

江苏省地方标准

DB32/T 947—2006

公路桥钢箱梁制造规范

Code for manufacture of highway bridge steel box girder

2006-07-10 发布

2006-10-05 实施

江苏省质量技术监督局 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和符号	1
4 制造的一般要求	2
5 材料及材料管理	2
6 零件制造	2
7 组装	6
8 焊接	9
9 焊接检验	10
10 矫正	13
11 预拼装	15
12 表面清理和涂装	16
13 梁段验收	17
14 包装、存放与运输	18
15 梁段连接	18
附录 A （规范性附录）焊接工艺评定	19

前 言

为统一公路桥钢箱梁制造质量的检验、验收制定本标准。

本标准参照 JTJ041-2000 《公路桥涵施工技术规范》、JTG F80/1-2004 《公路工程质量检验评定标准》制定。

本标准按 GB/T1.1-2000 《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》编制。

本标准附录 A 为规范性附录。

本标准由江苏省交通厅提出。

本标准起草单位：江苏省交通厅工程质量监督站、江苏省长江公路大桥建设指挥部、中铁山桥集团有限公司。

本标准主要起草人：杨国忠、吉林、张金铎、朱理智、陈德荣、徐翠、朱文白、杨洪志、娄玉春、魏云祥、冯兆祥、杨宁、李洪涛、李娜、李强明。

本标准由江苏省交通厅工程质量监督站负责解释。

公路桥钢箱梁制造规范

1 范围

本标准规定了公路桥钢箱梁制造规范的术语和定义、制造的一般要求、材料和材料管理、零件制造、组装、焊接、焊接检验、矫正、预拼装、表面清理和涂装、梁段验收、包装、存放与运输、梁段连接。

本标准适用于公路桥钢箱梁制造规范。用于钢箱梁梁段及辅助设施的工厂制造、验收及安装时的梁段连接。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准。然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注明日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 1228-1991 钢结构用高强度大六角头螺栓

GB/T 3223 焊接材料质量管理规程

GB/T 10433 电弧螺柱焊用圆柱头焊钉

TB J214 铁路钢桥高强度螺栓连接施工规定

3 术语、定义和符号

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1.1

梁段

设计图中划分的钢箱梁制造段。

3.1.2

板单元

组成梁段的基本单元。板单元包括：顶板单元、底板单元、横隔板单元、纵隔板单元、腹板单元、风嘴角单元等。

3.1.3

中央扣杆件

与悬索桥中央索夹相连的斜杆和竖杆。

3.1.4

零件

组成板单元的最小元件。其中，顶板、底板、腹板、纵隔板、横隔板、风嘴的板件、锚箱（锚固耳板、锚管等）和中央扣杆件的板件、拼接板、U形肋等为主要零件，其余为次要零件。

3.2 符号

本标准使用的以下符号：

B、b —— 宽度

H、h — 截面高度

- K — 焊脚尺寸
- L — 长度
- S — 间距
- d —— 直径
- f — 拱度、弯曲矢高
- t — 厚度
- α 、 β — 角度
- Δ — 偏差、增量

4 制造的一般要求

- 4.1 制造厂应对设计图进行工艺性审查。当需要修改设计时，应取得原设计单位同意并签署设计变更文件。
- 4.2 制造厂应根据设计图绘制施工图并编制制造工艺，钢箱梁制造应根据施工图和制造工艺进行。
- 4.3 钢箱梁制造及验收应使用经计量检定合格的计量器具，并按有关规定进行操作。
- 4.4 自动焊、半自动焊、手工焊、CO₂气体保护焊、螺柱焊等各种焊工和超声波探伤（UT）、射线探伤（RT）、磁粉探伤（MT）、着色探伤（PT）等无损检测人员都应通过考试并取得资格证书，且只能从事资格证书中认定范围内的工作。各种焊工如果停焊时间超过 6 个月，应对其重新考核。
- 4.5 钢箱梁制造前应进行焊接工艺评定，焊接工艺评定应遵照本标准附录 A 的规定。

5 材料及材料管理

5.1 材料

- 5.1.1 钢材应符合设计文件的要求和现行标准的规定。
- 5.1.2 高强度螺栓连接副应符合 GB/T 1228~GB/T231 的规定。
- 5.1.3 剪力钉（圆柱头焊钉）应符合 GB/T10433 的规定。
- 5.1.4 焊接材料应通过焊接工艺评定试验确定，并应符合设计文件的要求和现行标准的规定。
- 5.1.5 防腐涂装材料应符合涂装设计方案和相关标准的规定。

5.2 材料管理

- 5.2.1 钢箱梁材料除应有生产厂家的质量证明书外，制造厂还应按相关标准抽样复验，复验合格方能使用。
- 5.2.2 钢材应按同一厂家、同一材质、同一板厚、同一出厂状态每 10 个炉（批）号抽验一组试件；若订货为探伤钢板，应抽取每种板厚的 10%（至少 1 块）进行超声波探伤（UT）；焊接材料与涂装材料应按有关标准逐批抽样复验；高强度螺栓连接副在使用前应按 TB J214 进行复验。
- 5.2.3 钢板应涂色带标识，色带标识中每种颜色的宽度不宜小于 30mm。
- 5.2.4 钢材局部表面的麻坑或伤痕深度为（0.3~1）mm 时，可磨修匀顺；深度超过 1mm 时，应在补焊后磨修匀顺；局部边缘的夹层缺陷深度不超过 t/4 时，可按本标准 8.5.5 的规定清除裂纹后补焊并磨修。
- 5.2.5 焊接材料的质量管理应按 GB/T3223 的规定。
- 5.2.6 高强度螺栓连接副进场后应按包装箱上注明的批号、规格分类保管，室内架空存放，堆放不宜超过五层。保管期内不应任意开箱，防止生锈和沾染污物。
- 5.2.7 涂料应存放在专用库房内，不得使用超期贮存的涂料。

6 零件制造

6.1 零件边缘、端头的加工

- 6.1.1 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，但经锯切、剪切或焰切后不再进行机加工的零件应磨去边缘的飞刺、挂渣，使切割面光滑匀顺。零件尺寸的允许偏差应符合

表 1 的规定。

表 1 零件尺寸允许偏差

单位为毫米

名 称		允 许 偏 差		备 注
		长 度	宽 度	
顶板、底板、腹板		±2.0	±2.0	长度留二次切头量的正差可放宽
锚箱板件		±2.0	±2.0	
横隔板	整 体	±1.0	±1.0	
	分 块	±2.0	±2.0	搭接的横隔板边块
纵隔板	板 件	±2.0	±1.0	
	钢 管	±3.0	-	
横、纵隔板接板		±2.0	±2.0	与横、纵隔板搭接
		±2.0	±1.0	与横、纵隔板对接
风嘴板件		±2.0	±2.0	长度留二次切头量时正差可放宽
中央扣杆件	翼板	±2.0	±2.0	长度留二次切头量时正差可放宽
	腹板	±2.0	±1.0	腹板宽度应根据翼板厚度配刨
其它板件		±2.0	±2.0	
U形肋		±2.0	±3.0	
球扁钢		±2.0	-	
锚管		±3.0	-	
检查车轨道	工字钢	±2.0	-	
	方 钢	±1.0	±1.0	
其它型钢		±3.0	-	端面垂直度不大于 2.0mm

