



中华人民共和国国家标准

GB 31187—XXXX
代替 GB 31187—2014

体育用品 电气部分的通用要求

Sporting goods—General requirements for electrical parts

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

(本草案完成时间：2026 年 5 月 25 日)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 分类	2
5 基本要求	2
6 电击危险防护	2
7 输入功率	5
8 工作温度下的泄漏电流和电气强度	5
9 瞬态过电压	7
10 防水、防尘和耐潮湿	7
11 耐盐雾	9
12 发热和非正常工作	9
13 结构	13
14 外部和内部接线	16
15 接地装置	19
16 电气间隙和爬电距离	20
17 耐热、耐燃	28
18 电缆线路	29
19 变压器和相关电路的过载保护	29
20 防雷	30
21 机械安全防护	30
22 标志和说明	33
参考文献	35

前 言

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

本文件代替GB 31187—2014《体育用品 电气部分的通用要求》，与GB 31187—2014相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 增加了安全警示（见第1章）；
- 修改了标准适用和不适用范围（见第1章，2014年版第1章）；
- 增加了GB 44246、GB/T 4776术语和定义的引用（见第3章，2014年版第3章）；
- 增加了“体育用品”术语和定义（见3.1）；
- 增加了按使用环境分类（见4.3）；
- 增加了电网获电时的加强绝缘要求（见6.1.2）；
- 增加了安全特低电压要求（见6.1.3）；
- 更改了输入功率的试验方法（见7.2，2014年版的第7章）；
- 更改了工作温度下的泄漏电流和电气强度一章（见第8章，2014年版第8章）；
- 增加了瞬态过电压的技术要求和试验方法（见第9章）；
- 更改了户外和室内环境使用的器械的防水、防尘等级（见10.1.1,2014年版9.1）；
- 更改了器械在潮湿环境下泄漏电流的试验方法（见10.2.2.2,2014年版9.2.2）；
- 增加了室外环境使用的器械的耐盐雾技术要求和试验方法（见第11章）；
- 更改了发热和非正常工作一章（见第12章，2014年版第10章）；
- 增加了连接外部电池或电池盒的接线端子技术要求（见13.2.1.3）；
- 更改了可操作部件的技术要求（见13.4.1.1，2014年版11.4.1）；
- 更改了电源软线的规格（见14.1.2，2014年版的12.1.2）；
- 增加了导线的最小横截面积的表注（见14.1.3.1，2014年版12.1.3）；
- 增加了电源软线的技术要求（见14.1.4.3、14.1.4.6，2014年版12.1.4.8、12.1.4.6）；
- 增加了电池供电的电源软线要求（见14.1.4.7、14.1.4.8）
- 更改了接地装置的技术要求（见15.1.6、15.1.7，2014年版13.6、13.7）；
- 更改了接地装置的试验方法（见15.2.2，2014年版13.10）；
- 更改了电气间隙和爬电距离一章（见第16章，2014年版第14章）；
- 增加了变压器和相关电路的过载保护（见第19章）；
- 更改了器械防雷的技术要求（见第20章，2014年版第16章）；
- 更改了防护外壳刚度和强度的试验方法（见21.1.2，2014年版17.1.2）；
- 更改了器械稳定性的试验方法（见21.5.2,2014年版17.5.1）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由国家体育总局提出并归口。

本文件于2014年首次发布，本次为第一次修订。

体育用品 电气部分的通用要求

1 范围

本文件界定了体育用品电气部分（以下简称器械）的术语和定义，给出了器械分类，规定了器械基本要求、电击危险防护、输入功率、工作温度下的泄漏电流和电气强度、瞬态过电压、防水防尘和耐潮湿、耐盐雾、发热和非正常工作、结构、外部和内部接线、接地装置、电气间隙和爬电距离、耐热和耐燃、电缆线路、变压器和相关电路的过载保护、防雷、机械安全防护、标志和说明要求。

本文件适用于单相额定电压不超过250V，其他额定电压不超过480V的体育器械的安全。

注：本文件也适用于电池供电器械及其他直流供电器械。由电源供电或电池供电的双重供电方式的器械，当其在电池供电模式下工作时，认为是电池供电器械。

本文件不适用于医疗康复器材、水上运动器材、飞行器、汽摩类、航模、车模器材、电子竞技器材的电气安全。

本文件适用于预防体育器械存在的合理可预见的电气危险，本文件未考虑：

- 由于肢体、感官或精神能力缺陷，或由于缺少经验和知识，导致其在无人照看或指导时不能安全使用器械的情况（包括儿童）；
- 儿童玩耍器械的情况。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 2423.2—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
- GB/T 2423.55—2023 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Eh：锤击试验
- GB/T 3805—2008 特低电压（ELV）限值
- GB/T 4026 人机界面标志标识的基本和安全规则 设备端子、导体终端和导体的标识
- GB/T 4207—2022 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/T 4706.1—2024 家用和类似用途电器的安全 第1部分：通用要求
- GB/T 4776 电气安全术语
- GB/T 5013（系列标准） 额定电压450/750V及以下橡皮绝缘电缆
- GB/T 5023（系列标准） 额定电压450/750V及以下聚氯乙烯绝缘电缆
- GB/T 5169.11 电工电子产品着火危险试验 第11部分：灼热丝/热丝基本试验方法 成品的灼热丝可燃性试验方法
- GB/T 5169.21 电工电子产品着火危险试验 第21部分：非正常热 球压试验
- GB/T 6346.14—2023 电子设备用固定电容器 第14部分：分规范 抑制电源电磁干扰用固定电容器
- GB/T 10125—2021 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- GB/T 11021—2014 电气绝缘 耐热性和表示方法
- GB/T 12113—2023 接触电流和保护导体电流的测量方法

GB 15092.1 器具开关 第1部分：通用要求
 GB/T 16842—2016 外壳对人和设备的防护 检验用试具
 GB/T 16935.1—2023 低压供电系统内设备的绝缘配合 第1部分：原理、要求和试验
 GB/T 16935.4—2011 低压系统内设备的绝缘配合 第4部分：高频电压应力考虑事项
 GB 17498.1 固定式健身器材 第1部分：通用安全要求和试验方法
 GB/T 17627—2019 低压电气设备的高电压试验技术 定义、试验和程序要求、试验设备
 GB/T 19212.1—2016 变压器、电抗器、电源装置及其组合的安全 第1部分：通用要求和试验
 GB 19272—2024 室外健身器材的安全 通用要求
 GB/T 34279 笼式足球场围网设施安全 通用要求
 GB 44246 家用和类似用途电器、体育用品的电气部分及电玩具 安全技术规范
 GB 50168 电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准
 GB 50231—2009 机械设备安装工程施工及验收通用规范
 IEC 62821-1 电缆 额定电压450/750 V及以下无卤低烟热塑性绝缘和护套电缆 第1部分：一般要求 (Electric cables-Halogen-free, low smoke, thermoplastic insulated and sheathed cables of rated voltages up to and including 450/750 V-Part 1: General requirements)

3 术语和定义

GB 44246、GB/T 4776、GB/T 4706.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

体育用品 sporting goods

进行体育教育、竞技运动和体育运动锻炼过程中使用的产品。

[来源：GB/T 23868—2019, 2.1]

4 分类

4.1 按电击防护方法分类

器械可分为：Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类。

4.2 按防尘、防水等级分类

按GB 4208中规定的“IP数字”分类法进行分类。

4.3 按使用环境分类

器械可分为户外环境使用和室内环境使用。

5 基本要求

5.1 各种器械中所含电气设备应保证其在规定的使用环境和使用期限内，正常使用时应安全工作。即使在正常使用中出现可能的疏忽时，也不应造成对人员和周围环境的危害。

5.2 器械的电气部分除满足本标准的要求外，还应满足产品标准的相关要求。

6 电击危险防护

6.1 技术要求

6.1.1 器械的结构和外壳应使其按正常使用进行工作时，所有的位置和取下可拆卸部件后，带电部件应不可触及。可折叠的器械，折叠后应有防触电保护。

6.1.2 当从电网获得时，应通过安全隔离变压器或带分离绕组的转换器，进行加强绝缘。

6.1.3 安全特低电压应符合 GB/T 3805-2008 中 6.1 环境状态 2 的正常直流电压限值为 35V 的规定。

6.1.4 提供防触电保护的外罩和其他部件应有的机械强度，冲击试验后带电部件应不可触及，正常操作时应不应松动。

6.1.5 通过一个插头与电源连接的器械，其结构应能使其在正常使用中当触碰该插头的插脚时，不会因有充过电的电容器而引起电击危险。

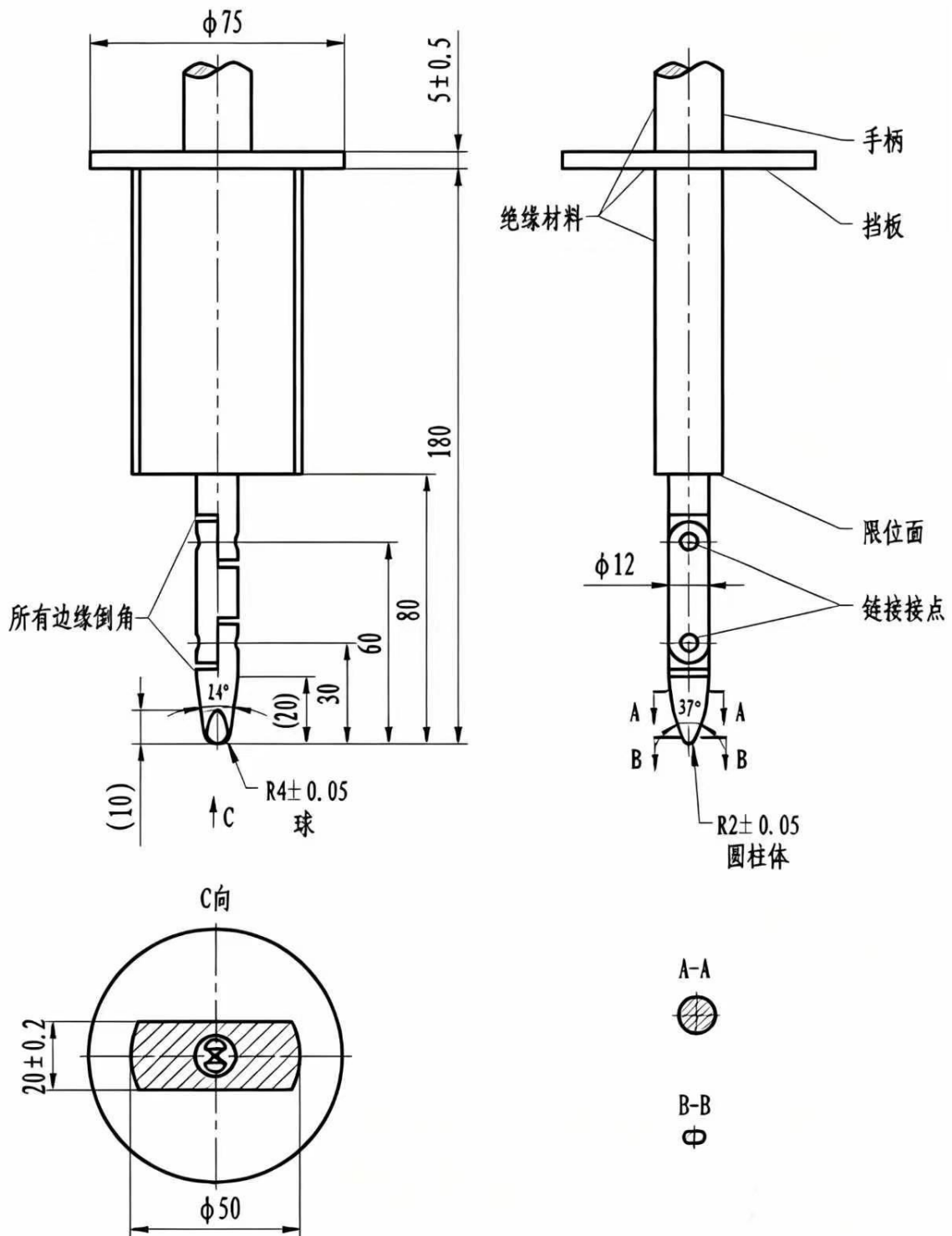
注：额定电容量不大于 $0.1\mu\text{F}$ 的电容器，不认为会引起电击危险。

