



# 中华人民共和国国家标准

GB 15578—XXXX  
代替 GB 15578-2008

## 电阻焊机的安全要求

Safety requirements for resistance welding machines

(IEC 62135-1: 2015, MOD)

(征求意见稿)

(本稿完成时间：2025 年 9 月)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

国家市场监督管理总局  
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 .....	2
4 环境条件 .....	4
5 试验 .....	4
5.1 试验条件 .....	4
5.2 测量仪器 .....	4
5.3 型式检验 .....	4
5.4 例行检验 .....	5
6 防触电保护 .....	5
6.1 通则 .....	5
6.2 绝缘 .....	5
6.3 正常使用中的防触电保护(直接接触) .....	10
6.4 故障状态时的防触电保护(非直接接触) .....	13
6.5 附加的用户要求 .....	25
6.6 输入电压 .....	25
6.7 焊接回路导体 .....	25
7 热性能要求 .....	25
7.1 温升试验 .....	25
7.2 温度测量方法 .....	27
7.3 温升限值 .....	28
7.4 在正常使用中防止热危害(直接接触) .....	30
8 非常规运行 .....	31
8.1 一般要求 .....	31
8.2 风扇堵转 .....	31
8.3 冷却系统故障 .....	31
8.4 过载试验 .....	31
9 机械危险性的防护 .....	32
9.1 通则 .....	32
9.2 危险性分析 .....	32
9.3 措施 .....	32
9.4 组件的符合性 .....	33
9.5 手动操作设备的启动 .....	33
10 使用说明书和标识 .....	34
10.1 使用说明书 .....	34

10.2 标识 .....	34
10.3 接线端的标识 .....	34
11 阻焊设备的安全使用监管要求 .....	35
11.1 通则 .....	35
11.2 安全监管要求 .....	35
附录 A（资料性） 供电系统的标称电压 .....	36
附录 B（规范性） 电源输入接线端的结构 .....	38
B.1 接线端的尺寸 .....	38
B.2 接线端之间的间隔 .....	38
B.3 接线端的连接 .....	39
B.4 接线端的结构 .....	39
B.5 接线端的安装 .....	39
附录 C（资料性） 故障情况下的接触电流测量 .....	40
附录 D（资料性） 关机时刻温度的推算 .....	45
附录 E（资料性） 风险分析和安全级别要求 .....	46
E.1 通则 .....	46
E.2 需要监控的危险 .....	46
E.3 基本措施 .....	46
E.4 典型的危险情况 .....	46
附录 F（资料性） 阻焊设备的非直接接触防护 .....	50
F.1 通过自动断电对非直接接触的防护 .....	50
F.2 单相交流设备自动断开电源 .....	52
F.3 中频工作的直流设备自动断开电源 .....	52
参考文献 .....	56

## 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。

本文件代替 GB 15578-2008《电阻焊机的安全要求》，与GB 15578-2008相比，除结构性调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 删除了供电电源的相关要求（见 2008 版的 4.2）；
- b) 增加了热性能试验的推荐性条件（见 5.1）；
- c) 更改了焊接电源测量仪表的精度要求（见 5.2）；
- d) 增加了型式检验的顺序要求（见 5.3）；
- e) 更改了例行检验的部分项目和顺序（见 5.4, 2008 年版的 5.4）；
- f) 更改了“表 2 最小爬电距离”（见 6.2.3）；
- g) 更改了“表 3 绝缘电阻”（见 6.2.4）；
- h) 更改了“表 4 介电强度试验电压”（见 6.2.5）；
- i) 增加了回路接触电流的相关要求（见 6.2.6）；
- j) 增加了液体冷却的相关要求（见 6.2.7）；
- k) 增加了输出端的额定空载电压、外壳或遮栏防护、正常工作时保护性导体的电流、正常状态下的接触电流等相关要求（见 6.3）；
- l) 增加了故障状态时的防触电保护(非直接接触)的相关要求（见 6.4）；
- m) 增加了附加的用户要求（见 6.5）；
- n) 增加了输入电压的相关要求（见 6.6）；
- o) 增加了焊接回路导体的相关要求（见 6.7）；
- p) 更改了温升试验的试验条件（见 7.1.1）；
- q) 增加了电阻法的记录要求（见 7.2.3）；
- r) 更改了“表 7 绕组的温升限值”（见 7.3.1）；
- s) 增加了外表面的相关要求（见 7.3.2）；
- t) 增加了在正常使用中防止热危害（直接接触）的相关要求（见 7.4）；
- u) 增加了非常规运行的相关要求（见第 8 章）；
- v) 增加了机械危险性的防护要求（见第 9 章）；
- w) 更改了使用说明书和标识的部分要求（见第 10 章）；
- x) 增加了电阻焊机的安全使用监管要求（见第 11 章）。

本文件修改采用 IEC 62135-1: 2015《阻焊设备 第1部分：设计、制造和安装的安全要求》。

本文件与 IEC 62135-1: 2015 相比，存在部分差异，在所涉及的条款的外侧页边空白位置用垂直单线（|）进行了标示，主要的技术差异如下：

- 增加了规范性引用文件（见第2章）；
- 增加了电阻焊机的安全使用要求（见第11章）。

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专利的责任。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出并归口。

本文件1995年首次发布为GB 15578-1995，2008年第1次修订为GB 15578-2008，本次为第2次修订。

# 电阻焊机的安全要求

## 1 范围

本文件适用于阻焊和类似工艺所用设备，包括由手动或自动加载和（或）启动的单个及多个焊接工作站。

本文件覆盖了固定式和便携式设备。

本文件规定了阻焊设备在设计、制造和安装方面的安全要求。但不包括所有非电气安全要求（例如噪音，振动）。

本文件不包括阻焊设备的电磁兼容性要求，该要求见GB/T 31251.2-2014。

为保证设备符合本文件，应对阻焊设备在加载、给进、操作和卸载方面的所有风险（适用时）进行评估，并且应符合相关标准要求。

## 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/T 5226.1-2019 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件（IEC 60204-1:2016，IDT）

GB/T 5465.2-2023 电气设备用图形符号 第2部分：图形符号（IEC 60417 Database:2023-03，IDT）

GB 9448-2025 焊接与切割安全

GB/T 16935.1-2023 低压供电系统内设备的绝缘配合 第1部分：原理、要求和试验（IEC 60664-1:2020，IDT）

GB/T 16895.21-2020 低压电气装置 第4-41部分：安全防护 电击防护（IEC 60364-4-41:2017，IDT）

GB/T 40248-2021 人员密集场所消防安全管理

IEC 60364-6 低压电气装置 第6部分：检验（Low-voltage electrical installations-Part 6: Verification）

注：GB/T 16895.23-2020 低压电气装置 第6部分：检验

IEC 60445 人机界面标志标识的基本和安全规则 设备端子、导体终端和导体的标识（Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification-Identification of equipment terminals, conductor terminations and conductors）

注：GB/T 4026-2025 人机界面标志标识的基本和安全规则 设备端子、导体终端和导体的标识

IEC 60529 外壳防护等级（IP代码）[Degrees of protection provided by enclosures（IP Code）]

注：GB/T 4208-2017 外壳防护等级（IP代码）

IEC 60664-3 低压系统内设备的绝缘配合 第3部分：利用涂层、罐封和模压进行防污保护（Insulation coordination for equipment within low-voltage systems-Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution）

注：GB/T 16935.3-2016 低压系统内设备的绝缘配合 第3部分：利用涂层、罐封和模压进行防污保护

IEC 61140 电击防护 装置和设备的通用部分 (Protection against electric shock-Common aspects for installation and equipment)

注：GB/T 17045-2020 电击防护 装置和设备的通用部分

ISO 669 电阻焊 电阻焊设备 机械和电气要求 (Resistance welding-Resistance welding equipment-Mechanical and electrical requirements)

注：GB/T 8366-2021 电阻焊 电阻焊设备 机械和电气要求

ISO 13849-1 机械安全 安全控制系统 第1部分：设计通则 (Safety of machinery -Safety related parts of control systems-Part 1: General principles for design)

注：GB/T 16855.1-2025 机械安全 安全控制系统 第1部分：设计通则

### 3 术语和定义

ISO 669、IEC 60664-1和IEC 60204-1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1 阻焊和类似工艺设备 equipment for resistance welding and allied processes

实现阻焊加工或使用类似加工工艺的关联设备，例如：电源，电极，工装和相关控制设备。

注1：它可能是一个独立的单元，也可能是复杂机器的一部分。

注2：在下文中使用“阻焊设备”一词。

#### 3.2 类似阻焊工艺 processes allied to resistance welding

在类似阻焊设备的机器上进行的类似于阻焊的工艺，例如电阻硬钎焊、电阻软钎焊或电阻加热等。

#### 3.3 型式检验 type test

对按照某种设计方案制造的一台或多台产品所进行的试验，以检验其是否符合有关标准的要求。

[来源：IEC 60050-851：2008, 851-12-05]

#### 3.4 例行检验 routine test

在生产过程中或产品制成后，对每台产品所进行的试验，以检验其是否符合有关标准或规程要求。

[来源：IEC 60050-851：2008, 851-12-06]

#### 3.5 焊接回路 welding circuit

焊接电流流经的导电回路。

#### 3.6 控制回路 control circuit

用于焊接设备的操作控制和/或用于对电源电路进行保护的电路。

#### 3.7 约定值 conventional value

测定参数时，用作比较、校准和测试的标准值。

注：在实际焊接过程中，不一定符合约定值。

#### 3.8 额定值 rated value

制造商为了明确部件、装置或设备的运行条件而规定的值。

### 3.9 定额 rating

一组额定值和工作条件。

### 3.10 手持式设备 hand-held equipment

使用过程中手持的内置或外置变压器的阻焊设备, 包括悬挂式或非悬挂式。

### 3.11 便携式设备 portable equipment

使用插头连接到电源上的阻焊设备。

### 3.12 固定式设备 stationary equipment

永久性地连接到电源上的阻焊设备。

### 3.13 材料组别□ material group

按其相比漏电起痕指数值(CTI)将材料分为4个组别。

注1: 材料组别如下:

—— I 类材料:  $600 \leq \text{CTI}$ 。

—— II 类材料:  $400 \leq \text{CTI} < 600$ 。

—— IIIa 类材料:  $175 \leq \text{CTI} < 400$ 。

—— IIIb 类材料:  $100 \leq \text{CTI} < 175$ 。

上述CTI值参照IEC 60112。

注2: 对于不产生漏电起痕的无机绝缘材料, 例如玻璃或陶瓷等, 为了达到等同绝缘, 其爬电距离不需要大于相应的电气间隙。

### 3.14 热平衡□ thermal equilibrium

没得的阻焊设备任何部分的温度上升速率不超过2K/h时的状态。

### 3.15 热保护 thermal protection

用以保证焊接设备的所有或部分部件避免因某些热过载而造成温度过高的系统。

注: 当温度降到复位值时, 能手动或自动复位。

### 3.16 输入回路 supply circuit/input circuit

焊接电源中输入电流所流经的导电回路。

### 3.17 一般目视检查 general visual inspection

用肉眼观察来证实产品不存在与有关标准明显不符合的缺陷。

### 3.18 工作电压 working voltage

当设备在输入额定电压时, 任何特定绝缘上存在的交流或直流电压的最高有效值。

注1: 瞬时值忽略不计。

注2: 考虑开路和正常工作时的条件。

### 3.19 安全监管模块 safety supervision module

用于阻焊设备使用时保证安全生产监管采用的具通讯功能的控制模块。

注: 该模块可以内置于阻焊设备, 也可以是外置的。

## 4 环境条件

用于室内并符合本文件要求的阻焊设备应能在下述环境条件下安全运行。

- a) 运行期间环境空气温度范围：5℃～40℃；
- b) 空气相对湿度：  
40℃时不超过 50%；  
20℃时不超过 90%。
- c) 环境空气中的灰尘、酸、腐蚀性气体或物质等不超过正常含量，由于焊接过程而产生的这些物质除外。
- d) 海拔高度不超过 1000m。
- e) 冷却介质的温度不超过：
  - 1) 液体冷却：进口处 30℃；
  - 2) 空气冷却：40℃。

注：制造商和用户之间能商定不同的环境条件，商定后的阻焊设备要进行标注。这些条件如：户外使用、不同的海拔高度、不同的冷却介质温度、高湿度、异常的腐蚀性烟雾、蒸汽、过多的油蒸汽、异常振动或冲击、过多的灰尘、特殊的沿海或船上条件。

## 5 试验

### 5.1 试验条件

应在10℃～40℃的环境温度下，对新的、干燥的、安装完整的阻焊设备进行试验。热性能试验推荐在40℃的条件下进行。采用液体冷却的阻焊设备，应在制造商规定的液体冷却条件下进行试验。

### 5.2 测量仪器

测量仪器的准确度应为：

- a) 电气测量仪表：1级(满量程的±1%)，绝缘电阻和介电强度测量时例外，但测量时应考虑精度问题。
- b) 焊接电流的测量仪表：5级。
- c) 温度计：±2K。

### 5.3 型式检验

除非另有规定，本文件中要求的检验均为型式检验。

阻焊设备应同与其配套的、可能影响试验结果的辅助设备一起进行试验。

所有型式检验都应在同一台阻焊设备上进行，除非规定了某项检验可在另外一台阻焊设备上进行。

应按下列顺序进行型式检验：

- a) 一般目视检验，见 3.17；
- b) 绝缘电阻(初步检验)，见 6.2.4；
- c) 外壳防护，见 6.3.3；
- d) 绝缘电阻，见 6.2.4；
- e) 介电强度，见 6.2.5；
- f) 一般目视检验，见 3.17。

本文件中上述未提及的其他检验项目能按任何方便的顺序进行。



## 5.4 例行检验□

每台阻焊设备都应依次通过下列检验：

- a) 一般目视检验，见3.17；
- b) 保护性线路的连通性，见6.4.7；
- c) 介电强度，见6.2.5；
- d) 空载电压，见6.3.2；
- e) 按GB/T 8366测量额定最小和最大输出值；
- f) 一般目视检验，见3.17。

## 6 防触电保护

### 6.1 通则

不可触及到带电危险性部件，并且可触及的导体不应有带电危险。

——可以是在正常状态下（正当使用操作以及无故障）；或

——在单一故障状态下；

正常状态保护的规定要求见6.3条；

故障状态保护的规定要求见6.4条。

### 6.2 绝缘

#### 6.2.1 通则

按IEC 60664-1规定，大多数阻焊设备属于Ⅲ类过电压设备。所有阻焊设备的设计应满足3级污染等级环境条件的最低要求。

液体冷式设计应考虑不同环境下的冷凝情况。

如果组件或部件按IEC 60664-3的要求予以全部涂层、罐封或模压处理，则可采用2级污染环境的电气间隙和爬电距离。

根据线对中性点的电压值进行绝缘设计的设备应带有警示：此类设备只能用于中性点接地的三相四线制，或中性点接地的单相三线制供电系统。

#### 6.2.2 电气间隙

按IEC 60664-1规定，采用基本绝缘、附加绝缘和加强绝缘的Ⅲ类过电压设备的最小电气间隙见表1。

表1 Ⅲ类过电压设备的最小电气间隙□

从交流或直流标称电压导出线对中性点电压 <sup>a</sup> (小于或等于)有效值	基本绝缘或附加绝缘					加强绝缘				
	额 定 脉 冲 试 验 电 压 峰 值	交 流 试 验 电 压 有 效 值	污 染 等 级			额 定 脉 冲 试 验 电 压 峰 值	交 流 试 验 电 压 有 效 值	污 染 等 级		
			2	3	4			2	3	4
			电 气 间 隙					电 气 间 隙		
V	V	V	mm			V	V	mm		

50	800	566	0.2	0.8	1.6	1500	1061	0.5	0.8	1.6
100	1500	1061	0.5			2500	1768	1.5		
150	2500	1768	1.5			4000	2828	3		
300	4000	2828	3			6000	4243	5.5		
600	6000	4243	5.5			8000	5657	8		
1000	8000	5657	8			12000	8485	14		
注1：本表数值取自IEC 60664-1:2020表F.1和表F.2。										
注2：对于其它污染等级和过电压类别见IEC 60664-1。										
a 见表 A.1。										

在测定易接近的非导电表面的电气间隙时，根据IEC 60529标准，只要标准试指能够触及这些表面，这些表面应视作包覆了一层金属箔。

电气间隙不应使用插值法。

输入接线端要求见附录B。

用过电压限制装置(如金属氧化物压敏电阻)保护阻焊设备的部件(如电子线路或元件)之间的电气间隙可按I类过电压确定(见IEC 60664-1)。

表1的数值也适用于通过隔离变压器与输入回路分开的控制回路。

如果控制回路直接与输入回路相连接，则应采用输入电压值。

按GB/T 16935.1-2023中6.8条要求测量电气间隙检查其合格与否。在无法测量的情况下，可以用表1中给定的电压对该阻焊设备进行冲击电压试验。

做脉冲试验时，以表1规定电压值，对每一极性至少施加三个脉冲，每两个脉冲之间的时间间隔至少为1s，所用冲击电压发生器应具有脉宽为 $1.2/50\mu\text{s}$ 的输出波形，且输出阻抗低于 $500\Omega$ 。

