

ICS 25.160  
CCS J33

# T/GMES

甘肃省机械工程学会团体标准

T/GMES 034—2025

## 电网设备焊接质量检测及验收规范

Welding quality inspection standards for power grid equipment

2025 - 10 - 14 发布

2025 - 10 - 14 实施

甘肃省机械工程学会 发布



## 目 次

前言 .....	I
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 一般技术要求 .....	1
4.1 检测人员 .....	2
4.2 检测设备 .....	2
4.3 检测方法 .....	2
4.4 检测场所和环境 .....	2
5 焊接质量检测 .....	2
5.1 钢结构焊缝 .....	2
5.1.1 焊缝分类 .....	2
5.1.2 外观检查 .....	2
5.1.3 无损检测 .....	3
5.2 承压设备类焊缝 .....	3
5.2.1 外观检查 .....	3
5.2.2 无损检测 .....	4
5.3 铝及铝合金类焊接 .....	5
5.3.1 外观检查 .....	5
5.3.2 无损检测 .....	5
5.4 铜及铜合金类焊接 .....	6
5.4.1 外观检查 .....	6
5.4.2 无损检测 .....	6
5.5 异种及复合材料焊接 .....	7
5.5.1 外观检查 .....	7
5.5.2 无损检测 .....	7
6 不合格焊接接头处理 .....	7



## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由国网甘肃省电力公司电力科学研究院提出。

本文件由甘肃省机械标准化技术委员会归口。

本文件主要起草单位：国网甘肃省电力公司电力科学研究院、国网甘肃省电力公司定西供电公司。

本文件主要起草人：高健、蒋菲、滕玉林、孙贺斌、李军、李辉、张兆钰、张素慧、吴金花、张桓玮、赵同坤、吕岩婷、谢金鹏、张洋洋、周云飞、赵朝友、朱银斌、戴凯晴、刘宜瑞、逯伯琛。

本文件为首次发布。

本文件由国网甘肃省电力公司电力科学研究院负责解释。

本文件不涉及专利。

本文件的发布机构不承担识别专利的责任。



# 电网设备焊接质量检测及验收规范

## 1 范围

本标准规定了电网输电、变电、配电设备中钢制部件的焊接、铝及铝合金焊接、铜及铜合金焊接以及异种材料焊接质量的检测方法及评价标准。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 50184	工业金属管道工程施工质量验收规范
GB 50586	铝母线焊接工程施工及验收规范
GB 50661	钢结构焊接规范
GB/T 3323	焊缝无损检测 射线检测
GB/T 3375	焊接术语
GB/T 11345	焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定
GB/T 28819	充气高压开关设备用铝合金外壳
DL/T 541	钢熔化焊T形接头和角接接头焊缝射线照相和质量分级
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 754	母线焊接技术规程
DL/T 820	管道焊接接头超声波检测技术规程
DL/T 821	金属熔化焊对接接头射线检测技术和质量分级
DL/T 869	火力发电厂焊接技术规程
NB/T 47013	承压设备无损检测

## 3 术语和定义

GB/T 3375和GB/T 28819界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**弱接合** weak joint

