

UDC

中华人民共和国行业标准

TB

P

TB 10212—98

铁路钢桥制造规范

Code for fabrication of railway steel bridge

1998-09-07 发布

1999-01-01 实施

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—98

主编单位：铁道部山海关桥梁工厂

批准部门：中华人民共和国铁道部

施行日期：1999年1月1日

中 国 铁 道 出 版 社

1999年·北 京

关于发布《铁路机务设备设计规范》等 12个铁路工程建设标准的通知

铁建函〔1998〕253号

《铁路机务设备设计规范》(TB 10004—98)、《铁路车辆设备设计规范》(TB 10005—98)、《铁路电力牵引供电设计规范》(TB 10009—98)、《铁路给水排水设计规范》(TB 10010—98)、《铁路房屋建筑设计标准》(TB 10011—98)、《铁路房屋暖通空调设计标准》(TB 10056—98)、《铁路红外线轴温探测系统设计规范》(TB 10057—98)、《铁路工程劳动安全卫生设计规范》(TB 10061—98)、《铁路电力牵引供电远动系统技术规范》(TB 10117—98)、《铁路电力牵引供电施工规范》(TB 10208—98)、《铁路钢桥制造规范》(TB 10212—98)和《铁路工程环境保护设计规范》(TB 10501—98)计12个标准,经审查,现批准发布,自1999年1月1日起施行。届时,《铁路机务设备设计规范》(TBJ 4—85)、《铁路车辆设备设计规范》(TBJ 5—85)、《铁路电力牵引供电设计规范》(TBJ 9—85)、《铁路给水排水设计规范》(TBJ 10—85)、《铁路房屋建筑及暖通空调设计规范》(TBJ 11—85)、《铁路电力牵引供电施工规范》(TBJ 208—86)、《铁路钢桥制造规则》(TBJ 212—86)和《铁路工程环境保护技术规定》(TBJ 501—87)计8个标准废止。

以上标准由部建设司负责解释,由铁道出版社和建设司标准科情所组织出版发行。

中华人民共和国铁道部
一九九八年九月七日

前 言

本规范是根据铁道部建设司建技〔1995〕91号文《关于调整一九九五年工程建设标准制修订计划的通知》的要求，对《铁路钢桥制造规则》(TBJ 212—86)进行全面修订而成。规范名称改为《铁路钢桥制造规范》。

本规范共分5章。主要内容有：总则、术语及符号、材料、制造和验收等。

本次修订吸收了我国多年来铁路钢桥制造的成功经验和科研成果，参考了国内外同行业标准，并考虑了当前技术与装备水平及发展的需要，对原规则做了全面修订。删去了工艺细则方面的内容，增加了验收方面的条款。

本规范由铁道部建设司负责解释。在执行本规范过程中，如发现需要修改和补充之处，请将意见及有关资料寄交铁道部山海关桥梁工厂（河北省秦皇岛市山海关南海西路35号，邮政编码：066205），并抄送铁道部建设司标准科情所（北京市朝外大街227号，邮政编码：100020），供今后修订时参考。

本规范主编单位：铁道部山海关桥梁工厂。

本规范主要起草人：麻世涛、张金铎、李秀文、庄洪来。

目 次

1 总 则	1
2 术语、符号	2
2.1 术 语	2
2.2 符 号	2
3 材 料	3
4 制 造	4
4.1 一般规定	4
4.2 作样、号料与切割	4
4.3 零件矫正与弯曲	5
4.4 边缘加工	6
4.5 制 孔	8
4.6 组 装	10
4.7 焊接和焊接检验	13
4.8 杆件矫正	17
4.9 试 装	21
4.10 涂 装	23
5 验 收	24
附录 A 钢材及加工缺陷的修补	30
附录 B 专用沉头螺栓	31
附录 C 焊接工艺评定	32
C.1 一般要求	32
C.2 试 板	32
C.3 试验及检验	33
C.1 焊接工艺评定报告	35
附录 D 超声波探伤	36

附录 E 本规范用词说明	37
《铁路钢桥制造规范》条文说明	38

1 总 则

1.0.1 为统一铁路钢桥制造及验收的技术要求，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（以下简称钢桥）的工厂制造及验收；对所采用的新结构、新材料、新工艺，应先进行试验，并根据试验结果提出制造及验收所必需的补充标准。

1.0.3 钢桥制造及验收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。

1.0.4 钢桥制造及验收除应符合本规范外，尚应符合国家现行的有关强制性标准的规定。

2 术语、符号

2.1 术 语

2.1.1 杆件 member

组成钢桥的基本单元。其中弦杆、斜杆、竖杆、板梁主梁、纵梁、横梁、桥门楣梁、箱形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，拼接板及节点板为主要零件，其余为次要零件。

2.1.3 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
- k ——截面高度
- k_f ——焊脚尺寸
- l ——长度、跨度
- s ——间距
- t ——厚度
- α ——角度
- Δ ——偏差、增量

3 材 料

3.0.1 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书外，还应进行复验，复验合格方能使用。

3.0.2 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；焊接与涂装材料应按有关规定抽样复验。

3.0.3 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。

4 制 造

4.1 一 般 规 定

4.1.1 制造厂应对设计图进行工艺性审查。当需要修改设计时必须取得原设计单位同意，并签署设计变更文件。

4.1.2 制造厂应根据设计图绘制施工图并编制制造工艺。

4.1.3 钢桥制造应根据施工图和制造工艺进行。

4.2 作样、号料与切割

4.2.1 作样和号料应根据施工图和工艺文件进行，并按要求预留余量。

4.2.1 作样的允许偏差应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 作样允许偏差 (mm)

项 目	允 许 偏 差
两相邻孔中心线距离	± 0.5
对角线、两极边孔中心距离	± 1.0
孔中心与孔群中心线的横向距离	0.5
宽度、长度	$+0.5$ -1.0
曲线样板上任意点偏离	1.0

4.2.3 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、清理后再号料，号料尺寸允许偏差为 ± 1.0 mm。

4.2.4 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。

4.2.5 手工焰切仅适用于工艺特定的零件，其尺寸允许偏差应

为 ± 2.0 mm。

4.2.6 精密（数控、自动、半自动）切割后边缘不进行机加工的零件，应符合下列要求：

- 1 切割面符合表 4.2.6 的规定；
- 2 尺寸允许偏差符合本规范表 4.4.4—1 或表 4.4.4—2 的规定；
- 3 切割面的硬度不超过 HV350；
- 4 主要杆件的外露边，应对焰切起始侧倒角，倒角半径为 0.5~2.0 mm。

