

# 城市轨道交通工程调线调坡原因分析及对策

罗江胜 庄威 柴家远

(中铁二院工程集团有限责任公司, 610031, 成都//第一作者, 高级工程师)

**摘要** 调线调坡是轨道交通工程中解决实际施工与原设计不符导致侵限的一种技术手段,但一般也会恶化线路条件、影响行车舒适性甚至降低线路标准。为尽量避免或减少调线调坡治理工作,结合多个工程案例,从勘测、设计、施工和道床病害治理等方面对调线调坡的原因进行分析,给出了相应的对策建议,并对调线调坡技术标准进行了探讨。

**关键词** 城市轨道交通;调线调坡;原因分析

**中图分类号** U231.2

**DOI:**10.16037/j.1007-869x.2022.03.036

## Analysis of Reasons and Countermeasures of Route Adjustment and Slope Adjustment in Urban Rail Transit Projects

LUO Jiangsheng, ZHUANG Wei, CHAI Jiayuan

**Abstract** Route adjustment and slope adjustment is a technical measure in urban rail transit engineering to solve the limit violation caused by inconsistency between actual construction and original design, however it generally also deteriorates the line conditions, affecting riding comfort and even reducing line standard. In order to avoid or to reduce the workload of route adjustment and slope adjustment as much as possible, the reasons of route adjustment and slope adjustment from aspects including survey, design, construction and track bed disease treatment are analyzed based on multiple engineering cases, giving corresponding countermeasures and suggestions. Technical standards of line adjustment and slope adjustment are discussed.

**Key words** urban rail transit; route adjustment and slope adjustment; cause analysis

**Author's address** China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., 610031, Chengdu, China

在城市轨道交通工程勘测设计、施工和运营过程中,当发现或预判工程实际坐标与高程同线路设计的平面坐标、纵断面高程数据不相符或误差超标时,往往会用到“调线调坡”的方法。之所以要进行调线调坡,其背景原因多种多样,并与许多工程建

设质量问题有关。本文通过对调线调坡原因进行全面分析,提出相应的对策建议,以供参考。

## 1 调线调坡基本类型及阶段划分

### 1.1 调线调坡基本类型

根据工程行为特征,调线调坡可分为主动调线调坡和被动调线调坡。

1) 主动调线调坡。主动调线调坡是结合工程所处的特殊地质环境、工程特征等因素分析预测,在工程建设和运营过程中,轨道几何形位变形量超过可调整量时的一种前置治理方法;主动调线调坡往往是可以预判的,目前已运用在地裂缝治理、采空区长期沉降治理和碎石道床养护维修等方面。

2) 被动调线调坡。被动调线调坡是在工程施工和运营过程中发现工程实际坐标与高程同线路设计平面、纵断面不相符或误差超标,以及轨道几何形位变形量超过可调整量时必须采用的一种治理方法;被动调线调坡往往是不可预判的,其背景原因多种多样,有测量、设计、施工和道床病害治理等多种原因,本文将重点探讨被动调线调坡背景原因及对策措施。

### 1.2 调线调坡阶段划分

调线调坡阶段主要划分为铺轨前、铺轨后和运营后3个阶段。从工程建设合理时序上,调线调坡与轨道铺设关系紧密,一般是在铺轨前对全线土建工程进行限界检测,对严重超限地段进行调线调坡;在此基础上画出铺轨施工图,然后才能开展铺轨施工。但在工程实践中,即使在铺轨完成后或在运营过程中,仍可能因某些原因导致局部地段轨面上抬或下沉,同样需要进行工程治理及调线调坡。

## 2 调线调坡工作基本原则

调线调坡工作往往暴露出工程建设过程中一些测量、设计和施工质量问题的,甚至涉及到责任追究和责任划分等敏感问题,有些设计、施工单位不

能正确面对并积极配合,从而导致背景原因判识不清楚、工程治理措施不合理、治理不及时等问题。因此,对于工程现场引起的调线调坡相关工作,要本着对工程质量高度负责态度,找准原因,对症下药,按照早发现、早判识、早治理的原则,铺轨前能治理绝不要拖到铺轨后,运营前能治理绝不要拖到运营后。