搅拌摩擦焊过程中，焊缝金属虽紧密接触，但未形成有效连接。

### 3.2

**隧道缺陷** tunnel defects

搅拌摩擦焊缝中连续分布的空洞。

### 3.3

**结合面氧化物** binding surface oxides

摩擦焊过程中，在对接面形成的氧化物沉积带。

### 3.4

**钎焊未填满** the brazing is not fully filled

钎焊接头间隙部分区域未被钎料完全填充。

### 3.5

**钎料泄露** the brazing material leaked

钎焊接头钎料流到不需要钎料的焊件表面或滴落到工件中。

## 4 一般技术要求

#### 4.1 检测人员

无损检测人员应取得国家或电力、机械行业的磁粉、渗透、超声及射线等无损检测资格。

#### 4.2 检测设备

4.2.1 检测设备和主要器材应附有产品质量合格证明文件，并符合其相应的产品标准规定。

4.2.2 对于可反复使用的无损检测设备和灵敏度校验相关器材，为确保其工作性能持续符合本标准各部分的有关要求，承担无损检测的单位应定期进行检定、校准或核查。

#### 4.3 检测方法

4.3.1 检测方法的选择应与材质、结构、焊接方法、接头型式及设计要求等相适应。

4.3.2 采用一种检测方法无法确认检验结果时，可采用其他方法进行补充确认。

4.3.3 无损检测的结果若有不合格时，应对同一批焊接接头中按不合格焊接接头数加倍检验，如仍有不合格，则该批焊接接头应全部进行检测。

4.3.4 焊接接头存在超标缺陷时，应分析原因并制订可行的返修方案，返修应严格按照返修方案进行，同一部位的返修不宜超过2次。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判据。返修次数、部位和返修情况应在焊接验收资料中体现。

#### 4.4 检测场所和环境

4.4.1 检测场所和环境包括但不限于照明和环境条件（包括风速、温度、湿度等因素），应不妨碍检测的有效实施。

4.4.2 检测场所和环境除应符合国家和地方有关环境卫生和劳动保护的法规外，还应尽量避免在对人体产生影响及可能干扰正常操作、观察和判断的场所和环境下检测。

4.4.3 若检测场所和环境对检测质量有影响时，应采取有效的控制措施，同时监测和记录环境条件；当环境条件影响检测实施及检测结果时，应停止检测。

4.4.4 应将不相容活动的相邻区域进行有效隔离，采取措施防止相互干扰。

4.4.5 低温检测相关要求：

a) 超声检测采用常规的探头和耦合剂时，被检工件的表面温度应控制在 $0^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ；若温度超过 $50^{\circ}\text{C}$ 或低于 $0^{\circ}\text{C}$ ，可采用特殊的探头或耦合剂；检测系统设置和校准与实际检测温度之差应控制在 $15^{\circ}\text{C}$ 之内。

b) 磁粉检测采用湿法检测时，检测温度应高于水或者油基载体的最低使用温度。

c) 渗透检测应在 $5^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 温度范围内进行，如果不在此温度区间内，应按NB/T 47013.5-2015中附录B进行方法检定。

### 5 焊接质量检测

#### 5.1 钢结构焊缝

本节适用于角钢塔、钢管塔(杆)、变电站构架、设备支架、避雷针等电网设备部件的焊接质量检测。其他非承压类设备部件的焊缝可参照执行。

##### 5.1.1 焊缝分类

应根据结构的载荷性质、焊缝形式、工作环境及应力状态和重要性等对焊缝进行分类。若设计技术文件或产品标准中有规定，应按其要求执行。

焊缝类别的分类原则如下：

a) 焊缝在动载荷或静载荷下承受拉力、剪力，按等强度设计的对接焊缝、对接与角接组合焊缝为一类焊缝。

b) 焊缝在动载荷或静载荷下承受压力，按等强度设计的对接焊缝、对接与角接组合焊缝为二类焊缝。

c) 二类焊缝以外的其他焊缝为三类焊缝。

##### 5.1.2 外观检查

(1) 外观检查技术要求

- a)所有焊缝都应首先进行外观检查合格后，再进行无损检测。
- b)焊接接头的外观检查应经自然冷却至环境温度（ $20\pm 3^{\circ}\text{C}$ ）后进行。
- c)外观检查一般用目测。直接目视检测时，应使眼睛能够与被检件表面达到最佳的距离和角度。眼睛与被检件表面的距离不超过 600mm，且眼睛与被检件表面所成的夹角不小于 $30^{\circ}$ 。直接目视检测的区域应有足够的照明条件，被检件表面至少要达到500lx的照度，对于必须仔细观察或发现异常情况并需要作进一步观察和检测的区域则至少要达到1000lx的照度。在不易或无法进行直接目视检测的被检部位和区域，可以采用反光镜、望远镜、内窥镜、光导纤维、照相机、视频系统、自动系统、机器人以及其他适合的目视辅助器材进行检测。必要时应使用焊缝检验尺或5倍放大镜进行外观检查。对可经打磨消除的外观超标缺陷应作记录。

