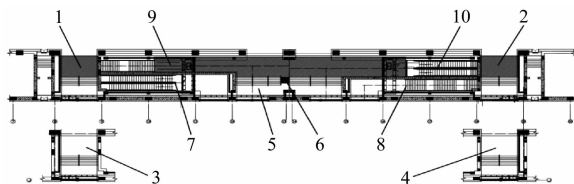
Fig. 4 Maximum section transfer passenger flow organization at Fangzhicheng Station in long-term rush hours



注:1为1号线至临潼线;2为1号线至6号线;3为6号线至1号线;
4为6号线至临潼线;5为临潼线至1号线;6为6号线至临潼线。

图5 纺织城站远期全日最大断面换乘客流组织图

Fig. 5 Long-term maximum section transfer passenger daily flow organization at Fangzhicheng Station



注:1为左侧站厅换乘通道;2为右侧站厅换乘通道;3为左侧站台换乘通道;4为右侧站台换乘通道;5为中间换乘通道;6为无障碍通道;7为左侧自动扶梯;8为右侧楼梯;9为左侧楼梯;10为右侧自动扶梯。

图6 纺织城站换乘通道位置图

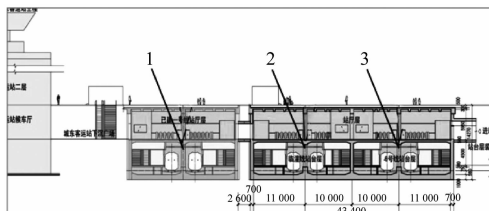
Fig. 6 Location map of transfer channels at Fangzhicheng Station

及其与1、6号线换乘的便利性。据此,车站换乘形式共研究了3个方案。

4.1 方案说明及优缺点分析

4.1.1 方案Ⅰ:3线平行换乘方案

按线路走向,在紧靠1号线纺织城站南侧分别设置临潼线纺织城站和6号线纺织城站,将临潼线设置于1、6号线之间,形成“川”字型平行换乘站。该方案车站设置为地下二层3线平面双向同台平行换乘,可最大程度兼顾临潼线与1、6号线之间的换乘客流,且与1号线纺织城站预留条件结合较好。通过线路纵坡设计,可满足出入段线立体交叉,以及临潼线在区间可实现上、下行线倒边互换,使其进入车站后与1、6号线同台换乘的路径最短。3线换乘方案(方案Ⅰ)示意图图7。



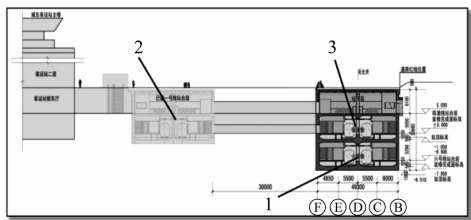
注:1为已建成1号线站台层;2为临潼线站台层;3为6号线站台层。

图7 纺织城站3线换乘方案Ⅰ示意图

Fig. 7 Schematic diagram of three-line transfer plan I

4.1.2 方案Ⅱ:1号线与临潼线平行换乘、6号线与临潼线上下层站台换乘方案

该方案将纺织城站设置成地下3层站,临潼线与1号线同层,6号线与临潼线两线重叠单向上下换乘。受出入段线纵坡设计控制,6号线停车场设置为地下一层停车场。本方案1号线与临潼线、6号线间换乘距离较长,且临潼线需新增1条连接停车场的联络线。3线换乘方案(方案Ⅱ)示意图图8。



注:1为临潼线;2为已建成1号线;3为6号线。

图8 纺织城站3线换乘方案Ⅱ示意图

Fig. 8 Schematic diagram of three-line transfer plan II

4.1.3 方案Ⅲ:紧邻1号线设临潼线、6号线上下层换乘方案

同方案Ⅱ类似,方案Ⅲ将临潼线和6号线车站的上、下层重叠设置,其中,临潼线位于1号线和6号线之间。该方案理论上可实现3线间的换乘需要,但临潼线受制于车站西侧建筑物影响,在线路

