

2 200 t 级双跨移动模架组合预压试验

芮世财¹, 卢宇轩², 马俊豪², 陈玉林²

(1. 中铁四局集团第一工程技术有限公司, 安徽 合肥 230041; 2. 苏州锯尺工程技术有限公司, 江苏 苏州 215000)

摘要: 由于移动模架成本较高, 不便于多点同步施工, 采用单点前进的施工方法又会导致施工周期较长。结合 G15 沈海高速公路海口段 TJ4 标段长韵路跨线桥的工程实例, 采用双跨移动模架施工的方法加快了施工进度, 总体上节省了工程造价。由于双跨同步现浇混凝土用量大, 移动模架承受的荷载较大, 结构的安全性能至关重要。本项目通过采用砂带和水袋组合预压的试验方式, 测量预压过程中结构的应力和变形, 检验了模架结构的强度、刚度和稳定性, 确保了施工期间结构的安全, 通过预压变形数值修正施工预拱度设计及组合预压方式, 既节省了费用又达到了预期效果。实验研究对同类移动模架的使用具有参考意义。

关键词: 双跨移动模架; 组合预压; 施工试验; 结构安全

中图分类号: TU712+.3

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)04-0180-04

0 引言

移动模架具有不受环境场地限制、节省桥下净空、可周转重复利用的优点, 被广泛应用于桥梁现浇施工中^[1], 但由于采用逐孔单跨现浇、逐孔移动的方式, 施工不能多点同步展开, 会拉长施工周期, 因此国内外逐步开展了多跨移动模架施工研究。广州南沙明珠湾区凤凰二桥引桥采用了双跨移动模架现浇施工, 实施后节省了总工期和费用^[2]。由于多跨现浇必然会增加模架的负荷, 给结构安全带来较大的挑战。为此, 在使用移动模架前, 需进行各种检算和试验, 以作为安全保障^[3], 采用水带预压的检验方式很难达到预期效率, 采用砂带预压的方式则需要的设备较多, 因此采用砂带和水袋组合预压的方式, 既能保障效率, 又可以控制投入。

1 工程概况

G15 沈海高速公路海口段 TJ4 标段长韵路跨线桥, 位于海口市西秀镇荣山村附近, 桥梁起止里程为 480 m。路段情况如图 1 所示。

长韵路跨线桥 TJ4 标段第六联至第九联, 起点位于海榆西线 G225 交叉口, 桩号为 K4+960, 终点位于福永路交叉口, 桩号为 K5+440, 全长 480 m。起



图1 项目总体线路图

点至终点(第六联至第九联)均采用分幅式断面, 单幅桥标准宽度为 16.25 m, 左右幅之间间隙为 2.3 ~ 4.15 m。桥跨布置为第六联至第九联, 左右幅均为 $4 \times (4 \times 30 \text{ m})$, 上部结构均采用预应力混凝土现浇箱梁; 另结合长韵路跨线桥设计说明中第 7.1.2 章“本桥第 1 ~ 4、6 ~ 9 联上部结构采用预应力混凝土现浇箱梁, 移动模架施工, 第 5 联采用支架现浇箱梁”的要求, 本桥第六联至第九联的设计均采用移动模架施工。

在地形方面, 第六联至第九联位于一条直线上, 其中 K4+960 ~ K5+100 为平坡, K5+100 ~ K5+440 为 8.5‰ 的上坡。

设计方案中, 第六联至第九联采用单箱单室截面, 标准段梁高为 2 m, 桥面宽度为 16.25 m; 跨中位置定板厚 28 cm、底板厚 25 cm、腹板厚 50 cm; 悬臂长度为 3.95 m。支点附近腹板加厚到 85 cm, 顶板加厚到 58 cm, 底板加厚到 55 cm, 过渡段长度为 8 m。中支点横梁宽 2 m, 边支点横梁宽 1.8 m, 中横梁跨中和边支点离横梁边缘 2 m 处各设置一直径为 70 cm 的人孔。具体如图 2、图 3 所示。

