

ICS 25.160.10
J 33
备案号: 61655-2018

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1762 — 2017

钢管塔焊接技术导则

Technical guide of welding-for transmission line steel tube tower

2017-11-15发布

2018-03-01实施

国家能源局 发布

目 次

前言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件 1

3 基本规定 2

4 设计要求 6

5 坡口加工及焊件组对 10

6 焊接..... 11

7 质量检验 14

8 质量标准 15

9 不合格焊接接头处理 18

10 焊接技术文件 18

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电站焊接标准化技术委员会（DL/TC18）归口。

本标准负责起草单位：中国电力科学研究院有限公司、青岛武晓集团、河北宁强光源有限公司、江苏华电铁塔制造有限公司、潍坊五洲鼎益铁塔有限公司、江苏省电力公司电力科学研究院、国家电网公司交流建设分公司。

本标准主要起草人：乔亚霞、聂任员、匡明照、刘亚、吴建强、任吉华、刘建军、赵森、武英利、刘蔚宁、冷跃春。

本标准首次发布。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

钢管塔焊接技术导则

1 范围

本标准规定了钢管塔的设计、制造和维修过程中的焊接技术要求。

本标准适用于采用焊条电弧焊（SMAW）、非熔化极气体保护焊（GTAW）、熔化极（实芯和药芯焊丝）气体保护焊（GMAW、FCAW）、埋弧焊（SAW）等焊接方法的焊接工作。

本标准也适用于钢管杆、变电钢管构支架、角钢塔的焊接。

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 700 碳素结构钢
- 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 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 3274 碳素结构钢和低合金结构钢 热轧厚钢板和钢带
- GB/T 3323 金属熔化焊焊接接头射线照相
- GB/T 4842 氩
- GB/T 5117 非合金钢及细晶粒钢焊条
- GB/T 5293 埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂
- GB/T 5313 厚度方向性能钢板
- GB/T 8110 气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝
- GB/T 8162 结构用无缝钢管
- 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 埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂
- GB/T 17493 低合金钢药芯焊丝
- GB/T 29712 焊缝无损检测 超声检测 验收等级
- DL/T 542 钢熔化焊 T 形接头超声波检测方法和质量评定
- DL/T 678 电力钢结构焊接通用技术条件
- DL/T 752 火力发电厂异种钢焊接技术规程
- DL/T 819 火力发电厂焊接热处理技术规程
- DL/T 820 管道焊接接头超声波检验技术规程
- DL/T 868 焊接工艺评定规程
- DL/T 1611 输电线路铁塔钢管对接焊缝超声波检验与质量评定
- HG/T 2537 焊接用二氧化碳
- HG/T 3728 焊接用混合气体 氩-二氧化碳

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

NB/T 47013.4 承压设备无损检测 第4部分：磁粉检测

NB/T 47013.5 承压设备无损检测 第5部分：渗透检测

3 基本规定

3.1 一般要求

3.1.1 钢管塔焊接前，应按照 DL/T 868 的规定或产品设计技术要求进行焊接工艺评定。

3.1.2 根据焊接工艺评定结合现场加工条件编制焊接工艺作业文件。

3.1.3 焊接方法应根据结构的使用要求、焊缝类别、焊接设备、焊工操作技能、加工条件经技术经济比较确定。

3.1.4 对焊接技术人员、焊接质量检查人员、焊接检验检测人员、焊工、焊接热处理人员的要求应符合 DL/T 678 的规定。

3.1.5 焊接工作应遵守职业健康与安全、环境规定以及其他相关技术要求。

3.2 钢材

3.2.1 钢材质量应符合设计文件要求，并附有材质质量证明文件。首次采用的钢材在使用前应收集焊接性资料和焊接、焊接热处理以及其他热加工方法的指导性工艺资料。国内钢管塔常用钢材分类分组见表 1，且应符合 DL/T 868 的规定。

表 1 国内钢管塔常用钢材分类分组

钢种	类别号	组别号	钢号示例	相应标准
碳素结构钢	I	I -1	Q235、Q255、Q275	GB/T 700
低合金 高强度钢	II	II -1	Q345	GB/T 1591
		II -2	Q390	
		II -3	Q420	
		II -4	Q460	
注：钢材类别由低到高依次为 I、II，钢材组别由低到高依次为 1、2、3……。				

3.2.2 钢管塔用钢板、角钢（含大规格角钢）、无缝钢管、法兰用钢质量应符合 GB/T 700、GB/T 709、GB/T 1591、GB/T 706、GB/T 3274、GB/T 8162 等标准的规定，供货状态应为热轧。制造平面法兰用钢板不得有分层缺陷；采用 Z 向性能钢时质量应满足 GB/T 5313 的要求。

3.2.3 钢材应经过复验方能投入使用，工程材料代用应经过设计人员批准。

3.2.4 使用过程中，对钢材材质有怀疑时，应按照钢材炉批号对化学成分和力学性能进行复验确认。

3.2.5 直缝焊管用钢的质量要求应符合相关的采购技术条件，制造直缝焊管用钢材，在直焊缝板材边 25mm 范围内应无分层缺陷。

3.2.6 锻造法兰应为正火或正火加回火状态供货，采购时应具有质量证明书，并进行抽样复验。复验项目包括外观质量及尺寸、材质化学成分、力学性能、金相组织和内部缺陷检查，其质量要求应符合合同采购技术条件的规定。除以上要求外采购合同技术规范对锻造法兰有其他质量要求时，按规定要求执行。

3.3 焊接材料

3.3.1 焊接材料应根据钢材的化学成分、力学性能、使用工况条件选用。常用钢种推荐选用的焊接材料见表 2。

表 2 常用钢种推荐选用的焊接材料

钢号示例		电弧焊焊条型号	埋弧焊焊丝及焊剂 型号	CO ₂ 气体保护焊		GTAW 焊丝牌号
				实芯焊丝型号	药芯焊丝型号	
低碳钢	Q235、Q255、 Q275	E4303 E4316 E4315	F4A2-H08A	ER50-2 ER50-6 ER50-G	E431T-G E501T-1 E500T-5 E501T-1L	
低合金高 强钢	Q345	E5016 E5015 E5015-G	F4A4-H08MnA F5A2-H08MnA F5A2-H10Mn2			
	Q390、Q420	E5016 E5015 E5015-G E5516-G E5515-G E5510-G	F5A2-H10Mn2 F5A4-H10Mn2 F5A2-H10MnSi CHW-S9 焊丝： H08MnMoA	ER55-G ER50-G	E551T-Ni1	ER55-G
	Q460	E6015-G E6016-G	F55XX- H08MnMoA F55XX- H08Mn2MoVA	ER60-G	E551T1-Ni1 E601T1-K1 E601T1-Ni2	ER60-G

3.3.2 同种钢焊接材料的选用应符合下列要求：

- a) 焊接材料的熔敷金属的化学成分、力学性能与母材相当。
- b) 焊接工艺性能良好。

3.3.3 异种钢焊接时，焊接材料的选用应符合 DL/T 752 的规定。

3.3.4 碳钢、低合金结构钢用焊条应符合 GB/T 5117 的规定。

3.3.5 埋弧焊焊丝、焊剂的型号和熔敷金属的力学性能应符合 GB/T 5293、GB/T 12470 的规定。

3.3.6 气体保护焊用碳钢、低合金钢焊丝应符合 GB/T 8110 的规定，药芯焊丝应分别符合 GB/T 10045、GB/T 17493 的规定。

3.3.7 首次使用的新型焊接材料应具有材料熔敷金属的化学成分、力学性能、指导性焊接工艺参数等技术资料，经过焊接工艺评定合格后方可使用。

3.3.8 焊接工程中使用的进口焊接材料应在使用前通过复验确认其符合设计使用要求，并经焊接工艺评定。

3.3.9 焊接材料的验收、存放、使用过程应符合 JB/T 3223 的规定。

3.3.10 焊条的烘干应符合下列要求：

- a) 酸性焊条保存时应有防潮措施，受潮的焊条使用前应在 100℃～150℃ 范围内烘焙 1h～2h。
- b) 低氢型焊条应符合下列要求：
 - 焊条使用前应在 350℃～400℃ 范围内烘焙 1h～2h，或按厂家提供的焊条使用说明书进行烘干。焊条放入时烘箱的温度不应超过规定最高烘焙温度的一半，烘焙时间以烘箱达到规定最高烘焙温度后开始计算。
 - 烘干后的低氢型焊条应放置于温度不低于 100℃ 的保温箱中存放待用；使用时应置于保温桶中，随用随取。
 - 焊条烘干后在大气中的放置时间不应超过 4h，重新烘干次数不应超过 2 次。

