

表 17 基本绝缘和附加绝缘的最小爬电距离 (续)

单位为毫米

有效值工作 电压 V/ 小于或等于	污染等级						
	1 ^a	2			3		
	材料组别						
	I、II、 Ⅲa、Ⅲb	I	II	Ⅲa、Ⅲb	I	II	Ⅲa、Ⅲb ^b
50	0.18	0.6	0.85	1.2	1.5	1.7	1.9
63	0.2	0.63	0.9	1.25	1.6	1.8	2.0
80	0.22	0.67	0.95	1.3	1.7	1.9	2.1
100	0.25	0.71	1.0	1.4	1.8	2.0	2.2
125	0.28	0.75	1.05	1.5	1.9	2.1	2.4
160	0.32	0.8	1.1	1.6	2.0	2.2	2.5
200	0.42	1.0	1.4	2.0	2.5	2.8	3.2
250	0.56	1.25	1.8	2.5	3.2	3.6	4.0
320	0.75	1.6	2.2	3.2	4.0	4.5	5.0
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	1.8	3.2	4.5	6.3	8.0	9.0	10
800	2.4	4.0	5.6	8.0	10	11	12.5
1000	3.2	5.0	7.1	10	12.5	14	16
1250	4.2	6.3	9.0	12.5	16	18	20
1600	5.6	8.0	11	16	20	22	25
2000	7.5	10	14	20	25	28	32
2500	10	12.5	18	25	32	36	40
3200	12.5	16	22	32	40	45	50
4000	16	20	28	40	50	56	63
5000	20	25	36	50	63	71	80
6300	25	32	45	63	80	90	100
8000	32	40	56	80	100	110	125
10000	40	50	71	100	125	140	160
12500	50	63	90	125			
16000	63	80	110	160			
20000	80	100	140	200			
25000	100	125	180	250			
32000	125	160	220	320			

表 17 基本绝缘和附加绝缘的最小爬电距离 (续)

单位为毫米

有效值工作 电压 V/ 小于或等于	污染等级						
	1 ^a	2			3		
	材料组别						
	I、II、 III a、III b	I	II	III a、III b	I	II	III a、III b ^b
40000	160	200	280	400			
50000	200	250	360	500			
63000	250	320	450	600			
允许在最近的两点之间使用线性内插法,计算所得的最小爬电距离进位到小数点后 1 位,或下一行的数值,取其中较小者							
对加强绝缘,对计算所得的基本绝缘的数值加倍后,再进位到小数点后 1 位,或将下一行的数值加倍							
^a 如果样品通过 5.4.1.5.2 的试验,则可以使用污染等级 1 的数值。							
^b 对污染等级 3 且有效值工作电压高于 630V 的应用场合不宜使用材料组别 III b。							

表 18 频率大于 30kHz 且小于或等于 400kHz 时爬电距离的最小值

单位为毫米

电压 kV	30kHz < f ≤ 100kHz	100kHz < f ≤ 200kHz	200kHz < f ≤ 400kHz
0.1	0.0167	0.02	0.025
0.2	0.042	0.043	0.05
0.3	0.083	0.09	0.1
0.4	0.125	0.13	0.15
0.55	0.183	0.23	0.25
0.6	0.267	0.38	0.4
0.7	0.358	0.55	0.68
0.8	0.45	0.8	1.1
0.9	0.525	1.0	1.9
1	0.6	1.15	3
表格中的爬电距离值适用于污染等级 1。对污染等级 2,应使用倍增系数 1.2,对污染等级 3,应使用倍增系数 1.4 允许使用线性内插法,所得结果进位到前一位有效数字			
表 18 中给出的数据(来自 GB/T16935.4—2011 中表 2)未考虑电痕化现象的影响。如果考虑这点,需要考虑表 17。因此,如果表 18 的数值小于表 17 的数值,则使用表 17 的数值			

5.4.4 固体绝缘

5.4.4.1 基本要求

本条的要求适用于固体绝缘,包括用作绝缘的化合物和凝胶材料。

固体绝缘不得由于下列原因而造成击穿:

- 由于进入设备的过电压,包括瞬态电压,以及设备内可能产生的峰值电压;和
- 由于薄层绝缘的针孔。

除 G.6.2 规定外,漆涂层不得作为基本绝缘、附加绝缘或加强绝缘来使用。

除印制板外,固体绝缘应:

- 符合 5.4.4.2 规定的最小绝缘穿透距离;或
- 按适用的情况,满足 5.4.4.3~5.4.4.7 的要求并通过试验。

作为固体绝缘使用的玻璃应符合 T.9 规定的玻璃冲击试验。表面材料的损坏、不使电气间隙减小到规定值以下的小凹坑、表面裂纹等忽略不计。如果出现穿通裂纹,则不得使电气间隙和爬电距离减小到规定值以下。

对印制板,见 G.13。对天线端子,见 5.4.5。对内部布线的固体绝缘,见 5.4.6。

5.4.4.2 最小绝缘穿透距离

除非第 5 章的其他条款适用,否则应根据绝缘的应用场合和下列规定(见图 O.15 和图 O.16)来确定绝缘穿透距离的尺寸。

- 如果工作电压不超过 ES2 的电压限值,则对绝缘穿透距离没有要求。
- 如果工作电压超过 ES2 的电压限值,则采用下列规则:
 - 对基本绝缘,不规定最小绝缘穿透距离;
 - 对由单层构成的附加绝缘或加强绝缘,最小绝缘穿透距离应为 0.4mm;
 - 对由多层构成的附加绝缘或加强绝缘,最小绝缘穿透距离应符合 5.4.4.6。

5.4.4.3 构成固体绝缘的绝缘化合物

如果满足以下要求,则没有最小内部电气间隙或爬电距离的要求:

- 绝缘化合物完全填满元器件或组件,包括半导体器件(例如,光电耦合器)的壳体;和
- 该元器件或组件满足 5.4.4.2 的最小绝缘穿透距离;和
- 其中一个样品通过 5.4.1.5.2 的试验。

注:这种处理的一些例子就是众所周知的各种密封、封装和真空灌注。

这种结构如果包含黏合接缝,也应符合 5.4.4.5。

对半导体器件的替代要求在 5.4.4.4 中给出。

对印制板,见 G.13,对绕组元器件,见 5.4.4.7。

通过切开样品来检查是否合格。在绝缘材料上不得有可见的孔隙。

5.4.4.4 半导体器件的固体绝缘

对由绝缘化合物完全填满半导体器件(例如,光电耦合器)的壳体构成的附加绝缘或加强绝缘,如果该元器件满足下列要求,则没有最小内部电气间隙或爬电距离的要求,也没有最小绝缘穿透距离的要求:

- 通过 5.4.7 的型式试验和检查合格;以及按 5.4.9.2 的适当试验通过制造期间的抗电强度例行试验;或

—符合 G.12。

这种结构如果包含黏合接缝,也应符合 5.4.4.5。

作为替代,可以按 5.4.4.3来评定半导体器件。

5.4.4.5 构成黏合接缝的绝缘化合物

以下规定了绝缘化合物在两个非导电零部件之间,或在另一个非导电零部件和绝缘化合物本身之间构成黏合接缝时的要求。这些要求不适用于符合 IEC60747-5-5:2007要求的光电耦合器。

如果导电零部件之间的路径填有绝缘化合物,且该绝缘化合物在两个非导电零部件之间,或在一个非导电零部件和绝缘化合物本身之间构成黏合接缝(见图 O.14、图 O.15和图 O.16),则采用下列 a)、b) 或 c)之一的要求。

- a) 沿两个导电零部件之间的路径距离应不小于对污染等级 2的最小电气间隙和爬电距离。5.4.4.2的绝缘穿透距离的要求不适用于沿黏合接缝的方向。
- b) 沿两个导电零部件之间的路径距离应不小于对污染等级 1的最小电气间隙和爬电距离。此外,一个样品应通过 5.4.1.5.2的试验。5.4.4.2的绝缘穿透距离的要求不适用于沿黏合接缝的方向。
- c) 5.4.4.2的绝缘穿透距离的要求适用于沿接缝方向的导电零部件之间。此外,三个样品应通过 5.4.7的试验。

对上述 a) 和 b),如果所涉及的材料具有不同的材料组别,则使用最不利的情况。如果材料组别是未知的,则应认为是材料组别 IIIb。

对上述 b) 和 c),如果在 5.4.1.4的温度试验期间测得的印制板的温度不超过 90℃,则 5.4.1.5.2和 5.4.7的试验不适用于用预浸材料制成的印制板的内部各层。

注:黏合接缝的一些例子如下:

- 两个非导电的零部件胶合在一起(例如,多层板中的两层,见图 O.14),或由黏合剂固定中部隔板的变压器的分隔式骨架(见图 O.16);
- 绕组线上的绕包绝缘,用黏合性绝缘化合物封接就是 PD1的例子;或
- 在光电耦合器非导电零部件(外壳)和绝缘化合物本身之间的接缝(见图 O.15)。

5.4.4.6 薄层材料

5.4.4.6.1 基本要求

对用作基本绝缘的薄层材料绝缘,没有尺寸和结构要求。

注:对薄层材料进行抗电强度试验的装置在图 29中规定。

如果符合下列要求,薄层材料绝缘可以用作附加绝缘和加强绝缘,无需考虑绝缘穿透距离:

- 使用两层或更多层;和
- 绝缘在设备外壳的内部;和
- 在一般人员或受过培训的人员维修期间,绝缘不会受到触碰或磨损;和
- 满足 5.4.4.6.2(对各层是可分离的)或 5.4.4.6.3(对各层是不可分离的)的要求和试验。

不要求两层或更多层全都固定在同一个导电零部件上。两层或更多层可以按下列方式固定:

- 固定在要求隔离的各导电零部件中的一个导电零部件上;或
- 在两个导电零部件之间均分;或
- 不固定在任一导电零部件上。

对三层或更多层不可分离的薄层材料的绝缘:

- 不要求最小绝缘穿透距离;和
- 绝缘的每一层不一定是相同的材料。

5.4.4.6.2 可分离的薄层材料

除了 5.4.4.6.1 的要求外,还需满足:

- 由两层材料构成的附加绝缘,每一层应通过附加绝缘的抗电强度试验;或
- 由三层材料构成的附加绝缘,任意两层的组合都应通过附加绝缘的抗电强度试验;或
- 由两层材料构成的加强绝缘,每一层应通过加强绝缘的抗电强度试验;或
- 由三层材料构成的加强绝缘,任意两层的组合都应通过加强绝缘的抗电强度试验。

如果使用三层以上的绝缘材料,则可将层数分为两组或三组。每一组应通过相应绝缘的抗电强度试验。

在一层或一组上进行的试验不需要在同样的层或组上重复。

不要求所有的绝缘层都使用相同的材料和厚度。

5.4.4.6.3 不可分离的薄层材料

对由不可分离的薄层材料构成的绝缘,除了 5.4.4.6.1 的要求外,还要采用表 19 的试验程序。不要求所有的绝缘层都使用相同的材料和厚度。

通过检查以及通过表 19 规定的试验来检验是否合格。

表 19 不可分离的绝缘层的试验

层数	试验程序
附加绝缘	
两层或更多层:	采用 5.4.4.6.4 的试验程序
加强绝缘	
两层:	采用 5.4.4.6.4 的试验程序
三层或更多层:	采用 5.4.4.6.4 和 5.4.4.6.5 ^a 的试验程序
注: 5.4.4.6.5 试验的目的是要确保不可分离的薄层材料隐藏在内层绝缘时具有足够的抗损坏强度。因此,该试验对采用两层的绝缘不适用。5.4.4.6.5 的试验不适用于附加绝缘。	
^a 如果绝缘和绕组线是一个整体,则该试验不适用。	

5.4.4.6.4 不可分离的薄层材料的标准试验程序

对不可分离的层,所有层一起按 5.4.9.1 的规定进行抗电强度试验。试验电压为:

- 如果使用两层,200%的 $U_{\text{试验}}$;或
- 如果使用三层或更多层,150%的 $U_{\text{试验}}$ 。

其中 $U_{\text{试验}}$ 是 5.4.9.1 中按适用的情况规定的对附加绝缘或加强绝缘的试验电压。

注:除非所有层使用相同的材料和具有相同的厚度,否则试验电压有可能不能平均分配在各层,导致单层绝缘击穿,而该单层绝缘如果单独试验有可能通过抗电强度试验。

5.4.4.6.5 卷轴试验

以下规定了由不可分离的三层或更多层薄层绝缘材料构成的加强绝缘的试验要求。

注:本试验是以 IEC61558-1 为依据,并能给出同样的试验结果。

使用三个试验样品,每一个单独的样品由构成加强绝缘的三层或更多层不可分离的薄层材料构成。将一个样品固定到图 25 给出的试验夹具的卷轴上,应按图 26 所示固定。

单位为毫米

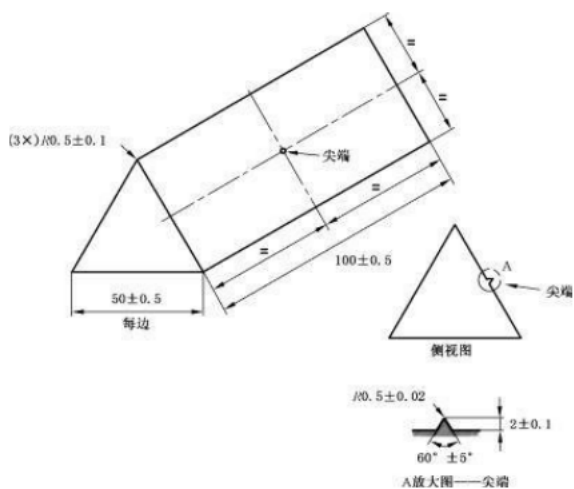


图 25 卷轴

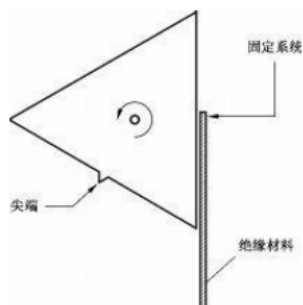
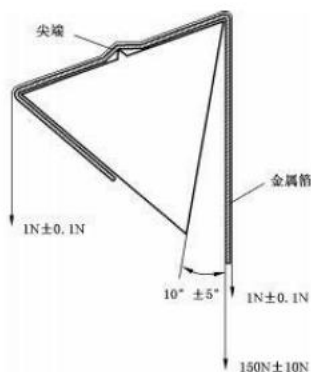


图 26 卷轴的起始位置



卷轴的最终位置是从起始位置旋转 $230^{\circ} \pm 5^{\circ}$

图 27 卷轴的最终位置

使用适当的夹紧装置,将拉力施加在样品的自由端。按下列规定旋转卷轴:

- 从起始位置(图 26)旋转到最终位置(图 27)然后返回;
- 第二次从起始位置旋转到最终位置。

如果在旋转过程中,样品在卷轴或夹紧装置的固定处出现了破裂,不认为试验不合格。如果样品在任何其他地方出现破裂,则认为试验不合格。

在上述试验后,沿样品表面放置一片 $0.035\text{ mm} \pm 0.005\text{ mm}$ 厚、至少 200 mm 长的金属箔,使其在卷轴的每一边悬挂下来(见图 27)。金属箔与样品接触的表面应是导电的,不得带有氧化层或其他绝缘层。金属箔放置的位置要使其边缘距离样品的边缘不小于 18 mm(见图 28)。然后将两个相等质量的重物,在金属箔的每一端分别用适当的夹紧装置夹紧,使金属箔拉紧。

单位为毫米

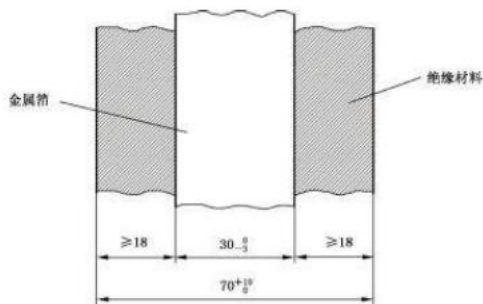


图 28 金属箔在绝缘材料上的位置

当卷轴处在其最终位置时,而且是在到达最终位置后 60s 内,在卷轴和金属箔之间按 5.4.9.1 的规

定进行抗电强度试验。试验电压值是 $150\%U_{\text{试验}}$,但不小于 5kV (有效值)。 $U_{\text{试验}}$ 是 5.4.9.1 规定的按适用情况对应加强绝缘的试验电压。

该试验在其他两个样品上重复进行。

5.4.4.7 绕组组件中的固体绝缘

绕组组件中的基本绝缘、附加绝缘或加强绝缘可以由下列绝缘来提供：

- 在绕组组件上的绝缘(见 G.5);或
- 在其他线上的绝缘(见 G.6);或
- 上面这两种绝缘的组合。

包含黏合接缝的绕组组件也应符合 5.4.4.5。

平面变压器应符合 G.13 的要求。

5.4.4.8 合格判据

通过检查和测量,符合附录 O 的要求,并通过 5.4.9.1 的抗电强度试验,以及按适用的情况,通过 5.4.4.2~5.4.4.7 要求的附加试验,来检验固体绝缘是否充分满足 5.4.4.2~5.4.4.7 的要求。

5.4.4.9 频率高于 30kHz 时的固体绝缘的要求

固体绝缘是否适当应按下列规定来确定。

- 确定该绝缘材料在电网电源供电频率下的击穿电场强度值 E_p ,单位为 kV/mm (有效值)。可以使用如下之一的方法确定 E_p ：

- 由制造商基于材料制造商的数据声明的数值；或
- 表 20 中所列的数值；
- 进行 GB/T1408.1 规定的试验所得到的数值；

由制造商负责确定该数值。

- 确定绝缘材料在表 21 或表 22 的适用的频率下,击穿电场强度的减小系数 K_R 。如果该种材料不是表 21 或表 22 所列材料,则按适用的情况,使用表 21 或表 22 最后一行的平均减小系数。
- 用 E_p 值乘以减小系数 K_R ,确定在适用频率下的击穿电场强度值 E_F 。

$$E_F = E_p \times K_R$$

—用 E_F 值乘以绝缘材料的总厚度 d (单位为 mm),确定绝缘材料的实际抗电强度 V_W 。

$$V_W = E_F \times d$$

- 对基本绝缘或附加绝缘, V_W 应超过所测得的高频工作电压的峰值 V_{PW} 20%。

$$V_W > 1.2 \times V_{PW} / 1.41$$

- 对加强绝缘, V_W 应超过 2 倍所测得的高频工作电压的峰值 V_{PW} 20%。

$$V_W > 1.2 \times 2 \times V_{PW} / 1.41$$

作为以上的替代,可以按照 5.4.9.1 进行抗电强度试验,以电网电源频率进行试验的电压应按以下规定：

- 对基本绝缘： $1.2 \times V_{PW} / K_R$ ；
- 对加强绝缘： $1.2 \times 2 \times V_{PW} / K_R$ 。

不得出现击穿。

表 20 一些常用材料的击穿电场强度 E_p

材料	击穿电场强度 E_p kV/mm				
	材料厚度 mm				
	0.75	0.08	0.06	0.05	0.03
瓷 ^a	9.2	—	—	—	—
硅玻璃 ^a	14	—	—	—	—
酚醛 ^a	17	—	—	—	—
陶瓷 ^a	19	—	—	—	—
聚四氟乙烯 ^a	27	—	—	—	—
三聚氰胺玻璃 ^a	27	—	—	—	—
云母 ^a	29	—	—	—	—
纸质酚醛树脂 ^a	38	—	—	—	—
聚乙烯 ^b	49	—	—	52	—
聚苯乙烯 ^c	55	65	—	—	—
玻璃 ^a	60	—	—	—	—
聚酰亚胺 ^a	303	—	—	—	—
FR5 30 L ^a	33	—	—	—	—
云母填料的酚醛	28	—	—	—	—
玻璃硅层压板 ^a	18	—	—	—	—
乙酰丁酸酯纤维素 ^d	—	—	120	—	210
聚碳酸酯 ^d	—	—	160	—	270
三醋酸基纤维素 ^d	—	—	120	—	210
注：表中没有的数据和表中未列的其他材料的数据正在考虑中。					
^a 对特定材料的击穿电场强度,0.75 mm 厚度的 E_p 值可以用于所有厚度。 ^b 0.05 mm 厚度的 E_p 值用于等于或小于 0.05 mm 厚度的绝缘。0.75 mm 厚度的 E_p 值用于其他厚度的绝缘。 ^c 0.08 mm 厚度的 E_p 值用于等于或小于 0.08 mm 厚度的绝缘。0.75 mm 厚度的 E_p 值用于其他厚度的绝缘。 ^d 0.03 mm 厚度的 E_p 值用于等于或小于 0.03 mm 厚度的绝缘。0.06 mm 厚度的 E_p 值用于大于 0.03 mm,且小于或等于 0.06 mm 厚度的绝缘。					

表 21 在较高频率下击穿电场强度 E_p 值的减小系数

材料 ^a	频率 kHz										
	30	100	200	300	400	500	1000	2000	3000	5000	10000
	减小系数/ K_0										
瓷	0.52	0.42	0.40	0.39	0.38	0.37	0.36	0.35	0.35	0.34	0.30
硅玻璃	0.79	0.65	0.57	0.53	0.49	0.46	0.39	0.33	0.31	0.29	0.26
酚醛	0.82	0.71	0.53	0.42	0.36	0.34	0.24	0.16	0.14	0.13	0.12
陶瓷	0.78	0.64	0.62	0.56	0.54	0.51	0.46	0.42	0.37	0.35	0.29
聚四氟乙烯	0.57	0.54	0.52	0.51	0.48	0.46	0.45	0.44	0.41	0.37	0.22
三聚氰胺玻璃	0.48	0.41	0.31	0.27	0.24	0.22	0.16	0.12	0.10	0.09	0.06
云母	0.69	0.55	0.48	0.45	0.41	0.38	0.34	0.28	0.26	0.24	0.20
纸质酚醛树脂	0.58	0.47	0.40	0.32	0.26	0.23	0.16	0.11	0.08	0.06	0.05
聚乙烯	0.36	0.28	0.22	0.21	0.20	0.19	0.16	0.13	0.12	0.12	0.11
聚苯乙烯	0.35	0.22	0.15	0.13	0.13	0.11	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06
玻璃	0.37	0.21	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08	0.06	0.05	0.05	0.04
其他材料	0.43	0.35	0.30	0.27	0.25	0.24	0.20	0.17	0.16	0.14	0.12
如果频率在任意两列之间,则应使用下一列减小系数的值或者可以在邻近的两列间使用对数内插法,计算得到的值四舍五入到小数点后两位											
^a 本数据是对应 0.75 mm 厚的材料。											

