ICS 29.120.70
K 45

中华人民共和国国家标准

GB/T 14598.27—2017/IEC 60255-27:2013
代替 GB/T 14598.27—2008

量度继电器和保护装置 第27部分:产品安全要求

Measuring relays and protection equipment—Part 27:Product safety requirements

(IEC 60255-27:2013,IDT)

2017-11-01 发布　　2018-05-01 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

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
量度继电器和保护装置
第 27 部分:产品安全要求
GB/T 14598.27—2017/IEC 60255-27:2013
*
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.org.cn
服务热线:400-168-0010
2017 年 11 月第一版
*
书号:155066·1-57385

版权专有 侵权必究

目　　次

前言 …… Ⅲ
引言 …… Ⅴ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 3
4　一般安全要求 …… 10
4.1　总则 …… 10
4.2　接地要求 …… 10
5　电击防护 …… 10
5.1　总则 …… 10
5.2　单一故障条件 …… 18
6　机械要求 …… 20
6.1　机械危险防护 …… 20
6.2　机械要求 …… 21
6.3　端子的机械安全 …… 21
7　可燃性及防火 …… 21
7.1　总则 …… 21
7.2　基本原理 …… 21
7.3　过热与着火的一般危险 …… 22
7.4　着火风险的最小限度 …… 23
7.5　电缆敷设及熔断 …… 24
7.6　材料和元件的可燃性 …… 24
7.7　着火引燃源 …… 26
7.8　采用防火外壳的条件 …… 26
7.9　对一次电路和超过 ELV 限值的电路的要求 …… 27
7.10　防火外壳和火焰遮栏 …… 27
7.11　单一故障条件下着火风险评估 …… 28
7.12　限能电路 …… 29
8　通用和基本的安全设计要求 …… 30
8.1　安全的气候条件 …… 30
8.2　电气连接 …… 30
8.3　元件 …… 31
8.4　与通信网络的连接 …… 31
8.5　与其他设备的连接 …… 31
8.6　激光源 …… 31
8.7　爆炸 …… 31

9 标志、文件和包装 …… 32
9.1 标志 …… 32
9.2 文件 …… 38
9.3 包装 …… 40
10 型式试验和例行试验 …… 40
10.1 总则 …… 40
10.2 安全型式试验 …… 41
10.3 例行试验或抽样试验 …… 42
10.4 试验条件 …… 42
10.5 确认程序 …… 42
10.6 试验 …… 42
附录A（规范性附录） 绝缘分类要求和图例 …… 50
附录B（规范性附录） 额定冲击电压 …… 55
附录C（规范性附录） 确定电气间隙、爬电距离和耐受电压的指南 …… 56
附录D（资料性附录） 元件 …… 66
附录E（规范性附录） 外部配线端子 …… 69
附录F（资料性附录） 电池保护示例 …… 71
参考文献 …… 72

前　言

GB/T 14598《量度继电器和保护装置》分为以下若干部分：

——GB/T 14598.1　电气继电器　第23部分：触点性能；

——GB/T 14598.2　量度继电器和保护装置　第1部分：通用要求；

——GB/T 14598.3　电气继电器　第5部分：量度继电器和保护装置的绝缘　配合要求和试验；

——GB/T 14598.4　电气继电器　第十四部分：电气继电器触点的寿命试验　触点负载的优先值；

——GB/T 14598.5　电气继电器　第十五部分：电气继电器触点的寿命试验　试验设备的特性规范；

——GB/T 14598.6　电气继电器　第十八部分：有或无通用继电器的尺寸；

——GB/T 14598.8　电气继电器　第20部分：保护系统；

——GB/T 14598.24　量度继电器和保护装置　第24部分：电力系统暂态数据交换(COMTRADE)通用格式；

——GB/T 14598.26　量度继电器和保护装置　第26部分：电磁兼容要求；

——GB/T 14598.27　量度继电器和保护装置　第27部分：产品安全要求；

——GB/T 14598.121　量度继电器和保护装置　第121部分：距离保护功能要求；

——GB/T 14598.127　量度继电器和保护装置　第127部分：过/欠电压保护功能要求；

——GB/T 14598.149　量度继电器和保护装置　第149部分：电热继电器功能要求；

——GB/T 14598.151　量度继电器和保护装置　第151部分：过/欠电流保护功能要求；

——GB/T 14598.300　微机变压器保护装置通用技术要求；

——GB/T 14598.301　微机型发电机变压器故障录波装置技术要求；

——GB/T 14598.302　弧光保护装置技术要求；

——GB/T 14598.303　数字式电动机综合保护装置通用技术要求；

——GB/Z 14598.304　智能保护测控设备技术规范；

——GB/Z 14598.305　智能微电网保护设备技术导则；

——GB/T 14598.306　分布式电源并网继电保护技术规范；

——GB/T 14598.307　电力系统变频器保护技术规范。

本部分为GB/T 14598的第27部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分代替GB/T 14598.27—2008《量度继电器和保护装置　第27部分：产品安全要求》。与GB/T 14598.27—2008相比，主要技术变化如下：

——标准性质由条文强制变更为推荐性；

——术语：删除了设备、被试设备、HBF级泡沫材料、正常使用、高集成度等术语；增加了可接近的导电部分、高集成度部件、高集成度元件、正常条件、过热、关键安全器件、单一故障条件等术语；

——删除了10.5中的表12～表17，试验根据IEC 60255-1的规定进行；

——增加了10.6.6极性反接和缓慢变化试验；

——删除了原标准附录B、附录D、附录F、附录G、附录L、附录I、附录M。

本部分使用翻译法等同采用IEC 60255-27:2013《量度继电器和保护装置　第27部分：产品安全要

求》。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国量度继电器和保护设备标准化技术委员会(SAC/TC 154)归口。

本部分主要起草单位:许昌开普检测技术有限公司、南京南瑞继保电气有限公司、北京四方继保自动化股份有限公司、许继电气股份有限公司、国电南京自动化股份有限公司、长园深瑞继保自动化有限公司、积成电子股份有限公司、北京紫光测控有限公司、哈尔滨电气集团阿城继电器有限责任公司、河北北恒电气科技有限公司、ABB(中国)有限公司、国网电力科学研究院、西门子电力自动化有限公司、江苏金智科技股份有限公司、保定浪拜迪电气股份有限公司。

本部分主要起草人:李全喜、贺春、刘国伟、徐刚、李国斌、赵华云、陈新之、谢镜池、袁文广、李明、陈振中、田建军、李燕、俞波、张激、李凯、胡志华。

本部分所代替标准的历次发布情况为:

——GB 16836—1997、GB 16836—2003;

——GB/T 14598.27—2008。

引　言

为了证明设备的安全性，以前除了 GB/T 16935.1 以外，还要参考一些通用安全标准，例如 IEC 61010-1。

为了减少着火、电击的危险或者对用户的伤害，这些通用安全标准规定了对一般的产品类型或产品族的要求。这些产品类型不包括量度继电器和保护装置。这些标准也考虑到了单一故障条件的情况。

由于要求的不一致，采用所有这些种类繁多的标准时会产生混淆，例如对于相同的额定电压会要求不同的电气间隙、爬电距离和试验电压等。

本部分的目的是：

——消除由于现存标准间要求的不一致而产生的混乱状态；

——在整个量度继电器和保护装置的国际工业领域获得一个统一的方法。

本量度继电器和保护装置产品安全标准，以通用产品安全标准和 GB/T 16935.1 为基础，对量度继电器和保护装置的这些特定问题作出了规定。

量度继电器和保护装置
第27部分:产品安全要求

1 范围

GB/T 14598的本部分规定了额定交流电压最高为1 000 V、额定频率最大为65 Hz,或额定直流电压最高为1 500 V的量度继电器和保护装置的产品安全要求。在此限值之上的设备适用于由GB/T 16935.1确定其电气间隙、爬电距离和耐受试验电压。

本部分详述了基本的安全要求,以使由着火、电击产生的危险或对用户的伤害降至最小。

本部分不涉及设备安装的安全要求。本部分包括在机柜、机架和屏体上安装和使用,以及复检的所有方式的设备。本部分也适用于与量度继电器和保护装置一起使用和试验的辅助器件,例如分流器、串联电阻、互感器等。

与量度继电器和保护装置联合使用的辅助设备,可能需要符合附加的安全要求。

本部分仅规定产品的安全要求,因此不涉及设备的功能特性。

包括EMC在内的功能性安全要求不包括在本部分中,功能性安全风险分析也不在本部分的范围之内。

本部分不对单一设备、电路和元器件的实现进行规定。

本部分旨在提供一个覆盖量度继电器和保护装置产品安全问题的所有方面,以及相关的型式试验和例行试验的综合标准。

本部分适用于至少在下列环境条件下设备的安全设计:

——户内使用;

——海拔高度不超过2 000 m,与IEC 60255-1一致;

——外部工作温度范围与IEC 60255-1一致;

——最大外部相对湿度95%,无凝露,与IEC 60255-1一致;

——电源的电压波动与IEC 60255-1一致;

——适用的电源过电压类别;

——外部污染等级1和外部污染等级2。

设备通常被安装在发电厂、变电站或工业(商业)环境中的一个限制靠近的区域内。设备应用的环境条件采用IEC 60255-1标准的规定。本部分考虑了正常情况下因潮湿而导致的腐蚀,但不包括大气污染所引起的腐蚀。

为保证安全,一般假定只有懂得工作规程的人员才能靠近安装、维护、正常运行和停运的设备。

对于安全问题,本部分优先于其他通用标准。

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

GB/T 12113—2003 接触电流和保护导体电流的测量方法(IEC 60990:1999,IDT)

GB/T 14598.26—2015 量度继电器和保护装置 第26部分:电磁兼容要求(IEC 60255-26:2013,

IDT)

GB/T 16935.1—2008 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分:原理、要求和试验(IEC 60664-1:2007,IDT)

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(IEC 60664-3:2003,IDT)

IEC 60050(所有部分) 国际电工词汇(International Electrotechnical Vocabulary)

IEC 60085 电气绝缘 耐热性评定和设计(Electrical insulation—Thermal evaluation and designation)

IEC 60255-1 量度继电器和保护装置 第1部分:通用要求(Measuring relays and protection equipment—Part 1:Common requirements)

IEC 60255-21-1 电气继电器 第21部分:量度继电器和保护装置的振动、冲击、碰撞和地震试验 第1部分:振动试验(正弦)[Electrical relays—Part 21:vibration, shock, bump and seismic tests on measuring relays and protection equipment—Section one:vibration tests (sinusoidal)]

IEC 60255-21-2 电气继电器 第21部分:量度继电器和保护装置的振动、冲击、碰撞和地震试验 第2部分:冲击与碰撞试验(Electrical relays—Part 21:vibration, shock, bump and seismic tests on measuring relays and protection equipment—Section two:shock and bump tests)

IEC 60255-21-3 电气继电器 第21部分:量度继电器和保护装置的振动、冲击、碰撞和地震试验 第3部分:地震试验(Electrical relays—Part 21:vibration, shock, bump and seismic tests on measuring relays and protection equipment—Section 3:seismic tests)

IEC 60352-1 无焊连接 第1部分:无焊绕接 一般要求、试验方法和使用指南(Solderless connections—Part 1:Wrapped connections—General requirements, test methods and practical guidance)

IEC 60352-2 无焊连接 第2部分:无焊压接连接 一般要求、试验方法和使用导则(Solderless connections—Part 2:Crimped connections—General requirements, test methods and practical guidance)

IEC 60417 设备上用的图形符号(Graphical symbols for use on equipment)

IEC/TS 60695-2-20 着火危险试验 第2-20部分:基于灼热/热丝的试验方法 热丝引燃试验装置 一致性试验方法和指南(Fire hazard testing—Part 2-20:Glowing/hot wire based test methods—Hot-wire coil ignitability—Apparatus, test method and guidance)

IEC 60695-11-10 着火危险试验 第11-10部分:试验火焰 50 W水平及垂直火焰试验方法(Fire hazard testing—Part 11-10:Test flames—50 W horizontal and vertical flame test methods)

IEC 60825-1 激光产品的安全 第1部分:设备分类和要求(Safety of laser products—Part 1:Equipment classification and requirements)

IEC 61010-1:2010 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(Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use—Part 1:General requirements)

IEC 61032 外壳对人体和设备的防护 检验用试具(Protection of persons and equipment by enclosures—Probes for verification)

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

IEC 61180-1:1992 低压电气设备的高电压试验技术 第1部分:定义和试验要求(High-voltage test techniques for low-voltage equipment—Part 1:definitions, test and procedure requirements)

IEC 61180-2 低压电气设备的高电压试验技术 第2部分:试验设备(High-voltage test techniques for low-voltage equipment—Part 2:Test equipment)

IEC 62151 与通信网络电气连接的设备安全(Safety of equipment electrically connected to a telecommunication network)

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

3 术语和定义

GB/T 16935.1 和 IEC 60050(151 至 448 部分)界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

可接近的部件 accessible part

正常使用时能够用 IEC 61010-1:2010 中 3.5.1 中的标准刚性试验指或铰接式试验指触及的部件。

注:可连接并引出机柜或设备,或在设备前部面板上无需打开盖子或挡板就可接近的通信电路(网络),宜认为是可接近的,即是保护等电位联结(PEB)、保护特低电压(PELV)、安全特低电压(SELV)电路或等同级别的电路。

[IEC 60050:1998,442.01.15,修改——已经增加了关于试验指和注意事项的细节内容]

3.2

相邻电路 adjacent circuits

通过必要的基本绝缘或双重绝缘/加强绝缘进行隔离的电气电路。

注:由优于双重绝缘或加强绝缘隔离的电路不认为是相邻电路。

3.3

环境温度 ambient temperature

大气环境温度 ambient air temperature

由规定条件确定的整个设备周围空气的温度。

注 1:对于安装在外壳内部的设备,环境温度为外壳外部的空气温度。

注 2:环境温度在任何相邻设备间距的一半、距离设备壳体不超过 300 mm 的设备高度的中点处测量,并防止来自设备的直接热辐射。

[IEC 60050:2000,441.11.13,修改——"开关装置或保险"已经由"设备"替代,并已增加了备注]

3.4

遮栏 barrier

电气防护遮栏 electrically protective barrier

对来自任何经常靠近方向上的直接接触提供防护的部件。

注:遮栏可以对着火蔓延提供防护(见第 7 章)。

[IEC 60050:2004,826.12.23]

3.5

基本绝缘 basic insulation

为危险带电部分提供基本防护的绝缘。

注:本概念不适用于专用于功能性目的的绝缘。

[IEC 60050:2004,826.12.14]

3.6

边界面 bounding surface

设备壳体的外表面。对于可接近的绝缘材料表面,则认为贴压了金属箔。

3.7

Ⅰ类设备 class Ⅰ equipment

具备基本绝缘提供基本的电击防护以及依靠保护连接提供故障防护,使设备壳体外部的可导电部分在基本绝缘失效后不会成为带电部件的设备。

3.8

Ⅱ类设备　class Ⅱ equipment

设备具备：

基本绝缘提供基本电击防护，和

附加绝缘提供故障防护，或者

加强绝缘提供基本的防护和故障防护。

注：出于安全目的，不应规定保护导体或依赖于安装条件。但是对于功能性目的(例如 EMC)，允许把接地导体连接于Ⅱ类设备上。

[IEC 60050:2008,851.15.11，修改——参考文件 IEC 61140:2001,7.3 中省略的短语“提供电击防护”和已增加备注]

3.9

Ⅲ类设备　class Ⅲ equipment

设备或设备部件依靠安全特低电压(SELV)或保护特低电压(PELV)电路供电提供电击防护，这些电压不产生危险电压。

3.10

电气间隙　clearance

两导电部件之间或一个导电部件与无论是否导电的设备外部的边界面之间，在空气中测量的最短距离。

3.11

相比电痕化指数　comparative tracking index(CTI)

在规定的试验条件下，材料不出现电痕化和持续火焰所能够耐受的最高电压(单位为伏特)的数值。

[IEC 60050:2010,212.11.59]

3.12

通信电路/网络　communication ciruit/network

用于接收和(或)发送数字或模拟信号的电路/网络。

注：它可以通过光、磁或电磁发射方式或金属性连接与其他电路通信。

3.13

爬电距离　creepage distance

两导电部分之间或一个导电部分与设备的边界面(可接近部分)之间，沿着固体绝缘材料表面测量的最短距离。

[IEC 60050:2001,151.15.50，修改——短语“或一个导电部分与设备的边界面(可接近部分)之间，沿着固体绝缘材料表面测量”已增加]

3.14

直接接触　direct contact

人与带电部分的电气接触。

[IEC 60050:2004,826.03.05，修改——短语“或动物”已省略]

3.15

双重绝缘　double insulation

由基本绝缘和附加绝缘两者组成的绝缘。

注：基本绝缘和附加绝缘是独立的，分别为基本电击防护设计。

[IEC 60050:1998,195.06.08，修改——已增加备注]

3.16

特低电压　extra low voltage;ELV

见表 A.1。

3.17

机壳(外壳) enclosure

为预期的应用提供适当的防护类型和等级的外壳。

注：机壳可以提供对着火蔓延的防护(见第7章)。

[IEC 60050:1998,195.02.35,修改——已增加备注]

3.18

可接近的导电部分 accessible conductive part

外露可导电部分 exposed conductive part

正常条件下不带电,但在基本绝缘失效时可能带电并可被接触到的电气设备的导电部分。

注1：对于未封闭的设备,其机架、安装的器件等可能成为可接近的导电部分。

注2：对于封闭的设备,当设备装配在其正常使用的位置时,包括其安装表面的可接近的导电部件构成可接近的导电部分。

[IEC 60050:1998,422.01.21,修改——已增加备注]

3.19

防火外壳 fire enclosure

用来使来自设备内部的着火或火焰的蔓延减少到最低限度的设备部件。

3.20

功能接地 functional earthing;functional grounding(US)

除了电气安全目的之外,在系统或设施或设备内的一点或多点接地。

[IEC 60050:2004,826.13.10]

3.21

功能绝缘 functional insulation

为了设备正常功能所必需的,在可导电部分之间所设置的绝缘。

[IEC 60050:1998,195.02.41]

3.22

危险能量等级 hazardous energy level

在电压不小于2 V时,有效功率等级不小于240 VA、持续时间不小于60 s,或者储存能量等级不小于20 J(例如来自一个或多个电容器)。

3.23

危险带电部分 hazardous live part

电压超过交流33 V或直流70 V的带电部分。

3.24

危险带电电压 hazardous live voltage;HLV

正常条件下,超过交流33 V或直流70 V的电压。

3.25

HB40级材料 HB40 class material

以所使用的最小有效厚度试验并依据IEC 60695-11-10分类为HB40的材料。

3.26

HB75级材料 HB75 class material

以所使用的最小有效厚度试验并依据IEC 60695-11-10分类为HB75级的材料。

3.27

高集成度部件 high-integrity part

高集成度元件 high-integrity component

部件或元件不会有引起本部分含意上的危险的缺陷,并且在施加单一故障条件时,高集成度的部件

或元件可认为不易失效。

3.28

限能电路　limited-energy circuit

满足本部分 7.12 中所有条件的电路。

3.29

带电部分　live part

在正常使用中预期被激励的导体或导电部分，包括中性导体。

注：本概念并不意味电击危险。

[IEC 60050:1998,195.02.19，修改——定义的最后部分“但按照惯例，不是 PEN 导体，PEM 导体或 PEL 导体”已省略]

3.30

维护操作员　maintenance operative

经过适当培训并具有必要经验，在限制进入的区域内操作设备时能够意识到所面临的危险，而且通晓采用一些措施使自己和他人的危险降至最小的操作人员。

3.31

微观环境　micro-environment

直接围绕在爬电距离和电气间隙周围的环境条件。

注：爬电距离或电气间隙的微观环境决定绝缘的效果，而不是由设备的环境决定。

[IEC 60050:1998,442.01.29，修改——定义的后半部分“在不考虑正常运行中由设备自身产生污染的情况下”已省略]

3.32

非一次电路　non-primary circuit

与直流或交流电源以及外部的电压互感器和电流互感器电气隔离的电路。

3.33

正常条件　normal conditions

设备安装和运行时，由制造厂定义的指定设备的正常运行条件(不包括维护)。

3.34

过热　overheating

运行在超过设备热限值的状态。

3.35

过电压类别　overvoltage category

用数字表示的瞬态过电压条件。

注 1：过电压类别用Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级表示。

注 2：过电压类别详见 A.1。

3.36

PEB 电路　PEB-circuit

保护等电位联结电路。

见表 A.1。

3.37

PELV 电路　PELV-circuit

保护特低电压电路。

见表 A.1。

3.38

污染 pollution

任何能够导致绝缘体的介质强度或表面电阻率永久下降的固体、液体或气体等外来附加物质。

[IEC 60050:1998,442.01.28,修改——已省略备注]

3.39

污染等级 pollution degree

用数字表征微观环境受预期污染的程度。

3.40

污染等级 1 pollution degree 1

一般无污染或只出现干燥的、非导电性的污染。

注：此种污染无影响。

3.41

污染等级 2 pollution degree 2

除了可能有时会出现由凝露造成的暂时性导电之外，一般只出现非导电性的污染。

3.42

污染等级 3 pollution degree 3

一般有导电性污染出现，或者由于可能出现的凝露使得干燥的、非导电性的污染变成导电性污染。

3.43

污染等级 4 pollution degree 4

这种污染一般会由于导电性灰尘或雨雪而造成持久的导电性。

3.44

一次电路 primary circuit

直接与交流或直流电源输入连接的电路。

注 1：与电压互感器或电流互感器连接的设备的电路也视为一次电路。

注 2：符合表 A.1 中特低电压(ELV)电路的要求并且由外部交流或直流电源供电的量度继电器的电路可作为非一次电路，在电源输出端提供的任何瞬态或脉冲电压不超过 IEC 61010-1:2010 中图 2 要求。

3.45

保护联结 protective bonding

把可接近的导电部分或保护屏蔽体连接到一个与大地安全贯通的外部保护导体，为其提供电气连续性的一种电气连接。

3.46

保护联结电阻 protective bonding resistance

保护导体端子与要求连接到保护导体的导电部件之间的电阻。

3.47

保护导体 protective conductor

为了达到安全目的，例如电击防护，为主接地端子、可接近的导电部分、接地电极、电源的接地点或人工中性接地点提供电气连接的导体。

[IEC 60050:1998,195.02.09,修改——增加“主接地端子、可接近的可导电部分、接地电极、电源的接地点或人工中性接地点”]

3.48

保护接地 protective earthing;protective grounding(US)

设备中用于对故障情况下提供电击防护的一点接地。

3.49

保护阻抗　protective impedance

导电部分与可接近的导电部分之间的连接阻抗。在设备正常操作和可能的故障条件下，其阻抗值可使电流限制在一个安全值，以维持设备在整个寿命期的可靠性。

注：保护阻抗宜耐受双重绝缘的介质电压试验，保护阻抗的选择宜考虑它的主要的故障模式。

[IEC 60050:1998，442.04.24，修改——术语“开关装置”由“设备”替代，并增加备注]

