

312

# 中华人民共和国国家标准

GB 4793.5—2008/IEC 61010-031:2002  
代替 GB 4793.5—2001

## 测量、控制和实验室用电气设备的 安全要求 第5部分：电工测量和试验用 手持探头组件的安全要求

Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and  
laboratory use—Part 5: Safety requirements for hand-held probe assemblies for  
electrical measurement and test

(IEC 61010-031:2002, IDT)

2008-08-30 发布

2009-09-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会

发布

## 目 次

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 前言 .....              | Ⅲ  |
| 1 范围与目的 .....         | 1  |
| 1.1 范围 .....          | 1  |
| 1.2 目的 .....          | 1  |
| 1.3 鉴定 .....          | 1  |
| 1.4 环境条件 .....        | 2  |
| 2 规范性引用文件 .....       | 2  |
| 3 术语和定义 .....         | 2  |
| 3.1 零部件和附件 .....      | 2  |
| 3.2 电气量值 .....        | 4  |
| 3.3 试验 .....          | 5  |
| 3.4 安全术语 .....        | 5  |
| 3.5 绝缘 .....          | 6  |
| 4 试验 .....            | 7  |
| 4.1 概述 .....          | 7  |
| 4.2 试验顺序 .....        | 7  |
| 4.3 基准试验条件 .....      | 7  |
| 4.4 单一故障条件下的试验 .....  | 8  |
| 5 标志和文件 .....         | 9  |
| 5.1 标志 .....          | 9  |
| 5.2 警告标志 .....        | 11 |
| 5.3 标志耐久性 .....       | 11 |
| 5.4 文件 .....          | 11 |
| 6 防电击 .....           | 12 |
| 6.1 概述 .....          | 12 |
| 6.2 可触及零部件的判定 .....   | 12 |
| 6.3 可触及零部件的允许限值 ..... | 13 |
| 6.4 防电击保护的绝缘要求 .....  | 16 |
| 6.5 电气间隙和爬电距离 .....   | 19 |
| 6.6 介电强度试验 .....      | 23 |
| 6.7 防电击保护的结构要求 .....  | 25 |
| 7 防机械危险 .....         | 27 |
| 8 耐机械冲击和撞击 .....      | 27 |
| 8.1 刚性试验 .....        | 27 |
| 8.2 跌落试验 .....        | 27 |
| 8.3 摆动撞击试验 .....      | 28 |
| 9 温度限值和防止火焰的蔓延 .....  | 28 |
| 9.1 概述 .....          | 28 |

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 9.2 温度试验                              | 29 |
| 10 耐热                                 | 29 |
| 10.1 电气间隙和爬电距离的完整性                    | 29 |
| 10.2 耐热                               | 29 |
| 11 防流体危险                              | 29 |
| 11.1 概述                               | 29 |
| 11.2 清洗                               | 29 |
| 11.3 特殊保护的探头组件                        | 30 |
| 12 元器件                                | 30 |
| 12.1 概述                               | 30 |
| 12.2 熔断器                              | 30 |
| 12.3 高完善性元器件                          | 30 |
| 附录 A (规范性附录) 接触电流的测量电路                | 32 |
| 附录 B (规范性附录) 标准试验指                    | 35 |
| 附录 C (规范性附录) 电气间隙和爬电距离的测量             | 37 |
| 参考文献                                  | 41 |
| 图 1 A 型和 C 型探头组件的示例                   | 3  |
| 图 2 B 型探头组件的示例                        | 4  |
| 图 3 可触及零部件(见 6.2)的判定和电压试验(见 6.4.1)的方法 | 12 |
| 图 4 应用金属箔进行接触电流测量的示例                  | 14 |
| 图 5 单一故障条件下充电电容量限值(见 6.3.2.3)         | 15 |
| 图 6 接触探针的防护(见 6.4.4)                  | 18 |
| 图 7 挠曲试验                              | 26 |
| 图 8 探头组件所用电缆的挠曲试验                     | 27 |
| 图 9 摆动撞击试验(见 8.3)                     | 28 |
| 表 1 符号                                | 9  |
| 表 2 海拔 5 000 m 内的电气间隙倍增系数             | 19 |
| 表 3 测量类别 II, 类别 III 和类别 IV 的电气间隙      | 20 |
| 表 4 按 6.5.2.2 计算的电气间隙数值               | 21 |
| 表 5 爬电距离                              | 22 |
| 表 6 基本绝缘的试验电压                         | 24 |
| 表 7 按试验地点海拔高度规定的试验电压的修正系数             | 25 |
| 表 8 电缆连接的拉力                           | 26 |

## 前 言

本部分的全部技术内容为强制性。

GB 4793《测量、控制和实验室用电气设备的安全要求》目前分为7个部分：

- 第1部分：通用要求(IEC 61010-1)；
- 第2部分：电工测量和试验用手持和手操电流传感器的特殊要求(IEC 61010-2-032)；
- 第3部分：实验室用混合和搅拌设备的特殊要求(IEC 61010-2-051)；
- 第4部分：实验室用处理医用材料的蒸汽器的特殊要求(IEC 61010-2-041)；
- 第5部分：电工测量和试验用手持探头组件的安全要求(IEC 61010-031)；
- 第6部分：实验室用材料加热设备的特殊要求(IEC 61010-2-010)；
- 第7部分：实验室用离心机的特殊要求(IEC 61010-2-020)。

注：上述部分的名称会随IEC标准名称的变化而改变。

本部分为GB 4793的第5部分。

本部分等同采用IEC 61010-031:2002《测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第031部分：电工测量和试验用手持探头组件的安全要求》(英文版)。其技术内容、文本结构以及表达形式与IEC 61010-031:2002完全等同。

为了方便使用，本部分作了下列编辑性修改：

- 用小数点“.”代替作为小数点的逗号“，”。
- 略去IEC 61010-031:2002的前言和“附录D(资料性附录)定义索引”的内容。
- 对于IEC 61010-031:2002引用的其他国际标准中有被等同或修改采用作为我国标准的，本部分用我国的国家标准或行业标准代替对应的国际标准；其余没有等同或修改采用为我国标准的国际标准，在本部分中均被直接引用。

本部分是对GB 4793.5—2001《测量、控制和实验室用电气设备的安全 电工测量和试验用手持探头组件的特殊要求》(IEC 61010-2-031:1993, IDT)的修订。

本部分是一个独立的部分，因此除了1.1的注提到的内容以外，本部分的使用不需要参考GB 4793.1。

本部分与GB 4793.5—2001相比较有较大改动；结构重新进行了编排。对一些试验方法做了更详细的阐述：

- 增加了拉力试验；
- 增加了挠曲/拉力试验；
- 增加了旋转挠曲试验方法等。

本部分的附录A、附录B和附录C为规范性附录。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国测量、控制和实验室电器设备安全标准化技术委员会(SAC/TC 338)归口。

本部分的起草单位：机械工业仪器仪表综合技术经济研究所。

本部分的主要起草人：王麟琨、郑旭、柳晓菁、梅恪、欧阳劲松、方晓时、王建华、张桂玲、潘长清。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB 4793.5—2001。

# 测量、控制和实验室用电气设备的 安全要求 第5部分：电工测量和试验用 手持探头组件的安全要求

## 1 范围与目的

### 1.1 范围

GB 4793 的本部分适用于下述各类型的手持和手操探头组件,以及专业用、工业过程用、教育用相关附件。这些探头组件用来作为一种电气现象与试验或测量设备之间的接口。它们可以被固定地安装在设备上,也可以是设备的可拆卸附件。

- a) 低压和高压非衰减探头组件(A型):非衰减探头组件直接接入的额定电压值高于交流 33 V 有效值、46.7 V 峰值或直流 70 V,但不超过 63 kV。它们既不包含有源元件,也不具备分压功能或信号调节功能,但可能包括熔断器之类的无源非衰减元件。
- b) 高压衰减或分压探头组件(B型):衰减或分压式探头组件直接接入的二次电压的额定值高于 1 kV,但不超过 63 kV。分压功能可以全部在探头组件内实现,或在与本探头组件一同使用的试验或测量设备中部分地实现。
- c) 低压衰减或分压探头组件(C型):衰减、分压或其他信号调节探头组件直接接入的电压额定值高于交流 33 V 有效值、46.7 V 峰值或直流 70 V,但不超过 1 kV 交流有效值或 1.5 kV 直流值。信号调节功能可以全部在探头组件内实现,或在与本探头组件一同使用的试验或测量设备中部分地实现。

注:不在 A 型、B 型或 C 型定义的范围中探头组件,或设计成低压电网电源供电的探头组件,或包括本部分中未特殊规定的其他特征的探头组件还需满足 GB 4793 中其他部分的相关要求。

### 1.2 目的

#### 1.2.1 包括在本部分范围内的各方面的内容

规定 GB 4793 本部分的目的是要确保所使用的结构的设计和方法能对操作人员和周围环境在以下几个方面提供足够的防护:

- a) 电击或电灼伤(见第 6 章、第 10 章和第 11 章);
- b) 机械危险(见第 7 章、第 8 章和第 11 章);
- c) 过高温(见第 9 章);
- d) 火焰从探头组件内向外蔓延(见第 9 章)。

注:要注意国家负责劳动者健康和安全的部门可能已有规定的、现行的附加要求。

#### 1.2.2 不包括在本部分范围内的各方面的内容

本部分不包括:

- a) 探头组件的可靠性功能、性能或其他特性;
- b) 运输包装的有效性;
- c) 维修(修理);
- d) 维修(修理)人员的防护。

注:可以预料到维修人员会相当认真地来对待各种明显的危险,但是在设计上还是要使用适当的方式来防止发生意外事故,并且维修文档应指出任何残余危险。

### 1.3 鉴定

本部分也规定了通过检查和型式试验来鉴定探头组件是否符合本部分要求的方法。

#### 1.4 环境条件

本部分适用于被设计成至少在下述条件下使用是安全的探头组件:

- a) 海拔高度不超过 2 000 m,或如果制造商规定,海拔高度可超过 2 000 m;
- b) 温度在 5 °C~40 °C,如果制造商规定,温度可低于 5 °C或高于 40 °C;
- c) 温度低于 31 °C时的最大相对湿度为 80%,温度为 40 °C时相对湿度线性降到 50%;
- d) 适用的额定污染等级。

#### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB 4793 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB 4208 外壳防护等级(IP 代码)(GB 4208—2008,IEC 60529:2001,IDT)

GB/T 5465.2 电气设备用图形符号(GB/T 5465.2—1996,idt IEC 60417:1994)

GB/T 16927.1 高电压试验技术 第一部分:一般试验要求(GB/T 16927.1—1997,IEC 60060-1:1989,MOD)

GB/T 16927.2 高电压试验技术 第二部分:测量系统(GB/T 16927.2—1997,IEC 60060-2:1994,MOD)

GB/T 16935.3 低压系统内设备的绝缘配合 第 3 部分:利用涂层、罐封和换压进行防污保护(GB/T 16935.3—2005,IEC 60664-3:2003,IDT)

IEC 60027(所有部分) 电工用文字符号

ISO 7000 设备用图形符号 索引和大纲

#### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于 GB 4793 的本部分。

除另有规定外,“电压”值和“电流”值均指交流、直流,或者合成的电压或电流的有效值。凡使用“电网电源”处均指低压供电系统(其值大于 6.3.2.1 中的规定值)。

##### 3.1 零部件和附件

###### 3.1.1

**端子 terminal**

为使装置(设备)与外部导体相连而提供的一种元件。

[IEV 151-01-03,修订版]

注:端子可以含有一个或几个接触件,因此该术语也包括插座、插针、连接器等。

###### 3.1.2

**外壳 enclosure**

防止设备受到某些外部影响和防止从任何方向直接接触而提供的零部件。

###### 3.1.3

**挡板 barrier**

防止从任何正常接近的方向直接接触而提供的零部件。

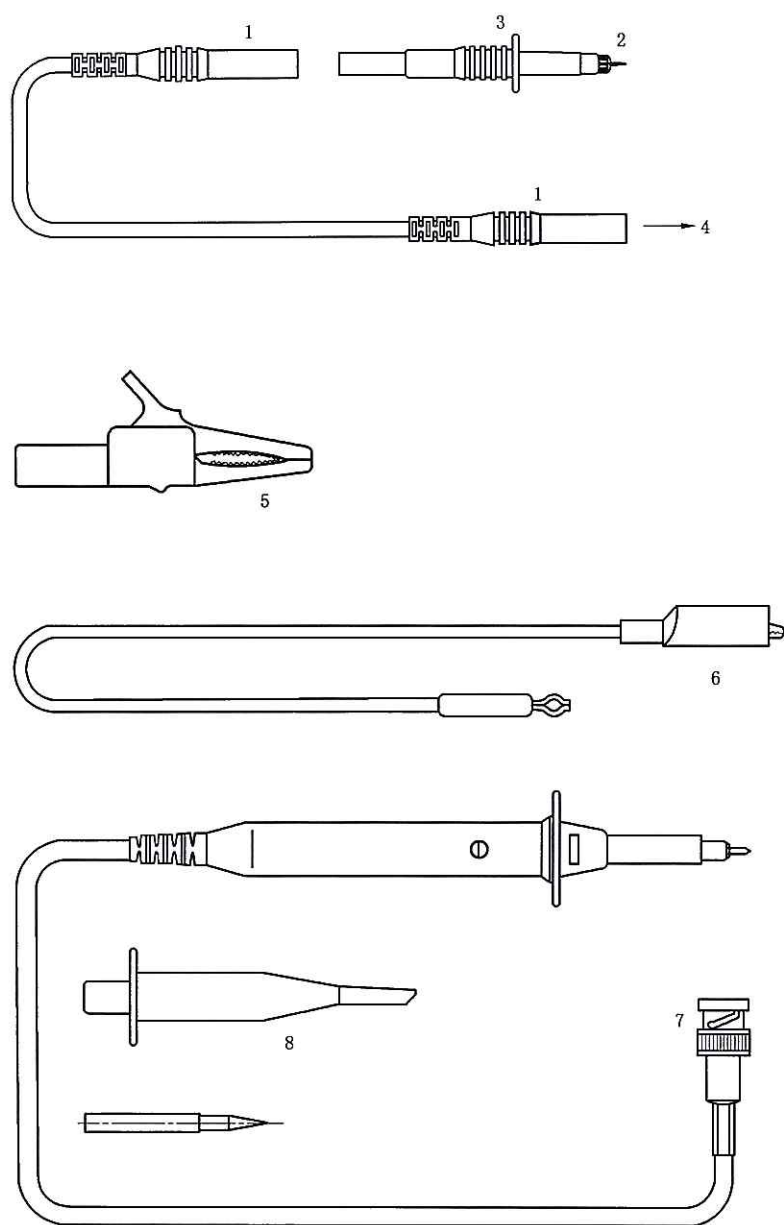
注:外壳和挡板可以提供火焰蔓延的防护(9.1)。

###### 3.1.4

**探头组件 probe assembly**

用于试验或测量设备与被测或被试电路中某一点之间做暂时接触的装置。它包括电缆和为实现与试验或测量设备连接的工具。

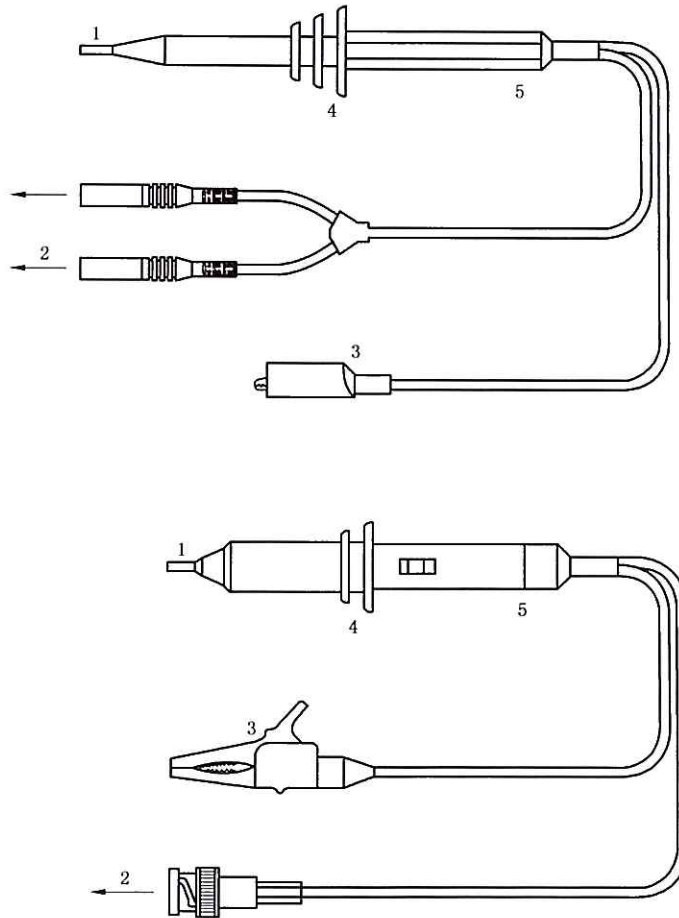
注:见图 1 及图 2,探头组件的示例及其零部件功能的说明。



图例：

- 1——典型的接头；
- 2——探针；
- 3——探头体；
- 4——连接到设备上；
- 5——鳄鱼夹；
- 6——参考接头；
- 7——BNC 接头；
- 8——附件的举例。

