



中华人民共和国国家标准

GB/T 32708—2016

实验室仪器及设备安全规范 反应釜

Safety requirements for laboratory instrument and equipment—Autoclave

2016-06-14 发布

2017-01-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 试验	3
5 标志与文件	7
6 防电击	12
7 防机械危险	31
8 耐机械冲击和撞击	32
9 防止火焰蔓延	34
10 设备的温度限值和耐热	35
11 防流体危险	37
12 元器件	39
13 利用联锁装置的保护	41
附录 A (规范性附录) 环境条件	43
附录 B (规范性附录) 例行试验	44
附录 C (规范性附录) 规定绝缘要求的零部件	45
附录 D (规范性附录) 污染等级的降低	48
附录 E (规范性附录) 电气间隙和爬电距离的测量	49

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国实验室仪器及设备标准化技术委员会(SAC/TC 526)归口。

本标准主要起草单位：威海鑫泰化工机械有限公司、机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、山东特检院威海分院、杭州雪中炭恒温技术有限公司、华测检测技术股份有限公司。

本标准主要起草人：李恩端、潘长清、蔡玮玮、袁建明、张桂玲、柳晓菁、方晓时、梅恪、徐月明、李晓颖、苗会德。

实验室仪器及设备安全规范 反应釜

1 范围

本标准规定了正常和扩展的环境条件下(见附录 A),实验室用反应釜的安全要求(不包括玻璃反应釜的安全要求)。本标准也规定了通过检查和型式试验来鉴定设备是否符合本标准要求的方法。

本标准适用于几何容积小于 25 L,设计压力不大于 35 MPa 的反应釜。

2 规范性引用文件

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

GB/T 1633—2000 热塑性塑料维卡软化温度(VST)的测定

GB/T 4207—2012 固体绝缘材料耐电痕化指数和相比电痕化指数的测定方法

GB 4208 外壳防护等级(IP 代码)

GB 4793.1—2007 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第 1 部分:通用要求

GB 5013(所有部分) 额定电压 450 V/750 V 及以下橡皮绝缘电缆

GB 5023(所有部分) 额定电压 450 V/750 V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆

GB/T 5169.16—2008 电工电子产品着火危险试验 第 16 部分:试验火焰 50 W 水平与垂直火焰试验方法

GB/T 5465.2—2008 电气设备用图形符号 第 2 部分:图形符号

GB 8898 音频、视频及类似电子设备 安全要求

GB/T 11021—2014 电气绝缘 耐热性和表示方法

GB/T 11918.1—2014 工业用插头插座和耦合器 第 1 部分:通用要求

GB/T 11918.2—2014 工业用插头插座和耦合器 第 2 部分:带插销和插套的电器附件的尺寸兼容性和互换性要求

GB/T 12241—2005 安全阀 一般要求

GB 14048.1—2012 低压开关设备和控制设备 第 1 部分:总则

GB 14048.3—2008 低压开关设备和控制设备 第 3 部分:开关、隔离器、隔离开关以及熔断器组合电器

GB 15934—2008 电器附件 电线组件和互连电线组件

GB/T 16895.10—2010 低压电气装置 第 4-44 部分:安全防护 电压骚扰和电磁骚扰防护

GB/T 16927(所有部分) 高电压试验技术

GB/T 16935.3—2005 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

GB 17465(所有部分) 家用和类似用途的器具耦合器

ISO 3864-1:2011 图形符号 安全颜色与安全标志 第 1 部分:安全标志与安全标记设计原理 (Graphical symbols—Safety colours and safety signs—Part 1: Design principles for safety signs and safety markings)

ISO 7000:2004 设备用图形符号 索引和一览表 (Graphical symbols for use on equipment—Index and synopsis)

GB/T 32708—2016

3 术语和定义

GB 4793.1—2007 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用,以下重复列出了 GB 4793.1—2007 中的某些术语和定义。

3.1

反应釜 autoclave

由承压容器、加热冷却装置、搅拌传动系统以及控制系统等组成,能够在一定温度和压力下完成化学反应的装置。

3.2

釜体 autoclave body

用于盛装化学介质,并可承受一定温度和压力的容器。

3.3

釜盖 autoclave cover

与釜体敞开端连接的承压件。

3.4

主螺柱 main bolt

连接釜体与釜盖的螺柱。

3.5

主螺母 main nut

主螺柱用的螺母。

3.6

爆破片 bursting disk

在额定爆破压力和爆破温度下,能够迅速爆破而起到泄压作用的金属片。

3.7

工作压力 operating pressure

在正常工作情况下,釜体顶部可能达到的最大表压。

3.8

设计压力 design pressure

釜体顶部的最高压力,与相应的设计温度一起作为设计负荷条件,其值不低于工作压力。

3.9

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标准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。

[GB 4793.1—2007,定义 3.4.1]

3.10

例行试验 routine test

在制造中或制造后为确定装置(设备)是否符合某个判据而对每一台单独的装置(设备)进行的试验(见附录 B)。

[GB 4793.1—2007,定义 3.4.2]

注:例行试验的要求在附录 B 中给出。

4 试验

4.1 概述

本标准中的所有试验均是在反应釜或其分组件(或零部件)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标准要求。此外,制造厂应当对所生产的、同时具有危险带电零部件和可触及导电零部件的反应釜或分组件 100%的进行附录 B 规定的例行试验。

应当通过所有适用的试验来检验是否符合本标准要求,但如果对反应釜或其分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。

试验在下列条件下进行:

- 基准试验条件(见 4.3);
- 故障条件(见 4.4)。

注:如果在进行符合性试验时,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:

- 制造厂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。

4.2 试验顺序

试验顺序可以任选。在每项试验后应当仔细对受试反应釜进行检查。如果对试验的结果有怀疑,怀疑如果试验顺序颠倒,任何前面的各项试验是否真能通过,则前面的这些试验应当重复进行。如果故障条件下的试验会损坏反应釜,则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

除本标准另有规定外,试验场所应当具备下述环境条件:

- a) 温度:15 °C~35 °C;
- b) 相对湿度:不超过 75%;
- c) 大气压力:86 kPa~106 kPa;
- d) 无霜冻、凝露、渗水、淋雨和日照等。

4.3.2 设备状态

4.3.2.1 一般要求

除另有规定外,每项试验应当在组装好的能正常使用的反应釜上、且在 4.4.2 规定的最不利的组合条件下进行。

反应釜应按制造商说明书的规定进行安装。

4.3.2.2 设备位置

反应釜处于正常使用时的任一位置,且任何通风不受阻挡。

4.3.2.3 附件

由制造商建议的或提供的、与反应釜一起使用的附件和操作人员可更换的零部件应当连接或不连接。

GB/T 32708—2016

4.3.2.4 盖子和可拆除的零部件

不用工具就能拆除的盖子或零部件应当拆除或不拆除。

4.3.2.5 电源

应当符合下列要求：

- a) 供电电压应当在反应釜能设置的任何额定供电电压的 90%~110%之间,或者如果对反应釜规定出要适应更大的电压波动,则供电电压应当达到该波动范围内的任何电压;
- b) 频率应当为任何额定频率;
- c) 基准试验电源的一个极应当处于地电位或接近地电位;
- d) 使用直流电源或单相电源的设备应分别按正常极性连接和相反极性连接;
- e) 除了对设备规定只用于不接地的电网电源外,基准试验电源的一个极应当处于地电位或接近地电位。

4.3.2.6 输入和输出电压

输入和输出电压,包括浮地电压但不包括电网电源电压在内,应当将其调节到额定电压范围内的任何电压上。

4.3.2.7 接地端子

如果有保护接地端子,则应当接到地。功能接地端子应接地或不接地。

4.3.2.8 控制件

操作人员能手动调节的控制件应当设置在任何位置上,但下列情况除外:

- a) 电源选择装置应当设置在正确的位置上;
- b) 如果标在反应釜上的制造商的标志禁止组合设置,则不得进行组合设置。

4.3.2.9 连接

反应釜及控制器应当按预定用途进行连接或不连接。

4.3.2.10 电动机负载

设备电动机驱动的零部件的负载条件应当符合预定用途的规定。

4.3.2.11 输出

对于提供电输出的反应釜:

- a) 反应釜的工作状态应当能对额定负载提供额定输出功率;
- b) 对任何输出,额定负载阻抗应当连接或不连接。

4.3.2.12 装料和灌料

正常使用时预定要装入特定介质的反应釜,其介质的装入量应当是使用说明书规定介质的最不利的装入量,如果使用说明书允许正常使用时不装介质,则包括不装介质(空置)。

注 1: 如有怀疑,试验要在一种以上的介质条件下进行。

注 2: 如果规定的介质在试验期间可能引起危险,则可以使用另一种介质,只要能证明试验结果不受影响即可。

4.3.2.13 加热设备

当测量反应釜的温度以评估其火焰蔓延时,应当按 10.4 的要求在试验角中进行。

4.4 单一故障条件下的试验

4.4.1 概述

应当按下列要求:

- a) 检查反应釜及其电路图通常就能判断是否有可能引起危险的和因此是否应当施加的故障条件;
- b) 除了能证明某个特定的故障条件不可能引起危险外,各项故障试验均应当进行;
- c) 反应釜应当在基准试验条件(见 4.3)的最不利的组合条件下工作,对不同的故障,这些组合条件可以有所不同,在进行每一个试验时应当记录这些组合条件。

4.4.2 故障条件的施加

4.4.2.1 概述

故障条件应当包括 4.4.2.2~4.4.2.11 规定的故障条件。这些故障条件一次只能施加一个,并应当按任何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故障后引发的结果。

在每一次施加故障条件后,反应釜或零部件应当能通过 4.4.4 适用的试验。

4.4.2.2 保护导体

保护导体应当断开,但对永久性连接式反应釜或使用符合 GB/T 11918.1—2014 和 GB/T 11918.2—2014 的连接器的反应釜除外。

4.4.2.3 短时或间歇工作的反应釜或零部件

如果单一故障条件下可能导致这些反应釜或零部件连续工作,则应当使其连续工作。各个单独的零部件包括电动机、继电器和其他电磁装置。

4.4.2.4 电动机

电动机应当在完全被激励的情况下使其停转或阻止其启动,选择其中较为不利者。

4.4.2.5 电容器

电动机辅助绕组电路中的电容器(自愈式电容器除外)应当将其短路。

4.4.2.6 电源变压器

电源变压器的次级绕组应当按 4.4.2.7 的规定将其短路,并按 4.4.2.8 的规定使其过载。

在一个试验中损坏的变压器,允许修复或更换后再作下一个试验。

4.4.2.7 短路

在正常使用时接负载的每一个不带抽头的输出绕组和带抽头输出绕组的每一部分应当依次进行试验,一次试验一个来模拟负载短路。试验中过流保护装置保持在位,所有其他绕组接负载或不接负载,选择正常使用的负载条件中较为不利者。

GB/T 32708—2016

4.4.2.8 过载

每一个不带抽头的输出绕组和带抽头的输出绕组的每一部分应当依次进行过载试验,一次试验一个。其他绕组接负载或不接负载,选择正常使用的负载中较为不利者。如果在 4.4 的故障条件试验时出现任何过载,则各次级绕组应当承受那些过载。

在绕组上跨接一个可变电阻器来进行过载试验。电阻器尽可能快地进行调节,如有必要,在 1 min 后再次进行调节来保持该适用的过载。以后允许不再作进一步的调节。

如果用电流断路装置来提供保护,则过载试验电流为过流保护装置刚好能导通 1 h 的最大电流。试验前,保护装置用可以忽略阻抗的连接来代替。如果该试验电流值不能从保护装置的规范中获得,则要通过试验来确定。

对设计成当达到规定的过载时输出电压即消失的电动执行机构,过载要缓慢地增加,达到刚好在引起输出电压消失的该过载点靠前的一个过载点。

在所有的其他情况下,该过载是从变压器能获得的最大输出功率。

具有满足 12.3 要求的过温保护的变压器,在进行 4.4.2.7 短路试验时不必再承受过载试验。

4.4.2.9 输出

应当将各个输出短路,一次短路一个。

4.4.2.10 冷却

应当按下列规定的故障限制设备冷却,一次只施加一个故障:

- a) 关闭过滤器的通风孔;
- b) 停止由电动机驱动风扇的强制冷却;
- c) 停止由循环水或其他冷却介质的冷却;
- d) 模拟冷却液损失。

4.4.2.11 加热装置

在反应釜的加热装置中,应施加下列的故障,一次施加一个:

- a) 取消限制加热时间的计时器,使加热电路连续通电;
- b) 除符合 12.3 要求的过温保护器取消温度控制装置,使加热电路连续通电。

4.4.2.12 电路和零部件之间的绝缘

在电路和零部件之间,对低于针对基本绝缘规定的量值的绝缘应当将其短路,以检验是否能防止火焰的蔓延。

4.4.2.13 联锁

如果在不用工具拆除盖子等时,联锁系统能防止操作人员接触危险,则应当将保护操作人员的联锁系统中的每一部分依次短路或开路。

联锁系统的高完善性元器件(见 12.5 和 13.3)不必短路或开路。

4.4.3 试验持续时间

4.4.3.1 概述

应当使反应釜一直工作到由所施加的故障产生的结果不可能再有进一步的变化为止。每项试验一般限制在 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,则试验应当一直继续到出现这些危险为止,或者最

长时间为 4 h,除非在此之前出现危险。

4.4.3.2 限流装置

如果为限制能易于触及到的零部件的温度而装有在工作时能切断或限制电流的装置,则不论该装置是否动作,均应当测量反应釜能达到的最高温度。

4.4.3.3 熔断器

如果因熔断器的断开而使某个故障中断,而且如果该熔断器不在约 1 s 内动作,则应当测量有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更长时间熔断器才动作,应当利用熔断器的预飞弧时间/电流特性来进行评定。通过熔断器的电流是会随时间而发生变化的。

如果在试验中电流未达到熔断器的最小动作电流,则应当使反应釜工作一段对应于最长的熔断时间,或者应当使反应釜连续工作 4.4.3.1 规定的时间。

4.4.4 施加故障条件后的符合性

4.4.4.1 防电击保护

在施加单一故障后,通过下列的测量来检验电击防护是否符合要求:

- 通过进行 6.3.2 的测量来检验可触及导电零部件是否变成危险带电;
- 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 6.9 的规定(符合性预处理除外)用对应于基本绝缘的试验电压来进行;
- 如果电气危险防护是通过变压器内的双重绝缘或加强绝缘来实现的,则测量变压器绕组的温度。其温度不得超过表 11 规定的温度。

4.4.4.2 温度

通过测量外壳的外表面或能易于触及到的零部件外表面的温度来检验温度防护是否符合要求。

零部件的温度在环境温度为 40 °C 时,或者如果环境温度更高,则在最高额定环境温度时,不得超过 105 °C。

该温度是通过测量表面或零部件的温升加上 40 °C,或者如果高于 40 °C,则加上最高额定环境温度来确定。

4.4.4.3 火焰蔓延

通过将反应釜放在白色薄棉纸包裹的软木材表面上,反应釜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反应釜的表面上,而且棉纸或纱布不得炭化、灼热或起火。如果不可能引发危险,则绝缘材料的融化应当忽略不计。

4.4.4.4 其他危险

按第 7 章和第 8 章以及第 11 章~第 13 章的规定来检验其他危险防护要求是否合格。

5 标志与文件

5.1 标志

5.1.1 概述

反应釜上应当标有符合 5.1.2~5.2 规定的标志。除了内部零部件的标志外,这些标志应当从外部

就能看见,或者如果盖子是预定要由操作人员来拆下或打开的,则在不用工具拆下盖子后,这些标志应当从外部就能看见。适用于整台反应釜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当符合 GB/T 5465.2 的规定,图形符号应当符合表 1 的规定。图形符号应当在文件中进行解释。