表 22 在较高频率下薄片材料击穿电场强度 E_p 值的减小系数

材料	频率 kHz										
	30	100	200	300	400	500	1000	2000	3000	5000	10000
	减小系数/ K_0										
乙酰丁酸酯纤维素 (0.03 mm)	0.67	0.43	0.32	0.27	0.24	0.20	0.15	0.11	0.09	0.07	0.06
乙酰丁酸酯纤维素 (0.06 mm)	0.69	0.49	0.36	0.30	0.26	0.23	0.17	0.13	0.11	0.08	0.06
聚碳酸酯 (0.03 mm)	0.61	0.39	0.31	0.25	0.23	0.20	0.14	0.10	0.08	0.06	0.05
聚碳酸酯 (0.06 mm)	0.70	0.49	0.39	0.33	0.28	0.25	0.19	0.13	0.11	0.08	0.06

表 22 在较高频率下薄片材料击穿电场强度 E_p 值的减小系数(续)

材料	频率 kHz										
	30	100	200	300	400	500	1000	2000	3000	5000	10000
	减小系数 / K_R										
三醋酸纤维素 (0.03 mm)	0.67	0.43	0.31	0.26	0.23	0.20	0.14	0.10	0.09	0.07	0.06
三醋酸纤维素 (0.06 mm)	0.72	0.50	0.36	0.31	0.27	0.23	0.17	0.13	0.10	0.10	0.06
其他薄膜材料	0.68	0.46	0.34	0.29	0.25	0.22	0.16	0.12	0.10	0.08	0.06
如果频率在任意两列之间,则应使用下一列减小系数的值或者可以在邻近的两列间使用对数内插法,计算得到的值四舍五入到小数点后两位											

5.4.5 天线端子绝缘

5.4.5.1 基本要求

下列部位之间的绝缘应能承受在天线端子上的静电放电:

- 电网电源端子与天线端子之间,以及
- 电网电源端子与给其他带有天线端子的设备提供非电网电源供电电压的外部电路端子之间。

使用同轴电缆的有线网络天线同轴插座与设备的保护接地电路之间应满足基本绝缘的绝缘电阻要求。如果带有有线网络天线同轴插座的 II 类设备可以通过其他端子与 I 类设备的地连接,则该天线同轴插座与任何其他连接端子之间也应满足基本绝缘的绝缘电阻要求。

如果有线网络天线在接入到设备前已经与设备的保护地隔离,那么设备的有线网络天线同轴插座与设备的保护接地电路之间没有绝缘要求,但应满足 F.4 的要求。

5.4.5.2 试验方法

样品应承受来自 D.2 的天线接口试验发生器(电路 3)的 50 次放电,每分钟不超过 12 次, U_c 等于 10 kV。设备应放置在绝缘的表面上。天线接口试验发生器的输出应与连接在一起的天线端子和连接在一起的电网电源端子相连。如果设备具有给其他带有天线端子的设备提供非电网电源供电电压的外部电路,则试验发生器要与连接在一起的电网电源端子和连接在一起的外部电路端子相连,重复进行试验。试验期间设备不通电。

注:试验人员要注意,在试验期间不要接触设备。

5.4.5.3 合格判据

通过用直流 500 V 测量绝缘电阻来检验是否合格。

如果在 1 min 后测得的绝缘电阻不小于表 23 的规定值,则认为设备符合要求。

表 23 绝缘电阻值

零部件之间的绝缘要求	绝缘电阻 MΩ
用基本绝缘或附加绝缘隔离的零部件之间	2
用双重绝缘或加强绝缘隔离的零部件之间	4

作为上述的替代,可以根据适用情况,通过按照 5.4.9.1 对基本绝缘或加强绝缘的抗电强度试验来检验是否合格。试验电压应是按方法 1、2 和 3 确定的试验电压中的最高值。不得出现绝缘击穿。

5.4.6 作为附加安全防护一部分的内部导线的绝缘

本条的要求适用于内部导线的绝缘单独能满足基本绝缘要求,但不满足附加绝缘要求的应用场合。如果导线绝缘是用作附加绝缘系统的一部分,而且该导线绝缘是一般人员可触及的,则:

- 该导线绝缘是不需要一般人员来处理的;和
- 导线所处的位置使一般人员不可能对它进行拉扯,或对导线所做的固定应使其连接点不承受应力;和
- 导线的走线路径和所做的固定应使其不接触未接地的可触及导电零部件;和
- 导线绝缘能通过 5.4.9.1 对附加绝缘的抗电强度试验;和
- 导线绝缘穿透距离应至少为表 24 的规定值。

表 24 内部导线的绝缘穿透距离

工作电压/V 如果基本绝缘失效		最小绝缘穿透距离 mm
峰值或直流	正弦波形有效值	
> 71 ~ ≤ 350	> 50 ~ ≤ 250	0.17
> 350	> 250	0.31

通过检查和测量,以及通过 5.4.9.1 的试验来检验是否合格。

5.4.7 半导体元件和黏合接缝的试验

3 个样品承受 5.4.1.5.3 的热循环试验。在对一个黏合的接缝进行试验前,元器件中使用的任何漆包绕组线可用金属箔或用少量裸导线的线匝代替,并靠近黏合的接缝放置。

然后 3 个样品按下列规定进行试验:

- 其中 1 个样品在热循环期间的最后一个周期($T_1 \pm 2$) °C 的温度后,立即承受 5.4.9.1 的抗电强度试验,但试验电压要乘以 1.6 倍;和
- 另外两个样品在 5.4.8 的湿热处理后承受 5.4.9.1 的相关的抗电强度试验,但试验电压要乘以 1.6 倍。

通过试验和以下检查来检验是否合格。

除了在印制板同一内表面的黏合的接缝外,通过检查横截面来检验是否合格,绝缘材料上应无可见的孔隙、裂口或裂缝。

对印制板同一内表面的导体间的绝缘以及多层印制板不同表面的导体间的绝缘,通过外部目视检查来检验是否合格。不得出现分层。

5.4.8 湿热处理

湿热处理应在空气温度为 $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 $(93 \pm 3)\%$ 的湿热箱或室内进行 120h。在湿热处理期间,元器件或组件不通电。

对预定不在热带气候条件下使用的设备,湿热处理应在空气相对湿度为 $(93 \pm 3)\%$ 的湿热箱或室内进行 48h。在能放置样品的所有位置上,空气温度应保持在 $20^\circ\text{C} \sim 30^\circ\text{C}$ 之间不会产生凝露的任一方便的温度值 $(t \pm 2)^\circ\text{C}$ 范围内。

在湿热处理前,要使样品的温度达到规定的温度 t 和 $(t+4)^\circ\text{C}$ 之间的温度。

注:预定在海拔 2000 m 以上至 5000 m 使用的设备,考核其绝缘材料特性所需要进行的预处理的条件和要求正在考虑中。在未得到另外的数据之前,可以使用 2000 m 以下的预处理的条件和要求。

5.4.9 抗电强度试验

5.4.9.1 固体绝缘型式试验的试验程序

除非另有规定,符合性要按如下之一的规定来检验:

一在 5.4.1.4 的温度试验后立即进行;或

一如果元器件或组件在设备外单独进行试验,则在进行抗电强度试验前,要使元器件或部件的温度达到在 5.4.1.4 的温度试验期间该零部件达到的温度(例如,将元器件或部件放在烘箱内)。

作为替代,对附加绝缘或加强绝缘的薄层材料允许在室温下进行试验。

除非另有规定,基本绝缘、附加绝缘或加强绝缘的抗电强度试验电压是下列三种方法中的最高的试验电压值:

一方法 1:使用要求的耐压(根据来自交流电网电源或直流电网电源,或来自外部电路的瞬态电压来确定),按表 25 确定试验电压。

一方法 2:使用跨在电气间隙上的工作电压的峰值或重复性峰值电压中的较高者,按表 26 确定试验电压。

一方法 3:使用标称交流电网电源电压(包含暂态过电压),按表 27 确定试验电压。

绝缘要按下列规定承受最高的试验电压:

一施加频率为 50 Hz 或 60 Hz、基本上为正弦波形的交流电压;或

一按以下规定的时间施加直流电压。

施加到受试绝缘上的电压从零逐渐升高到规定的电压,并在该电压值上保持 60s(对例行试验,见 5.4.9.2)。

必要时,绝缘应连同与绝缘表面接触在一起的金属箔一同试验。本试验方法限于绝缘可能是薄弱的部位(例如,在绝缘下面有尖锐的金属棱边的部位)。如果实际可行,绝缘衬里要单独进行试验。要注意放置金属箔的位置,使绝缘的边缘不发生闪络。如果使用黏合性金属箔,则黏合剂应是导电的。

为了避免损坏与本试验无关的元器件或绝缘,可以将 IC 或类似的电路断开,也可以采用等电位连接。试验时,符合 G.8 的压敏电阻器可以拆除。

对包含有基本绝缘和附加绝缘与加强绝缘并联的设备,要注意施加到加强绝缘上的电压不要使基本绝缘或附加绝缘承受过高的电压应力。

如果电容器与受试绝缘并联(例如,射频滤波电容器)并且可能影响试验结果,则应使用直流试验电压。

与受试绝缘并联提供直流通路的元器件,例如滤波电容器的放电电阻器和限压器件可以断开。

如果变压器绕组的绝缘是按 5.4.1.6 沿绕组的长度而改变的,则要使用对绝缘施加相应应力的抗电强度试验方法。

示例:这种试验方法的例子是,在频率足够高以避免变压器磁饱和的条件下进行的感应电压试验。输入电压要升

高到能感应出等于要求的试验电压的输出电压。

表 25 基于瞬态电压的抗电强度试验电压

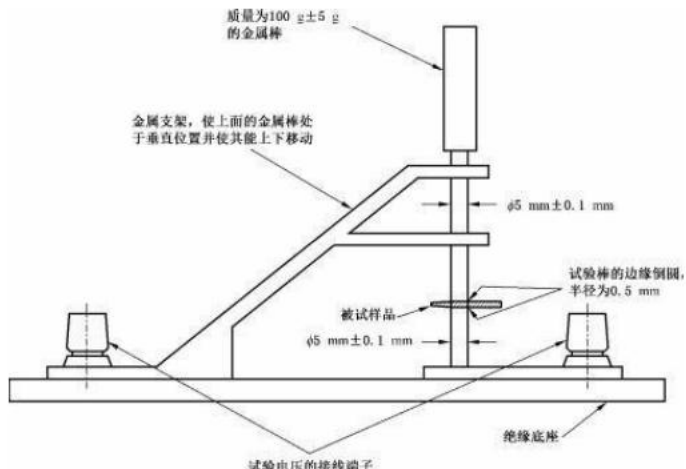
要求的耐压(峰值)/kV 小于或等于	基本绝缘或附加绝缘的试验电压 (峰值或直流) kV	加强绝缘的试验电压 (峰值或直流) kV
0.33	0.33	0.5
0.5	0.5	0.8
0.8	0.8	1.5
1.5	1.5	2.5
2.5	2.5	4
4	4	6
6	6	8
8	8	12
12	12	18
U_R^a	U_R^a	$1.5 \times U_R^a$
允许在最近的两点之间使用线性内插法		
^a U_R 是高于 12 kV 的任何要求的耐压。		

表 26 基于工作电压的峰值和重复性峰值电压的抗电强度试验电压

电压(峰值)/kV 小于或等于	基本绝缘或附加绝缘的试验电压 (峰值或直流) kV	加强绝缘的试验电压 (峰值或直流) kV
0.33	0.43	0.53
0.5	0.65	0.8
0.8	1.04	1.28
1.5	1.95	2.4
2.5	3.25	4
4	5.2	6.4
6	7.8	9.6
8	10.4	12.8
12	15.6	19.2
U_P^a	$1.3 \times U_P^a$	$1.6 \times U_P^a$
允许在最近的两点之间使用线性内插法		
^a U_P 是高于 12 kV 的任何电压。		

表 27 基于暂态过电压的抗电强度试验电压

标称电网电源电压(有效值) V	基本绝缘或附加绝缘的试验电压 (峰值或直流) kV	加强绝缘的试验电压 (峰值或直流) kV
≤250	2	4
>250~≤600	2.5	5



注：薄层绝缘材料可以使用本装置进行测试。当应用试验夹具时，确保试验样品的直径足够大以防止沿边缘击穿。

图 29 固体绝缘抗电强度试验装置示例

试验期间应无绝缘击穿。当由于加上试验电压而引起的电流以失控的方式迅速增大，即绝缘无法限制电流时，则认为已发生绝缘击穿。电晕放电或单次瞬间闪络不认为是绝缘击穿。

5.4.9.2 例行试验的试验程序

当需要时，除下列不同外，按 5.4.9.1 进行例行试验：

- 试验可以在室温条件下进行；和
- 抗电强度试验的持续时间应为 1s~4s；和
- 试验电压可以减小 10%。

注：IEC62911 中规定了设备的例行试验。

试验期间应无绝缘击穿。当由于加上试验电压而引起的电流以失控的方式迅速增大，即绝缘无法限制电流时，则认为已发生绝缘击穿。电晕放电或单次瞬间闪络不认为是绝缘击穿。

5.4.10 来自外部电路的瞬态电压的安全防护

5.4.10.1 要求

在预定与表 13 中 ID1、图 30 所说明的外部电路连接的电路和以下部分之间应提供足够的电气

隔离。

- 在正常使用中,设备上需要抓握或另外需要与人体保持持续接触的非导电零部件和未接地的导电零部件(例如,电话听筒或耳机,或者便携式电脑或笔记本电脑的支撑手掌的表面)。
- 可触及零部件和电路,但在正常使用时用 V. 3 的钝头试具触及不到的连接器的针脚除外。
- 与预定和外部电路连接的电路隔离的另一个 ES1 或 ES2 的零部件。无论 ES1 或 ES2 的零部件是否是可触及的,隔离要求都适用。

如果经过电路分析和设备研究表明,已通过其他方式来确保提供了足够的保护(例如:在两个分别与保护接地作永久性连接的电路之间),则这些要求不适用。

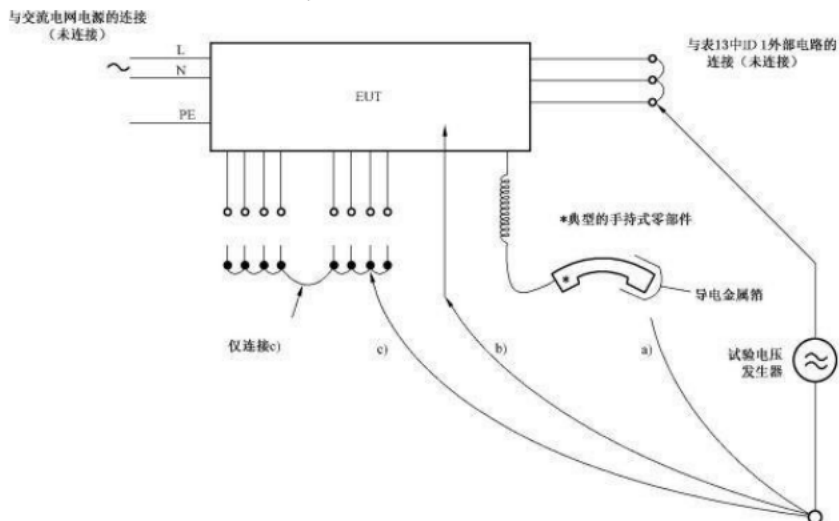


图 30 试验电压的施加点

5.4.10.2 试验方法

5.4.10.2.1 基本要求

通过 5.4.10.2.2 或 5.4.10.2.3 的试验来检查隔离情况。

注：在澳大利亚, 5.4.10.2.2 和 5.4.10.2.3 的试验都适用。

试验期间：

- 预定要与外部电路连接的所有导体, 包括可能与外部电路中的地连接的任何导体都要连接在一起; 和
- 预定要与其他外部电路连接的所有导体也都要连接在一起。

5.4.10.2.2 脉冲试验

电气隔离承受 10 次交替极性的脉冲。连续脉冲之间的时间间隔是 60s。 U_c 是电容器需要被充电的电压值。

注：在澳大利亚, 对手持电话机和送受话器在 5.4.10.1a) 的情况下 U_c 为 7.0kV, 对其他设备 U_c 为 2.5kV。7kV 脉冲模拟典型的郊区和半郊区网络线上的雷电冲击。

5.4.10.2.3 稳态试验

电气隔离按 5.4.9.1 承受抗电强度试验,试验电压按表 28。

注:在澳大利亚,对 5.4.10.1a) 的情况,稳态试验电压为 3kV,对 5.4.10.1b) 和 c) 的情况,稳态试验电压是 1.5kV。这些值是考虑了来自电源分配系统的低频感应电压确定的。

表 28 抗电强度试验的试验值

零部件	脉冲试验(按附录 D)		稳态试验
	U _c	试验发生器	
5.4.10.1a) 所指的零部件 ^a	2.5kV	电路 1	1.5kV
5.4.10.1b) 和 c) 所指的零部件 ^b	1.5kV	电路 1 ^c	1.0kV
^a 不得拆除浪涌抑制器。 ^b 如果浪涌抑制器作为设备外单独的元器件通过了 5.4.10.2.2 的脉冲试验,则可以拆除浪涌抑制器。 ^c 此试验期间,允许浪涌抑制器动作,允许 GDT 产生火花放电。			

5.4.10.3 合格判据

在 5.4.10.2.2 和 5.4.10.2.3 的试验期间:

- 不得有绝缘击穿;和
- 除了表 28 脚注 c) 指出的以外,浪涌抑制器不得动作,或 GDT 内不得产生火花放电。

对抗电强度试验,当由于加上试验电压而引起的电流以失控的方式迅速增大,则认为已发生绝缘击穿。

对脉冲试验,按以下两种方法之一确认绝缘是否击穿:

- 在脉冲施加期间,观察示波器波形,通过波形形状判断是浪涌抑制器动作还是绝缘被击穿。
- 在施加所有脉冲后,进行绝缘电阻试验。测量绝缘电阻时允许将浪涌抑制器断开。试验电压是 500V 直流,或者,如果浪涌抑制器保持在位,用小于浪涌抑制器动作电压或起弧电压 10% 的电压作为试验电压。绝缘电阻不得小于 2 MΩ。

5.4.11 外部电路和地之间的隔离

5.4.11.1 基本要求

这些要求仅适用于预定与表 13 中 ID1 所说明的外部电路连接的设备。

这些要求不适用于:

- 永久连接式设备;或
- B 型可插式设备;或
- 驻立式 A 型可插式设备,这些设备预定要在具有等电位连接的场所(例如,通信中心、专用计算机房或受限接触区)使用,并具有要求由熟练技术人员来确认输出插座保护接地连接的安装说明;或
- 驻立式 A 型可插式设备,这些设备具有永久连接的保护接地导体,包括要求由熟练技术人员将该保护接地导体安装到建筑物接地点的说明。

5.4.11.2 要求

预定要和上述外部电路连接的电路与在某些应用时要在 EUT 内或通过其他设备接地的任何零部

件或电路之间应有隔离。

桥接在预定与外部电路连接的 ES1 或 ES2 电路和地之间的隔离上的 SPD 应具有式 (1) 规定的最小额定动作电压 U_{op} (例如, 气体放电管的击穿电压) :

$$U_{op} = U_{peak} + \Delta U_{sp} + \Delta U_{sa} \quad \dots \dots \dots (1)$$

式中:

U_{peak} —下列数值之一:

- 对预定要安装在交流电网电源的标称电压超过 130V 区域的设备: 360V;
- 对所有其他设备: 180V。

ΔU_{sp} —由于 SPD 制造中的误差造成的额定动作电压的最大负偏差, 用标称额定动作电压减去最小额定动作电压得到。如果 SPD 制造商未规定该值, 则 ΔU_{sp} 应取该 SPD 额定动作电压的 10%。

ΔU_{sa} —由于在设备预期寿命内 SPD 老化造成的额定动作电压的变化量, 用额定动作电压减去老化后的最小动作电压得到。如果 SPD 制造商未规定该值, 则 ΔU_{sa} 应取该 SPD 额定动作电压的 10%。

($\Delta U_{sp} + \Delta U_{sa}$) 可以由元器件制造商提供的一个单独的数值。

5.4.11.3 试验方法和合格判据

通过检查和通过 5.4.9.1 的抗电强度试验来检验是否合格。试验电压为表 25 中基于设备的电网电源电压的要求的耐压确定的对基本绝缘或附加绝缘的试验电压。

抗电强度试验期间, 除电容器外, 桥接绝缘的元器件可以拆除。保留在位的元器件在试验期间不得损坏。

如果是拆除了元器件, 则还要在所有元器件都在位时, 用图 31 的试验电路进行下列的附加试验。

对由交流电网电源供电的设备, 用电压等于设备额定电压或等于设备额定电压范围的上限电压进行试验。对由直流电网电源供电的设备, 用电压等于使用设备的该地区的交流电网电源的最高标称电压 (例如, 在中国为 220V, 在欧洲为 230V, 在北美为 120V) 进行试验。