图 1 A 型和 C 型探头组件的示例



图例：

- 1——探针；
- 2——连接到设备；
- 3——参考接头；
- 4——挡板；
- 5——探头体的手持区。

图 2 B型探头组件的示例

### 3.1.5

#### 探针 probe tip

探头组件中与被测或被试点连接的零件。

### 3.1.6

#### 参考接头 reference connector

把试验或测量设备中的参考点(通常是功能接地端子)连接到被测或被试电路参考点的装置。

### 3.1.7

#### 工具 tool

为帮助人来执行某种机械功能而使用的,包括钥匙和硬币在内的外部装置。

## 3.2 电气量值

### 3.2.1

#### 额定(值) rated(value)

通常由制造厂针对元器件、装置或设备达到某一工作状态而给出的量值。

[IEV 151-04-03]

## 3.2.2

**额定值 rating**

一组额定值和工作条件。

[IEV 151-04-04]

## 3.2.3

**工作电压 working voltage**

当设备正常使用时,绝缘上持续出现的最高电压。

注:开路条件和正常工作条件均要考虑。

## 3.3 试验

## 3.3.1

**型式试验 type test**

针对特定的设计,为证明该设计和结构是否能满足本部分的一项或多项要求而对设备的一台或多台样品(或设备零部件)进行的试验。

注:这是对IEV 151-04-15定义的扩充,以便既包括设计要求又包括结构要求。

## 3.4 安全术语

## 3.4.1

**(零部件的)可触及 accessible(of a part)**

当按6.2的规定能用标准试验指或试验针触及到的。

## 3.4.2

**危险带电 hazardous live**

在正常条件或单一故障条件下能使之发生电击或电灼伤(对正常条件适用的数值见6.3.1,对在单一故障条件下被认为是适用的更高的数值见6.3.2)。

## 3.4.3

**高完善性 high integrity**

不易出现会引起危险险情的故障;高完善性的部件被认为是在进行故障条件下的试验时不易出现不合格。

## 3.4.4

**保护阻抗 protective impedance**

元器件、元器件的组件或基本绝缘和限流或限压装置的组合,当其连接在可触及导电零部件与危险带电零部件之间时,其阻抗、结构和可靠性在正常条件和单一故障条件下提供的防护程度达到本部分的要求。

## 3.4.5

**正常使用 normal use**

按使用说明或按明显的预期用途的说明进行的操作,包括待机。

注:多数情况下,正常使用也指正常条件,因为使用说明书会警告用户不要非正常条件下使用设备。

## 3.4.6

**正常条件 normal condition**

防止危险的所有防护措施均完好无损的条件。

## 3.4.7

**单一故障条件 single fault condition**

防止危险的一个防护措施发生失效的条件或可能引起某种危险而出现一个故障的条件。

注:如果某个单一故障条件会不可避免地引起另一个单一故障条件,则这样的两个故障被认为是一个单一故障条件。

3.4.8

**操作人员 operator**

按设备的预期用途来操作设备的人。

注：操作人员应为这一目的而接受适当的培训。

3.4.9

**责任者 responsible body**

负责设备的使用或维护和确保操作人员得到足够培训的个人或组织。

3.4.10

**潮湿场所 wet location**

可能存在水或其他导电液体,而且由于人体与设备之间的潮湿接触或人体与环境之间的潮湿接触而可能使人体阻抗减小的场所。

3.4.11

**危险 hazard**

潜在的伤害源(见 1.2)。

3.5 绝缘

3.5.1

**基本绝缘 basic insulation**

其失效会引起电击危险的绝缘。

注：基本绝缘也可用于功能绝缘的目的。

3.5.2

**附加绝缘 supplementary insulation**

除基本绝缘以外施加的独立的绝缘,用以保证在基本绝缘一旦失效时仍能防止电击。

3.5.3

**双重绝缘 double insulation**

由基本绝缘和附加绝缘构成的绝缘。

3.5.4

**加强绝缘 reinforced insulation**

其提供防电击能力不低于双重绝缘的绝缘。

注：加强绝缘可以由几层不能像附加绝缘或基本绝缘那样单独进行试验的绝缘构成。

3.5.5

**污染 pollution**

会导致介电强度或表面电阻率降低的固态、液态或气态(电离气体)的附加的外来物质。

3.5.6

**污染等级 pollution degree**

为了评价电气间隙而规定的下述微环境的 3 个污染程度之一。

3.5.6.1

**污染等级 1**

无污染或只有干燥的非导电性污染,该污染无不利影响。

3.5.6.2

**污染等级 2**

通常仅有非导电性污染,但偶尔也会由于凝聚作用而短时导电。

3.5.6.3

**污染等级 3**

导电污染或干燥的非导电污染由于凝聚作用而变成导电。

## 3.5.7

**电气间隙 clearance**

两个导电零部件在空气中的最短距离。

## 3.5.8

**爬电距离 cleepage distance**

两个导电零部件沿绝缘材料表面的最短距离。

[IEV 151-03-37]

## 4 试验

## 4.1 概述

本部分中的所有试验均是在探头组件或其零部件的样品上进行的型式试验。这些试验的唯一目的是要检验设计和结构是否能确保符合本部分的要求。

对满足相关标准要求的探头组件和分组件,在整个设备的型式试验期间不必再重复进行试验。

如果探头组件包含多种探头类型(见 1.1),则应根据其应用要求对每种类型进行试验。

应通过所有适用的试验来检验是否符合本部分要求,但如果对探头组件的检查确能证明肯定能通过某项试验,则该项试验可以省略。试验在下面条件下进行:

- a) 基准试验条件(见 4.3);
- b) 单一故障条件(见 4.4)。

注 1: 如果探头组件的环境条件的额定范围超过 1.4 中的规定,则制造商要确保(例如,通过试验要求的适当更改或附加试验)仍然满足本部分的安全要求。

注 2: 如果当进行符合性试验时,某个所施加的或测得的量值(如电压)的实际值由于有误差而存在不确定性,则:  
——制造商要确保施加的值至少是规定的试验值;  
——试验部门要确保施加的值不大于规定的试验值。

注 3: 已经进行过型式试验的探头组件,可能由于试验而造成的剩余应力的影响而不再适合其预期功能。为此,探头组件在出厂后不再(例如,由责任方)对其进行型式试验。

## 4.2 试验顺序

除本部分另有规定外,试验顺序可以任选。在每项试验后应仔细检查被试探头组件。如果对试验的结果持有怀疑,怀疑若试验顺序颠倒,任何前面的各项试验是否能够通过,则前面的这些试验应重复进行。故障条件下的试验会损害设备,因此这些试验可以放在基准试验条件下的试验之后。

## 4.3 基准试验条件

## 4.3.1 环境条件

除本部分中另有规定者外,试验场所应具有下述环境条件(但与 1.4 中的环境条件不冲突):

- a) 温度:15 °C~35 °C;
- b) 相对湿度:不超过 75%;
- c) 大气压力:75 kPa~106 kPa;
- d) 无霜冻、凝露、渗水、淋雨和日照等。

## 4.3.2 探头组件的状态

除另有规定者外,每项试验应在组装好的供正常使用的探头组件上、且在 4.3.3~4.3.9 规定的最不利的组合条件下进行。

如果由于尺寸或质量原因不能对整个探头组件进行一些特殊的试验,则允许对分组件进行试验,只要经过验证证明组装好的探头组件能符合本部分的要求即可。

## 4.3.3 探头组件的位置

探头组件处于正常使用时的任一位置,且任何通风不受阻挡。

#### 4.3.4 附件

由制造商建议的或提供的、与受试探头组件一起使用的附件和操作人员可更换零部件可连接或不连接。

#### 4.3.5 盖子和可拆除的零部件

不用工具就能拆除的盖子和零部件可拆除或不拆除。

#### 4.3.6 输入和输出电压

输入和输出电压,包括浮地电压,应将其调到额定电压范围内的任何电压上。

#### 4.3.7 控制件

操作人员能手动调节的控制件应被设置在任何位置,由制造商在探头组件上标注的禁止组合设置的情况除外。

#### 4.3.8 连接

探头组件应按其预定用途进行连接或不连接。

#### 4.3.9 工作周期

短时或间歇工作的探头组件,应按照制造商说明书的规定,以最长的一段时间工作和以最短的一段时间恢复。

### 4.4 单一故障条件下的试验

#### 4.4.1 概述

应按下面要求:

- a) 检查探头组件及其电路图通常能判断是否有可能引起本部分含义内的危险和因此是否应施加的故障条件;
- b) 除非能证明某个特定的故障条件不会引起危险,否则应进行各项故障试验;
- c) 探头组件应在基准试验条件的最不利的组合下(见 4.3)工作,对于不同的故障,这些组合条件可以有所不同,在进行每一个试验时应记录这些组合条件。

#### 4.4.2 故障条件的施加

故障条件应包括 4.4.2.1~4.4.2.4 规定的故障条件。这些故障条件一次只能施加一个,并按最方便的顺序依次施加。不能同时施加多个故障,除非这些故障是施加某个故障后引发的结果。

在每一次施加故障条件后,探头组件或零部件应能通过 4.4.4 的适用的试验。

##### 4.4.2.1 短时或间歇工作的探头组件或零部件

如果在单一故障条件下可能导致探头组件或零部件连续工作,则应使其连续工作。

##### 4.4.2.2 输出

应将 B 型和 C 型探头组件的各个输出短路,一次短路一个。

##### 4.4.2.3 电路和零部件之间的绝缘

电路和零部件之间的绝缘,对低于针对基本绝缘规定量值的绝缘应将其短路,以检查是否能防止火焰的蔓延。

注:检查防止火焰蔓延的替换方法见 9.1。

##### 4.4.2.4 元器件

B 型和 C 型探头组件的元器件(高完善性元器件除外)应做短路或开路试验,选择较为不利者。

#### 4.4.3 试验持续时间

应使探头组件一直工作到所施加故障产生的结果不可能再有进一步的变化为止。每项试验通常限定在 1 h 以内,因为单一故障条件引发的二次故障通常就在那段时间内显现出来。如果在 1 h 结束时,有迹象表明最终可能产生电击、火焰蔓延或人身伤害的危险,则试验应一直继续到出现这些危险中的任一个,或将试验持续到最长 4 h。

如果因熔断器的断开而使某个故障中断,而且如果熔断器不在约 1 s 内动作,则应测量在相关故障

条件下流过熔断器的电流。为了确定电流是否达到或超过熔断器的最小动作电流以及熔断器动作前的最长时间,应利用熔断器的预飞弧时间/电流特性来进行判定。通过熔断器的电流是会随时间函数而变化。如果在试验中电流未达到熔断器的最小动作电流,则应使设备工作一段对应于最长的熔断时间或应使设备连续工作 4.4.3 的第一段规定的时间。

#### 4.4.4 施加单一故障条件后的符合性

4.4.4.1 施加单一故障后,通过下面的测量来检验电击防护是否符合要求:

- a) 通过进行 6.3.2 中的测量来检验可触及导电零部件是否变成危险带电,6.1.1 中允许的除外;
- b) 通过对双重绝缘或加强绝缘进行电压试验来检验绝缘是否还有一重保护。电压试验按照 6.6 中的规定(不进行潮湿预处理)用对应于基本绝缘的试验电压来进行。

4.4.4.2 通过测量探头组件的外表面温度来检验温度防护是否符合要求。

在最高额定环境温度时外表面的温度不得超过 105℃。

该温度是通过测量表面或零部件的温升并加上最大额定环境温度来确定的。

4.4.4.3 通过将探头组件放在白色薄棉纸包裹的软木材表面上,探头组件上包上纱布来检验着火蔓延的防护是否符合要求。熔融金属、燃烧的绝缘物、带火焰的颗粒等不得滴落到放置探头组件的表面上,而且棉纸或纱布不得炭化、灼热或起火。如果熔融材料不可能起火,而且如果操作人员在触摸探头组件之前很容易判断需将其断电并进行冷却,则绝缘材料的熔化应忽略不计。

4.4.4.4 按第 7 章~第 11 章的规定来检验其他危险保护要求是否合格。

## 5 标志和文件

### 5.1 标志

#### 5.1.1 概述

探头组件应标有符合 5.1.2~5.2 规定的标志。适用于整个探头组件的标志不得标在操作者不用工具就能拆卸的零部件上。

量值和单位的文字符号应符合 IEC 60027 中的规定。图形符号应符合表 1 的规定,但符号无尺寸和颜色要求。如果在表 1 没有适用的符号,则只要在附加文件中对这些符号做了解释,就可以在探头组件上使用任何其他图形符号(见 5.4.1)。

如果在零部件上不可能标注所要求的所有标志,则可使用表 1 中的符号 10,并且应在文件中包含必要的信息。

通过目视检查来检验是否合格。

表 1 符号

| 序号 | 符号  | 标准                | 说明                 |
|----|---|-------------------|--------------------|
| 1  |  | GB/T 5465.2(5031) | 直流                 |
| 2  |  | GB/T 5465.2(5032) | 交流                 |
| 3  |  | GB/T 5465.2(5033) | 交直流                |
| 4  |  |                   | 三相交流               |
| 5  |  | GB/T 5465.2(5017) | 接地端子               |
| 6  |  | GB/T 5465.2(5021) | 等电位                |
| 7  |  | GB/T 5465.2(5172) | 全部由双重绝缘和加强绝缘保护的零部件 |

表 1 (续)

| 序 号   | 符 号   | 标 准               | 说 明         |
|---|---|-------------------|-------------|
| 8   |  |                   | 小心,电击危险     |
| 9   |  | GB/T 5465.2(5041) | 小心,烫伤       |
| 10  |  | ISO 7000          | 小心,危险(见注 1) |
| 注 1: 要求制造商说明在标有该符号的所有情况下都必须查阅文件,见 5.4.1。<br>注 2: 无尺寸或颜色要求(见 5.1.1)。 |   |                   |             |

### 5.1.2 标识

每个探头组件和探头组件的可分离配套零部件,应至少标有如下内容:

- a) 制造商或供应商的名称或注册商标;
- b) 另外对于 B 型和 C 型探头组件,还应标出探头组件或零部件的型号或名称或其他识别的方法。

如果探头组件被设计成仅用于设备的特定型号,则应对这一方面作出清楚表述,并通过探头组件上的标记或附加文件来识别该特定设备或型号。

通过目视检查来检验是否合格。

### 5.1.3 熔断器

对含有可由操作人员更换的熔断器的探头组件,应标记所有必要的详细信息以供操作人员正确更换熔断器,包括电压额定值和分断能力(熔断器在最大额定电压下能安全切断的最大电流)。如果操作人员必须根据特殊应用选择一个熔断器,则应在探头上标记表 1 中的符号 10,并应在文件中包含这些必要信息。

通过目视检查来检验是否合格。

### 5.1.4 端子和操作装置

如果对安全是有必要的话,则应对端子、连接器和控制件给出其用途的指示,包括操作顺序。

通过目视检查来检验是否合格。

### 5.1.5 由双重绝缘和加强绝缘保护的零部件

全部由双重绝缘或加强绝缘保护的零部件应标记表 1 的符号 7。

局部由双重绝缘或加强绝缘保护的零部件,不得标记表 1 的符号 7。

通过目视检查来检验是否合格。

### 5.1.6 额定值

探头组件的额定值应标记如下信息:

- a) 在测量类别 I (见 6.5.2) 的范围内用于测量的探头组件,应标记对地额定电压和表 1 的符号 10[见 5.4.3 f) 和 g)]。
- b) 在测量类别 II、类别 III 和类别 IV (见 6.5.2) 的范围内用于测量的探头组件,应标记对地额定电压和相关测量类别。测量类别标记应为所采用的“CAT II”、“CAT III”或“CAT IV”。

注: 测量类别标记也可采用“类别 II”、“类别 III”或“类别 IV”。

探头组件的标记最好应位于探头体上,还应标记电压属性(a. c., d. c. 等),除非电压标记既适用有效值也适用直流值。如果预期把参考接头与超过 6.3.1.1 规定的电压值的点进行连接,应标记其电压额定值,最好标记在连接器上。

仅对于 A 型探头组件,应标记探头组件的最大额定电流和对地的最大额定电压。在规定仅与具有高阻抗输入或限流输出的设备共同使用的探头组件上,不必标记最大额定电流。

通过目视检查来检验是否合格。

## 5.2 警告标志

在探头组件准备作正常使用时警告标志应清晰可见。

如果为了保持探头组件提供的防护而需要操作人员去查阅说明书,则应对探头组件标记表 1 的符号 10。如果警告标志适用于探头组件的某个特定部分,则标记应标在该特定部分上或标在其附近。

如果使用说明书说明,操作人员可以使用工具接触在正常使用条件下可能是危险带电的零部件,则应标有警告标志,说明必须在接触前使探头组件与危险带电电压隔离或断开危险带电电压,或者如果在使用说明中有相关信息则可使用表 1 的符号 10。

除非零部件的加热状态从探头组件的功能来看是明显的,否则,对易于触及的零部件以及由 9.1 允许的超过 9.2 温度限值的零部件,应用表 1 的符号 9 标记。

通过目视检查来检验是否合格。

## 5.3 标志耐久性

符合 5.1.2~5.2 要求的标记,应在正常使用条件下保持清晰可辨,并能耐受制造商规定的清洁剂的影响。

通过目视检查,以及通过对探头组件外部标志进行下述耐久性试验来检验是否合格。用布沾上规定的清洁剂(如果没有规定,则沾上异丙醇),用手不加过分压力地擦拭 30 s。

在上述处理之后,标志仍应清晰可辨,粘贴标牌不得出现松脱或卷边。

## 5.4 文件

### 5.4.1 概述

为了安全目的,应随同探头组件提供至少含有下述内容的文件:

- a) 技术规范;
- b) 使用说明;
- c) 可从其获得技术帮助的制造商或供应商的名称和地址;
- d) 5.4.2~5.4.4 规定的信息。

如果适用,警告语句和对标记在探头组件上的警告符号所做的清楚的解释应在文件中给出,或者应将其永久、清晰地标在探头组件上。特别是应给出一段叙述,说明在标有表 1 的符号 10 的所有情况下需要查阅文件,以便弄清潜在危险的性质以及必须采取的任何应对措施。

通过目视检查来检验是否合格。

### 5.4.2 额定值

文件应包含最大电压、额定电流(适当的)以及探头组件设计给定的环境条件范围的说明(见 1.4 和 4.1 中的注 1)。

通过目视检查来检验是否合格。

### 5.4.3 操作

使用说明应包括:

- a) 操作控制件及其用于各种操作方式的标识;
- b) 与附件和其他设备互连的说明,包括指出适用的附件、可拆卸零部件和任何专用材料;
- c) 间歇工作限值的规定(如适用);
- d) 本部分所要求的和在探头组件上使用的符号的解释;
- e) 消耗材料更换的说明;
- f) 如果要求在探头组件上进行标记,则应给出相关测量类别的定义(见 5.1.6);
- g) 对于预定在测量类别 I 范围内使用的探头组件,应给出警告以避免这类探头组件用于其他测

量类别,并应在文件中给出详细的额定值,包括额定瞬态过电压;

h) 清洁说明,如必要(见 11.2)。

应使责任者认识到,如果不按制造商规定的方法来使用探头组件,则可能会损坏探头组件所提供的防护。

通过目视检查来检验是否合格。

#### 5.4.4 维护

对责任者为安全目的而需要涉及的预防性维护和检查应给出足够详细的说明。

制造商应规定出只能由制造商或其代理机构才能检查或提供的零部件。

对所使用熔断器的额定值和特性应作出说明(见 5.1.3)。

通过目视检查来检验是否合格。

## 6 防电击

### 6.1 概述

探头组件在正常条件和单一故障条件下应保持防电击,其可触及零部件不得出现危险带电(见 6.3)。

通过按 6.2 的规定和 6.3 的测量,然后通过 6.4~6.7 的试验来检验是否合格。

#### 6.1.1 例外

如果由于操作原因对下列零部件不能做到既要防止可触及又要防止危险带电,则允许这些零部件在危险带电时,操作人员在正常使用中是可触及的:

- a) 预定要由操作人员更换的零部件(如熔断器),它们在更换期间可能是危险带电的,但只有标有符合 5.2 的警告标志的才是可触及的;
- b) 探针,如果它们满足 6.4.4 中的要求。

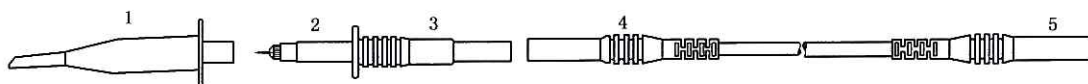
### 6.2 可触及零部件的判定

除能明显看出者外,判定零部件是否可触及应按 6.2.1 和 6.2.2 的规定来进行。除有规定者外,对试验指(附录 B)和试验针不得施加作用力。如果用试验指或试验针能接触到这些零部件,或者如果打开不认为是提供适当绝缘的盖子能接触到这些零部件,则认为这些零部件是可触及的(见 6.4,注 1)。

如果在正常使用时操作人员预定会采取使零部件增加可触及性的任何操作(使用或不使用工具),则应在 6.2.1 和 6.2.2 的检查前采取这样的操作。这样操作的例子包括:

- a) 移开盖子;
- b) 调整控制件;
- c) 更换消耗材料;
- d) 拆除零部件。

图 3 给出了判定探头组件的可触及零部件的方法。

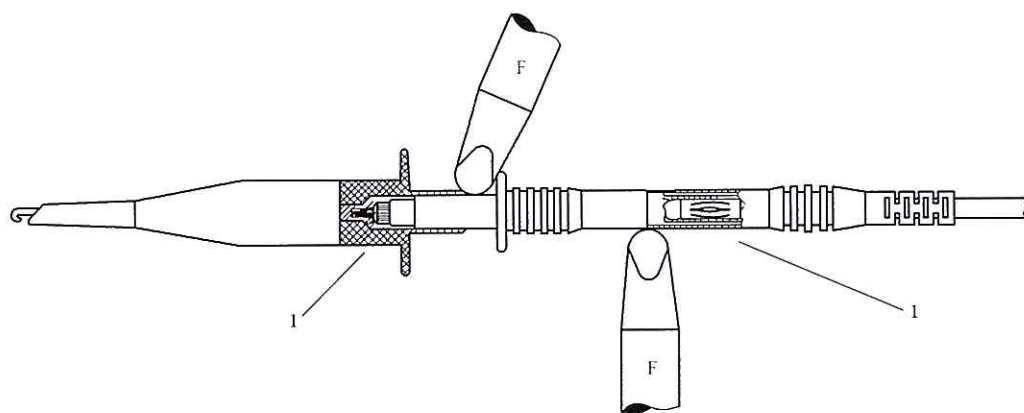


图例:

- 1——探针附件;
- 2——探针;
- 3——探头体;
- 4——连接器;
- 5——与设备的接头。

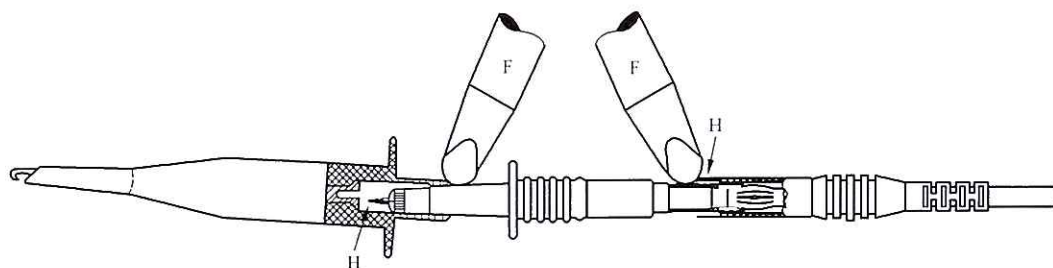
a) 探头组件的零部件

图 3 可触及零部件(见 6.2)的判定和电压试验(见 6.4.1)的方法



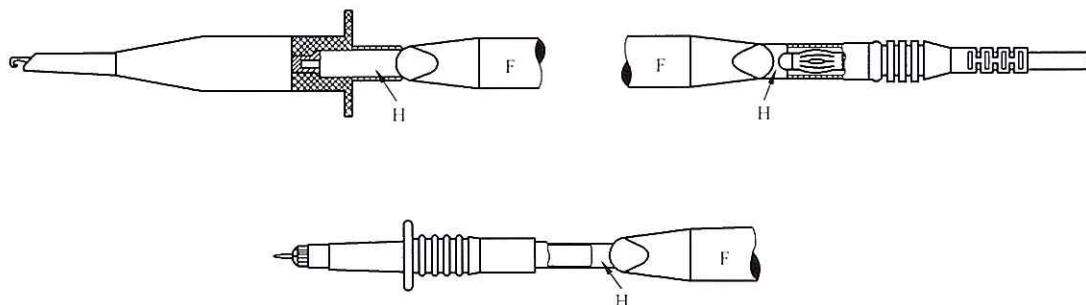
图例：  
1——连接器。

b) 完全装配好的探头组件[见 6.2 和 6.4.1 a)]



使零部件装配到刚刚保持电气接触时,用试验指尽可能接触连接处。

c) 部分装配的探头组件[见 6.2 和 6.4.1 b)]



图例：  
F——刚性试验指(见图 B.1)；  
H——潜在危险带电零部件。

d) 未装配的探头组件的零部件[见 6.2 和 6.4.1 c)]

图 3 (续)

### 6.2.1 一般检查

在每一个可能的位置上施加铰接式试验指(见图 B.2)。如果规定可以施加力,则施加刚性试验指(见图 B.1),同时施加所规定的力。施加的力应通过试验指的指尖施加,以避免出现楔入或撬开的动作。实验对所有的外部表面进行。

### 6.2.2 预调控制件的开孔

将直径 3 mm 的金属试验针插入预定需要用改锥或其他工具来触及的预调控制件的孔。试验针以每一个可能的方向插入该孔。插入深度不得超过从外壳表面到控制轴距离的三倍或 100 mm,取其较小者。

### 6.3 可触及零部件的允许限值

为确保可触及零部件不危险带电,在可触及零部件与参考试验地之间,或在同一探头组件上任意两

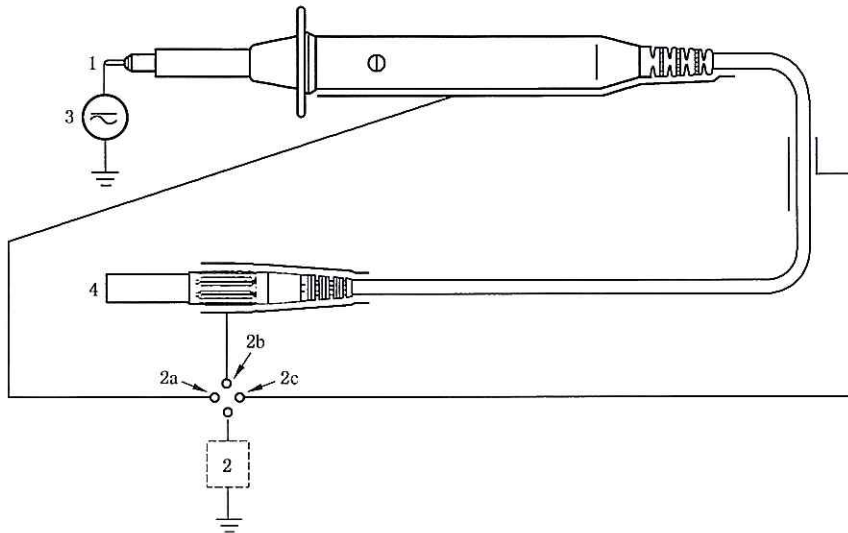
个可触及零部件之间,其电压、电流不得超过 6.3.1 正常条件下的限值,也不得超过 6.3.2 单一故障条件下的限值。

对探头组件的测量应按照图 4 进行。在以下元器件的周围包裹金属箔:

- a) 探头体;
- b) 电缆上长 150 mm±20 mm 的部分;
- c) 连接器。

额定电压施加到探针(1),依次将电路(2)连接到包裹着金属箔的零部件上(2a,2b,2c,等等),采用附录 A 中合适的测量电路来测量接触电流。

测量可接触电压。如果电压低于 6.3.1 或 6.3.2 的限值(适用时),则不必测量可接触电流值和电容值。如果电压超过该值,则应测量电流值和电容值。



图例:

- 1——探针;
- 2——接触电流测量电路(见附录 A);
- 2a——连接到紧包住手持或手操零部件的金属箔;
- 2b——连接到紧包住接头的金属箔;
- 2c——连接到紧包住电缆的金属箔(见 6.4.3);
- 3——最大额定电压;
- 4——不与设备连接。

图 4 应用金属箔进行接触电流测量的示例

### 6.3.1 正常条件下的值

在正常条件下有关量值超过 6.3.1.1、6.3.1.2 和 6.3.1.3 的限值即被认为是危险带电。

#### 6.3.1.1 电压

电压限值为有效值 33 V 和峰值 46.7 V,或者直流值 70 V。

对于规定在潮湿场所使用的探头组件,电压限值为有效值 16 V 和峰值 22.6 V,或者直流值 35 V。

#### 6.3.1.2 电流

如果电压超过 6.3.1.1 中的一个值,则电流限值是:

- a) 当用附录 A 中的图 A.1 测量电路测量时,对正弦波电流为有效值 0.5 mA,对非正弦波或混合频率电流为峰值 0.7 mA,或者直流值 2 mA。如果频率不超过 100 Hz,可以用图 A.2 的测量电路;对规定在潮湿场所使用的探头组件,用图 A.4 的测量电路;
- b) 当用图 A.3 的测量电路时,有效值 70 mA,这一限值涉及较高频率下可能的灼伤。

#### 6.3.1.3 电容

如果电压超过 6.3.1.1 中的一个值,则电容量限值是:

- a) 对电压小于或等于峰值 15 kV 或直流 15 kV,电荷为 45 μC;

b) 对电压大于峰值 15 kV 或直流 15 kV, 贮存能量为 350 mJ。

6.3.2 单一故障条件下的限值

在单一故障条件下有关量值超过 6.3.2.1、6.3.2.2 和 6.3.2.3 即被认为是危险带电。

6.3.2.1 电压

电压限值为有效值 55 V 和峰值 78 V, 或者直流 140 V。

对规定在潮湿场所使用的探头组件, 电压限值为有效值 33 V 和峰值 46.7 V, 或者直流 70 V。

6.3.2.2 电流

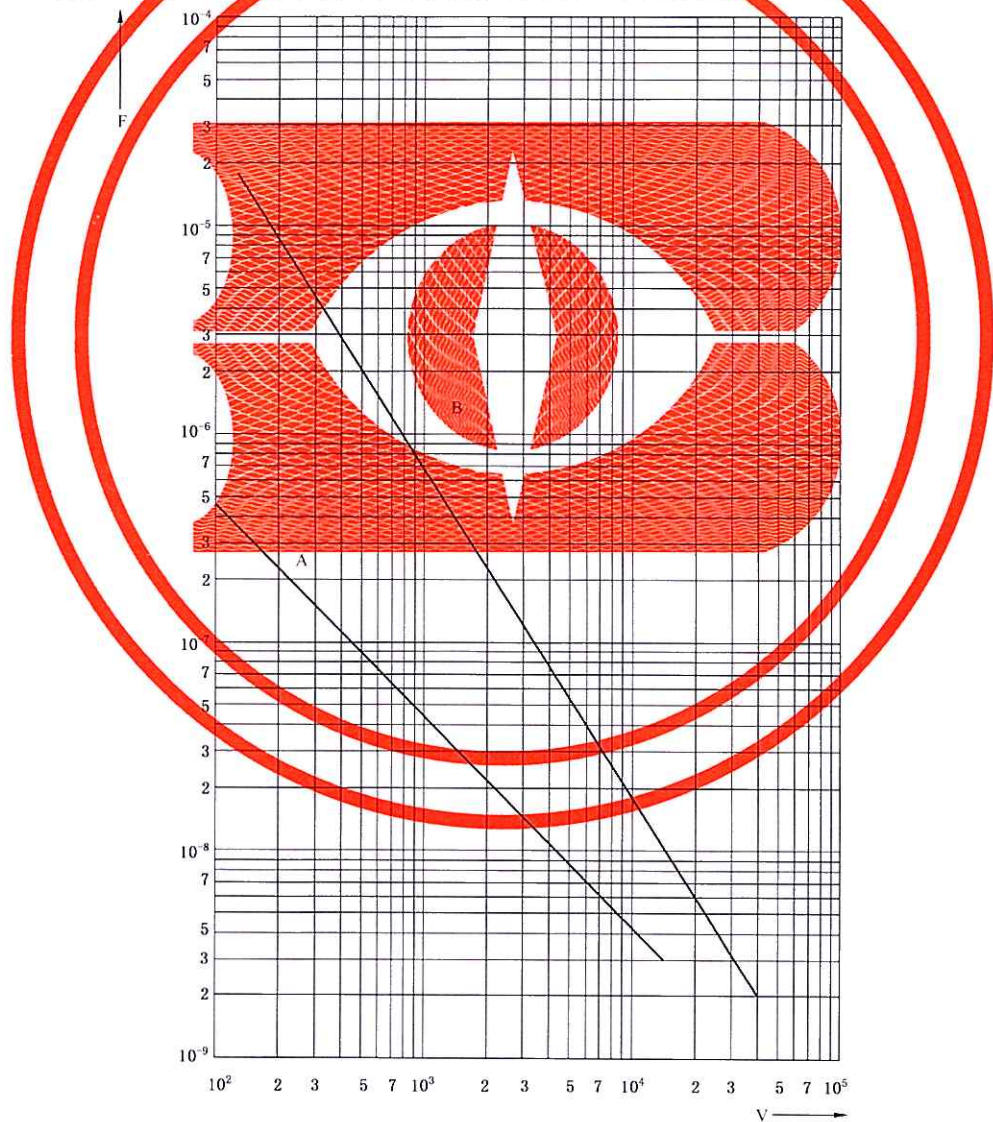
如果电压超过 6.3.2.1 中的一个值, 则电流限值是:

a) 当用图 A.1 测量电路测量时, 对正弦波电流为有效值 3.5 mA, 对非正弦波或混合频率电流为峰值 5 mA, 或者直流值 15 mA。如果频率不超过 100 Hz, 可以用图 A.2 的测量电路; 对规定在潮湿场所使用的探头组件, 用图 A.4 的测量电路;

b) 当用图 A.3 的测量电路时, 有效值 500 mA, 这一限值涉及较高频率下可能的灼伤。

6.3.2.3 电容

如果电压超过 6.3.2.1 中的一个值, 则电容量限值为图 5 中的限值。



图例:

A——正常条件;

B——单一故障条件。

图 5 单一故障条件下充电电容量限值(见 6.3.2.3)

#### 6.4 防电击保护的绝缘要求

应采用下面一个或一个以上的措施来防止可触及零部件成为危险带电：

- a) 基本绝缘；
- b) 双重绝缘或加强绝缘；
- c) 外壳或挡板；
- d) 保护阻抗；
- e) 阻抗。

可触及零部件与危险带电零部件之间的电气间隙、爬电距离和绝缘应满足 6.5 的要求和 6.4.1~

##### 6.4.4 的适用要求。

注 1：出于安全目的所需要的电气间隙、爬电距离，可通过测量来检查。

注 2：出于安全目的所需要的固体绝缘，可通过施加表 6 中对应于工作电压的试验电压来检查。固体绝缘所要求的厚度可通过它必须承受的试验电压来确定。局部放电试验可能也是合适的（见 IEC 60664-1[4]）。

注 3：在机械和热应力条件下，为了满足第 7 章、第 8 章和第 9 章的要求，可能需要提高绝缘要求。

在试验或测量过程中不打算由操作人员手持或手操的零部件除外，对操作人员不用工具就能移除的绝缘套或绝缘套管，不认为提供了所要求的防电击保护（见注 4）。

注 4：例如，不认为可伸缩的绝缘套管为手持零部件提供了足够保护。唯一可接受的情况是，需要把这些套管连接到设备的场合，而这些设备未配有可充分满足绝缘类型的连接器端子。

按照 6.4.1~6.4.6 的规定和 6.6 的电压试验来检验是否合格。

##### 6.4.1 连接器

在探头组件上所使用的连接器的绝缘、可触及零部件、电气间隙和爬电距离应满足 a)~c) 的要求：

###### a) 完全装配的连接器

- 1) 用来连接探头组件与试验或测量设备并且连接后非手持的连接器，至少应通过基本绝缘使其与危险带电零部件隔离。对用来连接探头且可以手持的连接器不适用。
- 2) 完全装配的在测量和试验时需手持的连接器，以及在探头组件与试验或测量设备间可互换的连接器，应通过双重绝缘或加强绝缘使其与危险带电零部件隔离。

通过目视检查和测量爬电距离和电气间隙，进行 6.6 的电压试验和 6.2 中规定的可触及零部件的判定来检验是否合格。

###### b) 部分装配的连接器

部分装配的连接器的可触及零部件，应通过基本绝缘使其与危险带电零部件隔离。

通过 6.6 中适用于基本绝缘的电压试验来检查是否合格，试验电压施加在探针与试验电极之间，试验电极的形状和尺寸与图 B.1 中标准试验指端相同。试验电极应无外力地施加于尽可能接近连接器的危险带电零部件处，连接器的装配应恰好保持电气连接[见图 3c)]。

###### c) 未装配的连接器

- 1) 未装配的连接器的危险带电零部件应是不可触及的；
- 2) 排式连接器的未装配集成插座的危险带电零部件应该具有按基本绝缘计算出来的爬电距离和电气间隙，使其与可触及零部件隔离。

如果保护阻抗所使用的所有元器件是高完善性的，则 c) 的要求不适用于锁定或螺丝固定型的连接器和由保护阻抗限制接触电流的探头组件连接器。

通过如下检查来检验是否合格：

- a) 对于带电电压不高于交流 1 kV 或直流 1.5 kV 的连接器的可触及性检查，应按照 6.2 的规定来判定。对于带电电压高于交流 1 kV 或直流 1.5 kV 的连接器的可触及性检查，试验电压施加在探针与电极之间，电极的形状和尺寸与图 B.1 中标准试验指端相同，电极应尽可能靠近危险带电零部件[见图 3d)]。试验电压应为探头组件额定电压的 1.25 倍。

b) 测量电气间隙和爬电距离,6.6 的电压试验和根据 6.2 中规定的可触及零部件的判定。

#### 6.4.2 除连接器以外的手持零部件

测量或试验时由操作人员手持或手操探头组件的零部件,应通过双重绝缘或加强绝缘使其与可能成为危险带电的零部件隔离。

通过目视检查和测量电气间隙、爬电距离,以及通过 6.6 中的电压试验来检验是否合格,其中电压试验是在两端点间进行:如下 a)、b) 中的一个为一端,如下 c)、d)、e)、f) 中的一个为另一端。

- a) 紧包住手持或手操部分的金属箔;
- b) 紧包住电缆的金属箔,长  $150\text{ mm} \pm 20\text{ mm}$ (见图 4);
- c) 探针,试验电压基于探头组件的额定电压;
- d) (仅适用于 B 型)手持区域包裹的导电部分,试验电压基于正常使用时导电部分的最大工作电压,但试验电压不低于  $500\text{ V}$ ;
- e) (仅适用于 B 型)参考接头的导体与连接器的导体相连,该连接器用于连接探头组件与试验或测量设备。试验电压基于探头组件的最大额定电压除以分压比,但试验电压不低于  $500\text{ V}$ ;
- f) (仅适用于 C 型)额定电压值高于 6.3.1.1 的电压限值的参考接头的导体。试验电压基于参考接头的最大额定电压。

注:对覆盖在非危险带电零部件(例如参考接头)上的绝缘进行电压试验是为了确认绝缘的完整性,而不是为了强加附加要求。

#### 6.4.3 电缆

应规定电缆在正常使用时的最大电压和电流的额定值。基于以下值,通过双重绝缘或加强绝缘使电缆导体与手持表面隔离。

- a) 对于 A 类探头组件,  $125\text{ V}$  或探头组件的最大额定电压,选较大值;
- b) 对于 B 类探头组件,  $500\text{ V}$  或探头组件的最大额定电压除以分压比,选较大值;
- c) 对于 C 类探头组件,  $125\text{ V}$  或探头组件的最大额定电压除以分压比,选较大值。

通过目视检查和测量电气间隙、爬电距离,进行 6.6 中的电压试验(不进行潮湿预处理)来检验是否合格,电压试验时用金属箔紧包住电缆,包裹的长度为  $150\text{ mm} \pm 20\text{ mm}$ 。

#### 6.4.4 探针

如 6.1.1 许可的那样,探针也可能危险带电,应装上挡板,以降低接触探针的危险性,并应给出挡板的限值范围指示,在使用中如果超出该限制范围接触探头体可能有危险。

探针和挡板手持侧之间的电气间隙和爬电距离应达到双重绝缘或加强绝缘所规定的值。图 6a) 列举了几种带挡板的探头组件,并标明了适用的电气间隙和爬电距离。

装有弹簧的可压式探头[见图 6b)]没有挡板是可以接受的,只要:

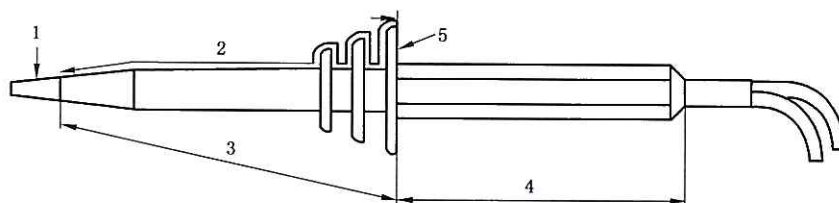
- a) 弹簧装置的作用防止操作人员接触危险带电零部件;
- b) 在操作人员操作该装置时需要接触的最近表面与探针之间的电气间隙和爬电距离,应增加  $45\text{ mm}$  的防护距离。

需要手指在沿夹子的轴向约  $90^\circ$  的方向施加压力的绝缘鳄鱼夹和类似夹子[见图 6c)],如果以触摸指示体标明了操作人员安全接近的界限,则不设挡板是可以接受的。在挡板或触摸指示体和夹子尖端之间的电气间隙和爬电距离应满足双重绝缘或加强绝缘的要求。

除了外部钳口是绝缘的鳄鱼夹的零部件外,探针的外露导电部分长度不得超过  $19\text{ mm}$ [见图 6c)ii)]。

注:推荐使用更短的外露长度。

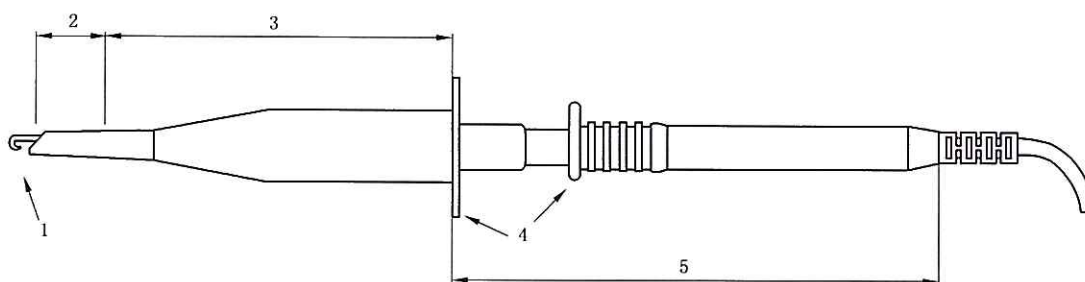
通过目视检查和测量来检验是否合格。



图例:

- 1——探针;
- 2——爬电距离(沿表面);
- 3——电气间隙(空气中);
- 4——探头体的手持区;
- 5——挡板。

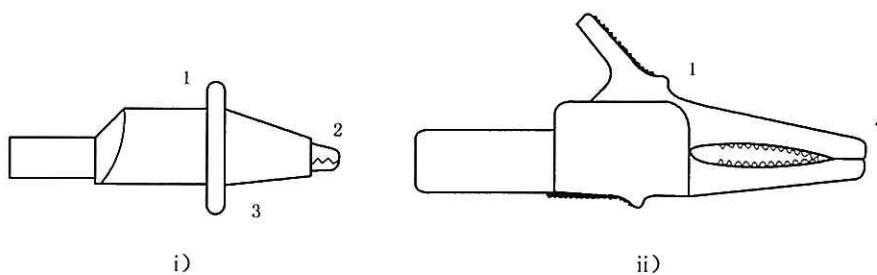
a) 挡板的防护



图例:

- 1——探针;
- 2——6.5中规定的电气间隙和爬电距离;
- 3——附加防护距离;
- 4——操作部分;
- 5——弹簧可压式探头组件的手持区域。

b) 距离的防护



图例:

- 1——接近界线的指示(夹子的两侧或周围);
- 2——金属钳口;
- 3——绝缘;
- 4——绝缘金属钳口。

c) 鳄鱼夹的示例

图6 接触探针的防护(见6.4.4)

#### 6.4.5 双重绝缘和加强绝缘

组成双重绝缘或加强绝缘部分的电气间隙和爬电距离应满足6.5中适用的要求。外壳应满足6.7.2的要求。

组成加强绝缘的固体绝缘应能通过6.6中加强绝缘的电压值的电压试验。

应按照 6.5、6.6 和 6.7.2 的规定来检验是否合格。如果可能的话,双重绝缘两个部分应分开进行试验;否则要作为加强绝缘来进行试验。安全所需的电气间隙和爬电距离可通过测量来检验。

#### 6.4.6 保护阻抗

为确保可触及导电零部件在单一故障条件下不会成为危险带电,保护阻抗应是一种合适的高完善性单一元器件(见 12.3)。

元器件、导线和连接件的额定值应与正常条件和单一故障条件这两者相适应。

通过目视检查,以及在单一故障条件下(见 4.4.2.1),通过 6.3 的测量来检验是否合格。

#### 6.5 电气间隙和爬电距离

电气间隙和爬电距离在 6.5.1~6.5.5 中作出规定,以使能承受在探头组件预定要接入的系统上出现的过电压。对电气间隙和爬电距离也考虑了额定环境条件和探头组件中安装的或制造商说明书中要求的保护装置。

对于内部无空隙的模制零部件,包括对多层印制电路板的内部各层,没有电气间隙和爬电距离的要求。

通过目视检查和测量来检验是否合格。在确定可触及零部件的电气间隙和爬电距离时,绝缘外壳的可触及表面被认为如同在能用标准试验(见附录 B)指触及到的该可触及表面任何地方包有金属箔那样是可导电的。均匀结构按照 6.5.1.1 的规定来检验是否合格。

##### 6.5.1 一般要求

###### 6.5.1.1 电气间隙

电气间隙被规定成要承受可能在正常使用条件下与探头组件连接的电路中出现的,由外部事件(例如雷击或开关过渡过程)引起的,或者由与探头组件连接的设备运行引起的最大瞬态过电压。如果瞬态过电压不可能发生,则电气间隙按最大工作电压来规定。

电气间隙值取决于:

- 所要求的绝缘类型(基本绝缘,加强绝缘等);
- 电气间隙的微环境污染等级。

在所有情况下,污染等级 2 的最小电气间隙是 0.2 mm,污染等级 3 的最小电气间隙是 0.8 mm。

对于均匀结构可采用减小的电气间隙,因为空气间隙的介电强度取决于间隙内电场的形状以及取决于间隙的宽度。在均匀结构中,导电零部件的形状和配置应确保使它们之间存在均匀的或接近均匀的电场条件。因此,这种导电零部件之间减小的电气间隙是可以接受的。