3.50

保护屏蔽　protective screening；protective shielding(US)

通过连接到保护等电位联结系统的电气保护屏蔽体，实现电路和(或)导体与危险带电部分隔离，旨在提供电击防护。

[IEC 60050:1998，195.06.18]

3.51

保护隔离　protective separation

一个电路与另一个电路通过双重绝缘、基本绝缘和电气保护屏障、或加强绝缘进行隔离。

3.52

额定冲击电压　rated impulse voltage

由制造厂对设备或其中的某一部分指定的冲击电压值，用以表征其绝缘对瞬态过电压的规定的耐受能力。电气间隙与此有关。

3.53

额定绝缘电压　rated insulation voltage；RIV

由制造厂对设备或其部件规定的电压值，用以表征其绝缘规定的(长期)耐受能力，与介质电压试验和爬电距离有关。

注1：额定绝缘电压不一定与设备的额定电压相等，后者主要与设备的功能特性有关。

注2：额定绝缘电压与电路之间的绝缘有关。

注3：对电气间隙和固体绝缘来说，以其出现的电压峰值作为其额定绝缘电压确定值；对爬电距离来说，交流有效值或直流电压值作为额定绝缘电压的确定值。

3.54

额定电压　rated voltage

由制造厂指定的元件、器件或设备在规定工作条件下的电压值。

注：设备可以有多个额定电压值，或具有一额定的电压范围。

3.55

加强绝缘　reinforced insulation

提供的电击防护等级相当于双重绝缘的危险带电部分的绝缘。

注：加强绝缘可以由几个不能按基本绝缘或附加绝缘那样单独试验的绝缘层组成。

[IEC 60050:1998，195.06.09]

3.56

限制进入区域　restricted access area

只有经过特别授权并具有一定安全知识的电气专业人员和受过培训的人员允许进入的区域。

注：这些区域包括在金属外壳内或其他封闭设施内的开关场、配电场、成套开关设备、变压器、配电系统等。

[IEC 60050:1998，195.04.04，修改——增加“安全知识”和相应的备注]

3.57

例行试验　routine test

在制造中或制造后对每一独立项目所进行的符合性试验。

[IEC 60050:2001，151.16.17]

3.58

关键安全器件　safety critical component

在正常运行和单一故障条件下，依赖于电气绝缘的完整性、机械强度、热性能或阻燃特性，防止电击、人身伤害或着火危险性的器件。

3.59

屏蔽体　screen；shield(US)

封闭或隔离电气电路和(或)导体的可导电部件。

3.60

SELV 电路　SELV circuit

分隔的/安全特低电压电路。

见表 A.1。

3.61

单一故障条件　single-fault conditions

可能导致危险的一个故障的条件。

注：如果单一故障条件不可避免地引起另一故障条件，则这两个故障视为一个单一故障。

3.62

附加绝缘　supplementary insulation

除基本绝缘之外，另外再设置的独立绝缘，其目的是在基本绝缘失效时提供电击防护。

[IEC 60050:1998,195.06.07，修改——“故障保护”由“目的是在基本绝缘失效时提供电击防护”替代]

3.63

电痕化　tracking

在电应力和电解杂质的联合作用下，固体绝缘材料表面或内部导电通路逐步形成。

注：电痕化通常由表面杂质造成。

[IEC 60050:2010,212.11.56]

3.64

型式试验　type test

对某一特定设计的一个或多个装置进行的试验，以检验这些装置是否符合有关标准的要求。

[IEC 60050:2008,851.12.05]

3.65

用户　user

经过适当培训并具有必要经验的工作人员，他们在限制进入的区域内操作设备时能够意识到所面临的危险，而且通晓采用一些措施使自己和他人的危险降至最小。

注：用户可以被归为对设备进行常规操作的操作人员(认为只允许操作单元的前面部分)。

3.66

耐受　withstand

在施加有关的环境或试验条件(例如冲击电压)下，设备的生存状态。

3.67

工作电压　working votage

设备在额定电压供电下，能够通过任一特定绝缘出现的最高交流电压有效值或最高直流电压值。

注 1：忽略瞬态电压。

注 2：开路条件和正常操作条件两者均考虑在内。

4 一般安全要求

4.1 总则

设备不应危及人身和财产的安全。

用于Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类设备的电击防护适用于在正常条件下可接近的部分。

特低电压(ELV)、保护等电位联结(PEB)、安全特低电压(SELV)和保护特低电压(PELV)电路对来自危险带电电压的电击提供防护,没有必要与Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ类的设备分类联系。

4.2 接地要求

设备中的接地要求可以不仅仅是减少干扰的影响,而更重要的是出于对人身安全的考虑。两者之间若存在任何冲突,人身安全总应占据优先地位。

5 电击防护

5.1 总则

5.1.1 概述

应采用良好的结构和工程规范保护使用者免受电击的危害。

有关电击防护的构件和设备的试验,应按第10章中规定的型式试验和例行试验进行。

应提供对可接近的危险带电部分的接触防护。

任何没有至少是通过基本绝缘与危险带电部分隔离的导电部分,应认为是带电部分。

如果可接近的金属部分的表面是裸露的,或者由不符合基本绝缘要求的绝缘层覆盖,则被认为是导电的。

对设备施加单一故障条件不应导致电击危险。

在单一故障条件下可能危险带电的未接地的可接近的导电部分,应以双重绝缘或加强绝缘与危险带电体隔离,或与保护导体连接,或符合5.1.2～5.1.11[1)]的要求。

附录A包含设备的绝缘分类。

附录C用于确定电气间隙、爬电距离以及型式试验的耐受电压。

5.1.2 与危险带电部分接触的防护

5.1.2.1 总则

对可接近危险带电部分的直接接触防护应由足够的绝缘、设备外壳或遮栏提供。

5.1.2.2 绝缘

绝缘要求应在考虑下列影响因素后确定:

——所考虑的电路的额定绝缘电压(见IEC 61010-1:2010中6.7);

——过电压类别(见附录B和附录C);

——污染等级(见附录C);

——绝缘水平,例如特低电压、安全特低电压、保护特低电压或保护等电位联结(见附录A);

——绝缘的规定(见附录A和附录C)。

1) 原文误为5.1～5.1.11。

5.1.2.3 设备外壳和遮栏

危险带电部分应置于至少符合 GB/T 4208—2008 中 5.1 规定的防护等级 IP2X(提供对手指的防护)要求的外壳内或遮栏之后,以便在正常运行中是不可接近的。如果不使用工具能移开覆板,表 10 中警示符号 12 应可见。

在正常运行中,易接近的遮栏的顶部表面至少应符合 GB/T 4208—2008 中 5.1 规定的防护等级 IP4X(提供对直径 1 mm 的金属线进入的防护)的要求。任何这样的遮栏应有足够的机械强度、稳定性和持久性,以保持所规定的防护等级,并稳固地安放在适当的位置,只能借助工具才可移开。

维护操作员在人工更改设置等情况下可能被偶然触及的危险带电部分,至少应符合 GB/T 4208—2008 中 5.1 规定的防护等级 IP2X 的要求。

采用 IEC 61010-1:2010 中 6.2 规定的试验指验证与 5.1.2.3 的符合性。

5.1.2.4 采用多股导线的危险带电端

在导线承受接触压力的情况下,除非采用压接方法以降低由于焊料冷变形引起不良接触的可能性,多股导线末端不应采用软钎焊加固。补偿焊料冷变形的弹簧端子能满足此要求,螺钉压紧被认为不能满足要求。

端子应固定、防护或绝缘,以使得在安装多股软导线时,如果导线中的某一股脱落,不应有类似的单股芯线与下列部件之间存在偶然接触的可能:

——可接近的导电部分,或;

——仅通过附加绝缘与易接近的导电部分隔离的未接地的导电部分。

通常情况下,考虑用一根标称长度为 8 mm 的松散的多股线来评估这种风险。

如果确定有这样的风险,制造厂应在文档中给予说明并在设备上标记表 10 中符号 14 的警示符号。此风险能够通过采用诸如一个绝缘压接端头或单股导线消除。

通过检查验证与 5.1.2.4 的符合性。

5.1.3 电容器放电

设备断开后,电容器应在 5 s 内放电至残留电荷 50 μC 或电压 20 V。对于已安装设备,如果插头插座式器件上的电压会被触及,并且这些器件在带电时不使用工具就能被拔出,则电容器应在 1 s 内放电至 50 μC,或电压至 20 V。

对于以上两种放电情况,应在断开设备 5 s 或 1 s 之后,通过计算能量或测量电压进行试验。如果几个电容器通过电路相互连接,应以同样的计算予以确定。

如果由于设计的限制不能满足以上参数的要求,那么在设备上应有一个容易观察到的警示标志,以便在退出期间电容器能安全放电。

通过计算或测量验证与 5.1.3 的符合性。

5.1.4 保护阻抗

为了使未接地的可接近的导电部分在单一故障条件下不致成为危险带电部分,保护阻抗应为下面的一种或多种:

——一个高集成度元件,例如在最小额定电压有效值 3 250 V 时至少耐受 1 min 的高耐压电容器和电阻器,并且满足正常运行条件下 5.1.5.3.2 和单一故障条件下 5.2.4.1.2 的要求;在正常条件下,高集成度电阻器在最高环境温度时的额定功率至少应为该电阻器实际功耗的两倍。如果元件的主要失效模式是短路,不应采用单一元件。

——元件的组合，例如两个串联的Y级电容器，每一电容器的额定值均以施加在此电容器组的总工作电压为额定值。每一个电容器应有相同的标称电容值和有效值至少为2 000 V历时1 min的耐受电压等级。据此提供在单一故障条件下基本的电击防护。

——基本绝缘与限流或限压器件的组合。

可通过采用表C.7～表C.10中海拔高度2 000 m的适当的双重绝缘或加强绝缘电压试验，对保护阻抗进行合格验证。海拔高度不同于2 000 m的，试验电压宜按表C.11进行调整。

应按照正常运行及适当的单一故障这两种条件下的要求评价元件、导线及连接。允许通过满足保护阻抗要求的元件实现双重绝缘或加强绝缘的跨接。允许通过满足保护阻抗要求的元件实现双重绝缘或加强绝缘的跨接。验证5.1.4的元件及其任一基本绝缘的符合性，应在依照10.6.5.5的单一故障条件评估或试验之后进行。任何相关的基本绝缘均应通过依据附录C和IEC 61010-1:2010中6.7的评估、测量或试验来检验。

5.1.5 可接近部分

5.1.5.1 总则

除非很明显，在正常使用中确定一个部分是否可接近，应根据以下及5.1.5.2的规定进行。

预期连接到外部可接近电路的电路，应认为是可接近的导电部分，例如通信电路。

除非要求施加作用力，采用5.1.5.2.2中规定的合适的试验指时不应施加作用力。如果能够用试验指或试验探针触及，或者在正常使用中触及时防护物没有提供适当的保护，则这些部分被认为是可接近的(见下文)。

在可接近的导电部分或电路，由双重绝缘或加强绝缘与依照5.1.4的规定通过元件跨接的其他部分隔离，可接近的导电部分或电路在正常运行状态下的电流限值应符合5.1.5.3.2的规定，在单一故障条件下应符合5.2.4.1.2的规定。这些要求应适用在介质电压试验之后。

对危险带电部分，如果试验指或试验探针与危险带电部分之间的距离小于由GB/T 16935.1规定的工作电压下基本绝缘所适用的电气间隙，则认为这一部分是可接近的(见5.1.10.2[2])。

对于接入插入式模件的设备，那些距离设备开口达180 mm能被铰接式试验指(见5.1.5.2.2)触及到的部分，被认为是可接近的。

易损的材料例如油漆、搪瓷、氧化物及阳性膜等，认为不能提供适当的绝缘。未浸渍的材料，例如纸、纤维、纤维材料等，也认为不能提供适当的绝缘。

5.1.5.2 可接近部分的确定

5.1.5.2.1 总则

在正常使用中，如果用户需要执行任何可能增加部件可接近性的操作，无论是否借助工具(例如螺丝刀、硬币、钥匙等)，这些操作都应在履行5.1.5.2.2～5.1.5.2.4的检查之前进行。包括：

——拆除覆板；

——调整控制；

——更换耗材；

——拆除部件。

2) 原文误为5.1.6.4。

5.1.5.2.2 一般性检查

铰接式试验指(见 IEC 61032 和 GB/T 4208)应施加于每个可能的位置。如果设备的某一部分可能通过施加作用力而变为可接近部分,应采用施加 10 N 力的刚性试验指(见 IEC 61010-1:2010 中 6.2)。该作用力应从试验指的顶部施加,以避免楔入和产生杠杆作用。本试验应对包括底部的所有外表面施加。

5.1.5.2.3 外壳封闭的危险带电部分上方的开口

一个长 100 mm、直径 4 mm 的金属试验探针应插入设备外壳上方的任一开口(试验探针应自由悬挂),而插入外壳深度达 100 mm 的部分应是危险带电部分。该试验不应对端子施加。

5.1.5.2.4 预设置控制器的开口

一个直径 3 mm 的金属试验探针应从设备外壳的孔插入,以接近需要使用螺丝刀或其他工具进行预设置的控制器。试验探针应从该孔的任一可能方向插入。插入的深度不能超过从设备外壳表面到控制器轴的距离的 3 倍,或者不能超过 100 mm,取两者中的较小值。

5.1.5.2.5 特低电压(ELV)等级或移开覆板时可接近的带电部分

如果不借助工具而将覆板移开时,特低电压(ELV)等级(例如可更换的电池或机电式继电器的触点)或带电部分是可接近的,当覆板移开时要求有一个醒目的警示标志。该警示标志应包含表 10 中的符号 14 和/或符号 12。

5.1.5.2.6 接线端子

正常操作中,不能触及的以及在限制进入区域内或面板后的配线端子应认为是不可接近的。但宜按照 GB/T 4208—2008 中 5.1 规定的至少为 IP1X 的防护等级提供对于偶然接触造成电击的防护。

如果没有提供按照 GB/T 4208—2008 中 5.1 规定的至少为 IP1X 防护等级,应在可接近的危险带电接线端子附近标记表 10 中的警示符号 12。

应通过目测或试验验证与 5.1.5.1～5.1.5.2.6[3)] 的符合性。

5.1.5.3 可接近部分的允许限值

5.1.5.3.1 总则

在可接近部分和基准试验地之间,或在设备同一部分上相距 1.8 m(沿着表面或通过空气)之内的任意两个可接近部分之间的电压、电流、电荷或能量,在正常条件下不应超过 5.1.5.3.2 中的规定值,在单一故障条件下不应超过 5.2.4.1.2 中的规定值。

5.1.5.3.2 正常条件下的限值

正常条件下的限值如下。正常运行条件下,超过下列 a)～c)水平(限值)的被认为是危险带电。只有当电压超过 a)中的限值时,才采用 b)和 c)中的限值。

a) 电压水平:交流 33 V,或直流 70 V;

作为潮湿场所使用的设备,电压限值为:交流 25 V,或直流 37.5 V。

b) 正常条件下的电流限值见表 1。

---

3) 原文误为 5.1.5～5.1.5.2.6。

表 1 正常条件下的电流限值

安装地点	GB/T 12113—2003 中图 3 和图 4 采用的测量电路	正弦波形有效值 mA	非正弦或混合频率波形峰值 mA	直流 mA
干燥	图 4	0.5	0.7	2
潮湿	图 3，R_s=375 Ω(代替 1 500 Ω)	0.5	0.7	2
干燥	图 3，R_n=75 Ω；在 30 kHz～500 kHz 频率范围内涉及可能的灼伤	70	—	—

c) 正常条件下，电容电荷或能量水平的限值见表 2。

表 2 正常条件下电容的电荷或能量限值

最大水平	交流峰值或直流电压
45 μC	最大 15 kV
350 mJ	≥ 15 kV
注：IEC 61010-1:2010 中图 3 表明了正常运行和单一故障两种状态下相对于电容值的最大可接受电压。	

5.1.6 与保护导体的联结

5.1.6.1 带电部分和可接近的可导电部分之间的绝缘

如果在 5.1.2 中规定的基本防护方法出现单一故障时，可接近的导电部分可能变为危险带电部分，它们应与保护导体端子联结。或者，这种可接近的导电部分应通过联结到保护导体端子的导电防护罩或遮栏与危险带电部分隔离。对于测量和试验设备，允许以间接联结替代直接联结。

未接地的可接近的导电部分，例如设备门或挡板、手柄等，应满足下列其中之一的规定：

——未接地的可接近的导电部分，如果已通过双重绝缘或加强绝缘与所有危险带电部分隔离，无需与保护接地导体相连；

——防护等级Ⅰ类设备：未接地的可接近的导电部分和带电部分之间有最低限度的基本绝缘，其前提是此绝缘不得因任何单一故障(包括机械冲击、导线或端子松动等)降低而低于基本绝缘。可以采用机械保持力确保维持单一故障条件下的基本绝缘。具有锁紧垫圈的螺钉或螺母，或是不仅仅以钎焊进行机械紧固的金属线被认为不易松动。

如果对符合性有任何怀疑时，应通过测量对电气间隙进行验证。

5.1.6.2 保护联结

可接近的导电部分应与保护导体相连。但当满足下列条件之一时除外：

——当未接地的可接近的导电部分仅与带有符合 5.1.5 要求的直接接触防护、且电压不大于特低电压(ELV)限值(见附录 A)的电路有关时；

——当使用了磁芯时，例如变压器、扼流线圈和接触器；

——未接地的可接近的导电部件尺寸较小，在正常使用下不会有意抓握，被接触的可能性很小，并且至少通过基本绝缘与危险带电部分隔离。

5.1.6.3 连接到保护导体的部件联结

保护联结试验的要求见 10.6.4.5。

设备的设计宜确保保护接地联结电路任一表面的油漆或涂覆层不应影响该电路的保护联结阻抗。

5.1.6.4 对腐蚀的防护

保护接地端子和连接的导电接触部分，在与设备一起提供的说明书中指定的任何工作、贮存或运输环境条件下，不应因电化学反应而遭受明显的腐蚀。

可通过适当的电镀或涂覆层实现防腐。

验证是否符合 5.1.6.4 要求的方法是测定不同金属之间的电化学电位差，也可在通常进行的湿热型式试验之后进行检验。

5.1.6.5 保护联结的中断

当借助作为导体或带电体的插头和插座将保护连接于设备的组件时，保护连接不应在带电导体之前断开。重接时，保护导体应在带电连接前重接，或至少和带电导体一起重接。

5.1.7 保护导体联结

具有内部保护联结的设备，应在各个带电导体的端子附近具有能与外部保护导体连接的手段。

此保护导体端子应抗腐蚀。它至少应能容纳横截面积与具有最大电流（保护元件）等级、可能引起接地故障的设备电路一样大的电缆。

保护导体的连接手段不应被用作设备机械组件的一部分。

5.1.8 高泄漏电流

在正常使用中，如果设备持续出现交流超过 3.5 mA 或直流超过 10 mA 的漏电电流，则电源输入应作为永久性连接设备连接（见 E.2），并应在设备文档中规定。

任何电流的测量应采用 GB/T 12113—2003 中图 4 的测量电路进行。设备应与地以及连接在保护导体端子与保护导体之间的测量电路绝缘。

5.1.9 固体绝缘

5.1.9.1 总则

固体绝缘的设计应能承受发生的各种应力，特别是正常运行时预期出现的机械的、电的、热的以及气候应力，并应有效阻止设备在其寿命周期的老化。

固体绝缘应被设计为能够承受在运输、贮存、安装和使用期间可能出现的机械振动或冲击。

导线的绝缘应按照固体绝缘考虑。

薄的、易受损的材料，例如油漆或氧化物涂覆层以及阳极涂覆层，被认为不足以满足这些要求。

5.1.9.2 要求

在最高环境温度的正常运行条件下，固体绝缘的最高温度应低于 7.11.2 中表 7 所给出的适用等级的温度。

固体绝缘的符合性应通过介质电压及冲击电压耐受试验进行验证，试验等级根据表 C.1～表 C.10 和表 C.11 相关的额定工作电压和过电压类别确定。术语“固体绝缘”是指在两个相对表面之间，而不是沿着一个外表面提供电气绝缘的材料。它的特性要求规定为穿过绝缘的实际最小距离，或者沿用本部

分中其他的要求和试验代替这个最小距离。因此,任何试验均只验证穿过绝缘的最小距离,而不是跨过绝缘表面的爬电距离。

可通过目测、测量和试验验证与5.1.9的符合性。

5.1.10 电气间隙和爬电距离

5.1.10.1 总则

电气间隙和爬电距离应由表C.1～表C.10中合适的部分确定。

注:表C.1～表C.10中的电气间隙和爬电距离对300 V以上的电压可插补得到。

最小爬电距离不应小于空气中的最小电气间隙。这些爬电距离和电气间隙都是最小值,制造公差应额外考虑。

电气间隙和爬电距离的设计和测量示例见GB/T 16935.1—2008中6.2。

非均匀电场通常适用于设备。

对于冲击电压波形的功能绝缘,在确定所要求的电气间隙和爬电距离时,应以波形的有效值作为工作电压用于计算和使用。短期(小于波形周期的2%)的重复峰值电压的幅值不宜超过用于确定最小爬电距离的额定工作电压有效值的175%。

对所要求的电气间隙和爬电距离的符合性存在任何怀疑时,应进行测量。

如果适用,应根据第10章的规定进行电气间隙的例行试验和型式试验或抽样试验以确定5.1.10的符合性。

5.1.10.2 电气间隙

5.1.10.2.1 总则

电气间隙是为了耐受无论是由于外部事件(例如雷击或通断的瞬态)或是设备的动作引起而在回路中出现的最大瞬态过电压。电气间隙的确定应参考附录A和附录C。一次电路电气间隙的确定还宜参考表B.1。

任意两个电路之间的电气间隙的设计应符合两者之中的较大者。

为保证确定的耐受试验电压,位于海拔高度超过2 000 m处的设备的电气间隙应乘以表3给出的系数。

表3 海拔高度乘数

海拔高度 m	电气间隙乘数
2 000	1.00
3 000	1.14
4 000	1.29
5 000	1.48

海拔2 000 m以上的设备的耐受试验电压参见表C.11。若有必要,应考虑采用适当的方法限制设备承受的冲击电压。例如,采用火花放电器或瞬变干扰抑制器等。

5.1.10.2.2 一次电路的电气间隙

有关在空气中一次电路的电气间隙由额定冲击电压确定(见C.1.4)。

一次电路与包括可接近部件和接地部件在内的其他电路(一次或非一次电路)之间的基本绝缘是最低要求。根据绝缘分类的不同(见附录 A),也可能需要额外的绝缘(例如功能绝缘或附加绝缘)。为使着火风险减至最小,有必要正确地设计功能绝缘,例如功能绝缘跨越一次电路。

