

高原季风气候对超宽幅钢箱梁焊接的影响

李 洋 昊， 张 宏， 刘 正

(中国水利水电第七工程局有限公司 第一分局,四川 彭山 620860)

摘 要:随着钢材结构加工技术的发展,钢箱梁的应用越来越广泛,高原季风气候条件下进行钢箱梁焊接已成为不可避免的问题。为了更好地解决钢箱梁高原季风气候焊接的难题,介绍了针对西昌某项目海河大桥钢箱梁焊接进行的研究与分析,通过一系列试验得出了更适合高原季风气候区钢箱梁焊接的技术措施,有效地保障了钢箱梁焊接质量。

关键词:宽幅钢箱梁;施工结构设计;施工技术;吊装焊接;高原季风气候;影响

中图分类号:TU7;TU5 **文献标识码:** B **文章编号:**1001-2184(2021)01-0057-03

Influence of Plateau Monsoon Climate on Welding of Ultra Wide Steel Box Girder

LI Yanghao, ZHANG Hong, LIU Zheng

(First Branch of Sinohydro Bureau 7 Co., LTD, Pengshan, Sichuan, 620860)

Abstract: With the development of steel structure processing technology, steel box girder is widely used, so welding of steel box girder under the plateau monsoon climate is an inevitable practice. To well tackle the problems encountered during welding of steel box girder under plateau monsoon climate, this paper studies and analyzes the welding technology applied for Haihe Bridge Project in Xichang. Through a series of experiments, this paper introduces technology measurements that are more suitable for welding of steel box girder under plateau monsoon climate, with which welding quality is effectively guaranteed.

Key words: wide steel box girder; structure design; construction technology; hoisting welding; plateau monsoon climate; influence

1 概 述

在低环境温度下焊接由于焊缝的冷却速度比常温条件下快许多,当焊接接头冷却到钢的马氏体转变温度附近时容易产生马氏体、贝氏体等淬硬组织,焊缝中的扩散氢也来不及释放,由于淬硬组织、拘束应力和氢的作用三大因素影响易产生冷裂纹。对于低温条件下焊接施工的技术措施,我国的焊接规定焊接的环境温度不应低于 5℃,严禁焊件在温度低于-20℃时施焊;当焊接环境温度低于-10℃时,需经过相应的环境温度保护且经过评定合格后方可进行焊接。

由此可见,我国主要对最低焊接温度进行了规定,同时对低温环境下的焊接提出了预热和后热及保温的要求,其中对焊接温度不低于 5℃的要求最高,最为严格。在我国焊接施工规范中,没有具体的“临界施焊最低温度”的定义,只能根据实际情况做出适合于客观环境的正确决策。

高原季风气候的特点是风力大,多大风、雷暴和冰雹等天气,对焊接有低温和风力因素的影响,在这种低温环境下,进行超宽钢箱梁的焊接施工有很大影响。在进行焊接施工时,风力和低温会造成焊接接头急速变冷、焊接时的氢不容易向外扩散而造成钢结构产生裂纹,进而影响到焊接施工的整体质量^[1]。钢箱梁采用的焊接方式有:埋弧自动焊,二氧化碳气体保护焊,手工电弧焊。在超宽幅钢箱梁施工中,焊接技术的好坏将直接影响到施工的质量。笔者以西昌某项目为例对其进行阐述。该项目受高原季风气候的影响,超宽幅钢箱梁的焊接受到了很大的影响,项目部结合以往的施工经验并经过多次试验结果对比,最终采用了带有二氧化碳防护罩的焊接技术,有效降低了高原季风气候对焊接的影响。在进行钢箱梁焊接时,采取多层焊接的施工方式,既可以实现对焊接施工的有效控制,同时又可以确保焊缝的质量。该焊接施工方法需根据钢箱梁的结构以及材

料等进行确定,同时还需要根据钢箱梁的施工图纸对焊接位置进行纠正。

2 钢箱梁的焊接施工

2.1 焊接工序

钢箱梁经检验合格后进行吊装,再按照本工程的焊接要求及焊接顺序进行钢箱梁的焊接。焊接时先点焊进行临时固定,然后再进行全方位的焊接。钢箱梁焊接时,必须按焊接施工工艺中规定的焊接顺序、焊接要求及焊接方向施焊,不得随意改变焊接施工步骤。在进行钢箱梁吊装时,所有的零件和单元都需要利用定位焊进行组装,然后再将其焊接成整体结构,定位焊的质量将直接影响到产品的质量,因此对其一定要引起十分的重视。在进行定位焊之前,应根据焊接工艺和图纸对焊件的坡口尺寸、几何尺寸、焊接缝隙进行设计,且对施工部位根据具体情况进行清理,检查合格后方可进行钢箱梁的吊装及定位焊接,否则不得进行定位焊接。定位焊缝不能出现夹渣、裂纹、焊瘤、焊偏等缺陷,咬边深度不得大于 0.5 mm。定位焊缝应布置在焊道内并应由持合格证的焊工施焊。