6.1.2 焊接坡口可用火焰切割,也可用机械加工。焊接坡口的形状、尺寸及允许偏差应由焊接工艺评定确定。

6.2 切割与剪切

6.2.1 钢板下料前应进行辊平处理。顶板、底板、腹板等主要受力零件下料时,应使钢板轧制方向与其主要应力方向一致。

6.2.2 零件采用切割或剪切下料时,其边缘至少应满足下列条件之一:

- a) 边缘硬度不超过 HV350;
- b) 边缘不承受作用应力;
- c) 边缘全部熔入焊缝;
- d) 进行打磨或机加工,去掉 2mm,或者虽不到 2mm,但能证明边缘的硬度不超过 HV350;
- e) 进行适当的热处理,使边缘硬度降低,并用着色法或磁粉探伤证明切割边缘没有裂纹;
- f) 对于母材抗拉强度 $\sigma_b \leq 420\text{MPa}$ 的钢、厚度不大于 40mm、且边缘是用切割机切割的。

6.2.3 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 2 的规定。

表2 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	50	100	GB/T 1031-1995 用样板检查
崩 坑	不允许	1m 长度内允许有一处 1mm	深度小于 2mm 时, 可磨修匀顺, 当深度超过 2mm 时, 应先补焊, 然后磨修匀顺
塌 角	允许有半径不大于 0.5mm 的塌角		
切割面垂直度	$\leq 0.05t$, 且不大于 2.0mm		t 为钢板厚度

6.2.4 在数控切割下料编程时除应考虑焊接收缩量之外, 还应考虑切割热变形的影响。

6.2.5 采用普通切割机或手工焰切下料时, 应根据施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, 并清理其表面的锈蚀、油漆等污物。

6.2.6 手工气割仅用于工艺特定或切割后仍需机加工的零件, 切割后不再进行机加工的零件表面质量应符合表3的规定。

表3 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	

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

6.3 零件矫正

6.3.1 零件矫正宜采用冷矫, 冷矫时的环境温度不应低于 -12°C 。矫正后的钢材表面不应有明显的凹痕或损伤。

6.3.2 采用热矫时, 加热温度应控制在 $600\sim 800^{\circ}\text{C}$, 应缓慢冷却, 不允许用水急冷; 温度降至室温前, 不允许锤击钢材。

6.3.3 零件矫正允许偏差应符合表4的规定。

表4 零件矫正允许偏差

单位为毫米

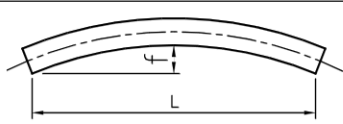
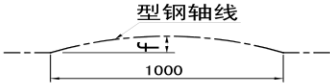
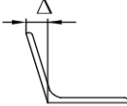

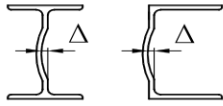
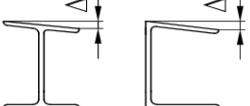
零件	检查项目	简 图	允许偏差	备 注
板 件	平面度		$f \leq 1$	每米范围
	直线度		$L \leq 8000: f \leq 2$	全长范围
			$L > 8000: f \leq 3$	全长范围

表 4 (续) 零件矫正允许偏差

单位为毫米

零件	检查项目	简 图	允许偏差	备 注
型 钢 件	直线度		$f \leq 1.0$	每米范围
	角钢肢垂直度		$\Delta \leq 0.5$	栓接联结部位
			$\Delta \leq 1.0$	其余部位
	角肢平面度		$\Delta \leq 0.5$	栓接联结部位
			$\Delta \leq 1.0$	其余部位
	工字钢、槽钢 腹板平面度		$\Delta \leq 0.5$	栓接联结部位
			$\Delta \leq 1.0$	其余部位
	工字钢、槽钢 翼缘垂直度		$\Delta \leq 1.0$	栓接联结部位
			$\Delta \leq 2.0$	其余部位

6.4 弯曲加工

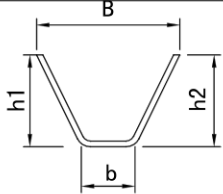
6.4.1 钢材可通过冷、热加工弯曲或压制成形, 但加工后其边缘不应产生裂纹, 力学性能应不低于其标准规定。

6.4.2 冷作弯曲加工时的环境温度应不低于 -5°C , 主要零件的内侧弯曲半径应不小于板厚的 4 倍; 小于者应热煨, 热煨的加热温度、高温停留时间、冷却速率应与所加工钢材相适应。

6.4.3 U 形肋可采用辊轧或弯曲成形, 其尺寸允许偏差应符合表 5 的规定。

表 5 U 形肋尺寸允许偏差

单位为毫米

检 查 项 目	简 图	允 许 偏 差
开口宽 B		+3, -1
顶宽 b		± 1.5
肢高 h_1 、 h_2		± 2
两肢差 $ h_1 - h_2 $		≤ 2
直线度(旁弯、竖弯) f		$f \leq L/1000$ 或 10, 取较小值

6.5 制孔

6.5.1 螺栓孔应钻制成正圆柱形, 孔壁表面粗糙度 R_a 不得大于 $25\mu\text{m}$, 孔缘无损伤不平, 无刺屑。

6.5.2 高强度螺栓孔的孔径允许偏差应符合表 6 的规定。

表 6 高强度螺栓孔的加工允许偏差

单位为毫米

项 目	允许偏差	
螺栓孔直径 d	14≤d≤18	+0.5 0
	22≤d≤33	+0.7 0
螺栓孔圆度 (d _{max} -d _{min})	14≤d≤18	1.0
	22≤d≤33	1.5
螺栓孔垂直度	不大于板厚 t 的 3%，且不得大于 2	

6.5.3 高强度螺栓孔的孔距允许偏差应符合表 7 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 7 螺栓孔距允许偏差

单位为毫米

项 目	允许偏差	
相 邻 孔 距	±0.5	
两端孔群中心距	L≤10m	±1.5
	L>10m	±2.0

7 组装

7.1 组装准备

7.1.1 组装前应熟悉图纸和工艺文件，按图纸核对零件编号、外形尺寸和坡口方向，确认无误后方可组装。

7.1.2 采用埋弧焊、CO₂ 气体（混合气体）保护焊及低氢型焊条手工焊方法焊接的接头，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 1 的规定。

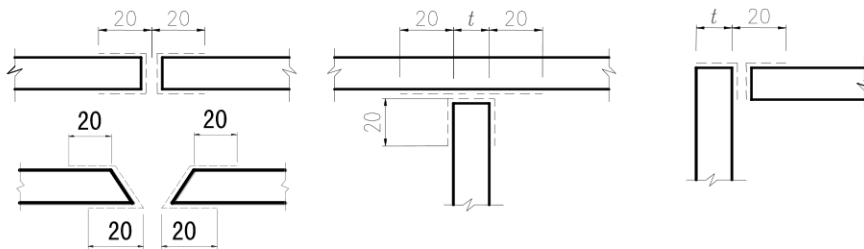


图 1 除锈范围（虚线为清除范围）

7.1.3 组装时应在对接焊缝和主要角焊缝的端部连接引、熄弧板（引板），引板的材质、厚度、坡口应与所焊件相同。

7.1.4 产品试板应与其代表的焊缝相连接，试板材质、厚度、轧制方向及坡口应与所焊板材相同，其长度和每侧宽度应分别不小于 400mm 和 150mm。

7.2 板单元、杆件组装

7.2.1 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。

- 7.2.2 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。
- 7.2.3 组装定位焊应符合本标准 8.2 的规定。
- 7.2.4 板单元和杆件组装尺寸允许偏差应符合表 8 的规定。

