

ICS 29.240.99  
K 47



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 2694—2018  
代替 GB/T 2694—2010

## 输电线路铁塔制造技术条件

Specification of manufacturing for transmission line tower

2018-07-13 发布

2019-02-01 实施

国家市场监督管理总局  
中国国家标准化管理委员会 发布



## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义、符号 .....	2
3.1 术语和定义 .....	2
3.2 符号 .....	3
4 总则 .....	3
5 材料 .....	3
5.1 钢材 .....	3
5.2 焊接材料 .....	4
5.3 紧固件 .....	4
5.4 锌锭 .....	4
6 技术要求 .....	4
6.1 切断 .....	4
6.2 标识 .....	5
6.3 成型(制弯、压扁、开合角) .....	5
6.4 制孔 .....	6
6.5 清根、铲背和开坡口 .....	8
6.6 焊接 .....	8
6.7 焊接件装配 .....	13
6.8 矫正 .....	14
6.9 热浸镀锌 .....	15
6.10 试组装 .....	16
7 检验 .....	17
7.1 合格证 .....	17
7.2 检验项目 .....	17
7.3 检验要求及方法 .....	18
7.4 抽样方案和判定原则 .....	19
8 包装、标志、运输和贮存 .....	21
8.1 包装 .....	21
8.2 标志 .....	22
8.3 运输和贮存 .....	22
9 资料移交要求 .....	22
附录 A (规范性附录) 热浸镀锌层均匀性试验 硫酸铜试验方法 .....	23

附录 B (规范性附录)	热浸镀锌层附着性试验 落锤试验方法 .....	25
附录 C (规范性附录)	热浸镀锌层厚度测试 金属涂镀层测厚仪测试方法 .....	26
附录 D (规范性附录)	热浸镀锌层附着量测试 溶解称重试验方法 .....	27

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 2694—2010《输电线路铁塔制造技术条件》。

本标准与 GB/T 2694—2010 相比,除编辑性修改外主要技术变化如下:

- 修改了部分术语和定义、符号;
- 修改了钢材材质代号标识要求;
- 调整、增减了部分项目及其偏差要求;
- 修改了检验要求;
- 增加了资料移交要求。

本标准由中国电力企业联合会提出并归口。

本标准起草单位:电力工业电力设备及线路器材质量检验测试中心、青岛汇金通电力设备股份有限公司、常熟风范电力设备股份有限公司、山东中辰电力设备有限公司、南京大吉铁塔制造有限公司、重庆顺泰铁塔制造有限公司、安徽宏源铁塔有限公司、重庆江电电力设备有限公司、温州泰昌铁塔制造有限公司、江苏电力装备有限公司、青岛武晓集团有限公司、潍坊长安铁塔股份有限公司、浙江盛达铁塔有限公司。

本标准主要起草人:蔡鹏毅、李先进、顾小雷、马倩、符必川、平郎、戴刚平、王立新、柯拥军、刘锋、谢毅、陈炎兵、孙建军、李永刚、吴水汶。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB 2694—1981、GB/T 2694—2003、GB/T 2694—2010。



## 输电线路铁塔制造技术条件

### 1 范围

本标准规定了输电线路铁塔(以下统称“铁塔”)制造过程中的材料、技术要求、检验、包装、标志、运输和贮存。

本标准适用于输电线路角钢塔制造,电力微波塔、电力通信塔及类似钢结构制造可参照执行。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 41 1型六角螺母 C级
- GB/T 95 平垫圈 C级
- GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法
- GB/T 470 锌锭
- GB/T 699 优质碳素结构钢
- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 702 热轧钢棒尺寸、外形、重量及允许偏差
- GB/T 706 热轧型钢
- GB/T 709 热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差
- GB/T 805 扣紧螺母
- GB/T 985.1 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口
- GB/T 985.2 埋弧焊的推荐坡口
- GB/T 1591 低合金高强度结构钢
- GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分:按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划
- GB/T 2829 周期检验计数抽样程序及表(适用于对过程稳定性的检验)
- GB/T 3098.1 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱
- GB/T 3098.2 紧固件机械性能 螺母
- GB/T 3274 碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢板和钢带
- GB/T 3323 金属熔化焊焊接接头射线照相
- GB/T 3524 碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢带
- GB/T 5117 非合金钢及细晶粒钢焊条
- GB/T 5118 热强钢焊条
- GB/T 5293 埋弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求
- GB/T 5313 厚度方向性能钢板
- GB/T 5780 六角头螺栓 C级
- GB/T 6052 工业液体二氧化碳
- GB/T 6170 1型六角螺母
- GB/T 8110 气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝

- GB/T 9448 焊接与切割安全
- GB/T 10045 碳钢药芯焊丝
- GB/T 11345 焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定
- GB/T 12470 埋弧焊用热强钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求
- GB/T 13912 金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层 技术要求及试验方法
- GB/T 17493 低合金钢药芯焊丝
- GB/T 29711 焊缝无损检测 超声检测 焊缝中的显示特征
- GB/T 29712 焊缝无损检测 超声检测 验收等级
- GB 50661 钢结构焊接规范
- JB/T 3223 焊接材料质量管理规程
- JG/T 203 钢结构超声波探伤及质量分级法
- HG/T 3728 焊接用混合气体 氩-二氧化碳

### 3 术语和定义、符号

#### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

##### 3.1.1

**零件 part**

组成铁塔部件或构件的最小单元,如:角钢、钢板等。

##### 3.1.2

**部件 component**

由若干零件组成的单元,如:焊接件。

##### 3.1.3

**构件 element**

由零件、部件紧固联结组成的铁塔基本单元。

##### 3.1.4

**装配 assembling**

按照规定的精度和技术要求,将零件连接在一起使之成为部件的过程。

##### 3.1.5

**试组装 test assembling**

为检验构件或铁塔是否满足设计及安装质量要求进行的组装。

##### 3.1.6

**热浸镀锌 hot-dip galvanizing**

将经过除锈等前处理的钢铁制件浸入熔融的锌液中,在其表面形成锌和(或)锌-铁合金层的工艺过程和方法。

##### 3.1.7

**切断面垂直度 shearing section perpendicularity**

钢板或角钢切断面的倾斜程度。

##### 3.1.8

**角钢端部垂直度 angle sheared edge perpendicularity**

角钢切断边与棱线的倾斜程度。



## 3.1.9

**角钢准距** **rolled angle directrix**

角钢上螺栓孔中心距角钢背的垂直距离,通常分单排准距和双排准距。

## 3.1.10

**清根** **arc shoveled**

为保证角钢连接紧密而将外包角钢的内圆弧刨成直角。

## 3.1.11

**铲背** **chip heel**

为保证角钢连接紧密而将内贴角钢背棱角部分铲为光滑圆弧形。

## 3.2 符号

下列符号适用于本文件。

$a$  —— 间距、间隙、准距

$B$  —— 焊缝宽度

$b$  —— 宽度、钝边

$C$  —— 焊缝余高

$d$  —— 孔径

$e$  —— 偏心、位移

$f$  —— 挠曲、变形、弯曲度、直线度、平面度、预拱

$g$  —— 坡口宽度

$h$  —— 高度、垂直间距

$h_f$  —— 焊脚尺寸

$L$  —— 轮廓尺寸、长度

$P$  —— 倾斜、垂直度

$R$  —— 半径

$S$  —— 孔间距、排间距、端距、边距

$t$  —— 板、壁的厚度

$Z_0$  —— 重心

$\alpha$  —— 角度

$\delta$  —— 错边

## 4 总则

4.1 铁塔制造及检验应满足设计要求,当需要修改设计时,应征得设计单位的同意,并签署设计变更文件。

4.2 本标准未规定的应符合国家现行有关标准的规定。

4.3 采用新技术、新工艺、新材料时,应经过试验及验证评定合格。

4.4 铁塔生产过程应符合环境、安全和职业健康的规定。

## 5 材料

## 5.1 钢材

5.1.1 铁塔制造用钢材规格和等级应按设计要求选用,其各项质量指标应符合 GB/T 699、GB/T 700、GB/T 702、GB/T 706、GB/T 709、GB/T 1591、GB/T 3274、GB/T 3524、GB/T 5313 的规定,且应具有

出厂质量合格证明书,并经抽检合格后使用,钢材取样批次、数量应满足相关标准的要求。进口钢材的质量应符合设计和合同的规定。

5.1.2 钢材应具有可追溯标记,在制造过程中,如原有可追溯标记被分割,应于材料分割前完成标记的移植。

5.1.3 热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差,当设计或合同无特殊要求时,应符合 GB/T 709 的 N 类偏差要求。

5.1.4 边宽度大于 200 mm 的角钢弯曲度不应大于 2 mm/m,总弯曲度不应大于总长度的 0.2%。

5.1.5 钢材表面不应有裂缝、折叠、结疤、夹杂和重皮;表面有锈蚀、麻点、划痕时,其深度不应大于该钢材厚度负允许偏差值的 1/2,且累计误差应在负允许偏差范围内。

5.1.6 型钢不应有大于 5 mm 的毛刺。型钢的表面缺陷允许清除,但不应横向清除,清除处应圆滑无棱角,清除宽度不应小于清除深度的 5 倍,清除后的型钢尺寸偏差不应超出合同约定的负允许偏差。

## 5.2 焊接材料

5.2.1 焊条、焊丝、焊剂等焊接材料质量应符合 GB/T 5117、GB/T 5118、GB/T 5293、GB/T 8110、GB/T 10045、GB/T 12470、GB/T 17493 的规定。

