

# 装配式牛腿支架在高铁连续梁 0<sup>#</sup> 块中的应用研究

费永攀

(四川桥梁工程有限公司, 四川 成都 610031)

**摘要:** 铁路项目连续梁设置点多量小, 按传统工艺施工需使用大量型材由人工加工处理, 耗时耗力, 大量结构需进行高空焊接, 焊接质量和施工安全风险高, 且大量预埋型材割除后周转利用率偏低, 施工完毕大量预埋件留置于墩身上, 修补困难, 外观质量无法保证。为解决这一系列问题及墩柱圆弧变形段支撑体系设置困难的问题, 文中结合川南城际铁路泸县车站 2<sup>#</sup> 双线特大桥, 设计装配式牛腿支架进行连续梁 0<sup>#</sup> 块施工。

**关键词:** 桥梁; 装配式牛腿; 连续梁; 墩柱

**中图分类号:** U445.4

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1671-2668(2019)03-0135-03

铁路连续梁 0<sup>#</sup> 块以往采用托架施工方法, 在浇筑墩柱封顶段前加工预埋钢板和预埋牛腿, 浇筑墩顶砟时预埋钢板和牛腿平撑, 墩身施工完成拆除模板后再高空焊接斜撑形成牛腿, 最后在其上铺设型钢分配梁及底模系统形成 0<sup>#</sup> 块施工托架, 质量和安全风险大。川南城际铁路泸县车站 2<sup>#</sup> 双线特大桥施工中, 为减少高空焊接, 增强施工安全性, 同时加快施工进度、提高材料周转利用率, 连续梁 0<sup>#</sup> 块采用装配式牛腿托架施工方案。

## 1 工程概况

川南城际铁路泸县车站 2<sup>#</sup> 双线特大桥全长 2 540 m, 其中连续梁布置形式为 32 m+3~48 m+32 m。连续梁 0<sup>#</sup> 块截面形式为: 横向宽度 13.2 m, 纵向长度 10 m, 高度 6.5 m, 翼缘宽度 2.85 m, 砟设计方量 190 m<sup>3</sup>。主梁设计为单箱单室箱形截面, 箱梁顶板宽 12.2 m, 底板宽 6.4 m, 纵向坡度为零; 顶板厚 32 cm, 底板厚 35~60 cm, 腹板厚 40~70 cm; 箱梁边跨现浇段和中跨合龙段梁高 3.05 m, 箱梁根部断面梁高 4.0 m, 从跨中至箱梁根部成二次抛物线( $y=0.95x^2/289+3.05$ )变化, 原点位于 6<sup>#</sup>、20<sup>#</sup>、23<sup>#</sup>、37<sup>#</sup> 截面上缘点,  $x=0\sim17$  m。梁体圬工采用 C55 砟, 梁体预应力体系采用高强度低松弛钢绞线, 公称直径为 15.2 mm, 弹性模量为 195 GPa。

主梁 0<sup>#</sup> 块采用装配式牛腿托架施工, 墩柱封顶段预留平撑及斜腿槽盒、JL32 精轧螺纹钢拉杆及精轧螺纹钢通孔, 墩柱施工完成后将牛腿加工成便于运输的装配式构件, 牛腿下端插入预埋槽盒内、上端用预埋或通穿的 JL32 精轧螺纹钢拉杆锚固, 槽口