对均匀结构减小的电气间隙不能规定出具体数值,但是它可以通过介电强度试验来试验。该介电强度试验是一种交流峰值试验或直流试验,使用针对适用于非均匀结构的电气间隙所规定的电压(见表 6)。试验地点海拔高度的修正系数见表 7。

如果设备被规定成能在高于 2 000 m 的海拔高度上工作,则其电气间隙要乘以从表 2 查得的系数。该系数不适用于爬电距离,但是爬电距离始终应至少等于电气间隙的规定值。

表 2 海拔 5 000 m 内的电气间隙倍增系数

| 额定工作海拔高度<br>m | 倍增系数 |
|---------------|------|
| ≤2 000        | 1.00 |
| 2 001~3 000   | 1.14 |
| 3 001~4 000   | 1.29 |
| 4 001~5 000   | 1.48 |

6.5.1.2 爬电距离数值

对于两个电路之间的爬电距离,要使用施加在两个电路之间的绝缘上的实际工作电压(见表5)。爬电距离采用线性内插值是允许的。爬电距离始终应至少等于电气间隙的规定值。如果计算所得的爬电距离小于电气间隙,则爬电距离应加大到电气间隙的数值。

对其涂层满足 GB/T 16935.3 的 A 类涂层要求的印制线路板,使用污染等级 1 的数值。

对加强绝缘,爬电距离应是基本绝缘规定值的两倍。

爬电距离按附录 C 的规定测量。

6.5.2 测量电路

测量电路在测量或测试期间承受来自与其相连接的电路的工作电压的瞬态应力。当测量电路用来测量电网电源或与其直接连接的电路时,瞬时应力可以通过在其进行测量时位于设施范围中的位置来估计。当测量电路用来测量任何其他电信号时,用户必须考虑瞬态应力,以确保瞬态应力不超过该测量设备的能力。在本部分中,将探头组件电路划分为下述测量类别:

测量类别 IV 为适用于在低压设施的源端处进行的测量。

注 1:例如,电表、在初级过流保护装置上和纹波控制单元上的测量。

测量类别 III 为适用于在建筑物设施中进行的测量。

注 2:例如,在配电板、断路器上、布线上,包括电缆、汇流条上、接线盒上、开关上、固定设施的输出插座上、工业用设备上以及其他设备上,例如与固定设施永久连接的立式电动机上的测量。

测量类别 II 为适用于在直接与低压设施连接的电路上进行的测量。

注 3:例如,在家用电器上、便携式工具上和类似设备上的测量。

测量类别 I 为适用于在不直接与电网电源连接的电路上进行的测量。

注 4:例如,在不由电网电源供电的电路上和做了特殊保护由(内部)电网电源供电的电路上进行的测量。在后一种情况下,瞬态应力是各不相同的,鉴于这个原因,5.4.3g)要求将该种设备的瞬态耐压能力告知用户。

6.5.2.1 电气间隙数值

测量类别 II,类别 III 和类别 IV 的电气间隙在表 3 中作出规定。

表 3 测量类别 II,类别 III 和类别 IV 的电气间隙

| 探头组件连接的电网电源的相线-<br>中线的最高标称电压,交流或直流 | 基本绝缘或附加绝缘 |     |     | 双重绝缘或加强绝缘 |      |      |
|------------------------------------|-----------|-----|-----|-----------|------|------|
|                                    | 测量类别      |     |     | 测量类别      |      |      |
|                                    | II        | III | IV  | II        | III  | IV   |
| V                                  | mm        | mm  | mm  | mm        | mm   | mm   |
| ≤50                                | 0.04      | 0.1 | 0.5 | 0.1       | 0.3  | 1.5  |
| >50~≤100                           | 0.1       | 0.5 | 1.5 | 0.3       | 1.5  | 3.0  |
| >100~≤150                          | 0.5       | 1.5 | 3.0 | 1.5       | 3.0  | 6.0  |
| >150~≤300                          | 1.5       | 3.0 | 5.5 | 3.0       | 5.9  | 10.5 |
| >300~≤600                          | 3.0       | 5.5 | 8   | 5.9       | 10.5 | 14.3 |
| >600~≤1 000                        | 5.5       | 8   | 14  | 10.5      | 14.3 | 24.3 |

6.5.2.2 测量类别 I 的电气间隙数值

基本绝缘和附加绝缘的电气间隙按下列公式确定:

$$\text{电气间隙} = D_1 + F(D_2 - D_1)$$

式中:

$D_1$  和  $D_2$ ——取自表 4 的电气间隙;

$D_1$ ——如果仅由  $1.2 \times 50 \mu\text{s}$  的脉冲组成,可适用于最大电压  $U_m$  的电气间隙;

$D_2$ ——如果仅由没有任何瞬态过电压的峰值工作电压  $U_w$  组成,可适用于最大电压  $U_m$  的电气间隙;

最大电压( $U_m$ )是最大峰值工作电压  $U_w$  加上最大瞬态过电压  $U_t$ ;

$F$ ——系数,按下列公式之一确定:

如果  $0.2 < U_w/U_m \leq 1, F = (1.25U_w/U_m) - 0.25$ ;

如果  $U_w/U \leq 0.2, F = 0$ 。

加强绝缘的电气间隙用相同的公式计算,但按 1.6 倍实际工作电压使用表 4 规定的  $D_1$  和  $D_2$  的数值。

注:下面是一个示例:

峰值工作电压是 3 500 V 和最大瞬态过电压是 4 500 V 的加强绝缘的电气间隙:

$$U_m = U_w + U_t = (3\,500 + 4\,500)\text{V} = 8\,000\text{V}$$

$$F = 1.25U_w/U_m - 0.25 = 1.25 \times 3\,500/8\,000 - 0.25 = 0.347$$

$$D_1 = 16.7\text{ mm}; D_2 = 29.5\text{ mm} (\text{按 } 8\,000 \times 1.6 = 12\,800\text{ V 确定的数值})$$

$$\text{电气间隙} = D_1 + F(D_2 - D_1) = 16.7 + 0.347(29.5 - 16.7) = 16.7 + 4.4 = 21.1\text{ mm}$$

表 4 按 6.5.2.2 计算的电气间隙数值

| $\hat{U}_m$ | 电气间隙  |       | $\hat{U}_m$ | 电气间隙  |       |
|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|
|             | $D_1$ | $D_2$ |             | $D_1$ | $D_2$ |
| V           | mm    | mm    | V           | mm    | mm    |
| 14.1~266    | 0.010 | 0.010 | 4 000       | 2.93  | 6.05  |
| 283         | 0.010 | 0.013 | 4 530       | 3.53  | 7.29  |
| 330         | 0.010 | 0.020 | 5 660       | 4.92  | 10.1  |
| 354         | 0.013 | 0.025 | 6 000       | 5.37  | 10.8  |
| 453         | 0.027 | 0.052 | 7 070       | 6.86  | 13.1  |
| 500         | 0.036 | 0.071 | 8 000       | 8.25  | 15.2  |
| 566         | 0.052 | 0.10  | 8 910       | 9.69  | 17.2  |
| 707         | 0.081 | 0.20  | 11 300      | 12.9  | 22.8  |
| 800         | 0.099 | 0.29  | 14 100      | 16.7  | 29.5  |
| 891         | 0.12  | 0.41  | 17 700      | 21.8  | 38.5  |
| 1 130       | 0.19  | 0.83  | 22 600      | 29.0  | 51.2  |
| 1 410       | 0.38  | 1.27  | 28 300      | 37.8  | 66.7  |
| 1 500       | 0.45  | 1.40  | 35 400      | 49.1  | 86.7  |
| 1 770       | 0.75  | 1.79  | 45 300      | 65.5  | 116   |
| 2 260       | 1.25  | 2.58  | 56 600      | 85.0  | 150   |
| 2 500       | 1.45  | 3.00  | 70 700      | 110   | 195   |
| 2 830       | 1.74  | 3.61  | 89 100      | 145   | 255   |
| 3 540       | 2.44  | 5.04  | 100 000     | 165   | 290   |

注 1: 允许使用电气间隙内插值。  
注 2: 对污染等级 2 最小电气间隙为 0.2 mm,对污染等级 3 为 0.8 mm。

6.5.3 爬电距离数值

表 5 给出与工作电压有关的爬电距离值。

表 5 爬电距离

| 工作电压<br>有效值或<br>直流 | 基本绝缘或附加绝缘 |       |       |      |      |
|--------------------|-----------|-------|-------|------|------|
|                    | 印制线路板上    |       | 其他电路  |      |      |
|                    | 污染等级      |       | 污染等级  |      |      |
|                    | 1         | 2     | 1     | 2    | 3    |
| V                  | mm        | mm    | mm    | mm   | mm   |
| 10                 | 0.025     | 0.04  | 0.08  | 0.40 | 1.00 |
| 12.5               | 0.025     | 0.04  | 0.09  | 0.42 | 1.05 |
| 16                 | 0.025     | 0.04  | 0.10  | 0.45 | 1.10 |
| 20                 | 0.025     | 0.04  | 0.11  | 0.48 | 1.20 |
| 25                 | 0.025     | 0.04  | 0.125 | 0.50 | 1.25 |
| 32                 | 0.025     | 0.04  | 0.14  | 0.53 | 1.30 |
| 40                 | 0.025     | 0.04  | 0.16  | 0.56 | 1.40 |
| 50                 | 0.025     | 0.04  | 0.18  | 0.60 | 1.50 |
| 63                 | 0.040     | 0.063 | 0.20  | 0.63 | 1.60 |
| 80                 | 0.063     | 0.10  | 0.22  | 0.67 | 1.70 |
| 100                | 0.10      | 0.16  | 0.25  | 0.71 | 1.80 |
| 125                | 0.16      | 0.25  | 0.28  | 0.75 | 1.90 |
| 160                | 0.25      | 0.40  | 0.32  | 0.80 | 2.00 |
| 200                | 0.40      | 0.63  | 0.42  | 1.00 | 2.50 |
| 250                | 0.56      | 1.00  | 0.56  | 1.25 | 3.20 |
| 320                | 0.75      | 1.60  | 0.75  | 1.60 | 4.00 |
| 400                | 1.0       | 2.0   | 1.0   | 2.0  | 5.0  |
| 500                | 1.3       | 2.5   | 1.3   | 2.5  | 6.3  |
| 630                | 1.8       | 3.2   | 1.8   | 3.2  | 8.0  |
| 800                | 2.4       | 4.0   | 2.4   | 4.0  | 10.0 |
| 1 000              | 3.2       | 5.0   | 3.2   | 5.0  | 12.5 |
| 1 250              | 4.2       | 6.3   | 4.2   | 6.3  | 16   |
| 1 600              | 5.6       | 8.0   | 5.6   | 8.0  | 20   |
| 2 000              | 7.5       | 10.0  | 7.5   | 10.0 | 25   |
| 2 500              | 10.0      | 12.5  | 10.0  | 12.5 | 32   |
| 3 200              | 12.5      | 16    | 12.5  | 16   | 40   |
| 4 000              | 16        | 20    | 16    | 20   | 50   |
| 5 000              | 20        | 25    | 20    | 25   | 63   |
| 6 300              | 25        | 32    | 25    | 32   | 80   |
| 8 000              | 32        | 40    | 32    | 40   | 100  |
| 10 000             | 40        | 50    | 40    | 50   | 125  |
| 12 500             | 50        | 63    | 50    | 63   | 156  |
| 16 000             | 63        | 80    | 63    | 80   | 200  |
| 20 000             | 80        | 100   | 80    | 100  | 250  |
| 25 000             | 100       | 125   | 100   | 125  | 315  |
| 32 000             | 125       | 160   | 125   | 160  | 400  |
| 40 000             | 160       | 200   | 160   | 200  | 500  |
| 50 000             | 200       | 250   | 200   | 250  | 625  |
| 63 000             | 250       | 320   | 250   | 320  | 790  |

## 6.6 介电强度试验

### 6.6.1 参考试验地

参考试验地是电压试验的参考点,它是下面的一个或一个以上的零部件,如果是一个以上的零部件则要将它们连接在一起:

- a) 任何可触及导电零部件,但对因未超过 6.3.1 的规定值而允许触及的任何带电零部件除外。对 6.1.1 的例外允许危险带电的可触及导电零部件也不包括在内;
- b) 外壳的任何可触及绝缘部分,在除端子以外的每一个地方要包上金属箔。对试验电压小于或等于交流峰值 10 kV 或直流 10 kV 时,从金属箔到端子的距离要不大于 20 mm,对于更高的电压,该距离要达到能防止飞弧的最小值;
- c) 控制件上由绝缘材料制成的可触及零部件,包上金属箔或压上软导电材料。

### 6.6.2 潮湿预处理

为确保探头组件在 1.4 的潮湿条件下不会产生危险,在 6.6.4 的电压试验前,应进行潮湿预处理,在预处理期间探头组件不工作。

如果 6.6.1 要求包上金属箔,则要在完成潮湿预处理和恢复后包上金属箔。

能用手拆除的电气元器件、盖子及其他零部件要拆除,并与主机一起进行潮湿预处理。

预处理要在潮湿箱中进行,箱内空气相对湿度为  $92.5\% \pm 2.5\%$ ,箱内空气温度保持在  $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

在加湿之前,探头组件要处在  $42\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  环境中。通常是在进行潮湿预处理之前,将其保持在该温度下至少 4 h。

箱内的空气要搅动,且箱子的设计要使得凝露不致滴落在探头组件上。

探头组件在箱内保持 48 h,在取出探头组件后应使其在 4.3.1 规定的环境条件下恢复 2 h,非通风探头组件的盖子要打开。

### 6.6.3 试验的实施

6.6.4 规定的试验要在潮湿预处理后恢复时间结束时的 1 h 内进行并完成。试验期间探头组件不工作。

如果在两个电路之间或某个电路与某个可触及导电零部件之间彼此是连接在一起的,或彼此是不隔离的,则在它们之间不进行电压试验。

与被试绝缘并联的保护阻抗要断开。

在组合使用两个或两个以上保护措施的情况下(见 6.4),对双重绝缘和加强绝缘所规定的电压可能会加在不必承受这些电压的电路零部件上。为了避免出现这种情况,这样的零部件在试验期间可以断开,或者对要求双重绝缘或加强绝缘的电路零部件可以分开进行试验。

### 6.6.4 电压试验

进行电压试验要采用表 6 中规定的电压值,不得出现击穿或重复飞弧。电晕效应和类似现象可忽略不计。

对固体绝缘,交流试验和直流试验是可任选其一的试验方法,绝缘只要通过这两种试验之一即可。在进行试验时,电压应在 5 s 或 5 s 以内逐渐升高到规定值,使电压不出现明显的跳变,然后保持 5 s。为简便起见,可选择交流试验,或为避免容性电流可以选择直流试验。

对均匀结构(见 6.5.1.1)的电气间隙进行试验时,要采用表 6 针对非均匀结构所规定的电气间隙值来规定交流电压、直流电压或以峰值电压表示的峰值脉冲电压进行试验。

脉冲试验是 GB/T 16927 规定的  $1.2/50\text{ }\mu\text{s}$  的试验,每一极性至少 3 个脉冲,间隔时间至少 1 s。如果是选择交流试验或直流试验,则对交流试验,试验的持续时间至少应为三个周期,或者对直流试验,则应为每一极性  $10\text{ }\mu\text{s}$  持续时间,施加三次。