也能用表1给定的交流测试电压进行试验，试验持续时间为3个周波；也能用一数值等于脉冲电压值的无纹波直流电压进行试验，每一极性试验三次，每次持续10ms。

设备应能承受试验电压而无闪络或击穿现象。

### 6.2.3 爬电距离□

按IEC60664-1规定，基本绝缘和附加绝缘的最小爬电距离见表2。

加强或双重绝缘的爬电距离应是基本绝缘规定值的2倍。

在测定易接近的非导电表面的爬电距离时，根据IEC 60529标准，只要标准试指能够触及这些表面，这些表面应视作包覆了一层金属箔。

表2各行列出了最高额定电压下的爬电距离。对于较低额定电压，允许使用插入法。

输入接线端要求见附录B。

表2中的数值也适用通过隔离变压器与输入回路分开的控制回路。

爬电距离不能低于相关的电气间隙，因此，可能的最小爬电距离应等于其所要求的电气间隙。

如果控制回路与输入回路直接相连接，则应采用输入电压值。

按GB/T 16935.1-2023中6.8条规定用长度测量，检查其合格与否。

表2 最小爬电距离

工作电压 V r. m. s	爬电距离（单位为毫米）	
	基本或附加绝缘	
	印刷线路材料	污染等级

	污染等级		1	2			3		
	1	2	a	材料组别			材料组别		
	a	b		I	II	III	I	II	III
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
10	0.025	0.04	0.08	0.4	0.4	0.4	1	1	1
12.5	0.025	0.04	0.09	0.42	0.42	0.42	1.0	1.05	1.05
16	0.025	0.04	0.1	0.45	0.45	0.45	1.1	1.1	1.1
20	0.025	0.04	0.11	0.48	0.48	0.48	1.2	1.2	1.2
25	0.025	0.04	0.12	0.5	0.5	0.5	1.2	1.25	1.25
32	0.025	0.04	0.14	0.53	0.53	0.53	1.3	1.3	1.3
40	0.025	0.04	0.16	0.56	0.8	1.1	1.4	1.6	1.8
50	0.025	0.04	0.18	0.6	0.85	1.2	1.5	1.7	1.9
63	0.04	0.063	0.2	0.63	0.9	1.25	1.6	1.8	2
80	0.063	0.1	0.22	0.67	0.95	1.3	1.7	1.9	2.1
100	0.1	0.16	0.25	0.71	1	1.4	1.8	2	2.2
125	0.16	0.25	0.28	0.75	1.05	1.5	1.9	2.1	2.4
160	0.25	0.4	0.32	0.8	1.1	1.6	2	2.2	2.5
200	0.4	0.63	0.42	1	1.4	2	2.5	2.8	3.2
250	0.56	1	0.56	1.25	1.8	2.5	3.2	3.6	4
320	0.75	1.6	0.75	1.6	2.2	3.2	4	4.5	5
400	1	2	1	2	2.8	4	5	5.6	6.3
500	1.3	2.5	1.3	2.5	3.6	5	6.3	7.1	8
630	1.8	3.2	1.8	3.2	4.5	6.3	8	9	10
800	2.4	4	2.4	4	5.6	8	10	11	12.5
1000	3.2	5	3.2	5	7.1	10	12.5	14	16
1250			4.2	6.3	9	12.5	16	18	20
1600			5.6	8	11	16	20	22	25
2000			7.5	10	14	20	25	28	32
2500			10	12.5	18	25	32	36	40
3200			12.5	16	22	32	40	45	50
4000			16	20	28	40	50	56	63
5000			20	25	36	50	63	71	80
6300			25	32	45	63	80	90	100
8000			32	40	56	80	100	110	125
10000			40	50	71	100	125	140	160

注：根据IEC 60664-1，如果存在永久性传导性污染（污染等级4），则不能规定爬电距离的大小。

<sup>a</sup> 材料组 I, II, IIIa和IIIb。

<sup>b</sup> 材料组 I, II和IIIa。

#### 6.2.4 绝缘电阻

绝缘电阻不应低于表3给出的数值。

表3 绝缘电阻

测量 <sup>a</sup>	电阻
有6.4.2.2条保护措施 <input type="checkbox"/> 的输入回路(包括与之相连的控制回路)对焊接回路(包括与之相连的控制回路)	5.0 MΩ
保护措施不同于6.4.2.2条的输入回路(包括与之相连的控制回路)对焊接回路(包括与之相连的控制回路)	2.5 MΩ
控制回路和外露导电部件对所有回路	2.5 MΩ
II类设备的输入回路对易接近表面	5.0 MΩ
注：由于电阻焊设备的设计，焊接回路对保护电路的电阻不需要测量。	
<sup>a</sup> 控制回路与它们连接的电流电路一起进行测试。	
<sup>b</sup> 对于可触及的非导电表面的测量，这些表面应看作包覆了一层金属箔。	

与保护性导体接线端相连的所有控制回路或辅助回路在本试验中应视为外露导电部件。

在室温下，施加500V的直流电压，在不接干扰抑制或保护电容器(见6.4.2.2条)的情况下，通过测量稳定的绝缘电阻值来检查其合格与否。

测量时，电子元件可能会损坏但不是绝缘的部分，电子元件可予以短路。试验报告应包含这些测试中可短路的元件列表。

在没有冷却液的情况下进行测试。

#### 6.2.5 介电强度

绝缘应能承受以下试验电压而无闪络或击穿。

- 阻焊设备首次试验，用表4所列试验电压。
- 同一台阻焊设备的重复试验，用表4所列试验电压的80%。

表4 介电强度试验电压□

最大额定电压 $V_{r.m.s.}$	交 流 介 电 强 度 试 验 电 压 $V_{r.m.s.}$				
输入回路 <sup>a</sup> 焊接回路 <sup>b</sup> 控制回路	所有回路对外露导电部件，输入回路 对除焊接回路以外的所有回路		除输入回路以 外的所有回路 对焊接回路	输入回路对焊 接回路，采用 基本绝缘	输入回路对焊 接回路，采用 双重绝缘或加 强绝缘
	I类保护	II类保护			
≤50	250	500	500	—	—
200	1000	2000	1000	1000	2000
450	1875	3750	1875	1875	3750
700	2500	5000	2500	2500	5000
1000	2750	5500	—	2750	5500
注1：最大额定电压对接地和未接地的系统都有效。					
注2：在本标准中控制回路的介电强度试验是指对除输入回路和焊接回路以外的进出机壳的任何回路。					
<sup>a</sup> 对于中间值，可以所有工作于200V~450V之外的供电网络（输入回路）和所有三相三线接地系统（见附录A）上使用插值法。					
<sup>b</sup> 对于中间值，焊接回路和控制回路允许用插值法。					

试验用的交流电压频率50Hz或60Hz，波形为近似正弦波波，峰值不超过有效值的1.45倍。

高压变压器跳闸前应能提供规定的电压，跳闸应视为闪络或击穿。跳闸电流设置可根据变压器电容分散电流来选择。允许的最大跳闸电流应是100mA。

为了操作者的安全，推荐采用最低档的泄漏电流（小于或等于10mA）。

替换试验：也可以用数值为交流有效值1.4倍的直流电压进行试验。

组件或部件不能被断开或短路，除非符合以下a)、b)或c)的条件。

a) 按有关标准规定低于本文件试验电压的组件或部件：

这些组件或部件按相应的要求设计并检测，其电压须比本文件的试验电压低。这些组件或部件不与输入回路和焊接回路之间相连，并且它们的断开或短路不会阻碍其部分电路的试验。例如：风扇电机和泵电机。

b) 组件或部件完全安装在输入回路或焊接回路中，它们的断开或短路不会阻碍其部分电路的试验。例如：电子线路。

c) 输入回路或焊接回路与任何外露导电部件之间的干扰抑制电网或保护性电容器符合有关标准。

在试验过程中连接到保护性导体接线端的控制回路不能断开，然后作为外露导电部件进行试验。

试验电压可按制造商要求缓慢上升至满值。

带整流器的阻焊设备，应在整流器与变压器的输出回路保持正常的连接，并在阻焊设备整机装配完成之后进行试验。试验时，整流器及其保护装置和其它固态电子组件或电容器可以短路。

液体冷却的设备应在填充冷却液体前进行试验。

应施加试验电压检验其合格与否，试验电压的持续时间为：

a) 60s(型式检验)；

b) 5s(例行检验)；或

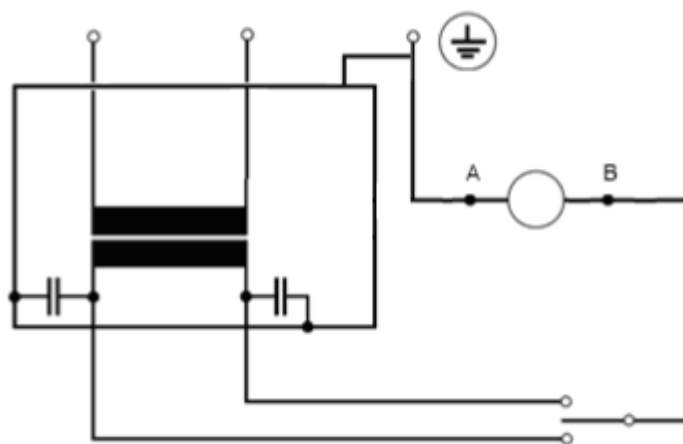
c) 1s(例行检验，试验电压提高20%)。

## 6.2.6 焊接回路接触电流

焊接回路和保护性导体绝缘的阻焊设备，焊接输出端与保护性导体接线端之间的接触电流不得超过交流14.1mA峰值。

在额定输入电压和空载条件下，用图1所示线路测量接触电流和目测检查其合格与否。

图C.1规定的测量网络应按照图1所示连接。



标引符号说明：

A, B——测量网络连接

注：II类设备使用接地供电网络PE端子。

图1 焊接回路接触电流的测量口

### 6.2.7 液体冷却

输入回路不同极性部件之间的冷却软管长度至少为 0.5m，电阻至少  $1\text{M}\Omega/\text{m}$ ；冷却液的电阻率至少为  $20\Omega\cdot\text{m}$ 。

输入回路接触的冷却系统与保护性导体之间的连接通过一个金属部件实现。  
通过目测和测量检验合格与否。

## 6.3 正常使用中的防触电保护(直接接触)□

### 6.3.1 通则

正常使用中的防触电保护包括一项或多项规定，用于在正常情况下防止与危险带电部件接触。所述条款如下：

- 基本绝缘；
- 遮栏或外壳。；
- 电压限值；
- 稳态接触电流和电荷限值。

更多详情参见 IEC 61140。

### 6.3.2 输出端的额定空载电压

#### 6.3.2.1 通则

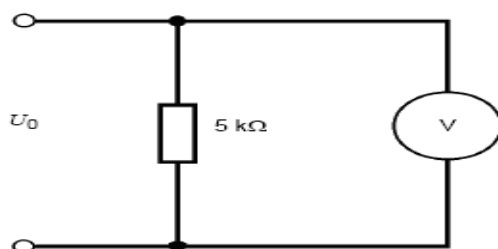
根据 6.3.2.3，如果阻焊电源不带防触电装置，且在焊接过程中，焊接回路可触及，则在任何情况下，输出端的额定空载电压都不能超过交流有效值 25V 或无纹波直流峰值 60V。

根据 6.3.2.3，如果阻焊电源带防触电装置，且在焊接过程中，焊接回路可触及，则在任何情况下，输出端的额定空载电压都不能超过交流 68V 峰值或有效值 48V。

通过测量和电路分析和/或故障分析来检查其合格与否。

#### 6.3.2.2 测量电路

测量有效值时，用一个真有效值表并联一个  $5\text{k}\Omega \pm 5\%$  电阻进行测量，按照图 3 连接焊接回路端子。



标引符号说明：

$U_0$ ——空载电压；

V——真有效电压表。

图2 有效值测量

### 6.3.2.3 防触电装置

#### 6.3.2.3.1 一般要求

防触电装置应能减小由于空载电压超过交流 25V 而可能引起的触电危险。

#### 6.3.2.3.2 电压降低装置

电压降低装置应自动将额定空载电压降至一个不超过交流 25 V 的值。动作时间为 0.1s。  
通过测量电压和工作时间来检查是否符合要求。

#### 6.3.2.3.3 正常工作指示

应提供一可靠的装置（如：信号灯）指示防触电装置正常工作。如果使用信号灯，电压降低时信号灯应发光。

通过目测检查其合格与否。

#### 6.3.2.3.4 安全状态失效

如果防触电装置不能按6.3.2.3.1要求动作，输出端的电压应降低到不超过交流25V，并且不能自动复位。

通过模拟的方式让防触电装置失效，测量装置失效后达到安全状态所需时间，检查其合格与否。

### 6.3.3 外壳或遮栏防护

外壳或遮栏应具有足够的防触电保护，防止触及危险带电体。同时，要考虑来自环境和外壳内部所有相关的影响，外壳或遮栏应具备足够的机械强度，稳定性和耐久性，以保持规定的保护程度。

专门为户内使用设计的阻焊设备，应使用 IEC 60529 的试验程序和条件，最小防护等级应为 IP20（除外部焊接电路，例如：电极）。

专门为户外使用设计的阻焊设备，应使用 IEC 60529 的试验程序和条件，最小防护等级应为 IP23（除外部焊接电路，例如：电极）。

按照下列方法检验是否合格。

在不通电的情况下，对焊接设备进行适当的水压试验。水压试验结束后，立即将该设备移动到安全的地方进行绝缘电阻和介电强度试验。

在设计或使用中允许移除遮栏、打开外壳防护或移除部分外壳的，应只能通过以下方法接触危险带电部件：

- 使用钥匙或工具；
  - 将危险带电部件与不再受外壳保护的供电回路隔离后，只有更换遮栏或外壳部件或关闭通道才能重新通电；
  - 如果中间遮栏仍然保持所要求的防护程度，只能通过使用钥匙或工具才能移除该遮栏。
- 通过目测检查是否合格。

### 6.3.4 电容器

电容器作为阻焊设备的一个部件，如跨接在输入电路，应符合下列要求：

- a) 含有的易燃液体量不超过 1 升；
- b) 在正常使用条件下，不出现液体泄漏现象；
- c) 电容器应放置在阻焊设备的壳体内或其它符合本文件的相关要求的壳体内。

通过目测检查其合格与否。

即使电容器损坏，也不能使阻焊设备出现电气击穿或着火的危险。

通过下述试验检查其合格与否。

打开设备之前使电容器短路，这时阻焊设备以额定输入电压空载运行。输入供电保险丝或断路器的值在说明书中给定值的 120% 和 200% 之间变化。将所有或任一电容器短路，直至：

- a) 阻焊设备的电源内任一保险丝或过电流装置启动；或
- b) 供电回路保险丝或断路器断开；或
- c) 阻焊设备的输入组件达到稳定温度（不高于 7.3 条的允许温度）。即便电气组件（如初级整流器）出现任何故障，也不作为实验失败的依据。

若出现任何明显过度的加热和融化，阻焊设备应符合 8.1 中的 b) 和 c) 的要求。

本标准中的任何型式试验都不应有液体泄漏。

对于干扰抑制电容器或有内置保险丝或断路器的电容器，不必进行此项试验。

### 6.3.5 输入电容器的自动放电

每个电容器均应设置自动放电方式，在接近与电容器相连的带电部件所需的时间内，自动放电方式应使通过电容器的电压降至 60V 或更低，或者使用一个适当的警示符号。对因电容器而带电的插头而言，该接近时间视为 1s。

额定容量不超过  $0.1 \mu\text{F}$  的电容器，视为不会引起触电危险。

通过目测和下列试验检查其合格与否：

阻焊设备在最高额定输入电压下进行测试，然后切断阻焊设备与电网的联系，使用对测量值没有显著影响的仪表测量电压。

### 6.3.6 正常工作时保护性导体的电流

外部保护性导体的泄露电流不应超过：

- a) 对于插头式连接的设备，插头的额定容量不超过 32A（包括 32A）时，5mA；
- b) 对于插头式连接的设备，插头的额定容量超过 32A 时，10mA；
- c) 对于无特殊保护性导体的、永久性连接的设备，10mA；
- d) 具有加强保护性导体的、永久性连接的设备，泄露电流最大为每相额定输入电流的 5%。

对于具有加强保护性导体的设备，应提供：

- a) 一个用于连接保护性导体的接线端，保护性导体至少为：Cu  $10\text{mm}^2$  或 Al  $16\text{mm}^2$ ；或
- b) 另一个用于连接保护性导体的接线端，该保护性导体的截面积与通常使用的保护性导体的截面积相同。

通过下列试验检查其合格与否：

用一个阻抗可忽略不计（例如  $0.5 \Omega$ ）的电流表与保护性导体串联来测量外部保护性导体的电流。保护性导体的测量应在设备和电源系统处于各种正常运行模式下进行。

### 6.3.7 正常状态下的接触电流

可触及导体表面的接触电流不与保护性回路相连，在正常状态下不应超过 0.7mA 峰值。

按照附录 C 所示的配置检查是否一致，且无任何模拟故障出现并在下列条件下：

- a) 焊接电源：
  - 与地平面隔离；
  - 最高额定电源输入电压。
- b) 焊接回路处于空载状态。
- c) 干扰抑制电容未断开。



## 6.4 故障状态时的防触电保护(非直接接触) □

### 6.4.1 通则

#### 6.4.1.1 一般安全措施

非直接接触的防触电保护是用于防止由于带电部件和外露导电部件间绝缘失败引起的危险情况。

对每个回路或电气设备的部件至少应采取一项措施；焊接回路的适用性措施参见6.4.2.2，对不同  
类型设备的适用性见6.4.2.2-6.4.2.4。

与焊接回路不同的每条回路或电气设备部件，应按6.4.1.1-6.4.1.2至少采用下列一种措施：

- a) 防止触电的措施（见 6.4.1.2）；或
- b) 在发生触电危险之前自动停止供电（6.4.1.3）。

由于物理或操作条件等原因导致所推荐的措施不适用时，可采用 IEC 60364-4-41规定的其他措施。

如果所选择的措施要求必须和供电类型和接地系统相协调，制造商可以从用户处获得供电接地系统的  
信息，并依据此信息设计设备，如：使用 IEC 60204-1：2005附录B中规定的格式。

制造商应在说明书中列出所适用的供电接地系统（如TN/TT/IT系统）和所要求的有关输入元件特征  
（如保险丝、断路器和/或RCD额定值）。

注1：触电对人体产生的危险程度取决于触电的电压值和触电时间的长短。

注2：设备的分类和保护条款号参 IEC 61140。

#### 6.4.1.2 防止接触电压的发生

防止接触电压的发生包括以下措施：

- a) II类设备规定的条款或采取类似的绝缘措施；
- b) 电气隔离。

II类设备或采取类似绝缘措施是在基础绝缘失败的情况下防止在可触及部件上产生接触电压。此保  
护可由下列一项或多项来实现：

- a) II类电气设备或装置（按照标准 IEC 61140 中的双重绝缘、加强绝缘或等效绝缘）；
- b) 具有完全绝缘的开关装置和控制装置；
- c) 附加绝缘或双重绝缘（按照标准 IEC60364-4-41:2005 的 413.2 条）。

