

文章编号: 1674—8247(2022)01—0108—05
DOI:10.12098/j.issn.1674-8247.2022.01.020

短线法节段梁预制和架设施工质量控制技术研究

王晓磊

(中铁三局集团广东建设工程有限公司, 广州 510630)

摘 要:短线法预制施工和“先简支后连续”的节段拼装架设施工工艺复杂,施工难度高,质量控制难度大,有必要对其施工质量控制关键技术进行深入研究。本文以某高架桥项目为工程依托,对测量、混凝土浇筑、预应力工程、节段梁涂胶、临时张拉几个关键工序进行施工质量控制技术研究,在实际施工中取得了良好的成效,可为今后类似工程的施工提供参考。

关键词:短线法;节段梁;预制;架设;质量控制

中图分类号:U445

文献标志码:A

Study on Quality Control Technology of Prefabrication and Erection of Segmental Beams with Short-line Method

WANG Xiaolei

(China Railway Three Bureau Group Guangdong Construction Engineering Co., Ltd., Guangzhou 510630, China)

Abstract: Short-line method of prefabrication and segmental erection of "Simple Supporting before Continuous Joints" are complex, with high construction difficulty and high quality control difficulty, so it is necessary to conduct in-depth study on the key technologies of construction quality control. Taking a viaduct project as the case, this paper studies the construction quality control technology of several key steps, such as survey, concrete pouring, prestressing, segmental beam gluing and temporary tensioning. The case study has achieved good results in practice and can provide reference for similar projects in the future.

Key words: short-line method; segmental beam; prefabrication; erection; quality control

1 节段梁预制和架设施工工艺

某高架桥工程结构型式为节段拼装连续刚构,预制施工采用短线法施工工艺,架设施工采用“先简支后连续”的节段拼装施工工艺,是一种国内前所未有的创新设计,技术难度高,且国内目前没有成熟的施工经验可供借鉴。

本高架桥结构型式多变,孔跨类型多,箱内有多种施工齿块,底板也设计有多种临时张拉齿块,预制时每

节段都不相同,施工工艺复杂多变,钢筋奇形怪状,管道数量多变,腹板设计大角度薄壁结构,预制施工难度大,质量控制难度大^[1]。架设在国道 G105 中间施工,节段拼装架设施工条件复杂,施工场地局限性大,安全风险高,且施工工序繁多,施工周期长,交叉作业多,架设施工难度大,安全质量控制点多。因此,需对预制和架设施工质量控制关键技术进行研究。

短线法节段梁预制和架设施工工艺流程如图 1、图 2 所示。

收稿日期:2021-11-18

作者简介:王晓磊(1983-),男,高级工程师。

引文格式:王晓磊. 短线法节段梁预制和架设施工质量控制技术研究[J]. 高速铁路技术,2022,13(1):108-112.

WANG Xiaolei. Study on Quality Control Technology of Prefabrication and Erection of Segmental Beams with Short-line Method[J]. High Speed Railway Technology, 2022, 13(1):108-112.