图 31 的试验电路中流过的电流不得超过 10 mA。

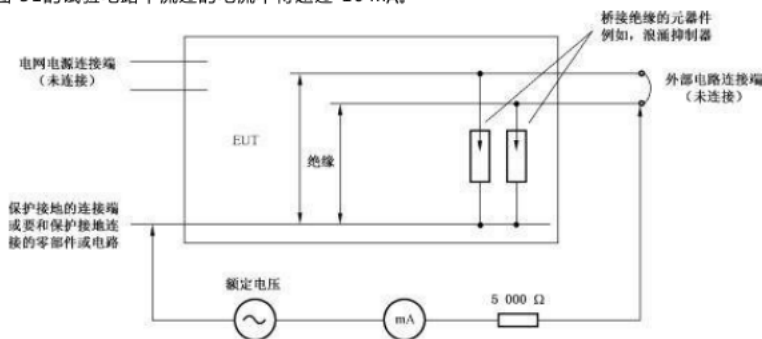


图 31 外部电路和地之间的隔离试验

5.4.12 绝缘液体

5.4.12.1 基本要求

绝缘液体不得由于传入设备的过电压 (包括瞬态电压) 和设备内可能产生的峰值电压而击穿。

绝缘液体应符合 5.4.12.2和 5.4.12.3的要求。绝缘液体的容器应符合 5.4.12.4的要求。

5.4.12.2 绝缘液体的抗电强度

绝缘液体在设备内时其抗电强度应符合 5.4.9的抗电强度试验。

5.4.12.3 绝缘液体的相容性

绝缘液体不得与诸如以下的安全防护发生反应或以其他方式使其劣变：

- 固体绝缘；或
- 绝缘液体本身。

对具有 GB/T11021中热分类级别为 105(A) 的绝缘液体，通过使浸液设备工作 60d，然后按照 5.4.9进行抗电强度试验来检验是否合格。试验不得出现击穿，而且其他浸液的设备级安全防护不得有可见损伤或变形。

对于较高的热分类级别，5.4.1.4.3的要求适用。

5.4.12.4 绝缘液体的容器

如果是密闭容器，则绝缘液体的容器应设有减压装置。

绝缘液体的容器应符合 G.15.2.1对密闭容器的要求。

对于被认为是有害物质的绝缘液体，容器也应符合 7.2的要求。

通过相关试验来检验是否合格。

5.5 用作安全防护的元器件

5.5.1 基本要求

如果由于元器件失效会造成能量源级别改变，则认为该元器件是安全防护。

用作安全防护的元器件应：

- 符合适用的安全防护的所有要求；和
- 在其额定值范围内使用。

注：用作安全防护的元器件的限定条件见附录 G。

5.5.2 电容器和 RC单元

5.5.2.1 基本要求

用作(电气)安全防护的电容器和 RC单元应符合 GB/T6346.14的要求。RC单元可以由分立元器件组成。

电容器或具有一个或多个电容器的 RC单元应：

- 符合 G.11的要求，但 G.11的要求不适用于在以下零部件之间用作基本安全防护的电容器和 RC单元：
 - 与电网电源隔离的 ES3与保护地之间；和
 - ES2与保护地之间；和
 - ES2和 ES1之间。

以及，

- 考虑跨在电容器(组)和 RC单元上的总的工作电压，通过 5.4.9.1的抗电强度试验。符合 GB/T6346.14的电容器如果满足以下条件，则不需要进行试验：

- 表 G.12中要求的峰值脉冲试验电压；和

- 表 G.12 中要求的有效值试验电压乘以 1.414 倍，
等于或大于 5.4.9.1 的要求的试验电压。

当使用多个电容器时，表 G.12 的试验电压要乘以所使用的电容器的个数。

在单一故障条件下，如果电容器或 RC 单元由一个以上的电容器组成，则每个保持在位的单独电容器上的电压不得超过相关单独电容器的电压额定值。

注：在挪威，由于使用 IT 配电系统，因此要求电容器的额定电压是相应的相线对相线电压 (230V)。

X 类电容器可以在与电网电源隔离的电路中用作基本安全防护，但是不得用作下列安全防护：

- 在与电网电源连接的电路中的基本安全防护；或
- 附加安全防护。

X 类电容器不得用作加强安全防护。

5.5.2.2 断开连接器后电容器的放电

如果断开连接器（例如，电网电源连接器）会使电容器电压成为可触及的，则在断开连接器后 2s 时测得的可触及电压应符合以下要求：

- 正常工作条件下，对一般人员，符合表 5 中 ES1 的限值；
- 正常工作条件下，对受过培训的人员，符合表 5 中 ES2 的限值；
- 单一故障条件下，对一般人员和受过培训的人员，符合表 5 中 ES2 的限值。

用作电容器放电安全防护的电阻器或电阻器组如果符合 5.5.6，则不需要承受模拟单一故障条件。

如果使用具有电容放电功能的 IC(ICX) 来满足上述要求，则：

- 在 ICX 单一故障条件下或在相关的电容器放电电路中任何一个元器件的单一故障条件下，可触及电压（例如，在电网电源连接器处）应不超过以上给出的限值；或
- ICX 连同设备内提供的相关电路应符合 G.16 的要求。任何脉冲衰减元器件（例如压敏电阻器和 GDT）要断开；或
- 三个 ICX 的样品单独试验应符合 G.16 的要求。

使用输入阻抗由一个 $100\text{ M}\Omega \pm 5\text{ M}\Omega$ 的电阻器和一个输入电容量为 25pF 或更小的电容器并联组成的仪器进行测量。

如果开关（例如，电网电源开关）对试验结果有影响，则将其置于最不利位置上进行试验。通常当受试设备中的输入电容器被充电至峰值时断开连接器（放电时间开始）。

也可以使用能给出类似上述方法结果的其他方法。

5.5.3 变压器

用作安全防护的变压器应符合 G.5.3。

5.5.4 光电耦合器

用作安全防护的光电耦合器的绝缘应符合 5.4 或 G.12 的要求。

5.5.5 继电器

用作安全防护的继电器的绝缘应符合 5.4 的要求。

5.5.6 电阻器

下列电阻器的应用应符合表 29 所示的相关测试：

- 一个单独的电阻器，用作加强安全防护或桥接加强绝缘；
- 电阻器或电阻器组，在连接到电源的电路和预定与同轴电缆连接的电路之间用作安全防护；

—作为电容器放电安全防护的电阻器。

注：在芬兰、挪威和瑞典，在 I 类、A 型可插式设备中用作基本安全防护或桥接基本绝缘的电阻器需符合 G. 10 的相关要求。

此外，桥接基本绝缘、附加绝缘或加强绝缘的电阻器应符合以下每一项的要求。

- 单个电阻器或一组电阻器的两端之间应按跨接的绝缘上的总工作电压分别符合 5.4.2 和 5.4.3 的电气间隙和爬电距离的要求(见图 O.4)。
- 用作加强安全防护或桥接加强绝缘的一组电阻器，应假设每一个电阻器依次短路来评定该电阻器组的电气间隙和爬电距离，除非该电阻器组符合 G. 10 的相关要求。

表 29 电阻器应用的试验概况

电阻器的应用	G. 10. 2 的预处理	G. 10. 3 的电阻器 试验	G. 10. 4 的电压 浪涌试验	G. 10. 5 的脉冲 试验	G. 10. 6 的过载 试验
加强安全防护或 桥接加强绝缘	X	X			
在与电网电源连 接的电路和同轴 电缆之间	X		X ^a	X ^b	
电容器放电安全 防护	X				X
^a 对表 13 中 ID6 和 ID7 所指的外部电路。 ^b 对表 13 中 ID3、ID4 和 ID5 所指的外部电路。					

5.5.7 SPD

如果在带 ES3 电压的电网电源电路和保护地之间使用压敏电阻器，则：

- 接地连接应符合 5.6.7；和
- 压敏电阻器应符合 G. 8。

如果在相线和中线之间或相线和相线之间使用压敏电阻器，则应符合 G. 8。

如果在电网电源和保护地之间使用 SPD，则 SPD 应由压敏电阻器和 GDT 串联组成，并符合以下要求。

- 压敏电阻器应符合 G. 8。
- GDT 应符合：
 - 5.4.9.1 对基本绝缘的抗电强度试验；和
 - 5.4.2 和 5.4.3 对基本绝缘的外部电气间隙和爬电距离的要求。

注 1：SPD 的一些示例如 MOV、压敏电阻器和 GDT。压敏电阻器有时是指 VDR 或金属氧化物压敏电阻器 (MOV)。

上述要求不适用于与可靠接地连接(见 5.6.7)的 SPD。

注 2：在本文件中，不要求浪涌抑制器符合任何特殊元器件标准。但是，需关注 GB/T18802(所有部分)，特别是：

- GB/T18802.21 涉及通信应用中的浪涌抑制器；
- GB/T18802.311 涉及气体放电管；
- GB/T18802.321 涉及雪崩击穿二极管；
- GB/T18802.331 涉及金属氧化物压敏电阻器；

— GB/T18802.341涉及电涌抑制晶闸管(TSS)。

注 3: 不认为外部电路和地之间的 SPD是安全防护。对这类 SPD的要求包含在 5.4.11.2中。

5.5.8 电网电源和由同轴电缆构成的外部电路之间的绝缘

在电网电源和与同轴电缆连接的端子之间的绝缘,包括与该绝缘并联的任何电阻器,应能承受来自外部电路和来自电网电源的浪涌。

如果设备满足以下条件,则上述要求不适用:

- 具有内置的(一体的)天线和不具有同轴电缆连接端的室内使用的设备;或
- 按照 5.6.7与可靠接地端连接的设备。

带电电阻器的绝缘组合在 G.10.2的处理后承受如下的试验:

- 对预定要与连接到室外天线的同轴电缆连接的设备,G.10.4的电压浪涌试验;或
- 对预定要与其他同轴电缆连接的设备,G.10.5的脉冲试验;或
- 对预定要与室外天线和其他同轴连接端连接的设备,G.10.4的电压浪涌试验和 G.10.5的脉冲试验。

试验后:

- 绝缘应符合 5.4.5.3的要求,试验期间可以移除电阻器;和
- 电阻器应符合 G.10.3,除非有数据能表明电阻器的符合性。

5.5.9 室外设备的输出插座的安全防护

在通用用途的输出插座的电网电源供电中,应使用额定剩余动作电流不超过 30mA的剩余电流保护装置(RCD)。

RCD应是室外设备的一个组成部分,或者应是建筑设施的一部分。如果 RCD不是设备的一个组成部分,则说明书中应提供 RCD的安装要求。

通过检查来检验是否合格。

5.6 保护导体

5.6.1 基本要求

在正常工作条件下,保护导体可以:

- 作为基本安全防护以防止可触及导电零部件超过 ES1的限值;和
- 作为限制接地电路中瞬态电压的措施。

在单一故障条件下,保护导体可以用作附加安全防护以防止可触及导电零部件超过 ES2的限值。

5.6.2 保护导体的要求

5.6.2.1 基本要求

保护导体不得包含有开关、限流装置或过流保护装置。

保护导体的载流量应与单一故障条件下故障电流的持续时间相适应。

保护导体连接在如下的每种情况下,应先于电源连接端接通,后于电源连接端断开:

- 连接器(在电缆上的)或固定在可以由非熟练技术人员拆除的零部件或组件上的连接器;
注:当预计熟练技术人员将会在设备工作期间更换带电的零部件和组件时,宜采用本结构。
- 电源软线上的插头;
- 器具耦合器。

保护导体的机械固定不得仅采用焊接来完成。

保护导体的端接应使其在维修期间不可能松动,除非是维修导体本身。单个端子可以用来连接多条保护连接导体。保护接地导体的端子不得用来固定除保护连接导体以外的任何元器件或零部件。

单个的螺钉或螺柱型接线端子可以用来固定带不可拆卸电源软线的设备中的保护接地导体和保护连接导体。在这种情况下,保护接地导体的接线端子应用一个螺母与保护连接导体的接线端子分开。保护接地导体应位于堆叠的底部,以确保其连接最后才受到影响。

5.6.2.2 绝缘的颜色

保护接地导体的绝缘应是绿黄双色的。

如果保护连接导体是带有绝缘的,则该绝缘应是绿黄双色的,但下列两种情况除外:

- 对接地编织线,如果提供了绝缘,则该绝缘可以是透明的;
 - 对组装件中的保护连接导体,例如带状电缆、汇流条、印制线等,如果在使用这种导体时不会引起误解,则可以使用任何颜色。
- 通过检查来检验是否合格。

5.6.3 保护接地导体的要求

保护接地导体应符合表 G.7 中的最小导体尺寸要求。

注 1: 对提供有与电网电源连接的端子的永久连接式设备,保护接地导体尺寸的要求参考国家建筑物配线要求。

注 2: 也可以使用 GB/T 16895.3 来确定最小导体尺寸。

对由直流电网电源供电的软线连接的设备,可以用独立的端子提供保护接地连接。

用作加强安全防护的保护接地导体只允许在 B 型可插式设备或永久连接式设备上使用,并且应符合以下要求:

- 一包含在护套电源软线内并由其保护,该护套软线符合 G.7.1 且不低于 IEC 62440:2008 附录 C 规定的重型护套软线;或
- 一如果没有防机械损伤保护,则最小导线尺寸不小于 4 mm^2 ;或
- 一如果有防机械损伤保护,则最小导线尺寸不小于 2.5 mm^2 ;或
- 一用预定与设备连接的导管保护,且具有表 30 规定的最小尺寸。

注 3: 对电源软线,也见 G.7。

注 4: 认为重型软线的护套可以提供机械损伤防护。

表 30 用作永久连接式设备加强安全防护的保护接地导体尺寸

提供保护的导管	最小保护接地导体尺寸 mm^2
非金属软导管	4
金属软导管	2.5
金属非软导管	1.5
保护接地导体要由熟练技术人员来安装	

用作双重安全防护的保护接地导体只允许在 B 型可插式设备或永久连接式设备上使用,并且应由两条独立的保护接地导体组成。

通过检查和按适用情况根据表 30 或表 G.7 测量保护接地导体的尺寸来检验是否合格。

5.6.4 保护连接导体的要求

5.6.4.1 要求

出于安全目的需要接地的零部件,其保护连接导体应满足如下之一的要求:

- 表 G.7 的最小导体尺寸;或
- 如果设备的额定电流或电路的保护电流额定值大于 25 A,则应满足表 31 的最小导体尺寸要求;或
- 如果设备的额定电流和电路的保护电流额定值都不超过 25A,则应满足如下之一的要求:
 - 表 31 的最小导体尺寸;或
 - 附录 R 的受限制短路试验;或
- 仅对元器件,不小于给该元器件供电的导体的尺寸。

如果制造商未声明设备的额定电流,则用额定功率除以额定电压计算得到。

注:在表 31 和 5.6.6.2 的试验中会用到保护电流额定值。

表 31 铜质保护连接导体的最小尺寸

设备的额定电流或所考虑的电路 的保护电流额定值中较小的值/A 小于或等于	最小导体尺寸		
	横截面积 mm ²	AWG [横截面积, mm ²]	kcmil [横截面积, mm ²]
3	0.3	22[0.324]	—
6	0.5	20[0.519]	—
10	0.75	18[0.8]	—
13	1.0	16[1.3]	—
16	1.25	16[1.3]	—
25	1.5	14[2]	—
32	2.5	12[3]	—
40	4.0	10[5]	—
63	6.0	8[8]	—
80	10	6[13]	—
100	16	4[21]	—
125	25	2[33]	—
160	35	1[42]	—
190	50	0[53]	—
230	70	000[85]	—
260	95	0000[107]	—
300	120	—	250[126]
340	150	—	300[152]
400	185	—	400[202]
460	240	—	500[253]

注:AWG和 kcmil的规格尺寸仅供参考。方括号中给出的相关的横截面积已经圆整到只显示有效数字。AWG 是美国线规,术语“cmil”是指圆密耳,1cmil是直径为 1 mil(千分之一英寸)的圆面积单位,这些术语在北美常用来命名导线的尺寸规格。

5.6.4.2 保护电流额定值的确定

5.6.4.2.1 电网电源供电

如果是电网电源作为电源,则电路的保护电流额定值是建筑设施中提供的过流保护装置或作为设备一部分的过流保护装置的额定值。

如果在建筑设施中提供过流保护装置,则应满足以下要求:

一对 A 型可插式设备,保护电流额定值是设备外部(例如,在建筑物配线中、在电源插头中或在设备的机柜中)提供的过流保护装置的额定值,最小为 16A;

注 1:在大多数国家,认为 16A 作为电网电源供电的电路的保护电流额定值是合适的。

注 2:在加拿大和美国,采用 20A 作为电网电源供电的电路的保护电流额定值。

注 3:在英国和爱尔兰,采用 13A 作为保护电流额定值,这是电源插头中使用的熔断器的最大额定值。

注 4:在法国,特定情况下,采用 20A 作为电网电源供电的电路的保护电流额定值,代替 16A。

一对 B 型可插式设备和永久连接式设备,保护电流额定值是设备安装说明书规定的、要在设备外部提供的过流保护装置的最大额定值。

5.6.4.2.2 非电网电源供电

如果电源是最大电流受电源内阻抗(例如,阻抗保护的变压器)内在限制的外部电源,则电路的保护电流额定值是该外部电源带任何负载所能提供的最大电流值。

如果该外部电源提供的最大电流是受电源中的电子元器件的限制,则应认为保护电流额定值是在任何阻性负载条件包括短路条件下的最大输出电流。如果电流是受阻抗、熔断器、PTC 装置或断路器的限制,则在施加负载后 60s 测量电流。如果通过其他方式限制电流,则在施加负载后 5s 测量电流。

5.6.4.2.3 内部电路供电

如果电源是设备内的电路,则该电路的保护电流额定值是:

一过流保护装置的额定值,如果电流受过流保护装置的限制;或

一最大输出电流,如果电流受电源的源阻抗的限制。该输出电流是在任何阻性负载条件包括短路条件下测量得到的,如果电流是受阻抗的限制,或限流装置是熔断器、断路器或 PTC 装置,则在施加负载后 60s 测量电流,或对其他情况,在施加负载后 5s 测量电流。

5.6.4.2.4 限流装置和过流保护装置

限流装置(PTC 装置)或过流保护装置(熔断器或断路器)不得与任何其他可能失效为低阻状态的元器件并联连接。

5.6.4.3 合格判据

通过检查,以及根据适用情况,按表 31 或表 G.7 测量保护连接导体的尺寸,按 5.6.6 或附录 R 进行试验。

5.6.5 保护导体的端子

5.6.5.1 要求

连接保护接地导体的端子应满足表 32 的最小端子尺寸要求。

连接保护连接导体的端子应满足如下之一的要求:

一表 32 的最小端子尺寸;或

—如果设备的额定电流或电路的保护电流额定值大于 25 A,允许端子尺寸比表 32 中的值小一个规格;或

—如果设备的额定电流和电路的保护电流额定值都不超过 25A,应满足如下之一的要求:

- 端子尺寸比表 32 中的值小一个规格;或
- 附录 R 的受限制短路试验;

或者,

—仅对元器件,不小于给该元器件供电的端子的尺寸。

表 32 保护导体用端子的尺寸

导体尺寸 mm ² (摘自表 G.7)	最小标称螺纹直径 mm		横截面积 mm ²	
	螺栓型或螺栓型	螺钉型 ^a	螺栓型或螺栓型	螺钉型 ^a
1.00	3.0	3.5	7	9.6
1.50	3.5	4.0	9.6	12.6
2.50	4.0	5.0	12.6	19.6
4.00	4.0	5.0	12.6	19.6
6.00	5.0	5.0	19.6	19.6
10.00 ^b	6.0	6.0	28	28
16.00 ^b	7.9	7.9	49	49

^a “螺钉型”是指在螺钉头下面夹紧导体的、带或不带垫圈的一种端子。

^b 作为此表中要求的替代,保护接地导体可以接上特殊的连接件或适用类型的夹件(例如,上弯扣片或闭环压力类型、夹紧单元类型、鞍式夹紧单元类型、罩式夹紧单元类型等),再用螺钉和螺母机构固定到设备的金属机架上。螺钉和螺母的横截面积的总和应按适用的情况,不小于表 31 或表 G.7 导体尺寸中横截面积的 3 倍。端子应符合 GB/T13140.1 和 GB/T17464 或 GB/T20636。

通过检查和按表 32 测量保护端子尺寸,以及根据适用情况,进行 5.6.6 或附录 R 的试验来检验是否合格。

5.6.5.2 腐蚀

在主保护接地端子、保护连接端子和连接件上接触的导电零部件应按附录 N 选择,以便使任何两种不同的金属之间的电位差等于或小于 0.6V。

通过检查导体和端子以及相关部件的材料以及确定电位差来检验是否合格。

5.6.6 保护连接系统的电阻

5.6.6.1 要求

保护连接导体及其端子不得有过大的电阻。

注:设备中的保护连接系统由单一的导体或导电零部件的组合构成,将主保护接地端子与设备上出于安全目的预计要接地的零部件相连。

保护连接导体在其整个长度范围内符合表 G.7 最小导体尺寸要求,并且其所有的端子都满足表 32 的最小尺寸要求,则认为符合要求,无需进行试验。

如果设备通过多芯电缆的一根芯线与组件或独立单元实现保护接地连接,该多芯电缆同时为组件或独立单元供电,那么如果电缆是由考虑了导体尺寸的具有相应额定值的保护装置来保护的,则该电缆中的保护连接导体的电阻不要计入测量值内。

5.6.6.2 试验方法

试验电流可以是直流电流或交流电流,而试验电压不得超过 12V。在主保护接地端子和设备中需要接地的点之间进行测量。

保护接地导体的电阻以及任何在其他外部布线中的接地导体的电阻不要计入测量值内。但是,如果保护接地导体是与设备一起提供的,则该导体可以包含在试验电路中,但是只测量从主保护接地端子到需要接地部分的电压降。

要注意测量探头的顶端和受试导电部件之间的接触电阻不要影响试验结果。试验电流和试验持续时间按下列规定。

- a) 对由电网电源供电的设备,如果受试电路的保护电流额定值小于或等于 25 A,试验电流为 200%的保护电流额定值,试验的持续时间为 2 min。
- b) 对由交流电网电源供电的设备,如果受试电路的保护电流额定值超过 25 A,试验电流为 200%的保护电流额定值或 500 A,取其较小者,试验的持续时间按表 33 的规定。

表 33 与电网电源连接的设备的试验持续时间

电路的保护电流额定值/A 小于或等于	试验的持续时间 min
30	2
60	4
100	6
200	8
大于 200	10

- c) 作为上述 b) 的替代,试验基于限制保护连接导体中的故障电流的过流保护装置的时间-电流特性来进行。该保护装置可以是被测设备中提供的保护装置,或者是安装说明书规定的要在设备外部提供的保护装置。试验在 200%的保护电流额定值下进行,试验持续时间为在时间-电流特性上对应于 200%时的时间。如果未给出 200%时的时间,则可以使用在时间-电流特性上的最接近的点。
- d) 对由直流电网电源供电的设备,如果受试电路的保护电流额定值超过 25 A,试验电流和试验持续时间按制造商的规定。
- e) 对从外部电路获取电源的设备,试验电流为外部电路可提供的最大电流的 1.5 倍或 2 A,选其中较大者,试验持续 2 min。对与保护连接导体连接,以便限制传到外部电路的瞬态电压或接触电流,并在单一故障条件下不超过 ES2 等级的零部件,试验根据所采用的电源来使用 a)、b)、c) 或 d) 相关的试验方法进行。

