

文章编号: 1674—8247(2020)06—0024—04

DOI:10.12098/j.issn.1674-8247.2020.06.005

弹性支承块式无砟轨道精调施工质量控制分析

方 筠¹ 庞旭卿^{1,2}

(1. 陕西铁路工程职业技术学院, 陕西 渭南 714000; 2. 西安理工大学, 西安 710048)

摘 要:弹性支承块式无砟轨道具有抗列车冲击和抗疲劳作用能力强的特性,主要应用于长度大于1 km的长大铁路隧道及隧道群中。本文以蒙华铁路弹性支承块式无砟轨道现场施工为背景,详细介绍了隧道内弹性支承块式无砟轨道采用轨排框架法施工的工艺流程和轨排精调的方法步骤。得出单线断面长大隧道无砟轨道采用排框架法施工可将施工区段分为5个工作区进行轨排布置;轨排精调作业中,相邻两组轨排框架的每两个支柱点要进行2次连续精调,相同轨排框架上的每3个支柱点要连续精调,换站测量需设置10 m过渡段等研究结论,可为类似工程案例精调作业提供参考。

关键词:弹性支承块式;无砟轨道;轨排精调;工艺流程;长大隧道;工作区;质量控制

中图分类号:U213.2⁺44

文献标志码:A

Analysis on the Quality Control of the Low Vibration Track Precise Adjustment

FANG Yun¹ PANG Xuqing^{1,2}

(1. Shaanxi Railway Institute, Weinan 714000, China; 2. Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China)

Abstract: The low vibration track is characterized by strong resistance to fatigue and impact force of train. It is mainly used in long railway tunnels (longer than 1 km) and tunnel groups. This paper takes the site construction of the low vibration track of the Haolebaoji-Ji'an Railway (formerly known as Menghua Railway) as an example, and introduces in detail the technological process of low vibration track construction in the tunnel using the track panel method as well as the method and steps of precise track panel adjustment. Several research conclusions are drawn, including mainly: (1) If the ballastless track in a long tunnel with single-track section is constructed through the track panel method, the construction section can be divided into 5 working areas for track panel arrangement. (2) During the precise adjustment of track panels, every two pillar points of the adjacent two sets of track panels shall be subject to two consecutive precise adjustments, every 3 pillar points on the same track panel shall also be subject to consecutive precise adjustments, and a 10 m transition section shall be set for surveying with station change. These conclusions can provide a reference for the precise adjustment operation of similar projects.

Key words: low vibration track; ballastless track; precise adjustment of track panels; technological process; long tunnel; working area; quality control

收稿日期:2020-03-10

作者简介:方筠(1974-),女,副教授。

基金项目:国家自然科学基金(40772183);陕西铁路工程职业技术学院科研基金(KY2019-47)

引文格式:方筠,庞旭卿.弹性支承块式无砟轨道精调施工质量控制分析[J].高速铁路技术,2020,11(6):24-27.

FANG Yun, PANG Xuqing. Analysis on the Quality Control of the Low Vibration Track Precise Adjustment[J]. High Speed Railway Technology, 2020, 11(6):24-27.

我国新建铁路长大隧道普遍采用无砟轨道,主要轨道结构形式包括板式、双块式和弹性支承块式三种^[1]。其中,弹性支承块式无砟轨道具有施工进度快、抗列车冲击和抗疲劳作用能力强、使用寿命长、运营阶段易维修等优点。因此在我国交通工程领域有着极为广阔的应用前景^[2-4]。国内外一些学者对弹性支承块式无砟轨道的施工技术进行了研究,李江龙^[5]以红岭隧道无砟轨道施工为背景,介绍了弹性支承块式无砟轨道的工艺流程、施工方法和控制要点。肖春碑^[6]根据以往经验,对渝怀铁路某隧道弹性支承块式无砟轨道施工技术进行了总结。闫培隆^[7]和高兴江^[8]结合工程实例,对重载铁路隧道弹性支承块式无砟轨道施工技术进行了研究。本文结合新建蒙华铁路长大隧道内弹性支承块式无砟轨道施工,着重对无砟轨道轨排框架精调工艺进行探讨。