### 3 调线调坡原因分析及对策

根据有关工程案例,调线调坡原因大致可分以下几种:测量原因、设计原因、施工原因、道床病害治理原因等。现对此进行分析,并提出有关工程治理对策建议。

#### 3.1 测量原因

测量原因引起的调线调坡偶有发现。结合有关工程案例,引起调线调坡的测量原因有测量数据错误、测量精度不够、控制网不一致、采用高程系不一致等,且容易发生在与既有工程连接段。有的因控制网不一致,未实测既有线坐标与高程,连接时引起调线调坡。有的还会造成严重后果,如施工测量引用测量数据错误导致隧道“打偏”,采用的高程系统不一致导致与既有工程“错台”等,即使调线调坡后也还要进行工程改造。因此,为避免因测量原因引起调线调坡,要做好以下几项工作:

1) 测量时要核实采用的坐标、高程系统同工程采用的坐标、高程系统是否一致,包括控制网测量、地形图测量、杆管线测量、建(构)筑物测量及规划资料等。

2) 控制网测量要考虑工程所在区域与城市独立坐标系统中央子午线的位置关系,超过控制网精度控制范围要进行坐标换带,特别是换带衔接路段,建议采用2套坐标系统进行校核,以保证工程全线控制测量精度。

3) 与既有工程连接段要采用同一控制网实测搭接段轨面及控制点坐标与高程,在此基础上进行线路施工图设计,以确保新建工程与既有工程精确连接。

#### 3.2 设计原因

因设计原因引起的调线调坡案例还是比较少的,有以下几种情况:

1) 高架桥梁设计考虑不足会引起调线调坡。比较常见的有:预应力连续梁预拱度设计考虑不足,对加载过程中桥梁预拱度变化跟踪不够,未及

时采取措施等;有的铺轨后,轨面仍降不到设计标高上,这通常要用调坡的方式解决;有的铺轨后,轨面下沉到设计标高以下,这一般要用扣件调高或加垫板来解决;若运营后轨面继续下沉,则需要从桥梁结构本身采取措施解决,如边跨压重等措施。

2) 地下车站抗浮设计考虑不足也会引起调线调坡。一般地下车站按规范进行抗浮设计是不会出现车站“上浮”问题的,但有工程案例表明,当地下车站施工过程中存在诸多对“抗浮”不利的组合因素时,如车站位于富水砂层且下穿河道、车站临时增加轨排井等,加之施工工序安排不合理,会导致已铺轨的地下车站“上浮”。这可以从侧墙监测点高程上升、道床和结构底板取芯等加以证实,其施工工序不合理是主因,同时也存在抗浮设计考虑不足问题。实践表明,地下车站“上浮”采取了打孔泄压、填埋覆土等措施处理后,即使不再“上浮”趋于稳定后,车站底板也难以降回到以前的设计标高,最终还是要采用调坡方式来处理。

总之,设计单位要认真汲取相关经验教训,在设计过程中要充分研判、考虑周全,以设计合理方案,设计图纸不能遗漏每个设计细节,确保工程能顺利实施。

#### 3.3 施工原因

因施工原因引起的调线调坡是比较常见的,大致有以下2种情况:

1) 在施工过程中,施工精度控制不到位引起调线调坡。如盾构掘进过程中的“磕头”“抬头”现象造成竖向侵限,TBM(隧道掘进机)掘进过程中的“蛇行”现象造成横向侵限等。在工程实施后,通过实测隧道断面数据进行侵限检查而发现问题后,只能采用调线调坡方法解决隧道侵限问题,对个别侵限严重地段,在保证列车安全运行前提下,要适当降低调线调坡线路设计及限界控制标准。

2) 在施工后,因措施控制不当引起调线调坡。在车站和隧道土建施工完成后,甚至完成铺轨后,为处理结构渗、漏水采取注浆堵漏的工程措施,因注浆压力控制不当造成道床及结构底板“上浮”、道床与底板剥离等现象,且底板一旦“上浮”即使处理也难以回到原位,一般需要采取打孔泄压、道床及底板注浆和调线调坡等治理措施;遇到轨面上抬的超标异常情况还需要凿除道床,检查结构状态,采取相应处理措施后根据前后段上浮情况进行调坡处理,再重新浇筑道床、铺设轨道。