注:如果适用应当使用 IEC 和 ISO 规定的符号。

通过目视检查来检验是否合适。

5.1.2 标识

设备应在明显位置设置永久性铭牌。至少标有下列内容:

- a) 制造厂或供应商的名称或商标。
- b) 型号、名称或能识别设备的其他方法。如果标有相同识别标志(型号)的反应釜是在一个以上的生产场地制造的,则对每一个生产场地制造的反应釜,其标志应当能识别出反应釜的生产场地。

注:工厂地点的标志可以采用代码,而且不必标在反应釜的外部。

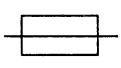
- c) 压力容器类别、设计单位、设计批准证书编号。

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—2008(5031)	直流
2		GB/T 5465.2—2008(5032)	交流
3		GB/T 5465.2—2008(5033)	交直流
4		GB/T 5465.2—2008(5032-1)	三相交流
5		GB/T 5465.2—2008(5017)	接地端子
6		GB/T 5465.2—2008(5019)	保护导体端子
7		GB/T 5465.2—2008(5020)	机箱或机架端子
8		GB/T 5465.2—2008(5021)	等电位
9		GB/T 5465.2—2008(5007)	通(电源)

表 1 (续)

序号	符号	标准	说明
10		GB/T 5465.2—2008(5008)	断(电源)
11		GB/T 5465.2—2008(5172)	全部由双重绝缘和加强绝缘保护的零部件
12		ISO 3864-1:2011(5036)	小心,电击危险
13		GB/T 5465.2—2008(5041)	小心,烫伤
14		ISO 7000:2004	小心,危险 ¹⁾
15		GB/T 5465.2—2008(5268)	双位按钮控制的“按入”状态
16		GB/T 5465.2—2008(5269)	双位按钮控制的“弹出”状态
17		GB/T 5465.2—2008(5016)	熔断器

5.1.3 电源

反应釜应当标有下列信息:

- 电源性质;
- 直流:表 1 中的符号 1;
- 交流:额定电网电源频率或频率范围,表 1 中的符号 2;
- 交直流:表 1 中的符号 3;
- 额定电源电压值或额定电源电压范围,也可以标出额定电压波动值;
- 接上所有附件或插件模块的最大功率,单位为瓦(W)(有功功率),或者最大额定电流。

通过目视检查,以及通过测量功率或输入电流来检验 c)规定的标志是否合格。测量应当在电流达到稳定状态后(通常 1 min 后)进行。

5.1.4 熔断器

对可由操作人员更换的任何熔断器应当在其熔断器座旁标上使操作人员能识别正确更换熔断器的标志,表 1 中的符号 17。

通过目视检查来检验是否合格。

1) 要求制造商说明在标有该符号的所有情况下都查阅文件,见 5.4.1。

5.1.5 端子、连接件和操作装置

如果对安全是有必要的话,则对端子、连接件和控制件以及指示器(包括供气体、水供排放用的任何连接件)应当给出其用途的指示。如果没有足够的空间,可以使用表 1 的符号 14 指示。

注:对多针连接器的各个插针不必进行标志。

与电网电源相连的端子应当是能识别的。

下列端子应当按下面规定进行标志:

- a) 功能接地端子用表 1 的符号 5;
- b) 保护接地端子用表 1 的符号 6;
- c) 从反应釜获得供电的而且是危险带电的端子应当标上电压、电流、电荷、能量值或量程,或者标上表 1 的符号 14。

通过目视检查来检验是否合格。

5.1.6 开关和断路器

如果电源开关或断路器被用来作为断开装置,则应当清楚地标出其“通”位和“断”位。表 1 的符号 9 和符号 10 适合作为该装置的标识。仅有指示灯不认为是符合要求的标志。对电源开关以外的其他开关不得使用符号 9 和符号 10。

如果按钮开关被用来作为电源开关,则可以用表 1 的符号 9 和符号 15 来表示“通”位,或可以用表 1 的符号 10 和符号 16 来表示“断”位,并将这一对符号(9 和 15;10 和 16)靠近在一起。

通过目视检查来检验是否合格。

5.1.7 调节控制器

在安装或正常使用期间,打算调节的控制器应有调节方向的标示。

注:用+和-标志,可认为满足要求。

通过目视检查来检验是否合格。

5.1.8 用双重绝缘或加强绝缘保护的电源

全部用双重绝缘或加强绝缘保护的电源应当标上表 1 的符号 11,但装有保护接地端子的电源除外。

只有局部用双重绝缘或加强绝缘保护的电源不得标上表 1 的符号 11。

通过目视检查来检验是否合格。

5.1.9 现场接线端子盒

如果在正常条件下,在环境温度为 40℃时,或在最高额定的环境温度(如果高于 40℃时)现场接线盒或接线箱的端子或外壳的温度超过 60℃,则应当标出要与该端子连接的电缆的最低额定温度。该标志应当在连接前或连接时就能看见,或者将该标志标在端子的近旁。

在有怀疑的情况下按 10.3a)的规定通过测量,以及如果适用,通过目视检查标志来检验是否合格。

5.2 警告标志

警告标志在设备准备作正常使用时就能看见。如果某个警告标志适用于设备的某个特定部分,则该标志应当标在该特定部分上或标在其附近。

警告标志的尺寸应当按如下规定:

- a) 符号高度至少应当为 2.75 mm,文字高度至少应当为 1.8 mm,文字在颜色上应当与背景颜色

形成反差。

- b) 在材料上模注、模压或蚀刻的符号或文字的高度至少应当为 2.0 mm,如果不打算在颜色上形成反差,则这些符号或文字至少应当具有 0.5 mm 的凹陷深度或凸起高度。

如果为了保持反应釜提供的防护而需要责任者或操作人员去查阅说明书,则反应釜应标有表 1 的符号 14,表 1 的符号 14 不需要与在说明书作出解释的符号一起使用。

如果说明书说明,操作人员可以用工具接触在正常条件下可能是危险带电的零部件,则应当标有警告标志,说明在接触前应使高压釜反应釜与危险带电电压隔离或断开危险带电电压。

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 要求的标志应当在正常使用条件下保持清晰可辨,并能耐受由制造厂规定的清洁剂的影响。

通过目视检查,以及通过对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(或者如果没有规定,则沾上异丙醇),用手不加过分压力地擦拭 30 s。

在上述处理后,标志仍应当清晰可辨,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,应当随同设备提供含有下述内容的文件:

- a) 预定用途;
- b) 技术规范;
- c) 使用说明;
- d) 反应釜的设计总图;
- e) TSG R0004—2009 规定的应向用户提供的内容;
- f) 5.4.2~5.4.5 规定的信息。

如果适用,警告语句和对标在设备上的警告符号所做的清楚的解释应当在说明书中给出,或者将其永久、清晰地标在设备上。

注:如果正常使用涉及对危险材料的处理,则要给出正确使用和 safety 措施的说明。如果电源制造厂规定或提供任何危险材料,则还要给出该危险材料的成分和正确处理的程序。

通过目视检查来检验是否合格。

5.4.2 反应釜额定值

文件应当包含下列信息:

- a) 反应釜的输入电压或电压范围,频率或频率范围,以及功率或电流额定值;
- b) 所有输入和输出连接的说明;
- c) 如果外部电路不可触及时,适用于单一故障条件的外部电路绝缘的额定值(见 6.6.2);
- d) 为设备设计给定的环境条件范围的说明(见附录 A);
- e) 如果标定了反应釜符合 GB 4208 时,其防护等级的说明;
- f) 反应釜的设计压力和工作压力;
- g) 反应釜的设计容积;
- h) 反应釜内主要介质。

通过目视检查来检验是否合格。

5.4.3 反应釜安装

文件应当包括安装和特定的交付使用的说明(下面列出各种例子),以及对安全是必要的话,还应当包括在设备安装和交付使用过程中可能发生的危险的警告:

- a) 装配、定位和安装的要求,如阐明如何将器具固定在其支撑物上;
- b) 保护接地说明;
- c) 与电源的连接;
- d) 对任何外部开关或断路器(见 6.11.3.1)的要求;
- e) 对转速输入装置、反应釜内温度加热装置、电机的连接要求;
- f) 通风要求;
- g) 特殊维护要求,如空气、冷却液;
- h) 如果在用户的安装期间有必要采取预防措施,则应给出相应的详细说明。

通过目视检查来检验是否合格。

5.4.4 反应釜的操作

使用说明应当包括:

- 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、可拆卸的零部件和任何专用的材料;
- c) 在反应釜上使用的与安全相关的符号的解释;
- d) 消耗材料更换的说明;
- e) 清洗和消毒的说明;
- f) 列出设备中能释放的任何潜在的有毒或有害的气体及其可能的释放量的说明;
- g) 在说明书中应当说明,如果不按制造厂规定的方法来使用设备,则可能会损害设备所提供的防护。

通过目视检查来检验是否合格。

5.4.5 反应釜的维护

对责任者为安全目的而需要涉及的预防性维护和检查应当给出足够详细的说明。

注:说明书要建议责任者为检验设备是否仍处于安全状态而必需进行的任何试验。说明书还要给出警告,说明重复进行本标准的任何试验有可能损伤设备和降低对危险的防护。

制造厂应当规定出只能由制造厂或其代理机构才能检查或提供的任何零部件。

对可更换的熔断器的额定值和特性应当做出说明。

通过目视检查来检验是否合格。

6 防电击

6.1 概述

设备在正常条件(见 6.4)和单一故障条件(见 6.5)下均应当保持防电击,设备的可触及零部件不得出现危险带电(见 6.3)。

通过按 6.2 的规定来确定是否是可触及的零部件以及测量是否达到 6.3 规定的限值,然后通过 6.4~6.11 的试验来检验是否合格。

如果从内部电容器接受电荷,则通过 6.3 的测量,确定是否未超过 6.3.2c)的限值来检验是否合格。

6.2 可触及零部件的判定

6.2.1 概述

除能明显看出者外,判定零部件是否可触及应当按 6.2.1~6.2.3 的规定来进行。除有规定者外,对试验指和试验针(见 GB 4793.1—2007 附录 B)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(见 6.9.1)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。对于对地电压超过有效值 1 kV 或直流值 1.5 kV 的危险带电零部件,如果试验指或试验针靠近该危险带电零部件的距离小于对应当于该工作电压的基本绝缘的相应电气间隙,则认为该零部件是可触及的。

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),则应当在 6.2.1~6.2.3 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) 调节控制件;
- c) 更换消耗材料;
- d) 拆除零部件。

设备在进行 6.2.2~6.2.4 检查前应当按制造厂说明书的规定安装好。

6.2.2 检查

在每一个可能的位置上施加铰接试验指(见 GB 4793.1—2007 图 B.2)。如果通过加力零部件会成为可触及,则施加刚性试验指,同时施加 10 N 的力。施加的力要通过试验指的指尖施加,以避免出现楔入或撬开的动作。试验对所有的外部表面进行,包括底部。但是,对能接受插件式模块的设备,铰接试验指的指尖仅需插入到离设备开口处 180 mm 的深度。

6.2.3 危险带电零部件上方的开孔

将长 100 mm、直径 4 mm 的金属试验针插入危险带电零部件上方的任何开孔。试验针应当自由悬挂,并允许进入达 100 mm。零部件只是因为本试验是可触及的,因此不需要采取 6.5 单一故障条件的防护的附加安全措施。

本试验对端子不适用。

6.2.4 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接触预调控制件的孔。试验针以每一个可能的方向插入预调控制件的孔。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

6.3.1 概述

在可触及零部件与参考试验地之间,或在一台设备上在 1.8 m(沿表面或通过空气)的距离内的任意两个可触及零部件之间,电压、电流、电荷或能量不得超过 6.3.2 正常条件下的限值,也不得超过 6.3.3 单一故障条件下的限值。

6.3.2 正常条件下的值

在正常条件下有关量值大于下列限值即被认为是危险带电。只有当电压值超过 a) 的限值时,才采

用 b) 和 c) 的限值。

- a) 当电压限值为有效值 33 V 和峰值 46.7 V, 或者直流值 70 V。对规定在潮湿场所使用的设备, 电压限值为有效值 16 V 和峰值 22.6 V 或者直流值 35 V。
- b) 电流限值为:
 - 1) 当用 GB 4793.1—2007 图 A.1 的测量电路测量时, 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 GB 4793.1—2007 图 A.2 的测量电路。对规定在潮湿场所使用的设备, 用 GB 4793.1—2007 图 A.4 的测量电路。
 - 2) 当用 GB 4793.1—2007 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。
- c) 电容的电荷和能量限值为:
 - 1) 对电压小于或等于峰值 15 kV 或直流 15 kV, 电荷 45 μC ;
 - 2) 对电压大于峰值 15 kV 或直流 15 kV, 贮存能量 350 mJ。

6.3.3 单一故障条件下的限值

在单一故障条件下有关量值大于下列限值即被认为是危险带电。只要电压超过 a) 的限值, 则还要采用 b) 和 c) 的限值。

- a) 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设备, 电压限值为有效值 33 V 和峰值 46.7 V, 或者直流 70 V。对瞬时电压, 其限值为图 2 的规定值, 在 50 k Ω 电阻器上测量。
- b) 电流值为:
 - 1) 当用 GB 4793.1—2007 图 A.1 的测量电路测量时, 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 15 mA。如果频率不超过 100 Hz, 可以用 GB 4793.1—2007 图 A.2 的测量电路。对规定在潮湿场所使用的设备, 用 GB 4793.1—2007 图 A.4 的测量电路。
 - 2) 当用 GB 4793.1—2007 图 A.3 的测量电路测量时, 有效值 500 mA, 这一限值涉及较高频率下可能的灼伤。
- c) 电容量限值见图 1 的规定值。

6.4 正常条件下的防护

应当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:

