

ICS 93.040

CCS P 28

DB32

江苏省地方标准 江

DB32/T 4761—2024

大跨径钢桁梁制造规范

Specification for manufacturing of super large span steel truss beams

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	3
5 基本规定	3
6 材料和材料管理	3
7 零件制造	4
8 组装	9
9 焊接	13
10 焊接检验	14
11 矫正	23
12 匹配制造	25
13 试装	29
14 表面清理和涂装	31
15 成品尺寸检验	33
16 包装、存放和运输	37
附录 A (规范性) 原材料复验规程	38
附录 B (规范性) 钢材和加工缺陷的修补	40
附录 C (规范性) 钢材焊接工艺评定	41
附录 D (规范性) 圆柱头焊钉焊接工艺评定	45
附录 E (规范性) 焊接接头超声波探伤质量要求	46
附录 F (规范性) 焊接接头射线探伤质量要求	48
附录 G (规范性) 抗滑移系数试验	50
参考文献	52

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、中铁武汉大桥工程咨询监理有限公司、中铁山桥集团有限公司、中铁宝桥集团有限公司。

本文件主要起草人：李镇、夏鹏飞、毛学明、王强、刘春风、王建国、马增岗、李海峰、蒋伟平、沈孔健、谈发帮、刘志刚、彭晔丹、李超、尹东亚、关勇、李彦国、沈波、解长远、马浩鹏、魏兆桢、陆荣伟、李潜、金龙君、梁志雯、单亚廷、陈凯、周建国、王李威、韩味茗、王钦国、顾彦华、薛军。

大跨径钢桁梁制造规范

1 范围

本文件给出了大跨径钢桁梁制造的基本规定，规定了材料和材料管理、零件制造、组装、焊接、焊接检验、矫正、匹配制造、试装、表面清理和涂装、成品基本尺寸、包装存放和运输。

本文件适用于大跨径钢桁梁的建设。

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 226 钢的低倍组织及缺陷酸蚀检验法
- 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 2970 厚钢板超声检测方法
- GB/T 3323.1 焊缝无损检测 射线检测 第1部分：X和伽玛射线的胶片技术
- GB/T 5313 厚度方向性能钢板
- GB/T 6060.3 表面粗糙度比较样块 第3部分：电火花、抛（喷）丸、喷砂、研磨、锉、抛光加工表面
- GB/T 8165 不锈钢复合钢板和钢带
- GB/T 8923.1 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级
- GB/T 10433 电弧螺柱焊用圆柱头焊钉
- GB/T 11345 焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定

GB/T 11373 热喷涂 金属零部件表面的预处理

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

JT/T 722 公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

零件 part

组成杆件和板单元的最小单元。

注：其中主要杆件的盖板、底板、腹板、隔板、接头板，锚拉板，桥面板单元的面板、纵肋、横肋，拼接板，节点板和圆柱头焊钉为主要零件，其余为次要零件。

3.2

板单元 steel panel

包含杆件板单元、桥面板单元。杆件板单元由杆件的盖板、底板、腹板和其纵肋、横肋组成；桥面板单元由桥面板和其纵肋、横肋组成。

3.3

杆件 member

组成钢桁梁的基本单元。

注：其中整体节点、弦杆、斜杆、竖杆、纵梁、横梁、横隔板、桥门、锚箱、独立编号的拼接板和节点板等为主要杆件，其余为次要杆件。

3.4

联结系 connecting system

包含平联、横联杆件。

3.5

桁片 truss

由上弦杆、下弦杆、斜杆、竖杆组成。

3.6

桥面板块 deck assemblage

由桥面板单元、横梁、横隔板、纵梁和其连接件组成。

3.7

桁梁节段 truss beam segment

由桁片、上层桥面板块、下层桥面板块、横联等组成。

3.8

匹配制造 matching manufacturing

采用不少于三段进行连续拼装工艺，进行桁片、桥面板块、桁梁节段的拼焊作业。

3.9

试装 trial assembly

在所有制造工序完成后（涂装除外），批量加工生产前，选取有代表性的杆件进行拼装的作业。

3.10

产品试板 product test panel

为验证产品焊接接头质量而制作的焊接试板。

3.11

破坏性试验 destructive test

为验证工艺的稳定性，按本文件要求进行破坏性实验。

3.12

主要角焊缝 main fillet weld

主要杆件的盖板和腹板的连接焊缝，锚拉板和上水平板连接焊缝，锚箱座板、承压板和腹板连接焊缝，横梁接头板和弦杆腹板连接焊缝，桥面板和 U 形肋连接焊缝，横、纵梁和桥面板连接焊缝等。

3.13

首制件 first artical

根据产品结构特点和设计文件要求确定的首次制造的构件单元或轮次等，用于验证厂内设备加工能力及工艺装备的可行性，检验制造方案和工艺的合理性，评判产品质量的可靠性。

4 符号

下列符号适用于本文件。

a 间距

B 宽度

b 宽度

d 直径

f 拱度、弯曲矢高

H 高度

h 高度

K 焊脚尺寸

L 长度

l 间距

S 间距

t 厚度

α 角度

β 角度

Δ 偏差、增量

δ 偏差、增量

5 基本规定

- 5.1 制造单位应对设计图进行制造工艺性审查，当需要修改设计时应取得原设计单位同意。
- 5.2 制造单位应将设计文件深化为加工图并编制制造工艺等文件，并按文件执行。
- 5.3 对钢桁梁产品的各构件都应进行全面的质量管理，零件制造、组装、焊接、焊接检验、矫正、匹配制造、表面清理和涂装等应具有可追溯性，并得到监理工程师的确认。
- 5.4 钢桁梁制造和验收应使用经国家二级及以上资质的计量机构定期检定合格的计量器具。
- 5.5 制造单位应根据钢桥的结构形式，在杆件批量生产前进行首制件制造。首制件通过验收后方可进行杆件和节段的生产。
- 5.6 钢桁梁在制造完成后，制造单位应对其质量进行检验验收。结构相同的杆件在制造精度上宜达到互换要求。