双重绝缘或加强绝缘的试验值是表 6 中对基本绝缘试验值的 1.6 倍。

注 1: 在对电路进行试验时,可能难以将对电气间隙的试验和对固体绝缘的试验分开进行。

注 2: 试验设备的最大试验电流通常要加以限制,以避免由于试验而发生危险和由于试验不合格而损坏设备。

注 3：设法观察绝缘材料内部的局部放电也许是有用的(见 IEC 60270[3])。

注 4：试验后要注意释放储存的能量。

表 6 基本绝缘的试验电压

| 电气间隙  | 脉冲试验的峰值电压<br>1.2/50 μs | 交流电压有效值<br>50/60 Hz | 交流电压峰值<br>50/60 Hz<br>或直流电压 | 电气间隙 | 脉冲测试的峰值电压<br>1.2/50 μs | 交流电压有效值<br>50/60 Hz | 交流电压峰值<br>50/60 Hz<br>或直流电压 |
|-------|------------------------|---------------------|-----------------------------|------|------------------------|---------------------|-----------------------------|
| mm    | V                      | V                   | V                           | mm   | V                      | V                   | V                           |
| 0.010 | 330                    | 230                 | 330                         | 16.5 | 14 000                 | 7 600               | 10 700                      |
| 0.025 | 440                    | 310                 | 440                         | 17.0 | 14 300                 | 7 800               | 11 000                      |
| 0.040 | 520                    | 370                 | 520                         | 17.5 | 14 700                 | 8 000               | 11 300                      |
| 0.063 | 600                    | 426                 | 600                         | 18.0 | 15 000                 | 8 200               | 11 600                      |
| 0.1   | 806                    | 500                 | 700                         | 19   | 15 800                 | 8 600               | 12 100                      |
| 0.2   | 1 140                  | 620                 | 880                         | 20   | 16 400                 | 9 000               | 12 700                      |
| 0.3   | 1 310                  | 710                 | 1 010                       | 25   | 19 900                 | 10 800              | 15 300                      |
| 0.5   | 1 550                  | 840                 | 1 200                       | 30   | 23 300                 | 12 600              | 17 900                      |
| 1.0   | 1 950                  | 1 060               | 1 500                       | 35   | 26 500                 | 14 400              | 20 400                      |
| 1.4   | 2 440                  | 1 330               | 1 880                       | 40   | 29 700                 | 16 200              | 22 900                      |
| 2.0   | 3 100                  | 1 690               | 2 400                       | 45   | 32 900                 | 17 900              | 25 300                      |
| 2.5   | 3 600                  | 1 960               | 2 770                       | 50   | 36 000                 | 19 600              | 27 700                      |
| 3.0   | 4 070                  | 2 210               | 3 130                       | 55   | 39 000                 | 21 200              | 30 000                      |
| 3.5   | 4 510                  | 2 450               | 3 470                       | 60   | 42 000                 | 22 900              | 32 300                      |
| 4.0   | 4 930                  | 2 680               | 3 790                       | 65   | 45 000                 | 24 500              | 34 600                      |
| 4.5   | 5 330                  | 2 900               | 4 100                       | 70   | 47 900                 | 26 100              | 36 900                      |
| 5.0   | 5 720                  | 3 110               | 4 400                       | 75   | 50 900                 | 27 700              | 39 100                      |
| 5.5   | 6 100                  | 3 320               | 4 690                       | 80   | 53 700                 | 29 200              | 41 300                      |
| 6.0   | 6 500                  | 3 520               | 4 970                       | 85   | 56 610                 | 30 800              | 43 500                      |
| 6.5   | 6 800                  | 3 710               | 5 250                       | 90   | 59 400                 | 32 300              | 45 700                      |
| 7.0   | 7 200                  | 3 900               | 5 510                       | 95   | 62 200                 | 33 800              | 47 900                      |
| 7.5   | 7 500                  | 4 080               | 5 780                       | 100  | 65 000                 | 35 400              | 50 000                      |
| 8.0   | 7 800                  | 4 300               | 6 030                       | 110  | 70 500                 | 38 400              | 54 200                      |
| 8.5   | 8 200                  | 4 400               | 6 300                       | 120  | 76 000                 | 41 300              | 58 400                      |
| 9.0   | 8 500                  | 4 600               | 6 500                       | 130  | 81 300                 | 44 200              | 62 600                      |
| 9.5   | 8 800                  | 4 800               | 6 800                       | 140  | 86 600                 | 47 100              | 66 700                      |
| 10.0  | 9 100                  | 4 950               | 7 000                       | 150  | 91 900                 | 50 000              | 70 700                      |
| 10.5  | 9 500                  | 5 200               | 7 300                       | 160  | 97 100                 | 52 800              | 74 700                      |
| 11.0  | 9 900                  | 5 400               | 7 600                       | 170  | 102 300                | 55 600              | 78 700                      |
| 11.5  | 10 300                 | 5 600               | 7 900                       | 180  | 107 400                | 58 400              | 82 600                      |
| 12.0  | 10 600                 | 5 800               | 8 200                       | 190  | 112 500                | 61 200              | 86 500                      |
| 12.5  | 11 000                 | 6 000               | 8 500                       | 200  | 117 500                | 63 900              | 90 400                      |
| 13.0  | 11 400                 | 6 200               | 8 800                       | 210  | 122 500                | 66 600              | 94 200                      |
| 13.5  | 11 800                 | 6 400               | 9 000                       | 220  | 127 500                | 69 300              | 98 000                      |
| 14.0  | 12 100                 | 6 600               | 9 300                       | 230  | 132 500                | 72 000              | 102 000                     |
| 14.5  | 12 500                 | 6 800               | 9 600                       | 240  | 137 300                | 74 700              | 106 000                     |
| 15.0  | 12 900                 | 7 000               | 9 900                       | 250  | 142 200                | 77 300              | 109 400                     |
| 15.5  | 13 200                 | 7 200               | 10 200                      | 264  | 149 000                | 81 100              | 115 000                     |
| 16.0  | 13 600                 | 7 400               | 10 500                      |      |                        |                     |                             |

注：允许采用试验电压的内插值法。

表 7 按试验地点海拔高度规定的试验电压的修正系数

| 试验地点海拔高度/<br>m | 对应试验电压范围的海拔高度修正系数  |  |  |  |
|----------------|--|--|--|--|
|                | $327V_{\text{peak}} \leq \hat{U}_{\text{test}} < 600V_{\text{peak}}$<br>$231V_{\text{r.m.s.}} \leq U_{\text{test}} < 424V_{\text{r.m.s.}}$ | $600V_{\text{peak}} \leq \hat{U}_{\text{test}} < 3\,500V_{\text{peak}}$<br>$424V_{\text{r.m.s.}} \leq U_{\text{test}} < 2\,475V_{\text{r.m.s.}}$ | $3\,500V_{\text{peak}} \leq \hat{U}_{\text{test}} < 25\text{ kV}_{\text{peak}}$<br>$2\,475V_{\text{r.m.s.}} \leq U_{\text{test}} < 17.7\text{ kV}_{\text{r.m.s.}}$ | $25\text{ kV}_{\text{peak}} \leq \hat{U}_{\text{test}}$<br>$17.7\text{ kV}_{\text{r.m.s.}} \leq U_{\text{test}}$ |
| 海平面            | 1.08   | 1.16   | 1.22   | 1.24   |
| 1~500          | 1.06   | 1.12   | 1.16   | 1.17   |
| 501~1 000      | 1.04   | 1.08   | 1.11   | 1.12   |
| 1 001~2 000    | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   |
| 2 001~3 000    | 0.96   | 0.92   | 0.89   | 0.88   |
| 3 001~4 000    | 0.92   | 0.85   | 0.80   | 0.79   |
| 4 001~5 000    | 0.88   | 0.78   | 0.71   | 0.70   |

## 6.7 防电击保护的结构要求

### 6.7.1 概述

如果发生故障时可能会导致危险,则应采取下列措施:

- 对承受机械应力的导线连接的固定不得仅依靠焊接;
- 对固定可拆卸盖子的螺钉,若其长度已确定可触及导电零部件与危险带电零部件间的电气间隙或爬电距离,则该螺钉应是不脱落的螺钉;
- 导线、螺钉等的意外松动或脱落不得使可触及零部件成为危险带电。

下列材料不得用来作为安全目的的绝缘:

- 容易受到损坏的材料(如漆、瓷釉、氧化层和阳极氧化膜);
- 未浸渍的吸湿性材料(如纸、纤维制品和纤维材料)。

通过目视检查来检验是否合格。

### 6.7.2 双重绝缘或加强绝缘探头组件的外壳

全部用双重绝缘或加强绝缘进行防电击保护的探头组件应有一个包围所有金属零部件的外壳,如果诸如铭牌、螺钉或铆钉之类的小金属零件已用加强绝缘或等效方法与危险带电零部件隔离,则这一要求不适用。

由绝缘材料制成的外壳或外壳零部件应满足双重绝缘或加强绝缘的要求。

由金属制成的外壳或外壳零部件,除使用了保护阻抗的零部件外,应对其采用下述的措施之一:

- 在外壳的内侧提供绝缘涂层或挡板,该涂层或挡板应包围所有的金属零部件,以及包围因危险带电零部件松脱而使其接触到外壳的金属零部件的所有空间;
- 确保外壳与危险带电零部件之间的电气间隙和爬电距离不会因为零部件或导线的松脱而减小到小于 6.5 中规定的值。

注:对具有锁紧垫圈的螺钉或螺母不认为是易于发生松动的,对用机械方法固定而不只是单独用焊接方法固定的导线也不认为是易于发生松动的。

通过目视检查和测量以及 6.6 的试验来检验是否合格。

### 6.7.3 电晕和局部放电

探头组件在最大额定电压下工作时,其结构应不会出现电晕或局部放电。

符合性检查正在考虑中。

### 6.7.4 电缆连接

电缆与探头体和设备(或如果在连接未固定时,与连接器)的连接应能承受在正常使用中可能面临的外力,而不会出现导致危险的损坏。只靠焊接而没有机械紧固的电缆连接,不得用来承受应力。电缆的绝缘应用机械保护以避免收缩。

通过目视检查和采用 6.7.4.1~6.7.4.3 的试验来检验是否合格。在试验后：

- a) 电缆不应有损坏；
- b) 电缆的绝缘部分不应断裂或撕破，并且在套管中的位移不得超过 2 mm；
- c) 电气间隙和爬电距离不应减小到低于 6.5 的适用值；
- d) 电缆应通过 6.6 的电压试验（不进行潮湿预处理）。

注：出于试验目的，准备一个专门的探头样品可能是有用的，该探头的生产各个环节都与要检验的探头一样，但不进行焊接。

6.7.4.1 拉力试验

探头体或设备或连接器应夹紧以防止其移动，并且所有焊接的连接牢靠。电缆应承受恒定轴向拉力，持续时间 1 min，拉力值如下：

- a) 对探头体和锁紧连接器，采用表 8 中的值；
- b) 对于非锁紧连接器，采用表 8 中的值或使连接器断开所需轴向拉力值的 4 倍，取其较小者。

表 8 电缆连接的拉力

| 导体的横截面积(a)/<br>mm <sup>2</sup> | 拉力/<br>N |
|--------------------------------|----------|
| $a < 2.5$                      | 36       |
| $2.5 < a < 4$                  | 50       |
| $4 < a < 6$                    | 60       |
| $6 < a < 10$                   | 80       |
| $10 < a < 16$                  | 90       |

注：对于多芯电缆，横截面积(a)的计算是单个导体横截面积的总和。

6.7.4.2 挠曲/拉力试验

试验如图 7 所示。探头体或设备或连接器应夹紧以防止其移动，并且所有焊接的连接牢靠。使用悬挂物在横截面积为 0.3 mm<sup>2</sup>~0.75 mm<sup>2</sup> 的导体施加 10 N 的力，在横截面积大于 0.75 mm<sup>2</sup> 的导体施加 20 N 的力。对于多芯电缆，横截面积的计算是单个导体横截面积的总和。

使被试的一端在摆动轴两侧摆动 45°，且悬挂物保持最小位移。安装带有扁平软线的样品以使其截面的主轴与摆动轴平行。对于截面为圆形的线，在试验进行一半时围绕中心线旋转 90°。以每分钟 60 次的速度做 10 000 次的挠曲（向前或向后单方向运动 90°）。

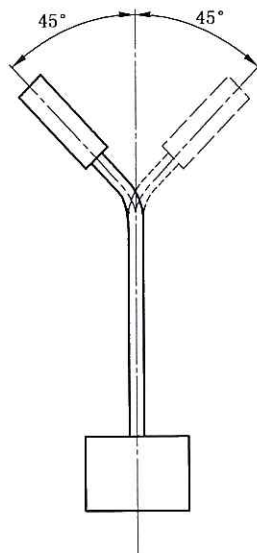


图 7 挠曲试验

### 6.7.4.3 旋转挠曲试验

在试验装置上安装导线,如图8所示。用固定夹具固定探头体、连接器或设备,使其非挠性部分伸出固定夹具5 mm。从固定夹具沿导线量出电缆直径50倍长度,在此处将探头导线固定在旋转夹具上。旋转夹具在距离固定夹具20倍电缆直径的平面内旋转,以每分钟20次的摆动速度摆动,从F点摆动到G点,再返回到F点(一个完整的摆动),摆动250次。固定夹具中的受试部分沿其轴线旋转90°,再进行250次摆动。

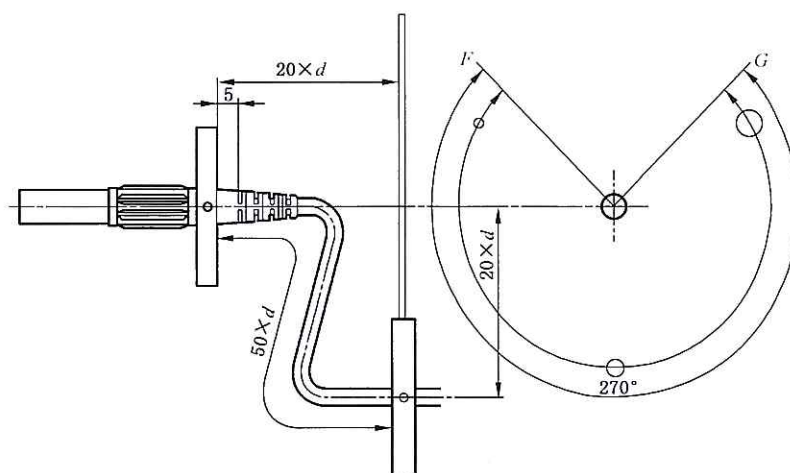


图8 探头组件所用电缆的挠曲试验

## 7 防机械危险

正常使用条件下操作探头组件不得导致危险。

注:设备外壳上的所有易于接触到的边缘、凸起物等均应圆润光滑,以免在正常使用时造成伤害(不适用于探针、插针等)。

通过目视检查来检验是否合格。

## 8 耐机械冲击和撞击

当探头组件承受在正常使用时可能遇到的冲击和碰撞时不得引起危险。为达到这一要求,探头组件应具有足够的机械强度,元器件应可靠地固定且电气连接应是牢固的。

通过8.1~8.3的试验来检验是否合格。试验期间探头组件不工作。

试验完成后,探头组件应能通过6.6的电压试验(不进行潮湿预处理),并且用目视检查来检验:

- 危险带电零部件是否变成可触及;
- 外壳是否出现可能会引起危险的裂纹;
- 电气间隙是否小于允许值,内部导线的绝缘是否受到损伤;
- 挡板是否损坏或松动;
- 是否出现可能会引起火焰蔓延的损坏。

饰面的损坏,不会使爬电距离或电气间隙减小到小于本部分规定值以下的小凹痕,以及对防电击或防潮湿不会带来不利影响的小缺口可忽略不计。

### 8.1 刚性试验

探头组件要牢固地固定在刚性支撑面上并承受20 N的力,力通过直径12 mm硬棒上的半球面端部来施加。该硬棒应三次施加在当准备使用探头组件时其可触及的以及其变形可能会引起危险的每一部分。

### 8.2 跌落试验

3个探头组件样品应分别从1 m的高度跌落到50 mm厚的坚硬木板上,跌落三次,木板的密度应

大于  $700 \text{ kg/m}^3$ , 木板平放在刚性基座上, 例如放在混凝土构件上。对于每个样品需进行三次试验, 使得探头体的不同部位均能受到冲击。

### 8.3 摆动撞击试验

将探头体用其电缆悬挂, 可如“钟摆”那样自由摆动, 使其向固定于墙上的一块硬木板撞击(见图9)。摆落高度是 2 m, 或与探头电缆同长(如其长度小于 2 m)。硬木板厚 50 mm, 密度大于  $700 \text{ kg/m}^3$ 。

