

地铁线路并行段换乘接驳方案探讨

陈福贵

(中铁二院工程集团有限责任公司 成都 610031)

摘要 以深圳地铁4、6号线并行段为例,探讨地铁线路并行段换乘接驳问题。深圳地铁4、6号线并行段预留了三站两区间的换乘条件,基于规划条件及客流预测,对并行段的换乘方式提出两个比选方案,包括一次同向同台换乘方案、两次同台换乘方案(一次同向、一次反向)。综合考虑客流需求、工程实施难度以及对4号线运营的影响程度,推荐采用一次同向同台换乘方案。同时研究同台换乘的接驳改造问题,分析相关系统的改造方案及实施风险。结合项目后期的设计方案,建议类似线路在前期规划时,应以人为本、注重乘客换乘效率,并不断提高企业运营管理水平。

关键词 城市轨道交通;深圳地铁;换乘接驳;方案研究

中图分类号 U231+.2 **文献标志码** A

文章编号 1672-6073(2013)06-0012-005

6月全线开通运营。4、6号线在深圳市轨道交通线网中的位置如图1所示。



图1 4、6号线在线网中的位置

1 研究背景:深圳地铁4、6号线工程

1.1 深圳地铁4、6号线并行段项目概况

深圳地铁6号线连接龙华、石岩、光明、松岗等地,通过4号线换乘至福田中心区,形成中心城区与中部综合组团、西部高新组团联系的客运快线。线路经过深圳北站综合交通枢纽,可实现西部高新组团各片区与深圳北站综合交通枢纽的快速联系;同时该线路预留了连接深莞的城际线,可实现沿线各片区与东莞松山湖、莞城等地的快速联系。线路由深圳北站至松岗站,全长约37.8 km。

深圳地铁4号线连接福田口岸、福田中心区、龙华中心区和观澜等地,呈南北走向,是联系城市核心区与中部发展轴的客运干线。线路全长约27.6 km,其中一、二期工程(福田口岸站—少年宫站—清湖站,长约20.3 km)分别为线网一、二期建设项目,已于2011年

由于6号线原规划起点为深圳北站,线路未深入到福田中心区,光明、石岩片区与中心区的客流交换均需通过4号线进行换乘;同时,考虑到龙华核心区的开发强度和客流需求大,线网中4、6号线在龙华新区规划有一段三站两区间的四线并行段,同时满足4、6号线换乘功能需求和龙华核心区大量的客流出行需求。

规划的并行段全长约4.4 km,起自龙华深圳北站,止于上塘站,均采用高架敷设方式。4号线车站在东,6号线在西,两线并行呈南北走向。线路出深圳北站后拐向规划的腾龙路(上塘路),沿路向北高架前行,设红山站、上塘站。出上塘站后4号线沿规划绿化带向东拐转入规划的龙华和平路,而6号线则继续前行上跨4号线龙华车辆段(见图2)。

在4号线建设时,已完成了6号线的深圳北站车站主体及部分高架桥墩的建设,其他并行段也已预留了将来6号线的建设通道和接驳条件。4号线采用

收稿日期: 2013-01-17 修回日期: 2013-02-26

作者简介: 陈福贵,男,硕士,工程师,从事城市轨道交通行车组织与运营管理设计和研究工作,fgchen@163.com

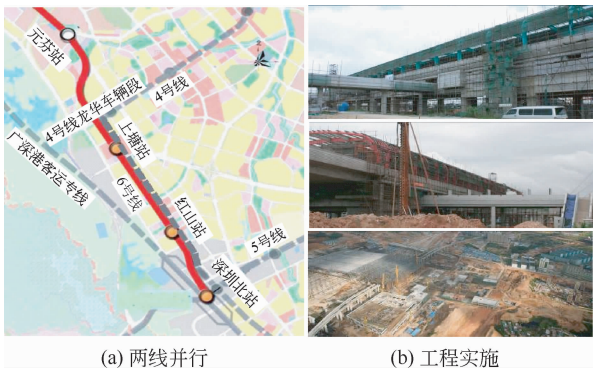


图2 4、6号线并行段及工程实施

DC1500V 接触网授电制式,车辆为 A 型车,6 辆编组 (现开行 4 辆编组),有效站台长度为 140 m,信号系统采用准移动闭塞,并为 6 号线预留了同样的供电制式和车辆型式及编组。