1 工程概况

蒙华铁路某单线隧道长 1 300 m,隧道内采用弹性支承块式无砟轨道结构,结构示意图如图 1 所示。

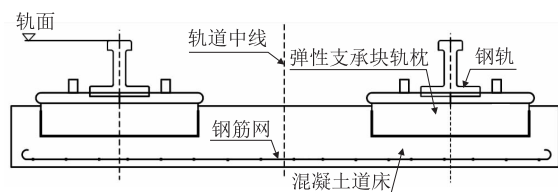


图1 弹性支承块式无砟轨道横断面图

其主要由混凝土道床板、弹性支承块式轨枕(混凝土支撑块轨枕、橡胶靴套、块下胶垫)及配套扣件等组成。弹性支承块式轨枕在工厂预制,装配橡胶靴套;道床板采用分块结构,宽度为 2 800 mm,厚度为 393 mm,每块道床板长度一般为 6.58 m,调整长度可为 5~7.5m;两块道床板间设置伸缩缝,伸缩缝宽度为 20 mm。

隧道内无砟轨道采用轨排框架法施工,其工艺流程为:隧道基底处理→底座测量放样→底座底部钢筋绑扎→轨排组装→轨排粗调→底座上部钢筋绑扎→道床板模板安装→轨排精调→道床板混凝土浇筑→轨排二次精调→轨排框架拆除、清理→嵌缝胶灌注。

现场无砟轨道施工作业面按照以上工艺流程分成 5 个工作区,采用流水施工,工作区分布如图 2 所示。

“Ⅰ区”为钢筋绑扎、轨排安放区,长 66 m,负责进行测量放样、钢筋绑扎和轨排安装;“Ⅱ区”为轨排粗

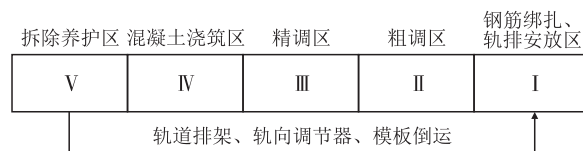


图2 无砟轨道施工工作区分布图

调区,长 66 m,负责进行轨排框架安装及粗调作业;“Ⅲ区”为轨排精调区,长 66 m,负责进行精调作业,确保每个轨枕承轨槽中心的坐标满足精度要求并进行复核;“Ⅳ区”为混凝土浇筑区,长 66 m,负责进行已完成轨排精调道床板的混凝土浇筑;“Ⅴ区”为拆除养护区,长 66 m,负责进行轨道排架和混凝土模板的拆除,并对轨道板进行洒水养护。

从现场施工工艺流程可以看出,轨排框架的使用贯穿了整个工作区,轨排调整分为粗调和精调两个阶段,其中,轨排精调是最终确保无砟轨道平顺度的关键环节。

2 轨排粗调

轨排粗调预先在轨排框架上设定轨距和轨底坡两大几何参数。轨排框架主要由工具轨、横梁及超高调整系统、竖向支撑及中线水平调整系统、纵向模板系统四部分组成,单组框架长 6.6 m,由 2 根 6.6 m 工具轨、6 块 2.2 m 长模板和 3 组横梁及支撑系统组成,轨排框架与轨枕组装模式如图 3 所示。

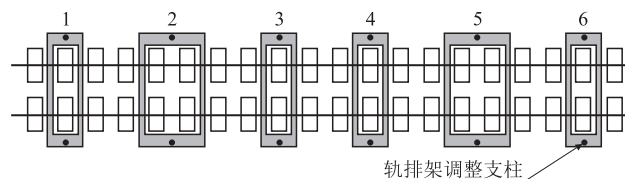


图3 轨排组装及精调顺序示意图

轨排粗调是用轨排框架超高调整系统中的竖向螺杆支腿来进行高程调整,用轨排框架水平调整系统中的轨向锁定器来进行轨道中线调整,并按“先中线、后高程”的顺序依次循环调整轨排框架的平顺度。粗调后的轨顶标高应略低于设计轨顶标高,顶面标高允许偏差为 0_{-10} mm,中线位置允许偏差为 10 mm^[9]。

3 轨排精调

轨排粗调完成后方可进行精调作业。轨排精调通过轨道检测小车配合高精度全站仪和螺杆调节器对轨排进行方向、高低、水平调整,按照与粗调相同的原则进行调整,调整过程中轨排两侧起升应同时进行。在

精调作业中,测站距离宜设定在 20 ~ 80 m 长度范围,一般采用 60 m,此时采集数据的准确度较高。搭接测量段和顺接段的长度宜在 6.25 ~ 20.0 m 之间,一般采用 10.0 m^[10],具体长度需要根据设站距离、两次测量偏差数据进行比较确定。在搭接测量过程中,测站位置、数据记录以及数据分析非常关键,需要加以综合考虑。

3.1 精调步骤

(1) 设定全站仪坐标

全站仪采用自由设站,应尽量靠近轨道中线,并宜设于相邻两对 CPⅢ控制点中间位置。通过观测隧道隧道边墙上的前后 4 对 CPⅢ控制点,自动平差、计算、确定全站仪坐标位置。前后两次设站至少重叠观测 2 对 CPⅢ控制点,设置精度应满足相关规定。