内牛腿上下空隙用钢板支垫密实, 最后在其上铺设型钢分配梁及底模系统形成施工托架。装配式牛腿托架施工总体布置见图 1, 施工工艺见图 2。

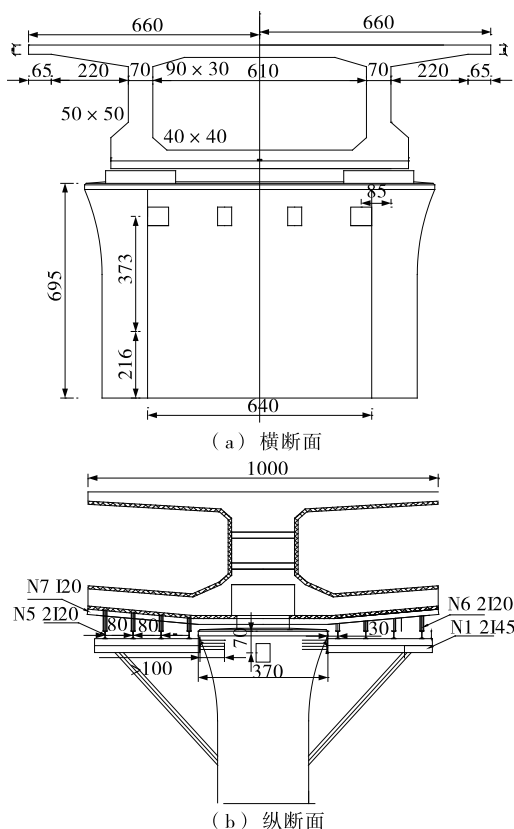


图 1 主梁 0<sup>#</sup> 块装配式牛腿托架施工  
总体布置示意图(单位: cm)

## 2 装配式牛腿设计

装配式牛腿由型钢横梁、立柱、斜撑、异形板及

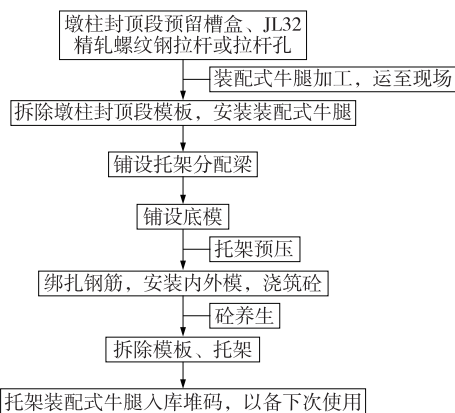


图2 主梁0#块装配式牛腿托架施工工艺流程

JL32 精轧螺纹钢拉杆组成。根据该桥 0# 节段的特点,为尽量少安装牛腿,共设计 3 种型号(见图 3~5)。其中:横梁采用 32b 或 45b 工字钢,设置 10 mm 厚内撑钢板加劲,梁端设置 2 cm 钢板焊接于梁端,同时设置 1 道 2 cm 钢板加劲,左右预留 2 或 4 道长 8 cm、宽 4 cm 条形孔,并设置加强钢板。立柱由竖梁及小横梁组成,采用 32b 槽钢组成钢箱形立柱,支腿由双 40b 或 32b 工字钢组成,长 120 cm。斜撑采用 2[32b 槽钢组成钢箱,在斜撑中部及两端共设置 3 道连接板加劲。横梁、立柱、斜撑间采用满焊连接,焊缝高度不小于 8 mm,并在牛腿下端支点处设置加强钢板。单个装配式牛腿组装长度为 300 或 520 cm,高度为 361 或 368 或 374 cm。

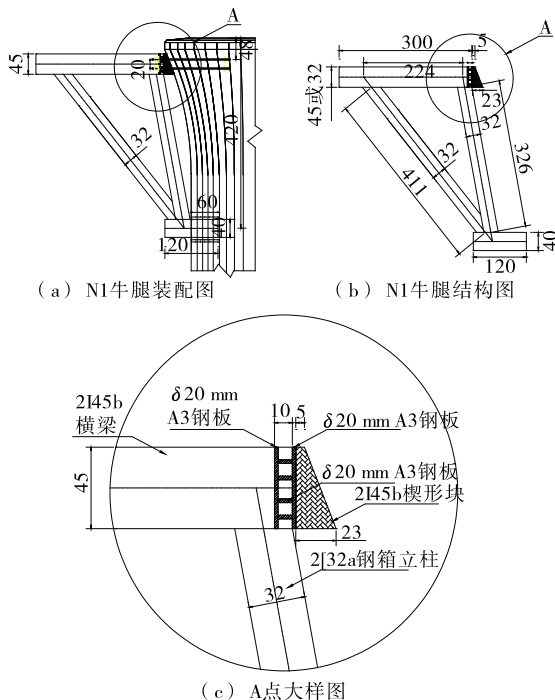


图3 牛腿构造示意图1(单位:cm)