5.2.2 焊条表面药皮不应有脱落、受潮现象;焊丝表面应光滑平整,不应有毛刺、划痕、锈蚀和氧化皮或其他对焊接性能及焊接设备操作性能有不良影响的杂质存在。

5.2.3 焊接气体应满足 GB/T 6052、HG/T 3728 的规定。

5.2.4 每种焊材第一次使用前应进行熔敷金属力学性能试验。

5.2.5 焊接材料的管理应符合 JB/T 3223 的规定。

## 5.3 紧固件

5.3.1 铁塔所使用的紧固件规格、等级及防腐形式应按设计文件要求选用,其产品质量应符合 GB/T 41、GB/T 95、GB/T 805、GB/T 3098.1、GB/T 3098.2、GB/T 5780、GB/T 6170 的规定。

5.3.2 8.8 级及以上的高强度螺栓应有强度和塑性试验的合格证明。

5.3.3 紧固件的镀锌层厚度应符合 GB/T 13912 的规定。

## 5.4 锌锭

锌锭的质量要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存应符合 GB/T 470 的规定。

## 6 技术要求

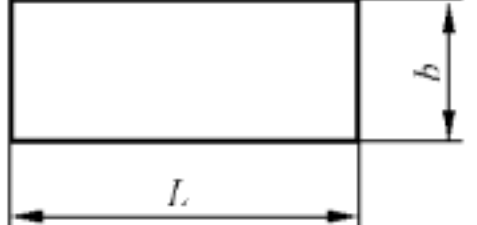
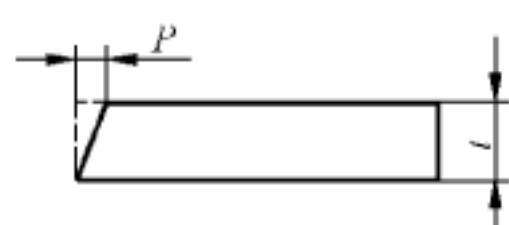
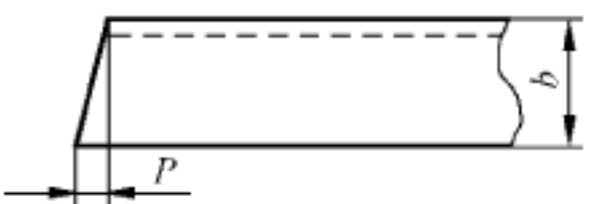
### 6.1 切断

6.1.1 钢材切断后,断口上不应有裂纹和大于 1.0 mm 的边缘缺棱,切断处切割面平面度不应大于  $0.05t$  ( $t$  为厚度),且不应大于 2.0 mm,割纹深度不应大于 0.3 mm,局部缺口深度允许偏差为 1.0 mm。

6.1.2 切断允许偏差应符合表 1 规定。

表 1 切断允许偏差

单位为毫米

项 目	允许偏差	示 意 图
长度 $L$ 或宽度 $b$	$\pm 2.0$	
切断面垂直度 $P$	$\leq t/8$ , 且 $\leq 3.0$	
角钢端部垂直度 $P$	$\leq 3b/100$ , 且 $\leq 3.0$	

## 6.2 标识

6.2.1 零件可按企业标识、工程代号(必要时)、塔型、零件号、钢材材质代号以钢字模压印标识。钢材材质应采用表 2 中代号标识。

表 2 钢材材质代号标识

钢材牌号	钢材质量等级		
	B	C	D
Q235	—	FC	FD
Q345	H	HC	HD
Q420	P	PC	PD
Q460	—	TC	TD

注：Q235B 材料不标识。

6.2.2 标识的钢印应排列整齐,字形不应有缺陷,字体高度为 8 mm~18 mm。材料厚度不大于 8 mm 时,钢印深度为 0.3 mm~0.6 mm,材料厚度大于 8 mm 时,钢印深度为 0.5 mm~1.0 mm,镀锌后应清晰可辨。钢印附近的钢材表面不应产生明显的凹凸面缺陷,并不应在边缘有裂纹或缺口。

6.2.3 钢印不应压在制孔、制弯、铣刨、焊接部位。

## 6.3 成型(制弯、压扁、开合角)

6.3.1 零件制弯、开合角,可采用室温下冷变形加工或均匀热变形加工,压扁应采用热变形加工。碳素结构钢在环境温度低于  $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、低合金结构钢在环境温度低于  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$  时,不应冷变形加工。钢板冷弯的最小曲率半径为 2 倍板厚。

6.3.2 零件制弯后,制弯处边缘应圆滑过渡,表面不应有裂纹和明显的折皱、凹面和损伤,划痕深度不应大于 0.5 mm。

6.3.3 零件制弯后,角钢边厚最薄处不应小于原公称厚度的 70%。

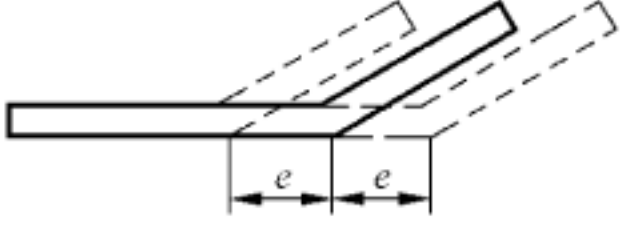
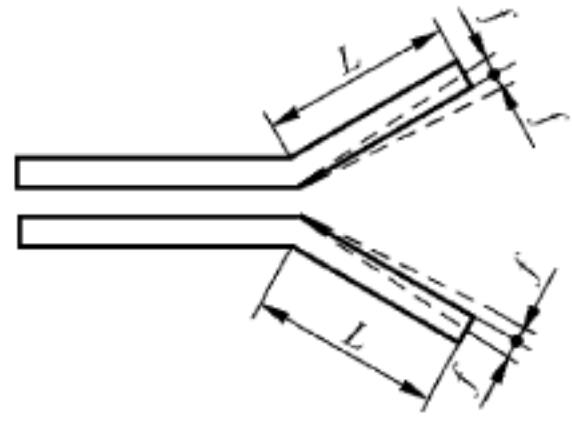
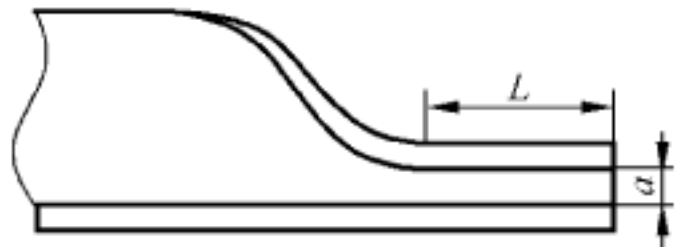
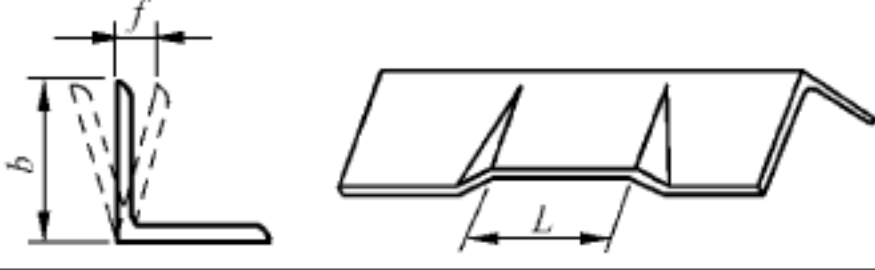
6.3.4 零件豁口制弯时,豁口处焊缝质量等级不应低于二级焊缝要求,且焊接处不应影响安装。豁口处填充材料时,该材料材质和厚度应与原零件相同。

6.3.5 零件压扁后,压扁部位应保留合理间隙以确保镀锌质量。

6.3.6 制弯、压扁、开合角允许偏差应符合表 3 规定。

表 3 制弯、压扁、开合角允许偏差

单位为毫米

项 目		允许偏差	示 意 图	
曲点(线)位移 $e$		2.0		
制弯 $f$	钢板	$5L/1\ 000$		
	接头角钢,不论边宽带大小	$1.5L/1\ 000$		
	非接头角钢	$b \leq 50$		$7L/1\ 000$
		$50 < b \leq 100$		$5L/1\ 000$
		$100 < b \leq 200$		$3L/1\ 000$
	$b > 200$	$2L/1\ 000$		
压扁	两肢间隙 $a$	$2 \pm 0.5$		
	长度 $L$	$+10.0$ $0$		
开合角	变形 $f$	$b/100$		
	长度 $L$	$+5.0$ $0$		
注: $b$ 为角钢边宽度。				

6.4 制孔

6.4.1 冲孔表面不应有明显的凹面缺陷,大于 0.3 mm 的毛刺应清除。制孔后孔壁与零件表面的边界交接处,不应有大于 0.5 mm 的缺棱或塌角。制孔的允许偏差应符合表 4 规定。