(2) 采集轨道数据

全站仪设站完毕后与现场组装好的轨检小车通过电台联通,全站仪精确照准轨检小车顶端棱镜,小车往全站仪端推行,全站仪即可测量轨道绝对位置。

(3) 反馈轨排信息

全站仪将采集的数据通过通信端口传递给轨检小车,轨检小车利用配套软件接收观测数据,确定轨道状态并将计算所得的中线偏差、超高偏差等数据反馈给轨检小车电脑端,用以指导轨排精确调整。

(4) 调整轨排中线

根据轨检小车电脑的中线偏差值,采用双头调节扳手,旋转轨排框架的轨向锁定器调整轨道中线,一次调整 2 组,两侧需同时进行。

(5) 调整轨排标高

根据轨检小车电脑端的超高偏差值,采用六角螺帽扳手,缓慢旋转轨排框架竖向螺杆,调整轨道水平、超高。调整完成后,检查螺杆的受力状态,若未受力则

需拧紧调整附近的螺杆。调整螺杆时,应把控好高度,一般允许上调,但尽量不下调。

(6) 固定轨排

轨排第一遍精调后,偏差应控制在 1 mm 以内,用夹头夹板连接相邻轨排,夹板扣件扭力矩应满足相关要求。接头处宜平顺、不得有错牙或错台。轨排精调完毕后,应安装固定装置,防止浇筑混凝土时轨排横移或上浮,并采集数据作为最终精调值。

(7) 浇筑道床板混凝土

轨排精调、固定并验收合格后,方可逐段浇筑道床板混凝土。若环境温度变化超过 15 ℃、或精调后轨道放置时间偏长,轨排框架必须重新检查并调整。道床板混凝土采用人工收面,抹面过程中需严格控制道床道床板表面高度,其高程应低于橡胶套靴帽檐底部 2 mm。

3.2 精调方法

3.2.1 同一设站区间精调

在一个设站区间内,相邻两个轨排框架的精调顺序为:1→3→1→2→3→2→3→4→5→3→4→6→4→5→6→5→6(编号如图 3 所示),精调基本原则如下:

(1) 确保两组轨排框架处邻近的两个支柱点经过连续两次或以上的精调。

(2) 确保在单个轨排框架上的 3 个支柱点是连续精调。

(3) 确保轨排框架每两个支柱点都连续进行过精调^[11]。

3.2.2 相邻两个设站区间精调

两个设站点间距为 60 m,精调区间为 20 ~ 80 m,每两个设站点之间留有 10 m 的顺接段,设站测量平面如图 4 所示。

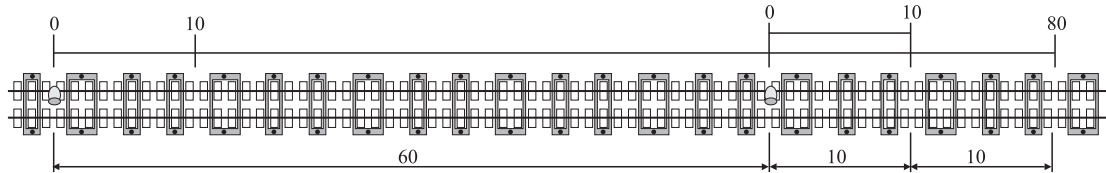


图 4 设站测量平面示意图(m)

轨排精调顺接过渡方法:

(1) 相邻两个测站的 4 对 CPⅢ控制点不完全相同,使得两测站全站仪设站测量平差的精度也有所不同,因此,在相邻两个测站对过渡段同一个轨排框架的 3 个支柱点进行测量时,两次测得的轨道状态数据有

偏差,不同 CPⅢ控制点测设示意如图 5 所示。

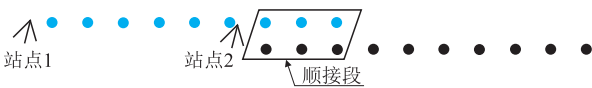


图 5 不同 CPⅢ控制点测设示意图

(2)由于全站仪在不同设站点测量相同点位时得到的数据有偏差,因此,需对顺接段后的测点进行顺接过渡处理。

(3)应根据两设站点测量同测点的绝对偏差值大小来确定顺接过渡段长度,偏差量越大,则过渡段的长度就越长。在测量过程中,严格检查 CPⅢ控制点精度、全站仪设站精度和轨检小车测量精度,当三者全部符合规范要求时,相邻两设站点对同测点的测量偏差值应满足中线不超过 0.5 mm、高程不超过 2 mm 的要求。

