

中国工程建设标准化协会团体标准

T/CECS ×××—201X

抗疲劳钢桥面板

fatigue resistance steel bridge decks

（征求意见稿）

（提交反馈意见时，请将有关专利连同支持性文件一并附上）

201X-XX-XX 发布

201X-XX-XX 实施

中国工程建设标准化协会 发布

目 录

前 言	1
1. 范围	2
2. 规范性引用文件	2
3. 术语和定义	3
4. 原材料	3
5. 要求	4
6. 试验方法	13
7. 检验规则	15
8. 包装、标志、运输、贮存	15

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020 和 GB/T 20001.10-2020 给出的规则起草。

本标准是按中国工程建设标准化协会《关于印发〈2023 年第一批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字〔2023〕10 号）的要求制定。

本文件的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国建设标准化协会建筑与市政工程产品应用分会归口管理。

本文件负责起草单位：中建五洲工程装备有限公司。

本文件参加起草单位：XXX

本文件主要起草人：

本文件审查人：

抗疲劳钢桥面板

1 范围

本标准规定了抗疲劳钢桥面板的术语和定义、原材料、要求、试验方法、检验规则、包装、标志、运输、贮存。

本标准适用于桥梁抗疲劳钢桥面板的生产和检验。

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 706	热轧型钢
GB/T 709	热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差
GB/T 714	桥梁用结构钢
GB/T 1591	低合金高强度结构钢
GB/T 2650	金属材料焊缝破坏性试验 冲击试验
GB/T 2651	金属材料焊缝破坏性试验 横向拉伸试验
GB/T 2652	金属材料焊缝破坏性试验 熔化焊接头焊缝金属纵向拉伸试验
GB/T 2653	焊接接头弯曲试验方法
GB/T 2654	焊接接头硬度试验方法
GB/T 4171	耐候结构钢
GB/T 5313	厚度方向性能钢板
GB/T 9452	热处理炉有效加热区测定方法
GB/T 14977	热轧钢材表面质量的一般要求
GB/T 30583	承压设备焊后热处理规程
GB/T 31310	金属材料 残余应力测定 钻孔应变法
GB/T 32073	无损检测 残余应力超声临界折射纵波检测方法
GB 50205	钢结构工程施工质量验收标准
GB 55001	工程结构通用规范
JB/T 6046	碳钢、低合金钢焊接构件焊后热处理方法
JB/T 6061	无损检测焊缝磁粉检测
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
QCR 9211	铁路钢桥制造规范
SL 547	工金属结构残余应力测试方法 X 射线衍射法
YB/T 4624	桥梁钢结构用 U 型肋冷弯型钢
T/CECS 1370-2023	正交异性钢桥面板退火处理技术规程
T/CECS 1437-2023	正交异性钢桥面焊接残余应力检测标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

抗疲劳钢桥面板 fatigue resistance steel bridge decks

通过退火处理等方法提高疲劳寿命的钢桥面。

3.2

退火 annealing

将钢桥面板加热到一定温度，保持足够时间，然后以适宜速度冷却的一种热处理工艺。

3.3

整体退火 integral annealing

将部件整体放入退火炉中进行退火。

3.4

分段退火 segmented annealing

对无法进行整体退火处理的较长部件划分区域后进行逐段退火。

3.5

局部退火 local annealing

采用履带式加热器等设备铺盖在焊缝上进行退火处理。

4 原材料

4.1 一般要求

4.2.1 钢桥面板制造所用结构材料应符合设计文件的性能要求和现行标准的规定，除必须有材料质量证明书外，还应进行复验，复验合格方能使用。

4.2.2 制造单位应制定材料的管理制度，做到订货、存放、使用规范化，保证使用的材料合格可靠。

4.2 钢板

4.2.1 钢板的品种、规格、性能等应符合现行国家标准 GB/T 1591、GB/T 714 和 GB/T 4171 的有关规定。钢材应具有合理的交货状态、化学成分、力学性能、工艺性能及焊接性能。

4.2.2 钢板的订货合同应对材料的牌号、规格尺寸、性能指标、检验要求、尺寸偏差等有明确的规定。钢板进场后，应按照相关标准进行复验，复验合格后方可使用。

4.2.3 对于有厚度方向性能要求的钢板，应按现行国家标准 GB/T 5313 的有关规定进行检测。

4.2.4 钢板尺寸允许偏差应符合现行国家标准 GB/T 709 的有关规定，设计有要求时，应按设计要求执行。

4.2.5 钢材表面质量应符合现行国家标准 GB/T 14977 的有关规定。

4.3 型材

4.3.1 U形肋的可采用普通U形肋、热轧厚边U形肋等。

4.3.2 U形肋的品种、规格、性能应符合现行行业标准 YB/T 4624 的有关规定并满足设计要求。U形肋进场时，按照相关标准进行复验，复验合格后方可使用。

4.3.3 球扁钢肋的品种、规格、性能应符合现行国家标准 GB/T 9945 的有关规定并满足设计要求。进场时应进行复验，复验合格后方可使用。

4.4 焊接材料

- 4.4.1 焊接材料的选用应与母材相匹配，且应符合设计要求，焊接材料应根据焊接工艺评定试验确定。
- 4.4.2 焊条应符合现行国家标准 GB/T 5118 和 GB/T 5117 的有关规定。
- 4.4.3 气体保护焊用焊丝应符合现行国家标准 GB/T 14957、GB/T 8110、GB/T 17493 和 GB/T 10045 的有关规定。
- 4.4.4 埋弧焊所使用的焊丝和焊剂应符合现行国家标准 GB/T 12470 和 GB/T 5293 的有关规定。
- 4.4.5 焊材进场后，应进行焊接材料复验，复验检测合格后，方可使用。

