

DB32

江苏省地方标准

DB32/T 4778—2024

## 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

2024-05-16 发布

2024-06-16 实施

江苏省市场监督管理局 发布  
中国标准出版社 出版

目 次

前言 .....Ⅲ

1 范围 .....1

2 规范性引用文件 .....1

3 术语和定义 .....1

4 符号 .....2

5 基本规定 .....2

6 焊接材料 .....2

7 坡口型式及加工 .....3

    7.1 U肋坡口型式 .....3

    7.2 横隔板接板坡口型式 .....3

    7.3 U肋嵌补段坡口型式 .....4

    7.4 焊接边加工 .....4

8 组装 .....5

    8.1 一般要求 .....5

    8.3 定位焊 .....5

9 焊接工艺 .....6

    9.1 U肋焊接 .....6

    9.2 横隔板接板焊接 .....9

    9.3 U肋嵌补段焊接 .....10

10 焊接变形控制及矫正 .....11

11 检验 .....11

    11.1 外观检查 .....11

    11.2 无损检测 .....12

    11.3 焊接产品试板检验 .....13

12 焊缝返修 .....13

    12.1 U肋角焊缝返修 .....13

    12.2 横隔板接板焊缝返修 .....14

附录 A（资料性） 正交异性钢桥面板焊接标准流程 .....15

参考文献 .....16

# 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江苏省交通运输厅提出并归口。

本文件起草单位：江苏省交通工程建设局、中铁宝桥集团有限公司、中铁武汉大桥工程咨询监理有限公司、苏交科集团股份有限公司、中铁宝桥(扬州)有限公司。

本文件主要起草人：李镇、夏鹏飞、王强、刘志刚、吴江波、马增岗、刘春风、张建东、沈孔健、许子凡、彭晔丹、任江涛、尹东亚、杨光昊、孙蕾蕾、蒋伟平、沈波、李彦国、刘朵、魏兆桢、薛喆彦、王贤强、石志远、陈广飞、李潜、邱奇珍、钱兵、郭瑞。

# 正交异性钢桥面板焊接技术规程

## 1 范围

本文件规定了正交异性钢桥面板焊接技术的基本规定、焊接材料、坡口型式及加工、组装、焊接工艺、变形控制及矫正、返修等的要求。

本文件适用于直线型正交异性钢桥面板 U 肋、横隔板接板及 U 肋嵌补段焊接。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 11345 焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定
- GB/T 26951 焊缝无损检测 磁粉检测
- GB/T 26952 焊缝无损检测 焊缝磁粉检测 验收等级
- GB/T 29712 焊缝无损检测 超声检测 验收等级
- JTG/T 3650 公路桥涵施工技术规范
- JTG/T 3651 公路钢结构桥梁制造和安装施工规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**正交异性钢桥面板** **orthotropic steel bridge deck**

由钢桥面板及纵横向相互交叉的加劲肋(纵肋和横肋)组成的共同承受车轮荷载的结构。

### 3.2

**内焊专机** **internal welding machine**

一种集成了焊丝驱动机构、焊枪夹持装置、焊枪角度调节机构、弧焊电源、跟踪导向机构、配置图像采集器的用于 U 肋内部空间焊接的机械设备。

### 3.3

**横隔板接板** **diaphragm connecting plate**

正交异性钢桥面板的横向加劲肋。

注:包括因制造工艺需求,将横隔板分块并随桥面板单元一同制作的部件。

### 3.4

**U 肋单面焊** **u-rib single side welding**

一种对 U 肋与桥面板间角焊缝仅采用外侧焊接的工艺。

### 3.5

**U 肋双面焊** **u-rib double side welding**

一种对 U 肋与桥面板间角焊缝采用内侧和外侧焊接的工艺。

### 3.6

**亚船位** **sub-ship's position**

将反变形胎架从水平位置旋转至 30°~40°倾斜位置的工艺。

4 符号

下列符号适用于本文件。

- $B$  ——坡口间隙；
- $D$  ——焊缝宽度；
- $H$  ——坡口深度；
- $h$  ——焊波高差；
- $K$  ——焊脚尺寸；
- $P$  ——坡口钝边；
- $S$  ——U肋组装中心间距；
- $Sl$  ——外侧U肋中心至板边间距；
- $Y$  ——焊缝余高；
- $\Delta$  ——组装间隙；
- $\Delta h$  ——咬边量。

5 基本规定

- 5.1 焊接材料、焊接工艺参数及坡口型式的选择宜按照本文件的规定，并应按照 JTG/T 3651 的规定进行焊接工艺评定试验。
- 5.2 在正交异性钢桥面板制造前，焊工应通过制造厂组织的培训考核，经备案后方可上岗作业。
- 5.3 焊工进入施工现场应穿戴安全帽、绝缘鞋、绝缘手套等安全用品，高空作业应系好安全带。
- 5.4 焊接区域应配备焊接烟尘及废气回收装置，焊接前开启，确保运转正常后方可开始焊接作业。
- 5.5 焊丝盘及废旧焊丝等废旧物资应集中回收处理，焊接药皮、焊渣等应集中收集并回收处理。
- 5.6 正交异性钢桥面板焊接标准流程参见附录 A。

