

UDC

中华人民共和国行业标准

TB

TB 10212—2009
J 941—2009

P

铁路钢桥制造规范

Code for fabrication of railway steel bridge

2009-05-22 发布

2009-06-01 实施

统一书号: 15113 · 30

定 价: 13.00

中华人民共和国铁道部 发布

中华人民共和国行业标准

铁路钢桥制造规范

Code for fabrication of railway steel bridge

TB 10212—2009

J 941—2009

主编单位：中铁山桥集团有限公司

批准部门：中华人民共和国铁道部

施行日期：2009年6月1日

中 国 铁 道 出 版 社

2009年·北 京

中华人民共和国行业标准
铁路钢桥制造规范
TB 10212—2009
J 941—2009

*

中国铁道出版社出版发行
(100054,北京市宣武区右安门西街8号)
出版社网址:<http://www.tdpress.com>
北京市兴顺印刷厂印刷

开本: 850 mm × 1 168 mm 1/32 印张: 2.75 字数: 67 千字
2009年10月第1版 2009年10月第1次印刷

统一书号: 15113 · 3004 定价: 13.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

发行部电话: 路(021)73170,市(010)51873172

关于发布《铁路钢桥制造规范》的通知

铁建设〔2009〕96号

现发布《铁路钢桥制造规范》(TB 10212—2009)(另发单行本),自2009年6月1日起施行。铁道部原发《铁路钢桥制造规范》(TB 10212—98)同时废止。

本标准由铁道部建设管理司负责解释,由铁路工程技术标准所、中国铁道出版社组织出版发行。

中华人民共和国铁道部
二〇〇九年五月二十二日

前 言

本规范是根据铁道部《关于印发 2007 年铁路工程建设标准编制计划的通知》(铁建设函[2006]1112 号)的要求,在《铁路钢桥制造规范》(TB 10212—98)基础上修订而成的。

本规范编制过程中进行了深入的调查研究,认真总结了我国铁路钢桥制造的实践经验,充分吸收了近年来的科研成果,学习借鉴了国外先进标准,全面考虑了桥梁技术发展的客观需要,并广泛征求了有关方面的意见,经审查、修改后定稿。

本规范共分 5 章,主要内容包括:总则、术语和符号、材料、制造、质量检验,另有 7 个附录。

本次修订的主要内容如下:

1. 增加了整体钢桥面、三桁结构、钢混结合梁制造及检验等内容;
2. 增加了整体节点制造及检验的要求;
3. 增加了节点板接料的要求;
4. 增加了质量检验的内容;
5. 增加了磁粉探伤、射线探伤的方法和缺陷评定的具体规定;
6. 增加了圆柱头焊钉的焊接工艺评定、焊接及检验的规定;
7. 增加了涂装前对自由边倒弧的规定;
8. 补充了焊接材料、涂装材料抽样检验的具体规定;
9. 补充了螺栓孔孔壁垂直度允许偏差的要求;
10. 补充了全熔透、部分熔透焊缝的焊接及无损检验的具体规定;
11. 补充了超声波探伤缺陷评定的具体规定;

12. 补充了杆件任意两面孔群纵横向错位的规定;
13. 补充了圆柱头焊钉和高强度螺栓连接副的质量要求;
14. 明确了不等厚对接时, 产品试板厚度的规定;
15. 明确了抗滑移系数试件的制作数量及抗滑移系数试验方法;
16. 修改了专用沉头螺栓的尺寸及允许偏差。
- 本规范以黑体字标志的条文为强制性条文, 必须严格执行。
- 在执行本规范过程中, 希望各单位认真总结经验, 如发现需要修改和补充之处, 请将意见及有关资料寄交中铁山桥集团有限公司 (河北省秦皇岛市山海关区南海西路 35 号, 邮政编码: 066205), 并抄铁道部经济规划研究院 (北京市海淀区羊坊店路甲 8 号, 邮政编码: 100038), 供今后修订时参考。
- 本规范由铁道部建设管理司负责解释。
- 本规范主编单位: 中铁山桥集团有限公司。
- 本规范主要起草人: 魏云祥、杨洪志、姜玉春、孙景义、仇艳萍、刘春风。

目 次

1 总 则	1
2 术语和符号	2
2.1 术 语	2
2.2 符 号	2
3 材 料	4
3.1 一般规定	4
3.2 钢 材	4
3.3 焊接材料	4
3.4 圆柱头焊钉、高强度螺栓连接副	5
3.5 涂装材料	5
4 制 造	7
4.1 一般规定	7
4.2 放样、作样及号料	7
4.3 切 割	7
4.4 零件矫正与弯曲	8
4.5 零件机加工	9
4.6 零件基本尺寸	10
4.7 制 孔	12
4.8 组 装	14
4.9 焊接和焊接检验	20
4.10 杆件矫正	27
4.11 试 装	31
4.12 成品基本尺寸	35
4.13 涂 装	42

4.14 包装、存放及运输	43
5 质量检验	45
5.1 一般规定	45
5.2 零件加工	45
5.3 组 装	47
5.4 焊 接	48
5.5 杆件矫正	48
5.6 试 装	48
5.7 成品基本尺寸	49
5.8 涂 装	49
附录 A 钢材及加工缺陷的修补	51
附录 B 专用沉头螺栓	52
附录 C 钢材焊接工艺评定	53
C.1 一般要求	53
C.2 试 板	54
C.3 检验及试验	55
C.4 焊接工艺评定报告	57
附录 D 圆柱头焊钉焊接工艺评定	58
D.1 一般要求	58
D.2 试验与检验	58
D.3 弯曲与拉伸检验	59
D.4 焊接工艺评定报告	59
附录 E 焊接接头超声波探伤质量要求	60
附录 F 焊接接头射线探伤质量要求	62
附录 G 焊接接头磁粉探伤质量要求	65
本规范用词说明	66
《铁路钢桥制造规范》条文说明	67

1 总 则

1.0.1 为统一铁路钢桥制造技术标准,确保钢桥制造质量,做到技术先进、经济合理、安全可靠,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于铁路钢桥制造及质量检验。对于本规范未涉及的新技术、新结构、新材料、新工艺,制造中应进行试验,并根据试验结果确定所必须补充的标准。

1.0.3 铁路钢桥制造应有健全的质量管理体系和制造质量检验制度。

1.0.4 铁路钢桥制造必须使用经计量检定合格的计量器具,并按有关规定进行操作。

1.0.5 铁路钢桥制造各工序应按技术标准进行质量控制,每道工序完成后,应进行检查,并形成记录;工序间应进行交接检验,未经检查或检查不合格的不得进行下道工序生产。

1.0.6 铁路钢桥制造除应符合本规范外,尚应符合国家现行的有关强制性标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 杆件 member

组成钢桥的基本单元。其中整体节点、弦杆、斜杆、竖杆、纵梁、横梁、桥门楣梁、桥面板单元、锚箱、箱形梁主梁、板梁主梁和独立编号的拼接板及节点板为主要杆件，其余为次要杆件。

2.1.2 零件 part

组成杆件的最小单元。其中主要杆件的盖板和腹板，箱形梁横隔板，板单元的面板、纵肋、横肋，拼接板，节点板及圆柱头焊钉为主要零件，其余为次要零件。

2.1.3 桥面板单元 Deck Panel

由桥面板及纵肋、横肋组成。

2.1.4 桥面板块 deck assemblage

由桥面板单元、横梁、纵梁及其连接件组成。

2.1.5 主要角焊缝 important fillet weld

主要杆件的盖板与腹板的连接焊缝。

2.2 符 号

2.2.1 几何参数

b ——宽度

d ——直径

f ——拱度、弯曲矢高

h ——截面高度

h_f ——焊脚尺寸

· 2 ·

l ——长度、跨度、对角线

s ——间距

t ——厚度

α ——角度

Δ ——偏差、增量

3 材 料

3.1 一 般 规 定

3.1.1 钢桥制造所用材料应符合设计文件的要求和现行标准的规定,除必须有材料质量证明文件外,还应进行抽样检验,合格后方能使用。

3.1.2 制造厂应制定材料的管理制度,做到存放、使用规范化,保证材料使用的可靠性。

3.2 钢 材

3.2.1 钢材进场抽样检验应按同一厂家、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。

3.2.2 钢板应采用色带标识。

3.2.3 进口钢材应按合同规定进行商检和抽样检验。

3.2.4 在加工过程中发现的钢材缺陷需要修补时,应符合本规范附录A的规定。

3.2.5 钢材材质及规格需要进行变更时,应按有关规定程序履行变更手续。

3.3 焊 接 材 料

3.3.1 焊接材料原则上应与设计选用的钢材相匹配。

3.3.2 焊接材料除应符合现行国家标准外,其抽样检验尚应符合以下规定:

1 制造厂首次使用的焊接材料应进行化学成分和熔敷金属力学性能检验。

2 连续使用的同一厂家、同一型号的焊接材料,实芯焊

丝逐批进行化学成分检验,焊剂逐批进行熔敷金属力学性能检验,药芯焊丝和焊条每一年进行一次熔敷金属力学性能检验。

3 同一型号焊接材料在更换厂家后,首个批号应按照相关标准进行化学成分和熔敷金属力学性能检验。

3.3.3 焊接材料的型号及规格应根据焊接工艺评定确定。

3.4 圆柱头焊钉、高强度螺栓连接副

3.4.1 圆柱头焊钉、焊接瓷环质量标准及检验应符合现行国家标准《电弧螺柱焊用圆柱头焊钉》(GB/T 10433)中的规定。

3.4.2 高强度螺栓连接副质量标准及检验应符合现行国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓》(GB/T 1228)、《钢结构用高强度大六角螺母》(GB/T 1229)、《钢结构用高强度垫圈》(GB/T 1230)、《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》(GB/T 1231)的规定。

3.5 涂 装 材 料

3.5.1 涂装材料应符合涂装设计的规定。

3.5.2 涂装材料的检验应符合下列规定:

1 涂装材料按《铁路钢桥用防锈底漆供货技术条件》(GB/T 2772)、《铁路钢桥用面漆、中间漆供货技术条件》(GB/T 2773)、《富锌底漆》(HG/T 3668)、《铁路钢桥保护涂装》(GB/T 1527)进行检验。

2 每个涂装材料品种按不同生产批号各抽取一个样品,样品的数量应满足检验的需要。

3 检验结果中如有某项指标存在争议时,允许在该批涂装材料中再随机抽取一个样品,重新进行检验。

4 防锈底漆耐盐雾性能和储存期、中间漆配套性能和储存

稳定性、面漆耐人工老化性能和储存期、防锈防滑涂料耐盐雾性能、6个月时的抗滑移系数和储存期等型式检验项目为供应商保证项目，不作为用户必检项目。

4 制 造

4.1 一 般 规 定

- 4.1.1 制造厂应对设计文件进行工艺性审查。当需要修改设计时必须取得设计单位同意，并办理相关设计变更文件。
- 4.1.2 制造厂应根据设计文件绘制施工图并编制制造工艺等文件。
- 4.1.3 钢桥制造应根据施工图和制造文件进行。
- 4.1.4 设计相同的杆件在制造精度上宜达到互换要求。

4.2 放样、作样及号料

- 4.2.1 放样、作样及号料应根据施工图和工艺文件进行，并按要求预留余量。
- 4.2.2 钢料不平直、锈蚀、有油漆等污物影响号料或切割质量时，应矫正和清理后再放样或号料。
- 4.2.3 放样或号料前应检查钢料的牌号、规格和质量。
- 4.2.4 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。

4.3 切 割

- 4.3.1 剪切仅适用于次要零件或边缘进行机加工的零件，剪切尺寸允许偏差应为 ± 2.0 mm。剪切边缘应整齐无毛刺、反口、缺肉等缺陷。
- 4.3.2 手工焰切仅适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 ± 2.0 mm。
- 4.3.3 精密（数控、自动、半自动）焰切后边缘不进行机加工

的零件应符合下列要求:

- 1 焰切面质量符合表 4.3.3 的规定。
- 2 尺寸允许偏差应符合本规范表 4.6.1—1 或表 4.6.1—2 的规定。
- 3 焰切面的硬度不超过 HV350。

表 4.3.3 焰切面质量

序号	项 目	主要零件	次 要 零 件
1	表面粗糙度	25 μm	50 μm
2	崩 坑	不允许	1 000 mm 长度内允许有一处 1.0 mm
3	塌 角	圆角半径不大于 1 mm	
4	切割面垂直度	$\leq 0.05t$ (t 为板厚), 且不大于 2.0 mm	

4.3.4 圆弧部位应修磨匀顺。

4.3.5 型钢切割线与边缘垂直度允许偏差应为 2.0 mm。

4.3.6 崩坑缺陷的修补应符合本规范附录 A 的规定。

4.4 零件矫正与弯曲

4.4.1 零件矫正宜采用冷矫, 矫正后的钢材表面不应有明显的凹痕和损伤。

4.4.2 零件冷矫时的环境温度不宜低于 $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

4.4.3 采用热矫时, 加热温度应控制在 $600\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 800\text{ }^{\circ}\text{C}$, 设计文件有要求时, 按设计文件规定执行。温度降至室温前, 不得锤击钢材和用水急冷。

4.4.4 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。零件热煨温度应控制在 $900\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 1\text{ }000\text{ }^{\circ}\text{C}$, 设计文件有要求时, 按设计文件规定执行。弯曲后的零件边缘不得产生裂纹。

4.4.5 零件矫正允许偏差应符合表 4.4.5 的规定。

表 4.4.5 零件矫正允许偏差 (mm)

序号	名称	项 目	图 例	说明	允许偏差
1	钢板	平面度		每米范围	$f \leq 1.0$
2		直线度		全长范围 $L \leq 8\text{ m}$ $L > 8\text{ m}$	$f \leq 2.0$ $f \leq 3.0$
3	型钢	直线度		每米范围	$f \leq 0.5$
4		角钢肢垂直度		连接部位 其余	$\Delta \leq 0.5$ (用角式样板卡样时, 角度不得大于 90°) $\Delta \leq 1.0$
5		角钢肢、槽钢肢平面度		连接部位 其余部位	$\Delta \leq 0.5$ $\Delta \leq 1.0$
6		工字钢、槽钢、H型钢腹板平面度		连接部位 其余部位	$\Delta \leq 0.5$ $\Delta \leq 1.0$
7	型钢	工字钢、槽钢、H型钢翼缘垂直度		连接部位 其余部位	$\Delta \leq 0.5$ $\Delta \leq 1.0$

4.5 零件机加工

4.5.1 加工面的表面粗糙度 R_a 不得大于 $25\text{ }\mu\text{m}$, 零件边缘的加工深度不得小于 3 mm, 零件边缘硬度不超过 HV350 时, 加工深度不受此限。

4.5.2 顶紧传力面的表面粗糙度 Ra 不得大于 $12.5\ \mu\text{m}$; 顶紧加工面与板面垂直度偏差应小于 $0.01t$ (t 为板厚), 且不得大于 $0.3\ \text{mm}$ 。

4.5.3 零件应磨去边缘的飞刺、挂渣, 使端面光滑匀顺。

4.6 零件基本尺寸

4.6.1 零件尺寸的允许偏差应符合表 4.6.1—1 或表 4.6.1—2 的规定。

表 4.6.1—1 零件尺寸允许偏差 (mm)

序号	名 称	项 目	允 许 偏 差
1	板梁主梁, 桁梁的弦、斜、竖杆, 纵梁, 横梁, 联结系杆件	盖板宽度	工形 ± 2.0
			箱形 $+2.0$ 0
		腹板宽度	根据盖板厚度及焊接收缩量确定
2	节点板, 拼接板	孔边距	± 2.0
3	座 板	长度、宽度	嵌入式 ± 1.0
			其他 ± 2.0
4	拼接板	宽 度	± 2.0
5	支承节点板、拼接板、角钢	支承边孔边距	$+0.5$ $+0.3$
6	焊接接头板	孔至焊接边距离	根据焊接收缩量确定
7	箱形杆件内隔板	宽度	$\leq 1\ 000$ $+0.5$ $+0.3$
			$> 1\ 000$ $+1.0$ 0
		高 度	0 -1.0
		板边垂直度	隔板尺寸 $\leq 1\ 000$ 不大于 0.5
			隔板尺寸 $> 1\ 000$ 不大于 1.0

