

樟木箐安宁河钢桁梁支架法 施工工艺研讨

李 建, 刘 洋

(中国水利水电第五工程局有限公司, 四川 成都 610066)

摘 要: 钢桁梁桁架杆件具有较大的刚度和跨越能力, 已在越来越多的铁路领域应用。樟木箐安宁河双线特大桥跨越安宁河, 采用 80 m 等跨度钢桁梁, 全桥在节点处加设支架用于调整预拱度, 起吊高度为 20 m 左右, 施工难度较大, 对安装精细度要求较高。以樟木箐安宁河双线特大桥为例, 介绍了钢桁梁支架法施工工艺及流程。

关键词: 钢桁梁; 预拱度; 支架法; 施工; 樟木箐安宁河双线特大桥

中图分类号: U21; U215; [U24]

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2019)增 2-0009-05

Discussion on Construction Technology of Steel Truss Beam Support Method on Anning River of Zhangmuqing Country

LI Jian, LIU Yang

(Sinohydro Bureau 5 Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610066)

Abstract: Steel truss members of steel truss beam have greater rigidity and spanning capacity, which have been applied more and more frequently in railway fields. Zhangmuqing Anning River Double-Track Great Bridge crosses Anning River adopts 80m equal span steel truss beam, and additional supports are set at the nodes of the whole bridge to adjust the pre-camber, with lifting height of about 20m. Therefore, the construction is difficult and higher installation precision is required. Taking Zhangmuqing Anning River Double-Track Great Bridge as an example, the construction technology and process of steel truss beam support method are introduced.

Key words: steel truss beam; pre-camber; support method; construction; Zhangmuqing Anning River Double-Track Great Bridge

1 概 述

成昆铁路是西南地区乃至全国重要的铁路干线, 北起四川成都, 南至云南昆明, 线路全长 1 096 km。樟木箐安宁河双线特大桥跨越安宁河, 采用 3×80 m 下承式钢桁结合梁, 桁高 11.5 m, 节点间距为 10 m。该桥为有砟轨道 80 m 双线下承式钢桁结合梁, 主桁采用三角无竖杆桁架, 桥面系采用密横梁与混凝土桥面板结合体系。该桥节点间均采用拼接板栓接, 对安装精度及线形要求较高。杆件拼接时, 采用对角线对中的方式进行控制。鉴于该桥采用钢混结合的方式, 为了减少混凝土收缩的影响, 桥面板混凝土分两次浇注, 先浇注跨中 30 m, 待混凝土初凝后再浇注两侧剩余部分的混凝土。

2 钢桁梁安装总体施工方案

收稿日期: 2019-09-18

首先在 31~33 号墩间填筑施工平台, 该平台宽 42 m, 长 160 m。由于该桥平台基础均处于水中, 故其施工平台材料选择了透水性较好的砂石料, 填筑过程中需层层碾压并做地基承载力试验, 待地基承载力满足要求后进入下一步施工。

全桥钢桁梁采用支架法吊装, 设置了 5 组临时支墩, 每个临时支墩设置在下弦杆节点处, 为保证钢桁梁预拱度, 增设了 2 组临时支墩。临时支墩上方设置双 I40a 工字钢作为横向支撑分配梁, 分配梁上部设置了高度低于 50 cm 的调节块。临时支架间采用角钢焊接, 用于保证相互之间的整体稳定性。杆件安装完成后, 用千斤顶顶起钢桁梁直至其上升到预设的施工预拱度, 整体吊装完成、高强螺栓终拧完成后拆除临时支架, 将钢桁梁落在永久支座上。

钢桁梁下弦杆的吊装采用预拼组件再吊装的

方式,每个节段的组装方式为:在地面组装,将单个节段的下弦杆、横梁组装完成后吊至作业面。因受临时支墩影响,次横梁在下弦杆整体吊装完成后进行吊装。

斜腹杆、上弦杆、连结系吊装的顺序:从单跨钢

桁梁中心分别往两端平行(线左、线右)进行吊装。具体分 8 组(从 31 号墩至 32 号墩方向依次为第 1~8 组),单根吊装至作业面后进行安装,单组安装完成后进行下一组吊装。吊装顺序见图 1。