3.3.11 焊剂应符合下列要求:

- a) 使用前应按焊剂制造厂家推荐的温度进行烘焙, 已受潮或结块的焊剂不应使用;
- b) 用于焊接 II 类钢材的焊剂, 烘干后在大气中的放置时间不应超过 4h。

3.3.12 焊丝在使用前应除锈、除垢、除油污。

3.4 焊接用气体

3.4.1 氩气应符合 GB/T 4842 的规定, 使用的氩气纯度应达到 99.9%及以上。

3.4.2 二氧化碳气体应符合 HG/T 2537 的规定, 混合气体应符合 HG/T 3728 的规定。

3.4.3 焊接工程中使用的其他气体应符合相关标准的规定。

3.5 焊接设备

3.5.1 所用焊接设备(含热处理设备、无损检测设备)及仪表应定期检查, 保持完好, 需要计量校验的部分应在校验有效期内使用。

3.5.2 焊接和焊接修复所涉及的焊接工艺装备、焊接辅助器具在使用前应确认其与承担的焊接工作相适应。

3.5.3 自动焊接设备的焊接电流、焊接时间、机械压力应与生产焊接工件所需的参数相匹配, 满足焊接工艺参数要求, 具备设备点到点的重复定位精度、轨迹重复精度, 机器设备的控制和驱动系统具有相应抗干扰能力。自动焊接设备宜具有焊接示教功能、焊接工艺故障显示和自处理功能、引弧和收弧功能。

3.6 焊缝等级

3.6.1 钢管塔焊缝等级划分如下:

- a) 一级焊缝: 钢管与锻造带颈法兰环向对接焊缝、连接挂线板的对接焊缝、变坡处钢管对接焊缝。
- b) 二级焊缝: 变坡处钢管有筋板的对接焊缝、豁口对接焊缝。
- c) 二级外观焊缝: 钢管与平面法兰焊接的环向角焊缝。节点板与钢管连接的主要受力焊缝, 钢管与连接板、插板即 C 形、十字形、平面形的外侧焊缝, 管与管相贯连接焊缝等。
- d) 三级焊缝: 节点板或钢管上的筋板焊缝、焊管的纵焊缝及其他焊缝。

注: 变坡处是指塔身、塔头结构面出现坡度改变的部位, 使节点处出现带弯曲的连接塔材。

3.6.2 钢管塔构件焊缝连接形式见图 1 (在图中表示中焊缝等级), 应按图纸、设计文件的要求确定焊缝级别。若图纸、设计文件没有明确要求, 应根据铁塔构件焊缝的受力状态、焊缝形式、工作环境和重要性等按照 3.6.1 确定焊缝级别。

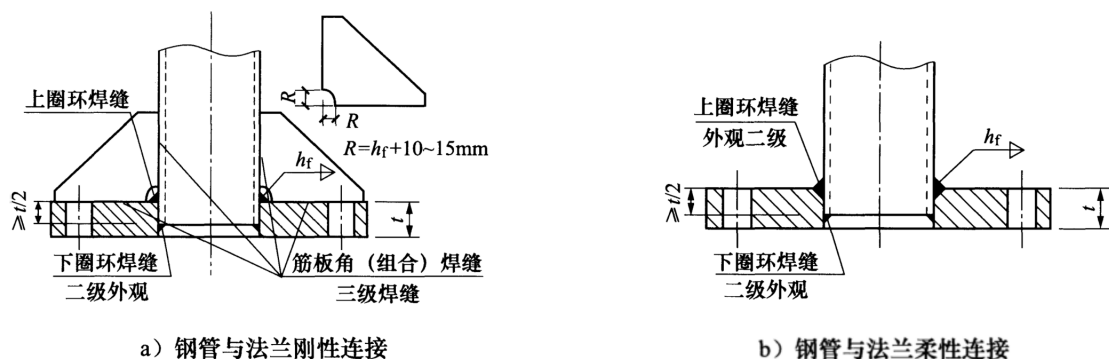


图 1 钢管塔构件焊缝连接形式

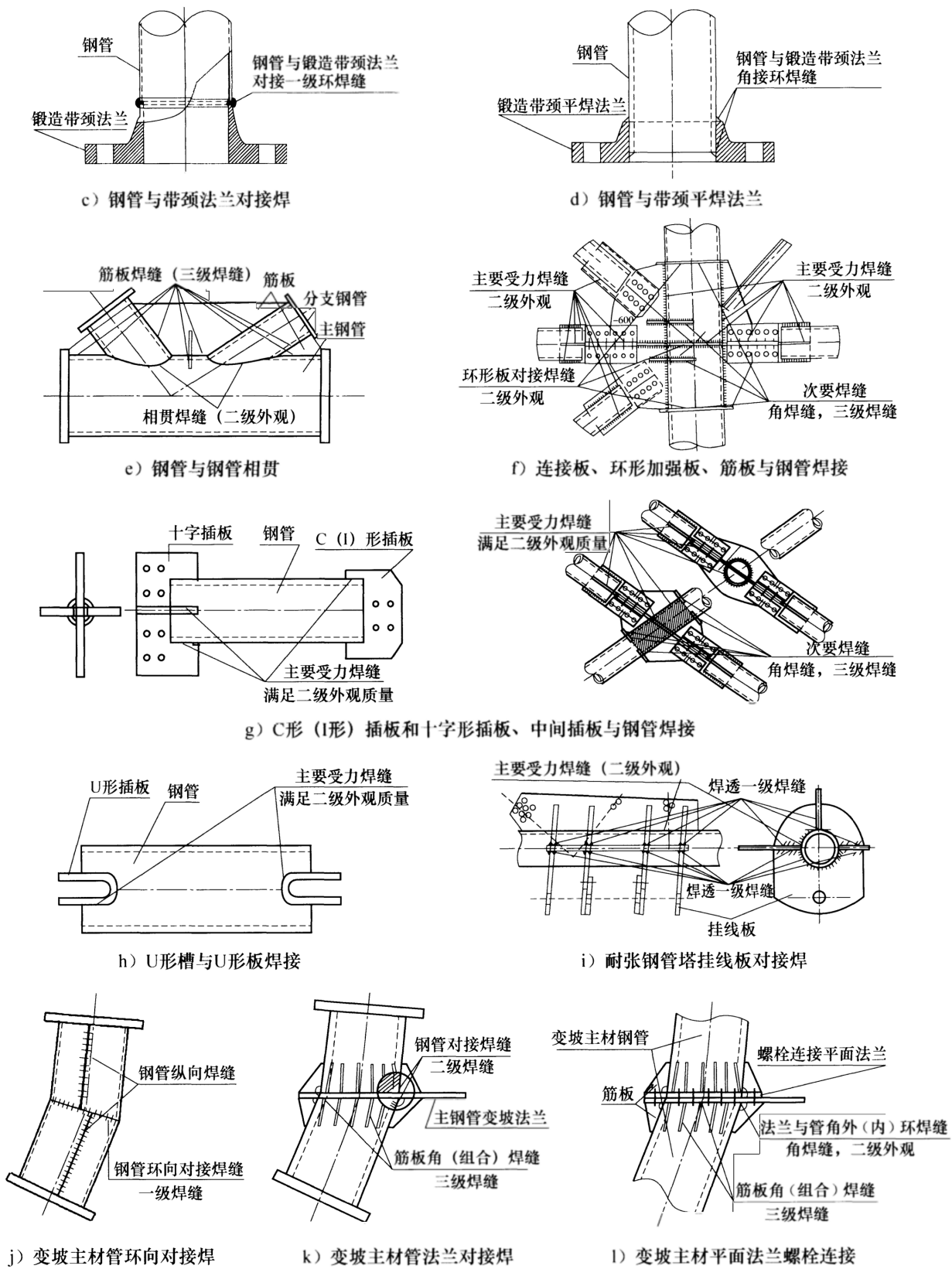


图 1 钢管塔构件焊缝连接形式 (续)