表 4.2.6 切割面质量

项 目	主 要 零 件	次 要 零 件
表面粗糙度	25 √	50 √
崩 坑	不 允 许	1 000 mm 长度内允许有一处 1.0 mm
塌 角	圆角半径不大于 0.5 mm	
切割面垂直度	$\leq 0.05t$ ，且不大于 2.0 mm	

4.2.7 型钢切割线与边缘垂直度允许偏差应为 2.0 mm。

4.2.8 崩坑缺陷的修补应符合本规范附录 A 的规定。

4.3 零件矫正与弯曲

4.3.1 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或损伤。

4.3.2 采用热矫时，加热温度应控制在 600~800 ℃；温度降至室温前，不得锤击钢材。

4.3.3 零件矫正允许偏差应符合表 4.3.3 的规定。

表 4.3.3 零件矫正允许偏差 (mm)

项 目	允 许 偏 差	
钢板平面度	每 米	1.0
钢板直线度	$l \leq 8 \text{ m}$	3.0
	$l > 8 \text{ m}$	4.0
型钢直线度	每 米	0.5
角钢肢垂直度	全长范围	0.5 ①
角肢平面度	连接部位	0.5
	其 余	1.0
工字钢槽钢腹板平面角	连接部位	0.5
	其 余	1.0
工字钢槽钢翼缘垂直度	连接部位	0.5
	其 余	1.0

注：①用角式样板卡样时，角度不得大于 90° 。

4.3.4 主要零件冷作弯曲时，环境温度不宜低于 -5°C ，内侧弯曲半径不得小于板厚的 15 倍；小于者必须热煨，热煨温度应控制在 $900 \sim 1000^\circ\text{C}$ 。弯曲后的零件边缘不得产生裂纹。

4.3.5 零件冷矫时的环境温度不宜低于 -12°C 。

4.4 边 缘 加 工

4.4.1 机加工零件的边缘加工深度不得小于 3 mm（当边缘硬度不超过 HV350 时，加工深度不受此限），加工面粗糙度 R_a 不得大于 $25 \mu\text{m}$ 。

4.4.2 顶紧传力面的粗糙度 R_a 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板厚的 1%，且不得大于 0.3 mm。

4.4.3 零件应磨去边缘的飞刺、挂渣，使断面光滑匀顺。

4.4.4 零件加工尺寸的允许偏差应符合表 4.4.4—1 或表 4.4.4—2 的规定。

表 4.4.4—1 零件加工尺寸允许偏差 (mm)

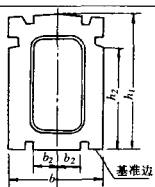
名 称	范 围	允 许 偏 差	
		宽 度	孔 边 距
板梁主梁, 桁梁的弦、斜、竖杆, 纵、横梁, 平联杆件 ①	盖板 (工形)	± 2.0	—
	竖板 (箱形)	± 1.0	—
	腹 板	②	—
主桁节点板	三 边	—	± 2.0
座板	四 边	± 1.0	—
拼接板, 鱼形板, 桥门弯板	两 边	± 2.0	—
支承节点板, 拼接板, 支承角	支承边端	—	$+0.5$ $+0.3$
平联、横联节点板	焊 接 边	—	± 0.3
箱形杆件内隔板	四 边	$+0.5$ 0 ③	—

注: ① 长度不大于 10 m 的直线度允许偏差为 2.0 mm, 10 m 以上者为 3.0 mm, 且不得有锐弯;

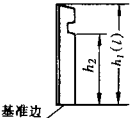
② 腹板宽度必须按盖板厚度及焊接收缩量配制;

③ 箱形杆件内隔板板边垂直度偏差不得大于 0.5 mm。

表 4.4.4—2 箱形梁零件加工尺寸允许偏差 (mm)

名称	范围	允 许 偏 差		图 例
盖 板	周 板	长 度	$+2.0$ -1.0	
		宽 度	$+2.0$ 0	
腹 板	周 板	长 度	$+2.0$ -1.0	
		宽 度	①	
隔 板	周 边	宽 b_1	$+0.5$ 0	
		高 h_1	$+0.5$ -0.5	
		对角线差	1.0	
		垂 直 度	$h_1/2000$	
		缺口定位尺寸 b_2, h_2	$+2.0$ 0	

续表 4.4.4—2

名称	范围	允 许 偏 差		图 例
纵肋与横肋	按工艺文件	高 h_1	± 0.5	
		(长 l)	$\begin{pmatrix} 0 \\ -2.0 \end{pmatrix}$	
		缺口定位尺寸 h_2	$\begin{matrix} 0 \\ 0.2 \end{matrix}$	

注：①腹板宽度必须按盖板厚度及焊接收缩量配制。

4.4.5 坡口可采用机加工或精密切割，坡口尺寸及允许偏差应由焊接工艺确定。

4.5 制 孔

4.5.1 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。

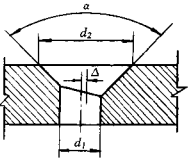
4.5.2 螺栓孔径允许偏差应符合表 4.5.2 的规定。

表 4.5.2 螺栓孔径允许偏差 (mm)

螺 栓 直 径	螺 栓 孔 径	允 许 偏 差
M12	14	$\begin{matrix} +0.5 \\ 0 \end{matrix}$
M16	18	$\begin{matrix} +0.5 \\ 0 \end{matrix}$
M20	22	$\begin{matrix} +0.7 \\ 0 \end{matrix}$
M22	24	$\begin{matrix} +0.7 \\ 0 \end{matrix}$
M24	26	$\begin{matrix} +0.7 \\ 0 \end{matrix}$
M27	29	$\begin{matrix} +0.7 \\ 0 \end{matrix}$
M30	33	$\begin{matrix} +0.7 \\ 0 \end{matrix}$

4.5.3 沉头螺栓孔应符合表 4.5.3 的规定，专用沉头螺栓应符合本规范附录 B 的规定。

表 4.5.3 沉头螺栓孔尺寸及允许偏差 (mm)

d_1	d_2	α	Δ
$24^{+0.7}_0$	46 ± 1.0	$90^\circ \begin{smallmatrix} -2^\circ \\ -4^\circ \end{smallmatrix}$	0.7
$26^{+0.7}_0$	51 ± 1.2	$90^\circ \begin{smallmatrix} -2^\circ \\ -4^\circ \end{smallmatrix}$	0.7
简 图			

4.5.4 螺栓孔距允许偏差应符合表 4.5.4 的规定；有特殊要求的孔距偏差应符合设计文件的规定。

表 4.5.4 螺栓孔距允许偏差 (mm)