为了防止产生过大的内应力而导致钢箱梁每段的外部结构尺寸发生改变,钢箱梁段的焊接应分步进行,并且遵循先内后外、先下后上、由中心向两边进行施焊的原则,优先选用二氧化碳焊接的方法。焊接的施工顺序对焊接变形及焊后残余应力有很大影响,焊接时,为尽量减少结构焊接后的变形和焊后残余应力,结构焊接应尽量实行对称焊接,让结构受热点在整个平面内对称、均匀分布,避免结构因受热不均匀而产生扭曲和较大的焊后残余应力^[2]。

2.2 焊接控制要点

在进行焊接时,一定要特别注意现场的环境,当焊接环境出现下列任一情况时,必需采取有效的防范措施,否则禁止施焊。①风速大于 2 m/s 时,必须采用防风棚、防风罩等措施。②相对湿度大于 80% 时,采用火焰加热法将工件表面的水分去除。③雨天采用搭建防雨棚的方式以保证施焊时不受风雨的影响,否则应停工。④焊件温度低于 5℃ 时,缝口两侧 100 mm 范围内按照要求烘烤加温。基于以上要求,项目部技术人员根据工程的地理位置特点以及现场焊接的经验研发出

了一种提高焊接质量的措施:选择合适的焊接工艺参数和正确的操作方法并在正式施焊前进行焊接工艺评定,根据合格的评定报告进行焊接。焊接过程采用工装对箱梁加以固定,防止焊接过程中产生角变形,同时减少挠曲变形和扭曲变形。

2.3 高强度水平轴向风力环境中的钢箱梁焊接技术

在现场进行钢箱梁焊接施工时,水平轴向风力会将焊接时的二氧化碳吹走,从而导致二氧化碳的浓度不足,进而对焊接的质量产生影响。

在西昌某项目施工中,总承包部技术人员通过对二氧化碳浓度进行调整的实验方法确定出二氧化碳气体保护焊所用的二氧化碳浓度不得低于 99.5%,二氧化碳气体保护焊用的二氧化碳气体的含水量及含氮量不应超过 0.1%。采用在焊接机械设备顶部安装风速传感器的方法,连续实时监测施工位置的风速以及风量的大小,在焊机上设置智能化程序,当焊接现场的风速大于 2 m/s 时,二氧化碳保护焊机就会自动切断焊接设备保护电源,开启焊机防风罩以满足二氧化碳保护焊的施工要求,确保高强度水平轴向风力作业环境下二氧化碳的浓度,保障钢箱梁的焊接质量,确保施工进度。

2.4 昼夜高温差应力变化状况下的钢箱梁焊接

钢箱梁钢板的焊接对环境的温度要求较高,温度过低会导致焊接时接头迅速变冷,温度过高会使焊接的接头不能在合理的时间范围进行冷却,这两者都会导致焊接质量的降低,进而影响到后续的工程质量^[3]。

本工程通过恒温通风设备,采用阻燃风带输送通风,使钢箱梁接触面基本保持在恒温状态,采用代替常规陶瓷加热片的做法解决了昼夜高温差作业环境的问题。一般情况下,可将层间温度维持在 20℃~150℃,应尽量一次性完成接头的焊接工作,然后再重新加热焊缝,此时的加热温度应比焊接前的温度提高 20℃~30℃ 左右,直至完成焊接作业。

3 与传统焊接方式进行对比

传统二氧化碳焊接技术:在之前的现场施工中,一般都采用传统的二氧化碳焊接技术,但这种焊接技术存在很多局限性:在进行小直径、大长度撑管焊接作业时,之前所用的传统焊接技术就变

得很受限制,很难有效的完成焊接作业;有时,虽然完成了焊接工作,但往往实际的焊接质量很难得到保障。在焊接过程中,不但焊接者工作强度大,而且焊接工作效率也不高,这种现状已很难满足现代工业钢箱梁的安装施工。鉴于现场发现高原季风气候严重影响二氧化碳焊接的质量,项目部技术人员根据现场的实际情况并经试验证实采用在二氧化碳焊机外加风罩的方式解决了焊接质量问题^[4]。