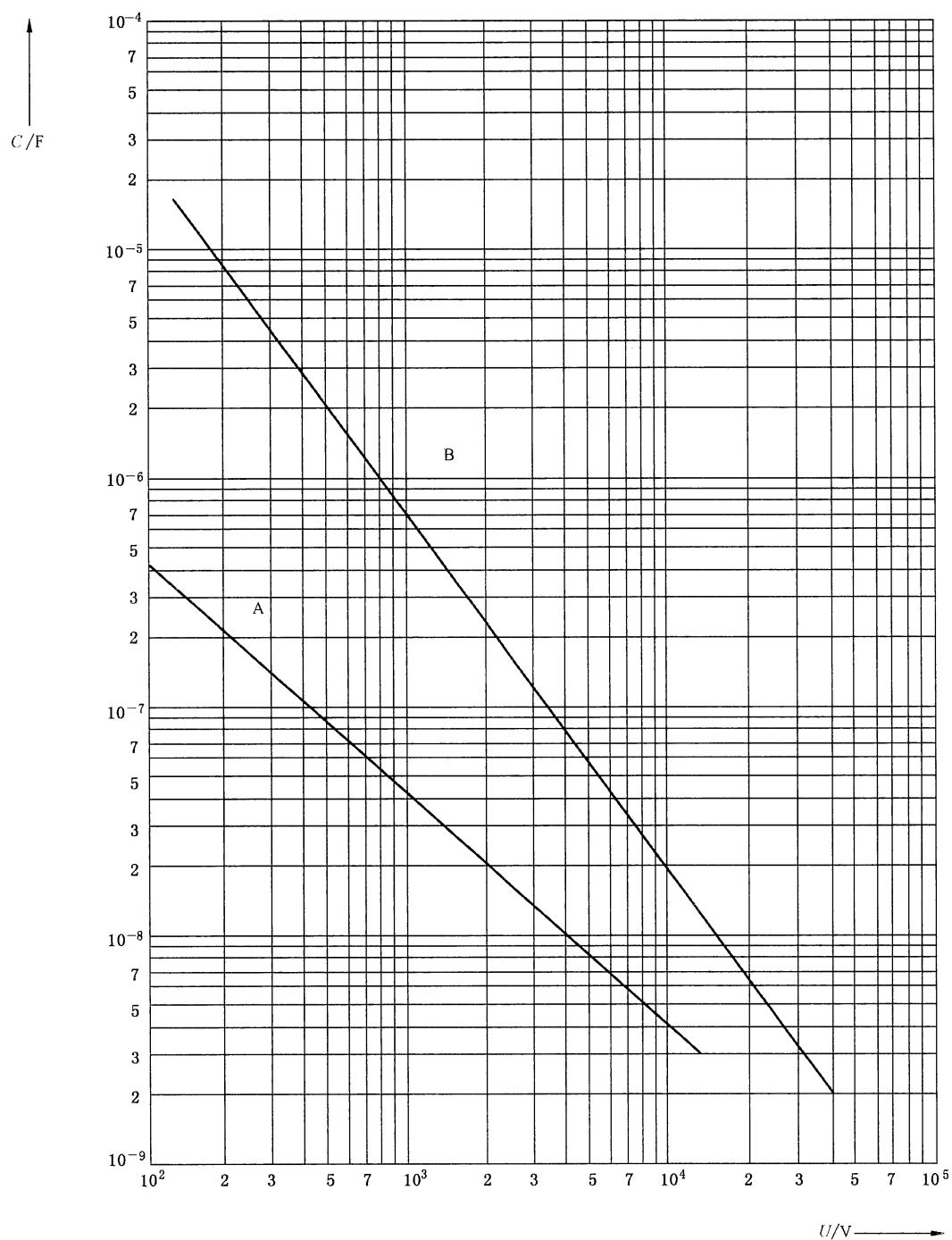
- a) 基本绝缘(见附录 C);
- b) 外壳或挡板;
- c) 阻抗。

外壳或挡板应当满足 8.2 的刚度要求。如果外壳或挡板用绝缘来提供防护, 则它们应当满足基本绝缘的要求。

可触及零部件与危险带电零部件之间的电气间隙和爬电距离应当满足 6.7 的要求和基本绝缘适用的要求。

可触及零部件和危险带电零部件之间的固体绝缘应当能通过 6.8 对应基本绝缘的电压试验。

注: 如果能通过 6.8 的介电强度试验, 对固体绝缘无最小厚度要求。但是, 在机械或热应力条件下, 需要考虑第 8 章、第 9 章和第 10 章的要求。

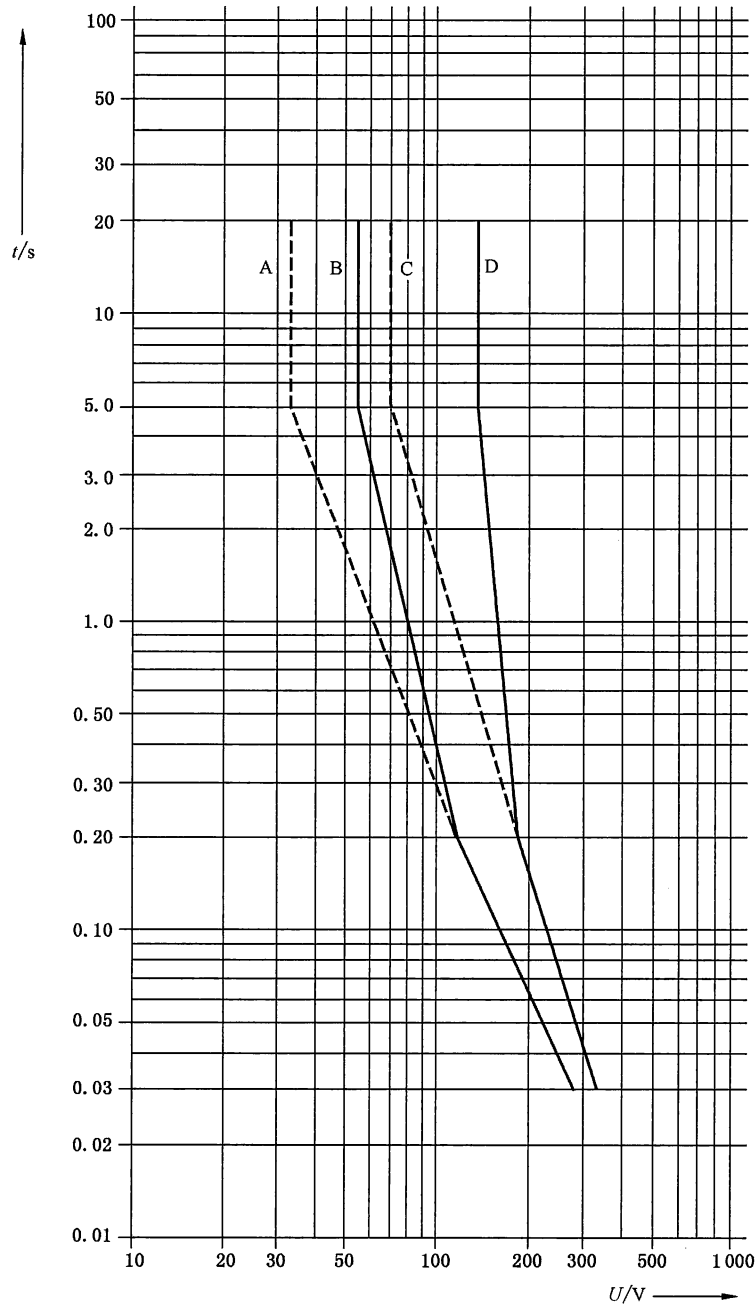


说明：

A —— 正常条件；

B —— 单一故障条件。

图 1 正常条件和单一故障条件下充电电容量限值



说明：

A——潮湿条件下的交流限值；

C——潮湿条件下的直流限值；

B——干燥条件下的交流限值；

D——干燥条件下的直流限值。

图 2 单一故障条件下瞬时可触及电压的短时最大持续时间

通过下面的测量和试验来检验是否合格：

- 1) 通过 6.2 的判定和 6.3 的测量，确定可触及零部件是否危险带电；
- 2) 按 6.7 的规定检查或测量电气间隙和爬电距离；
- 3) 6.8 的基本绝缘的介电强度试验；
- 4) 8.2 的外壳和挡板的刚性试验。

6.5 单一故障条件下的防护

6.5.1 概述

应当提供附加防护,以确保在单一故障条件下防止可触及零部件成为危险带电,该附加防护应当由 6.5.2~6.5.4 规定的一种或多种防护措施组成,或者在出现故障的情况下自动切断电源(见 6.5.5)。

按 6.5.2~6.5.5 的规定检验是否合格。

6.5.2 保护连接

6.5.2.1 概述

如果在 6.4 规定的初级保护装置出现单一故障的情况下可触及导电零部件会危险带电,则可触及导电零部件应当与保护导体端子相连,另一种方法是应用与保护导体端子相连的导电保护屏或挡板将这些可触及零部件与危险带电的零部件隔离。

注:如果用双重绝缘或加强绝缘将可触及导电零部件与所有危险带电零部件隔离,则可触及导电零部件不必与保护导体端子相连。

按 6.5.2.2~6.5.2.4 的规定检验是否合格。

6.5.2.2 保护连接的完整性

应当采用下列措施保证保护连接的完整性:

- a) 保护连接应当由直接的结构件,或独立的导体或者这二者组成。保护连接应当能承受 9.2 规定之一的过流保护装置将设备从电源上断开之前可能会经受到的所有热应力和电动应力。
- b) 对承受机械应力的焊接连接应当采用与焊接无关的方法进行机械固定。这种连接不得用于其他目的,例如固定结构件。螺钉连接件应当紧固防止松动。
- c) 如果设备的某一部分可由操作人员来拆除,则不能使设备剩余部分的保护连接断开(但当设备的一部分带有对整个设备的电源输入连接时除外)。
- d) 可移动的导电的连接件,例如铰接件、滑销件等,不得成为唯一的保护连接通路,除非将它们专门设计成供电气互连用,并满足 6.5.2.4 的要求。
- e) 电缆的外部金属编织物即使与保护导体端子连接也不得认为是保护连接。
- f) 如果由电网电源供电的电源通过设备供其他设备使用,则还应当采取措施,使保护导体通过该设备来保护其他设备。通过该设备的保护导体通路的阻抗不得超过 6.5.2.4 的规定值。
- g) 保护导体可以是裸导体也可以是绝缘导体,绝缘的颜色应当是黄绿色,但下列情况除外:
 - 1) 对接地编织线,可以是黄绿色的也可以是无色透明的;
 - 2) 对内部保护导体以及和组件中的保护导体端子连接的其他导体,例如带状电缆、汇流条、软印制导线等,如果不可能因保护导体无标识而引起危险,则可以使用任何颜色。黄绿双色组合只能用于识别保护导体,而不得用于其他目的。

注:在一些国家,使用绿色作为保护导体的颜色标识与黄绿双色组合是等效的。

h) 使用保护连接的设备应当装有满足 6.5.2.3 要求的端子并应当能适用于保护导体的连接。

通过目视检查来检验是否合格。

6.5.2.3 保护导体端子

保护导体端子应当满足下列要求:

- a) 接触表面应当为金属表面。

注:选择保护连接系统的材料要能使端子与保护导体之间或与端子接触的任何其他金属之间的电化学腐蚀减小

到最低限度。

- b) 器具输入插座的整体式保护导体连接端应当认为是保护导体端子。
 - c) 对装有可拆线软线的设备以及对永久连接式设备,其保护导体端子应当位于电网电源端子的近旁。
 - d) 如果设备不需要与电网电源相连,但仍然具有需要保护接地的电路或零部件,则保护导体端子应当位于需保护接地的该电路端子的附近。如果该电路有外部端子,则保护导体端子也应当位于外部。
 - e) 电网电源电路的保护导体端子其载流能力至少应当与电网电源供电端子的载流能力相当。
 - f) 组合有其他端子的以及预定要手动连接和断开的插入式保护导体端子,例如电源线的插头和器具耦合器或插入单元的连接组件,其设计应当使保护导体连接相对于其他连接最先接通和最后断开。
 - g) 如果保护导体端子还要用于其他连接目的,则应当首先用于连接保护导体,而且固定保护导体应当与其他连接无关。保护导体的连接方式应当确保不可能由于进行不涉及保护导体的维修而将保护导体拆除,或者应当标有警告标志(见 5.2),说明拆除后需要更换保护导体。
 - h) 对需要用保护导体来对测量电路的单一故障提供防护的设备,应当采用下列要求:
 - 1) 保护导体端子和保护导体至少应当具有测量端子的电流额定值。
 - 2) 所装有的任何开关或断路装置不得断开保护连接。在试验和测量设备中用于间接保护连接的装置允许成为保护连接的一部分。
 - i) 功能接地端子(例如测量接地端子),如果有的话,应当提供独立于保护导体连接的连接。
- 注:设备可以装有功能接地端子,与所采用的保护措施无关。
- j) 如果保护接地端子是一种连接螺钉,则该螺钉应当具有能与连接导体相应的尺寸,但不小于 M4(6 号),并至少应当能啮合 3 圈螺纹。保护连接所需的接触压力应当不会由于构成连接部分的材料变形而减小。

通过目视检查来检验是否合格。还要通过下列试验来检验是否符合 j) 的要求。对金属件上的螺钉或螺母、连同被固定的最不利的接地导体,以及任何配套的导线固定装置的组件,当用表 2 规定的拧紧力矩时,应当能承受 3 次装配和拆卸的操作而不发生机械失效。

表 2 螺钉组件的拧紧扭矩

螺钉尺寸/mm	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0
拧紧扭矩/(N·m)	1.2	2.0	3.0	6.0	10.0

6.5.2.4 插头连接设备的保护连接阻抗

保护导体端子与规定要采用保护连接的每一个可触及零部件之间的阻抗不得超过 $0.1\ \Omega$,电源线的阻抗不构成规定的保护连接阻抗的一部分。

通过施加试验电流 1 min,然后计算阻抗来检验是否合格,电流取下列电流值的较大者:

- a) 直流 25 A 或额定电源频率交流 25 A 有效值;
- b) 等于设备额定电流 2 倍的电流。

如果控制器在电源的所有极上装有过流保护装置,以及如果在单一故障条件下过流保护装置电源一侧的导线不可能变成与可触及导电零部件相连,则试验电流不必大于内部过流保护装置额定电流的 2 倍。

6.5.3 双重绝缘和加强绝缘

组成双重绝缘或加强绝缘(见附录 C)一部分的电气间隙和爬电距离应当满足 6.7 适用的要求,外

壳应当满足 6.9.2 的要求。

对组成加强绝缘一部分的固体绝缘应当能通过 6.8 的加强绝缘的电压值电压试验。

按 6.7, 6.8 和 6.9.2 的规定来检验是否合格。如果可能的话, 双重绝缘的两个部分要分开进行试验, 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以通过测量来检验。

6.5.4 保护阻抗

为确保在单一故障条件下可触及导电零部件不会成为危险带电, 保护阻抗应当是下列规定的一种或一种以上的类型:

- a) 一种合适的高完善性单一元器件(见 12.5);
- b) 元器件的组合;
- c) 基本绝缘和电流或电压限制装置的组合。

元器件、导线和连接件的额定值应当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 4.4.2.2), 通过 6.3 的测量来检验是否合格。

6.5.5 电源的自动断开

如果电源的自动断开被用作单一故障条件下的保护, 则该自动断开装置应当满足下列所有要求:

- a) 自动断开装置应当随同设备一起提供, 或者安装说明书应当规定自动断开要作为设施的一部分来进行安装。
- b) 自动断开装置的额定特性应当规定成能在图 1 规定的时间范围内断开负载。
- c) 自动断开装置的额定值应当与设备的最大额定负载条件相适应。

通过目视检查自动断开装置的规范, 以及如果适用检查安装说明书来检验是否合格。在有怀疑的情况下, 对自动断开装置进行试验来检验其是否在要求的时间范围内断开电源。

6.6 与外部电路的连接

6.6.1 概述

与外部电路的连接应当不会:

- a) 在正常条件和单一故障条件下使外部电路的可触及零部件变成为危险带电;
- b) 或者在正常条件和单一故障条件下使设备的可触及零部件变成为危险带电。

应当通过对电路的隔离来实现保护, 除非将电路的隔离短路不可能产生危险。

为达到上述的要求, 制造商的说明书或设备的标志应当按适用的情况对每个外部端子给出以下信息:

- 1) 端子已设计成的能保持安全工作的额定条件(最大额定输入/输出电压, 连接器特定的型号, 已设计的用途等);
- 2) 为符合正常条件和单一故障条件下端子连接时的电击防护要求, 对外部电路要求的绝缘额定值。

对端子的可触及性见 6.6.2。

按下列方法来检验是否合格:

- a) 通过目视检查;
- b) 通过 6.2 的判定;
- c) 通过 6.3 和 6.7 的测量;
- d) 通过 6.8 介电强度试验(但潮湿预处理除外)。