6 焊接材料

- 6.1 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结果确定。
- 6.2 抗拉强度等级不大于 500 MPa 的低合金钢推荐用焊接材料宜符合表 1 的规定。

表 1 低合金钢用焊接材料

焊缝类型	焊接材料类型	焊材型号	规格/mm
U 肋角焊缝	实心/药芯/金属粉芯气保护焊丝、埋弧焊丝	G49A3C1S6	$\phi 1.0$
		T492T1-0C1AUH5	$\phi 1.2$
		T492T1-1C1AUH5	$\phi 1.4$
		S49A4UFB-SU35H5	$\phi 1.6$
		S49A4UFB-SUG35H5	$\phi 3.2$
横隔板接板焊缝	实心/药芯气保护焊丝		
U肋嵌补段焊缝	药芯气保护焊丝 <sup>a</sup>	T492T1-1C1AUH5	$\phi 1.2$
注：选用实心焊丝 G49A3C1S6 时，宜选择二元富氩气体（80%Ar+20%CO <sub>2</sub> ）或三元富氩气体（80%Ar+18%CO <sub>2</sub> +2%O <sub>2</sub> ）作为保护性气体。			
<sup>a</sup> 保护气体一般采用 CO <sub>2</sub> ，纯度不低于 99.5%。			

6.3 耐候钢推荐用焊接材料宜符合表 2 的规定。

表 2 耐候钢用焊接材料

焊缝类型	焊接材料类型	焊材型号	规格/mm
U肋角焊缝	实心/药芯/金属粉芯气保护焊丝、埋弧焊丝	T494T1-1C1A-GX	φ1.2
横隔板接板焊缝	实心/药芯气保护焊丝	TH500-NQ-Ⅱ	φ1.4
U肋嵌补段焊缝	药芯气保护焊丝	TH500-NQ-Ⅲ+FB	φ1.6 φ3.2
注：选用实心焊丝 TH500-NQ-Ⅱ 时，为防止合金元素烧损，宜选择二元富氩气体(80%Ar+20%CO <sub>2</sub> )作为保护性气体。			

6.4 焊接材料应具有生产厂家提供的质量证明书并应按 JTG/T 3651 的规定要求进行抽样检验，合格后方可使用。

6.5 焊接材料应存储在干燥、通风良好的室内；由专人负责保管、烘焙、发放和回收并做好领退库记录；对存储期超过 2 年的焊接材料使用前需经使用方组织复验，复验合格后需再次确定使用期限。

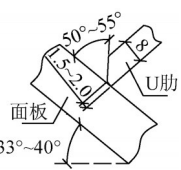
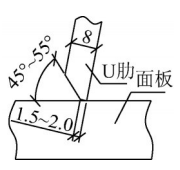
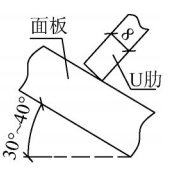
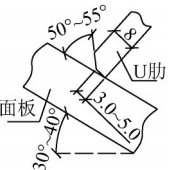
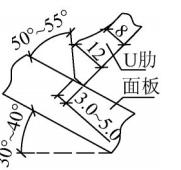
7 坡口型式及加工

7.1 U 肋坡口型式

U 肋坡口应根据 U 肋板厚、焊接要求及焊接位置等因素进行调整，其中单面焊、部分熔透双面焊及全熔透双面焊 U 肋坡口型式宜按照表 3 的规定选用。

表 3 U 肋用坡口型式

单位为毫米

项目	坡口类型				
	I 型	Ⅱ 型	Ⅲ 型	Ⅳ 型	V 型
坡口简图					
焊接方法	气体保护焊	气体保护焊	双面埋弧焊		
焊接位置	内焊平位，外焊亚船位		内焊平位，外焊 30°~40° 亚船位		
适用对象	单面焊及部分熔透双面焊接		U 肋板厚≤8 无坡口焊接	U 肋板厚≤8 开坡口焊接	变截面 U 肋 开坡口焊接

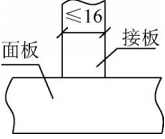
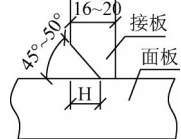
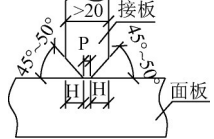
7.2 横隔板接板坡口型式

7.2.1 横隔板接板坡口应根据接板板厚、焊接要求及设计规定等因素确定。

7.2.2 横隔板接板坡口型式应根据焊接工艺评定结果确定，宜按照表 4 的规定执行。

表 4 横隔板接板用坡口型式

单位为毫米

项目	坡口类型		
	Ⅵ型	Ⅶ型	Ⅷ型
坡口简图			
焊接方法	气体保护焊		
焊接位置	平焊转立焊		
适用范围	板厚≤16	16<板厚≤20	板厚>20

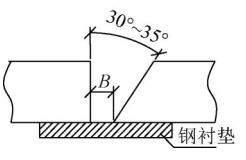
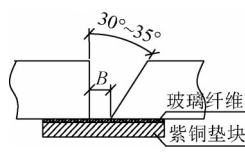
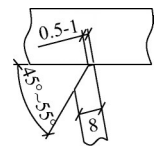