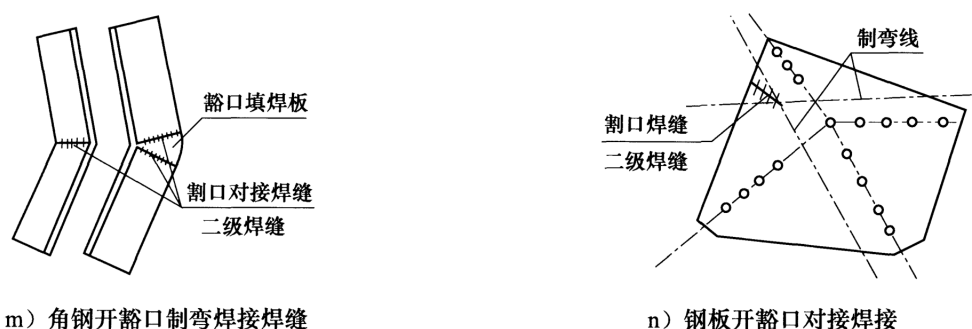


图1 钢管塔构件焊缝连接形式（续）

3.7 焊接工艺作业文件

3.7.1 焊接工艺作业文件应按照不同部件分别编制，并在首件检验时予以确认。

3.7.2 焊接工艺作业文件应包含下列内容：

- a) 编制目的及覆盖范围。
- b) 编制依据、产品/部件名称。
- c) 开工前的条件（包括人、工装模具、环境因素、焊接前准备、工艺措施等）。
- d) 坡口形式、尺寸、加工方法。
- e) 焊接方法、焊接设备及焊接材料的说明。
- f) 组对装配和定位焊要求。
- g) 预热方法和工艺。
- h) 焊接规范。
- i) 多层焊的层数和多道焊的道数要求及作业时间的控制要求。
- j) 焊缝背面清根要求及说明。
- k) 焊接顺序和控制焊接变形的措施。
- l) 后热及焊后热处理的方法和规范。
- m) 质量检验项目和验收标准以及返修说明。

3.7.3 焊接工艺作业文件的重要内容应形成焊接工艺卡。

4 设计要求

4.1 焊接设计原则

4.1.1 焊缝布置应遵循以下原则：

- a) 焊缝位置应避开结构的最大应力和应力集中的部位。
- b) 应尽量分散，避免集中汇集和交叉，减少平面或空间的“十字”交叉焊缝，减少焊缝重叠。
- c) 焊缝位置应考虑焊接和检验的可达性。
- d) 焊缝设置尽可能对称布置。
- e) 焊缝端部应无尖角，接头应圆滑过渡。

4.1.2 焊缝接头形式应遵循以下原则：根据焊接方法、结构形状与尺寸、强度要求、填充金属的量和坡口形式、加工难易等因素综合考虑。

4.1.3 焊缝坡口的设计应遵循以下原则：

- a) 坡口设计应能够保证焊接质量，使电弧达到根部焊透，保证焊缝根部焊透不出现未焊透和未熔合等缺陷。

- b) 在满足强度要求的前提下, 选择合适的焊接接头和坡口, 以减少焊材的填充量, 提高焊接效率, 且减小焊接应力及焊接变形。
- c) 焊缝坡口应与焊接方法、工件厚度、焊缝质量等级要求一起综合考虑。
- d) 宜优先选择便于加工的坡口。

4.1.4 焊缝尺寸设计应遵循以下原则:

- a) 工作传力焊缝应进行焊缝强度计算; 次要联系焊缝应满足焊缝构造要求, 并应考虑经济性, 不应随意增大焊缝尺寸; 对于既承担工作传力又起连接作用的焊缝, 应对工作传力进行强度计算。
- b) 构件相交节点的焊接部位、有效焊缝长度、焊缝有效截面尺寸、组合焊缝的焊熔透深度应符合设计强度、焊缝构造要求, 焊缝的计算厚度 h_e 按图 2 所示。在设计图纸中应注明焊缝尺寸, 如角焊缝标注焊缝厚度 h_e 或焊缝焊脚尺寸 h_f 。
- c) 当采用部分焊透的对接焊缝时, 应在设计图中注明坡口的形式和尺寸, 其计算厚度 h_e 不应小于 $1.5\sqrt{t}$, t (mm) 为焊件的较大厚度。
- d) 角焊缝的最大焊脚尺寸 h_f 不宜大于焊接较薄板的 1.2 倍 (钢管结构除外)。角焊缝的两边焊脚尺寸一般为相等。当焊件的厚度相差较大, 且等焊脚尺寸不能符合要求时, 可采用不等焊脚尺寸。与较薄板焊件接触的焊脚尺寸不宜大于较薄板厚度的 1.2 倍; 与较厚板接触的焊脚尺寸不小于较厚板的 $1.5\sqrt{t}$ 。

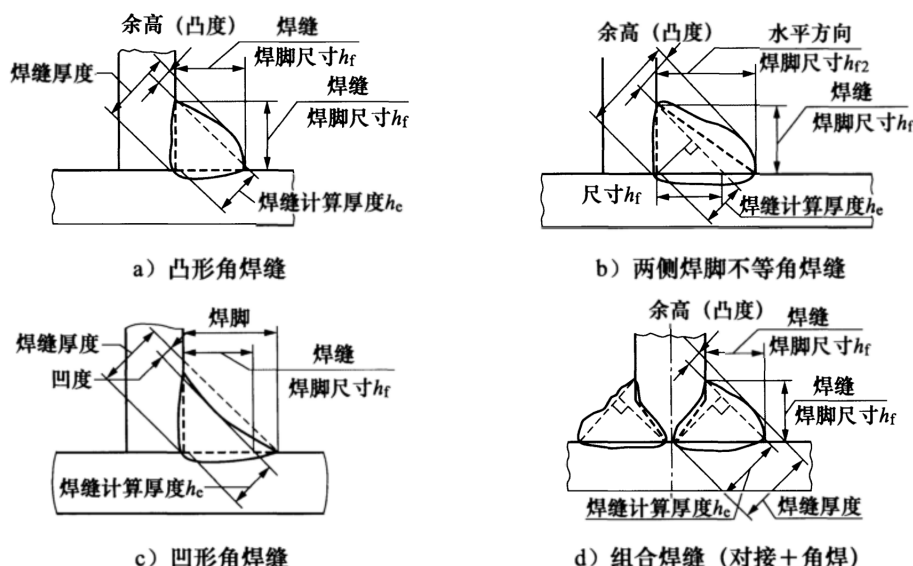


图 2 角焊缝、组合焊缝

4.2 钢管与法兰连接焊缝

钢管与法兰连接时, 如图纸上未规定, 焊脚尺寸的大小应符合下列要求:

- a) 钢管与刚性平面法兰插接时 [参见图 1 a)], 钢管插入法兰的深度不应小于 1/2 法兰厚度, 双面采用内、外角焊缝的焊接形式, 焊脚尺寸取管壁厚度。筋板与法兰、钢管壁焊接相交处都应有切角处理, 避免焊缝重叠。
- b) 钢管与柔性法兰焊接时 [参见图 1 b)], 钢管插入法兰深度不应小于 1/2 法兰厚度。

对于法兰上圈环向焊缝, 当法兰板厚度小于 30mm 时, 双面采取角焊缝, 焊脚尺寸取钢管壁厚度; 当法兰板厚度大于等于 30mm 时, 法兰盘上圈内侧宜加工坡口, 焊脚尺寸 h_f 应根据焊缝的有效计算厚度来确定。

对于法兰下圈环向焊缝, 当管壁小于 8mm 时, 焊脚尺寸 h_f 可取管壁厚度; 当管壁大于等于 8mm 时, 钢管外侧宜倒角坡口, 焊脚尺寸 h_f 应根据焊缝有效计算厚度来确定。