5.7 无损检测人员应持国家相关部门颁发的二级以上的证书。

6 材料和材料管理

6.1 材料

6.1.1 钢材应符合设计文件的要求和现行标准的规定。

6.1.2 焊接材料应通过焊接工艺评定试验确定，焊接材料原则上应和设计选用的钢材相匹配，并符合设计文件的要求。

6.1.3 剪力钉（圆柱头焊钉）应符合 GB/T 10433 的规定。

6.1.4 防腐涂装材料应符合涂装设计文件的要求和相关标准的规定。

6.2 材料管理

6.2.1 材料除应有生产厂家的质量证明书外，制造单位还应按相关标准抽样复验，复验合格方能使用。材料进场复验按附录 A 的规定进行。

6.2.2 钢板应涂色带标识，色带标识中每种颜色的宽度不宜小于 50 mm。

6.2.3 在加工过程中发现的钢材缺陷需要修补时，应符合附录 B 的规定。

6.2.4 焊接材料的质量管理应符合 JB/T 3223 的规定。

7 零件制造

7.1 切割和剪切

7.1.1 钢板在下料前应进行辊平处理。

7.1.2 Q420q 及以上强度等级钢材切割面的硬度不应超过 380HV10；其他钢材切割面的硬度不应超过 350HV10。

7.1.3 切割工艺应根据其评定试验结果编制，切割表面不应产生裂纹。所有零件应优先采用精密（数控、自动、半自动）切割下料，切割面质量应符合表 1 的规定。

表 1 精密切割边缘表面质量要求

项目	用于主要零件	用于次要零件	备注
表面粗糙度/ μm			用样板检查
崩坑	不准许	1 m 长度内允许有一处 1 mm	深度小于 2 mm 时，可磨修匀顺，当深度超过 2 mm 时，应先补焊，然后磨修匀顺
塌角	允许有半径不大于 1 mm 的塌角		—
切割面垂直度	$\leq 0.05t$ ，且不大于 2.0 mm		t 为钢板厚度

7.1.4 采用普通切割机或手工焰切下料时，应根据加工图和工艺文件先作样（样板、样条、样杆），作样时应预留焊接收缩量、加工余量等。用样号料前，应对钢料进行矫正，除锈并清理其表面的油漆等污物。

7.1.5 手工气割仅用于工艺特定或切割后仍需机加工的零件，切割后不应再进行机加工的零件表面质量应符合表 2 的规定。

表 2 手工气割切割面质量（切割波纹）要求

单位为毫米

项目	构件分类	允许偏差	备注

自由边缘	主要构件	0.20	
	次要构件	0.50	
焊接边缘	主要构件	0.30	接头有顶紧要求时除外
	次要构件	0.60	

7.1.6 零件的剪切边缘应整齐、无毛刺、反口等缺陷，缺棱不应大于 1.0 mm。

7.1.7 崩坑缺陷的修补应符合附录 B 的规定。

7.2 零件矫正

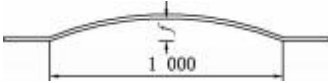

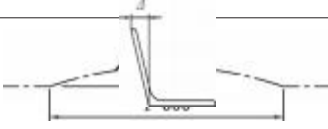
7.2.1 零件矫正宜采用冷矫，冷矫时的环境温度不应低于 $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。矫正后的钢材表面不应有明显的凹痕或损伤。

7.2.2 采用热矫时，Q370q 及以下材质钢板加热温度不应超过 $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；Q420q 钢热矫温度应控制在 $750\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下；Q500q 及以上材质钢热矫温度应控制在 $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下。温度降至室温前，不应锤击钢材和用水急冷。设计有要求时，按设计文件规定执行。

7.2.3 零件矫正允许偏差应符合表 3 的规定。

表 3 零件矫正允许偏差

单位为毫米

零件	名称	简图	说明		允许偏差
钢板	平面度		每米范围		$f \leq 1.0$
	直线度		全长	$L \leq 8\text{ m}$	$f \leq 2.0$
			范围	$L > 8\text{ m}$	$f \leq 3.0$
型钢	直线度		每米范围		$f \leq 0.5$
	角钢肢垂直度		全长	连接部位 ^a	$\Delta \leq 0.5$
				其余部位	$\Delta \leq 1.0$
	角钢肢平面度		连接部位		$\Delta \leq 0.5$
			其余部位		$\Delta \leq 1.0$
	H 型钢腹板平面度		连接部位		$\Delta \leq 0.5$
其余部位			$\Delta \leq 1.0$		
H 型钢翼板垂直度		连接部位		$\Delta \leq 0.5$	
		其余部位		$\Delta \leq 1.0$	
^a 用角式样板卡样时，角度不应大于 90° 。					

7.3 弯曲加工

7.3.1 钢材可通过冷、热加工弯曲或压制成形。加工后其边缘不应产生裂纹，力学性能不应低于其标准规定。

7.3.2 主要零件冷作弯曲时，环境温度不宜低于 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，内侧弯曲半径不宜小于板厚的 15 倍（U 形肋除外）；次要零件热煨温度应控制在 $900\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 1\ 000\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以内。弯曲后的零件边缘不应产生裂纹。

7.4 零件边缘、端头加工

7.4.1 零件的边缘、端头可保留锯切、剪切或焰切状态，也可进行刨铣加工。经锯切、剪切或焰切后不应再进行机加工的零件应磨去边缘的飞刺、挂渣，切割面应光滑匀顺。

7.4.2 焊接坡口的形状、尺寸和允许偏差应由焊接工艺评定确定。

7.5 零件基本尺寸

零件尺寸的允许偏差应符合表 4 的规定。

表 4 零件尺寸允许偏差

单位为毫米

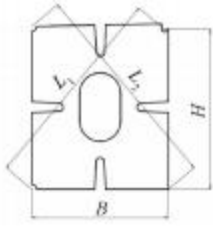
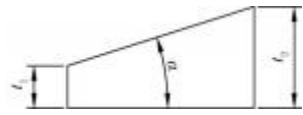
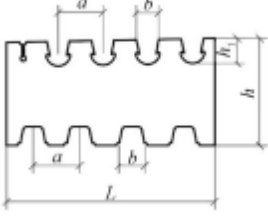
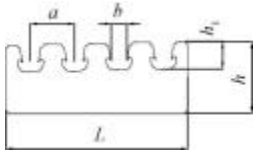
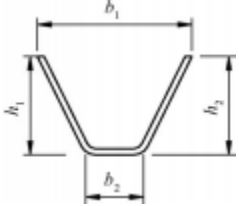
名称		项目		允许偏差
钢桁梁杆件、 联结系、 横联	上弦杆、下弦杆、斜杆、竖杆、平联、横联	盖板宽度	工形	± 2.0
			箱形（嵌入式）	+1.0 0
			箱形（其他）	+2.0 0
		腹板宽度 ^a		工艺量
	拼接板	长度、宽度	± 2.0	
	焊接接头板	孔至焊接边距离	根据焊接收缩量确定	
	上弦杆、下弦杆、拱上弦杆、 拱下弦杆内隔板 	宽度 B	+1.0 0	
		高度 H	0 -1.0	
		板边垂直度	≤ 1.0	
		对角线差的偏差 $ L_1 - L_2 $	≤ 2.0	
	锚管	长度	± 3.0	
	锚垫板、承压板、锚箱腹板	长度、宽度	± 2.0	
楔形板 	厚度 t_1 、 t_2	± 1.0		
	斜度 α	$\leq 0.2^\circ$		