7.3 U肋嵌补段坡口型式

7.3.1 U肋嵌补段对接坡口应根据对接衬垫类别确定,U肋嵌补段与桥面板焊接坡口应根据焊缝熔深要求确定。

7.3.2 U肋嵌补段坡口型式应根据焊接工艺评定结果确定,宜按照表 5 的规定执行。

表 5 U肋嵌补段用坡口型式

单位为毫米

项目	坡口类型			
	U肋对接接头		U肋与桥面板T型接头	
	Ⅸ型	X型	XI型	XII型
坡口简图				
焊接方法	药芯焊丝气体保护焊			
焊接位置	立焊、平焊		仰焊	
适用范围	使用钢衬垫的单面焊	使用复合型衬垫的单面焊	部分熔透的单面焊	全熔透的单面焊

7.4 焊接边加工

7.4.1 U肋焊接坡口应采用机床加工,加工面的表面粗糙度  $Ra$  应不大于  $25\mu m$ 。

7.4.2 横隔板接板零件焊接边在组装前应按 JTG/T 3651 的规定进行打磨处理,去除表面淬硬层。

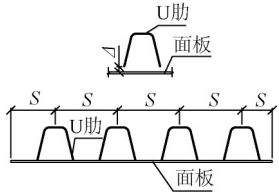
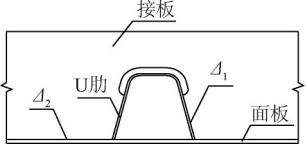
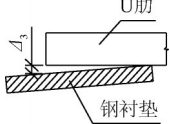
8 组装

8.1 一般要求

- 8.1.1 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。
- 8.1.2 零件应在专用胎架或设备上组装,U肋与桥面板应采用自动定位或机械定位组装机进行组装。
- 8.2 零件组装应严格控制组装精度并符合表 6 的规定。

表 6 零件组装尺寸允许偏差

单位为毫米

图例	项目		允许偏差
	U肋组装间隙 $\Delta$		$\leq 0.5$
	外侧U肋中心至板边间距、 U肋间距S	端部及横隔板处	$\pm 1.0$
		其他部位	$\pm 2.0$
	U肋与接板组装间隙 $\Delta_1$		$\leq 2.0$
	接板与桥面板组装间隙 $\Delta_2$		$\leq 1.0$
	U肋钢衬垫组装间隙 $\Delta_3$		$\leq 0.5$

8.3 定位焊

- 8.3.1 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,清除范围应符合 JTG/T 3650 的规定。
- 8.3.2 组装定位焊满足以下要求:
- a) 定位焊应距设计焊缝端部 30 mm 以上;
  - b) U肋单面焊时,定位焊脚不应大于 4 mm,定位焊长度 50 mm~100 mm,间距 300 mm~600 mm;
  - c) U肋双面焊时,内焊为气体保护焊的,定位焊脚不应大于 4 mm,定位焊长度 80 mm~100 mm,间距 400 mm~600 mm;内焊为埋弧焊的,定位焊间距可缩短至 350 mm~450 mm;
  - d) 为保证焊缝外观成型,U肋定位焊脚大于 4 mm 时应打磨至要求尺寸;
  - e) 桥面板接板定位组装时,不应在接板与U肋焊缝拐点部位施焊。
- 8.3.3 定位焊缝两端应进行打磨 1:5 过渡斜坡处理,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。
- 8.3.4 定位焊应采用实心焊丝气体保护焊,焊接材料宜选用 G49A3C1S6 $\phi$ 1.0 mm 焊丝。
- 8.3.5 定位焊缝存在气孔、缩孔及弧坑裂纹等缺陷时应进行返修。



9 焊接工艺

9.1 U 肋焊接

9.1.1 正交异性钢桥面板 U 肋采用单面焊时,焊缝有效熔深应满足设计规定且不应低于 U 肋板厚的 0.75 倍;采用部分熔透双面焊时,外侧焊缝有效熔深应满足设计规定且不应低于 U 肋板厚的 0.75 倍,且内侧焊脚不应小于 6 mm。U 肋单面焊接方案应按照表 7 执行、工艺参数宜按照表 8 执行。

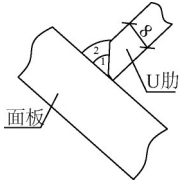
表 7 U 肋单面焊用焊接方案

坡口类型	焊接方式	焊接设备	焊接方法
I 型	单丝焊	半自动焊接小车	实心焊丝富氩气体保护焊 药芯焊丝 CO <sub>2</sub> 气体保护焊 金属粉芯型药芯焊丝 CO <sub>2</sub> 气体保护焊
I 型	单丝焊	龙门式多电极 焊接专机	
II 型	串列 双丝焊	多嘴头式 焊接专机	实心焊丝富氩气体保护焊 + 金属粉芯型药芯焊丝 CO <sub>2</sub> 气体保护焊