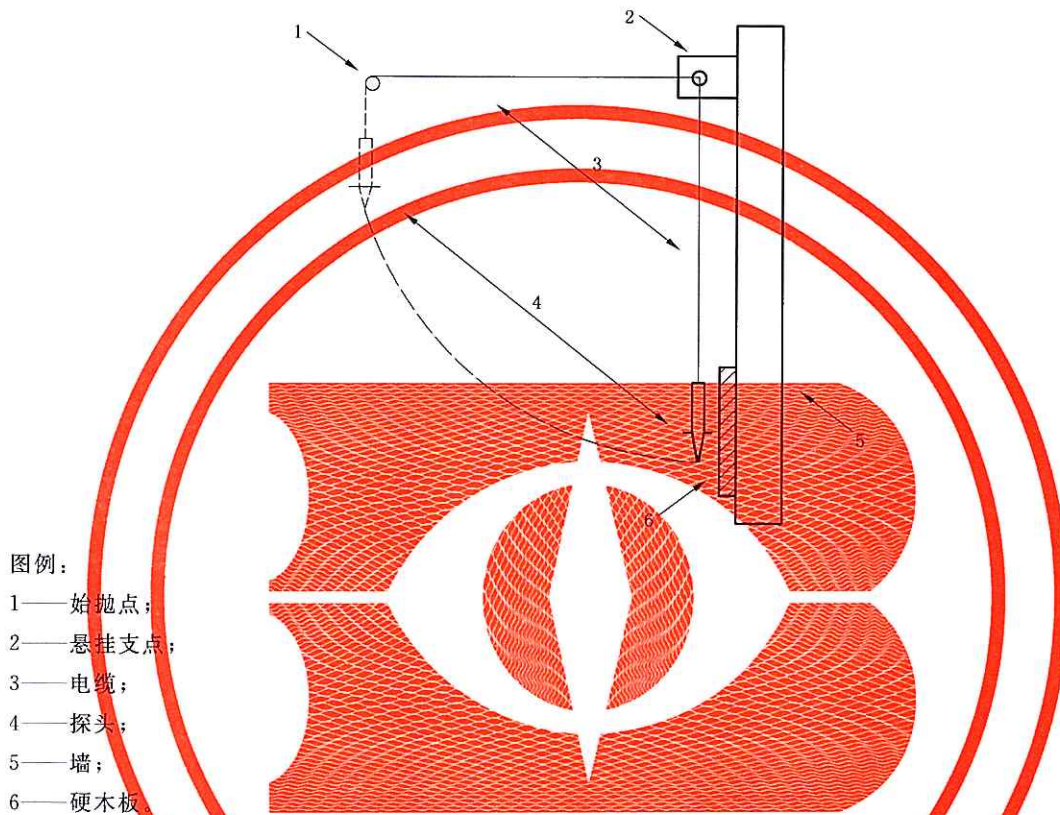


图9 摆动撞击试验(见 8.3)

## 9 温度限值和防止火焰的蔓延

### 9.1 概述

在正常条件或单一故障条件下, 发热不得导致危险, 火焰也不得蔓延到探头组件的外面。

在  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  的环境温度或最高额定环境温度下(如果温度更高), 易接触表面的温度在正常条件下不得超过以下所列的温度限值, 在单一故障条件下不得超过  $105 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

|        |                             |
|--------|-----------------------------|
| 金属:    | $55 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| 非金属材料: | $70 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| 导线和电缆: | $75 \text{ }^\circ\text{C}$ |

如果易接触的发热表面由于功能原因是必需的, 只要它们是可以辨认的, 例如从外观上或功能上可以辨认, 或者标有表 1 的符号 9(见 5.2), 则允许这些易接触的发热表面的温度超过 9.2 的规定值。

如果防火保护取决于电路的隔离, 则在这些电路之间至少采用基本绝缘来进行隔离。

通过目视检查、9.2 的试验以及 4.4 中单一故障条件下的试验来检验是否合格。可替代的试验方法是, 如果通过电路的隔离来防护, 则可以通过测量爬电距离和电气间隙, 以及通过 6.6 的电压试验(不进行潮湿预处理)来检验是否合格。

## 9.2 温度试验

在基准试验条件下并在正常使用位置(见 4.3.2)对探头组件进行试验,温度要在达到稳定状态时测量。

注 1: 在大多数情况下,零部件的最高温度是通过将 9.2 条件下零部件的温升加上环境温度(40 °C 或最高额定环境温度,取其较高者。见 1.4)来确定的。

注 2: 正常使用包括制造商在文件中给出的通风要求和规定的间歇工作的限制条件的说明。

## 10 耐热

### 10.1 电气间隙和爬电距离的完整性

当探头组件在环境温度 40 °C 或最高额定环境温度(如果温度更高)下工作时(见 1.4),其电气间隙和爬电距离应符合 6.5 的要求。

如果对探头组件是否产生大量的热量有怀疑,则要使探头组件在 4.3 规定的基准试验条件下,但环境温度为 40 °C 或最高额定环境温度(如果温度更高),通过探头组件工作来进行检验。在本试验后,电气间隙和爬电距离不得减小到小于 6.5 的要求值。

如果探头组件具有非金属材料的外壳,则要为 10.2 的目的测量外壳零部件的温度。

### 10.2 耐热

非金属材料的探头组件应能耐高温。

在经过下列之一的处理后,通过试验来检验是否合格:

- a) 非工作处理。探头组件不通电,将探头组件置于 70 °C 下贮存 7 h。但如果在 10.1 试验时测得的温度高于 70 °C,则贮存温度比测得的温度高 10 °C。如果探头组件装有用这种处理方法可能会受到损坏的元件,则可以单独对空的探头组件进行处理,然后在处理结束时组装好探头组件;
- b) 工作处理。探头组件在 4.3 的基准试验条件下工作,且环境温度为 60 °C 或比最高额定环境温度高 20 °C,取其较高者。

经过处理后,探头组件不应导致危险,并应能通过 6.6、8.1、8.2 和 8.3 的试验。电气间隙和爬电距离不应减小到小于 6.5 的要求值。

## 11 防流体危险

### 11.1 概述

对装有流体的探头组件,或用于对流体加工过程进行测量的探头组件,应在设计上对操作人员或周围环境提供在正常使用时遇到的流体危险的防护。

注: 可能会遇到的流体分为三类:

- a) 连续接触的流体,如预定盛流体的容器中的流体;
- b) 偶然接触的流体,例如清洗液;
- c) 无意中(不希望)接触的流体,制造商无法对此类情况采取防护措施。

通过 11.2 的处理和试验来检查是否合格。

### 11.2 清洗

如果制造商规定了清洗或消毒处理,则该处理方法不得导致直接的危险、电击危险或者因腐蚀原因或使保证安全的结构强度降低的其他原因导致的危险。在文件中应说明清洗的方法和消毒方法(见 5.4.3)。

通过按制造商说明书的规定,如果规定了清洗处理,则通过对探头组件清洗三次,以及如果规定了消毒处理,则通过对探头组件消毒一次来检验是否合格。如果在该处理后,立即发现可能导致危险的零

部件有受潮迹象,则探头组件应能通过 6.6 的电压试验(不进行潮湿预处理),而且可触及零部件不得超过 6.3.1 的限值。

### 11.3 特殊保护的探头组件

如果制造商对探头组件的防护等级进行规定并在防护外壳上给出标志,那么它们应符合 GB 4208 的相关要求。

通过目视检查以及通过对探头组件进行 GB 4208 规定的相应处理来检验是否合格。在该处理后,探头组件应能通过 6.6 的电压试验(不进行潮湿预处理),而且可触及零部件不得超过 6.3.1 的限值。

## 12 元器件

### 12.1 概述

如果涉及安全,则元器件应按其规定的额定值使用,除非已做出特定的例外规定。元器件应符合下列之一的要求:

- a) 某个相关的 GB 或 IEC 标准的适用的安全要求,不要求符合该元器件标准的其他要求。如果对应应用有必要,则元器件应承受本部分的试验,但不需要再进行已在检验元器件标准符合性时完成的等同或等效试验;
- b) 本部分的要求,并且如果对应用有必要,还需符合相关的 GB 或 IEC 元器件标准任何附加的适用的安全要求;
- c) 本部分的要求,如果无相关的 GB 或 IEC 标准。

对已经由经认可的检测机构完成并确认符合适用的安全要求的元器件,就无需重新进行试验。

通过目视检查,以及如有必要,通过试验来检验是否合格。

### 12.2 熔断器

如果探头组件内装有熔断器,则熔断器的额定电压应至少与探头组件的最大额定电压相同,并且具有与探头组件的预期应用相适合的分断能力和电流额定值(见 5.1.3)。

注:最小分断能力一般应是通过以下方法计算得出的电流值,将最高额定电压除以探头组件或探头组件对的阻抗,(视应用所需)。

通过目视检查来检验是否合格。

### 12.3 高完善性元器件

如果在单一故障条件下,某个元器件的短路或开路可能会引起危险,则应使用高完善性元器件(例如,保护阻抗)。高完善性元器件的结构、尺寸和试验均应符合适用的 GB 或 IEC 标准,以确保预期应用的安全和可靠。就本部分的安全要求而言,高完善性元器件可以认为是无故障的元器件。

注 1:这样的要求和试验的例子有:

- a) 进行适用于双重绝缘和加强绝缘的介电强度试验;
- b) 按至少两倍耗散功率选取尺寸(电阻器);
- c) 进行气候试验和耐久性试验以确保探头组件预期寿命期间的可靠性;
- d) 对电阻器进行浪涌试验(见 GB 8898[2])。

利用在真空、气体或半导体中电子传导的单个电子装置不认为是高完善性元器件。

通过进行相关的试验来检验是否合格。

注 2:对于评估一个单个元器件是否被认为是高完善性元器件的要求和试验方法在研究中。

#### 12.3.1 在保护阻抗内使用的电阻器

在探头组件内使用的构成保护阻抗的组成部分的电阻器或者电阻器组件(见 6.4)应是满足以下要求的高完善性电阻器或组件:

- a) 电阻器或电阻器组件应能承受在探头组件的最大额定电压下所出现的两倍的耗散功率。

- b) 电阻器或电阻器组件应能承受两倍于探头组件的最大额定电压值,持续时间至少 1 s。
- c) 电阻器或电阻器组件的跨越距离至少应等于采用双重绝缘时探头组件的最大额定电压下的电气间隙值。如果在最大额定电压下发生发热现象,那么该电气间隙应是适用于额定最大工作电压的值乘以  $T_2/T_1$ ,其中: $T_1$  是探头组件的最大额定环境温度, $T_2$  是在所施加的最高环境温度和最大额定电压时电阻器周围的最高温度( $T_1$ 、 $T_2$  的单位为 K)。

通过测量和试验来检验是否合格。

附录 A  
(规范性附录)  
接触电流的测量电路  
(见 6.3)

A.1 频率小于或等于 1 MHz 的交流和直流的测量电路

用图 A.1 的电路测量电流,并用下面公式计算:

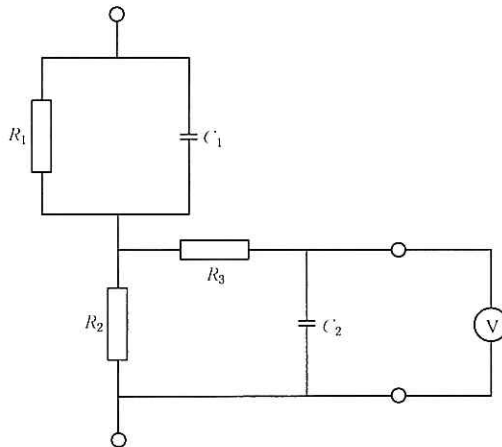
$$I = \frac{U}{500}$$

式中:

$I$ ——电流,单位为安培(A);

$U$ ——电压表指示的电压,单位为伏特(V)。

该电路代表人体阻抗和补偿人体生理反应随频率的变化。



元器件:

$C_1 = 0.22 \mu\text{F}$ ;

$C_2 = 0.022 \mu\text{F}$ ;

$R_1 = 1\,500 \Omega$ ;

$R_2 = 500 \Omega$ ;

$R_3 = 10 \text{ k}\Omega$ ;

V——电压表。

图 A.1 频率小于或等于 1 MHz 的交流和直流的测量电路

A.2 频率小于或等于 100 Hz 的正弦交流和直流的测量电路

当频率不超过 100 Hz 时,用图 A.2 的任一电路测量电流,当用电压表时,电流由下式计算:

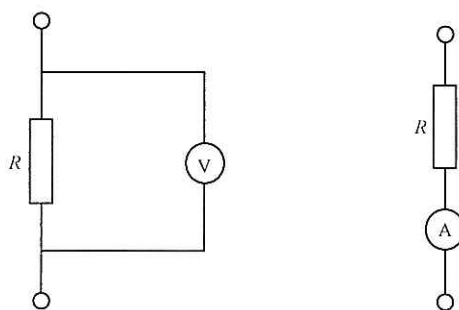
$$I = \frac{U}{2\,000}$$

式中:

$I$ ——电流,单位为安培(A);

$U$ ——电压表指示的电压,单位为伏特(V)。

该电路代表频率不超过 100 Hz 时的人体阻抗。



元器件:

$R=2\ 000\ \Omega$ ;

A——安培表;

V——电压表。

注:  $2\ 000\ \Omega$  的阻值包括测量仪表的阻抗。

图 A.2 频率小于或等于 100 Hz 的正弦交流和直流的测量电路

### A.3 高频电灼伤电流的测量电路

用图 A.3 的电路测量电流,并按照下式计算:

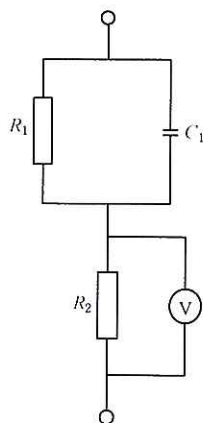
$$I = \frac{U}{500}$$

式中:

$I$ ——电流,单位为安培(A);

$U$ ——电压表指示的电压,单位为伏特(V)。

该电路补偿高频对人体生理反应的影响。



元器件:

$R_1=1\ 500\ \Omega$ ;

$R_2=500\ \Omega$ ;

$C_1=0.22\ \mu\text{F}$ ;

V——电压表。

图 A.3 电灼伤电流测量电路

### A.4 潮湿接触电流的测量电路

用图 A.4 的电路测量潮湿接触电流,并按下式计算:

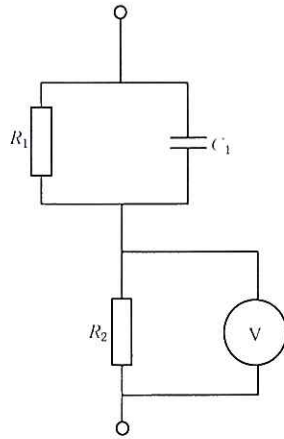
$$I = \frac{U}{500}$$

式中：

$I$ ——电流，单位为安培(A)；

$U$ ——电压表指示的电压，单位为伏特(V)。

该电路代表无皮肤接触电阻的人体阻抗。



元器件：

$R_1 = 375 \Omega$ ；

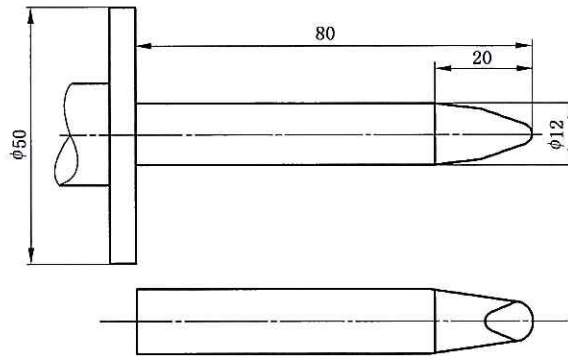
$R_2 = 500 \Omega$ ；

$C_1 = 0.2 \mu\text{F}$ 。

图 A.4 潮湿接触电流测量电路

附录 B  
(规范性附录)  
标准试验指  
(见 6.2)