表 4 零件尺寸允许偏差 (续)

名称		项目	允许偏差	
钢桁梁桥面板块	横梁(肋)盖板	宽度	± 2.0	
	横梁(肋)腹板 	槽口间距 a	任意	± 2.0
			相邻	± 1.0
		槽口宽度 b	+2.0 0	
		开口深度 h_1	± 2.0	
		高度 h	+1.5 0	
	下层桥面横隔板 	长度 L	焊接 ^a	工艺量
			栓接	± 5.0
	上、下层桥面板、下层桥面底板	长度 ^a	工艺量	
		宽度 ^a	工艺量	
	U形肋 	开口宽度 b_1	+2.0 -1.0	
		底宽度 b_2	± 1.5	
		肢高 h_1 、 h_2	± 1.5	
两肢差 $ h_1 - h_2 $		≤ 2.0		
旁弯、竖弯		$< // 1\ 000$ 或 6, 取较小值 (l 为肋长)		
长度 L^a		± 2.0		
其余零件	长度、宽度	按工艺要求, 如工艺无要求 ± 2.0		

^a 根据工艺要求确定。

7.6.1 螺栓孔应钻制成正圆柱形，孔壁表面粗糙度 Ra 不应大于 $25\ \mu\text{m}$ ，孔缘平整，无损伤、刺屑。不应采用冲孔、气割孔。

7.6.2 高强度螺栓孔的孔径允许偏差应符合表 5 的规定。

表 5 高强度螺栓孔的加工允许偏差

单位为毫米

序号	螺栓直径	螺栓孔径	允许偏差	
			孔径	孔壁垂直度
1	M12	14	+0.5 0	板厚 $t \leq 30$ 时, 不大于 0.3 ; 板厚 $t > 30$ 时, 不大于 0.5
2	M16	18	+0.5 0	
3	M20	22	+0.7 0	
4	M22	24	+0.7 0	
5	M24	26	+0.7 0	
6	M27	29	+0.7 0	
7	M30	33	+0.7 0	
8	>M30	>33	+1.0 0	

7.6.3 高强度螺栓孔的孔距允许偏差应符合表 6 的规定, 当设计对孔距偏差有特殊要求时, 应符合设计文件的规定。

表 6 螺栓孔距允许偏差

单位为毫米

序号	项目	允许偏差	
		主要杆件	次要杆件
1	两相邻孔距离	± 0.4	$\pm 0.4(\pm 1.0)^a$
2	同一孔群任意两孔距	± 0.8	$\pm 0.8(\pm 1.5)^a$
3	多组孔群两相邻孔群中心距	± 0.8	$\pm 1.0(\pm 1.5)^a$

4	两端孔群中心距	$l \leq 11 \text{ m}$	± 0.8	± 1.5
		$l > 11 \text{ m}$	± 1.0	± 2.0
5	孔群中心线和杆件中心线的横向偏移	腹板不拼接	2.0	2.0
		腹板拼接	1.0	—
6	杆件任意两面孔群纵、横向错位		1.0	—
° 括号内数值为附属结构的允许偏差。				

7.6.4 采用不同的工装、工艺钻制出的第一根杆件或零件，均应经专检人员检查合格后方可继续钻制。

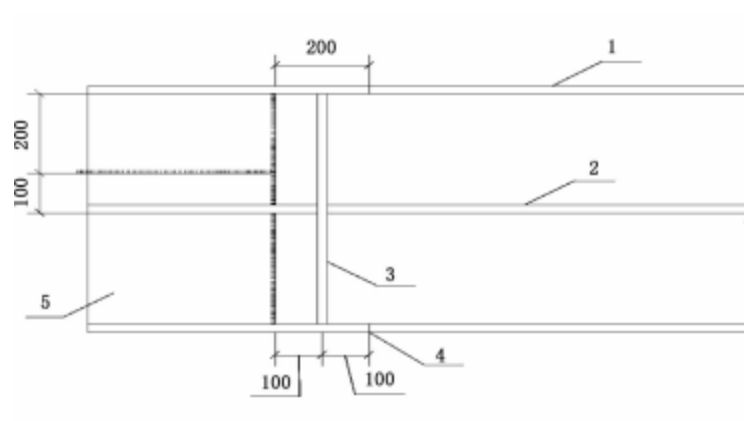
8 组装

8.1 一般要求

8.1.1 钢板接料应在杆件组装前完成，并应符合下列规定：

- a) 盖、腹板接料长度不宜小于 1000 mm，宽度不得小于 200 mm，横向接料焊缝轴线距孔中心线不宜小于 100 mm；
- b) 腹板接料焊缝可为 T 字形或十字形，焊缝交叉点间距不得小于 200 mm；腹板纵向接料焊缝宜布置在受压区；
- c) 节点板应避免纵、横向同时接料，接料焊缝应距其他焊缝、圆弧起点、高栓拼接面 100 mm 以上；
- d) 杆件组装时应将相邻焊缝错开，错开最小距离应符合图 1 的规定。

单位为毫米



标引序号说明：

- 1——盖板；
- 2——水平肋；
- 3——竖肋；
- 4——盖板对接焊缝；
- 5——腹板。

图 1 焊缝错开的最小距离

8.1.2 组装前应按图纸和工艺文件检查各零件的编号、几何尺寸、坡口方向及大小，确认无误后方可组装。

8.1.3 组装前应清除待焊区域的铁锈、氧化铁皮、油污、水分等物质，使其表面显露出金属光泽。清除范围应符合图 2 的规定。

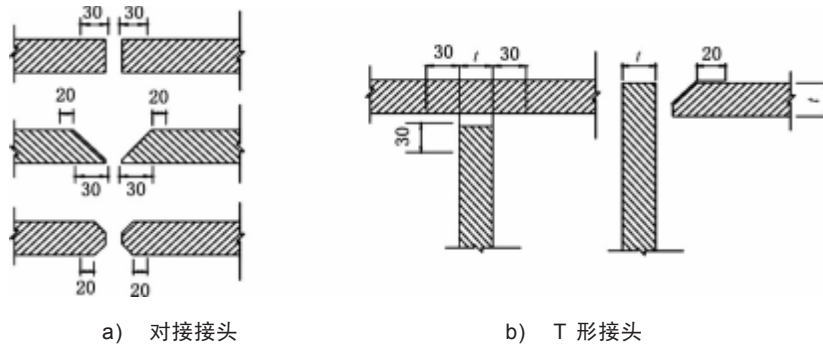


图 2 组装前的清除范围

8.1.4 采用定位冲钉组装的杆件，组装时应以孔定位，用胎型组装时每一孔群定位不应少于 2 个冲钉，冲钉直径不应小于设计孔径 0.1 mm；杆件和桥面板块在胎型上组装，胎型需具有足够的刚度，且检测合格后方可使用；主要杆件首件组装检验合格并通过监理工程师检查认可后，方可进行后续杆件的组装。