电气隔离是为了防止接触外露导电部件的触电，外露导电部件会因为回路的带电部件基础绝缘失败  
而导电。这类保护见标准 IEC 60364-4-41：2005 的 413.5 条款的要求。

#### 6.4.1.3 自动断电保护

本方法包括在故障情况下，依靠保护装置的自动运行来断开一条或多条导线。断开操作应在足够短  
的时间内进行，从而将触电限制在其没有危险的一个时间限度内。中断时间参见标准 IEC 60364-4-41。

本措施需要以下因素相互协调：

- a) 供电类型和接地系统类型。
- b) 保护性连接系统的不同元件的阻抗值。
- c) 用于检测绝缘故障的保护性装置的特性。
- d) 故障电流特征，如波形和频率成分。

在绝缘故障时回路自动断电是为了防止由触电引起的危险。

保护性措施包括两项：

——外露导电部件的保护性粘结；

和

- 检测到TN系统绝缘故障时，采用过电流保护装置自动断电；或
- 检测到TT系统内带电部件与外露导电部件或接地极之间绝缘故障时，采用残余电流保护装置开始自动断电，或
- 用绝缘监测或残余电流保护装置开始IT系统的自动断电。除非有保护装置在首次接地失败时断电，必须使用绝缘监测装置来预测在带电部件与导电部件或接地端之间的首次故障。绝缘监测装置可以在故障期间持续发出听得见和/或看得见的信号。

注：大机器若装设接地故障定位系统可以帮助维护机器。

在 IEC60364-4-41 所规定的时间内，按 a) 进行的自动断电是不能确保的。应有附加粘结措施，以防止在同时可触及导体之间的并且可能接触的超过 50V 的交流电和 120V 的无波纹直流电。

发生故障时，保护装置可以在 IEC60364-4-41 所规定的时间内将设备与电源隔离。根据所选择的条款的不同，制造商可以将断电装置并接到设备上或在安装时提供。断电装置适当型号的选择和其特征取决于设备参数（故障电流特性和设备附加故障回路阻抗）和安装参数（如接地系统型号、故障回路阻抗，接地电阻等）。如果断电装置未并接到设备上，但是在安装时提供，制造商应提供适当的信息，供用户正确选择（如所需的 RCD 类型、最大接地电阻、有关设备附加故障回路阻抗的信息等）。

## 6.4.2 焊接回路的保护

### 6.4.2.1 通则

采用6.4.2.2-6.4.2.11中的一个条款在输入回路和输出回路之间提供故障保护和工件连接故障保护。当操作者可以触及铁芯或机架时，要求保护性导体与变压器铁芯或机架相连。

6.4.2.4-6.4.2.10条款基于自动停止供电（见6.4.1.3）。

如果焊接回路直接接地（采用6.4.2.4），对未绝缘的工件进行焊接加工，以此在保护性导体中形成电流。电流的波幅取决于很多因素，如焊接电流的类型（直流或者交流）、次级电压值、安装保护导体

时有电流流过的路径阻抗和电阻。如果杂散电流危及保护性导体的完整性，制造商应提醒用户：依据哪个条款该设备适用于焊接未绝缘的工件而不影响完整性（如安装和验证要求）。

依据6.4.2.3-6.4.2.9的非直接点焊保护性条款，如果过多接地电流不可避免地危及保护性导体的完整性，工件和衬里焊条应与保护性导体绝缘。

### 6.4.2.2 焊接回路的双重或加强绝缘

焊接回路在电气上应隔离于输入电路，并且隔离于电压值高于6.3.2允许的空载电压值的其他所有回路（例如：辅助电源回路），隔离方式可以采用6.3条款的双重或加强绝缘。

焊接回路与输入回路（包括变压器绕组）之间应具有符合表 5 规定值的绝缘材料。

表5 穿过绝缘的最小距离

额定输入电压 $V_{r.m.s.}$	穿过绝缘的最小距离 mm	
	单 层	3个或3个以上的单独层之和
$\leq 440$	1.3	0.35
441~690	1.5	0.4
691~1000	2.0	0.5

注：表5规定的要求不适用于次级与保护性导体相连的设备或采取了6.4.2.3-6.4.2.9条保护措施的设备。

如果变压器的金属部件与地面是相隔离的，则：

——依据输入回路的工作电压，按6.3条款采用双重绝缘或加强绝缘将焊接回路与变压器的金属部件电气隔离；或

——按6.3条款采用双重绝缘或加强绝缘将输入回路与变压器的金属部件电气隔离。

如果焊接回路与另外一个回路连结，则采用安全隔离变压器或其它等效方式为另外的回路供电。

如果焊接回路未与保护性导体连接，焊接出口和保护性导体的接线端之间的泄露电流不应超过交流14mA峰值。

通过6.2.6测量检查其合格与否。

#### 6.4.2.3 输入回路绕组与焊接回路绕组之间金属隔离层

输入回路绕组与焊接回路绕组应对它们之间的金属隔离层采用基本绝缘，该隔离层与外部保护性导体相连接。结构如图3所示。

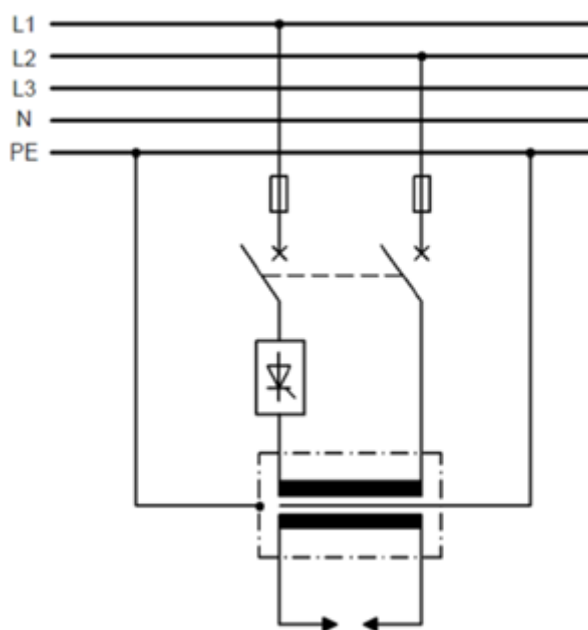


图3 输入回路绕组与焊接回路绕组之间金属隔离层举例

每一个线圈与隔离层之间的绝缘层厚度至少应为表5规定值的一半。

如果变压器的金属部件与地面是相隔离的，则：

——依据输入回路的工作电压，按6.3采用双重绝缘或加强绝缘将焊接回路与变压器的金属部件电气隔离；或

——按6.3采用双重绝缘或加强绝缘将输入回路与变压器的金属部件电气隔离。

如果焊接回路连接的有另外的回路，则采用安全隔离变压器或其它等效方式为另外的回路供电。

如果焊接回路未与保护性导体连接，焊接出口和保护性导体的接线端之间的泄露电流不应超过交流10mA有效值。

目测和按6.4.2.2测量以检查是否合格。

#### 6.4.2.4 保护性导体与焊接回路直接相连

如果工件未与保护性导体绝缘，则应遵循供电系统保护性导体的完整性。

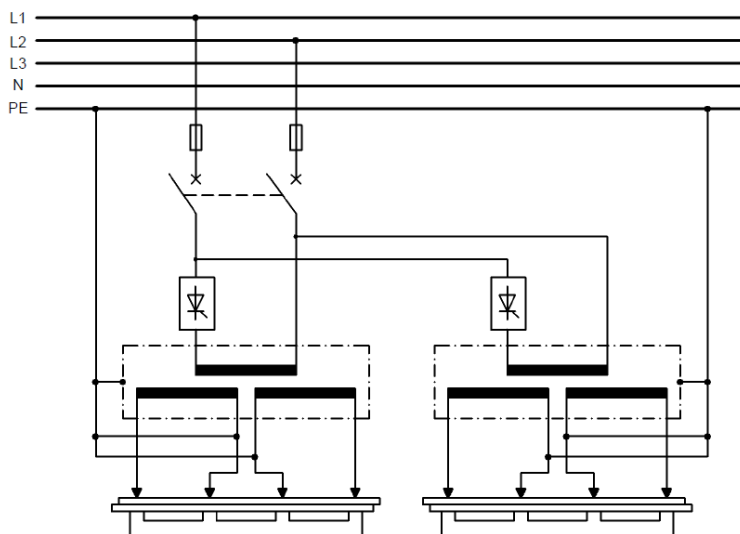


图4 保护性导体与焊接回路（单电焊交流电设备）直接相连举例

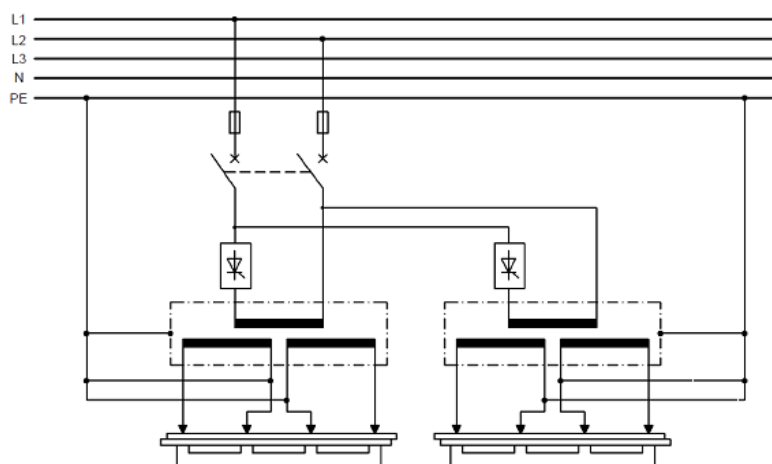
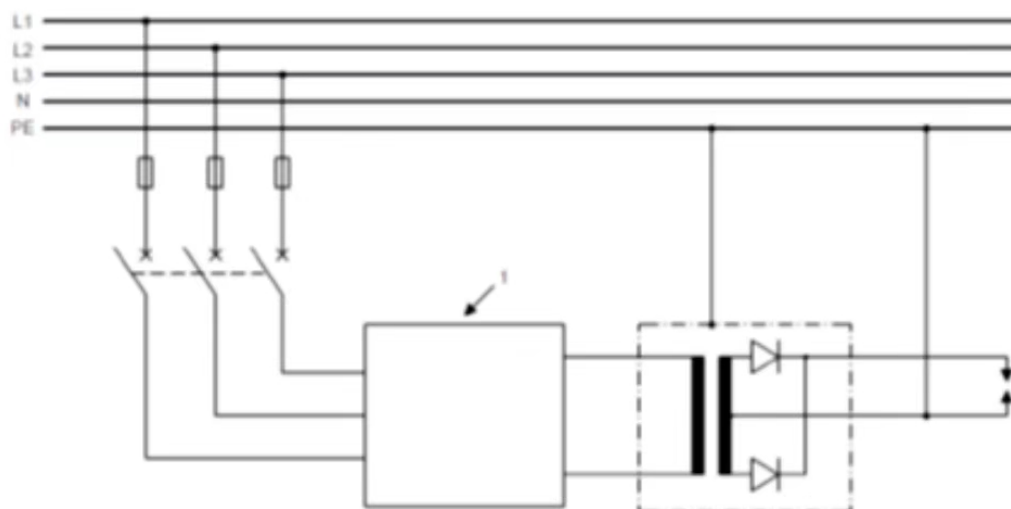


图5 保护性导体与焊接回路（多电焊交流电设备）直接相连举例



标引符号说明：

1——逆变器

图6 保护性导体与焊接回路（中频设备）直接相连示例

每个输出回路（包括绕组）都应按图4、图5和图6直接与保护性导体连接，除非该输出回路会引起保护性导体有过多的电流。

一旦出现过多回路电流，可以采用6.4.2.5-6.4.2.8中的任一测量方法。

通过目测和操作检验是否合格。

#### 6.4.2.5 保护性导体通过阻抗与焊接回路相连

如图7所示，每个输出回路（包括绕组）都应通过一个阻抗永久性地与保护性导体相连，以限制回路电流。

阻抗的安装设计应使输入回路的保护装置发生故障时，在IEC 60364-4-41规定的时间内动作。

注：正常情况下，电阻在减少保护性导体的焊接回路电流的同时也将减少故障电流。因为TT接地系统的阻抗可忽略不计，TN接地系统内的附加阻抗可以省去操作过电流断电装置的麻烦（可以不满足IEC 60364-4-41中规定的时间）。

保护性装置启动前，保护性阻抗装置可以承受发生故障时产生的热应力和电应力。

通过目测和按IEC 60364-6要求检查其合格与否。

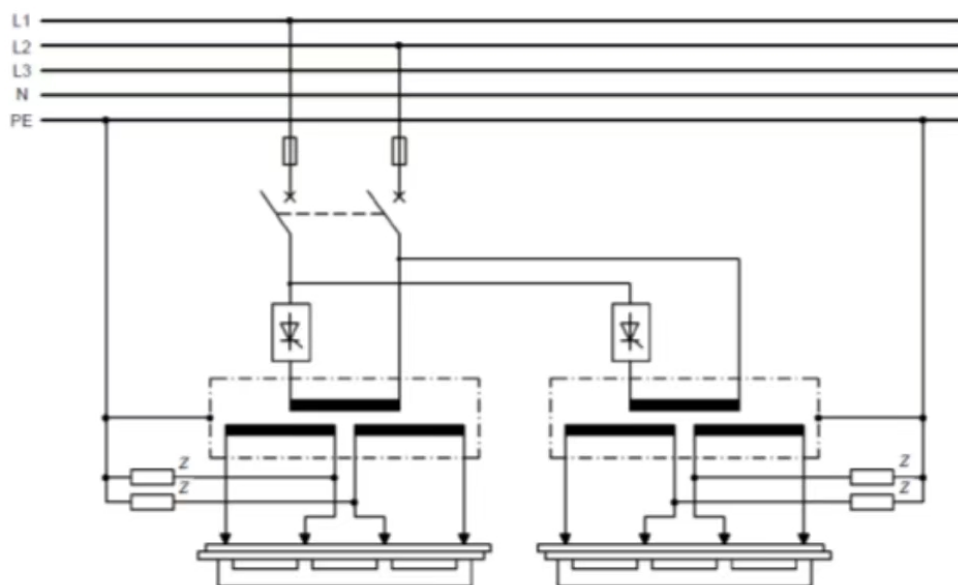


图7 保护性导体通过阻抗与焊接回路相连举例

#### 6.4.2.6 保护性导体通过自电感连接

如图8和图9所示连接,每个输出回路(包括绕组)都应通过一个通过饱和自电感永久性地与保护性导体相连,以限制回路电流。

阻抗的安装设计应使输入回路的保护装置发生故障时,在IEC 60364-4-41规定的时间内动作。

注:正常情况下,阻抗减少保护性导体的焊接循环电流时也将减少障电流。因为TT接地系统的阻抗可忽略不计,TN接地系统内的附加阻抗可以省去操作过电流断电装置的麻烦(可以不满足IEC 60364-4-41中规定的时间)。

保护性装置启动前,保护性阻抗装置可以承受发生故障时产生的热应力和电应力。

通过目测和按IEC 60364-6要求检查其合格与否。

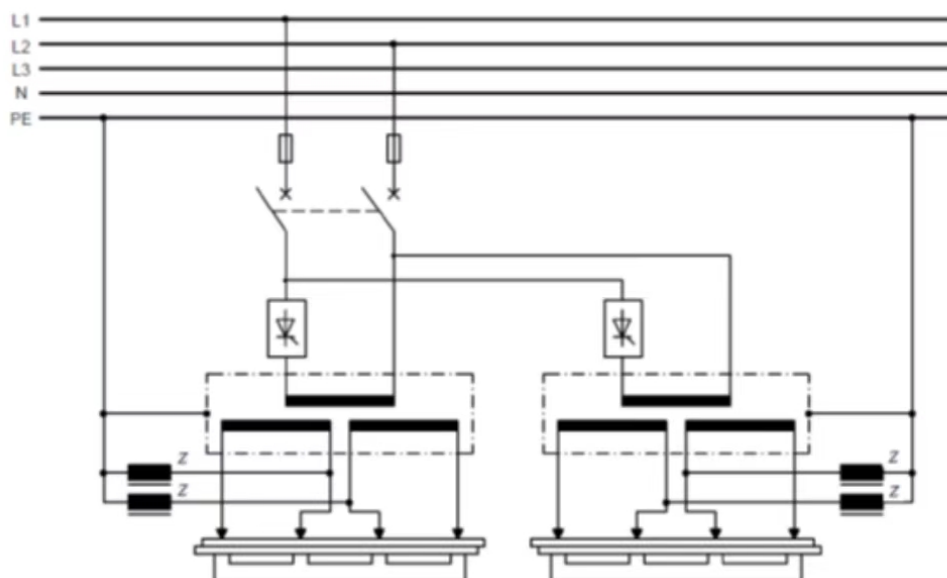


图8 保护性导体与焊接回路通过自电感相连举例

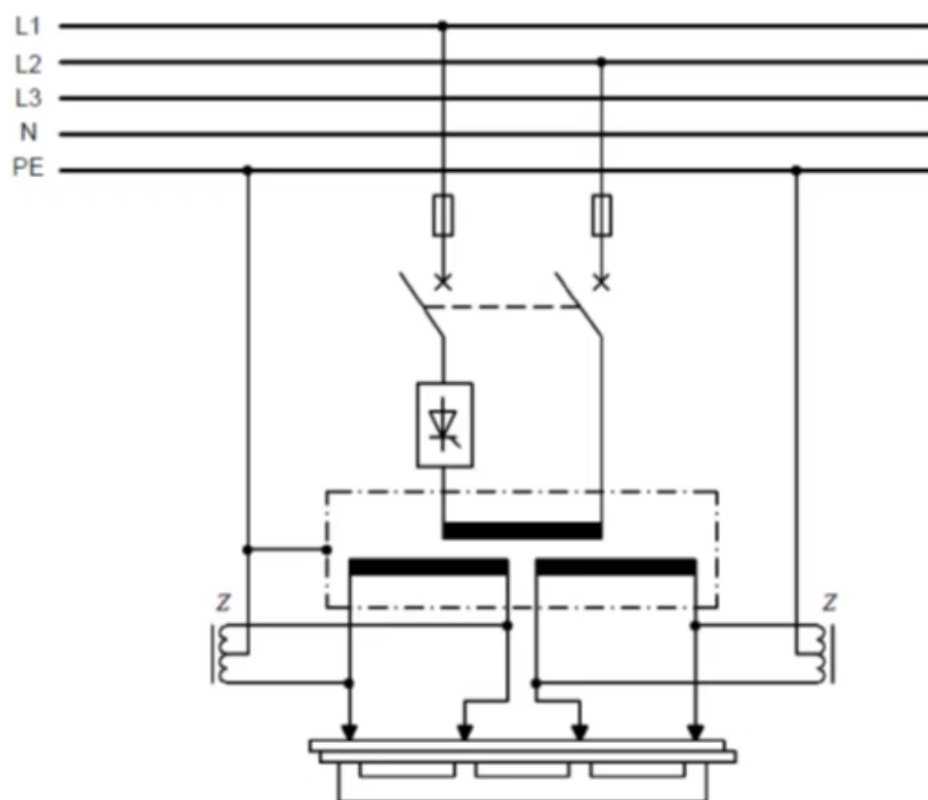


图9 保护性导体与焊接回路通过自电感相连举例

#### 6.4.2.7 电流式漏电断流器

按图10和图11所示, 每个输出绕组都应直接或通过适当的电阻装置永久性地与保护性导体相连接。所安装的漏电断流器 (RCD) 属于设备不可分割的一部分, 安装于设备的供电线上。