表 4 制孔的允许偏差

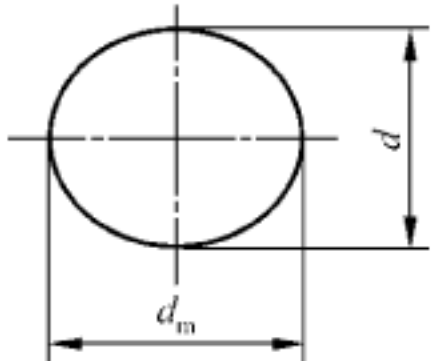
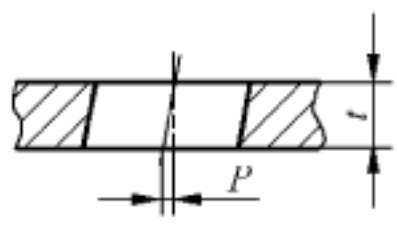
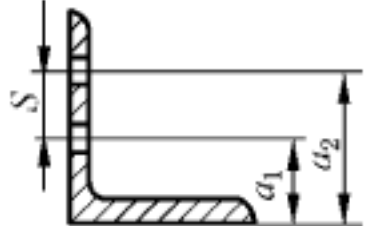
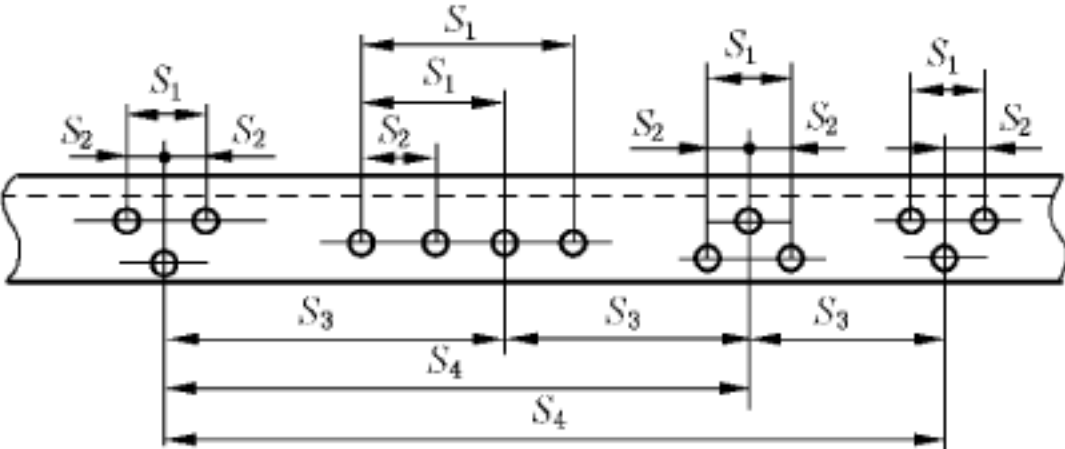
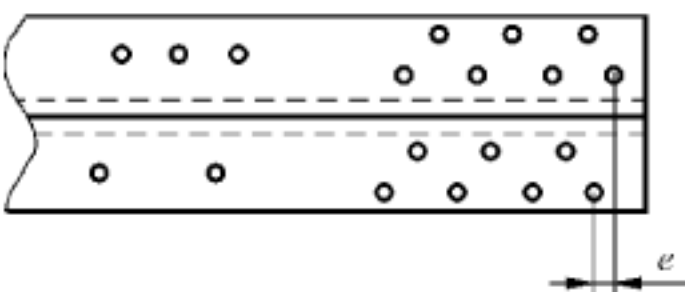
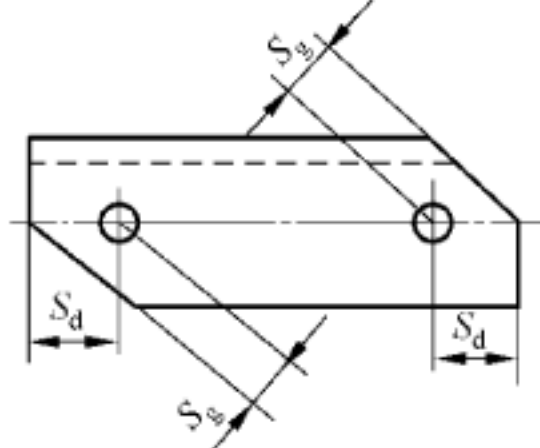
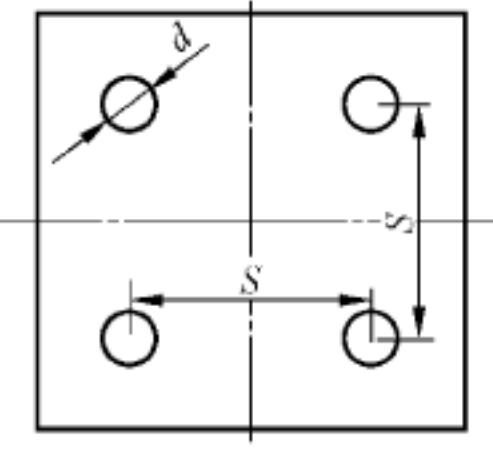
单位为毫米

项 目		允许偏差	示 意 图	
孔 径	镀锌前	$d$		
	镀锌后	$d$		$+0.5$ $-0.3$
		$d_1 - d$		$\leq 0.12t$



表 4 (续)

单位为毫米

项目		允许偏差	示意图	
孔圆度 $d_m - d$		$\leq 1.2$		
孔垂直度 $P$		$\leq 0.03t$ 且 $\leq 2.0$		
准距 $a_1, a_2$		$\pm 1.0$		
排间距离 $S$		$\pm 1.0$		
孔间距	同组内不相邻两孔距离 $S_1$	$\pm 1.0$		
	同组内相邻两孔距离 $S_2$	$\pm 0.5$		
	相邻组两孔距离 $S_3$	$\pm 1.0$		
	不相邻组两孔距离 $S_4$	$\pm 1.5$		
角钢接头处两面孔位移偏差 $e$		$\pm 1.0$		
端边距	端距和边距 $S_d$	$\pm 1.5$		
	切角边距 $S_g$	$\pm 1.5$		
塔脚底板	镀锌后孔径	$d \leq 80$	$\pm 1.0$	
		$d > 80$	$\pm 2.0$	
	孔间距 $S$		$\pm 2.0$	

注 1: 冲孔孔径的测量位置在其小径所在平面内进行。

注 2: 孔圆度中  $d$  为公称直径。

6.4.2 当钢材材质为 Q235 且厚度大于 16 mm、钢材材质为 Q345 且厚度大于 14 mm、钢材材质为 Q420 且厚度大于 12 mm、钢材材质为 Q460 的所有厚度及挂线孔均采用钻孔。

6.5 清根、铲背和开坡口

清根、铲背和开坡口的允许偏差应符合表 5 规定。

表 5 清根、铲背和开坡口的允许偏差

单位为毫米

项 目		允许偏差	示 意 图
清根	$t \leq 10$	+0.8 -0.4	
	$10 < t \leq 16$	+1.2 -0.4	
	$t > 16$	+2.0 -0.6	
铲背	长度 $L_1$	+5.0 -2.0	
	圆弧半径 $R_1$	+2.0 0	
开坡口	坡口角度 $\alpha$	$\pm 5^\circ$	
	钝边 $b$	$\pm 1.0$	

6.6 焊接

6.6.1 焊接工艺评定

首次采用的钢材、焊接材料、焊接方法、结构形式、预热、后处理等,在焊接施工前应按 GB 50661 进行焊接工艺评定,并编制焊接工艺规程和焊接作业指导书。

6.6.2 焊工资格

6.6.2.1 焊工应经过专门的基本理论和操作技能培训并考试合格取得合格证书。

6.6.2.2 焊工焊接的钢材种类、焊接方法和焊接位置等均应与焊工本人考试合格项目的适用范围相符。

6.6.3 焊接基本规定

6.6.3.1 定位焊的质量要求及工艺措施应与正式焊缝相同,应由持有效资格证书的焊工施焊。

6.6.3.2 焊接件的施焊范围不应超出焊接工艺评定的覆盖范围。

6.6.3.3 焊接现场环境应符合下列要求:

a) 焊条电弧焊,其焊接作业区最大风速不宜超过 8 m/s,气体保护电弧焊不宜超过 2 m/s,如果超出上述范围,应采取有效措施以保障焊接电弧区域不受影响。

b) 当焊接作业区处于下列情况之一时严禁施焊:

——相对湿度大于 90%;



- 焊件表面潮湿或暴露于雨、冰、雪中；
- 焊接作业条件不符合 GB/T 9448 的有关规定。
- c) 焊接环境温度低于 0℃ 但不低于 -10℃ 时,应采取加热或防护措施,应确保接头焊接处各方向不小于 2 倍板厚且不小于 100 mm 范围内的母材温度,不低于 20℃ 或规定的最低预热温度二者的较高值,且在焊接过程中不应低于这一温度。
- d) 焊接环境温度低于 -10℃ 时,应进行相应焊接环境下的工艺评定试验,并应在评定合格后再进行焊接,如果不符合上述规定,严禁焊接。

6.6.3.4 焊缝间隙内不应嵌入金属材料。

6.6.3.5 一级、二级焊缝焊接完毕应在距焊趾 50 mm 明显位置打上焊工编号钢印,若构件仅由一名焊工独立施焊,只需在该构件明显位置打上焊工编号钢印,且应在镀锌后清晰可见。

6.6.3.6 需打磨的焊缝应保证焊缝的有效熔深。

#### 6.6.4 焊接坡口

6.6.4.1 焊接坡口形式和尺寸,应符合 GB/T 985.1、GB/T 985.2 的有关规定。对图纸有特殊要求的坡口形式和尺寸,应依据图纸并结合焊接工艺评定确定。