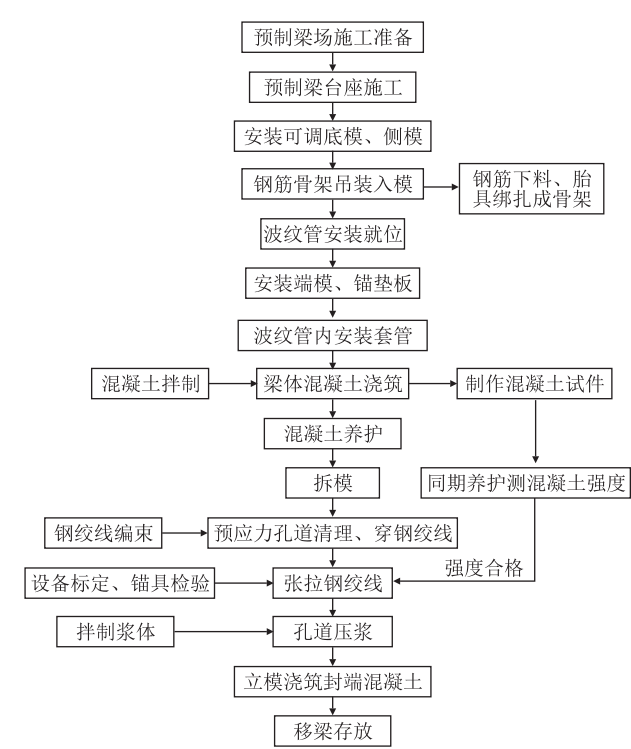


图 1 节段梁预制施工工艺流程图

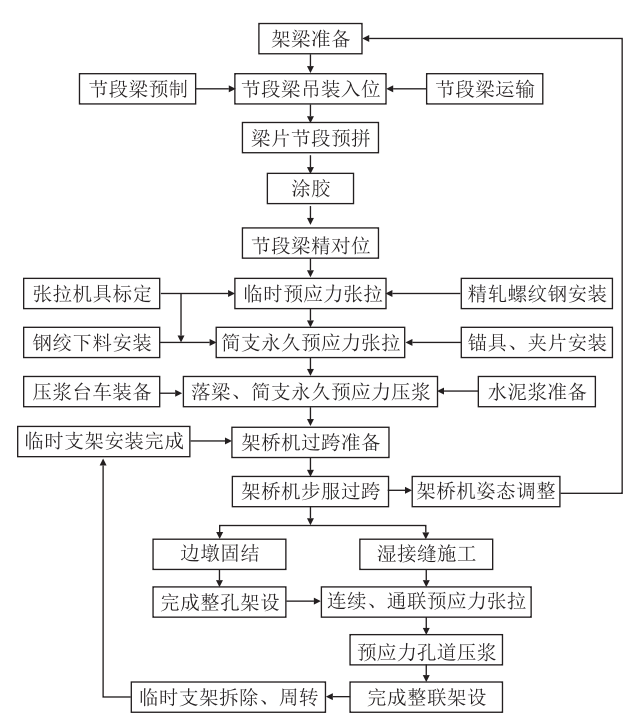


图 2 节段拼装架设施工工艺流程图

2 质量控制关键技术研究

2.1 测量质量控制关键技术

2.1.1 测量仪器的选用

测量系统由测量塔、固定端模组成。测量塔基础

应无沉降,测量塔柱采用混凝土灌注,隔热材料包裹避免热胀冷缩,设置测量棚保证测量环境温度一致,并定期对测量塔进行校核。

测量仪器采用莱卡 TS15A 全站仪,精度 1 s。仪器均定期自校和送计量局校准。由第三方专业公司建立数据库,保证数据的正确性。测量数据和放样数据采用 GeomPro 软件进行数据处理,软件自带纠偏功能。

2.1.2 测量精度控制

- (1)编制合理的测量方案。
- (2)测量作业由专业的测量组执行,采用复测制度,记录采用互检制度。
- (3)每次测量均对固定端模基准点进行校对,校对无误后方可测量。
- (4)测量仪器采用莱卡 TS15A 全站仪,在超出测量精度要求的气息条件下,仪器会自动报警并自动停止工作^[2]。
- (5)避免在 6 级以上大风天气进行测量作业。
- (6)避免在高温时段进行测量作业。
- (7)若测量过程存在误差,则将误差需均匀分布到各节段梁上。

2.2 混凝土浇筑施工质量控制技术

2.2.1 研究思路

混凝土浇筑施工质量控制的研究思路为:发现问题—分析原因—采取措施—施工检验。重复以上过程直至问题得以解决。分析原因和采取措施时采用逐条排除法,明确解决方向,逐步解决问题。

2.2.2 混凝土浇筑施工质量控制关键技术

- (1)混凝土配合比选取
根据施工条件和施工环境,配制满足设计和规范要求的理论配合比,并结合现场施工性能要求,做到因地制宜。
- (2)混凝土拌制、运输、检测控制
 - ①根据混凝土的供应方式,制定相应的施工性能控制。
 - ②根据运输距离、施工季节等条件,制定混凝土的出机和到场施工性能,根据现场实际情况总结施工经验,确定适合现场的实际施工性能控制参数。
 - (3)混凝土浇筑施工工艺
 - ①混凝土浇筑选择“水平分层,斜向分段”的浇筑工艺。
 - ②根据现场施工结构,选择实际浇筑分层厚度,确定浇筑的方量。
 - ③选择“插入式振捣为主,高频振动器辅助”的振捣方式,振捣时间根据现场实际情况确定。