项 目		允 许 偏 差		
		主 要 杆 件		次 要 杆 件
		桁梁杆件	板梁主梁	
两相邻孔距		± 0.4	± 0.4	$\pm 0.4 (\pm 1.0) ②$
多组孔群两相邻孔群中心距		± 0.8	± 1.5	$\pm 1.0 (\pm 1.5) ②$
两端孔群中心距	$l \leq 11 \text{ m}$	± 0.8	$\pm 4.0 ①$	± 1.5
	$l > 11 \text{ m}$	± 1.0	$\pm 8.0 ①$	± 2.0
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	—

注：① 连接支座的孔群中心距允许偏差；

② 括号内数值为人检结构的允许偏差。

4.5.5 枢孔直径允许偏差应为 $\pm 0.2 \text{ mm}$ ，拉力杆件两端枢孔外缘至外缘或压力杆件两端枢孔内缘至内缘之距离允许偏差应为 $\pm 0.5 \text{ mm}$ 。

4.6 组 装

4.6.1 钢板接料必须在杆件组装前完成，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型或 T 字型，T 字型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 杆件组装时应将相邻焊缝错开，错开的最小距离应符合图 4.6.1 的规定。

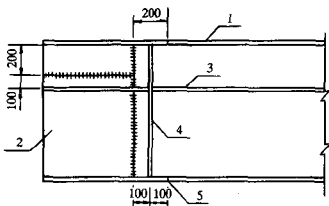


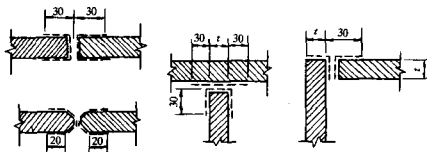
图 4.6.1 焊缝错开的最小距离

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。

4.6.2 采用埋弧焊、 CO_2 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 4.6.2 的规定。

4.6.3 采用先孔法的杆件，组装时必须以孔定位，用胎型组装时每一定位孔群不得少于用 2 个冲钉，冲钉直径不得小于设计孔径 0.1 mm。

4.6.4 杆件组装允许偏差应符合表 4.6.4 的规定。



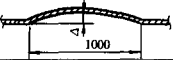
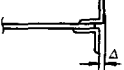
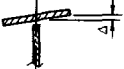
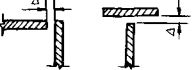


(a) 对接接头

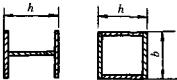
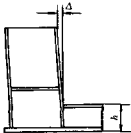
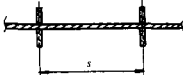
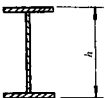
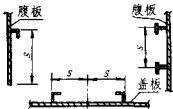
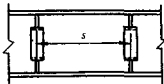
(b) T型接头

图 4.6.2 组装前的清除范围

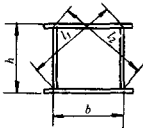
表 4.6.4 杆件组装允许偏差 (mm)

序号	图 例	项 目	允许偏差
1		对接高低差	$1.0(t \geq 25)$ $0.5(t < 25)$
		对接间隙 b	1.0
2		盖板中心与腹板中心线偏移	1.0
3		梁腹板平面度	1.0
4		组合角钢肢高低差	0.5(结合处) 1.0(其他处)
5		盖板倾斜	0.5
6		组装间隙	0.5

续表 4.6.4

序号	图 例	项 目	允许偏差
7		桁梁工形、箱形杆件高度 h	$+1.5$ 0
		桁梁箱形杆件对角线差	2.0
		桁梁箱形杆件宽度 b	± 1.0 (有拼接时)
8		焊接整体节点的内侧大节点板垂直度	1.5
		高度 h	$+1.5$ 0
9		板梁、纵、横梁加劲肋间距 s	± 1.0 (有横向联结) ± 3.0 (无横向联结)
10		纵、横梁高度 h	$+1.5$ 0
		板梁高度 h	$+2.0$ 0 ($h \leq 2 \text{ m}$) $+4.0$ 0 ($h > 2 \text{ m}$)
11	磨光顶紧	局部缝隙	0.2
12		箱形梁盖、腹板的纵肋、横肋间距 s	± 1.0
13		箱形梁隔板间距 s	± 2.0

续表 4.6.4

序号	图 例	项 目	允许偏差
14		箱形梁高度 h	$+2.0$ ($h \leq 2$ m) 0 $+4.0$ ($h > 2$ m) 0
		箱形梁宽度 b	± 2.0
		箱形梁横断面 对角线差	3.0
		箱形梁旁弯 f	5.0

4.6.5 组装定位焊应符合本规范第 4.7.7 条的规定。

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

4.6.7 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、轧制方向及坡口必须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。

4.7 焊接和焊接检验

4.7.1 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。

4.7.2 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。

4.7.3 焊接工作宜在室内进行，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。

4.7.4 焊接前必须彻底清除等焊区域内的有害物，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。

4.7.5 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%。

4.7.6 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。

4.7.7 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；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，对于开裂的定位焊缝，必须先查明原因，然后再清除开裂的焊缝，关在保证杆件尺寸正确的条件下补充定位焊。

4.7.8 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。

4.7.9 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。

4.7.10 焊缝磨修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、焊坡或余高等超出本规范表 4.7.11—1 规定的上限值的焊缝及小于 1 mm 且超差的咬边必须修磨匀顺；

4 焊缝咬边超过 1 mm 或焊脚尺寸不足时，可采用手弧焊进行返修焊；

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，必须将焊缝清除部位的两端刨成 1:5 的斜坡；

8 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。

4.7.11 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 4.7.11—1 的规定;

表 4.7.11—1 焊缝外观质量标准(mm)

项 目	焊 缝 种 类	质 量 标 准
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
咬 边	受拉杆件横向对接焊缝及竖加劲肋角焊缝(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
焊脚尺寸	主要角焊缝	$h_f^{+2.0}_0$
	其他角焊缝	$h_f^{+2.0}_{-1.0}$ ①
焊 波	角焊缝	≤ 2.0 (任意 25 mm 范围高低差)
余 高	对接焊缝	≤ 3.0 (焊缝宽 $b \leq 12$)
		≤ 4.0 ($12 < b \leq 25$)
		$\leq 4b/25$ ($b > 25$)
余高铲磨后表面	横向对接焊缝	不高于母材 0.5
		不低于母材 0.3
		粗糙度 ∇

注: ① 手工角焊缝全长的 10% 允许 $h_f^{+3.0}_{-1.0}$ 。

2 箱形杆件棱角焊缝探伤的最小有效厚度为 $\sqrt{2}t$ (t 为水平板厚度, 以 mm 计);

3 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;

4 焊缝超声波探伤内部质量分级应符合表 4.7.11—2 的规定；

表 4.7.11—2 焊缝超声波探伤内部质量等级

项 目	质量等级	适 用 范 围
对接焊缝	I	主要杆件受拉横向对接焊缝
	II	主要杆件受压横向对接焊缝、纵向对接焊缝
角焊缝	II	主要角焊缝

5 焊缝超声波探伤范围和检验等级应符合表 4.7.11—3 的规定；距离一波幅曲线灵敏度及缺陷等级评定应符合本规范附录 D 的规定；其他要求应符合现行国家标准《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》(GB 11345) 的规定；