6.2 试验或检验方法

6.2.1 6.1.1 通过下述试验检验：

- 将器械处于各种可能的位置，用图 1 试验探棒 B 插入器械的开口位置，探棒通过开口伸到允许的任何深度，在插入过程中，转动和弯曲探棒。如果试验探棒 B 无法插入开口，则给探棒施加 20N 的垂直力。试验探棒 B 不能触到带电部件，或仅用漆层、氧化膜、纸和类似材料作为防护的带电部件。Ⅱ类器械和Ⅱ类结构，试验探棒 B 只允许触及到那些由双重绝缘或加强绝缘与带电部件隔开的部件；
- 对于Ⅱ类器械和Ⅱ类结构上的各开口，使用图 2 试验探棒 13 插入器械的开口位置，通向灯头和插座中的带电部件的开口除外。试验探棒 13 不能触到带电部件；
- 如果可触及部件为安全特低电压供电，可以不认为其为带电部件。

单位为毫米



^a 材料如无其他规定，采用金属。未注公差角度的极限偏差： $\begin{matrix} 0 \\ -10 \end{matrix}$ ；未注公差的一般线性尺寸的公差：25 及以下为 $\begin{matrix} 0 \\ -0.05 \end{matrix}$ 、25 以上为 ± 0.2 ；两个铰接点可在同一平面内沿同一方向在 $90^\circ \begin{matrix} +10 \\ 0 \end{matrix}$ 范围内转动。

图 1 试验碳棒 B

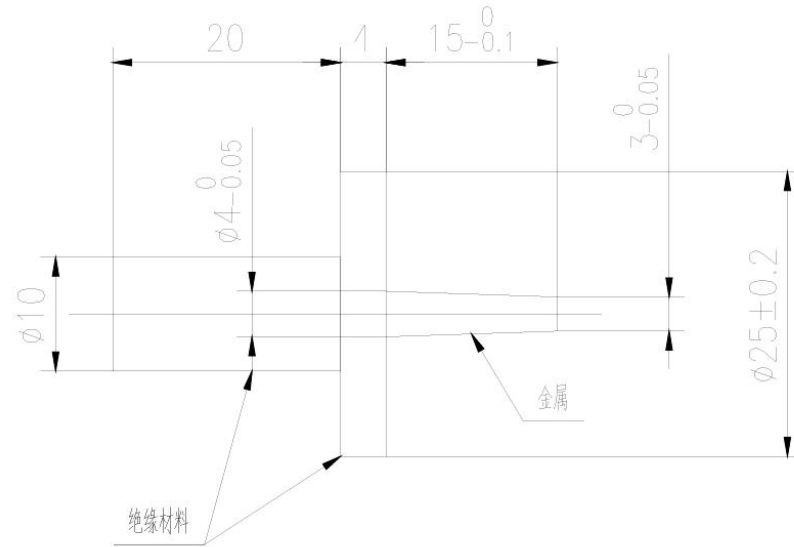


图2 试验探棒 13

6.2.2 6.1.2 通过目视、手动和下述试验检验：

使用GB/T 2423.55—2023规定的弹簧冲击试验装置，对易碎部件冲击能量为0.35J，其他部件冲击能量为0.5J，在最薄弱点冲击3次。

注：易碎部件是指玻璃或半透明罩，以及突出外壳不超过10mm或表面积不超过4cm²的陶瓷和小部件。

6.2.3 6.1.3 通过下述试验检验：

器械以额定电压供电，然后将其任何一个开关置于“断开”位置，器械在电压峰值时从电源断开。在断开后的1s，用一个不会对测量值产生明显影响的仪器，测量插头各插脚间的电压，不应超过34V。

7 输入功率

7.1 技术要求

器械在正常工作温度下，输入功率对额定输入功率的偏差不应大于下列偏差：

- 额定输入功率不大于300W时，+20%；
- 额定输入功率大于300W时，+15%。

7.2 试验或检验方法

输入功率稳定时，通过测量确定是否合格。测量时，所有能同时工作的电路都处于工作状态。

如果输入功率在整个工作周期是变化的，并在一个具有代表性的期间，输入功率的最大值超过输入功率算术平均值的两倍，则功率值被超过的时间大于10%代表性期间的那些功率值中的最大值被认定为输入功率，否则输入功率为算术平均值。

标有一个或多个额定电压范围的器械，试验在每一个范围的上、下限进行；但如果额定输入功率与相关电压范围的算术平均值有关，则试验要在该范围的平均电压值下进行。

8 工作温度下的泄漏电流和电气强度

8.1 泄漏电流

8.1.1 技术要求

工作温度下，器械的泄漏电流不应超过下述值：

- 对 I 类便携式器械：0.75mA；
- 对 I 类驻立式器械：3.5mA；
- 对 II 类器械：0.35mA 峰值；
- 对 III 类器械：0.75mA 峰值。

8.1.2 试验或检验方法

通过GB/T 12113—2023中图4所描述的装置，对于 I 类电器，除 II 类结构部件外，测量电路C可由低阻抗电流表代替。

在进行试验前，保护阻抗要从带电部件上断开。在器械处于室温，且不连接电源的情况下进行该试验。

- 对 I 类器械：交流试验电压施加在带电部件和打算与保护接地连接的易触及金属部件之间；
- 对 II 类器械和 III 类器械：交流试验电压施加在带电部件和绝缘材料的易触及表面接触、面积不超过 200mm × 100mm 的金属箔，以及不打算与保护接地连接的金属部件之间。

施加交流电压：

- 对单相器械，为 1.07 倍的额定电压；
- 对三相器械，为 1.07 倍的额定电压除以 $\sqrt{3}$ 。

在施加试验电压后的5s内，测量泄漏电流。

8.2 电气强度

8.2.1 技术要求

工作温度下，器械的电气强度在规定的试验电压值进行试验期间，不应出现击穿，试验电压值按表1的规定。

表 1 试验电压

绝缘方式	试验电压/V			
	额定电压 (U_1) ^a			工作电压 (U_2)
	安全特低电压SELV	$U_1 \leq 150$	$150 < U_1 \leq 250$ ^b	$U_2 > 250$
基本绝缘	500	1250	1250	$1.2U_2+950$
附加绝缘	——	1250	1750	$1.2U_2+1450$
加强绝缘	——	2500	3000	$2.4U_2+2400$

^a对多相器械，额定电压是指相线与中性或地线之间的电压。以在 $150V < U_1 \leq 250V$ 的范围内的额定电压值作为 480V 多相器械的试验电压。

^b对额定电压 $U_1 \leq 150V$ 的器械，测试电压施加到工作电压在 $150V < U_2 \leq 250V$ 范围内的部件上。

注：在基本绝缘和附加绝缘不能分开单独试验的结构中，该绝缘经受对加强绝缘规定的试验电压。

8.2.2 试验或检验方法

泄露电流测试后进行电气强度测试，器械断开电源后，立即承受频率为50Hz或60Hz的电压，历时1min。

试验电压施加在带电部件和易触及金属部件之间，非金属部件用金属箔覆盖（面积不超过20cm×10cm）。对在带电部件和易触及部件之间有中间金属和Ⅱ类结构，应分别跨越基本绝缘和附加绝缘施加电压。

试验电压按表1的规定施加。

测试过程中不应出现击穿。

9 瞬态过电压

9.1 技术要求

通过对每一个小于表10规定值的电气间隙进行脉冲电压试验，检查其符合性。

9.2 试验或检验方法

脉冲试验电压值具有与 GB/T 17627—2019 规定的 1.2 / 50 μs 标准脉冲一致的空载波形，由一个常规输出阻抗不超过 42 Ω 的脉冲发生器提供。以不小于 1 s 的间隔对每个极性施加 3 次脉冲试验电压。

表2规定了表9额定脉冲电压对应的脉冲试验电压值。

表 2 脉冲试验电压

额定脉冲电压/ V	脉冲试验电压/ V
330	357
500	540
800	930
1500	1750
2500	2920
4000	4920
6000	7380
8000	9840
10000	12300

试验中，不应有闪络出现。但是，如果当电气间隙短路时，器械符合12.2的要求，则允许出现功能绝缘的闪络。

注：脉冲试验电压按试验的海拔利用修正因子计算得出，上述值适合于海平面到500m高度的试验场合。如果试验的海拔不在这个范围内，按照GB/T 16935.1—2023中 6.2.2.1.4 注释的其他修正因子进行修正。

10 防水、防尘和耐潮湿

10.1 防水和防尘

10.1.1 技术要求

根据器械上规定的IP数字，器械外壳应具有相应等级的防护。用于户外环境使用的器械其防护等级应至少达到IP55等级；用于室内环境使用的器械其防护等级应至少达到IP20等级，特殊要求应注明。

在进行电气强度试验期间不应出现击穿。

10.1.2 试验或检验方法

防护等级按GB 4208规定的试验方法检验，随后立即按8.2.2进行电气强度试验。

10.2 耐潮湿

10.2.1 技术要求

10.2.1.1 器械应能承受在正常使用中可能出现的潮湿条件。

10.2.1.2 器械的泄漏电流不应超过下述值：

- 对 I 类便携式器械：0.75mA；
- 对 I 类驻立式器械：3.5mA；
- 对 II 类器械：0.25mA；
- 对 III 类器械：0.5mA。

10.2.2 试验或检验方法

10.2.2.1 10.2.1.1 通过下述试验检验：

- 器械如有电缆入口，保持在打开状态；器械如有预留现场成型孔，其中的一个要处于打开状态；
- 取下器械可拆卸部件。如必要，取下的可拆卸部件与器械主体一起做潮湿试验；
- 在相对湿度（ 93 ± 3 ）%、温度 $20^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ 中任一温度 $t \pm 1^{\circ}\text{C}$ 的环境中放置48h；
- 潮湿试验后，立即按11.2.2和11.2.3进行泄漏电流和电气强度试验。

10.2.2.2 10.2.1.2 通过下述试验检验：

- 对 I 类器械：交流试验电压施加在带电部件和打算与保护接地连接的易触及金属部件之间；
- 对 II 类器械和 III 类器械：交流试验电压施加在带电部件和绝缘材料的易触及表面接触、面积不超过 $200\text{mm} \times 100\text{mm}$ 的金属箔，以及不打算与保护接地连接的金属部件之间。