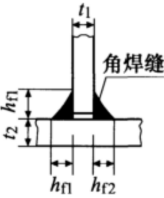
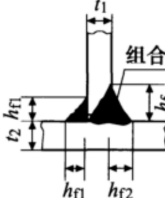
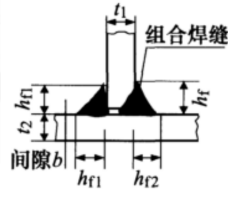
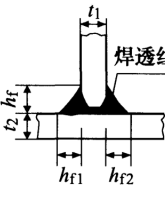
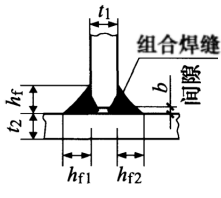
4.3 节点板和钢管焊缝构造及质量要求

节点板和钢管的焊缝参见图 1a) ~图 1l)。主要受力焊缝,应满足外观二级的质量要求,当节点板厚度大于等于 8 mm 时应根据焊接规程开坡口焊接;筋板焊缝为次要焊缝,一般为角焊缝,或对接+角接组合焊缝,满足三级焊缝质量要求,当节点板厚度大于等于 12 mm 时应根据焊接规程开坡口焊接。

4.4 节点板 T 形焊接接头尺寸

节点板 T 形焊接接头,焊缝的焊脚尺寸可按照表 3 所示取值,对于受力焊缝应核算焊缝有效计算厚度。

表 3 节点板 T 形焊接接头焊脚尺寸的取值

焊缝形式	角焊缝 (不开坡口) $t < 8\text{mm}$	组合焊缝(单面开坡口) $8\text{mm} \leq t < 12\text{mm}$		组合焊缝(双面开坡口) $t \geq 12\text{mm}$	
		全焊熔透	部分焊熔透 ^a	全焊熔透	部分焊熔透 ^a
示意图					
受力焊缝	$h_{f1} = h_{f2} = 1.2\min(t_1, t_2)$	$h_{f2} \geq 0.6\min(t_1, t_2)$ $h_{f1} \geq 0.6\min(t_1, t_2)$ $h_f = \max[h_{f2}, \text{坡口垂向尺寸} + b + (1 \sim 2.5)]^b$	$h_{f2} \geq 0.85\min(t_1, t_2)$ $h_{f1} \geq 0.85\min(t_1, t_2)$ $h_f = \max[h_{f2}, \text{坡口垂向尺寸} + b + (1 \sim 2.5)]^b$	$h_{f2} \geq 0.6\min(t_1, t_2)$ $h_{f1} \geq 0.6\min(t_1, t_2)$ $h_f = \max[h_{f2}, \text{坡口垂向尺寸} + b + (1 \sim 2.5)]^b$	$h_{f2} \geq (0.85 \sim 0.90)^c \min(t_1, t_2)$ $h_{f1} \geq (0.85 \sim 0.90)^c \min(t_1, t_2)$ $h_f = \max[h_{f2}, \text{坡口垂向尺寸} + b + (1 \sim 2.5)]^b$
次要焊缝	$h_{f1} = h_{f2} = 1.0\min(t_1, t_2)$			$h_{f2} \geq 0.5\min(t_1, t_2)$ $h_{f1} \geq 0.5\min(t_1, t_2)$ $h_f = \max[h_{f2}, \text{坡口垂向尺寸} + b + (1 \sim 2.5)]^b$	$h_{f2} \geq 0.7\min(t_1, t_2)$ $h_{f1} \geq 0.7\min(t_1, t_2)$ $h_f = \max[h_{f2}, \text{坡口垂向尺寸} + b + (1 \sim 2.5)]^b$

^a 对于开坡口焊接部分焊透焊缝,应通过控制焊接工艺保证焊透深度。对受力的部分焊透焊缝,采用表中参数时需要保证焊缝中未焊透部位不应超过较薄厚度的 25%;次要的部分焊透焊缝中未焊透焊缝部位不宜超过较薄厚度的 40%。对于特殊结构焊缝不能保证焊缝焊透深度者应适当加大焊脚尺寸以保证焊缝有效截面,并应对所取的焊脚尺寸值进行焊缝有效承载截面校验计算。

^b 开坡口侧垂向焊脚尺寸(h_f)应取“ h_{f2} ”和“坡口垂向尺寸+ b (组对间隙)+(1~2.5)”中数值较大者。即要求焊缝应覆盖过坡口边缘 1mm~2.5mm 以上,并考虑焊接板组对间隙(b)对焊缝计算尺寸的影响,且焊缝应从垂直面平缓过渡到水平面。

^c 系数(0.85~0.90),针对钢管塔常用 Q235、Q345、Q420 钢材, Q420 厚度小于等于 16mm 钢材选取 0.90,其他钢材可取 0.85。

4.5 主管的纵焊缝布置

塔身或横担所用主管的纵焊缝宜布置在结构断面对角线的外侧方向,变电钢管构支架的纵焊缝宜在平面内侧。当钢管的纵焊缝与筋板、辅助件焊接重叠出时宜调整避开。

4.6 筋板、附件焊缝布置及切角处理要求

- a) 筋板、附件布置宜避开直缝焊管的纵焊缝。筋板与法兰、连接板、钢管焊接处应设有切角处理，保证主焊缝贯通。切角宜采用圆弧形式，圆弧半径宜为 $[h_f + (10 \sim 15)]$ mm，以方便焊缝封闭操作、镀锌操作流锌。对于因结构原因需要加大切角圆弧尺寸，由此引起筋板焊缝长度尺寸的减短，需要征得设计确认。所有镀锌构件焊缝应进行封闭焊。
- b) 安全带挂孔、站位平台内侧挂点槽钢与节点板或螺栓不宜与钢管上的焊缝重叠相干涉。安全带挂孔、站位平台、环形筋板等零部件的焊接位置布置应尽量避免影响连接螺栓的正确安装穿向。