续上表

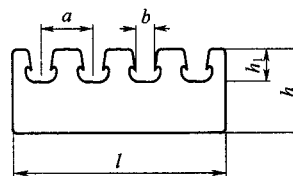
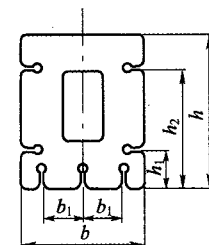
序号	名 称	项 目	允 许 偏 差
8	桥面板块	桥面板	长度、宽度 ± 2.0
			± 2.0 (任意两槽口间距) ± 1.0 (相邻两槽口间距)
			$+2.0$ 0
		开口深度 h_1	± 2.0
		高度 h	$+1.5$ 0
		长度 l	焊接: 0 -2.0; 栓接: ± 5

表 4.6.1—2 箱形梁零件尺寸允许偏差 (mm)

序号	名称	允 许 偏 差	图 例
1	盖板	长 度	按工艺文件
		宽 度	$+2.0$ 0
2	腹板	长 度	按工艺文件
		宽 度	根据盖板厚度及焊接收缩量确定
3	隔板	宽度 b	$+1.5$ 0
		高度 h	$+2.0$ 0
		缺口定位尺寸 b_1, h_1, h_2	± 1.0
		垂 直 度	≤ 1.0



4.6.2 U 形肋尺寸允许偏差应符合表 4.6.2 的规定。

表 4.6.2 U形肋尺寸允许偏差 (mm)

序号	项 目	图 例	允许偏差	说 明
1	开口宽度 b_1		$+2.0$ -1.0	—
2	底宽度 b_2		± 1.5	—
3	肢高 h_1 、 h_2		± 1.5	—
4	两肢差 $ h_1 - h_2 $		≤ 2.0	—
5	旁弯、竖弯		$< L/1\,000$ 或 6, 取较小值	全长范围 (L 为肋长)

4.7 制 孔

4.7.1 螺栓孔应成正圆柱形，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。不得采用冲孔、气割孔。

4.7.2 螺栓孔径允许偏差应符合表 4.7.2 的规定。

表 4.7.2 螺栓孔径允许偏差 (mm)

序号	螺栓直径	螺栓孔径	允 许 偏 差	
			孔 径	孔 壁 垂 直 度
1	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	

4.7.3 沉头螺栓孔应符合表 4.7.3 的规定，专用沉头螺栓应符合本规范附录 B 的规定。

表 4.7.3 沉头螺栓孔尺寸及允许偏差 (mm)

序号	d_1	d_2	α	Δ	h	简 图
1	$24^{+0.7}_0$	$46^{+1.0}_0$	$90^\circ -2^\circ$ -4°	0.7	$11^{+0.7}_0$	
2	$26^{+0.7}_0$	$51^{+1.2}_0$	$90^\circ -2^\circ$ -4°	0.7	$12.5^{+0.7}_0$	
3	$33^{+1.0}_0$	$63^{+1.2}_0$	$90^\circ -2^\circ$ -4°	1.0	$15^{+0.7}_0$	

4.7.4 螺栓孔距允许偏差应符合表 4.7.4 的规定；有特殊要求的孔距偏差应符合设计文件的规定。

表 4.7.4 螺栓孔距允许偏差 (mm)

序号	项 目		允 许 偏 差 (mm)		
			主要杆件		次要杆件
			桁梁杆件	板梁主梁	
1	两相邻孔距离		±0.4	±0.4	±0.4 (±1.0) ②
2	多组孔群两相邻孔群中心距		±0.8	±1.5	±1.0 (±1.5) ②
3	两端孔群中心距	$l \leq 11\text{ m}$	±0.8	±4.0①	±1.5
		$l > 11\text{ m}$	±1.0	±8.0①	±2.0
4	孔群中心线与杆件中心线的横向偏移	腹板不拼接	2.0	2.0	2.0
		腹板拼接	1.0	1.0	—
5	杆件任意两面孔群纵、横向错位		1.0	—	—

注：①连接支座的孔群中心距允许偏差；

②括号内数值为附属结构的允许偏差。

4.8 组 装

4.8.1 钢板接料应在杆件组装前完成，并应符合下列规定：

1 盖、腹板接料长度不宜小于 1 000 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。

2 板梁的腹板和箱形梁的盖、腹板接料焊缝可为十字形或 T 字形，T 字形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。

3 组装时应将相邻焊缝错开，错开的最小距离应符合图 4.8.1 的规定。

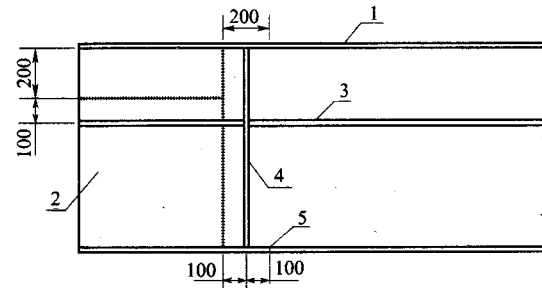


图 4.8.1 焊缝错开的最小距离 (单位: mm)

1—盖板；2—腹板；3—板梁水平肋或箱形梁纵肋；

4—板梁竖肋或箱形梁横肋；5—盖板对接焊缝

4 节点板需要接宽时，接料焊缝应距其他焊缝、节点板圆弧起点、高强度螺栓拼接板边缘部位 100 mm 以上；节点板应避免纵、横向同时接料。

4.8.2 组装前必须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 4.8.2 的规定。

4.8.3 采用先孔法的杆件，组装时必须以孔定位，用胎型组装时每一孔群定位不得少于用 2 个冲钉，冲钉直径不得小于设计孔径 0.1 mm。

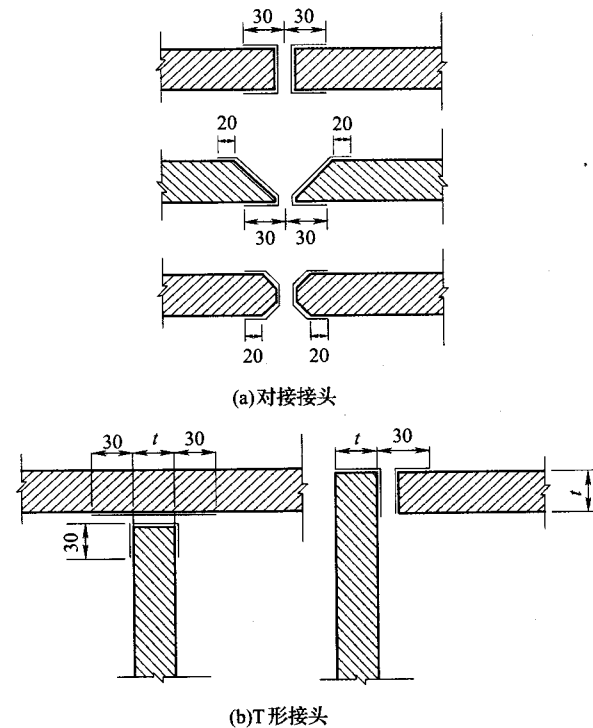


图 4.8.2 组装前的清除范围 (单位: mm)

4.8.4 杆件应在胎型或平台上组装，U 形肋与桥面板宜采用自动定位组装胎组装。

4.8.5 大型杆件在露天进行组装时，工装的设计、组装及测量应考虑日照和温差的影响。

4.8.6 组装允许偏差应符合表 4.8.6 的规定。

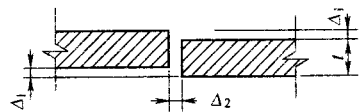
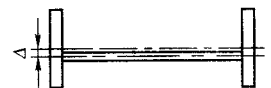
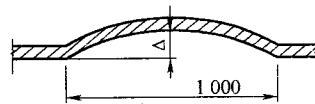
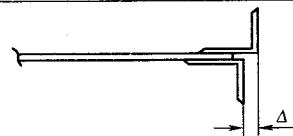
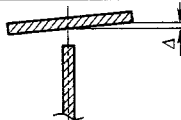
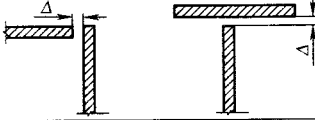
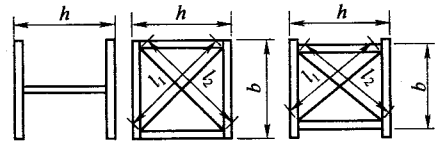
4.8.7 桥面板块组装允许偏差应符合表 4.8.7 的规定。

4.8.8 采用埋弧焊焊接的焊缝，应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；引板长度应不小于 100 mm。

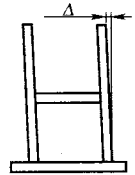
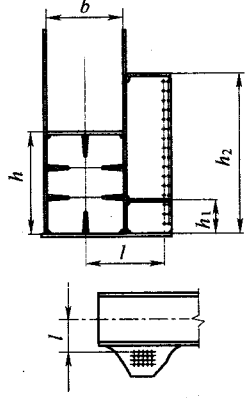
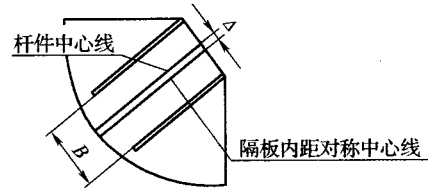
4.8.9 需作产品试板检验时，应在焊缝端部连接试板，试板材

质、厚度、轧制方向及坡口应与所焊对接板材相同，其长度应大于 400 mm，宽度每侧不得小于 150 mm。

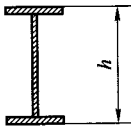
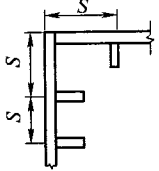
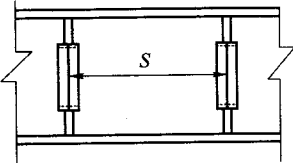
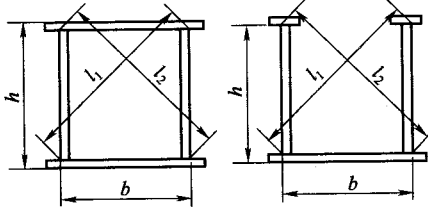
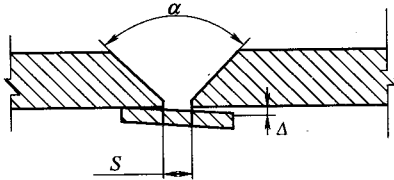
表 4.8.6 组装允许偏差 (mm)

序号	图 例	项 目	允许偏差
1		对接高低差 Δ_1	$0.5 (t < 25)$ $1.0 (t \geq 25)$
		对接间隙 Δ_2	1.0
2		盖板中心与腹板中心线偏移 Δ	1.0
3		腹板平面度 Δ	1.0
4		组合角钢肢高低差 Δ	0.5 (连接处) 1.0 (其他处)
5		盖板倾斜 Δ	0.5
6		组装间隙 Δ	1.0
7		主桁插入式斜、竖杆高度 h	0 -1.5 ①
		主桁对拼式斜、竖杆高度 h	$+1.5$ 0 ①
		箱形杆件对角线差 $ l_1 - l_2 $	2.0
		箱形杆件宽度 b	± 1.0 (有拼接时)

续上表

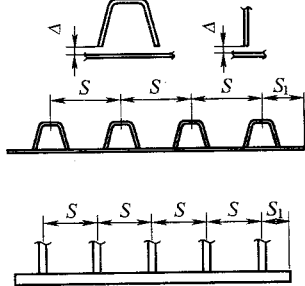
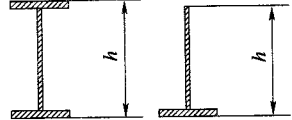
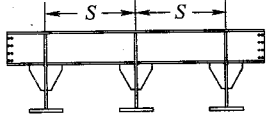
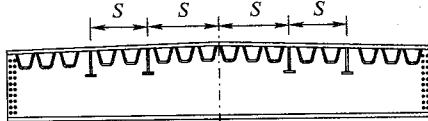
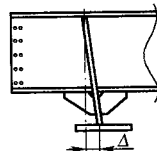
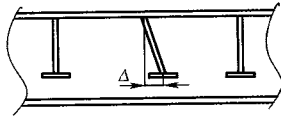
序号	图 例	项 目	允许偏差
8	磨光顶紧	局部缝隙	0.2
9		整体节点节点板垂直度 Δ	1.5
10		h, h_1, h_2	$+1.5$ 0
		整体节点弦杆节点板内侧宽度 b	$+2.0$ $+0.5$
		杆件接头板组装尺寸 l	$+1.5$ 0
11		整体节点隔板位置 与斜竖杆中心线偏离 Δ	0.5
		隔板内距 B	$+1.0$ 0
12	锚箱锚管角度	顺桥向与水平面的夹角 横向与弦杆轴线的偏角	0.1°
	锚管位置	锚管各向位置	1.5

续上表

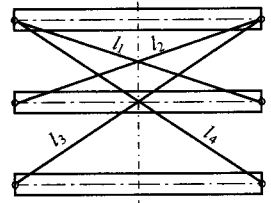
序号	图 例	项 目	允许偏差
13		纵梁、横梁、联结系杆件高度 h	$+1.5$ 0
		板梁主梁高度 h	$h \leq 2 \text{ m}$ $+2.0$ 0
		$h > 2 \text{ m}$	$+4.0$ 0
14		加劲肋间距 S	± 1.0 有拼接时 ± 3.0 无拼接时
15		箱形梁隔板间距 S	± 3.0
16		箱形梁高度 h	$h \leq 2 \text{ m}$ $+2.0$ 0
		$h > 2 \text{ m}$	$+4.0$ 0
		箱形梁宽度 b	± 2.0
		箱形梁横断面对角线差 $ l_1 - l_2 $	3.0
		箱形梁旁弯 f	5.0
17		钢衬垫或陶质衬垫对接接头组装	α $\pm 5^\circ$
			Δ 0.5
			S $+6.0$ -2.0

注：①可根据坡口深度、焊脚尺寸及工艺方法调整。

表 4.8.7 桥面板块组装允许偏差 (mm)

序号	名称	图 例	项 目	允许偏差
1	桥面板单元		U 形肋、板肋组装间隙 Δ	0.5 局部允许 1.0
			S_1 、 S	± 1.0 端部及横肋处 ± 2.0 其他部位
			板肋垂直度	1.0
2	纵梁、横梁		高度 h	$+1.5$ 0
3	桥面板块		横梁间距 S	± 1.0
			纵梁间距及纵梁至横梁中心线距离 S	± 1.0 (两端) ± 2.0 (其余)
			横梁垂直度 Δ	1.0 (连接部位) 2.0 (其余部位)
			纵梁垂直度 Δ	1.0

续上表

序号	名称	图 例	项 目	允许偏差
3	桥面板块		横梁底平面对角线差	$ l_1 - l_2 \leq 2.0$ $ l_3 - l_4 \leq 3.0$

4.9 焊接和焊接检验

4.9.1 焊工（包括定位焊工）和无损检测人员必须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。

4.9.2 焊接工艺必须根据焊接工艺评定报告编制，施焊时应严格执行焊接工艺，焊接工艺评定应符合本规范附录 C 的规定。

4.9.3 焊接材料应通过焊接工艺评定确定；焊剂、焊条必须按产品说明书烘干使用；焊剂中的脏物、焊丝上的油锈等必须清除干净；CO₂ 气体纯度应大于 99.5%。

4.9.4 焊接工作应在室内进行，施焊环境湿度应小于 80%；焊接低合金钢的环境温度不应低于 5℃，焊接普通碳素钢不应低于 0℃；主要杆件应在组装后 24 h 内焊接。