施加交流试验电压：

- 对单相器械，为1.07倍的额定电压；
- 对三相器械，为1.07倍的额定电压除以 $\sqrt{3}$ 。

在施加试验电压后的5s内，测量泄漏电流。测量泄露电流时，应使用能测量真有效的低阻抗电流表。

10.2.2.3 上述试验后，立即按表1的规定进行1min绝缘电气强度试验，在试验期间不应出现击穿、试验电压频率为50Hz基本正弦波。

试验初始，施加的电压不应超过规定电压值的一半，然后平缓地升高到规定值。

绝缘材料的易触及部分要用金属箔覆盖。

对入口衬套处、X型连接器械的软线保护装置处或软线固定装置处的电源软线用金属箔包裹后，在金属箔与易触及金属部件之间施加试验电压。I类器械，试验电压为1250V，II类器械，试验电压为1750V。

注1：试验用高压电源特性在GB/T 4706.1—2024第13章作了规定。

注2：在基本绝缘和附加绝缘不能分开单独试验的结构中，该绝缘经受对加强绝缘规定的试验电压。

注3：在试验绝缘覆盖层时，可用一个砂袋使其有大约5kPa的压力将金属箔压在绝缘上。该试验可限于那些绝缘可能薄弱的地方，例如：在绝缘的下面有金属锐棱的地方。

11 耐盐雾

11.1 技术要求

户外环境使用的器械应在盐雾环境中不腐蚀或劣化，按照11.2试验后，应显示、控制、驱动、急停、过载保护、限位保护等功能有效，并符合电气安全要求：

- 绝缘电阻不小于 1 M Ω （DC 500 V）；
- 无击穿、闪络、短路及漏电现象；
- 保护接地连续性、防触电保护性能符合整机电气安全要求。

11.2 试验或检验方法

根据GB/T 10125—2021规定的中性盐雾试验进行720h试验。

12 发热和非正常工作

12.1 发热

12.1.1 技术要求

在正常使用中，器械及其周围环境不应达到过高的温度。各部件的温升值不应超过表3中所示的值，保护装置不应动作，并且密封剂不应流出。

如果电动机绕组的温升超过表3中的规定值，或对有关电动机绝缘的温度分类有疑问，则按GB/T 4706.1-2024的附录C进行试验。

表 3 最大正常升温

部件	温升/ K
绕组 ^a ，如果绕组绝缘是按照GB/T 11021-2014：	
——105级（A）	75（65）
——120级（E）	90（80）
——130级（B）	95（85）
——155级（F）	115
——180级（H）	140
——200级（N）	160
——220级（R）	180
——250级	210
器械输入插口的插脚：	
——适用于高热环境的	130
——适用于热环境的	95
——适用于冷环境的	5
器械插入固定插座的插脚	45
驻立式器械的外部导体接线端子，包括接地端子，除非器械带有电源软线	60
开关，温控器及限温器的环境空间 ^b	
——不带 T-标志	30
——带 T-标志	T-25

部件	温升/ K
内部布线和外部布线，包括电源软线的橡胶或聚氯乙烯绝缘： 不带额定温度或带额定温度不超过75℃ 带额定温度（T）超过 75℃	50 T-25
对不提供电源软线的驻立式器械，电源的绝缘与固定布线用接线端子板或间室相接	50 ^e
用作衬垫或其他部件，且变质能影响安全的非合成橡胶： ——当用作附加绝缘或加强绝缘时 ——在其他情况下	40 50
对电线和绕组所规定绝缘以外用作绝缘的材料 ^d ： ——已浸渍过或涂覆的织物、纸或压制纸板 ——用下述材料黏合的层压件： 三聚氰胺—甲醛树脂、酚醛树脂或酚—糠醛树脂 脲醛树脂 ——用环氧树脂黏合的印刷电路板 ——用下述材料制成的模制件 含纤维素填料的酚醛 含无机填料的酚醛 三聚氰胺甲醛 脲醛 ——玻璃纤维增强聚酯 ——硅酮橡胶 ——聚四氟乙烯 ——用作附加绝缘或加强绝缘的纯云母和紧密烧结的陶瓷材料 ——热塑性材料 ^e	70 85(175) 65（50） 120 85(175) 100(200) 75(150) 65(150) 110 145 265 400 —
木材通常情况下 ^f ——木质支撑物；测试角的边壁、顶板和底板，及木质的橱柜： 倾向于长时间连续工作的驻立式器械 其他器械	65 60 65
电容器的外表面 ^g ： ——带最高工作温度标志（T）的 ^h ——不带最高工作温度标志的： 用于无线电和电视干扰抑制的小型陶瓷电容器 符合GB/T 6346.14—2023电容器 其他电容器	T-25 50 50 20
电动器械的外壳（正常使用中握持的手柄除外） ⁱ ： 裸露金属 涂覆金属 ^j 玻璃或陶瓷材料 厚度超过0.4mm的塑料 ^k	48 59 65 74
在正常使用中连续握持的手柄、旋钮、抓手和类似部件 ^k 的表面（如跑步机的电机外防护罩） ^l ——裸露金属	30

部件	温升/ K
——涂覆金属 ^m	34
——陶瓷或玻璃材料制的	40
——厚度超过 0.4mm 的橡胶或塑料 ^k	50
——木制的	50
<p>注1: 如果使用了本表未提及的材料, 这些材料承受的温度不超过由材料老化试验所确定的受热能力。</p> <p>注2: 本表中的值是以环境温度通常不超过25℃, 但偶尔达到 35℃为基础的。然而温升的规定值是以25℃为基础。</p> <p>注3: 如果开关按GB/T 4706.1—2024的附录 H 进行试验, 则测量开关接线端子的温度。</p>	
<p>^a 考虑到通用式电动机、继电器、螺线管和类似元件的绕组平均温度通常高于放置热电偶各点的温度这一情况, 使用电阻法测试时, 温升以不带括号的数值为准; 使用热电偶时, 温升以带括号的数值为准。但对振荡器线圈和交流电动机的绕组, 不带括号的数值对两种方法均适用。</p> <p>如果印刷电路板上的变压器和电感中绕组在截面或长度上的最大尺寸不超过5mm, 则其温升限值等同于绕组绝缘的耐温等级减小25 K。</p> <p>其结构能防止壳体内、外之间的空气循环, 而又不必被充分地封闭起来的电动机, 认为是气密式, 其温升限值可以增加 5 K。</p> <p>^b “T”表示元件或其分断装置能工作的最高环境温度。</p> <p>该环境温度是指距离相关元件表面 5 mm 处最热点的空气温度。如果一个温控器或一个限温器安装在热传导部件上, 安装表面的标称温度限值 (T_s) 也对其温升起限定作用。因此应测量安装表面的温升。</p> <p>温升限值不适用于按器械内温度条件进行测试的开关或者控制器。</p> <p>^c 打算永久连接到电源上的器械, 如果其固定布线的绝缘, 能与试验期间温升超过 50 K 的那些部件接触, 则说明书中应指出, 此固定布线的绝缘须有防护, 例如: 使用具有适当耐温等级的绝缘护套, 则可以超过该限值。</p> <p>^d 括号内的数值适用于部件被固定在一个热表面的所在部位。</p> <p>^e 对热塑性材料没有规定限值, 但为了进行 GB/T 4706.1—2024 中 18.1 的试验, 还应确定其温升。</p> <p>^f 所规定的限值与木材材质的劣变相关, 但并没有考虑表面涂层的劣变。</p> <p>^g 对在 12.2 中被短路的电容器没有规定温升限值。</p> <p>^h 安装在印刷电路板上的电容器, 其温度标记可以在技术资料中给出。</p> <p>ⁱ GB/T 5013 中的 53 号和 57 号电源软线的温度等级为 60℃; GB/T 5013 中的 88 号电源软线的温度等级为 10℃; GB/T 5023 中规定的 52 号和 53 号电源软线的温度等级为 10℃; GB/T 5023 中规定的 56 号和 57 号电源软线的温度等级为 90℃。</p> <p>^j 通过一个手指接触或贴近进行操纵, 接触表面没有位移的控制器, 其温升限值同样适用于距此控制器 5mm 内的所有表面, 而不论其表面形状如何。</p> <p>^k 塑料的温升限值同样适用于覆有厚度小于 0.1 mm 金属涂层的塑料材料。</p> <p>^l 当塑料涂覆厚度不超过 0.4mm, 则涂覆金属或玻璃和陶瓷材料的温升限值适用。</p> <p>^m 最小厚度为 90 μm, 通过涂釉、涂粉或非基本塑性涂覆形成的金属涂层, 被认为是涂覆金属。</p>	

12.1.2 试验或检验方法

12.1.2.1 通过下述试验检验:

- 器械应在环境温度为 20℃ ± 5℃, 且无通风的场所进行实验。(频率和电压)
- 器械应按描述方式固定、放置或保持在指定位置, 以 0.93 倍和 1.07 倍额定电压之间的最不利电压供电, 在正常工作状态下工作。

- 除绕组外的温升，由热电偶测定，采用不超过 0.3mm 的细丝热电偶进行测试，其布置应使其对被检部件的温度影响最小，尽可能使热电偶探测到最高温度。
- 绕组的温升通过电阻法来测试，应按 GB/T 4706.1-2024 中 11.3 的规定进行计算求得。如绕组是不均匀的或是难以连接，在此情况下，用热电偶法进行试验。试验开始时，绕组应处于室温。
- 工作的时间一直延续至正常使用时最不利条件产生所对应的时间。

注：该试验持续时间可以包括一个以上的工作周期。

12.1.2.2 如果器械由在器械内部充电的充电电池供电，电池按使用说明中规定的时间充电或充电 24h，取其时间较长者。

- 电池表面的温升不应超过该型号电池制造商提供的规格书中的温升限值；
- 如果没有限值规定，该温升不应超过 20 K。

12.1.2.3 如果器械由不可充电电池或在器械外部充电的电池供电，通过外部电源，使电池连接端子处于下述最不利的供电电压，给电池供电器械供电：

- 如果器械在不可充电电池供电时可以使用，0.55 倍以及 1 倍的电池电压；
- 如果器械设计为仅适用于可充电电池，0.75 倍以及 1 倍的电池电压。

应考虑表4规定的每节电池的内部电阻值。

表 4 电池内阻抗

电池连接端子的供电电压	每节电池的内部电阻/ Ω^a	
	不可充电电池	可充电电池
1倍电池电压	0.1	0.0015
0.75倍电池电压	0.75	0.0060
0.55倍电池电压	2.00	

^a在确定电池电阻时，并联的两节或多节电池被认为是一节。

12.2 非正常工作

12.2.1 技术要求

12.2.1.1 器械的结构应可消除非正常工作或误操作导致的火灾风险、有损安全或电击防护的机械性损坏。

12.2.1.2 电子电路的设计和应用，应确保任何一个故障条件都不会导致器械在电击、火灾危险、机械危险或危险性功能失效方面的不安全。

12.2.1.3 在试验期间，器械不应喷射出火焰、熔融金属、达到危险量的有毒性或可燃的气体，且其温升不应超过表 5 中的规定值。

表 5 非正常温升最大值

部位	温升/ K
不带T标志或T标志不大于75℃的电源软线的绝缘	150
T标志大于75℃的电源软线的绝缘	T+75
非热塑材料的附加绝缘和加强绝缘 ^a	表3中规定的有关值的1.5倍