4.5 涂装材料

- 4.5.1 涂装材料应符合设计文件和现行行业标准 JT/T 722 及 JT/T 1266 的规定。
- 4.5.2 涂装材料应存放在专用库房内，涂装时不得使用超出质保期的涂料。

5 要求

5.1 加工

5.1.1 钢板预处理

- 5.1.1.1 钢板下料前，应进行预处理，包括：辊平、抛丸除锈、除尘及涂防锈底漆等工序。
- 5.1.1.2 对构件在车间内加工制作且在非梅雨季节使用的钢材，当确认其不会产生锈蚀时，可不喷涂防锈底漆；设计对车间防锈底漆有要求时，应从其规定。
- 5.1.1.3 预处理完成后，应及时将钢板原有的牌号、规格、炉批号等信息移植到经处理后的钢板上。

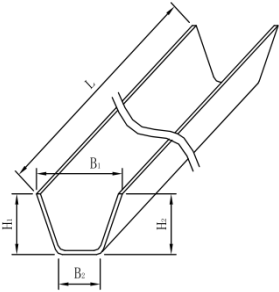
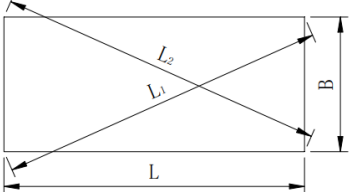
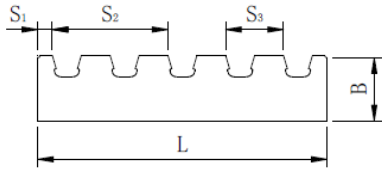
5.1.2 下料

- 5.1.2.1 钢材的下料与加工应按加工图和工艺文件进行。在下料前应对钢材的牌号、规格、外观质量和质检资料等进行核对，确认无误后方可下料。
- 5.1.2.2 切割工艺应根据切割工艺试验的结果进行编制。
- 5.1.2.3 下料尺寸应按要求预留足够的加工余量。
- 5.1.2.4 主要零件下料时，应使钢材的轧制方向与其主要应力方向一致。
- 5.1.2.5 零件宜采用数控、自动或半自动等方式精密切割下料，切割后其边缘不进行机加工的零件应符合下列规定：
- 切割面的质量应符合表 1 的规定；
 - 尺寸允许偏差应符合表 2 的规定；
 - 钢材强度级别不小于 420MPa 时，切割面的硬度应不超过 380HV10；其他钢材切割面的硬度应不超过 350HV10。

表1 切割面质量

序号	名称	主要零件	次要零件	备注
1	表面粗糙度	25 μ m	50 μ m	按 GB/T 10610 用样块检测
2	崩坑	不允许	1000mm 长度内允许有 1 处 1mm	—
3	塌角	圆角半径 $\leq$ 1mm		—
4	切割面垂直度	$\leq$ 0.05t (t 为板厚)，且 $\leq$ 2mm		—

表2 零件尺寸允许偏差 (mm)

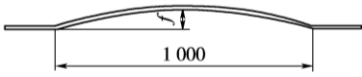
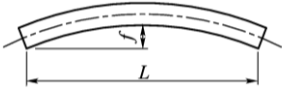
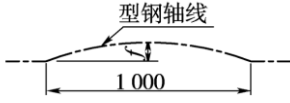
序号	名称	项 目	允 许 偏 差	简 图
1	U 形肋	长度 L	± 2	
		开口宽度 B ₁	+3, -1	
		底宽度 B ₂	± 1.5	
		肢高 H ₁ 、H ₂	± 1.5	
		两肢差 H ₁ -H ₂	≤ 2	
		旁弯、竖弯	$< L/1000$ 或 6, 取较小值, L 为肋长	
2	顶板	长度 L	± 2	
		宽度 B	± 2	
		对角线差 L ₁ -L ₂	≤ 3	
3	横肋	长度 L	± 2	
		宽度 B	± 2	
		槽口尺寸偏差 S ₁	+2, 0	
		任意两槽口中心距 S ₂	± 2	
		相邻两槽口中心距 S ₃	± 1	