4.7 环向筋板拼焊

弧度超过 180°的环向筋板可采用拼焊连接，但拼焊板数量不宜超过 3 块。

4.8 塔身主材变坡及挂线点结构要求

- a) 塔身主材变坡位置宜优先采用刚性平面法兰连接结构。
- b) 耐张塔挂线板宜采用整块结构受力或两块板拼接，与横担主管形成环焊缝。

4.9 焊接坡口形式和尺寸

焊接坡口形式和尺寸的设计，应符合 GB/T 985.1、GB/T 985.2 的有关规定。

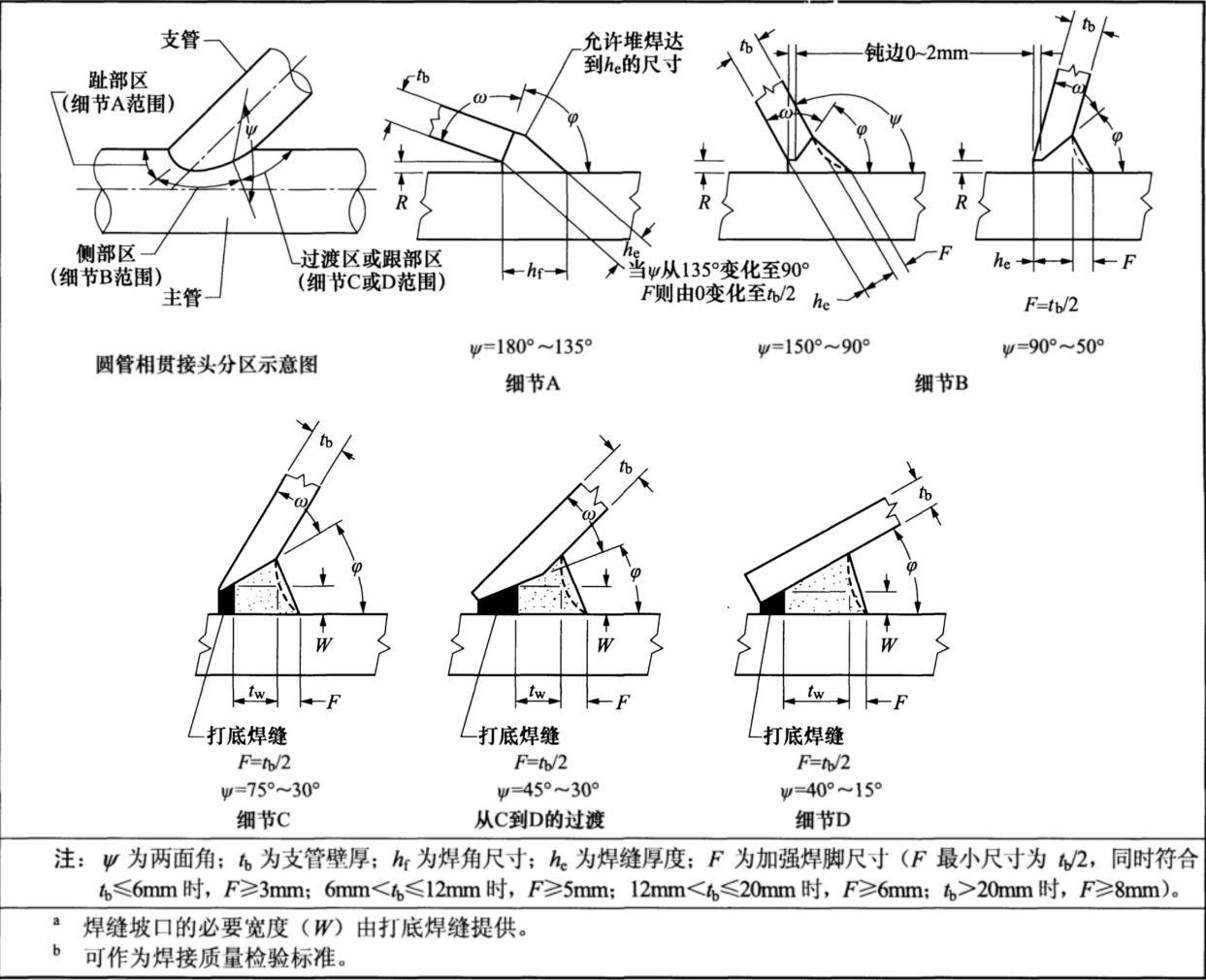
4.10 管桁结构焊缝

管桁结构中，T、K、Y 形接头的焊缝坡口形式和尺寸可按表 4 选用。

表 4 管桁结构 T、K、Y 形接头焊缝坡口形式和尺寸

坡口尺寸		细节 A $\psi=180^{\circ}\sim135^{\circ}$		细节 B $\psi=150^{\circ}\sim50^{\circ}$		细节 C $\psi=75^{\circ}\sim30^{\circ}$		细节 D $\psi=40^{\circ}\sim15^{\circ}$
坡口 角度 φ	最大	90°		当 $\psi\leq105^{\circ}$ 时为 60°		40°; ψ 较大时为 60°		—
	最小	45°		37.5°; ψ 较小时为 1/2 ψ		1/2 ψ		
支管端部 斜切角度 ω	最大	—		根据坡口角度定				—
	最小	—		10°或 当 $\psi>105^{\circ}$ 时为 45°		10°		—
根部间隙 R	最大	FCAW-S SMAW 5mm	GMAW-S FCAW-G 5mm	FCAW-S SMAW 6mm	GMAW-S FCAW-G 当 $\varphi>45^{\circ}$ 时 6mm 当 $\varphi\leq45^{\circ}$ 时 8mm	FCAW-S SMAW	打底焊缝宽度 W_{\max}^a	φ
							3mm	25°~40°
							5mm	15°~25°
	最小	2mm; 当 $\varphi>90^{\circ}$ 时, 不规定	2mm; 当 $\varphi>120^{\circ}$ 时, 不规定	2mm	2mm	GMAW-S FCAW-G	3mm	30°~40°
							6mm	25°~30°
							10mm	20°~25°
						13mm	15°~20°	
焊缝 ^b	h_e	$\geq t_b$		当 $\psi>90^{\circ}$ 时, $\geq t_b$ 当 $\psi<90^{\circ}$ 时, $\geq t_b/\sin\psi$		$\geq t_b/\sin\psi$, 但不超过 1.75 t_b		$\geq 2t_b$
	h_f	$\geq t_b/\sin\psi$ 但不需超过 1.75 t_b				可以堆焊焊缝, 以 满足这一要求		
管桁结构 T、K、Y 形接头焊缝坡口形式示意图								

表 4 (续)



5 坡口加工及焊件组对

5.1 坡口加工

5.1.1 焊件下料与坡口加工应符合下列要求：

- a) 焊件下料与坡口制备可采用机加工、热切割（包括等离子弧、火焰）和碳弧气刨切割、刨槽。
- b) 低合金高强钢采用热加工方法（如火焰切割、等离子切割）下料、打坡口，应打磨去除污染层。
- c) 采用热加工方法或碳弧气刨加工坡口时，应在切割后打磨，避免出现深度大于 2mm 的割槽或切割棱，并对坡口加工表面进行质量检查。

5.1.2 焊件经下料和坡口加工后，应对下料、坡口加工表面进行质量检查，待焊件坡口表面及附近母材（内、外壁或正、反面）的油、漆、垢、锈等清理干净，直至出现金属光泽，清理范围如下：

- a) 对接焊缝：坡口每侧不小于 10mm。
- b) 角焊缝：不小于焊脚尺寸（ $h_f + 15$ ）mm。
- c) 埋弧焊焊缝：a) 或 b) 清理范围加 5mm。

5.2 焊件组对

5.2.1 组对准备及检查

5.2.1.1 工装模具的备用应符合以下要求：

- a) 在设计组对工装模具时,应考虑工装的定位基准与工件的定位基准、安装基准统一;工装应具有足够的强度和刚性,在使用过程中应具备安全可靠、快捷、方便和动作准确等特征;批量加工生产过程中应定期校验定位基准。
- b) 组对工装模具宜具有通用性和互换性。
- c) 对批量少或构造复杂不具备互换条件的构件,生产时应做好标识和记录。

5.2.1.2 组对前应对待组对零部件进行下列项目的质量检验:

- a) 零件规格应符合图纸要求。
- b) 检验零部件加工尺寸偏差。应重点检查零件焊接边的长度偏差、角度偏差,钢管件定长切割尺寸,异形板件切割、开槽尺寸,联板安装插板处边距。
- c) 检查焊接零件变形。平直零件加工过程变形偏差超出规范要求的应进行矫正处理;弯曲零件(如爬梯 U 形支座安装贴合面)的形状、尺寸、位置偏差应符合图纸要求。
- d) 检查焊接零件加工切割面、坡口面质量,组对前应待焊接件的加工毛刺、割渣打磨清理。

5.2.1.3 焊件组对时,两待焊接件表面宜齐平,其错边值不应超过下列限值:

- a) 一、二级焊缝的局部错边值不应超过焊件厚度的 10%,且不大于 2mm。
- b) 其他焊缝的局部错边值不应超过焊件厚度的 15%,且不大于 3mm。

注:不同厚度的焊件组对,焊件厚度按较薄焊件计算。

5.2.2 组对要求

按以下要求进行组对:

- a) 连接板与环形板装配时,应使用靠模进行定位。环形筋板与钢管及连接板之间应留有适当的间隙。环形板拼接应平整。
- b) 钢管与带颈法兰装配时,应在法兰组对机或组对工装平台的装配胎具上进行。
 - 通过移动法兰靠模位置调整法兰安装尺寸;
 - 采用插销定位确定两法兰安装孔位与胎模的相对定位孔位置一致;
 - 调整钢管支撑架,调整钢管与法兰之间的同轴度。
- c) 钢管与平板法兰装配时,应在法兰组对机或组对工装平台的装配胎具上进行。通过调整法兰靠模与钢管轴线角度确定法兰与钢管之间的安装角度,钢管与法兰接触间隙应均匀,且满足焊缝设计尺寸要求。
- d) 钢管与插板组对装配应在组对工装胎具上进行,用插销定位确定插板安装孔位置尺寸,同时检查确定插板孔边距尺寸偏差。
- e) 安装爬梯的附件,应焊接在钢管塔的外侧,宜保证在相同坡度的塔段内上下主管爬梯处在同一轴线上。
- f) 焊接件组对装配时,应根据焊接工艺要求控制其装配间隙。组对后局部间隙超过 8mm,但长度不大于该焊缝长度的 15%,允许在坡口两侧或一侧按焊缝同样工艺作堆焊处理,但应符合下列规定:严禁在间隙内填金属材料;堆焊时逐层表面探伤检查,堆焊后用砂轮修磨到原坡口尺寸;对堆焊部位的焊缝应增加无损探伤检测。
- g) 在对焊接件组对定位焊接固定前,应检测确定工装的定位基准结构尺寸,符合图纸及规范要求后才能进行焊接件组对装配、定位焊接。