单位为毫米

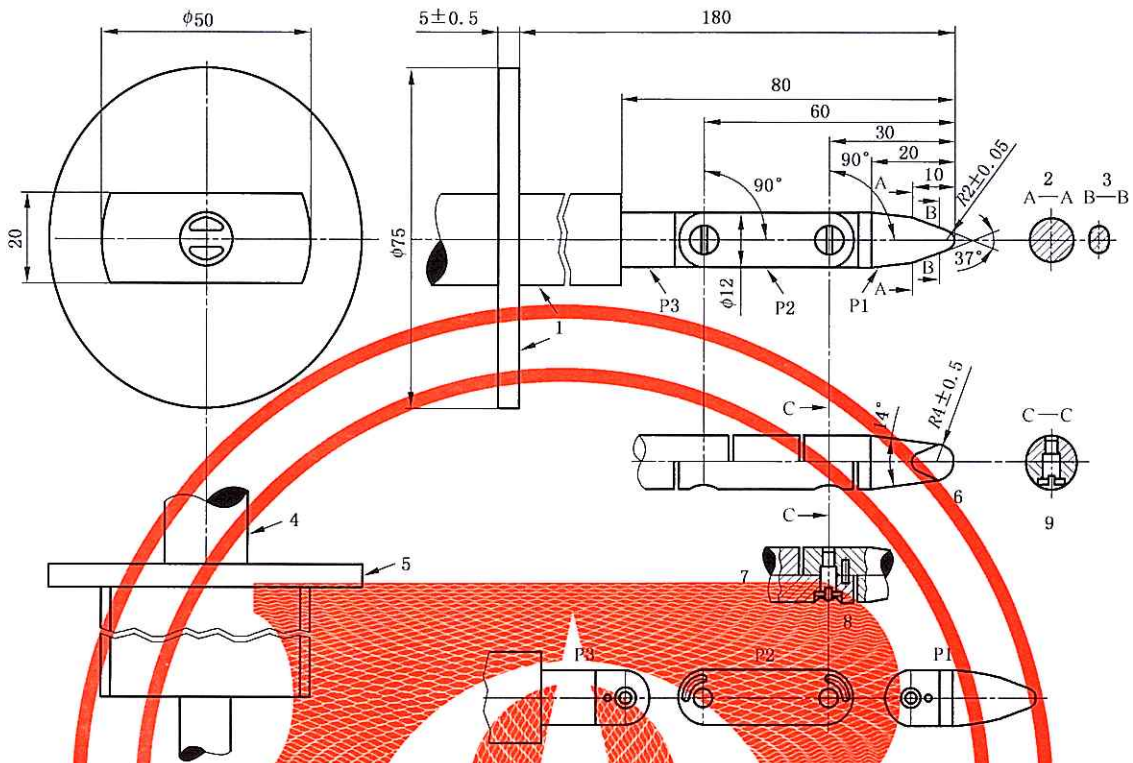


指尖的尺寸和公差见图 B.2。

注：该试验指与 GB/T 16842 的试具 11 等同。

图 B.1 刚性试验指

单位为毫米



图例

- 1—绝缘材料；
- 2—A—A剖面；
- 3—B—B剖面；
- 4—手柄；
- 5—挡板；
- 6—球形；
- 7—细节X(示例)；
- 8—侧视图；
- 9—所有边缘倒角。

未规定公差的尺寸的公差为：

— 对角度： $0$   
 $-10'$

— 对线性尺寸：

≤25 mm 时： $0$   
 $-0.05$  mm

>25 mm 时： $\pm 0.2$  mm

试验指材料：经过热处理的钢材等。

该试验指的两个关节可以弯曲  $90^{\circ}+10^{\circ}$ ，但是只可以在同一个或相同方向弯曲。

为了使弯曲角度限制在  $90^{\circ}$ ，采用销和槽的解决办法仅仅是各种可能解决的途径之一。由于这一原因，图中未给出这些细节的尺寸和公差。实际设计应保证  $90^{\circ}+10^{\circ}$  的弯曲角。

注：该试验指与 GB/T 16842 的试具 B 等同。

图 B.2 铰接式试验指

附录 C  
(规范性附录)  
电气间隙和爬电距离的测量

例 1~例 11 中规定的、适用于各种实例的沟槽宽度  $X$  按不同的污染等级在表 C.1 中做了规定。

表 C.1 污染等级与沟槽宽度的关系

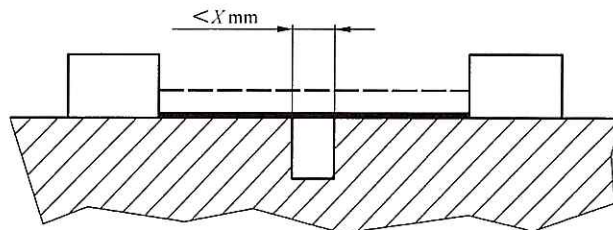
| 污染等级 | 沟槽宽度 $X$ 最小值/<br>mm |
|------|---------------------|
| 1    | 0.25                |
| 2    | 1.0                 |
| 3    | 1.5                 |

如果所涉及的电气间隙小于 3 mm, 则最小沟槽宽度  $X$  可减小到该电气间隙的三分之一。

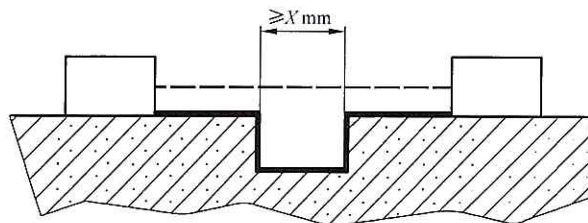
测量电气间隙和爬电距离的方法在下面例 1~例 11 中说明。这些例子不区分裂缝和沟槽, 也不区分绝缘的类型。

需要做出以下一些假定:

- a) 如果跨越沟槽的宽度大于等于所规定的宽度  $X$ , 则要沿沟槽的轮廓线来测量爬电距离(见例 2)。
- b) 假定任何凹槽桥接有一段长度等于所规定的宽度  $X$  的绝缘连杆, 而且桥接在最不利的位置(见例 3)。
- c) 在相互间能处于不同位置的零部件之间测量电气间隙和爬电距离时, 要在这些零部件处于最不利位置测量。

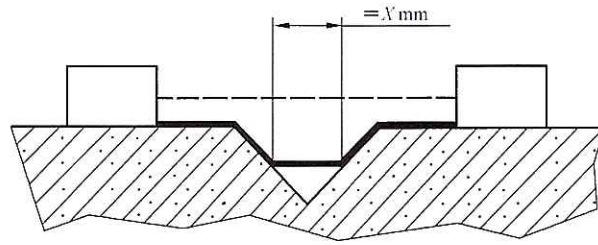


例 1 所测量的路径包含一条任意深度, 宽度小于  $X$ 、槽壁平行或收敛的沟槽。  
直接跨沟槽测量爬电距离和电气间隙。



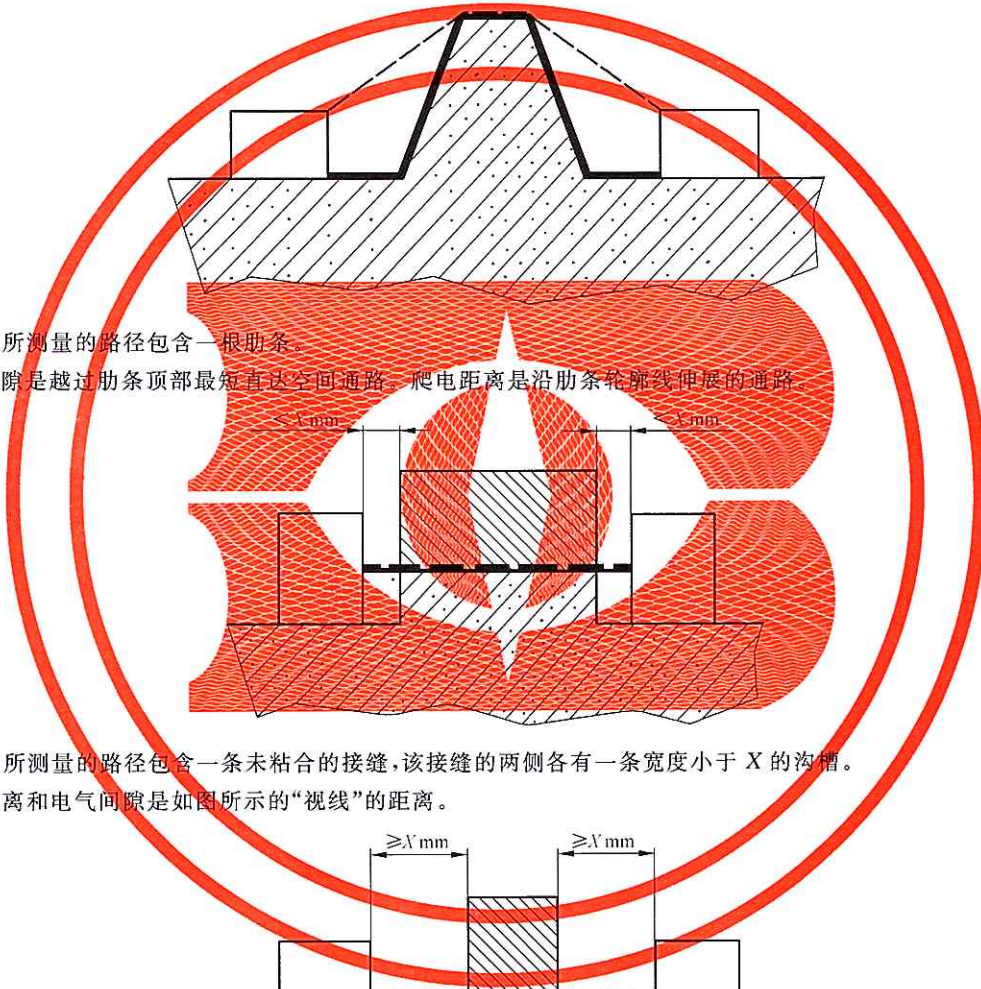
例 2 所测量的路径包含一条任意深度, 宽度等于或大于  $X$ 、槽壁平行的沟槽。  
电气间隙就是“视线”距离。  
爬电距离是沿沟槽轮廓线伸展的通路。

图 C.1 电气间隙和爬电距离测量方法的示例

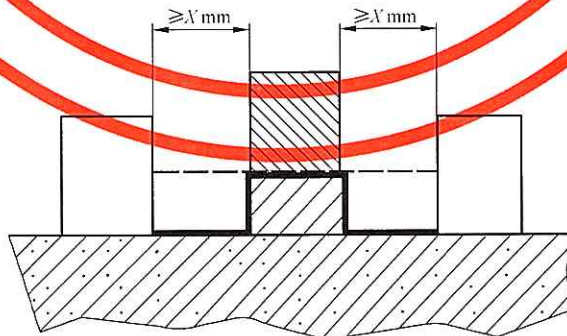


例3 所测量的路径包含一条宽度大于  $X$  的 V 形沟槽。  
 电气间隙就是“视线”距离。  
 爬电距离是沿沟槽轮廓线伸展的通路,但沟槽底部用长度为  $X$  的连杆“短接”。

例4 所测量的路径包含一根肋条。  
 电气间隙是越过肋条顶部最短直达空间通路。爬电距离是沿肋条轮廓线伸展的通路。

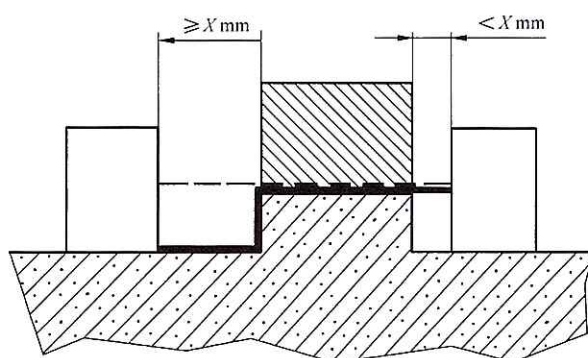


例5 所测量的路径包含一条未粘合的接缝,该接缝的两侧各有一条宽度小于  $X$  的沟槽。  
 爬电距离和电气间隙是如图所示的“视线”的距离。



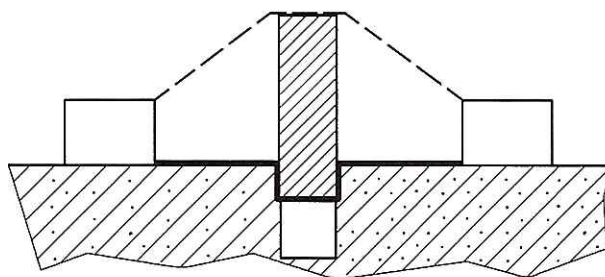
例6 所测量的路径包含一条未粘合的接缝,该接缝的两侧各有一条宽度大于或等于  $X$  的沟槽。  
 电气间隙是“视线”的距离。  
 爬电距离是沿沟槽轮廓线伸展的通路。

图 C.1 (续)



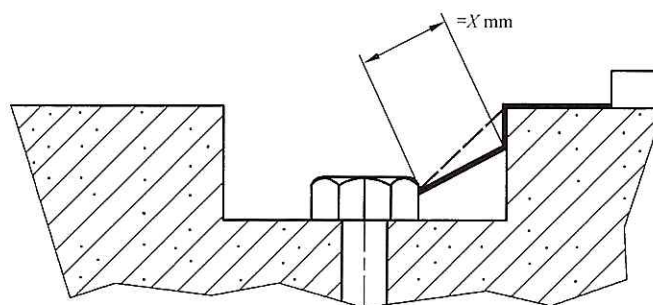
例 7 所测量的路径包含一条未粘合的接缝,该接缝的一侧有一条宽度小于  $X$  的沟槽,另一侧有一条宽度等于或大于  $X$  的沟槽。

爬电距离和电气间隙如图所示。

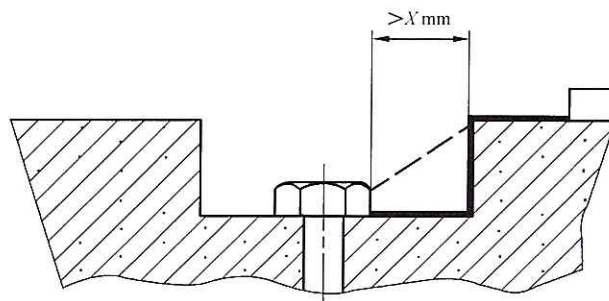


例 8 通过未粘合接缝的爬电距离小于越过挡板的爬电距离。

电气间隙是越过挡板顶部最短直达空间距离。



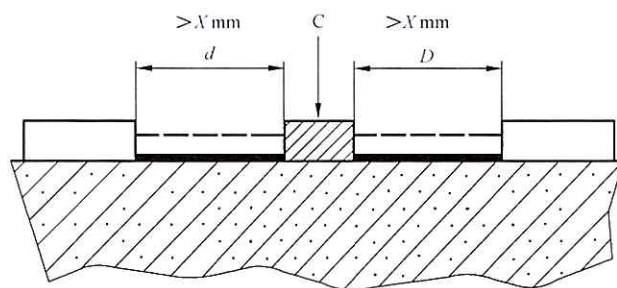
例 9 由于螺钉头与凹槽槽壁之间的空隙太窄,所以不必考虑该空隙。



例 10 由于螺钉头与凹槽槽壁之间的空隙足够宽,所以必须考虑该空隙。

当该空隙等于  $X$  时,爬电距离的测量值就是从螺钉到槽壁的距离。

图 C.1 (续)



例 11 C 为一浮地零部件。

电气间隙和爬电距离均为  $d+D$ 。

—— 爬电距离

----- 电气间隙

图 C.1 (续)

参 考 文 献

- [1] IEC 60050(151) 国际电工词典(IEV) 第151章:电磁装置.
  - [2] IEC 60065 音频、视频及类似电子设备 安全要求.
  - [3] IEC 60270 高电压试验技术 局部放电测量.
  - [4] IEC 60664-1 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分:原理、要求和试验.
  - [5] GB/T 16842 外壳对人和设备的防护(GB/T 16842—2008, IEC 61032:1997, IDT).
  - [6] IEC 61010(所有部分) 测量、控制及实验室用的电气设备的安全要求.
-

中华人民共和国  
国家标准  
测量、控制和实验室用电气设备的  
安全要求 第5部分：电工测量和试验用  
手持探头组件的安全要求  
GB 4793.5—2008/IEC 61010-031:2002

\*

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街16号  
邮政编码：100045

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

电话：68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

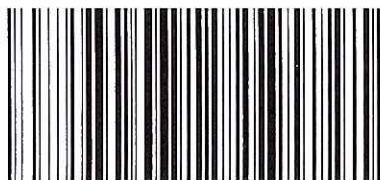
开本 880×1230 1/16 印张 3 字数 86 千字  
2008年12月第一版 2008年12月第一次印刷

\*

书号：155066·1-34651 定价 42.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究

举报电话：(010)68533533



GB 4793.5-2008