#### (2) 外观检查质量标准

- a)焊缝边缘应圆滑过渡到母材，焊缝应具有均匀的鳞状波纹表面。
- b)焊缝表面不应有药皮、熔渣、焊渣。焊接件上的飞溅应清理干净。
- c)镀锌焊件的所有焊缝均应封边。复杂的焊件镀锌前宜采取去应力退火处理，外观质量应符合DL/T 678中的相关规定。
- d)图纸未作规定时，管桁结构的T、K、Y形接头的角焊缝焊脚尺寸hf按表2执行，其他角焊缝焊脚尺寸按较薄板厚度选用。
- e)焊脚尺寸允许偏差：对接与角接组合焊缝，加强角焊缝hf不应小于 $t/4$ 且不应大于10mm，其允许偏差应为0mm~4mm。角焊缝及部分焊透的角接与对接组合焊缝焊脚尺寸允许偏差应符合DL/T 678中的相关规定。
- f)焊接接头错边允许偏差应符合DL/T 678中的相关规定。
- g)没有装配要求的板件的焊接角变形应不大于 $3^{\circ}$ 。
- h)钢管纵缝焊接后，检查纵缝处的弧度，与样板间的间隙应不大于4mm。
- i)角焊缝的变形及其结构的焊接变形应符合设计文件和焊接工艺规程的要求。
- j)配网钢筋混凝土电杆连接件焊缝宽度不得小于钢筋直径的60%，焊缝有效厚度不得小于钢筋直径的35%。

### 5.1.3 无损检测

#### (1) 无损检测技术要求

- a)淬硬倾向较大钢材的焊接接头的验收应以焊接完工后至少48h后所做的检查结果为依据。
- b)焊接接头无损检测的方法、技术条件和质量分级应根据部件类型特征，分别按GB/T 26951、GB/T 3323、GB/T 11345、GB/T 18851、DL/T 541、DL/T 542、DL/T 820、DL/T 821、NB/T47013的规定执行。

#### (2) 无损检测质量标准

- a)焊接接头表面检测宜选用MT或PT，铁磁性材料应优选MT。检验部位和比例按照设计要求选定。MT应按GB/T 26951及参照NB/T 47013.4规定进行检测，PT应按GB/T 18851及参照NB/T 47013.5 规定进行检测，一类焊缝II级合格，二类焊缝III级合格。
- b)要求全焊透的焊缝，宜采用超声波检测方法检测其内部缺陷，抽检比例及质量标准按DL/T 678中的相关规定执行。当采用RT做补充检查时，其检测方法、抽检比例及质量标准按DL/T 678中的相关规定执行。
- c)不要求焊透的一、二类组合焊缝，无损检测可参照DL/T 541、DL/T 542标准执行，也可参照GB/T 11345标准进行超声波检测。
- d)无损检测发现有超标缺陷时，应在其延伸方向或可疑部位作补充检测。如补充检测仍不合格应对该条焊缝上所有的焊接部位进行检测。

## 5.2 承压设备类焊缝

本节适用于消防给水管道、冷却水管道、罐式断路器筒体焊缝、波纹管等承压电网设备部件的焊接质量检测。焊接接头分类参照GB 150.1及NB/T 47013执行。

### 5.2.1 外观检查

#### (1) 外观检查技术要求

- a)所有焊缝都应首先进行外观检查合格后，再进行无损检测。

b)焊接接头的外观检查应经自然冷却至环境温度(20±3℃)后进行。

c)外观检查一般用目测。直接目视检测时,应使眼睛能够与被检件表面达到最佳的距离和角度。眼睛与被检件表面的距离不超过600mm,且眼睛与被检件表面所成的夹角不小于30°。直接目视检测的区域应有足够的照明条件,被检件表面至少要达到500lx的照度,对于必须仔细观察或发现异常情况并需要作进一步观察和检测的区域则至少要达到1000lx的照度。在不易或无法进行直接目视检测的被检部位和区域,可以采用反光镜、望远镜、内窥镜、光导纤维、照相机、视频系统、自动系统、机器人以及其他适合的目视辅助器材进行检测。必要时应使用焊缝检验尺或5倍放大镜进行外观检查。对可经打磨消除的外观超标缺陷应作记录。