6 焊接

6.1 环境要求

- 6.1.1 允许进行焊接操作的最低环境温度应符合以下规定:Q235 钢材不低于 -10°C ;Q345 钢材不低

于 0℃；Q420、Q460 钢材不低于 5℃。当焊接环境温度不符合要求时，应采取保暖措施。

注：最低环境温度可在以施焊部位为中心的 1m 范围内测量。

6.1.2 当空气湿度超过 80%时，不应进行焊接操作。

6.1.3 气体保护焊时的环境风速不应大于 2m/s，其他焊接方法时的环境风速不应大于 8m/s。当不符合要求时，应采取防风措施。

6.1.4 母材金属表面潮湿、覆盖有冰雪，或施焊场所有雨、雪、冰雹等直接侵袭时不得施焊。

6.2 预热及层间温度

6.2.1 当厚度超过一定尺寸或焊接环境温度低于最低环境温度的要求时，应按 DL/T 819 的相关规定进行预热。不同钢材焊接时，应按预热温度高的一侧选择；主管与支管焊接时，应按主管的条件要求进行预热。

6.2.2 常用钢材焊接预热温度见表 5。未按规定预热温度的钢材，当环境温度低于 6.1.1 的规定时，应将母材预热到不低于 20℃，并在焊接过程中保持这一层间温度。

表 5 常用钢材焊接预热温度推荐值 单位：℃

钢材牌号	接头最厚部件的板厚 <i>t</i> mm				
	<i>t</i> ≤20	20< <i>t</i> ≤40	40< <i>t</i> ≤60	60< <i>t</i> ≤80	<i>t</i> >80
Q345	- ^a	20	60	80	100
Q390、Q420	20	60	80	100	120
Q460	20	80	100	120	150
^a “-”表示焊接环境在 0℃以上时，可不采取预热措施。					

6.2.3 特殊情况下的焊前预热温度的确定：

- a) 不同钢种焊接时，预热温度应按高强度、较高碳当量的钢材选择。
- b) 主管与支管焊接时，预热温度应按主管选择。

6.2.4 焊接层间温度不宜低于最低预热温度。

6.3 焊接工艺

6.3.1 一般规定

6.3.1.1 不应在被焊工件焊缝外侧的母材表面引燃电弧。

6.3.1.2 不应在焊接件装配间隙或坡口内嵌入填塞物焊接。

6.3.2 引弧板及引出板

6.3.2.1 埋弧焊的引弧板和引出板的尺寸不宜小于 50mm×100mm，焊件接头处应封底或垫上焊剂垫。

6.3.2.2 焊接后，应采用机械方式、碳弧气刨或气割方法去除工卡具、引弧板和引出板等。采用气割方法时应在离工件表面 3mm 以上处切除。去除引弧板、引出板后应将残留部分打磨修整，并检查表面质量。

6.3.3 定位焊缝

6.3.3.1 作为正式焊缝的定位焊缝，其焊工、焊接材料和焊接工艺、焊接质量等应与正式焊缝施焊要求相同。

6.3.3.2 钢管对接时，定位焊缝应满足下列要求：

- a) 在坡口根部采用焊缝定位时，定位焊后应检查各个定位焊点质量，如有缺陷应立即清除，必要时重新进行定位焊。
- b) 定位焊缝的高度不宜超过设计焊缝高度的 $2/3$ ，通常为 $4\text{mm} \sim 6\text{mm}$ 。定位焊缝的长度宜为 $20\text{mm} \sim 40\text{mm}$ ，定位焊缝间距以不超过 400mm 为宜。定位焊点一般不少于 3 点，且定位焊缝应均匀分布。冬季施工的低合金钢，其定位焊缝的厚度可增加至 8mm ，长度可为 $30\text{mm} \sim 40\text{mm}$ 。
- c) 钢管纵向或环向对接时，定位焊缝长度为 $30\text{mm} \sim 50\text{mm}$ ，焊缝间距为 $150\text{mm} \sim 250\text{mm}$ 。
- d) 定位焊缝不宜布置在焊缝交叉处和焊缝方向急剧变化处。
- e) 定位焊缝上的裂纹、气孔、夹渣等缺陷应清除。

6.3.3.3 钢管与法兰组对的定位焊缝长度和点数宜按表 6 的要求布置。

表 6 钢管与法兰组对的定位焊缝长度和点数

公称管径 mm	定位焊缝长度 mm	定位焊缝点数 处
$\phi \leq 200$	15~30	不少于 3
$200 < \phi \leq 300$	20~40	不少于 4
$300 < \phi \leq 500$	25~40	不少于 5
$500 < \phi \leq 700$	30~40	不少于 6
> 700	35~50	不少于 7

6.3.3.4 对于规定要求预热的焊缝，定位焊时应应对焊缝两侧的 150mm 范围内进行预热，预热温度比规定的预热温度高 $20^\circ\text{C} \sim 30^\circ\text{C}$ 。

6.3.3.5 对于要求焊透的一、二级对接焊缝的定位焊，需要经过检验合格后才能转入下道工序施焊。

6.3.3.5 工卡具及临时定位件焊缝焊接和拆除：

- a) 工卡具等构件焊接时，引弧点和熄弧点均应在卡具等构件上。
- b) 工卡具等构件拆除时，严禁用锤击法，应用热切割或砂轮切割切除，不得损伤工件母材。切割后应用砂轮磨平，并进行表面裂纹检查。

6.3.4 施焊

6.3.4.1 焊接作业指导书应按 3.7 的规定编制，并包含合理的焊接顺序以及多个焊工同时焊接一个部件的措施要求。焊接过程中应按照焊接作业指导书规定的焊接方法、焊接参数进行焊接。实际的焊接参数变化应限制在 DL/T 868 规定的范围内。

6.3.4.2 应根据根层焊道的承受能力，决定焊件支撑结构的去留。

6.3.4.3 焊道收弧时应将熔池填满。多层、多道焊缝焊接时，焊工应逐层自检合格后方可焊接次层焊缝。多层、多道的焊接接头应错开 30mm 以上。

6.3.4.4 要求全焊透的双面焊缝，宜采取单面焊双面成型的焊接工艺。当采取清根措施时，非清根侧焊缝的焊接量不宜少于三层。清根后应按 5.1.2 的要求将坡口的污染物清理干净。

6.3.4.5 应对焊接参数、焊接层道数、层道间清理情况和层间外观质量、焊缝层间温度、预热温度、清根质量、焊接变形进行监督检查，确认满足焊接作业指导书的要求。

6.3.4.6 宜采用调整焊接参数（如减小焊接电流）、调整焊接顺序的方法控制焊接变形，也可采用反变形、刚性固定等方法控制焊接变形。

6.3.4.7 临时支撑物拆除时，不应用锤击法去除，应用机械打磨焊缝、氧—燃气火焰或碳弧气刨在距焊件母材表面 3mm 左右切除，必要时采用表面无损检测方法确认表面质量。

6.3.4.8 焊接完毕后,焊工应将焊缝及母材表面的飞溅、熔渣等清理干净,并检查外观质量。外观质量缺陷或影响镀锌质量的焊缝缺陷应在镀锌前进行修磨或局部焊补,且焊补的焊缝应与原焊缝间保持圆滑过渡。焊缝焊补应符合第 9 章的规定。焊缝经焊工自检合格、二级及以上焊缝经焊工或焊机操作工自检合格后,焊工应在距焊缝端头 50mm 明显处打上自己的钢印代号,且在防腐处理后清晰可见。