④浇筑用的工装做好计量标记,保证计量准确。

⑤混凝土收面采用“二次收面”施工。

⑥混凝土桥面及时进行蓄水养护。

⑦留置符合设计和规范要求的混凝土试件。

(4)临时张拉台混凝土浇筑质量控制技术

①按照临时张拉台型号,加工组装简便的定型钢模板,钢模板预留成孔管孔洞,直径较设计直径大5~10 mm,采用对称螺杆固定^[3]。

②浇筑前必须对浇筑范围内的混凝土进行凿毛处理。

③模板的中心线必须与梁体中心线重合。

④采用定位装置确保临时张拉台预留孔位置准确,且保证预留钢筋处于中间位置。

⑤混凝土浇筑采用插入式振捣棒进行振捣,振捣时间和振捣点位结合实际制定。

⑥混凝土须与待浇梁一同浇筑。

⑦浇筑前对预留钢筋位置进行核对,位置过偏时必须进行处理。

2.3 预应力工程施工质量控制技术

2.3.1 研究思路

预应力工程施工质量控制技术的研究思路为:根据施工条件制定可行的施工方案,施工后根据发现问题改进施工方案,进行施工实践,再结合现场作业队的经验和建议,重复改进和实践过程,逐步完善施工工艺,直至达到施工操作简单、质量可控、高效作业的水平^[4]。

2.3.2 设计预应力孔道成孔方案

波纹管用双“#”形定位钢筋固定(定位钢筋间距直线段为80 cm,曲线段及底板束为50 cm),在钢束竖弯、平弯的曲线段及底板钢束沿梁底曲线布置段设置防崩钢筋,防崩钢筋采用“U”形定位钢筋,间距0.1 m,开口朝向曲线凸侧。顶板及腹板悬拼束锚垫板通过锚槽盒用螺栓直接固定在固定端模上,拧紧螺栓防止漏浆。

2.3.3 优化后的预应力孔道成孔方案

(1)波纹管钢筋骨架绑扎定位

波纹管用双“#”形定位钢筋固定(定位钢筋间距直线段为50 cm,曲线段及底板束为30 cm),在钢束竖弯、平弯的曲线段及底板钢束沿梁底曲线布置段设置防崩钢筋,防崩钢筋采用“U”形定位钢筋,间距0.1 m,开口朝向曲线凸侧。波纹管定位后,预应力波纹管在吊装前填充比管径小5 mm的硬PVC管,横向预应力管道固定端预留排气管。

(2)波纹管与端模定位

①与固定端模定位

在固定端模上,采用硬质尼龙楔形塞(堵头)定位,堵头直径比管径小2~5 mm,堵头长度15~20 cm,穿入波纹管头5 cm。固定时需将固定螺栓拧紧,使堵头端面与固定端模间无缝隙。

②在匹配面处,采用堵头将待浇梁段波纹管与相应位置匹配梁波纹管“连接”,堵头采用中间粗,两头小的楔形结构,长30 cm,直径比波纹管内径小2~5 mm,两头各5 cm。在待浇筑梁波纹管上安装内径和设计波纹管外径相同的套管,套管长10 cm,待堵头安装完成后,旋转与匹配梁密合,用胶袋进行封堵,并设“U”卡固定,防止波纹管端部在混凝土浇筑过程中移位和砂浆进入管道。

③顶板及腹板悬拼束锚垫板通过锚槽盒用螺栓直接固定在固定端模上,锚槽盒与固定端模间设止浆条,并拧紧螺栓防止漏浆。

2.3.4 预应力孔道成型质量保证技术

采用预应力孔道定位装置,保证了预应力波纹管管口与模板和匹配梁的有效固定;采用预应力管道套管技术,封闭了预应力波纹管与端模的预留空隙,保证混凝土不进入管道;采用内衬管装置,保证预应力塑料波纹管不会整体变形和局部凹陷。该施工技术操作简单,工装可重复利用,施工效率高、质量优、节能环保。