d)焊接质量检查人员应根据图纸要求对焊接部件进行宏观的尺寸检验。对重要部件应该在焊接过程中监测焊接变形,并在焊接或焊后热处理完成之后进行最终尺寸检查。

#### (2)外观检查质量标准

a)焊缝表面不应有不得有表面裂纹、未焊透、未熔合、表面气孔、弧坑、未填满、夹渣和飞溅物等缺陷。

b)焊缝与母材应圆滑过渡;角焊缝的外形应凹形圆滑过渡。

c)焊缝应具有均匀的鳞状波纹表面,且表面不应有药皮、熔渣、焊渣。

d)气体绝缘金属封闭式电气设备壳体焊接接头表面不应有表面裂纹、未熔合、气孔、弧坑、夹渣和飞溅物;焊缝表面的咬边深度不应大于0.5mm,咬边连续长度不应大于100mm,焊缝两侧咬边的总长不应超过该焊缝长度的10%。

e)焊口错边量、棱角度及管道弯折度应符合标准要求。

f)波纹管焊接接头外表面应修整平滑,不应有毛刺、尖角、裂纹、气孔、咬边和对接错边,焊接接头应修整成圆滑的曲面,高度不大于1mm。

g)波纹管为多层时,管坏套合时各层管坏间纵向焊接接头位置应沿圆周方向均匀错开。多层波纹管各层间不应有水、油、污物等杂质。

### 5.2.2 无损检测

#### (1)无损检测技术要求

a)有延迟裂纹倾向的材料应当在焊接完成24h后进行无损检测,有再热裂纹倾向的材料应当在热处理后增加一次无损检测。

b)承压设备壳体的对接接头应当采用射线或超声检测,检测长度不得少于各焊接接头长度的20%,且均不得小于250mm。

c)采用不锈钢、铝合金制成的承压设备壳体焊接接头应采用渗透探伤方法进行表面检测,铁磁性材料制承压设备焊接接头表面应当优先采用磁粉检测。

d)膨胀节中的纵焊缝应进行100%X射线检测,环向焊缝进行100%着色渗透检测。

e)消防给水管道对接焊缝应进行抽样射线检测或超声检测,检测方法按照GB 50184规定的IV级执行。

f)换流阀水冷却设备管道、膨胀水箱或高位水箱缓冲系统、去离子装置、补水装置等部件焊接对接焊缝应进行射线检测,检测按照GB 50184规定的IV级执行。

g)调相机油系统管道、冷却系统管道(内冷管道、外冷管道)的安装焊缝应按照不低于10%的抽检比例对管道焊缝进行无损检测。焊接表面缺陷检测按照NB/T 47013.4、NB/T 47013.5的规定执行,焊缝内部缺陷检测按照NB/T 47013.2、NB/T 47013.3的规定执行。发现不合格缺陷时应进行加倍检验,加倍检验中仍有不合格时则该批焊缝应进行100%无损检测。

#### (2)无损检测质量标准

a)按NB/T 47013对焊接接头进行磁粉、渗透检测,合格级别不低于I级。

b)按NB/T 47013对焊接接头进行超声、射线检测,合格级别见表1。

c)当组合采用射线和超声检测时,质量要求和合格级别按照各自执行的标准确定,并且均应当合格。

d)膨胀节纵焊缝X射线检测合格级别应符合NB/T 47013.2规定的II级;环向焊缝着色渗透检查合格级别应符合NB/T 47013.5规定的I级。

e)不允许对成品波纹管纵向焊接接头补焊。

f)调相机油系统管道、冷却系统管道(内冷管道、外冷管道)管件和焊缝焊接质量应符合DL/T 869的规定。

h)换流阀水冷却设备管道、膨胀水箱或高位水箱缓冲系统、去离子装置、补水装置等部件焊缝质量合格标准应不低于NB/T 47013.2 规定的Ⅲ级。

表 1 射线、超声检测合格指标

检测方法		检测技术等级	检测范围		合格级别
射线检测		AB	A、B 类接头	全部	Ⅱ
				局部	Ⅲ
			角接头、T 形接头		Ⅱ
超声检测	脉冲反射法	B	A、B 类接头	全部	Ⅰ
				局部	Ⅱ
			角接头、T 形接头		Ⅰ
	衍射时差法	-	-	Ⅱ	