6.6.4.2 焊接坡口应优先采用机械方法加工,采用火焰切割时应保证焊缝坡口处平整、无毛刺、无裂纹、无气割熔瘤、夹层等缺陷。

#### 6.6.5 焊接返工

6.6.5.1 焊接返工前,应根据有关标准和规程制定返工程序及返工工艺,并严格遵照执行。

6.6.5.2 焊接返工的质量控制应和正式焊接作业的质量控制相同。

6.6.5.3 焊缝同一部位的返工次数超过两次时,返工次数、部位和返工情况应在产品的验收资料中说明。

#### 6.6.6 焊缝质量

##### 6.6.6.1 焊缝外观质量

焊缝外观质量应满足以下要求:

- a) 焊缝感观应达到:外形均匀、成型较好,焊道与焊道、焊缝与基体金属间圆滑过渡。
- b) 当焊缝外观出现下列情况之一时,应进行表面缺陷无损检测:
  - 外观检查发现裂纹时,应对该批中同类焊缝进行 100% 的表面无损检测;
  - 外观检查怀疑有裂纹时,应对怀疑的部位进行表面无损检测;
  - 设计图纸规定进行表面无损检测时。
- c) 焊缝外观质量应符合表 6 规定。

表 6 焊缝质量等级及外观缺陷分级

单位为毫米

项 目		允许偏差		
		一级	二级	三级
外观缺陷	未焊满 (指不足设计要求)	不准许	$\leq 0.2 + 0.02t$ 且 $\leq 1.0$	$\leq 0.2 + 0.04t$ 且 $\leq 2.0$
			每 100.0 焊缝内缺陷总长小于或等于 15.0	
	根部收缩	不准许	$\leq 0.2 + 0.02t$ 且 $\leq 1.0$	$\leq 0.2 + 0.04t$ 且 $\leq 2.0$
			长度不限	

表 6 (续)

单位为毫米

项 目		允许偏差		
		一级	二级	三级
外观缺陷	焊缝质量等级			
	咬边	不准许	深度 $\leq 0.05t$ 且 $\leq 0.5$ ;连续长度 $\leq 100.0$ 且焊缝两侧咬边总长 $\leq 10\%$ 焊缝全长	深度 $\leq 0.1t$ 且 $\leq 1.0$ ,长度不限
	裂纹	不准许		
	弧坑裂纹	不准许		允许存在个别 $\leq 5.0$ 的弧坑裂纹
	电弧擦伤	不准许		允许存在个别电弧擦伤
	飞溅	清除干净		
	接头不良	不准许	缺口深度 $\leq 0.05t$ 且 $\leq 0.5$	缺口深度 $\leq 0.1t$ 且 $\leq 1.0$
			每 1 000.0 焊缝不得超过 1 处	
	焊瘤	不准许		
表面夹渣	不准许		深 $\leq 0.2t$ ,长 $\leq 0.5t$ 且 $\leq 20.0$	
表面气孔	不准许		每 50.0 焊缝内允许存在直径 $\leq 0.4t$ 且 $\leq 3.0$ 的气孔 2 个;气孔孔距 $\geq 6$ 倍孔径	
注 1: 咬边如经磨削修整并平滑过渡,则按焊缝最小允许厚度值评定。				
注 2: $t$ 为连接处较薄板厚度。				

6.6.6.2 焊缝外形尺寸

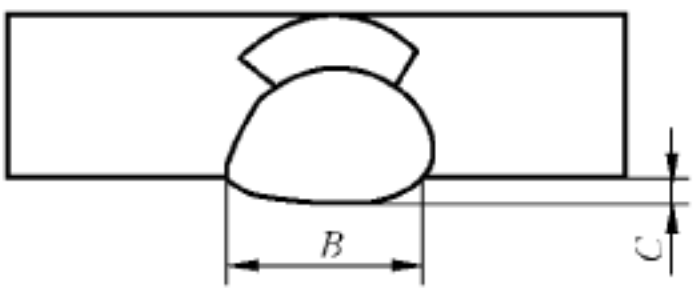
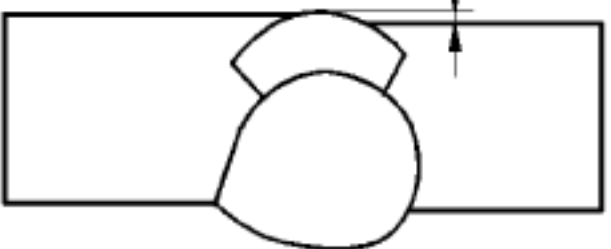
焊缝外形尺寸偏差应满足以下要求:

a) 对接焊缝外形尺寸

对接焊缝外形尺寸允许偏差应符合表 7 规定。

表 7 对接焊缝外形尺寸允许偏差

单位为毫米

项 目	允许偏差		示 意 图
	一、二级	三级	
对接焊缝余高 $C$	$B < 20: 0 \sim 3.0$ ; $B \geq 20: 0 \sim 4.0$	$B < 20: 0 \sim 3.5$ ; $B \geq 20: 0 \sim 5.0$	
对接焊缝错边 $\delta$	$\delta < 0.1t$ 且 $\leq 2.0$	$\delta < 0.15t$ 且 $\leq 3.0$	



b) 角焊缝焊脚尺寸

焊脚尺寸  $h_f$  由设计或有关技术文件注明,部分熔透组合焊缝和角焊缝外形尺寸允许偏差应符合表 8 规定。

表 8 角焊缝外形尺寸允许偏差

单位为毫米

项 目	允许偏差	示 意 图
焊脚尺寸 $h_f$	$h_f \leq 6: 0 \sim 1.5;$ $h_f > 6: 0 \sim 3.0$	
角焊缝余高 C	$h_f \leq 6: 0 \sim 1.5;$ $h_f > 6: 0 \sim 3.0$	

c) 焊缝的宽度尺寸

I 形坡口对接焊缝(包括 I 形带垫板对接焊缝)见图 1,其焊缝宽度  $B = b + 2a$ 。非 I 形坡口对接焊缝见图 2,其焊缝宽度  $B = g + 2a$ 。焊缝宽度应符合表 9 规定。焊缝最大宽度  $B_{max}$  和最小宽度  $B_{min}$  的差值,在任意 50 mm 焊缝长度范围内不大于 4.0 mm,整个焊缝长度范围内不大于 5.0 mm。

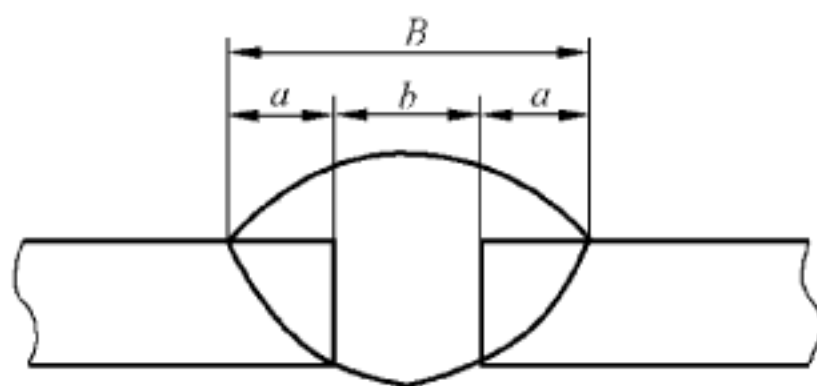


图 1 I 形坡口对接焊缝

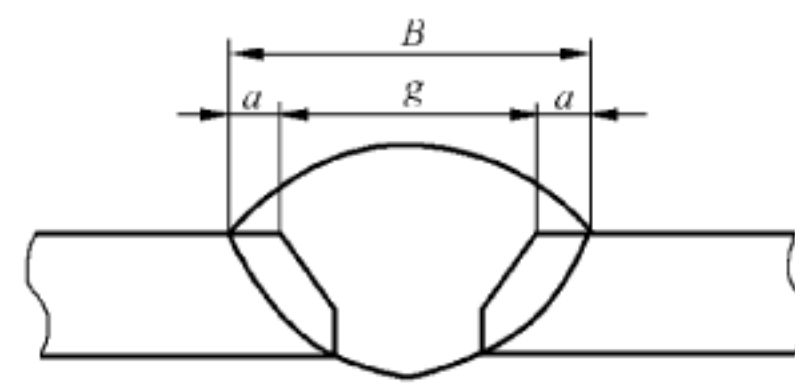


图 2 非 I 形坡口对接焊缝

表 9 焊缝宽度

单位为毫米

焊接方法	坡口形式	焊缝宽度 B	
		$B_{min}$	$B_{max}$
埋弧焊	I 形坡口	$b + 8$	$b + 28$
	非 I 形坡口	$g + 4$	$g + 14$
手工电弧焊及气体保护焊	I 形坡口	$b + 4$	$b + 8$
	非 I 形坡口	$g + 4$	$g + 8$