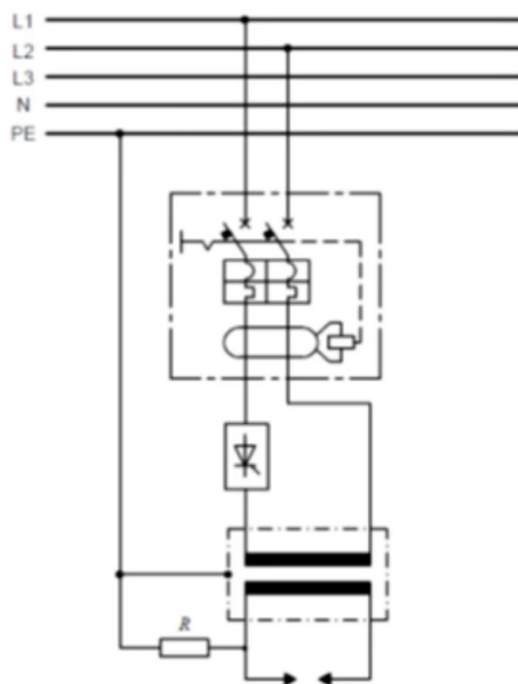
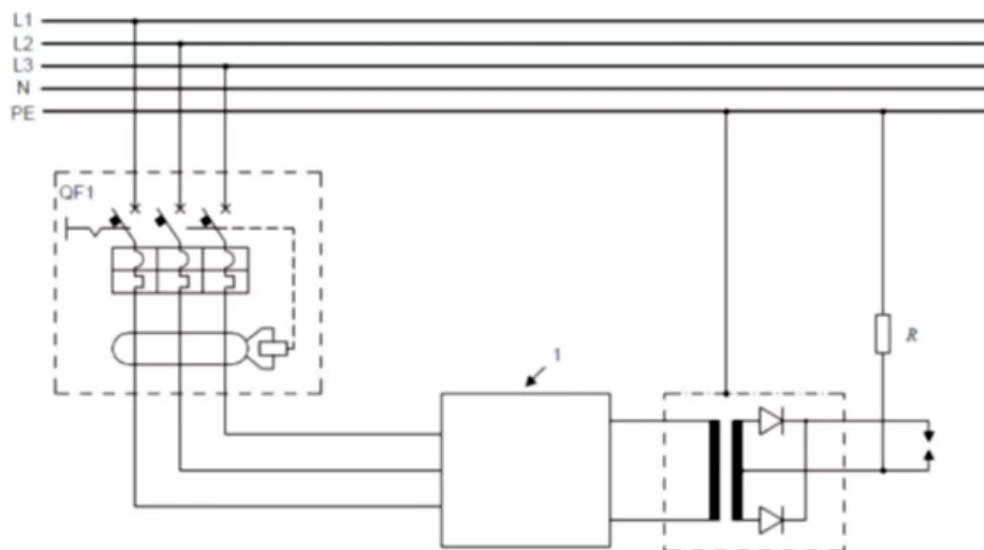


图10 电流式漏电断路器（交流电设备）



标引符号说明：

1——逆变器

图11 电流式漏电断流器（中频设备）

选择RCD时应考虑到可能的故障电流波形。

RCD灵敏度需要与安装接地情况协调一致，可以通过以下方式实现：

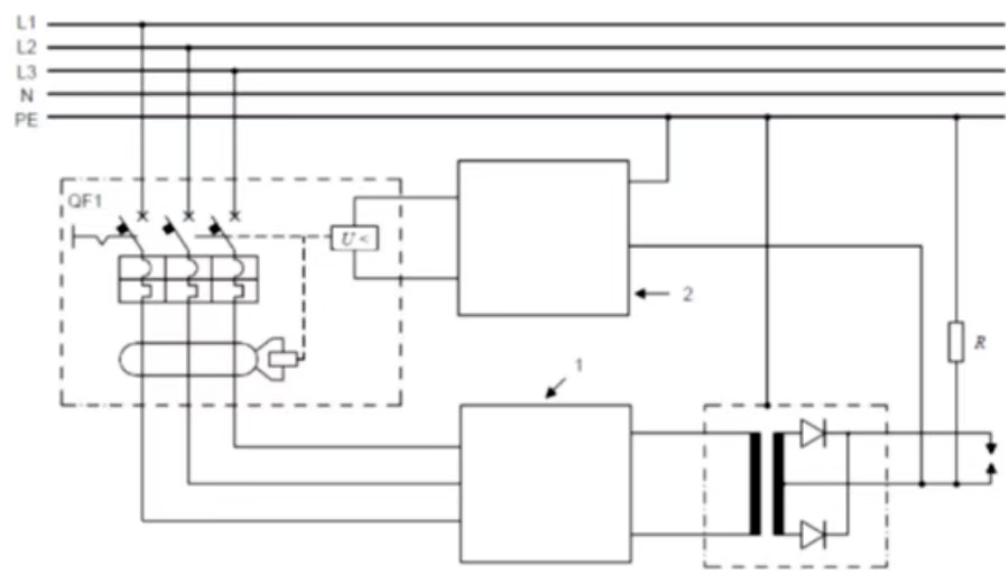


- 在安装位置先测量；或
- 在说明书中给出接地电阻的最大允许值；或
- 采用最大电流值 $I_{\Delta n}$ 为 30mA 的高灵敏度 RCD。

在IEC 60364-4-41中规定的时间内，电阻值应能允许RCD在设备的每一个设置下进行工作。若在漏电断路器动作前出现故障，电阻应能承受热应力和电应力  
通过目测和测量检查是否合格。

6. 4. 2. 8 电流式漏电断路器和电压继电器

漏电断路器和电压继电器都可以提供安全保证，见图12。系统适用于次级整流系统。  
漏电断路器和电压继电器都是设备不和或缺的部分。  
注：如果输入回路采用了整流器，在故障出现时可以采用直流电元件。在选择接地端漏电断路器时应采用直流电元件。  
目测和操作以检查是否合格。



- 标引符号说明：
- 1——逆变器
  - 2——电压继电器

图12 电流式漏电断路器和电压继电器

- 选择漏电断路器的型号时应考虑可能出现的故障电流波形。  
漏电断路器灵敏度的选择应考虑与安装时的接地情况相协调，可以通过以下方式进行：
- 预先在安装位置处测量；或
  - 在说明书中给出接地电阻的最大允许值；或
  - 采用最大电流值 $I_{\Delta n}$ 为 30mA 的高灵敏度漏电断路器。

在IEC 60364-4-41中规定的时间内，电阻值应能允许漏电断路器在设备的每一次组装操作时正常动作。若在漏电断路器动作前出现故障，电阻应能承受热应力和电应力。

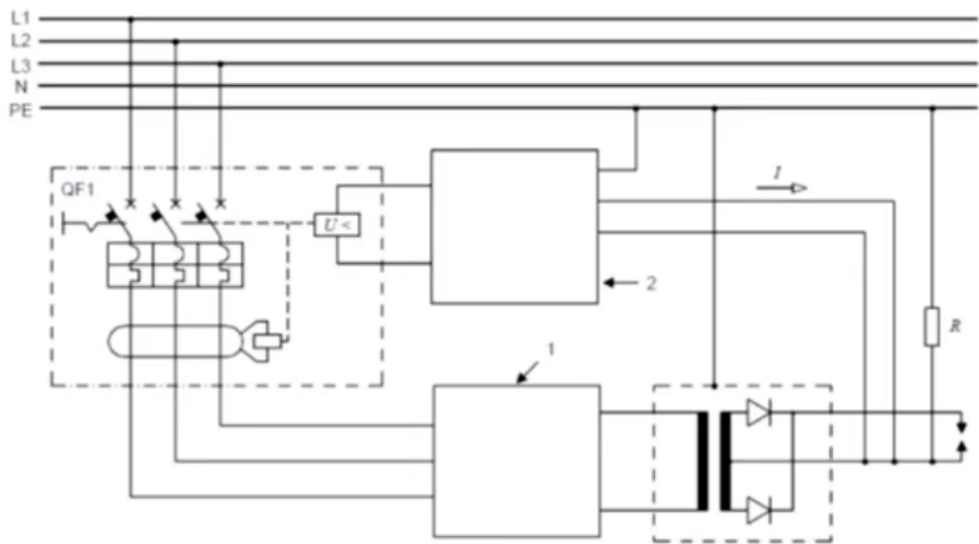
6.4.2.9 电流式剩余电流装置和电压式安全继电器

电流式剩余电流装置和电压式安全继电器都可以提供安全保障，见图13。  
如图13所示，每个输出绕组都应永久性地与电压式安全继电器相连。同时应使用正极控制的断路器。  
为了使电压继电器保持安全，电压继电器应具有一个控制回路，用于确保与次级导体稳定连接和检测可能出现的传感电线的接地端故障。

注1：这种控制电路的例子是一个将电流输入由两条独立的传感线组成的传感电路装置，检查传感电路的稳定性。  
为确保操作正确，两条传感线必须连接到变压器的同一输出端。

不允许连接到整流输出端，因为变压器可能会发生绝缘故障，避开正确操作，损坏整流器。漏电断路器和电压继电器都是设备不可或缺的部分。  
通过目测和检测检查合格与否。

注2：如果输入回路采用了整流器，在故障出现时可以采用直流电元件。在选择接地端漏电断路器时应采用直流电元件。



标引符号说明：  
1——逆变器  
2——安全电压继电器

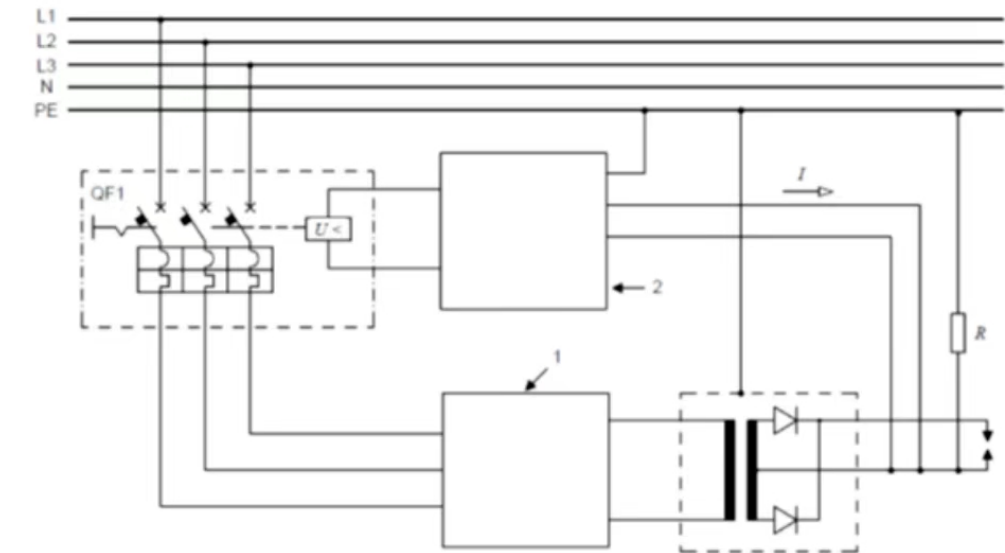
图13 电流式剩余电流装置和电压式安全继电器

选择漏电断流器的型号时应考虑可能出现的故障电流波形。  
漏电断流器灵敏度的选择应考虑与安装时的接地情况相协调，通过以下方式进行：  
——预先在安装位置处测量，或  
——在说明书中给出接地电阻的最大允许值，或  
——采用最大电流值 $I_{\Delta n}$ 为 30mA 的高灵敏度漏电断流器。

在IEC 60364-4-41中规定的时间内，电阻值应能允许漏电断流器在设备的每一次组装操作时正常运转。在漏电断流器运转之前若出现故障，电阻应能承受热应力和电应力。

6.4.2.10 电压式安全继电器

如图14所示，电压式安全继电器可以提供安全保障。  
如图14所示，每个输出绕组应永久连接到安全电压动作的继电器。同时应使用正极控制的断路器。



标引符号说明：  
1——逆变器  
2——安全电压继电器

图14 安全电压式继电器

为了使电压继电器保持安全，电压继电器应具有一个控制回路，用于保证与次级导体稳定连接和检测可能出现的电线的接地端故障。

注：这种控制电路的例子是一个将电流输入由两条独立的传感线组成的传感电路装置，检查传感电路的稳定性。为确保操作正确，两条传感线必须连接到变压器的同一输出端。

不允许连接到整流输出端，因为变压器可能会发生绝缘故障。  
通过目测和检测检查合格与否。

6.4.2.11 用于限制焊接回路通道的保护性措施

使用保护装置来避免接触焊接回路以及可能会与焊接回路接触的其他导体：  
a) 当焊接变压器故障可能产生危险时（例如：与输入不绝缘），防止进入焊接回路；和  
b) 只有当保护措施有效，才能允许阻焊设备与供电电源接通。

在每一个阶段都应用检测接触器或具有同等安全等级的装置对焊接变压器电源进行绝缘。  
控制回路的安全性失效将导致变压器被断开，并且阻止再次接通。

注1：保护性装置有：固定式护罩、连锁可移动式护罩、光电装置等。  
注2：此保护性同款常适用于大型设备，如机器人安装。

在设计时，应考虑避免可能出现通过焊接件或设备部件从而接触焊接回路的情况，其不能提供与焊接回路间的充分绝缘，例如：通过采用这些部件的等电位连接。

通过目测和检测检查是否合格。

6.4.3 内部导体和连接

内部导体及其接线应固定牢固，以免因意外松脱而导致：

- a) 输入回路或任何其它回路和焊接回路之间发生电气连接，使输出电压高于允许的空载电压；
- b) 焊接回路和保护性导体、外壳、机架或铁芯之间发生电气连接（仅适用于 6.4.2.2 和 6.4.2.3 条）。

在绝缘导线穿过金属部件的地方应配备绝缘衬套或留有倒角半径不小于1.5mm 的光滑孔。

裸导体应予以固定，以便保持相互间以及与导电部件之间的电气间隙与爬电距离（见 6.2.2 和 6.2.3）。

#### 6.4.4 故障状态下的接触电流

I 类设备在外部保护性导体失效或断开时，除非是满足 IEC 61140 有永久性连接的带加强保护性导体的设备。否则其加权接触电流不应超过：

- 可触及导体表面的接触电流：峰值为 7mA，
- 不可触及导体表面的接触电流：峰值为 14.1mA，

在下列条件下，用附录C所示的测量电路检查其合格与否：

- a) 阻焊设备：
  - 与地面隔离；
  - 由最高额定输入电压供电；
  - 除非通过测量的组件，否则不应与保护性接地相连；
- b) 焊接回路处于空载状态；
- c) 不能拆除干扰抑制电容器。

#### 6.4.5 工频直流电阻焊设备

对于带中心抽头和双反星形整流或整流桥、工作频率为50Hz或60Hz的电阻焊设备，6.4.2.2条至 6.4.2.11条适用。

如果适用6.4.2.4条至6.4.2.6条，输出端的接地线应与次级变压器相连。

如果适用6.4.2.7条至6.4.2.9条，输出端处的电阻连接装置应与次级变压器相连。

如果适用6.4.2.8条至6.4.2.10条，接在输出端的电压继电器应直接与次级变压器相连。

注：变压器绝缘故障可以导致整流二极管失效，因此不允许与整流二极管的输出端有任何连接。

#### 6.4.6 中频直流电阻焊设备

如果适用6.4.2.2和6.4.2.3条款，无需更多要求。

如果适用6.4.2.4-6.4.2.6条，输出端的接地线应与次级变压器相连。此外，设计时应考虑6.4.2.1 和附录F中的特殊情况。

如果适用6.4.2.7-6.4.2.9条，输出端端子的阻抗连接应与变压器次级回路相连。此外，设计时应考虑附录F和6.4.2.1描述的特殊情况。

如果适用6.4.2.8-6.4.2.10条，输出端的电压继电器应直接与次级变压器相连。此外，继电器应适用于逆变器的输出波形。

注：变压器绝缘故障可以导致整流二极管失效，因此不允许与整流二极管的输出端有任何连接。

#### 6.4.7 保护接地电路的连通性

保护接地电路的连续性应通过引入来自PELV（保安特低电压）电源的50Hz或60Hz的低电压、至少10A 电流的验证。该试验在PE端子和保护接地电路部件的有关点间进行；测试时间是1秒；PE端子和各测试点间的实测电压降不应超过表6所规定的值。