1.2 客流预测及规划换乘方案

根据前期客流预测结果,6 号线光明石岩方向与中心区及龙华观澜方向的换乘客流量如表 1 所示。

表 1 6 号线光明与中心区及龙华的换乘客流情况

换乘方向	早高峰/ (人次/h)	晚高峰/ (人次/h)	全天/ (人次/d)
光明石岩—中心区	16 228	16 938	161 568
光明石岩—龙华观澜	6 113	6 507	42 051

从表 1 可以看出,光明石岩与龙华观澜 (反向) 换乘量较小,高峰时段为 6 507 人次/h,而光明石岩与中心区 (同向) 换乘客流量高峰时段高达 1.7 万人次/h,因此需考虑光明与市中心区同向换乘的便利性。

4、6 号线并行段的规划换乘方案为:上塘站为同站台换乘方式,红山站及深圳北站为站厅换乘方式。主要考虑两方面因素: 1) 红山站未来开发强度大,其自身上下客流较大,站台容量有限,不宜承担大量的 4、6 号线换乘客流; 2) 深圳北站作为 4、5、6 号线及多条铁路会集的综合交通枢纽,其客运量大,客流组织复杂,亦不宜将大量 4、6 号线客流引入此站进行换乘。

因此,上塘站规划为 4、6 号线的同站台换乘站,承担大部分的 4、6 号线换乘客流,而红山站与深圳北站规划为站厅换乘方式,仅承担少量换乘客流,以减缓该两站的客流压力。4 号线实施后,上塘站前后区间的预留情况如图 3 所示。

下面将结合规划意图、客流预测和工程预留条件,在保证光明石岩与市中心区同向同台换乘的基础上,

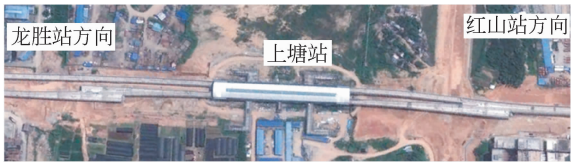


图3 上塘站实现同台换乘的预留工程

分析比选 4、6 号线并行段最优的换乘方案,提出并行段接驳改造方案,并进行风险分析。

2 换乘方案比选

以上客流预测分析结果显示,对于 4、6 号线并行段的换乘设计,应以同向换乘为主,同时兼顾反向换乘。从客流出行便利角度考虑,为保证换乘流线顺畅,最佳方案是在上塘站完成反向换乘,在红山站完成同向换乘。

结合 4 号线已建及预留工程的情况,笔者研究了以下两个方案,如图 4 所示 (图中 4 号线预留节点为曲线接驳条件,非道岔)。

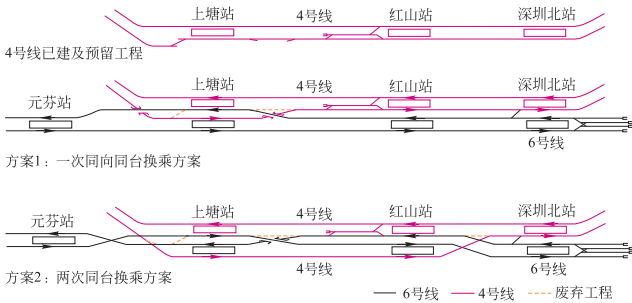


图4 4、6 号线并行段换乘方案

方案 1: 一次同向同台换乘 (原预留换乘方案)。

1) 上塘站 4、6 号线同向客流同台换乘,同向换乘比较便捷;但对于反方向换乘,相比其他两站,在上塘站反向换乘更显便捷。这样,通过站台换乘的同向客流和通过楼扶梯至站厅换乘的反向客流在上塘站站台形成交叉,对上塘站客流组织压力太大。

2) 上塘站、红山站和深圳北站,6 号线均为右线行车。

3) 利用 4 号线预留条件,实现 4、6 号线换边运营,6 号线的实施对 4 号线运营干扰小。

4) 4、6 号线改造后产生 2 段废弃工程 (图 4 中红虚线部分,长度约 0.9 km),该段废弃工程在 4 号线设计时就已确定。

方案 2: 两次同台换乘 (一次同向一次反向)。

1) 上塘站 4、6 号线反向客流同台换乘,红山站 4、

6 号线同向客流同台换乘,在两个车站分别满足双向客流的换乘,而且换乘设计与这两个车站的换乘客流性质匹配,换乘条件最佳。

2) 6 号线的线路在上塘站前后区间完成两次交叉,上塘站 6 号线为左线行车。

3) 没有完全利用 4 号线的预留工程;且在实施 4 号线深圳北站至上塘站段线路外包 6 号线站台时,需对既有 4 号线进行改造,对运营产生较大干扰。

4) 运营后,产生了段废弃工程(图 4 中红虚线部分,长度约 1.25 km)。

5) 本方案土建工程增加量较大。

综合比较以上两个方案,推荐方案 1(一次同向同台换乘方案),即原预留换乘方案。主要考虑:一方面满足 4、6 号线间同向客流同台换乘;另一方面充分利用 4 号线的预留工程,减少对已经运营 4 号线的改造,避免对 4 号线正常运营的影响。