8.1.5 采用埋弧焊接的焊缝，需在焊缝端部 80 mm 以外的引、熄弧板（引板）上起、熄弧；引板的材质、厚度、坡口应和所焊件相同。

8.1.6 产品试板应在焊缝端部连接，试板材质、厚度、轧制方向和坡口应和所焊对接板材相同，其长度不应小于 400 mm，宽度每侧不应小于 150 mm。

8.1.7 组装允许偏差一般规定应符合表 7 的规定。

表 7 组装允许偏差一般规定

序号	项目	允许偏差	简图	
1	对接高低差 Δ_1	$t < 25$	≤ 0.5	
		$t \geq 25$	≤ 1.0	
	对接间隙 Δ_2	≤ 1.0		
2	钢衬垫或陶质衬垫对接焊接头 组装	α	$\pm 5^\circ$	
		Δ	0.5	
		S	+6.0 -2.0	
3	盖板中心和腹板中心线的偏移 Δ	≤ 1.0		

4	腹板的局部平面度 Δ	连接部位 1.0	
5	盖板倾斜 Δ	≤ 0.5	

表 7 组装允许偏差一般规定 (续)

单位为毫米

序号	项目	允许偏差	简图
6	组装间隙 Δ	≤ 1.0	
7	接头板组装间隙 Δ	≤ 2.0	
8	磨光顶紧局部缝隙	≤ 0.2	
^a 根据工艺取值。			

8.2 板单元、杆件组装

8.2.1 所有板单元和杆件应在胎架上组装，每次组装前应对胎架进行检查，确认合格后方可组装。

8.2.2 在组装板单元时应以板件的边缘和端头（非二次切头端）作为定位基准，组装时有孔群，应以孔群中心定位。

8.2.3 板单元和杆件组装尺寸允许偏差应符合表 8 的规定。

表 8 杆件、板单元组装尺寸允许偏差

单位为毫米

序号	项目	允许偏差	简图
1	整体节点弦杆节点板 内侧宽度 b	节点板处 ^a	
2		接口处	
3	弦杆箱型高度 h_1 、 h_2	+1.5 0	
4	接头板组装尺寸 l_1 、 l_2	+1.5 0	
5	相邻接头板间距	± 2.0	


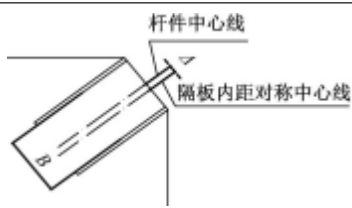
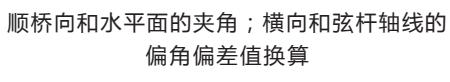
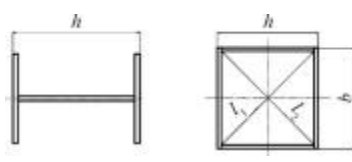
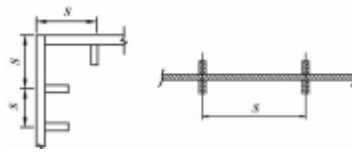
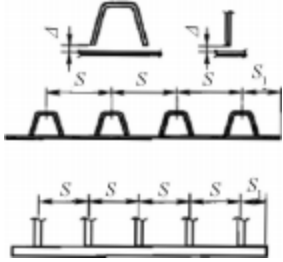

6	整体节点弦杆节点板垂直度 Δ	≤ 1.5	 A technical drawing showing a node plate (a horizontal line) connected to a vertical chord rod (a vertical line). A small right-angled triangle is drawn at the top of the chord rod to indicate the perpendicularity check. The vertical leg of the triangle is parallel to the chord rod, and the horizontal leg is perpendicular to it. The angle between the chord rod and the node plate is labeled with the Greek letter Delta (Δ).
---	-----------------------	------------	--

表 8 杆件、板单元组装尺寸允许偏差 (续)

单位为毫米

序号	项目		允许偏差		简图
7		整体节点内隔板的位置	和斜竖杆中心线 Δ	0.5	 <p>杆件中心线 隔板内距对称中心线</p>
			隔板内距 B^a	+1.0 0	
8	弦杆	锚拉板角度	0.1°		 <p>顺桥向和水平面的夹角；横向和弦杆轴线的偏角偏差值换算</p>
9		锚点位置	± 2.0		
10		锚管角度	≤ 1.0		
11	斜、竖杆	主桁插入式斜、竖杆高度 h^a	0 -1.5		
12		主桁对拼式斜、竖杆高度 h^a	+1.0 -0.5		
13	联结系	插入式杆件高度 h	0 -1.5		
14		对拼式杆件高度 h	+1.5 0		
15	箱形杆件对角线差 $ l_1 - l_2 $		≤ 2.0		
16	箱型杆件宽度 b		± 1.0 (腹板有拼接) ± 2.0 (腹板无拼接)		
17	箱型杆件隔板间距		± 2.0		
18	纵肋间距 S		± 1.0 (有拼接时)		
19			± 2.0 (无拼接时)		
20	加劲肋垂直度		≤ 2.0		

	桥面	U形肋、板肋组装间隙 Δ	≤ 0.5 局部允许 ≤ 1.0	
--	----	---------------------	-------------------------------	---

21	板单元			
			±1.0 端部和	
		S _i 、S	横梁(肋)处	
			±2.0 其他部位	
板肋垂直度	1.0			
22	纵梁、横梁	高度 h	+1.5 0	
^a 可根据坡口深度、焊角尺寸和工艺方法调整。				

8.3 横联组装

横联组装尺寸允许偏差见表 9。

表 9 横联组装尺寸允许偏差

单位为毫米

序号	项目		允许偏差	简图
1	桁高	H	$0 \sim +3.0$	
2	全长	L (焊接)	$-3.0 \sim +1.0$	
3		L_0 (栓接)	$0 \sim +4.0$	
4	节点间距	L_1, L_2	± 2.0	
5	斜杆盖板接口横向错位	—	≤ 2.0	
6	平面度	—	≤ 3.0	

9 焊接

9.1 一般要求

9.1.1 在钢梁制造开工前，应按照设计和附录 C 的规定进行焊接工艺评定。

9.1.2 焊接材料应通过焊接工艺评定确定；焊剂、焊条应按产品说明书烘干使用；焊剂中的脏物、焊丝上的油锈等应清除干净； CO_2 气体纯度不应低于 99.5%；Ar 气体纯度不应低于 99.9%。