- 5.1.2.6 手工焰切仅可用于工艺特定或焰切后仍需再加工的零件，其尺寸允许偏差应为 $\pm 2\text{mm}$ 。手工焰切后不再加工的零件应修磨匀顺。
- 5.1.2.7 剪切仅可用于次要零件或剪切后仍需要加工的零件。采用剪切工艺时，钢板厚度不宜大于 12mm ，剪切边缘应平整，无毛刺、反口、缺肉等缺陷。剪切的尺寸允许偏差应为 $\pm 2\text{mm}$ ，边缘缺棱应不大于 1mm ，型钢端部垂直度应不大于 2mm 。
- 5.1.2.8 切割完毕后，应对主要零件进行标识并记录。对切割边缘的缺口或崩坑等缺陷，应按现行行业标准 JTG/T 3651 的规定进行修补。
- 5.1.3 零件矫正
- 5.1.3.1 零件的矫正宜采用冷矫，冷矫时的环境温度不宜低于 -12°C 。采用热矫时，工艺要求应符合表 3 的规定。矫正后的零件应自然冷却，冷却过程中不得锤击和用水急冷。
- 5.1.3.2 矫正后的零件其表面不应有明显的凹痕和损伤，零件矫正允许偏差应符合表 4 的规定。

表3 热矫工艺要求

序 号	牌号	交货状态	工艺要求
1	Q370qD、Q370qE、Q420qD、Q420qE	TMCP+回火、TMCP	$\leq 750^{\circ}\text{C}$ 。严禁保温
2	Q500qE	TMCP+回火、TMCP	$\leq 700^{\circ}\text{C}$ 。严禁保温
3	其他钢种	热轧、正火等	$\leq 800^{\circ}\text{C}$ 。严禁保温

表4 零件矫正允许偏差 (mm)

序号	名称	简 图	项 目	说 明		允许偏差
1	钢板		平面度	每米范围		$f \leq 1.0$
			直线度	全长范围	$L \leq 8\text{m}$	$f \leq 2.0$
					$L > 8\text{m}$	$f \leq 3.0$
2	型钢		直线度	每米范围		$f \leq 0.5$

- 5.1.4 机加工
- 5.1.4.1 加工面的表面粗糙度应不大于 $Ra25\mu\text{m}$ ，零件边缘的加工深度应不小于 3mm，但零件边缘硬度不超过 350HV10 时，加工深度可不受此限。
- 5.1.4.2 加工时应避免油污污染钢材，加工后铲磨掉边缘的飞刺、挂渣，使端面光滑匀顺。
- 5.1.4.3 焊接坡口可采用机加工或切割工艺，过渡段坡口应打磨匀顺。
- 5.1.5 制孔
- 5.1.5.1 采用高强螺栓连接的 U 形肋螺栓孔应钻制成形。
- 5.1.5.2 孔形应为正圆柱形，孔壁表面粗糙度不应大于 $Ra25\mu\text{m}$ ，孔的圆度偏差不应大于 +0.5mm，孔缘应平顺、无损伤、无刺屑。
- 5.1.5.3 螺栓孔的孔径允许偏差应符合表 5 的规定，U 形肋零件上的孔距允许偏差应符合表 6 的规定。

表5 螺栓孔允许偏差 (mm)

序号	螺栓直径	螺栓孔径	允 许 偏 差	
			孔径	孔壁垂直度
1	M20	22	+0.7, 0	不大于 0.3
2	M22	24	+0.7, 0	

注：U 形肋上孔径可比表中值大 2mm。

表6 U形肋零件上的孔距允许偏差 (mm)

序号	名称	允许偏差
1	两相邻孔距	± 0.5
2	同一孔群任意两孔距	± 0.8
3	两端孔群中心距	± 2.0
4	孔与自由边距	± 2.0

- 5.1.6 产品试板
- 5.1.6.1 为了检验钢桥面板原材料和焊接接头的力学性能、采用有损方法（如钻孔应变法）测试焊接接头的残余应力，应制备产品试板。产品试板包括不退火产品试板与退火产品试板。产品试板的材质、

厚度、轧制方向及坡口应与所焊钢桥面板相同。

5.1.6.2 在同一材料、焊接工艺下，做 1 组不退火产品试板。在同一材料、焊接工艺、退火工艺下，每 5 炉产品做 1 组退火产品试板，少于 5 炉时，按 5 炉计算。

5.1.6.3 每组产品试板包括力学性能试验试板（图 1）和残余应力检测试板（图 2）各 1 件，力学性能试验采用对接焊缝，残余应力检测采用顶板与 U 形肋的角接焊缝。试板制备和尺寸如图 1、图 2 所示。产品试板长度应不低于 600mm。