注: 表中  $b$  值为符合 GB/T 985.1、GB/T 985.2 要求的实际装配值。

d) 焊缝边缘直线度

任意 300 mm 连续焊缝长度内,焊缝边缘沿焊缝轴向的直线度  $f$ (见图 3),其值应符合表 10 的规定。

表 10 焊缝边缘直线度允许偏差

单位为毫米

焊接方法	焊缝边缘直线度允许偏差值 $f$
埋弧焊	4.0
手工电弧焊及气体保护焊	3.0

e) 焊缝表面余高差

焊缝任意 25 mm 长度内,焊缝表面余高差( $C_{max} - C_{min}$ )的允许偏差值不大于 2.0 mm,见图 4。

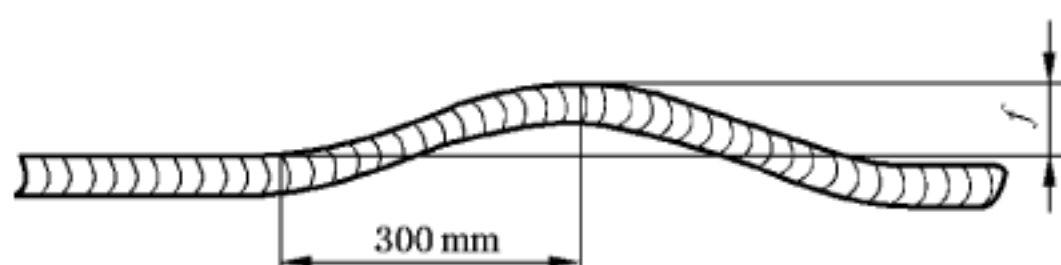


图 3 焊缝边缘直线度示意图

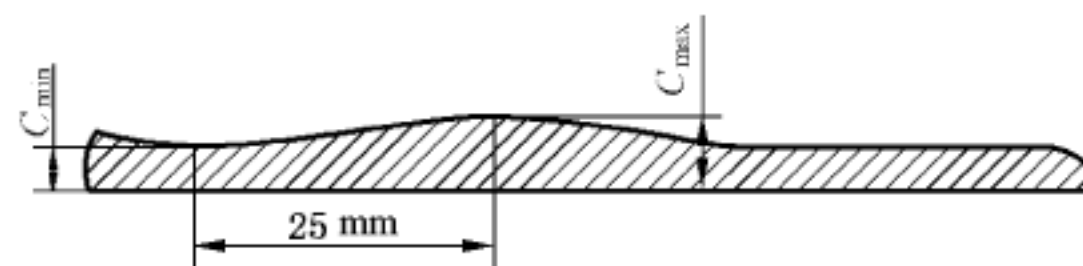


图 4 焊缝表面余高差示意图

f) 因装配要求需要对焊缝余高进行打磨时,打磨后应光滑平顺,且不应低于母材 0.5 mm 以上。

6.6.6.3 焊缝内部质量

焊缝内部质量应满足以下要求:

- a) 焊缝内部质量检验应在焊接完成 24 h 后并经外观检测合格再进行。焊后热处理时,焊缝内部质量检验应在热处理后进行。
- b) 一级、二级焊缝的内部质量宜采用脉冲反射法超声波检测,结果应符合 GB/T 11345、GB/T 29711、GB/T 29712、JG/T 203 等标准要求;当脉冲反射法超声波检测不能对缺陷做出判断时,可以辅以其他方法,并符合相关标准的规定。
- c) 焊缝内部局部无损检测发现存在疑似裂纹、未熔合或未焊透等危害性缺陷时,应对该条焊缝进行全部检测。如发现存在其他不赞许缺陷,应在其延伸方向或可疑部位作补充检测,补充检测的长度应不小于原焊缝长度的 10%,且不小于 200 mm,经补充检测仍不合格,则应对该焊工在该条焊缝的全部焊接部位进行检测。
- d) 经射线或超声波检测的焊缝,如有超标的缺陷,应在缺陷清除后进行补焊,并对该部分焊缝采用原检测方法重新检测。
- e) 一级、二级焊缝质量等级和内部缺陷分级应符合表 11 规定。本标准未规定或设计文件未注明焊缝质量等级的按三级焊缝质量检验。

表 11 焊缝质量等级和内部缺陷分级

焊缝质量等级		一级	二级
超声波检测	灵敏度设定	GB/T 11345 中技术 1	GB/T 11345 中技术 1
	检测等级	GB/T 11345 中 B 级	GB/T 11345 中 B 级
	验收等级	GB/T 29712 中 2 级	GB/T 29712 中 2 级
	检测比例	100%	20%
射线检测	评定等级	GB/T 3323 中 II 级	GB/T 3323 中 III 级
	检验等级	GB/T 3323 中 B 级	GB/T 3323 中 B 级
	检测比例	100%	20%



f) 探伤检测比例的计算方法应按每条焊缝计算百分比,且探伤长度应不小于 200 mm,当焊缝长度不足 200 mm 时,应对整条焊缝进行探伤。

6.6.7 焊后消除应力处理

采用焊后应力消除处理时,焊后消除应力措施应根据母材的化学成分、焊接类型、厚度和焊接接头的拘束度以及结构的使用条件等因素确定。

6.7 焊接件装配

6.7.1 装配前,零、部件应经检查合格;焊缝坡口及边缘每边 30 mm~50 mm 内的铁锈、毛刺、油污等影响焊接质量的表面缺陷应清除干净。

6.7.2 焊接件装配应采取防止焊接变形的措施。

6.7.3 焊接件装配允许偏差应符合表 12 规定。

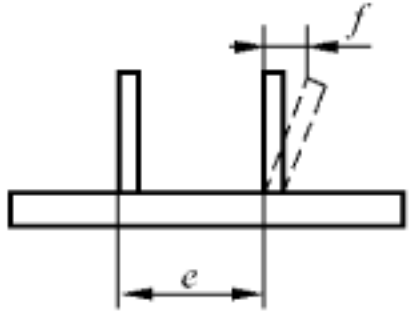
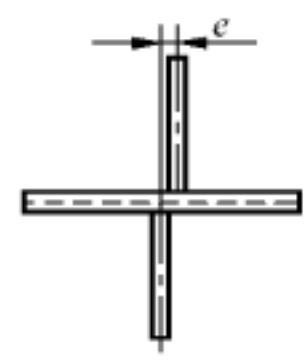
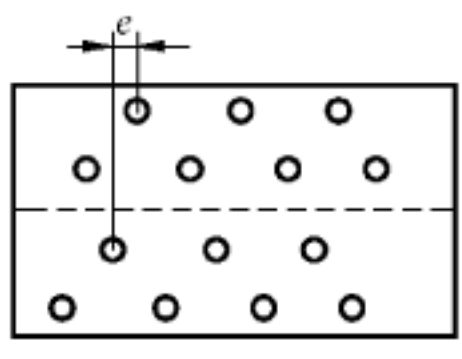
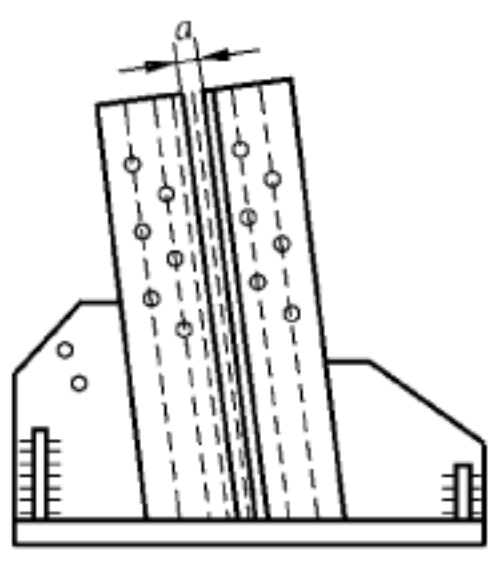
表 12 焊接件装配允许偏差

单位为毫米

项 目		允许偏差	示意图
重心 $Z_0$	主材	$\pm 2.0$	
	腹材	$\pm 2.5$	
端距 $S_d$		$\pm 3.0$	
无孔节点板位移 $e$		$\pm 3.0$	
跨焊缝的相邻两孔间距 $S$		$\pm 1.0$	
搭接构件同心孔中心相对偏差 $e$		0.5	
搭接间隙 $a$	$L \leq 50$	1.0	
	$L > 50$	2.0	
搭接长度 $L$		$\pm 5.0$	

表 12 (续)

单位为毫米

项 目		允许偏差	示意图
T 接板倾斜距离 $f$	有孔	$\pm 2.0$	
	无孔	$\pm 5.0$	
T 接板位移 $e$	有孔	$\pm 1.0$	
	无孔	$\pm 5.0$	
十字板中心 相对偏差 $e$	双拼角钢	$\pm 2.0$	
	四拼角钢	$\pm 1.0$	
十字板相邻面孔位移偏差 $e$		$\pm 1.0$	
双角钢塔腿角钢间距 $a$		$+2.0$ $0$	

