

# 焊接技术在桥梁加固工程中的应用

周友龙<sup>1</sup>, 杨睿<sup>2</sup>, 张聪聪<sup>2</sup>, 周文勇<sup>2</sup>

(1.西南交通大学 材料学院, 四川 成都 610031; 2.中铁二局, 四川 成都 610031)

**摘要:**在桥梁改造与加固工程中,不管是大型钢桥的工程改造、不同桥梁桥墩系统加固,还是伸缩装置位置的维修等,焊接技术均得到了较为广泛的应用。介绍了几座典型的应用焊接技术加固的桥梁改造与加固工程的情况,并建议设计者、施工单位和工程监理单位都应该了解焊接专业知识,加强施工的焊接质量管理,对于保证改造与加固工程的质量具有重要的意义。

**关键词:**桥梁改造与加固;焊接技术;工程质量

**中图分类号:** TG457      **文献标识码:** B      **文章编号:** 1001-2303(2009)10-0036-05

## Application of welding technics in strenthening bridge project

ZHOU You-long<sup>1</sup>, YANG Rui<sup>2</sup>, ZHANG Cong-cong<sup>2</sup>, ZHOU Wen-yong<sup>2</sup>

(Material College, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China; 2. Zhongtie 2rd Bureau, Chengdu 610031, China)

**Abstract:** The welding technology is used for the reinforcement of the deferent bridges which include the huge steel bridge, the piers and the expansion joints of bridge, and so on. The situation that the welding technology is used to reinforce the bridge is introduced in a few kinds of typical engineering. And designers, the professional of construction companies, or the construction supervising companies should understand the welding knowledge. To strengthen the welding quality management of construction has important significance to guarantee the quality of renovation and reinforcement project.

**Key words:** strengthening and reforcing bridge; welding technology; quality of the bridge engineering

## 0 前言

焊接技术广泛应用于桥梁改造与加固工程中,焊接结构与焊接质量的好坏直接关系到工程质量和施工效率。在桥梁加固工程中,针对原结构的实际状况,采用焊接结构进行补强时,必须全面了解焊接技术,否则从设计到施工均会出现问题,造成原桥新的损伤,影响桥梁的寿命。因此,对焊接技术在桥梁改造与加固工程中的应用进行深入研究,对于正确应用该技术,维护交通经济安全具有较高的现实意义。

## 1 设计方面应该考虑的问题

针对旧桥加固工程,设计者必须充分了解原桥梁的原始资料,以及国内外应用焊接技术补强桥梁中关于钢结构补强和修理方面的规范,才能设计出适用的方案。因为补强和维修原有结构与新建结构

大不相同,在旧结构上作业常在结构上有工作应力的条件下进行,而焊接补强不能带应力焊补<sup>[1-2]</sup>。

采用焊接进行补强时,因为焊接与切割方法对钢材的局部性能有一定的影响。(1)高的热输入对原母材热影响区造成局部区域性能的变化,特别是过热区可能会出现低塑性组织,将严重影响结构的抗冲击性能<sup>[3]</sup>;(2)原结构钢材的杂质元素,特别是S、P含量一般比较高,可能造成焊接时出现裂纹,从而对原结构造成伤害;(3)焊接接头的成形好坏与内部的质量,例如焊接裂纹、夹渣、焊缝余高过高、未熔合和未焊透等缺陷,将造成焊接接头区域局部应力集中严重,大大降低结构的疲劳寿命<sup>[4]</sup>,这些都是设计者必须熟悉的专业知识。

2003年,某钢桁架结构桥梁经过定期检测,发现纵梁与横梁连接处的纵梁端部圆弧过渡处出现裂纹,设计人员因为不熟悉国内外桥梁焊接规范,采用了焊接方法对裂纹进行修补,但不到一年,该焊接接头又重新开裂,幸好检查人员及时发现,才未造成严重的交通事故。

收稿日期:2009-08-31;修回日期:2009-10-10

作者简介:周友龙(1970—),男,四川成都人,副教授,硕士,主要从事焊接和表面工程的科研与教学工作。



2004 年,某公路钢结构桁架桥需要进行提载改造,设计单位采用焊接技术补强方案设计,在多数杆件端部区域加焊加强板,在相关专家的建议下,取消了该加固设计方案,才没有造成较为严重的后果。

只有设计者熟悉了相关的设计规范和焊接技术专业知 识,才能够从根本上保证桥梁的补强质量。

## 2 常见焊接技术的应用

### 2.1 大面积改造桥梁桥面系

目前为了改造钢桁架旧桥以提高桥梁有效的负荷,并补强出现缺陷的部位,可以采用的加固维修方案为:拆除原桥面钢筋混凝土板;更换已损伤的钢纵梁;在原桥道系纵横梁上制孔;焊接安装正交异性板钢桥面。例如滨州黄河公路大桥改造,该桥位于山东省北部的滨州市南郊,是 205 国道上的 一座横跨黄河的公路特大桥。