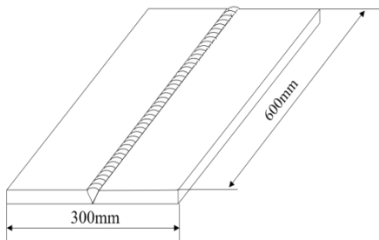


图1 力学性能试验试板

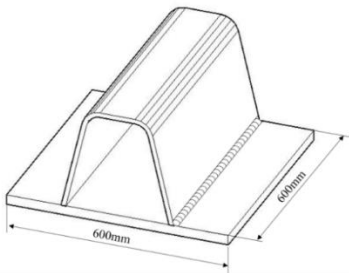


图2 残余应力检测试板

5.2 组装

5.2.1 一般规定

5.2.1.1 组装前应熟悉施工图和工艺文件，认真核对零件编号、外形尺寸和坡口方向。

5.2.1.2 组装前应彻底清除待焊区域的铁锈、氧化铁皮、油污、水分等有害物，使其表面显露出金属光泽，清除范围应符合图 3 的规定。

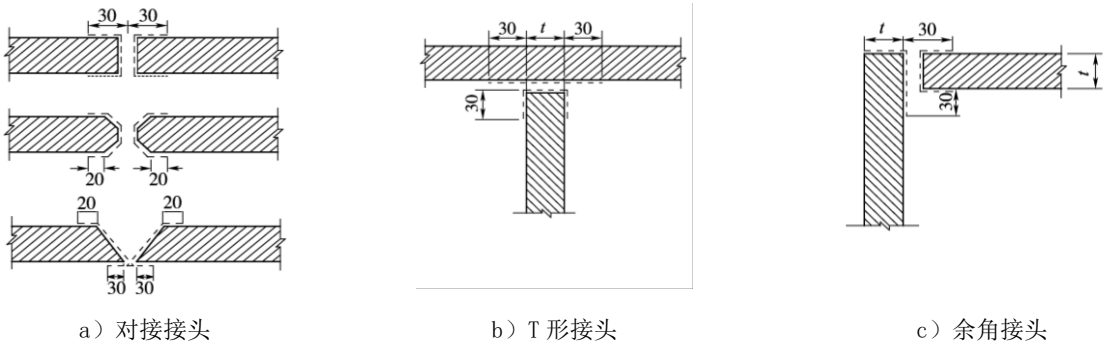


图3 组装前的清除范围（单位：mm）

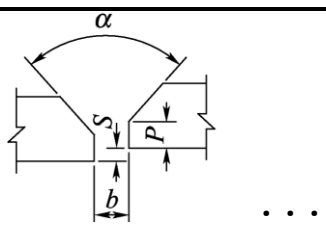
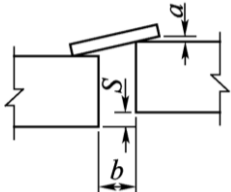
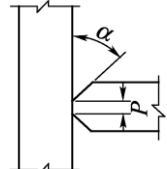
5.2.1.3 采用埋弧焊焊接的焊缝，在焊缝的端部连接引板，引板的材质、厚度、坡口应与所焊件相同。

5.2.1.4 做产品试板检验时，宜在焊缝端部连接试板，试板应与其代表的焊缝相连接。

5.2.1.5 构件组装完成后，应按规定进行编号标识，并应做好记录，对其加以保护，防止损坏。

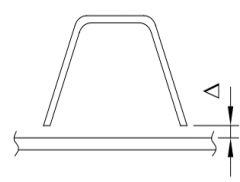
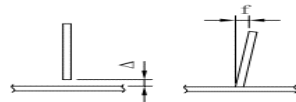
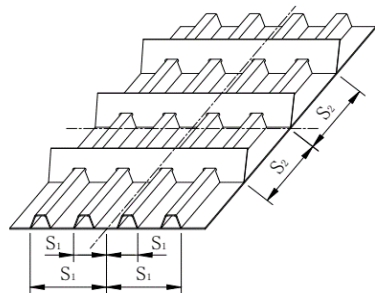
5.2.2 焊接接头组装允许偏差应符合表 7 的规定。

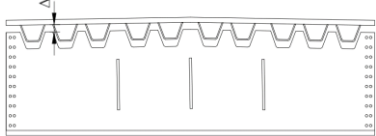
表7 焊接接头组装允许偏差（mm）

序号	简 图	项 目	允许偏差
1		坡口角度 α (°)	±5
		坡口钝边 P (mm)	±2
		坡口间隙 b (mm)	±2
		坡口错边 S (mm)	<1
2		坡口间隙 b (mm)	±2
		坡口错边 S (mm)	<1
		衬垫与板间隙 a (mm)	<0.5
3		坡口角度 α (°)	±5
		坡口钝边 P (mm)	±2

- 5.2.3 钢桥面板单元组装
- 5.2.3.1 钢桥面板单元组装应优先采用专用组装生产线，确保构件组装精度。
- 5.2.3.2 钢桥面板单元组装尺寸的允许偏差应符合表 8 的规定。

表8 钢桥面板单元组装尺寸允许偏差（mm）

序 号	名 称			允许偏差	简 图
1	U 形肋组装间隙 Δ			≤ 0.5	
2	板肋组装间隙 Δ			≤ 1	
3	板肋垂直度 f			≤ 1	
4	顶板	U 形肋与纵基线间距、U 形肋间距 S_1	端部及横隔板处	± 1	
			其余部位	± 2	
5		横肋接板间距 S_2	上下对接形式	± 1	
			其余形式	± 2	