表 8 U 肋单面焊用焊接工艺参数

坡口类型	焊道排列	焊接方法 焊接材料/mm	焊道	焊接工艺参数
I 型		实心焊丝富氩 气体保护焊 G49A3C1S6 φ1.2 80%Ar+20%CO <sub>2</sub> 或 CO <sub>2</sub>	1	电流: $I=(260\pm20)\text{A}$ ; 电压: $U=(28\pm2)\text{V}$ ; 焊速: $v=(320\pm10)\text{mm/min}$ ; 气流量: 20 L/min~25 L/min
			2	电流: $I=(280\pm20)\text{A}$ ; 电压: $U=(30\pm2)\text{V}$ ; 焊速: $v=(400\pm10)\text{mm/min}$ ; 气流量: 20 L/min~25 L/min
I 型		药芯焊丝 CO <sub>2</sub> 气体保护焊 T492T1-1C1AUH5 φ1.2 CO <sub>2</sub>	1	电流: $I=(280\pm20)\text{A}$ ; 电压: $U=(30\pm2)\text{V}$ ; 焊速: $v=(300\pm10)\text{mm/min}$ ; 气流量: 15 L/min~20 L/min
			2	电流: $I=(300\pm20)\text{A}$ ; 电压: $U=(32\pm2)\text{V}$ ; 焊速: $v=(400\pm10)\text{mm/min}$ ; 气流量: 15 L/min~20 L/min

表 8 U 肋单面焊用焊接工艺参数（续）

坡口类型	焊道排列	焊接方法 焊接材料/mm	焊道	焊接工艺参数
I 型		金属粉芯型药芯焊丝 CO <sub>2</sub> 气体保护焊 T492T1-0C1AUH5 φ1.4 CO <sub>2</sub>	1	电流： $I=(300\pm 20)\text{A}$ ； 电压： $U=(32\pm 2)\text{V}$ ； 焊速： $v=(320\pm 10)\text{mm/min}$ ； 气流量：15 L/min~20 L/min
			2	电流： $I=(320\pm 20)\text{A}$ ； 电压： $U=(34\pm 2)\text{V}$ ； 焊速： $v=(320\pm 10)\text{mm/min}$ ； 气流量：15 L/min~20 L/min
I 型		实心焊丝富氩 气体保护焊 G49A3C1S6 φ1.6 80%Ar+20%CO <sub>2</sub>	1	电流： $I=(320\pm 20)\text{A}$ ； 电压： $U=(32\pm 2)\text{V}$ ； 焊速： $v=(400\pm 10)\text{mm/min}$ ； 气流量：20 L/min~25 L/min
II 型		实心焊丝富氩气体保护焊打底 G49A3C1S6 φ1.2 80%Ar+20%CO <sub>2</sub>	1	电流： $I=(280\pm 20)\text{A}$ ； 电压： $U=(28\pm 2)\text{V}$ ； 焊速： $v=(500\pm 10)\text{mm/min}$ ； 气流量：20 L/min~25 L/min
		金属粉芯型药芯焊丝 CO <sub>2</sub> 气体保护焊盖面 T492T1-0C1AUH5 φ1.6 CO <sub>2</sub>	2	电流： $I=(320\pm 20)\text{A}$ ； 电压： $U=(32\pm 2)\text{V}$ ； 焊速： $v=(500\pm 10)\text{mm/min}$ ； 气流量：15 L/min~20 L/min

9.1.2 U 肋双面焊内焊方案应按照表 9 执行,工艺参数宜按照表 10 执行,外焊按 8.1.1 的规定执行。

表 9 U 肋内焊用焊接方案

坡口类型	焊接方法	焊接方式	焊接设备
I 型	实心焊丝富氩二元/三元气体保护焊	单丝焊	内焊专机
II 型	埋弧自动焊		

表 10 U 肋内焊用焊接工艺参数

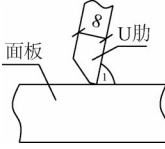
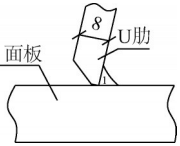
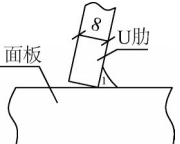
坡口类型	焊道排列	焊接方法 焊接材料/mm	焊道	焊接工艺参数
I 型		实心焊丝富氩 气体保护焊 G49A3C1S6 φ1.2 80%Ar+20%CO <sub>2</sub> 或 80%Ar+18%CO <sub>2</sub> +2%O <sub>2</sub>	1	电流： $I=(280\pm 20)\text{A}$ ； 电压： $U=(30\pm 2)\text{V}$ ； 焊速： $v=(280\pm 10)\text{mm/min}$ ； 气流量：20 L/min~25 L/min