### 5.3 铝及铝合金类焊接

本节适用于母线、电力金具、气体绝缘金属封闭式电气设备壳体等设备部件的焊接质量检测。焊接接头的检查范围、项目及数量按DL/T 754中的相关规定进行。检验比例按照焊缝长度计算。

#### 5.3.1 外观检查

##### (1) 外观检查技术要求

- a)所有焊缝都应首先进行外观检查合格后，再进行无损检测。
- b)焊接接头的外观检查应经自然冷却至环境温度（ $20\pm 3^{\circ}\text{C}$ ）后进行。
- c)外观检查一般用目测。直接目视检测时，应使眼睛能够与被检件表面达到最佳的距离和角度。眼睛与被检件表面的距离不超过 600mm，且眼睛与被检件表面所成的夹角不小于 $30^{\circ}$ 。直接目视检测的区域应有足够的照明条件，被检件表面至少要达到500lx的照度，对于必须仔细观察或发现异常情况并需要作进一步观察和检测的区域则至少要达到1000lx的照度。在不易或无法进行直接目视检测的被检部位和区域，可以采用反光镜、望远镜、内窥镜、光导纤维、照相机、视频系统、自动系统、机器人以及其他适合的目视辅助器材进行检测。必要时应使用焊缝检验尺或5倍放大镜进行外观检查。对可经打消除的外观超标缺陷应作记录。
- d)焊接质量检查人员应根据图纸要求对焊接部件进行宏观的尺寸检验。对重要部件应该在焊接过程中监测焊接变形，并在焊接或焊后热处理完成之后进行最终尺寸检查。

##### (2) 外观检查质量标准

- a)焊缝外形尺寸符合DL/T 754中的相关规定。
- b)焊缝边缘应圆滑过渡到母材，焊缝应具有均匀的鳞状波纹表面。
- c)焊缝表面不应有熔渣。焊接件上的飞溅应清理干净。铝和铝的对接焊缝采用氩弧焊或其他惰性气体保护焊工艺，焊接应开坡口，不得有裂纹、未焊透及未熔合等缺陷。
- d)焊件变形弯折偏移不应大于0.2%，错口值(中心偏移)不应大于0.5mm( $\leq 0.158$ ，且不得大于3.0mm)。
- e)均压环、屏蔽环和均压屏蔽环的支架与环体采用氩弧焊连接，焊缝应光滑，均匀一致，不得有咬边、裂纹、弧坑、烧穿、焊缝间断等缺陷。
- f)气体绝缘金属封闭式电气设备壳体焊接接头表面不应有未焊满、表面裂纹、未熔合、气孔、弧坑和飞溅物；焊缝表面的咬边深度不应大于0.5mm，咬边连续长度不应大于100mm，焊缝两侧咬边的总长不应超过该焊缝长度的10%。
- g)采用搅拌摩擦焊焊接的铝合金焊接接头，焊缝表面应光滑，均匀一致，不得存在未焊透、下塌、飞边、表面下凹、空洞等表面缺陷。