6.8 矫正

6.8.1 矫正后的零部件不准许出现表面裂纹,不应有明显的凹面和损伤,表面划痕深度不应大于该钢材厚度负允许偏差的 1/2,且不应大于 0.5 mm。

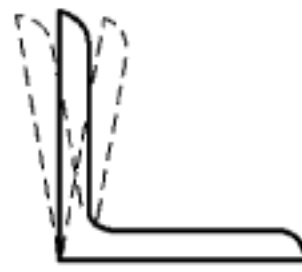
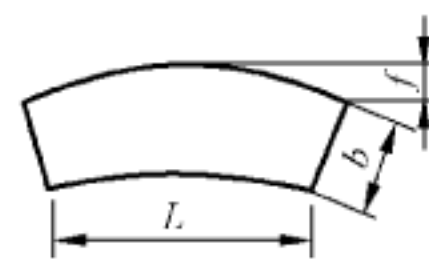
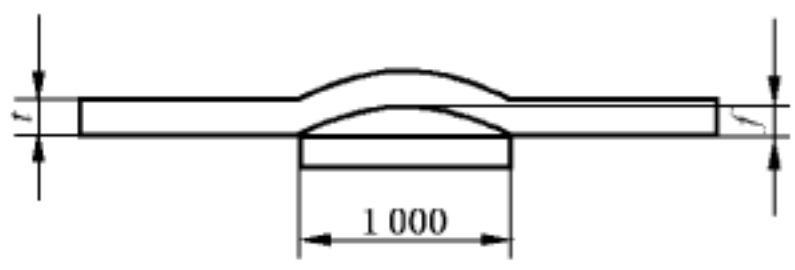
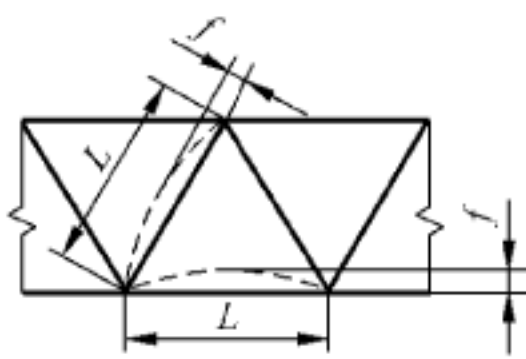
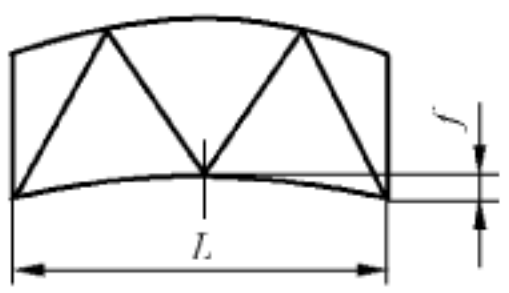
6.8.2 构件一次热矫正后仍没有达到要求时,不应在原位置进行重复加热。

6.8.3 镀锌件的矫正应采取措施防止锌层受到破坏。

6.8.4 矫正的允许偏差应符合表 13 规定。

表 13 矫正的允许偏差

单位为毫米

项 目		允许偏差	示意图
角钢顶端直角 $90^\circ$	四拼角钢	$\pm 35'$	
	其他	$\pm 50'$	
型钢及钢板 平面内挠曲 $f$	$b \leq 80$	$1.3L/1\ 000$	
	$b > 80$	$L/1\ 000$	
钢板局部平面度 $f$	$t \leq 14$	1.5	
	$t > 14$	1.0	
焊接构件 接点间挠曲 $f$	主材	$1.3L/1\ 000$	
	腹材	$1.5L/1\ 000$	
焊接构件整个平面挠曲 $f$		$L/1\ 000$	

## 6.9 热浸镀锌

6.9.1 热浸镀锌锌浴应由熔融锌液构成,熔融锌中的杂质总含量(铁、锡除外)不应超过总质量的1.5%,所指杂质应符合 GB/T 470 的规定。

6.9.2 镀锌层外观:镀锌层表面应连续完整,并具有实用性光滑,不应有过酸洗、起皮、漏镀、结瘤、积锌和锐点等使用上有害的缺陷。镀锌颜色一般呈灰色或暗灰色。

6.9.3 镀锌层均匀性:镀锌层应均匀,按附录 A 进行硫酸铜试验,耐浸蚀次数应不少于 4 次,且不露铁。

6.9.4 镀锌层附着性:镀锌层应与金属基体结合牢固,应保证在无外力作用下没有剥落或起皮现象。按附录 B 方法进行落锤试验,镀锌层不凸起、不剥离。

6.9.5 镀锌层厚度和镀锌层附着量应符合表 14 规定。



表 14 镀锌层厚度和镀锌层附着量

镀件厚度 mm	厚度最小值 $\mu\text{m}$	最小平均值	
		附着量 $\text{g}/\text{m}^2$	厚度 $\mu\text{m}$
$t \geq 5$	70	610	86
$t < 5$	55	460	65

注：在镀锌层的厚度大于规定值的条件下，被镀制件表面可存在发暗或浅灰色的色彩不均匀。

6.9.6 修复：修复的总漏镀面积不应超过每个镀件总表面积的 0.5%，每个修复漏镀面不应超过  $10 \text{ cm}^2$ ，若漏镀面积较大，应返镀。修复的方法可以采用涂富锌涂层进行修补，修复层的厚度应比镀锌层要求的最小厚度厚  $30 \mu\text{m}$  以上。

6.10 试组装

- 6.10.1 试组装宜采用卧式或立式。试组装前应制定试组装方案，包括安全措施、质量控制办法等。
- 6.10.2 当分段组装时，一次组装的段数不应少于三段，分段部位应保证有连接段组装，且保证每个部件号均经过试组装。
- 6.10.3 试组装时，零部件应处于自由状态，不得强行组装。
- 6.10.4 试组装时定位螺栓直径应和实际所用螺栓相同。螺栓数量应保证构件的定位需要，且不少于该组螺栓总数的 30%，并不少于 3 个。
- 6.10.5 对于有更改的零、部件应重新组装。
- 6.10.6 试组装允许偏差应符合表 15 的规定。
- 6.10.7 脚钉排布方位、间距及脚钉形式应符合设计图纸要求，下端第一个脚钉距离地面的高度（设计无要求时）为 2.0 m。

表 15 试组装允许偏差

单位为毫米

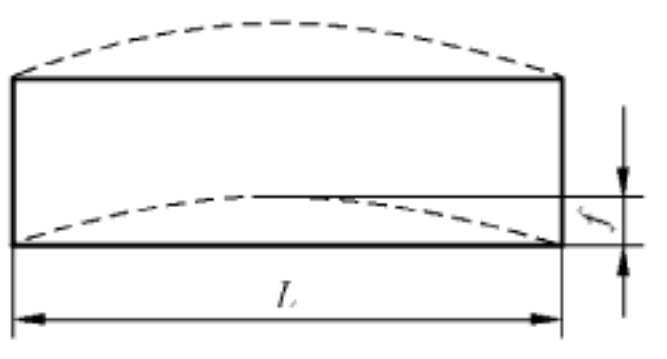
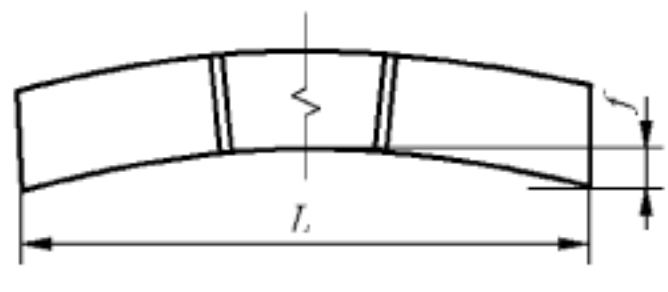
项 目	允许偏差	示意图
各相邻节点间主材弯曲度 $f$	$L/750$	
直线段整体主材弯曲度 $f$	$L/1\ 000$	

表 15 (续)

单位为毫米

项 目		允许偏差	示意图
挂线角钢间距 $a$		+2.0 0	
挂点与铁塔中心水平距离 $L_3$		$\pm L_3/1\ 000$	
挂线孔同心度		1.0	
横担垂直间距		$\pm h/500$	
横担/地线支 架预拱 $f$	卧式	+20.0 0	
	立式	+20.0 $-15f/100$	
断面尺寸 $L_2$		$\pm 5.0$	
组装间隙		$\leq 3.0$	
铁塔根开 $L_1$		$\pm L_1/2\ 000$	

## 7 检验

### 7.1 合格证

产品出厂前应检查和验收并签发产品合格证书。

### 7.2 检验项目

检验项目包括:钢材质量(包括钢材外观、外形尺寸、物理性能及化学成分)、零部件尺寸(包括下料长度、切断面垂直度、角钢端部垂直度、清根、铲背、切角、开合角、孔形、孔位、制弯、挠曲、标识等)、锌层质量(包括锌层外观、厚度、附着性及均匀性)、焊接件装配质量、焊缝质量(包括焊缝外观、外形尺寸及内部质量)、试组装(包括部件就位率、同心孔穿孔率、控制尺寸)。

7.3 检验要求及方法

7.3.1 检验人员

产品检验人员应经过专门的基本理论和操作技能培训考试合格,并持证上岗。

7.3.2 无损探伤人员

从事焊缝无损探伤工作的相关人员应由国家授权的专业考核机构考核合格,其相应等级证书在有效期内,并按考核合格项目及权限从事无损检测和审核工作。

7.3.3 检验设备及量具

检验设备及量具的精度或测量范围应满足表 16 要求,经过计量检定(校准)合格,并在有效期内使用。

表 16 主要检验设备及量具要求

检验项目	检验设备	精度或测量范围
钢材、焊缝外观质量	放大镜	5 倍
钢材外形尺寸、孔径	游标卡尺	0 mm~150 mm 或以上
长度、孔组间距	钢卷尺	3 m、10 m、30 m 或以上
孔间距	钢直尺	0 mm~300 mm 或以上
孔准距	准距卡尺	0 mm~150 mm 或以上
间隙	塞尺	0 mm~3.0 mm
弧度	半径样板(R 规)	R15 mm~25 mm
牙距	牙规	满足 GB/T 5780 检验要求
焊缝外形尺寸	焊缝检验尺	0 mm~40 mm 或以上
钢材冲击功试验	冲击功试验机	0 J~150 J 或以上
	低温槽	-40 °C~+20 °C 或以上
	缺口拉床、缺口投影仪	满足 GB/T 229 要求
钢材拉伸及弯曲试验	材料试验机	0 kN~600 kN 或以上;精度:1 级
	冷弯模具	3 mm~75 mm
焊缝内部质量	超声波探伤仪及试块	0 mm~100 mm
角度	万能角度尺	0°~320°,分度值为 2'
锌层厚度	金属涂镀层测厚仪	0 μm~1 000 μm
密度	密度计	650 kg/m <sup>3</sup> ~2 000 kg/m <sup>3</sup>
锌层附着性试验	锌层附着性试验装置	符合附录 B 要求
紧固件机械性能试验	紧固件机械性能试验模具	满足 M12~M24 紧固件机械性能试验的要求
紧固件硬度性能	洛氏硬度计	0~100HRB;0~40HRC
化学成分分析	化学成分分析设备	符合相关试验方法对应标准要求
质量	精密天平	0 g~100 g 或以上;精度:0.001 g