表6 保护接地电路连通性的试验

被测保护导线支路最小有效截面积 mm <sup>2</sup>	最大的实测电压降(对应测试电流为10A的值) V
1.0	3.3
1.5	2.6
2.5	1.9
4.0	1.4
>6.0	1.0

## 6.5 附加的用户要求

特殊情况下可以提供输入回路开关装置的故障保护。这种情况下，由制造商与用户协商签订特定协议。

## 6.6 输入电压

最大额定输入电压应不超过：

- 内装变压器的便携式手提电阻焊设备，相对地之间电压有效值 300V<sub>r.m.s.</sub>；
- 其它电阻焊设备，相与相之间电压有效值 1000V<sub>r.m.s.</sub>。

除非设备采用了附加的安全措施以保证达到本标准规定的相同的保护水平，例如足够的反应时间和RCD的灵敏度。

通过目测检查其合格与否。

## 6.7 焊接回路导体

焊接回路导体可以是：

- 硬的，通常为裸导体，通过适当的柔性导体（带状的导体、薄片状的导体）连接到运动部件上（电极、台板）；或
- 专门设计的柔性导体，可以用冷却液体进行冷却（例如：ISO 5828；ISO 8205-1；ISO 8205-2）。

## 7 热性能要求

### 7.1 温升试验

#### 7.1.1 试验条件

测量装置只允许经由带盖板的开口、观察窗或制造商设置的易于拆卸的板安置。测试地点的通风以及所采用的测量装置不能妨碍阻焊设备的正常通风，或使热交换异常。

阻焊设备应按ISO 669的规定进行短路。

阻焊设备在连续输出电流 $I_{2p}$ 运行，符合以下运行条件：

- 以最大短路电流（ $I_{2cc}$ ），在实际工作条件确定的循环时间下，以持续输出电流（ $I_{2p}$ ）所对应的负载持续率；由下面公式计算连续输出电流（ $I_{2p}$ ）：

$$X = \frac{(I_{2p})^2}{(I_{2cc})^2}$$

或

- 100%负载持续率所对应的连续输出电流（ $I_{2p}$ ）。

注1：通常电阻焊设备以高输出电流在降低的负载持续率下工作。一些阻焊设备（如缝焊机）设计为在连续输出电流下工作，因此在这种情况下进行试验。

对于液体冷却的阻焊设备，其液体流量应根据铭牌的说明进行设置。

对于在中频下工作的直流电设备（逆变器），试验需要在以下操作条件下进行：

- a) 电阻值为  $100 \mu \Omega$  的负载阻抗器应安装在电极之间。负载阻抗器的尺寸和作用力应符合 ISO 669 的规定值；
- b) 设备的焊接电流应调整到最大值；
- c) 在实际工作情况下的焊接时间；
- d) 在对应连续输出电流  $I_{2p}$  的负载持续率下，对于试验期间的设备输出电流，应使用等同于脉冲时间的积分时间进行测量。由下面公式计算：

$$X = \frac{(I_{2p})^2}{(I_2)^2}$$

注2：在某些类型的阻焊设备（如缝焊机）上，产生的负载持续率也可以是100%。

注3：由于脉冲持续时间设置不影响测试结果，因此可以自由选择满足要求的测试设备和仪器。

通常阻焊设备工作条件的脉冲持续时间是推荐的。

三相直流电阻焊设备的频率为50/60 Hz下运行，试验应在以下工作条件下进行：

- 将输出电流设置为最小可调值，以获得变压器和整流器最大发热的情况；如果产生的输出电流  $I_2$  低于连续输出电流  $I_{2p}$ ，增加设置电流以达到连续输出电流  $I_{2p}$ ；
- 在对应连续输出电流  $I_{2p}$  的负载持续率  $X$ ，对于试验期间的设备输出电流  $I_2$ ，应使用等同于脉冲时间的积分时间进行测量。由下面公式计算：

$$X = \frac{(I_{2p})^2}{(I_2)^2}$$

注4：在某些类型的阻焊设备（如缝焊机）上，产生的负载持续率也可以是100%。

注5：由于脉冲持续时间设置不影响测试结果，因此可以自由选择满足要求的测试设备和仪器。

通常阻焊设备工作条件的脉冲持续时间是推荐的。

注6：测试装置适用于带有三角形连接的变压器初级绕组和带有星型连接的变压器初级绕组。

如果变压器已经按照ISO 5826进行了测试，并且阻焊设备热额定值（阻焊设备的连续输出电流  $I_{2p}$ ）低于或等于变压器热额定值，阻焊设备变压器发热试验无需测量即可完成温升试验。

## 7.1.2 试验参数的允差

根据 7.1.3，在温升试验的最后 60min 内，下列试验参数的允差应被满足：

- a) 输出电流：选定的输出电流的  $\pm 2\%$ ；
- b) 冷却液体流量(如有的话)：额定流量的  $\pm 5\%$ ；
- c) 输入电压：选定的额定输入电压的  $\pm 5\%$ 。

## 7.1.3 发热试验的开始

采用埋入式温度传感器法或表面温度传感器法测量时，试验可以在阻焊设备未达到周围环境温度或冷却液体温度平衡时就开始。

采用电阻法测量时，试验只有在冷却液体进口处和出口处的温差在 1K 以内时才能开始（液体冷却

的阻焊设备)。

冷却液体的温度  $t_1$  作为线圈的初始温度,并测量此时的线圈电阻。

#### 7.1.4 发热试验的持续时间

发热试验应进行到阻焊设备的任何部件温度上升速率不超过2K/h,试验时间不少于60min。

### 7.2 温度测量方法

#### 7.2.1 测量条件

温度应在最后一个周期加载时间结束时按以下方法测定:

- a) 对于绕组,用表面温度传感器法或埋入式温度传感器法或电阻法测量(仅适用于输入绕组);
- b) 对于其它部件,用表面温度传感器法。

#### 7.2.2 表面温度传感器法

按照下述规定条件,将温度传感器施加在绕组的可触及部件或其它部件来测定温度。

注1:常见的温度传感器有热电偶、电阻温度计等。

不能用水银温度计来测定绕组和表面的温度。

温度传感器应施加在可触及的可能出现最高温度的点上。建议进行初步检查以预先确定发热点的位置。

注2:绕组上发热点的大小和分布取决于阻焊设备的设计。

应保证测量点与温度传感器之间的有效热传导,并给温度传感器提供防护使其避免气流和辐射的影响。

#### 7.2.3 电阻法

本方法仅适用于输入绕组。绕组的温升通过电阻的增大来测定,铜绕组的温升按下述公式求得:

$$t_2 - t_a = \frac{(235 + t_1)(R_2 - R_1)}{R_1} + (t_1 - t_a)$$

式中:

$t_1$  ——测量 $R_1$ 时的绕组温度,℃;

$t_2$  ——试验结束时的绕组温度计算值,℃;

$t_a$  ——试验结束时的环境温度(或冷却液体的温度),℃;

$R_1$  ——绕组初始电阻,Ω;

$R_2$  ——试验结束时的绕组电阻,Ω。

对于铝绕组,应用225代替上述公式中的常数235。

$t_1$  应在环境温度±3K范围内。

测量的结果应按下列步骤记录下来,步骤之间不要延迟:

- a) 切断冷却液(如适用);
- b) 切断电流;
- c) 记录电阻  $R_2$ 。

#### 7.2.4 埋入式温度传感器法

这种方法是将热电偶或大小相近的其它测温器件埋入最热部分来测量温度的。

测量绕组和线圈温度时，热电偶应直接放置在导体上，靠导体本身的绝缘层将热电偶与金属回路隔开。

把热电偶放置在单层绕组的最热点上应视为埋入法。

### 7.2.5 环境温度的测定

测环境温度时，至少用三只测温装置均匀分布在阻焊设备的周围。测温装置大致安放在阻焊设备的一半高度，与其表面相距1~2m 的地方，并使其免受气流和异常加热的影响。应取温度读数的平均值作为环境温度。

对于风冷式阻焊设备，测温装置应放置在冷却系统的进风口。温升试验结束前的15min内，按同样时间间隔测得的温度的平均值作为环境温度。

### 7.2.6 冷却液体的温度测定

温度计应放置在阻焊设备的冷却液体的进口处。

温升试验的最后60min内测得的平均温度作为冷却液体的温度。

### 7.2.7 温度的读取

在可能条件下，应记录设备即将停机时的温度。对于在设备运行时无法记录其温度的那些部件，应在停机后按下述方法读取温度。

在停机瞬间到最终的温度测定总要经过一些时间，温度会有所下降，应作适当校正，以获得尽可能接近停机瞬间的实际温度。可按附录D要求绘制曲线得出停机瞬间的温度。在停机后的5min内至少要读取4点温度。如果停机后连续测得的温度呈上升趋势，应取其最高值作为停机瞬间的温度。

## 7.3 温升限值

### 7.3.1 绕组

不管采用哪种方法测量温升，绕组的温升不应超过表7规定的限值，测量线圈和绕组温升限值时应尽量采用电阻法或埋入式温度传感器法。

表7 绕组的温升限值□

绝缘等级 ℃	最大温度 ℃	空气冷却式绕组的温升限值 K		
		绕 组		
		表面温度传感器法	电阻法	埋入式温度传感器法
105 (A)	150	55	60	65
120 (E)	165	70	75	80
130 (B)	175	75	80	90
155 (F)	190	95	105	115
180 (H)	210	115	125	140
200 (N)	230	130	145	160
220 (C)	250	150	160	180



注1：表面温度传感器法是指用非埋入式传感器在绕组外表面可达到的最热点测量温度。

注2：一般来说，表面温度是最低的，用电阻法测得的温度是绕组内各处温度的平均值，用埋入式热电偶可以测出绕组内的最高温度（热点）。

注3：温度限值高于本表的材料的绝缘等级是可见的。（见IEC 60085）。

注4：对于液冷式绕组，温升限值增加值应为10K。

任何部件都不应达到损坏其他部件的温度，尽管该部件的温升符合表7要求。

另外，对于不在负载持续率为100%进行的试验，在任何全周期时都不应超过表7中给出的最高温度值。

按7.2中的测量法以检查是否合格。

### 7.3.2 外表面□

外表面温升限制可以避免热表面发生燃烧的风险与未受保护部分的皮肤接触。因为不同的设备（或设备的部件）类型适用不同的皮肤接触条件，因此不同类型的设备给出了不同的限值。

注1：手持设备设计在工作期间（即便携式焊接机）是手持的，手动导向式设备设计为由操作员手动操作适合的系统（即悬挂式焊枪）来移动，固定式设备为操作人员在工作期间不得手持的固定设备（即标准固定式设备）。

阻焊设备运行期间可触及的外表面温度升高不得超过表8、9和10中给出的值。

注2：自动设备（例如机器人设备）的表面可能无法进入操作，但在服务期间可访问。在这种情况下，通常需要额外的风险评估。

表8 手持式阻焊设备外表面温升限值□

外 表 面	温升限值 K	接触期间的燃烧阈值 <sup>a</sup> s
裸金属外壳	18	1
喷漆金属外壳	22	1
塑料外壳	36	1
无涂层金属按钮	20	4
涂层金属按钮	24	4
塑料按钮	40	4
金属手柄	11	60
塑料手柄	20	60
<sup>a</sup> 来自ISO13732-1的参考值		

表9 手动导向式阻焊设备外表面温升限值□

外 表 面	温升限值 K	接触期间的燃烧阈值 <sup>a</sup> s
裸金属外壳	29	1
喷漆金属外壳	39	1
塑料外壳	53	1
无涂层金属按钮	20	4
涂层金属按钮	24	4
塑料按钮	40	4

金属手柄	11	60
塑料手柄	20	60
<sup>a</sup> 来自ISO13732-1的参考值		

表10 固定式阻焊设备外表面温升限值□

外 表 面	温升限值 K	接触期间的燃烧阈值 <sup>a</sup> s
裸金属外壳	33	0.5
喷漆金属外壳	45	0.5
塑料外壳	39	0.5
无涂层金属按钮	20	4
涂层金属按钮	24	4
塑料按钮	40	4
<sup>a</sup> 来自ISO13732-1的参考值		

由于某些类型的阻焊设备由固定部分（如电源）和手持设备或手动导向部件（如焊枪）组成，每个部件应按相关表格要求进行测试。

上述温度限值是基于第4章中环境条件给出的，如果制造商和购买者就不同于第4章环境条件达成一致的意见，温度限值必须重新考虑。

注1：最高温度限值定义在最高环境温度为40℃的情况。例如，设计用于高达45℃值的阻焊设备，温度限值减少了5K。

对于需要特意加热的产品功能组成部分，电极可以超过表8, 9和10的限值。

对于非手柄或按钮的表面并标有7.4.2中给出的符号，可以超过表8, 9和10的限值。

对于根据7.4.3在正常操作期间有防止意外接触的表面，可以超过表8, 9和10的限值。

符合性应根据7.2和目视检查进行测量。

### 7.3.3 其它部件

根据相关标准规定，其它部件的最高温度不应超过其额定最高温度。应考虑元件的冷却介质温度与其额定最大值之间的差值。

输入回路或输出回路可能使用整流装置。在热试验的过程中，整流器件的温度不应超过该器件制造商规定的限值。

注：应注意整流器件的间歇负载特性。

发热试验的过程中，测量温度以检查是否合格。

## 7.4 在正常使用中防止热危害（直接接触）

### 7.4.1 通则

在正常使用中防止热危害应包括一项或多项规定包括：

- 热表面的标识；
- 隔热；
- 障碍；

—— 补充冷却。

#### 7.4.2 热表面的标识

如果表面温度超过表8, 9和10中给出的温升限值小于15K, 表面应有明显标记并标记为热表面图示符号IEC 60417-5041:



如果在阻焊设备上使用上述符号, 则制造商应在产品信息中包含所需有关自身热保护设备信息。

#### 7.4.3 提供遮栏隔离保护

如果提供遮栏以防止与热表面接触, 考虑到环境的所有相关影响, 遮栏应具有足够的机械强度, 稳定性和耐用性, 以保持规定的保护。

#### 7.4.4 通过补充冷却提供保护

如果提供补充冷却以限制表面温度, 则提供用于移除热源并防止在冷却系统发生故障时操作的措施。

### 8 非常规运行

#### 8.1 一般要求

阻焊设备在8.2~8.4条的运行条件下不应出现电击穿或着火的风险。做这些试验时不考虑任何部分所达到的温度, 以及阻焊设备是否能连续正常地工作。唯一的要求是不出现危险因素。

对于带有保护装置(如断路器和热保护装置)的阻焊设备, 如果其保护装置在阻焊设备出现危险因素之前动作, 应看作是达到此项要求。

通过下述试验检查其合格与否:

- 阻焊设备从冷态开始启动, 按8.2~8.4条要求运行。
- 试验过程中阻焊设备不能出现火苗、金属或其它材料熔化的现象。
- 试验后, 阻焊设备在5min内应能承受6.2.5b)中的介电强度试验。

#### 8.2 风扇堵转□

通过风扇冷却来达到第7条要求的风冷式阻焊设备, 在7.1条输出条件下将风扇停转或使其失灵, 使阻焊设备在额定输入电压下运行4h。

注: 本试验的目的是使阻焊设备在风扇停止转动的情况下运行。风扇可以被机械地卡住或拆除。

#### 8.3 冷却系统故障

通过液体冷却来达到第7条要求的液体冷却式阻焊设备, 在7.1条试验条件下让冷却系统失效, 使阻焊设备在额定输入电压下运行30min。

#### 8.4 过载试验□

阻焊设备按7.1.1条要求以1.2倍的发热试验电流运行, 试验按以下要求进行:

- 对于有热保护的设备, 进行试验直到设备的热保护启动, 试验持续试验最长4小时; 或
- 对于无热保护的设备持续试验最长4小时。

## 9 机械危险性的防护

### 9.1 通则

由于工艺的特点，在不同应用场合，阻焊电极及其工件的形状和尺寸、施加的电极力、接近次数和位移等完全不同。本条也适用于电极支持系统及有关的模具。

本标准不可能给出详尽的保护措施，但必须指出所有的机械危险。为证实符合本标准，设备应符合危险性分析和本标准提出的最低要求。

对于需要手动移动焊条的设备不做危险性分析要求，所述的设备如下：

- 手动式对焊机；
- 机械摇臂式焊机；
- 手动式焊枪。

### 9.2 危险性分析

#### 9.2.1 通则

降低对操作者或周围人员身体伤害的危险性应按ISO 12100的要求予以确认和评估。

一些设备处于交货准备使用状态，而其他设备需要适应客户或终端用户所实施的加工方式，风险分析的要求因场合而异。

#### 9.2.2 交货状态下的即用设备

如果有可以互换的工具，焊接设备可以允许几种使用方法。这些工具由制造商在提供设备时一起提供，设备应是随时可用的。

制造商应进行危险性分析，并在说明书里附上安全使用方法。

用户应按制造商提供的说明书操作设备。

#### 9.2.3 在运输状态下不能即用的设备

在有可互换工具（不是由制造商提供，如凸焊设备）的情况下，阻焊设备允许几种使用方法，制造商应在合理的可预测的状态下按安装于设备上的工具的使用方法和制造商的能采用的条款作危险性分析。工具如两手式安全装置、遮光板连接端口。制造商还应：

- 说明可安装于机械上的工具的必要特性，如最大质量或尺寸要求；
- 在说明书中附上安全使用方法；
- 在说明书中要求对装有可互换工具的设备附加进行危险性分析。

对于用户所设计的工具带来的危险性，应进行用户危险性分析和防护措施准备。

#### 9.2.4 设计用于更复杂设备的暂不可用设备

制造商应对设计用于更复杂设备的暂不可用设备进行有限制的危险性分析并将关于危险的产生和防护信息（如相关控制回路的种类和已经得以消除的危险情况列表。）提供给装配商（如为设备装配元件的制造商）。