4.9.5 如果杆件在露天焊接时，除应满足第 4.9.4 条的要求外，必须采取防风 and 防雨措施；主要杆件应在组装后 12 h 内焊接；当杆件的待焊部位结露或被雨淋后，要采取相应的措施去除水分和浮锈。

4.9.6 焊接前必须彻底清除待焊（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。

4.9.7 焊前预热温度应通过焊接性试验和焊接工艺评定确定；

预热范围一般为焊缝每侧 100 mm 以上，距焊缝 30 ~ 50 mm 范围内测温。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、焊接日期等。

4.9.8 定位焊应符合下列要求：

1 定位焊缝应距设计焊缝端部 30 mm 以上，其长度为 50 ~ 100 mm；间距为 400 ~ 600 mm，厚板（50 mm 以上）和薄板（8 mm 以下）应缩短定位焊间距；定位焊缝的焊脚尺寸不得大于设计焊脚尺寸的 1/2。

2 定位焊缝不得有裂纹、夹渣、焊瘤等缺陷，对于开裂的定位焊，必须先查明原因，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。

4.9.9 埋弧自动焊必须在距设计焊缝端部 80 mm 以外的引板上起、熄弧。

4.9.10 埋弧自动焊缝焊接过程中不应断弧，如有断弧则必须将停弧处刨成 1:5 斜坡，并搭接 50 mm 再引弧施焊，焊后搭接处应修磨匀顺。

4.9.11 圆柱头焊钉的焊接

1 圆柱头焊钉的焊接必须按附录 D 的规定进行焊接工艺评定。

2 圆柱头焊钉的焊接应采用专用焊接设备焊接，少量平位、立位及其他位置也可采用手工焊接。

3 圆柱头焊钉焊接工作必须由经过圆柱头焊钉焊接培训、考试合格的焊工担任。

4 圆柱头焊钉焊接应严格按照圆柱头焊钉焊接工艺执行，未经焊接主管工程师同意不得随意更改焊接工艺参数。

5 施焊前焊工必须检查所用设备、工具良好，确保正常工作时才能施焊。

6 每日每台班开始生产前或更改一种焊接条件时，必须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。

7 焊接前，圆柱头焊钉及焊接部位应除去铁锈、氧化铁皮、油污、水分等不利于焊接的物质。

8 瓷环应按规定要求烘干使用。

4.9.12 焊缝检验应符合下列要求：

1 所有焊缝必须在全长范围内进行外观检查，不得有裂纹、未熔合、夹渣、未填满弧坑和焊瘤等缺陷，并应符合表 4.9.12 的规定。

表 4.9.12 焊缝外观质量标准 (mm)

序号	项目	焊 缝 种 类	质 量 标 准
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 1.0，每米不多于 3 个，间距不小于 20
		其他焊缝	直径小于 1.5，每米不多于 3 个，间距不小于 20
2	咬边	受拉杆件横向对接焊缝、桥面板与弦杆角焊缝、横梁接头板与弦杆角焊缝、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
		受压杆件横向对接焊缝及竖加劲肋角焊缝（腹板侧受压区）	≤0.3
		纵向对接焊缝、主要角焊缝	≤0.5
		其他焊缝	≤1.0
3	焊脚尺寸	主要角焊缝	$h_f^{+2.0}_0$
		其他角焊缝	$h_f^{+2.0}_0$
			手工焊角焊缝全长的 10% 允许 $^{+3.0}_{-1.0}$

续上表

序号	项目	焊 缝 种 类	质 量 标 准
4	焊波	角焊缝	≤2.0 (任意 25 mm 范围高低差)
5	余高	不铲磨余高的对接焊缝	≤2.0 (焊缝宽度 $b \leq 20$)
			≤3.0 (焊缝宽度 $b > 20$)
	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 2.0，凹面角焊缝应不小于规定值 0.3
6	余高铲磨后的表面	横向对接焊缝（桥面板除外）	不高于母材 0.5
			不低于母材 0.3
			粗糙度 50 μm

2 圆柱头焊钉焊缝检验：

圆柱头焊钉焊完之后，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。

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。

3 产品试板焊缝的外观应符合产品焊缝的外观质量要求。

4.9.13 焊缝修磨和返修焊应符合下列要求：

1 杆件焊接后，两端的引板或产品试板必须用气割切掉，并磨平切口，不得损伤杆件。

2 垂直应力方向的对接焊缝必须除去余高，并顺应力方向磨平。

3 焊脚尺寸、焊波或余高等超出表 4.9.12 上限值的焊缝应修磨。

4 焊缝不超差的咬边应修磨匀顺，超差的咬边或焊脚尺寸不足时，可采用手工焊进行返修。

5 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。

6 焊接裂纹的清除长度应由裂纹端各外延 50 mm。

7 用埋弧焊返修焊缝时,应将焊缝清除部位的两端刨成不小于 1:5 的斜坡。

8 返修焊缝应按原焊缝质量标准要求检验;同一部位的返修焊一般不应超过两次。

9 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预热温度相同。当焊钉焊缝不合格时,应将焊钉从杆件上切除,且不应伤及母材,切除圆柱头焊钉的部位应打磨平整,然后用原焊接方法重新焊上圆柱头焊钉,并达到合格的焊接质量。

4.9.14 焊缝无损检验应符合下列要求:

1 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。当设计无要求时,箱形杆件棱角焊缝探伤的最小有效厚度为 $\sqrt{2t}$ (t 为水平板厚度,以 mm 计);当设计有熔深要求时,按设计要求执行。

2 焊缝超声波探伤内部质量分级应符合表 4.9.14—1 的规定。

表 4.9.14—1 焊缝超声波探伤内部质量分级

序号	项 目	质量等级	适 用 范 围
1	对接焊缝	I	主要杆件受拉的横向、纵向对接焊缝
		II	主要杆件受压的横向、纵向对接焊缝
2	全熔透角焊缝	I	设计明确要求的熔透焊缝
3	角焊缝	II	主要角焊缝

3 焊缝超声波探伤范围和检验等级要求应符合表 4.9.14—2 的规定;距离—波幅曲线灵敏度及缺陷等级评定应符合本规范附录 E 的规定;其他要求应符合现行国家标准《钢焊缝超声波探伤方法和探伤结果分级》(GB 11345) 的规定。

表 4.9.14—2 焊缝超声波探伤范围和检验等级 (mm)

序号	焊缝质量等级	探伤比例	探 伤 范 围	板 厚	检 验 等 级
1	I 级横向对接焊缝	100%	全长	10 ~ 80	B
2	II 级横向对接焊缝				
3	I 级纵向对接焊缝		焊缝两端各 1 000		
4	II 级纵向对接焊缝		全长	10 ~ 46 46 ~ 80	A B
5	I 级全熔透角焊缝		两端螺栓孔部位并延长 500, 板梁主梁、箱梁及纵、横梁跨中加探 1 000		
6	II 级角焊缝				

4 焊缝超声波检验等级应符合下列规定:

检验等级分为 A、B、C 三级,检验完善程度和检验工作的难度系数按 A、B、C 顺序逐级增高。

A 级检验采用一种角度的探头在焊缝的单面单侧进行检验,只对允许扫查到的焊缝截面进行探测。B 级检验原则上采用一种角度探头在焊缝的单面双侧进行检验,对整个焊缝截面进行探测。受几何条件的限制可在焊缝的双面单侧采用两种角度的探头进行检验,条件允许时应做横向缺陷的检验。C 级检验至少要求采用两种角度探头在焊缝的单面双侧进行检验,同时要做两个扫查方向和两种角度探头的横向缺陷检验。

采用任何检验等级都应使检测系统灵敏度余量能够满足验收标准。否则应增加探测面(如双面双侧等)。

为避免几何形状限制相应检验等级检测结果的有效性,设计、工艺人员应在考虑超声波检测可行性的基础上进行结构设计

和工艺安排。

5 板厚小于等于 30 mm (不等厚对接时,按薄板计)的主要杆件受拉横向、纵向对接焊缝除按表 4.9.14—2 的规定进行超声波探伤外,还应按接头数量的 10% (不少于一个焊接接头)进行射线探伤,探伤范围为焊缝两端各 250~300 mm,焊缝长度大于 1 200 mm 时,中部加探 250~300 mm;厚度大于 30 mm (不等厚对接时,按薄板计)的主要杆件受拉横向、纵向对接焊缝除按表 4.9.14—2 的规定进行超声波探伤外,还应按接头数量的 10% (不少于一个焊接接头)增加检验等级为 C 级、质量等级为 I 级的超声波检验。此时焊缝余高应磨平,使用的探头折射角应有一个为 45°,探伤范围为焊缝两端各 500 mm。焊缝长度大于 1 500 mm 时,中部加探 500 mm。对表面余高不需磨平的十字交叉 (包括 T 字交叉) 对接焊缝应在以十字交叉点为中心的 120~150 mm 范围内 100% 射线探伤。焊缝的射线探伤应符合现行国家标准《金属熔化焊焊接接头射线照相》(GB 3323) 的规定,射线透照技术等级采用 B 级 (优化级),焊缝内部质量应达到 II 级,缺陷评定应符合本规范附录 F 的规定。

6 用射线和超声波两种方法检验的焊缝,必须达到各自的质量要求,该焊缝方可认为合格。

7 桥面板纵肋角焊缝采用磁粉探伤,U 形肋探伤比例 100%,板肋探伤比例 10%,探伤范围为焊缝两端各 1 000 mm,磁粉探伤应符合现行标准《无损检测焊缝磁粉检测》(JB/T 6061) 的规定,焊缝质量应达到 II 级;缺陷评定应符合本规范附录 G 的规定。

8 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。采用射线探伤的焊缝,当发现超标缺陷时应加倍检验。

4.9.15 产品试板检验应符合下列要求:

1 焊缝应按表 4.9.15 规定的焊缝类型确定产品试板数量,

接头数量少于表中数量时应做一组产品试板。产品试板焊缝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,试样数量和试验结果应符合焊接工艺评定的有关规定。

表 4.9.15 产品试板数量

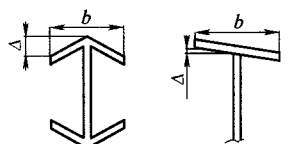
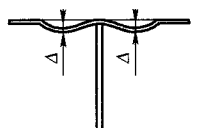
焊 缝 类 型		接头数量	产品试板数量
受拉横向对接焊缝	接头长度 $\leq 1\ 000\text{ mm}$	32 条	1 组
	接头长度 $> 1\ 000\text{ mm}$	24 条	1 组
桥面板横向对接焊缝		10 条	1 组
桥面板纵向对接焊缝		30 条	1 组
全断面对接焊缝		10 个断面	平、立、仰焊缝各 1 组

2 若试验结果不合格,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。

4.10 杆件矫正

4.10.1 杆件矫正的允许偏差应符合表 4.10.1—1 和表 4.10.1—2 的规定。

表 4.10.1—1 板梁、桁梁杆件矫正后的允许偏差 (mm)

序号	图 例	项 目		允许偏差
1		盖板对腹板的垂直度 Δ	有孔部位	当 $b \leq 600$, $\Delta \leq 0.5$ 当 $b > 600$, $\Delta \leq 1.0$
			其余部位	1.5
2		盖板平面度	有孔部位	0.5
			其余部位	1.0

续上表

序号	图 例	项 目	允许偏差
3		工形杆件腹板平面度	$h/500$ 且 不大于 2.0
4		箱形杆件盖腹板平面度	工地孔部位: $\leq S/750$ 且 ≤ 1.0 ; 其余部位: $\leq S/250$
5		箱形杆件对角线差 $ l_1 - l_2 $	2.0 (边长 < 1000) 3.0 (边长 ≥ 1000)
6		工形、箱形杆件的扭曲	3.0
7		整体节点杆件节点板平面度	$\Delta_1 \leq 1.0$ $\Delta_2 \leq 1.0$ $\Delta_3 \leq 1.5$ (栓孔部位)
8		板梁、纵梁、横梁腹板平面度 Δ	$h/500$ 且 不大于 5.0

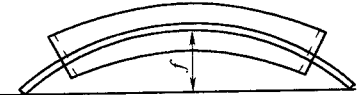
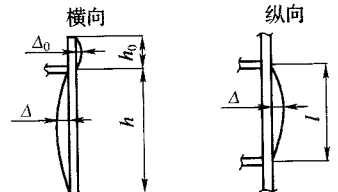
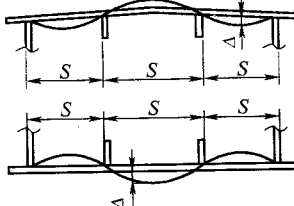
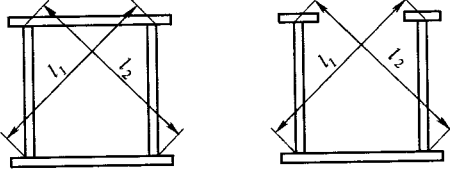
续上表

序号	图 例	项 目	允许偏差
9		T形、工形、箱形杆件的弯曲; 纵梁、横梁的旁弯 f	2.0 ($l \leq 4000$) 3.0 ($4000 < l \leq 16000$) 5.0 ($l > 16000$)
10		节点板、接头板垂直度	$\Delta_1 \leq 1.5$ $\Delta_2 \leq 1.0$ $\Delta_3 \leq 1.0$
		插入式连接节点板间距 S	$+1.5$ 0
		整体节点下盖板平面度 Δ_4	2.0
11		板梁拱度	不设拱度 $+5.0$ 0 设拱度 $+10.0$ -3.0
		纵梁、横梁拱度	$+3.0$ 0
12		桥面板单元平面度	纵向 (纵肋间) 2.0 纵向 (横肋间) 3.0 四角平面度 4.0

表 4.10.1—2 箱形梁矫正的允许偏差 (mm)

序号	图 例	项 目	允许偏差
1		盖板对腹板的垂直度	有孔部位 1.0 其余部位 3.0

续上表

序号	图 例	项 目	允许偏差	
2		隔板弯曲	横 向 纵 向	2.0
3		腹板平面度	有孔 部位 横 向 纵 向	2.0 Δ_0 $h_0/250$ Δ $h/250$ $l/500$
4		盖板平面度	有孔 部位 横 向 纵 向 4 m 范围	2.0 $S/250$ 4.0
5		箱形梁两端 横断面对角 线差 $ l_1 - l_2 $ 箱形梁拱度 箱形梁旁弯 箱形梁扭曲	— $+10$ -5 $3 + 0.1l$ (l 以 m 计) 每米 1, 且 每 段不大于 10 (每段以两端 隔板处为准)	4.0

4.10.2 矫正后的杆件表面不得有凹痕和其他损伤。

4.10.3 冷矫时应缓慢加力, 环境温度不宜低于 5℃, 冷矫总变

形量不得大于 2%。

4.10.4 热矫时加热温度应控制在 600℃ ~ 800℃, 严禁过烧, 不宜在同一部位多次重复加热, 温度降至室温前, 不得锤击钢材和用水急冷。当设计文件有特殊要求时, 矫正方法及矫正温度应满足设计文件要求。

4.11 试 装

4.11.1 钢桥应按试装图进行试装。首批制造的钢桥或改变工艺装备 (包括工艺装备大修) 时, 均应进行有代表性的局部试装; 成批连续生产的钢桥, 每生产 15 孔试装一次。

4.11.2 参与试装的杆件均应检验合格, 试装应在杆件涂装前进行。

4.11.3 试装应在测平的台架上进行, 杆件应处于自由状态。板梁整孔试装; 桁梁采用平面试装, 简支桁梁试装长度不宜小于半跨, 连续桁梁应包括所有变化节点; 结合梁应采用连续匹配试装, 且不少于 3 个节段。