二氧化碳气体保护焊焊接技术的主要特点:(1)二氧化碳气体保护焊在焊接的过程中会集中产生电弧热量,同时,由于焊接的加热面积较小,焊接液体的熔池就小,有利于焊接过程中的双面成型,便于对焊接池进行有效控制。(2)二氧化碳气体保护焊在焊接过程中焊接的电流较大,可以有效保障焊接的熔深。由于焊接用的熔池较小,焊接的速度较快,会使焊接效果更加深入,更有利于焊接过程中的焊透。(3)二氧化碳气体保护焊在焊接过程中相较于其他的焊接方式焊渣较少,有利于焊接的可见度,亦有利于在焊接过程中对焊接的外观形状进行控制,同时还可以实现对焊接质量的控制,从而可以在保障焊接工人工作效率的同时缩短焊接的时间,为焊接工作人员减轻了负担,并且还节约了焊接中的材料损耗^[5]。

4 关键技术

二氧化碳保护焊机的关键即通过风速传感器、可视化防风罩、温度传感器、恒温通风设备解决了高原季风气候超宽幅钢箱梁受风速、温度应力影响产生的焊接质量问题。风速传感器能够精确的传感外界风速,采用可视化风罩可以对施工中的操作进行可观控制,采用温度传感器和恒温通风设备可以对施工中的温度进行实时控制,保持温度恒定在焊接的最佳温度范围。通过这四个关键点,达到了提升焊接质量的目的。二氧化碳保护焊机不仅适用于高原季风气候地区,而且对各种低温、多风天气都适用;在二氧化碳保护焊机底部安装的滑轮,使二氧化碳保护焊机在转移过程中变得轻易简便。

5 焊接质量检查及注意事项

焊接质量检查:包括外观检查 and 无损检验。外观检查是指焊缝外表不得有裂纹、未融合、夹渣、咬边、烧穿、弧坑等缺陷,焊接区无飞溅残留

物;焊缝无损检验是利用超声波探伤仪和 X 射线对焊缝进行检验,要求超声波探伤 100%,X 射线不少于 10%拍片检查。

注意事项:(1)每道焊缝施焊完成后应清除焊缝表面的焊渣及两侧的飞溅物,打磨光滑后方可继续施焊。(2)焊接过程中不允许在焊缝以外的母材上随意引弧,焊接时必须使用引、熄弧板。(3)对拼装时所用的码板必须采用火焰切除或机械切除的方法,火焰切除留 3~5 mm 码板,多余部分采用磨光机修磨光滑,不能对主要材料造成损害^[6]。

钢箱梁焊接施工时,一定要严格工序检查:从下料工序开始,严格控制箱梁板料及单件的直线度、平面度误差,即用于整体拼装的单件误差一定要控制在图纸或规范允许的范围内。

6 结 语

虽然中国的钢箱梁桥发展较晚,且前几年在实际应用中的规模也不是很大,但其在近几年的发展速度加快了,应用也多了,设计、制作与架设等的经验也得到了不断积累,研究工作不断有新的进展。中国目前仍处于大规模的交通基础设施建设时期,特别是对于市政桥梁工程的建设,钢箱梁桥还具有广阔的应用前景。在钢箱梁安装过程中,焊接技术尤为重要,笔者针对高原季风气候对二氧化碳焊接的影响进行分析后得出二氧化碳保护焊可以在高原季风气候下在超宽幅钢箱梁焊接施工中应用的结论。有效使用二氧化碳保护技术,可以使钢箱梁焊接施工的质量得到提升,其不仅外观优质,而且力学性能能够达到标准要求。可以预见,结合超宽幅钢箱梁的施工技术、工艺流程、质量控制措施等进行进一步的研究和探索并不断完善和创新,能够为今后从事高原季风气候区钢箱梁焊接作业的人员提供很大的帮助,并且能在超宽幅钢箱梁施工中发挥出更大的作用,进一步保证桥梁工程的质量。

参考文献:

- [1] 王增胜,章国平,赵海清,等.钢箱梁吊装施工技术[J].建筑技术开发,2015,42(9):23-26.
- [2] 赵 秋,陈美忠,陈友杰.中国连续钢箱梁桥发展现状调查与分析[J].中外公路,2015,35(1):98-102.
- [3] 张春兰,王 旭.钢结构件制作焊接变形的控制与分析[J].南方农机,2019,50(14):24.