5.6.6.3 合格判据

如果保护电流额定值不超过 25 A,则由电压降计算得到的保护连接系统的电阻不得超过 0.1 Ω 。

如果保护电流额定值大于 25 A,则保护连接系统的电压降不得超过 2.5 V。

5.6.7 保护接地导体的可靠连接

对永久性连接式设备,认为接地是可靠的。

对电源线连接的电网电源供电的以下设备,也认为接地是可靠的:

- B型可插式设备;或
- 驻立式 A型可插式设备,
 - 预定要在具有等电位连接的场所(例如,通信中心、专用计算机房或受限制接触区)使用;和
 - 安装说明中要求由熟练技术人员验证输出插座的保护接地连接;或
- 驻立式 A型可插式设备,
 - 具有永久连接的保护接地导体的措施;和
 - 具有说明该导体要由熟练技术人员安装到建筑物地的安装说明。

与表 13 中 ID1、ID2、ID3、ID4和 ID5所说明的外部电路相连的设备,对 A型可插式设备和 B型可插式设备来说,如果具有以下措施,则认为接地是可靠的:

- 永久连接的保护接地导体;和
- 说明该导体要由熟练技术人员安装到建筑物地的安装说明。

5.6.8 功能接地

如果电网电源软线中的保护接地导体仅用于建立功能接地,则:

- G.7.2中对导体尺寸的要求适用于电网电源软线中的接地导体;和
- 应使用 F.3.6.2中对带功能接地的 II类设备规定的标志;和
- 如果使用器具输入插座,应符合对双重绝缘或加强绝缘的电气间隙和爬电距离的要求。

注 1: 有些 I类设备的器具输入插座,其相线和保护接地端子之间的绝缘不足以满足双重绝缘或加强绝缘的条件,使用这种输入插座的设备不能被认定为 II类设备。

注 2: 在那威,与接地的电网电源插头连接的设备被归类为 I类设备。见 4.1.15注中国家的标志要求。接受使用 F.3.6.2中规定的 IEC60417-6092符号。

5.7 预期的接触电压、接触电流和保护导体电流

5.7.1 基本要求

进行预期的接触电压、接触电流和保护导体电流的测量时,要在 EUT最不利的供电电压(见B.2.3)下进行。

5.7.2 测量装置和网络

5.7.2.1 接触电流的测量

就测量接触电流而言,在测量 IEC60990:2016图 4和图 5中各自规定的 U_2 和 U_3 时,所使用的仪器应指示峰值电压。如果接触电流的波形是正弦波形,则可以使用指示有效值的仪器。

5.7.2.2 电压的测量

设备或设备的零部件,如果在预期的使用中需要接地,但在测试时没有接地,则测量期间,应在由于某一点接地而能获得最高预期接触电压的那一点与地连接。

5.7.3 设备配置、电源连接和接地连接

设备配置、设备电源连接和接地连接应符合 IEC60990:2016中第 4章、5.3和 5.4的规定。

对装有与保护接地导体分开的接地连接的设备,应断开该接地连接再进行试验。

对分别与电网电源连接的互连设备系统,应分别对每一台设备进行试验。

对与电网电源仅有一个连接端的互连设备系统,应作为一台单独设备进行试验。

注:在 IEC60990:2016 的附录 A 中对互连设备系统做了更详细的规定。

对设计成与电网电源有多路连接的设备,如果一次只需要一路连接,则应对每一路连接进行试验,而其他各路连接要断开。

对设计成与电网电源有多路连接的设备,如果需要多路连接,则应对每一路连接进行试验,而其他各路连接也要连接,同时将各路保护接地导体连接在一起。如果接触电流超过 5.2.2.2 的限值,则应单独测量接触电流。

注:试验期间不要求 EUT 正常工作。

5.7.4 未接地的可触及零部件

在正常工作条件下、异常工作条件下和单一故障条件下(安全防护故障除外),接触电压或接触电流应从所有未接地的可触及导电零部件进行测量。接触电流(表 4 的脚注 a 和脚注 b)应按照 IEC60990:2016 的 5.1、5.4 和 6.2.1 进行测量。

在相关基本安全防护或附加安全防护的单一故障条件、包括 IEC60990:2016 中 6.2.2.2 的故障条件下,接触电压或接触电流应从所有未接地的可触及导电零部件进行测量。接触电流(表 4 的脚注 b)应使用 IEC60990:2016 中图 5 规定的网络进行测量。

对于可触及的非导电零部件,使用 IEC60990:2016 中 5.2.1 规定的金属箔进行试验。

5.7.5 接地的可触及导电零部件

至少对一个接地的可触及导电零部件应在电源连接故障后测试接触电流,故障按 IEC60990:2016 中 6.1 和 6.2.2 的规定设置,但 6.2.2.8 的规定除外。除 5.7.6 允许外,接触电流不得超过 5.2.2.2 的 ES2 限值。

IEC60990:2016 的 6.2.2.3 不适用于装有能断开电源所有各级的开关或其他断开装置的设备。

注:器具耦合器就是断开装置的一个例子。

5.7.6 接触电流超过 ES2 限值时的要求

在 IEC60990:2016 中 6.2.2.2 规定的供电故障条件下,如果接触电流超过 5.2.2.2 的 ES2 限值,则以下所有条件适用。

—按照 IEC60990:2016 中第 8 章测量的保护导体电流不得超过正常工作条件下测得的输入电流的 5%。

—保护接地导体电路和其连接端的结构应满足:

- 按 5.6.3 的规定有一个保护接地导体用作加强安全防护,或有两个独立的保护接地导体用作双重安全防护,和
- 按 5.6.7 的规定与保护接地可靠连接。

—如果保护导体电流超过 10 mA,则制造商应在安装说明书中说明该值。

—应按 F.5 的规定提供指示性安全防护,但要素 3 可选。

指示性安全防护的要素如下:

—要素 1a:  IEC60417-6042(2010-11), 和



IEC60417-6173(2012-10), 和



,GB/T5465.2-5019;

—要素 2: “注意”或类似文字或语句,和“大接触电流”或类似文字;

—要素 3: 可选;

—要素 4: “连接到电源前先连接到地”或类似文字。

要求标记在设备上的指示性安全防护的要素应附着在设备上邻近设备供电连接端的部位。

注: 在丹麦,如果保护导体电流超过交流 3.5 mA或直流 10 mA,则要把安装指导说明附着在设备上。

5.7.7 与外部电路相关的预期接触电压和接触电流

5.7.7.1 同轴电缆引起的接触电流

如果设备用同轴电缆与外部电路连接,并且这种连接可能产生危险,则制造商应提供将同轴电缆的屏蔽层按 IEC60728-11:2016中 6.2g) 和 6.2l) 的规定连接到建筑物地的说明。

注 1: 在挪威和瑞典,电视分配系统的屏蔽通常在建筑物的进口处不接地,而且在建筑物内通常也没有等电位连接系统。因此,建筑物设施的保护接地需要与电缆分配系统的屏蔽隔离开。

但是,也接受在设备外部通过带有电离器的适配器或互连电缆提供绝缘,该适配器或互连电缆可以由诸如零售商提供。

用户手册中基于设备预定要使用的国家,分别以挪威语和丹麦语包含以下信息或类似信息:

“通过电源连接或通过其他与保护接地相连的设备与建筑设施的保护接地连接和与使用同轴电缆的电视分配系统连接的设备,在有些环境下可能产生着火危险。因此与电视分配系统的连接必须由在特定频率范围下能提供电气隔离的装置(电隔离器,见 IEC60728-11)来实现。”

注 2: 在挪威,由于 CATV安装法规,以及在瑞典,电隔离器要提供 5 MHz以下的电气绝缘。绝缘要承受 1.5kV 有效值,50 Hz或 60 Hz的抗电强度,持续 1 min。

5.7.7.2 与双导体电缆相关的预期接触电压和接触电流

预定与表 13中 ID1所述的外部电路连接的电路:

—预期接触电压应符合 ES2;或

—接触电流不得超过 0.25 mA。

如果所述的外部电路与保护接地导体连接,则上述要求不适用。

通过按照 5.7.2和 5.7.3使用图 32对单相设备的测试布置和图 33对三相设备的测量布置测量来检验是否合格。

注: 其他配电系统见 IEC60990:2016。

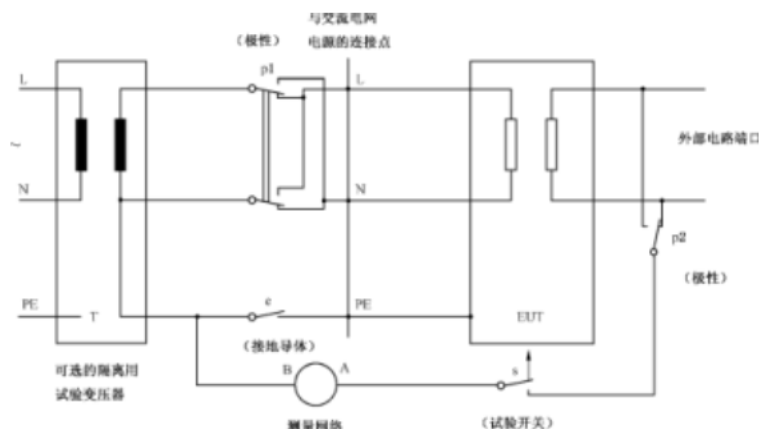


图 32 单相设备接触电流测试电路

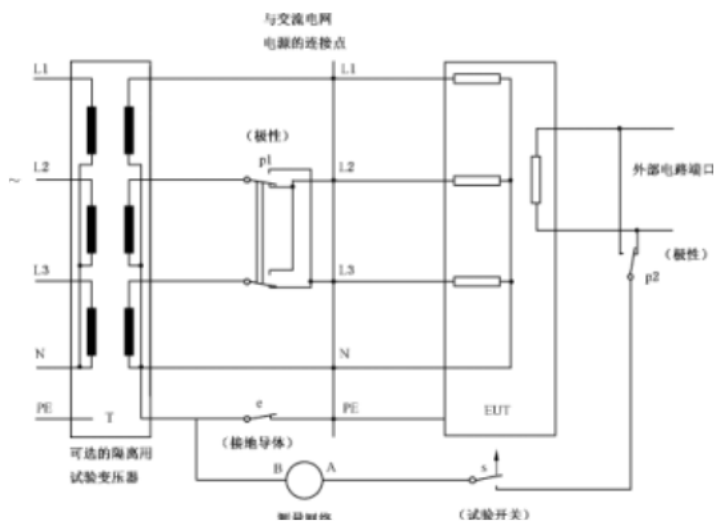


图 33 三相设备接触电流测试电路

5.7.8 来自外部电路的接触电流的总和

以下要求规定了当电网电源连接断开时,对 A 型可插式设备或 B 型可插式设备而言,何种情况需要永久连接的保护接地导体。

本条仅适用于预定与诸如表 13 中 ID 号 1、2、3、4 所述的外部电路连接的设备。

注:这些类型的外部电路是典型的通信网络。

来自具有多个外部电路的设备的接触电流的总和不得超过 ES2 限值(见表 4)。

在本条中使用下列缩写：

- I_1 ：通过外部网络接收的来自其他设备的接触电流；
- $S(I_1)$ ：通过外部网络接收的来自所有其他设备的接触电流的总和；
- I_2 ：由于设备的电网电源造成的接触电流。

应假定设备与外部电路连接的每个电路从其他设备接收的电流为 $0.25\text{ mA}(I_1)$ ，除非已知来自其他设备的实际的电流更小。

应按适用的情况，满足下列 a) 或 b) 的要求。

a) 与接地的外部电路连接的设备

如果设备内每一个可以与外部电路连接的电路均与设备的保护接地导体的端子连接，则应对下列要求予以考虑。

- 1) 如果 $S(I_1)$ (不包括 I_2) 超过表 4 的 $ES2$ 限值，则：
 - 除了 A 型可插式设备或 B 型可插式设备的电源软线中的保护接地导体外，设备应具有永久连接到保护地的措施；和
 - 按 5.7.6 和 F.3 提供标志。
- 2) 这种设备应符合 5.7.6 的规定。应使用 I_2 值计算 5.7.6 规定的每相 5% 输入电流的限值。
- 3) $S(I_1)$ 和 I_2 的和应符合表 4 的限值。

通过检查以及必要时通过试验来检验是否符合 a)。

如果设备具有符合上述 1) 项的永久保护接地措施，则除 I_2 应符合 5.7 的相关要求外，无需进行任何测量。

如果需要接触电流的试验，则使用 IEC60990:2016 中图 5 规定的相关测量仪器，或能给出相同结果的任何其他测量仪器。在每一个外部电路上加一个源(例如，一个容性耦合的与交流电网电源具有相同线性频率和相位的交流电源)，调节后使得流入该外部电路的电流是 0.25 mA ，或是已知的更小的来自其他设备的实际的电流。然后测量流入接地导体的电流。

b) 与未接地的外部电路连接的设备

如果设备内每一个可以与外部电路连接的电路都没有公共连接点，则每一个电路的接触电流不得超过表 4 的 $ES2$ 限值。

如果设备内所有可以与外部电路连接的电路或任何这种端口的组合有公共连接点，则来自每一个公共连接点的总接触电流不得超过表 4 的 $ES2$ 限值。

通过检查，以及如果有公共连接点，通过下列试验来检验是否符合 b) 项的要求。

在设备每一个可以与外部电路连接的电路上加一个与交流电网电源具有相同频率和相位的容性耦合的交流电源，使得流入该电路的电流是 0.25 mA ，或是已知的更小的来自其他设备的实际的电流。无论公共连接点是否可触及，都按 5.7.3 的规定对公共连接点进行试验。

5.8 电池后备电源的反向馈电安全防护

作为设备的一个组成部分，并且能够进行反向馈电的电池后备电源，应能防止在电网电源中断后，在电网电源端子上出现超过 $ES1$ 的电压。

对 A 型可插式设备，在断开电网电源供电 1 s 后；或者对 B 型可插式设备，在 5 s 后；或者对永久性连接式设备，在 15 s 后，用 5.7.2 规定的测量仪器测量，电网电源端子上不得存在危险电压。如果测得的开路电压不超过 $ES1$ 限值，则不需要测量接触电流。

通过检查设备和相关的电路图、测量以及按照 B.4 进行单一故障条件下的试验来检验是否合格。

注 1：与不构成设备的组成部分的电池后备电源系统相关的标准，参见与 UPS 相关的标准，例如 IEC62040-1。对

转换开关,见 GB/T34940.1—2017。

注 2: 也见 IEC/TR62368-2 中的解释信息。

当利用空气间隙作为反向馈电的安全防护时,除以下要求外,5.4.2和 5.4.3对电气间隙和爬电距离的要求也适用:

- 由制造商确认,在储能供电运行方式下,电池后备电源的输出可以被认为是无瞬态值的过电压类别 I 电路。
- 电气间隙和爬电距离应符合污染等级 2 的要求,或者,如果有预期的安装位置,应符合更高的要求。
- 如果在储能供电运行方式操作中,不是所有输入极点都用反向馈电安全防护装置隔离,则在单元输出和单元输入之间应采用加强绝缘。在所有其他情况下,应采用基本绝缘。

通过检查来检验是否合格。

6 电引起的着火

6.1 基本要求

为降低设备内由于电引起的着火造成伤害或财产损失的可能性,设备应具备本章规定的安全防护。

6.2 功率源(PS)和潜在引燃源(PIS)的分级

6.2.1 基本要求

引起发热的电能量源可以划分为功率等级 PS1、PS2和 PS3(见 6.2.2.4、6.2.2.5和 6.2.2.6),这些电能量源可以导致元器件和连接点电阻性发热。这些功率源的分级是基于电路可获得的能量。

在功率源内,可能由于连接点断开或触点打开时的电弧产生 PIS(电弧性 PIS),或者由于耗散功率大于 15 W 的元器件产生 PIS(电阻性 PIS)。

根据每个电路的功率源的分级,需要一个或多个安全防护来降低引燃的可能性,或降低火焰蔓延到设备外部的可能性。

6.2.2 功率源电路的分级

6.2.2.1 基本要求

根据电路从功率源可获得的电功率,将电路划分为 PS1、PS2或 PS3。

电功率源的分级应按下列每一种条件下测得的最大功率来划分:

- 对负载电路:功率源在制造商规定的正常工作条件下,对负载电路引入最不利故障(见 6.2.2.2);
- 对功率源电路:负载电路为规定的正常负载,引入最不利功率源故障(见 6.2.2.3)。

在图 34和图 35中的 X点和 Y点处测量功率。

6.2.2.2 最不利故障的功率测量

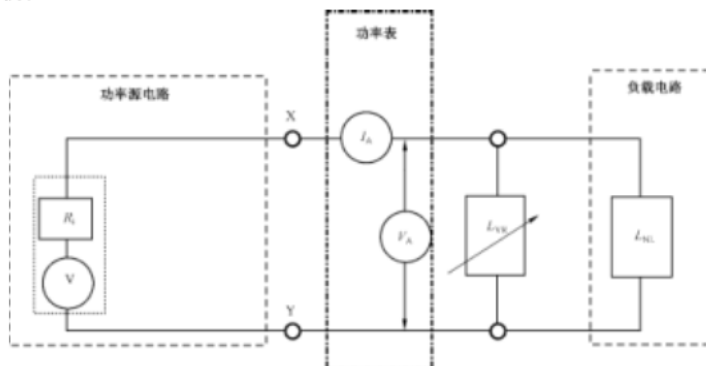
见图 34:

- 除非最大功率取决于连接的负载,否则可以不连接负载电路 L_{NL} 进行测量;
- 在 X点和 Y点处,接入功率表(或电压表 V_A 和电流表 I_A);
- 如图所示,接入可变电阻器 L_{VR} ;
- 调节可变电阻器 L_{VR} ,以便得到最大功率。测量该最大功率,并按 6.2.2.4、6.2.2.5或6.2.2.6的规定对该功率源进行分级。

试验期间,如果过流保护装置动作,则应在过流保护装置电流额定值的 125%的条件下重复试验。

试验期间,如果功率限制装置或电路动作,则应在稍低于功率限制装置或电路的动作电流的某一点重复试验。

当评定的附件是通过电缆连接到设备上时,在确定该附件一侧的 PS1或 PS2等级时可能需要考虑电缆的阻抗。



标引序号说明：

V — 电压源；

R_i — 功率源的内阻；

I_A — 功率源提供的电流；

V_A — 确定 PS 功率的测量点的电压；

L_{VR} — 可变电阻器负载；

L_{NL} — 正常负载。

图 34 最不利故障的功率测量

6.2.2.3 最不功率源故障的功率测量

见图 35:

一在 X 点和 Y 点处,接入功率表(或电压表 V_A 和电流表 I_A)；

一在功率源电路内,模拟在待分级的电路上产生最大功率的任何单一故障。功率源电路中的所有相关元器件应在每次测量时只短路或断路一个；

一包含音频放大器的设备也应在 E.3 规定的异常工作条件下进行测试；

一按规定测量最大功率,并按 6.2.2.4、6.2.2.5 或 6.2.2.6 的规定对功率源供电的电路进行分级。

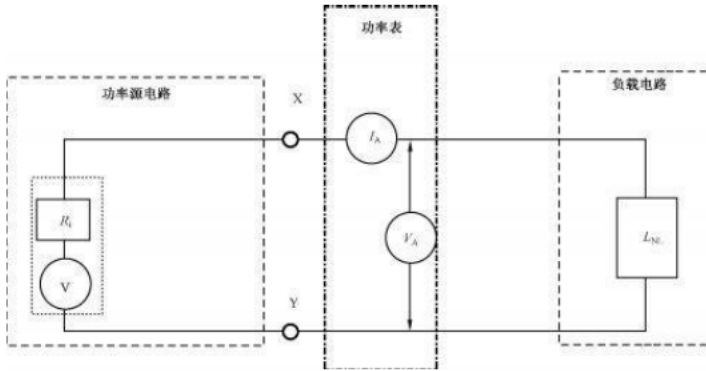
试验期间,如果过流保护装置动作,则应在过流保护装置电流额定值的 125%的条件下重复试验。

试验期间,如果功率限制装置或电路动作,则应在稍低于功率限制装置或电路的动作电流的某一点重复试验。

当重复试验时,可以使用可变电阻来模拟故障的元器件。

为了避免损坏正常负载中的元器件,可以用电阻器(其值等于正常负载)来代替正常负载。

注:可以通过试验来找出能产生最大功率的单一元器件故障。



标序号说明：

V —电压源；

R_i —功率源的内阻；

I_A —功率源提供的电流；

V_A —确定 PS功率的测量点的电压；

L_{NL} —正常负载。

图 35 最不利功率源故障的功率测量

6.2.2.4 PS1

PS1是按 6.2.2的规定,其功率源在 3s后测量值不超过 15 W 的电路(见图 36)。

表 13中 ID号 1和 2的外部电路的可获得功率认为被限制在 PS1。

6.2.2.5 PS2

PS2是按 6.2.2的规定,其功率源的测量值符合下述条件的电路(见图 36)：

- 超过 PS1限值；和
- 5s后测量,不超过 100 W。

6.2.2.6 PS3

PS3是功率源超过 PS2限值的电路,或其功率源还未分级的任何电路(见图 36)。

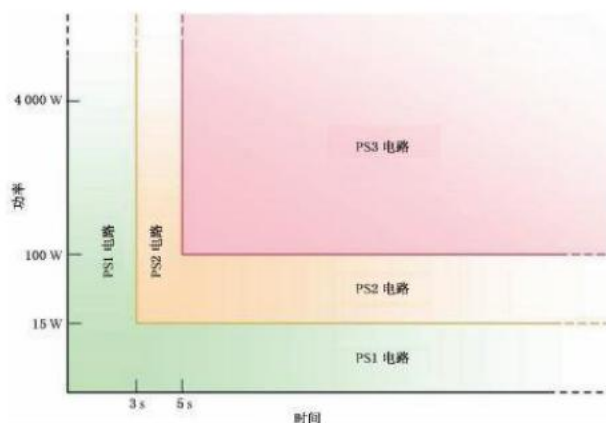


图 36 功率源分级示意图

6.2.3 潜在引燃源的分级

6.2.3.1 电弧性 PIS

电弧性 PIS是具有下列特点的部位：

- 断开的导体或断开的电气触点间的开路电压(在 3 s后测量)超过交流 50 V(峰值)或直流 50 V;和
- 对下列任何部位,其开路电压峰值(V_F)和测量的电流有效值(I_{rms})的乘积超过 15 (即 $V_F \times I_{rms} > 15$):
 - 触点,例如开关或连接器的触点;
 - 端子,例如由压接、弹簧构成的端子或焊接端子;
 - 断开的导体,例如由于单一故障条件导致的印制线路板的走线断开。如果使用电子保护电路或附加结构措施来降低这类故障转变成电弧性 PIS的可能性,则此项条件不适用。