#### 5.3.2 无损检测

##### (1) 无损检测技术要求

- a) 渗透检测按照GB/T 18851及NB/T 47013.5规定进行。
- b) 射线检测应按照GB/T 3323及NB/T 47013.2的要求进行。
- c) 超声波检测应按照GB/T 11345及NB/T 47013.3的要求进行。

d) a) ~ c) 的无损检测方法, 检测范围及合格标准应符合设计图样和技术条件的要求, 或符合供需双方协议的要求。

e) 对于特高压交直流设备壳体、公称壁厚 $>25$  mm壳体及筒体和铸件连接的环向焊接接头, 制造单位需采用图样规定的方法, 对其A类和B类焊接接头, 进行100%射线或超声检测。

f) 除 e) 规定以外的壳体对接接头, 应对其A类及B类焊接接头进行局部射线或超声检测。局部检测长度不得少于各条焊缝总长的 20% (其中纵缝不少于10%, 环缝不少于5%), 且不少于250mm。具备条件时, 也可采取射线方式进行检测。

#### (2) 无损检测质量标准

- a) 焊缝表面质量应分别符合DL/T 754中的相关规定。
- b) 渗透检测后无裂纹、未熔合、密集气孔现象为合格。
- c) 射线检测后 II 级及以上为合格。
- d) 超声波检测后 II 级及以上为合格。
- e) 对于采用摩擦焊接的接头质量要求参照GB/T 34630.5执行。

### 5.4 铜及铜合金类焊接

本节适用于接地装置、引线等设备部件的焊接质量检测。

#### 5.4.1 外观检查

##### (1) 外观检查技术要求

- a) 所有焊缝都应首先进行外观检查合格后, 再进行无损检测。
- b) 焊接接头的外观检查应经自然冷却至环境温度 ( $20\pm 3^{\circ}\text{C}$ ) 后进行。

c) 外观检查一般用目测。直接目视检测时, 应使眼睛能够与被检件表面达到最佳的距离和角度。眼睛与被检件表面的距离不超过 600mm, 且眼睛与被检件表面所成的夹角不小于 $30^{\circ}$ 。直接目视检测的区域应有足够的照明条件, 被检件表面至少要达到500lx的照度, 对于必须仔细观察或发现异常情况并需要作进一步观察和检测的区域则至少要达到1000lx的照度。在不易或无法进行直接目视检测的被检部位和区域, 可以采用反光镜、望远镜、内窥镜、光导纤维、照相机、视频系统、自动系统、机器人以及其他适合的目视辅助器材进行检测。必要时应使用焊缝检验尺或5倍放大镜进行外观检查。对可经打消除的外观超标缺陷应作记录。

d) 焊接质量检查人员应根据图纸要求对焊接部件进行宏观的尺寸检验。对重要部件应该在焊接过程中监测焊接变形, 并在焊接或焊后热处理完成之后进行最终尺寸检查。

- e) 接地装置的检查部位为焊接部位和穿过地表上下300mm的部位。

##### (2) 外观检查质量标准

- a) 焊缝的外形尺寸应符合图样的要求。
- b) 焊缝及热影响区表面不应有裂纹、未焊透、未熔合及超标的咬边、弧坑、夹渣、密集气孔等缺陷。

#### 5.4.2 无损检测

##### (1) 无损检测技术要求

- a) 渗透检测按照GB/T 18851及NB/T 47013.5规定进行。
- b) 射线检测应按照GB/T 3323及NB/T 47013.2的要求进行。
- c) 超声波检测应按照GB/T 11345及NB/T 47013.3的要求进行。