### 7.3.4 检验方法

#### 7.3.4.1 零部件尺寸检测

零部件尺寸用钢卷尺、钢板尺、角度尺、卡尺等检测。角钢开合角的检测,测量位置在角钢边宽度中心,开角在内侧测量,合角在外侧测量。

#### 7.3.4.2 焊接件焊缝质量检测

焊缝外部质量用放大镜和焊缝检验尺检测。焊缝内部质量检测宜采用超声波探伤的方法检测,当超声波探伤不能对缺陷做出判断时,采用射线探伤方法检测。

#### 7.3.4.3 镀锌层质量检测

外观检测用目测。镀锌层均匀性用硫酸铜试验方法(见附录 A)检测;附着性用落锤试验方法(见附录 B)检测;镀锌层厚度用金属涂镀层测厚仪测试方法(见附录 C)检测,发生争议时以溶解称重试验方法(见附录 D)测试镀锌层附着量作为仲裁试验方法。

#### 7.3.4.4 试组装质量检测

部件就位情况用目测,同心孔通孔率用比螺栓公称直径大 0.3 mm 的试孔器检测,其他尺寸用钢卷尺检测。

#### 7.3.4.5 钢材外形尺寸检测

角钢边宽度用游标卡尺在长度方向上每边各测量三点,分别取其算术平均值;角钢厚度用游标卡尺在每边各测量三点,分别取其算术平均值;钢板厚度测量三点,取其算术平均值。测试时,测试点应均匀分布,离边缘距离不小于 10 mm。

### 7.4 抽样方案和判定原则

#### 7.4.1 抽样原则

7.4.1.1 无特殊要求情况下,采用 GB/T 2828.1 一般检验水平(质量水平见表 17)。

7.4.1.2 钢材质量、零部件尺寸质量、焊接件及焊缝质量等项目的抽样方案:660 kV 及以下电压等级的铁塔产品采用 GB/T 2828.1 正常检验一次抽样方案,750 kV 及以上电压等级的铁塔产品采用 GB/T 2828.1 加严检验一次抽样方案。

7.4.1.3 锌层和试装质量采用 GB/T 2829 判别水平 I 的一次抽样方案。

#### 7.4.2 检验批

检验批可由几个投产批或投产批的一部分组成。出厂检验批根据实际情况确定。需方验收检验批应根据供需双方合同约定。

#### 7.4.3 质量特性的划分

产品检验项目按质量特性的重要程度分为 A 类和 B 类,质量特性划分情况见表 17。

表 17 检验项目及质量特性划分

项目 名称		不合格分类		合格标准 %
		A 类	B 类	
钢材外观			√	
钢材外形尺寸			√	
钢材材质		√		
零部件尺寸	主材		√	≥95
	接头件		√	≥95
	连板		√	≥90
	腹材		√	≥85
	焊接件		√	≥95
焊缝外观			√	≥95
焊缝外形尺寸			√	≥95
焊缝内部质量		√		
锌层外观			√	
锌层厚度			√	
锌层附着性		√		
锌层均匀性		√		
试装同心孔率			√	≥99
试装部件就位率			√	100
试装主要控制尺寸		√		

注：表中“√”表示为该项目的分类。

7.4.4 质量水平

检验项目质量水平按表 18 选用。

表 18 质量水平(合格/不合格)选用表

检测项目	钢材质量			零部件尺寸					焊缝质量			试组装			锌层质量			
	外观	外形尺寸	材质	主材	接头件	连板	腹材	焊接件	外观	外形尺寸	内部质量	同心孔率	就位率	主控尺寸	外观	厚度	均匀性	附着性
检验水平	I	II	II	II	I	II	II	II										
接收质量限 AQL	0.40			4.0	4.0	2.5	0.65											
不合格质量水平 RQL												10			10			

## 7.4.5 零部件项次

零部件项次按表 19 规定。

表 19 零部件项次规定

零部件类型	项 目											
	下料长度	切断面垂直度	端距	挠曲	角钢端部垂直度	孔形	孔位	制弯	清根(铲背)	切角(切肢)	标识	焊缝
角钢(件)	1	2	2	1	2	以孔计数	以制弯处计数	以处计数	以头计数	2	以 200 mm 为一个项次	
钢板(件)	2	以边计数	4	1	/			/	/	2		

## 7.4.6 判定原则

## 7.4.6.1 零部件判定原则

当受检零部件出现下列情况之一时,应判定为不合格:

- 项次合格率低于规定值(见表 17);
- 钢材质量不合格或与设计要求不符合;
- 接头处孔向相反;50%及以上孔准距超标;
- 过酸洗严重,接头孔被酸腐蚀超标;
- 加工工艺与本标准或设计要求不符合;
- 由于放样错误,造成零部件尺寸超标;
- 焊接件中部件尺寸与焊缝有一方面不合格则焊接件不合格;
- 控制尺寸与图纸不符所涉及的相关件。

## 7.4.6.2 综合判定原则

A 类项有一项不合格,产品应判定为不合格;B 类项有一项不小于拒收数(Re),产品判定为不合格。

## 8 包装、标志、运输和贮存

## 8.1 包装

## 8.1.1 角钢包装

8.1.1.1 角钢的包装长度、捆扎道数及重量应便于包装、运输和标识。

8.1.1.2 弯曲角钢、角钢焊接件等不能进入包捆的,可以单独包装。

8.1.1.3 包捆的方法可采用角钢或槽钢与长杆螺栓组成的卡具,也可采用钢带捆扎形式,包装物应做防腐处理。

8.1.1.4 角钢捆应端部整齐,层次分明,厚薄基本一致。

### 8.1.2 连接板包装

连接板包装宜采用长螺栓穿连紧固的办法,并设置起吊点。

### 8.1.3 包装要求

应牢固,保证在运输过程中包捆不松动。

## 8.2 标志

标志除应满足合同要求外,还应在包捆的明显位置作标记,标注工程名称、塔型、呼称高度、杆塔号、捆号、生产厂家名称,标志内容还应满足运输部门的规定。

## 8.3 运输和贮存

装卸、运输及贮存时不得损坏包装使产品变形或镀锌层受到损坏。

## 9 资料移交要求

铁塔出厂时应提供下列资料(但不限于):

——产品合格证。

——产品质量检验报告(至少应包含以下内容):

- 抽检方案。
- 原材料(钢材、锌锭、紧固件、焊材)质量证明书及复检报告。
- 铁塔试组装检验记录。
- 零部件检验记录。
- 铁塔焊接件检验记录。
- 焊缝无损检测报告。
- 镀锌检测记录。

——设计变更单及材料代用说明。

——焊缝二次或多次返修部位及复验记录。

——合同约定应移交的其他资料。

——制造方需要说明的其他资料。



## 附录 A

(规范性附录)

## 热浸镀锌层均匀性试验 硫酸铜试验方法

## A.1 硫酸铜溶液的制备和用量

A.1.1 硫酸铜溶液的制备:将 36 g 五水硫酸铜( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )加入 100 mL 的蒸馏水中,加热溶解后再冷却至室温,每升溶液加 1 g 氢氧化铜或碱式碳酸铜 $[\text{Cu}(\text{OH})_2$ 或 $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2]$ 搅拌均匀,静置 24 h 以上,过滤或吸出上面澄清的溶液备用。

硫酸铜溶液在温度 18 °C 时的密度应为 1.18 g/cm<sup>3</sup>,否则应以硫酸铜溶液或蒸馏水进行调整。

A.1.2 硫酸铜溶液的用量:按试样表面积不少于 8 mL/cm<sup>2</sup>。

A.1.3 配置的硫酸铜溶液也可以用于多次试验,但最多不应超过 15 次。

## A.2 试样的制备

## A.2.1 试样尺寸

试样测试面积不小于 100 cm<sup>2</sup>。

## A.2.2 试样采取

先将试件的两端各去掉 5 cm,然后分别从试件的两端和中间共取 3 个试样。试样加工时不应损坏镀层表面。

## A.3 试验条件

A.3.1 用于试验的容器不得与硫酸铜溶液发生化学反应,并应有足够容积使试样在溶液中浸没,试样外缘距容器壁应不小于 25 mm。

A.3.2 试验时硫酸铜溶液的温度应为(18±2) °C。

## A.4 试验程序

A.4.1 试样表面处理:将准备好的试样用四氯化碳、苯等有机溶剂擦拭,用流水冲洗、净布擦干,将试件露出的基本金属处涂以油漆或石蜡,方可进行试验。

A.4.2 浸蚀试验:将表面处理好的试样浸入硫酸铜溶液中,此时不得搅动溶液,也不得移动容器。1 min 后取出试样,用毛刷除掉试样表面或孔眼处的沉淀物,用流水冲洗、净布擦干,立即进行下一次浸蚀,直至试验浸蚀终点为止。