6.6.2 外部电路的端子

在断开电源后 10 s,从内部电容器接收电荷的端子不得危险带电。

由内部获得供电的、且危险带电电压超过有效值 1 kV 或直流 1.5 kV、或者浮地电压超过有效值 1 kV 或直流 1.5 kV 的端子应当是不可触及的。且有这种端子的设备其设计应当使连接器在未插合好时危险带电电压就不会出现,或者应当标有表 1 的符号 12(见 5.2),以警告操作人员可能存在可触及危险电压。

当最大额定电压施加到未插合好的端子时,该端子是危险带电的,则该端子应当是不可触及的。

注:对锁紧式和螺纹固定式端子,见 6.2.1b)。

通过目视检查和按 6.3 的规定对可触及零部件的判定来检验是否合格。

6.6.3 具有危险带电端子的电路

这些电路不得连到可触及导电零部件,但非电网电源的电路,以及设计成要与一个处于地电位的端子接触件一起工作的电路除外。在这种情况下,可触及导电零部件不得危险带电。

如果这种电路也设计成要与一个处于非危险带电的电压、浮地的可触及接触件(信号低端)一起工作,则该端子接触件允许连到公共功能地端子或系统(例如同轴屏蔽系统)。该公共功能地端子或系统也允许连到其他的可触及导电零部件。

通过目视检查来检验是否合格。

6.6.4 供绞合导体用的可触及端子

供绞合导体用的可触及端子其设置的位置或采用的防护应当确保在不同极性的危险带电零部件之间,或这种零部件与其他可触及零部件之间,即使绞合导体的一根脱离端子也不会存在偶然接触的危险。除非不会存在偶然接触的危险是显而易见的(显而易见是更为可取的),否则可触及端子应当标有标志,来表示它们是否能与可触及导电零部件相连[见 5.1.5c)]。

先剥去 8 mm 长的绝缘,使绞合导线中的一根自由活动,然后在完全插入绞合导线后,通过目视检查来检验是否合格。绞合导线中的一根在不向后撕开绝缘,或在不围绕挡板锐弯的情况下,以任何可能的方向弯曲时,不得接触到不同极性的零部件或其他可能触及零部件。

承载危险带电电压或电流的电路的可触及端子,其固定、安装或设计应当确保使这些端子在拧紧、松开时,或在进行连接时不会出现松动。

通过手动试验和目视检查来检验是否合格。

6.7 电气间隙和爬电距离

6.7.1 概述

电气间隙和爬电距离在 6.7.2~6.7.4 中作出规定,以使能承受在设备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设备中安装的或制造商说明书中要求的保护装置。

对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指触及到的该可触及表面任何地方包有金属箔那样是导电的。均匀结构按 6.7.4.1c)的规定来检验是否合格。

6.7.2 一般要求

6.7.2.1 电气间隙

电气间隙被规定成要承受可能在电路中出现的,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:

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

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

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 3 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当至少等于电气间隙的规定值。

表 3 海拔 5 000 m 内的电气间隙倍增系数

额定工作海拔高度 m	倍增系数
$\leq 2\ 000$	1.00
2 001~3 000	1.14
3 001~4 000	1.29
4 001~5 000	1.48

6.7.2.2 爬电距离

对于两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。爬电距离采用线性内插值是允许的。爬电距离始终应当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,则爬电距离应当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,爬电距离应当是基本绝缘规定值的两倍。

就本条而言,材料按其 CTI(相比漏电起痕指数)值被分为四个组别,如下:

- a) 材料组别 I: $600 \leq \text{CTI}$;
- b) 材料组别 II: $400 \leq \text{CTI} < 600$;
- c) 材料组别 III a: $175 \leq \text{CTI} < 400$;
- d) 材料组别 III b: $100 \leq \text{CTI} < 175$ 。

上面的 CTI 值是指按 GB/T 4207—2012 的规定,在为此目的专门制备的样品上,用溶液 A 来试验所获得的数值。

对玻璃、陶瓷或其他不产生漏电起痕的无机绝缘材料,爬电距离无需大于其相关的电气间隙。

附录 D 规定了能用于减小污染等级的方法。

爬电距离按附录 E 的规定测量。

6.7.3 电网电源电路

电气间隙和爬电距离应当满足表 4 的规定值。

表 4 电网电源电路的电气间隙和爬电距离

相线-中线电压交流有效值或直流值 V	电气间隙数值 (见注 1) mm	爬电距离数值								
		污染等级 1		污染等级 2				污染等级 3		
		印制线路板 CTI≥ 100 mm	所有材料组别 CTI≥ 100 mm	印制线路板 CTI≥ 100 mm	材料组别 I CTI≥ 600 mm	材料组别 II CTI≥ 400 mm	材料组别 III CTI≥ 100 mm	材料组别 I CTI≥ 600 mm	材料组别 II CTI≥ 400 mm	材料组别 III CTI≥ 100 mm
>50~≤100	0.1	0.1	0.25	0.16	0.71	1.0	1.4	1.8	2.0	2.2
>100~≤150	0.5	0.5	0.5	0.5	0.8	1.1	1.6	2.0	2.2	2.5
>150~≤300	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.1	3.0	3.8	4.1	4.7
>300~≤600	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.3	6.0	7.5	8.3	9.4
注 1: 不同污染等级的最小电气间隙数值: 污染等级 2 为 0.2 mm; 污染等级 3 为 0.8 mm。 注 2: 所规定的数值是针对基本绝缘或附加绝缘的, 对加强绝缘的数值是两倍基本绝缘的数值。										

6.7.4 除电网电源电路以外的电路

6.7.4.1 电气间隙数值——一般要求

- 对非电网电源电路供电的电路, 其电气间隙应当符合表 5 规定的数值, 但对下面 b) 中规定的情况除外。
- 下列情况的电气间隙在 6.7.4.2 中作出规定, 这些情况包括:
 - 在设备内已采取措施, 将过电压限制在低于表 5 的适用的脉冲承受电压等级 (见 12.7);
 - 最大可能的瞬态过电压高于表 5 的适用的脉冲承受电压;
 - 工作电压为一个以上电路的电压之和, 或工作电压为混合电压;
 - 由电源 (设备外部的, 但按照制造商规定的) 将瞬态过电压抑制到低于表 5 的脉冲承受电压值, 只要设备预定不接到允许更高脉冲电压值的其他电源即可。
- 对均匀结构可以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当确保使它们之间存在均匀的或接近均匀的电场条件。因此在除电网电源电路以外的电路, 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试验电压 (见表 8)。

表 5 非电网电源供电的电路的电气间隙

工作电压 (交流有效值或 直流值)/ V	电气间隙/mm			
	电网电源电压 ≤ 100 V 额定脉冲电压 500 V	电网电源电压 > 100 V ≤ 150 V 额定脉冲电压 800 V	电网电源电压 > 150 V ≤ 300 V 额定脉冲电压 1 500 V	电网电源电压 > 300 V ≤ 600 V 额定脉冲电压 2 500 V
50	0.05	0.12	0.53	1.51
100	0.07	0.13	0.61	1.57
150	0.10	0.16	0.69	1.64
300	0.24	0.39	0.94	1.83
600	0.79	1.01	1.61	2.41
1 000	1.66	1.92	2.52	3.45
1 250	2.23	2.50	3.16	4.16
1 600	3.08	3.39	4.11	5.21

6.7.4.2 表 5 不适用时的电气间隙数值

基本绝缘和附加绝缘的电气间隙按下式确定：

$$\text{电气间隙} = D_1 + F(D_2 - D_1)$$

式中：

D_1 和 D_2 ——取自表 6 的电气间隙；

D_1 ——可适用于最大电压 U_m (如果仅由一个 $1.2 \times 50 \mu\text{s}$ 脉冲组成) 的电气间隙；

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

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, 按下式之一确定：

$$F = (1.25U_w/U_m) - 0.25 \text{ (如果 } 0.2 < U_w/U_m \leq 1)$$

$$F = 0 \text{ (如果 } U_w/U_m \leq 0.2)$$

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 6 规定的 D_1 和 D_2 数值。

示例 1: 峰值工作电压为 3 500 V 和最大瞬态过电压为 4 500 V 的加强绝缘的电气间隙

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

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

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

$$\text{电气间隙} = D_1 + F(D_2 - D_1) = 16.7 + 0.347(29.5 - 16.7) = 17.7 + 4.4 = 22.1 \text{ (mm)}$$

示例 2: 由初级电压 230 V a.c. 供电次级峰值工作电压为 400 V 的基本绝缘的电气间隙, 但设备内过电压控制在最大为 2 100 V

$$U_m = U_w + U_t = (400 + 2\,100) = 2\,500 \text{ (V)}$$

$$(U_w/U_m) < 0.2 \text{ 所以 } F = 0$$

$$\text{电气间隙} = D_1 = 1.45 \text{ mm}$$

表 6 按 6.7.4.2 计算的电气间隙数值

$\hat{U}_m/V$	电气间隙/mm		$\hat{U}_m/V$	电气间隙/mm	
	D_1	D_2		D_1	D_2
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

注 1: 允许使用电气间隙内插值(最近两点线性插值)。
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。

6.7.4.3 对非电网电源电路供电的电路爬电距离数值

表 7 给出与工作电压有关的爬电距离值。

表 7 对非电网电源电路供电的电路爬电距离

单位为毫米

工作电压 (交流有效值 或直流值)/ V	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		
	材料组别			材料组别			材料组别		
	Ⅲ b	Ⅲ a		I	Ⅱ	Ⅲ a-b	I	Ⅱ	Ⅲ a-b (见注)
10	0.025	0.04	0.08	0.40	0.40	0.40	1.00	1.00	1.00
12.5	0.025	0.04	0.09	0.42	0.42	0.42	1.05	1.05	1.05
16	0.025	0.04	0.10	0.45	0.45	0.45	1.10	1.10	1.10
20	0.025	0.04	0.11	0.48	0.48	0.48	1.20	1.20	1.20
25	0.025	0.04	0.125	0.50	0.50	0.50	1.25	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	0.80	1.10	1.4	1.6	1.8
50	0.025	0.04	0.18	0.60	0.85	1.20	1.5	1.7	1.9
63	0.040	0.063	0.20	0.63	0.90	1.25	1.6	1.8	2.0
80	0.063	0.10	0.22	0.67	0.95	1.3	1.7	1.9	2.1
100	0.10	0.16	0.25	0.71	1.00	1.4	1.8	2.0	2.2
125	0.16	0.25	0.28	0.75	1.05	1.5	1.9	2.1	2.4
160	0.25	0.40	0.32	0.80	1.1	1.6	2.0	2.2	2.5
200	0.40	0.63	0.42	1.00	1.4	2.0	2.5	2.8	3.2
250	0.56	1.0	0.56	1.25	1.8	2.5	3.2	3.6	4.0
320	0.75	1.6	0.75	1.60	2.2	3.2	4.0	4.5	5.0
400	1.0	2.0	1.0	2.0	2.8	4.0	5.0	5.6	6.3
500	1.3	2.5	1.3	2.5	3.6	5.0	6.3	7.1	8.0
630	1.8	3.2	1.8	3.2	4.5	6.3	8.0	9.0	10.0
800	2.4	4.0	2.4	4.0	5.6	8.0	10.0	11	12.5

注 1：对高于 630 V 污染等级 3 的应用场合不推荐材料组别Ⅲ b。

注 2：允许使用爬电距离的内插值(最近两点线性插值)。

6.8 介电强度试验程序

6.8.1 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:

- 任何保护导体端子或功能接地端子。
- 任何可触及导电零部件,但对因未超过 6.3.2 的规定值而允许触及的任何带电零部件除外。这种带电零部件要连接在一起,但不构成参考试验地的一部分。
- 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。
- 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。

6.8.2 潮湿预处理

为确保设备在附录 E 的潮湿条件下不会产生危险,在 6.8.4 的电压试验前,设备要进行潮湿预处理,在预处理期间设备不工作。

如果 6.8.1 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。

能手动拆除的电气元器件、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 $93\% \pm 3\%$ 。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,设备要处在 $42\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 环境中。通常在进行潮湿预处理前,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设备上。

设备在箱内保持 48 h,取出设备后使其在 4.3.1 规定的环境条件下恢复 2 h,非通风设备的盖子要打开。

6.8.3 试验的实施

6.8.4 规定的试验要在潮湿处理后恢复时间结束时的 1 h 内进行和完成。试验期间设备不工作。

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和限压装置要断开。

在组合使用两个或两个以上保护装置的情况下(见 6.5 和 6.6.1),对双重绝缘和加强绝缘所规定的电压就可能会加在不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。

6.8.4 电压试验

6.8.4.1 一般要求

进行电压试验要采用表 8 的规定值,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,电压要在 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。

对均匀结构的电气间隙[见 6.7.4.1c)]进行试验时,要采用表 8 针对非均匀结构所规定的电气间隙值来规定交流电压、直流电压和以峰值表示的峰值脉冲电压。为了简便可以选择交流试验,或为了避免容性电流可以选择直流试验,或者为了减小元器件的功耗可以选择脉冲试验。

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当为 3 个周期,或者对直流试验,

则应当为每一极性 10 ms 持续时间的 3 倍。

双重绝缘或加强绝缘的试验值是表 8 中对基本绝缘试验值的 1.6 倍。

表 8 基本绝缘的试验电压

电气间隙/ mm	脉冲试验的 峰值电压 1.2/50 μ s V	交流电压 有效值 50/60 Hz V	交流电压 峰值 50/60 Hz 或直流电压 V	电气间隙/ mm	脉冲试验的 峰值电压 1.2/50 μ s V	交流电压 有效值 50/60 Hz V	交流电压 峰值 50/60 Hz 或直流电压 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	420	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	109 000
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。

注 1：在对电路进行试验时，可能难以将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以及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。

注 4：试验后要注意释放储存的能量。

6.8.4.2 检验均匀结构电气间隙的试验电压海拔高度的修正

如果试验地点的海拔高度不是 2 000 m，则试验电压需要乘以表 9 规定的相应的系数。系数仅用于检查均匀结构中电气间隙的电压试验。在试验地点对电气间隙施加修正后的试验电压和在海拔 2 000 m 处施加原试验电压所承受的电压应力是相同的。

表 9 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 m	对应试验电压范围的海拔高度修正系数			
	$327 \text{ V}_{\text{峰值}} \leq \hat{U}_{\text{试验}}$ $< 600 \text{ V}_{\text{峰值}}$ $231 \text{ V}_{\text{有效值}} < U_{\text{试验}}$ $< 424 \text{ V}_{\text{有效值}}$	$600 \text{ V}_{\text{峰值}} \leq \hat{U}_{\text{试验}}$ $< 3\,500 \text{ V}_{\text{峰值}}$ $424 \text{ V}_{\text{有效值}} < U_{\text{试验}}$ $< 2\,475 \text{ V}_{\text{有效值}}$	$3\,500 \text{ V}_{\text{峰值}} \leq \hat{U}_{\text{试验}}$ $< 25 \text{ kV}_{\text{峰值}}$ $2\,475 \text{ V}_{\text{有效值}} < U_{\text{试验}}$ $< 17.7 \text{ kV}_{\text{有效值}}$	$25 \text{ kV}_{\text{峰值}} \leq \hat{U}_{\text{试验}}$ $17.7 \text{ kV}_{\text{有效值}} < U_{\text{试验}}$
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

6.9 防电击保护的结构要求

6.9.1 概述

如果发生故障时可能会导致危险，则应当采取下列措施：

- 对承受机械应力的导线连接的固定不得仅依靠焊接；
- 对固定可拆卸的盖子的螺钉，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，则该螺钉应当是不脱落的螺钉；
- 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，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。