3.3 精调案例

本文以蒙华铁路岳阳至吉安段杨树岭单线隧道为例,说明顺接过渡段高程偏差值的调整方法。

(1)第一次精调时,在站点1处,所有轨排支柱点均需调整到 0.1 mm 左右,站点1处测设示意如图6所示。



图6 站点1处测设示意图

(2)站点1处调整完成后,将全站仪转到站点2处进行设站,同时测量顺接段的3个轨排支柱点。站点2处测设示意如图7所示,假设其测量值约为 2.1 mm。



图7 站点2处测设示意图

(3)顺接段设置3个调整点,即一榀 6.6 m 的轨排框架。当站点2测量的顺接段高程偏差值 ≤ 2 mm时,不需要调整;当站点2测量的顺接段高程偏差值 > 2 mm时,需先检查站点1和站点2的全站仪设站精度,若设站精度没有问题,则需对 CPⅢ控制点进行复测,确认 CPⅢ控制点精度满足要求。

(4)过渡段从顺接段后的第一个轨排框架开始,依次比上一个轨排框架偏差 0.5 mm,直到最后支柱点测量绝对偏差约为 0^[12]。

单线铁路小断面长大隧道无砟轨道施工主要存在施工设备吊转困难、光线差影响轨排框架安装精度及模板清洁度、温度气压变化造成全站仪数值修正、动静态施工相互干扰大等问题。蒙华铁路杨树岭隧道施工严格依照5区段流水作业,重视施工细节,弹性支承块

式无砟轨道在轨排精调区进行轨排精调作业,精调时间由初期的平均 5 h 减少至平均 4 h,精调后的轨排几何形位均满足规范要求。

4 结论

本文以蒙华铁路弹性支承块式无砟轨道施工为背景,通过对长大隧道内弹性支承块无砟轨道轨排精调工艺及质量进行分析研究,确保了精调质量,提升了精调速度,主要研究结论如下:

(1)单线断面长大隧道无砟轨道若采用排框架法施工,可将施工区段可分为5个工作区进行轨排布设。

(2)轨排精调作业中,相邻两组轨排框架的每两个支柱点要进行两次连续精调。

(3)轨排精调作业中,相同轨排框架上的每3个支柱点要连续精调。

(4)轨排精调作业中,换站测量需设置 10 m 过渡段,两设站点测量相同轨排框架3个支柱点的绝对偏差值要求中线不超过 0.5 mm,高程不超过 2 mm。

参考文献:

- [1] 高壮. 重载铁路无砟轨道施工技术 & 物流组织研究[J]. 价值工程, 2019, 38(2): 105-107.
GAO Zhuang. Research on Construction Technology and Logistics Organization of Ballastless Track for Long and Heavy Haul Railway [J]. Value Engineering, 2019, 38(2): 105-107.
- [2] 温海燕. 隧道内弹性支撑块无砟轨道施工关键技术[J]. 城市道桥与防洪, 2016(1): 132-134.
WEN Haiyan. Key Technology in Construction of Elastic Bearing-block Ballastless Track within Tunnel [J]. Urban Roads Bridges & Flood Control, 2016(1): 132-134.
- [3] 李强. CRTS I 型双块式无砟轨道智能精调技术研究[J]. 铁道勘察, 2019, 45(4): 19-23.
LI Qiang. Research on Intelligent Fine-tuning of CRTS Type-one Double-block Ballastless Track [J]. Railway Investigation and Surveying, 2019, 45(4): 19-23.
- [4] 曹德志. 高速铁路无砟轨道线路精调整理技术研究及应用[J]. 高速铁路技术, 2018, 9(3): 67-70.
CAO Dezhi. Research and Application of Fine Adjustment Technology for Ballastless Track of High-speed Railway [J]. High Speed Railway Technology, 2018, 9(3): 67-70.
- [5] 李江龙. 浅谈隧道弹性支承块式无砟道床施工技术[J]. 杨凌职业技术学院学报, 2015, 14(4): 32-35.
LI Jianglong. The Construction Technology of Elastic Bearing Block-type Ballastless Track Bed in Tunnel [J]. Journal of Yangling Vocational & Technical College, 2015, 14(4): 32-35.
- [6] 肖春碑. 渝怀铁路弹性支承块式无砟轨道施工技术[J]. 居舍, 2019(13): 67.
XIAO Chunbei. Construction Technology of the Low Vibration Track in Yuhuai Railway [J]. Housing, 2019(13): 67.