根据功率源的限值,认为在 PS1中不存在电弧性 PIS。

注 1: 电子电路中的断开导体包括在印制板的导电图中出现的断开导体。

可靠或冗余连接点不认为是电弧性 PIS。

冗余连接点是任何类型的两个或多个并联的连接点,一旦其中一个连接点失效,剩下的连接点仍然能传送全部功率。

可靠连接点是指认为不会断开的连接点。

注 2: 可以认为是可靠连接点的是：

- 印制电路板上贯通的金属化焊盘孔;
- 额外焊接的空心铆钉/铆孔;
- 机械或工具压接或导线绕接的端子。

注 3: 可以使用其他能避免出现电弧性 PIS的方法。

注 4: 考虑到零件的位置相对于印制板材料的纤维方向,可以通过选择与印制板材料具有相似的热膨胀系数的零件防止热疲劳现象引起的连接失效。

6.2.3.2 电阻性 PIS

电阻性 PIS 是 PS2 或 PS3 电路中具有下列特点的任何部位：

- 在正常工作条件下 30s 后测量，耗散功率大于 15 W；或

注：在开始的 30s 期间无限值要求。

- 在单一故障条件下：

- 如果使用电子电路、控制器或 PTC 装置，在引入故障后立即测量，忽略前 3s，在 30s 内耗散功率大于 100 W；或
- 在引入故障 30s 后测量，耗散功率大于 15 W。

根据功率源的限值，认为在 PS1 中不存在电阻性 PIS。

6.3 在正常工作条件和异常工作条件下着火的安全防护

6.3.1 要求

在正常工作条件和异常工作条件下，要求具备下列基本安全防护：

- 不得发生引燃；和
- 设备各部件的温度值不得达到高于 GB/T 4610 规定的该部件的自然温度限值（单位为 °C）的 90%。当材料的自然温度未知时，温度应限制在 300 °C；和

注：本文件目前不包括对可燃粉尘或液体（绝缘液体除外）的要求。

- 不在防火防护外壳内部的元器件和其他零部件（包括电气防护外壳、机械防护外壳和装饰件）的可燃材料应符合：
 - HB75 级材料，如果该材料的最薄有效厚度： $< 3\text{ mm}$ ；或
 - HB40 级材料，如果该材料的最薄有效厚度： $\geq 3\text{ mm}$ ；或
 - HBF 级泡沫材料，或
 - 通过 GB/T 5169.11 中 550 °C 灼热丝试验。

这些要求不适用于：

- 体积小于 1750 mm^3 的零部件；
- 可燃材料的质量小于 4g 的零部件；
- 补给材料、消耗材料、介质和记录材料；
- 为完成预定功能而需要具有特殊性质的零部件，例如合成橡胶滚轴、油墨管和需要有光学特性的材料；和
- 作为着火的燃料物质可忽略不计的齿轮、凸轮、传动带、轴承和其他零部件，包括标签、安装脚、键帽、旋钮等。

6.3.2 合格判据

通过检查数据单，以及按 B.2 进行正常工作条件下的试验和按 B.3 进行异常工作条件下的试验来检验是否合格。材料的温度要连续测量，直至达到热平衡。

注：B.1.5 中给出了热平衡的详细规定。

符合本文件适用的要求或适用的安全装置标准要求的限温基本安全防护应保留在被评定的电路中。

6.4 单一故障条件下着火的安全防护

6.4.1 基本要求

本条规定了能用来减小单一故障条件下引燃或火焰蔓延的可能性的可能的安全防护方法。有两种提供保护的方法。其中的任何一种方法都可以用到同一台设备的不同零部件上。

—减小引燃的可能性:设备的设计应使得在单一故障条件下零部件不会产生持续的火焰。对可获得稳态功率不超过 4000 W 的任何电路都能使用本方法。相应的要求和试验在 6.4.2 和 6.4.3 中规定。

- 对 A 型可插式设备,认为其电路可获得的稳态功率值不超过 4000 W。
- 对 B 型可插式设备和永久连接式设备,如果标称电网电源电压和设施过流保护装置的保护电流额定值的乘积($V_{\text{电网电源}} \times I_{\text{最大}}$)不超过 4000 W,则认为其电路可获得的稳态功率值不超过 4000 W。

—控制火焰蔓延:选择和使用元器件、配线和材料的附加安全防护以及减小火焰蔓延的结构措施。必要时,使用第二重附加安全防护,例如防火防护外壳。这种方法适用于任何类型的设备。相应的要求和试验在 6.4.4、6.4.5 和 6.4.6 中规定。

6.4.2 减小单一故障条件下 PS1 电路中引燃的可能性

对 PS1 的保护不需要附加安全防护。不认为 PS1 能提供足够的能量导致材料达到引燃温度。

6.4.3 减小 PS2 电路和 PS3 电路在单一故障条件下引燃的可能性

6.4.3.1 要求

应按适用的情况,使用下列的附加安全防护来减小引燃有效功率不超过 4000 W (见 6.4.1) 的 PS2 电路和 PS3 电路在单一故障条件下引燃的可能性:

注:对有效功率超过 4000 W 的 PS3 电路,见 6.4.6。

- 电弧性 PIS 或电阻性 PIS 应按 6.4.7 的规定与认为覆盖可燃材料的可触及设备外表面进行隔离;
- 用作安全防护的保护装置应符合 G.3.1~G.3.4 或相关元器件国家标准、行业标准或 IEC 标准;
- 电动机和变压器应符合 G.5.3~G.5.4 或相关元器件国家标准、行业标准或 IEC 标准;
- 压敏电阻器应符合 G.8.2; 和
- 与电网电源连接的元器件应符合相关的元器件国家标准、行业标准或 IEC 标准以及本文件的其他相关要求。

另外,6.4.3.2 的试验适用。

示例:与电网电源连接的元器件包括电源软线、器具耦合器、EMC 滤波元器件、开关等。

6.4.3.2 试验方法

依次施加可能导致引燃的 B.4 的条件。随之引发的故障可能是元器件断路或短路。如有怀疑,应更换元器件再重复试验两次,以检验无持续燃烧发生。

使设备在单一故障条件下工作,并连续监测材料的温度,直到达到热平衡。

如果在模拟的单一故障期间导体断开,则应桥接该导体,并应继续施加该模拟的单一故障条件。在所有其他情况下,如果施加的单一故障条件导致在达到稳定状态前电流中断,则在电流中断后立即测量温度。

注 1: 关于热平衡的详细规定见 B.1.5。

注 2: 由于热惯性的原因,可以在电流中断后观察温度的升高。

如果温度受熔断器限制,那么在单一故障条件下:

- 符合 GB/T9364(所有部分)的熔断器应在 1s 内断开;或
- GB/T9364(所有部分)以外的熔断器应 3 次连续试验中都在 1s 内断开;或
- 熔断器应符合下述试验要求。

将熔断器短路,并且测量在相关故障条件下通过熔断器的电流。

- 如果电流维持在小于 2.1 倍熔断体额定电流,则要在达到稳定状态后测量温度;
- 如果电流立即达到等于或大于 2.1 倍熔断体额定电流,或者在一段等于相应电流通过被考虑熔断体时的最大预飞弧时间后达到这一电流值,则要在一段附加时间等于被考虑的熔断体的最大预飞弧时间后,去除熔断体和短路线并立即测量温度。

如果熔断器的电阻影响相关电路的电流,则在确定该电流值时,应对熔断器的最大电阻值予以考虑。

印制板导体要通过施加 B.4.4 相关的单一故障条件来进行试验。

6.4.3.3 合格判据

通过检查、试验和测量来检验是否合格。见 B.4.8 的合格判据。

6.4.4 控制 PS1 电路中的火焰蔓延

对 PS1 的保护不需要附加安全防护。不认为 PS1 能提供足够的能量导致材料达到引燃温度。

6.4.5 控制 PS2 电路中的火焰蔓延

6.4.5.1 基本要求

考虑到减小 PS2 电路中的火焰蔓延到周围的可燃材料的可能性,符合附录 Q 要求的电路被认为是 PS2 电路。

6.4.5.2 要求

要求附加安全防护按下列规定控制火焰从任何可能的 PIS 蔓延到设备的其他零部件。

构成 PIS 的导体和装置应符合下列要求:

- 印制板应用 V-1 级材料或 VTM-1 级材料制成;和
- 导线绝缘和套管应符合 6.5.1。

电动机应符合 G.5.4。

变压器应符合 G.5.3。

PS2 电路中的所有其他元器件应按适用情况符合下列要求:

- 安装在 V-1 级材料或 VTM-1 级材料上;或
- 用 V-2 级材料、VTM-2 级材料或 HF-2 级泡沫材料制成;或
- 符合 5.1 的要求;或
- 体积小于 1750 mm^3 ;或
- 可燃材料的质量小于 4g;或
- 按 6.4.7 的要求与 PIS 隔离;或
- 符合相关元器件国家标准、行业标准或 IEC 标准的可燃性要求;或
- 装在体积等于或小于 0.06 m^3 、全部由非可燃材料构成且没有通风孔的密封外壳内;或

—元器件在 6.4.3.2规定的单一故障条件期间不得引燃。

如果以下材料和零部件未按照 6.4.7的要求与 PIS隔离,则这些材料和元器件在 6.4.3.2规定的单一故障条件期间不得引燃:

- 补给材料、消耗材料、介质和记录材料;和
- 为完成预定功能而需要具有特殊性质的零部件,例如合成橡胶滚轴、油墨管和需要有光学特性的材料。

6.4.5.3 合格判据

通过试验,或通过检查设备和材料数据单来检验是否合格。

6.4.6 控制 PS3电路中的火焰蔓延

应通过使用如下所有的附加安全防护来控制 PS3电路中火焰的蔓延:

- PS3电路中的导体和装置应满足 6.4.5的要求;
- 承受电弧或接触电阻变化的装置(例如,可插式连接器)应符合下列要求之一:
 - 其材料用 V-1级材料制成;或
 - 符合相关元器件国家标准、行业标准或 IEC标准的可燃性要求;或
 - 符合 S.1的要求;或
 - 安装在用 V-1级材料或 VTM-1级材料制成的材料上,并且体积不超过 1750mm³ 或可燃材料的质量小于 4g;和
- 按 6.4.8的规定提供防火防护外壳。

在防火防护外壳内,不符合 PS2或 PS3电路的可燃性要求的可燃材料应符合 S.1的可燃性试验,或应用 V-2级材料、VTM-2级材料或 HF-2级泡沫材料制成。这些要求不适用于:

- 体积小于 1750 mm³ 的零部件;
- 可燃材料的质量小于 4g的零部件;
- 补给材料、消耗材料、介质和记录材料;
- 为完成预定功能而需要具有特殊性质的零部件,例如合成橡胶滚轴、油墨管和需要有光学特性的材料;
- 作为着火的燃料物质可忽略不计的齿轮、凸轮、皮带、轴承和其他零部件,包括标签、安装脚、键帽、旋钮等;和
- 空气或流体系统的管道、粉末或液体容器,以及泡沫塑料零部件,如果材料的最薄有效厚度小于 3 mm 时,是 HB75级材料,或,如果材料的最薄有效厚度不小于 3 mm 时,是 HB40级材料,或是 HBF级泡沫材料,或者通过按照 GB/T5169.11进行的 550 °C灼热丝试验。

下列元器件和材料不需要防火防护外壳:

- 符合 6.5.1的导线绝缘和套管;
- 符合 6.4.8.2.1要求的,并填满防火防护外壳开孔的元器件,包括连接器;
- 符合 6.4.9、G.4.1和 G.7要求的构成电源软线或互连电缆一部分的插头和连接器;
- 符合 G.5.4要求的电动机;和
- 符合 G.5.3要求的变压器。

通过检查材料数据单,或通过试验,或通过这两者来检验是否合格。

6.4.7 可燃材料与 PIS的隔离

6.4.7.1 基本要求

当有要求时,为了减小持续火焰燃烧或火焰蔓延的可能性,在 PIS和可燃材料之间最低限度的隔离

要求可以利用距离隔离(6.4.7.2)或使用防火挡板隔离(6.4.7.3)来实现。

在 6.4.8.4 中给出了位于电弧性 PIS 13 mm 以内或电阻性 PIS 5 mm 以内的可燃材料的防火防护外壳或防火挡板的附加要求。

6.4.7.2 利用距离隔离

除了安装 PIS 的材料以外,可燃材料应按图 37 和图 38 的规定与电弧性 PIS 或电阻性 PIS 隔离。安装电弧性 PIS 的印制板基材应用 V-1 级材料、VTM-1 级材料或 HF-1 级泡沫材料制成。

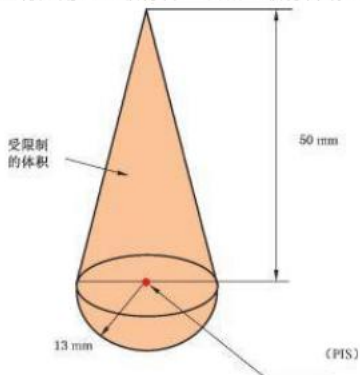
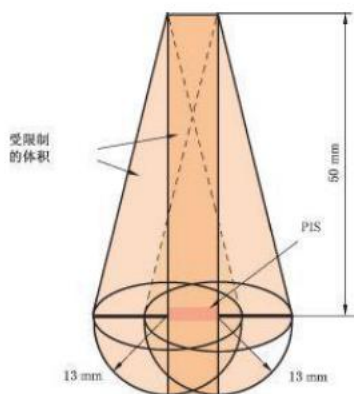


图 37 最低限度的与 PIS 的隔离要求



注: 对下列 PIS 可以使用本图:

- 由印制板上的印制导体或区域构成的电弧性 PIS。
- 元器件的电阻性 PIS 区域。从最靠近所涉及的元器件的功率耗散部分进行测量。在实际测量时,如果确实不能确定该元器件的功率耗散部分,则使用该元器件的外部表面。

图 38 扩大的与 PIS 的隔离要求

当 PIS 和可燃材料之间的距离小于相应的图 37 和图 38 的规定值时,则该可燃材料应:

- 体积小于 1750 mm³;

—可燃材料的质量小于 4g;或

—符合下列要求:

- 相关元器件的国家标准、行业标准或 IEC 标准的可燃性要求;或
- 用 V-1 级材料、VTM-1 级材料或 HF-1 级泡沫材料制成,或符合 GB/T 5169.5—2020 的要求,严酷度在 S.2 中确认。

6.4.7.3 使用防火挡板隔离

可燃材料应用符合 6.4.8.2.1 规定的防火挡板与电弧性 PIS 或电阻性 PIS 隔离(见图 39)。

不认为印制板是位于该块板上的电弧性 PIS 的防火挡板。符合 6.4.8 的印制板可以认为是位于不同板上的电弧性 PIS 的防火挡板。

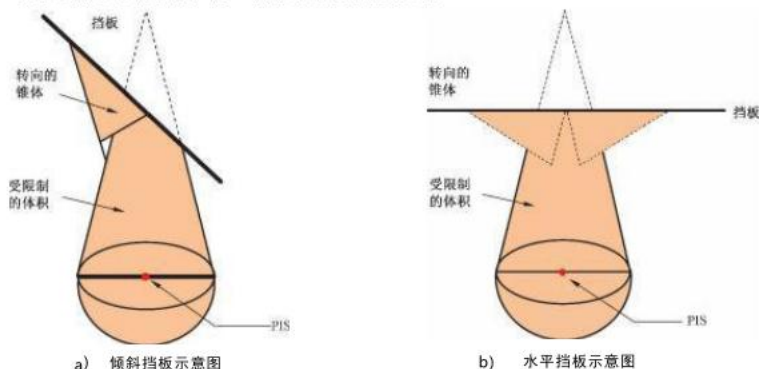
如果满足下列条件,则认为印制板是电阻性 PIS 的防火挡板。

—印制板应:

- 按应用场合中所使用的情况,符合 S.1 的可燃性试验;或
- 由 V-1 级材料、VTM-1 级材料或 HF-1 级泡沫材料制成。

—在受限的体积内,元器件应符合相关元器件国家标准、行业标准或 IEC 标准的可燃性要求,并且其他低于 V-1 级的材料不得安装在和电阻性 PIS 同一侧的印制板上;和

—在受限的体积内,印制板应无 PS2 导体或 PS3 导体(给所考虑的电路供电的导体除外)。该要求适用于印制板的任何一面以及印制板的内层。



注 1: 火焰的体积几乎是不变的;因而火焰的形状取决于挡板的位置和形状。不同形状的挡板可能会产生不同的火焰形状,从而造成不同的受限区域和隔离要求。

注 2: 各部分尺寸和图 37 和图 38 相同,但是,除了 6.4.8.4 给出要求以外,挡板与 PIS 的距离并不重要。

图 39 使用防火挡板时与 PIS 偏转的隔离要求

6.4.7.4 合格判据

通过检查或测量或通过这两者来检验是否合格。

6.4.8 防火防护外壳和防火挡板

6.4.8.1 基本要求

防火防护外壳和防火挡板的安全防护功能是阻止火焰通过外壳或挡板蔓延。

防火防护外壳可以是总体外壳,也可以是在总体外壳的内部。防火防护外壳不需要只具有唯一的功能,而是还可以具有除防火防护外壳功能外的其他功能。

6.4.8.2 防火防护外壳和防火挡板的材料特性

6.4.8.2.1 防火挡板的要求

防火挡板应符合 S.1 的要求。

如果防火挡板材料符合下列规定,则这些要求不适用:

- 用非可燃材料(例如,金属、玻璃、陶瓷等)制成;或
- 用 V-1 级材料或 VTM-1 级材料制成。

6.4.8.2.2 防火防护外壳的要求

对可获得功率不超过 4000 W(见 6.4.1)的电路,防火防护外壳应:

- 符合 S.1 的要求;或
- 用非可燃材料(例如,金属、玻璃、陶瓷等)制成;或
- 用 V-1 级材料制成。

对可获得功率超过 4000 W 的电路,防火防护外壳应:

- 符合 S.5 的要求;或
- 用非可燃材料(例如,金属、玻璃、陶瓷等)制成;或
- 用 5VA 级材料或 5VB 级材料制成。

填充在防火防护外壳开孔中或预定要安装在这种开孔中的元器件的材料应:

- 符合有关元器件国家标准、行业标准或 IEC 标准的可燃性要求;或
- 用 V-1 级材料制成;或
- 符合 S.1 的要求。

6.4.8.2.3 合格判据

通过检查相应的数据单或试验来检验是否合格。

要对所使用的最薄有效厚度来检验材料的可燃性等级。

6.4.8.3 防火防护外壳和防火挡板的结构要求

6.4.8.3.1 防火防护外壳和防火挡板的开孔

防火防护外壳或防火挡板上的开孔应具有这样的尺寸,使得通过开孔的火焰和燃烧生成物不可能引燃该防火防护外壳外侧的或防火挡板与 PIS 相对的另一侧的材料。

采用这些特性的开孔与 PIS 和可燃材料所处场所或位置有关。在图 41 和图 42 中表示出与火焰特点有关的开孔位置。

无论设备的方向如何,PIS 的火焰取向性始终是垂直的。如果设备具有两个或多个正常工作条件的方向,则这些开孔的特性要适用于设备每一个可能的方向。

M.4.3 中规定了对二次锂电池组的防火防护外壳的要求。

应按照图 40 来确认顶部开孔、侧面开孔和底部开孔,并考虑所有可能的使用方向(也见 4.1.6)。

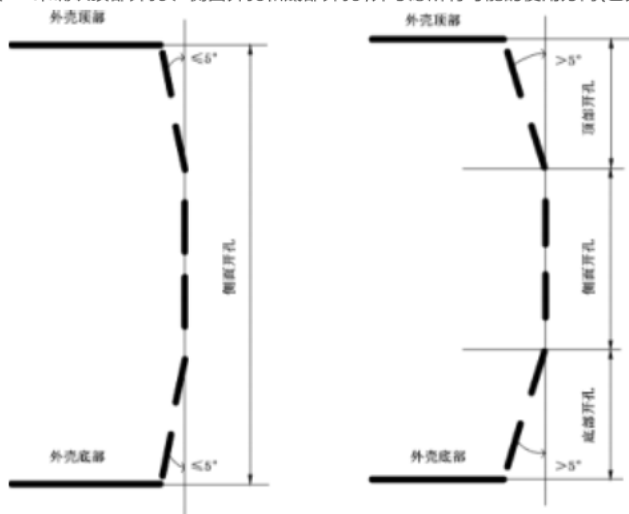


图 40 顶部、侧面和底部开孔的确认

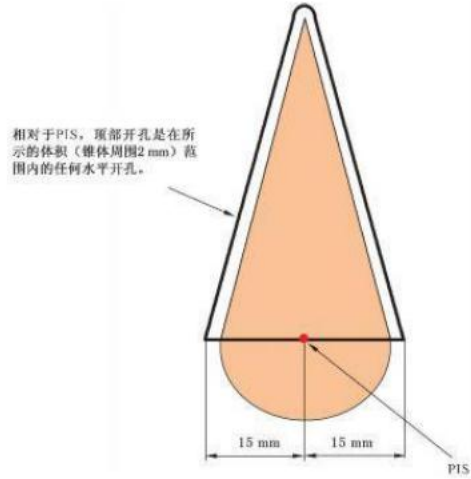
6.4.8.3.2 防火挡板的尺寸

防火挡板的边缘应延伸到受限制的体积之外(见图 39)。

6.4.8.3.3 顶部开孔和顶部开孔特性

防火防护外壳的顶部开孔特性应适用于如图 41 所示的开孔,即位于 PS3 电路中的 PIS 上方的水平表面的开孔,或任何与垂直方向倾角大于 5°的平面上的开孔(见图 40)。防火防护挡板的顶部开孔特性应适用于图 41 所示的 PIS 上方的开孔。