当电气间隙不符合表 C.3～表 C.10 中的相关情况时,可通过合适的海拔高度倍增系数(见表 C.11)采用倍增的耐受电压作为试验电压进行验证。当电气间隙小于最小的规定值时,除非冲击电压发生器的特性和冲击电压幅值符合 10.6.4.2.3,否则检验产品安全的方法应首选表中给定的交流或直流值,而不是冲击电压的值。

注:表 C.1～表 C.10 中的耐受电压为非均匀电场中的值。在很多情况下,设备的两个部件之间在空气中的电气间隙介于非均匀电场和均匀电场之间。因此,电气间隙可以通过试验得到证明。

电气间隙值在附录 C 中冲击电压部分进行了规定,对于附录 C 中未给出的其他值参考 GB/T 16935.1—2008 中的附录 A。

5.1.10.2.3 非一次电路的电气间隙

非一次电路的电气间隙应耐受电路中出现的最大瞬态过电压。若瞬态过电压不会发生,则电气间隙值基于最高标称工作电压。

电气间隙值在附录 C 中冲击电压或工作电压部分进行了规定,对于附录 C 中未给出的其他值参考 GB/T 16935.1—2008 中的附录 A。

5.1.10.2.4 爬电距离

应假定在本部分范围内的设备长时间连续地承受电压应力,因而需要设计适当的爬电距离。

爬电距离应参考附录 A 和附录 C 确定。

爬电距离的设计和测量示例见 GB/T 16935.1—2008 中 5.2 和 6.2。

任意两电路之间的爬电距离应符合两者中的较大者。

如果污染等级 3 级或 4 级导致了持久的导电性,例如由碳或金属尘埃所致,则不能规定爬电距离的尺寸。而应该使得绝缘表面的设计能够避免出现导电性污染的连续通路(例如依靠 GB/T 16935.1—2008 中 5.2.2.5 和 5.2.5 规定的筋或凹槽)。

表 C.12 指出了可用于降低设备内污染等级的附加防护。如果采用表 C.12 确定减小了的爬电距离,则宜确保此距离不小于所允许的最小电气间隙。

如果有怀疑,应通过测量验证 5.1.10.2.4 爬电距离的符合性,但不能通过电压耐受试验验证。

对于一次和非一次电路,附录 C 表中的爬电距离值允许插补得到。

5.1.11 功能接地

如果可接近的导电部件或其他导电部件的功能接地是必需的,采用下列方式:

——允许功能接地电路连接到保护接地端子或保护连接导体上;

——功能(或保护)接地电路至少应通过功能绝缘与特低电压(ELV)、保护等电位联结(PEB)、保护特低电压(PELV)和安全特低电压(SELV)电路隔离;

——功能接地电路应通过下列任一种绝缘方式与装置内的危险电压部分隔离:

- 双重绝缘或加强绝缘;或
- 保护接地屏蔽或其他保护接地导电部件至少通过基本绝缘与危险电压部分隔离。

通过目测检验与 5.1.11 的符合性。

5.2 单一故障条件

5.2.1 单一故障条件试验

设备不应在单一故障试验后出现电击或着火风险，试验后对于设备的功能不作要求。

下列要求适用：

——为了能发现易导致电击或着火风险的故障状态，应检查设备及其电路图；

——除非可以证明由于特定的单一故障条件不可能引起危险，否则应进行故障测试；

——不要求将单一故障条件施加于双重绝缘或加强绝缘；

——设备应在最不利的组合基准试验条件下运行。

这些条件包括：额定电压和电流最差的误差限条件、设备方位最差、正常条件下覆板或其他可动部件可能没安装、外部熔断丝已达规定的最大额定值等情况。

注：如果一些诸如螺钉、铆钉等小部件是不可接近的，并且至少通过基本绝缘与危险带电电压(HLV)电路隔离，可以不予考虑。

7.11 给出了另一个在单一故障条件下着火蔓延防护测试的可选方法，但不适用于电击危险。

5.2.2 单一故障条件的施加

5.2.2.1 总则

一次只应施加一个故障条件，并且应按照最便利的顺序依次进行。不应同时施加多个故障，不过它们有可能是因同一个单一故障条件的施加而引起的。施加单一故障可能会导致设备处于危险的状态，测试人员应采取适合的防范措施，例如安全屏等。

单一故障条件施加后，设备或相关部件应满足 5.2.4 的要求。

单一故障条件的评估应包括以下方面。

5.2.2.2 保护阻抗

下列要求适用：

——如果保护阻抗由多个元件组成，则每个元件都应依次予以短路或断开；

——如果保护阻抗由基本绝缘和一个限压或限流器件组成，此基本绝缘和限压或限流器件均应施加单一故障条件，一次施加一个。基本绝缘应被短路。限压或限流器件应按最不利的情况予以短路或断开。

高集成元件的保护阻抗部件无需短路或断开。

5.2.2.3 互感器

在正常运行中带有负载的互感器的非一次绕组和多抽头绕组的各部分应依次进行试验，每次做一个，以模拟负载上的短路。所有其他的绕组按最不利的情况带或不带负载。

除非之间有加强绝缘和双重绝缘，互感器的一次和非一次绕组之间应短路。当热损伤绝缘，并可能产生电击危险时，应测试加强绝缘和双重绝缘。

短路也应施加于任何直接与线圈相连的限流阻抗或过电流保护器件的负载侧。

5.2.2.4 输出

输出应每次逐一短路。

5.2.2.5 电路和部件间的绝缘

如果电路和部件之间的功能绝缘可能导致任何材料过热而引发着火风险，应将此功能绝缘短路，除

非那种材料的可燃性等级达到或优于 IEC 60695-11-10 中规定的 V-1 级。

小于规定电气间隙距离的一次电路中的基本绝缘应桥接，以检验防止着火蔓延。

除非绝缘受到的热损伤可能引发电击危险，附加绝缘、加强绝缘和双重绝缘无需短路。

5.2.2.6 一次电路和带危险电压的非一次电路

单一故障条件应通过开路或短路元件施加于设备中的一次电路和带危险电压的非一次电路上那些可能引发着火或电击风险的地方。

5.2.2.7 过负荷

单一故障条件应施加于电路或元件因过负荷可能引发着火或电击风险的地方。此类情况包括最不利的负载阻抗连接到传送功率或信号输出的设备端子及连接器上。

允许采用可熔性连接、过流保护器件等提供足够的保护。

如果同一内部电路有多个引出线，则单一故障试验可以仅限于一个引出线。

5.2.2.8 间歇工作电阻器

对于设计为间歇功耗的电阻器，在单一故障条件下的评估中应考虑连续功耗。

5.2.2.9 直流输入

应评估直流输入在最差条件下极性反接的影响。

允许使用熔丝连接、过流保护装置等以提供足够的保护。

如果有相同内部回路的多个入口，可仅对一个入口测试。

5.2.3 试验持续时间

设备应处于运行状态，直至由于施加故障产生的结果不太可能导致进一步的变化。每个测试一般限于 1 h，因为在此时间内任何由单一故障条件引发的二次故障通常都会自行表现出来。如果有迹象表明可能最终会发生电击、着火蔓延或人身伤害的风险，例如温度还未达到稳定状态，除非危险发生，试验应继续进行直至这些危险中的某一个危险发生，或者达到 4 h 的最长时限。

5.2.4 符合性

5.2.4.1 电击防护的符合性要求

5.2.4.1.1 总则

为验证设备在单一故障条件下不会出现电击危险，有必要按照 10.6.4.3 的规定进行电压耐受试验。

在施加单一故障条件后，保护等电位联结电路、保护特低电压电路和安全特低电压电路应保持安全可接触。

按照 5.2.4.1.2 的规定，单一故障条件下可接近部分不应是危险带电部分。

5.2.4.1.2 单一故障条件下的限值

单一故障条件下的值如表 4 所示。单一故障条件下的数值超过 a)～c)的水平(限值)时被认为是危险带电。仅在电压超过 a)中规定数值时，才采用 b)和 c)的限值。

a) 电压为交流有效值 55 V 或直流 140 V。

对于暂态电压，其限值是通过一个 50 kΩ 电阻测量获得的 IEC 61010-1:2010 中 6.3 的值。

用于潮湿场所的设备，电压为交流有效值 33 V 或直流 70 V。

b) 电流限值见表4。

表4 单一故障条件下的电流限值

安装地点	采用GB/T 12113—2003中图3、图4的测量电路	正弦波形有效值 mA	非正弦或混合频率波形，峰值 mA	直流 mA
干燥	图4	3.5	5	15
潮湿	图3，R_S=375 Ω(代替1 500 Ω)	3.5	5	15
干燥	图3，R_B=75 Ω。在30 kHz～500 kHz频率范围内涉及到可能的灼伤	500	—	—

c) 电容限值见IEC 61010-1:2010中图3。

5.2.4.2 温度防护的符合性要求

见7.3.1。

5.2.4.3 着火蔓延防护的符合性要求

见7.11.3。

5.2.4.4 危险气体和化学制品的符合性要求

见7.3.2。

5.2.4.5 机械防护的符合性要求

通过目测验证与5.2.4.5的符合性，以确保所有部分不会由于部件的向外爆炸或向内爆裂而脱离设备，也不会由于单一故障条件的施加而导致机械危险。

防爆部件宜借助工具才可移动。如果防爆部件不借助工具就可移动，则应标记表10中符号14，并在说明文件中提供适当的警示。

6 机械要求

6.1 机械危险防护

6.1.1 稳定性

在正常使用中，设备不应出现物理上的不稳定而造成对用户的伤害。

6.1.2 运动部件

在可能接触时，运动部件不应挤压、划伤或刺伤用户身体的任何部位。在正常使用和维护中，也不能严重地夹伤用户的皮肤。这一要求不适用于明显依靠设备外部部件的操作而易触及的运动部件，例如跳闸机构。设备的设计应将无意中接触此类运动部件的可能降至最小(例如装设挡板、手柄等)。

通过目测验证与6.1.2的符合性。

6.1.3 边和角

设备外壳上所有易触及的边沿、凸起、转角、开孔、挡板、手柄之类宜是平滑的、圆润的，以避免在正

常使用时造成伤害。

通过目测验证与 6.1.3 的符合性。

6.2 机械要求

设备宜按照 10.6.2.1～10.6.2.4 的规定进行机械试验。

如果要求更高的试验严酷等级,应由制造厂与用户协商一致。

6.3 端子的机械安全

见附录 E。

7 可燃性及防火

7.1 总则

本章通过下列措施之一,提供了降低与设备有关的着火风险而达到安全水平的方法和步骤:

——消除或减少设备内部的引燃源;

——减少设备中易燃或可燃材料的数量;

——一旦发生着火,宜将其限制在设备内部。

7.2 基本原理

在正常使用中或单一故障条件下,设备或设备部件可能出现温度过高而导致在设备内部或其周围产生着火风险。

设备内出现着火风险应具备下列所有三个基本要素:

——设备电路应有足够的功率或能量作为引燃源;

——应存在氧气(空气中含氧量大约为 21%);

——应具有维持燃烧过程的易燃材料。

采用本章提供的方法和步骤有下列优点:

——无需试验即可符合防火要求;

——减少单一故障条件试验;

——提供了可以通过目测检验着火防护的设计规范;

——减少了检验机构之间解释的差异及测试的可变因素。

本章还详细规定了在最高温度限值和限能电路条件下着火蔓延防护的要求。

着火蔓延防护的要求见图 1 的流程图。

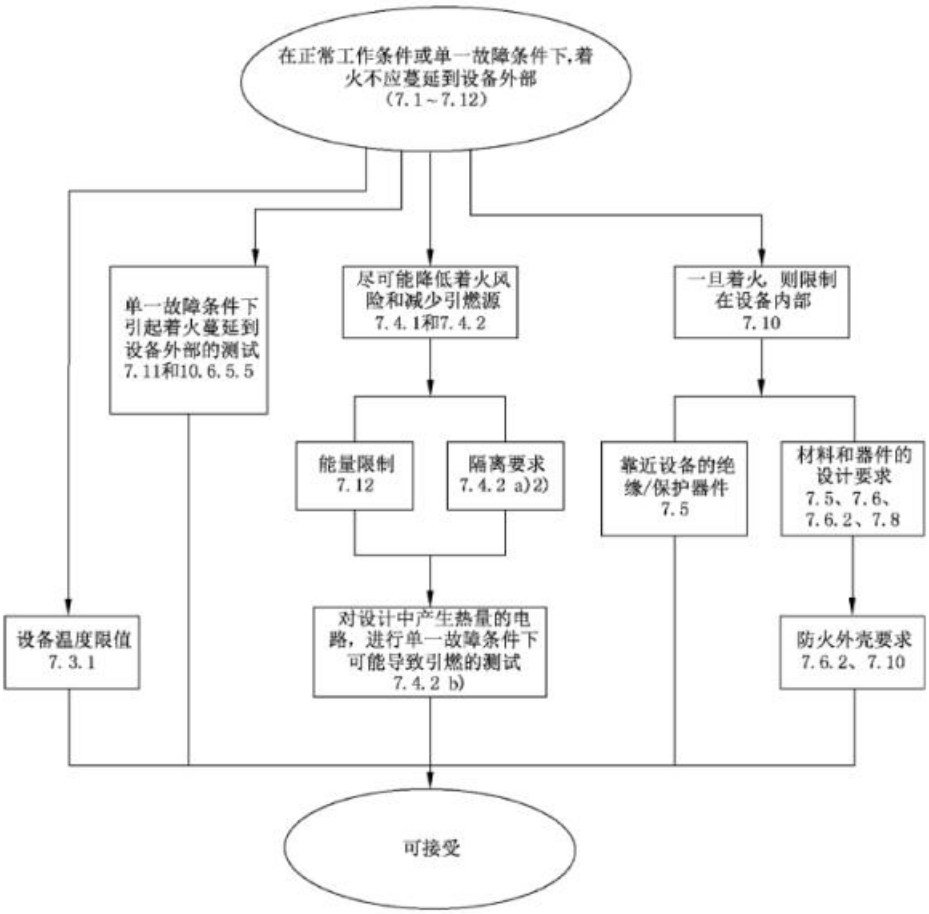


图 1 着火蔓延防护要求的流程图[4)]

7.3 过热与着火的一般危险

7.3.1 设备温度限值

在正常条件或单一故障条件下,加热不应导致危险,也不应导致设备外的着火蔓延。表 5 规定了最高环境温度下正常使用时设备最高的可接受温度。在以下条件下,允许超出表 5 中的温度值:

a) 尺寸不超过 50 mm,并且不太可能接触到的区域,温度为 100 ℃;

b) 如果不太可能无意接触到的部位,并且部位上有警示指示此部位是热的,例如表 10 中的符号 13(或 14),在环境温度为 40 ℃时,温度值可以超出限值要求。

单一故障条件下最高可接受温度见 7.11。

如果易接触的发热表面由于功能原因是必需的,则可允许其超过表 5 中的规定值,但应在外观或功能上可以辨识或贴上标志。表 10 中的符号 13 宜用于指示某表面或部件是热的。

宜考虑到这样的事实,基于长期原因某些绝缘材料的电气和机械性能可能会受到不良影响,例如在低于材料正常软化温度时软化剂的蒸发。

所给定材料的相对热指数(RTI)规定了最高连续工作的温度。在此温度下工作 7 年后,材料的电气和机械性能最多可能降低 50%。

4) 图 1 中"尽可能降低着火风险和减少引燃源 7.4.1 和 7.4.2"原文误为"尽可能降低着火风险和减少引燃源 7.4 和 7.4.2"。

表 5 环境温度为 40 ℃时正常操作中的最高温度

正常操作时可接近的部件	最高温度 ℃	
	金属	非金属
仅在短时间内持握或接触的手柄、旋钮、把手等	60	85
正常操作时连续持握的手柄、旋钮、把手等	55	70
可能触及的设备外表面	70	80
可能触及的设备内部部件	70	80

通过对挡板和覆板的测量或目测验证与 7.3.1 的符合性，检验它们对于温度高于表 5 各值的表面意外触及的防护。试验时所有挡板和覆板应就位。若挡板和覆板不借助工具就可移动，应采用表 10 中符号 13 或 14 警示。

7.3.2 危险气体和化学品

正常运行时，设备不应释放危险数量的有毒或有害性气体。

制造厂提供的文件中应说明设备可能释放出哪些有毒或有害性气体，及其可能的释放量。

通过查看制造厂提供的文件验证其符合性。由于气体种类的广泛性，使规定基于极限值的符合性试验难以做到，因此宜采用职业(有害物)的阈限值表。

7.4 着火风险的最小限度

7.4.1 总则

设备内部以及敷设的电缆和布线的着火风险的最小限度应是主要考虑的问题。应提供与可靠性和运行要求一致的防护。

单一故障条件下，任何损害均应限制在设备内部，见 7.11。

选择和使用元件和材料时，应保证因元件失效或可能的短路造成的着火风险可以忽略。

在一次电路和超过特低电压限值的电路中，关键性的安全元件宜符合附录 D 的要求。应检查设备及其电路图，以确定是否有必要采用单一故障条件验证着火风险的试验。

7.4.2 设备内部引燃源的消除或减少

如果每个引燃源符合下列要求，则认为引燃和着火风险的发生降低到了可以容许的水平：

a) 满足 1)或 2)

1) 对电路或设备部件有效的电压、电流和功率的限制与 7.12 相同；

按照 7.12 的规定，通过限能值的测量检验其符合性；

2) 不同电位的各部分之间的绝缘满足基本绝缘的要求，或者能证明将此绝缘桥接不会导致引燃；

通过目测验证其符合性，如果有怀疑，施加 7.11 规定的试验；

b) 对于产生热量的电路，在任何可能导致引燃的单一故障条件(见 5.2)下的试验中均未发生引燃。

设备中不属于限能电路(见 7.12)的所有电路均被认为是引燃源，此时应采用下列方法 ⅰ)或方法 ⅱ)：

ⅰ） 单一故障条件下可能导致着火蔓延到设备外部的试验（见 5.2）；

ⅱ） 依据 7.11 验证，如果发生着火是否将其限制在设备内部。

采用 7.11 的评估方法，以 5.2 中的相关试验检验其符合性。

7.5 电缆敷设及熔断

为了使交流或直流电源和保护导体，或其他由该产品供电的设备发生着火风险和热负荷过载的可能性降至最小，考虑到最不利的单一故障条件，制造厂应做出下列推荐：

——连接电缆：最小横截面及电压额定值；

——保护器件：熔断器或断路器的额定参数，宜包括保护器件特性、电压额定值，并且该器件宜靠近设备。

失效或故障可能是由于设备内部的短路，或可接近的导电部分的故障、接地故障，输出电路短路或控制电路失效。

当出现下列情况时，电缆敷设和熔断特别重要：

——在预期使用时，设备中的某一故障可能引起设备的输出电流超过额定值，由此导致保护导体或由设备供电的其他设备的热负荷过载；

——设备故障后不能自动断开交流或直流电源。

7.6 材料和元件的可燃性

7.6.1 总则

包括可燃性试验的试验概览见表 12。

通过查看材料的数据，或按 IEC 60695-11-10 中规定的可燃性试验对相关部件的三个试样进行合格性验证（见表 12 和 10.6.5）。该试样可以是下列任何一种：

——完整的部件；

——部件的某部分，包括具有最小壁厚和任何通风口的区域；

——符合 IEC 60695-11-10 的样品。

当涉及到安全时，元件应满足下列要求之一：

——符合包含此类要求的相关 IEC 元件标准的可燃性要求；

——没有相关 IEC 标准的，符合本部分的可燃性要求；

——如果元件已被某一公认的检验机构认定为符合某一非 IEC 标准的可燃性要求，该要求至少与相关 IEC 标准中规定的要求一样。

7.6.2 防火外壳内部的元件和其他部件的材料

防火外壳的材料应符合下列要求之一：

——当依照 5.2 进行试验时，在非正常运行条件下没有出现着火风险的电气元件；

——在全部由金属材料构成并且没有通风口、体积不大于 0.06 m^3 的设备外壳中的材料和元件，或在一个充有惰性气体的密封单元内的材料和元件；

——直接用于防火外壳中包括载流器件表面的任何表面的一层或多层薄绝缘材料，例如粘性胶带，前提是薄绝缘材料的组合物及其应用表面的可燃性等级都不应低于 IEC 60695-11-10 中 V-2 级。如果薄绝缘材料在防火外壳自身的内表面，则采用 7.10 对防火外壳结构的要求；

——安装有诸如集成电路器件、光耦器件、电容器或其他小型器件的电子元件的材料，其可燃性等级不低于 IEC 60695-11-10 中的 V-1 级；

——以 PVC、TFE、PTFE、FEP 或氯丁橡胶或聚酰亚胺绝缘的导线、电缆及连接器，或可燃性等级不低于 IEC 60695-11-10 中的 V-1 级的绝缘线；

——用于线束固定的独立的线夹（不包括螺旋状的或其他连续形式缠绕物）、系带、捆绑绳以及电缆扣。

通过检查设备或材料的数据验证与 7.6.1 和 7.6.2 的符合性。

7.6.3 防火外壳的材料

填充于防火外壳开孔中及预期安装于该开孔的元件所用的材料，应符合下列要求之一：

——可燃性等级不低于 IEC 60695-11-10 中的 V-1 级；

——通过 IEC 60695-11-10 中的可燃性试验；

——符合相关 IEC 元件标准的可燃性要求。

注：熔丝架、开关、连接器和器具的插入口等，就是这些元件的实例。

防火外壳的塑料材料应放置在与起弧部件（例如未封闭的开关触点）的空气距离 13 mm 以外的地方。

防火外壳的塑料材料放置在与非起弧部件空气距离 13 mm 以内时，如果在任何正常或异常工作条件下，该部件均能达到足以引燃该材料的温度，则该材料应通过 IEC 60695-2-20 的试验。试样引燃的平均时间不应少于 15 s。如果试样熔化而未引燃，出现此状况的时间不认为是引燃时间。

通过检查设备或材料的数据验证与 7.6.3 符合性，如有必要可进行适当的可燃性试验。

7.6.4 防火外壳外部的元件和其他部件的材料

除非下文另有说明，位于防火外壳外部的元件或其他部件（包括机械外壳、电气外壳和装饰性部件）所用的材料，如果最薄处的有效厚度小于 3 mm，其最低的可燃性等级应达到 HB75。如果其最薄处的有效厚度不小于 3 mm，则可燃性等级应达到 HB40，或者其可燃性等级应达到 HBF。如果机械的或电气的外壳也作为防火外壳，则采用对防火外壳的要求（见 7.6.3 和 7.10）。