表 10 U 肋内焊用焊接工艺参数（续）




坡口类型	焊道排列	焊接方法 焊接材料/mm	焊道	焊接工艺参数
Ⅱ型		埋弧自动焊 S49A4UFB-SU35H5 $\phi 1.6$ 或 S49A4UFB-SUG35H5 $\phi 1.6$	1	电流: $I=(420\pm 20)\text{A}$ ; 电压: $U=(34\pm 2)\text{V}$ ; 焊速: $v=(400\pm 10)\text{mm/min}$
Ⅲ型		埋弧自动焊 S49A4UFB-SU35H5 $\phi 1.6$ 或 S49A4UFB-SUG35H5 $\phi 1.6$	1	电流: $I=(420\pm 20)\text{A}$ ; 电压: $U=(34\pm 2)\text{V}$ ; 焊速: $v=(400\pm 10)\text{mm/min}$

9.1.3 U 肋全熔透双面焊外焊方案应按照表 11 执行,工艺参数宜按照表 12 执行,内焊按 8.1.2 的规定执行。

表 11 U 肋全熔透双面焊外焊用焊接方案

坡口类型	焊接方法	焊接方式	焊接设备
Ⅲ型	埋弧自动焊	单丝焊	外焊专机 或 焊接机器人
Ⅳ型			
Ⅳ、Ⅴ型	埋弧自动焊	串列双丝焊	

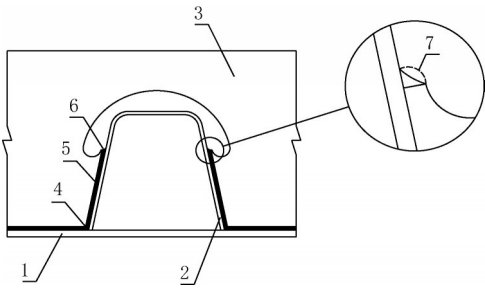
表 12 U 肋全熔透双面焊外焊用焊接工艺参数

坡口类型	焊道排列	焊接方法 焊接材料	焊道	焊接工艺参数
Ⅲ型		埋弧自动焊 S49A4UFB-SU35H5 $\phi 3.2$ 或 S49A4UFB-SUG35H5 $\phi 3.2$	1	电流: $I=(630\pm 30)\text{A}$ ; 电压: $U=(36\pm 2)\text{V}$ ; 焊速: $v=(480\pm 10)\text{mm/min}$
Ⅳ型		埋弧自动焊 S49A4UFB-SU35H5 $\phi 3.2$ 或 S49A4UFB-SUG35H5 $\phi 3.2$	1	电流: $I=(600\pm 30)\text{A}$ ; 电压: $U=(32\pm 2)\text{V}$ ; 焊速: $v=(440\pm 10)\text{mm/min}$
			2	电流: $I=(600\pm 30)\text{A}$ ; 电压: $U=(34\pm 2)\text{V}$ ; 焊速: $v=(500\pm 10)\text{mm/min}$
Ⅴ型		埋弧自动焊 S49A4UFB-SU35H5 $\phi 3.2$ 或 S49A4UFB-SUG35H5 $\phi 3.2$	1	电流: $I=(700\pm 30)\text{A}$ ; 电压: $U=(36\pm 2)\text{V}$ ; 焊速: $v=(400\pm 10)\text{mm/min}$

9.2 横隔板接板焊接

9.2.1 横隔板接板不同位置焊缝(见图 1)应满足以下要求:

- a) 横隔板接板与U肋及桥面板连接焊缝的拐点两侧80mm 范围内不应起熄弧;
- b) 横隔板接板与U肋连接焊缝应外观成型良好,焊缝与母材应过渡匀顺;
- c) 横隔板接板弧形缺口端部焊缝应焊接饱满,并对弧形缺口与U肋过渡位置进行打磨。



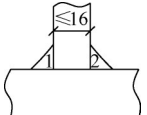
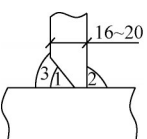
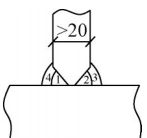
标引序号说明:

- 1——桥面板;
- 2——U肋;
- 3——横隔板接板;
- 4——横隔板接板与U肋及桥面板连接焊缝的拐点;
- 5——横隔板接板与U肋连接焊缝;
- 6——横隔板接板弧形缺口端部焊缝;
- 7——弧形缺口与U肋过渡焊缝外观按虚线打磨示意。

图1 横隔板接板焊接细节构造

9.2.2 横隔板接板焊缝为平位转立位焊缝,焊接过程不应断弧,选择实心或药芯焊丝气体保护焊工艺参数时应能满足平焊和立焊参数要求,横隔板接板焊接工艺参数宜按照表 13 执行。

表 13 横隔板接板用焊接工艺参数

坡口类型	焊道排列	焊接材料 mm	焊道	焊接工艺参数	焊接设备
Ⅵ型		G49A3C1S6 $\phi 1.2$ 80%Ar+20%CO <sub>2</sub> 或 T492T1-1C1AUH5 $\phi 1.2$ CO <sub>2</sub>	1~2	实心焊丝富氩气体保护焊: 电流: $I=(160\pm 10)\text{A}$ 电压: $U=(26\pm 2)\text{V}$ 或 药芯焊丝CO <sub>2</sub> 气体保护焊: 电流: $I=(200\pm 20)\text{A}$ 电压: $U=(28\pm 2)\text{V}$	焊接机器人
Ⅶ型			1~3		
Ⅷ型			1~4		