处在图 41 规定的体积范围内的顶部开孔应符合 S. 2。



注：锥体的尺寸与图 37和图 38相同。

图 41 顶部开孔

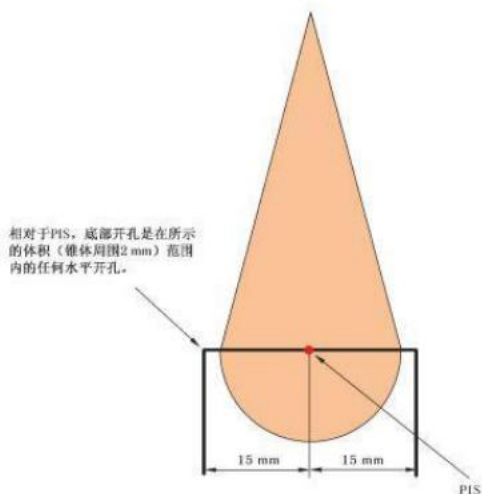
如果开孔尺寸不超过下列规定,则不需要进行试验：

- 任何方向的尺寸为 5 mm,或
- 宽度 1 mm,不管多长。

6.4.8.3.4 底部开孔和底部开孔特性

防火防护外壳和防火挡板的底部开孔特性应适用于图 42所示的开孔,即位于 PS3电路中的 PIS 下方的水平表面的开孔,或任何与垂直方向倾角大于 5°的平面上的开孔(见图 40)。PIS下方任何其他表面的开孔应认为是侧面开孔,适用 6.4.8.3.5。

底部开孔是在 PIS下方直径 30 mm 的无限延伸的圆柱体内的开孔。



注：锥体的尺寸与图 37和图 38相同。

图 42 底部开孔

底部开孔应符合 5.3的要求。

如果满足下列条件之一,则不需要进行试验。

- a) 底部开孔尺寸不超过下列规定：
 - 任何方向的尺寸,3 mm,或
 - 宽度 1 mm,不管多长。
- b) 在满足 V-1 级材料或 HF-1 级泡沫材料要求的元器件和零部件的下面,或通过 GB/T5169.5—2020施加 30s火焰的针焰试验的元器件的下面,底部开孔尺寸不得超过：
 - 任何方向的尺寸,6 mm,或
 - 宽度 2 mm,不管多长。
- c) 符合图 43所述的挡板结构。

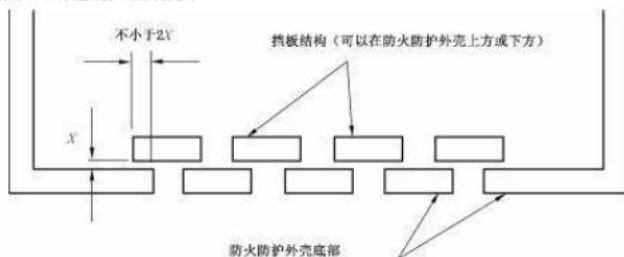


图 43 挡板结构

预定落地安装在不易燃表面上的固定安装式设备,不需要有防火防护外壳底部。这种设备应按F.5的规定进行标识,但是要素 3是可选的。

指示性安全防护的要素应包括如下内容：

- 要素 1a:不适用；
- 要素 2:“着火危险”或类似文字；
- 要素 3:可选；
- 要素 4:“仅安装在混凝土或其他非可燃的表面上”或类似文字。

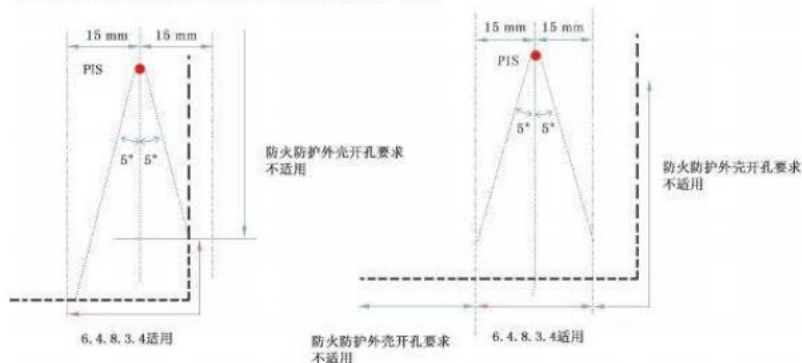
6.4.8.3.5 侧面开孔和侧面开孔特性

防火防护外壳和防火防护挡板的侧面开孔特性应适用于垂直($\pm 5^\circ$)侧表面上的开孔。

如果防火防护外壳侧面的某一部分是在按图 44以 5° 夹角投影出的区域内,则 6.4.8.3.4关于防火防护外壳底部开孔的尺寸限制也适用于防火防护外壳侧面上的这一部分。

通过检查和测量来检验是否合格。除了应符合 6.4.8.3.5第二段要求的防火防护外壳侧面部分外,对侧面开孔没有其他要求。

注：本文件的其他条款包含了影响侧面开孔的尺寸的限制。



PIS可以是一个点、元器件或印制板上的印制线。

图 44 PIS向下的轨迹

6.4.8.3.6 防火防护外壳的完整性

如果防火防护外壳的一部分是由一般人员能打开的门或盖构成的,则该门或盖应符合 a)、b)或 c)的要求。

- a) 门或盖应装有联锁装置,并符合附录 K的安全联锁的要求。
- b) 预定日常由一般人员来打开的门或盖,应同时符合下列两个条件：
 - 门或盖应是一般人员无法从防火防护外壳的其他部分上拆下的;和
 - 门或盖应装有能在正常工作时使其关紧的装置。
- c) 预定一般人员仅偶然使用的门或盖,例如为安装附属件而使用的门或盖,如果提供了正确拆卸和更换门或盖的指示性安全防护,则该门或盖应允许拆下。

6.4.8.3.7 合格判据

通过检查相应的数据单,以及必要时通过试验来检验是否合格。

6.4.8.4 PIS与防火防护外壳和防火挡板的隔离

用可燃材料制成的防火防护外壳和防火挡板应：

- 距电弧性 PIS 的最小距离为 13 mm;和
- 距电阻性 PIS 的最小距离为 5 mm。

如果在要求的隔离距离内的这部分防火防护外壳或防火挡板符合下列要求之一,则允许更小的隔离距离:

- 防火防护外壳或防火挡板满足 GB/T5169.5—2020规定的针焰试验。严酷度在 S.2中确认。试验后,防火防护外壳或防火挡板的材料不得产生大于 6.4.8.3.3或 6.4.8.3.4(按适用情况)允许的任何孔洞;或
- 防火防护外壳用 V-0级材料制成;或
- 防火挡板用 V-0级材料或 VTM-0级材料制成。

6.4.9 绝缘液体的可燃性

绝缘液体应符合以下要求:

- 根据 GB/T4610或类似的国家标准、行业标准或 IEC标准确定的自燃温度不低于 300 °C;和
- 不得闪燃;或闪点应高于 135 °C。闪点依据 GB/T261,使用彭斯基-马滕斯闭杯法来确定;或依据 GB/T5208,使用小尺寸封闭杯法来确定。

如果变压器油、硅油、矿物油或其他类似的油用作绝缘液体,则油应符合适用的标准的闪点、着火点或可燃性要求。见表 34给出的标准列表。

与绝缘液体接触的元器件的温度不得超过绝缘液体的闪点。

表 34 绝缘液体相关的适用的标准清单

GB2536	电工流体 变压器和开关用的未使用过的矿物绝缘油
GB/T21218	电气用未使用过的硅绝缘液体
GB/T27750	绝缘液体的分类
IEC61099	绝缘液体 电气用未使用过的合成有机酯规范
GB/Z1094.14	电力变压器 第 14部分:采用高温绝缘材料的液浸式变压器
GB/T22578.1	电气绝缘系统(EIS) 液体和固体组件的热评定 第 1部分:通用要求

通过可获取的数据或适用时通过核查和试验来检验是否合格。

6.5 内部和外部布线

6.5.1 基本要求

在 PS2电路和 PS3电路中,内部或外部布线上的绝缘应能通过下列规定的试验方法或类似试验方法。

对横截面积不小于 0.5 mm² 的导体,应使用 GB/T18380.12和 GB/T18380.13的试验方法。

对横截面积小于 0.5 mm² 的导体,应使用 GB/T18380.22的试验方法。

对内部和外部布线,可以使用 GB/T 5169.23规定的试验方法来代替 GB/T 18380.12、GB/T18380.13、GB/T18380.22的试验方法。

如果绝缘导线或电缆满足适用的 GB/T18380相关部分推荐的性能要求或 GB/T5169.23的要求,则应认为可以接受。

6.5.2 与建筑物布线互连的要求

对预定要通过布线系统向远程设备供电的设备,应能在任何外部负载条件下,将其输出电流限制在不会由于过热而引起该布线系统损坏的电流值。从设备中输出的最大连续电流不得超过设备安装说明规定的最小线规所能适应的电流限值。

注:设备安装说明通常并不控制建筑物布线,因为该布线往往与设备的安装无关。

对外供电、并预定要与外部电路的 LPS(按附录 Q)相符的 PS2 电路或 PS3 电路,应将其输出功率限制在能减小建筑物布线引燃的可能性的功率值之内。

对外部双导体电缆电路,例如表 13 中 ID1 和 ID2 所说明的、具有最小线径为 0.4 mm 的那些电缆电路,应将其电流限制在 1.3 A。

示例:GB/T13539.2 规定的 gD 型和 gN 型时间/电流特性的熔断器符合上述的限值。额定值 1 A 的 gD 型和 gN 型熔断器就能满足 1.3 A 电流限值要求。

通过试验、检查,以及必要时按附录 Q 的要求来检验是否合格。

6.5.3 输出插座的内部布线

向其他设备提供电网电源能量的输出插座或器具输出插座,其内部布线应至少具有如表 G.7 规定的标称截面积,包括考虑表 G.7 脚注 a 的条件。

通过检查来检验是否合格。

6.6 连接附加设备引起着火的安全防护

传递给连接设备或附件的功率应被限制在 PS2,或应符合 Q.1,除非所连接的设备或附件有可能也符合本文件的要求。

此要求不适用于音频放大器的音频输出。

示例:可能符合本文件的连接设备或附件的例子是扫描仪、鼠标、键盘、DVD 驱动器、CD ROM 驱动器或游戏操纵杆。

通过检查或测量来检验是否合格。

7 有害物质引起的伤害

7.1 基本要求

为了减小由于暴露在有害物质中引起伤害的可能性,设备应提供本章规定的安全防护。

注 1:这些安全防护并不是减小这类伤害的可能性的唯一方法。

注 2:本章中未提及的其他可能的有害物质的分级未包含在本文件中。在世界许多地区适用不同的立法,如限制使用有害物质指令(RoHS)和化学品注册、评估、许可和限制(REACH)。

7.2 减少在有害物质中的暴露

应减少在有害物质中的暴露。减少在有害物质中的暴露应通过使用盛装有害物质的容器来控制。容器应足够坚固,且在产品寿命期内不被所盛装物损坏或削弱性能。

通过下列方法来检验是否合格:

- 检查化学物质对容器材料的影响,和
- 按 4.4.3 进行附录 T 的任何的相关试验,试验后容器应无渗漏。

7.3 臭氧中的暴露

对产生臭氧的设备,安装和操作说明书应说明,应采取确保将臭氧的浓度限制在安全值内。

注 1: 目前,认为典型的臭氧长期暴露限值为 0.1×10^{-6} (0.2 mg/m^3),该值是按 8h 时间加权平均浓度计算得出的。时间加权平均是在给定的时间范围内暴露的平均水平。

注 2: 臭氧比空气重。

通过检查说明书或附属文件来检验是否合格。

7.4 使用个人防护或个人防护器具(PPE)

当安全防护,例如使用容器盛装化学物质不可行时,应在随设备提供的说明书中规定个人防护。

通过检查说明书或附属文件来检验是否合格。

7.5 使用指示性安全防护和说明

如果某种化学物质能引起伤害,则设备应按 F.5 具备 GB/T 31523.1 所规定的指示性安全防护和相关说明。

通过检查说明书或附属文件来检验是否合格。

7.6 电池组及其保护电路

电池组及其保护电路应符合附录 M。

8 机械引起的伤害

8.1 基本要求

为了降低暴露于机械危险之下而引起伤害的可能性,应对设备提供本章规定的安全防护。

注 1: 在某些情况下,人本身就是动能来源。

注 2: 如果本章未做特殊规定,则“产品”和“设备”一词也包括和这些产品或设备配用的手推车、架子和搬运装置。

8.2 机械能量源的分级

8.2.1 基本分级

表 35 中给出了各种类别的机械能量源。

表 35 各种类别机械能量源的分级

行	类别	MS1	MS2	MS3
1	锐边锐角	不引起疼痛或伤害 ^b	不引起伤害 ^b 但可能会疼痛	可能引起伤害 ^c
2	运动零部件	不引起疼痛或伤害 ^b	不引起伤害 ^b 但可能会疼痛	可能引起伤害 ^c
3a	塑料风扇叶片 ^a 见图 46	$\frac{N}{15\,000} + \frac{K}{9\,400} \leq 1$	$\frac{N}{11\,000} + \frac{K}{7\,900} \leq 1$	> MS2
3b	其他风扇叶片 ^a 见图 45	$\frac{N}{15\,000} + \frac{K}{9\,400} \leq 1$	$\frac{N}{99\,000} + \frac{K}{3\,600} \leq 1$	> MS2
4	松脱的、爆炸的 或内爆的零部件	不适用	不适用	见 ^d
5	设备的质量 ^f	$\leq 7 \text{ kg}$	$\leq 25 \text{ kg}$	> 25 kg

表 35 各种类别机械能量源的分级 (续)

行	类别	MS1	MS2	MS3
6	墙壁/天花板或其他结构安装 ^f	质量 ≤ 1 kg 安装高度 ≤ 2 m 的设备 ^e	质量 > 1 kg 安装高度 ≤ 2 m 的设备 ^e	安装高度 > 2 m 的所有设备

^a 系数 K 按公式 $K = 6 \times 10^{-7} m r^2 N^2$ 确定, 式中 m 为风扇组件中运动零部件(风扇叶片、转轴和转子)的质量(kg), r 为风扇叶片从电动机(转轴)中心线到可能被触及的外部区域末端的半径(mm), N 为风扇叶片的转速(r/min)。

在最终产品中, 风扇的最大工作电压可能与风扇的额定电压不同, 需要考虑这种差异。

^b “不引起伤害”是指, 基于经验和/或基础安全标准不需要医生或医院进行急症治疗。

^c “可能引起伤害”是指, 基于经验和/或基础安全标准可能需要医生或医院进行急症治疗。

^d 下列的设备结构件认为是 MS3 的示例:

- 屏面最大尺寸超过 160 mm 的 CRT 和
- 冷态时压力超过 0.2 MPa 或工作时压力超过 0.4 MPa 的灯。

^e 只有当制造商的安装说明书中说明该设备只适合安装在 ≤ 2 m 的高度时才允许使用此分级。

^f 设备中可能包含的补给材料、消耗材料、介质或类似物的质量应包括在设备质量的计算中。这些物品的附加质量由制造商确定。

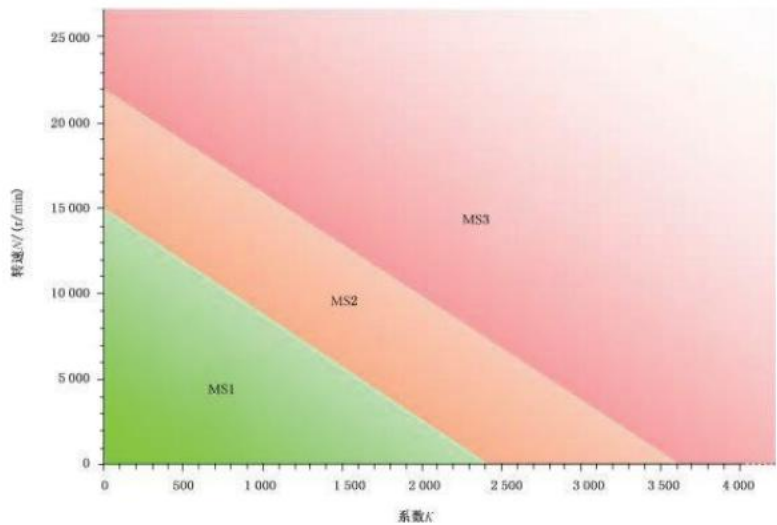


图 45 非塑料材料制成的运动风扇叶片的限值

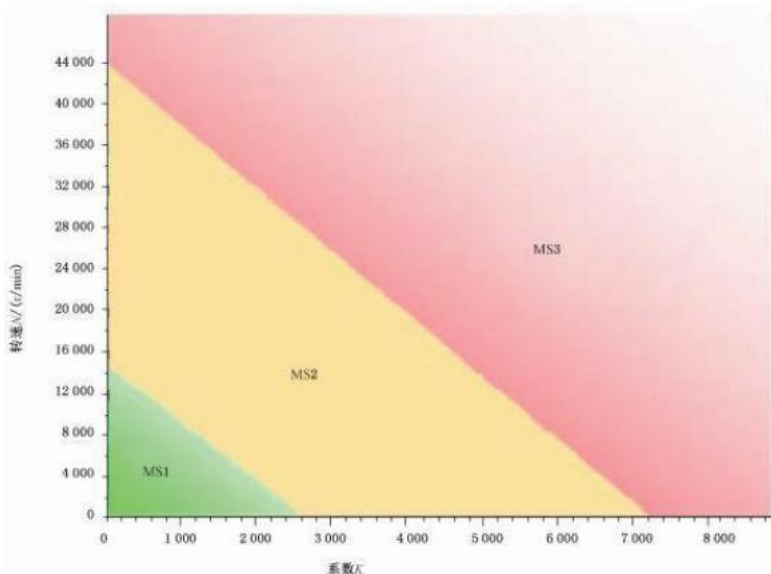


图 46 塑料材料制成的运动风扇叶片的限值

8.2.2 MS1

MS1是 1级机械能量源,在正常工作条件和异常工作条件下,其等级不超过 MS1限值,在单一故障条件下不超过 MS2限值。

8.2.3 MS2

MS2是 2级机械能量源,在正常工作条件、异常工作条件和单一故障条件下,其等级不超过 MS2限值,但不是 MS1。

8.2.4 MS3

MS3是 3级能量源,在正常工作条件、异常工作条件或单一故障条件下,其等级超过 MS2限值,或由制造商声明按 MS3对待的任何机械能量源。

8.3 机械能量源的安全防护

除下述情况外,对一般人员、受过培训的人员和熟练技术人员可触及的零部件的安全防护要求在 4.3给出。

对受过培训的人员不是明显可见的 MS2或对熟练技术人员不是明显可见的 MS3应提供指示性安全防护。

其他不需要经常维修的 MS3零部件应被定位或防护,使得熟练技术人员在维修 2级或 3级能量源时也不可能由于不自觉地退缩而无意接触到这类零部件。

8.4 有锐边锐角零部件的安全防护

8.4.1 要求

以下给出了减小在设备可触及区域内受到有锐边锐角零部件伤害可能性的安全防护的规定。能量源按表 35 第 1 行的规定分级。

如果设备的功能需要 MS2 级或 MS3 级的锐边锐角是可触及的,则:

- 任何可能的暴露不得危及生命;和
- 当暴露时,锐边或锐角对一般人员或受过培训的人员应明显;和
- 应尽可能对锐边或锐角采取可行的防护;和
- 应按附录 F.5 提供指示性安全防护以降低无意接触造成的危险,但要素 3 是可选的。

指示性安全防护的要素应包括如下内容:

——要素 1a: , IEC60417-6043(2011-01);

- 要素 2: “有尖锐边缘”或类似文字;
- 要素 3: 可选;
- 要素 4: “不要接触”或类似文字。

8.4.2 合格判据

如果设备的功能需要锐边锐角是可触及的,则需通过检查来检验是否合格。

如果设备的功能不需要锐边锐角是可触及的,则通过附录 V 的相关试验来检验是否合格。在施加作用力期间和之后,都不得触及锐边或锐角。

8.5 运动零部件的安全防护

8.5.1 要求

以下规定了减小设备的运动零部件(例如,夹挤点、啮合齿轮和可能因控制装置意外复位导致启动运动的零部件)造成伤害的可能性的安全防护。

塑料风扇叶片按照表 35 第 3a 行分级。其他风扇叶片按照表 35 第 3b 行分级。其他运动零部件按照表 35 的第 2 行分级。

注 1: 零部件引起伤害的能力并不单独取决于该零部件所具有的动能。因此,在本文件中所使用的分级只是基于典型经验和工程判断。

注 2: 影响能量传递到人体部位的因素的示例包括,撞击人体部位的表面形状、弹性、速度以及设备和人体的质量。如果使用安全联锁作为安全防护,则在运动零部件成为可触及的之前,其能量应被减小到 MS1。

除非另有规定,否则如果手指、饰品、衣服、头发等有可能接触到 MS2 或 MS3 运动零部件,则应提供设备级安全防护以防止身体部位进入或与这些物品缠绕。

如果设备的功能需要 MS2 运动零部件是一般人员可触及的,则应尽可能多地对运动零部件采取防护,并应使用 8.5.2 给出的指示性安全防护。

如果设备的功能需要 MS3 运动零部件是一般人员或受过培训的人员可触及的,则:

- 任何暴露不得危及生命;和
- 当暴露时,运动零部件应明显;和
- 应尽可能多地对运动零部件采取防护;和
- 应使用 8.5.2 给出的指示性安全防护;和
- 手动触发的制动装置应清晰可见,并放置在 MS3 零部件附近 750 mm 范围内显著的位置。