## A.5 浸蚀终点及耐浸蚀试验次数的确定

经上述试验,试样的基本金属上产生红色金属铜时应作为试验浸蚀终点。但下列情况不作为浸蚀终点:

- a) 距试样端部 25 mm 内有金属铜附着；
  - b) 试样棱角处有金属铜附着；
  - c) 试样由于镀锌后划、擦伤的部位及周围有金属铜附着的；
  - d) 试样在用无锋刃的器具将附着的金属铜刮掉后下面仍有金属锌的。
- 确定耐浸蚀试验次数时,作为试验浸蚀终点的那次不得计入。

#### A.6 试剂

所用试剂为分析纯试剂。

## 附录 B

(规范性附录)

## 热浸镀锌层附着性试验 落锤试验方法

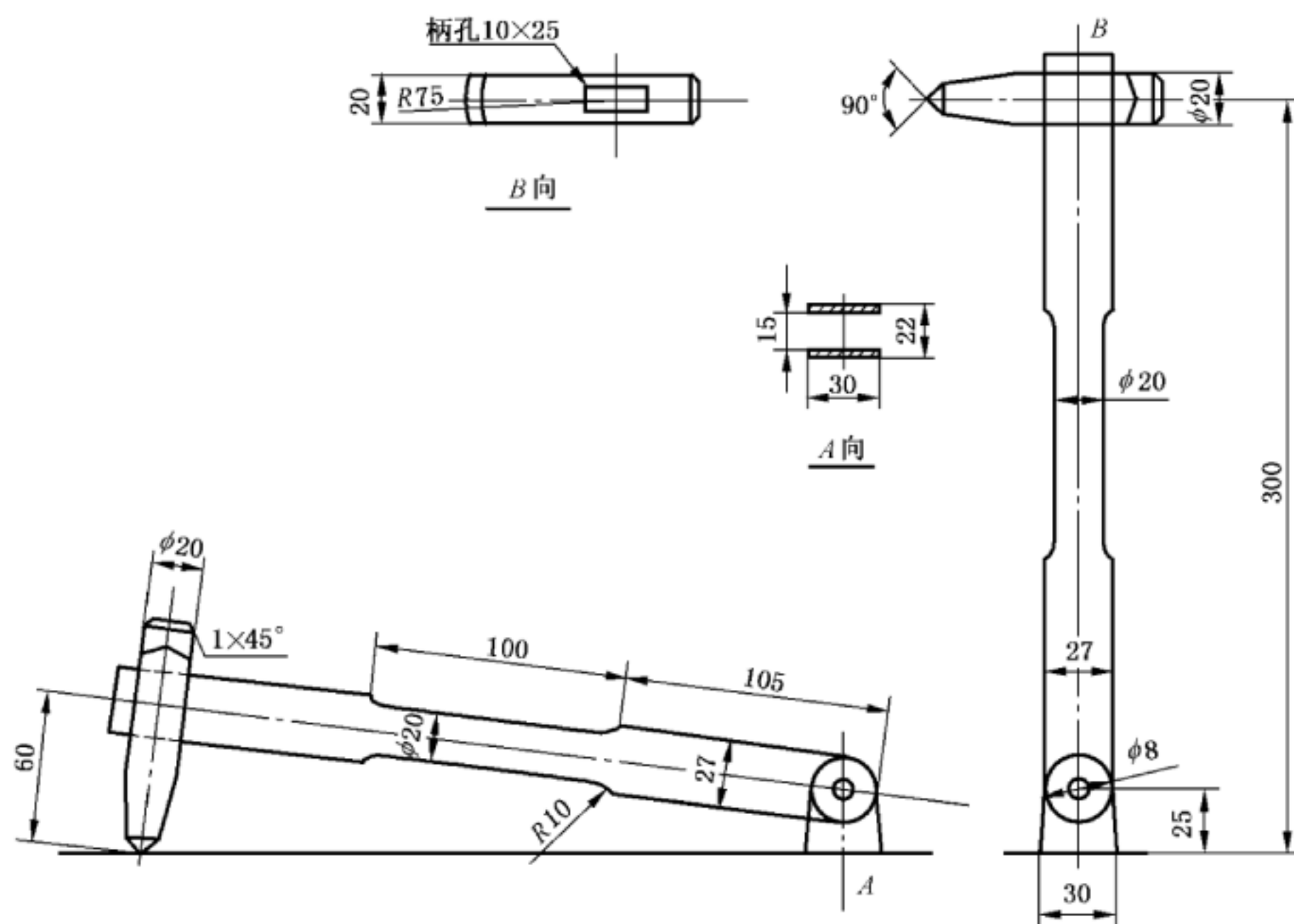
## B.1 试验装置

试验装置如图 B.1 所示。试验用的锤子应安装在固定的木制试台上,试验面应保持与锤子底座同样高度。

## B.2 试验程序

试件置于水平,调整试样,使打击点距试样边、角、端部不小于 10 mm,锤头面向台架中心,锤柄与底座平面垂直后自由落下,以 4 mm 的间隔平行打击 5 点。检查锌层表面状态,打击处不得重复打击。

单位为毫米



锤头 45 号钢;重量 210 g,锤刃硬度(肖氏)40 以上。

锤柄用橡木;重量 70 g。

底座钢板厚度 15 mm,长宽 250 mm×250 mm,材质 Q235。

质量的偏差:±1 g,几何尺寸偏差:±1 mm。

图 B.1 锤击试验装置

附录 C  
(规范性附录)

热浸镀锌层厚度测试 金属涂镀层测厚仪测试方法

- C.1 应用金属涂镀层测厚仪时,应经标准厚度试片校正后再使用。
- C.2 测试时,测试点应均匀分布,离边缘距离不小于 10 mm,测试点的数目按下列规定:
  - a) 角钢试样每面 3 处各 1 点,4 面共 12 点。
  - b) 钢板试样每面 6 处各 1 点,2 面共 12 点。

测试结果按各测试点所测得的数据以算术平均值计算。

- C.3 镀锌层厚度测定后,镀锌层附着量按式(C.1)计算:

$$P_A = \delta \times \rho \quad \dots\dots\dots(C.1)$$

式中:

- $P_A$ ——镀锌层附着量,单位为克每平方米( $g/m^2$ );
- $\delta$  ——镀锌层厚度,单位为微米( $\mu m$ );
- $\rho$  ——锌的密度( $\rho$  取值 7.2),单位为克每立方厘米( $g/cm^3$ )。



## 附录 D

(规范性附录)

## 热浸镀锌层附着量测试 溶解称重试验方法

## D.1 溶解溶液的制备和用量

D.1.1 溶解溶液的制备:将 3.5 g 六次甲基四胺(乌洛托品)溶解于 500 mL 密度为 1.19 g/cm<sup>3</sup> 的浓盐酸中,用蒸馏水稀释至 1 000 mL。

D.1.2 溶解溶液的用量:按试样表面积不少于 10 mL/cm<sup>2</sup>。

## D.2 试样的制备

## D.2.1 试样尺寸

试样测试面积不小于 100 cm<sup>2</sup>。

## D.2.2 试样采取

先将试件的两端各去掉 5 cm,然后分别从试件的两端和中间共取 3 个试样。试样加工时不应损坏镀层表面。

## D.3 试验条件

D.3.1 试验用容器不得与溶解溶液发生化学反应,并应有足够容积使试样在溶解溶液中完全浸没。

D.3.2 试验时溶解溶液温度不得高于 38 ℃。

## D.4 试验程序

D.4.1 试样表面处理及溶解前称重:将准备好的试样用四氯化碳、苯等有机溶剂擦拭,用流水冲洗、净布擦干,再将试样以乙醇洗净、充分干燥后进行溶解前称重(准确至试样镀锌层重量的 1%)。

D.4.2 试样溶解及溶解后称重:将表面已处理好的试样浸入溶解溶液中,观察试样表面析氢反应,以氢气析出平缓无变化时作为镀层溶解过程的终点。将试样取出以流水冲洗,用硬毛刷除去表面附着物,再将试样以乙醇洗净、迅速干燥后进行溶解后称重(准确度同 D.4.1)。溶解后应测量试样的表面积(准确至试样表面积的 1%)。

## D.5 试样结果的计算

镀锌层附着量按式(D.1)计算:

$$P_A = (m_1 - m_2)10^6 A^{-1} \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

$P_A$  —— 镀层附着量,单位为克每平方米( $\text{g}/\text{m}^2$ );

$m_1、m_2$  —— 溶解前、后试样质量,单位为克(g);

$A$  —— 溶解后试样表面积,单位为平方毫米( $\text{mm}^2$ )。

镀锌层厚度按式(D.2)计算:

$$\delta = P_A \rho^{-1} \dots\dots\dots (D.2)$$

式中:

$\delta$  —— 镀锌层厚度,单位为微米( $\mu\text{m}$ );

$P_A$  —— 镀锌层附着量,单位为克每平方米( $\text{g}/\text{m}^2$ );

$\rho$  —— 锌的密度( $\rho$ 取值 7.2),单位为克每立方厘米( $\text{g}/\text{cm}^3$ )。

### D.6 试剂

所用试剂为分析纯试剂。

---



中华人民共和国  
国家标准  
输电线路铁塔制造技术条件  
GB/T 2694—2018

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: [www.spc.org.cn](http://www.spc.org.cn)

服务热线: 400-168-0010

2018年7月第一版

\*

书号: 155066·1-60797

版权专有 侵权必究



GB/T 2694-2018