表 4.7.11—3 焊缝超声波探伤范围和检验等级(mm)

焊缝质量级别	探伤比例	探 伤 部 位	板 厚	检 验 等 级
I、II 级横向对接焊缝	100%	全长	10~46	B
			>46~56	B(双面双侧)
II 级纵向对接焊缝	100%	焊缝两端各 1 000	10~46	B
			>46~56	B(双面双侧)
II 级角焊缝	100%	两端螺栓孔部位并延长 500, 板梁主梁及纵、横梁跨中加探 1 000	10~46	A
			>46~56	B(双面单侧)

6 主要杆件受拉横向对接焊缝应按接头数量的 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；

7 焊缝的射线探伤应符合现行国家标准《钢熔化焊对接接头照相和质量分级》(GB 3323) 的规定, 射线照相质量等级为 B 级；焊缝内部质量为 II 级；

8 进行局部超声波探伤的焊缝, 当发现裂纹或较多其他缺陷时, 应扩大该条焊缝探伤范围, 必要时可延至全长；进行射线探伤的焊缝, 当发现超标缺陷时应加倍检验；

9 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。

4.7.12 产品试板检验应符合下列要求：

1 受拉横向对接焊缝应按表 4.7.12 规定的数量焊接产品试板，经探伤后进行接头拉伸、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 4.7.12 产品试板数量

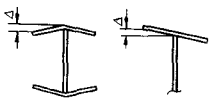
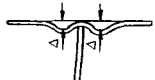
接头长度 (mm)	接头数量	产品试板数量
≤ 400	15	1
$> 400 \sim 1\,000$	10	1
$> 1\,000$	5	1

2 若试验结果不合格，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接头进行处理。

4.8 杆件矫正

4.8.1 杆件矫正的允许偏差应符合表 4.8.1—1 和表 4.8.1—2 的规定。

表 4.8.1—1 板梁、桁梁杆件矫正允许偏差 (mm)

图 例	项 目	允许偏差
	盖板对腹板的垂直度	0.5 (有孔部位)
		1.5 (其余部位)
	盖板平面度	0.3 (有孔部位)
		1.0 (其余部位)

续表 4.8.1—1

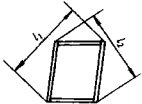
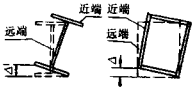
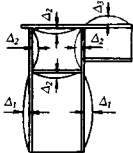
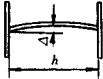
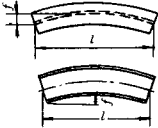

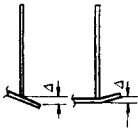

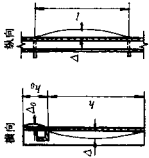
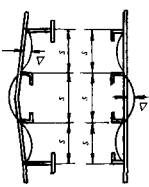
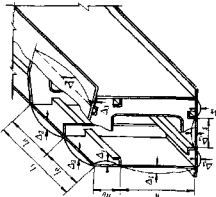
图 例	项 目	允许偏差
	箱形杆件对角线差	2.0
	工形、箱形杆件的扭曲	3.0
	整体节点板平面度	$\Delta_1: 2.0$ $\Delta_2: 1.0$ $\Delta_3: 1.5$
	板梁、纵、横梁腹板平面度	$h/500$ 且不大于 5.0
	工形、箱形杆件的弯曲纵、横梁的旁弯	$2.0 (l \leq 4\,000)$ $3.0 (4\,000 < l \leq 16\,000)$ $5.0 (l > 16\,000)$
	板梁、纵、横梁的拱度	$+3.0$ 0 (不设拱度) $+10.0$ -3.0 (设拱度)

表 4.8.1—2 箱形梁矫正允许偏差(mm)

图 例	项 目	允 许 偏 差	
	盖板对腹板的垂直度	有孔部位	1.0
		其余部位	3.0
	隔板弯曲	横 向 纵 向	2.0
	腹板平面度	有孔部位	2.0
		横 向	$h/250$
		纵 向	$l/500$

续表 4.8.1-2

图 例	项 目	允 许 偏 差
	盖板平面度	有孔部位 2.0
		横向 $s/250$
		纵向 4 m 范围 4.0
	腹板平面度	横向 Δ_1 $h/250$ 且不大于 3.0
		纵向 Δ_2 $l_0/500$ 且不大于 5.0
	盖板平面度	横向 Δ_3 $s/250$ 且不大于 3.0
		纵向 Δ_4 $l_1/500$ 且不大于 5.0
扭 曲	每米 1, 且每段不大于 10	

4.8.2 矫正后的杆件表面不得有凹痕和其他损伤。

4.8.3 冷矫时应缓慢加力，室温不宜低于 5℃，冷矫总变形量不得大于 2%。

4.8.4 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。

4.9 试 装

4.9.1 钢桥应按试装图进行厂内试装。

4.9.2 对新设计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 10~20 孔试装一次。

4.9.3 试装应在测平的台凳上进行，杆件应处于自由状态。板梁整孔试装，简支桁梁试装长度不宜小于半跨，连续梁应包括所有变化节点。

4.9.4 试装时，必须使板层密贴，冲钉不得少于螺栓孔总数的 10%，螺栓不得少于螺栓孔总数的 20%。

4.9.5 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。

4.9.6 试装时，必须用试孔器检查所有螺栓孔。主桁的螺栓孔应 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。

4.9.7 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%。

4.9.8 板梁试装的主要尺寸应符合表 4.9.8 的规定。

表 4.9.8 板梁试装主要尺寸允许偏差 (mm)

项 目	允许偏差	说 明
梁 高 h	± 2	$h \leq 2 \text{ m}$
	± 4	$h > 2 \text{ m}$
跨 度 l	± 8	支座中心至中心
全 长	± 15	全桥长度
主梁中心距	± 3	—
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
平联节间对角线差	3	—
横联对角线差	4	—
主梁倾斜	5	—
支点高低差	3	支座处三点水平时, 另一点翘起高度

4.9.9 桁梁试装的主要尺寸应符合表 4.9.9 的规定。

表 4.9.9 桁梁试装的主要尺寸允许偏差 (mm)

项 目	允许偏差	说 明
桁 高	± 2	上下弦杆中心距离
节间长度	± 2	—
旁 弯	$l/5\ 000$	桥面系中线与其试装全长 l 的两端中心所连接直线的偏差
试装全长	± 5	$l \leq 50\ 000$
	$\pm l/10\ 000$	$l > 50\ 000$
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)
对 角 线	± 3	每个节间
主桁中心距	± 3	—