序 号	名 称	允许偏差	简 图
6	横肋与桥面板组装间隙 Δ	≤ 2	
	横肋与 U 形肋的组装间隙 Δ	≤ 2	

5.3 焊接

5.3.1 一般要求

5.3.1.1 焊接工艺文件应根据焊接工艺评定报告编制，焊接工艺评定的试板在焊制完成后应采取退火处理，退火完成后再进行试件检验。

5.3.1.2 焊接材料应通过焊接工艺评定试验确定。焊条、焊剂应按产品说明书的要求烘干后使用，烘干后的焊接材料应随用随取，当从烘干箱取出的焊接材料超过 4h 时，应重新烘干后使用；焊剂在现场宜采用保温桶存储，焊剂中的杂物、焊丝上的油锈等应清除干净；所使用的 CO₂ 气体的纯度应不低于 99.5%，氩气的纯度应不低于 99.95%。

5.3.1.3 U 形肋焊接宜使用自动化或半自动化焊接设备在专用反变形胎架上进行。在施焊过程中，应保证焊接的连续性。

5.3.1.4 钢桥面板单元及 U 形肋焊接时，采用合理的焊接工艺和焊接顺序，尽可能减小构件的变形和收缩。

5.3.1.5 焊接工作宜在室内进行，施焊时的环境湿度应小于 80%；环境温度宜不低于 5℃，低于 5℃仍要进行焊接作业时，应采取焊前预热、保温和焊后缓冷等工艺措施，并应通过专项试验确定相应的焊接工艺参数。焊接宜在构件组装后 24h 内完成。

5.3.1.6 在室外焊接时，除应满足室内焊接的规定外，尚应采取必要的防风 and 防雨措施；在大风、大雨、降雪、严寒等恶劣气候条件下，严禁在室外进行焊接作业。室外焊接宜在构件组装后 12h 内完成。

5.3.1.7 焊接前应彻底清除待焊（包括定位焊）区域内的有害物；焊接时严禁在母材的非焊接部位引弧，焊接后应清理焊缝表面的熔渣及两侧的飞溅物。

焊接前应检查并确认所使用的设备、工具和仪表状态良好，齐全可靠。

5.3.1.8 焊前预热温度应通过焊接工艺评定试验确定；预热范围宜为焊缝两侧 1.5 倍板厚且不小于 100mm，且应在距焊缝 30~50mm 范围内测温。焊工施焊时应做焊接记录，记录的内容宜包括构件号、焊缝部位、焊缝编号、焊接参数、操作者和焊接日期等。

5.3.2 定位焊

5.3.2.1 定位焊前应按图纸及工艺文件检查焊件的几何尺寸、坡口尺寸、根部间隙、焊接部位的清理情况等，如不符合要求不得实施定位焊。

5.3.2.2 定位焊焊缝距设计焊缝端部应不小于 30mm，其长度宜为 50~100mm，间距宜为 400~600mm。当板厚小于 8mm 或大于 50mm 时，可调整定位焊间距。定位焊焊缝的焊脚尺寸宜不大于设计焊脚尺寸的 1/2，且不小于 4mm。

5.3.2.3 定位焊缝不得有裂纹、夹渣、焊瘤等缺陷，弧坑应填满，对开裂的定位焊缝，应先查明原因，然后再清除开裂的焊缝，并应在保证构件尺寸正确的条件下补充定位焊。

5.3.2.4 在焊缝交叉处和焊缝方向急剧变化处不应进行定位焊，焊缝的起弧点应避开焊缝相交处或转角处 50mm 以上。

5.3.3 气体保护焊与埋弧自动焊

5.3.3.1 气体保护焊应随时清除喷嘴上的飞溅物，并保证气体干燥装置始终保持加热状态。

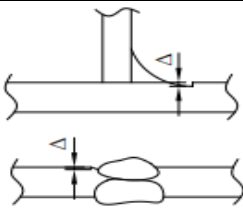
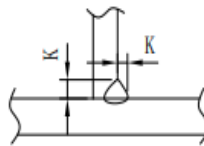
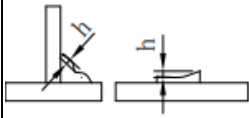
5.3.3.2 气体保护焊应在距设计焊缝端部 30mm 以外的引板上引、熄弧，埋弧焊应在距设计焊缝端部 80mm 以外的引板上引、熄弧。引板的坡口和板厚应与母材相同。

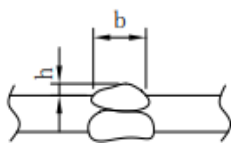
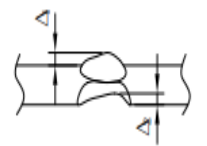
5.3.3.3 埋弧自动焊焊接过程中不宜断弧，如有断弧则应将停弧处刨成 1:5 的斜坡，并搭接 50mm 再引弧施焊，焊后搭接处应修磨匀顺。

5.3.4 焊缝质量

5.3.4.1 所有焊缝不得有裂纹、未熔合、焊瘤、夹渣、未填满弧坑等缺陷，并应符合表 9 的规定。

表9 焊缝外观质量标准 (mm)