9.1.3 焊前预热温度和道间温度应按焊接工艺评定试验确定；预热范围一般为焊缝每侧 100 mm 以上，距焊缝 30 mm~50 mm 范围内测温。

9.1.4 焊接前应彻底清除待焊区（包括定位焊）域内的有害物；焊接时不应在母材的非焊接部位引弧，焊接后应清理焊缝表面的熔渣和两侧的飞溅。

9.1.5 焊接工作宜在室内进行，施焊环境湿度应小于 80%；环境温度不应低于 5℃；主要杆件宜在组装后 24 h 内焊接。

9.1.6 焊工施焊时应做焊接记录，记录的内容包括杆件号、焊缝部位、焊缝编号、焊接参数、操作者、焊接日期。

9.2 定位焊

9.2.1 定位焊使用焊材、焊接工艺与焊接工艺评定保持一致。

9.2.2 定位焊缝应距设计焊缝端部 30 mm 以上，其长度为 50 mm~100 mm；间距为 400 mm~600 mm；厚板（50 mm 以上）和薄板（不大于 8 mm）应缩短定位焊间距；定位焊缝的焊脚尺寸不应大于设计焊脚尺寸的 1/2；U 形肋定位焊长度为 40 mm~50 mm，间距为 300 mm~400 mm。

9.2.3 定位焊缝不应有裂纹、夹渣、焊瘤等缺陷，对于开裂的定位焊，应先查明原因，然后再清除开裂的焊缝，并在保证杆件尺寸正确的条件下补充定位焊。

9.3 焊接过程

9.3.1 粗丝埋弧自动焊应在距设计焊缝端部 80 mm 以外的引板上起、熄弧，手工电弧焊、CO₂ 气体保护焊和细丝埋弧焊应在距设计焊缝端部 25 mm 以外的引板上起、熄弧。

9.3.2 在埋弧焊接过程中，应待焊缝稍冷却后再敲去熔渣。其中，用细丝或粗丝焊接的焊缝，敲渣部位到熔池的距离应分别大于 500 mm 和 1 000 mm。

9.3.3 在自动焊过程中不宜断弧，如有断弧则应将停弧处刨成 1:5 斜坡，并搭接 50 mm (粗丝焊) 或 25 mm (细丝焊) 再引弧施焊，焊后搭接处应修磨匀顺。

9.3.4 单面焊双面成型的焊缝应在坡口背面贴严、贴牢工艺规定的陶质衬垫。

9.4 圆柱头焊钉的焊接

9.4.1 圆柱头焊钉的焊接应按附录 D 的规定进行焊接工艺评定。

9.4.2 焊接前应清除焊钉头部和钢板待焊部位 (大于 2 倍焊钉直径) 的铁锈、氧化皮、油污、水分等有害物。受潮的瓷环使用前应在 150 °C 的烘箱中烘干 2 h。

9.4.3 每台班开始焊接前应按焊接工艺在试板上试焊两个焊钉，焊后锤击 30° 弯曲检验，合格后方可进行正式焊接；若检验不合格，应分析原因重新施焊，直到合格为止。

9.4.4 应在平位施焊焊钉，在焊缝金属完全凝固前不应移动焊枪；少量平位、立位和其他位置也可采用手工焊接；当环境温度低于 0 °C，或相对湿度大于 80%，钢板表面潮湿时，不应焊接焊钉。

9.5 焊缝磨修和返修焊

9.5.1 杆件焊接后，两端的引板、工艺板或产品试板应用气割切掉，并磨平切口，不应损伤杆件。

9.5.2 焊脚尺寸、焊波或余高等超出本文件表 10 规定的上限值的焊缝和小于 1 mm 的咬边应修磨匀顺。

9.5.3 焊缝咬边超过 1 mm 或焊脚尺寸不足时，可采用手工焊进行返修焊。

9.5.4 应采用碳弧气刨或其他机械方法清除焊接缺陷，在清除缺陷时应刨出利于返修焊的坡口，并用砂轮磨掉坡口表面的氧化皮，露出金属光泽。

9.5.5 焊接裂纹的清除长度应由裂纹端各外延 50 mm。

9.5.6 用埋弧焊返修焊缝时，应将焊缝清除部位的两端刨成 1:5 的斜坡。

9.5.7 返修焊的预热温度应较正常要求的预热温度提高 30 °C~50 °C。

9.5.8 返修焊应按原焊缝质量标准要求检验；同一部位的返修焊不应超过两次。

10 焊接检验

10.1 焊缝的外观检验

10.1.1 所有焊缝应在全长范围内进行外观检查，焊缝不应有裂纹、未熔合、焊瘤、夹渣、未填满和漏焊等缺陷，并应符合表 10 的规定。

10.1.2 产品试板焊缝的外观应符合产品焊缝的外观质量规定。

10.1.3 焊缝外观质量应依据设计要求，确定铲磨焊缝；对不开坡口的角焊缝，当采用船位埋弧自动焊时，焊缝的有效厚度允许比规定值小 1 mm。

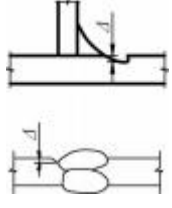
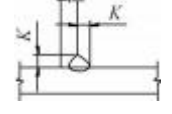
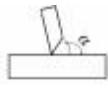
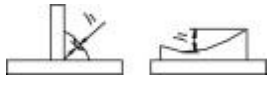
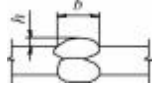
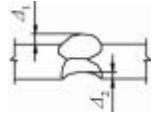
表 10 焊缝外观质量标准

单位为毫米

项目	焊缝种类	质量要求	
项目	焊缝种类	质量要求	
气孔	横向、纵向对接焊缝	不准许	
	熔透角焊缝、棱角焊缝等主要角焊缝	直径小于 1.0	且每米不多于 3 个，间距不小于 20
	其他焊缝	直径小于 1.5	

表 10 焊缝外观质量标准 (续)