4.9.10 试装应有详细检查记录, 经工厂鉴定合格后方可批量生产。

4.10 涂 装

4.10.1 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。

4.10.2 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。

4.10.3 钢桥出厂后, 喷铝涂层的保质期应为半年。

5 验 收

5.0.1 钢桥制造完成后应按照施工图和本规范进行验收。



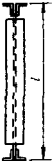
5.0.2 板梁、桁梁杆件、箱形梁的基本尺寸应符合下列要求：

- 1 板梁基本尺寸允许偏差应符合表 5.0.2—1 的规定；
- 2 桁梁杆件基本尺寸允许偏差应符合表 5.0.2—2 的规定；


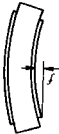

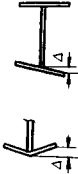
表 5.0.2—1 板梁基本尺寸允许偏差 (mm)

项 目	允 许 偏 差	说 明
梁 高 h	$\pm 2(h \leq 2 \text{ m})$	测量两端腹板处高度
	$\pm 4(h > 2 \text{ m})$	
跨 度 l	± 8	测量两支座中心距离
全 长	± 15	测量全桥长度
纵梁长度	$+0.5$ -1.5	测量两端角钢背至背之间距离
横梁长度	± 1.5	
纵梁高度	± 1	测量两端腹板处高度
横梁高度	± 1.5	
纵、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
主梁拱度 f	$+3$ (不设拱度) 0	梁卧置时在下盖板外侧拉线测量
	$+10$ (设拱度) -3	
纵、横梁拱度	$+3$ 0	梁卧置时在下盖板外侧拉线测量
两片主梁拱度差	4	分别测量两片主梁拱度, 求差值
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)
纵、横梁腹板平面度	$h/500$ 且不大于 5	
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
	1.5 (其余部位)	

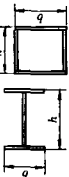

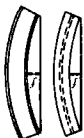

表 5.0.2—2 桁梁杆件基本尺寸允许偏差 (mm)

名称	项 目	允 许 偏 差	图 例	说 明
联 系 杆 件	高度 h	± 1.5		测量两端腹板处高度
	盖板宽度 b	± 2.0		每 2 m 测一次
	长度 l	± 5		测量全长
纵 横 梁	纵梁高度 h	± 1.0		测量两端腹板处高度
	横梁高度 h	± 1.5		
	盖板宽度 b	± 2.0		每 2m 测量一次
	纵梁长度 l	+0.5 -1.5		测量两端角钢背至背之间的距离
	横梁长度 l	± 1.5		

续表 5.0.2-2

名称	项 目	允 许 偏 差	图 例	说 明
纵 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
	上拱度 f	+3 0		梁卧置时,在下盖外侧拉线测量
	腹板平面度	$h/500$ 且不大于 5		用平尺测量
	盖板对腹板的垂直度 Δ	0.5(有孔部位) 1.5(其余部位)		用直角尺测量

续表 5.0.2—2

名称	项 目	允 许 偏 差	图 例	说 明
主 桁 杆 件	高度 h	± 1.0		测量两端腹板处高度
	盖板宽度 b	± 2.0 ①		每 2 m 测一次
	长度 l	± 5		测量全长
	工形杆件的盖板对腹板的垂直度 Δ	0.5(有孔部位) 1.5(其余部位)		用直角尺测量
	弯曲	2($l \leq 4\ 000$) 3($4\ 000 < l \leq 16\ 000$) 5($l > 16\ 000$)		拉线测量
	扭曲	3		杆件置于平台上,四角中有三角接触平台,悬空一角与平台间隙

注:①梯形杆件有拼接要求时为 ± 1.0 。

3 箱形梁基本尺寸允许偏差应符合表 5.0.2—3 的规定。

表 5.0.2—3 箱形梁基本尺寸允许偏差 (mm)

项 目	允 许 偏 差	说 明
梁 高	± 2 ($h \leq 2$ m)	测量两端腹板处高度
	± 4 ($h > 2$ m)	
跨 度 l	$\pm (5 + 0.15l)$	测两支座中心距离, l 以 m 计
全 长	± 15	—
腹板中心距	± 3	测两端腹板中心距
盖板宽度 b	± 4	—
横断面对角线差	4	测两端断面对角线差
旁 弯	$3 + 0.1l$	l 以 m 计
拱 度	$+10$ -5	—
支点高度差	5	—
腹板平面度	$h/250$ 且不大于 8	h 为盖板与加劲肋或加劲肋与加劲肋之间的距离
扭曲	每米 1, 且每段不大于 10	每段以两端隔板处为准

注: ① 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按施工文件要求办理;

② 箱形梁各项检查方法可参照板梁检查方法。

5.0.3 板梁、桁梁杆件、箱形梁的螺栓孔允许偏差应符合本规范第 4.5.2 条~第 4.5.4 条的规定。

5.0.4 钢桥出厂时, 应提交下列文件:

- 产品合格证;
- 钢材质量证明书或检验报告;
- 施工图、拼装简图;
- 工厂高强度螺栓摩擦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;
- 工厂试装记录 (有试装者);

——杆件发送表和包装清单。

5.0.5 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；焊缝应重按焊接杆件重量的 1.5% 计；产品试板应按实际重量计。

5.0.6 板梁、箱形梁应在进桥方向左侧近端、主梁腹板外侧上方设置桥牌，桁梁每片主桁应设置 2 个桥牌（由工地安装）。

5.0.7 钢桥杆件应在涂层干燥后进行包装，包装和存放应保证杆件不变形、不损坏、不散失，包装和发运应符合运输的有关规定。

附录 A 钢材及加工缺陷的修补

A.0.1 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 1 mm 时，应在补焊后磨修匀顺。

A.0.2 钢材局部边缘的层状裂纹深度不超过 5 mm 时，可先按本规范第 4.7.10 条第 5、6 款的规定清除裂纹后补焊并磨修。

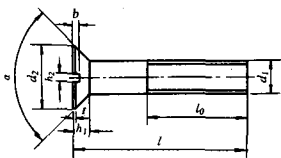
A.0.3 当气割边缘的切口或崩坑深度小于 2 mm 时，可磨修匀顺，当深度超过 2 mm 时，应在铲磨出坡口后补焊与磨修。

A.0.4 对于弯曲加工时产生的边缘裂纹，应在查明原因后按本附录 A.0.2 条的规定处理。

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	a
22	$42_{-0.62}^0$	4 ± 0.30	$4_{0}^{+0.20}$	1	(11)	$90^\circ \pm 2^\circ$
24	$47_{-0.62}^0$	4 ± 0.30	$4_{0}^{+0.30}$	1	(12.5)	$90^\circ \pm 2^\circ$
简 图						