^a对热塑材料的附加和加强绝缘，没有规定温升限值。但要确定其温升，以便进行 17.2.1 的试验

除不含带电部件的Ⅲ类器械或Ⅲ类结构的绝缘外的其他绝缘，冷却到约为室温后，应经受8.2.2的电气强度试验，但是，其试验电压按表1的规定进行设定。

控制器动作或中断之后，其功能绝缘上的电气间隙和爬电距离要经受8.2.2电气强度试验，试验电压是工作电压的两倍。

如果器械仍然是可运行的，器械不应经历过危险性功能失效，并且保护电子电路不应失效。

被测器械处于电子开关“断开”位置或处于待机状态时：

——不应变得可运行；

——如果变得可运行，在GB/T 4706.1—2024的19.11.4的试验之中或之后不应引起危险性功能失效。

注：使用器械时的疏忽可引起危害安全的意外运行，如：

——存储小型器械时依然连接着电源；

——将易燃材料置于电热器械的工作表面，或；

——将物品置于不准备启动的带有电机的器械附近。

器械中包含盖子或门，并由一个或多个互锁装置控制，如果下述两个条件都满足，则可松开一个互锁装置：

——互锁装置松开时，盖子或门不会自动运动到打开状态；

——互锁装置松开状态下，器械在工作周期结束后不会重新启动。

12.2.2 试验或检验方法

12.2.2.1 带有电动机的器械，按适用情况应按GB/T 4706.1—2024中19.7~19.8的试验。

12.2.2.2 带有电子电路的器械，按适用情况应按GB/T 4706.1—2024中19.11~19.12的试验。

12.2.2.3 如果器械由在器械内部充电的充电电池供电，器械以额定电压供电168h，在该期间持续地对电池进行充电，电池不应破裂或起燃。

——对于不借助于工具就可以将电池取出的器械，且装有能用细直棒短路的接线端子，则在电池充满电的情况下，将该电池的端子短路。

——由用户更换电池的器械，在将电池取出或使其处于结构所允许的任一位置处，让器械以额定电压供电，并在正常工作条件下工作。

12.2.2.4 如果器械由不可充电电池或在器械外部充电的电池供电，除非另有规定，对电池供电器械，应在电池充满电的情况下进行试验，电池不应破裂或起燃。

以0.93倍和1.07倍额定电压之间的最不利电压供电，给电池供电器械供电。标示极性的供电端子应连接到相反的极性，除非器械的结构使这种连接不可能发生。

对装有多个电池的电池供电器械，如果器械的结构允许电池颠倒放置，则将一节或多节电池颠倒，并运行器械。

13 结构

13.1 走线槽

13.1.1 技术要求

走线槽应光滑，无磨损接线绝缘层的锐边、毛口、毛刺等。如金属定位螺钉之类的零件不能凸伸到走线槽内。

13.1.2 试验或检验方法

通过目视检验，必要时拆开重装进行检验。

13.2 接线端子

13.2.1 技术要求

13.2.1.1 电源接线端子应采取定位或保护措施。如果接线后的绞合导线中有一股导线从接线端子中脱出，带电部件不应与金属部件接触。连接到接地端子的导线，其游离的一股不应触到任何带电部件。

13.2.1.2 I类和II类可移动器械应采取预防措施，防止意外脱落的电线或螺钉使金属部件带电。

13.2.1.3 器械中连接用于连接外部电池或电池盒的柔性引线或柔性软线的端子装置，其位置和防护应使供电端子之间不出现意外连接的危险。

13.2.2 试验或检验方法

13.2.2.1 13.2.1.1 通过目视检验和下述试验：

将第14章规定的导线横截面积的绞合软线末端剥去8mm长的绝缘层，留出绞合导线中的一股，将其余的全部插入接线端子并夹紧。将此游离导线向每个可能的方向弯曲，检查是否与金属部件接触。

13.2.2.2 13.2.1.2~13.2.1.3 通过目视检验。

13.3 开关或按钮

13.3.1 技术要求

13.3.1.1 开关的额定值应满足设计使用要求。

13.3.1.2 电源开关应使用全极断开开关。

13.3.1.3 按钮开关的“启动/接通”按钮操作器的颜色不应使用红色。

13.3.1.4 急停开关操作器应使用红色，背景颜色应使用黄色，且位置应易接近。

13.3.1.5 电子开关应符合 GB 15092.1 的规定。

13.3.1.6 开关或按钮应安装牢固以防转动，且徒手不能移动其位置。

13.3.1.7 如有必要，器械的操作面板上应设置紧急停止按钮，且不应因操作紧急停止按钮而造成危险。

13.3.2 试验或检验方法

通过目视检验。

13.4 可操作部件

13.4.1 技术要求

13.4.1.1 用于电气控制的手柄、旋钮、把手、操纵杆和类似的部件，不应出现松动而引起危险（包括窒息危险）。用来指示开关或类似元件挡位的手柄、旋钮和类似件，如果其位置不当可能引起危险，应有措施保证其只能固定在正确位置上。有关窒息危险的要求不适用于打算用于商业用途的器械。

13.4.1.2 操作旋钮、手柄、操纵杆和类似零件的轴不应带电。除非将轴上的零件取下后，轴是不易触及的。

13.4.1.3 对于非III类结构，在正常作用中握持或操作的手柄、操纵杆和旋钮即使绝缘失效，也不应带电。如果这些手柄、操纵杆或旋钮是金属制成的，并且它们的轴或固定装置在绝缘失效的情况下可能带电，则应该用绝缘材料充分地覆盖这些部件，或用附加绝缘将其易触及部分与他们的轴杆或固定装置隔开。

13.4.1.4 对于I类和II类器械，在正常使用中用手连续握持的手柄，其结构应使使用者的手在正常使用时，不与金属部件接触，除非这些金属部件是用双重绝缘或加强绝缘与带电部件隔开。

13.4.1.5 可操作部件若有不同挡位，应使用数字、字母或其他方式标明。

13.4.2 试验或检验方法

13.4.2.1 13.4.1.1 通过目视检验、手动试验和下述试验判定。

13.4.2.2 在手柄、旋钮、把手或操纵杆上施加轴向力，并维持 1min。轴向拉力如下：

——在正常使用中不受到轴向拉力，施加力为15N；

——在正常使用中可能受到轴向拉力，施加力为30N。

13.4.2.3 13.4.1.2 通过目视检验并取下轴上的零件，按第 6 章规定的试验方法判定。

13.4.2.4 13.4.1.3~13.4.1.5 通过目视检验和手动试验（如有）判定。

13.5 绝缘

13.5.1 技术要求

13.5.1.1 II类器械的电容器不应与易触及的金属部件接触。如果电容器的外壳为金属，应采用附加绝缘将其与易触及的金属部件隔开。

13.5.1.2 II类器械中的附加绝缘和加强绝缘部件被固定后，除非受到严重损坏，否则不应移动；拆卸后应放回正确的位置。

13.5.1.3 附加绝缘的装配缝隙不应与任何基本绝缘的此类缝隙重合。双重绝缘或加强绝缘的开口不应直通带电部件。

13.5.1.4 当用空气作为加强绝缘时，器械的结构应保证外壳在受外力作用而变形时，电气间隙不应减小到低于第 16 章的规定。

13.5.1.5 采用附加绝缘和加强绝缘的结构或防护措施的器械，其内部因各个部件磨损而产生的污染积聚，不应使器械的爬电距离或电气间隙减小到低于第 16 章的规定。

13.5.2 试验或检验方法

通过目视检验、测量（如有）和手动试验判定，13.5.1.3还应使用相应的防触电等级用试具测量检验。

13.6 电气连接件

13.6.1 技术要求

13.6.1.1 既用作电气连接又用作机械连接的螺钉和铆钉应锁紧，防止松动。

注：可用弹簧垫圈、非圆形的铆钉体或有适当的凹槽作为锁紧方式。

13.6.1.2 自攻螺钉不应用于连接载流部件。除非自攻螺钉能将互相接触的载流部件直接夹紧，并且装有适当的锁紧装置。

13.6.1.3 载流部件应使用铜或含铜不少于 50%的合金或至少具有相同性能的材料。

13.6.2 试验或检验方法

通过目视检验，13.6.1.3还应通过测量检验。

13.7 运动部件

13.7.1 技术要求

频繁移动的部件应防止导线过度弯曲和绷紧。

13.7.2 试验或检验方法

通过目视和手动试验检验。

13.8 防腐性

13.8.1 技术要求

IP等级为IPX1及以上的器械使用的铁质或铝质部件应具有防锈蚀措施。

13.8.2 试验或检验方法

通过目视检验。

13.9 元件或部件

13.9.1 技术要求

器械中使用的电机、变压器、断路器、耦合器等部件，应符合相关国家标准或行业标准的规定。

13.9.2 试验或检验方法

应符合相应国家标准或行业标准的试验方法要求。

14 外部和内部接线

14.1 电源连接和外部软线

14.1.1 器械与电源的链接

14.1.1.1 器械与电源的连接应采用下列方式之一：

——固定式器械：

- 接线端子；
- 与插座配合的插头；
- 连接引线；
- 不可拆卸的软缆或软线；

——可移式器械：

- 不可拆卸的软缆或软线；
- 带插头；
- 与器械防水等级相同的器械输入插口；
- 若为电源软线，应通过 X 型连接、Y 型连接或 Z 型连接方法之一连接到器械上。

14.1.1.2 通过目视检验。

14.1.2 电源软线的规格

14.1.2.1 器械的电源软线(皿类器械除外)应是以下规格之一：

——橡胶护套软线，应至少为普通硬橡胶护套软线 GB/T 5013 中规定的 53 号线；

注1：这类软线不适用于在户外使用的器械和暴露在大量紫外线辐射倾向的器械。

——氯丁橡胶护套软线，应至少为普通氯丁橡胶护套软线 GB/T 5013 中规定的 57 号线；

注2：这类软线适用于低温环境下使用的器械。

——聚氯乙烯护套软线,不应使用在可能接触到第 12 章试验期间温升超过 75K 的金属部件的场景,应至少为:

如果器械质量不超过 3kg, 轻型聚氯乙烯护套软线 GB/T 5023 中规定的 52 号线;
对其他器械, 普通聚氯乙烯护套软线 GB/T 5023 中规定的 53 号线。

——耐热聚氯乙烯护套软线, 不应用于 X 型连接 (除非为专门制备的软线), 应至少为:

如果器械质量不超过 3kg, 耐热轻型聚氯乙烯护套软线 GB/T 5023 中规定的 56 号线;
对其他器械, 耐热聚氯乙烯护套软线 GB/T 5023 中规定的 57 号线。

——无卤低烟热塑性绝缘和护套软线, 应至少为:

轻型无卤低烟柔性软线, 圆线为 IEC 62821-1 中规定的 101 号线, 扁线为 IEC 62821-1 中规定的 101f 号线;
普通无卤低烟柔性软线, 圆线为 IEC 62821-1 中规定的 102 号线, 扁线为 IEC 62821-1 中规定的 102f 号线。