其中, 第六联端部和第九联尾部端部 5.8 m 的范

收稿日期: 2023-03-26

作者简介: 芮世财(1989—), 男, 本科, 工程师, 从事路桥工程施工及管理工作。

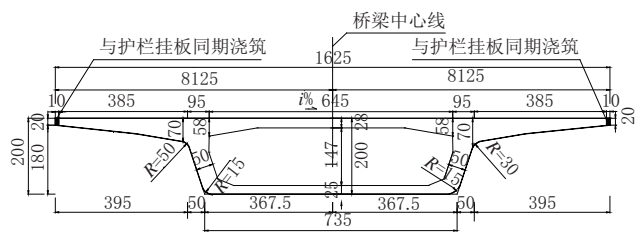


图2 第六至第九联箱梁标准断面图(跨中)(单位:cm)

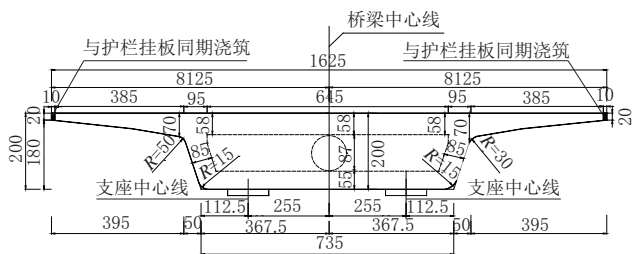


图3 第六至第九联箱梁标准断面图(支点)(单位:cm)

围内梁高 2.4 m, 跨过边支点横梁后, 在 4 m 范围内梁高由 2.4 m 变化为 2.0 m。其余部分梁高均为 2.0 m。

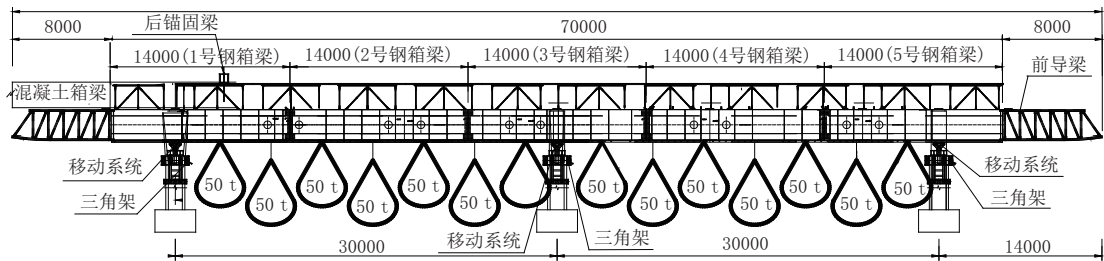


图4 水袋侧面布置图(部位:mm)

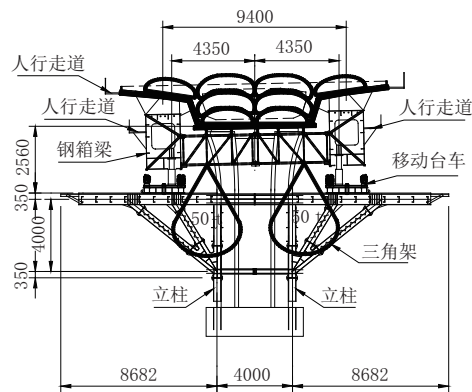


图5 水袋立面布置图(部位:mm)

表1 组合预压配重计算

预压荷载/t	水袋数量	水袋配载/t
2 065	16 条 50 t 吊袋 + 4 条密封水袋	吊袋可配载 800 t, 密封水袋可配载 1 265 t, 合计最大配载 2 065 t

2.3 计算模型

本项目移动模架模型共由 1 998 个节点、2 002 个单元组成, 支腿模型共由 96 个节点、150 个单元组成, 如图 8 所示。

2 移动模架组合预压方案

2.1 预压目的

为了消除移动模架支撑、主梁、模板等部位产生非弹性变形的影响, 同时掌握移动模架实际使用过程中的受力状态, 移动模架在混凝土浇筑前可进行荷载预压试验^[4]。根据预压的实测变形值, 修正现浇施工预拱度, 根据实测的应力值, 检验结构使用过程中的应力状态。

2.2 组合预压方案

根据设计图纸要求, 压载重量应为设计荷载的 100% 压重^[5]。由于场地有限, 采用常规预压方法无法布置预压荷载, 本项目采用上压钢筋加密封水袋与下挂吊重水袋结合的方式进行荷载预压, 预压荷载值取最大施工荷载。预压过程按照分级预压、分级测量的方式进行。水袋布置方案如图 4、图 5 所示, 组合预压配重见表 1, 实际布置情况如图 6、图 7 所示。