4.11.4 试装时, 必须使板层密贴, 冲钉不宜少于螺栓孔总数的 10%, 螺栓不宜少于螺栓孔总数的 20%。

4.11.5 试装过程中应检查拼接处有无相互抵触情况, 有无不易施拧螺栓处。

4.11.6 试装时, 必须用试孔器检查所有螺栓孔。桁梁主桁和结合梁的螺栓孔应 100% 自由通过较设计孔径小 0.75 mm 的试孔器; 桥面系和联结系的螺栓孔应 100% 自由通过较设计孔径小 1.0 mm 的试孔器; 板梁的螺栓孔应 100% 自由通过较设计孔径小 1.5 mm 的试孔器方可认为合格。

4.11.7 磨光顶紧处应有 75% 以上的面积密贴, 用 0.2 mm 塞尺检查, 其塞入面积不得超过 25%。

4.11.8 试装检测时, 应避开日照的影响。

4.11.9 板梁试装的主要尺寸应符合表 4.11.9 的规定。

表 4.11.9 板梁试装的主要尺寸允许偏差 (mm)

序号	项 目	允许偏差	说 明
1	梁 高 h	± 2	$h \leq 2 \text{ m}$
2		± 4	$h > 2 \text{ m}$
3	跨 度 l	± 8	支座中心至中心
4	全 长	± 15	全桥长度
5	主梁中心距	± 3	—
6	旁 弯	$l/5\ 000$	桥梁中心线与其试装全长 l 的两端中心所连直线的偏差
7	两片梁相对拱度差	4	—
8	平联节间对角线差	3	—
9	横联对角线差	4	—
10	主梁倾斜	5	—
11	支点处高低差	3	三个支座处水平时, 另一支座处翘起高度

4.11.10 桁梁试装的主要尺寸应符合表 4.11.10 的规定。

表 4.11.10 桁梁试装的主要尺寸允许偏差 (mm)

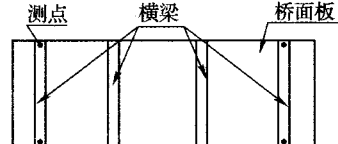
序号	项 目	允许偏差	说 明
1	桁 高	± 2	上下弦杆中心距离
2	节间长度	± 2	—
3	旁 弯	$l/5\ 000$	桥面系中线与其试装全长 l 的两端中心所连直线的偏差
4	试装全长	± 5	$l \leq 50\ 000$
		$\pm l/10\ 000$	$l > 50\ 000$
5	拱 度	± 3	当 $f \leq 60$ 时 (f —计算拱度)
		$\pm 5f/100$	当 $f > 60$ 时 (f —计算拱度)

续上表

序号	项 目	允许偏差	说 明
6	对角线	± 3	每个节间
7	主桁中心距	两片主桁 ± 3	—
		三片主桁 ± 2.5	边桁至中桁的中心距离
		± 5	边桁至边桁的中心距离

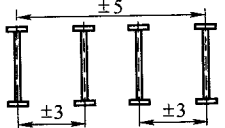
4.11.11 桥面板块试装的主要尺寸应符合表 4.11.11 的规定。

表 4.11.11 桥面板块试装的主要尺寸允许偏差

序号	项 目	允许偏差 (mm)	说 明
1	节间长度	± 2	—
2	旁弯	$l/5\ 000$	桥轴线与预拼长度两端中心连线的偏差
3	节间对角线差	± 3	每个节间
4	桥面板宽度	± 5	—
5	桥面板对接错边	1.5	横梁盖板与桥面板、相邻桥面板之间
6	桥面板块平面度	纵向 $S_1/500$ 且 ≤ 3.0 横向 $S_2/300$ 且 ≤ 1.5	S_1 横肋间距 S_2 纵肋间距
7	桥面各点标高	± 5	
8	纵梁中心距 S	接口处: ± 1	
		其余处: ± 2	
9	桥面板块横梁间距 S	± 1.5	

4.11.12 结合梁板梁试装的主要尺寸应符合表 4.11.12 的规定。

表 4.11.12 结合梁板梁试装的主要尺寸允许偏差 (mm)

序号	项 目	允许偏差	说 明
1	梁 高 h	± 2 ($h \leq 2$ m)	测量两端腹板处高度
		± 4 ($h > 2$ m)	
2	两相邻梁段上下翼缘错边量	2	—
3	两相邻梁段腹板错边量		
4	跨 度 l	± 8	测两支座中心距离, l 以 m 计
5	试装全长	± 15	试装长度
6	主梁中心距	单线 ± 3	
		双线 ± 5	
7	旁 弯	$l/5\ 000$	桥梁中心线与其试装全长 l 两端中心所连直线的偏差, l 以 m 计
8	相邻两主梁横断面对角线差	8	—
9	拱 度	$\begin{smallmatrix} +10 \\ -3 \end{smallmatrix}$	与计算拱度相比
10	支点处高低差	4	三个支座处水平时, 另一支座处翘起高度

4.11.13 结合梁箱形梁试装的主要尺寸应符合表 4.11.13 的规定。

表 4.11.13 结合梁箱形梁试装的主要尺寸允许偏差 (mm)

序号	项 目	允许偏差	说 明
1	梁 高 h	± 2 ($h \leq 2$ m)	测量两端腹板处高度
		± 4 ($h > 2$ m)	—
2	两相邻梁段上下翼缘错边量	2	—
3	两相邻梁段腹板错边量		—

续上表

序号	项 目	允许偏差	说 明
4	跨 度 l	± 8	测两支座中心距离, l 以 m 计
5	试装全长	± 15	试装长度
6	两箱梁中心距	± 5	测两侧腹板中心距
7	旁 弯	$l/5\ 000$	桥梁中心线与其试装全长 l 两端中心所连直线的偏差, l 以 m 计
8	对角线差	单箱: 4	测两端断面对角线差
		双箱: 8	
9	拱 度	$\begin{smallmatrix} +10 \\ -3 \end{smallmatrix}$	与计算拱度相比
10	支点处高低差	4	三个支座处水平时, 另一支座处翘起高度

4.11.14 试装应有详细检查记录, 经鉴定合格后方可批量生产。

4.12 成品基本尺寸

4.12.1 板梁、桁梁杆件、桥面板块、箱形梁、结合梁板梁、结合梁箱形梁的基本尺寸应符合表 4.12.1—1 ~ 表 4.12.1—6 的规定。

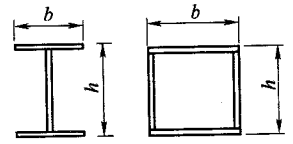
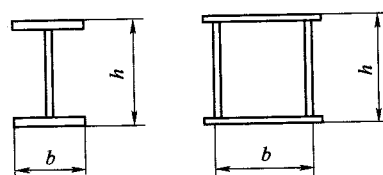
表 4.12.1—1 板梁基本尺寸允许偏差 (mm)

序号	项 目	允许偏差	说 明
1	梁高 h	± 2 ($h \leq 2$)	测量两端腹板处高度
		± 4 ($h > 2$)	
2	跨 度 l	± 8	测量两支座中心距离
3	全 长	± 15	测量全桥长度
4	纵梁长度	$\begin{smallmatrix} +0.5 \\ -1.5 \end{smallmatrix}$	测量两端角钢背至背之间距离
5	横梁长度	± 1.5	
6	纵梁高度	± 1.0	测量两端腹板处高度
7	横梁高度	± 1.5	

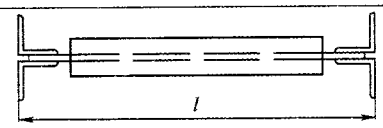
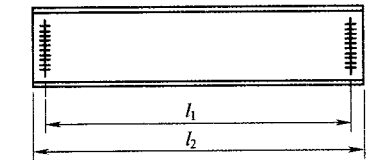
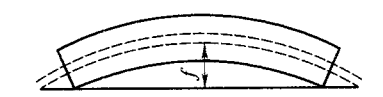
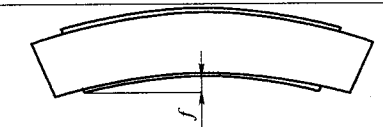
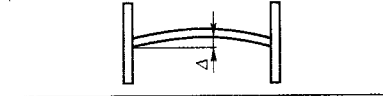
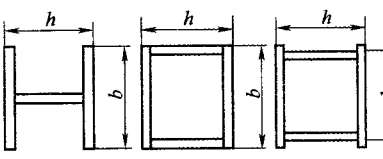
续上表

序号	项 目	允许偏差	说 明
8	纵梁、横梁旁弯	3	梁立置时在腹板一侧距主焊缝 100 mm 处拉线测量
9	纵梁、横梁拱度	$\begin{smallmatrix} +3 \\ 0 \end{smallmatrix}$	梁卧置时在下盖板外侧拉线测量
10	主梁拱度 f	$\begin{smallmatrix} +5 \\ 0 \end{smallmatrix}$ (不设拱度)	梁卧置时在下盖板外侧拉线测量
		$\begin{smallmatrix} +10 \\ -3 \end{smallmatrix}$ (设拱度)	
11	两片主梁拱度差	4	分别测量两片主梁拱度, 求差值
12	主梁腹板平面度	$h/350$ 且不大于 8	用平尺测量 (h 为梁高或纵向加劲肋至下盖板间距离)
13	纵、横梁腹板平面度	$h/500$ 且不大于 5	
14	主梁、纵横梁盖板对腹板的垂直度	0.5 (有孔部位)	用直角尺测量
15		1.5 (其余部位)	

表 4.12.1—2 桁梁杆件基本尺寸允许偏差 (mm)

序号	名称	项目	允许偏差	图 例	说 明
1	联结系杆件	高度 h	± 1.5		测量两端腹板处高度
2		盖板宽度 b	± 2.0		
3		长度 l	± 5		测量全长
4		箱形杆件对角线差	2.0		测量两端箱口处两对角线
5	纵梁	高度 h	纵梁 ± 1.0 横梁 ± 1.5		测量两端腹板处高度
6	横梁	盖板宽度 b	± 2.0 ± 1.0 (箱形胶板有拼接时)		

续上表

序号	名称	项目	允许偏差	图 例	说 明
7	纵梁	长度 l	纵梁 $\begin{smallmatrix} +0.5 \\ -1.5 \end{smallmatrix}$ 横梁 ± 1.5		测量两端角钢背至背之间距离
8		长度	$l_1 \pm 1.0$ $l_2 \pm 5.0$		l_1 测量腹板板边孔距
9		旁弯 f	3		梁立置时, 在腹板一侧距主焊缝 100 mm 处拉线测量
10		上拱度 f	$\begin{smallmatrix} +3 \\ 0 \end{smallmatrix}$		梁卧置时, 在下盖外侧拉线测量
11		腹板平面度 Δ	$h/500$ 且不大于 5		用平尺测量
12	主桁杆件	高度 h	插入式 $\begin{smallmatrix} -0.5 \\ -2.0 \end{smallmatrix}$ 对拼式 ± 1.0		测量两端腹板处高度
13		宽度 b	± 1.0 (腹板有拼接) ± 2.0 (腹板无拼接)		
14		长度 l	± 5		
15		箱形杆件对角线差	2.0 (边长 < 1000) 3.0 (边长 ≥ 1000)		测量两端箱口处两对角线

续上表

序号	名称	项目	允许偏差	图 例	说 明
16		弯曲	2.0 ($l \leq 4000$) 3.0 ($4000 < l \leq 16000$) 5.0 ($l > 16000$)		拉线测量
17	主桁杆件	整体节点内侧宽度 b	$+1.5$ 0		测孔群部位
18		整体节点端口高度 h	± 1.0		测量两端腹板高度
19		整体节点横梁接头高度 h_1 、 h_2	± 1.5		接头板外端腹板处高度
20	桁梁杆件	盖板对腹板的垂直度 Δ	盖板宽度 < 600 0.5 (有孔部位) 1.5 (其余部位)		用直角尺测量
			盖板宽度 ≥ 600 1.0 (有孔部位) 1.5 (其余部位)		
21		扭曲	3		杆件置于平台上, 四角接触平台, 悬空一角与平台间隙

表 4.12.1—3 桥面板块基本尺寸允许偏差 (mm)

序号	名称	项 目	允许偏差	图 例	说 明
1	板单元	制造长度 l	± 2.0 有切头量时可放宽		用拉力器、钢卷尺测量
2		制造宽度 b	± 2.0		用拉力器、钢卷尺测量
3		横向平面度	2.0		用平尺、塞尺测量
4		纵向平面度	4.0 (每 4.0 m 范围内)		用平尺、塞尺测量
5		四角不平度	4.0		放置平台上, 四角接触平台, 悬空一角与平台间隙
6		对角线差 $ l_1 - l_2 $	3.0		用钢卷尺、拉力器测板面两对角线
7	纵梁	纵梁、横梁高度 h	± 1.5		测量两端腹板处高度
8		盖板宽度 b	± 2.0		—
9		长度 l_1	纵梁、横梁: ± 1.0		l_1 测量腹板板边孔距
10	横梁	长度 l_2	± 5		l_2 测量腹板长度
		长度 l_3	0 -2		l_3 两端为焊接边
11		腹板平面度	$h/500$ 且不大于 5		用平尺测量

续上表

序号	名称	项 目	允许偏差	图 例	说 明
12	纵梁	盖板对腹板的垂直度 Δ	盖板宽度 < 600 0.5 (有孔部位) 1.5 (其余部位) 盖板宽度 ≥ 600 1.0 (有孔部位) 1.5 (其余部位)		用直角尺测量
13	横梁	旁弯 f	3		梁立置时, 在腹板侧距主焊缝 100 mm 处拉线测量
14		上拱度 f	$+3$ 0		梁卧置时, 在下盖板外侧拉线测量
15		长 度	±2.0	—	—
16		宽 度	±5.0	—	—
17		旁 弯	$l/5000$	—	桥轴线与预拼长度两端中心连线的偏差
18		对角线差	3.0	—	每个节间
19	桥	纵梁中心距	±2.0	—	—
20	面板	桥面板对接焊缝错边量	1.5	—	横梁盖板与面板、相邻面板之间
21	块	桥面板平面度	纵向 $S_1/500$ 且 ≤ 3.0 横向 $S_2/300$ 且 ≤ 1.5	—	S_2 纵肋间距 S_1 横肋间距
22		桥面各点标高	±5.0		一个节间

表 4.12.1—4 箱形梁基本尺寸允许偏差 (mm)

序号	项 目	允许偏差	说 明
1	梁 高	± 2 ($h \leq 2$ m) ± 4 ($h > 2$ m)	测量两端腹板处高度
2	跨 度 l	±8	测两支座中心距离, l 以 m 计
3	全 长	±15	—
4	腹板中心距	±3	测量两端腹板中心距
5	盖板宽度 b	±4	—
6	横断面对角线差	4	测量两端断面对角线差
7	旁 弯	$3 + 0.1l$	l 以 m 计
8	拱 度	$+10$ -5	—
9	支点处高低差	4	三个支座处水平时, 另一支座处翘起高度
10	腹板平面度	$h/250$ 且不大于 8	h 为盖板与加劲肋或加劲肋之间的距离
11	扭 曲	每米 1, 且每段不大于 10	每段以两端隔板处为准

注: 分段分块制造的箱形梁拼接处梁高及腹板中心距允许偏差可按施工文件要求调整。

表 4.12.1—5 结合梁板梁基本尺寸允许偏差 (mm)

序号	项 目	允许偏差	说 明
1	梁高 h	± 2.0 ($h \leq 2$ m) ± 4.0 ($h > 2$ m)	测量两端腹板处高度
2	制造梁段长	±8	测量制造梁段长
3	主梁拱度 f	$+5$ (不设拱度) $+10$ (设拱度) -3	梁卧置时在下盖板外侧拉线测量
4	主梁腹板平面度	$h/350$ 且不大于 8	用平尺测量 (h 为梁高或纵向加劲肋至下盖板间距离)
5	盖板对腹板的垂直度	盖板宽度 < 600 0.5 (有孔部位) 1.5 (其余部位) 盖板宽度 ≥ 600 1.0 (有孔部位) 1.5 (其余部位)	用直角尺测量

