

中国交通运输协会团体标准

正交异性钢桥面板焊接技术规程

Technical code of practice for welding of orthotropic steel bridge deck

（征求意见稿）

编制说明

2022-08

一、任务来源、起草单位、协作单位、主要起草人

根据中国交通运输协会发布的“2021 年度第四批团体标准项目立项的公告”（中交协秘字〔2022〕02 号）要求，由中铁宝桥（扬州）有限公司作为主编单位，主持《正交异性钢桥面板焊接技术规程》编制工作。

协作单位：中铁宝桥集团有限公司、苏交科集团股份有限公司、江苏省交通工程建设局、江苏省交通运输厅公路事业发展中心。

主要起草人：李硕、袁俊、刘志刚、马增岗、吴江波、薛喆彦、许子凡、郭瑞、车平、裴雪峰、张建东、刘朵、王贤强、唐蓓华、黄健、史国刚、周海川。

二、制订标准的必要性和意义

本标准的制订，是为了提供正交异性钢桥面板标准化生产及过程控制依据，提高制造质量及标准化水平，填补现行规范对正交异性钢桥面板制造技术要求的空白。本技术规程对该正交异性钢桥面板的组装、焊接、检验、返修等做出了细致、标准化的规定，在该结构的设计及生产制造过程中可以起到对设计、制造、监理、验收等单位的指导借鉴作用，有利于提高正交异性钢桥面板制作的标准化程度，提升钢结构桥梁耐久性，减少及避免桥梁服役过程中因病害维修加固带来的经济损失及封路改道对社会带来的负面影响，具有显著的经济、社会效益，有力支撑我国钢结构桥梁的高质量发展。

三、主要工作过程

本标准通过收集既有工程应用经验，以及相关研究成果、试验检测结果及使用单位反馈信息，确定标准编制方向。经中国交通运输协会立项和大纲审批通过，根据评审会专家意见，形成征求意见稿，报中国交通运输协会评审。再根据评审会专家意见进行补充、修改，经中国交通运输协会同意，挂网征求意见。针对反馈意见，提出处理办法，进行补充、修改，形成送审稿。经中国交通运输协会同意，进行专家审查。根据专家审查会形成的专家意见进行修改，形成报批稿，上报审批。

四、制订标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

本标准制订的基本原则是以现有正交异性钢桥面板焊接技术为基础，参照国家规范、标准，针对正交异性钢桥面板焊接技术的特点进行定义、描述和规范。

本规程编制过程中，查阅了下列规范、标准和技术规程：

- 1 《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650-2020）
- 2 《钢结构焊接规范》（GB/T 50661-2011）
- 3 《埋弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求》（GB/T 5293-2018）
- 4 《熔化极气体保护电弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝》（GB/T 8110-2020）
- 5 《非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝》（GB/T 10045-2018）
- 6 《焊缝无损检测超声波检测技术、检测等级和评定》（GB/T 11345-2013）
- 7 《焊缝无损检测 磁粉检测》（GB/T 26951-2011）
- 8 《焊缝无损检测 磁粉检测 验收等级》（GB/T 26952-2011）
- 9 《铁道车辆用耐大气腐蚀钢及不锈钢焊接材料》（T/CWAN 0018-2020）

现行国家标准《钢结构焊接规范》（GB/T 50661-2011）、行业标准《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650-2020）仅对正交异性钢桥面板 U 肋组装精度、无损检测提出要求，其他方面均无细节要求。实际生产中不同规模钢结构企业对正交异性钢桥面板各部位制造重难点把握程度、工艺参数精细化重视程度参差不齐，《正交异性钢桥面板焊接技术规程》的编制是提高标准化制造水平的必要措施。