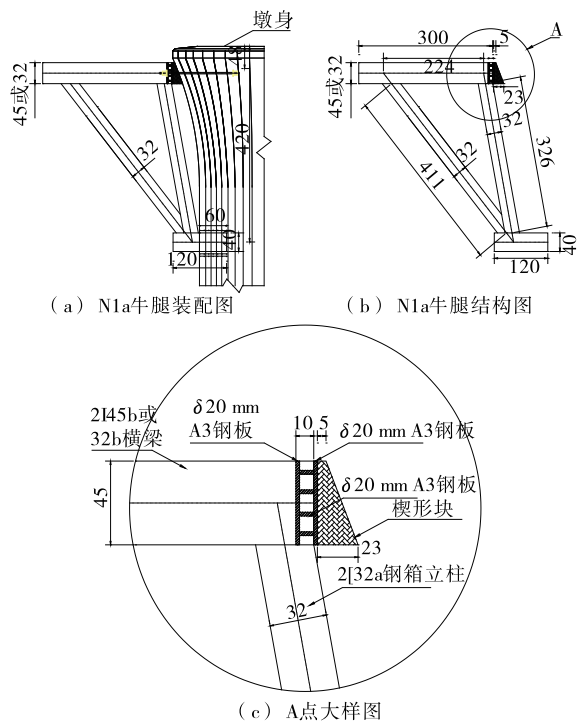


图4 牛腿构造示意图2(单位:cm)

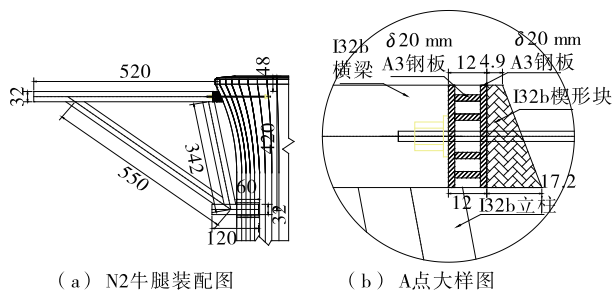


图5 牛腿构造示意图3(单位:cm)

### 3 装配式牛腿托架安装

#### 3.1 装配式牛腿布置

该桥连续梁主梁 0# 块翼缘宽 2.85 m、长 10 m,为支承翼缘板重量及其他临时结构,沿墩两侧顺桥向分别布置 3 片装配式牛腿,横桥向布置 4 片装配式牛腿,托架上布设小立柱调整坡度,上接分配梁。为保证架管的局部稳定性,支架搭设时搭好斜撑;为保证架管的整体稳定性,利用拉杆穿过模板将两边的钢管支架连成整体。块件侧模利用架管再次加固(见图 6)。

#### 3.2 托架拼装工艺

托架拼装顺序为预埋件安装→安装装配式牛腿→安装托架分配梁→铺设底模→托架预压。

(1) 预埋件安装。根据施工图设计,在浇筑墩

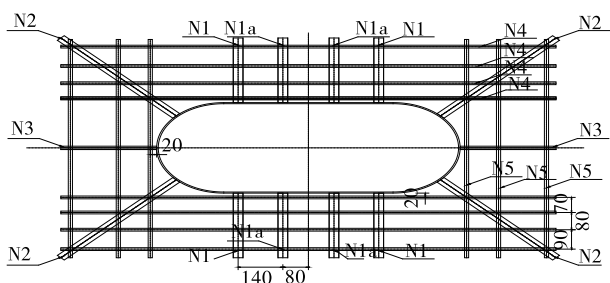


图6 牛腿布置示意图(单位:cm)

身封顶时安装托架预埋件,包括拉杆孔及2根JL32精轧螺纹钢拉杆。圆弧段采用预埋精轧螺纹钢,中间对称面采用预留精轧螺纹钢拉杆孔,成型后穿精轧螺纹钢。预留槽口深60 cm、高42 cm、宽30 cm,由3 mm钢板模板组合而成,上下口按10 cm×10 cm间距安装 $\phi 12$ 钢筋网加强。JL32精轧螺纹钢拉杆长度根据墩身情况确定,外露35 cm,锚入砼中部分大于100 cm,锚固端采用螺帽加强锚固(见图7)。