表 4.12.1—6 结合梁箱形梁基本尺寸允许偏差 (mm)

序号	项 目	允许偏差	说 明
1	梁 高	± 2.0 ($h \leq 2$ m)	测量两端腹板处高度
		± 4.0 ($h > 2$ m)	
2	制造梁段长	± 8	测量制造梁段长
3	腹板中心距	± 3.0	测量两端腹板中心距
4	横断面对角线差	4.0	测两端断面对角线差
5	旁 弯	$l/500$	l 以 m 计
6	拱 度	$\begin{smallmatrix} +10 \\ -5 \end{smallmatrix}$	—
7	支点处高低差	4	三个支座处水平时, 另一 支座处翘起高度
8	腹板平面度	$h/250$ 且不大于 8	h 为盖板与加劲肋或加劲 肋之间的距离
9	扭 曲	每米 1, 且每段不大于 10	每段以两端隔板处为准

注: 分段分块制造的箱形梁拼接处梁高及腹板中心距允许偏差可按施工文件要求调整。

4.12.2 板梁、桁梁杆件、箱形梁、结合梁板梁、结合梁箱梁的螺栓孔径、孔形允许偏差应符合本规范第 4.7.2 条~第 4.7.4 条的规定。

4.13 涂 装

4.13.1 钢桥的涂装应符合现行行业标准《铁路钢桥保护涂装》(TB/T 1527) 的规定。

4.13.2 抗滑移系数试验方法应符合现行行业标准《铁路钢桥栓接面抗滑移系数试验方法》(TBJ 2137) 的规定。

4.13.3 栓焊梁抗滑移系数检验以 2 000 t 为一批, 不足 2 000 t 视为一批, 每批在出厂时和架设时各检验三组试件 (两块芯板、两块盖板为一组)。设计文件对抗滑移系数试件的数量及规格有要求时, 按设计文件执行。试件出厂时抗滑移系数不小于 0.55,

安装时不小于 0.45。

4.13.4 涂装前应对杆件自由边双侧倒弧, 倒弧半径宜为 2.0 mm。

4.13.5 钢桥出厂后, 高强度螺栓连接面涂层 (喷铝涂层或无机富锌防锈防滑涂料涂层) 的保质期为 6 个月。

4.14 包装、存放及运输

4.14.1 杆件包装应在涂层干燥后进行, 包装和存放应保证杆件不变形、不损坏、不散失。

4.14.2 大截面工形、箱形杆件、桥面板块体采用裸装; 长细杆件采用框架捆装, 杆件之间应加垫层; 拼接板采用盘装, 板件之间应加垫; 较小面积 (体积) 的零件采用箱装, 箱内塞实, 保持通风干燥; 各种包装应保护摩擦面, 使摩擦面不受损伤。

4.14.3 栓合发送的零件用螺栓拧紧, 每个孔群不少于 2 个螺栓。

4.14.4 对包装有特殊要求时, 应按技术文件办理。

4.14.5 重量超过 5 t 的杆件标出重心位置和重量。

4.14.6 杆件的堆放场地应坚实、平整、通风且具有排水设施。支承处应有足够的承载力, 不允许在杆件存放期间出现不均匀沉降。

4.14.7 杆件存放要分种类码放整齐、不宜过高, 防止倾覆、压坏变形。

4.14.8 杆件的支撑点应设在自重作用下杆件不致产生永久变形处; 超长杆件应有足够的支撑垫, 并调整到自重弯矩为最小的位置上, 以防杆件挠曲变形。

4.14.9 杆件刚度较大的面宜竖向放置。

4.14.10 同类杆件分层堆放时各层间的垫块应在同一垂直面上, 杆件叠放不宜过高。

4.14.11 杆件间应留有适当空隙, 便于吊装人员操作和查对。

4.14.12 杆件在存放场地存贮和运输时,应按拼装顺序编号,并按吊运顺序安排贮存位置。

4.14.13 杆件运输时,应用钢丝绳将其牢靠固定,应在与钢丝绳接触的边缘加垫,防止损伤杆件。

4.14.14 包装和发运应按铁路、公路及水上运输有关规定办理。

5 质量检验

5.1 一般规定

5.1.1 钢桥制造质量管理应有相应的制造技术标准、健全的质量管理体系和制造质量检验制度。

5.1.2 钢桥验收必须使用计量检定、校准合格的计量器具,并按有关规定进行操作。

5.1.3 各工序应按技术标准进行质量控制,每道工序完成后,应进行检查,并形成记录;工序间应进行交接检验,未经检查或经检查不合格的不得进行下道工序生产。

5.1.4 钢桥制造完成后制造厂应按照施工图和本章规定进行验收。

5.1.5 钢桥重量计算时,钢板应按矩形计算,但大于 0.1 m^2 的缺角应扣除;焊缝重应按焊接杆件重量的 1.5% 计。

5.1.6 产品试板、抗滑移系数试件应按实际重量计入产品重量。

5.1.7 钢桥出厂时,应提交产品合格证、钢材、辅材质量证明书或检验报告、施工图、工厂栓接面抗滑移系数试验报告、焊缝重大修补记录、产品试板的试验报告(有产品试板时)、成品检查记录、探伤检查记录、工厂试装记录(有试装时)等资料。

5.2 零件加工

5.2.1 放样、作样及号料应符合本规范第 4.2 节的规定。

检验方法:观察检查,用游标卡尺、钢卷尺、拉力器、直角尺检查。

5.2.2 钢材切割面应无裂纹、夹渣、分层和大于 1 mm 的缺棱。

检验方法:观察检查,有异议时作磁粉检查。

5.2.3 崩坑缺陷的修补应符合本规范附录 A 的规定。

检验方法：观察检查，有异议时作磁粉检查。

5.2.4 剪切允许偏差应符合本规范第 4.3.1 条的规定。

检验方法：观察检查，用钢卷尺、直角尺、钢板尺、样块检查。

5.2.5 手工焰切应符合本规范第 4.3.2 条的规定。

检验方法：观察检查，用钢卷尺、直角尺、钢板尺、样块检查。

5.2.6 精密焰切应符合本规范第 4.3.3 条的规定。

检验方法：观察检查，用钢卷尺、拉力器、直角尺、钢板尺、样块检查。

5.2.7 型钢切割应符合本规范第 4.3.5 条的规定。

检验方法：观察检查，用钢卷尺、拉力器、直角尺、钢板尺、样块检查。

5.2.8 矫正后的钢材表面不应有明显的凹痕或损伤。

检验方法：观察检查。

5.2.9 零件矫正的允许偏差应符合本规范第 4.4.5 条的规定。

检验方法：观察检查，用钢卷尺、平尺、拉力器、直角尺、钢板尺、塞尺、样板检查。

5.2.10 顶紧传力面的表面粗糙度 Ra 不得大于 $12.5\ \mu\text{m}$ ；顶紧加工面与板面垂直度偏差应小于 $0.01t$ ，且不得大于 $0.3\ \text{mm}$ 。

检验方法：观察检查，比照样块检查。

5.2.11 零件应磨去边缘的飞刺、挂渣，使端面光滑匀顺。

检验方法：观察检查。

5.2.12 零件基本尺寸的允许偏差应符合本规范第 4.6.1 条的规定。

检验方法：用钢卷尺、拉力器、直角尺、钢板尺检查。

5.2.13 U 形肋尺寸允许偏差应符合本规范第 4.6.2 条的规定。

检验方法：用钢卷尺、拉力器、直角尺、钢板尺、塞尺检

查。

5.2.14 螺栓孔径允许偏差应符合本规范第 4.7.2 条的规定。

检验方法：用游标卡尺、试孔器检查实物。

5.2.15 沉头螺栓孔应符合本规范第 4.7.3 条的规定，专用沉头螺栓应符合本规范附录 B 的规定。

检验方法：用游标卡尺、试孔器检查实物。

5.2.16 螺栓孔距允许偏差应符合本规范第 4.7.4 条的规定；有特殊要求的孔距偏差应符合设计文件的规定。

检验方法：用游标卡尺、钢板尺、钢卷尺、拉力器检查实物。

5.2.17 螺栓孔应成正圆柱形，孔壁表面粗糙度 Ra 不得大于 $25\ \mu\text{m}$ ，孔缘无损伤不平，无刺屑。不得采用冲孔、气割孔。

检验方法：观察检查，比照样块检查。

5.3 组 装

5.3.1 钢板接料应符合本规范第 4.8.1 条的规定。

检验方法：观察检查，用钢卷尺、拉力器、钢板尺检查。

5.3.2 杆件组装允许偏差应符合本规范第 4.8.6 条的规定。

检验方法：用钢卷尺、拉力器、直角尺、钢板尺、塞尺检查。

5.3.3 桥面板块组装允许偏差应符合本规范第 4.8.7 条的规定。

检验方法：用钢卷尺、拉力器、直角尺、钢板尺、塞尺检查。

5.3.4 组装前应按本规范第 4.8.2 条的规定对焊接区域进行处理。

检验方法：观察检查，用钢板尺检查。

5.3.5 采用先孔法的杆件，组装时应符合本规范第 4.8.3 条的规定。

检验方法：观察检查。

5.3.6 组装定位焊应符合本规范第4.9.8条的规定。

检验方法：观察检查，用钢卷尺、钢板尺、焊角检测器。

5.4 焊 接

5.4.1 焊接检查应符合本规范第4.9节的规定。

检验方法：按本规范规定及设计要求，用无损检测设备、测温计、焊脚检测器、样块、目测、放大镜、钢板尺、钢卷尺等检查。

5.5 杆 件 矫 正

5.5.1 杆件矫正应符合本规范第4.10.1条的规定。

检验方法：用直角尺、钢板尺、钢平尺、塞尺、平台、拉线、钢卷尺、经纬仪、水准仪检查。

5.5.2 矫正后的杆件表面不得有凹痕和其他损伤。

检验方法：观察检查。

5.5.3 冷矫时应符合本规范第4.10.3条的规定。

检验方法：观察检查，用测温计检查。

5.5.4 热矫时应符合本规范第4.10.4条的规定。

检验方法：观察检查，用测温计检查。

5.6 试 装

5.6.1 试装时，必须使板层密贴，冲钉及螺栓数应符合本规范第4.11.4条的规定。

检验方法：观察检查，用塞尺检查。

5.6.2 试装过程中应检查拼接处有无相互抵触情况，有无不易施拧螺栓处。

检验方法：观察检查。

5.6.3 试装时，螺栓孔通过率应符合本规范第4.11.6条的规定。

检验方法：观察检查，用试孔器检查。

5.6.4 磨光顶紧处应符合本规范第4.11.7条的规定。

检验方法：观察检查，用塞尺检查。

5.6.5 板梁、桁梁、桥面板块以及结合梁板梁、结合梁箱形梁试装的主要尺寸应分别符合本规范第4.11.9、4.11.10、4.11.11、4.11.12、4.11.13条的规定。

检验方法：用直角尺、钢板尺、钢平尺、塞尺、拉线、钢卷尺、经纬仪、水准仪检查。

5.7 成品基本尺寸

5.7.1 板梁、桁梁杆件、桥面板块、箱形梁、结合梁板梁、结合梁箱形梁的基本尺寸应符合本规范第4.12.1条的规定。

检验方法：用直角尺、钢板尺、钢平尺、塞尺、平台、拉线、钢卷尺、经纬仪、水准仪检查。

5.7.2 杆件内外表面不得有凹陷、划痕、焊瘤、擦伤等缺陷，边缘应无毛刺。

检验方法：观察检查。

5.8 涂 装

5.8.1 在涂装施工前应对杆件自由边缘双侧倒弧，倒弧半径宜为2.0 mm。

检验方法：观察检查。

5.8.2 涂装前杆件表面清洁度及粗糙度应满足设计要求。

检验方法：清洁度用图谱对照检查，表面粗糙度比较样板或粗糙度测量仪检查。

5.8.3 涂装材料品种、施工环境、每种涂层的涂层厚度均应符合设计要求及所用涂装材料说明书要求。

检验方法：用温度计、湿度计、磁性测厚仪检查。（以钢梁杆件为一测量单元，在特大杆件表面上以10 m²为一测量单元，

每一个测量单元至少应选取三处基准表面，每一基准表面测量五点，取其算术平均值。（100 m² 以下的杆件任意挑选三个 10 m² 进行测量，100 m² 以上的杆件按上述方法测量第一个 100 m²，对于其余的每一个 100 m²，任意选一个 10 m² 进行测量。）单个测试点的厚度不得低于规定厚度的 80%。

5.8.4 整个涂装体系对钢板的附着力和层间附着力，按 GB/T 9286 规定作划格试验，检验结果应不低于 1 级。

富锌底漆对钢板基体的附着力检验也可按 GB 5210 采用拉开法检验，检验结果应不低于 4 MPa。

锌、铝涂层钢板基体的附着力检验应按 GB/T 9793 规定作切格试验，试验结束后，方格内的涂层不得与基体剥离；采用拉开法检验时，应不低于 5 MPa。

检验方法：划格法或拉开法。

5.8.5 杆件漆膜颜色应达到业主规定的色卡要求，涂装材料涂层表面应平整均匀，无明显色差。不允许有剥落、起泡、裂纹、气孔、漏涂等缺陷、允许有不影响防护性能的轻微橘皮、流挂，刷痕和少量杂质颗粒；金属涂层表面应均匀一致，不允许有起皮、鼓泡、大熔滴、松散粒子、裂纹、掉块等缺陷。

检验方法：观察检查。

5.8.6 涂装完成，杆件的标识、编号应清晰完整。

检验方法：观察检查。

附录 A 钢材及加工缺陷的修补

A.0.1 缺陷的修补方法应符合表 A 的规定。

表 A 超标缺陷修补方法

序号	缺陷种类	修补方法
1	钢材表面麻坑划痕等	深度为 0.3~1 mm 时，可修磨匀顺（栓接面位置可不打磨）；深度超过 1 mm 时，应在补焊后修磨匀顺
2	钢材边缘局部的层状裂纹	深度不超过 5 mm 时，可先按本规范第 4.9.12 条第 5、6 款的规定清除裂纹后补焊并修磨
3	气割边缘的缺口（或崩坑）	深度 2 mm 以内的，用砂轮磨顺，超过 2 mm 的，磨出坡口补焊后修磨匀顺
4	焊缝裂纹及弯曲加工时产生的边缘裂纹	清除裂纹，按补焊工艺补焊后修磨匀顺
5	电弧擦伤	深度不大于 0.5 mm 的缺陷，用砂轮修磨匀顺；深度大于 0.5 mm 的缺陷，补焊后用砂轮磨平
6	焊瘤	用砂轮磨掉或用气刨清除掉后修磨匀顺

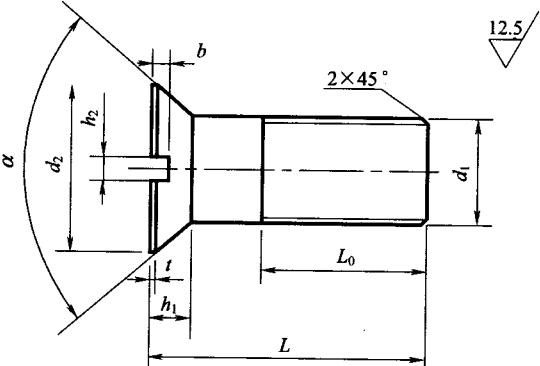
附录 B 专用沉头螺栓

B.0.1 专用沉头螺栓有关尺寸及允许偏差应符合表 B 的规定。

表 B 专用沉头螺栓 (mm)

d_1	d_2	b	h_2	t	h_1	α	L_0
M22	$42 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.62 \end{smallmatrix}$	4 ± 0.30	$4 \begin{smallmatrix} +0.20 \\ 0 \end{smallmatrix}$	1	(11)	$90^\circ \begin{smallmatrix} +2^\circ \\ 0 \end{smallmatrix}$	35
M24	$47 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.62 \end{smallmatrix}$	4 ± 0.30	$4 \begin{smallmatrix} +0.30 \\ 0 \end{smallmatrix}$	1	(12.5)	$90^\circ \begin{smallmatrix} +2^\circ \\ 0 \end{smallmatrix}$	40
M30	$58 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.62 \end{smallmatrix}$	4 ± 0.30	$4 \begin{smallmatrix} +0.30 \\ 0 \end{smallmatrix}$	1	(15)	$90^\circ \begin{smallmatrix} +2^\circ \\ 0 \end{smallmatrix}$	45