3 支架法吊装的主要步骤及工艺

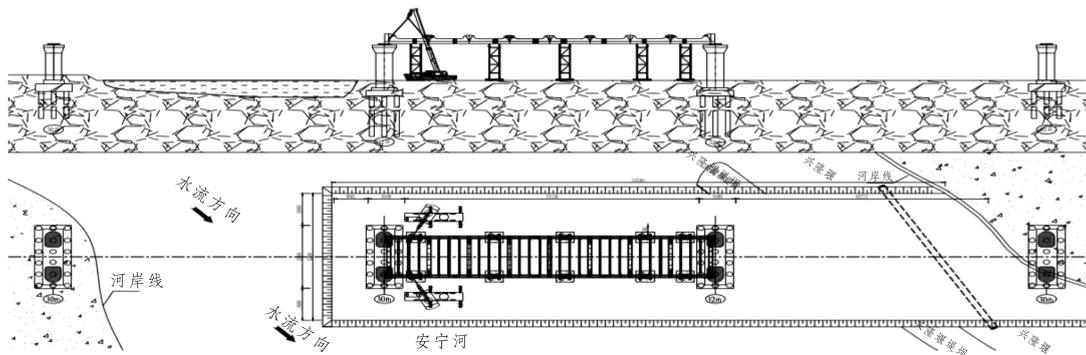


图 1 施工围堰布置及吊装方式图

根据支架法架设钢桁梁的施工方法及该桥现场的条件确定该桥的吊装顺序为:临时支墩→下弦杆预拼→下弦杆组件吊装→斜腹杆吊装→上弦杆吊装→上平联安装→调整预拱度→高强螺栓终拧、检查→焊缝焊接→拆除临时支墩→清理施工围堰。

3.1 临时支架的施工

根据现场实际条件及 MIDAS 程序进行空间仿真模拟计算,该工程现场用临时支墩采用格构

支架形式,单个立柱支架管中心的横向间距为 2.5 m、纵向间距为 1.5 m,主要由横断面尺寸不小于 $\phi 377 \times 8$ mm 的钢管通过角钢 $\angle 75 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$ 、槽钢 [14 连接而成。立柱支架顶部在非墩顶节段处采用型号为 H600 mm \times 300 mm \times 16 mm \times 21 mm 的 H 型钢与钢管焊接作为支撑横梁。为便于钢桁梁初步定位后的精确调整,在横梁上翼缘上部设置调节支撑,要求调平支撑高度不得大于 500 mm,通过焊接与横梁上翼缘板连接(图 2)。

钢桁梁横截面示意图

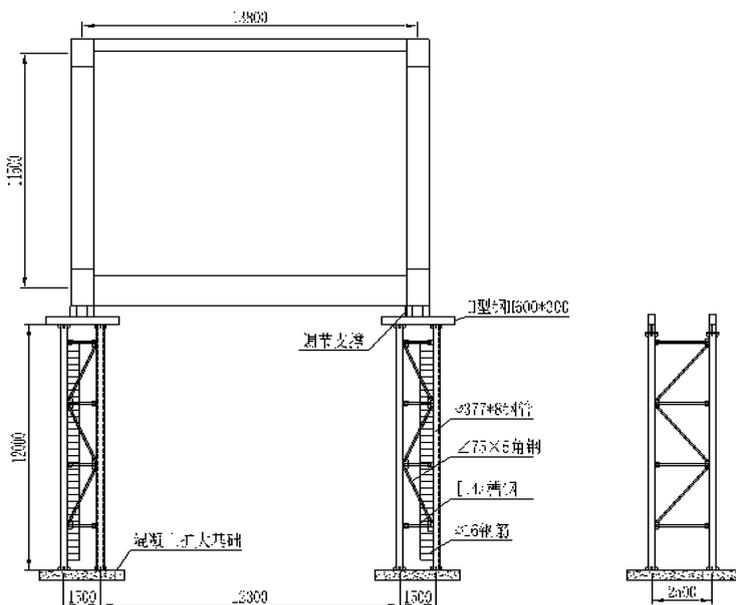


图 2 临时支墩结构图

设计及规范要求。具体预拱度设置情况见表 1。

4 高强螺栓的施拧及检查

各部位杆件吊装、校正完成后终拧高强螺栓,高强螺栓的施拧采用扭矩法并用紧扣法检查。

4.1 高强螺栓的施拧

高强螺栓法的施拧采用两步法,即初拧和终

表 1 施工预拱度设置表

拱节点编号	理论预拱度 /mm	实设预拱度 /mm
E0	0	0
E2	30.1	31.9
E4	55.9	58.1
E6	72.9	74.1
E8	79.1	79.3
E6'	72.9	74.1
E4'	55.9	58.1
E2'	30.1	31.9
E0'	0	0