末端无法设折返线,且 6 号线不能接入现有停车场用地选址范围内,因此该方案不可行。3 线换乘方案(方案Ⅲ)示意见图 9。

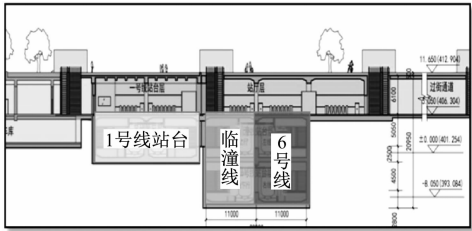


图 9 纺织城站 3 线换乘方案Ⅲ示意图
Fig.9 Schematic diagram of three-line transfer plan Ⅲ

4.2 方案综合比选

3 种方案综合优缺点比选,详见表 4。

4.3 推荐方案

综上所述,方案 I 地下二层 3 线平面双向同台

平行换乘方案,能够在满足运营要求的前提下,具有可实现线网资源共享、主客流之间换乘路径最短、工程可实施性最强等优点,故可作为纺织城站的推荐方案。

方案 I 中,纺织城站为地下两层侧式站台车站,总长为 250.50 m,标准段宽为 45.48 m,主体建筑面积为 22 785 m²。其中,地下一层为站厅层,建筑面积为 11 393 m²,由公共区、设备及管理用房区 2 部分组成。公共区划分为付费区和非付费区,付费区位于两端,非付费区位于公共区中部,车站的主要管理及设备用房设置在车站东端。地下二层为站台层,站台层由 3 组公共区、2 组轨行区、3 组设备用房区共同组成。站台层主要设备用房布置在车站东端,站台层建筑面积为 11 393 m²,车站附属通道建筑面积为 1 134 m²。

表 4 纺织城站站型方案比较
Tab.4 Comparison of Fangzhicheng Station type schemes

项目	方案 I	方案 II	方案 III
站台型式	一岛一侧站台	双侧站台	双侧站台
车站层数	地下 2 层	地下 3 层	地下 2 层
底板埋深/m	14.26	21.16	16.06
联络线的设置	联络线设于站端,便于运营管理	联络线设置在区间,运营管理不便	联络线设置不利
换乘关系	1 号线与临潼线同台换乘,并与 6 号线站厅换乘	1 号线与 6 号线同台换乘,并与临潼线站厅换乘	1 号线与临潼线同台换乘,并与 6 号线站台换乘
换乘距离	主客流换乘最短	换乘距离较为平均	各种换乘距离最短
停车场形式及列位数	地下停车场,26 列位	地下停车场,26 列位	地面停车场,26 列位
对出入段线的影响	两线交叉点处需明挖处理	无影响	无影响
车站规模	主体建筑面积为 20 578 m ² ,附属建筑面积为 1 370 m ² ,总建筑面积为 21 948 m ²	主体建筑面积为 17 136 m ² ,附属建筑面积为 2 654 m ² ,总建筑面积为 19 790 m ²	主体建筑面积为 17 136 m ² ,附属建筑面积为 2 654 m ² ,总建筑面积为 19 790 m ²
投资/万元	26 948	25 125	较方案 2 略少

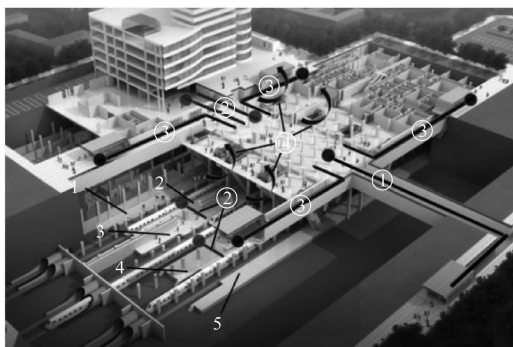
5 纺织城站客流仿真模拟与布局优化

为优化车站客运设施布局和客流组织,提高车站运营的安全性和可靠性,在前期研究阶段对该站进行了客流仿真模拟和布局优化专题研究,并提出合理化建议,并对车站客流疏散,以及影响其服务水平的薄弱部位进行了局部改善和强化。

如为解决临潼线与 6 号线岛式站台至站厅扶梯能力不足、疏散较为困难的问题,中间站台宽度由原设计的 11 m 增大至 12 m,并增设部分楼梯和自

动扶梯;为解决临潼线返程方向站厅人流密度过高问题,将临潼线返程方向侧式站台宽度由原设计的 7.5 m 增至 8.0 m;此外,针对站厅层安检机前排队空间较小、北侧安检机和自动售票机能力紧张等问题,亦结合仿真结果进行了有效优化。通过上述措施,纺织城站作为 3 线换乘站,站内各部位的服务水平可以满足运营需要,且留有余量以应对客流一定范围内的波动,站内各类客运设施布局亦得到一定程度的优化,提高了集散效率和乘降服务水平。纺织城站换乘客流流线示意见图 10。客流仿真模