序号	名称	焊缝种类	质量标准		简图
1	气孔	横向对接焊缝	不允许		—
		纵向对接焊缝、主要角焊缝	直径小于 1	每米不多于 3 个，间距≥20	
		其余焊缝	直径小于 1.5		
2	咬边	桥面板与 U 形肋角焊缝（桥面板侧）、竖向加劲肋角焊缝（腹板侧受拉区）	不允许		
		受压构件横向对接焊缝及竖向加劲肋角焊缝（腹板侧受压区）	≤0.3		
		纵向对接焊缝、主要角焊缝	≤0.5		
		其余焊缝	≤1		
3	焊脚尺寸	主要角焊缝 K	+2, 0		
		其余角焊缝 K	+2, 0		
			手工焊角焊缝全长的 10% 允许	+3, -1	
4	焊波	对接焊缝和角焊缝	≤2（任意 25mm 范围高低差）		

序号	名称	焊缝种类	质量标准		简图
5	余高	不铲磨余高的对接焊缝	≤ 2	焊缝宽度 $b \leq 20$	
			≤ 3	焊缝宽度 $b > 20$	
6	余高铲磨后的表面	横向对接焊缝	$\Delta_1 \leq 0.5$		
			$\Delta_2 \leq 0.3$		
			粗糙度 $50\mu\text{m}$		
7	有效厚度	T 形角焊缝	凸面角焊缝有效厚度不应大于规定值 2mm，凹面角焊缝不应小于规定值 0.3mm		—

5.3.4.2 焊缝经外观检测合格后方可进行无损检测。无损检测应在焊接完成 24h 后进行，无损检测的质量分级、检测方法、执行标准及检测范围应符合表 10 的规定。

表10 焊缝无损检测质量等级及检测范围

序号	焊缝部位	质量等级	检测方法	检测比例 (接头数量)	执行标准		检测范围
					检测标准 /级别	验收标准 /级别	
1	顶板横向对接焊缝	B 级	超声	100%	GB/T11345 B 级	GB/T29712 2 级	焊缝全长
			X 射线	5%	GB/T3323.1 B 级	GB/T 37910.1 1 级	焊缝两端各 250mm~300mm (横向对接焊缝长度大于 6000mm 时，中部加探 250mm~300mm)
2	顶板纵向对接焊缝	B 级	超声	100%	GB/T 11345 B 级	GB/T 29712 2 级/3 级	端部 1m 范围为 2 级，其余部位为 3 级
3	U 形肋与顶板坡口角焊缝	B 级	超声	20%	GB/T11345 B 级	GB/T 29712 2 级	熔透角焊缝两端各 1m
			磁粉	100%	GB/T 26951	GB/T 26952 2X 级	焊缝两端各 1m
4	产品试板	B 级	超声	100%	GB/T 11345 B 级	GB/T 29712 2 级	焊缝全长

5.3.4.3 焊缝无损检测的质量等级应符合现行国家 GB/T 19418 的规定。

5.3.4.4 焊缝无损检测的检测等级和验收等级应符合下列规定：

- a) 焊超声波检测等级和验收等级应符合现行国家 GB/T 11345、GB/T 29712 及 JTG/T 3651 的规定。
- b) 射线检测等级和验收等级应符合现行国家 GB/T 3323.1、GB/T 37910.1 及 JTG/T 3651 的规定。
- c) 磁粉检测等级和验收等级应符合现行国家 GB/T 26951 和 GB/T 26952 的规定。

5.3.5 修磨及返修

5.3.5.1 质量检验缺陷超标时，应进行返修，修补方法应按表 11 的规定执行。

表11 缺陷修补方法

序号	缺陷种类	修补方法
1	切除焊接引弧板、临时连接板时留下的缺陷以及钢材表面麻坑划痕等	伤及钢材表面深度 0.3mm~1mm 的缺陷，用砂轮磨平，深度超过 1mm，用手工补焊后砂轮修磨匀顺
2	咬边	深度小于 0.5mm 用砂轮磨顺，深度大于 0.5mm 用手工补焊后砂轮修磨匀顺
3	裂纹	查明原因，提出防止措施，用碳弧气刨清除缺陷时应由裂纹端各外延 50mm
4	气孔、夹渣、未熔透、凹坑等缺陷	用碳弧气刨清除缺陷，用手工焊返修，焊后磨顺
5	自动焊、半自动焊起弧或落弧的凹坑	自动、半自动焊起弧或落弧的弧坑，在继续施焊或补焊时，将原来弧坑部分或被清除部位的焊缝两端刨成不陡于 1：5 的斜坡，再继续焊接
6	气割边缘的缺口（或崩坑）	深度 2mm 以内的，用砂轮磨顺；超过 2mm 的，磨出坡口补焊后修磨匀顺