桥道梁在重车作用下受损严重,有 42 处 39 根纵梁与横梁连接圆形倒角处曲面形成宏观疲劳裂纹,部分纵梁与横梁的连接角钢已撕裂。南北两端伸缩缝牛腿腹板开裂,开裂与纵梁相同。现场采用液化气切割技术,焊条电弧焊、埋弧焊和 CO<sub>2</sub> 气体保护焊技术进行钢结构工程改造,桥面焊接现场搭建防风棚,冬季施工时搭建暖棚,如图 1~图 4 所示。



图 1 焊接工艺评定

### 2.2 桥墩系统补强

由于桥梁在温度环境、荷载和地震等因素作用下,造成桥面系或桥墩横向或纵向偏移,对桥梁形成较大的安全隐患,因此适当考虑采用焊接结构对其进行补强。

例如,位于重庆渝合高速公路北碚隧道出口距北碚收费站 2 km 处的龙凤溪大桥,建成于 2003 年。通过桥梁检测发现龙凤溪大桥左线梁体向曲线外侧偏移最大处达 20 cm、钢筋混凝土箱梁底板、腹板普遍开裂 I 类裂缝 31 000 m, II 类裂缝 4 086.92 m



图 2 桥面正交异性板单元焊前组对



图 3 桥面板埋弧自动焊盖面



图 4 正交异性板单元与横梁支撑焊接

(裂缝宽度小于等于 1.5 mm 时定义为 I 类裂缝,裂缝宽度大于 1.5 mm 时定义为 II 类裂缝),底板混凝土表面蜂窝、麻面、狗洞、露筋等施工缺陷较为严重,全桥合计 15.057 m<sup>3</sup>。伸缩缝型钢断裂。

加固设计中选择了新增钢混结构盖梁、防震挡块措施的偏移整治方案,如图 5 所示。增设盖梁后增加了桥墩横向刚度。新增钢结构盖梁与梁底围成密闭空间,加之墩柱与盖梁空间狭窄,设计采用自密实混凝土进行现场浇注。

现场施工采用焊条电弧焊和 CO<sub>2</sub> 气体保护焊制造、安装钢结构盖梁和防震挡块结构,并焊接安装抱箍牛腿支撑体系和高空作业平台车以支撑所有现场施工平台,在现场进行了大直径剪力钉螺柱焊接。施工图片如图 6~图 11 所示。

还有一种增加桥墩横向刚度的手段在都江堰

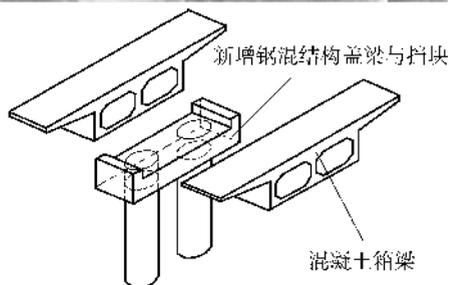


图 5 钢盖梁与挡块实物与结构示意



图 6 盖梁板螺柱焊接

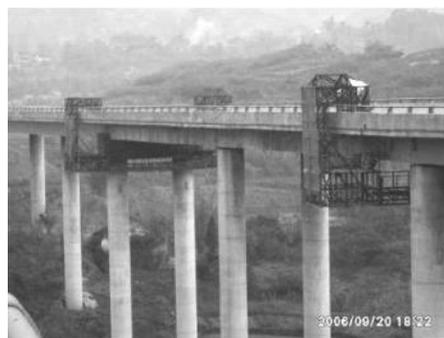


图 7 移动式吊兰工作平台搭建



图 8 双柱抱箍牛腿支撑体系单元



图 9 焊接坡口开设



图 10 钢板等离子切割



图 11 盖梁底板 CO<sub>2</sub> 气体保护焊

龙池中桥加固工程中得到体现。

5.12 汶川特大地震之后,西南交通大学结构工程试验中心对都江堰龙池中桥的整体灾害情况进行了检查<sup>[9]</sup>。发现连续梁梁体在纵桥向往龙池方向产生整体滑移,滑移距离约 10 cm。梁体以 2-1# 柱为中心,产生顺时针方向扭转,扭转结果导致 1# 墩位置梁体横桥向往山体侧偏移 2 cm,2# 墩位置梁体横

桥向往河流侧偏移 3.5 cm。而梁体和桥墩遭飞石撞击造成桥墩最大横向偏移值-7.6 cm(相对于原来的中轴线),最大纵向偏移 4.5 cm。

以治本为整治方针,通过对梁体复位和 2# 墩纠偏,释放梁体因滑移扭转造成的内应力,补强桥墩和地震损伤部分。加固设计方案中采用焊条电弧焊



和 CO<sub>2</sub> 气体保护焊两种方法焊接钢护筒并灌注自密实混凝土增大 2# 墩的下部直径,新增焊接横系梁结构提高 2# 墩整体抗弯性能,如图 12、图 13 所示。