表 8 板单元和杆件组装尺寸允许偏差

单位为毫米

序号	名称	项 目	图 例	允 许 偏 差		
1	顶板	长度、宽度			±2.0	
		平面度	横向 (S ₁ 纵肋间距)		S ₁ /300	
			纵向 (S ₂ 横隔板间距)		S ₂ /500	
	底板	U 形肋与顶、底板组装间隙 a			≤0.5 局部允许 1.0	
		横隔板接板间距 S			±2	
		U 形肋 中心距 S	端部及横隔板处		±1.0	
其它部位			±2.0			
2	腹板	长度 L、宽度 B		±2.0		
		平面度 f	横向		≤2	
			纵向		<4/4.0m	
		加劲肋与腹板组装间隙 α		≤1.0		
		加劲肋 中心距 S	端部及横隔板处		±1.0	
其它部位			±2.0			
3	斜拉桥锚箱	锚板组装位置 L ₁ 、L ₂		±0.75		
		承力板组装角度 β		±0.10°		
		锚板组装角度 (90° - β)		±0.10°		
		承力板与锚板组装间隙		<0.2		
4	中央扣	斜、竖杆高度 H		±2		
		斜、竖杆宽度 B ₁ 、B ₂		±2		
		斜、竖杆长度 L		±2		
5	横隔板	横隔板及其接板长度 L、宽度 H		±2		
		横隔板及其接板平面度 f		<H/250, 5 取较小者		
		横隔板接板垂直度		±2		

表 8 (续) 板单元和杆件组装尺寸允许偏差

序号	名称	项 目	图 例	允 许 偏 差	
6	纵隔板	纵隔板及其接板长度、宽度		±2	
		纵隔板对角线差 L1-L2		±4	
		纵隔板接板平面度 f		±2	
		纵隔板接板垂直度		±2	
7	风嘴	长度 L、宽度 B		±2	
		顶板、导风板 平面度 f		横向	S1/250
				纵向	S2/500
		纵肋垂直度α		±1°	

7.3 梁段组装

7.3.1 梁段应在胎架上组装，胎架横向应预设上拱度。组装胎架应具有足够的刚度和几何尺寸精度，组装前应按工艺文件要求检测胎架的几何尺寸。

7.3.2 梁段组装宜采用连续匹配组装的工艺方案，每次组装的梁段数量不应少于 3 段。

7.3.3 在梁段组装过程中应避免日照的影响，用经纬仪和测距仪监控测量主要定位尺寸，梁段组装允许偏差应符合表 9 的规定。

表 9 梁段组装允许偏差篇

单位为毫米

项 目	简 图	允许偏差	备 注	检测工具
板单元拼接 对接板错边Δ		≤0.5	t≤25	钢板尺
		≤1.0	t>25	钢板尺
对接板间隙 a		±2		样板或钢板尺
平底板与斜底板 对接错边量 Δ		≤1.0		样板
梁段高度 (H)		±2	拼接处	钢盘尺
两吊点横向中心距 B		±4	返线到腹板上	钢盘尺
两吊点纵向中心距 S		±3	返线到腹板上	钢盘尺
两侧吊点纵向错位Δ		±2	返线到腹板上	钢盘尺
横隔板间距		±3		钢盘尺
纵隔板间距		±2	拼接处	钢盘尺
腹板中心距	±2	拼接处	钢盘尺	
项 (底) 板宽 B1 (B2)	2 车道	±5	拼接处相对差≤2	钢盘尺
	4 车道	±6		
	6 车道	±8		
对角线差 L1-L2		≤4	拼接处横断面	钢盘尺

表 9 (续) 梁段组装允许偏差篇

单位为毫米

项 目	简 图	允许偏差	备 注	检测工具
旁弯 f		≤ 5	腹板边与理论线的偏差	经纬仪 钢板尺
顶、底板板块定位偏差 Δ		≤ 1	板块定位线与理论值的偏差	钢盘尺
吊点高度差 Δ		≤ 5	左、右吊点高低差	水准仪、 钢板尺

8 焊接

8.1 一般要求

8.1.1 焊接工艺应根据焊接工艺评定报告编制，焊接过程中应严格遵守焊接工艺，不允许随意改变。

8.1.2 焊接工作宜在室内或防风防雨设施内进行，焊接环境的相对湿度应不大于 80%；焊接低合金钢的环境温度不应低于 5℃，焊接低碳钢的环境温度不应低于 0℃。当环境温度或相对湿度未满足上述要求时，应在采取有效的工艺措施后进行焊接。

8.1.3 焊接前应彻底清除待焊区域内的有害物，焊接时不应随意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。

8.1.4 焊剂、焊条应按产品说明书要求烘干使用；焊剂中的脏物，焊丝上的油锈等应清理干净；CO₂气体的纯度应大于 99.5%。

8.1.5 焊前预热温度应通过焊接性试验和焊接工艺评定确定；预热范围为焊缝每侧 100mm 以上，距焊缝 30~50mm 范围内检测温度。

8.2 定位焊

8.2.1 定位焊缝应距设计焊缝端部 30mm 以上，其长度为 50~100mm；定位焊缝的间距及焊脚尺寸由组焊工艺确定。

8.2.2 定位焊缝不应有裂纹、夹渣、焊瘤等缺陷，对于开裂的定位焊缝，应在保证焊件组装尺寸正确的条件下补充定位焊，并清除开裂的焊缝。

8.3 焊接过程

8.3.1 粗丝埋弧自动焊应在距设计焊缝端部 80mm 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 25mm 以外的引板上起、熄弧。

8.3.2 在埋弧焊焊接过程中，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 0.5m 和 1m。

8.3.3 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 50mm(粗丝焊)或 25mm(细丝焊)再引弧施焊，焊后搭接处应修磨匀顺。

8.3.4 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。

8.4 剪力钉的焊接

8.4.1 剪力钉焊接工艺参数(焊接电流、焊接时间、焊钉伸出长度和焊钉提升高度等)应通过其焊接工

艺试验确定，并用确定的工艺参数在试板上焊接 20 个剪力钉，其中 10 个做拉伸试验，10 个做弯曲试验，全部试验结果应符合 GB/T 10433 附录 A 的规定。

8.4.2 焊接前应清除剪力钉头部及钢板待焊部位（大于 2 倍剪力钉直径）的铁锈、氧化皮、油污、水份等有害物，使钢板表面显露出金属光泽。受潮的瓷环使用前应在 150℃ 的烘箱中烘干 2h。