6.9.2 双重绝缘或加强绝缘设备的外壳

全部用双重绝缘或加强绝缘防护的设备应当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当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，应当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，该涂层或挡板应当包围所有的金属零部件，以及包围当危

险带电零部件松脱可能会使其接触到外壳的金属零部件的所有空间；

- b) 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对基本绝缘的规定值。

对具有锁紧垫圈的螺钉或螺母不认为是易于发生松动的,对用机械方法进行固定的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通过 6.8 的试验来检验是否合格。

6.9.3 超出量程的指示

如果危险是由于操作人员信赖设备的显示值(如电压)而引起的,则不论指示值是大于设定的仪表量程的正向最大值,还是小于设定的仪表量程的负向最小值,仪器的显示均应当给出不会使人误解的指示。

注:下面列出了存在危险指示的例子,除非有一个单独的不会使人误解的超出量程值的指示:

- a) 模拟仪表上具有的止挡刚好设置在位于量程的两端;
- b) 数字仪表在实际值大于量程最大值时显示一个低值(如 1 001.5 V 电压显示为 001.5 V);
- c) 图形记录仪在记录纸的边缘打印图形,从而造成当实际值更大时只在量程最大值处指示数值。

通过目视检查,以及如有怀疑,通过产生一个超量程的量值来检验是否合格。

6.10 与电网电源的连接和设备零部件之间的连接

6.10.1 电源线

下列要求适用于不可拆卸的电源线和随同设备一起提供的可拆卸的电源线:

- a) 电源线的额定值应当与设备的最大电流相适应,且所用的缆线应当符合 GB 5023 或 GB 5013。经某个认可的检测机构认证或批准的电源线被认为符合这一要求。
- b) 如果电源线有可能与设备外部的发热零部件接触,则该电源线应当采用合适的耐热材料来制造。
- c) 如果电源线是可拆卸的,则电源线和器具输入插座至少应当具有这两个部件之一的最高温度。

注:对电源线和器具输入插座这两者要求具有同样的温度额定值是为了确保不可能无意中使用低温度额定值的电源线组件。

- d) 与保护导体端子连接的只能使用具有黄绿双色外皮的导线。

带符合 GB 17465 的连接器的可拆卸的电源线应当满足 GB 15934—2008 的要求,或者其额定值至少应当与装在电源线上的电源连接器的电源额定值相一致。

电源线术语在图 3 中给出。

通过目视检查,以及如有必要,通过测量来检验是否合格。

6.10.2 不可拆卸的电源线的安装

应当采取下面的措施之一来防止电源线在电线进线口处发生磨损和锐弯:

- a) 采用具有光滑倒圆开孔的进线口和套管;
- b) 采用由绝缘材料制成的能可靠固定的软线护套,护套伸出进线口处至少为能安装的最大截面积电线的外径的 5 倍。对于扁平软线,要取其外形截面的大尺寸作为软线的外径。

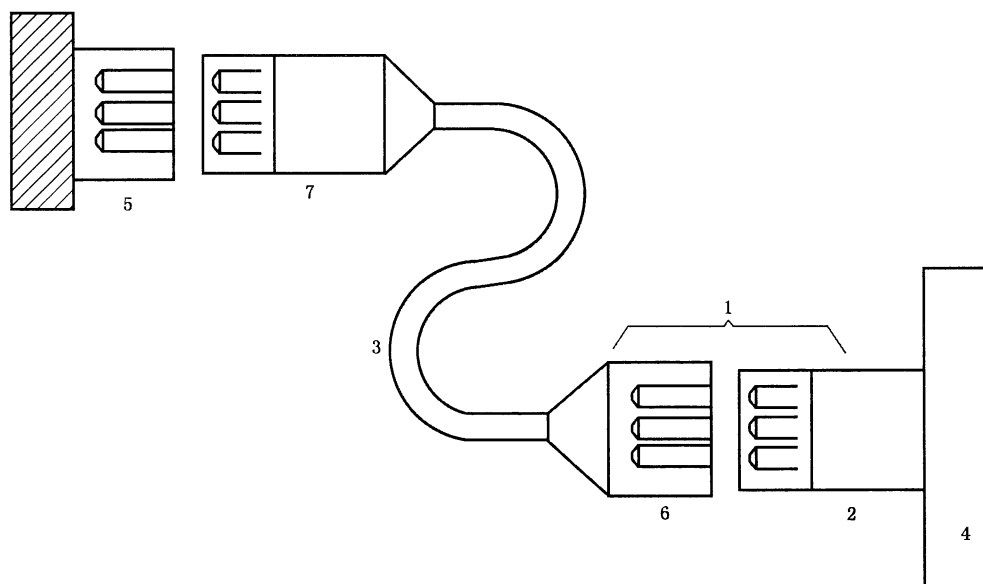
通过目视检查,以及如有必要,通过测量尺寸来检验是否合格。

软线固定装置应当能使设备内连接软线处软线的导线免受应力,包括扭力,并应当能防止导线的绝缘受到磨损。如果软线在其固定装置中滑脱,则其保护接地导体,如果有的话,应当最后承受到应力。

软线固定装置应当符合下列要求:

- a) 不得用螺钉直接压在软线上来夹紧软线;

- b) 不得采取在软线上打结；
- c) 应当不可能将软线推入设备内达到可能引起危险的程度；
- d) 在具有金属零部件的软线固定装置内，软线绝缘的损坏不得使可触及导电零部件变成危险带电；



说明：

- 1——器具耦合器；
- 2——器具输入插座；
- 3——可拆卸电源线；
- 4——设备；
- 5——固定式电源插座；
- 6——电源连接器；
- 7——电源插头。

图 3 可拆卸电源线和连接

- e) 紧缩套管不得作为软线固定装置来使用，除非紧缩套管具有能夹紧符合 6.10.1 要求的所有型号和尺寸的电源线，且适合与所提供的端子相连接，或者该套管已设计成能端接有护套的电源线；
- f) 软线固定装置的设计应当保证软线的更换不会引起危险，且采用消除应力的方法应当是明显的。

通过目视检查和下述的推拉力试验来检验是否合格：手动将软线尽可能地推入设备内，然后软线使承受表 10 规定的稳定拉力值 25 次，拉力沿最不利的方向施加，每次持续 1 s。然后立即承受表 10 规定的力矩值持续 1 min。

表 10 电源线的物理试验

设备质量 kg	拉力 N	力矩 N · m
≤1	30	0.10
>1~≤4	60	0.25
>4	100	0.35

试验后:

- 1) 软线不得出现损伤;
- 2) 软线纵向位移不得超过 2 mm;
- 3) 位于固定装置夹紧软线处不得有变形的迹象;
- 4) 电气间隙和爬电距离不得减小到规定值以下;
- 5) 电源线应当能通过 6.8 的电压试验(但不进行潮湿预处理)。

6.10.3 插头和连接器

插头和连接器应满足:

- a) 将设备连接到电网电源上的插头和连接器,包括用来连接可拆卸的电源线的器具耦合器,均应当符合插头、插座和连接器的相关规范。
- b) 如果设备是设计成在正常条件或单一故障条件下仅由低于 6.3.3a)规定值的电压供电,或者是一个电源单独为其供电,则电源线的插头应当不能插入其电压高于设备额定电源电压的电源系统的插座中。电网电源类型的插头和插座不得作为连接电网电源以外的其他用途。
- c) 如果软线连接的设备,其插头的插销从内部电容器接收电荷,则在断开电源后 5 s,插销不得危险带电。
- d) 在装有辅助电源插座的设备上:
 - 1) 如果该插座能插入标准电源插头,则应当标有符合 5.1.3e)规定的标志;
 - 2) 如果该插座上具有供保护接地导体用的端子接触件,则设备的输入电源的连接应当包括与保护导体端子连接的保护接地导体。

通过目视检查来检验是否合格。对从内部电容器接收电荷的插头,要进行 6.3 规定的测量来确定是否超过 6.3.2c)的规定值。

6.11 供电电源的断开

6.11.1 概述

除 6.11.2 的规定外,不论在设备的内部还是外部,应当装有使设备能从每一个供给能量的电源上断开的断开装置。断开装置应当断开所有载流导体。

注:设备也可以装有益于功能目的开关或其他断开装置。

按 6.11.3~6.11.4 的规定来检验是否合格。

6.11.2 例外

如果短路或过载不会引起危险,则不需要断接装置。

不需要断开装置的例子有:

- a) 预定仅由低能量电源,如小电池供电的设备。
- b) 预定仅连接到有阻抗保护的电源上的设备。这种电源是其阻抗值能确保一旦设备出现过载或短路,设备的供电条件不会超过其额定供电条件且设备不会发生危险的一种电源。
- c) 构成阻抗保护负载的设备。这种负载是非分立的过流或热保护的元器件,而是其阻抗能确保一旦该元器件所在的电路出现过载或短路,电路不会超过其额定值的一种元器件。

通过目视检查来检验是否合格,如有怀疑,则设置短路或过载来检验是否会发生危险。

6.11.3 按设备的类型规定的要求

6.11.3.1 永久连接式设备和多相设备

对永久连接式设备和多相设备应当采用开关或断路器作为断开装置。

如果开关不是作为设备的一部分,则设备的安装文件应当规定:

- a) 开关或断路器应当包含在建筑物的设施中;
- b) 开关应当靠近设备,而且应当是在操作人员易于达到的地方;
- c) 开关或断路器的标志应当标成是该设备用的断开装置。

通过目视检查来检验是否合格。

6.11.3.2 单相软线连接的设备

单向软线连接的设备应当装有下列之一的断开装置:

- a) 开关或断路器;
- b) 不用工具就能断开的器具耦合器;
- c) 无锁紧装置的、能与建筑物上的插座相配的可分离的插头。

通过目视检查来检验是否合格。

6.11.4 断开装置

6.11.4.1 概述

如果断开装置是作为设备的一部分,则断开装置在电路上应当尽可能靠近电源。对产生功耗的元器件在电路上不得置于电源和断开装置之间。

断开装置在电路上应当尽可能靠近电源。

通过目视检查来检验是否合格。

6.11.4.2 开关和断路器

用作断开装置的设备开关或断路器应当符合 GB 14048.1—2012 和 GB 14048.3—2008 的有关要求,并应当能适用于其适用场合。

如果开关或断路器用作断开装置,则其标志应当能表示出这种功能。如果仅有一个装置(一个开关或一个断路器),则用表 1 的符号 9 和符号 10 即可。

开关不得装在电源线上。

开关或断路器不得断开保护接地导体。

具有作断开用的触点和具有作其他目的用的触点的开关或断路器应当符合 6.6 和 6.7 对电路之间的隔离的要求。

通过目视检查来检验是否合格。

6.11.4.3 器具耦合器和插头

如果器具耦合器或可分离插头用作断开装置,则应当使操作人员能很快识别,而且应当能很容易达到。对单相便携式设备,软线长度不大于 3 m 的插头被认为是容易达到的。器具耦合器的保护接地导体应当在供电导体连接前先行连接,而在供电导体断开后再行断开。

通过目视检查来检验是否合格。

7 防机械危险

7.1 概述

在正常条件下或单一故障条件下操作不得导致机械危险。

反应釜和控制器外壳上所有易于接触到的边缘、凸起物、拐角、开孔、挡板、把手等应当光滑圆润,避

免在正常使用电源时造成伤害。

通过 7.2~7.4 的规定来检验是否合格。

7.2 运动零部件

在正常条件下或单一故障条件下,反应釜的运动零部件应当不会挤破、划破或刺破可能接触它们的操作人员的身体的各个部位,也不得严重夹伤操作人员的皮肤。

反应釜搅拌部分的运动零部件,应设计成能使不留心接触这种运动零部件的可能性减小到最低的限度(如安装挡板、把手等)。

通过目视检查来检验是否合格。如有怀疑,通过施加试验检验是否合格。

7.3 稳定性

反应釜和控制器及其组件,在正常使用时物理上应当是稳定的。

如果适用,通过进行下列的每一项试验来检验是否合格:

注:容器装上正常使用时能造成最不利情况的规定量的物质。脚轮处在正常使用时最不利的位置。除另有规定者外,将门、抽屉关好。

- a) 对除手持式设备以外的其他设备,应从其正常位置向每一个方向倾斜 10° 角。
- b) 对高度等于或大于 1 m 且质量等于或大于 25 kg 的设备,以及所有落地式设备,要在其顶部,或如果设备高度大于 2 m,则在高度 2 m 处施加一个力。该力为 250 N 或设备重量的 20%,取其较小者。力沿所有方向施加,但不向上施加。正常使用时要使用的支撑物,以及预定要由操作人员打开的门、抽屉等,要处于其最不利的位置。
- c) 对落地式设备要施加 800 N 的力,力要向下施加在下列表面上能产生最大力矩的位置上:
 - 1) 所有水平工作表面;
 - 2) 具有明显突出部分且离地面高度不大于 1 m 的其他表面。

在试验期间,设备不得失去平衡。

通过目视检查来检验标志要求是否合格。

7.4 提起和搬运用装置

如果供反应釜和控制器搬运用的提手或把手是装在设备上或随同设备一起提供的,则它们应当能承受设备重量 4 倍的力,力达到稳定后,保持 1 min。

质量等于或大于 18 kg 的反应釜或部件应当装有供提起和搬运用的装置,或在制造厂文件中作出说明。

通过目视检查以及通过下面的试验来检验是否合适。

8 耐机械冲击和撞击

8.1 概述

当反应釜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。反应釜应当具有足够的机械强度,元器件应当可靠地固定且电气连接应当是牢固的。

通过 8.2~8.3 的试验来检验是否合格。试验期间电源不工作。对不构成外壳一部分的零部件不进行本试验。

试验完成后,电源应当能通过 6.8 的电压试验(但不进行潮湿预处理),并且用目视检查来检验:

- a) 危险带电零部件是否变成可触及;
- b) 外壳是否出现可能会引起危险的裂纹;
- c) 电气间隙是否小于允许值,内部导线的绝缘是否受到损伤;

- d) 挡板是否损坏或松动;
- e) 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标准规定值的小凹痕,以及对防电击或防潮不会带来不利影响的小缺口可忽略不计。对不构成外壳一部分的任何零部件的损坏可忽略不计。

8.2 外壳的刚性试验

8.2.1 静态试验

设备要牢固地固定在刚性支撑面上并承受 30 N 的力,力通过直径 12 mm 硬棒上的半球面端部来施加。该硬棒应当施加在当准备使用设备时其可触及的以及其变形可能会引起危险的外壳的每一部分。

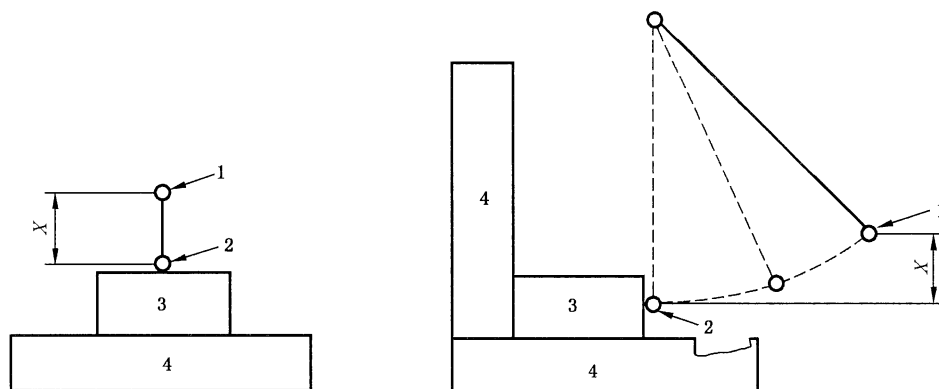
8.2.2 动态试验

预定要由操作人员来拆除和更换的底座、盖子等要用在正常使用时可能施加的力矩将其固定螺钉拧紧。设备要牢固地固定在刚性支撑面上,试验要在正常使用时可能触及的以及如果损坏可能会引起危险的表面的任何位置进行。