总之,对于因施工原因引起的调线调坡问题,施工单位要引起高度重视,同时要认真汲取相关经验教训。在施工过程中,要利用先进的技术手段,严格管控施工精度,以高质量完成工程施工;在施工后的处理过程中,业主要加强对施工单位注浆堵漏的管控措施,对道床及结构变形实行动态监测,一旦超标应及时停止注浆堵漏行为,避免造成道床与结构“上浮”“剥离”等严重后果。

### 3.4 道床病害治理原因

轨道交通线路运营后,因道床病害治理原因也会引起调线调坡。当道床病害治理需要采用注浆方式对整体道床和隧道主体结构进行止水、排水和固结补强时,道床在注浆完成后同样难以回到原位,道床上抬将引起调坡。因此,调线调坡也是轨道交通线路运营后道床病害治理措施中的一种手段。

## 4 调线调坡技术标准探讨

截止目前,关于调线调坡采用线路技术标准在GB 50157—2013《地铁设计规范》里还是空白。一般情况下是采用地铁设计规范中线路的相关标准,但遇到特殊情况或者极端困难情况下,采用地铁设计规范线路相关标准的调线调坡方案是做不出来或不可行的。在工程实践中,为不废弃严重超限的地铁隧道,以及节省车站与隧道工程的治理费用和缩短治理工期,调线调坡对线路规范标准要进行适当降低,特别是要注意纵坡长度的取值。目前,对于调线调坡超规范的设计,很多城市的做法是通过召开专家论证会予以确定。另外,国内部分城市地铁工程也在研究适当增大盾构隧道管片内径。在综合技术经济合理的情况下,适当加大隧道管片内径,特别是在减振等受限地段,能有效地减少调线

调坡治理工作。

## 5 结语

综上所述,通过对调线调坡基本类型及阶段划分、调线调坡工作的基本原则、调线调坡原因分析及对策措施建议和调线调坡技术标准等分析阐述,笔者认为调线调坡是一种在工程建设和运营阶段广泛运用的工程治理方法,是相关工程问题治理的最后一道工序。它需要在准确分析、找准相关工程问题原因的基础上,才能制定出科学合理的工程治理方案和有效的工程治理措施。同时建议测量、设计、施工及建设等单位要认真汲取类似工程教训,严把质量关,以实现城市轨道交通工程高质量建设目标。

## 参考文献

- [1] 王敏,高文旗,梁寿,等.盾构隧道管片上浮质量病害分析及预防措施[J].城市建设理论研究,2018(1):120.  
WANG Min,GAO Wenqi,LIANG Shou, et al. Analytical research on floating quality diseases of shield tunnel segments and preventive measures[J]. Urban Construction Theory Research, 2018 (1):120.
- [2] 周斌,柳祥奎.运营地铁隧道整体道床起拱的处治措施研究[J].建筑工程技术与设计,2015(32):1286.  
ZHOU Bin, LIU Xiangkui. Research on treatment measures for monolithic track bed arching of operating metro tunnel[J]. Architectural Engineering Technology and Design, 2015(32):1286.
- [3] 李丰果,俞建铂.某运营地铁区间浮置板道床隆起原因分析及整治措施[J].隧道建设,2015(5):463.  
LI Fengguo, YU Jianbo. Case study on causes and countermeasures for heaving of slab track bed in a running metro tunnel[J]. Tunnel Construction, 2015(5):463.

(收稿日期:2021-12-07)

(上接第170页)

室区域内火灾主动预测报警装置方案进行了研究,认为感烟感温复合探测器可在火灾发生初期有效探测到火灾的发生,沿车厢长度方向设置多个探测器是经济、有效的布置方案。

## 参考文献

- [1] ALSTON J, SCHEBEL K. Tools for fire hazard analysis of passenger rail vehicles[C]//BHR Group. 15th International Symposium

on Aerodynamics, Ventilation & Fire in Tunnel 2013. Barcelona: BHR Group, 2013.

- [2] The American Public Transportation Association. Recommended practice for fire safety analysis of existing passenger rail equipment[R]. Washington, DC: APTA, 2000.
- [3] Carter & Burgess, Inc., LDK Engineering Inc. Fire safety analysis piedmont passenger rail service[R]. North Carolina: North Carolina Department of Transportation-Rail Division, 2003.

(收稿日期:2021-05-14)