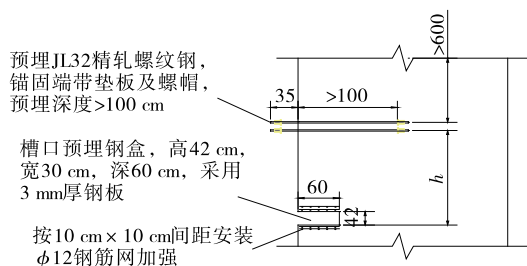


图7 预埋件布置示意图(单位:cm)

(2) 装配式牛腿安装。施工人员站在墩顶预埋件两侧搭设的工作平台上,在塔吊、倒链配合下将单片装配式牛腿支腿插入预留槽口中,上端将JL32精轧螺纹钢拉杆插入牛腿立柱的条形孔内,条形孔可避免因槽口预埋位置不准导致拉杆受剪。牛腿调整就位后,安装JL32螺帽并用加力扳手预紧锚固(见图8)。



图8 装配式牛腿安装

(3) 分配梁安装。利用塔吊将分配梁逐一安装到位。安装时通过拉线支垫薄钢板将分配梁顶部调

整到同一水平面上,保证0#块托架均匀受力,确保安全。分配梁全部安装到位后进行整体连接。

(4) 托架拼装完成后,检查是否按设计图进行拼装和铺设分配梁、牛腿下端与墩身预埋钢盒支撑是否贴合紧密及位置是否在受力中心、JL32精轧螺纹钢拉杆是否位于条形孔正中(确保其不承受剪切力)、JL32螺帽是否锚固。

(5) 托架预压。检查无误后按设计荷载进行加载试压。采用千斤顶对支架分级加载的方式,在承台砼浇筑时预先埋好JL32精轧螺纹钢作为反力锚固点(见图9)。通过预压,检查支架的牢固程度及可靠性,获得支架的弹性变形值,同时消除非弹性变形;对所采集数据进行分析,还可提供0#块立模标高指导施工。



图9 装配式牛腿预压

#### 4 施工过程控制

(1) 强度及变形控制。采用MIDAS软件建立模型进行计算分析,单片装配式牛腿上端及下端均为刚性铰支座,根据施工设计图及浇筑工艺,在该工况下进行验算满足强度及施工要求。

(2) 托架高程控制。托架前端由于荷载作用会产生弹性挠度,可在施工前设置部分预抬值(经严格计算及托架预压确定)进行控制。该桥0#梁段施工时,托架前端设置弹性及非弹性变形预抬值。

2018年10月29日,该桥5#主墩0#块砼浇筑完成(见图10),经检测,其质量优良,满足设计及规范要求。利用装配式牛腿托架施工高速铁路“花瓶



图10 施工完毕的0#块

(下转第143页)

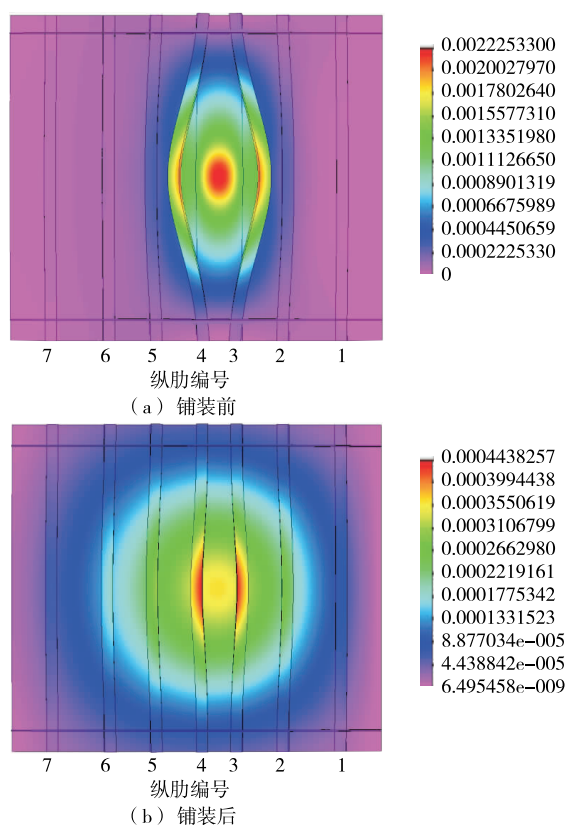


图 12 聚合物改性砼铺装后面板理论计算最大变形(单位:m)