8.4.3 每台班开始焊接剪力钉前或更换焊接条件时应按规定的焊接工艺在试板上试焊两个剪力钉，焊后按本标准 9.4 的规定进行检验，合格后方可在梁段上焊接。

8.4.4 应在平位施焊剪力钉，在焊缝金属完全凝固前不允许移动焊枪。当环境温度低于 0℃，或相对湿度大于 80%，或钢板表面潮湿时，不允许焊接剪力钉。

8.5 焊缝磨修和返修焊

8.5.1 焊件上的引板、产品试板或临时连接件应用气割切掉，并磨平切口，不应损伤母材。

8.5.2 焊脚尺寸、焊波或余高等超出表 10 规定上限值的焊缝及小于 1mm 且超差的咬边应修磨匀顺。

8.5.3 焊缝咬边超过 1mm 或焊脚尺寸不足时，可采用手工电弧焊或 CO₂ 气体保护焊进行返修焊。

8.5.4 宜采用碳弧气刨清除焊接缺陷，在清除缺陷时应刨出利于返修焊的坡口，并用砂轮机磨掉坡口表面的氧化皮，露出金属光泽。

8.5.5 焊接裂纹的清除范围除应包括裂纹全长外，还应由裂纹端外延 50mm。

8.5.6 用自动焊返修焊缝时，应将清除焊缝部位的两端刨成 1:5 的斜坡。

8.5.7 返修焊缝应按原焊缝质量要求检验，同一部位的返修焊不宜超过两次。

8.5.8 缺焊焊缝长度超过 90° 或因其它项点不合格的剪力钉应予更换重新焊接。

8.5.9 剪力钉焊缝的缺焊长度未超过 90° 时可用小直径低氢焊条补焊，补焊时应预热 50~80℃，并应从缺焊焊缝端部 10mm 外引、熄弧，焊脚尺寸应不小于 6mm。

8.5.10 所有表面的修磨均应沿主要受力方向进行，使磨痕平行于主要受力方向。

9 焊接检验

9.1 焊缝的外观检验

9.1.1 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、未填满及漏焊等缺陷，并应符合表 10 的规定。

表 10 焊缝外观质量标准

单位为毫米

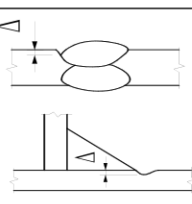
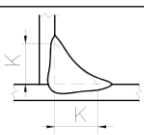
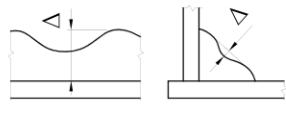
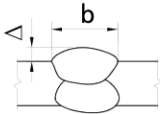
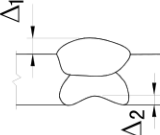
序号	项目	简图	质量标准		
1	咬边		横、纵向受拉对接焊缝	不允许	
			U 形肋角焊缝翼板侧受拉区		
			横向受压对接焊缝 $\Delta \leq 0.3$		
			主要角焊缝 $\Delta \leq 0.5$		
		其它焊缝 $\Delta \leq 1$			
2	气孔		对接焊缝	不允许	
			主要角焊缝	直径小于 1.0	每 m 不多于 3 个，其间距不小于 20 mm，但焊缝端部 10 mm 之内不允许
			其它焊缝	直径小于 2.0	
3	焊脚尺寸		埋弧焊 K_0^{+2} ，手弧焊 K_{-1}^{+2} ， 手弧焊全长 10% 范围内允许 K_{-1}^{+3}		

表 10 (续) 焊缝外观质量标准

单位为毫米

序号	项目	简 图	质 量 标 准
4	焊波		$\Delta \leq 2$ (任意 25mm 范围内)
5	余高 (对接)		$b \leq 15$ 时, $\Delta \leq 3$; $15 < b \leq 25$ 时, $\Delta \leq 4$; $b > 25$ 时, $\Delta \leq 4b/25$ 单面焊接的横向对接焊缝背面余高 $h \leq 2\text{mm}$
6	对接焊缝 余高铲磨		$\Delta_1 \leq 0.5$ $\Delta_2 \leq 0.3$

9.1.2 所有焊缝的外观检查均应在焊缝冷却至室温后进行。

9.2 焊缝的无损检验

9.2.1 经焊缝外观检验合格的焊接件,应在焊接 24h 后进行无损检验。

9.2.2 焊缝无损检验的质量分级、检验方法、检验部位及执行标准应符合表 11 的规定。

表 11 焊缝无损检验质量等级及探伤范围

焊 缝 名 称		质量等级	探伤方法	检验等级	探伤比例	探 伤 部 位	
横向对接焊缝 (顶板、底板、腹板、横隔板等)		I 级	超 声 波 探 伤 (UT)	B (单面双侧)	100%	焊缝全长	
纵向对接焊缝 (顶板、底板、腹板等)						端部 1m 范围内为 I 级, 其余部位为 II 级	
T 形接头和角接接头熔透角焊缝						焊缝全长	
横隔板纵向对接焊缝		II 级		B	100%	焊缝全长	
部分熔透角焊缝						B	焊缝两端各 1m
焊脚尺寸 ≥ 12 mm 的角焊缝						A	焊缝两端各 1m
纵向对接焊缝	顶 板	I 级	射 线 探 伤 (RT)	AB	10%	中间 250~300mm	
	底板、腹板					焊缝两端各 250~300mm	
横隔板横向对接焊缝					5%	下部 250~300mm	
横向对接焊缝 (顶板、底板、腹板等)					10%	两端各 250~300mm, 长度大于 6000mm 中间加探 250~300mm	
梁段间对接焊缝	顶板十字交叉焊缝				100%	纵、横向各 250~300mm	
	底板十字交叉焊缝				30%		
	腹 板				100%		焊缝两端各 250~300mm

表 11 (续) 焊缝无损检验质量等级及探伤范围

焊缝名称	质量等级	探伤方法	检验等级	探伤比例	探伤部位
连接锚箱或吊耳板的熔透角焊缝	II 级	磁粉探伤 (MT)		100%	焊缝全长
U 形肋对接焊缝					焊缝全长
横隔板与腹板角焊缝					焊缝两端各 500mm
U 形肋与顶 (底) 板角焊缝					每条焊缝两端各 1000mm, 其中行车道范围的顶板角焊缝为两端各 2000mm
横隔板与顶 (底) 板角焊缝					行车道范围总长的 20%
腹板与底板角焊缝					焊缝两端各 1000mm, 中间每隔 2000mm 探 1000mm
临时连接 (含马板)					拆除临时连接的部位
注: 探伤比例指探伤接头数量与全部接头数量之比。					

9.2.3 焊缝超声波探伤 (UT) 的距离—波幅曲线灵敏度应符合表 12 的规定, 缺陷等级评定应符合表 13 的规定, 其它要求应遵照 GB 11345—1989 的规定。