拧。初拧值为扭矩值的 50%,终拧值按照扭矩值进行计算^[4]： $M=KNd$

式中 M 为扭矩值, Nm; K 为扭矩系数; N 为螺栓施工的预拉力, kN; d 为螺栓的公称直径, mm。

4.2 高强螺栓的检查

初拧检查后,使用 0.3 mm 塞尺插入板缝,插入深度小于 20 mm 者为合格,合格后用红色油漆进行标注。

终拧完成后,所有高强螺栓的误差值不能超过实际值的 10%;对于超过其值的,欠拧的应重新补拧,超拧的则在更换螺栓后重新拧紧^[5]。

4.3 施拧要求

(1)杆件组拼前,对其接触面应清除油污水污垢及毛刺,将栓孔内的污锈同时清理干净,螺栓丝扣损坏、弯曲、锈蚀、污染尘土者不能使用。

(2)备好扳手、冲钉、撬棍、钢丝刷等工具,安装前对钢板摩擦面进行清理,摩擦面不能有油漆、污泥,孔的周围不能有毛刺。遇到螺栓有问题时,不能强行将螺栓打入,也不得使用气割扩孔,应用绞刀扩孔,扩孔后的孔径不应超过 1.2 d (d 为螺栓直径),扩孔后应重新清理孔周围的毛刺。高强螺栓的连接面板间应紧贴密实,所安装的高强螺栓方向必须一致。

(3)施工所用的扭矩扳手在使用前必须校正检定,待其检定合格后方能使用。

4.4 高强螺栓的保存

施工现场必须采用规定的工具袋将螺栓运至现场,在其搬运过程中要轻拿轻放,防止碰损丝扣或沾污泥沙。施工现场需安排专人对高强螺栓进行看管。同一批号的高强螺、螺母、垫片必须使用在同一个部位,不能混用。

5 焊接工艺及质量控制

5.1 焊接工艺

(1)项目开工前已按设计及相关规范要求对主要焊缝进行了焊接工艺评定,各项焊评均合格。

(2)在焊接主要构件时均增设了焊接试板。试板采取同材质、同厚度、同坡口形式、同焊接方法、同一施工者进行焊接,并从焊接试板上取样进行了破坏性试验。

(3)所有焊接接头破坏性试验报告均报送监理工程师认证试验结果并备查。

(4)建立健全了工地现场的焊接岗位责任、安全、供电、通风排尘等规章制度。

(5)检查焊接作业设备,对设备电压、电流、气流进行了检测,对不符合要求的设备进行了检修或更换。

(6)全面检查了相邻钢结构端口的吻合程度、间隙尺寸及接头坡口尺寸。

(7)对沿环形焊缝两侧各宽 50 mm 的范围用砂轮机进行表面除锈,清理程度须达到 St3 级。

(8)当焊接环境温、湿度不符合规定要求时,按工艺规程进行必要的预热,雨天避免露天施焊。

(9)对接定位焊采用手工电弧焊或半自动 CO₂ 气体保护焊,其焊脚尺寸大于 4 mm。

(10)对接环缝采用 CO₂ 气体保护半自动焊,焊接顺序采用从桥中轴线向两侧对称施焊。

(11)在工地焊接钢结构时,其环缝焊接 24h 后须按工程技术要求进行无损检测。

(12)焊缝若出现不合格情况时,应报监理工程师同意后修补,且修补部位须采用 X 射线探伤检查(符合探伤条件),修补次数控制为少于两次。严格控制安装尺寸精度和焊缝外观质量。

5.2 控制措施

(1)焊接人员必须持有焊工证件;

(2)注意保护好焊接设备,发现问题时须更换;

(3)焊接材料一定要保存好,按规定烘焙、领用并做好记录;

(4)焊接前,彻底清理待焊区域的铁锈、氧化铁皮、油污、水份等杂质;

