

地铁既有线与延伸段在隧道衔接处的 线路错位解决方案^{*}

刘延晨

(广州地铁设计研究院股份有限公司, 510010, 广州//高级工程师)

摘要 国内目前尚无简单、实用的思路或方法能够快速解决地铁既有线与延伸线隧道衔接处线路错位问题。根据限界、施工工法特点提出双边控制法,限定线路方案变化范围,实现线路调整可视化,提高工作效率;以广州地铁4号线南延线与既有线隧道衔接处线路错位为例,系统分析线路错位的原因,测量既有线和新建线的边界条件,按照“双边控制法”调整线路方案。测量验证表明,调整后方案是可行的。

关键词 地铁隧道;线路错位;施工基点;双线控制法;建筑信息模型

中图分类号 U457+6

DOI:10.16037/j.1007-869x.2020.08.012

Solution to Line Dislocation at the Tunnel Junction of Metro Existing Line and Extension Section

LIU Yanchen

Abstract Currently, There are no simple and practical ideas or methods yet to efficiently solve the line dislocation problem at the tunnel junction of metro existing line and extension section in China. According to the characteristics of gauge and construction method, a double track control control method is proposed to limit the changing range in line plan, realize the line adjustment visualization and improve the work efficiency. Taking the line dislocation at tunnel junction of the existing line and the south extension section of Guangzhou metro Line 4 as an example, the causes of line dislocation are systematically analyzed; the boundary conditions of existing and extending lines are measured, and the line plan is adjusted according to the double track control method.

Key words metro tunnel; line dislocation; construction base point; double track control method; BIM

Author's address Guangzhou Metro Design & Research Institute Co., Ltd., 510010, Guangzhou, China

如果地铁设计考虑不周、施工基点测量存在问题或土建施工误差较大,在新旧隧道衔接处就很容易发生线路错位现象,影响轨道的正常铺设^[1-3]。由线路错位引起的新旧隧道衔接处线路调整属于线路微调。其中,线路纵向调整较容易。本文仅针对线路平面调整方法进行论述。

目前,国内尚无简单、实用的线路平面调整处理方法或思路,设计人员主要根据边界条件来“试调线路”。这种方法无法直观确定调整方案是否具有可实施性,只能通过测量来验证。如果调整后的方案不能满足限界要求,则需要重新调整线路,再按照调整后的线路方案开展测量验证,效率较低。为便于开展设计工作,本文提出双边控制法:在线路平面设计软件界面中引入双边控制线,限定线路平面的允许调整范围,并实现设计可视化;同时,利用相关软件自带设计工具,来实现平面设计自动化。

1 线路错位原因分析

分析国内既有案例发现,导致新旧隧道衔接处线路错位的因素很多,其中施工基点测量步骤不闭合是主要因素。

正常的闭合测量包括三步:第一步,新施工基点与国家基准点校核^[4],保证新施工基点坐标、方位角及高程是准确的;第二步,既有段施工基点与国家基准点校核,保证既有段施工基点是没有被移动或损坏等;第三步,新施工基点与既有段施工基点校核,保证延伸段工程与既有段不出现错位。

理论上,延伸段宜采用该线路既有段的施工基点。但既有段的施工基点通常距离延伸段较远,因此,测量单位会在延伸段附近新建施工基点。由于缺少既有段施工基点资料或无法确定其

^{*} 国家重点研发计划资助项目(2017YFB1201102)

准确位置,故测量单位一般只能完成新施工基点与国家基准点的校核,从而导致新旧隧道衔接处线路错位。

2 线路错位的处理方案

首先,通过现场测量确定边界条件;然后,在避免改造既有土建设施的前提下,提出简单易行的处理方法和调整方案,并对调整后的方案进行验证,以确保调整后的方案是可行性的。

2.1 现场边界测量

采用统一的测量基点是“下步边界条件测量的基础。考虑到延伸段土建是按照延伸段的施工基点实施且距离较近,不需要做坐标转换,因此测量工作一般按照延伸段的施工基点进行。测量内容主要包括既有段的左右线测量和新建段的土建测量。