图 12 焊接新增横系梁加固 2# 墩



图 13 焊接新增钢护筒加固 2# 墩

### 2.3 伸缩缝部位的焊接修复补强

桥梁伸缩缝处一般发生伸缩装置断裂、混凝土开裂等缺陷,造成跳车等问题,严重时出现重大交通事故。采用焊接技术对其位置进行维修加固相当重要。凿开混凝土部分,露出缺陷位置,再采用焊接的方法焊接补强结构,断裂处焊接必须保证中型钢的熔透接长,如图 14~图 17 所示。



图 14 伸缩装置中型钢断裂

### 2.4 其他结构焊接维修与补强应用

为了加强对桥梁的安全检测,有时在桥底采用焊接的方法加工新增检修通道,如图 18 所示。

由于混凝土梁体长期负载,易出现裂纹等缺陷,



图 15 锚固件焊接



图 16 伸缩装置下端加固构件的焊接

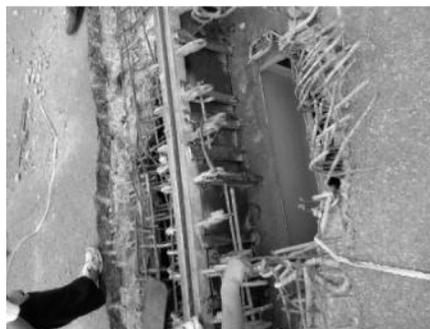


图 17 伸缩装置加固构件的焊后状况



图 18 桥梁底部新增检修道安装

常用灌注高强度结构胶并粘贴钢板的形式对梁体进行补强,如图 19 所示。如果设计的钢板比较长,则必须采用焊接的方法进行连接。现场常采用焊条电弧焊方法进行连接。

在震后进行的汶川沙窝子贝蕾桥加固工程中,



图 19 桥梁加固钢板的焊接接长

由于桥梁长时间的使用和 5.12 特大地震的影响,该桥受损严重,桥面起伏不平,桥面钢板固定螺栓部分脱落、松动,受力钢横梁严重变形(见图 20)。为保证桥梁安全,当地管理部门已经对钢桥进行交通管制,只允许小车通行。由于正处于灾区重建的重要时期,需要借助该桥运输建筑物质,为保证桥梁的运营安全,决定将原主桁架进行修复,将原单层双排主桁架改为双层双排主桁架,更换全桥横梁及桥面板,并在每节主桁接头处增加一片横梁,以提高桥梁横向刚度。



图 20 变形后的原桥线形状况

在加固过程中,采用火焰切割方法拆除原焊死的栓接件,从而将相应的构件拆除,重新根据设计安装对应的单元构件。在变形的旧桥上安装新构件,有时应用火焰矫正的方法矫形,保证新构件的准确安装。焊接技术主要用于相关的临时起重设施和简易工装的制备,如图 21、图 22 所示。

### 3 加强对桥梁加固工程中焊接质量的管理

通过多个桥梁加固工程的焊接质量的分析发现,在业主方、设计方、监理方和施工方若不高度重视焊接施工,将造成工程焊接质量出现问题,例如焊接裂纹的再次出现、焊缝成形差、焊接接头区域腐蚀严重等,并且国内桥梁加固工程施工单位应用



图 21 拆除旧桥相关的构件



图 22 主桥加固即将结束的新桥线形

焊接技术的水平参差不齐,有待进一步加强。

严格审查施工企业资质、施工资质;严格评审施工的焊接技术文件,包括焊接工艺评定;有效监控焊接全过程;并长期跟踪焊接质量。

工程质量的终身制,对于不断提高对焊接技术应用的了解和重视起到了较大的作用。

## 4 结论

(1)在桥梁的后期改造和补强工程中,焊接技术不断的得到了应用。

(2)在工程中,设计方有必要熟悉焊接技术,才能正确设计出好的焊接补强方案。

(3)综述了桥梁加固工程中常用的焊接技术。

(4)加强桥梁加固工程中的焊接质量管理,对保证工程的质量具有重要的意义。

### 参考文献:

- [1] 美国焊接协会.钢结构焊接规范(ANSI/AWS D1.1-94)[S].
- [2] 美国焊接协会结构焊接委员会.桥梁焊接规范(ANSI/AASHTO/AWS D1.5-96)
- [3] 张文钺.金属焊接性(基本原理)[M].北京:机械工业出版社,2006.
- [4] 田锡唐.焊接结构[M].北京:机械工业出版社,1992.
- [5] 西南交通大学结构试验中心.都江堰至龙池公路 K2+954.728 中桥检测报告[R].成都:西南交通大学,2008.