图例



附录 C 钢材焊接工艺评定

C.1 一般要求

C.1.1 焊接工艺评定 (以下简称“评定”) 是编制焊接工艺的依据。

C.1.2 评定条件应与产品条件相对应, 评定必须使用与产品相同的钢材及焊接材料。

C.1.3 制造厂应根据钢材类型、结构特点、接头形式、焊接方法、焊接位置等制订评定方案, 拟定评定指导书, 按本规范的相关要求进行评定。

C.1.4 制造厂首次采用的钢材和焊接材料必须进行评定, 在同一制造厂已评定并批准的工艺, 可不再评定; 遇有下列情况之一者, 应重新进行评定:

- 1 钢种改变。
- 2 焊接材料改变。
- 3 焊接方法或焊接位置改变。
- 4 衬垫材质改变。
- 5 焊接电流、焊接电压和焊接速度改变 $\pm 10\%$ 以上。
- 6 坡口形状和尺寸改变 (坡口角度减少 10° 以上, 熔透焊缝钝边增大 2 mm 以上, 无衬垫的根部间隙变化 2 mm 以上, 有衬垫的根部间隙变化在 $-2 \sim +6$ mm)。
- 7 预热温度低于规定的下限温度 20°C 时。
- 8 增加或取消焊后热处理时。
- 9 电流种类和极性改变。
- 10 加入或取消填充金属。
- 11 母材焊接部位涂车间防锈漆而焊接时又不进行打磨

的。

C.1.5 “评定”包括对接接头试验、熔透角接试验和 T 形接头试验。

C.2 试板

C.2.1 对接接头试板代表的板厚范围按表 C.2.1 执行。

表 C.2.1 对接接头试板厚度 (mm)

序号	试板板厚	产品板厚	备注
1	$t \leq 16$	$0.5t < \delta \leq 1.5t$	δ —产品板厚 t —试板板厚
2	$16 < t \leq 25$	$0.75t < \delta \leq 1.5t$	
3	$25 < t \leq 50$	$0.75t < \delta \leq 1.3t$	
4	$50 < t \leq 80$	$0.75t < \delta \leq 1.0t$	

C.2.2 T 形接头埋弧自动焊试板可按每一焊脚尺寸在表 C.2.2 中选择一种盖、腹板厚度组合。

表 C.2.2 T 形接头埋弧自动焊试板厚度 (mm)

序号	焊脚尺寸	试板厚度	
		腹板	盖板
1	6.5×6.5	8~12	12~16
2	8×8	10~16	16~24
3	10×10	14~24	20~40
4	12×12	>20	>28

C.2.3 全熔透、部分熔透 T 形接头试板厚度按表 C.2.3 中选择一种试板厚度。

表 C.2.3 全熔透、部分熔透 T 形接头试板厚度 (mm)

序号	试板板厚	产品板厚	备注
	腹板	腹板	
1	$t \leq 16$	$0.5t < \delta \leq 1.5t$	δ —产品板厚 t —试板板厚
2	$16 < t \leq 25$	$0.75t < \delta \leq 1.5t$	
3	$25 < t \leq 50$	$0.75t < \delta \leq 1.3t$	
4	$50 < t \leq 80$	$0.75t < \delta \leq 1.0t$	

C.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, 自动焊不宜小于 600 mm, 焊条电弧、CO₂ 气体 (混合气体) 保护焊不得小于 400 mm。宽度应根据板厚、试样尺寸、探伤要求确定。

C.2.5 试板的制作应符合本规范的技术要求。

C.3 检验及试验

C.3.1 焊缝的外观质量应符合本规范第 4.9.13 条第 1 款的规定。

C.3.2 焊缝应全长进行超声波探伤, 对接焊缝、熔透角焊缝质量等级应达到 I 级, 角焊缝质量等级应达到 II 级。

C.3.3 样坯截取位置应根据焊缝外形及探伤结果, 在试板的有效利用长度内作适当分布。试样加工前允许样坯冷矫正。

C.3.4 力学性能试验项目、试样数量及试验方法应符合表 C.3.4 的规定。

表 C.3.4 力学性能试验项目、试样数量 (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) 试验	1	按《焊接接头机械性能试验方法》(GB 2649 ~ 2654) 的规定
	焊缝金属拉伸试验	1	
	接头侧弯试验	1	
	低温冲击试验	6	
	接头硬度试验	1	

续上表

试件形式	试 验 项 目	试样数量	试验方法
熔透角接试件	焊缝金属拉伸试验	1	按《焊接接头机械性能试验方法》(GB 2649 ~ 2654)的规定
	低温冲击试验	6	
	接头硬度试验	1	
T 形接头试件	焊缝金属拉伸试验	1	
	接头硬度试验	1	

注：① 对接接头侧弯试验：弯曲角度 $\alpha = 180^\circ$ 。当试板板厚为 10 mm 及以下时，可以用正、反弯各一个代替侧弯。

② 对接接头及熔透角接低温冲击试验缺口开在焊缝中心及熔合线外 1.0 mm 处各 3 个；如果接头为异种材质组合，熔合线外 1 mm 分别取样。

C.3.5 力学性能试验验收应符合下列规定：

1 当拉伸试验结果（屈服、抗拉强度及拉棒的伸长率）不低于母材标准值时，则判为合格；当试验结果低于母材标准值，则允许从同一试件上再取一个试样重新试验，若试验结果不低于母材标准值，则仍可判为合格，否则，判为不合格。

2 接头侧弯试验结束后，若试样受拉面上的裂纹总长度不大于试样宽度的 15%，且单个裂纹长度不大于 3 mm，则判为合格；当试验结果未满足上述要求，则允许从同一试件上再取一个试样重新试验，若试验结果满足上述要求，则仍判为合格，否则，判为不合格。

3 各种钢材焊接接头的冲击功应不低于母材标准规定值。若冲击试验的每一组（3 个）试样试验结果的平均值不低于规定值，且任一试验结果不低于 0.7 倍的规定值，则判为合格；当试验结果未满足上述要求，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 个试验结果的平均值不低于规定值，且低于规定值的试验结果不多于 3 个（其中，不得有 2 个以上的试验结果低于 0.7 倍的规定值，也不得有任一试验结果低于 0.5 倍的规定值），则可仍判为合格，否则，判为不合格。

4 当焊接接头的硬度值不大于 HV350 时，则判为合格，否则，判为不合格。

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

C.3.6 每一评定应作一次宏观断面酸蚀试验，试验方法应符合现行国家标准《钢的低倍组织及缺陷酸蚀试验方法》（GB 226）的规定；单道焊缝的成型系数应为 1.3 ~ 2.0。

C.4 焊接工艺评定报告

C.4.1 “评定”报告应包括下列内容：

- 1 母材和焊接材料的型（牌）号、规格、化学成分和力学性能等。
- 2 试板图。
- 3 试件的焊接条件及施焊工艺参数。
- 4 焊缝外观及探伤检验结果。
- 5 力学性能试验及宏观断面酸蚀试验结果。
- 6 结论。

附录 D 圆柱头焊钉焊接工艺评定

D.1 一般要求

D.1.1 试验用焊接圆柱头焊钉的钢板材质应与生产用钢板相同,按较厚板选用。

D.1.2 圆柱头焊钉的力学性能和化学成分应符合规定要求。

D.1.3 瓷环应符合《电弧螺柱焊用圆柱头焊钉》(GB/T 10433)的规定。

D.1.4 试验用焊接设备应与生产用焊接设备相同;采用不同焊接方法焊接的焊钉应分别评定。遇有下列情况之一者,应重新进行评定:

- 1 Q370 级以上的钢种改变。
- 2 焊钉直径或焊钉端头镶嵌(或喷涂)稳弧脱氧剂的改变。
- 3 焊机与配套焊枪形式、型号与规格的改变。
- 4 磁环材料与规格的改变。
- 5 焊接电流变化 $\pm 10\%$ 以上,焊接时间为 1 s 以上时变化超过 0.2 s 或 1 s 以下时变化超过 0.1 s。
- 6 焊钉伸出长度和提升高度的变化分别超过 1 mm。
- 7 焊钉焊接位置偏离平焊位置 15° 以上的变化或立焊、仰焊位置的改变。

D.2 试验与检验

D.2.1 试验时应记录施焊参数。

D.2.2 圆柱头焊钉焊缝的外观质量应符合本规范第 4.9.13 条的要求,焊脚饱满,高度和直径应满足标准规定尺寸。

D.2.3 圆柱头焊钉评定试验数量为 6 个,一组 3 个进行敲击 30° 弯曲检验;另一组 3 个进行拉伸检验。

D.3 弯曲与拉伸检验

D.3.1 弯曲试验采用锤击圆柱头焊钉的方法,弯曲角度为 30° 。当焊钉焊脚未出现肉眼可见裂缝时,该焊钉焊缝判为合格,否则为不合格。弯曲试验的 3 个焊钉全部合格,则该组弯曲评定试验合格,若出现 2 个不合格,该组弯曲评定试验为不合格。若出现 1 个不合格,加倍补做,加倍补做的全部合格后,该组弯曲评定试验合格。

D.3.2 焊钉拉伸试验断裂在焊钉部位,且拉力载荷满足 GB/T 10433 的规定,则焊钉焊缝合格,否则为不合格。当 3 个焊钉焊缝全部合格时,则该组拉伸评定试验合格。若拉伸试验出现 2 个不合格,该组拉伸评定试验为不合格。若出现 1 个不合格,加倍补做试验,加倍补做的全部合格后,该组拉伸评定试验合格。

D.4 焊接工艺评定报告

D.4.1 “评定”报告应包括下列内容:

- 1 钢板、焊钉规格、化学成分和力学性能等。
- 2 试件的焊接条件及施焊工艺参数。
- 3 焊缝外观检验结果。
- 4 焊钉弯曲试验结果。
- 5 焊钉拉伸试验结果。
- 6 结论。

附录 E 焊接接头超声波探伤质量要求

焊接接头超声波探伤方法和探伤结果分级应符合《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》(GB 11345) 的规定, 并同时满足本附录的要求。

E. 0.1 超声波探伤的距离-波幅曲线应符合表 E. 0.1 的规定。

表 E. 0.1 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		10~46	$\phi 3 \times 40 - 6 \text{ dB}$	$\phi 3 \times 40 - 14 \text{ dB}$	$\phi 3 \times 40 - 20 \text{ dB}$
		>46~80	$\phi 3 \times 40 - 2 \text{ dB}$	$\phi 3 \times 40 - 10 \text{ dB}$	$\phi 3 \times 40 - 16 \text{ dB}$
全熔透角焊缝 I 级		10~80	$\phi 3 \times 40 - 4 \text{ dB}$	$\phi 3 \times 40 - 10 \text{ dB}$	$\phi 3 \times 40 - 16 \text{ dB}$
			$\phi 6$	$\phi 3$	$\phi 2$
角焊缝 II 级	部分熔透角焊缝	10~80	$\phi 3 \times 40 - 4 \text{ dB}$	$\phi 3 \times 40 - 10 \text{ dB}$	$\phi 3 \times 40 - 16 \text{ dB}$
	贴角焊缝	10~25	$\phi 1 \times 2$	$\phi 1 \times 2 - 6 \text{ dB}$	$\phi 1 \times 2 - 12 \text{ dB}$
		>25~80	$\phi 1 \times 2 + 4 \text{ dB}$	$\phi 1 \times 2 - 4 \text{ dB}$	$\phi 1 \times 2 - 10 \text{ dB}$

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他孔形试块;

② $\phi 6$ 、 $\phi 3$ 、 $\phi 2$ 表示纵波探伤的平底孔参考反射体尺寸。

评定线以上至定量线以下为弱信号评定区 (I 区); 定量线至判废线为长度评定区 (II 区); 判废线及以上区域为判废区 (III 区)。

E. 0.2 缺陷评定

超过评定线的信号应注意其是否具有裂纹等危害性缺陷特征, 如有怀疑时应采取改变探头角度、增加探伤面、观察动态波形、结合结构工艺特征作判定, 如对波形不能准确判断时, 应辅

以其他检验作综合判定。

最大反射波幅位于长度评定区 (II 区) 的缺陷, 其指示长度小于 10 mm 时按 5 mm 计。

相邻两缺陷各向间距小于 8 mm 时, 两缺陷指示长度之和作为单个缺陷的指示长度。

E. 0.3 检验结果的等级分类

最大反射波幅位于长度评定区 (II 区) 的缺陷, 根据缺陷指示长度和多个缺陷的累计长度按表 E. 0.3 的规定进行分级。满足表 E. 0.3 质量等级要求的判为合格; 不满足表 E. 0.3 质量等级要求的判为不合格。

表 E. 0.3 长度评定区缺陷等级评定 (mm)

评定等级	板厚	单个缺陷指示长度	多个缺陷的累积指示长度
对接焊缝 I 级	10~80	$t/4$, 最小可为 8	在任意 $9t$ 焊缝长度范围不超过 t
对接焊缝 II 级		$t/2$, 最小可为 10	在任意 $4.5t$ 焊缝长度范围不超过 t
全熔透角焊缝		$t/3$, 最小可为 10	
角焊缝 II 级		$t/2$, 最小可为 10	

最大反射波幅不超过评定线的缺陷, 均评为 I 级。

反射波幅位于弱信号评定区 (I 区) 的非裂纹性缺陷, 均评为 I 级。

超声波探伤判定为裂纹、未熔合、未焊透 (对接焊缝) 等危害性缺陷者, 应判为不合格。

反射波幅位于判废区 (III 区) 的缺陷, 无论其指示长度如何, 应判为不合格。

E. 0.4 不合格的缺陷, 应予返修, 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, 复探部位的缺陷应按本附录评定。

附录 F 焊接接头射线探伤质量要求

焊接接头射线探伤方法和探伤结果应符合《金属熔化焊焊接接头射线照相》(GB 3323) 的规定, 并同时满足本附录的要求。

F.0.1 焊接接头质量要求

对接接头内应无裂纹、未熔合、未焊透, 圆形缺陷和条型缺陷应符合本附录 F.0.3 和 F.0.4 的规定。

F.0.2 评定厚度

评定厚度 t 是指母材的公称厚度。

F.0.3 缺陷的评定

1 圆形缺陷评定

长宽比小于等于 3 的缺陷定义为圆形缺陷, 它们可以是圆形、椭圆形、锥形或带有尾巴 (在测定尺寸时应包括尾部) 等不规则的形状。包括气孔、夹渣和夹钨。

圆形缺陷用评定区进行评定, 评定区域的大小见表 F.0.3—1, 评定区应选在缺陷最严重的部位。

表 F.0.3—1 缺陷评定区 (mm)

评定厚度 t	≤ 25	> 25
评定尺寸	10×10	10×20

评定圆形缺陷时, 应将缺陷尺寸按表 F.0.3—2. 换算成缺陷点数。

表 F.0.3—2 缺陷点数换算

缺陷长径 (mm)	≤ 1	$> 1 \sim 2$	$> 2 \sim 3$	$> 3 \sim 4$	$> 4 \sim 6$	$> 6 \sim 8$	> 8
点数	1	2	3	6	10	15	25

不记点数缺陷尺寸见表 F.0.3—3。

表 F.0.3—3 不记点数的缺陷尺寸 (mm)