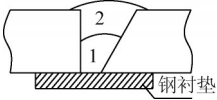
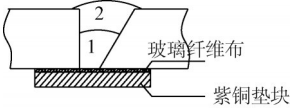
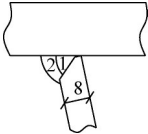

9.3 U 肋嵌补段焊接

9.3.1 U 肋嵌补段焊接方案应按照表 14 执行,工艺参数宜按照表 15 执行。

表 14 U 肋嵌补段用焊接方案

坡口类型		焊接方法	焊接方式
嵌补段对接	嵌补段与桥面板焊缝		
Ⅸ型	Ⅺ型	药芯焊丝 CO <sub>2</sub> 气体保护焊	单丝焊
Ⅹ型	Ⅻ型		

表 15 U 肋嵌补段用焊接工艺参数

坡口类型	焊道排列	根部间隙 mm	焊接材料 mm	焊道	焊接工艺参数
Ⅸ型		4~12	T492T1-1 C1AUH5 φ1.2 CO <sub>2</sub>	1~2	立焊:电流: $I=(190\pm10)\text{A}$ ; 电压: $U=(24\pm2)\text{V}$ ; 气流量:15 L/min~20 L/min。 平焊:电流: $I=(280\pm10)\text{A}$ ; 电压: $U=(30\pm2)\text{V}$ ; 气流量:15 L/min~20 L/min 仰焊:电流: $I=(210\pm20)\text{A}$ ;电压: $U=(24\pm2)\text{V}$ ;气流量:(15~20)L/min。
Ⅹ型		4~12			
Ⅺ型		0~0.5	T492T1-1 C1AUH5 φ1.2 CO <sub>2</sub>	1~2	电流: $I=(200\pm20)\text{A}$ ; 电压: $U=(26\pm2)\text{V}$ ; 气流量:15 L/min~20 L/min
Ⅻ型		4~12			

9.3.2 坡口Ⅸ、Ⅺ只针对 U 肋嵌补段内部为单面焊隐蔽空间的情况,对非熔透双面焊及全熔透双面焊不适用;U 肋嵌补段与桥面板焊缝要实现双面焊接或全熔透以及 U 肋嵌补段对接使用可去除衬垫(紫铜复合衬垫),U 肋嵌补段应开手孔后进行内部操作,具体如图 2 和图 3 所示。

单位为毫米

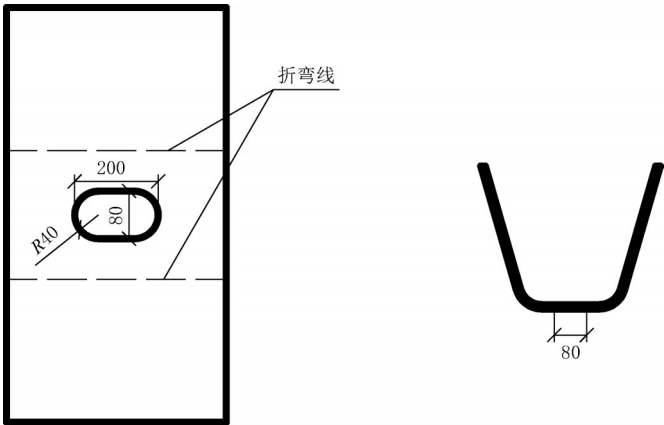


图2 U肋底部手孔示意图

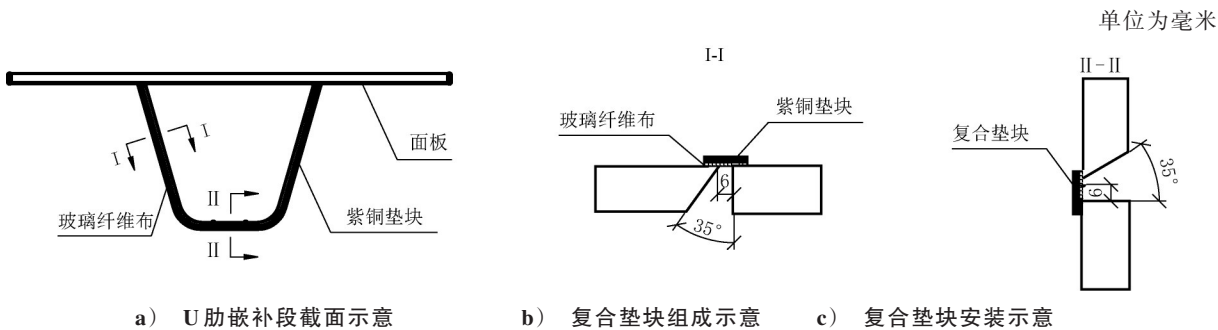


图3 复合垫块使用示意图

## 10 焊接变形控制及矫正

### 10.1 控制正交异性钢桥面板焊接变形,应采取以下措施:

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

### 10.2 当焊接变形量超过 JTG/T 3651 允许偏差时,应采取以下措施进行矫正:

- a) 采用热矫时,应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。

## 11 检验

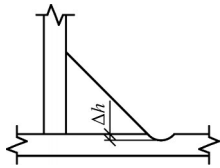
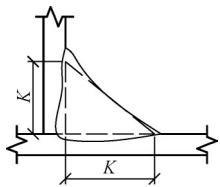
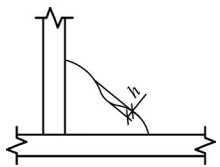
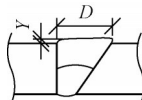
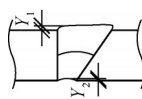
### 11.1 外观检查