附录 C 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 首次采用的钢材和焊接材料必须进行评定，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：

- 钢种改变；
- 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 $\pm 10\%$ 以上；
- 坡口形状和尺寸改变（坡口角度减少 10° 以上，钝边增大2 mm以上，根部间隙变化2 mm以上）；
- 预热温度低于规定值下限温度 20°C ；
- 电流种类及极性改变或电弧金属过渡方式改变；
- 加入或取消粉状或粒状填充金属或切断的金属丝；
- 母材焊接部位涂车间防锈漆时。

C.1.4 凡“评定”均应进行对接接头试验和T型接头试验。

C.2 试板

C.2.1 试板宜选用碳、磷、硫等化学成分偏标准上限且冲击韧性偏标准下限的母材制备。

C.2.2 对接接头试板可按产品的每一板厚范围在表C.2.2中选

择一种试板厚度。

表 C.2.2 对接接头试板厚度 (mm)

产 品 厚 度	试 板 厚 度
8~16	12~16
17~32	24~32
33~56	33~56

C.2.3 T型接头试板可按每一焊脚尺寸在表 C.2.3 中选择一种盖、腹板厚度组合。

表 C.2.3 T型接头试板厚度 (mm)

焊 脚 尺 寸	试 板 厚 度	
	腹 板 厚	盖 板 厚
6.5×6.5	10~16	12~16
8×8	12~25	17~25
10×10	24~32	26~40
12×12	33~56	33~56

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,自动焊不得小于 600 mm,手工焊、CO₂ 气体(混合气体)保护焊不得小于 400 mm。

C.2.5 试件的制作应符合本规范的技术要求。

C.3 试验及检验

C.3.1 焊缝的外观质量应符合本规范第 4.7.11 条第 1 款的规定。

C.3.2 对接焊缝应沿焊缝全长进行超声波探伤,质量等级为 I 级;并在 200~300 mm 的长度范围进行 X 射线照相,质量应符合本规范第 4.7.11 条第 7 款的规定。

C.3.3 角焊缝应沿焊缝全长进行超声波探伤,质量等级为 II 级。

C.3.4 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。试样加工前允许样坯冷矫正。

C.3.5 机械性能试验项目、试样数量及试验方法应符合表 C.3.5 的规定。

表 C.3.5 机械性能试验项目、试样数量 (个)

试件型式	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	1	
	低温冲击试验	6 ②	
	接头硬度试验	1	
T 型接头试件	焊缝金属拉伸试验	1	
	接头硬度试验	1	

注：① 弯曲角 $\alpha=180^\circ$ ；

② 缺口开在焊缝中心及熔合线外 1.0 mm 处各 3 个。

C.3.6 机械性能试验验收应符合下列规定：

1 当拉伸试验结果 (屈服强度、抗拉强度及拉棒的延伸率) 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 16Mnq 钢 - 40℃ A_{ku} 及其他材料 - 20℃ A_{kv} 的规定值为 27 J。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倍规定值),则仍可判为合格,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 机械性能试验结束后,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。

C.3.7 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;焊缝成型系数应为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:

- 母材和焊接材料的牌号、规格、化学成分和机械性能等;
- 试板图;
- 试件的焊接条件及施焊工艺参数;
- 焊缝检验结果;
- 机械性能试验及宏观断面酸蚀试验结果;
- 结论。

附录 D 超声波探伤

D.0.1 超声波探伤的距离—波幅曲线灵敏度应符合表 D.0.1 的规定。

表 D.0.1 超声波探伤距离—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	$\phi 3 \times 40-6\text{dB}$	$\phi 3 \times 40-14\text{dB}$	$\phi 3 \times 40-20\text{dB}$
	>46~56	$\phi 3 \times 40-2\text{dB}$	$\phi 3 \times 40-10\text{dB}$	$\phi 3 \times 40-16\text{dB}$
角焊缝Ⅱ级	10~25	$\phi 1 \times 2$	$\phi 1 \times 2-6\text{dB}$	$\phi 1 \times 2-12\text{dB}$
	>25~56	$\phi 1 \times 2+4\text{dB}$	$\phi 1 \times 2-4\text{dB}$	$\phi 1 \times 2-10\text{dB}$

注：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型试块。

D.0.2 超声波探伤缺陷等级评定应符合表 D.0.2 的规定；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。

表 D.0.2 超声波探伤缺陷等级评定 (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	10~56	$t/4$, 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	10~56	$t/2$, 最小可为 10	在任意 $4.5t$ 焊缝长度范围不超过 t
角焊缝Ⅱ级	10~56	$t/2$, 最小可为 10	

注：① 母材板厚不同时，按较薄板评定；

② 缺陷指示长度小于 8 mm 时，按 5 mm 计。

附录 E 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。

E.0.1 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”。

E.0.2 表示严格，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”。

E.0.3 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 根据建设部《工程建设标准编写规定》，本条为本规范的编制目的。

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规范的有关规定。

1.0.3 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

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、主要角焊缝都有不同的要求，本节根据桥梁结构特点，给出了这些术语的定义，以便操作。

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。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。

2.2

符号给予统一规定以便制造及验收。

3.0.1 钢桥制造常用钢材为碳素结构钢、普通低合金钢（热轧

或正火),其常用钢材、焊接材料、涂装材料现行标准见说明表 3.0.1—1~说明表 3.0.1—3。

说明表 3.0.1—1 钢 材

钢 号	标 准	说 明
16q、16Mnq、15MnVNq	桥梁用结构钢(YB/T 10—81)	正桥板材
Q235A	碳素结构钢(GB 700—88)	附属设备
16Mn	低合金结构钢(GB 1591—88)	型 材
14MnNbq	企标	正桥板材

说明表 3.0.1—2 焊接材料

种 类	型 号	标 准
焊 丝	H08A、H08E、H08MnA、H10Mn2、H08MnMoA	GB 4241—84
	H08Mn2SiA	GB 8110
焊 剂	HJ431、HJ350、SJ101、SJ301	GB 5293—85
焊 条	E4303、E4315、E4316、E5003、E5015、E5016	GB 5117—85
	E5515G	GB 51118—85

说明表 3.0.1—3 涂装材料

种 类	型 号	标 准
油 漆	F53—31 红丹酚醛底漆	ZBG 51090—87
	C53—31 红丹酚醛防锈漆	ZBG 51006—87
	S06—1 棕黄聚氨酯底漆	企标
	S04—2 灰聚氨酯面漆	企标
	H06—19 锌黄环氧酯底漆	ZBG 51095—81
	H01—4 环氧沥青厚浆底、面漆	企标
	C04—45 灰铝锌醇酸面漆	ZBG 51096—87
	C04—9 灰云铁醇酸面漆	企标
铝 材	二号防锈铝 LF2	GB 3190—82