2.2 双边控制法

线路平面调整应尽可能避免改造已实施的土建。因此设计人员希望线路方案能在一定允许范围内调整,且调整范围可视。只要不超出这个范围,就不用对土建进行改造。本文基于此提出双边控制法。

双边控制法通过一定技术手段,将影响和制约地铁线路方案的左右两侧控制条件绘制为两条控制边线,即双边控制线,双边控制线之间的区域即为地铁线路可调整的范围^[5]。如图 1 所示。

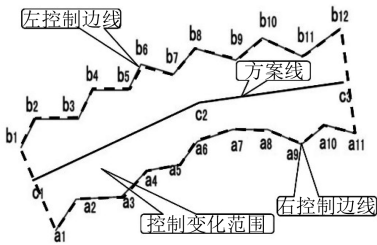


图 1 双边控制法示意图

2.3 方案调整

按照双边控制法进行线路平面调整。控制线之间的范围即为线路满足水平限界的范围;对于超出控制线范围的线路,可通过改变线路平面交点、曲线半径或缓和曲线长度等,使线路位于双边控制线之间,以满足要求。

2.4 方案验证

双边控制法是基于施工完全按照设计要求做的理想施工的假设。但现实情况与理想情况总会

存在差别,因此,需要验证调线后的成果是否满足限界的要求。国内隧道断面测量常用方法为十点断面测量法。以明挖隧道为例,10 个断面测量点分布如图 2 所示^[6]。由第三方测量单位按照 5 m 的间隔进行断面测量,并填写断面测量表。测量表样表如表 1 所示。

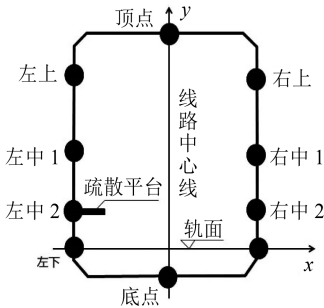


图 2 十点测量法的测点分布图

表 1 断面测量表样式

| 名称 | XXXX 右线/左线 | | | | | |
|----|------------|------|------|------------|------------|--|
| | 断面 里程 | 断面 | | 底板 高程/m | 顶板 高程/m | |
| | | 左 | 右 | | | |
| | | 实测值 | | 实测值 | 实测值 | |
| | | L/mm | H/mm | | | |
| 里程 | 上 | | | | | |
| | 中 1 | | | | | |
| | 中 2 | | | | | |
| | 下 | | | | | |

注: L 为测点与隧道中心线的横距,mm; H 为测点的绝对高程,m

3 案例分析

本文以广州地铁 4 号线南延伸段新旧隧道衔接处的线路错位为例,分析线路错位原因并提出解决方法。

3.1 新旧隧道衔接处线路错位概况

广州地铁 4 号线(以下简称“4 号线”)黄村站—金洲站段已经建成通车,南线延伸段金洲站(不含)—南沙客运港站段正在建设。根据第三方贯通测量结果显示,在既有金洲站与东侧新建的明挖隧道衔接处,南延段正线与既有段线路存在约 80~100 mm 的平面错位^[7](如图 3 所示),其导致轨道无法铺设。

金洲站为侧式地下一层站,其东侧为明挖隧道区间,并在区间中部设置了出人场线,以连接南沙停车场。如图 4 所示,既有段的金洲站及站东衔接区域线路为直线,而延伸段在衔接区域附近有 1 段直线及 1 段曲线^[8]。

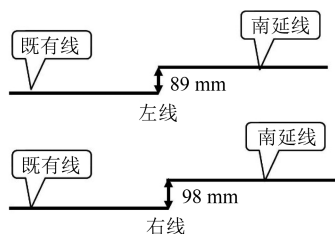
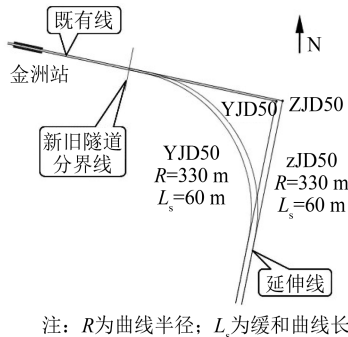