14.1.2.2 III 类器械的电源软线应充分绝缘。

14.1.2.3 通过视检和测量检查其符合性。对含有带电部件的 III 类器械, 通过下述试验检查其符合性: 绝缘体处于第 12 章试验测量的温度, 并用金属箔包裹, 在导体和金属箔之间施加 500V 电压, 持续 2min。试验期间不应出现击穿。

14.1.3 电源软线的横截面积

14.1.3.1 电源软线应具有不小于表 6 中所示的标称横截面积。

表 6 导线的最小横截面积

器械的额定电流 /A	标称横截面积 S/mm^2
$I \leq 3$	0.5 ^a
$3 < I \leq 6$	0.75
$6 < I \leq 10$	1.0 (0.75) ^b
$10 < I \leq 16$	1.5 (1.0) ^b
$16 < I \leq 25$	2.5
$25 < I \leq 32$	4
$32 < I \leq 40$	6
$40 < I \leq 63$	10
注: 对与多相器械一起交付的电源软线, 导体的标称横截面积基于电源软线连接到器械端子每相导线的最大横截面积。	
^a 只有软线或软缆在器械外部的长度不超过 2m, 才可以使用这种软线。	
^b 软线或软缆长度不超过 2m, 对于便携式器械可以采用圆括号内的值。	

14.1.3.2 通过目视检验和测量检验。

14.1.4 电源连接线

14.1.4.1 电源软线不应与器械的尖点或锐边接触。

14.1.4.2 插头不应装有多于一根的柔性软线。

14.1.4.3 I 类器械的电源软线应有一根用于接地的黄/绿芯线, 对不打算永久连接到固定布线的器械还应连接到插头的接地触点。

在多相器械中,电源软线如果有中性导体,则其应为蓝色。

如果在电源线中提供额外的中性导体,则:

- 其他颜色可用于这些额外的中性导体;
- 所有中性导体和线导体应通过使用GB/T 4026中规定的字母数字符号进行标记来识别;
- 电源软线应安装在器械上。

14.1.4.4 电源软线的导线在承受接触压力之处,不应通过铅锡焊将其合股加固,除非夹紧装置的结构使其不因焊料的冷流变而存在不良接触的危险。

14.1.4.5 当软线模压到外壳的局部时,其绝缘不应被损坏。

14.1.4.6 电源软线入口的结构应使其护套能在穿入时不会损坏。如果电源软线进入开口处的外壳不是绝缘材料制成的,应配有符合附加绝缘要求的衬套或套管。Ⅲ类器械或Ⅲ类结构中若不含有带电部件,则互连软线不要求附加衬套或套管。

14.1.4.7 电池供电器械中,用于连接外部电池或电池盒的柔性引线或柔性软线应通过 X 型连接,连接到器械上。

14.1.4.8 电池供电器械应具有恰当的方法连接电池。如果器械上标示了电池类型,连接方法应适于此类型的电池。

14.1.4.9 工作时需要移动并装有一根电源软线的器械,其结构应使电源软线在进入器械处有充分的防止过度弯曲的保护。电源线或外部接线的长度应满足器械的使用要求。

14.1.4.10 X 型连接所提供电源软线的连接用空间,或连接固定布线用的空间,其结构应符合下列要求:

- 在装盖罩之前能够检查电源导线处于正确的位置并正确地连接;
- 在装配盖罩时不对导线或它们的绝缘造成损坏;
- 对便携式器械,即使一根电源软线的无绝缘端头从接线端子内脱出,也不应与易触及金属部件接触。

14.1.4.11 14.1.4.1 ~ 14.1.4.10 通过目视检验。

14.1.5 电源软线固定装置

14.1.5.1 带有电源软线的器械和用柔性软线永久连接到固定布线的器械应有软线固定装置。该装置应使导线在接线端处免受拉力和扭矩,并保护导线的绝缘免受磨损。

14.1.5.2 X 型连接的软线固定装置,其结构和位置应符合下列要求:

- 便于更换软线;
- 应使软线免受张力并防止扭曲;
- 除专门制备电源软线外,固定装置应能适用于连接各种不同类型的电源软线;
- 如果软线固定装置的夹紧螺钉是易触及的,则软线不应触及到此螺钉,除非夹紧螺钉与易触及的金属部件是用附加绝缘隔开的;
- 不应使用金属螺钉直接将软线压紧;
- 应可靠地固定在器械或器械的一个组成部件上;
- 在更换软线时必须松开的螺钉,不应用来固定其他元件;
- 应具有绝缘性能。

14.1.5.3 Y 型连接和 Z 型连接的软线固定装置应能满足其功能要求。

14.1.5.4 15.1.5.1 ~ 15.1.5.3 通过目视和下述试验检验:

- 将软线接入接线端子,按常规方式使用软线固定装置,拧紧夹持螺钉。此时不应有将软线推入器械而引起接线端子处的软线移位的可能,也不应引起软线与活动部件接触,或与工作温度高于导体绝缘层允许温度的部件接触;

- 然后软线承受25次拉力，拉力值见表7。拉时不应用爆发力，每次历时1s。试验期间测量软线的纵向位移不超过2mm；
- 然后软线承受扭力，扭矩值见表7；
- 试验中和试验后，导体在软线固定装置内不应有明显移动，且软线不应损坏；
- 软线固定装置应只能借助于工具才能触及到，或者其结构只能借助于工具才能把软线装配上；
- 对X型连接，压盖不应作为便携式器械的软线固定装置使用。不应使用将软线打结或拴绳的方式固定软线。

表7 软线固定装置试验

所有导体的总标称面积 S/mm^2	拉力 F/N	扭矩 $M/(\text{N} \cdot \text{m})$
$S \leq 1.5$	60	0.15
$1.5 < S \leq 3$	60	0.25
$3 < S \leq 5$	80	0.35
$5 < S \leq 10$	120	0.35

14.2 内部布线

14.2.1 技术要求

- 14.2.1.1 接线的导体规格和形式应与正常使用时的功率相适应。接线的绝缘材料应能承受其受到的电压和最高温度。
- 14.2.1.2 黄绿双色线只能用于接地连接。
- 14.2.1.3 带电导线上的绝缘珠和类似的陶瓷绝缘子应被固定或支撑，不应放置在锐利的角棱上。如果绝缘珠是在柔性的金属导管内，除非该导管在正常使用时不能移动，否则应装在一个绝缘套内。
- 14.2.1.4 当套管作为布线的附加绝缘使用时，应采用可靠的方式固定。
- 14.2.1.5 布线应适当安置或保护，不应与运动部件接触。不应受到锐边、螺钉及类似部件损坏，或者被开关、接合关节、升降装置、伸缩管和类似部件的活动件损坏，接线不应沿电缆纵轴绞拧 360° 以上。
- 14.2.1.6 裸露的布线应是刚性的且被固定，以使得在正常使用中，爬电距离和电气间隙不应减小到低于第16章的规定。

14.2.2 试验或检验方法

- 14.2.1.1通过第12章的试验后，目视检验。14.2.1.2 ~ 14.2.1.5通过手动试验和目视检验，14.2.1.6通过第16章的试验检验。

15 接地装置

15.1 技术要求

- 15.1.1 I类器械的易触及金属部件，应永久并可靠地连接到器械内的一个接地端子，或器械输入插口的接地触点。
- 15.1.2 接地端子和接地触点不应连接到中性接线端子。
- 15.1.3 II类和III类器械，不应有接地措施。
- 15.1.4 当I类器械配有电源软线时，软线的黄绿芯线应连接在器械的接地端子和插头的接地触点之间。

15.1.5 接地端子的连接应牢固。螺纹接线端子夹紧装置应不能徒手松开，无螺纹接线端子夹紧装置在非人为的情况下不应松开。

15.1.6 如果带有接地连接的可拆卸部件插入到器械的另一部分中，其接地连接应在载流连接之前完成，当拔出部件时，接地连接应在载流连接断开之后断开。不适用于具有功能接地连接的Ⅱ类器械和Ⅲ类器械。

15.1.7 带电源软线的器械，其接线端子或软线固定装置与接线端子之间导线长度的设置，如果软线从其固定装置中滑出，载流导线应在接地导线之前先绷紧。不适用于具有功能接地连接的Ⅱ类器械和Ⅲ类器械。

15.1.8 接地端子的螺钉或其他部件应采用不锈表面的材料，且接触面应为裸露金属面。

15.1.9 接地端子或接地触点与易触及金属部件之间连接的电阻值应不大于 0.1Ω 。

15.2 试验或检验方法

15.2.1 15.1.1 ~ 15.1.8 通过目视和手动试验检验。

15.2.2 15.1.9 通过下述试验检验：

——从空载电压不超过12V（交流或直流）的电源取得电流，并且该电流等于器械额定电流1.5倍或25A（两者中取较大者），使电流分别在接地端子或接地触点与每个易触及金属部件之间通过。试验一直进行到稳健状态建立为止；

——测量接地端子或接地触点与每个易触及金属部件之间的电压降，并由电流和电压降计算出电阻。

16 电气间隙和爬电距离

16.1 技术要求

16.1.1 器械的结构应使电气间隙、爬电距离和固体绝缘足够承受器械可能经受的电气应力，且符合16.1.2 ~ 16.1.4 的要求。

印刷电路板上使用涂层保护微环境(1类保护)或提供基本绝缘(2类保护)，则GB/T 4706.1—2024附录J适用。在1类保护下的微观环境为1级污染。对2类保护,在防护之前导体之间的距离不应低于表8规定的值。这些值适用于功能绝缘、基本绝缘、附加绝缘以及加强绝缘。

表 8 2 型保护的最小间距

电压的最大峰值 U_p^a/kV	最小间距/mm
$U_p \leq 0.33$	0.01
$0.33 < U_p \leq 0.4$	0.02
$0.4 < U_p \leq 0.5$	0.04
$0.5 < U_p \leq 0.6$	0.06
$0.6 < U_p \leq 0.8$	0.1
$0.8 < U_p \leq 1.0$	0.15
$1.0 < U_p \leq 1.2$	0.2
$1.2 < U_p \leq 1.5$	0.3
$1.5 < U_p \leq 2.0$	0.45
$2.0 < U_p \leq 2.5$	0.6
$2.5 < U_p \leq 3.0$	0.8
$3.0 < U_p \leq 4.0$	1.2

电压的最大峰值 U_p^a /kV	最小间距/mm
$4.0 < U_p \leq 5.0$	1.5
$5.0 < U_p \leq 6.0$	2
$6.0 < U_p \leq 8.0$	3
$8.0 < U_p \leq 10$	3.5
$10 < U_p \leq 12$	4.5
$12 < U_p \leq 15$	5.5
$15 < U_p \leq 20$	8
$20 < U_p \leq 25$	10
$25 < U_p \leq 30$	12.5
$30 < U_p \leq 40$	17
$40 < U_p \leq 50$	22
$50 < U_p \leq 60$	27
$60 < U_p \leq 80$	35
$80 < U_p \leq 100$	45
^a 由于暂态过电压对被保护组件的影响不大，因此可忽略。	
注1：本要求和试验以 GB/T 16935.1为基础，从该标准可得到更多信息。	
注2：对电气间隙、爬电距离和固体绝缘的评定应分别进行。	