危险性分析应由装配商完成。

注：所述设备如机器人焊枪，无控制线路的焊接组，与完备设备相似但无需循环装置的设备。

### 9.3 措施

### 9.3.1 最低限度措施

所有设备至少要配备以下装置：

- a) 紧急停止装置，但以下设备除外：
  - 由于不能减少停机时间或防止危险的特殊措施不能实行，紧急停止装置不能降低危险性的机器；
  - 手持式可移动机器和手动操作式机器；
  - 装有连接端口或附有功能信息的用于更复杂设备的装置。
- b) 当供电失效和紧急停止装置启动时使用的重启阻止器。此重启阻止器不适用于装设于更复杂设备商的装置；
- c) 气动/水压供应系统失效时可能发生机械危险的情况下采取的保护措施。

### 9.3.2 附加保护措施

制造商或用户应根据供货和使用情况采取以下措施（适用时）：

- 释放困住的部件或人的装置；
- 质量超过5kg的电极运动系统或其它安全等级相同的系统的机械制动器（专用于凸焊设备），用于维护安全和更换工具；
- 使所有气动/液压系统和电网电源隔离的电动、气动或水压装置。应列出关于操作这些设备所可能遇到的危险情况，（如储能的影响）；
- 根据危险性分析结果选用控制系统的类别；
- 考虑必要的和适当的任何其它保护措施（见附录D）。须履行的责任见9.2。

## 9.4 组件的符合性

有些组件可能会因故障而增加危险因素，因此，必须符合本标准要求或相关的IEC/ISO标准要求。按ISO 13849-1选择组件的特性。

注1：只有当器件在其应用范围内出现问题，才考虑相关的IEC器件标准。

按下列方法进行组件的评估的试验：

- a) 经过公认的检测机构认证，确认符合相关的 IEC 器件标准的器件，应检查其是否应用正确并按额定值范围正确选用。器件作为设备的一个部分应能承受本标准的有关试验，除非这些试验是相关的 IEC 器件标准所规定的试验。
- b) 如果器件未经过上述相关标准的认证，应检查其是否应用正确并按额定值范围正确选用。器件作为设备的一个部分应能承受本标准的有关试验，以及器件标准中所规定的适用部分的试验（试验在设备的安装条件下进行）。

注2：相关标准的适用部分的试验通常单独进行。试验样品的数量通常与器件标准要求的数量相同。

- c) 没有相关的器件标准，或用在回路中的器件没有按其规定的额定值使用时，器件应在设备的安装条件下进行试验。试验样品的数量通常与同等标准要求的数量相同。

## 9.5 手动操作设备的启动

阻焊设备只有靠相关设备的自动启动才能运行。当工件太大导致操作者的手不能触及电极的工作面或操作者双手握住工件，或用双手握住或操作设备，须通过以下途径启动循环工作：

- 脚踏板；
- 单手按钮或类似物。

当不能安全握住或装载工件时，须根据要做的工作进行足够的保护。保护措施如下：

- 将电极之间的距离调节至最小（5-10mm）；
- 可移动或不可移动的安全防护装置，如网格和遮栏物；
- 不用人体接触的安全防护装置，如光电装置，可用于启动循环工作；
- 可触及的车辆占用轨道检测器；

如果没有可用的安全措施，则须用以下的方法启动循环工作：

- 伴随按钮。
- 当设备有多个启动控制装置，操作员可以安装附加装置（例如，启用装置或选择器，任何一次只允许启动一个装置），在危险情况下以排除此类风险。

## 10 使用说明书和标识

### 10.1 使用说明书

每台阻焊设备交货时应附有包括下列内容的使用说明书。

- a) 概述；
- b) 提升和贮存的方法, 如用升降叉车或起重机；
- c) 正确的处理方法和注意事项；
- d) 各种指示标记和图示符号说明；
- e) 用于选择和连接到供电网络的信息（例如，合适的接地系统TT / TN / IT，保险丝，断路器和/或漏电保护器额定值）；
- f) 正确使用阻焊设备的有关说明(例如冷却要求、放置、控制装置、指示器等)；
- g) 焊接能力、机械特性、负载持续率限制和有关的热保护说明；
- h) 使用限制说明(例如环境要求)；
- i) 对操作者和工作区域的人员人身防护的要点(如：焊接烟尘、噪声、加热的金属和火花、EMF)；
- j) 保养须知（预防和日常维修说明）；
- k) 有关的线路图和基本备件清单；
- l) 辅助电源的信息（如照明灯或电动工具的插头）；
- m) 安装和调试；
- n) 厂家要有对交货状态下设备的说明，以及用户不遵守厂家说明时，对用户责任进行风险评估必要性的信息。


也可以提供其它有用的信息，如：绝缘等级、污染等级、效率、外壳防护等级等。

通过阅读使用说明书，检查其合格与否。

### 10.2 标识□

每台阻焊设备都应具有铭牌，应符合ISO 669（铭牌）要求，清晰且不易磨损。

### 10.3 接线端的标识□

外部保护导体的接线端子应标有符号  ”（IEC 60417-5019）。

可附加选择以下内容：

- a) 字母：PE ；

或

b) 双色：绿色和黄色。

另外，三相设备接线端应按IEC 60445或其他相关标准作出清晰的标记。标记符号应置于对应的接线端上或靠近接线端的位置。

通过目测，检查其合格与否。

## 11 阻焊设备的安全使用监管要求

### 11.1 通则

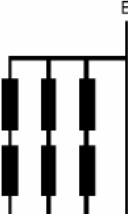



阻焊设备使用时应符合GB 9448-2025《焊接与切割安全》的规定。在人员密集场所（见GB/T 40248-2021的3.3）使用的阻焊设备还应满足安全使用的监管要求。

### 11.2 安全监管要求

在人员密集场所使用的阻焊设备应配备安全监管模块，该模块能与有关监管部门的监管平台进行通信并控制设备的运行。

通信数据的采集和安全性应符合国家的相关要求。

附 录 A  
(资料性)  
供电系统的标称电压

标称电压中，线 对中性点电压 (交流或直流)	当前世界上采用的标称电压			
	三相四线制 (中性点接地)	三相三线制 (接地或不接地) (E)	单相双线制 (交流或直流)	单相三线制 (交流或直流) (E)
$\leq$  V	  V	  V	  V	  V
50	—	—	12.5, 24, 25, 30, 42, 48	30~60
100	66/115	66	60	—
150	120/208 <sup>a</sup> , 127/220	115, 120, 127	100 <sup>b</sup> , 110, 120	100~200 <sup>b</sup> 110~220 120~240
300	220/380, 230/400, 240/415, 260/440, 277/480	200 <sup>b</sup> , 220, 230, 240, 260, 277	220	220~440
600	347/600, 380/660, 400/690, 417/720, 480/830	347, 380, 400, 415, 440, 480,	480	480~960



		500, 577, 600		
1000	—	660, 690, 720, 830, 1000	1000	—
注1：本表数据取自GB/T 16935.1； 注2：“E”指接地； 注3：美国和加拿大的通用电压； 注4：日本的通用电压。				

附 录 B  
(规范性)  
电源输入接线端的结构

### B.1 接线端的尺寸

接线端的尺寸应根据最大连续输入电流 $I_{1p}$ 而定,并且可以连接横截面积为表B.1中所列的柔性导线,这些数值是根据60℃的导线温度而定。

表B.1 适用于电源输入接线端的导线尺寸范围□

连续输入电流 A	导体横截面积范围 $\text{mm}^2$
10	1.5~2.5
16	1.5~4
25	2.5~6
35	4~10
50	6~16
63	10~25
80	16~35
100	25~50
125	35~70
160	50~95
200	70~120
250	95~150
315	120~240
400	150~300

允许用制造商在使用说明书中指定型号及尺寸的导线替代。  
通过计算及测量检查其合格与否。

### B.2 接线端之间的间隔□

接线端应如下设置:

输入接线端之间的间隔应不低于表B.2中规定值,接线板中的隔层或多绞线的卡紧装置(如压接式接线柱)应防止导线束或接线片与相邻接线端上的导线束及接线片相碰,并使之保持一定间隔。

表B.2 输入接线端之间的间隔□

电压范围 $V_{r.m.s.}$	带电部件间的最小间隔 mm	
	带隔板	不带隔板
$\leq 150$	6.3	12.5

151~300		
301~600	9.5	25
601~1000		

当隔板罩住输入导线的绝缘层，从而避免了多胶导线之间电气间隙降低时，可采纳表1规定的电气间隙。

按标准IEC 60664-1测定间隔来检查其合格与否。

### B.3 接线端的连接

接线端须通过螺丝、螺帽或其它对等的方式来连接。接线端的螺丝和螺帽不能用于紧固其它零件或连接其它导线。

通过目测，检查其合格与否。

### B.4 接线端的结构

导线或其接线片应夹在金属件之间，当夹件拧紧后不能松脱。

因转动而可能使间隔减少的带电零件不应靠其配合面之间的摩擦来紧固。可采用适当的锁紧垫圈。用其它方式紧固的导线或母线不需要用锁紧垫圈。

普通的或电镀的铁或钢均不能用作载流零件。

通过目测以及用规定的截面积最大和最小导线的临时连接来检查其合格与否。

### B.5 接线端的安装□

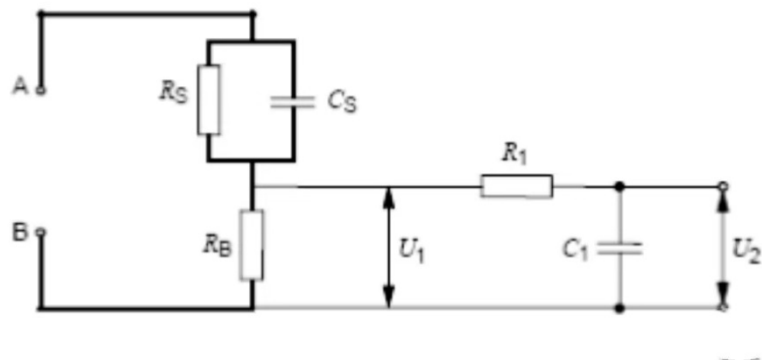
接线端应可靠地固定，当夹紧装置拧紧或松开时，接线端不会随之松动。如果单靠摩擦力来阻止接线端在支撑面上转动和移动，则因此而引起的接线端之间的间隔不会低于表 B.2 规定的值。当接线端相向或朝极性相反的未绝缘零件或朝接地的金属件旋转 30° 时，若其间的间隔不会小于规定值，则接线端不需阻止其转动。

通过目测以及用夹紧装置反复 10 次拧紧并松开规定的最大截面的导线来检查其合格与否。再用规定的最小截面的导线重复试验。

附录 C  
(资料性)  
故障情况下的接触电流测量

测量故障状态下的接触电流时，采用符合图 C.1 的测量网络，按图 C.2~C.3 所示，并用合适的测量设备进行测量。

警告！应由专业人士操作本试验。在本试验过程中，保护性导体失效



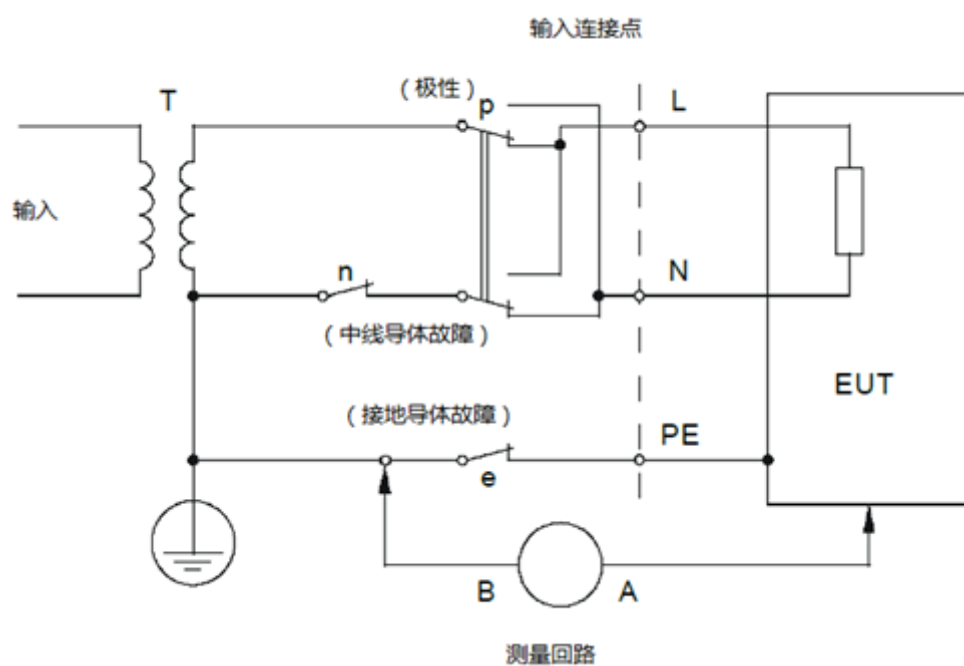
标引符号说明：	
A, B——试验端子	$C_S$ ——0.22 $\mu$ F
$R_S$ ——1500 $\Omega$	$R_1$ ——10000 $\Omega$
$R_B$ ——500 $\Omega$	$C_1$ ——0.022 $\mu$ F
$U_1$ ——电压有效值	$U_2$ ——峰值电压
加权接触电流（百分比）	$U_2$ ——500 (峰值)

图C.1 加权接触电流的测量网络

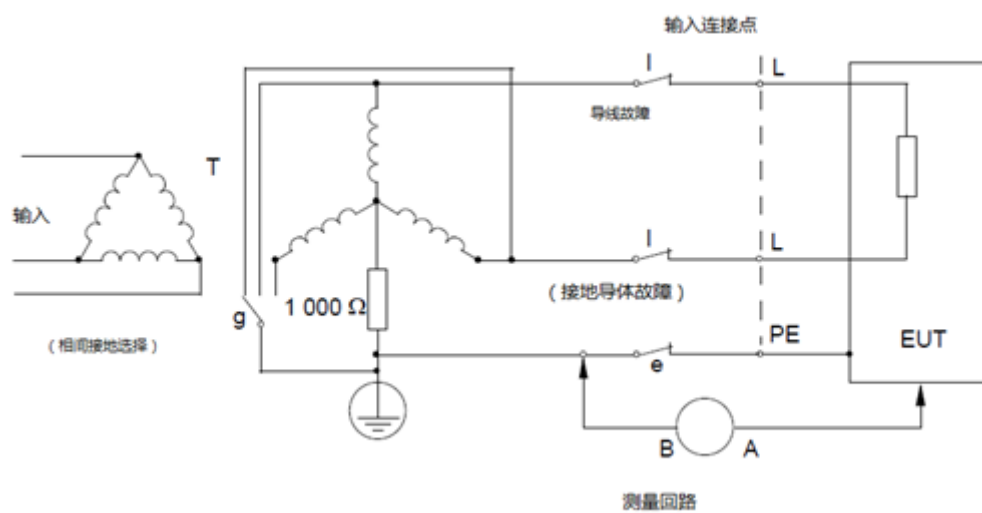
对于三相设备，用开关（1）、（n）处于关闭位置，（e）处于打开位置，测量故障状态下的接触电流。然后，除开关（e）外，每个开关（1）和（n）依次打开，其他开关（n）关闭，重复测量。单相设备的测量类似，只是对极性开关（p）的每个位置都要重复测量。带开关的接触电流测量如图 C.2 和 C.3 所示。

制造商应确定其设备要连接到的配置（TN，TT，星 IT 等）。被测设备应按照已确定的配置或最坏情况的配置进行测试。

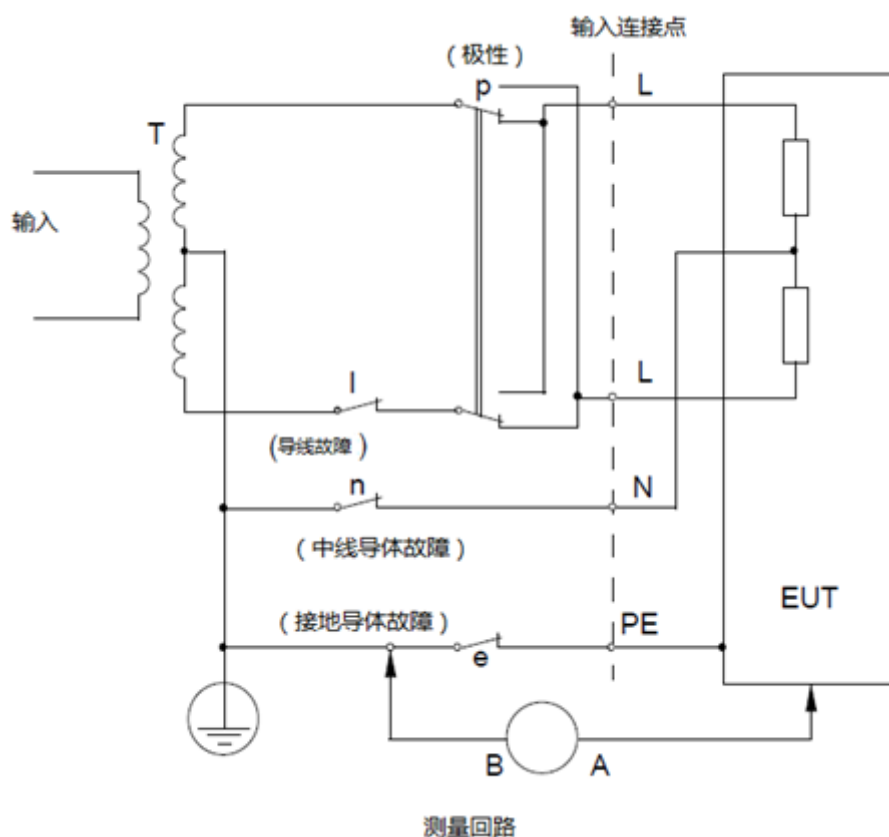
隔离变压器（T）的使用是可选的。不使用时，应采取安全防范措施用于保护测试操作员免受外壳和设备其他可接触的导电部件的任何危险电压的影响。