6.4 焊件的矫形

6.4.1 热矫形时应编制操作规程,操作规程应至少包括变形形式及程度、加热区、加热温度、加热和冷却方式、时间、测温方式、矫形方法等。对于 Q420 及以上等级的材料,采用热矫形工艺时,应进行热矫形工艺评定。

6.4.2 采用局部加热方法矫形时,其加热区温度应控制在 800℃ 以下。

6.4.3 非主材构件弯曲度小于 10° 时,可以进行冷矫正。但环境温度低于 0℃ 时, Q420 及以上等级的材料不得进行冷矫正;当环境温度低于 -12℃ 时,所有材料不得进行冷矫正。

6.5 后热

6.5.1 对冷裂纹敏感性较大的低合金结构钢或拘束度较大的焊件,焊后应立即采取后热措施。

6.5.2 后热的加热宽度应为焊缝每侧 3 倍母材厚度且不小于 100mm。

6.5.3 后热温度一般为 250℃ ~ 350℃,保温时间与后热温度、焊缝金属厚度等有关,不宜少于 30min,达到保温时间后应缓冷至常温。

6.5.4 焊后立即进行焊后热处理的焊件可不进行后热。

6.6 焊后热处理

6.6.1 当设计文件或焊接工艺评定有焊后热处理要求时,焊后应及时对焊件进行焊后热处理。焊后热处理的加热宽度、温度测量与控制要求、保温宽度参照 DL/T 819 执行。

6.6.2 焊后热处理温度宜为 600℃ ~ 650℃,恒温时间按每 25mm 厚度恒温 1h 计算,最低 0.5h。

7 质量检验

7.1 焊接接头外观检查

7.1.1 应对所有焊缝进行外观检查。外观检查以目视检查为主,同时应使用焊缝检验尺或 5 倍放大镜辅助进行,当出现下列情形之一时,应对焊缝进行表面无损检测,可采用磁粉或渗透检测的方法,依据 NB/T 47013.4、NB/T 47013.5 的规定进行:

- a) 焊缝外观检查发现裂纹时,应对该批同类焊缝进行 100% 的表面无损检测。
- b) 焊缝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。
- c) 钢管塔设计图纸有规定时,应进行表面无损检测。
- d) 特高压钢管塔的法兰与钢管插接式连接的角焊缝,应进行 100% 的表面无损检测。

7.1.2 对可经打磨消除的外观超标缺陷应作记录。

7.1.3 应根据图纸要求对焊接部件进行宏观的尺寸检验。对重要部件应在焊接过程中监测焊接变形,并在焊接或焊后热处理完成后进行最终尺寸检查。

7.2 焊接接头内部质量检验

7.2.1 应对一、二级焊缝进行内部质量检验。焊接接头内部质量检验应在焊接完成 24h 后进行。外观质量检查合格或经修复、修磨合格后,方可进行内部质量检验。

7.2.2 内部质量检验采用无损检测的方法。无损检测方法、技术条件和质量分级应根据部件类型特

征, 分别按 DL/T 1611、DL/T 820、DL/T 542、GB/T 11345、GB/T 29712、GB/T 3323、JG/T 203 的规定执行。

7.2.3 对设计要求全焊透的一、二级焊缝, 宜采用超声波检测方法检测其内部缺陷。当超声波检测有疑问时, 可采用其他的方法进行补充检验验证。

7.2.4 一级焊缝的检测比例应为 100%, 二级焊缝的检测比例应为 20%。

注: 焊缝内部质量检测比例的计算方法应按每条焊缝计算百分比, 且检测长度不应小于 200mm。当焊缝长度不足 200mm 时, 应对整体焊缝进行内部质量检测。

7.2.5 母材厚度小于 8mm 的对接焊接接头, 应采用 DL/T 1611 或 DL/T 820 规定的检测方法进行内部缺陷检测。

7.2.6 对接与角接组合焊缝可按照 DL/T 542、GB/T 11345、GB/T 29712 标准进行检测。

7.2.7 设计未注明焊缝质量等级时按三级焊缝质量要求检验。

7.2.8 修复后的一、二级焊接接头应 100% 进行无损检测。

8 质量标准

8.1 焊缝外观检查质量标准

8.1.1 焊缝外观检测要求

焊缝外观应达到外形均匀、成形美观, 焊道与焊道、焊缝与母材金属间过渡较圆滑, 焊渣和飞溅物应清除干净。焊缝外观质量应符合表 7 的规定。

表 7 焊缝外观检测验收标准

序号	项目	焊缝等级及相应缺陷限值 ^a mm		
		一级	二级	三级
1	裂纹、弧坑裂纹	不允许		
2	焊瘤	不允许		
3	表面气孔	不允许		
4	表面夹渣	不允许		
5	咬边	不允许	深度不大于 $0.05t$, 且不大于 0.3; 连续长度不大于 100 且焊缝两侧咬边总长不大于 10% 焊缝全长	不大于 $0.1t$ 且不大于 0.5, 长度不限
6	接头不良	不允许		
7	未焊满 (指不足设计要求)	不允许		
8	未熔合	不允许		
9	未焊透	不允许		
10	根部收缩 (内凹)	不允许	不大于 $0.2+0.02t$ 且不大于 1.0	不大于 $0.2+0.04t$ 且不大于 2.0
		长度不限		

表 7（续）

序号	项目	焊缝等级及相应缺陷限值 ^a mm		
		一级	二级	三级
11	电弧擦伤	不允许		母材性能未受影响时，允许存在个别电弧擦伤
<p>注：t 为连接处较薄的管或板的厚度。</p> <p>^a 除注明角焊缝缺陷外，其余均为对接、角接焊缝通用。</p> <p>^b 当出现下列情况之一时，为不合格：在焊缝任意 300mm 连续长度中，其累积长度超过 25mm；当焊缝长度小于 300mm 时，其累计长度超过焊缝总长的 8%。</p>				

8.1.2 焊缝外形尺寸要求

8.1.2.1 焊缝余高、错边允许偏差应符合表 8 的规定。

8.1.2.2 焊缝增宽应符合表 9 的规定，其中，焊缝最大宽度 B_{\max} 和最小宽度 B_{\min} 的差值，在任意 50mm 焊缝长度范围内偏差值不大于 4.0mm，整个焊缝长度范围内偏差值不大于 5.0mm。

表 8 焊缝尺寸允许偏差 单位：mm

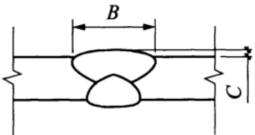
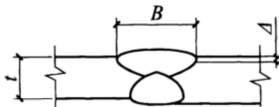
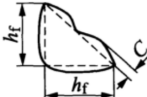

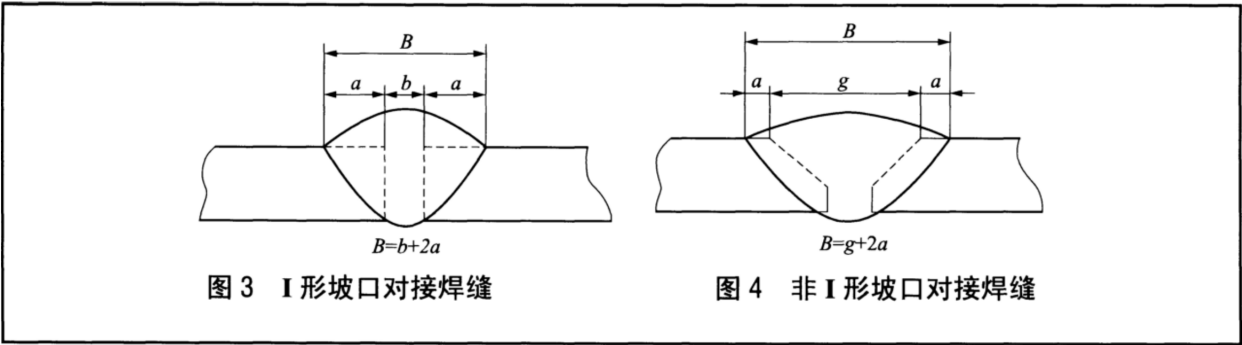
序号	项目	图例	允许偏差		
			一级	二级	三级
1	对接焊缝余高 (C)		$B < 20$ 时, C 为 0~3.0; $B \geq 20$ 时, C 为 0~4.0		$B < 20$ 时, C 为 0~3.5; $B \geq 20$ 时, C 为 0~5.0
2	错边		$\Delta \leq 0.1t$ 且 ≤ 2		$\Delta \leq 0.15t$ 且 ≤ 3
3	角焊缝余高 (C)		$h_f \leq 6$ 时, C 为 0~1.5; $h_f > 6$ 时, C 为 0~3.0		
4	角(组合)焊缝 焊脚尺寸 (h_f)		$h_f \leq 12$ 时, C 为 0~3.0 $h_f > 12$ 时, C 为 0~4.0		