16.1.2 考虑到表 9 中过电压类别的额定脉冲电压，电气间隙应不小于表 10 中的规定值，除非基本绝缘与功能绝缘的电气间隙满足第 9 章的脉冲电压试验。但如果结构中距离受磨损、变形、部件运动或装配影响时，则额定脉冲电压为 1500 V 或更高时所对应的电气间隙要增加 0.5mm，并且脉冲电压试验不适用。

对打算在海拔高于 2000m 的区域使用的器械，表 10 中的电气间隙应根据表 11 规定的相关系数进行增加。

在微观环境为 3 级污染沉积或在 0 类与 0I 类器械的基本绝缘上或打算在海拔高于 2 000 m 的区域使用的器械，脉冲电压试验不适用。

注1：适用该试验的例子如带刚性部件或模制定位部件的结构。

距离可能会被影响的例子是含有焊接、搭锁、螺钉端子和电机绕组电气间隙的结构。

器械属于 II 类过电压类别。

注2：GB/T 16935.1-2023 中 4.3.2 给出了过电压类别的信息。

表 9 额定脉冲电压

额定电压/ V	额定脉冲电压/ V		
	过压类别 I	过压类别 II	过压类别 III
≤ 50	330	500	800
> 50 且 ≤ 150	800	1500	2500
> 150 且 ≤ 300	1500	2500	4000
注1：对于多相器械，以相线对中性线或相线对地线的电压作为额定电压。			
注2：这些值是基于器械不会产生高所规定的过电压的假设。如果产生更高的过电压，电气间隙相应增加。			

表 10 最小电气间隙

额定脉冲电压/ V	最小电气间隙 ^a / mm
330	0.5 ^{b,c,d}
500	0.5 ^{b,c,d}
800	0.5 ^{b,c,d}
1500	0.5 ^c
2500	1.5
4000	3.0
6000	5.5
8000	8.0
10000	11.0

^a 规定值仅适用于空气中电气间隙。
^b 出于实际操作的情况，不采用 GB/T 16935.1—2023 中规定的更小电气间隙，例如批量产品的公差。
^c 污染等级为 3 时，该值增加到 0.8 mm
^d 对印刷电路板的铜膜导线，污染等级为 1 和 2 时，该值降低到 0.2 mm。

表 11 海拔修正系数

海拔/ m	正常气压/ kPa	电气间隙的倍增系数
2000	80.0	1.00
3000	70.0	1.14
4000	62.0	1.29
5000	54.0	1.48
6000	47.0	1.70
7000	41.0	1.95
8000	35.5	2.25
9000	30.5	2.62
10000	26.5	3.02
15000	12.0	6.67
20000	5.5	14.5

基本绝缘的电气间隙应足以承受正常使用期间出现的过电压,考虑额定脉冲电压。表10的值或第9章的脉冲电压试验是适用的。

注：过电压可能来源于外部电源或开关动作。

如果微环境为 1 级污染，管状外鞘电热元件端子的电气间隙可减少至1.0 mm。

绕组的漆包线导体被假定为裸露导体。

附加绝缘的电气间隙应不小于表10对基本绝缘的规定值。

加强绝缘的电气间隙应不小于表10对基本绝缘的规定值，但用下一个更高等级的额定脉冲电压值作为基准。

功能绝缘的电气间隙由下述情况中的最大值确定：

——基于额定脉冲电压的表 10；

——GB/T 16935.1-2023 中的表 F.8。预期可能出现稳态电压或再现峰值电压,且其频率不超过 30 kHz 的情况;

——GB/T 16935.4-2011 中的第 4 章。预期可能出现稳态电压或再现峰值电压,且其频率超过 30 kHz 的情况。

如果表 10 的值为最大值,可以用第 9 章的脉冲电压试验取代,除非微环境为 3 级污染,或是间隙会因磨损、形变、部件移动或装配而受到影响的结构。

但如该功能绝缘被短路时器械仍符合 12.2 的要求,则不规定其电气间隙。

绕组漆包线导体,作为裸露导体考虑,不需要测量在漆包线交叉点上的电气间隙。

PTC 电热元件表面之间的电气间隙可减少至 1 mm。

对于工作电压高于额定电压的器械,例如在升压变压器的次级,或存在谐振电压,基本绝缘的电气间隙取下述情况中的最大值:

——基于额定脉冲电压的表 10;

——GB/T 16935.1-2023 中的表 F.8。预期可能出现稳态电压或再现峰值电压,且其频率不超过 30 kHz 的情况;

——GB/T 16935.4-2011 中的第 4 章。预期可能出现稳态电压或再现峰值电压,且其频率超过 30 kHz 的情况。

注:表 10 的电气间隙中间值可由插值法确定。

如果基本绝缘的电气间隙由 GB/T 16935.1-2008 中的表 F.7a 或 GB/T 16935.4-2011 第 4 章得出,则附加绝缘的电气间隙应不小于基本绝缘的电气间隙。

如果基本绝缘的电气间隙由 GB/T 16935.1-2008 中的表 F.7a 得出,则加强绝缘的电气间隙应按表 F.7a 中的值设计尺寸,并承受 1.6 倍基本绝缘电压的电气强度试验。

如果基本绝缘的电气间隙由 GB/T 16935.4-2011 第 4 章得出,则加强绝缘的电气间隙应是基本绝缘电气间隙的两倍。

如果降压变压器的次级绕组接地,或在初级与次级绕组间有接地屏蔽层,次级端基本绝缘的电气间隙不应小于表 10 的规定值,但使用下一个更低的额定脉冲电压值作为基准。

注:不带接地屏蔽层或次级不接地的隔离变压器的使用不允许减少额定脉冲电压值。

对于供电电压低于额定电压的电路,例如变压器的次级,功能绝缘的电气间隙基于其工作电压,该工作电压在表 9 中是作为额定电压使用的。

16.1.3 器械的结构应使其爬电距离不小于与其工作电压相应的值,并考虑其材料组和污染等级。

注 1: 连接到中性线部件的工作电压值与连接到相线部件的工作电压值一样,并且为基本绝缘的工作电压值。

适用 2 级污染,除非:

——采取了预防措施保护绝缘,此时适用 1 级污染;

——绝缘经受导电性污染,此时适用 3 级污染。

注 2: GB/T 4706.1—2024 附录 M 给出了污染等级的解释。

绝缘材料按其 CTI 值划分为以下四组:

——材料组 I: $600 \leq \text{CTI}$;

——材料组 II: $400 \leq \text{CTI} < 600$;

——材料组 III a: $175 \leq \text{CTI} < 400$;

——材料组 III b: $100 \leq \text{CTI} < 175$ 。

这些 CTI 值根据 GB/T 4207-2022 使用溶液 A 得到。如果不知道材料的 CTI 值,按附录 N 在规定的 CTI 值进行耐电痕化指数 (PTI) 试验。以确定材料组。

注 3: GB/T 4207-2022 的相比电痕化指数 (CTI) 试验,其设计是为了在该试验条件下比较各种绝缘材料的性能,即含水污染物液滴落在引起电解传导的水平表面上。它给出了定性的比较,但在绝缘材料有形成电痕化的倾

向时，它也给出了定量的比较,即相比电痕化指数。

在双重绝缘系统中，基本绝缘和附加绝缘的工作电压是跨越双重绝缘系统的工作电压。它不依照基本绝缘和附加绝缘的厚度和介电常数而被分开。

基本绝缘的爬电距离应不小于表12的规定值。但是，如果工作电压是周期性的，且频率超过30 kHz，则爬电距离也应不小于表13中的规定值，如果该值大于表12的值，则应取代表12的值。

表 12 基本绝缘的最小爬电距离

工作电压/V	爬电距离/mm						
	污染等级1	污染等级2			污染等级3		
		材料组			材料组		
		I	II	III a/III b	I	II	III a/III b ^a
≤50	0.18	0.6	0.85	1.2	1.5	1.7	1.9
125	0.28	0.75	1.05	1.5	1.9	2.1	2.4
250	0.56	1.25	1.8	2.5	3.2	3.6	4.0
400	1.0	2.0	2.8	4.0	5.0	5.6	6.3
500	1.3	2.5	3.6	5.0	6.3	7.1	8.0
> 630且 ≤800	1.8	3.2	4.5	6.3	8.0	9.0	10.0
> 800且 ≤1000	2.4	4.0	5.6	8.0	10.0	11.0	12.5
> 1000且 ≤1250	3.2	5.0	7.1	10.0	12.5	14.0	16.0
> 1250且 ≤1600	4.2	6.3	9.0	12.5	16.0	18.0	20.0
> 1600且 ≤2000	5.6	8.0	11.0	16.0	20.0	22.0	25.0
> 2000且 ≤2500	7.5	10.0	14.0	20.0	25.0	28.0	32.0
> 2500且 ≤3200	10.0	12.5	18.0	25.0	32.0	36.0	40.0
> 3200且 ≤4000	12.5	16.0	22.0	32.0	40.0	45.0	50.0
> 4000且 ≤5000	16.0	20.0	28.0	40.0	50.0	56.0	63.0
> 5000且 ≤6300	20.0	25.0	36.0	50.0	63.0	71.0	80.0
> 6300且 ≤8000	25.0	32.0	45.0	63.0	80.0	90.0	100.0
> 8000且 ≤10000	32.0	40.0	56.0	80.0	100.0	110.0	125.0
> 10000且 ≤12500	40.0	50.0	71.0	100.0	125.0	140.0	160.0

注1：绕组漆包线认为是裸露导体，对非双重绝缘结构中的基本绝缘的爬电距离不需要大于表 16 规定的相应电气间隙。

注2：对于不会发生电痕化的玻璃、陶瓷和其他无机绝缘材料，爬电距离不需要大于相应的电气间隙。

注3：除了隔离变压器的次级电路，工作电压不认为小于器械的额定电压。

注4：对于工作电压>50V且≤630 V，如果表中没有列出电压值，爬电距离的值通过插值法得到。

^e 如果工作电压不超过 50V，允许使用材料组 III b。

表 13 不同频率范围内的爬电距离的最小值

电压U _{peak} kV	爬电距离 ^{a, b}						
	30kHz < f ≤ 100kHz	f ≤ 0.2MHz	f ≤ 0.4MHz	f ≤ 0.7MHz	f ≤ 1MHz	f ≤ 2MHz	f ≤ 3MHz
0.1	0.0167						0.3

电压U _{peak}	爬电距离 ^{a b}						
0.2	0.042					0.15	2.8
0.3	0.083	0.09	0.09	0.09	0.09	0.8	20
0.4	0.125	0.13	0.15	0.19	0.35	4.5	
0.5	0.183	0.19	0.25	0.4	1.5	20	
0.6	0.267	0.27	0.4	0.85	5		
0.7	0.358	0.38	0.68	1.9	20		
0.8	0.45	0.55	1.1	3.8			
0.9	0.525	0.82	1.9	8.7			
1	0.6	1.15	3	18			
1.1	0.683	1.7	5				
1.2	0.85	2.4	8.2				
1.3	1.2	3.5					
1.4	1.65	5					
1.5	2.3	7.3					
1.6	3.15						
1.7	4.4						
1.8	6.1						
^a 表中给出的有关爬电距离的数据对污染等级1适用。对于污染等级2和污染等级3可分别使用乘数因子1.2及1.4。 ^b 各个纵栏之间的数值可进行线性插值操作。							