3 并行段接驳改造方案

基于原规划预留的换乘方案,对今后 6 号线该段线路实施时的改线接驳方案进行研究,主要提出土建及系统改造的重、难点问题。

3.1 桥梁工程

桥梁通过两次跨越 4 号线实现线路在上塘站同台换乘的目的,拟主要采用悬臂挂篮浇筑或预制悬拼施工,部分困难节点在异位拼装、移动到位安装。

桥梁工程施工风险主要为:该节点桥梁结构特殊且施工周期长,在桥梁结构合拢前,桥梁未形成受力结构体系,桥梁结构本身存在不稳定性,加上深圳地处沿海多台风季节,若施工期间遇台风荷载,对桥梁结构和 4 号线的运营安全风险较大,且施工落物和机具掉入 4 号线轨行区也存在安全隐患。施工期间需加强防护措施,应对 4 号线设置防护金属网和全封闭防护棚。实施后的桥位效果见图 5。

3.2 轨道工程

为保证其他系统的改造时间,需保证白天 4 号线既有线路运营,晚上按 4 号线还建线路调试(见图 6)。建议采用人工拨道接驳方案,除去正常的铺轨部分外,对于 4、6 号线交叉作业地段针对以下两种情况分别采取不同措施。

- 1) 对于还建线路偏移值较大、并且已预留好螺栓孔或轨枕位置的地段,可直接采用扣件扣压紧钢轨;
- 2) 对于还建线路偏移值较小、扣件位置没有预留



图 5 实施后的桥位效果

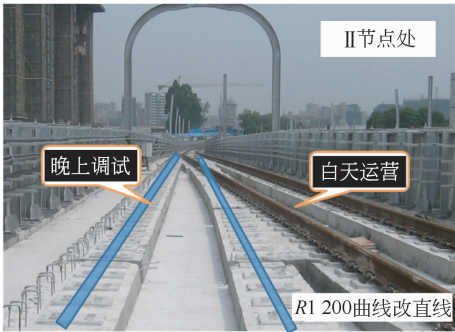


图 6 轨道工程接驳改造

的地段采用后锚固扣件的方式,故在道床表面上放置尼龙套管,以便现场扣件安装。

在接驳改造期间,在 4、6 号线之间进行现场更换拨道,待试车和其他工程改造完成后,最终锁定线路,完成轨道改造施工。该改造方案尽量利用了预留结构,节省造价,施工比较简便,线路条件好,对其他专业影响小。

但由于天窗时间有限,人工拨道耗工耗力,轨道设备易损坏。轨道工程的改造风险在于前期后锚固螺栓的定位准确性和现场天窗时间的施工组织,如果人工不够或者现场组织不到位,会影响正常运营。

3.3 信号系统

在上塘站换边接驳改造工程中,信号系统需要完成的工作除了设备施工安装、电缆管线改造及铺设外,还需要完成系统静态调试和动态调试,这是换边接驳改造能否成功的重要一环。

3.3.1 改造方案

1) 轨道电路数量应该与改造工程所涉及线路的轨道数量(九段)保持一致,以避免对既有4号线计算机联锁系统的影响,节省联锁软件调试时间。新增加还建线路的轨道电路、DTI(发车指示器)均可在不影响4号线正常运行的情况下进行施工安装。在非运营时段进行还建线路新设九段轨道电路的调试。新增加的还建线路站台侧的安全门,可利用夜晚停运时间进行信号系统与安全门的接口调试。

2) 在单体调试和静态调试完成后,需进行信号列车的动态调试。4号线既有线运营时,用于调试的运营列车车载数据库装载的是既有数据。待非运营时段新建线信号动车调试时,需对LZB700M的轨旁列车自动防护(ATP)软件进行更新,同时将用于调试的运营列车车载数据库更换为新线路数据库进行调试,当晚调试结束后,须将以上数据库和软件恢复为运营版本。中央及车站级ATS软件进行一次性修改。待信号单系统调试工作完成后,再与其他系统共同进行综合联调工作。