11.1.1 焊缝外观应采用目视、焊缝测量尺及内窥镜检查,不应出现裂纹、咬边、焊瘤、夹渣、未填满及烧穿等缺陷。

11.1.2 焊缝外观检查要求宜符合表 16 的规定。

表 16 焊缝外观质量要求

单位为毫米

序号	名称	简 图	焊缝种类	质 量 标 准		检查器具
1	咬边量 ( $\Delta h$ )		U肋与桥面板角 焊缝(桥面板侧)	不准许		目视 内窥镜 焊接检验尺
			其他焊缝	$\leq 0.5$		
2	气孔	—	主要角焊缝	直径小于 1.0	每米不多于 3 个且间 距不小于 20	目视 内窥镜 焊接检验尺
			其他焊缝	直径小于 1.5		
3	焊脚 尺寸( $K$ )		+2, 0			焊接检验尺
4	焊波高差 ( $h$ )		$\leq 2$ (任意 25 范围内)			焊接检验尺
5	有效厚度	—	T 形角焊缝	凸面角焊缝有效厚度应不大于规定值 2, 凹面角焊缝应不小于规定值 0.3		焊接检验尺
6	余高		不铲磨余高的对 接焊缝	焊缝宽度 $D \leq 20$ 时, $Y \leq 2$ ; 焊缝宽度 $D > 20$ 时, $Y \leq 3$		焊接检验尺
7	余高铲磨 后的表面		U肋嵌补段对接 焊缝	$Y_1 \leq 0.5$ 、 $Y_2 \leq 0.3$		焊接检验尺

11.2 无损检测

11.2.1 当外观检查合格时,应在焊接完成 24h 后进行无损检验,焊缝无损检验方法及范围宜符合表 17 的规定。

表 17 无损检验方法及范围

焊缝部位	探伤方法	探伤比例	探伤范围	执行标准			
				检测标准	级别	验收标准	级别
单面焊焊缝	磁粉	100%	焊缝两端各 1 000 mm	GB/T 26951	—	GB/T 26952	2X
非熔透双面焊内侧焊缝	磁粉	100%	焊缝两端各 200 mm	GB/T 26951	—	GB/T 26952	2X
非熔透双面焊外侧焊缝	磁粉	100%	焊缝两端各 1 000 mm	GB/T 26951	—	GB/T 26952	2X
双面焊全熔透焊缝	超声波	100%	焊缝两端及中部各 1 000 mm	GB/T 11345	A	GB/T 29712	2

表 17 无损检验方法及范围（续）

焊缝部位	探伤方法	探伤比例	探伤范围	执行标准			
				检测标准	级别	验收标准	级别
双面焊全熔透焊缝	磁粉	100%	焊缝两端各 200 mm	GB/T 26951	—	GB/T 26952	2X
横隔板接板焊缝	磁粉	100%	行车道范围总长 20%	GB/T 26951	—	GB/T 26952	2X
U 肋嵌补段对接焊缝	超声波	30%	焊缝全长	GB/T 11345	B	GB/T 29712	2
	磁粉	100%	焊缝全长	GB/T 26951	—	GB/T 26952	2X
U 肋嵌补段角焊缝	磁粉	100%	焊缝全长	GB/T 26951	—	GB/T 26952	2X
注：探伤比例为探伤接头数量与全部接头数量之比。							

11.2.2 采用超声波和磁粉进行局部探伤的焊缝,当发现裂纹时,应将该条焊缝的探伤范围延至全长。

11.3 焊接产品试板检验

- 11.3.1 U 肋焊接产品试板应每 5 个节段检验一组,产品试板宜采用实体 U 肋试件,长度不低于 1 000 mm。
- 11.3.2 U 肋单面焊及部分熔透双面焊产品试板的制作应遵循同时间、同工艺、同操作人员的“三同”原则,在产品 U 肋焊缝焊接完成后同条件施焊产品试板。
- 11.3.3 U 肋焊接产品试板应进行有效熔深检查和接头三区硬度检测,取样数应不低于 4 个。宏观断面酸蚀时,允许有一个试样有效熔深不低于板厚的 70%,焊接接头硬度检测时,焊接接头母材区、热影响区及焊缝区硬度不应高于 380HV10。
- 11.3.4 产品试板的试验结果不合格时,可在原试板上重新取样再做试验;如试验结果仍不合格,则应先查明原因,然后对该试板代表的接头进行处理,并重新进行检验。