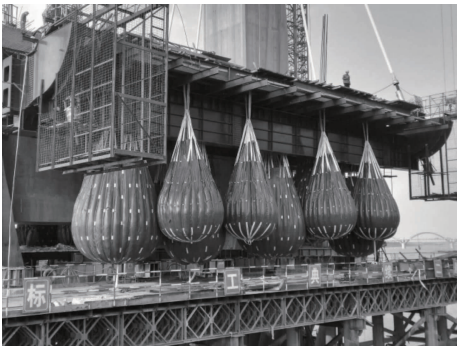


图6 牵索挂篮吊袋预压



图7 移动模架吊袋预压

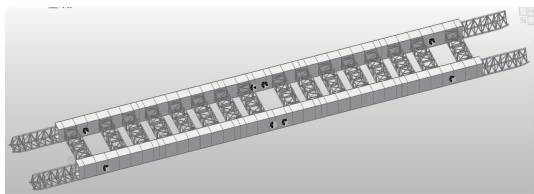


图8 移动模架模型图

3 移动模架组合预压试验

3.1 测点布置

通过挠度监测获得模架预压及混凝土浇筑状态下监测截面处的挠度,对梁体变化情况进行判断,确保结构施工安全^[6]。

为便于观测,纵梁挠度测点布设在主纵梁截面外侧,每根纵梁上下缘各布置1个测点,每个截面合计4个测点,具体位置如图9、图10所示。

其后,通过应力监测获取模架预压及混凝土浇筑过程中结构的应力水平,对梁体荷载变化情况进行判断,以确保结构施工安全^[7]。

此外,在布设应力测点的相同部位还应布设温度测点。

纵梁应力测量断面应选择在支点位置和跨中位置,每个断面测点布置在纵梁的上下缘,单根纵梁每个断面布置4个测点,单个断面合计布置8个测点,具体位置如图11、图12所示,方向沿截面的法线方向。

3.2 组合预压过程

3.2.1 前期准备

加载方式采用上压下挂的组合方式,所需前期准备具体如下:

(1)16条50 t吊袋和4条密封水袋;

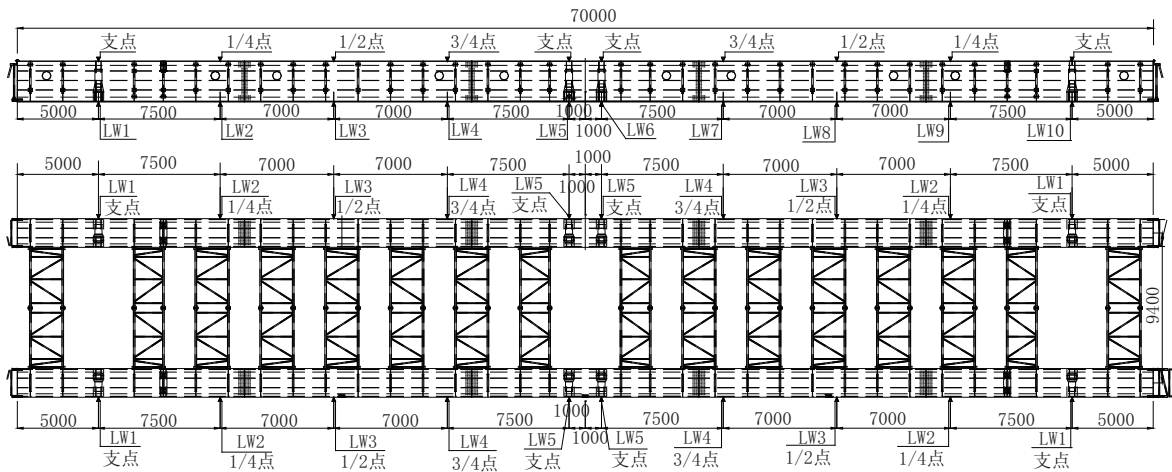


图9 纵梁挠度测点平面布置图(单位:mm)