表 12 距离—波幅曲线灵敏度

焊缝质量等级	板厚 (mm)	判废线	定量线	评定线
对接焊缝 I、II 级	8~100	$\phi 3 \times 40-4\text{dB}$	$\phi 3 \times 40-10\text{dB}$	$\phi 3 \times 40-16\text{dB}$
角焊缝 II 级	8~25	$\phi 1 \times 2$	$\phi 1 \times 2-6\text{dB}$	$\phi 1 \times 2-12\text{dB}$
	>25~100	$\phi 1 \times 2+4\text{dB}$	$\phi 1 \times 2-4\text{dB}$	$\phi 1 \times 2-10\text{dB}$
全熔透角焊缝	8~100	$\phi 3 \times 40-4\text{dB}$	$\phi 3 \times 40-10\text{dB}$	$\phi 3 \times 40-16\text{dB}$
	8~100	$\phi 6$	$\phi 3$	$\phi 2$
注 1: 角焊缝超声波探伤采用铁路钢桥制造专用柱孔标准试块或与其校准过的其它孔形试块; 注 2: 当允许未焊透尺寸不大于 7mm 时, 采用与探测距离等距的槽形对比试块进行纵波扫查, 槽形对比试块的槽形宽度为允许的未焊透尺寸; 当允许未焊透尺寸大于 7mm 时, 采用半波高度法界定未焊透尺寸; 注 3: 如超声波探伤已可准确认定焊缝存在裂纹, 则应判定焊缝质量不合格; 注 4: $\phi 6$ 、 $\phi 3$ 、 $\phi 2$ 表示纵波探伤的平底孔参考反射体尺寸。				

表 13 缺陷等级评定

单位为毫米

评定等级	板 厚	单个缺陷指示长度
对接焊缝 I 级	8~100	t/3, 最小可为 10, 最大不超过 30
对接焊缝 II 级		2t/3, 最小可为 12, 最大不超过 30
全熔透角焊缝 I 级		t/3, 最小可为 10, 最大不超过 30
全熔透角焊缝 II 级		2t/3, 最小可为 12, 最大不超过 30
角焊缝 II 级		t/2, 最小可为 10, 最大不超过 30
注 1: 母材板厚不同时, 按较薄板评定; 注 2: 缺陷指示长度小于 8mm 时, 按 5mm 计。		

9.2.4 焊缝的射线探伤 (RT) 应遵照 GB 3323—1987 的规定, 射线照相质量等级为 AB 级; 焊缝内部质量为 II 级。

9.2.5 焊缝的磁粉探伤 (MT) 应遵照 JB/T 6061—1992 的规定。

9.2.6 进行局部超声波探伤 (UT) 的焊缝, 若发现较多非裂纹超标缺陷, 即当任意两相邻缺陷间距小于 4 倍板厚, 且在 300mm 范围内缺陷数量超过 5 处时, 应扩大一倍检验范围; 若发现裂纹, 或在加倍检验中仍发现较多超标缺陷, 应对焊缝全长进行检验。对于局部射线探伤 (RT) 或磁粉探伤 (MT) 的焊缝, 当发现超标缺陷时, 应加倍检验。

9.2.7 用射线 (RT)、超声波 (UT)、磁粉 (MT) 等多种方法检验的焊缝, 应达到各自的质量要求, 方可认为该焊缝合格。

9.3 产品试板检验

9.3.1 产品试板应与产品同时焊接, 其数量应符合下列规定:

- 每焊接 5 条受拉横向对接焊缝或每 10 条其它对接焊缝应焊接一块产品试板;
- 在桥位焊接梁段间对接焊缝时, 每两个接口做顶 (或底) 板和腹板产品试板各一块。
- 每焊接 10 块板单元的 U 形肋与顶 (底) 板间角焊缝应焊接一块试板。

9.3.2 产品试板的焊缝经探伤合格后进行接头拉伸、弯曲和焊缝金属低温冲击试验, 试样数量和试验结果应符合本标准附录 A 焊接工艺评定的有关规定; U 形肋与顶 (底) 板间角焊缝试板焊接后, 应检验其焊缝的熔透深度是否满足设计要求。

9.3.3 若产品试板的试验结果不合格, 可在原试板上重新取样再试验, 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焊缝进行处理。

9.4 剪力钉焊接的检验

9.4.1 剪力钉焊接后应获得完整的 360° 周边焊缝。剪力钉焊缝的宽度、高度等尺寸应满足: $h_m \geq 0.2d$; $h_{min} \geq 0.15d$; $d_m \geq 1.25d$ 。其中, h_m 、 h_{min} 分别代表焊缝沿剪力钉轴线方向的平均高度和最小高度, d_m 、 d 分别代表在钢板侧焊趾的平均直径和剪力钉直径。

9.4.2 应随机抽取各部位剪力钉总数的 3% 进行 30° 弯曲检验, 弯曲后剪力钉的焊缝和热影响区不应有肉眼可见的裂纹。检验合格的剪力钉可保留其弯曲状态。

10 矫正

10.1 冷矫的环境温度不应低于 5℃, 矫正时应缓慢加力, 总变形量不应大于变形部位原始长度的 2%。

10.2 热矫时加热温度应控制在 600℃~800℃, 不允许过烧, 不宜在同一部位多次重复加热。

10.3 矫正后的板单元、杆件和梁段表面不应有凹痕和其它损伤。

10.4 板单元和杆件矫正后的尺寸允许偏差应符合表 14 的规定。

表 14 板单元矫正允许偏差

单位为毫米

序号	名称	项 目	允许偏差	示 意 图	备 注	
1	顶板	长度、宽度	± 2		有切头时长度可放宽	
		对角线相对差	≤ 4			
	底板	平面度 f	横向		$S_1/250$	S_1 为纵肋间距
			纵向		$S_2/500$	S_2 为横肋间距
	角变形 Δ	$\leq b/150$				
	板边直线度 f	≤ 3				
腹板	横、纵隔板接板垂直度	≤ 2				
2	横板	高度 h_1 、 h_2	± 2		搭接构造可放宽	
		宽度 B	± 2		搭接构造可放宽	
	隔板	平面度 f	$\leq h_1/250$		当底板为柱面时，视为与理论柱面的允许偏差	
		板边直线度 f	≤ 2		搭接构造可放宽	
3	纵板	纵隔板及接板长度、宽度	± 2			
		纵隔板对角线差 $ L_1-L_2 $	± 4			
		纵隔板及其接板平面度 f	≤ 2			
		纵隔板接板垂直度	± 2			
4	风嘴	长度、宽度	± 2		有切头时长度可放宽	
		顶板、导风板平面度 f	$S_1/250$		S_1 为纵肋间距	

10.5 梁段矫正后的允许偏差应符合表 15 的规定。

表 15 梁段矫正允许偏差

单位为毫米

项 目		允许偏差	备 注	检测方法
梁段高度 (H)		± 2	工地接头处	用钢盘尺、水平尺测量
		± 4	其余部分	
两吊点中心距	横向	± 4		用钢盘尺测量
	纵向	± 3		
梁段长度 L		± 2		用钢盘尺测量
腹板中心距		± 3	工地接头处	用钢盘尺测量
顶板宽 B	2 车道	± 5	拼接处相对差 ≤ 2	用钢盘尺测量
	4 车道	± 6		
	6 车道	± 8		

表 15 (续) 梁段矫正允许偏差

单位为毫米

项 目	允许偏差	备 注	检测方法
横断面对角线差	≤ 4	工地接头处的横断面	用钢盘尺测量
旁弯 f	≤ 5	单个梁段	紧线器、钢丝线、经纬仪、钢板尺
桥面横坡	± 4	测量同一横断面	用水准仪测量
左右支点(吊点)高差	≤ 5		用水准仪将台架找平,用钢板尺测量梁段与台架的间隙
顶板、底板、腹板 平面度 f	$S/250$, 且 ≤ 8	S—加劲肋间距 或顶板与加劲肋间距	用平尺、钢板尺测量
扭 曲	每米不超过 1, 且每段不大于 8	每段以两边隔板处为准	用垂球、钢板尺测量