5.3.5.2 返修区域修补后，返修部位及补焊受影响的区域应按原探伤条件进行复验，复验结果应满足焊缝相应的级别。

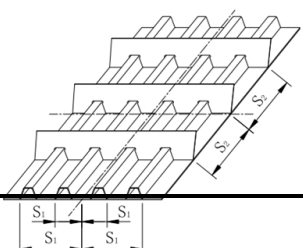
5.4 构件矫正

5.4.1 构件矫正时应符合下列规定：

- a) 冷矫的环境温度不宜低于 5℃，矫正时应缓慢加力；
- b) 热矫时加热温度应控制在 600~800℃，同一部位重复加热不得多于 2 次，温度降至室温前，不得锤击钢材和用水急冷。
- c) 矫正后的钢桥面板表面不应有凹痕和其他损伤。
- d) 钢桥面板矫正后的允许偏差应符合表 12 和

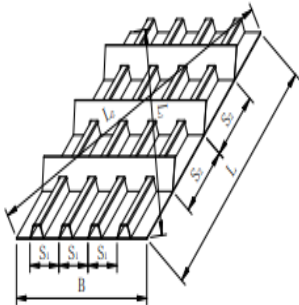
表 13 的规定。

表12 钢桥面板单元矫正后的允许偏差（mm）

序号	项目		允许偏差	简图
1	钢桥面板单元	横向平面度 S_1	$S_1/250$	
		纵向平面度 S_2	≤ 5.0	
		四角不平度	≤ 5.0	

序号	项目		允许偏差	简图
		板边直线度	≤ 3.0	
		接板垂直度	≤ 2.0	

表13 钢桥面板单元尺寸允许偏差（mm）

序号	名称			允许偏差	简图
1	钢桥面板单元	长度 L、宽度 B		± 2	
		对角线差 $ L_1-L_2 $		≤ 4	
		U 形肋与纵基线间距	端部及横肋处	± 1	
		U 形肋间距 S_1	其余部位	± 2	
		横肋间距 S_2	上下对接形式	± 1	
			其余形式	± 2	

检验方法：目视检查，采用钢卷尺、拉力器、直角尺、钢板尺、塞尺、焊角检测器等检查。

5.5 退火

按 T/CECS 1370-2023 中 6 章进行。

5.6 残余应力

按 T/CECS 1370-2023 中 7.4 节进行。

6 试验方法

6.1 加工

6.1.1 下料

- a) 钢材切割面崩坑、塌角、垂直度：目视检查。
- b) 钢材表面裂纹等：目视检查，缺陷有异议时做磁粉检查。
- c) 切割面表面粗糙度：按 GB/T1031 用样板检查切割面表面粗糙度。
- d) 零件尺寸允许偏差：目视检查，用钢卷尺、拉力器、直角尺、钢板尺检查。

6.1.2 零件矫正

- a) 矫正后的钢材表面质量：目视检查。
- b) 零件矫正的允许偏差：目视检查，用钢卷尺、平尺、拉力器、直角尺、钢板尺、塞尺检查。

6.1.3 机加工

- a) 零件外观质量：目视检查。
- b) 加工面的表面粗糙度：目视检查，比照样块检查。

6.1.4 制孔

- a) 螺栓孔的成形、孔壁表面粗糙度、孔缘：目视检查，比照样块检查。
- b) 螺栓孔的孔径允许偏差：用游标卡尺、试孔器检查实物。
- c) U形肋螺栓孔的孔距允许偏：用游标卡尺、钢板尺、钢卷尺、拉力器检查实物。

6.1.5 产品试板

产品试板力学性能的试验项目、试样数量及试验方法应按本标准 5.1.6 条及表 14 的规定。

表14 力学性能试验项目、试验数量和试验方法

序 号	试验项目	试验数量	试验方法
1	接头拉伸试验	1	GB/T 2651
2	焊缝金属拉伸试验	1	GB/T 2652
3	接头侧弯试验	1	GB/T 2653
4	低温冲击试验	6	GB/T 2650
5	接头硬度试验	1	GB/T 2654

6.2 组装

- a) 组装前接头处外观质量：目视检查，用钢卷尺检查。
- b) 焊接接头组装允许偏差：目视检查，用钢卷尺、拉力器、直角尺、钢板尺、塞尺检查。
- c) 板单元组装尺寸允许偏差：目视检查，用钢卷尺、拉力器、直角尺、钢板尺、塞尺检查。

6.3 焊接

- a) 焊缝外观质量：目视检查，用焊脚检测器、放大镜、钢板尺和钢卷尺进行检查。
- b) 焊缝无损检测质量等级：采用无损检测设备、测温计、焊脚检测器、目测、放大镜、钢板尺、钢卷尺等检查。

6.4 构件矫正

- a) 矫正后的钢桥面板表面损伤：目视检查。
- b) 钢桥面板矫正后的允许偏差：采用直角尺、钢板尺、钢平器、塞尺、平尺、拉线、钢卷尺、经纬仪、水准仪检查。
- c) 退火前后钢桥面板单元尺寸和平整度的允许偏差：目视检查，采用钢卷尺、拉力器、直角尺、钢板尺、塞尺、焊角检测器等检查。