由表 5 可知:在横向不同载轮作用下,各加载线作用位置测点的变形最大,向两侧逐渐减小;相同试验工况下,铺装前面板最大局部变形为 $-2.28\text{ mm}$ ,铺装后减小至 $-0.41\text{ mm}$ ,平均减少 $80\%$ ,理论变形平均减少 $78\%$ 。聚合物改性砼铺装对减小钢桥面板在局部轮压作用下产生的局部变形效果较明显。

(上接第 137 页)

墩”连续刚构 $0^\#$ 块的方法获得成功。

## 5 结语

随着铁路建设的不断发展,连续梁桥越来越多。连续梁桥主梁 $0^\#$ 块托架搭设极其麻烦,所需钢材数量多,墩柱封顶后方可施工,托架搭设影响其施工进度,且高空焊接作业多,安全风险大。装配式牛腿托架施工方法变高空焊接为地面焊接、空中装配,托架安装时间短,高空作业少,安全性较好,且施工完成后拆除简单,可周转使用,利用率高,还可解决铁路桥“花瓶墩”墩柱圆弧变形段支撑体系设置困难的问

## 5 结论

该文对某简支钢箱梁桥第 13 跨进行聚合物改性砼桥面铺装改造,对改造前后结构应变和面板变形进行测试,得到如下主要结论:1) 试验跨采用聚合物改性砼铺装改造后,钢箱梁的局部应力改善较明显,纵肋实测、理论应变分别减少 $80\%$ 、 $77\%$ ,面板实测、理论应变分别减少 $88\%$ 、 $86\%$ 。2) 试验跨采用聚合物改性砼铺装前的实测面板最大局部变形为 $-2.28\text{ mm}$ ,铺装后减小为 $-0.41\text{ mm}$ ,面板实测局部变形平均减小 $80\%$ ,理论变形平均减少 $78\%$ ,局部变形改善较明显。

聚合物改性砼材料的弹性模量对温度影响较敏感,其材料具有冷硬、热软的特性。该桥聚合物改性砼铺装试验在 1 月份完成,属于一年之中温度较低的时段,对聚合物改性砼在环境温度较高情况下的受力特征需进一步研究。

## 参考文献:

- [1] 交通部公路科学研究所.大跨径混凝土桥梁的试验方法[R].北京:交通部公路科学研究所,1982.
- [2] JTG D64—2015,公路桥涵钢结构及木结构设计规范[S].
- [3] JTG D60—015,公路桥涵设计通用规范[S].
- [4] 王迎军,朱桂新,陈旭东.虎门大桥钢桥面铺装的使用和维护[J].公路交通科技,2004,21(8).
- [5] 李嘉,冯啸天,邵旭东,等.STC 钢桥面铺装新体系的力学计算与实桥试验对比分析[J].中国公路学报,2014,27(3).

收稿日期:2018—06—20

题,对铁路同类型桥梁施工有很大借鉴价值。

## 参考文献:

- [1] TB 10752—2010,高速铁路桥涵工程施工质量验收标准[S].
- [2] JTJ 025—86,公路桥涵钢结构和木结构设计规范[S].
- [3] 宋杰.高速公路连续刚构桥现浇支架施工改为牛腿托架施工技术[J].建筑机械,2017(5).
- [4] 赵发伟.高速公路高墩大跨度刚构连续梁 $0^\#$ 块牛腿托架施工技术[J].价值工程,2016(9).
- [5] JTG D60—2015,公路桥涵设计通用规范[S].

收稿日期:2019—02—27