信号系统接驳改造示意如图7所示。

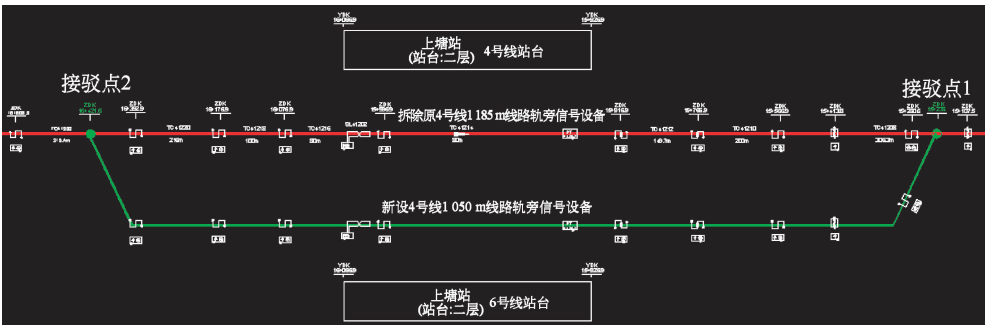


图7 信号系统接驳改造示意

3.3.2 改造难度及风险

动车调试时间需充分保证。结合其他城市类似线路改造工程的经验,估计信号动车调试周期为1周,调试时间需保证每天晚上非运营时段有不少于3h的信号调试时间。同时,改造工程存在一定的风险。

1) 由于新建线路的电缆会敷设至4号线车站信号设备室,区间及站内既有电缆较多,设备室内也有各类设备,施工时若发生误损坏既有信号电缆、误碰既有信号设备的情况,对次日的运营必将造成影响,因此必须要充分做好施工前的准备工作。

2) 由于本次改造需对LZB700M的轨旁ATP软件进行更新,所以当晚调试结束后,须将该软件恢复为运营版本。若恢复不成功,对次日的运营必将造成严重

影响。因此,必须要求4号线信号系统供货商在技术上充分保障软件更新和恢复的可靠性,同时运营方需制订软件恢复失败时的应急方案。

3.4 接触网

根据4号线上塘站接驳处接触网的预留情况,既有4号线没有考虑在桥梁处预留独立锚柱基础(荷载)或拉线基础(荷载),为接触网改造带来了较大的难度和风险。如按照不停运的原则,考虑到信号专业调试需要7~20d的夜间调试(接触网保证馈电),目前可采用的改造方案主要有以下两种。

方案1:采用过渡方案。先贯通还建段的接触网系统,夜间信号通电调试时,列车采用升降弓的方式通过接驳段,调试期后再实现接驳处的贯通。

此方案的风险主要是:升降弓的操作对司机要求高,一旦升降弓操作不当,会出现钻弓的问题。

方案2:对两个接驳处的锚段进行调整。接触网采用接头线夹的方式,夜间调试时,在接驳处对既有段和还建段的接触网锚段进行拆解、接续、调整,调试完毕再重复一遍上述工序进行恢复。

此方案的风险主要是:在信号调试期间,每晚接触网都要配合信号调试进行拆解、接续、锚段调整,作业量大、工序复杂,会占用较长的夜间信号调试有效时间,有可能会影响次日的运营始发时间;施工需要使用接触网放线车、作业车等大型机械,对带张力导线的松解有一定的施工风险;恢复时若锚段调整不到位,对列车的正常受流会造成影响(如打火严重、打弓等)。

3.5 其他系统改造

其他系统改造主要包括通信系统、自动化集成系统和安全门系统等。为保证今后4、6号线并行段的正常运营,各系统的子系统在技术方案上应根据换乘方式、运营主体、设备承包商等因素,设置相应接驳处理方式。

4 研究结论

在前期规划阶段,考虑到光明新区与中心区的同向换乘客流量高峰时段高达1.7万人次/h,因此在4号线建设期间,已经在上塘站预留了4、6号线同向同台换乘条件。通过对桥梁、轨道、信号、接触轨、通信、自

动化集成、安全门等系统的上塘站换边接驳方案的分析可以看出,各系统的改造方案具备一定的可实施性,但同时,在实施过程中,也存在系统接口较多、施工工序复杂、影响既有线路运营等诸多风险因素,且工程改造费用较高,系统设备改造费用初步估计1.1亿元。