(下转第 68 页)

响主导。

5 结 语

鉴于水工结构工程地震响应与地震波波频、传播方向等有关,不能完全模拟地震波作用过程,因此,笔者根据《水工建筑物抗震设计标准》与《泵站设计规范》等标准与规范,建立了考虑地基-基础-填土-结构-荷载相互作用的泵站枢纽整体结构动力数值分析模型,完成了考虑结构自重、土压力、静水压力、地震动水压力等作用力组合状态下的三维结构抗震动力性能并得出以下结论:

(1)通过模态分析求得该种泵站枢纽整体结构的前 20 阶自振频率分布在 1.602~3.845 Hz 之间。

(2)基于所开发的“加速度人工反应谱”频率和加速度参数输出界面进行的泵站枢纽整体结构抗震动力分析结果显示该类型结构在完建蓄水与运行叠加工况下,其进水前池、泵房封闭圈、泵站基础和填土以及上部主厂房等结构均满足八度地震区抗震设计需要,进一步为该泵站技施复核及

后期维护提供了技术支撑。

参考文献:

[1] 谈守玮. 景电二期大型泵站更新改造项目工程现状综述[J]. 农业科技与信息, 2019, 36(15): 123-124.

[2] GB51247-2018, 水工建筑物抗震设计标准[S].

[3] GB50265-2010, 泵站设计规范[S].

[4] 洪成铖, 王 越. 基于 ANSYS Workbench 的不同截面梁板结构地震响应谱分析[J]. 建筑安全, 2019, 34(7): 18-23.

[5] 丁宇楠, 石 川, 祝 磊. 基于 SolidWorks 和 ANSYS Workbench 软件的风电机组钢塔筒建模与模态分析[J]. 风能, 2019, 10(8): 70-73.

[6] GB18306-2015, 中国地震动参数区划图[S].

[7] GB50011-2016, 建筑抗震设计规范[S].

作者简介:

汪 明(1986-), 男, 重庆云阳人, 项目安全总监, 工程师, 学士, 从事市政工程施工技术与质量安全管理工
张卫云(1987-), 女, 河南新乡人, 项目经理, 工程师, 硕士, 从事水工结构设计;
段卫通(1996-), 男, 云南保山人, 技术员, 学士, 从事市政工程施工技术和质量管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

(上接第 59 页)

[4] 王元良, 周友龙, 胡久富. 我国钢桥焊接技术及其发展[J]. 电焊机, 2004, 34(4): 1-5.

[5] 范 玲, 许 胜. 浅述钢箱梁焊接工艺[J]. 新疆有色金属, 2007, 30(8): 112-112.

[6] 马洪海. 钢箱梁板单元焊接变形控制措施研究[J]. 工程技术研究, 2019, 4(9): 81-82.

作者简介:

李洋昊(1987-), 男, 四川中江人, 工程师, 注册一级建造师, 从事建设工程施工技术与管理工作;
张 宏(1992-), 男, 青海海东人, 助理工程师, 从事建设工程施工技术与管理工作;
刘 正(1995-), 男, 重庆彭水人, 技术员, 学士, 从事建设工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

成都地铁 18 号线正式开通运营

2020 年 9 月 27 日,由中国电建投资建设运营的、具有“第一速度、第一长度、第一隧道、第一规模”的国内首条设计时速 140 公里的地铁快线——成都地铁 18 号线正式开通运营,标志着成都轨道交通正式进入快线时代。四川省委常委、成都市委书记范锐平出席开通运营仪式并宣布开通。市委副书记、市长王凤朝,中国电建党委书记、董事长晏志勇出席开通仪式并致辞,电建集团总经济师刘明江,总经理助理张健文;水电七局党委书记、董事长李东林等领导参加开通仪式并试乘首发列车及“电建号”主题列车。成都地铁 18 号线全长约 69.39 公里,起于火车南站,沿天府大道东侧向南敷设,经环球中心、世纪城、麓山至天府新区博览城片区后穿越龙泉山向东经三岔湖片区至天府新机场。本次首开段由火车南站至三岔站,线路长约 55.95 公里,其中地下站 8 座、高架站 1 座、车辆段 1 座、主变电所 2 座,单程仅需 30 多分钟。

作为工程建设的主力军,水电七局承担了该工程土建 1 标、2 标和 5 标的施工任务,共包含 4 站 5 区间,线路总长 41 公里(双线);机电 A 标、D 标机电安装与装饰装修施工;以及轨道 3 标 33.436 公里铺轨、接触网等施工任务。

工程建设过程中,水电七局充分发挥技术管理优势,狠抓安全生产,恪守质量承诺,依托工程建设,在新技术应用、高瓦斯风险管控、大盾构施工、建设管理、智慧工地等方面不断创新与探索,采用成都地铁建设以来最大 8.6 米型号盾构机,刷新了全国大直径盾构机掘进速度的历史纪录;连续奋战近千个日夜,成功地穿越国内最长的(9.7 公里)高瓦斯地铁龙泉山隧道;掌握了地铁铺轨业务的核心技术,填补了地铁轨道焊接方面的空白;应用了全生命周期 BIM 技术、数字化协同平台及智慧工地为一体的建设体系。

(水电七局 供稿)