拟及布局优化示意图 11。



注:1 为 1 号线北侧站台;2 为 1 号线南侧站台;3 为临潼线北侧站台;4 为临潼线与 6 号线中间站台;5 为 6 号线南侧站台;① 为过街客流;② 为换乘客流;③ 为进站客流;④ 为出站客流。

图 10 纺织城站换乘客流流线示意图

Fig. 10 Schematic diagram of transfer passenger flow streamlines at Fangzhicheng Station

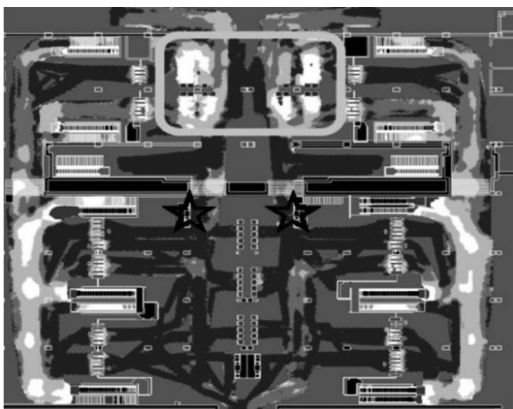


图 11 纺织城站客流仿真模拟及布局优化示意图

Fig. 11 Schematic diagram of passenger flow simulation and layout optimization

6 结语

随着西安市城市轨道交通网络的建设,网络化运营时代已经来临,越来越多的换乘车站即将投入运营,因此,做好换乘车站尤其是 3 线换乘车站的设计问题亟待解决。纺织城站是西安市城市轨道交通线网建设中的第 1 个 3 线换乘站。结合其客流预测分析结果及工程实施条件,通过对 3 种 3 线换乘

形式进行比选,最终确定采用地下二层 3 线平行同台换乘方案作为推荐方案,并设置功能完善的车站配线。同时利用车站客流仿真模拟和布局优化,对车站客流疏散薄弱环节和服务水平不足部分进行优化和补强。在充分发挥 3 线换乘优势的同时,尽量克服其带来的不利因素,为其他换乘车站尤其是 3 线换乘车站的设计提供了借鉴和经验。

参考文献

- [1] 西安市自然资源和规划局,西安市地铁建设办公室. 西安市城市轨道交通线网规划修编[R]. 西安:西安市自然资源和规划局,西安市地铁建设办公室,2016.
Xi'an Natural Resources and Planning Bureau, Xi'an Metro Construction Office. Planning and revision of Xi'an urban rail transit network[R]. Xi'an: Xi'an Natural Resources and Planning Bureau, Xi'an Metro Construction Office, 2016.
- [2] 陈宽民. 西安地铁临潼线(9 号线)一期工程工可研与初步设计阶段客流预测与分析专题报告[R]. 西安:长安大学公路学院,2016.
CHEN Kuanmin. Special report on passenger flow prediction and analysis during the feasibility study and preliminary design stage of Lintong Line (Line 9) first phase of Xi'an Metro[R]. Xi'an: School of Highway, Chang'an University, 2016.
- [3] 中铁第一勘察设计院集团有限公司. 西安地铁临潼线(9 号线)一期工程可行性研究报告[R]. 西安:中铁第一勘察设计院集团有限公司,2016.
China Railway First Survey and Design Institute Group Co., Ltd. The feasibility study report of Lintong Line first phase (Line 9) of Xi'an Metro[R]. Xi'an: China Railway First Survey and Design Institute Group Co., Ltd., 2016.
- [4] 卢红爱,何静. 轨道交通换乘站的客运组织优化方案探讨[J]. 铁道运输与经济,2009(3):43.
LU Hongai, HE Jing. Discussion on the optimization plan of passenger transport organization in rail transit transfer station[J]. Railway Transport and Economy, 2009(3):43.
- [5] 赵强. 武汉轨道交通香港路站三线换乘方案研究[J]. 铁道工程学报,2013(2):101.
ZHAO Qiang. Study on three line transfer programs in Hongkong Road Station of Wuhan rail transit[J]. Journal of Railway Engineering Society, 2013(2):101.

(收稿日期:2018-05-07)

欢迎订阅《城市轨道交通研究》

服务热线 021-51030704