单位为毫米

项目	焊缝种类	质量要求	
咬边	横向对接焊缝、横梁竖向加劲肋角焊缝、横梁接头板和弦杆角焊缝	不允许	
	U形、T形加劲肋角焊缝 (桥面板侧)		
	纵向对接焊缝、棱角缝等主要角焊缝	≤ 0.5	
	其他焊缝	≤ 1.0	
焊脚尺寸	主要角焊缝	K_0^{+2}	
	其他焊缝	K_0^{+2a}	
焊趾	U形肋焊缝焊趾和面板角度	$\alpha \geq 110^\circ$	
焊波	对接焊缝和角焊缝	$h \leq 2.0$ (任意 25 mm 范围高低差)	
余高	其余不铲磨余高的对接焊缝	$h \leq 2 (b \leq 20)$ $h \leq 3 (b > 20)$	
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 2.0, 凹面角焊缝不应小于规定值 0.3	
余高铲磨后的表面	横向对接焊缝和其余铲磨余高的对接焊缝	$\Delta_1 \leq 0.5$	
		$\Delta_2 \leq 0.3$	
^{3.0} ^a 手工焊每条焊缝总长的 10% 范围内 $K \pm 10$ 。			

10.2 焊缝的无损检验

10.2.1 箱形构件棱角焊缝, 坡口角焊缝的探伤最小有效厚度按设计要求执行。

10.2.2 经外观检查合格的焊缝方能进行无损检验, 无损检验应在焊接 24 h 后进行。焊缝内部质量分级和超声波探伤范围和检验等级符合表 11 的规定, 表中探伤比例为焊缝条数的比例。

表 11 钢桁梁焊缝无损检测范围和检验等级

焊缝部位	质量等级	探伤方法	探伤比例	探伤部位	检验等级	执行标准	
						检测标准	验收规范和评定要求
a) 杆件焊缝无损检测范围和检验等级							
主要杆件受拉和疲劳控制的横向对接焊缝	I级	超声波	100%	焊缝全长	B	GB/T 11345	附录 E I级
		板厚 ≤ 30 mm 时 X 射线	10%	焊缝两端 250 mm~300 mm, 焊缝长度大于 1 300 mm 时, 中部加探 250 mm~300 mm	B	GB/T 3323.1	附录 F

表 11 钢桁梁焊缝无损检测范围和检验等级 (续)

焊缝部位	质量等级	探伤方法	探伤比例	探伤部位	检验等级	执行标准	
						检测标准	验收规范和评定要求
主要杆件受拉和疲劳控制的横向对接焊缝	I级	板厚>30 mm时超声波	10%	焊缝两端 500 mm, 焊缝长度大于 1 500 mm 时, 中部抽检 500 mm	C	GB/T 11345	附录 E I级
其他对接焊缝	I级	超声波	100%	焊缝全长	B	GB/T 11345—2013	附录 E I级
节点板穿出水平板围焊缝	I级	超声波	100%	焊缝全长	B	GB/T 11345	附录 E I级
		磁粉	100%	焊缝端部圆弧段并延长 500 mm	—	GB/T 26951	GB/T 26952 2X
锚拉板熔透角焊缝	I级	超声波	100%	焊缝全长	B	GB/T 11345	附录 E I级
		磁粉	100%	焊缝全长	—	GB/T 26951	GB/T 26952 2X
接头板等熔透角焊缝	I级	超声波	100%	焊缝全长	B	GB/T 11345	附录 E I级
其他熔透角焊缝	I级	超声波	100%	焊缝全长	B	GB/T 11345	附录 E I级
弦杆、腹杆棱角焊缝	II级	超声波	100%	两端螺栓孔部位并延长各 500 mm (无螺栓孔的焊缝端部 1 000 mm), 节点板范围全长	A	GB/T 11345	附录 E II级
接头板坡口角焊缝	II级	超声波	100%	焊缝全长	A	GB/T 11345	附录 E II级
b) 桁片焊缝无损检测范围和检验等级							
腹杆盖板和节		超声波	100%	焊缝全长	B	GB/T 11345	附录 E I级

点板间对接 焊缝	I级						
		板厚 ≤ 30 mm时 X射线		焊缝两端 250 mm~300 mm, 焊缝长度大于 1 300 mm时, 中部加探 250 mm~300 mm	B	GB/T 3323.1	附录 F
			10%				
		板厚 > 30 mm时 超声波		焊缝两端 500 mm, 焊缝长度大于 1 500 mm 时, 中部加探 500 mm	C	GB/T 11345	附录 E I级
腹杆腹板和节点板熔透焊缝	I级	超声波	100%	焊缝全长	B	GB/T 11345	附录 E I级
腹杆腹板和节点板坡口焊缝	II级	超声波	100%	焊缝全长	A	GB/T 11345	附录 E II级
横联桁片节点板对接焊缝	I级	超声波	100%	焊缝全长	B	GB/T 11345	附录 E I级

表 11 钢桁梁焊缝无损检测范围和检验等级 (续)

焊缝部位	质量等级	探伤方法	探伤比例	探伤部位	检验等级	执行标准	
						检测标准	验收规范和评定要求
c) 桥面系焊缝无损检测范围和检验等级							
桥面板纵横向对接焊缝	I级	超声波	100%	焊缝全长	B	GB/T 11345	附录 E I级
		超声波	100%	两端各 500 mm	C	GB/T 11345	附录 E I级
		X射线	10%	纵向对接焊缝中间 250 mm~300 mm	B	GB/T 3323.1	附录 F
			十字接头 100%	横向对接焊缝应以十字接头为中心检测每个十字接头处 250 mm~300 mm	B		附录 F
弦杆之间顶板对接焊缝	I级	超声波	100%	焊缝全长	B	GB/T 11345	附录 E I级
		板厚 ≤ 30 mm 时 X射线	10%	焊缝两端 250 mm~300 mm, 焊缝长度大于 1 300 mm 时, 中部加探 250 mm~300 mm	B	GB/T 3323.1	附录 F
		板厚 > 30 mm 时 超声波		焊缝两端各 500 mm, 焊缝长度大于 1 500 mm 时, 中部加探 500 mm	C	GB/T 11345	附录 E I级
其他对接焊缝	I级	超声波	100%	焊缝全长	B	GB/T 11345	附录 E I级
横联节点板熔透角焊缝	I级	超声波	100%	焊缝全长	B	GB/T 11345	附录 E I级
节点加劲熔透角焊缝	I级	超声波	100%	焊缝全长	B	GB/T 11345	附录 E I级
横梁(肋)主角焊缝	II级	磁粉	100%	焊缝两端各 1 000 mm, 中间加探 1 000 mm	—	GB/T 26951	GB/T 26952 2X
横梁(肋)腹板和桥面板、底板间角焊缝	II级	磁粉	100%	行车道内 20%	—	GB/T 26951	GB/T 26952 2X

桥面板 U 形肋 部分熔透单面 焊焊缝	Ⅱ级	磁粉	100%	焊缝两端各 1 000 mm	—	GB/T 26951	GB/T 26952 2X
桥面板 U 形肋 部分熔透熔透 双面焊外侧焊 缝	Ⅱ级	磁粉	100%	焊缝两端各 1 000 mm	—	GB/T 26951	GB/T 26952 2X
桥面板 U 形肋 部分熔透双面 焊内侧焊缝	Ⅱ级	磁粉	100%	焊缝两端各 1 000 mm	—	GB/T 26951	GB/T 26952 2X