(1)根据现场施工实际需要,优化设计定位钢筋的间距和形式,保证钢筋骨架上孔道定位的准确和牢固。

(2)采用硬质厚壁的PVC圆管作为填充管,填充管外径比预应力管道内径小3 mm,既可避免振捣棒和钢筋挤压引起管道变形量超标,也可避免管道破裂引起浆体封堵管道,保证管道成孔质量。

(3)采用专门设计的定位管道堵头,堵头外径比管道内径小2 mm,长度适中,保证了管道口与模板和匹配梁管道口的对接,既可保证定位牢固准确,也可保证相邻节段孔道的对接质量。

2.4 节段梁涂胶施工质量控制技术

2.4.1 环氧树脂胶的选用和拌制

节段梁拼接用胶采用专用K-801结构胶,胶由A组分和B组分组成,重量比为3:1,即9 kg:3 kg。使用时,将B组分倒入A组分的桶中,利用手持式搅拌设备将两种组分充分搅拌至颜色均匀即可开始涂胶,搅拌时间约30 s,并做到随拌随用。环氧树脂胶选用时,还应根据不同地区和不同施工季节选用对应的产品,保证施工性能。

2.4.2 孔道胶圈的设计

为避免环氧树脂胶在挤压过程中进入预应力管道,在每个预应力管道周边设置1个密封胶圈。密封胶圈既要满足密封要求,又不能对拼缝质量造成影响,孔道密封胶圈的设计要点如下:

(1)胶圈厚度为3~5 mm,胶圈内径比孔道直径大20 mm,胶圈环宽度为5~8 mm。

(2)密封胶圈一面带胶,并带有保护纸,使用时撕开保护纸,直接黏贴到梁面,方便快捷。

2.5 临时张拉施工质量控制技术

(1)临时张拉准备

根据设计施工图纸要求,顶板临时张拉需加工临时张拉钢齿块,作为临时预应力与梁体的传力装置,同时需根据设计位置配置各种型号规格的精轧螺纹钢、精轧螺母、精轧螺纹钢接驳器等连接构件^[5-7]。根据设计临时张拉力的要求,还需配置4套60 t穿心千斤顶,保证预应力顶板4束张拉束,底板2束张拉束可对称均匀张拉。

(2)临时张拉施工技术

临时预应力张拉按照施工顺序从一端向另一端逐节施工,施工步骤如下:

①在拼接胶涂抹完成后,用天车慢慢移动梁调整位置,待剪力键对好位置后,移动天车把拼缝减小到3~5 mm。

②在顶板和底板临时张拉台预留孔内穿入精扎螺纹钢,在固定端加钢垫板,用精扎螺母把固定端固定。

③在张拉端穿进钢垫板后,把固定精扎螺母拧到位。

④安装千斤顶过渡套和千斤顶。

⑤施加预应力,张拉力为设计张拉力。

⑥拧紧固定端螺母,千斤顶卸载。

⑦张拉端梁段转换悬挂体系。

循环上述步骤,直至最后一节段梁完成(最后一节梁不需悬挂体系转换)。

(3)临时张拉施工技术要求

①临时张拉开始前必须检查千斤顶和张拉油泵的工作状态和鉴定状态,油表和顶必须配套使用。

②必须先检查固定端精扎螺母是否连接到位,固定端连接合格后方可开始张拉。

③检查连接精扎螺纹钢与预留孔是否处于同一直线上,若出现精扎螺纹钢与预留孔道挤压情况,需处理好后再进行施工。

④在张拉作业前,必须检查顶板临时张拉齿坎的固定是否牢固。

⑤施工前检查所用工具是否齐全。

⑥起始张拉块要保证距离支腿位置1 400 mm,且保证另一端张拉有位置。

⑦临时张拉前先用天车把相邻梁块上、下、左、右对齐再开始对称张拉作业。

⑧在拼装过程中,梁块与架桥机主梁应平行前进,变化范围不得大于5 mm,以保证全部节段能拼装完成为准。梁底高于墩顶块200 mm,保证能安装底板张拉束的千斤顶即可,不宜过高,避免冒顶风险。