上述可燃性的要求不适用于下列任一情况：

——当依照 5.2 试验时，在非正常运行条件下没有出现着火风险的电气元件；

——体积不大于 0.06 m^3 的全部由金属构成并且没有通风口的外壳内的材料和元件，或在一个充有某种惰性气体的密封单元内的材料和元件；

——符合包括此类要求的相关 IEC 元件标准可燃性要求的元件；

——诸如集成电路器件、光耦器件、电容器和其他小型器件的电子元件：

- 安装在可燃性等级不低于 IEC 60695-11-10 中的 V-1 级材料上；
- 在正常工作条件下或发生单一故障之后的设备内，并且安装在可燃性等级达到 HB75、最薄处有效厚度小于 3 mm 的材料上，由不大于 15 VA 或者由符合限能电路要求（见 7.12）的电源供电；
- 如最薄处的有效厚度不小于 3 mm 时，则安装在可燃性等级达到 HB40 的材料上。

连接器应符合下列要求之一：

——制造材料的可燃性等级不低于 IEC 60695-11-10 中的 V-1 级；

——通过 IEC 60695-11-10 的试验；

——符合相关 IEC 元件标准的可燃性要求；

——安装在由一种电源供电的二次电路中，该电源在设备正常工作条件下和单一故障条件（见 5.2）后，其最大输出被限制在 15 VA 或者符合限能电路的要求（见 7.12）。

7.7 着火引燃源

归类于一次电路或超过特低电压限值的设备的所有电路均应认为是着火的引燃源。此类电路的所有电气元件均认为是可能的着火引燃源。

7.8 采用防火外壳的条件

7.8.1 总则

当故障条件下部件的温度足以造成引燃时,要求采用防火外壳。

7.8.2 需要防火外壳的部件

下列元件或部件均认为具有引燃危险而需要采用防火外壳:

——一次电路中的元件,除了被试设备都进行了 5.2 中所有适用的单一故障试验外;

——由超过 7.12 规定限值的电源供电的非一次电路中的元件;

——由符合 7.12 规定的限能电路供电的非一次电路中的元件,且没有安装在可燃性等级不低于 IEC 60695-11-10 中的 V-1 级材料上;

——在电源单元内,或在有一个输出符合 7.12 限能电路要求的组件中的元件,这类组件包括符合限能电路源输出判据的过流保护器件、限制阻抗、调节网络和导线(7.8.3 除外);

——具有未封闭的起弧部件的元件,例如危险电压或危险能量级的电路中未封闭的开关和继电器触点;

——除了 7.8.3 之外的绝缘配线。

7.8.3 无需防火外壳的部件

下列部件无需防火外壳:

——电动机;

——互感器;

——符合 7.6 要求的机电元件;

——填充防火外壳的开孔、符合 7.10 中要求的元件,包括连接器;

——具有 PVC(聚氯乙烯)、PTFE(聚四氟乙烯)、TFE(四氟乙烯)、FEP(氟化乙丙烯)、氯丁橡胶或聚酰亚胺绝缘的导线和电缆;

——成为电源线或互连电缆的一部分的插头和连接器;

——在正常工作条件下和发生单一故障之后的设备中,由最大限值在 15 VA 的电源供电的非一次电路中的连接器;

——由符合 7.12 规定的限能电路供电的非一次电路中的连接器;

——非一次电路中的其他元件:

- 由符合 7.12 规定的限能电路供电,并且安装材料的可燃性等级不低于 IEC 60695-11-10 中的 V-1 级的材料上;
- 在正常运行状态下和发生单故障之后的设备中,由最大限值为 15 VA 的内部或外部电源供电,并且安装在可燃性等级为 HB75、最薄处的有效厚度小于 3 mm,或可燃性等级为 HB40、最薄处的有效厚度不小于 3 mm 的材料上;

——一次电路和非一次电路都已进行了 5.2 中所有适用的单一故障试验的设备;

——不超过 1 500 mm^2 的小型部件,例如纸质标签。

如果元件在单一故障条件下变得非常热，并且安装位置距离可燃性等级不优于 V-2 的非金属材料 13 mm 以内，则可以在此非金属材料的最小厚度处施加 IEC 60695-2-12 中灼热丝可燃性(HWI)试验，以确定是否存在着火危险。

通过目测及评估由制造厂提供的数据验证是否符合 7.8.2 和 7.8.3。如果没有提供数据，应通过试验验证。

7.9 对一次电路和超过 ELV 限值的电路的要求

如果设备的一次电路和超过特低电压限值的电路以及符合 7.10 中的结构要求的设备外壳，或者互感器等具有符合相关 IEC 标准的过电流或过热保护，则认为这些电路的着火风险降低到了一个可以容许的等级。

7.10 防火外壳和火焰遮栏

防火外壳应符合下列要求：

——底部不应有开孔；或者在图 3 的范围内应具有图 2 的挡板结构；或者是由金属制成并按表 6 规定的开孔的挡板；或者是一个以相邻网眼的中心距离不超过 2 mm×2 mm、导线直径至少为 0.45 mm 的金属网；

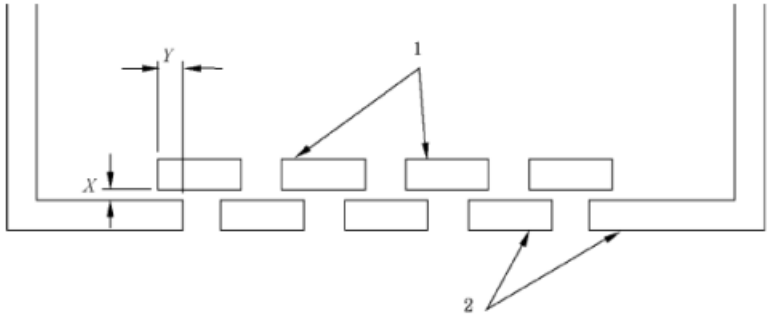
——在图 3 中斜线 C 以内所包括的区域里的侧面不应有开孔；

——设备外壳、任何挡板或火焰遮栏应由金属(镁除外)或可燃性等级不低于 IEC 60695-11-10 中 V-1 级的非金属材料制造；

——设备外壳、任何挡板或火焰遮栏应具有足够的刚性。

如果火焰遮栏和防火外壳底部最小厚度处的材料的可燃性等级达到或优于 IEC 60695-11-10 中的 V-1 级，则无需试验即可认为它们是符合要求的。

通过目测验证与 7.10 的符合性。如果怀疑材料的可燃性等级是否达到或优于 V-1 级，根据 IEC 60695-11-10 通过三个试样验证。



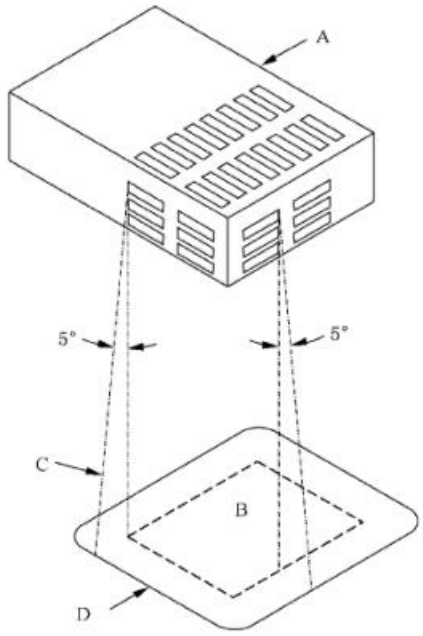
$Y=2X$，但不小于 25 mm。

说明：

1——挡板(可位于外壳底部的下方)；

2——外壳底部。

图 2 挡板



A 被认为是着火危险源的设备的部件或元件。它由无其他遮挡的设备的元件或部件的整体，或有外壳部分遮挡的元件的未遮挡部分构成。

B A的轮廓在水平面上的投影。

C 描绘出按照7.10的规定所构成的底部和侧面的最小面积的斜线。该线与沿A的周边上任何一点的垂线呈5°夹角为走向，以描绘出最大面积。

D 按照7.10的规定所构建底部的最小范围。

图3 非易燃火焰遮栏的位置和范围

表6 设备外壳底部可接受的开孔

最小厚度 mm	孔的最大直径 mm	孔的最小间隔中心对中心 mm
0.76	1.15	1.70
0.76	1.19	2.36
0.81	1.91	3.18(72个孔/645 mm^2)
0.89	1.90	3.18
0.91	1.60	2.77
0.91	1.98	3.18
1.00	1.60	2.77
1.00	2.00	3.00

注：方孔的最大尺寸为对角线。

7.11 单一故障条件下着火风险评估

7.11.1 单一故障条件下电路或元件最大可接受温度的指南

在单一故障条件下元件没有适当的过热防护时，元件应安装在可燃性等级达到或优于IEC 60695-11-10中的V-1级材料上。另外，这些元件与可燃性等级低于V-1的材料之间，相隔的空气距离至少应为13 mm，或者应通过可燃性等级不低于V-1的材料构成的遮栏隔开。

所规定的温度应为元件或材料的表面或其内部最热点处的温度。

如果由于单一故障条件下元件或电路承受过热而不可能符合上述要求，这些元件或电路宜被有效地遮栏或隔离，以免造成周围材料或元件的过热(见7.10)。或者作为选择，按照正常条件安装的设备可施加7.11.3的符合性试验。

7.11.2 正常条件和单一故障条件下绕组的温度

如果温度过高可能导致危险，在正常条件或单一故障条件下，绕组绝缘材料的温度不应超过表 7 中的值。表 7 中的值不适用于短时的过负载，并且如果绕组的温度由热电偶测定，则这些值降低 10 ℃，电动机或内置热电偶的绕组除外。

通过正常运行条件或适用的单一故障条件下的测量，验证与 7.11.2 的符合性。

表 7 绕组的绝缘材料

绝缘等级 （见 IEC 60085）	正常运行状态 ℃	单一故障条件 ℃
等级 A	105	150
等级 B	130	175
等级 E	120	165
等级 F	155	190
等级 H	180	210

7.11.3 设备着火蔓延防护要求的符合性

见 10.6.5.5 的单一故障试验。

作为安全型式试验，为了确定设备是否符合 7.11.3 着火蔓延防护的要求，应把盖有单层粗棉布（约 40 g/m^2 的漂白棉布）的设备置于表面覆盖包装棉纸（在 12 g/m^2～30 g/m^2 之间的包装纸）的软木材上。不应有熔融的金属、燃烧的绝缘物、有焰的微粒等掉落在放置设备的表面上，并且此棉纸或粗棉布也不应炭化、灼热或起焰。根据本部分的要求，应忽略不重要的绝缘材料的熔化。

7.12 限能电路

符合下列所有准则的电路为限能电路：

a) 电路中出现的交流电压有效值不大于 33 V，或直流电压不大于 70 V。

b) 由下列措施之一限制电路中出现的电流：

1) 由固有限制或由阻抗限制最大的可出现的电流，使其不会超过表 8 中相应的值；

2) 由符合表 9 的过电流保护器件限制电流；

3) 由一个可调节的网络限制最大可出现的电流，使其在正常条件下或者该可调节的网络发生单一故障之后，不会超过表 8 中相应的值。

c) 至少是由基本绝缘与其他可能导致能量值超出上述 a)和 b)规则的电路隔离。

如果采用过电流保护器件，它应是某种熔断器，或者是不可调节的、非自复位的机电式器件。

在下列条件下，通过目测和测量电路中的电压和最大可出现的电流验证与 7.12 的符合性：

- 在电压达到最大的负载条件下测量电路中出现的电位；
- 以产生最大电流的电阻负载（包括短路），在运行 60 s 后测量输出电流。

表 8 最大可用电流的限值

开路输出电压,U V			最大可用电流 A
交流有效值	直流	峰值[a]	
$\leqslant 20$	$\leqslant 20$	$\leqslant 28.3$	8
$20 < U \leqslant 30$	$20 < U \leqslant 30$	$28.3 < U \leqslant 42.4$	8
—	$30 < U \leqslant 60$	—	$150/U$
[a] 峰值适用于非正弦的交流和纹波大于 10 %的直流。			

表 9 过电流保护器件

电路中出现的电压,U V			在不超过 120 s 的时间之内由保护器件切断的电流[b] A
交流有效值	直流	峰值[a]	
$\leqslant 20$	$\leqslant 20$	$\leqslant 28.3$	10
$20 < U \leqslant 30$	$20 < U \leqslant 60$	$28.3 < U \leqslant 42.4$	$200/U$
[a] 峰值适用于非正弦交流和纹波大于 10 %的直流。 [b] 评估宜基于规定的该保护器件的时间-电流分断特性之上,而不同于额定的分断电流(例如,一个符合 GB 9364.1的 4 A 的 T 型的保险丝规定用于在 120 s 切断 8.4 A 或更小的电流)。保险丝的分断电流与温度有关。如果熔断器周围的温度比室内环境温度高出许多,宜考虑温度的影响。			

8 通用和基本的安全设计要求

8.1 安全的气候条件

设备的气候条件表示设备的直接环境条件。

设备的安全不应在制造厂声明的环境范围内受到削弱,这些环境条件包括:

——运行的和贮存的温度;

——湿度(无凝露);

——大气压力。

8.2 电气连接

电气端子和连接点的设计应使设备在其寿命期间保持预期的可靠性。应对运行中通常遇到的情况留有裕度,例如由于潮湿产生的腐蚀、振动、发热和蠕变等。

应通过试验验证保护联结与 8.2 的符合性。

导线和电缆应符合 IEC 标准。

导体及其横截面应完全符合本部分的电气的、机械的和气候的要求。此外,导体的结构及其横截面应与采用的连接方式匹配(例如,无螺钉或钎焊的连接方法应符合 IEC 60352-1 或 IEC 60352-2 标准)。

载流部件宜具有预期使用中必要的力学强度及载流容量。

对于电气连接,除了陶瓷或其他特性更合适的材料之外,不宜通过绝缘材料传递接触压力,除非金属部件有足够的弹性能补偿绝缘材料任何可能的收缩或弯曲。

8.3 元件

8.3.1 总则

本部分范围内的设备所使用的元件，与其安全相关的设计和应用指南参见附录 D。

8.3.2 高集成度的部件或元件

高集成度的部件或元件应用于发生短路或断开将导致违背单一故障条件要求的地方(见 5.1.4 和 5.2.2.2)。高集成度的部件和元件的结构、参数和试验结果应达到 IEC 标准(适用部分)的要求，以确保预期使用的安全和可靠性。对于本部分而言，它们可以被认为是无故障的。

这些要求和试验举例如下：

——适当的双重绝缘或加强绝缘的介质电压试验；

——至少两倍功耗(电阻)的设计；

——保证设备预期寿命内可靠性的气候试验和耐久试验；

——电阻器的耐受试验，即依据 IEC 61180-1 的源阻抗为 2 Ω 的冲击电压耐受试验，或者介质电压试验。耐受试验电压应由表 C.9 或表 C.10 确定。

在真空、气体或半导体中使用电子传导的单个电子器件，不能认为是高集成度的部件。

通过元件制造厂数据的检查或相关试验验证与 8.3 的符合性。

8.4 与通信网络的连接

预定与通信网络连接的端口应采用 IEC 62151。

8.5 与其他设备的连接

当设备预期连接到其他产品、附件或通信电路/网络时，互连电路应按表 A.1 的要求选择，以提供连续的性能。通常是通过特低电压(ELV)电路连接到 ELV 电路、安全特低电压(SELV)电路连接到 SELV 电路、保护特低电压(PELV)电路连接到 PELV 电路、保护等电位联结(PEB)电路连接到 PEB 电路以及通信网络电压(TNV)电路连接到 TNV 电路(有关 TNV 电路的定义和信息见 IEC 62151)达到。倘若多个电路(SELV 电路、TNV 电路、ELV 电路、危险电压电路等)按照本部分的要求隔离，允许采用一根互连电缆承载。危险带电电压(HLV)电路可以连接于具有兼容的电气额定值的其他设备的 HLV 电路。

通过目测验证与 8.5 的符合性。

当附加设备是主(第一)设备的特定补充(例如设备独立的控制接口)时，如果设备连接在一起时仍然符合本部分的要求，允许特低电压(ELV)电路作为这些设备之间的互连电路。

8.6 激光源

设备应按照 IEC 60825-1 设计。

8.7 爆炸

8.7.1 总则

在 8.7 中未提及的有关元件的信息见 8.3 和附录 D。

8.7.2 有爆炸危险的元件

8.7.2.1 总则

当不具备释压器件的元件因过热或过载有爆炸倾向时，对用户的防护应在设备中体现，见 5.2.4.5。

应设置释压器件以便卸压而不对用户造成危险。其结构应使任何释压器不被阻塞。

8.7.2.2 电池

电池在过充电或过放电或极性装反时不应引起爆炸或着火风险。除非制造厂的说明书指明只能使用具有内置保护的电池，否则有必要在设备中配置保护。电池保护电路的例子参见附录 F。

如果装入错误型号的电池(例如在规定使用内置保护电池的地方)能够导致发生爆炸或着火的危险，应在电池仓或支架上或其附近贴有警示标志(见 9.1.10)，并在制造厂的说明书中给出警示。可接受的标志为表 10 符号 14(参见说明)。

如果设备有可充电式电池，并且不可充电电池也能够装入和连接在此电池仓内，应在电池仓内或其附近有警示标志(见 9.1.8 和 9.1.10)。

电池仓的设计应做到不能由于可燃性气体的聚积引起爆炸或着火。电池的安装不应因为电解液的泄露而削弱安全性能。

预期由用户更换的电池，即使电池极性装反也不应发生危险。

通过目测验证符合性，包括检查电池的数据，以确保单个元件(除了电池本身)的失效不会导致爆炸或着火风险。必要时，对因其失效能够导致这些危险的任何单个元件(电池本身除外)实施短路和开路试验。

9 标志、文件和包装

9.1 标志

9.1.1 总则

当设备安装在其正常工作位置时，在可能的情况下宜带有符合 9.1.2～9.1.11 所包含内容的标志。如果可能，这些标志应从设备外部看到，或者用户对预期可移动的覆板或开口不借助工具打开时能够看到。

如果受空间限制，这些标志在正常工作位置或设备的其他地方难以看到时，应在设备说明书中包含对这些符号的解释(见表 10 中对这些符号的描述)。

对于机架或屏上的设备，标志符号的位置允许在设备从机架或屏上移开后可见的任何表面上。

适用于整个设备的标志不应标在用户不借助工具就可移开的部件上。

对于优先选用的电压、电流、频率及其偏差值宜查阅 IEC 60255-1。

第 9 章列出的标志应认为与安全相关。

在任何情况下，安全标志均应优先于任何功能性标志。

9.1.2 标识

设备至少应标记以下内容：

——制造厂或供应商的名称或商标；

——型号或基本类型；

——如果设备具有同一名称(型号)而产自一个以上的地区，应标记产地(工厂地址可以采用代码)。

以上是在设备上进行标识的最低的强制性要求。如果设备包含两部分，正常条件下可接近的部位

应包含设备的型号和制造厂，另一部分宜包含符合 9.1 要求的所有标志。

通过目测验证与 9.1 的符合性。

9.1.3 辅助电源、VT、CT、I/O(输入/输出)

9.1.3.1 标志的一般要求

对于标志宜考虑下列内容：

——交流——采用表 10 中的符号 2，并给出额定频率或频率范围。

——直流——采用表 10 中的符号 1。

——对于交流和直流电源，在设备上采用表 10 中的符号 3。

——对于三相交流电源，在设备上采用表 10 中的符号 4。

——应采用连接号“－”分隔标称电压(或被测量)的最低和最高值，例如 125 V－230 V。

——可选择的电压或电流标志：

- 电流或电压可选值应采用斜线分隔符“/”分隔，例如 125 V/230 V、1 A/5 A；
- 设备采用自动切换的电压或频率时，应按照表 10 中的符号 15 或标识“自动”(或“AUTO”)标志，见表 10 的示例；
- 如果工作电压是由外部的、单独的器件提供，例如一个附加的串联电阻，则应采用该工作电压符号紧随“＋EXT.R”标记设备，例如“125 V ＋EXT.R”。

——在连接全部附件或插入式模块的负载下，其功耗以瓦特(有功功率)或伏安(视在功率)或额定输入电流表示。

——说明文件应单独说明那些数字输入、输出继电器和其他有显著负载的 I/O 端口的负载，以便于用户计算设备在最恶劣情况下使用的负载。

负载值的测量应施加设备的标称电压而不是工作电压，测量值不应超过标示值的 10%；

——电源额定电压或电源额定电压的范围：

如果设备能在多于一个的电压范围内使用，应标上各自不同的电压范围，除非它们的最大和最小值相差不超过平均值的 20%；

如果用户能够在设备上设置不同的电源额定电压，则在设备上应有设定电压值的指示。如果不借助工具就能改变电源的交流和直流设置，则改变设置的操作也应改变这一指示。

9.1.3.2 辅助电源

应提供下列信息：

——在设备上和文件中：

- 交流和(或)直流电源；
- 额定值。

——在文件中：

- 功耗；
- 运行电压范围(与 IEC 60255-1 的要求一致)。

9.1.3.3 被测物理量

应提供下列信息：

——在设备上和文件中：

- 标称值，例如电压、电流、频率。

——在文件中：

- 功耗；
- 运行电压范围(与 IEC 60255-1 的要求一致)；
- 过负荷耐受值。

9.1.3.4 输入

应提供下列信息：

——在文件中：

- 交流和(或)直流电源；
- 额定值；
- 功耗。

9.1.3.5 输出

应提供以下信息：

——在文件中：

- 输出类型，例如继电器、光耦等；
- 激励功率；
- 与 IEC 60255-1 的规定的触点特性要求。

通过目测或测量检验与 9.1.3.1～9.1.3.5 的符合性。

9.1.4 熔断器

在采用可以更换的熔断器时，应邻近熔断器标记其额定值和类型(例如熔断速度的标志)并在用户手册中提供详细资料。如果熔断器焊接在印制板上或印制板上没有足够的空间标记时，那么熔断器的详细资料可以仅提供在用户手册中。

宜采用如下的 IEC 60127-1 中的切断速度代码：

——高速反应：FF 或黑色；

——快速反应：F 或红色；

——中延迟：M 或黄色；

——延迟：T 或蓝色；

——长延迟：TT 或灰色。

保护熔断器或其他有必要确保设备在单一故障条件下安全的外部保护器件的推荐额定值，应在设备的安装和技术文件中详细说明。

通过目测验证与 9.1.4 的符合性。

9.1.5 测量电路端子

标志应邻近测量端子。若没有足够空间(例如在多端口设备中)，允许在标志牌上标记或采用表 9 中的符号 14 对端子标记。

当空间允许时，测量电路的电压和电流端子应标示允许采用的额定最大工作电压或电流。否则，应采用表 10 中的符号 14 标记。

如果由于意外接触端子而对用户有直接的电击风险，即端子的接口不符合 GB/T 4208—2008 中 5.1的 IP1X 防护等级，则应采用表 10 中的符号 14 和(或)12 标记。