试验使用钢球,最多试验 3 个点。试验能量为 5 J。

撞击元件为直径 50 mm、质量 $500\text{ g} \pm 25\text{ g}$ 的钢球。

试验按图 4 所示进行。对 5 J 的能量,高度 X 为 1 m。



说明:

- 1——球的起始位置;
- 2——球的撞击位置;
- 3——试验样品;
- 4——刚性支撑面。

图 4 使用钢球的撞击试验

8.3 跌落试验

8.3.1 概述

试验按下列规定进行:

- a) 对质量小于或等于 20 kg 的设备,按 8.3.2 的规定进行角跌落试验。
- b) 对质量大于 20 kg 但小于或等于 100 kg 的设备,按 8.3.3 的规定进行面跌落试验。
- c) 对固定式设备和质量大于 100 kg 的设备,不需要进行本试验。

注：如果设备是由两个或多个单元组成的，则质量值是指每一个单独的单元。如果一个或多个单元是预定要与另一个单元连接的，或要由另一个单元来支撑的，则对这些单元要视为一个单元。

试验的方法不得使设备倾倒在相邻的面上，而是应当使设备向后倾倒在规定的试验面上，也不得使设备绕相邻的边缘滚动。

如果设备底面的边缘数超过 4 个，则跌落次数应当限制在 4 次。

8.3.2 角跌落试验

将辅助装置以其正常使用的位置放置在混凝土或钢材制成的光滑、坚硬的刚性表面上。在试验表面的上方抬高辅助装置，在一个底角下放置一根高度 10 mm 的木柱，在相邻的一个底角下放置一根高度 20 mm 的木柱。然后，在试验表面的上方，围绕支撑在两个木柱上的底边转动抬高装置，直至与 10 mm 高的木柱相邻的另一个底角升高 $100\text{ mm} \pm 10\text{ mm}$ ，或使辅助装置与试验表面形成的夹角为 30° ，取其较为不利的情况。然后使辅助装置自由跌落在试验表面上，要沿底面四个边缘依次进行试验，使辅助装置在四个底角的每一个底角上跌落一次。

8.3.3 面跌落试验

将辅助装置以其正常使用的位置放置在混凝土或钢材制成的光滑、坚硬的刚性表面上。然后使装置绕一个底边倾斜，使其相对的底边与试验表面之间的距离为 $25\text{ mm} \pm 2.5\text{ mm}$ ，或使底面与试验表面形成的夹角为 30° ，取其最为不严酷的情况。然后使辅助装置自由跌落在试验表面上。

9 防止火焰蔓延

9.1 概述

在正常条件下或单一故障条件下，火焰不得蔓延到设备的外面。设备的结构要求应符合 GB 4793.1—2007 中 9.2 的要求。

9.2 对装有或使用可燃性流体设备的要求

装在反应釜内的可燃性流体在正常使用条件下或单一故障条件下不得导致火焰蔓延。

如果满足下列之一的要求，则认为由可燃性流体导致的危险已减小到允许的水平。

- a) 在正常条件或单一故障条件下，可燃性流体表面的温度和与可燃性流体表面接触的零部件的温度要限制在不超过 $t - 25\text{ }^\circ\text{C}$ 的温度下，其中 t 为可燃流体的燃点（见 10.3）。

注：燃点是指将某种流体加热（按规定的条件）到使其表面的蒸汽和（或）空气混合物在施加和撤离外部火焰时能使火焰维持至少 5 s 的温度。

- b) 要将可燃性流体的液量限制在不可能导致火焰蔓延的液量。

- c) 如果可燃性流体能被引燃，则火焰要受到控制，以防止火焰蔓延到设备的外面。应当提供详细的使用说明，规定减小危险的适用程序（见 5.4.5）。

通过目视检查，以及按 10.4 的规定，通过温度测量来检验是否符合 a) 和 b) 的要求。

按 4.4.4.3 的规定来检验是否符合 c) 的要求。

注：对具有危险燃烧产物的可燃性流体，可以变通改用具有类似燃烧特性的不同可燃性流体。

9.3 过流保护

预定要由电网电源供电的或要与电网电源连接的设备应当用熔断器、断路器、热切断器、阻抗限制电路或类似装置来进行保护，防止设备出现故障时从电网获得过大的能量。这种保护是要限制故障的进一步发展以及着火和火焰蔓延的可能性。过流保护装置也能在故障情况下提供防电击保护。

过流保护装置不得装在保护导线上,熔断器或单极断路器不得装在多相设备的中线上。

注 1: 过流保护装置(例如熔断器)最好要装在所有供电导线上。如果使用多个熔断器作过流保护装置,则熔断器座应当彼此靠近安装,这些熔断器应当具有相同的额定值和特性。过流保护装置,包括电源开关最好要装在设备中的电网电源电路的供电一侧。已认识到,在产生高频的设备中,还需要在电网电源与过流保护装置之间装上干扰抑制元件。

注 2: 在某些设备中,可能需要对过流保护装置的动作进行检测和指示。

10 设备的温度限值和耐热

10.1 对防灼伤的表面温度限值

在 40 ℃ 的环境温度下或最高额定环境温度条件下,易接触表面的温度在正常条件下不得超过表 11 的规定值。

在最高额定环境温度下或在单一故障条件下,如果易接触表面温度超过表 11 规定的温度值,则制造厂应该在说明书中给出防止灼伤的警告说明(见 5.2),或者在相应位置标有表 1 的符号 13。

用防护装置来防护的,防止受到意外接触的表面不认为是易接触表面,只要该防护装置不用工具就不能被拆除即可。

表 11 正常条件下的表面温度限值

零部件	限值/℃
1. 外壳的外表面	
a) 金属的	70
b) 非金属的	80
c) 正常使用时不可能被接触的小区域	100
2. 旋钮和手柄	
a) 金属的	55
b) 非金属的	70
c) 正常使用时仅被短时间抓握的非金属零件	85

按 10.4 的规定通过测量,以及通过目视检查防护装置是否能防止意外接触表面,温度是否超过表 11 的规定值和是否不用工具就不能拆除来检验是否合格。

10.2 绕组温度

如果因温度过高可能会导致危险,则绕组绝缘材料的温度在正常条件下或单一故障条件下不得超过表 12 的规定值(绝缘等级见 GB/T 11021—2014)。

在正常使用条件下和在 4.4 的适用的单一故障条件下,以及在由于温度过高可能导致危险的任何其他单一故障条件下,按 10.4 的规定,通过测量来检验是否合格。

表 12 绕组的绝缘材料

绝缘等级	正常条件 ℃	单一故障条件 ℃
A	105	150
B	130	175
E	120	165
F	155	190
H	180	210

10.3 其他温度的测量

就其他条款而言,如果适用,则要进行下列其他温度的测量。除另有规定外,试验要在正常条件下进行:

- a) 如果在 40 °C 环境温度下或最高额定环境温度下(如果温度更高),现场接线端子盒或箱的温度有可能超过 60 °C,则要测量现场接线端子盒或箱的温度(与 5.1.8 的标志要求有关)。
- b) 在进行 10.5.1 的试验时,测量非金属外壳的温度(建立供 10.5.2 的试验用的基础温度)。
- c) 用来支撑与电网电源连接的,且用绝缘材料制成的零部件的温度[建立用 10.5.2a) 用的温度]。
- d) 电流超过 0.5 A 的,以及如果在接触不良的情况下会散发大量热量的载流零部件的温度[建立用 10.5.2a) 用的温度]。

10.4 温度试验的实施

设备应当在基准试验条件下进行试验。除了本标准规定的特殊的单一故障条件外,要遵守制造厂说明书规定的有关通风、间歇使用的限值等。

最高温度可以通过在基准试验条件下测量温升,然后将该温升值加上 40 °C,或加上最高额定环境温度(如果温度更高)来确定。

绕组绝缘材料的温度通过测量绕组线的温度和与绝缘材料接触的铁心片的温度来确定。可以采用电阻法来测量温度,也可以采用温度传感器来测量温度,温度传感器的选择和放置要使其对绕组温度的影响可忽略不计。如果绕组是不均匀的,或者测量电阻有困难,则要采用后者的测量方法。

温度要在达到稳定时测量。

反应釜的温度试验应放在 GB 4793.1—2007 中 10.4.1 的试验角来进行试验。

10.5 耐热

10.5.1 电气间隙和爬电距离的完整性

当设备在环境温度 40 °C 或最高额定环境温度(如果温度更高)下工作时,其电气间隙和爬电距离应当符合 6.7 的要求。

如果对设备是否产生大量的热量有怀疑,则要使设备在 4.3 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),通过设备工作来进行检验。在本试验后,电气间隙和爬电距离不得减小到小于 6.7 的要求值。

如果外壳是非金属材料的,则要在上述为 10.5.2 的目的而进行试验时测量外壳零部件的温度。

10.5.2 非金属外壳

非金属材料的外壳应当能耐高温。

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。设备不通电,在 70 °C ± 2 °C 或在比 10.5.1 的试验时测得的温度高 10 °C ± 2 °C 的温度下(取其较高的温度)贮存 7 h。如果设备装有用这种处理方法可能会受到损坏的元件,则可以对空外壳进行处理,然后在处理结束时装好设备。
- b) 工作处理。设备在 4.3 的基准试验条件下工作,但环境温度要比 40 °C 高 20 °C ± 2 °C,或比最高额定环境温度(如果高于 40 °C)高 20 °C ± 2 °C。

在经过处理后,设备应当能通过 8.3 的试验,此外,由电网电源供电的控制器,其危险带电零部件不得成为可触及,以及如有怀疑,则再另外进行 6.8 的试验(但不进行潮湿预处理)。

10.5.3 绝缘材料

绝缘材料应当有适当的耐热能力。

- a) 对用来支撑与电网电源连接的且用绝缘材料制成的零部件,应当采用设备内一旦发生短路而不会导致危险的绝缘材料制成。
- b) 如果在正常使用时,端子承载电流超过 0.5 A,以及如果在不良接触的情况下散发大量的热量,则支撑这些端子的绝缘件应当采用其软化程度不会达到可能导致危险或进一步短路的材料来制成。

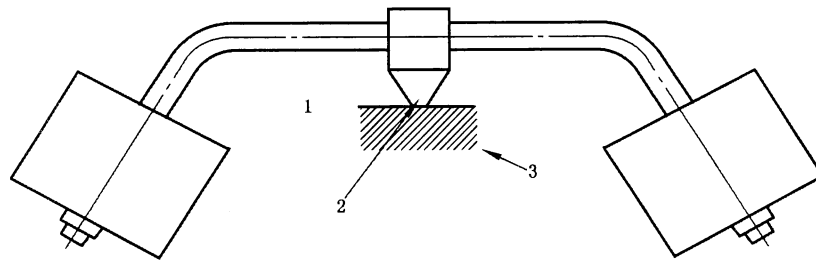
在有怀疑的情况下,通过检查材料的数据来检验是否合格。如果材料数据不能令人确信,则要进行下列之一的试验:

- 1) 采用至少 2.5 mm 厚的绝缘材料样品,用图 5 的试验装置来进行球压试验。试验在加热箱内进行,箱内温度为按 10.3b)或 10.3c)的规定测得的温度 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,或 $125\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,取其较高的温度。对被试零部件的支撑要确保使其上表面呈水平状态,然后使试验装置的球面部分以 20 N 的力压在该表面上。1 h 后取下试验装置,并将样品浸入冷水中,使样品在 10 s 内冷却到接近室温。由球体引起的压痕的直径不得超过 2 mm。

注 1: 如有必要,可以使用零部件的两个或多个截取部分来获得所要求的厚度。

注 2: 对骨架,仅支撑或保持端子在位的那些部分才需要进行该试验。

- 2) GB/T 1633—2000 的方法 A 的维卡软化试验。维卡软化温度至少应当为 $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。



说明:

- 1——被试部分;
- 2——试验装置的球形部分;
- 3——支撑件。

图 5 球压试验装置

11 防流体危险

11.1 概述

应当在设计上对操作人员或周围环境提供在正常使用时可能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,如预定流过反应釜的流体;
- 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,制造厂无法对类似情况采取措施。

可以不考虑诸如清洗液(但制造厂规定的清洗液除外)和饮料之类的液体。

通过 11.2~11.6 的处理和试验来检查是否合格。

对有毒、易爆流体的排放,应采取化学的处理方法或引入安全的处理装置。

11.2 清洗

如果制造厂规定了清洗处理,则该处理方法不得导致直接的危险、电气危险,或者因腐蚀原因或使

保证安全的结构件强度降低的其他原因导致的危险。

按制造厂说明书的规定,如果规定了清洗处理,则通过对设备清洗3次来检验是否合格。

对于电网电源供电的设备,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,则反应釜应当能通过6.8的电压试验(但不进行潮湿处理),而且可触及零部件不得超过6.3.2的限值。

11.3 洒落

如果正常使用时液体可能会洒落到设备中,则设备在设计上应当确保不会发生危险,例如由于绝缘或危险带电的内部无绝缘的零部件受潮带来的危险。

应当通过目视检查来检验是否合格,如有怀疑,用0.2 L的水从0.1 m的高度以15 s的时间平稳地倒在液体有可能接触到电气零部件的每个部位上。在该处理后,反应釜立即进行的6.8的电压试验(但不进行潮湿预处理)应能通过,而且可触及零部件不得超过6.3.2的限值。

11.4 特殊保护的装置

如果正常使用时液体可能会洒落到设备中,则反应釜在设计上应当确保不会发生危险,例如由于绝缘或危险带电的内部无绝缘的零部件受潮带来的危险。

应当通过目视检查来检验是否合格,如有怀疑,用0.2 L的水从0.1 m的高度以15 s的时间平稳地倒在液体有可能接触到电气零部件的每个部位上。在该处理后,设备立即进行的6.8的电压试验(但不进行潮湿预处理)应能通过,而且可触及零部件不得超过6.3.2的限值。

11.5 渗漏和破裂

11.5.1 制造

制造单位通过完全满足国家安全技术规范和产品生产制造标准的要求,以确保高压釜在设计条件下使用及单一故障条件下设备的零部件不得由于破裂或渗漏而导致危险。

11.5.2 安装

高压釜安装后,安装单位应按相关法规和标准的规定进行泄漏试验,合格后方可投入使用。

11.5.3 使用

使用者应根据国家有关安全技术法规的要求结合使用状况,制定高压釜的定期检验计划,定期对在用高压釜进行检验,以确定高压釜的安全状况。

11.6 过压保护装置

在正常使用时过压装置不得动作,应当符合GB/T 12241—2005的要求和下列要求:

- a) 过压安全装置应当尽可能连接在靠近预定要保护的系统中装有流体的零部件的附近;
- b) 过压安全装置的安装应当确保能容易接触,以便进行检查、维护和修理;
- c) 过压安全装置在不使用工具的条件下就不能对其进行调节;
- d) 过压安全装置压力释放孔的位置和方向应当确保释放的物质不正对任何人员;有毒及易爆流体应采取化学的处理方法或引入安全的处理装置;
- e) 过压安全装置压力释放孔的位置和方向应当确保过压安全装置的动作不会在可能导致危险的零部件上沉积释放的物质;
- f) 过压安全装置应当具有足够的释放能力,以确保一旦过压控制失效,压力不会超过系统的额定最大工作压力;
- g) 在过压安全装置和预定要保护的零部件之间不得装有截流阀。