五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述

1 范围

本文件规定了正交异性钢桥面板工厂焊接材料、坡口设计及加工、组装、焊接、变形控制、检验及返修等要求。

本文件适用于直线型钢箱梁、钢桁梁正交异性钢桥面板 U 型加劲肋、横隔板接板及 U 型加劲肋嵌补段工厂焊接。

2 规范性引用文件

规定本标准规范性引用文件。

3 术语和符号

下列术语和符号适用于本文件。

3.1 术语

3.1.1 正交异性钢桥面板 orthotropic steel deck

由桥面板及纵横向相互垂直的加劲肋（纵肋和横肋）组成的共同承受车轮荷载的结构。

3.1.2 内焊机器人 internal welding robot

一种用于 U 肋内部空间焊接，集成了焊丝驱动机构、焊枪夹持装置、焊枪角度调节机构、跟踪导向机构及图像采集器的机械装置。

3.1.3 横隔板接板 diaphragm connecting plate

将横隔板的一部分随桥面板单元一起制作的部件。

3.1.4 U 肋单面焊 u-rib single side welding

一种对 U 肋与桥面板的角焊缝采用外侧焊接的工艺。

3.1.5 U 肋双面焊 u-rib double side welding

一种对 U 肋与桥面板的角焊缝采用内侧和外侧焊接的工艺。

3.1.6 亚船位焊接 sub-ship welding

将反变形胎架从水平位置旋转至 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 倾斜位置进行焊接施工。

3.2 符号

H — 坡口深度；

P — 坡口钝边；

B — 坡口间隙；

$\triangle$ — 组装间隙；

S — U 肋组装中心间距；

S1 — 外侧 U 肋中心至板边间距；

K — 焊角尺寸；

h — 焊波高差。

4 基本规定

对 U 肋几种焊接方式进行了明确，对焊接工艺评定、正交异性钢桥面板组焊流程，焊接过程的安全防护及环境保护提出了基本要求。

5 焊接材料

明确了焊接材料应与母材相匹配、其型号和规格应根据焊接工艺评定确定的选取原则，并对强度等级小于等于 500MPa 的低合金钢用焊接材料和耐候钢用焊接材料类型及规格进行了推荐规定。

6 坡口设计及加工

根据 U 肋、接板及 U 肋嵌补段的板厚、焊接要求及焊接位置等因素，对 U 肋、接板及 U 肋嵌补段不同的焊接方式给出了相应的推荐坡口型式，并对 U 肋坡口加工及接板焊

接边提出了基本要求。

6.1 U 肋坡口设计

6.2 接板坡口设计

6.3 U 肋嵌补段坡口设计

6.4 焊接边加工

7 组装

对 U 肋、接板及 U 肋嵌补段组装精度提出了基本要求。并对定位焊焊接材料、定位焊缝提出了基本要求。

7.1 组装精度

7.1.1 组装前应熟悉施工图及工艺文件，按照图纸核对零件编号、外形尺寸，确认无误后方可组装。

7.1.2 构件组装应在平台或专用胎架上进行。

7.1.3 零件组装应严格控制组装精度，符合表 6 规定。

7.2 定位焊

7.2.1 组装定位焊前应进行打磨，清除待焊区域铁锈、氧化皮、油污、水分等有害物质，清除范围应符合现行《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650）的规定。

7.2.2 组装定位焊宜满足以下要求：

- a) 定位焊应距设计焊缝端部 30mm 以上；
- b) U 肋单面焊时，定位焊角不大于 4mm，定位焊长度 80~100mm，间距 400~600mm；
- c) U 肋双面焊时，内焊为气体保护焊的，定位焊角不大于 4mm，定位焊长度 80~100mm，间距 400~600mm；内焊为埋弧焊的，定位焊间距缩短至 350~450mm；
- d) 为保证焊缝外观成型，U 肋定位焊角过大时应打磨至要求尺寸；
- e) 顶板接板定位组装时，不应在接板与 U 肋焊缝拐点部位施焊。

7.2.3 定位焊缝两端应进行打磨斜坡处理，对于成型为凸形的定位焊缝，应打磨成凹形，定位焊缝应与两侧母材过渡匀顺。

7.2.4 定位焊宜采用实心焊丝气体保护焊，焊接材料宜选用 G49A3C1S6 $\phi 1.0\text{mm}$ 焊丝。

7.2.5 定位焊缝存在气孔、缩孔及弧坑裂纹等缺陷时应进行返修。

8. 焊接

对 U 肋三种焊接方式从焊接方法选择、焊接工艺参数、坡口选择等方面给出了较为

详尽的说明；同时针对横隔板接板及 U 肋嵌补段，规定了细节处理要求及具体焊接工艺要求。

8.1 U 肋的焊接

8.2 横隔板接板的焊接

8.3 U 肋嵌补段的焊接

9 变形控制

对正交异性钢桥面板焊接变形控制提出了措施，焊接变形矫正给出了基本方法指南。

9.1 为控制正交异性钢桥面板焊接变形，应采取以下措施：

- a) 板单元 U 肋焊缝焊接前，外焊应采取合理的反变形措施；
- b) U 肋焊缝焊接方向应保持一致，不得反向焊接；
- c) U 肋焊缝焊接完成后冷却至室温再松弛卡固装置，卡固装置宜采用液压数控装置；
- d) U 肋焊缝焊接顺序应遵循分散施焊原则，避免集中受热。