除非设备清楚地标明它不能连接到超过交流 33 V 或直流 70 V 的对地电压上，用户可接近的输入电路的电压和电流端子应标明额定对地电压。

当电路端子以某种方式标识其只作为与另一台设备连接的特定端子，可以不做要求。例如，两个保

护装置之间测量电路的互联。

通过目测验证与9.1.5的符合性。

9.1.6 端子和操作器件

出于安全的需要，所有端子、连接器、控制器和指示器都应采用文字、数字或符号指示其用途，并包括操作顺序。如果空间不足，允许采用表10中的符号14。在这种情况下，应在设备文件中提供相关信息。

交流或直流电源输入连接端子应是可识别的。

其他端子和操作器件应按下列方式标记，标志宜靠近端子或在端子上，但最好不宜在无需借助工具就能被移开的部件上：

——功能接地端子采用表10中的符号5；

——保护导体端子采用表10中的符号6。

如果保护导体端子是某元件(例如接线座)或组件的一部分，而又没有足够的空间，可采用表10中的符号5标记。

标志不宜位于螺钉等易更换的固定件上。由接插器件提供的电源和接地连接不要求在其旁边标记接地连接。

设计为可接近的、电压波动不至于造成危险带电的电路端子，允许连接到公共的功能接地端子或系统(例如同轴屏蔽系统)。如果该连接本身不明显，应采用表10中的符号7标记。

如果设备中包含激光或二级及以上的高强度红外线二极管，并且在正常使用或维护状态下能够观察到它们的输出，则设备应按照IEC 60825-1标记。

通过目测验证与9.1.6的符合性。

9.1.7 双重绝缘或加强绝缘防护的设备

双重绝缘或加强绝缘防护的设备应采用表10中的符号11标记，但提供保护导体端子的设备或在正常运行中能够形成功能地连接(例如通过电缆屏蔽)的设备除外。

仅仅局部受到双重绝缘或加强绝缘防护的设备不应采用表10中的符号11标记。如果只有在维护时才接近，Ⅱ类设备的绝缘在端子区域的基本绝缘是可接受的。

通过目测验证与9.1.7的符合性。

9.1.8 电池

9.1.8.1 可更换电池

若设备中有可更换电池，并且更换错误类型的电池能够引起爆炸(例如某种锂电池)，则：

——如果用户能够靠近电池，则应在电池近旁作标记或在操作说明和维修说明中均有声明；

——如果电池在设备中的其他地方，则要求有标志，此标志应在电池近旁或者包含在维修说明的声明中。

标志或声明应类似如下所示：



小心 —— 以不正确的类型或极性更换电池有着火风险 。
按说明书处置废旧电池 。

设备的空间有限时，允许采用表10中的符号14。

除非电池极性不可能装反，在设备上应标出电池的极性。

9.1.8.2 充电

具有内部电池重复充电设施的设备，如果不可充电电池也可能装入并连接在电池仓内，在该电池仓内或其附近应有警示标志，以防止对不可充电电池充电。该警示还应标明应该接入充电电路的可充电电池的型号。

当空间不允许时，该信息应在设备说明书中提供。在此情况下，采用表 10 中的符号 14 在电池附近标记作为首选。

通过目测验证与 9.1.8.1 和 9.1.8.2 的符合性。

表 10 符号

序 号	符 号[a]	出 版 物	说明
1		IEC 60417，No.5031	直流
2		IEC 60417，No.5032	交流
3		IEC 60417，No.5033	直流和交流两用
4		IEC 60417，No.5032-1	三相交流
5		IEC 60417，No.5017	接地端子
6		IEC 60417，No.5019	保护导体端子
7		IEC 60417，No.5020	机架或机箱端子
8		IEC 60417，No.5021	等电位
9A		IEC 60417，No.5007	通(电源)
9B		IEC 60417，No.5008	断(电源)
10		IEC 60417，No.5010	通/断(电源)

表 10（续）

序 号	符 号[a]	出 版 物	说明
11		IEC 60417，No.5172	全部由双重绝缘或加强绝缘防护的设备（相当于 IEC 61140 中的Ⅱ类设备）
12[b]		IEC 60417，No.6042	小心：电击危险
13[b]		IEC 60417，No.5041	小心烫伤
14[b]		ISO 7000-0434B	小心：查阅随机文件
15		ISO 7000-0017	230/110 V 自动（或 AUTO） 或 230/110 V 

[a] 警示符号的尺寸宜参考 IEC 60417。

[b] 如果设备上标记的模制或雕刻的符号高度或深度达到 0.5 mm，或符号和外框与背景在颜色上有反差，则颜色要求不适用于符号 12、13 和 14。

9.1.9 试验电压标志

如果制造厂选择在设备上标记试验电压，应采用表 11 中指定的符号标记。

表 11 试验电压标志符号

介质试验电压	符号
试验电压 500 V	
试验电压高于 500 V （例如 2 kV）	
冲击试验电压	符号
试验电压 1 kV	
试验电压 5 kV	

9.1.10 警示标志

通常,用于安装在机架或屏上的设备,允许在设备从机架或屏上移开后可见的任何表面上标记。除非是手持式设备或者空间受限,标志不宜位于设备底部。

这一方法也适用于没有足够空间的架装或屏装设备的背板上的警示标志。在此情况下,应采用表10中的符号14和(或)符号12的标志并尽可能靠近背板。

如果在正常操作中接近设备有电击危险的地方,应采用表10中的符号12作警示标志,并且此标志应从前面板可见,或者在不借助工具移开覆板或打开门或挡板后可见。

如果用户需要查阅设备文件或说明资料,设备应以表10中的符号14标记。

设备文件中应规定,在接近潜在的危险带电的任一部件之前,应将其与危险带电电压隔离或断开。

对内部有电池的设备应按9.1.8的要求进行标识。

警示标志的大小应符合下列要求:

——符号的高度至少应为2.75 mm,文字的高度至少应为1.5 mm,并且与背景颜色形成反差;

——模制、铭刻或雕刻在材料上的符号或文字的高度至少应为2.0 mm。如果没有颜色反差,它们的深度或凸起高度至少应达到0.5 mm。

通过目测验证与9.1.9和9.1.10的符合性。

9.1.11 标志的耐久性

在正常使用条件下,所有的标志应保持清晰易识别,并应能承受制造厂指定的清洗剂的影响。此外,还不应受自然光和人造光的影响。

应采用永久性粘合剂以保证粘贴标签的可靠。

在符合性试验后,标签不应松动或卷角卷边。

应以目检并用手施加不过分的力擦拭验证其符合性:

——用制造厂指定清洗剂浸渍的布擦拭15 s;

——如果没有指定清洗剂,则用水代替。

9.2 文件

9.2.1 总则

设备文件应清楚地指明设备及其制造厂或代理商的名称和地址。安全信息应与设备一并交付。

根据要求,制造厂应提供包含设备技术说明书、调试和使用说明的文件。在相关处,文件应包括设备及其任何可更换部件的校准、维修和其后的安全处置与退役。

根据要求,制造厂应提供设备型式试验和例行试验的相关文件。

如果适用,设备文件中应包含警示声明和对设备上标记的警示符号的清楚解释。特别是在采用了表10中的符号14时,应当给出一段声明,说明应查阅此文件,以便弄清任一潜在危险的性质以及需要采取的任何消除或减小该危险的措施。

文件应包含以下内容:

——在进行其他任何操作之前,应检查任一保护导体连接的完整性的声明;

——在调试或维护之前,应核实设备的额定参数、操作说明和安装说明的声明;

——9.2.2~9.2.5中规定的信息;

——设备的用途。

9.2.2 设备额定值

9.2.2.1 总则

设备文件应包含以下内容：

——设备预期的安装类别(过电压类别)，这与设备承受瞬态过电压的能力有关；

——设备的电源电压或电压范围、额定频率或频率范围以及功率或电流的额定值；

——标称工作值的允许波动幅度也宜说明，例如工作电压的最大值和最小值；

——所有输入输出连接的描述。

9.2.2.2 熔断器和外部保护器件

任何内部熔断器的类型、额定电流和额定电压都应按照 9.1.4 的要求说明，包括由用户更换的可接近或不可接近的熔断器。

推荐的熔断器类型或其他保护方式应考虑通断容量和切断速度。

在产品文件中应给出设备安全操作需要的所有外部熔断器或保护器件的类型、额定电流和额定电压。

如果有外部开关、断路器或其他保护器件就近连接到设备的建议，应对此作出说明。

9.2.2.3 环境要求

设备文件应规定以下内容：

——当设备安装于正常使用的位置时，设备前面的 IP 等级；

——设备的污染等级，例如安装于正常使用位置时的污染等级为 2；

——设备的过电压类别，例如安装于正常使用位置时过电压类别为 I。

通过目测验证与 9.2.1～9.2.2.3 的符合性。

9.2.3 设备的安装

为便于安装，设备文件中应适当包含：

——应声明与设备的安全安装有关的说明，包括任何特定的场所和组装要求；

——应声明与设备的保护接地有关的说明，包括推荐采用的导线尺寸和指明设备激励时保护连接不宜断开的声明；

——应说明任何特殊的通风要求，这与设备的散热有关；

——制造厂还应指出在最高环境温度下，可同时被激励的数字信号输入电路或输出继电器的个数或百分比；

——应表明正确安装设备所必需的导线型号、尺寸和额定参数；

——与 9.2.2.2 一样，设备安全运行要求和所需任何外部器件规格的相关说明。

通过目测验证与 9.2.3 的符合性。

9.2.4 设备调试和维护

涉及预防性维护和检查的设备说明书应足够详细地提供给用户的，以确保这些步骤的安全性。如果适用，说明书应包括与设备安全接地和断开激励有关的建议。

如果适用，还应包括以下内容：

——包括与操作和维护有关的适用的故障测定和维修的说明；

——制造厂应列出只能由制造厂或其代理商检查或提供的所有部件的清单；

——制造厂应规定更换和处置以下部件的安全方法：

- 用户可接近的任何熔断器，包括如同 9.1.4 中规定类型和额定值的熔断器；
- 任何可更换的电池，例如锂电池和(或)适用的替代品；
- 可充电电池的安全充电方法和(或)可更换电池的合适的替代品的建议；
- 应警示用户，不宜直视安装的光纤通信输出器件。

通过目测验证与 9.2.4 的符合性。

9.2.5 设备的操作

设备的操作说明书应包括以下内容：

——在 CT 电路上工作之前应先将它们短路；

——应说明，为了达到设备的预期功能，用户有责任确保设备按照制造厂规定的方法安装、操作和使用，否则可能削弱设备所提供的任何安全防护；

——对设备上按照 9.1 可能采用的图形符号的解释。

9.3 包装

本部分的范围不包括设备从制造厂到用户的运输。然而，制造厂应确保对设备的适当包装，使其能够耐受适于运输方式的合理的搬运和环境条件，送达用户的交货地址而没有损坏。

用户宜以目测检查设备在运输过程中是否损坏。

10 型式试验和例行试验

10.1 总则

本章规定的试验是为了验证设备完全符合本部分中规定的安全要求以及制造厂的要求。

表 12 检验项目一览表

试 验	标准条款	型式试验[b]		例行试验[c]
		确认[a]（资料性）	安全（规范性）	
环境试验				
高温运行试验	10.6.1.1	√	—	—
低温运行试验	10.6.1.2	√	—	—
高温贮存试验	10.6.1.3	√	—	—
低温贮存试验	10.6.1.4	√	—	—
恒定湿热试验	10.6.1.5	√	—	—
交变湿热试验	10.6.1.6	√	—	—
振动	10.6.2.1	√	—	—
冲击	10.6.2.2	√	—	—
碰撞	10.6.2.3	√	—	—
地震	10.6.2.4	√	—	—
极性反接和缓慢变化	10.6.6	√	—	—

表 12（续）

试　验	标准条款	型式试验[b]		例行试验[c]
		确认[a]（资料性）	安全（规范性）	
安全试验				
电气间隙和爬电距离	10.6.3	—	√	—
可接近的部件测试	10.6.2.5	—	√	—
IP 防护等级	10.6.2.6	—	√	—
冲击电压	10.6.4.2	—	√	—
交流或直流介质电压	10.6.4.3	—	√	√
绝缘电阻	10.6.4.4	√	—	—
保护联结阻抗	10.6.4.5	—	√	—
保护联结的连续性	10.6.4.5.2	—	—	√
绝缘材料、元件和防火外壳的可燃性[d]	10.6.5.2	—	√[d]	—
单一故障条件	10.6.5.5	—	√	—
电气环境试验				
部件和材料的最高温度	10.6.5.1	√	—	—
短时耐热	10.6.5.3	√	—	—
输出继电器，接通和承载	10.6.5.4	√	—	—

[a] 确认试验通常在产品研发阶段作为型式试验进行，但它们可能会对产品的安全有影响。确认试验之后，宜对被试设备是否符合安全要求进行检查，例如由于绝缘部件的破裂或变形。

[b] 是否符合型式试验的要求可以通过适当的试验、测量、目测或评估来检查。例如，电气间隙和爬电距离的测量（或者在间距明显很大时进行目测）；或技术论证，例如对结论可知的单一故障条件的评估。为验证是否符合要求，在正常施加的型式试验中或试验后不应有电击或着火风险。

[c] 抽样试验见 10.6.4.3.2.3。

[d] 当材料不能满足第 7 章规定的最低可燃性等级，或材料厚度低于规定的最低可燃性等级要求的最小厚度值时，可能需要对塑料部件进行试验。

√：适用。

—：不适用。

除非能够证明某个特殊的单一故障条件不可能引起危险，否则都应进行单一故障试验，见 5.2。

10.2　安全型式试验

安全型式试验是规范性的，以验证设备符合本部分的安全要求。除非另有规定，安全型式试验可按任一合理顺序进行。安全型式试验可对一台试制样机或同一型号的不同样机进行。

除非另外达成协议，安全型式试验应在没有进行过符合要求的安全型式试验的所有设备上，或者在可能影响设备性能的改进项目上进行。

当设备的某一细微部分改变时，由此改动而受到影响的那些特定的安全型式试验项目应重复进行。

安全型式试验可由制造厂或独立的试验机构进行。当用户要求时，制造厂应向其提供获取令人满意的试验结果的证明文件的途径。

10.3 例行试验或抽样试验

例行试验或抽样试验是规范性的,用以确认设备是否保持了电击防护的设计特性。除非另有规定,这些试验可按任一顺序进行(有关例行试验的细节见 10.6.4.3.2.2,抽样试验必需的要求见 10.6.4.3.2.3)。

10.4 试验条件

例行试验应在 IEC 60255-1 规定的通用试验条件下进行。

所施加的每项试验的下列数据应达到制造厂的要求:

——连接电缆的横截面积和长度,如果这些可能影响型式试验的结果,例如温度升高;

——对于振动试验,包括导线支架位置在内的电缆端子和支架的详细资料;

——所有测量项目的测量精度和允许误差。

如果适用,测量数据还应包括:

——初始测量的数据;

——单独试验中测量的数据;

——最终测量的数据。

10.5 确认程序

确认程序应保证设备符合其规范,而且设备的功能在试验程序开始时的初始测量期间正常,设计特性在所有规定的全部后续的单独试验中均保持不变。

试验的顺序是:初始测量、试验过程中的中间测量和最终测量。

例外的情况是在单一故障条件试验之后,只需要确认的是该设备未引起火灾或电击危险。

在某一试验程序中,如果前期试验的最终测量与随后的单独试验的初始测量一致,就没有必要将这些测量做两次,即一次就足够了。

上述测量包含目测和功能试验,以保证设备符合要求。

10.6 试验

10.6.1 气候环境试验

10.6.1.1 高温运行试验

高温运行试验应根据 IEC 60255-1 的规定进行,以证明设备在运行时对高温的承受能力。

10.6.1.2 低温运行试验

低温运行试验应根据 IEC 60255-1 的规定进行,以证明设备在运行时对低温的承受能力。

10.6.1.3 高温贮存试验

高温贮存试验应根据 IEC 60255-1 的规定进行,以证明设备在贮存时对高温的承受能力。

10.6.1.4 低温贮存试验

低温贮存试验应根据 IEC 60255-1 的规定进行,以证明设备在贮存时对低温的承受能力。

10.6.1.5 恒定湿热试验

为证明设备对恒定潮湿的承受能力,应按 IEC 60255-1 的规定进行恒定湿热试验。

如果组成设备的各组件、元件和部件均以可以比较的试验组合通过了这一试验，则也认为满足了试验要求。如有必要，只需对那些没有做过试验的组件进行试验就足够了。

10.6.1.6 交变湿热试验

为证明设备对交变湿热的承受能力，应按 IEC 60255-1 的规定进行交变湿热试验。

10.6.2 机械试验

10.6.2.1 振动

为证明硬件设计的坚固性，设备应能承受 IEC 60255-21-1 规定的振动响应和振动耐久试验。

10.6.2.2 冲击

为证明硬件设计的坚固性，设备应能承受 IEC 60255-21-2 规定的冲击响应和冲击耐久试验。

10.6.2.3 碰撞

为证明硬件设计的坚固性，设备应能承受 IEC 60255-21-2 规定的碰撞试验。

10.6.2.4 地震

为证明硬件设计的坚固性，设备应能承受 IEC 60255-21-3 规定的地震试验。

符合性：在正常适用的型式试验过程中或试验之后应没有电击或着火风险，以此证明是否符合 10.6.2.1～10.6.2.4 的要求。

10.6.2.5 可接近的部件试验

本试验是为了验证在正常操作时，设备的外壳、遮栏或安装板能否防止接近危险带电部分。

本试验应作为设备的型式试验进行，以验证危险带电部分不能被 IEC 61010-1:2010 中 6.2 的标准铰接式试验指接近。同时，在正常操作时试验指的电压和能量不应超过 5.1.5.3.2 中的安全限值。

10.6.2.6 IP 防护等级[5)]

除非另有协议，应进行试验以确认在正常操作时设备外壳满足制造厂声明的 IP 等级。该试验应符合 GB/T 4208 中设备外壳等级的相关规定。

10.6.3 电气间隙和爬电距离

当对所要求的电气间隙和爬电距离是否符合附录 C 适当的表格中数值有任何怀疑时，应进行测量。不满足最小电气间隙值时，可通过试验验证电气间隙(见 5.1.10.2.2)。验证空气中电气间隙的试验不能用于证明相关的爬电距离的符合性。

在采用瞬态抑制器件以降低过电压时，应对该电路进行试验以显示其对施加源阻抗为 2 Ω 的 5 次正的和 5 次负的脉冲的耐受能力。应采用依据 GB/T 14598.26 的浪涌试验发生器特性以及差模和(或)共模输入源的脉冲电压幅值。

10.6.4 与安全相关的电气试验

10.6.4.1 总则

本条中电压试验的目的是验证电气间隙和固体绝缘。

5) 原文误为防尘防水防护等级。

试验电压电平应为发生器连接到设备之前的开路电压。

10.6.4.2 冲击电压试验

10.6.4.2.1 总则

冲击电压型式试验施加的电压波形为 1.2/50 μs(见 IEC 61180-1:1992 中图 1),用以模拟来源于大气的过电压,它也包括由低压设备的通断引起的过电压。

10.6.4.2.2 试验程序

冲击电压试验应符合下列要求:

冲击电压应施加到从设备外部可接近的合适的点上,其他电路和可接近的可导电部分应连接在一起并接地。

电气间隙的验证试验应在每一极性至少施加 3 次冲击,且冲击间隔至少为 1 s。

同样的试验程序也适用于对固体绝缘能力的验证。然而在此种情况下每个极性应施加 5 次冲击,并应记录每次冲击的波形。

用于电气间隙和固体绝缘的这两个试验可以合并为一个通用的试验程序。

10.6.4.2.3 波形和发生器特性

应采用符合 IEC 61180-1 的标准冲击电压。发生器特性应依据 IEC 61180-2 校准。

发生器的参数为:

——开路电压:1 kV 或 5 kV ±10%

——波前时间:1.2(1±30%)μs;

——半峰值时间:50(1±20%)μs;

——输出阻抗:500(1±10%)Ω;

——输出能量:0.5(1±10%)J。

每根试验导线的长度不应超过 2 m。

10.6.4.2.4 冲击试验电压的选择

10.6.4.2.4.1 总则

可采用的额定冲击试验电压应从下列标称峰值之一选择:0 kV、1 kV、5 kV。

当特定的设备电路规定为零值的额定冲击试验时,这些电路应免除冲击电压试验。

规定的 5 kV 峰值冲击试验适用于海拔高度至 200 m。当海拔高度超过 200 m 时,应采用表 C.11 降低试验电压。

当试验在设备的两个独立电路之间进行时,应采用这两个额定冲击电压中的较高值。

10.6.4.2.4.2 在 5 kV 标称峰值下的被试设备

根据第 3 章,分类为一次电路的设备电路,按 10.6.4.2.4 规定的 5 kV 标称峰值进行试验。

10.6.4.2.4.3 在 1 kV 标称峰值下的被试设备

若符合下列情况,设备电路可按 10.6.4.2.4 规定的 1 kV 额定峰值进行试验:

——辅助(电源)电路与本部分所适用的设备电源的专用电池相连接。此电池不应用于开关感性负载;

——设备不通过电流互感器或电压互感器激励;

——需要试验的I/O电路不承受峰值超过1 kV的感性或感应的负载瞬变。

10.6.4.2.5 试验的实施

无论被试设备是否配置浪涌抑制，冲击电压型式试验均适用。如果安装了浪涌抑制器件，试验时不应移除。

除非另有规定，冲击电压试验应在下列部位进行：

——在规定采用同一冲击电压的每个电路（或每组电路）与可接近的导电部分之间，对该电路（或该组电路）施加规定的冲击电压；

——独立的电路之间进行，每个独立电路的端子连接在一起；

——给定电路的端子之间进行，以验证制造厂承诺的要求。

试验中未涉及的电路应连接在一起并接地。

除非很明显，独立电路是由制造厂描述的那些电路。

对于具有绝缘外壳的设备，可接近的导电部件应由一个金属箔代表。此金属箔覆盖除端子之外的整个设备外壳，各端子四周应留出合适的间隙以避免对端子发生闪络。除非另有规定，两个独立电路之间的试验，应以这两个电路所规定的较高的冲击电压施加。

10.6.4.2.6 试验验收准则

试验期间不应出现破坏性放电（火花、闪络或击穿）。未造成击穿的电气间隙的局部放电可被忽略。此项型式试验后，设备应满足所有相关的性能要求。

如果并非由于电气击穿引起，施加到与浪涌抑制、感性器件或分压器件连接的各测试点上的冲击电压波形允许衰减或畸变。

除非绝缘不能耐受冲击电压试验，施加到没有和这些器件连接的测试点上的波形将不显著衰减或畸变。

10.6.4.2.7 冲击电压试验的重复

如有必要，对于新的设备可重复进行冲击电压试验以验证其性能。该试验电压值应等于原来规定值的0.75倍，或由制造厂指明。

10.6.4.3 交流或直流介质电压试验

10.6.4.3.1 总则

表13列出了适用于安全的介质电压例行和抽样试验的指南，试验的抽样方案见10.6.4.3.2.3。

表13 针对安全的介质电压例行和抽样试验指南（资料性表格）

风险	可能性	例行试验		抽样试验
		组装板或模件	组装的设备	组装的设备
制造或设计相关问题的典型原因： ● PCB电路（焊盘）的桥接； ● 元件引线既没有剪到规定的长度也没有弯曲到正确的方向； ● 元件绝缘失效； ● PCB上低劣的阻焊或图形涂敷； ● 操作	中	√[a,c]	√[a,c]	—