评定厚度	缺陷长径
≤ 25	≤ 0.5
> 25	≤ 0.7

当缺陷与评定区边界线相接时, 应把它划入该评定区内计算点数。

对于材质或结构等原因进行返修可能会产生不利后果的焊接接头, 经合同各方商定, 各级别的圆形缺陷可放宽 1~2 点。

圆形缺陷的评定见表 F.0.3—4。满足表 F.0.3—4 要求的判为合格; 不满足表 F.0.3—4 要求的判为不合格。

表 F.0.3—4 圆形缺陷的评定

评定区 (mm)	10×10			10×20
评定厚度 t (mm)	≤ 10	$> 10 \sim 15$	$> 15 \sim 25$	> 25
允许缺陷点数的上限	3	6	9	12

圆形缺陷长径大于 $t/2$ 时, 评为不合格。

焊接接头内不计点数的圆形缺陷, 在评定区内不得多于 10 个。

2 条形缺陷的评定

长宽比大于 3 的气孔、夹渣和夹钨定义为条形缺陷, 条形缺陷的评定见表 F.0.3—5。满足表 F.0.3—5 要求的判为合格; 不满足表 F.0.3—5 要求的判为不合格。

表 F.0.3—5 条形缺陷的评定 (mm)

评定厚度 t	允许单个条形缺陷尺寸上限	不允许条形缺陷总长
$t \leq 12$	4	在平行于焊缝轴线的任意直线上, 相邻两缺陷间距均不超过 $6L$ 的任何一组缺陷, 起累计长度在 $12t$ 焊缝长度内不超过 t
$t > 12$	$t/3$	

注: 表中 L 为该组缺陷中最长者的长度。

F.0.4 综合评定

在圆形缺陷评定区内,同时存在圆形缺陷和条形缺陷判为不合格。

F.0.5 不合格的缺陷,应予返修,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,复探部位的缺陷应按本附录评定。

附录 G 焊接接头磁粉探伤质量要求

焊接接头磁粉探伤方法和探伤结果应符合《无损检测 焊缝磁粉检测》(JB/T6061)规定,并同时满足本附录的要求。

G.0.1 检测表面的宽度应包括焊缝金属和每侧各 10 mm 距离的临近母材金属。

G.0.2 相邻且间距小于其中较小显示主轴尺寸显示,应作为单个的连续显示评定。

G.0.3 缺陷的评定应符合表 G.0.3 的规定。满足表 G.0.3 要求的判为合格;不满足表 G.0.3 要求的判为不合格。

表 G.0.3 显示的缺陷评定 (mm)

显示类型	允许的缺陷尺寸上限
线状显示 L = 显示长度	$L \leq 1.5$
非线状显示 d = 主轴长度	$d \leq 3$
线状显示: 长度大于三倍宽度的显示 非线状显示: 长度等于或小于三倍宽度的显示	

G.0.4 不合格的缺陷,应予返修,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,复探部位的缺陷应按本附录评定。

本规范用词说明

执行本规范条文时,对于要求严格程度的用词说明如下,以便在执行中区别对待。

(1) 表示很严格,非这样做不可的用词:

正面词采用“必须”;

反面词采用“严禁”。

(2) 表示很严格,在正常情况均应这样做的用词:

正面词采用“应”;

反面词采用“不应”或“不得”。

(3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的用词:

正面词采用“宜”;

反面词采用“不宜”。

表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

《铁路钢桥制造规范》

条文说明

本条文说明系对重点条文的编制依据、存在的问题以及在执行中应注意的事项等予以说明。为了减少篇幅,只列条文号,未抄录原条文。

1.0.1 本规范是在1998年发布的《铁路钢桥制造规范》的基础上修订而成的,吸纳了近年来钢桥制造多项新技术,补充了整体节点、整体钢桥面、三桁结构、钢混结合梁等有关内容。

1.0.2 本规范适用于栓焊和全焊的铁路钢桥,也包括公铁两用桥,但其中的公路部分应遵循公路桥规范的有关规定。

1.0.4 钢桥制造及验收必须使用合格的计量器具。钢桥制造厂应按有关规定,定期将使用的计量器具送计量检验部门进行计量检定,并在检定有效期内使用。

不同计量器具有不同的使用要求。如钢尺在测量一定长度的距离时,应使用夹具和拉力计数器。由于计量器具较多,不可能一一列出其使用方法,因此本规范要求应按有关规定正确操作计量器具。

2.1.1 ~ 2.1.5 在制造及验收过程中,对杆件、主要杆件、次要杆件、零件、主要零件、次要零件、桥面板块、桥面板单元、主要角焊缝都有不同的要求,根据桥梁结构特点,给出了这些术语的定义。在设计与制造过程中,习惯上将具有独立编号的件称之为杆件。在普通桁梁中,节点板与拼接板都有独立编号,故可称之为杆件;对于整体节点,节点板就仅是零件,而不是杆件了。

桥面板纵肋一般为U形肋、板肋(含T形肋、球扁钢肋)。

3.2.1 钢桥制造常用钢材为碳素结构钢、普通低合金钢（热轧、控轧或正火等），其有关现行标准见说明表 3.2.1。

说明表 3.2.1 钢材标准

钢 号	标 准	说 明
Q235qC、Q235qD	《桥梁用结构钢》(GB/T 714)	正桥板材
Q345qC、Q345qD、Q345qE		
Q370qC、Q370qD、Q370qE		
Q420qC、Q420qD、Q420qE		
Q345B、Q345C、Q345D、Q345E	《低合金结构钢》(GB/T 1591)	型 材
Q235A、Q235B、Q235C、Q235D	《碳素结构钢》(GB/T 700)	附属结构板材

3.2.4 在加工过程中发现的钢材缺陷，应根据缺陷性质及杆件的重要程度，决定换料或修补。

3.3.2 钢桥制造常用焊接材料有关现行标准见说明表 3.3.2。对于国家现行标准没有列入的新焊接材料在抽样检验时可参照行业标准或企业标准执行。

说明表 3.3.2 焊接材料标准

种 类	型 号	标 准
埋弧焊丝	H08A、H08MnA、H10Mn2、H08MnMoA 等	《熔化焊用钢丝》(GB/T 14957)
气体保护焊丝	实芯焊丝 ER49-1、ER50-1~6、ER69-1~3、ER76-1、ER83-1 等	《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》(GB/T 8110)
	药芯焊丝 E501T、E551T 等	《碳钢药芯焊丝》(GB/T10045)
焊 剂	HJ431、HJ350、SJ101、SJ103、SJ105、SJ201、SJ301 等	《碳素钢埋弧焊用焊剂》(GB/T 5293)
焊 条	E4303、E4315、E4316、E5003、E5015、E5016 等	《碳钢焊条》(GB/T 5117)
	E5515、E6015 等	《低合金钢焊条》(GB/T 5118)

3.5.1 钢桥制造常用涂装材料现行标准见说明表 3.5.1。

说明表 3.5.1 涂装材料标准

种 类	涂装材料名称	标 准
底 漆	红丹酚醛防锈底漆 醇酸酚醛防锈底漆	《铁路钢桥用防锈底漆供货技术条件》(TB/T 2772)
	环氧富锌防锈底漆 无机富锌防锈底漆	《铁路钢桥用防锈底漆供货条件》(TB/T 2772) 《富锌底漆》(HG/T 3668)
	棕黄聚氨酯盖板底漆	《铁路钢桥用防锈底漆供货条件》(TB/T 2772)
	无机富锌防锈防滑涂料	《铁路钢桥保护涂装》(TB/T 1527)
底中面合一	环氧沥青漆	《铁路钢桥用面漆、中间漆供货技术条件》(TB/T 2773)
中间漆	棕红云铁环氧中间漆	《铁路钢桥用面漆、中间漆供货技术条件》(TB/T 2773)
面 漆	灰铝粉石墨醇酸面漆	《铁路钢桥用面漆、中间漆供货技术条件》(TB/T 2773)
	灰云铁醇酸面漆	《铁路钢桥用面漆、中间漆供货技术条件》(TB/T 2773)
	灰聚氨酯盖板面漆	《铁路钢桥用面漆、中间漆供货技术条件》(TB/T 2773)
	氟碳面漆	《铁路钢桥保护涂装》(TB/T 1527)
铝 材	灰色丙烯酸脂肪族聚氨酯面漆	《铁路钢桥保护涂装》(TB/T 1527)
	二号防锈铝 LF2	《变形铝及铝合金化学成分》(GB/T 3190)

4.1.1 制造厂对设计图进行的工艺性审查应包括：

- (1) 杆件发送单元是否符合运输条件；
- (2) 杆件是否标准化、通用化以减少工装的制造量；
- (3) 制造厂现有设备和条件是否适应；
- (4) 焊缝布置是否合理及焊接变形对质量的影响；
- (5) 选用的钢材品种规格是否与可能供应的相符；
- (6) 制造数量、质量要求、发送方法是否明确。

4.2 直接在钢板上划出零件的切割线称为放样。放样一般适用

于较大的矩形零件；当相同零件数量较多时，为了提高生产效率，用薄铁皮或纸板制作适用于各种形状和尺寸的样板，用来在钢材上标出切割线位置，此项工作叫做作样。一般尺寸较小的零件制作下料样板，尺寸较大的矩形零件需要切角时制作切角样板。利用下料样板在钢板上划出零件的切割线叫做号料。

4.2.4 主要零件的下料，应使钢板的轧制方向与其主要应力方向一致，但当钢板纵向、横向力学性能相近，并满足设计要求时，可不受此限。对于连接板等非焊接件也不受此限制。

4.3.2 工艺特定的零件指的是不便采用自动切割或半自动切割边缘的零件。

4.3.3 本规范要求对杆件自由边双侧倒弧，半径不小于2.0 mm，所以表4.3.3将《铁路钢桥制造规范》（TB 10212—98）“圆角半径不大于0.5 mm”改为“圆角半径不大于1 mm”。

4.4.2 钢材在低温时塑性较差，为防止因冷矫引起脆断，应对冷矫时的环境温度加以严格限制。

4.6.1 表4.6.1—1序号1，对箱形杆件而言盖板即为竖板；

序号6，焊接接头板孔至焊接边距离允许偏差根据焊接收缩量确定，主要是接头板焊接边坡口形式及尺寸各不相同，收缩量也各不相同；

序号7，将箱形杆件隔板宽度及垂直度允许偏差分为两档。当隔板宽度大于1000 mm时，采用0 ~ -0.5 mm过于严格，近年来多座大桥将隔板宽度允许偏差确定为“+1.0 ~ 0 mm”，垂直度允许偏差不大于1.0 mm，对安装没有影响；

序号8增加了桥面板块零件的允许偏差。

表4.6.1—2适用于敞口箱形及闭口箱形。

4.6.2 增加了“U形肋尺寸允许偏差”，该允许偏差是在考察多座大桥桥面板块安装的基础上确定的。

4.7.2 本规范增加了螺栓孔孔壁垂直度允许偏差，是由于近年来桥梁用钢板厚度增加了的缘故。同时，补充了大于 $\phi 33$ mm的

孔径允许偏差。

4.7.4 对杆件任意两面孔群纵、横向错位的控制，以前主要依靠工艺装备保证。随着杆件结构形式的复杂多样，制孔方法越来越多，所以，本规范明确了“杆件任意两面孔群纵、横向错位”允许偏差。

4.8.1 随着桥梁跨度不断增大，有的节点板宽度超出了钢板的轧制宽度，因此增加了对节点板接料的规定。

4.8.2 组装前清除待焊区的铁锈、氧化铁皮、油污、水分等有害物，主要是为了防止焊缝中产生气孔和氢裂纹。当T形接头腹板有坡口时，组装清除范围参照对接接头。

4.8.5 大型杆件露天组装时，日照和温差会对杆件尺寸精度有影响，故增加了此条。

4.8.6 本规范增加了主桁斜、竖杆插入整体节点弦杆节点板内侧宽度允许偏差，并补充了序号7。当斜、竖杆外侧高度与节点板内侧宽度为同一尺寸且焊缝为一般坡口角焊缝或棱角焊缝时，斜、竖杆外侧组装高度允许偏差为 $_{-1.5}^0$ ，整体节点弦杆节点板内侧宽度允许偏差为 $_{+0.5}^{+2.0}$ ；

序号10、序号11完善整体节点弦杆组装允许偏差；

序号12增加了锚管组装允许偏差；

序号17增加了钢衬垫或陶瓷衬垫对接焊接头组装允许偏差，当组装间隙超出允许偏差时，需要有相应的焊接工艺评定。

4.8.7 桥面板块组装允许偏差是本规范新增的内容。

4.8.8 除个别情况无法放引板外，埋弧焊均应放引板。当有产品试板时，只要试板长度足够，可不加引板。对于T形接头盖板较厚时，其盖板的引板可适当减薄。引板包括引弧板和熄弧板。

4.8.9 由于产品试板低温冲击试验仅针对焊缝金属，因此当产品为不等厚对接时，产品试板允许用较薄的等厚对接代替不等厚对接。

4.9.2 焊接工艺评定试验报告是编制焊接工艺的依据，通过评

定选择合适的坡口形状和尺寸、焊接材料、焊接方法、施焊条件及工艺参数等,以保证焊接接头的力学性能达到设计要求。

焊接工艺是焊工操作的唯一技术依据,因此,焊工在施焊前必须掌握工艺,并严格执行,以保证钢桥的焊接质量。

4.9.3 由于焊接材料行业的发展较快,新的焊接材料不断出现,另外钢桥所用钢种也在增多,因此规定焊接材料应通过工艺评定确定。混合气体中其他气体的纯度,也应满足相应要求。

4.9.4 当焊接施工环境温度低于本规范规定的温度时,应该停止焊接作业。如果由于某种原因必须进行焊接作业,可采取必要的工艺措施。通过大量的焊接试验证明,当环境温度低于本规范规定的温度时,对焊接接头采取焊前预热,焊后缓冷措施,也能保证焊接接头的性能和质量。焊前预热和焊后缓冷可以降低接头的冷却速度,防止接头产生淬火组织,从而防止产生裂纹。但是焊前必须根据母材的材质、板厚、接头的特点和环境温度的高低进行焊接工艺评定试验确定预热温度,焊接作业时严格执行焊接工艺。尤其是定位焊缝,需要特别注意。

4.9.6 在焊接前彻底清除待焊区域内的有害物,主要是为了保证焊接质量。虽然在组装前已进行了清理,但在焊接区仍有可能存在油、锈、水、熔渣飞溅及影响熔透的焊瘤、焊根等。多层焊的每一层必须将熔渣及缺陷清理干净再焊下一层。

4.9.7 焊前预热包括组装定位焊、返修焊及所有焊缝的焊前预热。预热温度应由焊接性试验及工艺评定确定。

4.9.8 应根据杆件的构造特点确定定位焊缝长度及间距。一般情况下,对于厚板且长大的杆件应适当增加了定位焊缝长度,缩短其间距。薄板(8 mm 以下)减小定位焊缝长度并缩短其间距;定位焊缝的焊脚尺寸不宜过大,也不能太小,最小一般为 4 mm。

4.9.9 为获得完好的焊缝,必须将起熄弧引到正式焊缝之外 80 mm。

4.9.10 用埋弧焊作返修焊时,坡口角度不应小于 60°,底部应

有半径大于 5 mm 的圆弧。

为了彻底清除裂纹,应在其两端各外延 50 mm,这样做也能避免返修焊缝长度太短。

4.9.11 近年来,结合梁及桁梁整体钢桥面程度不同地采用了圆柱头焊钉,为此,本规范增加了对圆柱头焊钉的焊接及检验要求。

4.9.13 表 4.9.13—1 增加了 T 形角焊缝有效厚度的具体规定,主要参照对接焊缝对余高的规定数值来确定角焊缝的有效厚度。对于不开坡口的角焊缝,当采用船位埋弧自动焊时,焊缝的有效厚度(喉厚)允许小于 1.0 mm。

4.9.14 表 4.9.14—1 焊缝超声波探伤范围和检验等级,最大板厚由《铁路钢桥制造规范》(TB 10212—98)的 56 mm 增加到 80 mm,满足钢桥制造需要。