表 11 钢桁梁焊缝无损检测范围和检验等级 (续)

焊缝部位	质量等级	探伤方法	探伤比例	探伤部位	检验等级	执行标准	
						检测标准	验收规范和评定要求
桥面板 U 形肋 双面焊全熔透 焊缝	I 级	超声波	100%	焊缝两端和中部各 1 000 mm	A	GB/T 11345	GB/T 29712 2
	II 级	磁粉	100%	焊缝两端各 200 mm	—	GB/T 26951	GB/T 26952 2X
桥面板、底板 U 形肋角焊缝	II 级	磁粉	100%	焊缝两端各 1 000 mm	—	GB/T 26951	GB/T 26952 2X
桥面板板肋角 焊缝；	II 级	磁粉	10%	焊缝两端各 1 000mm；	—	GB/T 26951	GB/T 26952 2X
U 形肋嵌补段 对接焊缝	II 级	超声波	100%	焊缝全长	—	GB/T 11345	附录 E II 级
板肋嵌补段对 接焊缝	I 级	超声波	100%	焊缝全长	B	GB/T 11345	附录 E I 级
U 形肋嵌补段 熔透角焊缝	I 级	超声波	100%	焊缝全长	B	GB/T 11345	附录 E I 级
U 形肋、板肋 嵌补段角焊缝	II 级	磁粉	100%	焊缝全长	—	GB/T 26951	GB/T 26952 2X
拆除临时连接 件 (含工艺板) 的部位	II 级	磁粉	100%	焊缝全长	—	GB/T 26951	GB/T 26952 2X 级

10.2.3 超声波 (UT) 检测应按照 GB/T 11345 的规定；焊缝的射线探伤 (RT) 应按照 GB/T 3323.1 的规定；焊缝的磁粉探伤 (MT) 应按照 GB/T 26951 和 GB/T 26952 的规定，且应符合以下要求：

- a) 当探伤人员能够判定为裂纹等危害性缺陷时，将不应受上述各条的限制均判为不合格。
- b) 进行局部超声探伤的焊缝，当发现裂纹缺陷或较多其他缺陷时，应扩大该条焊缝探伤范围，必要时可延长至全长。进行射线探伤的焊缝，当发现超标缺陷时，应在不合格部位相邻两端 250 mm~300 mm 范围各增加一处射线照相拍片；若仍不合格时，不合格端应延长至另一射线照相拍片抽探部位。

- c) 经超声波和射线两种方法检查的焊缝，当评定结果不一致时，两种方法应达到各自的质量标准方可认为合格。
- d) 焊缝不合格部位应进行返修，返修次数不宜超过两次，所有返修部位仍按原探伤方法进行100%的无损检测，并应达到相应焊缝的内部质量要求。

10.3 班前试板焊接检验

10.3.1 桥面板单元 U 形肋部分熔透单面焊和双面焊缝应进行班前试板焊接检验。

10.3.2 班前试板取样位置确定：由监理工程师确定取断面位置，每个试板取 2 个宏观断面，从 U 形肋的两条焊缝各取一个见图 3。

单位为毫米

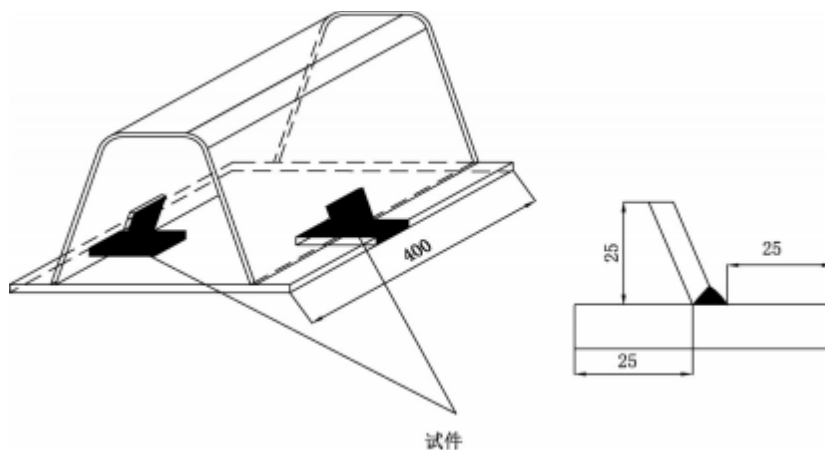


图 3 班前试板取样位置示意图

10.3.3 班前试板检测频率如下：

- a) 首轮次板单元 U 形肋角焊缝每天焊接前应焊接班前试板；
- b) 其余板单元 U 形肋角焊缝每周第一个生产日焊接班前试板，监理工程师根据产品检测情况，可要求增加检测频率。

10.3.4 班前试板检测要求如下：

- a) 所有焊缝应在全长范围内进行外观检查，不应有裂纹、未熔合、夹渣、未填满弧坑和焊瘤等缺陷。
- b) 应进行宏观断面熔深检测，检测要求详见表 12。

表 12 宏观断面熔深检测要求

熔透深度	判定和要求		
≥80%	合格，可以焊接正式焊缝		
75%~<80%	再取两个断面	其中一个熔透深度≥80%，且另一个熔透深度≥75%	合格，可以焊接正式焊缝
		其中任意一个熔深<75%	停止焊接，检查焊接设备，核对焊接参数，然后焊接另一块班前试板
<75%	停止焊接，检查焊接设备，核对焊接参数，然后焊接另一块班前试板		

10.4 产品试板检验

10.4.1 按表 13 规定的数量制作焊接产品试板。产品试板按对接焊缝要求进行超声波探伤。对接焊缝产品试板经外观和探伤检验合格后进行接头拉伸、侧弯和焊缝金属低温冲击试验，试验结果应符合焊接工艺评定的有关规定。

表 13 焊接产品试板数量

焊缝类型	产品试板数量	说明
受拉和疲劳控制的主桁杆件对接焊缝	每 24 条 1 组	—
腹杆盖板和弦杆整体节点板对接焊缝	每 24 条 1 组	—

表 13 焊接产品试板数量 (续)

焊缝类型	产品试板数量	说明
桥面板纵向对接焊缝	每 30 条 1 组	—
桥面板横向对接焊缝	每 10 个断面 1 组	—
U 形肋角焊缝焊接	每 2 个节段一组	—