表 13（续）

风险	可能性	例行试验		抽样试验
		组装板或模件	组装的设备	组装的设备
组装问题-导致电气间隙降低的典型错误，例如： ● 导电元件（散热等）没有正确安装； ● 固定螺钉太长； ● 导电部件代替非导电部件使用； ● 无关的零件如螺钉、螺母及导线余料	低	—	√[b,c]	√[b,c]
[a] 例行试验可施加在一个组装板/模件或组装的设备上，或两者都施加。 [b] 例行试验和抽样试验同样适用。 [c] 所有试验都是施加额定介质试验电压 1 min，或施加 110%的额定介质试验电压 1 s。				

10.6.4.3.2 介质电压试验的实施

10.6.4.3.2.1 型式试验

型式试验应施加于以下电路：

——每个电路和可接近的导电部分之间，每个独立电路的端子连接在一起；

——独立电路之间，每个独立电路的端子连接在一起。

除非很明显，独立电路是由制造厂描述的那些电路。

如果适用，制造厂应声明动合触点的介质电压耐受并通过型式试验验证。如果安装了瞬态抑制器件，不宜对触点间进行试验。试验中未涉及的电路应连接在一起并接地。

在对可接近的可导电部分试验时，同一额定绝缘电压的电路可以连接在一起。

试验电压应直接施加于端子。

对于具有绝缘外壳的设备，除了在端子周围留出一个适当的间隙以避免对端子产生闪络之外，可接近的导电部分应以覆盖整个外壳的金属箔代替，这种金属箔的绝缘试验只应作为型式试验。

10.6.4.3.2.2 例行试验

例行介质电压试验应施加在以下电路：

——所有独立电路与可接近的导电部分之间，所有独立电路的端子连接在一起；

——各独立电路之间，所有其他电路的端子连接在一起。如果风险评估表明某些特定电路的试验没有必要进行，则这些电路的试验可以省略。

10.6.4.3.2.3 采用抽样的例行试验

若满足下列要求，组装的设备可以进行抽样试验：

——组装完整的印制电路板卡件或模件 100%经过例行试验；

——当例行试验项目组合到设备中时，由于设备设计和构造的原因，制造厂对所有构造的变化进行了风险分析并形成文件，任何构造和操作问题的安全风险具有非常低的可能性；

——任何例行试验均按照文件规定的抽样计划实施。

组装设备的抽样试验应在 10.6.4.3.2.2 规定的相同电路之间进行。

最少的样品数量应为被试批次中随机抽取 2 台。

安全试验的可接受准则应是：零缺陷为合格，一个缺陷为不合格。

在某批次被拒绝的情况下，该批次或者应进行 100%试验，或者经调查和纠正缺陷后该批可以重新

按照文件规定的抽样计划实施。

10.6.4.3.3 介质试验电压值

介质电压试验应依据表 14 中合适的电压施加。该试验电压宜由制造厂指明。

表 14 交流试验电压

额定绝缘电压 V	交流试验电压,1 min kV
≤ 63	0.5
125～500	2.0
630	2.3
800	2.6
1 000	3.0

对于由仪用互感器(VT 或标准 CT)直接激励或连接于站内电源的电路,试验电压不应小于 2.0 kV(有效值)历时 1 min。对于其他电路,可采用表 14 确定合适的试验电压。(由不同电源激励的电路的额定绝缘电压的确定见 C.1.3。)

制造厂可以规定在 CT 电路上施加较高的试验电压 2.5 kV(有效值),历时 1 min。当导引线上可能出现短路电流感应的过电压时,在导引线电路上应规定较高的试验电压。这种情况下应由制造厂规定合适的试验电压。

以共模连接到地或中性线的诸如 CT、VT 或数字输入等共模电路,可以采用 500 V 试验电压。如果适用,制造厂应声明动合触点间的介质电压耐受值并通过型式试验验证。如果配置了瞬态抑制器件,不应对触点间进行试验。

10.6.4.3.4 试验电压源

试验电压源应满足在对被试设备施加的电压达到规定值的一半时,所观察到的电压降小于 10%。

源电压值的校准精度应高于 5%。

试验电压应为标准的正弦波电压,频率在 45 Hz～65 Hz 之间。但也可选用其值应等于表 14 中所给定值 1.4 倍的直流电压(正极性和负极性)进行试验。为符合电磁兼容要求而采用电容器接地将导致试验电流增大,并使得判断击穿条件困难。这一难题可以通过采用直流电压($\sqrt{2}$ 倍的有效值)试验,或只测量交流电阻性电流来解决。

10.6.4.3.5 试验方法

对于型式试验,试验发生器的开路电压应在零伏时施加到设备上。试验电压应以不引发可感知的瞬变方式平稳地上升至规定值,并应保持至少 1 min。然后应尽可能快地平稳降至零。

对于例行试验,试验电压可以保持至少 1 s。在此情况下,试验电压应比所规定的 1 min 型式试验电压高出 10%。

10.6.4.3.6 试验验收准则

在介质电压试验期间,不应发生击穿或闪络。只要不超过制造厂规定的最大试验电流值的局部放电,均应忽略。

10.6.4.3.7 介质电压试验的重复

如有必要,对于新的设备可以重复进行介质电压耐受试验以检验其性能。试验电压值应等于制造厂规定值的0.75倍。

10.6.4.4 绝缘电阻

绝缘电阻的测量可以作为环境试验之后的一个试验进行,以保证绝缘没有因施加的试验超出强度而被削弱。

测量电压应直接施加于设备端子。

应在施加500(1±10%)V的直流电压达到稳态值并至少5 s之后再确定绝缘电阻。

对于新的设备,施加直流500 V时的绝缘电阻不应小于100 MΩ(当EMC抑制或其他功能元件以并联方式连接于被试电路时,可采用较低的绝缘电阻值)。经过湿热型式试验且恢复1 h～2 h后,在基准环境条件下施加直流500 V时的绝缘电阻不应小于10 MΩ。

10.6.4.5 保护联结试验

10.6.4.5.1 保护联结阻抗——型式试验

可接近的导电部分和与用于防止电击危险的保护导体连接的端子之间不应有过大的电阻。

依靠多芯电缆中的一条芯线实现保护导体连接的设备,如果已经为该电缆提供了一个将此保护导体的尺寸考虑在内的合适等级的保护器件,在测量中则不考虑该电缆。

这些部件是否符合保护联结阻抗型式试验要求,应通过采用下列的试验参数检验:

——试验电流应为用户文件规定的过流保护方式中最大电流额定值的两倍,但不小于20 A;

——试验电压不应超过交流12 V有效值或直流12 V;

——试验持续时间应为60 s;

——保护导体端子和被试部件之间的电阻不应超过0.1 Ω。

10.6.4.5.2 保护联结的连续性——例行试验

在单一故障条件下可能带电的可接近部分,应进行低电流连续性试验,以验证它们与保护接地导体的联结。

建议以避免损害电路为原则来选择连续性测试仪的开路电压和短路电流。

10.6.5 电气环境及可燃性

10.6.5.1 部件和材料的最高温度

可能要求通过试验确定正常使用中(见7.3)和单一故障条件下(见7.11)元件和材料的最高温度。

10.6.5.2 绝缘材料、元件和防火外壳的可燃性

当部件的材料不满足第7章规定的最低可燃性要求,或其厚度小于材料达到要求的最低可燃性规定的最小值时,可能需要对部件进行测试。

如果满足7.6.2～7.6.4的要求和7.10防火外壳的要求,不需要通过试验确定绝缘材料和元件的可燃性。

10.6.5.3 短时耐热试验

在下列试验期间,绝缘材料的最高温度应在表7中适当的绝缘等级所规定的限值之内。

过电压：

设备的 VT 输入电路应耐受制造厂声明的过电压，在连续的和持续 10 s 的时间内均没有损坏。

过电流：

设备的 CT 输入电路应耐受制造厂声明的过电流，在连续的和持续 1 s 的时间内均没有引起着火或电击风险。

然而，制造厂仅应规定安全的耐受值。

在 CT 的额定电流为 0.5 A～5 A 时，保护设备的安全要求如下：

——最少 1 s 的过电流耐受宜为 100 I_n；

——连续耐受电流宜至少为 4 I_n。

对不能满足这些要求的量度继电器和保护装置，制造厂应规定过电流耐受值和连续耐受值。

对没有规定额定电流值的 CT，例如用于灵敏的接地故障，制造厂应规定安全的连续和 1 s 的过电流耐受值。

10.6.5.4 输出继电器参数

制造厂应按照 IEC 60255-1 的要求，测试输出继电器的参数，以确保其性能符合要求。

10.6.5.5 单一故障条件

在组装完整的设备上进行单一故障型式试验时，参见 5.2 的单一故障条件评估和 7.11.3 的着火蔓延防护要求的符合性。对于在整个平台范围使用的公用模件，只需要在一个特定变化的模件上实施一次单一故障试验就足够了。

任何单一故障测试的需求将依据单一故障条件的评估结果确定。

10.6.6 极性反接和缓慢变化试验

制造厂应测试电源输入以确保电源电压极性反接不会导致内部温度过高、着火蔓延或电击危险。施加电源电压极性反接的时间应足够长，以确保达到热平衡。此项试验只适用于直流电源输入的产品。

制造厂应测试电源输入，以确保电源电压缓慢变化不会导致内部温度过高或产品损坏。电源电压变化应与图 4 一致，并应监视电源内部的温度以确保不会产生过高的温度。在测试中，被试设备应处于静止状态，有一半的开入/开出被激励，并且连接通信接口(如安装)。电源电压变化应与图 4 一致，以 1 V/min规定的坡度上升/下降。此项试验只适用于直流电源输入的产品。

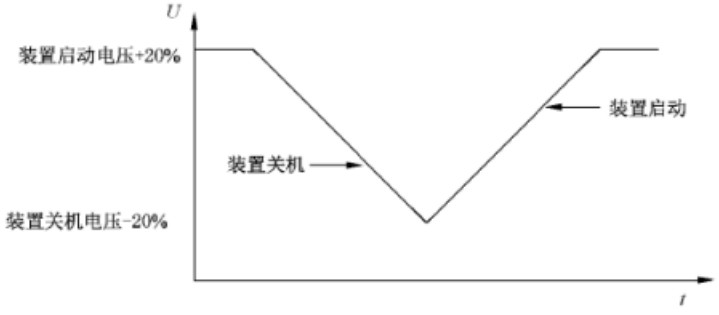


图 4 缓慢变化试验

附 录 A
（规范性附录）
绝缘分类要求和图例

A.1 概述

A.1.1 总则

本附录以典型的绝缘示例为不同的电路类型提供了关于绝缘分类和绝缘要求的指南。由附录 C 确定电气间隙和爬电距离时，绝缘要求宜参考 6.7 和 IEC 61010-1:2010 中的附录 B。

A.1.2 危险带电电压(HLV)

危险带电电压适用于以下情况：
——电压互感器、电流互感器、输出继电器；
——与交流或直流电源的连接；
——超过交流有效值 33 V 或直流 70 V 的模拟和数字输入/输出。

表 A.1 产品电路/组的绝缘分类

电路的绝缘分类	产品电路/组
特低电压电路 (ELV)	在正常条件下，符合下列的非一次电路： ——不超过交流 33 V 有效值或直流 70 V，即不超过特低电压限值； ——至少通过基本绝缘与危险带电电压隔离。 见图 A.4。 在正常条件下 ELV 电路不宜是可接近的。 例如： ——非一次电路； ——符合特低电压限值的模拟(数字)输入和输出； ——与其他产品的特低电压端子的连接。
安全特低电压电路 (SELV)	符合特低电压限值和下列条件的非一次电路： ——通过加强绝缘(双重绝缘)与危险带电电压隔离； ——不应提供接地连接。 见图 A.1。 SELV 电路可以是可接近的，并且在正常条件和单一故障这两种条件下触及也是安全的。 SELV 电路不允许与地连接，例如不允许与接地的电缆屏蔽或接地的通信电路连接。需要接地时，电路的定义宜根据图 A.2(PELV)改变。 对接到电缆一端运行的 PELV 系统可以例外，另一端接 SELV 系统是允许的。 例如： ——可以直接连接于不接地的通信网络或电路的模拟(数字)输入和输出； ——适合与其他设备的 SELV 端口连接的 SELV 端口。

表 A.1（续）

电路的绝缘分类	产品电路/组
保护特低电压电路（PELV）	符合特低电压限值和下列条件的非一次电路： ——PELV 电路应通过加强绝缘（双重绝缘）与危险带电电压隔离； ——PELV 电路可连接到功能地、保护（接地）导体，或提供接地连接。 见图 A.2。 PELV 电路是可接近的，并且在正常条件下和单一故障条件下触及也是安全的。 例如： ——可直接连接于通信网络或电路的模拟（数字）输入和输出； ——适合与其他设备的 PELV 端口连接的 PELV 端口。
保护等电位联结电路（PEB）	符合 ELV 电压限值和下列条件的非一次电路： ——以基本绝缘把 PEB 电路和危险带电电压隔离以提供基本的电击防护； ——对于故障保护，PEB 电路和可接近的导电部件应连接到保护导体端子并应符合 10.6.4.5.1 的规定，以防止 PEB 电路中出现危险带电电压。 见图 A.3。 PEB 电路是可接近的，并且在正常条件下和单一故障条件下触及也是安全的。 PEB 电路可考虑作为保护接地电路或接地的可接近部分，以达到表 A.2 的目的。 例如： ——可直接连接于通信网络或电路的模拟（数字）输入和输出； ——适合与其他设备的 PEB 端口连接的 PEB 端口。
注：本表中的符号说明见 A.1.3。	

A.1.3 符号

下列符号适用于表 A.2[6] 和图 A.1～图 A.4：

a） 要求

B：基本绝缘或附加绝缘；

D：双重绝缘或加强绝缘；

F：功能绝缘。

b） 电路和部件

A：可接近部件，不与保护导体端子连接；

C：设备外壳；

ELV：正常条件下，不超过表 A.1 的 ELV 限值的电路或部件；

HLV：正常条件下，本部分 3.24 中定义的危险带电电路或部件；

PEB、PELV、SELV：在正常条件下和单一故障两种条件下，由表 A.1 规定的安全可触及的电路；

Z：二次电路阻抗。

典型电路的绝缘要求见 A.2。

6） 原文误为表 A.1。

表 A.2 任意两个电路间的绝缘要求

	HLV 一次电路[a]	ELV 电路	SELV 电路	PELV 电路	PEB 电路[b]	非一次电路的接地的 HLV[b,c]	非一次电路的未接地的 HLV[c]
HLV 一次电路[a]	F/B[a,f] (C.1～C.6)/ (C.3～C.6)	B (C.3～C.6)	D (C.7～C.10)	D (C.7～C.10)	B[e] (C.3～D.6)	B (C.3～C.6)	B (C.3～C.6)
ELV 电路	B (C.3～C.6)	F/B[f] (C.1～C.6)/ (C.3～C.6)	B (C.3～C.6)	B (C.3～C.6)	F/B[e,f] (C.1～C.6)/ (C.3～C.6)	B (C.3～C.6)	B (C.3～C.6)
SELV 电路	D (C.7～C.10)	B (C.3～C.6)	F/B[f] (C.1～C.6)/ (C.3～C.6)	F/B[h] (C.3～C.6)	B (C.3～C.6)	D (C.7～C.10)	D (C.7～C.10)
PELV 电路[h]	D (C.7～C.10)	B (C.3～C.6)	F/B[h] (C.3～C.6)	F/B[f] (C.1～C.6)/ (C.3～C.6)	B (C.3～C.6)	D (C.7～C.10)	D (C.7～C.10)
PEB 电路[b]	B[e] (C.3～C.6)	F/B[e,f] (C.1～C.6)/ (C.3～C.6)	B (C.3～C.6)	B (C.3～C.6)	F/B[e] (C.1～C.6)/ (C.3～C.6)	B (C.3～C.6)	B (C.3～C.6)
非一次电路的保护接地的 HLV[b,c]	B (C.3～C.6)	B (C.3～C.6)	D (C.7～C.10)	D (C.7～C.10)	B (C.3～C.6)	F/B[f] (C.1～C.6)/ (C.3～C.6)	B (C.3～C.6)
非一次电路的未接地的 HLV[c]	B (C.3～C.6)	B (C.3～C.6)	D (C.7～C.10)	D (C.7～C.10)	B (C.3～C.6)	B (C.3～C.6)	F/B[f] (C.1～C.6)/ (C.3～C.6)
未接地的可接近部分[g]	D (C.7～C.10)	B (C.3～C.6)	B (C.3～C.6)	F/B[f] (C.1～C.6)/ (C.3～C.6)	B (C.3～C.6)	D (C.7～C.10)	B/D[d] (C.3～C.6)/ (C.7～C.10)
保护接地[b,g]/保护接地的可接近部分[b,g]	B (C.3～C.6)	F/B[f] (C.1～C.6)/ (C.3～C.6)	B (C.3～C.6)	B (C.3～C.6)	F/B[g] (C.1～C.6)/ (C.3～C.6)	B (C.3～C.6)	B (C.3～C.6)

本表中以括号表示表 C.1～表 C.10。根据电压类别和污染等级选择这些表。

B——基本绝缘；D——双重绝缘或加强绝缘；F——功能绝缘；S——附加绝缘。

[a] 如果功能性电压(与地无关)大于额定绝缘电压，功能绝缘的爬电距离可以大于基本绝缘的爬电距离。例如一个功能性的相对相电压为 400 V 有效值的端子座。电痕化指数(CTI)在 100 到 399 之间时，400 V 功能绝缘的爬电距离为 4.0 mm(表 C.2)，而 230 V 有效值的相对地(300 V 基本绝缘)的爬电距离为 3.0 mm(表 C.6)。

[b] 与保护导体的连接应符合 10.6.4.5.1 的要求，否则应视其为一个未接地的电路。

[c] 在 HLV 非一次电路和 HLV 一次电路之间至少应采用基本绝缘。

[d] 在危险电压下的未接地的非一次电路与未接地的可接近的导电部分(表 A.2 中的 B/D)之间的绝缘应满足更严格的下列要求：

- 双重(加强)绝缘，其工作电压等于危险电压；或
- 附加绝缘，其工作电压等于处于危险电压下的非一次电路与下列电路之间的电压：
  ——另一个处于危险电压下的非一次电路；或
  ——一个一次电路。

[e] PEB 基本绝缘的应用条件见图 A.3。

[f] 设备安装时，如果其电路之一是独立电路或邻近可以接地的导电部分，应采用附加绝缘或基本绝缘。该绝缘要求将取决于过电压类别。设备的正常的过电压类别为过电压类别Ⅲ(见表 C.5 或 C.6)。然而在某些应用中，若设备由下列任一情况供电，瞬态现象限制在过电压类别Ⅱ，可采用表 C.3 或 C.4：

- 不与保护继电器或测量设备连接的电池*；或
- 办公环境的交流电源*。

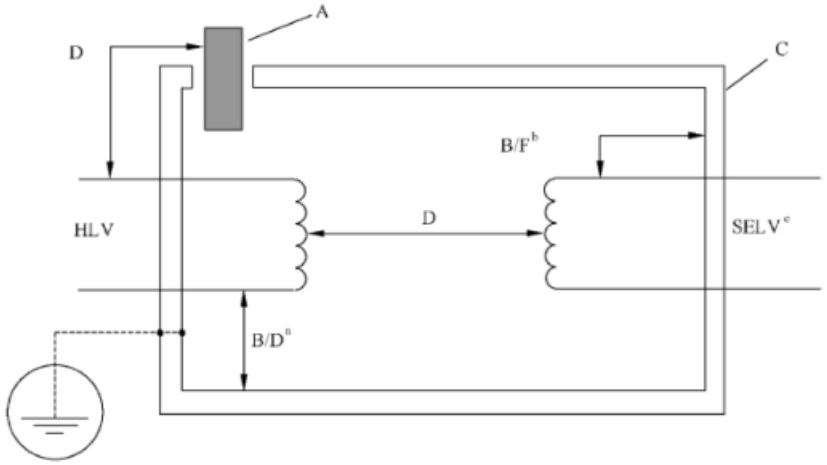
* 电源上最大瞬态电压幅值应为 2 500 $V_{峰值}$。

[g] 功能接地电路应视为一个未接地的可接近部分。例外的情况是，功能接地与保护导体相连且能满足 PEB [b] 要求，则可视为接地的可接近部分。

[h] 对接到电缆一端运行的 PELV 系统可以例外，另一端接 SELV 系统是允许的。

A.2 符合表 A.2 要求的典型绝缘示例

不同电路/部件之间的绝缘要求见表 A.2。



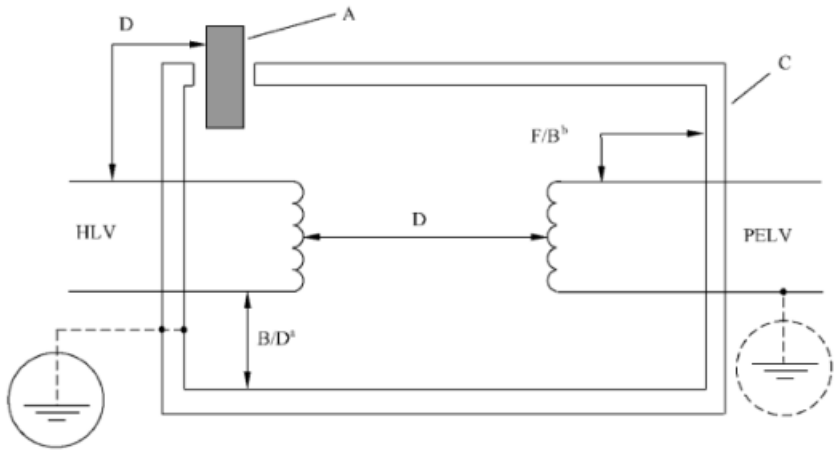
符号解释见 A.1.3。

[a] 如果外壳(可接近部分)是导电的并且连接到保护导体端子上,外壳(可接近部分)与危险带电电压(HLV)间仅要求基本绝缘(B)。否则,外壳(可接近部分)与危险带电电压(HLV)间应采用双重绝缘(D)。