(下转第 39 页)

84.

[3] 陈明浩,王朋,赵平.成渝客专石材采空区的勘察与评价研究[J].铁道工程学报,2015,32(2):11-15.

CHEN Minghao, WANG Peng, ZHAO Ping. Research on the Survey and Evaluation of Chengdu to Chongqing Inter-city Train Stone Goaf [J]. Journal of Railway Engineering Society, 2015, 32(2): 11-15.

[4] 魏永幸,陈明浩,张广泽,等.面向铁路减灾选线的复杂艰险山区地质灾害广域高效识别[J].高速铁路技术,2020,11(1):1-6.

WEI Yongxing, CHEN Minghao, ZHANG Guangze, et al. Wide-area and High-efficiency Identification of Geological Disasters in Complex and Dangerous Mountainous Areas for Railway Disaster-reduction Route Selection[J]. High Speed Railway Technology, 2020, 11(1): 1-6.

[5] 冯涛,蒋良文,曹化平,等.高铁复杂岩溶“空天地”一体化综合勘察技术[J].铁道工程学报,2018,35(6):1-6.

FENG Tao, JIANG Liangwen, CAO Huaping, et al. Research on the Integrated Survey Technical System of “Space-Air-Ground” in Complex Karst Area of High Speed Railway[J]. Journal of Railway Engineering Society, 2018, 35(6): 1-6.

[6] TB 10012-2019 铁路工程地质勘察规范[S].

TB 10012-2019 Code for Geology Investigation of Railway Engineering[S].

[7] 陈明浩,王朋,赵平.成渝客运专线主要工程地质问题及地质选线[J].高速铁路技术,2019,10(6):75-78.

CHEN Minghao, WANG Peng, ZHAO Ping. Major Engineering Geological Problems and Geological Route Selection of Chengdu Chongqing Railway [J]. High Speed Railway Technology, 2019, 10(6):75-78.

[8] 铁道部第一勘测设计院.铁路工程地质手册(修订版)[M].北京:中国铁道出版社,2002.

The First Railway Survey and Design Institute. Handbook of Railway Engineering Geology [M]. Beijing:China Railway Publishing House, 2002.

[9] TB 10027-2012 铁路工程不良地质勘察规程[S].

TB 10027-2012 Code for Unfavorable Geological Condition Investigation of Railway[S].

[10] 徐正宣,彭芬.方斗山隧道岩溶水文地质条件及危险性研究[J].高速铁路技术,2017,8(4):28-33.

XU Zhengxuan, PENG Fen. Karst Hydrogeology and Risk Research on Fangdoushan Tunnel[J]. High Speed Railway Technology, 2017, 8(4): 28-33.

(上接第27页)

[7] 闫培隆.重载铁路隧道弹性支承块式无砟轨道施工技术研究[J].四川水泥,2020(4):277.

YAN Peilong. Research on Construction Technologies for Low Vibration Track in Heavy-haul Railway Tunnels [J]. Sichuan Cement, 2020(4): 277.

[8] 高兴江.重载铁路弹性支承块式无砟轨道施工技术[J].铁道建筑技术,2014(3):43-47.

GAO Xingjiang. Construction Techniques for Low Vibration Ballastless Track of Heavy Haul Railway [J]. Railway Construction Technology, 2014(3): 43-47.

[9] Q/CR 9654-2017 客货共线铁路轨道工程施工技术规程[S].

Q/CR 9654-2017 Technical Specification for Construction of Mixed Passenger and Freight Railway Track Engineering[S].

[10] 赵东田.温福铁路八仙仑双线隧道无砟轨道施工技术[J].铁道建筑技术,2008(5):21-30.

ZHAO Dongtian. Ballastless Track Construction Technology for Baxianlun Double-track Tunnel in Wenzhou-Fuzhou Southeast Coast Railway[J]. Railway Construction Technology, 2008(5): 21-30.

[11] 赵东田.双块式无砟轨道组合排架法施工原理及工程实践[J].铁道标准设计,2008,52(10):1-5.

ZHAO Dongtian. Construction Theory on Double Block Ballastless Composite Bent Track Laying Method as Well as Engineering Practice [J]. Railway Standard Design, 2008, 52(10): 1-5.

[12] 张兴伟,李亚东,张武.浅谈CRTS I型无砟轨道精调施工技术[J].科技传播,2011,3(5):128.

ZHANG Xingwei, LI Yadong, ZHANG Wu. CRTS I Frantic Jumble of Pure Tone Track without Construction Technique [J]. Public Communication of Science & Technology, 2011, 3(5): 128.