⑨临时张拉作业施工时,张拉作业的施工应力必须以技术人员下发的油表读数表为准,且必须在有技术人员在场的情况下施工。

⑩顶板临时张拉齿坎必须固定牢固,且底面保持水平。

⑪精扎螺纹钢安装时必须与预留孔在同一直线上,不得出现精扎螺纹钢与预留孔相切现象。

⑫临时张拉应力必须达到设计值,不得欠拉和过超张拉。

⑬精扎螺纹钢和精扎螺母、接驳器在使用过程中要轻拿轻放,不得损坏。

⑭环氧树脂胶必须在箱内外周圈缝隙内挤出,且缝隙不得大于1 mm。

3 结束语

本文以某高架桥项目为依托,研究了节段梁预制和架设施工质量控制技术,主要对测量、混凝土浇筑、预应力工程、节段梁涂胶、临时预应力几个关键工序进行研究,在实际施工中取得了良好的成效,可为今后类似工程的施工提供参考。

参考文献:

- [1] 张永刚. 预应力混凝土连续箱梁顶推施工控制技术研究[J]. 铁道勘察, 2019, 45(2): 37-41.
ZHANG Yonggang. Research on Pushing Construction Control Technology of Prestressed Concrete Continuous Box Girder [J]. Railway Investigation and Surveying, 2019, 45(2): 37-41.
- [2] 李怀雷. 预应力混凝土连续弯箱梁顶推施工中梁体裂缝成因分析与防治措施[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2013, 9(8): 132-133.
LI Huailei. Cause Analysis and Prevention Measures of Cracks in Prestressed Concrete Continuous Curved Box Girder during Jacking Construction [J]. Journal of Guizhou University of Finance and Economics, 2013, 9(8): 132-133.
- [3] 卫星凯. 后张法预应力混凝土简支箱梁张拉和孔道压浆质量控制分析[J]. 价值工程, 2017, 36(11): 149-150.
WEI Xing kai. Quality Control Analysis of Post-Tensioned Prestressed

- Concrete Simply Supported Box Girder Tensioning and Pouring Grouting[J]. Value Engineering, 2017, 36(11): 149–150.
- [4] 玄龙德. 预应力技术在桥梁工程施工中的应用探究[J]. 价值工程, 2020, 39(11): 163–164.
- XUAN Longde. Research on Application of Prestress Technology in Bridge Engineering Construction [J]. Value Engineering, 2020, 39(11): 163–164.
- [5] 金志健, 沈子军. 预应力施工技术在市政桥梁工程中的应用研究[J]. 科技创新与应用, 2014(18): 182.
- JIN Zhijian, SHEN Zijun. Research on Application of Prestressed Construction Technology in Municipal Bridge Engineering [J]. Technology Innovation and Application, 2014(18): 182.
- [6] 黄毅, 刘伟, 胡玉珠. 铁路矮塔斜拉T构桥结构设计方法实例研究[J]. 高速铁路技术, 2021, 12(1): 75–79.
- HUANG Yi, LIU Wei, HU Yuzhu. Case Study on Structural Design Method of Railway Short Tower Cable-Stayed T-Shaped Bridge [J]. High Speed Railway Technology, 2021, 12(1): 75–79.
- [7] 卫星, 古兴宇, 戴李俊, 等. 轨道交通W型槽梁在顶推施工中时变剪力滞效应[J]. 中国测试, 2021, 47(6): 91–94.
- WEI Xing, GU Xingyu, DAI Lijun, et al. Time-varying Shear Lag Effect of Rail Transit W-Shaped Channel Girder in Incremental Launching Construction [J]. China Measurement & Test, 2021, 47(6): 91–94.