[b] 如果外壳是导电的,外壳与安全特低电压(SELV)电路之间应采用基本绝缘。否则,可采用功能绝缘。

[c] 不允许安全特低电压(SELV)电路与地连接。

图 A.1 带安全特低电压输入/输出(I/O)的设备



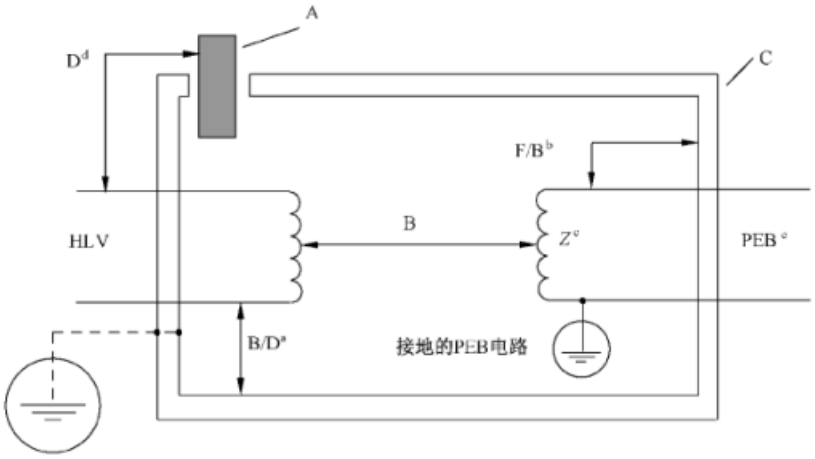
符号解释见 A.1.3。

只有出于功能性(EMC)目的,才允许接地导体连接到Ⅱ类设备上,例如电缆屏蔽接地。但该屏蔽宜通过以基于相邻电路额定电压的基本绝缘作为防护。

[a] 如果外壳(可接近部分)是导电的并且连接到保护导体端子上,外壳(可接近部分)与危险带电电压(HLV)间仅要求基本绝缘(B)。否则,外壳(可接近部分)与危险带电电压(HLV)部分间要求双重绝缘(D)。

[b] 如果外壳导电并接地,外壳与保护特低电压(PELV)间应采用基本绝缘(B)。否则,可采用功能绝缘(F)。

图 A.2 带保护特低电压输入/输出(I/O)的设备



符号解释见 A.1.3。

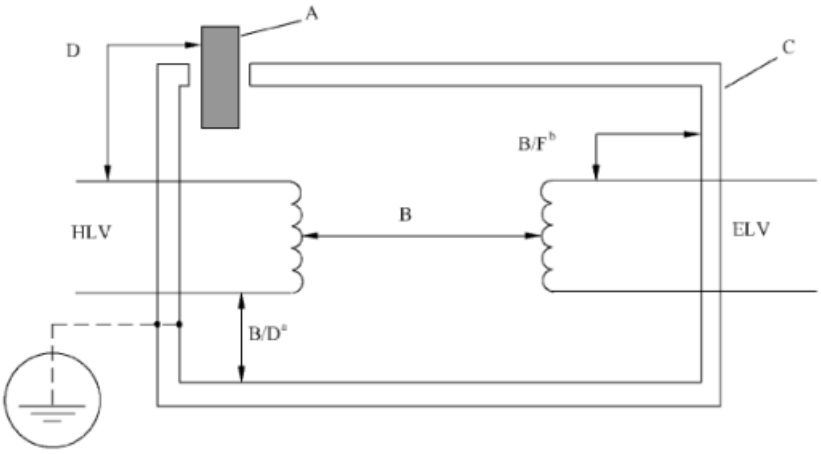
[a] 如果外壳(可接近部分)是导电的并且连接到保护导体端子上,外壳(可接近部分)与危险带电电压(HLV)部分间仅要求基本绝缘(B)。否则,外壳(可接近部分)与危险带电电压(HLV)部分间要求采用双重绝缘(D)。

[b] 如果外壳导电并接地,外壳与保护特低电压(PELV)间应采用基本绝缘(B)。否则,可采用功能绝缘(F)。

[c] 保护等电位联结(PEB)电路与保护导体端子包括阻抗 Z 的连接路径应符合 10.6.4.5.1。在单一故障条件下,如果某一危险带电电压(HLV)导体与保护等电位联结(PEB)电路短路,该保护等电位联结(PEB)电路不会变为危险带电。

[d] 如果外壳/可接近的部位为非导电的,在危险带电电压(HLV)电路/部位和施加的刚性试验指之间应具有双重绝缘(D)(IEC 61010-1:2010 图 B.1)。

图 A.3 带保护等电位联结输入/输出(I/O)的设备



符号解释见 A.1.3。

[a] 如果外壳(可接近部分)是导电的并且连接到保护导体端子上,外壳(可接近部分)与危险带电电压(HLV)间仅要求基本绝缘(B)。否则,外壳(可接近部分)与危险带电电压(HLV)间要求采用双重绝缘(D)。

[b] 如果外壳是导电的,外壳与特低电压(ELV)间应采用基本绝缘(B)。否则,可采用功能绝缘(F)。

图 A.4 带特低电压输入/输出(I/O)的设备

附 录 B
（规范性附录）
额定冲击电压

本附录旨在提供出现在供电线路上的相对于中性点(地)的冲击电压耐受要求的信息。标称额定电源电压或工作电压可通过 IEC 61010-1:2010 中 6.7 确定。

采用相关的额定电压和过压类别以及污染等级，通过选择附录 C 的适当的表确定出于安全考虑的电气间隙和爬电距离。对于大多数的应用，300 V 和过压类别Ⅲ的情况是合适的(见 C.1.2)。

额定冲击电压决定空气中的电气间隙。

表 B.1 额定冲击电压(波形：1.2/50 μs)

从标称额定电压或工作电压导出的线对中性点电压，交流有效值或直流值，最大至 V[a,b]	额定冲击电压[c] V		
	过电压类别		
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
50	330	500	800
100	500	800	1 500
150	800	1 500	2 500
300	1 500	2 500	4 000
600	2 500	4 000	6 000
1 000	4 000	6 000	8 000

[a] 对于现存的低压电源及其标称值不同的应用，优先选择线对中性点的电压(见 IEC 61010-1:2010 中附录 K)。

[b] 额定冲击耐受电压给出的是海拔高度为 2 000 m 的值，更高海拔高度的试验电压的倍增系数见表 C.11。

[c] 与一次电路连接的电路不允许插补额定冲击电压。

[d] 对于过电压类别Ⅳ的数值，参见 GB/T 16935.1—2008(附录 B)。

附 录 C
（规范性附录）
确定电气间隙、爬电距离和耐受电压的指南

C.1 总则

C.1.1 引言

本附录为包括海拔影响的设备绝缘提供了确定最小电气间隙、爬电距离和耐受电压的指南。

电气间隙和爬电距离应在考虑以下影响因素后选择：

——污染等级；

——过电压类别；

——额定绝缘电压；

——绝缘要求（功能绝缘、基本绝缘、双重绝缘和加强绝缘）；

——绝缘的场合（例如承受机械力等）。

基本绝缘提供基本的电击防护，通常由相对于地的工作电压以及确定冲击电压级别的适当的过电压类别确定。

功能绝缘是设备的功能所要求的，它不能提供电击防护。冲击电压一般对确定功能绝缘的影响很小，通常采用表 C.2 或表 C.1 确定功能绝缘。但是，根据可能跨越功能电路的瞬态现象或冲击电压，采用其他的表，例如表 C.3～表 C.6，来确定功能绝缘也可能是合适的。因此，表 C.3～表 C.6 对功能绝缘或基本绝缘或附加绝缘可能是适用的。

包括多层印制电路板的内层在内的无空隙模压部件内部的固体绝缘，没有电气间隙或爬电距离要求。固体绝缘应按照 10.6.4.3 的介质电压试验验证。

C.1.2 额定绝缘电压

设备的一个或所有电路的额定绝缘电压可以由本附录的各表确定。但是，对于由仪用互感器直接激励的设备或直接连接于站内电源 13)的电路，其额定绝缘电压不应低于 250 V。这适用于 0 V 和 250 V 之间的激励电压。（如果 24 V 或 48 V 电源只用于通信电路，即没有量度继电器和保护装置连接到该电源，根据表 C.1，50 V 是适当的工作电压，相应的过电压类别Ⅲ的冲击电压是 800 V 峰值。然而，连接到通信网络相关的较高的过电压是否合适，应依据 IEC 62151 确定。）

直接由低压交流电源激励的设备的额定冲击电压应根据规定的相应过电压类别（通常为Ⅲ级）和设备的标称电压由表 B.1 确定。

对于基本绝缘、附加绝缘、加强绝缘和双重绝缘，表 C.3～表 C.10 的第一列是相对于地或中性点的电压值（表 C.1 和表 C.2 是特定用于功能绝缘的工作电压，它可能与对地或中性点无关。

C.1.3 额定绝缘电压的确定

额定绝缘电压应按如下确定：

a) 对于带电部分和可接近的可导电部分之间的绝缘，不低于被考虑电路的额定电压；

b) 除 e)中给出的情况之外，对于一个电路各部分之间的绝缘，不低于被考虑电路的额定电压；

c) 对于两个独立电路的各部分之间的绝缘，至少宜等于这些电路中的较高的额定电压；

d) 除非制造厂与用户达成协议，对于动合触点之间的间隙，不规定额定绝缘电压；

e) 对于额定电压超过 1 000 V 的设备电路，应采用 GB/T 16935.1—2008 中附录 A 确定电气间隙、爬电距离和耐受电压。

关于 C.1.2 中某些电路的最低适用的额定绝缘参数，应由 IEC 61010-1:2010 中 6.7 确定。

C.1.4 额定冲击电压的确定

C.1.4.1 总则

运行过程中预期出现的瞬态过电压被当作确定额定冲击电压的基础(一次电路见 5.1.10.2.2，非一次电路见 5.1.10.2.3，并且作为试验参考)。

首先，应确定额定绝缘电压，见 C.1.3。

然后，应采用表 B.1 的额定绝缘电压和适当的过电压类别确定额定冲击电压。

C.1.4.2 额定冲击电压的选择

设备的额定冲击电压应根据规定的过电压类别和设备的标称电压采用 IEC 61010-1:2010 中 6.7 和本部分中表 B.1 确定。

C.1.4.3 设备内部冲击电压的绝缘配合

设备的额定冲击电压适用于明显受外部瞬态过电压影响的设备内的部件或电路。由设备运行可能引起的瞬态过电压对外部电路的影响不应超过 C.1.5 的规定。

对于设备内部具有特别瞬态过电压防护的其他部件或电路，通过瞬态抑制以至不受外部瞬态过电压的显著影响，其绝缘所要求的冲击耐受电压与设备的额定冲击电压无关，而与部件或电路的实际状态有关，其电气间隙应由表 C.1～表 C.10 确定。但瞬态保护电路应符合 10.6.3 的试验要求，不能降低电路的整个的过电压类别，除非在差模和共模两种情况下均采用合适的瞬态抑制。

C.1.5 由设备产生的通断过电压

对于可能在其端子上产生过电压的设备，例如开关器件，额定冲击电压意味着当设备按照相关标准和制造厂的说明书使用时，不应产生大于这个值的过电压。否则，用户应采取措施以限制通断过电压的影响。

C.1.6 绝缘材料

相比电痕化指数(CTI)值用于对绝缘材料作如下的分类：

材料组别Ⅰ …… $600 \leqslant CTI$

材料组别Ⅱ …… $400 \leqslant CTI < 600$

材料组别Ⅲa …… $175 \leqslant CTI < 400$

材料组别Ⅲb …… $100 \leqslant CTI < 175$

对于不会发生电痕化的无机绝缘材料，例如玻璃或陶瓷，爬电距离无需大于相应的电气间隙。但是，宜考虑破坏性放电的风险。

C.1.7 过电压类别

确定适用的过电压类别应以下列准则为基础：

类别Ⅰ

类别Ⅰ适用于采用了特殊措施(例如具有良好防护的电子电路)将瞬态电压限制在合适值的设备。为了达到类别Ⅰ的要求,对共模电路和差模电路均宜采取特殊的电压测量措施。

类别Ⅱ

类别Ⅱ适用于下列所有条件:

a) 设备的辅助激励电路(电源电路)连接于一个只用于为静态设备供电的电源;这种情况仅仅是,当导线较短并且连接到该交流或直流电源的其他电路没有切换操作,电源导线上的瞬态电压将比过电压类别Ⅲ规定的低。

b) 设备的输入激励电路没有直接连接于电压互感器或电流互感器,并且连接导线采取了良好的屏蔽和接地措施;

c) 输出电路通过短导线连接于负载。

类别Ⅲ

类别Ⅲ适用于多数设备的实际应用情况,应特别用于:

a) 设备的辅助激励电路(电源电路)连接于一个公用电源,并且(或)由于导线较长,电源导线上可能出现较高的共模瞬态过电压,以及由于另一个连接于同一电池或电源的其他电路的通断可能产生差模电压;

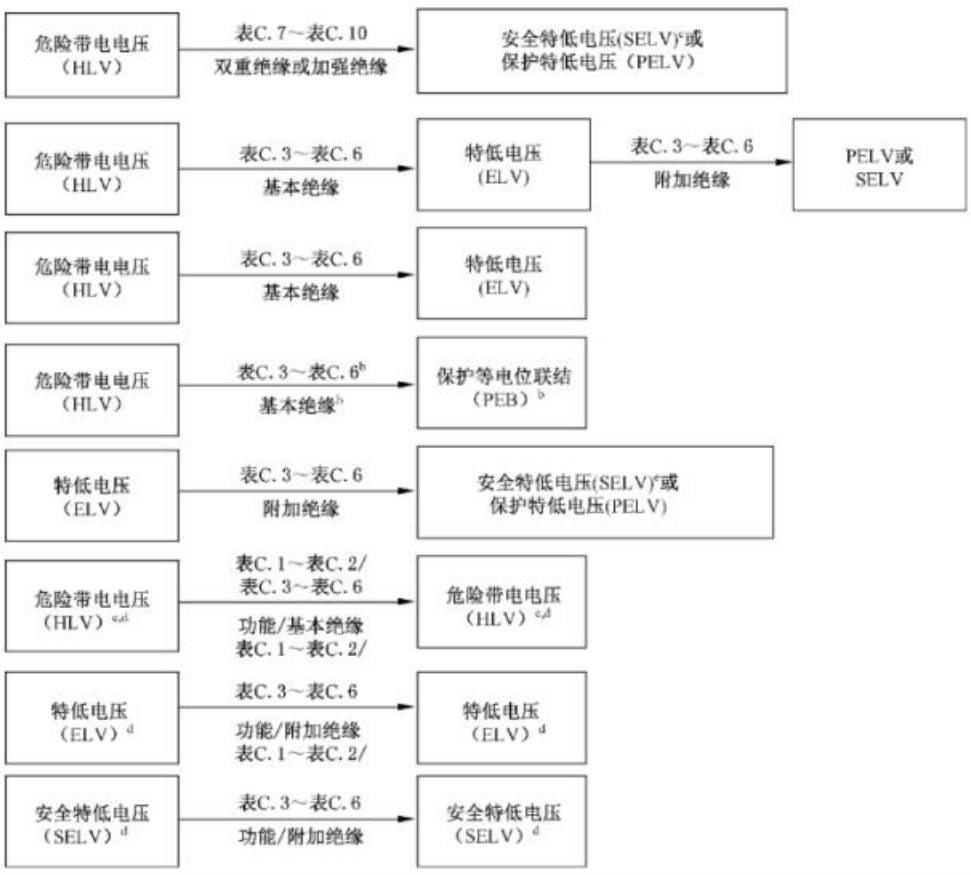
b) 设备的输入激励电路连接于电流互感器和电压互感器;

c) 输出电路通过长导线连接于负载,在输出端子上可能出现一个相对较高的共模瞬态电压。

C.2 电气间隙、爬电距离和耐受电压的确定

C.2.1 确定电气间隙、爬电距离和耐受电压的导则

见图 C.1。



[a] 依据过电压类别和污染等级选择表格。

[b] 前提是 PEB 电路不能成为危险带电电路，见图 A.3。

[c] 如果功能电压（与地无关）大于额定绝缘电压，则功能绝缘的爬电距离可以大于基本绝缘的爬电距离，实例之一是功能的相电压的有效值为 400 V 的接线座。依据 300 V 基本绝缘的 4 kV 峰值冲击电压确定最小间隙，但是采用 GB/T 16935.1—2008 中附录 B 确定对于功能相-相电压的爬电距离。

[d] 如果电路中有一个是独立的电路，即由规范要求的两个电路之间的耐受电压为 2 kV 有效值 1 min，应采用附加绝缘或基本绝缘（表 C.3～表 C.6）。

[e] SELV：安全特低压也用作隔离的特低压。

图 C.1 确定电气间隙、爬电距离和耐受电压的指南

C.2.2 电气间隙、爬电距离和耐受电压的确定

C.2.2.1 总则

设备在污染等级 3 和污染等级 4 的环境中使用时，电气间隙和爬电距离应按照 GB/T 16935.1—2008 中附录 F 确定。可能要求采用合适的外壳对设备进行遮蔽，以保证满足污染等级 3 和污染等级 4 的要求。

C.2.2.2 内部环境污染等级的降低

对于外部环境污染等级 2 和污染等级 3 的设备，内部环境污染等级的降低见表 C.12。

C.2.2.3 印制电路板(PCB)涂覆层

表 C.2～表 C.10 中对于带涂覆层(阻焊)的 PCB 的爬电距离值,仅用于导体之间的涂层覆盖了其中一个或全部两个导体以及它们之间表面距离的至少 80%的情况。涂覆层应符合 GB/T 16935.3 中给出的 A 类涂覆层的要求。

表 C.1 功能绝缘、污染等级 1、过电压类别Ⅰ

标称额定绝缘电压或工作电压(交流有效值或直流值),最大至 V	污染等级 1 过电压类别Ⅰ					
	电气间隙 mm	爬电距离 mm		耐受电压[b] V		
		设备内部 CTI≥100	印制电路板上[a] CTI≥100	峰值脉冲 1.2/50 μs	有效值 50/60 Hz 1 min	直流 1 min
50	0.05	0.18	0.05	330	230	330
100	0.10	0.25	0.10	500	350	500
150	0.15	0.30	0.25	800	490	700
300	0.50	0.70	0.70	1 500	820	1 150
600	1.50	1.70	1.70	2 500	1 350	1 900
1 000	3.00	3.20	3.20	4 000	2 200	3 100

[a] 同样适用于引线间具有稳定机械距离的 PCB 安装元件。

[b] 验证空气中的电气间隙见 10.6.3 和表 C.11。

表 C.2 功能绝缘、污染等级 2、过电压类别Ⅰ

标称额定绝缘电压或工作电压(交流有效值或直流值),最大至 V	污染等级 2 过电压类别Ⅰ								
	电气间隙 mm	爬电距离 mm					耐受电压[c] V		
		设备内部			印制电路板上		峰值脉冲 1.2/50 μs	有效值 50/60 Hz 1 min	直流 1 min
		材料组别			未涂覆	涂覆[a,b]			
		Ⅰ CTI≥600	Ⅱ CTI≥400	Ⅲ CTI≥100	CTI≥175	CTI≥100			
50	0.05	0.60	0.85	1.20	0.10	0.05	330	230	330
100	0.10	0.70	1.00	1.40	0.16	0.10	500	350	500
150	0.15	0.75	1.05	1.50	0.40	0.25	800	490	700
300	0.50	1.50	2.10	3.00	1.50	0.70	1 500	820	1 150
600	1.50	3.00	4.30	6.00	3.00	1.70	2 500	1 350	1 900
1 000	3.00	5.00	7.00	10.00	5.00	3.20	4 000	2 200	3 100

[a] 同样适用于引线间具有稳定机械距离的 PCB 安装元件。

[b] 对涂覆层的最低要求见 C.2.2。

[c] 验证空气中的电气间隙见 10.6.3 和表 C.11。

表 C.3　功能绝缘、基本绝缘或附加绝缘，污染等级 1，过电压类别Ⅱ

标称额定绝缘电压或工作电压（交流有效值或直流值），最大至 V	污染等级 1 过电压类别Ⅱ					
	电气间隙 mm	爬电距离 mm		耐受电压[b] V		
		设备内部 CTI≥100	印制电路板上[a] CTI≥100	峰值脉冲 1.2/50 μs	有效值 50/60 Hz 1 min	直流 1 min
50	0.10	0.18	0.10	500	350	500
100	0.15	0.25	0.15	800	490	700
150	0.50	0.50	0.50	1 500	820	1 150
300	1.50	1.50	1.50	2 500	1 350	1 900
600	3.00	3.00	3.00	4 000	2 200	3 100
1 000	5.50	5.50	5.50	6 000	3 250	4 600

[a] 同样适用于引线间具有稳定机械距离的 PCB 安装元件。

[b] 验证空气中的电气间隙见 10.6.3 和表 C.11。

表 C.4　功能绝缘、基本绝缘或附加绝缘，污染等级 2，过电压类别Ⅱ

标称额定绝缘电压或工作电压（交流有效值或直流值），最大至 V	污染等级 2 过电压类别Ⅱ								
	电气间隙 mm	爬电距离 mm					耐受电压[c] V		
		设备内部			印制电路板上		峰值脉冲 1.2/50 μs	有效值 50/60 Hz 1 min	直流 1 min
		材料组别			未涂覆	涂覆[a,b]			
		Ⅰ CTI≥600	Ⅱ CTI≥400	Ⅲ CTI≥100	CTI≥175	CTI≥100			
50	0.10	0.60	0.85	1.20	0.10	0.10	500	350	500
100	0.15	0.70	1.00	1.40	0.16	0.15	800	490	700
150	0.50	0.75	1.05	1.50	0.50	0.50	1 500	820	1 150
300	1.50	1.50	2.10	3.00	1.50	1.50	2 500	1 350	1 900
600	3.00	3.00	4.30	6.00	3.00	3.00	4 000	2 200	3 100
1 000	5.50	5.50	7.00	10.00	5.50	5.50	6 000	3 250	4 600

[a] 同样适用于引线间具有稳定机械距离的 PCB 安装元件。

[b] 对涂覆层的最低要求见 C.2.2。

[c] 验证空气中的电气间隙见 10.6.3 和表 C.11。

表 C.5　功能绝缘、基本绝缘或附加绝缘，污染等级 1，过电压类别Ⅲ

标称额定绝缘电压或工作电压（交流有效值或直流值），最大至 V	污染等级 1 过电压类别Ⅲ					
	电气间隙 mm	爬电距离 mm		耐受电压[b] V		
		设备内部 CTI≥100	印制电路板上[a] CTI≥100	峰值脉冲 1.2/50 μs	有效值 50/60 Hz 1 min	直流 1 min
50	0.15	0.18	0.15	800	490	700
100	0.50	0.50	0.50	1 500	820	1 150
150	1.50	1.50	1.50	2 500	1 350	1 900
300	3.00	3.00	3.00	4 000	2 200	3 100
600	5.50	5.50	5.50	6 000	3 250	4 600
1 000	8.00	8.00	8.00	8 000	4 350	6 150