12 焊缝返修

12.1 U 肋角焊缝返修

- 12.1.1 U 肋角焊缝返修遵循以下原则：
- a) 当 U 肋外侧焊缝表面缺陷超出表 16 规定时应进行返修；
  - b) 当 U 肋双面焊内侧焊缝出现断弧或焊偏时应进行补焊；
  - c) 当 U 肋双面焊全熔透焊缝存在以下情况时应进行返修：
    - 1) 单个缺欠指示长度大于 100 mm,每米焊缝缺欠指示总长大于 300 mm；
    - 2) 连续性气孔、夹渣长度大于 100 mm。
- 12.1.2 对于熔深不足和焊缝中超标焊接缺陷的清除长度,应在缺陷指示长度基础上两端外延 50 mm,碳弧气刨形成的沟槽两端应打磨不小于 1:5 的斜坡面。U 肋角焊缝返修方法宜按表 18 执行。

表 18 缺陷返修方法

缺陷类型	返修用焊接材料	缺陷清除方法
表面裂纹、弧坑裂纹	焊条 E5015 $\phi$ 3.2mm 或 实心焊丝 G49A3C1S6 $\phi$ 1.2mm	碳弧气刨清除、 补焊、打磨
表面气孔		打磨清除、补焊、打磨



表 18 缺陷返修方法（续）

缺陷类型	返修用焊接材料	缺陷清除方法
焊缝熔深不足	实心焊丝 G49A3C1S6 $\phi$ 1.2mm 或 药芯焊丝 T492T1-1C1AUH5 $\phi$ 1.2mm	碳弧气刨清除且 不应将焊缝刨穿
超标焊接缺陷		

12.2 横隔板接板焊缝返修

- 12.2.1 接板焊缝平焊转立焊的拐点部位应过渡良好,存在缺陷时,应返修打磨。
- 12.2.2 接板弧形缺口顶端包角部位出现可见缺陷及尖锐棱角时,应返修打磨。

附 录 A  
(资料性)  
正交异性钢桥面板焊接标准流程

图 A.1 给出了正交异性钢桥面板焊接标准流程图。

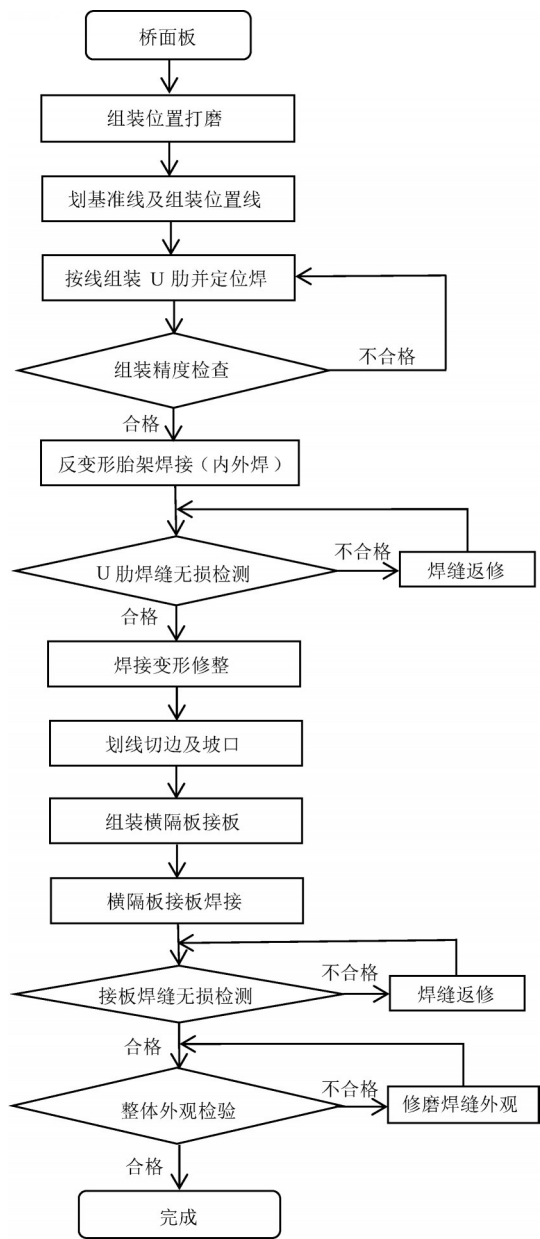


图 A.1 正交异性钢桥面板焊接标准流程图

### 参 考 文 献

- [1] GB/T 714 桥梁用结构钢
  - [2] GB/T 1591 低合金高强度结构钢
  - [3] GB/T 5117 非合金钢及细晶粒钢焊条
  - [4] GB/T 5293 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
  - [5] GB/T 8110 熔化极气体保护电弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝
  - [6] GB/T 10045 非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝
  - [7] GB/T 50661 钢结构焊接规范
  - [8] T/CWAN 0018 铁道车辆用耐大气腐蚀钢及不锈钢焊接材料
-