依据适用性，附加绝缘的爬电距离至少为表12对基本绝缘的规定值或表13的规定值，取两者之中的大值。

注：表12的注1和注2不适用。

依据适用性，加强绝缘的爬电距离至少为表12对基本绝缘的规定值的两倍或表13的规定值的两倍，取两者之中的大值。

注：表12的注1和注2不适用。

功能绝缘的爬电距离应不小于表14的规定值。但是，如果工作电压是周期性的，且频率超过30 kHz，则爬电距离也应不小于表13中的规定值，如果该值大于表14的值，则应取代表14的值。

如该功能绝缘被短路时器械仍符合12.2的要求，爬电距离可减小。

表 14 功能绝缘的最小爬电距离

工作电压/V	爬电距离/mm						
	污染等级1	污染等级2			污染等级3		
		材料组			材料组		
		I	II	III a/III b	I	II	III a/III b ^a
≤10	0.08	0.4	0.4	0.4	1.0	1.0	1.0
50	0.16	0.56	0.8	1.1	1.4	1.6	1.8
125	0.25	0.71	1.0	1.4	1.8	2.0	2.2
250	0.42	1.0	1.4	2.0	2.5	2.8	3.2
400 ^b	0.75	1.6	2.2	3.2	4.0	4.5	5.0

工作电压/ V	爬电距离/ mm						
	1.0	2.0	2.8	4.0	5.0	5.6	6.3
500	1.0	2.0	2.8	4.0	5.0	5.6	6.3
> 630且 ≤800	1.8	3.2	4.5	6.3	8.0	9.0	10.0
> 800且 ≤1000	2.4	4.0	5.6	8.0	10.0	11.0	12.5
> 1000且 ≤1250	3.2	5.0	7.1	10.0	12.5	14.0	16.0
> 1250且 ≤1600	4.2	6.3	9.0	12.5	16.0	18.0	20.0
> 1600且 ≤2000	5.6	8.0	11.0	16.0	20.0	22.0	25.0
> 2000且 ≤2500	7.5	10.0	14.0	20.0	25.0	28.0	32.0
> 2500且 ≤3200	10.0	12.5	18.0	25.0	32.0	36.0	40.0
> 3200且 ≤4000	12.5	16.0	22.0	32.0	40.0	45.0	50.0
> 4000且 ≤5000	16.0	20.0	28.0	40.0	50.0	56.0	63.0
> 5000且 ≤6300	20.0	25.0	36.0	50.0	63.0	71.0	80.0
> 6300且 ≤8000	25.0	32.0	45.0	63.0	80.0	90.0	100.0
> 8000且 ≤10000	32.0	40.0	56.0	80.0	100.0	110.0	125.0
> 10000且 ≤12500	40.0	50.0	71.0	100.0	125.0	140.0	160.0
<p>注1：对于工作电压小于250V且污染等级1和2的PTC电热元件，PTC材料表面上的爬电距离不需要大于相应的电气间隙。但其端子间的爬电距离按本表规定。</p> <p>注2：对于玻璃、陶瓷和其他不发生电痕化的无机绝缘材料，爬电距离不需要大于相应的电气间隙。</p> <p>注3：对污染等级为1和2的印刷线路板的电痕化，GB/T 16935.1-2023中表F.5的值适用。如果电压小于100V，则数值需不小于100V对应的规定值。</p> <p>注4：对于工作电压 > 10V且 ≤630V，如果表中没有列出电压值，爬电距离的值可通过插值法得到。</p>							
<p>^a如果工作电压不超过 50V，允许使用材料组Ⅲb。</p> <p>^b额定电压为 380 V~415V 的器械，认为其相线间工作电压为 400V。</p>							

16.1.4 附加绝缘和加强绝缘应有足够的厚度，或有足够的层数，以经受器械在使用中可能出现的电气应力。根据绝缘的材料、结构及应用场景，应满足以下要求之一：

- a) 绝缘应具备的最低厚度：
 - 1) 附加绝缘为 1mm；
 - 2) 加强绝缘为 2mm。
- b) 如果由一层以上绝缘（天然云母或类似鳞状材料除外）每一层材料都应通过 16.2.3.2 针对附加绝缘的电气强度试验。附加绝缘至少应由两层材料组成，加强绝缘至少有 3 层。
- c) 对于绝缘材料（单层内部布线绝缘除外），按 16.2.3.3 评估材料的热性能，并对其进行电气强度试验。对由单层绝缘组成的加强绝缘的易触及部件的厚度不应低于表 15 的规定值。
- d) 对相互接触的每个单层内部布线绝缘，按 16.2.3.4 评估材料的热性能，并对其进行电气强度试验。
- e) 经受任一频率超过 30kHz 的周期电压的绝缘，应符合 GB/T 16935.4-2011 中 6.3 的规定。

表 15 单层加强绝缘易触及部件的最小厚度

额定电压/ V	单层加强绝缘易触及部件的最小厚度/ mm		
	过电压类别		
	I	II	III

额定电压/ V	单层加强绝缘易触及部件的最小厚度/ mm		
	≤50	0.01	0.04
> 50且≤150	0.1	0.3	0.6
> 150且≤300	0.3	0.6	1.2

注：表15的值考虑到绝缘层上可能存在的孔洞的电气间隙,并符合 GB/T 16935.1-2023中表 F.2, 均匀电场的情况。认为孔洞的爬电距离是无关的,因为它只有存在第二电极(人体)的情况下才会有电应力。

16.2 试验或检验方法

16.2.1 电气间隙

按GB/T 16935.1的规定,通过测量和视检检查电气间隙的符合性。

在装配时可拧紧到不同位置的部件,如六角螺母之类,和可活动部件要被置于最不利的位上。

除电热元件的裸露导体外,测量时施加一个作用力于裸露导体和易触及表面以尽量减少电气间隙。

该作用力数值如下:

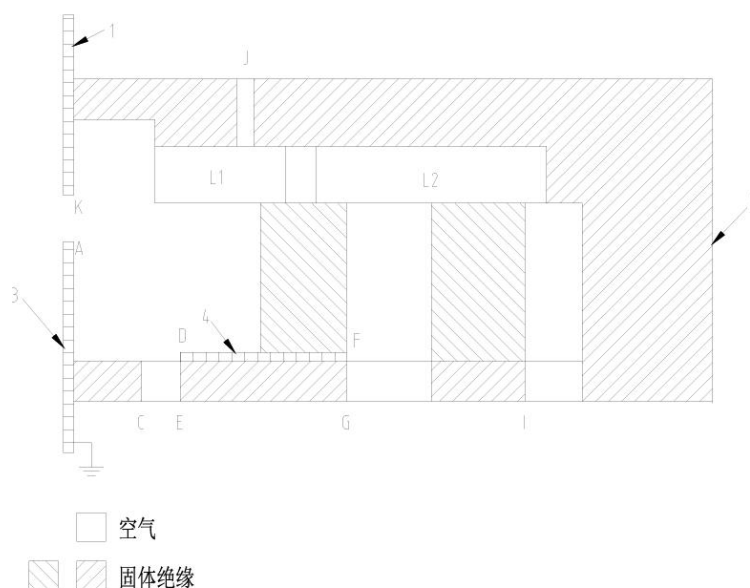
——对裸露导体,为2 N;

——对易触及表面,为30 N。

该力通过 GB/T 16842-2016 中规定的试验试具 B 施加。窄孔假定为被金属平板盖住。

注: GB/T 4706.1-2024中附录 L 给出了评定电气间隙的程序。

对于双重绝缘,当在基本绝缘和附加绝缘之间无中间导电部件时,电气间隙在带电部件和易触及表面测量之间测量,且该绝缘系统当作图3所示的加强绝缘。



标引序号说明:

1——未接地的易触及金属部件;

2——外壳;

3——已接地的易触及金属部件;

4——未接地的不易触及金属部件。

带电部件L₁和L₂彼此分开,并且部分带电体被一有孔的塑料外壳包围,部分被空气包围,并接触到固体绝缘。该结构中尚带一片不易触及的金属片。有两个金属盖子,其中一个接地。

绝缘类型

电气间隙

基本绝缘	L ₁ A
	L ₁ D
	L ₂ F
功能绝缘	L ₁ L ₂
	DE
附加绝缘	FG
	L ₁ K
	L ₁ J
	L ₂ I
	L ₁ C

图 3 电气间隙的示例

功能绝缘的电气间隙通过测量，如果需要，通过试验检查其符合性。

16.2.2 爬电距离

按 GB/T 16935.1 的规定，通过测量检查爬电距离的符合性。

在装配时可拧紧到不同位置的部件，如六角螺母之类，和可活动部件要被置于最不利的位上。

除电热元件的裸露导体外，测量时施加一个作用力于裸露导体和易触及表面以尽量减小爬电距离。该作用力数值如下：

- 对裸露导体，为 2 N ；
- 对易触及表面，为 30 N 。

该力通过 GB/T 16842-2016中规定的试验试具B施加。

注：GB/T 4706.1-2024中附录 L 给出了电气间隙的评定程序。

16.2.3 固体绝缘

16.2.3.1 16.1.4 a) 通过测量检查其符合性。

16.2.3.2 16.1.4 b) 按 8.2 的方法，对每层绝缘材料分别进行针对附加绝缘的电气强度试验，测试过程中均不击穿。绝缘层的层数通过目视检查其符合性。

16.2.3.3 16.1.4 c) 按 GB/T 2423.2-2008 的 Bb 试验对绝缘材料（单层内部布线绝缘除外）进行 48h 的高温试验，试验温度为 12.2 所进行的试验中测量到的最大温升加上 50K。在试验周期最后,在该试验温度下对器械进行 8.2 要求的电气强度试验，冷却至室温后再次对器械进行 8.2 要求的电气强度试验，两次试验测试过程中均不击穿。通过测量单层绝缘组成的加强绝缘的易触及部件的厚度检查其符合性。

注：如果在第12.2条的试验中所测到的温升没有超过表3的规定值，则不进行GB/T 2423.2-2008的试验。

16.2.3.4 16.1.4 d) 按 GB/T 2423.2-2008 的 Bb 试验对每个单层内部布线绝缘进行 48h 的高温试验，试验温度为 12.2 所进行的试验中测量到的最大温升加上 50K。在试验周期最后,在该试验温度下对内部布线绝缘进行 GB/T 4706.1-2024 中 23.5 要求的电气强度试验，冷却至室温后再次对内部布线绝缘进行 GB/T 4706.1-2024 中 23.5 要求的电气强度试验，两次试验测试过程中均不击穿。

注：如果在第12.2条的试验中所测到的温升没有超过表3的规定值,则不进行GB/T 2423.2-2008的试验。

16.2.3.5 16.1.4e) 按 GB/T 16935.4-2011 中 6.3 的要求进行试验，在试验持续过程中不应发生击穿现象。试验结束后，试样表面不应留有肉眼可见的损伤（烧痕、溶化等）。