手动触发的制动装置的部件应是机电式的。手动触发的制动装置可以包括：

- 符合 GB/T 15092.1—2020 并满足本文件附录 K 的要求的开关,并且配有符合 GB/T14048.14要求的锁闭式结构,或
- 符合 GB/T14048.14的急停装置。

只有手动触发的制动装置被手动复位后,开启启动控制程序才有可能重新启动机械系统。

以下的 MS3运动零部件：

- 仅对熟练技术人员是可触及的;和
- MS3运动零部件不是明显的(例如,间歇运动的装置),

应按 8.5.2提供指示性安全防护。除非运动零部件的安排、放置、封闭或防护使得熟练技术人员不可能与运动零部件接触,并且应在 MS3零部件附近 750 mm范围内明显和突出的位置上放置一个制动装置。

8.5.2 指示性安全防护

应按 F.5提供指示性安全防护以降低无意接触运动零部件的可能性,但要素 3是可选的。

指示性安全防护的要素应包括如下内容：

____要素 1a:对运动风扇叶片,  IEC60417-6056(2011-05), 或

____对其他运动零部件,  IEC60417-6057(2011-05);

- 要素 2:按适用情况,“运动零部件”或“运动风扇叶片”或类似文字;
- 要素 3:可选;
- 要素 4:按适用情况,“身体部位远离运动零部件”或“身体部位远离风扇叶片”或“身体部位远离动作路径”或类似文字。

在一般人员维修条件下,如果需要使防止接触 MS2级运动零部件的设备级安全防护失效或旁路,则应提供指示性安全防护以提示:

- 在失效或旁路设备级安全防护前断开电源,和
- 在重启电源前重新启动设备级安全防护。

8.5.3 合格判据

应通过检查来检验运动零部件的可触及性,必要时,按照附录 V的相关部分进行评估。

8.5.4 包含运动零部件的特殊类别设备

8.5.4.1 基本要求

本条适用于安装在受限制接触区内的大型自包含设备(例如,数据中心),通常该类设备的尺寸可以容纳一个人完全进入,或者可以将完整的肢体或头部伸入带有危险运动零部件的区域,人员预期进入这个区域对设备进行维修或操作该设备。

本条所涵盖的设备是使用内置危险运动零部件来处理记录的介质(例如磁带机、盒式磁带、光盘等)和类似功能的自动信息海量存储和检索系统,以及大型打印机。

8.5.4.2 包含具有 MS3零部件的工作仓的设备

8.5.4.2.1 对工作仓内人员的防护

正常工作条件下,在设备工作仓的外壳的外表面应没有可触及的 MS3运动零部件。

设备应提供安全防护以减少工作仓内由于 MS3 运动零部件而产生伤害的风险。在正常工作条件下、异常工作条件下和单一故障条件下,其他 3 级能量源应是不可及的。

示例:安全防护包括联锁装置、挡板和明示信号连同指定的程序和培训。

注 1:有些当局可能要求在工作仓内安装火焰探测和灭火系统。

应通过下列方法之一对进入工作仓或其任一隔间进行保护。

一方法 1:安全联锁法。不需要使用钥匙或工具进入工作仓。应配备符合附录 K 要求的安全联锁以防止隔间内 MS3 运动零部件处于通电状态时进入工作仓。直到门被关闭并锁住才能恢复 MS3 运动零部件的供电。当通往含有 MS3 运动零部件的工作仓的任一隔间门的联锁装置,或含有 MS3 运动零部件的隔间和没有 MS3 运动零部件的隔间之间门的联锁装置打开时,应自动切断这些运动零部件的供电,并在 2s 内降低为对受过培训的人员或熟练技术人员的 2 级能量源。如果能量源级别降低时间大于 2s,则应按 F.5 提供指示性安全防护。

一方法 2:钥匙或工具法。应需要使用钥匙或工具才能进入和控制进入工作仓,并且应能防止工作仓内的 MS3 运动零部件处于通电状态时进入工作仓。应按适用情况,在操作和维修指南中规定,在工作仓内的人员应携带钥匙或工具。如果可以完全进入工作仓,不用钥匙或工具关闭仓门不得导致设备自动重启。

注 2:钥匙或工具可用作进入工作仓或隔间前关闭电源的手段。

除非 8.5.4.2.2 允许,否则在所有相关的门都被关闭并锁住之前,应不可能启动或重启系统。

在可能完全进入工作仓的情况下,如果关闭门允许设备重新启动,则应提供一个能自动触发的机械联锁装置,使得门不会被无意识地关闭。应允许从工作仓的内部打开任何门,而无需使用钥匙或工具。无论门是打开或是关闭的,也无论设备的工作状态如何,从工作仓内部打开门的方式应是易于识别且显而易见的。

通过检查来检验是否合格。

在设备维修期间,可能需要给设备通电以允许校验等。在这种情况下,在单一故障条件下或异常工作条件下,应提供适当的方法以限制零部件的运动,使它们不会成为 MS3,例如通过扩展路径或使零部件从运动组件上分离并弹出。这些方法应能在额定负载、最大速度条件下和最大延伸时限制这些运动零部件的能量不超过 MS3。

通过检查,以及必要时,通过 B.3 和 B.4 的试验来检验是否合格。外壳或隔间的挡板应能包住在试验期间可能分离的任何部件。

8.5.4.2.2 取消进入保护

8.5.4.2.2.1 基本要求

如果熟练技术人员为了进入工作仓或隔间而有必要取消保护机械装置,例如安全联锁,则应提供符合 K.4 的取消系统。而且,使用该取消系统时,应按照 8.5.4.2.3 的要求提供急停系统,且该系统应符合 8.5.4.2.4 的工作耐久性试验要求。

通过检查来检验是否合格。

8.5.4.2.2.2 可视指示器

在下列情况下,由符合 GB/T4025 要求的一套由两个或更多明亮的闪烁指示器组成的装置应动作:

- 对于能完全进入的工作仓或隔间,以指示设备正在恢复正常运行和运动处于等待状态;或
- 对于任何设备,如果联锁装置被取消且 MS3 运动部件的驱动电源仍然存在。

在工作仓或相关隔间的任何位置和入口处,指示器都应明显可见。对于情况 a),指示器应在

MS3运动零部件沿最重要的轴线方向运动前闪烁至少 10s。如果情况 b)发生时情况 a)也发生,则应改变指示器的闪烁频率,使其状态的改变对于在工作仓内或进入工作仓的人员来说是显而易见的。

注:最重要的轴线方向是指具有最长的行程距离的轴。这通常是水平(X)轴。

通过检查和试验来检验是否合格。

8.5.4.2.3 急停系统

本条仅适用于提供了 8.5.4.2.2规定的取消安全联锁功能的情况。

急停系统应能取消所有其他控制,解除 MS3运动零部件的驱动电源,并在必要时采用自动制动,以使所有的运动部件在合理的时间段内停止,从而不能接触到 3级危险。

急停系统的元器件应是机电式的,急停系统控制装置可由以下部分组成:

- 符合 GB/T15092.1—2020并满足本文件附录 K 的要求的开关,并且配有符合 GB/T14048.14或等同要求的锁门式结构;或
- 符合 GB/T14048.14的急停装置。

注:在英国,当存在人身伤害的危险时,要求急停系统符合 IEC60204-1和 ISO13850的要求。

作为替代,急停系统的安全功能应具有与工作仓的风险评估结果一致的 IEC62061的安全完整性等级(SIL),或 ISO13849-1的性能等级(PL)。

只有急停控制被手动复位后,开启启动控制程序才有可能重新启动机械系统。

对于人体可完全进入工作仓的设备,急停系统应包括至少两个急停控制装置,一个在工作仓外部,一个在工作仓内部。系统的启动程序应包括一个非危险的方法以确保当前无人在工作仓内。对运动控制电路或其他感知装置施加 8.5.4.2.4的单一故障试验后,如果能够表明该试验不会旁路非危险的启动程序,则不进行本条的急停距离试验。

对于人体只可部分进入工作仓或隔间的设备,应在工作仓外部提供至少一个急停控制装置。急停系统对需要进入工作仓的人应是可操作的。

工作仓外部的急停控制装置应易于看见,并且安装在设备上的位置应使得操作该装置的人员能够看到工作仓是否被占用。在安装说明书中应指明控制装置周围要留有空间,使得受过培训的人员或熟练技术人员易于触及并启动它。

工作仓内部的急停控制装置应从工作仓内部的任何地方都易于触及并提供照明使其容易辨认。它应由一个红色掌掀式或蘑菇头式的按钮组成,或配备一个间接装置,如一根容易识别的红色安全电缆,用于启动急停系统。

通过检查以及在必要时通过下列试验来检验是否合格。

当机械系统运转在其最大动能(在最大速度下承受最大负荷量)时,启动急停系统,并测量停止距离。距离测量的结果应表明在急停系统启动后任何方向上的后续动作不会出现伤害危险。

沿着最重要的轴线方向,距离起动点最大的停止距离不得大于 1 m。另外,如果沿着最重要的轴线方向上有一个终点,超过这个终点 MS3运动部件就不能工作,那么在此终点与最近的固定的机械部件之间应有至少 150 mm 的空间,以保证有足够的空间使得人不被伤害。B.3.8的要求适用。

8.5.4.2.4 耐久性要求

除 8.5.4.2.3提及的以外,本条仅适用于提供了 8.5.4.2.2规定的取消安全联锁功能的情况,或者受过培训的人员或熟练技术人员可触及的线缆带有 ES3电压的情况。

对可移动的线缆组件进行试验,以确保不会发生可能导致如下任一情况的机械损坏:

- 安全联锁系统的故障;
- 损坏隔间的分离隔板或机械防护外壳;
- 人员暴露于其他的危险中。

如果这些线缆和运动控制电路的电压为 ES3,则应进行机械耐久性试验,以确保不会产生电击危险。

对于仅承载符合 ES1要求的电压的线缆,如果能够表明对这些线缆和运动控制电路进行单一开路或短路故障试验不会引起危险,则不进行机械耐久性试验。

通过检查以及在必要时通过以下的机械耐久性试验来检验是否符合。

机械系统,包括在正常工作条件下限制运动的装置(例如:限位开关),承受以额定负载和设计允许的最大行程或旋转的最大速度进行 100000次循环操作。

循环试验后:

- 进行机械功能检查(例如:MS3运动零部件操作机电开关;行程结束机械停止等)和目视检查。机械停止和机电开关应能按预期工作。机械完整性应无损失。所有安全相关的功能(包括急停系统及类似功能)应正常工作;和
- 检查控制 MS3运动零部件的线缆组件,除了那些仅包含 ES1的组件,是否有导致带超过 ES1电压的导线暴露的损伤。导线不得破损,且不得有单股线刺入绝缘。如果不能通过检查确定是否有损伤,则线缆组件应通过 1000V的抗电强度试验,按照 5.4的规定,电压施加在带超过 ES1电压的导线与紧包在线缆上的金属箔之间。

8.5.4.3 具有销毁介质的机电装置的设备

8.5.4.3.1 基本要求

以下对预定要采用运动零部件将介质卷入并以机械方式销毁各种介质的设备规定了为保护人员(包括儿童)而提供的设备级安全防护。设备内的介质销毁装置被划分为 MS3。

示例:按其功率源的特点来确定,包括家用和家庭办公用文件切碎装置,以及类似的介质销毁装置的设备。

对在儿童不可能出现的场所使用的设备,见 F.4。

注:这类设备设计典型应用于预期安装在通常只有成人出现的场所内的商用或工业用设备。

设备应具有安全防护,以便使附录 V中适用的铰接试具和图 V.4的楔形试具不能触及 MS3运动零部件。安全联锁的要求见 4.4.5,但是如果运动零部件不能在 2s内被降低至适当的能量级别,则安全联锁应能继续阻止接触。

8.5.4.3.2 运动零部件的指示性安全防护

安装在儿童可能出现的场所的设备应按 F.5的规定提供指示性安全防护,但要素 3是可选的。指示性安全防护的要素应包括如下内容:

— 要素 1a:  IEC60417-6057(2011-05);

— 要素 2:可选;

— 要素 3:可选;

— 要素 4:“本设备预定不由儿童使用”和“避免手、衣服或头发接触介质送入口”和“长时间不使用则拔掉设备的电源插头”或类似文字。

8.5.4.3.3 与电源的断开

应提供符合附录 L的隔离开关来断开 MS3运动零部件的供电电源。置“断”位时能切断 MS3运动零部件全部供电的开关是可以接受的。开关应安置在使用人员身体部分或衣服可能被卡住时易于触及的地方。

双位开关的“通”位和“断”位应按 F.3.5.2的规定进行标记。

对多位开关,开关的“断”位应按 F.3.5.2 的规定进行标记,其他位置应用适当的词或符号标记。

8.5.4.3.4 试验方法

对介质销毁装置,在介质送入口的任意方向上用图 V.4 的楔形试验试具进行试验:

- 对条状切割型装置,施加不大于 45N 的力;和
- 对十字状切割型装置,施加不大于 90N 的力。

注:典型的介质销毁装置分为条状切割型或十字状切割型装置。条状切割型介质销毁装置采用电动机切碎机构,将介质切成长条。十字状切割型介质销毁装置通常采用更为强劲的电动机和更为复杂的切碎机构,从两个或多个方向将介质切割成细小颗粒。

一般人员或受过培训的人员可以卸下或打开的任何外壳或防护件,应首先将其卸下或打开,然后再施加试验。

8.5.4.3.5 合格判据

按 V.1.2 和 V.1.5 的规定来检验是否合格。楔形试验试具不得接触到任何运动零部件。

如果设备提供了安全联锁,则应按 4.4.5 的规定来检验是否合格,但是如果运动零部件不能在 2 s 内被降低至适当的能量级别,则安全联锁应能继续阻止接触。

8.5.5 高压灯

8.5.5.1 基本要求

按表 35 第 4 行被归类为 MS3 的高压灯的围封装置应具有足够的机械强度,能挡住灯的爆炸物,从而降低一般人员或受过培训的人员在正常使用或更换灯组件时(按适用的情况)受到伤害的可能性。

8.5.5.2 试验方法

为了对高压灯失效的后果进行防护,应进行如下试验:

- 现场更换时被认为是 MS3 的灯组件要与设备分开进行试验;
- 仅在正常工作时被认为是 MS3 的灯组件,可以单独试验,或正常安装在设备上上进行试验,或两种情况下都进行试验。

用机械冲击、电子脉冲发生器或类似方法激发灯的爆炸。灯应至少工作 5 min 以达到工作温度和压力。为了评定灯的破碎结果,即碎片可能抛射的区域和碎片的大小,将设备或灯组件放置在水平表面上,在靠近设备的排气孔处放置一块适当尺寸的暗色黏性垫子(或其他适用的方法)以接住碎片。应调整设备开孔的方向,使得从该产品可能抛射出的、水平横跨在暗色黏性垫子上的碎片数量达到最大化。在灯破碎后,用具有 0.1 mm 分辨率的放大镜测量所产生的玻璃碎片。试验应模拟说明书规定的最不利情况的工作位置来进行。

注:如果使用暗蓝色的黏性垫子可以更容易检查可能的玻璃碎片。

电子脉冲发生器方法的示例在图 D.3 中给出。

充电以 5 J 的步距逐步增加,直到使灯的破碎具有可重复性。

8.5.5.3 合格判据

通过物理检查,或必要时,通过 8.5.5.2 的试验来检验是否合格。

当按 8.5.5.2 试验时,检查收集玻璃碎片用的暗色黏性垫子,

- 外壳开孔 1 m 外不得有最长轴线尺寸小于 0.8 mm 的玻璃碎片;和
- 不得有最长轴线尺寸大于或等于 0.8 mm 的玻璃碎片。

对于专业设备,如果一般人员不可能在碎片可及的范围内,则可以用 5 mm 代替 0.8 mm 的值。

8.6 设备稳定性

8.6.1 要求

为了评估设备的稳定性,要按表 35 第 5 行的规定对产品进行分级。

如果系统单元固定在一起,则按照系统的整体质量来确定 MS 级别。如果系统单元预定可以分离重新配置,则按照单元各自的质量来确定 MS 级别。

设计成要在现场机械固定在一起并且不单独使用的各个单元,或驻立式设备,应在按制造商说明书的规定安装后,通过检查,必要时,通过 8.6.2.2 的试验来进行评定。

设备应按表 36 的规定,符合 8.6.2、8.6.3、8.6.4 和 8.6.5 给出的要求和试验。如果表中画“x”则表明该试验适用。

表 36 要求和试验一览表

设备类型		试验				
		静态稳定性	向下力	更换位置	玻璃滑动 ^b	水平力
		8.6.2.2	8.6.2.3	8.6.3	8.6.4	8.6.5
MS1	所有设备	无稳定性要求				
MS2	落地式设备			x		
	非落地式设备	x				
	控制或显示设备 ^a	x		x		
	固定式设备	无稳定性要求				
MS3	落地式设备	x	x	x		
	非落地式设备	x				
	控制或显示设备 ^a	x		x	x	
	固定式设备	无稳定性要求				
^a 具有使用人员可触及的前面板安装的控制装置的设备和可能在家庭或类似安装环境使用的、儿童可触及的具有移动画面的显示屏的设备。						
^b 玻璃滑动试验不适用于落地式设备,即使该设备可能有控制装置或显示屏。						

如果热塑性材料可能影响设备的稳定性,则应在 T.8 的应力消除试验后设备冷却到室温时,再进行相关的稳定性试验。

MS2 和 MS3 的电视机应有符合 F.5 的指示性安全防护,只是该指示性安全防护可以包含在随设备一起的安装说明书或类似文件中。

指示性安全防护的要素应包括如下内容:

- 要素 1a:不适用;
- 要素 2:“稳定性危险”或类似文字;
- 要素 3:“电视机可能翻倒,造成严重个人伤害或死亡”或类似文字;
- 要素 4:以下文字或类似文字。

电视机可能翻倒,造成严重人身伤害或死亡。采取诸如以下的简单的预防措施就能避免许多伤害,特别是对儿童的伤害。

- 始终使用电视机制造商建议的柜子或支架或安装方式。
- 始终使用能安全支撑电视机的家具。
- 始终确保电视机没有伸出支撑家具的边缘。
- 始终教育儿童攀爬家具去触碰电视机或电视控制器的危险。
- 始终规划好连接到电视机上的电线和电缆,这样这些线缆就不会被绊、拉扯或抓拽。
- 从不把电视机放在不稳定的位置。
- 当未将家具和电视机都固定在合适的支撑件上时,从不将电视机放置在高的家具(例如,橱柜或书柜)上。
- 从不将电视机置于可能铺在该电视机和支撑家具之间的织物或其他材料上。
- 在电视机或放置电视机的家具顶部,从不放置可能引诱儿童攀爬的物品,如玩具和遥控器。

如果已有的电视机需要保留并更换位置,也应对上述注意事项予以考虑。

8.6.2 静态稳定性

8.6.2.1 试验设置

设备应被挡住,必要时,使用尺寸尽可能小的挡块避免设备在试验期间滑动或滚动。试验时,容器(如果有)要在其额定容量范围内装上能导致最不利的情况的一定量的物质。

一般人员可触及的所有的门、抽屉、脚轮、可调支撑脚和其他附件,要采用能导致稳定性最差的任意组合方式来设定它们的位置。具有多个位置特性的设备,应在设备结构处在最不利的位置进行试验。但是,如果预定脚轮只是用来搬运设备,以及如果安装说明书要求在安装后要降低可调支撑脚,则在本试验中要使用该可调支撑脚(而不是使用脚轮)。

如果设备要在其预定使用的位置上接受定期的维护,或者例行保养或修理,则对该设备的门、抽屉等,或者对受过培训的人员或熟练技术人员是可触及的任何其他调节装置,应采用维修说明书规定的、能导致稳定性最差的任意组合方式来设定它们的位置。

8.6.2.2和 8.6.2.3的试验应按表 36的规定进行。

8.6.2.2 静态稳定性试验

设备应进行下列之一的试验:

- 设备在所有方向上倾斜,使得设备的底座呈 10° 或 10° 以内的角度;或
- 设备放置在与水平面成 10° 的平面上并绕其垂直轴线缓慢旋转 360° ;或
- 设备放置在水平防滑表面上并承受如下大小的作用力:
 - 设备重量的 50% 的力,垂直向下,但不超过 100 N。如果试验期间,支撑表面防止设备翻倒,则应使支撑表面不用来使试验通过并重复试验;和
 - 设备重量的 13% 的力,沿所有水平方向,但不超过 250 N,
 力通过一个适当的试验装置施加在设备上的最不利位置,该试验装置具有大约 125 mm×200 mm 的平面,以能产生最大翻倒力矩的方式施加。该试验可应用于距离设备底座不超过 1.5 m 的任意高度。如果设备沿垂直方向倾斜 10° 后仍保持稳定,则应停止施加试验力。

8.6.2.3 向下力的试验

在距离设备底座不超过 1 m 的任何高度,在能产生最大力矩的杠杆作用的位置上,将 800 N 恒定向下的力施加到与水平面不大于 10° 的、至少 125 mm×至少 200 mm 的任意平面上的任意一点时,该设备不得出现翻倒。用具有大约 125 mm×200 mm 的平整表面的适当的试验装置施加该 800 N 的力。用试验装置的整个平整表面与设备接触时施加该向下的力,但试验装置不必完全接触不平坦的表面(例

如波状的或弯曲的表面)。

具有不能作为台阶或者梯子外形或柔性表面的设备,免除本试验。

示例:与手推车或架子组合的产品,或具有凸起或凹陷结构,明显不能用来作为台阶或梯子的产品。

8.6.2.4 合格判据

试验期间,设备不得翻倒。

8.6.3 更换位置的稳定性

8.6.3.1 要求

设备更换位置后应稳定。设备应:

- 装有直径最小为 100 mm 的轮子;或
- 符合 8.6.3.2 的试验。

8.6.3.2 试验方法和合格判据

设备相对于其正常竖立的位置,以任意方向倾斜 10°。如果设备竖立在一个水平面上,在其倾斜 10°角的过程中,设备通常不接触支撑表面的部分有可能接触到该水平面,则试验期间要将设备置于水平支撑面的边缘以避免发生接触。或者,将设备放置在平面上倾斜 10°,同时沿其正常垂直轴线旋转 360°。