6.5 退火

钢桥面板退火过程中的升温速度、保温温度、保温时长、降温速度：检查退火热处理炉温度记录系统数据，记录热电偶温度数据。

6.6 残余应力

6.6.1 检测方法

残余应力检测试验按 T/CECS 1437-2023 进行。

7 检验规则

7.1 产品出厂时应进行出厂检验，出厂检验包括：

- a) 桥面板的螺栓孔允许偏差，应符合本标准第 5.1.5.3 条表 5、表 6 的规定；
- b) 桥面板的焊缝质量，应符合本标准第 5.3.4.1 条表 9 的规定；
- c) 退火后桥面板单元尺寸的允许偏差应符合本标准第 5.4 条表 12 和第 6.4 条**错误!未找到引用源。**的规定；
- d) 残余应力检测检测结果应符合本标准第 5.6.2 条的规定。

7.2 产品需经检验合格，并附有质量检验合格证方可出厂。

8 包装、标志、运输、贮存

8.1 包装

- 8.1.1 构件在制造或涂装完成后宜进行必要的包装，包装应在涂装的涂层干燥后进行。
- 8.1.2 对构件进行包装时，应根据构件的类型和特点，选择适宜的包装材料和包装形式。桥面板单元等可采用裸装。螺栓、螺母和垫圈等较小零件应分类装箱，箱内应装塞紧密，并应采取防雨措施。
- 8.1.3 包装时应对连接部位的摩擦面进行保护。
- 8.1.4 对桥面板单元的 U 形肋端口、锚管孔以及构件上的工艺孔等敞开部位，宜采用适宜的材料封闭，防止水和杂物进入构件内部。

8.2 标志

- 8.2.1 包装好的每一个产品上都应有标签，标签内容包括工程名称、生产批次号、规格、数量、厂址和产品认证标记等必须信息。
- 8.2.2 构件或其重要部位的包装应有醒目标识，标识不得形成构件表面污染，亦不得影响构件性能。

8.3 运输

8.3.1 厂内转运

- 8.3.1.1 构件可采用轨道式龙门吊机、轮胎式龙门吊机或多轮胎液压平板车在制造厂内进行转运，且应预设相应的转运通道。
- 8.3.1.2 转运通道的高度和宽度应有足够的安全距离，避免与其他物体发生碰撞、刮擦；转运通道的道路应平整、顺畅，地基应有足够的承载能力。
- 8.3.1.3 转运构件时，其吊点或支点位置应符合设计规定；设计未规定时，应根据计算确定。
- 8.3.1.4 起吊和转运时，构件及辅助件总质量不得超过起重机或转运设备额定承载能力。

8.3.2 构件运输

- 8.3.2.1 构件运输应编制专项方案，并应根据构件的形状、种类、质量以及桥位处地形和水域特点，确定适宜的运输方式、运输路线和运输工具。
- 8.3.2.2 构件采取公路运输方式时，应提前对运输路线进行现场实地踏勘，确认运输车辆能顺利通行；当有障碍时，应采取相应措施予以处置。

8.3.2.3 构件采取水上运输方式时，应提前对运输船舶需经过水域的特点及通航规则进行调查，并应据此确定运输船舶的类型和吨位。

8.3.2.4 构件运输所采用的运输设备应符合其额定承载能力，并应符合相应运输方式的安全管理规定，运输实施前应按规定办理相关手续。

8.3.2.5 运输构件时应符合下列规定：

a) 构件的尺寸与质量应符合道路及交管部门的限制要求，超长、超宽等大型构件运输的专项方案应经运输主管部门批准。

b) 运输车辆的起步和运行应缓慢，平稳前进，严禁突然加速或紧急制动。

c) 应按照运输条件下的各种工况，对运输船舶的强度进行核算和加固计算，并应对船体进行必要的加固处理；同时应对船舶的稳定性进行安全验算。构件装船后船舶的抗倾覆安全系数应不小于 1.5，并应采取防止船体摆动的有效措施，保证构件在风浪颠簸中不移位。

d) 运输构件时，不得使其在运输过程中产生任何形式的损伤及永久变形

8.4 贮存

8.4.1 构件存放应提前进行场地规划，其布置应满足存放、移运及架设安装时的作业要求。

8.4.2 桥面板存放场地坚实平整，有排水设施，支承处有足够的承载力。

8.4.3 桥面板在存放场地存放时，应按吊运顺序安排位置。

8.4.4 构件存放时，支承点的位置与数量应符合设计规定；设计未规定时，应通过结构受力验算确定。构件在自重作用下不得产生永久变形。

8.4.5 构件存放应符合下列规定：

a) 构件宜按照移运或安装的先后顺序编号存放，且应分类码放整齐。

b) 构件存放时，其支点处应采用垫木或其他适宜的柔性支垫材料进行支承，应避免其涂层受到损伤。

c) 大节段构件在存放时，应设置足够的支点，且支点应设在自重弯矩较小的位置，并应防止构件产生挠曲变形。

d) 构件多层叠放时，各层之间应以垫木或其他适宜的支垫材料隔开，各层支垫位置应设在设计规定的支点处，上下层的支垫应在同一垂直面上；叠放时不宜过高，其高度宜按构件强度、台座地基的承载力、支垫材料的强度及叠放的稳定性等经计算确定，并应防止构件产生倾覆或变形损坏。