[a] 同样适用于引线间具有稳定机械距离的 PCB 安装元件。

[b] 验证空气中的电气间隙见 10.6.3 和表 C.11。

表 C.6　功能绝缘、基本绝缘或附加绝缘，污染等级 2，过电压类别Ⅲ

标称额定绝缘电压或工作电压（交流有效值或直流值），最大至 V	污染等级 2 过电压类别Ⅲ								
	电气间隙 mm	爬电距离 mm					耐受电压[c] V		
		设备内部			印制电路板上		峰值脉冲 1.2/50 μs	有效值 50/60 Hz 1 min	直流 1 min
		材料组别			未涂覆	涂覆[a,b]			
		Ⅰ CTI≥600	Ⅱ CTI≥400	Ⅲ CTI≥100	CTI≥175	CTI≥100			
50	0.15	0.60	0.85	1.20	0.15	0.10	800	490	700
100	0.50	0.70	1.00	1.40	0.50	0.50	1 500	820	1 150
150	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	2 500	1 350	1 900
300	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4 000	2 200	3 100
600	5.50	5.50	5.50	6.00	5.50	5.50	6 000	3 250	4 600
1 000	8.00	8.00	8.00	10.00	8.00	8.00	8 000	4 350	6 150

[a] 同样适用于引线间具有稳定机械距离的 PCB 安装元件。

[b] 对涂覆层的最低要求见 C.2.2。

[c] 验证空气中的电气间隙见 10.6.3 和表 C.11。

表 C.7　双重绝缘或加强绝缘，污染等级 1，过电压类别Ⅱ

标称额定绝缘电压或工作电压（交流有效值或直流值），最大至 V	污染等级 1 过电压类别Ⅱ					
	电气间隙 mm	爬电距离 mm		耐受电压[b] V		
		设备内部 CTI≥100	印制电路板上[a] CTI≥100	峰值脉冲 1.2/50 μs	有效值 50/60 Hz 1 min	直流 1 min
50	0.15	0.36	0.15	800	490	700
100	0.50	0.50	0.50	1 500	820	1 150
150	1.50	1.50	1.50	2 500	1 350	1 900
300	3.00	3.00	3.00	4 000	2 200	3 100
600	5.50	5.50	5.50	6 000	3 250	4 600
1 000	8.00	8.00	8.00	8 000	4 350	6 150

[a] 同样适用于引线间具有稳定机械距离的 PCB 安装元件。

[b] 验证空气中的电气间隙见 10.6.3 和表 C.11。

表 C.8　双重绝缘或加强绝缘、污染等级 2，过电压类别Ⅱ

标称额定绝缘电压或工作电压（交流有效值或直流值），最大至 V	污染等级 2 过电压类别Ⅱ								
	电气间隙 mm	爬电距离 mm					耐受电压[c] V		
		设备内部			印制电路板上		峰值脉冲 1.2/50 μs	有效值 50/60 Hz 1 min	直流 1 min
		材料组别			未涂覆	涂覆[a,b]			
		Ⅰ CTI≥600	Ⅱ CTI≥400	Ⅲ CTI≥100	CTI≥175	CTI≥100			
50	0.15	1.20	1.70	2.40	0.15	0.15	800	490	700
100	0.50	1.40	2.00	2.80	0.50	0.50	1 500	820	1 150
150	1.50	1.50	2.10	3.00	1.50	1.50	2 500	1 350	1 900
300	3.00	3.00	4.20	6.00	3.00	3.00	4 000	2 200	3 100
600	5.50	6.00	8.60	12.00	6.00	5.50	6 000	3 250	4 600
1 000	8.00	10.00	14.00	20.00	10.00	8.00	8 000	4 350	6 150

[a] 同样适用于引线间具有稳定机械距离的 PCB 安装元件。

[b] 对涂覆层的最低要求见 C.2.2。

[c] 验证空气中的电气间隙见 10.6.3 和表 C.11。

表 C.9　双重绝缘或加强绝缘，污染等级 1，过电压类别Ⅲ

标称额定绝缘电压或工作电压（交流有效值或直流值），最大至 V	污染等级 1 过电压类别Ⅲ					
	电气间隙 mm	爬电距离 mm		耐受电压[b] V		
		设备内部 CTI≥100	印制电路板上[a] CTI≥100	峰值脉冲 1.2/50 μs	有效值 50/60 Hz 1 min	直流 1 min
50	0.50	0.50	0.50	1 500	820	1 150
100	1.50	1.50	1.50	2 500	1 350	1 900
150	3.00	3.00	3.00	4 000	2 200	3 100
300	5.50	5.50	5.50	6 000	3 250	4 600
600	8.00	8.00	8.00	8 000	4 350	6 150
1 000	14.00	14.00	14.00	12 000	6 500	9 200

[a] 同样适用于引线间具有稳定机械距离的 PCB 安装元件。

[b] 验证空气中的电气间隙见 10.6.3 和表 C.11。

表 C.10　双重绝缘或加强绝缘，污染等级 2，过电压类别Ⅲ

标称额定绝缘电压或工作电压（交流有效值或直流值），最大至 V	污染等级 2 过电压类别Ⅲ								
	电气间隙 mm	爬电距离 mm					耐受电压[c] V		
		设备内部			印制电路板上		峰值脉冲 1.2/50 μs	有效值 50/60 Hz 1 min	直流 1 min
		材料组别			未涂覆	涂覆[a,b]			
		Ⅰ CTI≥600	Ⅱ CTI≥400	Ⅲ CTI≥100	CTI≥175	CTI≥100			
50	0.50	1.20	1.70	2.40	0.50	0.50	1 500	820	1 150
100	1.50	1.50	2.00	2.80	1.50	1.50	2 500	1 350	1 900
150	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4 000	2 200	3 100
300	5.50	5.50	5.50	6.00	5.50	5.50	6 000	3 250	4 600
600	8.00	8.00	11.00	12.00	8.00	8.00	8 000	4 350	6 150
1 000	14.00	14.00	14.00	20.00	14.00	14.00	12 000	6 500	9 200

[a] 同样适用于引线间具有稳定机械距离的 PCB 安装元件。

[b] 对涂覆层的最低要求见 C.2.2。

[c] 验证空气中的电气间隙见 10.6.3 和表 C.11。

表 C.11 验证空气中的电气间隙的试验电压倍增系数

试验海拔高度 m	0～200	500	1 000	1 500	2 000	3 000	4 000	5 000
试验电压倍增系数	1.20	1.15	1.10	1.05	1.00	0.87	0.77	0.67

表 C.12 通过在设备内采用附加防护降低内部环境的污染等级

设备内的附加防护[a]	从外部环境污染等级 2 到[d]	从外部环境污染等级 3 到[d]
持续加热[a]	1	1
封装[b]	1	1
涂覆[c]	1	2
外壳密封	1	1
外壳防护符合 GB/T 4208 的 IPx4	2	2

[a] 如果设备内部环境温度升高至少 5 ℃，则可以采用。

[b] 封装：作为固体绝缘考虑时，封装是指完全包裹在诸如环氧树脂之类封装材料中的这些部分，包括印制电路板内层上的线条和焊盘。它为被封装的表面、元件和导体表面之间提供了对任何凝露的屏障。

[c] 涂覆：适用于被阻焊剂覆盖的印制电路导线或被敷形涂覆的导体或元件。

[d] 如果用表 C.12 确定减少了爬电距离，宜确保其不小于允许的最小电气间隙。

附 录 D
（资料性附录）
元 件

D.1 总则

本附录对由于不恰当的设计和布局可能引起安全危险的元件的设计提供了指南。

D.2 引言

出于安全的原因，元件应符合本部分的要求，或者符合相关 IEC 元件标准安全方面的要求。

注 1：只有当问题所涉及的元件明显属于某一元件 IEC 标准的适用范围时，才认为该 IEC 元件标准是相关的。

连接到保护等电位联结电路、保护特低电压电路或安全特低电压电路，以及连接到特低电压电路或危险电压的部分的元件，应符合下列保护等电位联结、保护特低电压或安全特低电压电路电路的要求。

在正常运行条件下以及单一故障之后，例如基本绝缘层击穿或单个元件的故障，保护等电位联结、保护特低电压或安全特低电压电路呈现的电压应可以安全触及。

注 2：不同电源连接于不同部分（线圈和触点）的继电器，是这类元件的一个例子。

制造厂应确保所有与安全有关的元件都符合本部分的安全要求。

关于电池，见 8.7.2.2。

与安全有关的元件的规定如下。

D.3 互感器

互感器的类型应适合其预期的应用，并应符合本部分相关的要求，例如符合附录 C 的电气间隙和爬电距离、5.1.9 的适当的固体绝缘和第 7 章的着火风险防护要求。

D.4 设备一次电路的电容器

用于一次电路的电容器应为自恢复型，以避免受可能出现在直流或交流电源上瞬态电压影响而短路。

为了满足 EMC 要求的与地之间的去耦，连接于电源导体和保护导体电路之间的电容器应为 IEC 60384-14 中的 Y 类。用于基本绝缘的电容器，额定耐受电压有效值应为 2 000 V 历时 1min 或有效值 2 200 V 、1 s。对于双重绝缘的设备，额定耐受电压有效值应为 3 250 V 历时 1 min 或有效值 3 575 V历时 1 s。

连接于两个电源导体之间的电容器应为下列之一：

a) 符合 IEC 60384-14 的 X1 类电容器；

b) 通过对 X1 类电容器一样的 IEC 60384-14 中的冲击试验，而试验电压减少至 2.5 kV 的 X2 类电容器；

c) 通过 IEC 60384-14 耐受试验的 X2 类电容器，试验中以 220 Ω 的电阻短路（见 IEC 60384-14：2013 中附录 B）。

D.5 绕组器件——互感器、仪用互感器和变换器、电抗器及带多绕组/屏蔽的继电器和接触器的线圈

D.5.1 线圈绕组

为了保持绕组间所要求的最短隔离距离，宜采取措施以防止：

a) 绕组或匝间不期望的位移，尤其是在绕组层的边缘；

b) 在连接处附近发生破损或者连接松动、脱落的情况下，匝间或内部连接不期望的位移。

防止绕组或导线不期望的位移而进行的测量可包括：

a) 在带线圈骨架或不带线圈骨架的绕组的分支处；

b) 线圈骨架不同隔室内的绕组。如果隔室的隔板只是插入就位的，宜确保对插入接缝的充分覆盖；

c) 当采用无凸缘的绕组时，由硬质绝缘材料制成的中间层能充分伸展至绕组之外，或采用带凸缘的线圈骨架时能完全填满凸缘宽度之间的间隙；在后一种情况下，插入点到凸缘之间的空间也应当被充分覆盖；

d) 以绝缘材料完全填充绕组层间的空隙；

e) 由多层薄片组成的中间层应保持能靠在线圈骨架边缘并齐平的宽度，以防止个别的绕组边缘滑脱；对于与线圈间的绝缘层相同作用的薄边缘胶带，应按下面 h)的要求进行填充或浇铸；

f) 带中间绝缘层的层叠绕组，例如带薄片隔层的层叠绕组；

g) 以胶带或其他合适的绑扎方式对绕组边缘的防护；

h) 采用能够加固或完全填满中间空隙并可靠支撑绕组边缘的材料对绕组进行的填充或浇铸。为充分排除形成的气泡(气泡可能引发局部放电)，建议采用真空填充或浇铸。

只有在确保固化之前不发生绕组不期望的位移的前提下，这样的填充或浇铸才可以达到要求的目的。产品缺陷、机械作用或热效会引起此类不期望的位移。

宜注意确保任何电气间隙或爬电距离至少符合 5.1.10 和附录 C 中规定的值(它们可能引起气隙扩大以及线圈骨架的连接开裂，或越过中间层，这些不可能通过填充或浇铸有效地消除)。

D.5.2 绝缘箔

如果采用绝缘箔绝缘，此绝缘箔层宜至少有两层以达到基本绝缘的目的。对于加强绝缘，宜至少三层。导线的漆面或釉面绝缘不宜视为对另一个电路或可接近的可导电部分的绝缘。

D.5.3 插入式保护屏蔽体

同心绕制的绕组之间的保护屏蔽体宜在整个宽度和长度上覆盖相邻绕组，并且(或)绕组之间应有足够的电气间隙和爬电距离。此保护屏蔽体也可由一个设计合理的屏蔽线圈构成。

D.5.4 安全隔离变压器

在保护隔离电路之间的双重绝缘或加强绝缘不产生可能降低绝缘耐受能力的局部放电的条件下，可采用符合 IEC 61558 的安全隔离变压器(遵守 IEC 61558 应用范围的限制条件，例如额定频率 <500 Hz)。

500 Hz 以上的安全隔离变压器在考虑中。

注：当根据 IEC 61558 进行安全隔离变压器的电压试验时，存在由于发生局部放电而损坏输入侧与输出侧之间绝缘的危险。上述规定的局部放电试验用于对不适用的变压器的鉴别。

D.6 机电元件

构成不同电路之间接口的机电元件(开关、有或无继电器、接触器、断路器),应符合以下几点要求:

a) 对于封装的机电元件(例如有或无继电器,见 IEC 61810-1),至关重要的一点是,确保可移动部分(例如触点片、触点弹簧之类)的松动或脱离不会导致用于保护分隔的绝缘损坏;

b) 在外部连接产生强电弧的情况下,用于保护分隔的爬电距离宜以保持它们长期绝缘功能的方式设置。例如,可通过保证足够大的物理分隔或通过封装提供防护。

D.7 半导体元件和半导体的配置

不允许采用半导体连接作为电路的隔离防护。

对于半导体的配置(也包括混合电路),例如半导体接触器、电子式互感器和变换器、光耦器件、隔离放大器、紧凑型电源等,如果它们的设计能够通过合适的电压耐受试验而没有电痕化,则允许采用基本绝缘和加强绝缘。可采用绝缘电阻试验确定是否发生有害的电痕化。

用于保护分隔的能量或信息转换接口宜满足对线圈(依据 D.5)或对光耦器件的要求。

激光元件应符合 IEC 60825-1 的要求。

D.8 连接器和接线座

连接器内部的连接线或电气连接装配的绝缘可省略,或者由不相连的引出端或引出点(例如形成间隔)的方法实现。引出端或引出点的弯曲或损坏不宜使该绝缘削弱到不再满足基本绝缘要求的程度。

IEC 62103:2003 的 5.2.8.5 和 7.1.9 中的要求适用于不具备互换性和极性颠倒的连接器防护。

对用于组件和装置连接的接线座(除了足够的电气间隙和爬电距离之外),还要求采取额外措施以有效预防对此类设备无意的错误连接。这些措施宜最少通过下列之一实现:

a) 至少一个端子夹宽度的隔离间隔;

b) 一个未连接的端子夹;

c) 一个连接于保护接地导体的端子夹;

d) 一个延伸至连接侧的端子之上的中间绝缘片;

e) 一个延伸至连接侧的端子之上的保护屏蔽体;

f) 为这些电路选用不同大小的端子;

g) 采用非常明显的标识,例如外观上的色彩代码。

请参阅 8.2。

当切断连接器和接线座的连接,以及切断、松开或分离一根引线的机械动作发生危险,而使该绝缘可能受损而不再满足基本绝缘的要求时,宜采取有效的措施防止此类伤害。

附 录 E
（规范性附录）
外部配线端子

E.1 总则

本附录为本部分范围内设备的外部配线端子提供指南。

E.2 永久连接的设备

永久连接的设备应具备：

a） 一套端子；或

b） 一条不可分离的电源电缆。

用于永久连接的设备和带有不可分离电源电缆的设备，它们的端子应通过螺钉（具有锁紧垫圈的螺钉或螺母，或者不仅仅以钎焊进行机械紧固的金属线被认为不易松动）、螺母或具有同等效用的器件连接（即不使用工具就不可移动）以达到机械安全。

除了对辅助电源和保护导体的连接之外，这也适用于电流互感器和电压互感器的连接。它还适用于电压超过 ELV 的输入和输出连接。

夹紧外部电源导体的螺钉和螺母应具有符合国际标准的螺纹（例如统一标准的螺纹）。

螺钉和螺母不应用作夹紧元件。然而，倘若它们不太可能以电源或保护导体的接入或切除的方式配置时，允许夹紧内部导体。

电源电缆的应用要求是：

a） 假设两处独立的安装不会同时松动；

b） 夹紧的导体应具有机械保持性，例如借助绝缘夹或在此端子附近的附加的紧固。

通过目测验证与 E.2 的符合性。

E.3 导体

端子应允许连接具有表 E.1 中所示的额定横截面积的导体。

采用更大规格导体的地方，端子的大小应与之符合。

通过检查验证与 E.3 的符合性，装配的电缆符合表 E.1 中所示最小和最大横截面积范围内。

表 E.1 端子可接受的导体尺寸范围

电缆终端的应用	推荐的电缆尺寸 mm^2
CT 电路	2.5 ～ 6.0
告警和信号，例如 SCADA	最小 0.5
通信电路，例如 RS232	由制造厂推荐
其他电路，例如 VT 电路、辅助电路等	1.0 ～ 2.5

E.4 端子

端子应具有表 E.2 中所示的最小尺寸。螺栓状端子应带垫圈。

表 E.2 螺栓或螺钉直接紧固的电源导体的端子尺寸

设备的额定电流	最小标称螺纹直径 mm	
	接线柱或螺栓的尺寸	螺钉尺寸[a,b]
≤10 A	3.0	3.5
10 A ～16 A	3.5	4.0
[a] 螺钉尺寸是指具有或没有垫圈的螺钉头下面夹住导体的端子。这也不排除通过其他方法采用较小螺钉尺寸对导体的间接紧固，例如“笼式弹簧夹”。 [b] 如果螺钉尺寸不能满足这些要求，制造厂有必要通过型式试验验证其符合性。在最大电流和最高环境温度下的综合温度不应超过所用材料的额定值。端子应保持机械上的可靠。		

端子在设计上应使其能以足够的接触压力将导体夹持在金属表面之间而不会损伤导体。

端子的设计或定位应在拧紧夹紧螺钉或螺母时导体不能滑脱。

端子的固定应在拧紧或松开导体时确保：

a) 端子本身不松动；

b) 内部配线不受力；

c) 爬电距离和电气间隙不至低于附录 C 中的规定值。

以目测和测量验证与 E.4 的符合性。

对于普通的不可拆的电源电缆，每个引出端均宜就近固定在对应的端子或具有不同电位的接线端上。

以目测检验不可拆的电源电缆的符合性。

附 录 F
（资料性附录）
电池保护示例

本附录给出了在单一故障条件下，为降低过热或爆炸危险的电池保护的典型示例。见图 F.1 和图 F.2。

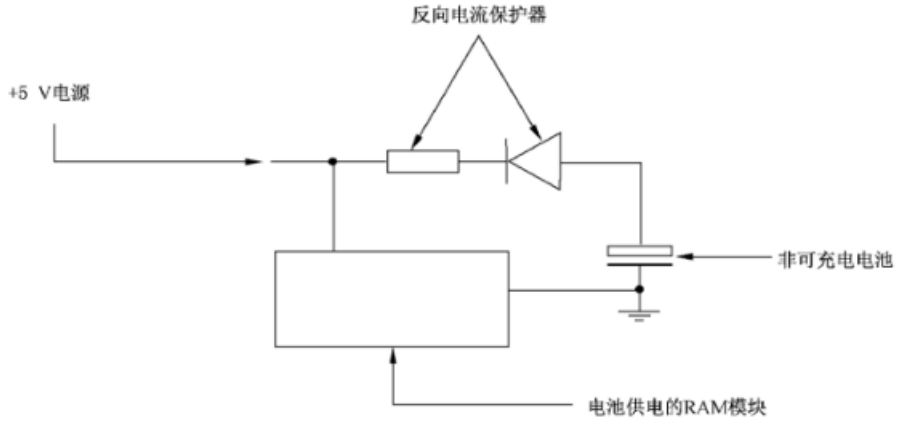


图 F.1 非可充电电池保护

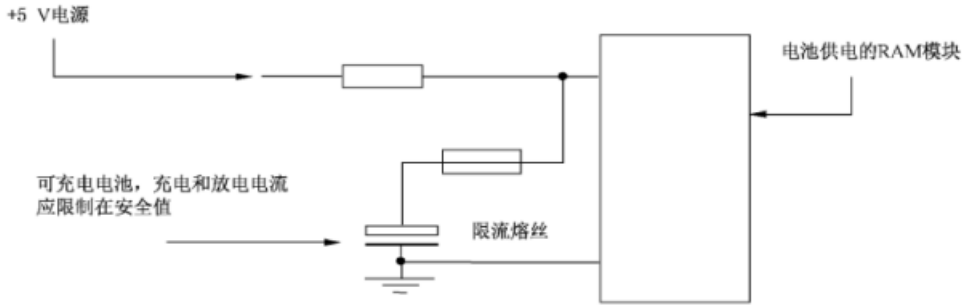


图 F.2 可充电电池保护

参 考 文 献

[1] GB/T 2424.2—2005 电子产品环境试验 湿热试验导则(IEC 60068-3-4:2001,IDT)

[2] GB/T 2893.1—2013 图形符号 安全色和安全标志 第1部分:安全标志和安全标记的设计原则(ISO 3864-1:2011,IDT)

[3] 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(IEC 60112:2009,IDT)

[4] GB/T 5169.13—2013 电工电子产品着火危险试验 第13部分:灼热丝/热丝基本试验方法 材料的灼热丝起燃温度(GWIT)试验方法(IEC 60695-2-13:2010, IDT)

[5] GB/T 14598.3—2006 电气继电器 第5部分:量度继电器和保护装置的绝缘 配合要求和试验(IEC 60255-5:2000,IDT)

[6] IEC 60127-1 Miniature fuses—Part 1:Definitions for miniature fuses and general requirements for miniature fuse-links

[7] IEC 60384-14:2013 Fixed capacitors for use in electronic equipment—Part 14:Sectional specification—Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains

[8] IEC 60695-2-12 Fire hazard testing—Part 2-12:Glowing/hot-wire based test methods—Glow-wire flammability index (GWFI) test method for materials

[9] IEC 61558 (all parts) Safety of power transformers, reactors, power supplies and similar products

[10] IEC 61810-1:2008 Electromechanical elementary relays—Part 1:General requirements

[11] IEC 62103:2003 Electronic equipment for use in power installations

[12] ISO 261:1998 ISO general-purpose metric screw threads—General plan

[13] ISO 262:1998 ISO general-purpose metric screw threads—Selected sizes for screws, bolts and nuts

[14] ISO 4046(all parts) Paper, board, pulp and related terms—Vocabulary

[15] ISO 9772:2001 Cellular plastics—Determination of horizontal burning characteristics of small specimens subjected to a small flame

GB/T 14598.27-2017

版权专有 侵权必究

书号:155066·1-57385