通过目视检查和试验来检验是否合格。

12 元器件

12.1 概述

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

- 某个相关的国家标准或 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。如果对应用有必要,则元器件应当承受本标准的试验,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的试验。
- 本标准的要求,以及如果对应用有必要,相关的国家标准或 IEC 元器件标准任何附加的适用的安全要求。
- 本标准的要求,如果无相关的国家标准或 IEC 标准。
- 某个非国家标准或 IEC 标准的适用的安全要求。这些适用的安全要求至少要与相关的国家标准或 IEC 标准的适用的安全要求相当,只要该元器件已由经认可的检测机构按该非国家标准或 IEC 标准获得批准即可。

注:即使试验采用非国家标准或 IEC 标准,只要试验已由经认可的检测机构完成并确认符合适用的安全要求就无需重新进行试验。

图 6 是表示符合性检验方法的流程图。

通过目视检查,以及如有必要,通过试验来检验是否合格。对电动机和变压器,如已经通过 4.4.2.4、4.4.2.6、12.2 适用的试验,则无需再进行进一步试验。

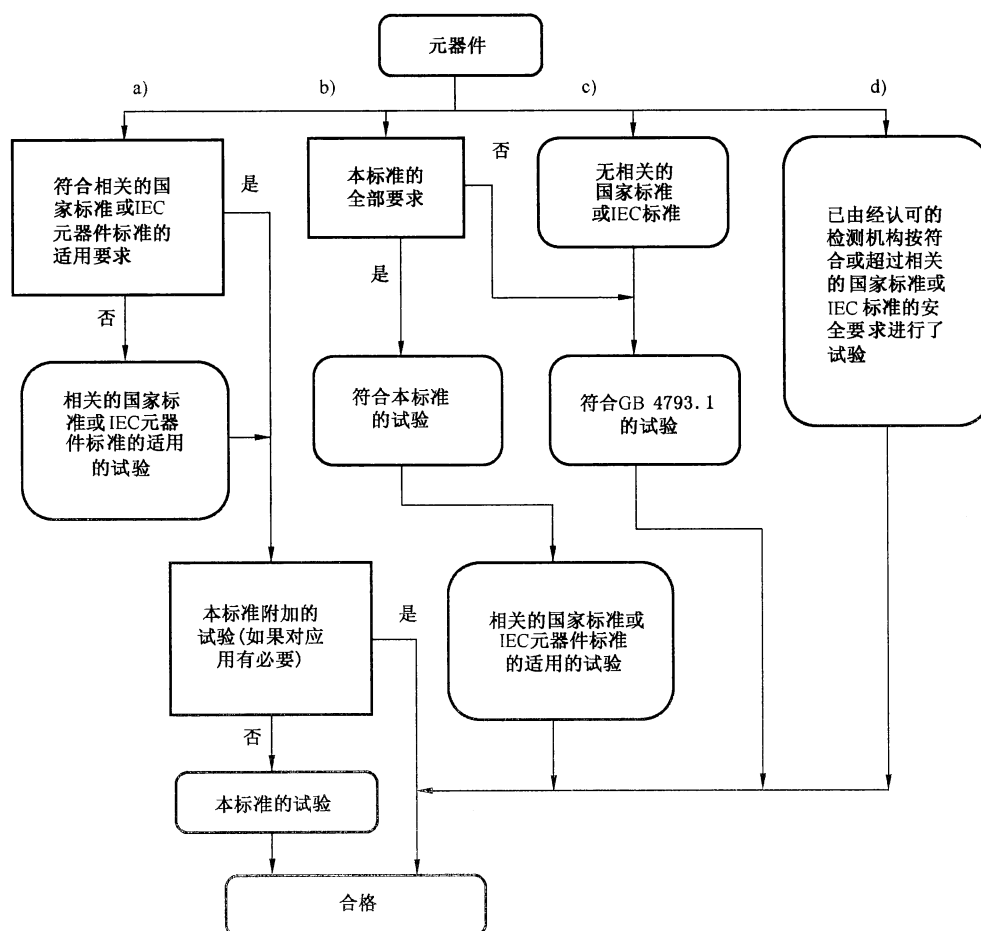


图 6 符合性选项 12.1a)、b)、c)和 d)的流程图

12.2 电动机

在单一故障条件下,电动机绕组的温度不得超过表 12 的限值。

在 4.4.2.4 的故障条件下,按 10.2 的规定,测量单一故障条件下的温度来检验是否合格。

12.3 过温保护装置

过温保护装置是在单一故障条件下动作的装置,应当符合下列所有要求:

- a) 在结构上应当做到能保证功能可靠;
- b) 规定成能切断使用它们的电路中最大的电压和电流;
- c) 在正常条件下不动作。

通过研究过温保护装置的动作原理,以及使电源在单一故障条件下工作时,通过下列试验来检验是否合格。动作次数如下:

- a) 对自复位过温保护装置使其动作 200 次;
- b) 对非自复位过温保护装置,除热熔断器外,每次动作后要复位,因此要使其这样动作 10 次;
- c) 对不能复位的过温保护装置使其动作一次。

试验期间,在每次施加单一故障条件后复位装置应当动作,而非复位装置应当动作一次。试验后,复位装置不得出现会在下一次单一故障条件下阻碍其动作的损坏迹象。

12.4 熔断器座

对装有预定要由操作人员来更换熔断器的熔断器座在更换熔断器时应当不能触及到危险带电零部件。

通过用铰接式试验指在不施加力的情况下进行试验来检验是否合格。

12.5 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。高完善性元器件的结构、尺寸和试验均应符合适用的国家标准或 IEC 标准,以确保预期应用的安全和可靠。就本标准的安全要求而言,高完善性元器件可以认为是无故障的元器件。

注: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设备预期寿命期间的可靠性;
- d) 对电阻器进行浪涌试验,见 GB 8898。

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。

12.6 印制线路板

印制线路板应当采用可燃性等级为 GB/T 5169.16—2008 的 V-1 或更优的材料。

通过检查材料的数据来检验可燃性额定值是否合格。另一种可供选择的方法是,在三个相关零部件的样品上,通过进行 GB/T 5169.16—2008 规定的 V 试验来检验是否合格。样品可以是下列规定的任一种样品:

- a) 完整的零部件;
- b) 零部件的截取部分,包括壁厚最薄的和带有任何通风孔的区域;
- c) 符合 GB/T 5169.16—2008 规定的样品。

12.7 用作瞬态过压限制装置的电路和元器件

如果在控制阀内采取对瞬态过压进行抑制的措施,则任何过压限制元器件或电路应当承受表 13 中适用的脉冲承受电压,10 个正极性脉冲和 10 个负极性脉冲,脉冲间隔时间最长为 1 min,脉冲由 1.2/50 μs 脉冲发生器(见 GB/T 16927)产生。该脉冲发生器应当产生 1.2/50 μs 的开路电压波形和 8/20 μs 的短路电流波形,且输出阻抗(峰值开路电压除以峰值短路电流)应当符合表 14 的规定。

对测量电路,试验电压在表 13 中作出规定。对其他电路,试验电压与测量类别 II 的规定值相同。

表 13 脉冲承受电压

电网电源标称 相线-中线电压/V (交流或直流)	规定的脉冲承受电压/V		
	测量类别		
	II	III	IV
50	500	800	1 500
100	800	1 500	2 500
150	1 500	2 500	4 000
300	2 500	4 000	6 000
600	4 000	6 000	8 000
1 000	6 000	8 000	12 000

表 14 脉冲发生器的输出阻抗

测量类别	输出阻抗/ Ω
III 和 IV	2
II	12 (见注)
注:可以在较低阻抗的发生器上串联电阻,使阻抗增加到该相应的数值。	

通过上面的试验来检验是否合格,试验后应当没有过载迹象,或者不得出现元器件性能的劣变。

注:用来抑制在 GB/T 16895.10—2010 中所规定的瞬态过压的电路或元件不能采用上述的试验方法来进行试验。

13 利用联锁装置的保护

13.1 概述

用来防止操作人员遭受危险的联锁装置应当在危险消除之前防止操作人暴露在危险中,并应当符合 13.2 和 13.3 的要求。

通过目视检查和进行本标准的所有相关试验来检验是否合格。

13.2 防止重新启动

对保护操作人员的联锁装置,在引起联锁装置起作用的动作返回或取消之前,应当能防止由于操作人员重新手动启动而再次引起危险。

通过目视检查,以及如有必要,对能被铰接式试验指触及到的任何联锁装置的零部件试着通过手动操作来检验是否合格。

13.3 可靠性

保护操作人员的联锁装置应当保证在设备的预期寿命期间不可能出现单一故障,或者不会引起危险。

通过对系统的评定来检验是否合格,如有怀疑,使联锁系统或系统中的有关零部件在正常使用中最不利的负载下循环通断。循环次数为设备预期寿命期间最多可能出现的循环次数的两倍,开关至少要进行 10 000 次循环动作的试验,通过这一试验的零部件被认为是高完善性元器件。

附 录 A
(规范性附录)
环 境 条 件

A.1 基本要求

实验室用反应釜应设计成在正常和扩展的环境条件下使用是安全的。

A.2 正常的环境条件

- a) 室内使用；
- b) 海拔高度不超过 2 000 m；
- c) 温度在 5 ℃~40 ℃；
- d) 温度低于 31 ℃时最大相对湿度为 85%；温度为 40 ℃时相对湿度线性降到 50%；
- e) 电源电压波动不超出标称电压的±10%；
- f) 电网电源上出现的典型的瞬态过电压；

注：瞬态过电压的标称等级为 GB/T 16895.10—2010 规定的脉冲承受电压(过电压)类别 II。

- g) 适用的额定污染等级。

A.3 扩展的环境条件

- a) 室外使用；
- b) 海拔高度超过 2 000 m；
- c) 环境温度低于 5 ℃或高于 40 ℃；
- d) 相对湿度高于 A.2 的规定；
- e) 电网电源的电压波动超过标称电压的±10%。

附 录 B
(规范性附录)
例行试验

B.1 基本要求

制造厂商对其生产的带有危险带电零部件和可触及导电零部件的设备应当进行 B.2~B.4 的试验。

除非能清楚地表明其试验结果在后续的制造阶段是有效的,否则应当使用完全组装好的设备来进行试验。进行试验时不得拆掉设备电线、改装或拆开设备,但是如果扣式盖子和摩擦紧固的旋钮对试验有影响,则应当将其拆下。设备在试验期间不得通电,但其电源开关应当置于通位。

设备不需要包上金属箔,也不需要进行潮湿预处理。

B.2 保护接地

在一端为器具输入插座的接地插销或插头连接式设备的电源插头的接地插销、或者永久性连接式设备的保护导体端子,以及另一端为 6.5.1 要求与保护导体端子相连的所有可触及导电零部件之间进行接地连续性试验。

注:对试验电流值不作规定。

B.3 电网电源电路

在一端为连接在一起的电网电源端子,以及另一端为连接在一起的所有可触及导电零部件之间,施加 6.8 规定的(但不进行潮湿预处理)对应于基本绝缘的试验电压。就本标准而言,预定要与其他设备的非带电的电路相连的任何输出端子的接触件被认为是可触及导电零部件。

试验电压应当在 2 s 内升至规定值,并至少保持 2 s。

不得出现击穿或重复的飞弧,不考虑电晕效应和类似现象。

B.4 其他电路

在一端为连接在一起的在正常工作时能成为危险带电的浮地输入电路的端子,以及另一端为连接在一起的可触及导电零部件之间施加试验电压。

还要在一端为连接在一起的在正常使用时能成为带电的浮地输出电路的端子,以及另一端为连接在一起的可触及导电零部件之间施加试验电压。

对每一种情况施加的电压值为工作电压的 1.5 倍。如果电压限制(箝位)装置在低于 1.5 倍的工作电压下动作,则施加的电压值为 0.9 倍的箝位电压,但不小于工作电压。

注:在具有与保护导体端子相连的可触及导电零部件的设备中,可触及导电零部件是能与器具输入插座的接地插销或电源插头的接地插销相连的,在进行试验时,要将设备与任何外部接地装置进行电气隔离。

不得出现击穿或重复的飞弧,不考虑电晕效应和类似现象。

附录 C
(规范性附录)
规定绝缘要求的零部件

下列符号在图 C.1～图 C.3 中用来表示：

- a) 要求
- B——要求基本绝缘；
 - D——要求双重绝缘和加强绝缘。
- b) 电路和零部件
- A——与保护导体端子不连接的可触及零部件；
 - H——正常条件下是危险带电的电路；
 - N——正常条件下不超过 6.3.2 限值的电路；
 - R——与基本绝缘组合形成保护阻抗的高阻抗；
 - S——保护屏；
 - T——可触及的外部端子；
 - Z——次级电路的阻抗。

所给出的次级电路也可以被认为只是零部件。

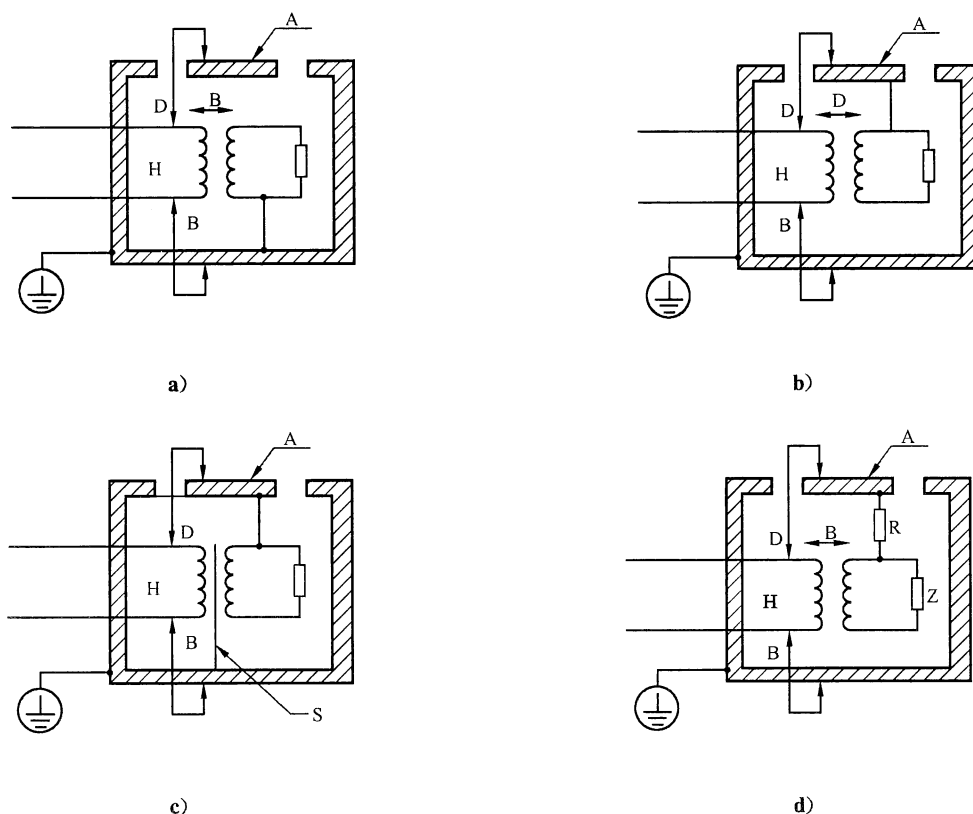


图 C.1 危险带电电路图²⁾

2) 图 C.1a)～图 C.1d)危险带电电路与正常条件下不超过 6.3.2 限值且具有可触及零部件的外部端子的电路之间的防护和图 C.1e)～图 C.1h)危险带电电路与正常条件下不超过 6.3.2 限值且具有外部端子的其他电路之间的防护。