3.0.2 原“规则”对钢材抽验数量没有明确规定,为使钢桥制造所用钢材质量得到保证,本规范对钢材抽验数量给以明确规定。

3.0.3 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。

4.1.1 工厂对设计图进行的工艺性审查应包括:

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

4.1.2 设计图应由制造厂转化为施工图。

4.1.3 施工图和工艺文件是钢桥制造的依据,必须严格执行。

4.2.2 样板(样条)是号料的依据,规定其允许偏差以保证号料的精度。

4.2.3 号料应使用经过检查合格的样板(样条),避免直接用钢尺所造成的过大偏差或看错尺寸而引起的不必要损失。

4.2.5 工艺特定的零件指的是不便采用自动或半自动切割边缘的零件。

4.2.6 国内外大量的实例和试验表明,精密切割面的质量达到表4.2.6的要求,硬度不超过HV350时,钢材(热轧或正火状态)的疲劳强度及其他力学性能不低于机加工时的水平。

4.3.3 原“规则”中,角钢肢平面度与工字钢、槽钢腹板平面度允许偏差连接部位为0.3,实际上目前国内型钢平面度达不到,本规范放宽到0.5,其余部位为1.0。

4.3.5 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。

4.4.5 焊接试验表明,精密切割对钢材的焊接性无不利影响,坡口可以采用精密切割。坡口尺寸及允许偏差由焊接工艺确定更合理。

4.5.2 孔径允许偏差向国家标准靠拢,根据国家现行标准《紧固件公差、螺栓、螺钉和螺母》和《公差与配合》的分级规定,

确定高强度螺栓孔精度介于 H14 与 H15 之间，见说明表 4.5.2。

说明表 4.5.2 螺栓孔径精度对照 (mm)

螺栓孔径	H14	H15	本规范
10~18	+0.43 0	+0.70 0	+0.50 0
18~30	+0.52 0	+0.84 0	+0.70 0

4.5.4 原“规则”中，螺栓孔按卡样和号孔两种制孔方法给出不同的孔距允许偏差，本规范改为按杆件重要程度和杆件长度规定孔距允许偏差。

原“规则”对孔距偏差规定过严，孙口黄河桥就将两端孔距偏差改为 ± 0.8 ，安装与运营都没问题。因此，本规范将两端孔距偏差改为 ± 0.8 ，对于长杆件，考虑到测量精度，两端孔距偏差定为 ± 1.0 。

4.6.1 板梁腹板和箱形梁盖、腹板接料可采用十字接头或 T 型接头，在交叉点处后焊的焊缝对先焊的焊缝有热处理作用。采用十字接头，便于将腹板纵向接料焊缝布置在受压区。

为避免焊缝集中的不利影响，组装时要求盖板与腹板接料焊缝、筋板与接料焊缝相互错开。

为将横向接料焊缝布置在孔群之外，规定了最小接料长度及横向接料焊缝到最近一排孔中心线的最小距离。

4.6.2 CO_2 气体（混合气体）保护焊是一种优质高效的焊接方法，允许在钢桥制造中采用。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。

4.6.4 表中增加了整体节点的组装允许偏差。

钢板平面度为每米允许 1.0 mm 偏差，要求组装间隙 0.3 mm，对于厚钢板是难以达到的，故本规范放宽到 0.5 mm。

根据生产经验，考虑到焊后收缩影响，将箱形杆件组装高度的允许偏差改为 $0 \sim +1.5$ mm。

4.6.6 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 型接头盖板较厚时，其盖板的引板可适当减薄。

4.6.7 产品试板的长度应根据试样数量（含再试验试样）确定，但至少应大于 400 mm；试板宽度应根据板厚、试样尺寸、探伤要求来确定，但最小为 150 mm。

4.7.2 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，焊工必须在施焊前明确工艺，并严格执行，以保证钢桥的焊接质量。

4.7.3 当低合金钢焊接环境温度低于 5℃ 或低碳钢焊接环境温度低于 0℃ 时，可另定工艺施焊。

湿度是影响焊接质量的因素之一，当湿度超过规定时可采取预热等工艺措施，确认排除了湿度对焊接的不利影响后方可施焊。

如果组装后的杆件长时间未焊接，坡口或间隙会积满污物，待焊区域将生锈，低氢焊条定位焊缝附近也易吸潮生锈，这都将影响焊接质量，如果时间超出 24 h，应根据不同情况，或对焊接区进行处理，或拆开除去有害物后重新组装。

4.7.4 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。多层焊的每一层也必须将熔渣及缺陷清理干净再焊下一层。

4.7.5 由于焊接材料行业的发展，新产品不断出现，另外，钢桥制造中所用钢种也在增多，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。

4.7.6 焊前预热包括组装定位焊、返修焊及所有焊缝的焊前预热。焊接性试验应符合现行国家标准《斜 Y 型坡口焊接裂纹试验方法》的规定，试板的碳当量应具有代表性，为使试验结果稳

定、可靠，在最终确定的预热温度下至少应有两组试板的有效结果，并应经焊接工艺评定合格。

4.7.7 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，对于长大杆件应适当增加定位焊缝长度，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。

4.7.8 为获得完好的焊缝，必须将起熄弧引到正式焊缝之外 80 mm。

4.7.10 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。

4.7.11 焊缝外观质量标准增加竖向加劲肋受压区腹板侧咬边的规定。原“规则”按焊接方法来规定焊脚尺寸允许偏差，本规范改为按焊缝重要程度来规定。

审定会确定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。

超声波探伤引用了现行国家标准《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》(GB 11345)，其中对距离一波幅曲线灵敏度和缺陷等级评定作出特殊规定。

对接焊缝射线探伤引用了《钢熔化焊对接接头照相和质量分级》(GB 3323) 标准，射线照相质量等级为 B 级，焊缝质量为 II 级。这样对接焊缝超声波探伤和射线探伤两种检测方法的质量要求基本一致。

4.7.12 产品试板是检验焊接质量的一种手段，故提出了明确的检验要求。产品试板应按 I 级对接焊缝要求进行超声波探伤。

原规定每五条受拉横向对接焊缝应焊一块试板，是基于原板接荒料的情况。

近年来，由于采用整体节点，制造中会出现大量的零件接料。相应的接料焊缝长度较短，若仍按原规定，试板数量太多。因此，根据接头长度的不同，定出相应的试板数量。

试验结果不合格,应查明原因,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,则仅对受影响的焊缝进行处理。