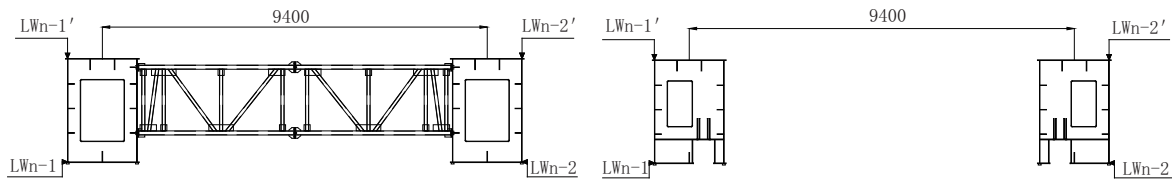


图10 纵梁挠度监测点横断面布置图(单位:mm)

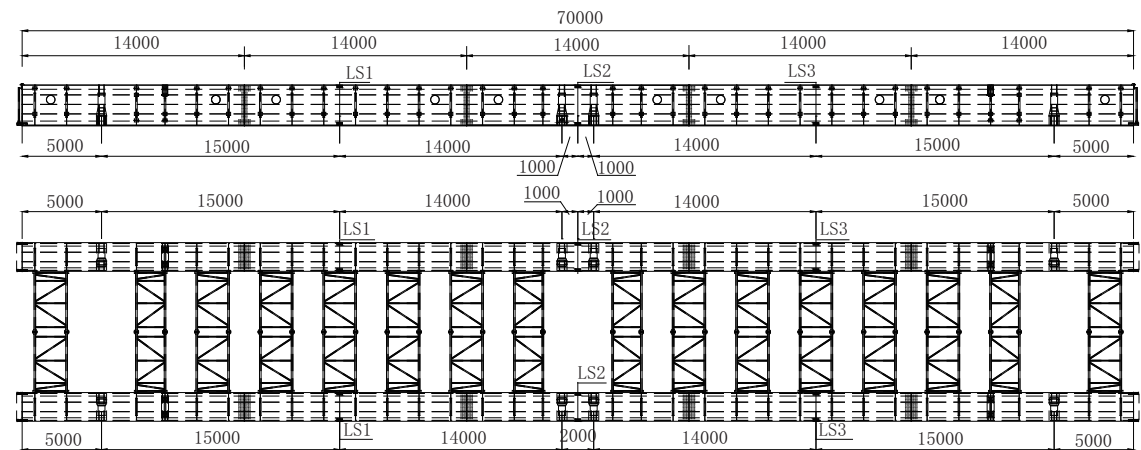


图11 纵梁应力测点平面布置图(单位:mm)

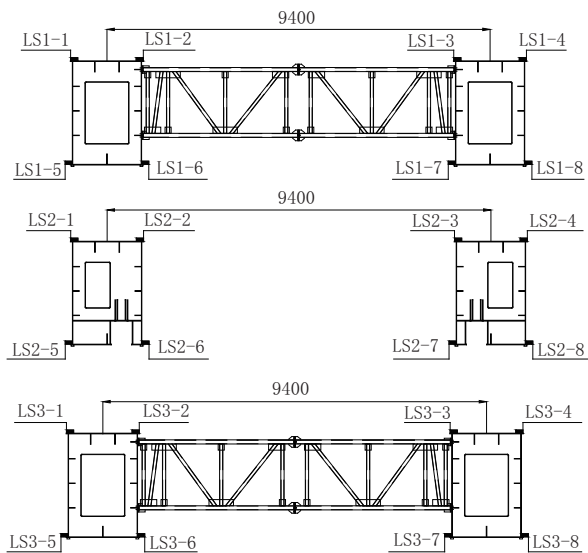


图 12 纵梁应力测点断面布置图(单位:mm)

(2)辅助材料及设备,塑料布和水管若干,水泵 1 台,水准测量 1 套;

(3)全面检查移动模架主纵梁及横梁的连接可靠性,检查底模侧模微调灵敏度,检查模架整体横移、纵移可靠性,检查支腿的连接可靠性,检查移动操作平台的平稳性。

3.2.2 人员和设备配备

(1)人员

全面负责现场加载试验总指挥 1 名,测量人员 3 名,安全员 1 名,加载工人 22 人。

(2)设备

50 t 履带车 1 台,50 t 汽车吊 1 台,平板运输车 1 台。

3.2.3 加载过程

加载前,完整读取应力、挠度测点初始值。

加载过程按照 0→20%→40%→60%→80%→100%的递增程度分级加载,现场要严格控制加载量,每级加载需在测量应力和挠度数据稳定后,方可进行下一级加载^[7]。