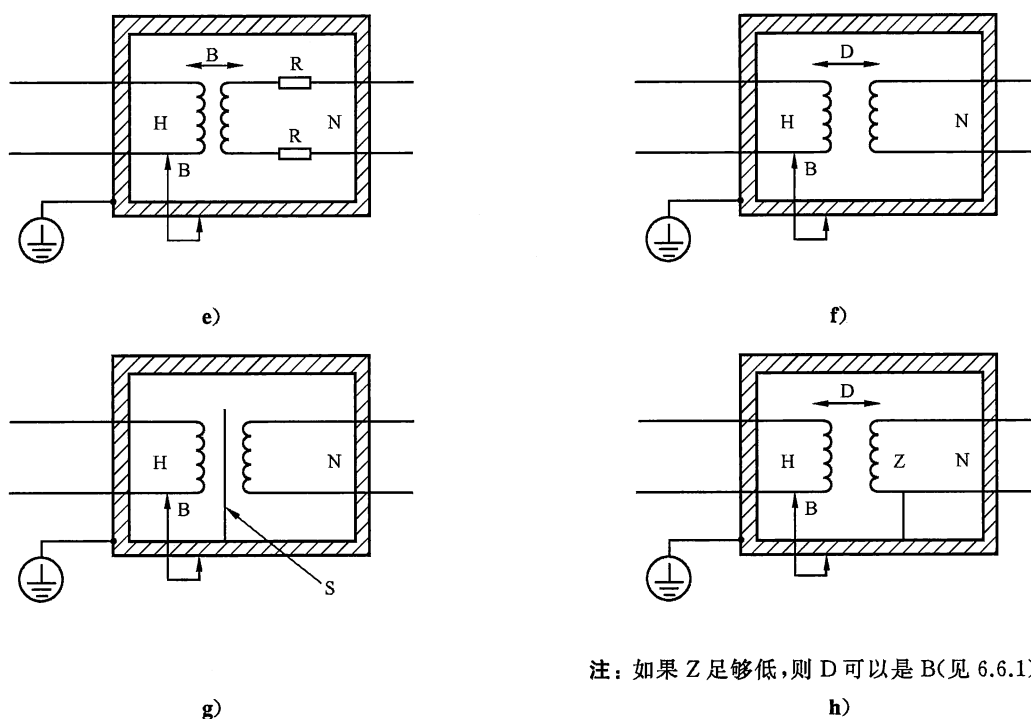


图 C.1 (续)

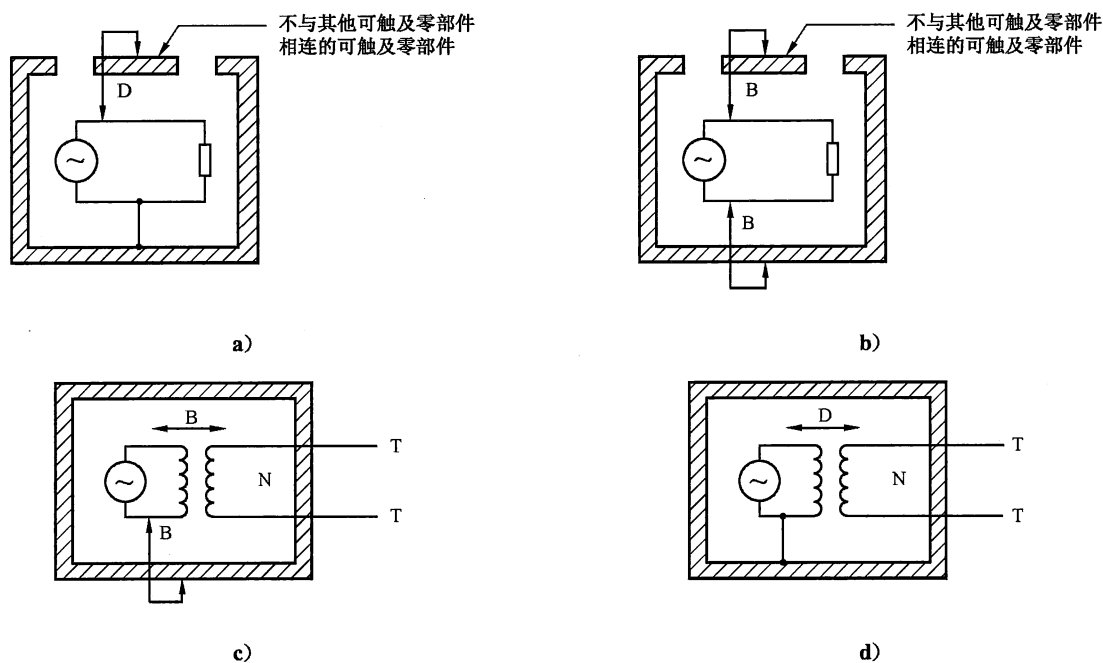


图 C.2 不与其他可触及零部件相连的可触及件对内部危险带电电路的防护
和正常条件下不超过 6.3.2 限值的次级电路的可触及端子³⁾

3) 图 C.2a)和图 C.2d)不与其他可触及零部件相连的可触及件对内部危险带电电路的防护,图 C.2c)和图 C.2d)正常条件下不超过 6.3.2 限值的次级电路的可触及端子。图 C.2c)和图 C.2d)所示的电路也可以有其他防护措施,例如保护屏、电路保护连接(见 6.5.2)和保护阻抗(见 6.5.4)。

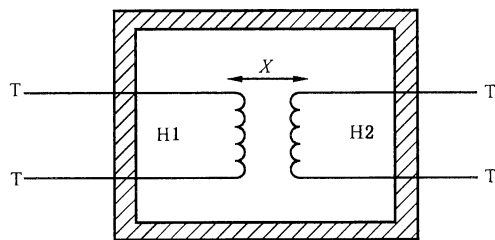


图 C.3 两个危险带电电路的外部可触及端子的防护⁴⁾

X 的试验电压按下面最严酷的一种情况来确定：

B(基本绝缘)——如果危险带电电路 H1 和危险带电电路 H2 两者是已连接好的,则试验电压根据电路之间的绝缘所承受的最高额定工作电压来确定；

D(双重绝缘)——如果危险带电电路 H1 是已连接好的,危险带电电路 H2 的端子在进行连接时又是可触及的,则试验电压根据危险电路 H1 的绝缘所承受的最高额定工作电压来确定；

D(双重绝缘)——如果危险带电电路 H2 是已连接好的,危险带电电路 H1 的端子在进行连接时是可触及,则试验电压根据危险电路 H2 的绝缘所承受的最高额定工作电压来确定。

4) 未与保护导体端子连接的可触及零部件和两个危险带电电路中任一电路之间的绝缘要求如图 C.1a)~图 C.1d) 所示。

附 录 D
(规范性附录)
污染等级的降低

表 D.1 给出了通过采用附加防护使内部环境污染等级的降低。

表 D.1 通过采用附加防护使内部环境污染等级的降低

附加防护	从外部环境污染等级 2 降至	从外部环境污染等级 3 降至
采用 GB 4208 的 IPX4 外壳	2	2
采用 GB 4208 的 IPX5 或 IPX6 外壳	2	2
采用 GB 4208 的 IPX7 或 IPX8 外壳	2	2
采用气密密封的外壳	1	1
采用连续加热 ⁵⁾	1	1
采用密封	1	1
采用使用涂层	1	2

5) 如果设备制造时已确保其内部是低湿度的,且说明书又规定,在打开外壳后再次合上外壳时,需在湿度受控的环境中进行或者需使用干燥剂,则污染等级就能降至 1 级。

附录 E
(规范性附录)
电气间隙和爬电距离的测量

图 E.1 例 1~例 11 中规定的、适用于各种实例的沟槽宽度 X 按不同的污染等级规定如下。
下面的例子中规定的尺寸 X 有一个最小值,取决于表 E.1 给出的污染等级。

表 E.1 污染等级表

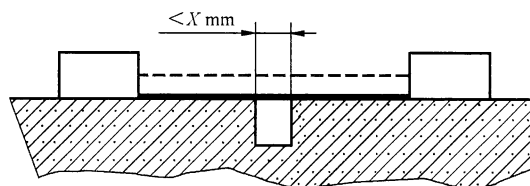
污染等级	尺寸 X 最小值 mm
1	0.25
2	1.0
3	1.5

如果所涉及的电气间隙小于 3 mm,则最小尺寸 X 可减小到该电气间隙的 1/3。

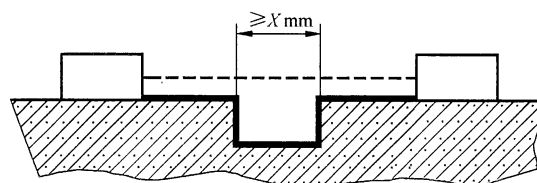
测量电气间隙和爬电距离的方法在下面例 1~例 11 中说明。这些例子不区分裂缝和沟槽也不区分绝缘的类型。

需要做出以下一些假定:

- a) 如果跨越沟槽的宽度大于或等于 X ,爬电距离要沿沟槽的轮廓线进行测量(见例 2)。
- b) 假定任何凹槽桥接有一段长度等于 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的位置测量。

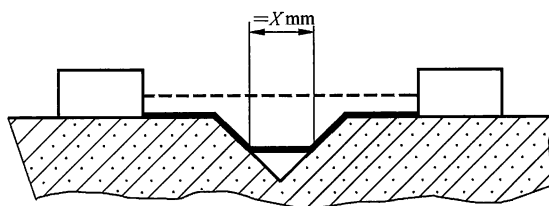


例 1: 所测量的路径包含一条任意深度,宽度小于 X 、槽壁平行或收敛的沟槽。
直接跨沟槽测量爬电距离和电气间隙。



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。

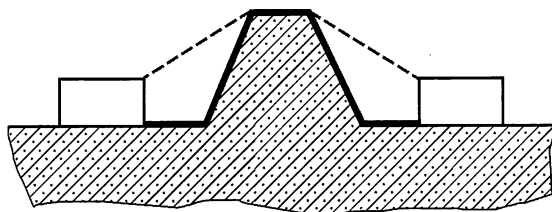
图 E.1 电气间隙和爬电距离测量方法的例子



例 3：所测量的路径包含一条宽度大于 X 的 V 形沟槽。

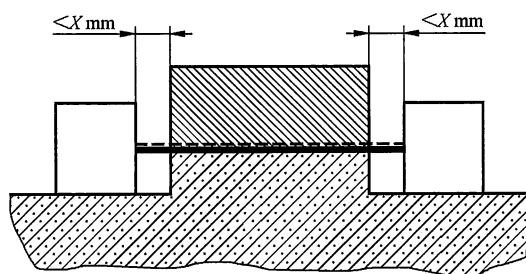
电气间隙就是“视线”距离。

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”。



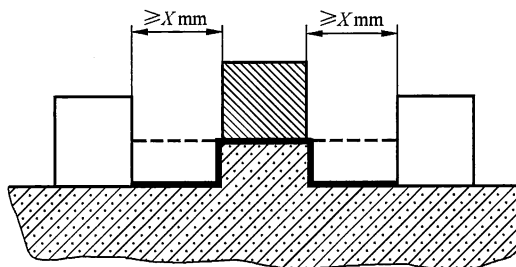
例 4：所测量的路径包含一根肋条。

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。

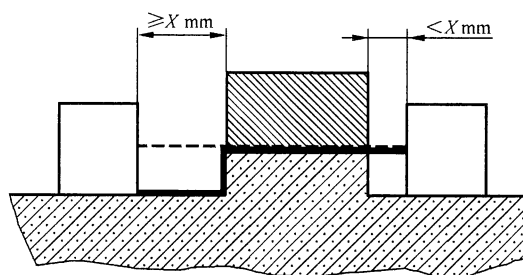


例 6：所测量的路径包含一条未粘合的接缝，该接缝的两侧各有一条宽度大于或等于 X 的沟槽。

电气间隙是“视线”的距离。

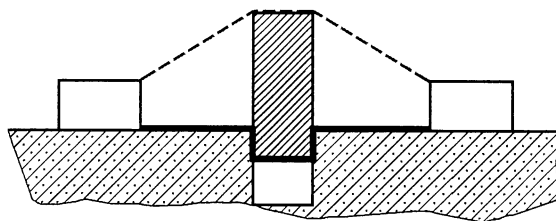
爬电距离是沿沟槽轮廓线伸展的通路。

图 E.1 (续)



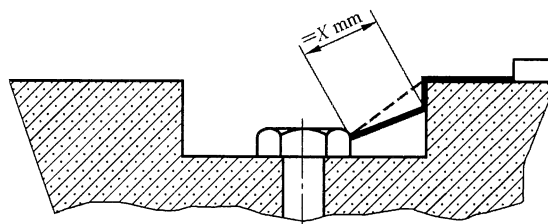
例 7：所测量的路径包含一条未粘合的接缝，该接缝的一侧有一条宽度小于 X 的沟槽，另一侧有一条宽度等于或大于 X 的沟槽。

爬电距离和电气间隙如图所示。

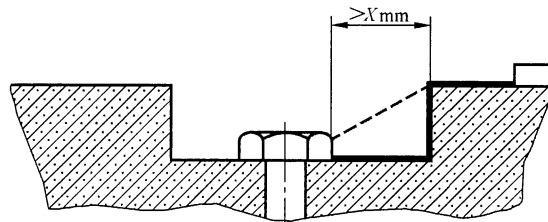


例 8：通过未粘合接缝的爬电距离小于越过挡板的爬电距离。

电气间隙是越过挡板顶部最短直达空间距离。

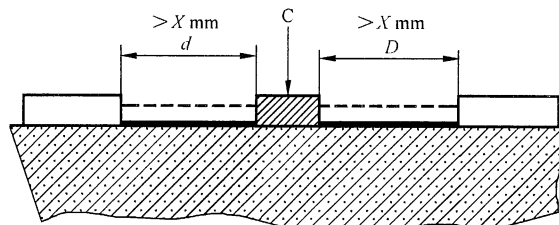


例 9：由于螺钉头与凹槽槽壁之间的空隙太窄，所以不必考虑该空隙。



例 10：由于螺钉头与凹槽槽壁之间的空隙足够宽，所以应考虑该空隙。

当该空隙的距离等于 X 时，爬电距离的测量值就是从螺钉到槽壁的距离。



例 11：C 为一浮地零部件。

电气间隙和爬电距离 $d + D$ 。

说明：

——爬电距离；

-----电气间隙。

图 E.1 (续)

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
实验室仪器及设备安全规范 反应釜
GB/T 32708—2016

*

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

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

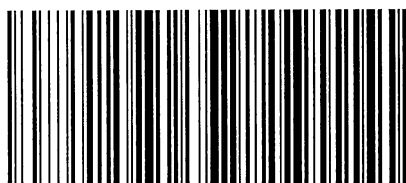
*

开本 880×1230 1/16 印张 3.5 字数 100 千字
2016年9月第一版 2016年9月第一次印刷

*

书号: 155066·1-53708 定价 48.00 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)68510107



GB/T 32708-2016