6号线启动前期研究工作以来,线站位方案与沿线各区、街道办进行了充分的沟通。在协调过程中,龙华新区政府提出考虑增加该区轨道覆盖范围等要求,建议将龙华段上塘站线路由原腾龙路调整至布龙路上,改名为上塘北站。2012年9月,该调整建议于市政府办公厅会议纪要中获得批复。同时,鉴于龙华与市中心区南北向客流量大,4号线客运压力日益凸显,深圳市已经启动规划将6号线由原起点深圳北站向市区延伸。6号线南延延伸后,一方面缓解了深圳市南北向通道及4号线的客运压力,另一方面也实现了光明、石岩片区与福田中心区的直接客流交换,弱化了4、6号线同向客流换乘功能的需求。

因此,在后期项目设计中,4、6号线并行段仅保留了深圳北站、红山站为换乘站,无拆解换边的问题。6号线龙华段线路改线后的4、6号线并行段换乘方案如图8所示。

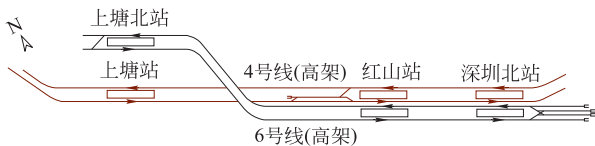


图8 4、6号线并行段换乘方案

5 建议

虽然深圳地铁4、6号线并行段的换乘实施方案最终没能实现最初的规划意图,但笔者认为在有条件的情况下,特别是两条轨道线路并行2~3站时,应尽量考虑优化换乘条件,满足双方向的同台换乘,尤其是地下线,线路交叉换边的工程实施难度较高架线小,且不存在视觉景观问题。例如香港地铁观塘线、荃湾线的太子站、旺角站和油麻地站,既实现了通道上大量客流的疏散,同时又创造了良好的换乘条件。因此,国内地铁在前期规划阶段应注重以人为本的设计理念,设计出更具人性化的地铁车站及换乘方式,不断提高乘客的出行效率和地铁的便利性,并逐步提高我国地铁运营企业的运营管理水平。

参考文献

[1] GB 50157—2003 地铁设计规范[S]. 北京:中国计划出版社,2003.

[2] 中铁二院工程集团有限责任公司. 深圳市城市轨道交通6号线工程可行性研究报告[R]. 深圳:中铁二院工程集团有限责任公司,2012.

[3] 中铁二院工程集团有限责任公司. 4、6号线并行段规划方案与6号线南延适应性研究[R]. 深圳:中铁二院工程集团有限责任公司,2012.

[4] 深圳市发改委,深圳市规土委,深圳市交通研究中心. 深圳市城市轨道交通建设规划调整(2011—2020)[G]. 深圳:深圳市城市交通规划研究中心,2007.

[5] 深圳市城市交通规划研究中心. 深圳市轨道交通6号线工程可行性研究客流预测[R]. 深圳:深圳市城市交通规划研究中心,2011.

[6] 周虎利. 城市轨道交通同站台换乘车站方案研究[J]. 铁道标准设计,2010(3):14-16.

[7] 戴源廷. 地铁换乘方式的思考[J]. 现代城市轨道交通,2011(5):90-93.

[8] 聂鑫路. 同站台换乘车站的线路组合方案研究[J]. 都市快轨交通,2009,22(1):40-43.

[9] 刘和芳. 香港轨道交通同站台换乘对轨道交通发展的启示[J]. 交通科技,2010(2):103-105.

[10] 李驰宇,张莉. 地铁双向同站台换乘线路方案研究[J]. 都市快轨交通,2010,23(2):34-38.

(编辑:曹雪明)

Transfer Options for
Shenzhen Metro Parallel Line Sections

Chen Fugui

(China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd.,
Chengdu 610031)

Abstract: Transfer options are discussed for the parallel sections of Shenzhen metro Line 4 and Line 6. Based on the planning conditions and passenger flow forecast, this paper proposed two options for the transfer mode including: transfer once on the same platform with the same direction; twice transfer on the same platform (once in each direction). Considering the passenger demand, project construction difficulties, and the influence on Line 4's operation, this paper recommended the transfer option that passengers transfer on the same platform once with the same direction. Relevant connection rebuilding problems including the system rebuilding scheme and implementing risks are also studied and analyzed. Based on the later stage design of the project, this paper suggested that the early planning of similar lines should be people-oriented and should focus on passenger transfer efficiency and that the enterprise management level should be continuously improved.

Key words: urban rail transit; Shenzhen metro; transfer connection; option study