3.2.4 卸载过程

预压荷载卸载过程按照 100→80%→60%→40%→20%→0 的递减程度分级卸载,同加载过程一样,采用分级卸载、分级测量的方式。

卸载后对模架所有节点的连接部位进行全面排查,查看是否存在局部变形的情况;对所有底模和侧模及支架进行检查,查看是否产生变形或偏位;对松动的螺栓进行复拧。

4 组合预压试验结果

由预压过程实测数据,得主要结果如图 13 至 15

所示。

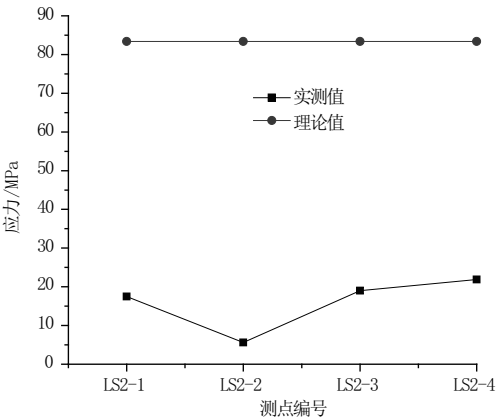


图 13 跨中 LS2 断面上缘应力实测图

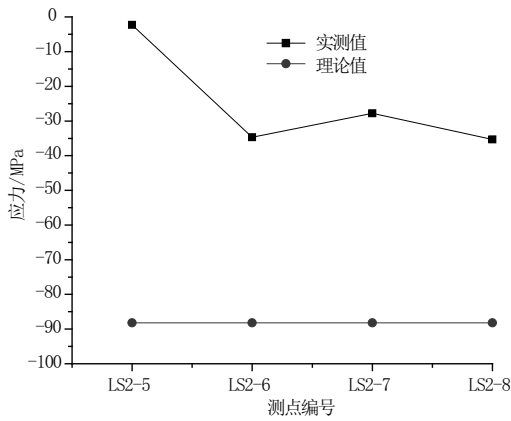


图 14 跨中 LS2 断面下缘应力实测图

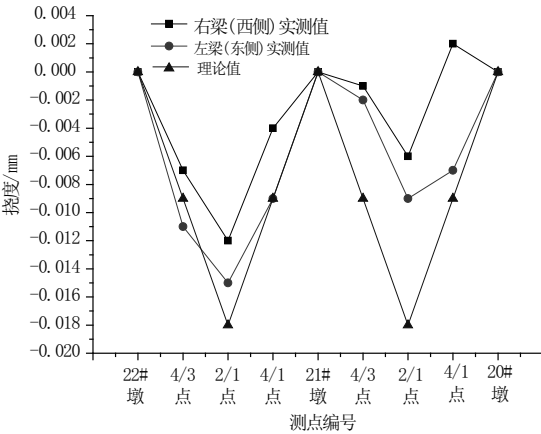


图 15 纵梁挠度实测图

根据现场实测数据,可看出本项目采用移动模架之后的实际效果:

- (1)满载时主梁挠度校验系数小于 1.0,满足要求;
- (2)满载时主梁应力校验系数小于 1.0,满足要求。

5 结 语

在 G15 沈海高速公路海口段 TJ4 标段长韵路跨线桥的工程实例中,采用了上压下挂的组合加载设计方案,在移动模架上布置了应力和挠度测点,结合分级加载和分级卸载试验过程,跟踪测量了结构的

(下转第 196 页)