d) a) ~ c) 的无损检测方法, 检测范围及合格标准应符合设计图样和技术条件的要求, 或符合供需双方协议的要求。

##### (2) 无损检测质量标准

- a) 渗透检测无裂纹、未熔合、密集气孔现象为合格。
- b) 射线检测后 II 级及以上为合格。
- c) 超声波检测后 II 级及以上为合格。

## 5.5 异种及复合材料焊接

本节适用于线夹引流板等设备部件的焊接质量检测。

### 5.5.1 外观检查

#### (1) 外观检查技术要求

- a)所有焊缝都应首先进行外观检查合格后，再进行无损检测。
- b)焊接接头的外观检查应经自然冷却至环境温度（ $20\pm 3^{\circ}\text{C}$ ）后进行。
- c)外观检查一般用目测。直接目视检测时，应使眼睛能够与被检件表面达到最佳的距离和角度。眼睛与被检件表面的距离不超过 600mm，且眼睛与被检件表面所成的夹角不小于 $30^{\circ}$ 。直接目视检测的区域应有足够的照明条件，被检件表面至少要达到500lx的照度，对于必须仔细观察或发现异常情况并需要作进一步观察和检测的区域则至少要达到1000lx的照度。在不易或无法进行直接目视检测的被检部位和区域，可以采用反光镜、望远镜、内窥镜、光导纤维、照相机、视频系统、自动系统、机器人以及其他适合的目视辅助器材进行检测。必要时应使用焊缝检验尺或5倍放大镜进行外观检查。对可经打消除的外观超标缺陷应作记录。
- d)焊接质量检查人员应根据图纸要求对焊接部件进行宏观的尺寸检验。对重要部件应该在焊接过程中监测焊接变形，并在焊接或焊后热处理完成之后进行最终尺寸检查。

#### (2) 外观检查质量标准

- a)焊缝的外形尺寸应符合图样的要求。
- b)焊缝及热影响区表面不应有裂纹、未焊透、未熔合及超标的咬边、弧坑、夹渣、气孔等缺陷。
- c)复层焊缝表面,应尽可能与复层表面保持平整、光滑。对接焊缝的余高，应不大于1.5mm。角接焊缝的凹凸度及焊脚高度，应符合设计图样的规定。
- d)母材为复合板时，当产品设计图样及技术条件无明确规定时，复层焊缝表面不允许有咬边。基层焊缝咬边深度不应超过基层板厚的10%，且不应大于0.5mm。咬边的连续长度不应大于100mm，且焊缝两边的咬边总长度不应超过该焊缝总长度的 10%，或按供需双方协议的规定。
- e)电力金具的铜铝焊缝应完整，无气孔和裂纹，侧面错边不超过2mm，厚度错边不超过 0.5mm。焊缝四周不应有焊渣，电阻率应小于 $3\times 10^{-8}\Omega\cdot\text{m}$ 。
- f)钎焊焊缝表面不应存在未填满和钎料泄露缺陷。
- g)摩擦焊焊缝表面不应有未焊透、弱接合、隧道缺陷及结合面氧化物等缺陷。

### 5.5.2 无损检测

#### (1) 无损检测技术要求

- a)渗透检测按照GB/T 18851及参照NB/T 47013.5规定进行。
- b)射线检测应按照GB/T 3323及参照NB/T 47013.2的要求进行。
- c)超声波检测应按照GB/T 11345及参照NB/T 47013.3的要求进行。
- d)采用一种检测方法无法确认检验结果时，可采用其他方法进行补充确认。
- e)a)～c)的无损检测方法，检测范围及合格标准应符合设计图样和技术条件的要求，或符合供需双方协议的要求。
- f)钎焊型铜铝过渡设备线夹的超声波检测按照 DL/T 1622 的规定执行。

#### (2) 无损检测质量标准

- a)渗透检测后无裂纹、未熔合、密集气孔现象为合格。
- b)射线检测后Ⅱ级及以上为合格。
- c)超声波检测后Ⅱ级及以上为合格。

## 6 不合格焊接接头处理

- 6.1 对气孔、夹渣、焊瘤或余高过大等表面缺陷，应先打磨清除，必要时进行补焊。
- 6.2 对根部凹陷、弧坑、焊缝尺寸不足、咬边等缺陷，应进行补焊。
- 6.3 对裂纹、未熔合等内部缺陷，应按以下规定进行处理：
  - a)先清除这些缺陷，必要时用PT方法进行检验。

- b)清除长度应比缺陷范围两端各长50mm。
  - c)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。
  - d)按拟定的焊接修复工艺进行补焊。
  - e)清除缺陷时，应采用机械方法打磨清除。缺陷清除后，坡口底部应圆滑过渡，满足焊接修补的要求。
- 6.4 修复前，应先拟定焊接修复工艺，并得到评定和验证。
- 6.5 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。
- 6.6 对于经焊接修复引起结构尺寸变化，或对应力水平有怀疑时，应该进行残余应力测试或结构应力分析。