17 耐热、耐燃

17.1 技术要求

17.1.1 非金属材料的外部零件、支撑带电部件（包括连接）的绝缘材料以及提供附加绝缘或加强绝缘的热塑材料部件，应有耐热性。

17.1.2 非金属材料零部件，对点燃和火焰蔓延应具有抵抗力。非金属材料零部件在 550℃ 的温度下应能承受 GB/T 5169.11 的灼热丝试验。

17.2 试验或检验方法

17.2.1 17.1.1 按 GB/T 5169.21 对有关的部件进行球压试验检验。

试验在烘箱内进行，烘箱温度为 $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 加上 10.1 测得的最大温升。至少为：

- 外部零件： $75^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ；
- 支撑带电部件的零件： $125^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

17.2.2 支撑载流连接件的绝缘材料零部件，以及这些连接件 3mm 距离内的绝缘材料零部件，在下列条件下应能承受 GB/T 5169.11 的灼热丝试验：

- 正常工作期间载流超过 0.5A 的连接件： 750°C ；
- 其他连接件： 650°C 。

18 电缆线路

电缆和管路以及电缆和管路的两端上明显标识。电缆线路的施工还应满足 GB 50168 的相关要求。

19 变压器和相关电路的过载保护

19.1 技术要求

19.1.1 器械带有由变压器供电的电路时，其结构应使得正常使用可能发生短路时，该变压器内或变压器相关的电路中不会出现过高的温度。

注：例如，存在安全特低电压下运行的易触及电路的裸露或没有充分绝缘的导体短路。

19.1.2 安全特低电压电路中的导体绝缘层的温升值，不应超过表 16 规定相关值 15K。

19.1.3 绕组的温度不应超过表 16 中规定的值。但是，这些限值对于符合 GB/T 19212.1—2016 中 15.5 规定的无危害式变压器不适用。

表 16 最高绕组温度

器械类型	温度/ °C							
	105 级 (A)	120 级 (E)	130 级 (B)	155 级 (F)	180 级 (H)	200 级 (N)	220 级 (R)	250 级
无法建立稳定运行状态的器械	200	215	225	240	260	280	300	330
能够建立稳定运行状态的器械：								
——如果是阻抗保护器械	150	165	175	190	210	230	250	280
——如果是用保护装置来保护的器械								
在第1h后，最大值	200	215	225	240	260	280	300	330
在第1h后，最大值	175	190	200	215	235	255	275	305
在第1h后，算术平均值	150	165	175	190	210	230	250	280

19.2 试验或检验方法

通过施加正常使用中可能出现的最不利的短路或过载状况，检查其符合性。器械供电电压为1.07倍或0.93倍的额定电压，取两者中较为不利的情况。基本绝缘不短路。

20 防雷

户外环境使用的器械，安装在开阔无遮挡区域或孤立突出部位时，应设置防雷设施。

21 机械安全防护

21.1 防护外壳的刚度和强度

21.1.1 技术要求

21.1.1.1 器械的任何操作部分表面或人体可能触及的防护外壳通过 21.1.2.1 的试验后，应满足下列要求：

- 危险带电零部件不应被触及；
- 外壳不应出现可能引起危险的裂纹；
- 电气间隙小于允许值，内部导线的绝缘不应受到损伤；
- 挡板不应损坏或松动；
- 除允许外，不应露出运动零部件；
- 不应出现可能引起火焰蔓延的损坏。

21.1.1.2 移动式或便携式器械，在移动或搬运时不应造成的器械防护失效。除按 21.1.2.1 进行检验外，对于便携式器械还应按 21.1.2.2 的试验后进行判断。

21.1.2 试验或检验方法

21.1.2.1 器械应牢固地固定在刚性支撑面上，用弹簧冲击器依据 GB/T 2423.55—2023 的 Ehb 对器械进行 0.5J 的冲击试验，共进行 3 次。冲击试验应施加在可能触及的以及其变形可能会引起危险的外壳的每一部分，包括便携式设备底部的任何部分。

必要时，对非金属外壳的器械在 40℃ 温度下，或在额定使用最高温度下工作到稳定状态后进行试验。在进行本试验前要先断开器械的供电电源。

21.1.2.2 跌落试验：木板厚度为 50mm，密度应不小于 700kg/m³，木板平放在刚性基座上，跌落高度为 1m，自由下落到木板上，跌落一次。器械跌落时使其落地位置为可预见的最不利情况。

21.2 灼热的防护

21.2.1 技术要求

21.2.1.1 器械因机械或电气产生的对人体可能造成伤害的灼热构件应做有效的防护，不应有与人体直接接触的可能。在 40℃ 的环境温度或最高额定环境温度下（如果温度更高），易接触表面的温度在正常条件下不应超过表 17 的规定值，或在单一故障条件下不应超过 105℃。

表 17 正常环境下的表面温度限值

零部件		限值/°C
外壳的外表面	金属的	70
	非金属的	80
	正常使用是不可能被接触的小区域	100
旋钮和手柄	金属的	55
	非金属的	70
	在正常使用时仅被短时间抓握的非金属零部件	85

21.2.1.2 如果易接触的表面由于器械功能原因是必需的，只要它们是可以辨认的，例如从外观上或功能上可以辨认，或者标有表 14 的符号 14（见 22.2），则可不受 21.2.1.1 的限制。

21.2.2 试验或检验方法

通过实际测量和目视检查。

实际测量温度按以下条件进行：

- 器械应在无强对流空气且环境温度为 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 条件下试验。除另行规定特殊的单一故障条件外，要遵守器械说明书有关通风、冷却液、间歇使用限值等规定。任何冷却液应当处于最高额定温度。
- 最高温度通过在基准试验条件下测量温升，温升值加上 40°C ，或者加上最高额定环境温度（如果温度更高）来确定。
- 温度要在达到稳定时测量。

21.3 表面和棱边的防护

21.3.1 技术要求

器械应避免可能导致使用者伤害的粗糙表面、尖角或锐边。器械各支撑人体的表面所有棱边和尖角，应使其半径不小于 2.5mm；使用者或第三者易接触的零部件的其他所有棱边应予以圆滑过渡或加以防护。

21.3.2 试验或检验方法

通过目视和圆角规检验。

21.4 振动

21.4.1 技术要求

对于产品设计有振动方面特殊要求的，按照不同产品特殊要求进行测试，测试后器械应能正常运行，并符合第 6 章规定。

21.4.2 试验或检验方法

按照对应产品标准要求进行测试。

21.5 稳定性

21.5.1 技术要求

21.5.1.1 驻立式器械应保持稳定，正常使用时不应倾翻。

21.5.1.2 当器械采用地脚螺栓连接时应符合 GB 50231—2009 中第 4 章的规定。

21.5.2 试验或检验方法

21.5.2.1 应根据器械类型按照 GB 19272、GB 17498.1、GB/T 34279 等相关国家、行业标准进行稳定性试验。其他器械采用下述方法进行试验：

21.5.2.2 器械以使用中的任一正常使用位置放在一个与水平面成 10° 的倾斜平面上。电源软线以最不利的方位摆放在倾斜平面上。但是，当器械以 10° 倾斜时，如果器械的某部分与水平支撑面接触，则将器械放在一个水平支撑物上，并以最不利的方向将其倾斜 10° 。

注：质量不大于 7kg 且不受人体重量的器械可免除该试验。

21.6 液体、气体溢出或外泄的防护

21.6.1 技术要求

器械应采取防护液体、气体溢出或外泄的措施。

21.6.2 试验或检验方法

通过目视检查。

21.7 耐老化性能

21.7.1 技术要求

安装在户外的器械，应保证器械在正常的安全使用期限内，不应出现因老化造成的机械防护失效。例如雨水侵蚀、风吹日晒、温湿度变化等。

21.7.2 试验或检验方法

按 GB 19272—2024 中 6.2.1.1 的试验。

21.8 终止运动的防护

21.8.1 技术要求

21.8.1.1 器械或器械的运动部件可能对使用者造成伤害的，应提供使用者可以随时终止运动的操作开关或操作装置，必要时应有紧急救援装置。

21.8.1.2 电控机械运动部件应有锁止装置，在任何情况下断电时，不应发生滑动。

21.8.2 试验或检验方法

采用目视和手动试验检验。

21.9 多种使用方式的控制

21.9.1 技术要求

21.9.1.1 有多种使用方式的器械，应采取措施防止因使用方式选择不当而产生危险。如钥匙操作开关、通路编码等。

21.9.1.2 选择使用方式过程中，不应引发机械运转，启动控制应单独操作。

21.9.1.3 对于每个规定的工作方式，应执行有关安全功能和（或）安全防护措施。应配备选择使用方式指示（如方式选择器位置、指示灯准备、显示器指示）。

21.9.2 试验或检验方法

通过实际操作检验。

22 标志和说明

22.1 标志

除了内部零部件的标志外，器械上的警示标志或其他标志应明显可见。

器械的标志应有耐久性。标志铭牌应固定在邻近各个引入电源外壳上，至少应包含下列信息：





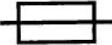






- 制造厂或供应商的名称或商标；
- 器械型号和名称；
- 电源性质；
- 额定电压或额定电压范围；
- 额定输入功率或额定电流。









用于室外的器械，标志应采用不锈钢或相应性能的材料，并具有与安全使用期限相匹配的耐久性。

22.2 图形符号

图形符号见表18。

表 18 图形符号

序号	符号	说明
1		直流电
2		交流电
3		交直流两用
4		三相交流电
5		熔断器
6		接地
7		保护接地
8		接机壳；接机架
9		等电位
10		通（电源）
11		断（电源）

序号	符号	说明
12		II类设备
13		危险电压
14		小心，烫伤
15		双位按钮控制的“按入”状态
16		双位按钮控制的“弹出”状态
17		灯；照明；照明设备
18		手册；技术说明书
19		警告

22.3 技术文件

应随器械提供下列文件：

- 器械用途；
- 技术规格；
- 使用说明；
- 电路接线图或原理图；
- 器械的维护与保养要求。

参 考 文 献

- [1] GB 7000.1—2007 灯具 第1部分：一般要求与试验
 - [2] GB/T 12325—2008 电能质量 供电电压偏差
 - [3] GB/T 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
 - [4] GB/T 5465.2—2008 电气设备用图形符号 第2部分：图形符号
 - [5] GB/T 7153 直热式阶跃型正温度系数热敏电阻器 第1部分：总规范(GB/T 7153—2002, IEC 60738—1:1998, IDT)
 - [6] GB/T 11021 电气绝缘 耐热分级
 - [7] GB 14472 电子设备用固定电容器 第14部分 分规范 抑制电源电磁干扰用固定电容器 (GB 14472—1998, IEC 60384—14:1993, IDT)
 - [8] GB/T 16273.1—2008 设备用图形符号 第1部分：通用符号
 - [9] GB/T 16935.1 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分：原理、要求和试验(GB/T 16935.1—1997, IEC 60664—1:1992, IDT)
 - [10] IEC 60112:2003 固体绝缘材料在潮湿条件下相比起痕指数和耐漏电指数的测定方法
 - [11] HJ 655—2013 环境空气颗粒物(PM₁₀和PM_{2.5})连续自动监测系统安装和验收技术规范
 - [12] GB 44246—2024 家用和类似用途电器、体育用品的电气部分及电玩具 安全技术规范
 - [13] GB/T 4706.1—2024 家用和类似用途电器的安全 第1部分：通用要求
-