为满足当前钢桥构造检验要求,比《铁路钢桥制造规范》(TB 10212—98)增加了全熔透角焊缝的内容。

为提高规范使用的可操作性,增加了检验等级对探测面和检验灵敏度的要求。

常规无损探伤方法中,超声波和射线照相方法都是主要探测被检物的内部缺陷。射线探伤成本高、操作复杂、检测周期长且对裂纹、未熔合等危害性缺陷检出率低,同时对检测周围环境有特殊的人员防护要求。超声波探伤则正好相反,操作简单、快速,对裂纹、未熔合的检测灵敏度高,对检测环境无过高要求。这一现象,透照厚度越大表现的越明显。《钢结构工程施工质量验收规范》(GB 50205—2001)规定,设计要求全熔透的一、二级焊缝应采用超声波进行内部缺陷的检验,超声波探伤不能对缺陷做出判断时才采用射线探伤。德国铁路钢桥附加技术条件《Eisenbahnbrücken Zusätzliche Anforderungen für Stahlbrücken 804.4101》规定母材板厚 ≥ 30 mm 的对接焊缝可用超声波探伤代替射线探伤。

按审查会要求,为提高规范使用的可操作性,比《铁路钢桥制造规范》(TB 10212—98)增加了附录 F“射线探伤”和附录 G“磁粉探伤”,修订了附录 E“超声波探伤”,使无损检测对缺陷评定的要求比《铁路钢桥制造规范》(TB 10212—98)更明确。

4.9.15 本规范产品试板所代表的焊接接头数量较《铁路钢桥制造规范》(TB 10212—98)有所增加。近年来,多座大桥均按每六根整体节点受拉弦杆做一组产品试板。每根弦杆对接焊缝平均按 4 条计算,约为 24 条,故本规范确定为“接头长度 $\leq 1\,000\text{ mm}$,代表接头数量 32 条;接头长度 $> 1\,000\text{ mm}$,代表接头数量 24 条”。本规范增加了桥面板横向(纵向)对接焊缝、全断面对接焊缝产品试板。

产品试板试验结果不合格,应先查明原因,然后视具体情况区别对待,或进行消除应力处理,或切开重焊。如果是由共性原因造成,则应对其代表的焊缝作同样处理。如果是由特殊原因造成的,则仅对受影响(与试板同时焊接)的焊缝进行处理。

产品试板应按 I 级对接焊缝要求进行超声波探伤。

4.10.1 表 4.10.1—1 序号 1 工形杆件盖板对腹板的垂直度,对于有孔部位按照盖板宽度分为 $b \leq 600$ 时 $\Delta \leq 0.5$; $b > 600$ 时, $\Delta \leq 1.0$; 序号 3 增加了工形杆件腹板平面度允许偏差; 序号 4 增加了箱形杆件盖腹板平面度允许偏差; 序号 5 箱形杆件对角线允许偏差,修改为边长 $< 1\,000$ 时为 2.0,边长 $\geq 1\,000$ 时为 3.0。本规范进行上述修改主要是杆件截面增大的缘故。上述偏差曾在多座大桥试运行,均能满足安装要求。

序号 11 板梁拱度允许偏差《铁路钢桥制造规范》(TB 10212—98)为 $+3.0 \sim 0$ (不设拱度),从实际制造情况看,偏差为 $+5.0 \sim 0$ 更为合理。

序号 12 增加了桥面板单元平面度矫正允许偏差。

表 4.10.1—2 增加了箱形梁两端横断面对角线允许偏差、箱

形梁拱度允许偏差、箱形梁旁弯允许偏差。

4.10.4 近些年新材料增加了较多,部分新钢种对矫正有特殊要求,故增加了“设计文件有特殊要求时,矫正方法及矫正温度应满足设计文件要求”。

4.11 不论选择有代表性的杆件进行试拼装,还是逐段或逐节间连续预拼装,本规范统称为试装。本节增加了桥面板块及结合梁试装有关内容。

4.11.4 试装中用冲钉使杆件定位,用螺栓使板层密贴。如果使用较少的冲钉和螺栓能起到定位和密贴的作用,且能通过试孔器的检验,应该视为合格。这样可使更多的螺栓孔进行试孔器检查,试装用螺栓的直径与设计选用的螺栓相同。

4.11.6 结合梁采用连续匹配试装,试装合格后钻孔。对螺栓孔重合率的要求同桁梁桥主桁。

4.11.8 增加了“露天试装检测时,应避开日照的影响”。

4.11.10 表 4.11.10 序号 7 增加了三片主桁中心距允许偏差。

4.11.11 表 4.11.11 增加了桥面板块试装主要尺寸允许偏差; 表 4.11.12、4.11.13 增加了结合梁试装主要尺寸允许偏差。

4.12.1 表 4.12.1—2 序号 11 中的 h 为纵、横梁断面高度或纵向加劲肋至下盖板间距离; 序号 12 补充了对拼式斜、竖杆和插入式斜、竖杆的允许偏差。序号 17、18、19 增加了主桁整体节点弦杆允许偏差,其中“节点板内侧宽度 b ”是涂装后的尺寸。

表 4.12.1—3 增加了桥面板块基本尺寸允许偏差。

4.13.3 按照国家相关标准,明确了抗滑移系数试件制作数量及抗滑移系数试验值。

4.13.5 钢桥出厂后,栓接面涂层保质期为 6 个月(与高强度螺栓保质期一致),是指工地在正常保存情况下,高强度螺栓孔部位表面抗滑移系数不小于 0.45。

4.14 增加了包装、存放及运输的有关内容。

5.0.1 日本、美国钢桥成品标准与本规范对照见说明表 5.0.1。

说明表 5.0.1 钢桥成品标准对照表 (mm)

项 目	本 规 程	日本铁道构造物设计 标准及解说 (2000 版)	美国 AREMA 铁路工程手册 (2007 版)
试装全长	$\pm 5 (L \leq 50 \text{ m})$ $\pm L/10\,000 (> 50 \text{ m})$	$\pm (5 + 0.15L)$	—
桁高	± 2	$\pm (4 + 0.5H)$	—
桁宽	两片主桁: ± 3 三片主桁: ± 5	$\pm (3 + 0.5B)$	—
拱度	$\pm 3 (f \leq 60)$ $\pm 5f/100 (f > 60)$	$+ (3 + 0.15L)$ 最大 20 $- (3 + 0.05L)$ 最大 6	—
旁弯	$\leq L/5\,000$	跨中 $3 + 0.1L$, 最大 12 20 m 内任意位置, 最大 5	—
栓孔通过率	$d - 1.0$: 100% 通过	$d_1 + 1$: 100% 通过 $d_1 + 3$: 80% 停止	—
主桁杆件	高 插入式 ± 0.5 对接式 ± 1.0	± 2	$\pm (1/8 + h/500) \text{ in}$
	宽 ± 1.0 (腹板有拼接) ± 2.0 (腹板无拼接)	± 2	$\pm (1/8 + b/500) \text{ in}$
	长 ± 5	± 3	端部机加工的杆件 $\pm 1/32 \text{ in}$; 端部未加工的杆件: ① 长度小于等于 30 feet, $\pm 1/16 \text{ in}$; ② 长度大于 30 feet, $\pm 1/8 \text{ in}$; 其他杆件: $\pm 1/4 \text{ in}$
纵梁与横梁	高 纵梁 ± 1 , 横梁 ± 1.5	± 3	$\pm (1/8 + h/500) \text{ in}$
	宽 ± 2	± 2	$\pm (1/8 + b/500) \text{ in}$
	长 纵梁 ± 0.5 横梁 ± 1.5	± 3	端部机加工的杆件 $\pm 1/32 \text{ in}$; 端部未加工的杆件: ① 长度小于等于 30 feet, $\pm 1/16 \text{ in}$; ② 长度大于 30 feet, $\pm 1/8 \text{ in}$; 其他杆件: $\pm 1/4 \text{ in}$

续上表

项 目	本 规 程	日本铁道构造物设计 标准及解说 (2000 版)	美国 AREMA 铁路工程手册 (2007 版)
联结系杆件	高 ± 1.5	± 2	$\pm (1/8 + h/500) \text{ in}$
	宽 ± 2.0	± 2	$\pm (1/8 + b/500) \text{ in}$
	长 ± 5	± 3	端部机加工的杆件 $\pm 1/32 \text{ in}$; 端部未加工的杆件: ① 长度小于等于 30 feet, $\pm 1/16 \text{ in}$; ② 长度大于 30 feet, $\pm 1/8 \text{ in}$; 其他杆件: $\pm 1/4 \text{ in}$
杆件弯曲	$\leq 2 (L \leq 4 \text{ m})$ $\leq 3 (4 \text{ m} < L \leq 16 \text{ m})$ $\leq 5 (L > 16 \text{ m})$	$L/1\,000$, 最大 8 L 为杆件长度 (mm)	$1/4 \text{ in}$ 或 $1/16 \text{ in} \times L/10$, 取大者, L 以 ft 计
腹板平面度	纵横梁 $h/500$, 且 不大于 5; 板梁 $h/350$, 且 不大于 8	$t \leq 10 \text{ mm}$ 时, $h/250$; $t > 10 \text{ mm}$ 时, $H/250$ 或 $2t/3$ 取小者; H 为腹板高 (mm) t 为腹板厚 (mm)	未加肋的为 $D/200\sqrt{t}$ 且 不大于 $0.75t$; 加肋的为 $D/100\sqrt{t}$ 且不大于 $1.5t$ 。 D 为 D_1 、 D_2 与 D_3 的较 小值; D_1 为纵向翼缘板 件或加肋肋之间横向距 离的最大值; D_2 为横向 板件或加肋肋之间纵向 距离的最大值; D_3 为模 板接触点与板件或腹板 之间的净距; t 为区格内 板件的最小厚度。以上 各值均以 in 计
杆件扭曲	≤ 3	—	箱形截面: $(1/16) \text{ in}/12 \text{ in} \times L/10$; 工字形截 面: $(1/8) \text{ in}/12 \text{ in} \times L/10$; L 为截面之间长度以 ft 计
翼缘倾斜	螺栓孔部分不大于 1 其余部分不大于 1.5	$b/200$	焊接工字形截面梁, 在构件的任意位置该 偏差不应超过: $b_1/100$ 或 $1/4 \text{ in}$, 取小者; 在任意支座位置该偏 差不应超过 $b_1/32 \text{ in}$

注: L —跨度 (m); H —主桁高 (m); B —主桁中心距 (m); d —钉孔直径;
 d_1 —螺栓直径; b —翼缘宽 (mm); h —杆件高度 (mm)。

附录 A 表 A 中增加了“电弧擦伤”、“焊瘤”缺陷的修补方法。

C.1.4 对已经评定过的同一强度级别钢材，允许冲击韧性标准高的代低的。

对已评定过的 Q370 及以下级别钢材，允许代替比其强度低的钢材的评定，高于 Q370 级钢材的评定结果不能互相代替。

《铁路钢桥制造规范》(TB 10212—98) 的根部间隙是指无衬垫的，对于有衬垫的根部间隙本次修订也进行了规定。如按原规定的根部间隙要求，在拼装场和桥上安装时很难保证。

车间防锈漆应该对焊缝质量没有影响，但经多年的焊接检验，实际上是有影响的。对于涂有车间防锈漆的母材，工艺评定时打磨掉的，生产中也应打磨掉。

C.2.1 当产品板厚确定时，试板厚度按表 C.2.1 和表 C.2.3 进行选取；当引用已评定合格的试验结果时，试板厚度可代替的产品板厚应符合表 C.2.1 和表 C.2.3 的规定。

C.2.2 对于不开坡口的手工焊角焊缝，试板厚度可参照表 C.2.2 埋弧自动焊评定试板的厚度选取。对已评定合格的不开坡口手工焊角焊缝，当有效厚度（喉厚） $< 10\text{ mm}$ 时，认可的产品焊缝有效厚度（喉厚）范围为 0.75 ~ 1.5 倍；对已评定合格的有效厚度（喉厚） $\geq 10\text{ mm}$ 的，认可产品焊缝有效厚度（喉厚）范围为 10 mm 以上的所有焊缝。

表 C.2.3 为了保证熔透角焊缝冲击试样的取样长度，盖板厚度应 $\geq 28\text{ mm}$ 。

C.3.3 样坯经冷矫正之后，塑、韧性均有下降趋势，因此，试样焊接时应控制变形，尽量避免冷矫正。

C.3.4 力学性能试验项目、试样数量与国内外有关标准对照见说明表 C.3.4。

说明表 C.3.4 力学性能试验项目、试样数量（个）对照

标准（规范）	接头形式	接头拉伸	焊缝拉伸	焊缝金属冲击		热影响区或熔合线冲击		弯曲			硬度（酸蚀）
				常温	低温	常温	低温	面	背	侧	
本规范	对接	1	1	—	3	—	3	—	—	1	1
	T 接	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
英国桥梁规范 BS5400	对接	1	—	—	3	—	3	2 ^①	2 ^①	—	1
	角焊缝	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
《日本工业标准》JIS Z 3040 焊接工艺评定试验方法	对接 $t < 19$	2	—	3	—	3	—	2	2	—	—
	$t \geq 19$	2	—	3	—	3	—	双面焊	单面焊	—	—
美国钢结构焊接规范 AWS	坡口焊缝	2	—	—	5 ^②	—	5 ^②	—	—	4	—
	T 形	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3

注：①当板厚大于 10 mm 时，用一个全截面侧弯代替面背弯；②合同或技术文件要求时作此项。

C.3.5 近年来由于钢材种类不断增加，冲击功要求的也各不相同。因此本次修改为各种钢材焊接接头的冲击功应不低于母材国家标准规定值。

C.4.1 试件的焊接条件应包括：焊接方法及焊接位置，焊接电流的种类及极性，或熔滴过渡形式，保护气体及流量，环境温度、湿度、预热温度及层间温度，单道焊或多道焊，单丝或多丝等。

E.0.1 为满足全熔透角焊缝和部分熔透角焊缝检验要求，参照《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》(GB 11345—1989)，比《铁路钢桥制造规范》(TB 10212—98) 增加了全熔透角焊缝和部分熔透角焊缝的距离一波幅曲线。

E.0.3 缺陷等级分类要求与有关标准对照见表说明表 E.0.3。

说明表 E.0.3 超声波探伤缺陷等级分类对照 (mm)

标 准	本 规 范	GB 11345	JB 4730	JIS Z 3060	
板 厚	10 ~ 56	8 ~ 300	8 ~ 120	≤8	>18 ~ 60
I 级焊缝	$t/4$ 最小 8	$t/3$ 最小 10	$t/3$ 最小 10	6	$t/3$
II 级焊缝	$t/2$ 最小 10	$2t/3$ 最小 12	$2t/3$ 最小 12	9	$t/2$

对接焊缝内部质量标准严于国家标准的相应规定,角焊缝内部质量标准与《铁路钢桥制造规范》(TB 10212—98)基本一致。

F.0.3 《金属熔化焊焊接接头射线照相》(GB/T 3323—2005)规定: I 级焊接接头和评定厚度小于 5 mm 的 II 级焊接接头内不计点数的圆形缺陷,在评定区内不得多于 10 个。考虑钢桥制造的特殊性本规范的规定比国标严格。

缺陷的综合评定,考虑钢桥制造的特殊性本规范规定在圆形缺陷评定区内,不允许同时存在圆形缺陷和条形缺陷。

表 G.0.3 《无损检测焊缝磁粉检测》(JB/T 6061—2007)规定线状显示允许的缺陷尺寸上限是 $L \leq 3$ mm,考虑钢桥制造的特殊性本规范规定 $L \leq 1.5$ mm。

近年来,铁路桥梁建设发展很快,新材料、新桥型、新结构不断涌现。在制造方面,需要不断采用新技术、新工艺、新设备,以适应快速发展的需要。本规范在编写中未涵盖的部分,需要在使用中予以补充。