图3 4号线新旧隧道衔接处线路错位示意图



注: R 为曲线半径; L_s 为缓和曲线长

图4 4号线新旧隧道衔接处线路示意图

3.2 线路错位原因分析

由于4号线既有段的施工基点距离新建的南延伸段较远,因此,测量单位在延伸段附近新建了施工基点,却只做了新建施工基点与国家基准点的校核,缺少了新施工基点与既有段施工基点的校核,以及既有施工基点与国家基准点的校核工作,从而导致新旧隧道衔接处出现了线路错位。

3.3 边界测量

南延伸段的隧道施工按照新施工基点实施,其边界也按照新施工基点进行测量。边界测量主要包括既有段的左右线测量和南延伸段新建隧道结构边线测量。

3.3.1 既有段的左右线测量

根据新的施工基点,测量新旧隧道衔接处的既有段左右线。从隧道衔接处往金洲站方向,按照5m的间隔测量每股轨道的平面坐标,测量长度不小于100m;根据测点坐标在CAD软件中拟合出线路左线和右线。

3.3.2 延伸段的隧道结构边线测量

金洲站东侧直线段和曲线段均采用明挖法施工,需要测量既有段隧道结构边线坐标。按照5m的间隔,分别测量左线和右线的两侧边墙结构边线坐标;测量范围从新旧隧道衔接处至延伸段第1个曲线终止处;根据测点坐标在CAD软件中拟合边墙的结构边线。

3.4 绘制双边控制线

4号线的线路调整范围均为明挖区间。根据限界图,隧道结构左右两侧边墙距离线路中心线水平距离相等。根据这一特性,在线路设计图中:把已绘制的左侧墙结构内边线向线路中心线方向偏移 H_z ,即可得到左控制线;将右侧墙结构内边线向线路中心线方向偏移 H_y ,即可得到右控制线,如图5所示。其中, H_z 与 H_y 分别为线路中心线至左侧限界和右侧限界的距离。以4号线延伸段左线为例, $H_z=2.10\text{ m}$, $H_y=2.15\text{ m}$ ^[9]。此时,双边控制线之间的范围即为线路中心线调整的允许范围,其宽度实质是土建施工的裕量。

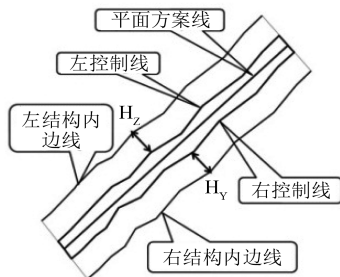


图5 双边控制线调整范围示意图

3.5 线路调整

在新施工基点坐标系下,首先,把延伸段起点直线段与既有段的左右线顺接^[10];然后,将右线曲线半径由330.00m调整为329.65m,将左线曲线半径由330.00m调整为329.76m;左右线的前缓和曲线长度均不变,但后缓和曲线长由60m均调整至63m。调整后的线路中心线位于双边控制线之间,如图6所示。

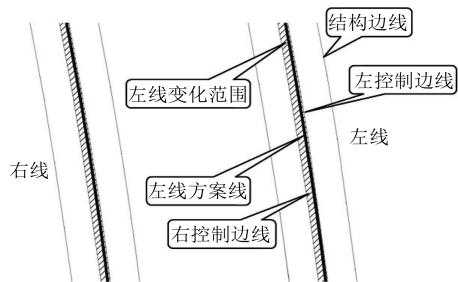


图6 调整后的线路与双边控制线的关系(局部)

3.6 测量验证

根据调整后的线路方案,由第三方测量单位开展十点断面测量,并由设计人员将测量结果与限界要求对比。对比结果表明,调整后的方案满足限界及相关专业要求,说明该线路调整方案是可行的。

(下转第57页)

4 结语

体系框架是当前日趋严峻的反恐态势的需要,其构建紧紧围绕《中华人民共和国反恐怖主义法》《中华人民共和国突发事件应对法》、13 号文等法律法规、标准规范及规范性文件。体系框架中所列的各项标准符合当前我国城市轨道交通反恐防暴工作现状,能够对未来各项标准的制定、修订等提供参考。