(5)焊接温度低于 5℃时,应对杆件周围进行预热,杜绝在母材上引弧;需要补焊时,其焊接长度不小于 50 mm。

6 结 语

(1)将单根杆件预拼成单元节吊装,既能节省吊装时间、降低安装风险,又能有效控制安装误差。

(2)临时支墩基础设置沉降观测桩,用于观测基础是否有沉降;在临时支墩钢管柱上设置控制点,用于观测临时支墩是否有变形;所有高强螺栓终拧前,调整好施工预拱度及线形,通过节点间的高程调整成桥预拱度。

(3)临时支撑系统是保证全桥预拱度关键之所在,施工过程中需要对其特别注意,在

(上接第 8 页)

(3)钢筋的加工与绑扎。二衬钢筋加工前,首先按设计的尺寸进行配筋设计,根据配筋设计在洞外钢筋场下料加工成型并分类堆放、挂牌标示。

二次衬砌的钢筋采用 HPB300 和 HRB400 钢筋,主筋保护层迎水侧厚 50 mm、背水侧厚 40 mm,构造钢筋保护层厚度不小于 20 mm。先绑扎底板钢筋,后绑扎边墙及拱钢筋。底板钢筋施工时先铺设底层钢筋,后绑扎顶层钢筋,两层钢筋间用架立筋支撑,防止浇筑混凝土时顶层钢筋塌陷。对于墙拱钢筋,先绑扎外圈钢筋,再绑扎内圈钢筋。绑扎墙拱钢筋时须搭设简易钢管作业平台。

(4)联络通道和泵房二次衬砌施做时预留注浆管,二次衬砌施做完成后进行二衬背后的注浆,确保联络通道和泵房二次衬砌背后填充密实。

4 结 语

隧道工程盾构法是一项综合性施工技术,联络施工通道是盾构隧道工程的附属设施,其开挖采用的工法与盾构法施工截然不同,绝大部分是采用人工开挖,风险较大,故采用正确的方法提高工效,保证安全。

(1)该工程为采用人工开挖的低瓦斯隧道,增大了施工难度。由于事前制定了安全管控办法及

未终拧、检测完,禁止拆除临时支墩。

(4)对全桥实施联测,形成连续有效的监测数据,实时控制、实时调整,方能有效地保证钢桁梁的成桥预拱度。

参考文献:

- [1] TB10091—2017, 铁路钢桥结构设计规范[S].
- [2] TB10212—2009, 铁路钢桥制造规范[S].
- [3] TB10203—2002, 铁路桥涵施工规范[S].
- [4] TBJ214—92, 铁路钢桥高强螺栓连接施工规定[S].
- [5] TB10415—2003, 铁路桥涵工程施工质量验收标准[S].

作者简介:

李 建(1974-),男,四川金堂人,项目经理,高级工程师,一级建造师,从事铁路工程施工技术与管理工作;

刘 洋(1988-),男,吉林磐石人,助理工程师,从事铁路工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

技术措施,从而有效地保障了后续施工的安全。

(2)施工过程中及时调整了开挖方式,以机械设备施工为主,人工作业为辅;采用液压劈裂机施工,创新了施工工艺,该施工工艺在采用矿山隧道法且作业环境狭小的低瓦斯隧道开挖中能发挥较强的优势,施工进尺相比人工开挖提高了一倍,有力地保障了工期节点,为今后相关工程的施工积累了丰富的经验。

参考文献:

- [1] 王 芳.地铁隧道盾构施工风险分析及对策研究[D].西安建筑科技大学,2009.
- [2] 杨勇勇.隧道联络通道开挖对地表沉降和隧道位移的影响研究[D].浙江大学,2013.
- [3] 郑宁涛.城市轨道交通盾构工程施工监测与结果分析[J].河北企业,2017,28(3):127—128.
- [4] 孙福明.盾构隧道联络通道施工技术探讨[J].市政技术,2011,29(3):75—78.
- [5] GB50108—2008,地下工程防水技术规范[S].

作者简介:

刘震中(1976-),男,安徽合肥人,高级工程师,从事建设工程施工技术与管理工作;

杜泽东(1981-),男,四川南充人,助理工程师,从事地铁工程施工技术与管理工作;

李海涛(1996-),男,四川德阳人,助理工程师,从事地铁工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)