9.2 当焊接变形量超过标准允许偏差时，应采取以下措施进行矫正。

- a) 采用热矫时，将焊缝位置精确划线并严格按线进行加热，宜采用自动化设备火焰加热法。
- b) 采用机械辊压冷矫时，应控制矫正轮与 U 肋焊缝的相对位置及辊压压力。U 肋单面焊时不宜采用机械辊压冷矫。

10 检验

从焊缝外观检验标准、焊缝内部质量无损检测范围、等级及采用标准规范均给出规定，并对产品试板检验给出了指导性建议。

10.1 外观检查

10.2 无损检测

10.3 焊接试板检测

11 返修

对 U 肋焊缝及接板焊缝出现的焊接缺陷给出了返修基本原则、具体返修方法。

11.1 U 肋焊缝返修

11.2 接板焊缝返修

六、重大意见分歧的处理依据及结果

本标准制订过程中尚未发生过重大意见分歧。

七、采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况

本标准未采用国际标准和国外先进标准。

八、作为推荐性标准建议及其理由

钢结构桥梁具有自重轻、施工便捷、工厂化程度高、资源节约等优势，在发达国家被积极推广使用。其中，法国、日本、美国等国家的钢结构桥梁占比分别达到 85%、41% 和 35%，远高于我国公路钢结构桥梁占比（不足 1%）。为推进公路钢结构桥梁建设，推进公路建设转型升级，提升公路桥梁品质，充分发挥钢结构桥梁性能优势，交通运输部在 2016 年 7 月发布了《关于推进公路钢结构桥梁建设的指导意见》，决定推进钢箱梁、钢桁梁、钢混组合梁等公路钢结构桥梁建设，强调“重点示范，标准先行”的原则，不断完善技术标准和规范。推进钢结构桥梁工业化、标准化、智能化建造，大力推进钢结构桥梁建设标准化设计、工业化生产、装配化施工，提升桥梁工程质量品质。

从现有规范要求和技术发展情况来看，纵观钢桥行业规范，无论是设计规范还是公路、铁路桥梁制造规范，对正交异性钢桥面板疲劳敏感焊缝的焊接要求缺失，生产施工过程无标准规范约束，也缺乏过程有效监管，致使该结构生产制造质量从标准体系方面难以保障。受国家基础建设政策导向，钢结构桥梁建设将较长时间处于高位运行，钢桥梁市场体量很大，不同规模钢结构企业对正交异性钢桥面板各部位制造重难点把握程度、工艺参数精细化重视程度参差不齐。同时，从以武汉沌口长江大桥为代表的 U 肋非熔透双面焊发展到以宜宾金沙江大桥、深圳至中山过江通道项目为代表的 U 肋全熔透双面焊，正交异性钢桥面板的 U 肋焊接处于单面焊、双面非熔透焊、双面全熔透焊接并存的局面。所以，《正交异性钢桥面板焊接技术规程》的编制是提高标准化制造水平的必要措施。

综上，本规程编制可以提供正交异性钢桥面板标准化生产及过程控制依据，提高制造质量及标准化水平，填补现行规范对正交异性钢桥面板制造技术要求的空白。本技术规程对该正交异性钢桥面板的组装、焊接、检验、返修等做出了细致、标准化的规定，

在该结构的设计及生产制造过程中可以起到对设计、制造、监理、验收等单位的指导借鉴作用，有利于提高正交异性钢桥面板制作的标准化程度，提升钢结构桥梁耐久性，减少及避免桥梁服役过程中因病害维修加固带来的经济损失及封路改道对社会带来的负面影响，具有显著的经济、社会效益，有力支撑我国钢结构桥梁的高质量发展。

九、贯彻标准的措施建议

（1）精心组织安排，开展宣贯培训。建议由行业主管部门统一安排，召开标准宣贯会，对涉及的交通建设、监理、设计、施工等单位开展标准实施培训和宣贯普及。明确正交异性钢桥面板的组装、焊接、检验、返修等方面的具体要求，指导正交异性钢桥面板的焊接制作，有效推动贯标工作的开展及落实。

（2）组织相关人员到施工现场参观学习，直观展示正交异性钢桥面板焊接技术的效果及具体施工工艺。并定期组织对相关单位进行回访，针对标准使用过程中的问题进行研判和解读。

（3）定期组织科研、生产、应用、检验等各环节人员进行技术交流，不断对正交异性钢桥面板焊接技术进行改进，保持技术领先、性能优化、价格合理。

十、其他应说明的事项

暂无。