体系框架是根据当前社会安全形势及反恐工作开展实际进行构建的,并非一成不变,未来要随恐怖袭击手段的变化、经济社会发展水平及科学技术的进步不断进行补充、修订和完善。

城市轨道交通反恐防暴标准体系是一个庞大、复杂的系统工程,本文只是构建了一个体系框架,而对体系框架中涉及的各个标准的重要程度、制定顺序、涵盖内容、标准属性等内容关注得较少,这也是下一步继续研究的内容。

参考文献

[1] 倪春乐. 城市地铁系统恐怖爆炸立体化防控研究[J]. 中国刑警学院学报,2017(6): 84.

[2] 陈燕申,雷丽英. 在改革背景下构建新兴城市轨道交通标准体系研究[J]. 城市轨道交通研究,2018(5): 106.

[3] 陈文彪. 地铁运营反恐应急处置机制及反爆炸技术[J]. 都市快轨交通,2017(5): 1.

[4] 储岳衡,李扬. 基于风险评估要素的地铁站反恐对策研究[J]. 中国公共安全(学术版),2018(3): 28.

[5] 王江丽. 铁路安全生产标准体系构建必要性与框架研究[J]. 中国安全科学学报,2018(增刊1): 131.

[6] 张超,秦挺鑫,邢立强,等. 应急指挥标准体系框架研究[J]. 中国安全生产科学技术,2016(11): 159.

[7] 张锡纯. 标准化系统工程[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1992.

[8] 舒欣. 警务新常态下地铁风险隐患探源及其对策[J]. 铁道警察学院学报,2017(6): 41.

[9] 陈文彪. 地铁反恐应急处置[M]. 北京:中国人民公安大学出版社,2017.

(收稿日期:2019-05-31)

(上接第 52 页)

4 结语

地铁延伸段工程新施工基点的测量校核是其施工的基础,既要与国家基准点校核,也要与既有工程施工基点联测校核。

当地铁延伸段新旧隧道衔接处出现线路错位时,可采用如下方案解决:首先,按照新施工基点拟合出既有段线路左右线,并测量延伸段的隧道结构边线;然后,根据双边控制法,结合限界及工法特点等要求绘制双边控制线,确定线路平面调整允许范围;之后,调整线路平面,使线路中心线位于平面调整允许范围;最后,按照调整后的线路平面,进行调整段的断面测量,验证调整后的方案的可行性。

随着移动三维激光扫描仪等设备的广泛使用,结合 3D 设计软件,地铁新旧隧道衔接处的线路错位处理将更为简便。

参考文献

[1] 蒋春生. 地铁延伸段接轨平面方案研究[J]. 山西建筑,2014(23): 25.

[2] 张鹏,王芳. 天津地铁 1 号线延伸段接轨方案分析[J]. 山西建筑,2012(33): 166.

[3] 施政,范益群,杨志豪. 天山新苑二期工程对地铁 2 号线西延伸段区间隧道的影响分析[J]. 地下工程与隧道,2003(2): 33.

[4] 王建红. 高速铁路线路水准基点测量有关问题的探讨[J]. 铁道勘察,2018(2): 1.

[5] 李家稳,张海燕,韩宝明. 地铁调线调坡中双边线性控制约束法的研究[J]. 铁道学报,2010(1): 125.

[6] 蒋勇. 城市轨道交通调线调坡测量中圆隧道横断面测量方法的探讨[J]. 城市勘测,2011(1): 142.

[7] 中铁工程设计咨询集团有限公司. 广州四号线南延段贯通测量报告[R]. 广州:中铁工程设计咨询集团有限公司,2016.

[8] 广州地铁设计研究院股份有限公司. 广州市城市轨道交通四号线南延段工程线路施工图[R]. 广州:广州地铁设计研究院股份有限公司,2016

[9] 广州地铁设计研究院股份有限公司. 广州市城市轨道交通四号线南延段工程限界施工图[R]. 广州:广州地铁设计研究院股份有限公司,2016

[10] 刘晓峰. 地铁曲线预留工程线路顺接设计方法[J]. 铁道标准设计,2018(8): 25.

(收稿日期:2019-10-25)