4.8.1 表 4.8.1—1 中箱形杆件断面竖板垂直度偏差改为对角线差,以便于检查。设拱度 f 的板梁,其拱度的允许偏差改为与成品验收一致。增加了整体节点的有关内容。

4.9.4 试装用冲钉和螺栓所占螺栓孔总数的比例参照日本规范有所减少,这样可使更多的螺栓孔进行试孔器检查;试装用螺栓的直径指设计选用的螺栓直径。

4.9.6 原规定螺栓孔 100% 自由通过较设计孔径小 0.75 mm 的试孔器,多年的生产情况表明这一要求过严。为保证钢桥的外形尺寸和拱度,主桁试装的过孔率未改变。仅将对钢桥外形尺寸和拱度影响不大的桥面系、连接系试装过孔率有所放宽。增加了对板梁螺栓孔重合率要求。

4.9.7 增加对磨光顶紧的要求。

4.9.8 在板梁制造中,过去采用扩孔套钻法钻螺栓孔,现在大多采用样板制孔。故增加此条。

4.10.3 工厂按合同规定交货时的高强度螺栓孔部位表面抗滑移系数不小于 0.55。

钢桥出厂后,喷铝涂层保质期为半年(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。

5.0.1 连接系杆件连接关系简单,高度公差放至 ± 1.5 ,对安装无影响。纵梁长度考虑到悬臂架设要求,将原公差 ± 1.0 改为 $-1.5 \sim +0.5$ 。横梁长度及高度公差也由 ± 1.0 改为 ± 1.5 。

当主桁杆件及纵梁两端螺栓孔范围高度偏差值大于 1 mm,但小于 2 mm 时,可将二盖板外侧端部磨成 1:10 的坡度,使杆件端部高度偏差保持在 1 mm 之内。

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 范	日 本 铁路钢桥制造规范	美 国 铁路钢桥设计手册 钢桥制造
试装全长		$\pm 5 \quad (L \leq 50 \text{ m})$ $\pm L/10 \ 000 \ (L > 50 \text{ m})$	$\pm (5 + 0.15L)$	—
桁 高		± 2	$\pm (4 + 0.5H)$	—
桁 宽		± 3	$\pm (3 + 0.5B)$ B —主桁中心距(m)	—
拱 度		$\pm 3 \quad (f \leq 60)$ $\pm 5f/100 \quad (f > 60)$	$+(3 + 0.15L)$ 最大 12 $-(3 + 0.05L)$ 最大 6	—
旁 弯		$\leq L/5 \ 000$	跨中 $3 + 0.1L$, 最大 12 20 m 之间; 5	—
钉孔通过率		$d-1.0$; 100% 通过	d_1+1 ; 100% 通过 d_1+3 ; 80% 停止	—
主桁杆件	高	± 1	± 2	$\pm (1/8 + h/500)$ in
	宽	± 2	± 2	$\pm (1/8 + b/500)$ in
	长	± 5	± 3	$\pm 1/8$ in
纵梁与横梁	高	纵梁 ± 1 , 横梁 ± 1.5	± 3	$\pm (1/8 + h/500)$ in
	宽	± 2	± 2	$\pm (1/8 + b/500)$ in
	长	纵梁 $^{+0.5}_{-1.5}$, 横梁 ± 1.5	± 3	$\pm 1/8$ in
联结系杆件	高	± 1.5	± 2	$\pm (1/8 + h/500)$ in
	宽	± 2	± 2	$\pm (1/8 + b/500)$ in
	长	± 5	± 3	$\pm 1/8$ in
杆件弯曲		$\leq 2 \quad (L \leq 4 \text{ m})$ $\leq 3 \quad (4 \text{ m} < L \leq 16 \text{ m})$ $\leq 5 \quad (L > 16 \text{ m})$	$L/1 \ 000$ 最大为 8	$1/4$ in 或 $1/16$ 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	$H/250$ 或 $2t/3$ 取小者	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 $1.5t$
杆件扭曲		≤ 3	—	$(1/16)$ in/ 12 in \times $L/10$, L 以 ft 计
翼缘倾斜		螺栓孔部分不大于 1 其余不小于 3	$b/200$	$b/100$ 或 $1/4$ in, 取 小者

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

5.0.2 将下承板梁中的纵、横梁长度及高度公差改为与桁梁相同。

5.0.4 钢桥出厂文件中,增加了高强度螺栓摩擦面抗滑移系数试验报告和产品试板的试验报告。

A.0.2 实际制造中发现的层状裂纹在 3 mm 以内的情况很少,考虑到过深的层状裂纹难以修复,故限制深度 5 mm 以内的层状裂纹可以补焊。

C.3.4 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.3.5 机械性能试验项目、试样数量与国内外有关标准对照见说明表 C.3.5。

说明表 C.3.5 机械性能试验项目、试样数量(个)对照

标准(规范)	接头型式	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 型	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
英国桥梁规范 BS 5400	对接	1	—	—	3	—	3	1①	1①	—	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	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	$t < 19$ $t \geq 19$	2 2	— —	3 3	— —	3 3	— —	2 2 双面焊	2 2 单面焊	— —	— —
美国钢结构 焊接规范 AWS	坡口焊缝	2	—	—	5 ②	—	5 ②	—	—	4	—
	T 型	—	—	—	—	—	—	—	—	—	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.3.6 在国外桥梁制造中,均已采用 V 型缺口冲击试样。近些年来,在国内的铁路钢桥制造中也采用了该类试样,如嫩江桥、九江长江桥、孙口黄河桥等。目前,各桥梁工厂都拥有 V 型缺

口试样的加工和试验设备，采用 V 型缺口试样的条件已成熟。因此，为向国际先进标准靠拢，本规范采用 V 型缺口冲击试样。但 16Mnq 钢仍用 U 型缺口冲击试样。

审定会确定 16Mnq 钢 - 40 ℃ A_{ku} 及其他材料的 - 20 ℃ A_{kv} 规定值为 27 J。当设计有特殊要求时， A_{kv} 的规定值及试验温度另行商定。冲击试验结果的验收引自英国桥梁标准 BS 5400 的相应规定。

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，或电弧过渡形式，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，单弧或多弧等。

D.0.1 对接焊缝超声波探伤 $\phi 3 \times 40$ 长横孔试块与原用 $\phi 2 \times 40$ 长横孔试块相比，两种长横孔的同声程差约为 2 dB。

D.0.2 缺陷等级评定要求与有关标准对照见表说明表 D.0.2。

说明表 D.0.2 超声波探伤缺陷等级评定对照 (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, 最大 30	$t/3$ 最小 10, 最大 30	6	$t/3$
II 级焊缝	$t/2$ 最小为 10	$2t/3$ 最小 12, 最大 50	$2t/3$ 最小 12, 最大 40	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原“规则”基本一致。