11 预拼装

11.1 预拼装应在台架上进行,台架应有足够的刚度,其基础应有足够的承载力。梁段应解除与台架间的临时连接,处于自由状态。

11.2 每批梁段制造完成后,应进行连续匹配预拼装。每批预拼装的梁段数不应少于 3 段,预拼装检查合格后,留下最后一个梁段并前移参与下一批次预拼装,其余梁段吊运出台架。

11.3 预拼装时应使板层密贴,并检查拼接处有无相互抵触及不易施拧螺栓的情况。

11.4 预拼装的各部尺寸和线形经检查合格后,用试孔器检查所有的螺栓孔,全部螺栓孔应 100%自由通过较设计孔径小 1.5mm 的试孔器方可认为合格。

11.5 桥上梁段间临时连接件宜在预拼装检验合格后安装。

11.6 磨光顶紧处用 0.2mm 塞尺检查,插入深度不应超过要求顶紧长度的 1/4。

11.7 预拼装检验应在无日照影响的条件下进行,并应有详细的检查记录,预拼装允许偏差应符合表 16 的规定。

表 16 梁段预拼装允许偏差

单位为毫米

项 目	允许偏差	备 注	检 测 方 法	
预拼装长度(L)	$\pm 2n$, ± 20 取绝对值较小者	n 为梁段数,测最外侧两锚箱间距	用钢盘尺、弹簧秤测量	
两相邻吊点纵距	± 3	测锚箱间距		
预拼装累加长度	± 20	累加已预拼装梁段的长度	计算	
顶板宽 B	2 车道	± 5	拼接处相对差 ≤ 2	用钢盘尺测量
	4 车道	± 6		
	6 车道	± 8		
梁段中心线错位	≤ 1	梁段中心线与桥轴中心线偏差	用激光仪测量	
纵向竖曲线	+10 - 5	沿桥中线测量隔板处标高	用水准仪测量	
纵肋直线度 f	≤ 2	梁段匹配接口处	1m 平尺或钢板尺	
旁弯 f	$3+0.1L_m$, 且任意 20m 测长内 $f < 6$	测桥面中心线的平面内偏差。 L_m 为任意 3 个预拼装梁段长度,以 m 计。	用紧线器、钢丝线、经纬仪、钢板尺测量	
板面高低差	≤ 1.5	梁段匹配接口处安装匹配件后	用钢板尺测量	

12 表面清理和涂装

12.1 涂装方案

12.1.1 钢箱梁的涂装方案应满足设计要求。

12.1.2 高强度螺栓连接面可采用无机富锌防锈防滑涂料（HES-2），涂层厚度为 $120\mu\text{m}\pm 40\mu\text{m}$ ，也可采用热喷铝或电弧喷铝，涂层厚度为 $150\mu\text{m}\pm 50\mu\text{m}$ 。

12.1.3 高强度螺栓连接面的无机富锌防锈防滑涂料表面或喷铝表面与涂料涂层搭接处应涂配套的环氧富锌防锈底漆。梁段间连接后，外露的铝涂层应涂封孔剂及相应的配套涂料。

12.2 表面清理

12.2.1 钢板和型钢在制作前应进行抛丸除锈、除尘、涂硅酸锌防锈底漆（漆膜厚 $20\mu\text{m}$ ）等处理。

12.2.2 在钢板、型钢、梁段喷涂涂料前，其表面清理的除锈等级应达到 GB/T 8923—1988 规定的 Sa2.5 级，表面粗糙度应达到 $Rz\ 25\sim 60\mu\text{m}$ ，即符合 GB/T 6060.5—1988 规定的粗糙度样块为 $Ra\ 6.3\mu\text{m}$ 和 $Ra\ 12.5\mu\text{m}$ 之间的粗糙度要求。

12.2.3 若设计或业主对表面清理的除锈等级和表面粗糙度有特殊要求，则应执行其规定的特殊要求。

12.2.4 高强度螺栓连接面表面清理后的除锈等级应达到 GB/T8923—1988 规定的 Sa3 级，表面粗糙度应达到 $Rz\ 50\sim 100\mu\text{m}$ ，即符合 GB/T6060.5—1988 规定的粗糙度样块为 $Ra\ 12.5\mu\text{m}$ 和 $Ra\ 25.0\mu\text{m}$ 之间的粗糙度要求。

12.2.5 梁段表面清理前应将梁段的外露边缘修磨成半径 2mm 的圆弧。

12.2.6 热浸、镀锌前的表面清理应符合相关的规定。

12.3 涂装作业要求

12.3.1 水性无机富锌防锈底漆、聚氨酯漆、氟碳面漆不允许在气温 5°C 以下施工，环氧类漆不允许在气温 10°C 以下施工。不允许在风沙场合、雨天、雾天或相对湿度 80% 以上时施工。

12.3.2 底漆、中间漆涂层的最长暴露时间不应超过 7d，两道面漆的涂装间隔也不宜超过 7d。若两道面漆的涂装间隔超过 7d 时，应先用细砂纸将涂层表面打磨成细微毛面，然后再涂装后一道面漆。

12.3.3 喷铝应在表面清理后 4h 内完成，涂层间隔的时间要求应符合 GB/T 11373—1989 规定。

12.3.4 在涂装前应清除高强度螺栓头部的油污及螺母、垫圈外露部分的皂化膜。

12.3.5 对于局部损伤的涂层，应按本标准 12.2 的规定进行表面清理，并按原设计涂层补涂各层涂料。

12.4 涂层检验

12.4.1 涂料涂层表面应平整均匀，不应有漏涂、剥落、起泡、裂纹、气孔等缺陷，允许有不影响防护性能的轻微桔皮、流挂、刷痕和少量杂质。颜色应与比色卡相一致。

12.4.2 金属涂层表面应均匀一致，不应有起皮、鼓包、大熔滴、松散粒子、裂纹、掉块，允许有不影响防护性能的轻微结疤、起皱。

12.4.3 每涂完一道涂层后，应检查干膜厚度，出厂前检查总厚度。漆膜厚度的测量可用电子涂层测厚仪或磁性测厚仪或横杆式测厚仪。

12.4.4 每 10m^2 测 5 个点，每个点附近测 3 次，取平均值。钢箱梁外部所有测点的值应有 90% 达到或超过规定的漆膜厚度值，未达到规定膜厚的测点之值不应低于规定膜厚的 90%；钢箱梁内部所有测点的值应有 85% 达到或超过规定的漆膜厚度值，未达到规定膜厚的测点之值不应低于规定膜厚的 85%。

12.4.5 若未达到本标准 12.4.4 要求或在 10m^2 内有 2 个及以上点的测量值小于规定的漆膜厚度值，则应加涂一道涂料。

12.5 抗滑移系数试件与试验

12.5.1 在相同的施工条件下，同期（不超过 2 个月）涂装并同期（不超过 2 个月）安装的每 16 个梁段为一批，每批制作 6 组抗滑移系数试件，其中 3 组用于出厂试验，3 组用于工地复验。抗滑移系数试件应与梁段同材质、同工艺、同批制造，并在相同条件下运输、存放。