表 9 焊缝允许增宽尺寸

焊接方法	焊缝形式	焊缝宽度 B mm	
		B_{\min}	B_{\max}
埋弧焊	I 形焊缝	$b+6$	$b+10$
	非 I 形焊缝	$g+2$	$g+8$
焊条电弧焊及气体保护焊	I 形焊缝	$b+4$	$b+8$
	非 I 形焊缝	$g+2$	$g+6$
<p>注 1：表中 b 为装配间隙，应符合 GB/T 985.1、GB/T 985.2 要求的实际装配值。g 为坡口面宽度。</p> <p>注 2：I 形坡口和非 I 形坡口见图 3、图 4。</p>			

表 9（续）



8.1.2.3 管桁结构的 T、K、Y 形接头的角焊缝焊脚尺寸 h_f 应按表 10 执行。表 10 不适用于支管/杆倾角 φ 小于 30° 或支/主管直径比 d/D 不大于 $1/3$ 的情况。

表 10 管桁结构的 T、K、Y 形接头的角焊缝焊脚尺寸

角度 φ	最小焊脚尺寸 h_f mm		
	$h_e=0.7t$	$h_e=t$	$h_e=1.07t$
根部 $<60^\circ$	$1.5t$	$1.5t$	取 $1.5t$ 和 $1.4t+Z$ 中较大值
侧边 $\leq 100^\circ$	t	$1.4t$	$1.5t$
侧边 $100^\circ\sim 110^\circ$	$1.1t$	$1.6t$	$1.75t$
侧边 $110^\circ\sim 120^\circ$	$1.2t$	$1.8t$	$2.0t$
趾部 $>120^\circ$	t (切边)	$1.4t$ (切边)	开坡口 $60^\circ\sim 90^\circ$ (焊透)

注 1: t 为较薄件厚度; h_e 为角焊缝有效厚度, 即焊缝根部至焊缝表面的最小距离; Z 为根部角焊缝未焊透尺寸, Z 由焊接工艺评定确定。
注 2: 允许的根部间隙为 $0\text{mm}\sim 5\text{mm}$; 当根部间隙大于 1.6mm 时, 应适当增加 h_f 值。
注 3: 当 $\varphi>120^\circ$ 时, 边缘应切掉。

8.1.2.4 在任意 300mm 连续焊缝长度内, 焊缝边缘沿焊缝轴向的直线度 f 见图 5, 其值应符合表 11 的规定; 在焊缝任意 25mm 长度范围内, 焊缝余高 $C_{\max}\sim C_{\min}$ 的允许偏差值不大于 2.0mm , 见图 6。

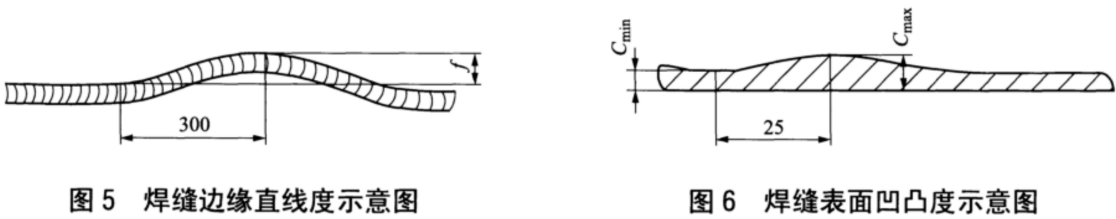


表 11 焊缝边缘直线度允许偏差

焊接方法	焊缝边缘直线度允许偏差值 f mm
埋弧焊	3.0
焊条电弧焊及气体保护焊	2.0

8.1.2.5 焊接接头角度变形和长度方向的焊接变形应符合设计文件、质量规范和焊接工艺规程的要求。

8.2 焊接接头的无损检测质量标准

8.2.1 焊接接头表面无损检测质量等级应符合 NB/T 47013.4 或 NB/T 47013.5 的 I 级。

8.2.2 母材厚度大于 8mm 的一、二级对接焊缝的超声波检测和射线检测的检测等级应符合表 12 的规定。

表 12 焊缝内部质量的检验方法及等级要求

检测方法	依据标准	检测与验收要求	检测与验收等级	
			一级焊缝	二级焊缝
超声波检测	GB/T 11345	检测等级	B 级	B 级
	GB/T 29712	验收等级	2 级	3 级
射线检测	GB/T 3323	透照技术等级	B 级	B 级
		质量等级	II 级	III 级

8.2.3 母材厚度不大于 8mm 的一、二级焊缝的内部质量检测应符合 DL/T 1611 的质量要求。

8.2.4 组合焊缝的质量标准, 要求熔透的焊缝质量按照表 12 超声波检测进行评定。其他 T 形接头焊缝依据 DL/T 542 进行检测, 焊缝质量按照技术要求验收。

9 不合格焊接接头处理

9.1 对气孔、夹渣、焊瘤或余高过大等表面缺陷, 应先打磨清除, 必要时进行焊补。

9.2 对根部凹陷、弧坑、焊缝尺寸不足、咬边等缺陷, 应进行焊补。

9.3 对裂纹、未熔合等内部缺陷, 应按下列规定进行处理:

- 先清除这些缺陷, 必要时用渗透 (PT) 或磁粉 (MT) 方法进行检测。
- 清除长度应比缺陷范围两端各长 50mm。
- 对于厚大部件的裂纹类缺陷, 在清除前, 应采取措施防止裂纹继续扩展。
- 按拟定的焊接修复工艺进行补焊。

9.4 清除缺陷时, 应采用砂轮打磨, 也可采用碳弧气刨或其他机械方法打磨清除。缺陷清除后, 坡口底部应圆滑过渡, 满足焊接修补的要求。采用碳弧气刨应磨去污染层。

9.5 修复前, 应先拟定焊接修复工艺, 并得到评定和验证。

9.6 焊缝同一位置返修次数不宜超过 2 次, 将返修情况记入产品质量档案。

9.7 打磨已完成的返修焊缝, 形成光滑的焊缝并与邻近的母材表面平齐。

9.8 返修或返工的焊缝应按原方法检测, 并且使用同样的技术和质量标准。

10 焊接技术文件

焊接技术文件应及时收集、汇总并存档备查。资料应完整、准确、可追踪。主要技术资料包括:

- a) 焊接工艺评定报告及焊接工艺规程。
 - b) 焊工资质（复印件）。
 - c) 母材及焊接材料的质量保证书及复验报告。
 - d) 焊接施工检查记录及报告。
 - e) 焊接热处理记录及报告。
 - f) 焊接最终检验记录及报告。
 - g) 返修或返工记录。
 - h) 重大焊接技术问题处理意见。
 - i) 材料变更和代用见证资料。
 - j) 焊接工程技术总结和质量评价报告。
-

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
钢管塔焊接技术导则
DL/T 1762—2017

*

中国电力出版社出版、发行
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)
北京传奇佳彩印刷有限公司印刷

*

2019年8月第一版 2019年8月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 1.5印张 39千字
印数 001—500册

*

统一书号 155198·1127 定价 **23.00** 元

版 权 专 有 侵 权 必 究
本书如有印装质量问题，我社营销中心负责退换



中国电力出版社官方微信



电力标准信息微信

为您提供 **最及时、最准确、最权威** 的电力标准信息



155198.1127