10.4.2 工厂应从构件上引接，总拼和桥址产品试板可单独施焊，但应和构件焊缝同材质、同工艺、同设备、同操作者，在同一地点施焊，不应异地施焊产品试板。

10.4.3 若试验结果不合格，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。

10.5 破坏性试验

10.5.1 工厂应采用破坏性试验的方法，检测部分熔深 U 形肋桥面板单元单面焊或双面焊工艺的稳定性。

10.5.2 需检测桥面板单元应由业主、监理、施工三方从本文件规定的桥面板单元批次中抽取，被抽检的板单元批次应已经完成制造并检验合格。

10.5.3 桥面板单元 U 形肋焊缝试件取样位置应由业主、监理、施工三方商议决定，每条桥面板 U 形肋焊缝抽取不少于 10 件试件，并在取样位置做好标记。

10.5.4 桥面板单元破坏性试验检验流程见图 4，抽检批次的规定具体如下：

- a) 首批制造完成并检验合格的 10 块桥面板单元，为第一检查批次 A，抽取检测板单元，编号为 A1，若 A1 检测合格，则试验通过；
- b) 若 A1 检测不合格，在检查批次 A 中再次抽取检测板单元，编号为 A2，若 A2 检验合格，则试验通过；
- c) 若 A2 检测不合格，则试验不通过，且本检查批次 A 所覆盖的全部板单元均判为不合格；需在检验基础上总结经验，进行工艺调整，调整完成后进行制造并检验合格的 10 块桥面板单元，为第二检查批次 B，重复检查批次 A 检验过程，直至合格，合格后方可批量生产。

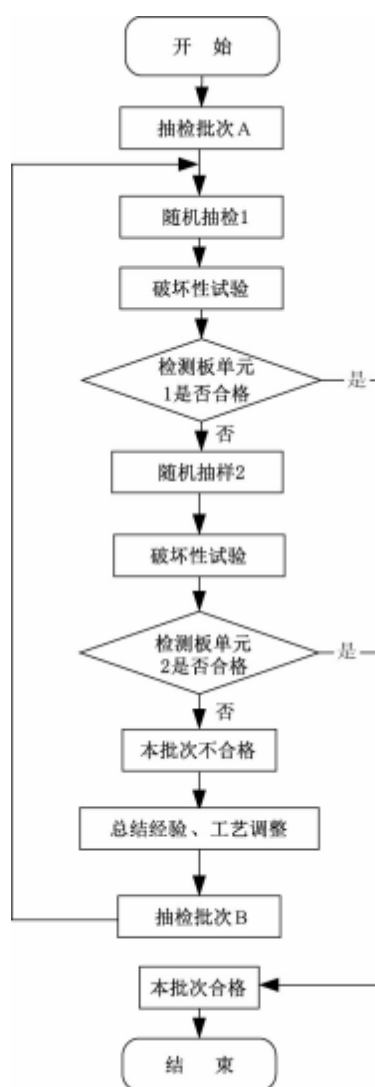


图4 破坏性试验检验流程示意图

10.5.5 试件应进行宏观断面熔深检测，判定流程见图 5，试件合格判定标准如下：

将检测板单元上取到的宏观断面总数作为分母，各等级熔深断面数作为分子，依据所得结果进行熔深比例判定。宏观断面检测熔深达到 80% 比例 $\geq 75\%$ ，且熔深达到 75% 比例 $\geq 90\%$ ，且熔深达到 70% 比例为 100%，判为合格；当未满足上述要求时，可在熔深 $< 70\%$ 的试件位置，前后错开 50 mm 处各增加 1 件试件，若都合格，则判为合格。试件出现焊穿、焊漏时判定为不合格。

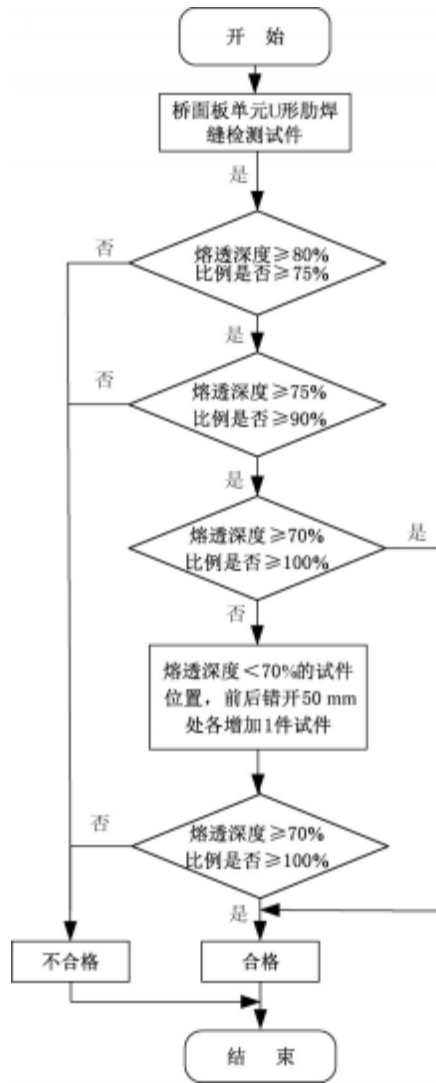


图 5 宏观断面熔深检测试验判定流程示意图

10.5.6 制造过程中，出现以下情况时，应暂停生产，再进行破坏性桥面板单元试验：

- a) 设备更新改造后，选取新设备生产并检验合格的前 10 块桥面板单元为一检查批次，按 10.5 相关要求进行试验及判定；
- b) 重大设备事故维修后，选取维修后设备生产并检验合格的前 10 块桥面板单元为一检查批次，按上述要求进行试验及判定。

10.6 圆柱头焊钉焊缝检验

10.6.1 每日台班开始生产前或更改一种焊接条件时，应按规定的焊接工艺试焊 2 个圆柱头焊钉，进行外观和弯曲 30°角检验，检验合格后方可进行正式焊接；若检验不合格，应分析原因重新施焊，直到合格为止。焊完之后，应及时敲掉圆柱头焊钉周围的瓷环进行外观检验，焊钉底角应保证 360°周边挤出焊脚。当不满足要求时，应进行补焊。

10.6.2 每 100 个圆柱头焊钉至少抽一个进行弯曲检验，方法是用锤打击圆柱头焊钉，使焊钉弯曲 30°时，其焊缝和热影响区没有肉眼可见的裂缝为合格；若不合格则加倍检验。

10.6.3 圆柱头焊钉的补焊：对有缺陷的焊钉焊缝可采用手工焊进行补焊，补焊长度应自缺陷两端外延 10 mm，焊角尺寸为 6 mm；当钢板厚度达到手工焊要求预热的厚度时应预热，预热温度和手工焊要求的

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/648137016106006074>