12.5.2 抗滑移系数试验应遵照 TB 2137—90 的规定，出厂时高强度螺栓连接面抗滑移系数应不低于 0.55，梁段安装前的复验值不应小于 0.45。

13 梁段验收

13.1 梁段的出厂检验和验收应按施工图和本标准 13.2~13.6 规定进行。

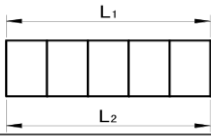
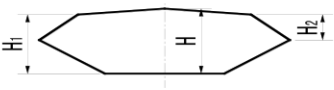
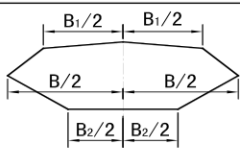
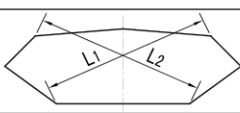


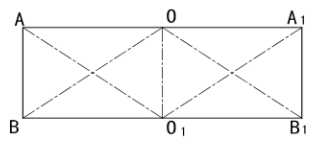
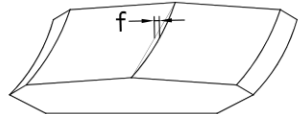

13.2 梁段的螺栓孔允许偏差应符合本标准 6.5 的规定。

13.3 梁段的涂层质量应符合本标准第 12 章的规定。

13.4 梁段制造尺寸允许偏差应符合表 17 的规定。

表 17 梁段制造尺寸允许偏差

单位为毫米

序号	项 目		允许偏差	示 意 图	测 量 方 法
1	梁长	顶板长度 L_1	± 2		以梁段两端检查线为基准，用钢盘尺测量长度，合拢段长度根据实测结果确定
		底板长度 L_2			
2	梁高	中高 H	± 2		测量两端口，以底部为基准，采用激光仪测量高度
		边高 H_1 、 H_2	± 2		
3	梁宽	梁半宽 $B/2$	2 车道 ± 2.5		在梁段两端口用钢盘尺测量宽度
		顶板半宽 $B_1/2$	4 车道 ± 3		
		底板半宽 $B_2/2$	6 车道 ± 4		
4	端口尺寸	对角线差 $ L_1 - L_2 $	≤ 6		用钢尺测量对角线，检查测量值之差
5	锚箱位置	同一梁段两锚箱高差	≤ 5		用水准仪测量两锚箱高差
		锚箱距梁段端口长度 L_1 、 L_2	± 2		用钢盘尺测量锚箱至梁段两端检查线的距离
6	顶板	四角 (A, B, C, D) 水平	± 6		用激光仪测量，测点在两端横隔板上
		相对高差	≤ 8		
		1/2 对角线 (AO_1 、 BO_1 、 A_1O_1 、 B_1O_1) 差	≤ 8		用钢尺测量，测点在两端检查线上
7	旁弯	f	$L/2000$, 且 ≤ 5		L 为梁段长度，用激光仪、钢尺测量
8	板面平面度	横桥向 f	$\leq S_1/250$		用钢尺测量纵肋间距 S_1
		纵桥向 f	$\leq S_2/500$		用钢尺测量横隔板间距 S_2

13.5 梁段出厂或验收时，应提交下列文件：

- 产品合格证；
- 钢材、焊接材料和油漆的质量证明书及复验报告；
- 焊接工艺评定报告及其它主要工艺试验报告；
- 竣工图、拼装简图；
- 高强度螺栓摩擦面抗滑移系数试验（工厂）报告；
- 焊缝无损检验报告；
- 焊缝重大修补记录；
- 产品试板的试验报告；
- 预拼装记录（按预拼装批次）；
- 涂层检测记录；
- 发送清单。

13.6 梁段出厂时应提供工地抗滑移系数试验用试件，随梁运至工地。

14 包装、存放与运输

14.1 梁段应在涂层干燥后对高强度螺栓连接部位进行包装，包装和存放应避免摩擦面损坏。各种小件（拼接板、螺栓、螺母、垫圈等）应装箱，并加标记。

14.2 板单元和梁段的 U 形肋端口应封闭，防止水和杂物进入 U 形肋内部。

14.3 梁段存放时，所有的支承点应受力均匀。存放场地应平整，坚固，支承处不允许发生不均匀沉降。

14.4 若梁段采用船舶运输，装船前应进行稳定性验算，其抗倾覆安全系数不应小于 1.5；梁段的绑扎固定及运输应符合船舶运输的有关规定。

15 梁段连接

15.1 斜拉桥梁段的调整就位

15.1.1 在排架上安装的梁段应先调整梁段的横、纵向位置和高程，然后再调整顶板、底板、腹板就位；桥面吊机吊装梁段应先调整梁段的横、纵向位置，然后依次调整腹板、顶板边部、纵隔板、顶板中部及底板就位，最后调整梁段的标高。

15.1.2 顶板、底板、腹板、纵隔板等就位后，用冲钉定位并初拧高强度螺栓，或定位后用马板固定。

15.2 悬索桥梁段的调整就位

15.2.1 梁段吊装时，应连接临时连接件。待吊装的梁段满足主缆线形后，应紧固临时连接件并调整梁段的纵、横向位置。

15.2.2 在调整相邻梁段间顶板和底板的间隙时，应同时调整相邻梁段端口的标高。

15.2.3 应按顺序调整底板、下斜腹板、顶板、上斜腹板、检修道板，使其分别就位、并用马板固定。

15.3 梁段间的焊接

15.3.1 梁段就位、固定经检查合格后，应按顶板、底板、腹板、纵隔板的顺序对称施焊。

15.3.2 梁段间的焊接和焊接检验应符合本标准第 8 章和第 9 章的有关规定。

15.3.3 梁段间焊缝经检查合格后，按照先对接后角接的顺序焊接 U 形肋嵌补件。

15.3.4 梁段间的栓接构造应在其焊缝检验合格后，终拧高强度螺栓连接副。高强度螺栓施工应遵照 TBJ 214 的规定。

附录 A
(规范性附录)
焊接工艺评定

A.1 一般要求

A.1.1 焊接工艺评定（以下简称“评定”）是编制焊接工艺的依据。

A.1.2 评定条件应与产品焊接条件相对应，评定应使用与产品相同牌号和质量等级的钢材及焊接材料。

A.1.3 首次使用的钢材和焊接材料应进行评定，已评定并批准的工艺，可不再进行评定；遇有下列情况之一者，应重新进行评定：

- 钢材牌号或质量等级改变；
- 焊接材料改变；
- 焊接方法或焊接位置改变；
- 衬垫改变；
- 焊接电流、焊接电压或焊接速度改变±10%以上，或焊接线能量增大10%以上；
- 坡口形状和尺寸改变(坡口角度减少10°以上,钝边增大2mm以上,根部间隙减小2mm以上)；
- 预热温度低于规定值下限温度20℃；
- 电流种类及极性改变或电弧金属过渡方式改变。