(上接第15页)

- [5] 郑子天, 刘成龙, 邓贤国, 等. 基于自由设站的全站仪加常数测定方法研究[J]. 测绘, 2015, 38(1): 30–32.
- ZHENG Zitian, LIU Chenglong, DENG Xianguo, et al. Study on a Method for the Determination of Total Station's Additive Constant Based on Free Station [J]. Surveying and Mapping, 2015, 38(1): 30–32.
- [6] 中铁二院工程集团有限责任公司. 边长投影值对自由设站测量精度影响实验报告[R]. 成都: 中铁二院集团有限责任公司, 2013.
- China Railway Eryuan Group Co., Ltd. Experiment Report on the Influence of Side Length Projection Value on the Measurement Accuracy of Free Station Setting [R]. Chengdu: China Railway Eryuan Group Co., Ltd., 2013.
- [7] 四川拓绘科技有限公司. 基于惯导系统及多种传感器的组合系统报告[R]. 成都: 四川拓绘科技有限公司, 2019.
- Sichuan Tuohui Technology Co., Ltd. Report of Integrated System Based on Inertial Navigation System and Various Sensors [R]. Chengdu: Sichuan Tuohui Technology Co., Ltd., 2019.
- [8] 罗刊, 郑子天, 曹体涛. 高速铁路自由设站高程计算方法研究[J]. 铁道勘察, 2017, 43(3): 21–23.
- LUO Kan, ZHENG Zitian, CAO Titao. Research on the Method of Calculating Elevation of Free Station in High-speed Railway [J]. Railway Investigation and Surveying, 2017, 43(3): 21–23.
- [9] 王国祥, 郑子天, 陈海军, 等. 一种基于全盘位测量的自由设站方法: CN109520466A[P]. 2019–03–26.
- WANG Guoxiang, ZHENG Zitian, CHEN Haijun, et al. Free Station Setting Method Based on Overall Disc Position Measurement: CN109520466A[P]. 2019–03–26.
- [10] 马洪磊, 刘成龙, 宋韬, 等. 自由测站方法在平面控制网测量中的应用[J]. 测绘工程, 2014, 23(5): 51–54.
- MA Honglei, LIU Chenglong, SONG Tao, et al. Research on the Application of Free Station to Horizontal Control Net Measurement [J]. Engineering of Surveying and Mapping, 2014, 23(5): 51–54.
- [11] 胡菊英, 朱良文, 郭楠. 全站仪自由设站法及其精度分析[J]. 测绘与空间地理信息, 2014, 37(11): 179–181.
- HU Juying, ZHU Liangwen, GUO Nan. The Method of Total Station Free-stationing and Its Accuracy Analysis [J]. Geomatics & Spatial Information Technology, 2014, 37(11): 179–181.
- [12] 王洪斌, 任海锋, 张冀辉. 全站仪自由设站边角交会网在铁路精密控制测量中的应用[J]. 测绘与空间地理信息, 2013, 36(12): 221–223.
- WANG Hongbin, REN Haifeng, ZHANG Jihui. The Application of Free Stationing Intersection Using Total Station in High-speed Railway Precise Control Survey [J]. Geomatics & Spatial Information Technology, 2013, 36(12): 221–223.
- [13] 王磊, 刘成龙, 杨雪峰, 等. 高速铁路自由设站3维整体平差计算及精度评定[J]. 测绘科学技术学报, 2011, 28(4): 258–261.
- WANG Lei, LIU Chenglong, YANG Xuefeng, et al. Three-Dimensional Adjustment Calculation for Free Station and Its Precision Evaluation in High-speed Railway [J]. Journal of Geomatics Science and Technology, 2011, 28(4): 258–261.
- [14] 罗远刚. 三维平差技术在高铁轨道控制网测量中的应用研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2014.
- LUO Yuangang. Application Research of Three-Dimensional Adjustment Technology in High-speed Railway Track Control Network [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2014.
- [15] TB 10601–2009 高速铁路工程测量规范[S].
- TB 10601–2009 Code for Engineering Survey of High Speed Railway [S].
- [16] 武汉大学测绘学院测量平差学科组. 误差理论与测量平差基础[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2003.
- Department of Surveying and adjustment, School of Surveying and mapping, Wuhan University. Error Theory and Fundamentals of Survey Adjustment [M]. Wuhan: Wuhan University Press, 2003.
- [17] 李德仁, 袁修孝. 误差处理与可靠性理论[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2012.
- LI Deren, YUAN Xiuxiao. Error Processing and Reliability Theory [M]. Wuhan: Wuhan University Press, 2012.