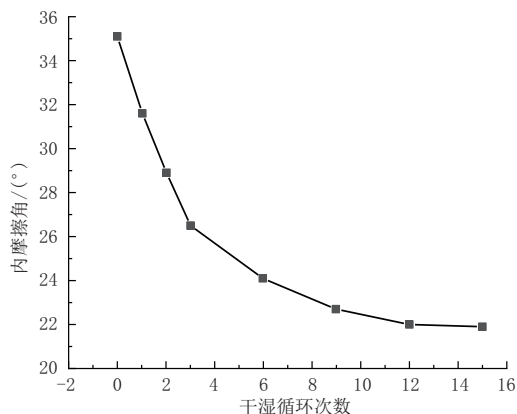


图6 干湿循环下软岩的内摩擦角变化曲线

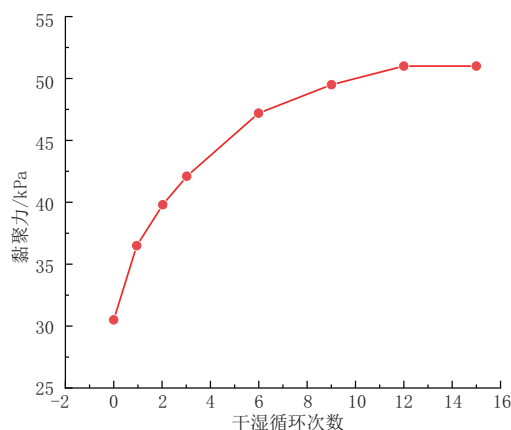


图7 干湿循环作用下软岩的黏聚力变化曲线

的方法对试验段的软岩填料进行一系列试验,分析了软岩填料的矿物成分、工程性能,以及压缩性和抗剪强度对路基稳定性的影响,得到以下结论。

(1)软岩主要由黏土矿物组成,会造成路基出现软化、崩解等工程问题,作为路基填料时要采取加固措施和系列排水措施来进行控制。

(2)饱水条件下的软岩软化系数要高于干湿循环

作用下的软化系数,故工程中此类填料在降雨等自然条件反复作用下会被显著劣化破坏,丧失部分工程性能。

(3)压实度为0.96时的软岩压缩系数随着干湿循环作用基本保持不变,因此,应当选取压实度为0.96类软岩作为填筑材料,以确保路基的稳定性。

(4)软岩的抗剪强度在前6次干湿循环作用下减小幅度更加明显,6次以后基本趋于稳定。干湿循环作用使得软岩的内摩擦角逐渐减小,黏聚力逐渐增大,弱化软岩的抗剪强度。

(5)建议在实际工程中应当对该类软岩填料进行破碎、雨淋再晾晒处理,主动使其抗剪强度降低以维护路基的长期稳定性。

参考文献:

- [1] 卿启湘,王永和,李光耀,等.软岩填筑高速铁路路堤的室内试验研究[J].岩土力学,2006(7):101-105,110.
- [2] 袁伟.软岩填料在高速铁路中的适用性分析与沉降研究[D].长沙:中南大学,2009.
- [3] 钟志彬,李安洪,邓荣贵,等.高速铁路红层软岩路基时效上拱变形机制研究[J].岩石力学与工程学报,2020,39(2):327-340.
- [4] 刘新喜,夏元友,刘祖德,等.强风化软岩路基填筑适宜性研究[J].岩土力学,2006(6):903-907.
- [5] 张鲁新.青藏铁路高原冻土区地温变化规律及其对路基稳定性影响[J].中国铁道科学,2000,21(1):36-47.
- [6] 刘新喜,夏元友,蔡俊杰,等.降雨入渗下强风化软岩高填方路堤边坡稳定性研究[J].岩土力学,2007,28(8):1705-1709.
- [7] 徐望国,张家生,贺建清.加筋软岩粗粒土路堤填料大型三轴试验研究[J].岩石力学与工程学报,2010(3):109-115.
- [8] JTG D30—2015,公路路基设计规范[S].

(上接第183页)

应力和挠度。试验结果显示结构强度和刚度均满足要求,可用于混凝土箱梁现浇施工。案例可为类似工程的试验加载提供参考^[8]。

参考文献:

- [1] 刘国强,赵建刚,何韬.Mss50-1800移动模架海水预压试验[J].公路,2009,9(9):113-116.
- [2] 张苹,秦星.凤凰二桥混凝土连续箱梁移动模架一次双跨整体浇筑施工技术[J].珠江水运,2019(2):70-71.
- [3] 罗立军,付军,余昆.大跨度桥梁悬臂施工挂篮预压试验加载方法研究[J].交通科技,2014(2):31-33.

- [4] 刘三友.Mss32-900型移动模架堆载预压与预拱度设置[J].铁道标准设计,2010(4):41-44.
- [5] 赵希青.预应力等效荷载法在支架预压施工中的应用[J].价值工程,2016,35(18):118-119.
- [6] 刘小军.桥梁工程中钢结构项目悬臂挂篮施工技术分析[J].北方交通,2018(2):24-26.
- [7] 蔡志舰,李强,陈长江.预应力反张拉法在支架预压施工中的应用[J].筑路机械与施工机械化,2013,30(12):91-93.
- [8] 勾永生,包杰.高墩大跨PC刚构桥挂篮预压试验分析[J].北方交通,2014(2):36-38.