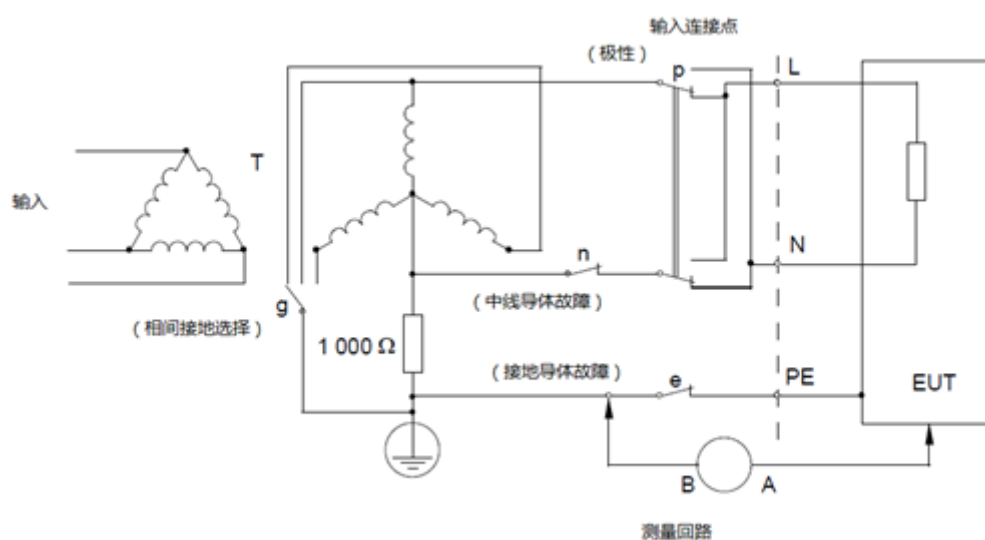
a) 星形TN或TT系统的单相设备



b) 在星形 TN 或 TT 系统上线对线连接的单相设备

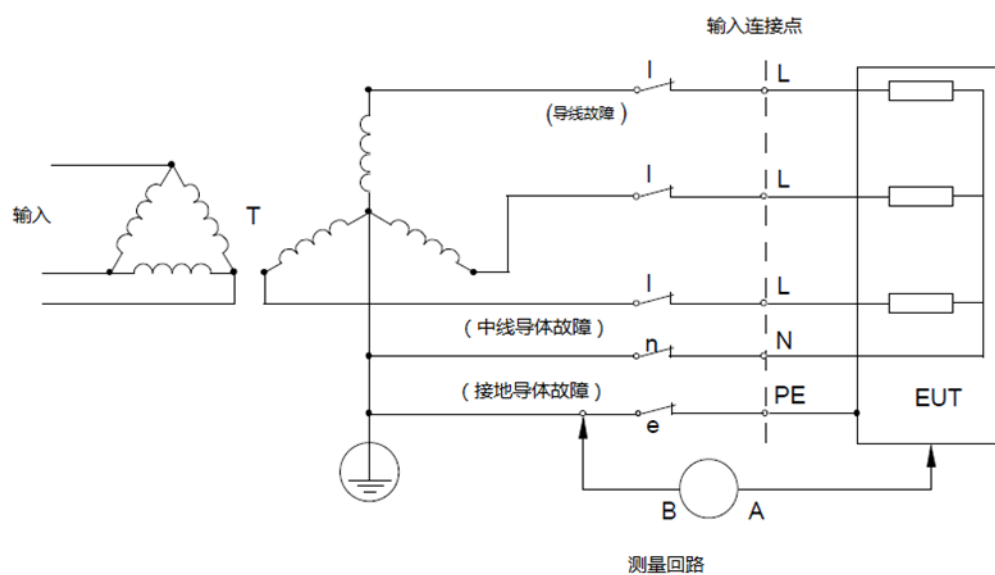


c) 中心接地 TN 或 TT 系统上的单相设备

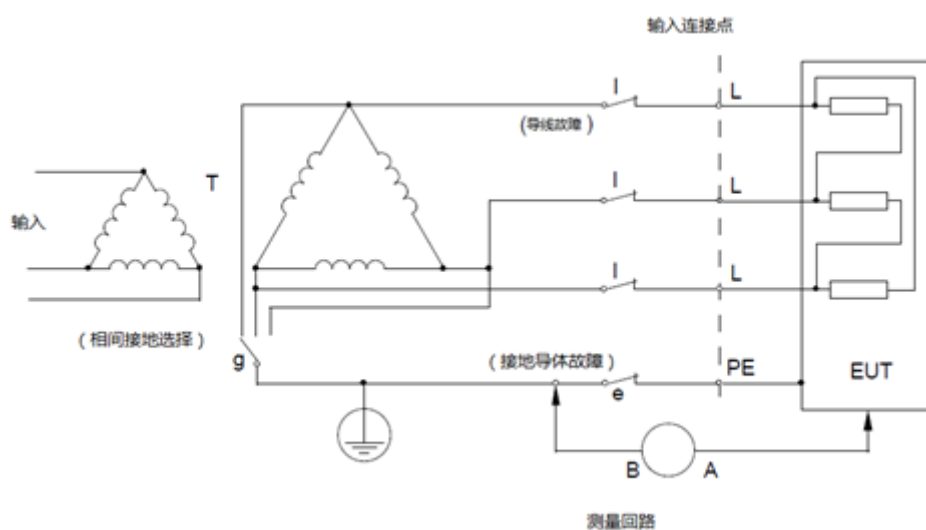


d) 在星型 IT 系统上连接线路到中性线的单相设备

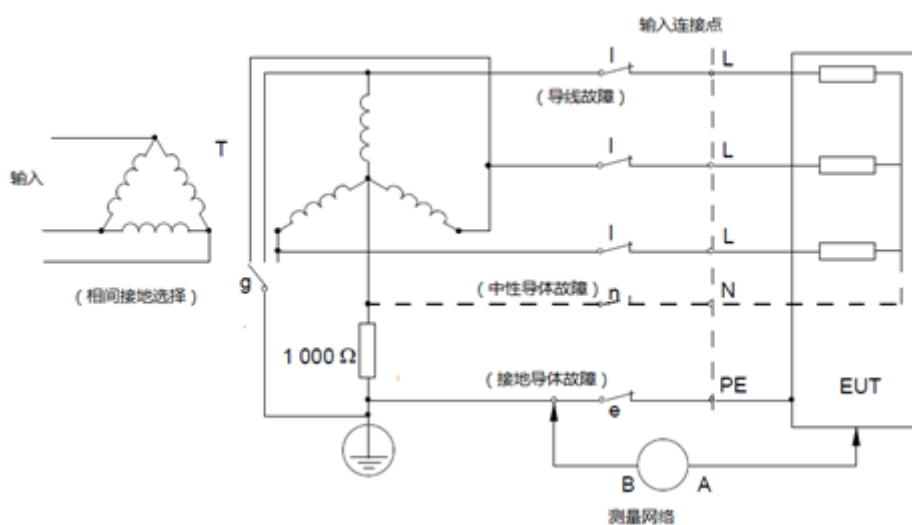
图 C. 2-用于除 II 类以外单相连接设备在工作温度故障状态下的接触电流测量图



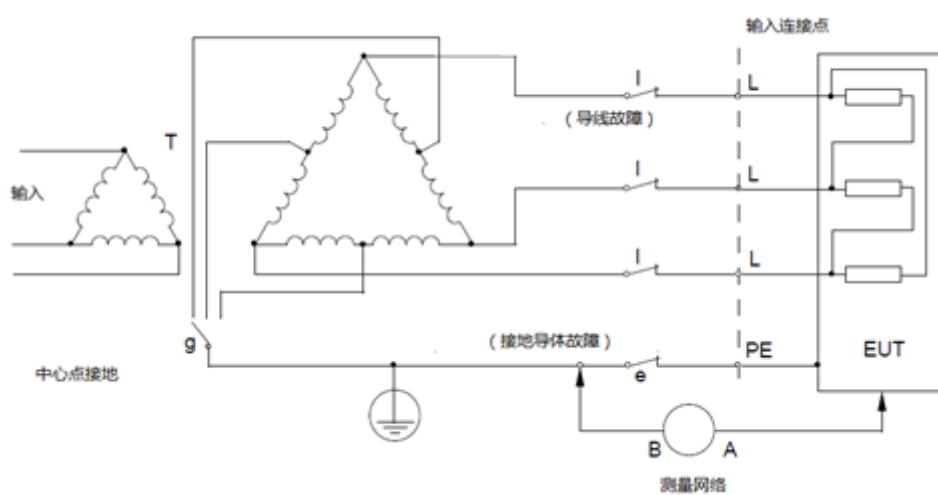
a) 星形 TN 或 TT 系统上的三相设备



b) 未接地的三相三线系统的三相设备



c) 星形 IT 系统上的三相设备



d) 中心点接地的三相三线制设备

图 C. 3-用于除 II 类以外三相四线制设备在故障状态下的接触电流测量图



附 录 D  
(资料性)  
关机时刻温度的推算

当关机时刻的温度无法记录时，就需要通过推算来获取此温度。具体方法如下：

- a) 记录关机瞬间的时间；
- b) 从关机时刻起，逐次记下关机后的每一时刻及对应的温度值；
- c) 对每一推算的温度值至少取 4 个读数；
- d) 用对数/线性坐标纸绘制图表。温度读数标在对数坐标上，关机后时间标在线性坐标上。将各点连线反方向延伸到 $t=0$ ，就可外推出关机时刻的温度值。

替代法：也可用数学回归分析代替图解法。若选定线性回归，则利用温度的对数值与关机后时间的线性读数值，用回归分析法推算到 $t=0$ ，取反对数求得 $t=0$ 时的实际温度。

## 附录 E

### （资料性）

### 风险分析和安全级别要求

#### E.1 通则

本附录描述了阻焊设备可能出现的危险。设备的类型不同，危险也不同。依据 ISO 14121 和 ISO13849-1 进行危险性评价，并且给出了采取的措施的例子。这些措施可以看作是众多的措施之一。

本附录未涉及由于火花和飞溅造成的危险。

#### E.2 需要监控的危险

阻焊设备中下列危险需要监控：

- a) 电极之间或电极轮之间对人体部位的挤压；
- b) 上台板和下台板之间对人体部位的挤压；
- c) 来自上台板或夹紧装置的工具意外掉落造成的挤压；
- d) 工件和夹紧装置之间造成的挤压；
- e) 电极轮收缩造成的挤压；

#### E.3 基本措施

采取以下基本措施：

- a) 降低关闭或夹紧速度（例如 10mm/s）；
- b) 减少工具或电极或夹紧装置的开口间距；
- c) 在间距小到人体部位不能进入（例如工件和夹紧装置之间的间距为 6mm）之前采用低压力；
- d) 必要时使用双手握住焊枪或工件。

#### E.4 典型的危险情况

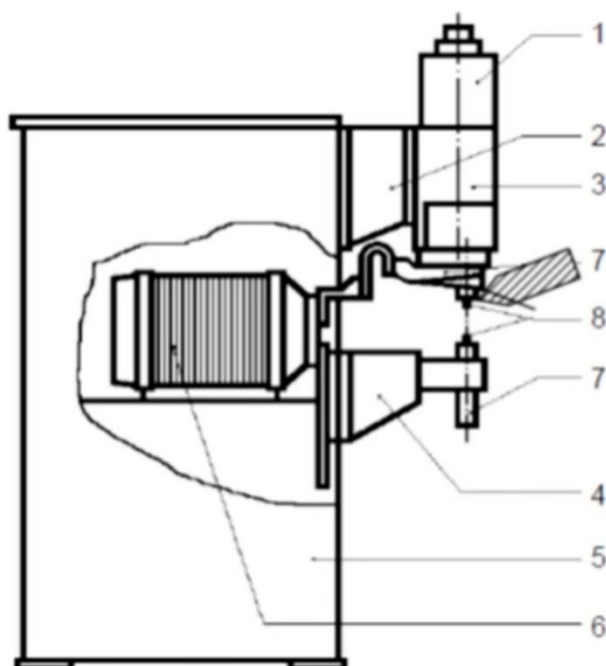
##### E.4.1 介绍

用箭头表示危险区域。设备各部件分别采用下列数字编号：

1 加压系统	6 变压器	11 电极滚轮
2 上电极臂	7 电极握杆	12 把手
3 机头	8 电极	13 手指挡板
4 下电极臂	9 电极台板	14 定向保护杆
5 机身	10 焊轮头	

##### E.4.2 点焊

###### E.4.2.1 固定式阻焊设备



注：数字在E. 4. 1中有定义。

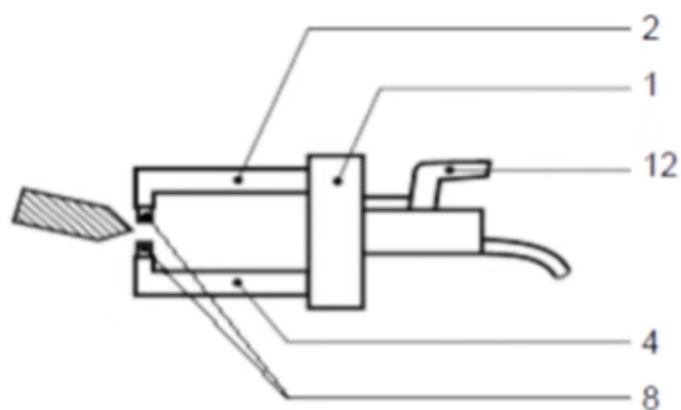
图D. 1 固定式阻焊设备的结构

危险 2a

危险性评估结果为类别 B 或 1

附加措施(适用时):用一个或两个按键、挡光板

#### E. 4. 2. 2 手持式焊枪



注：数字在E. 4. 1中有定义。

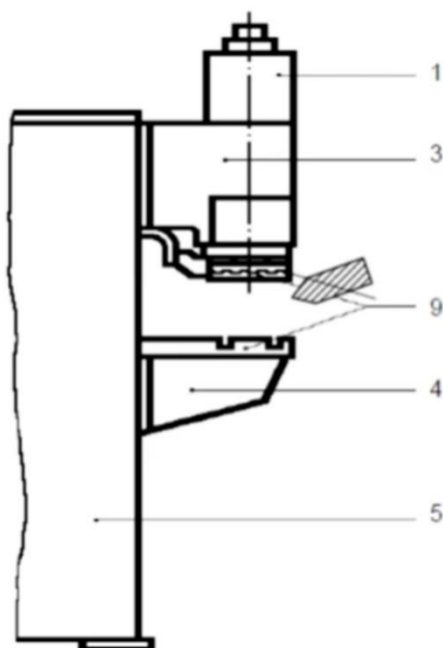
图D. 2 手持式焊枪的结构

当维护或更换电极时，危险 2a)

危险性评估结果为类别 B

附加措施(适用时):电极工作时采用电极锁

#### E. 4. 3 凸焊



注：数字在E. 4. 1中有定义。

图D. 3 凸焊设备的结构

危险 2a, 2b, 2c, 2d

危险性评估

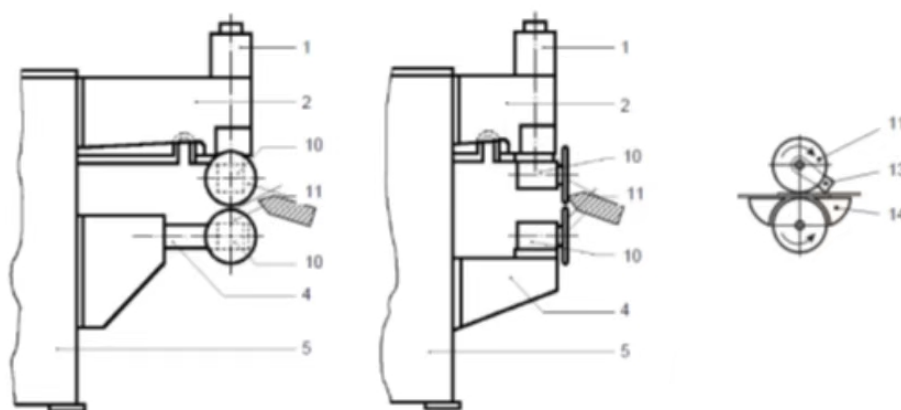
质量轻和焊接压力低的轻型设备, 根据伤害程度的严重性确定类别 3 或可能是类别 2

附加措施:

用两个按键启动, 自动检查, 挡光板自动检查, 可移动式保护挡板。

注：该设备可能需要采用一个用于设置模式的专用保护系统。

#### E. 4. 4 缝焊



注：数字在E. 4. 1中有定义。

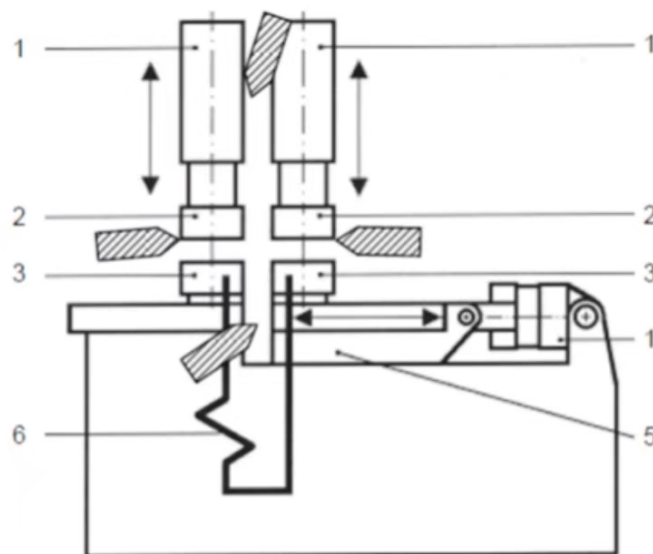
图D. 4 缝焊设备的结构

危险 2a, 2e

危险性评估结果为类别 2 或类别 3。

附加措施：在回转侧和定向保护杆（14）处安装可移动的（上、下）手指挡板（13）。

#### E. 4. 5 对焊



注：数字在E. 4. 1中有定义。

图D. 5 缝焊设备的结构

危险 2c, 2d

危险性评估结果为类别 2 或类别 3。

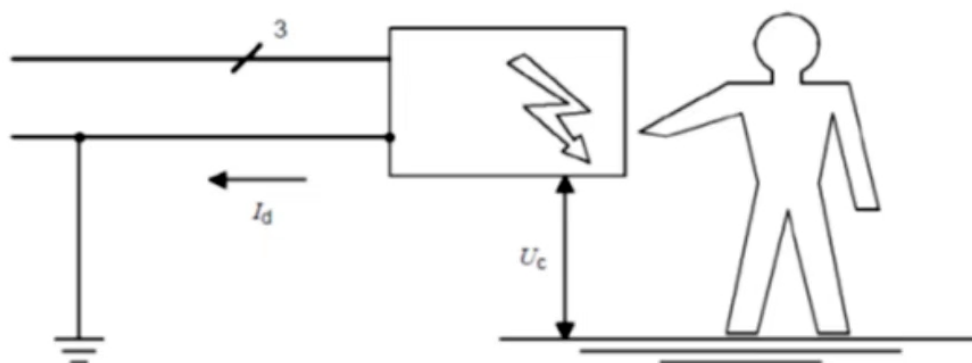
附加措施：用两个按键启动，挡光板，可移动式保护挡板。

## 附录 F (资料性) 阻焊设备的非直接接触防护

### F.1 通过自动断电对非直接接触的防护

#### F.1.1 概述

非直接接触防护用于在绝缘失败的情况下防止人触及设备的金属部分（外露导电部件）。下图 F.1 至 F.3 解释可能采取的主要防触电保护措施。



图E.1 绝缘故障的原理说明

自动断电是最常见的非直接接触防护法。在接触会产生危险的电压之前，将绝缘故障时产生的接触电压消除。

设备的最长断电时间参见 IEC 60364-4-41。

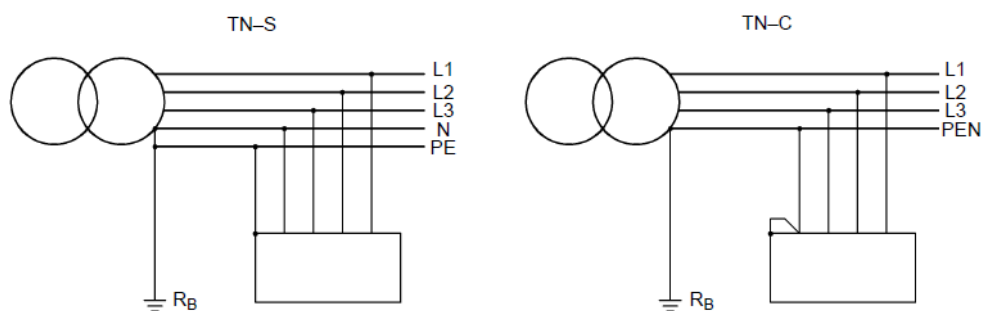
断电装置的类型是依据设备的接地系统类型选择的。IEC 60364 给出了主要的接地系统及其保护规则。本附录只考虑 TN 系统和 TT 系统。

在 TN 系统和 TT 系统中，若带电导体和设备的外露带电部件之间的绝缘故障，则电流将流向地面。若 TN 和 TT 系统出现此种情况，其接触电压通常都超过了最大允许值，须自动断电才能解决问题。

本保护条款须采用与外露导电部件相连并用于检测绝缘故障的保护性粘结回路。

#### F.1.2 TN系统

电源（电源变压器）中性点接地且与设备的保护性导体直接相连。



图E.2 TN系统的插图

TN系统主要分为两类：

- TN-S，其中，设备的外露导电部件通过PE与电源接地中线相连，保护性导体与中线相分离；
- TN-C，其中，设备的外露导电部件通过PEN与电源接地中线相连，保护性导体与中性导体相结合。

在TN系统中，故障电流与短路电流相等。故障电流值很高，且只由故障回路阻抗的限制。因此，可以用一个过电流保护性装置（如断路器热保护或磁性保护装置、保险丝）断开回路。

对于为I类手持式设备或便携式设备，最长断电时间是0.4s。（对于通过网络操作的设备，其接地标称电压为230V。）

特殊情况下，固定式设备的断电时间可以延长到5s。

在安装设计阶段，通过计算配电线路的故障电流和保证断电装置以及验证此故障电流在充足的时间内运行来，从而验证过电路保护装置对非直接接触的防护能力。

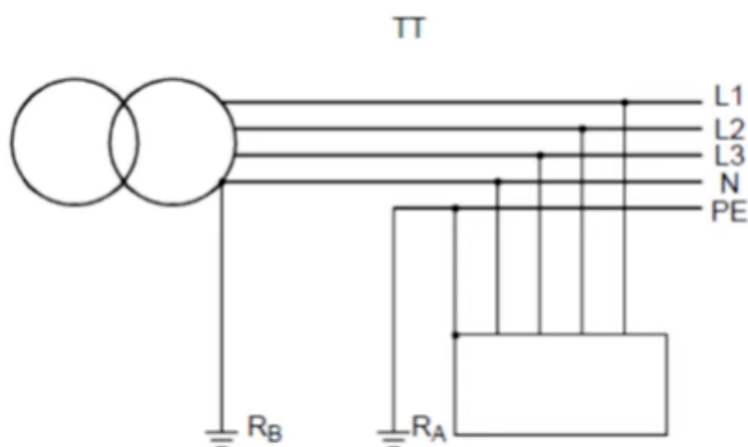
如果由于长电缆或低导体截面积而导致故障电流太低而不能适当地启动过电流保护装置，则使用附加的RCD。

RCD可以是独立式剩余电流装置或与断路器结合。

本方法不适用于带TN-C接地系统且保护性导体和中性导体相同的装置。

### F.1.3 TT系统

电源（电源变压器）的中性点通过设备的电极接地。



图E.3 TT系统的插图

在 TT 系统中，受接地电阻限制，使得故障电流较低而不能被标准化过电流保护装置检测和清除。因此，需要安装不同的断电设备装置，通常是 RCD。

IEC 60364-4-41 中规定，选择比被测装置的接地电阻更低的 RCD 灵敏度值，采用以下公式确定 RCD 的非直接接触防护能力：

$$I_{\Delta n} \leq \frac{50}{R_a}$$

当故障电流产生 50V 接触电压时，此方法可以为运行中的装置提供足够的保护。若故障电流更低，将产生比 50V 更低的接触电压。若故障电流更高，RCD 在短时间内就能检测到并对其绝缘。

RCD 的跳闸时间由 IEC 标准定义且和故障电流与灵敏度值之间的比值有关。

IEC 60364-4-41 要求 RCD 必须在 1s 内断电。

RCD 的跳闸时间比大多数情况所要求的倒转时间短。

为了提高电力的利用率，可以使用几个 RCD 来确保时间和跳闸电流的识别率。

## F.2 单相交流设备自动断开电源

### F.2.1 TN系统

如上所述，过电流保护装置通常用作非直接接触防护的断电装置。

阻焊设备的特点在于有很高的瞬时电流（相对于连续等效电流）。因此，应将短路器的跳闸电流设置到很高，或使用延迟保险丝（型号 aM）。同时，设备采用的短路保护保险丝的型号通常是 gG。

设备的设计应考虑提供足够低的故障回路阻抗，以保证发生故障时断路器或保险丝能在规定的时间内运行。例如，可采用电源或具有足够大横截面的 PE 电缆。

如果不能满足所要求的条件，需要附加采用一个剩余电流装置（一个带 TN-C 接地系统的装置）。在这种情况下，可以考虑在 TT 系统中使用 RCD。

### F.2.2 TT系统

如上所述，剩余电流装置通常用作非直接接触防护的断电装置。

RCD 的操作能力取决于故障电流波形。IEC60755 根据故障电流特性定义了 3 种 RCD。

对于典型单相交流设备输入回路和焊接回路之间的故障，故障电流是正弦曲线；因此，类型 AC，A 和 B 的 RCD 是适合的。

另外，其他回路故障可以产生不同的故障波形，所以要求选择不同的 RCD。

只有制造商知道其设备可能存在的故障电流波形，并且把该装置纳入设备当中或者规定哪种 RCD 能够确保合适的操作。

## F.3 中频工作的直流设备自动断开电源

### F.3.1 TN系统

以上关于单相设备的所有注意事项也适用于中频工作下的直流设备；而且，其他重要的因素必须考虑进去。

最常见的故障是逆变器输出到地面之间产生的故障，特别是焊接变压器绝缘的故障。此类故障要求



进一步考虑下面情况。

故障时候的接触电压高于网络频率故障，此时在逆变器频率（通常 1-20kHz）下的保护性电容电阻更高。

逆变器可以及时限制故障电流，因为焊接过程只有当逆变器存在时才会出现故障电流。（即：有焊接变压器备的时候）

另外，必须考虑故障电流幅度可以通过下列方式限制：

逆变器提供的电流可以通过电子化限制到允许的最大值（例如：通过调整焊接电流）。

保护性导体电阻（高于 50Hz 的电阻值，故障电流频率是 1-20kHz.）

这些故障电流的时间和幅度限制能够避免断路器或保险丝在故障时工作。

也应考虑减少故障电流时间和振幅就会降低接触电压，从而减低风险。

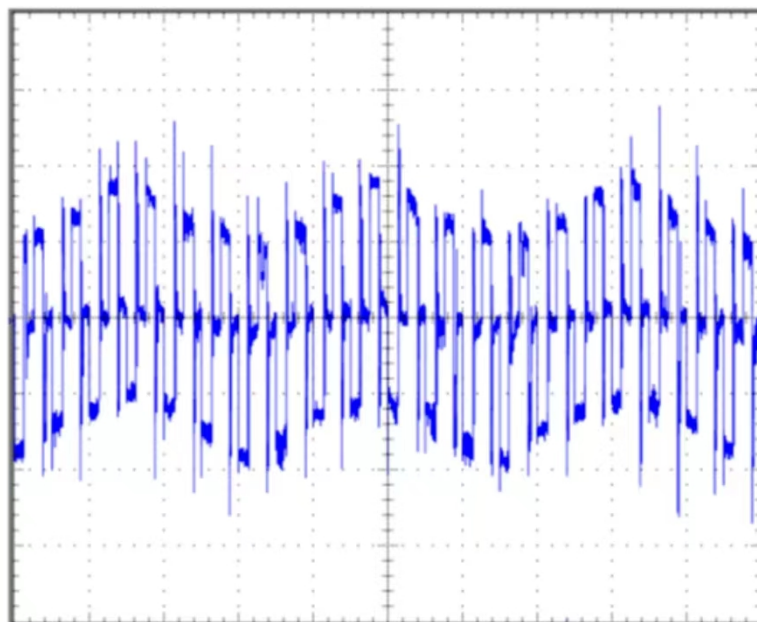
逆变器可以提供中断向变压器供电以防止输出端相线之间短路的保护。TN 系统中，在任何情况下

逆变器不会为操作者提供非直接接触防护。事实上，在逆变器频率下的故障阻抗可以把该电流限制到低于逆变器保护临界值的值。

### F.3.2 TT系统

如上所述，剩余电流装置通常作为用于非直接接触防护的断开装置。

当逆变器的输入回路和焊接回路之间出现故障时，故障电流是非正弦的，由逆变开关频率、直流总线电压对地频率组成（通常为 1000Hz 和 150Hz）。



图E.4 典型的故障电流

故障电流的频率取决于很多因素，包括逆变开关频率、逆变输入阶段的类型和设备焊接电流的调节。

故障电流的波形很复杂（见图 F.4），须采用适合其频率的 A 或 B 型 RCD。

无论如何，其他电路故障产生不同的故障电流波形时，它可能要求选用不同的 RCD。例如：直流总线到接地段之间产生故障电流时，须采用 B 型 RCD。

只有制造商知道其设备可能存在的故障电流波形（例如：设备的频率），并且把该装置纳入设备当中或者规定哪种 RCD 能够确保合适的操作。

逆变器可以提供中断向变压器供电以防止输出端相线之间短路的保护。但是逆变器不能为操作者提供非直接接触防护，因为逆变器的频率故障阻抗很高，电流的限值远比逆变器的保护临界值低（故障电流可能只有几安培）。

### F.3.3 RCD灵敏度、切断时间和操作频率

电流穿过人体所造成的伤害取决于其幅度和穿过人体的时间。RCD 是专为网络频率操作设计的，并可以提供基于伤害影响且由 IEC 标准定义的电流工作时间。

RCD 灵敏度由额定剩余工作电流  $I_{\Delta n}$  表示。IEC 定义的优选值可以将 RCD 划分为三组（基于额定残余操作电流）。

- 高灵敏度（HS）：6mA -10mA -30mA
- 中等灵敏度（MS）：0.1A -0.3A -0.5-1A
- 低灵敏度（LS）：3A-10A-30A

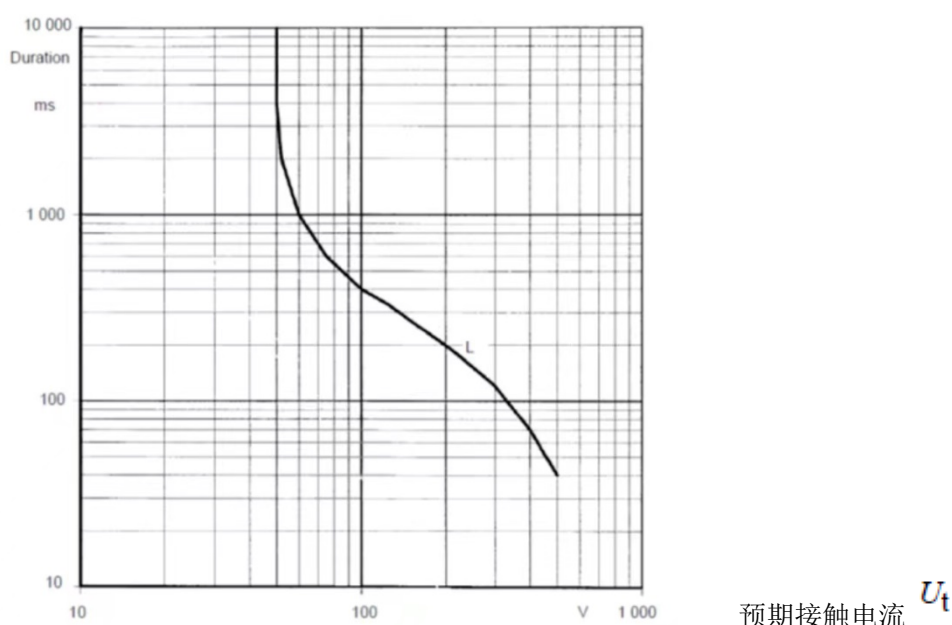
高灵敏度（HS）通常用于额外的直接接触防护。中等灵敏度（MS）和低灵敏度（LS）通常用于非直接接触防护。RCD 也用于防火装置和设备的保护装置。

当 RCD 用于非直接接触防护时，其灵敏度与流过人体的电流无直接关系，但是须根据装置的接地电阻选择。

流经人体的电流取决于环境条件和接触电压。

流经人体的电流同时受频率的影响，因为人体的阻抗很大程度上取决于频率。

当 RCD 用于非直接接触防护时，需要在与预期接触电压相关的时间内断电。IEC 60364-4-41 采用的参考弧线来自 IEC 60479 系列标准，并附有要求的来源说明。



图E.5 时间-电压参考曲线

IEC 60364-4-41 提供了基于产生 50V 接触电压的故障电流而选择 RCD 灵敏度的解决办法，所允许的断开时间为 1s。在这种情况下，接触电压和故障电流可以任意取值。时间-电压参考曲线如图 F.5 所示。

为了防止意外跳闸，RCD 应避免低通滤波器的高频电流。对于逆变阻焊设备的故障电流，RCD 应呈低灵敏度（或逆变电阻焊设备的故障电流增加了断开时间）。因此，故障电流的频率是重要的影响因素。

因为标准规定 B 型 RCD 的工作应在不超过 1kHz 的频率进行，所以采用 B 型 RCD 可以保证逆变阻焊设备以不超过 1kHz 的频率运行。

考虑到不同类型的 RCD 具有不同的灵敏度和运行时间，应逐一检验其它类型 RCD 或以更高频率运行的设备的能力。

## 参 考 文 献

- [1] IEC 60050-851: 2008 International Electrotechnical Vocabulary (IEV) –Part 851: Electric welding
- [2] IEC 60085 Electrical insulation –Thermal evaluation and designation
- [3] IEC 60112 Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials
- [4] IEC 60364 (全文) Low-voltage electrical installations
- [5] IEC 60479 (全文) Effects of current on human beings and livestock
- [6] IEC 60755 General requirements for residual current operated protective devices
- [7] IEC 60990 Methods of measurement of touch current and protective conductor current
- [8] IEC/TR 61200-413 Electrical installation guide-Part 413: Protection against indirect contact –Automatic disconnection of supply<sup>2</sup>
- [9] IEC/TS 61201 Use of conventional touch voltage limits – Application guide
- [10] IEC 62135-2 Resistance welding equipment-Part 2: Electromagnetic compatibility (EMC) requirements
- [11] ISO 5826 Resistance welding equipment-Transformers-General specifications applicable to all transformers
- [12] ISO 5828 Resistance welding equipment-Secondary connecting cables with terminals connected to water-cooled lugs- Dimensions and characteristics
- [13] ISO 8205-1 Resistance welding equipment – Secondary connecting cables with terminals connected to water-cooled lugs – Dimensions and characteristics
- [14] ISO 8205-1, Water-cooled secondary connection cables for resistance welding – Part 1: Dimensions and requirements for double-conductor connection cables
- [15] ISO 8205-2: Water-cooled secondary connection cables for resistance welding– Part 2: Dimensions and requirements for single-conductor connection cables
- [16] ISO 12100 Safety of machinery – General principles for design–Risk assessment and risk reduction
- [17] ISO 13732-1: Ergonomics of the thermal environment – Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces – Part 1: Hot surfaces
- [18] ISO 13732 (全文) , Ergonomics of the thermal environment– Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces
- [19] ISO 14121-1: Safety of machinery–Risk assessment–Part 1: Principles