A.2 试板

A.2.1 试板宜选用碳当量偏标准上限的母材制备，其试验条件应考虑约束状态。

A.2.2 对接接头试板、熔透或部分熔透的角接头和T形接头试板应根据设计图选择有代表性的板厚 t 进行评定试验，经核准后其评定对满足 $0.75t_1 \leq t \leq 1.5t_1$ 条件的产品厚度有效（ t 为试板厚度， t_1 为产品厚度），但产品的接头形式、坡口形状及钝边尺寸应与试板相一致。

A.2.3 角焊缝试板可按每一焊脚尺寸选定一种板厚组合进行评定试验，经核准后其评定对同一焊脚尺寸的各种板厚组合均有效。

A.2.4 试板长度应根据样坯尺寸、数量（含附加试样数量）等因素予以综合考虑，自动焊不得小于600mm，手工焊、CO₂气体（混合气体）保护焊不得小于400mm。

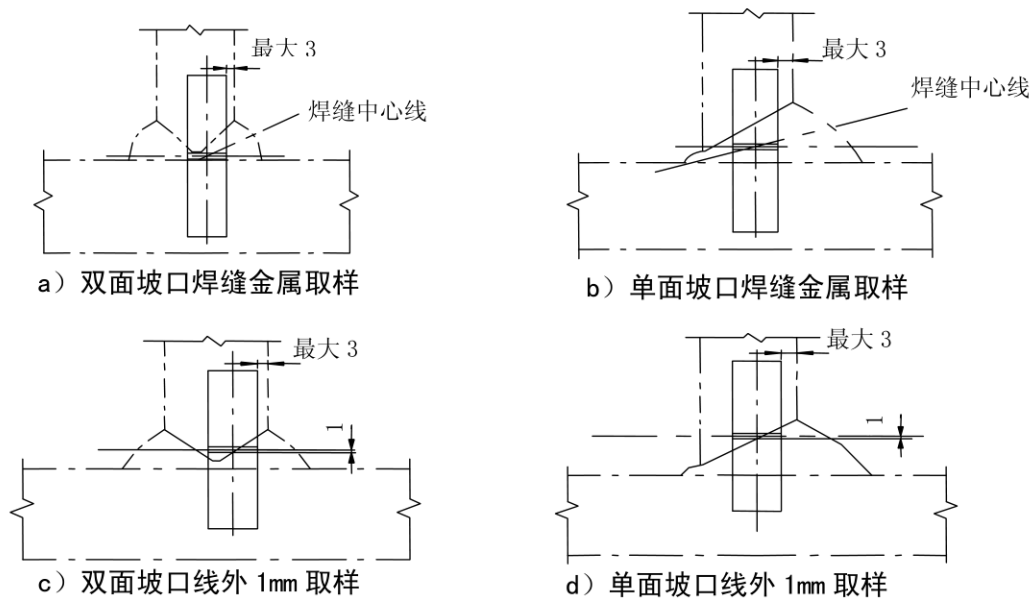
A.3 试验及检验

A.3.1 焊缝的外观质量应符合本标准9.1的规定。

A.3.2 评定试板应沿焊缝全长进行超声波探伤，质量等级应符合9.2的规定

A.3.3 力学性能试验取样应遵照GB/T 2649—1989的规定，样坯截取位置应根据焊缝外形及探伤结果，在试件的有效利用长度内作适当分布。试样加工前允许对样坯进行冷矫正。

A.3.4 T形接头和角接头熔透焊缝冲击试样取样方法：当未开坡口侧板厚 $t \geq 30\text{mm}$ 时，应按图A.1和A.2进行；当未开坡口侧板厚 $t < 30\text{mm}$ 时，可用同样坡口的对接焊缝代替。



a) 焊缝金属冲击试样取样

b) 线外 1mm 冲击试样取样

图 A. 1 T 形接头熔透焊缝的冲击试样取样

A.3.5 力学性能试验项目、试样数量及试验方法应符合表 A.1 的规定。

表 A.1 力学性能试验项目、试样数量

单位为个

试件形式	试验项目	试样数量	试验方法	
对接接头试件	接头拉伸 (拉板)	1	GB 2651—1989	
	焊缝金属拉伸	1	GB 2652—1989	
	接头弯曲	1	GB 2653—1989	
	低温冲击	焊缝金属	3	GB 2650—1989
		熔合线外 1.0mm 或 0.5mm	3	
	接头硬度	1	GB 2654—1989	
T 形接头和角接头熔透角焊缝试件	焊缝金属拉伸	1	GB 2652—1989	
	低温冲击	焊缝金属	3	GB 2650—1989
		熔合线外 1.0mm 或 0.5mm	3	
	接头硬度	1	GB 2654—1989	
T 形接头角焊缝试件	焊缝金属拉伸	1	GB 2652—1989	
	接头硬度	1	GB 2654—1989	

注：1、接头弯曲试验的弯曲角 $\alpha = 180^\circ$ ，弯心直径应符合母材标准规定；
2、粗丝埋弧焊时为熔合线外 1.0mm，手工电弧焊或 CO₂ 气体保护焊或细丝埋弧焊时为熔合线外 0.5 mm；
3、T 形接头角焊缝的焊脚尺寸小于等于 8mm 时可用焊脚尺寸为 10mm 的试验结果代替。

A.3.6 力学性能试验验收应符合下列规定：

a) 若拉伸试验结果（屈服强度、抗拉强度及延伸率）不低于母材标准值，则判为合格；当试验结果低于母材标准值时，则允许从同一试件上再取一个试样重新试验，若重新试验的结果不低于母材标准值，则仍可判为合格，否则判为不合格；

b) 接头弯曲试验结束后，若试样受拉面没有裂纹，或仅在棱角处有撕裂且裂纹长度不大于3mm，则判为合格；当试验结果未满足上述要求时，则允许从同一试件上再取一个试样重新试验，若重新试验的结果满足上述要求，则仍可判为合格，否则判为不合格；

c) 若设计文件未对冲击功作出规定，则应按设计文件中所规定的最低环境温度下的冲击功试验值为27焦耳。若一组（3个）冲击试验结果的平均值不低于规定值，且每个试验值都不小于规定值的70%，则判为合格；当试验结果未满足上述要求时，则允许从同一试件上再取一组（3个）附加试样重新试验，若总计6个试验值的平均值不小于规定值，且低于规定值的试验值不多于3个（其中，不得有2个以上的试验值低于规定值的70%，也不得有任一试验值低于规定值的50%），则仍可判为合格，否则判为不合格；

d) 在宏观断面上作焊接接头的硬度试验并记录测试结果，要求 $HV \leq 380$ ；

e) 力学性能试验结束后，若发现试样断口上有超差的缺陷，应查明产生该缺陷的原因并决定试验结果是否有效。

A.3.7 每一评定应作一次宏观断面酸蚀试验，试验方法应遵照《钢的低倍组织及缺陷酸蚀试验试验方法》（GB 226—1991）的规定；焊缝成形系数应为1.3~2.0。

A.3.8 不同材质焊接接头的拉伸、冲击、弯曲等力学性能应按性能要求较低的材料进行评定。

A.4 焊接工艺评定报告

“评定”报告应包括下列内容：

- 母材和焊接材料的牌号、规格、化学成份和力学性能等；
 - 试板图，试件的施焊日期、工艺参数及焊接条件；
 - 焊缝外观和无损检验结果，力学性能试验及宏观断面酸蚀试验结果；
 - 结论及评定人员签字。
-