对预计要由一般人员移动或更换位置的设备,应调整以下部件组合从而产生最差的稳定性。

- 所有不具有有效归位功能并且可能被意外打开的门和抽屉;和
- 脚轮、可调节支撑脚和其他附件。

对预计要由受过培训的人员或熟练技术人员移动或更换位置的设备,应按制造商的说明将所有门、抽屉等定位。

具有多个位置特性的设备,应根据其结构,在最不利的位置进行试验。

试验期间设备不得翻倒。

8.6.4 玻璃滑动试验

将设备放置在一块清洁的、干燥的、覆盖有玻璃的水平表面上,只有设备的支撑脚与玻璃接触。然后将覆盖玻璃的表面沿最不利的方向倾斜 10°。

试验期间,设备不得滑动或翻倒。

8.6.5 水平力试验和合格判据

将设备放置在水平防滑表面上,对所有的门、抽屉、脚轮、可调支撑脚和其他可动零部件,采用能导致稳定性条件最差的任何组合方式来设定它们的位置。应挡住设备,必要时,使用可能的最小尺寸的挡块避免设备在承受下列之一的试验时滑动或滚动:

- 从外部施加等于设备重量的 20%,或 250N 的力,取其较小者,沿水平方向施加到设备上能导致稳定性最差的那一点上。力不得施加在高于支撑表面 1.5 m 的地方;或
- 应将设备推到相对于垂直方向为 0°~15°的任意倾斜角;或
- 将设备放置在平面上倾斜 15°并沿其正常垂直轴线旋转 360°。

试验期间,设备不得翻倒。

8.7 安装在墙壁、天花板或其他结构上的设备

8.7.1 要求

按表 35 第 6 行对附着在墙壁、天花板或其他固定结构(例如,挂杆或塔)上的设备进行分级,以评估其安装方式。

对 MS2 或 MS3 设备:

- 如果制造商规定了特定的安装方式,则设备及其安装方式的组合应符合 8.7.2 的试验 1。用来将安装件固定在设备上的五金件应随设备一同提供或在用户说明书中详细描述(例如:螺钉长度、直径等)。
- 如果制造商没有规定特定的安装方式,但设备提供了能方便附着安装挂件的任何部件(例如钩子或螺纹孔),这些部件应按适用情况符合 8.7.2 的试验 2。用户说明书中应告知这类部件的安全使用条件(例如螺钉尺寸、包括螺纹尺寸和长度,螺钉数量等)。
- 如果设备提供了螺纹件用于附着安装件,则螺纹件(不包括安装件)还应通过 8.7.2 的试验 3。

注:试验的目的是测试安装件与设备的固定而不是测试安装件与墙壁、天花板或其他结构的固定。

8.7.2 试验方法

如果结构中包括影响安装系统强度的热塑性材料,则试验应在 T.8 的应力消除试验后进行。

试验 1

设备按制造商说明书的规定进行安装,并在可能时,使安装装置处在能代表在支撑件上产生最严酷应力的位置。

除了设备的重量外,要通过设备重心施加一个向下的力持续 1 min。该外加的力应选择以下较小的值:

- 设备重量的 3 倍;或
- 设备的重量加 880 N。

然后,对安装在墙壁或其他结构上的设备,要横向施加一个 50 N 的水平力,持续 1 min。

试验 2

试验力应等于以下的力中的最小值除以安装系统中附着点的数量:

- 设备重量的 4 倍;或
- 设备重量的 2 倍加 880 N。

安装系统中的每一个有代表性的点,应每次一个点,承受如下 6 个试验力。

- 垂直于其中心轴线的切力,持续 1 min。力应从四个方向施加,每次一个方向,相隔 90°。
- 平行于其中心轴线的向内推力,持续 1 min。
- 平行于其中心轴线的向外拉力,持续 1 min。

试验 3

如果安装系统设计是依赖于螺纹安装件,则每个螺纹安装件,应每次一个,承受如下的试验。

按表 37 对螺钉施加转矩拧紧,然后松开,总共进行 5 次。转矩应逐渐施加。

如果制造商提供了相应的螺钉紧固件,则在试验中应使用这些螺钉紧固件。如果制造商没有提供相应的螺钉紧固件,那么即使用户说明书中可能推荐了螺钉类型,也应使用具有相同直径的任意螺钉进行试验。

表 37 施加在螺钉上的力矩

螺钉标称直径 mm	力矩 N · m
≤ 2.8	0.4
> 2.8 ~ ≤ 3.0	0.5
> 3.0 ~ ≤ 3.2	0.6
> 3.2 ~ ≤ 3.6	0.8
> 3.6 ~ ≤ 4.1	1.2
> 4.1 ~ ≤ 4.7	1.8
> 4.7 ~ ≤ 5.3	2.0
> 5.3 ~ ≤ 6.0	2.5

8.7.3 合格判据

通过检查以及适用时通过 8.7.2 的试验来检验是否合格。设备或其相关的安装装置在试验期间应不会脱离并能保持机械完整性和可靠性。螺纹部件应保持机械完好。

8.8 提手强度

8.8.1 基本要求

设备的组成部分,用以提起或搬运设备,不论其形状或位置如何、或该部分预定用手或通过机械方式提起或搬运设备,都被认为是提手,并且应有足够的强度。

按表 35 第 5 行对设备分级。

如果有提手的设备被设计或有说明书指导用于提起或搬运多个单元,则分级时应应对设备可能搬运的重量予以考虑。

通过检查或核查相关数据,或必要时,通过 8.8.2 的试验来检验是否合格。试验的结果,提手、提手的固定装置或固定提手的外壳部分,不得出现断开、破裂或从设备上分离。

8.8.2 试验方法

用非夹持的方法,将重量均匀地加到提手中部 75 mm 宽的范围上。

该重量应等于设备重量加下列规定的附加重量:

— 对具有两个或多个提手的 MS1 设备,施加等于设备重量 3 倍的作用力的重量;

注:仅有一个提手的 MS1 设备无需试验。

— 对 MS2 设备,施加等于设备重量 3 倍的作用力的重量;

— 对质量不大于 50 kg 的 MS3 设备,施加等于设备重量 2 倍的作用力的重量,或 75 kg,取其中较大者;和

— 对质量大于 50 kg 的 MS3 设备,施加等于设备重量的作用力的重量,或 100 kg,取其中较大者。

附加重量应从零开始逐渐增加,用 5 s ~ 10 s 达到试验值并保持 60 s。当具有一个以上的提手时,力应分配到各个提手上。应通过测量设备在预定的搬运状态下每个提手所承受设备重量的比例来确定力的分配。如果 MS2 设备具有一个以上的提手,并认为该设备只用一个提手就能搬运时,则每一个提

手应能承受总的力。

8.9 对附件(轮子或脚轮)的要求

8.9.1 基本要求

按表 35 第 5 行对设备分级。当设备预定与带有轮子或脚轮的手推车、架子和类似搬运装置一起使用时,用组合质量进行分级。

应减小 MS3 设备,包含支撑设备的手推车、架子和类似搬运装置在移动期间翻倒的可能性。

8.9.2 试验方法

作为正常工作条件的一部分,预定需要移动的 MS3 设备的轮子或脚轮,或其支撑手推车、架子和类似搬运装置,应能承受 20N 的拉力。拉力要沿结构允许的任何方向,用重物或稳定的拉力施加到轮子或脚轮上,持续 1 min。

试验期间,轮子或脚轮不得损坏或从其固定装置上拉脱。

8.10 手推车、架子和类似搬运装置

8.10.1 基本要求

设备与其相关的手推车、架子和类似搬运装置配置在一起应是稳固的。按表 35 第 5 行对设备分级时使用设备及其规定的推车或架子的组合重量。

规定与设备一起使用的各种手推车和架子应承受下列各条所规定的适用的试验。手推车、架子或搬运装置应单独承受适用的试验,然后再用制造商规定的设备置于该手推车或架子上承受适用的试验。

设备正常工作时不需要移动的 MS3 设备,包括 MS3 设备的支撑手推车、架子或类似的支撑设备的搬运装置,应符合 8.6.5 的水平力试验。

高度大于 1 m 的 MS2 或 MS3 设备,包括已安装在所规定的手推车、架子或搬运装置上的设备,应符合 8.6.3 的更换位置的稳定性试验,但倾斜角改为 15°。如果设备装有能使其只在限定方向上移动的轮子或脚轮,则只在那些方向上进行试验(例如,电子白板)。

8.10.2 标志和说明

由制造商规定要与特定的设备一起使用的、但与设备分开包装并单独在市场销售的手推车、架子或类似的搬运装置,应按 F.5 的规定提供指示性安全防护。

指示性安全防护的要素应包括如下内容:

—要素 1a:不适用;

—要素 2:“注意”或类似文字;

—要素 4:“本(手推车、架子或搬运装置)预定仅与(制造商名称)(型号或序列号)(设备名称)一起配套使用”或类似文字;

—要素 3:“与其他设备一起使用可能会导致不稳定而产生伤害”或类似文字。

要素应按 2、4、3 的顺序排列。

指示性安全防护应附着在手推车、架子或搬运装置上,或者包含在与设备一同提供的安装说明书或类似文件中。

预定只能与特定的手推车、架子或类似搬运装置一起使用并为此装运的设备,应按 F.5 的规定提供指示性安全防护,并包括如下内容:

—要素 1a:不适用;

—要素 2:“注意”或类似文字或语句;

一要素 4: “本(设备名称) 仅与(制造商名称) (型号或序列号) (手推车、架子或搬运装置) 一起配套使用” 或类似文字;

一要素 3: “与其他(手推车、架子或搬运装置) 一起使用可能会导致不稳定而产生伤害” 或类似文字。

要素应按 2、4、3 的顺序排列。

指示性安全防护应附着在设备上, 或者包含在与设备一同提供的安装说明书或类似文件中。

8.10.3 手推车、架子或搬运装置的加载试验和合格判据

手推车、架子或搬运装置的结构应使得在承受了施加到儿童可触及的任何可抓握点或杠杆作用点 220N 的力持续 1 min 时, 不会出现能导致人身伤害的永久变形和损坏。

为了确定符合性, 力要通过 30 mm 直径的圆柱体的端部施加。该力要施加到离地面 750 mm 以内的, 并且将会支撑儿童部分或全部重量的搁板抽屉、结合处的横档支撑件或等效的零部件上。该力要在手推车、架子处在室温条件下施加 1 min。零部件不得坍塌或断裂而露出锐边或形成能导致伤害的夹挤点。

此外, 手推车、架子或其他搬运装置的结构应使得在逐一一对每一个支撑表面按下列规定加载时, 不会出现能导致人身伤害的永久变形或损坏:

一对预定要支撑具有活动画面的显示器的表面, 制造商预定的负载加 440N; 或

一对所有可施加负载的表面, 制造商预定负载的 4 倍, 或 100N, 取其中较大者, 但不超过 440N。

预定要容纳特定附件, 例如介质磁带、光盘等的专用存储区应加满负载达到额定负载。

重量要施加在每一个支撑表面上持续 1 min, 其他支撑表面不加载。

8.10.4 手推车、架子或搬运装置的冲击试验

按下列规定进行试验时, 手推车、架子或搬运装置不得产生导致人身伤害的危险。

对手推车或架子的任何部分施加单次冲击, 试验方法按 T.6 的规定。但是对用玻璃制成的手推车、架子或搬运装置, 应改为按 4.4.3.6 的规定进行试验。

8.10.5 机械稳定性

手推车、架子或搬运装置, 包括落地式的, 应单独承受 8.6.3 和 8.6.5 规定的适用的试验, 以及适用时, 与其预定支撑的 MS2 或 MS3 设备的组合一起承受试验。

就这些试验而言, 重量应认为是设备重量加手推车、架子或搬运装置重量的总和。设备应按制造商说明书的规定进行安装, 并应在高于地面高度 1.5 m 范围内, 将水平力施加到手推车、架子或搬运装置上, 或者预定的设备上, 以便在设备上产生最大的翻倒力矩。

如果在 8.6.3 和 8.6.5 的试验期间, 设备开始滑动或相对于手推车、架子或搬运装置倾斜, 则应只重复水平力试验, 将该水平力减小到只是单独的设备重量的 13%, 或 100N, 取其较小者。

设备和手推车或架子不得翻倒。

8.10.6 热塑性材料的温度稳定性

在结构中使用热塑性材料的设备、手推车、架子或搬运装置应能承受 T.8 的试验, 热塑性材料的任何收缩、扭曲、或其他变形不会导致设备不符合 8.10.3、8.10.4 和 8.10.5 的要求。

8.11 滑轨安装设备的安装方式

8.11.1 基本要求

本条规定了对水平安装的滑轨的要求, 通过将滑轨安装设备(SRME) 保持在稳定位置, 不允许滑轨

弯曲变形、附加装置断裂或 SRME 滑过滑轨的末端,来减小造成伤害的可能性。

下面的要求适用于如下的 MS2 和 MS3 级 SRME 的安装装置:

- 安装在机架上并预定在安装、使用或维修时从机架上沿滑轨延伸出去;和
- 延伸出整个机架宽度的 SRME;和
- 具有高于支撑表面 1 m 以上的顶部安装位置。

这些要求不适用于:

- 设备的组件;或
- 其他在机架上固定到位的设备;或
- 预定在延伸出滑轨时不进行维修的设备。

SRME 的机械安装装置是指类似滑轨的装置。SRME 可以是实际产品配置有最不利的机械负载,或者是用代表性的外壳装载重物以模拟最不利负载。

注 1: 滑轨包括轴承滑轨、摩擦滑轨或其他等效安装装置。

注 2: 不认为最终产品的组件(例如可移动模块、抽屉部分、复印机/打印机中拉出的纸盒/加热托盘)是 SRME。

8.11.2 要求

为了评估设备的稳定性,要按表 35 第 5 行的规定对产品进行分级。

注: 评估设备的稳定性,见 8.6。

滑轨应能保留 SRME 并且具有防止设备无意间滑出该安装装置的终端止挡。

滑轨应与 SRME 安装在代表性的机架内,或者按制造商的说明采用等效配置安装。

具有一个延伸位置的滑轨在延伸位置应符合 8.11.3.1 的向下力试验。

具有维修位置和安装位置的滑轨在维修位置应符合 8.11.3.1 的向下力试验。

所有滑轨在维修位置和安装位置都应符合 8.11.3.2 和 8.11.3.3 的试验。

每项试验后,在进行下一项试验前,滑轨和 SRME 可以进行更换。

多位置滑轨不得自动延伸到任何延伸位置。SRME 在被拉出时应只能进入维修位置。应提供门锁或其他装置将 SRME 制动在服务位置。应说明任何服务位置和安装位置。应向安装人员提供指示性安全防护。指示性安全防护的要素应包括如下内容:

- 要素 1a: 不适用;
- 要素 2: 稳定性危险;
- 要素 3: “机架可能翻倒造成严重的人身伤害”;
- 要素 4: 以下文字或类似文字

在将机架延伸到安装位置之前,请阅读安装说明。

不要在处于安装位置的滑轨安装设备上施加任何载荷。

不要将滑轨安装设备留在安装位置。

8.11.3 机械强度试验

8.11.3.1 向下力的试验

SRME 在其延伸位置时,除其本身重量外,沿重力中心施加向下的力,持续 1 min。

施加在 SRME 上的附加的力应等于以下 2 个值中较大的那个,但不超过 800 N:

- SRME 重量的 50% 加 330 N 的力;或
- SRME 重量的 50% 加附加的重量块,重量块等于 SRME 的重量或 530 N 的力,选其中较小者。

注: 这个附加的力是考虑了在安装其他 SRME 期间,可能会在已安装好的处于延伸位置的 SRME 顶部堆叠其他物

品或装置。

对安装滑轨的架子,应用预定放置在该架子上的最大重量的 125% 的重量进行试验。
应在架子上提供标记以说明可以添加到架子上的最大重量。

8.11.3.2 横向推力试验

在滑轨完全延伸出来(维修)的位置,在 SRME 的末端或接近末端的位置以横向的 2 个方向分别施加 250N 的静态推力,持续 1 min。施加的力不一定完全接触不平整的表面(例如,波状的或弯曲的表面),但应集中在 SRME 末端 30 mm 的范围内。

8.11.3.3 滑轨终端止挡的完整性

为了测试终端止挡的完整性,对处在完全延伸的滑轨前端的 SRME 以试图导致 SRME 脱离滑轨的方式施加 250N 的稳定拉力,持续 1 min。然后将 SRME 放回到(安装)使用位置,再重新放置到完全延伸的位置。试验进行 10 次。

8.11.4 合格判据

通过检查和评定制造商提供的数据来检验是否合格。如果未提供数据,则要进行 8.11.3 规定的试验。

在每次试验完成后,SRME 及其配套的滑轨应能在一次完整的滑轨上的滑动循环行程中保持安全可靠。如果该安装装置在不加约束力的情况下就不能完成一个完整循环,则应以试图将设备完全拉回机架的方式,对设备前部的中心点施加 100N 的水平力。

安装装置不得有任何程度的能导致伤害的弯曲或变形。终端止挡应使设备保持在安全位置,且不得使设备滑出滑轨的终端。

8.12 伸缩天线或拉杆天线

伸缩天线或拉杆天线的端部应装有最小 6.0 mm 直径的拉钮或拉球。天线末端的拉件和伸缩天线的各节的固定方式应能防止其脱开。

通过检查和 T.11 的试验来检验是否合格。

9 热灼伤

9.1 基本要求

为了降低热灼伤造成疼痛和伤害的可能性,可触及零部件应按本章的规定进行分级并在必要时提供安全防护。

注:在本文件中,由于射频(RF)能量源造成的电灼伤是特例,通过限制接触规定频率以上的能量源来进行控制。这些限制和条件在表 4 的脚注 d 和脚注 e 中给出。

9.2 热能量源分级

9.2.1 TS1

TS1 是 1 级热能量源,其温度级别应:

- 在正常工作条件下不超过 TS1 的限值;和
- 在下列条件下不超过 TS2 的限值:
 - 异常工作条件下;或

- 单一故障条件下。

9.2.2 TS2

TS2是 2级热能量源,满足如下要求:

—温度超过 TS1的限值;和

—在正常工作条件下,异常工作条件下或单一故障条件下,温度不超过 TS2的限值。

如果设备明显出现故障,则限值不适用。

9.2.3 TS3

TS3是 3级热能量源,在正常工作条件下或异常工作条件或单一故障条件下,温度超过表 38规定的 TS2的限值。

9.3 接触温度限值

9.3.1 基本要求

除以下说明外,可触及零部件的接触温度应符合表 38。

如果可触及零部件在可预见的使用条件下与身体接触时,其温度可能下降,并且不可能引起灼伤,则可以选择使用 GB/T34662—2017中附录 A的限值进行评价。由制造商参考 GB/T34662—2017中的试验方法来确定适当的和可重复的试验方法。

9.3.2 试验方法和合格判据

温度试验在 B.1.5和 B.2.3规定的室内环境条件下进行,只是室内环境温度应是 $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

如果试验在 $20^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$ 温度下进行,则将试验结果调整到能反映 25°C 环境温度的数值。

注 1: 关于为什么在 25°C 下进行测试而不需要按更高的环境温度对结果进行调整的解释,参见 IEC/TR62368-2。设备应以制造商确定的可能导致可触及表面和零部件温度升高的方式工作。

注 2: 这种状态可能不是最大输入电流或最大输入功率条件,而是向所考虑的零部件传递最高热能的条件。通过测量可触及表面的稳态温度来检验是否合格。

表 38 可触及零部件的接触温度限值

热能量源	可触及零部件 ^a	最高温度 (T_{max}) $^{\circ}\text{C}$			
		金属 ^d	玻璃,釉瓷 和搪瓷	塑料和 橡胶	木材
TS1	正常使用时穿戴在身上的装置(直接与皮肤接触)($>8\text{h}$) ^e	43~48	43~48	43~48	43~48
	正常使用时要抓握或接触的把手、旋钮、手柄等以及表面($>1\text{min} \sim <8\text{h}$) ^e	48	48	48	48
	短时间要抓握的或偶尔接触的把手、旋钮、手柄等以及表面($>10\text{s} \sim <1\text{min}$)	51	56	60	60
	非常短时间的偶然接触的把手、旋钮、手柄等以及表面($>1\text{s} \sim <10\text{s}$) ^f	60	71	77	107
	操作设备时不需要接触的表面($<1\text{s}$)	70	85	94	140

表 38 可触及零部件的接触温度限值 (续)

热能量源	可触及零部件 ^a	最高温度 (T_{max}) °C			
		金属 ^d	玻璃,釉瓷 和搪瓷	塑料和 橡胶	木材
TS2	正常使用时要抓握的把手、旋钮、手柄等以及表面 ($>1\text{ min}$) ^a	58	58	58	58
	短时间要抓握的或偶尔接触的把手、旋钮、手柄等 以及表面 ($>10\text{ s} \sim <1\text{ min}$)	61	66	70	70
	非常短时间的偶然接触的把手、旋钮、手柄等以及 表面 ($>1\text{ s} \sim <10\text{ s}$) ^f	70	81	87	117
	操作设备时不需要接触的表面 ($<1\text{ s}$)	80(100) ^e	(95)100 ^e	104	150
TS3	高于 TS2 限值				

^a 这些表面的示例包括电话手柄、移动电话或其他手持式设备、以及便携式计算机的手掌放置面。 $>1\text{ s} \sim <10\text{ s}$ 的限值可适用于局部的热点,这些点可以很容易通过改变抓握装置的方式避免接触。

^b 有必要时,接触时间应由制造商来确定,并且应与按照设备说明书进行预期操作的时间相一致。

^c 对下列区域和表面,允许使用括号中的温度限值:

- 任何尺寸都不超过 50 mm,且在正常使用时不可能接触到的设备表面的区域;或
- 散热器和直接覆盖散热器的金属零部件,但装在有正常使用时要操作的开关或控制键的表面上的除外。

对这些区域或零部件,应在热的部分上或附近提供符合 F.5 的指示性安全防护。

在异常工作条件下和单一故障条件下,设备的其他区域和表面,需要有设备级基本安全防护。

^d 对覆盖有至少 0.3 mm 厚的塑料或橡胶材料的金属部件,覆盖物认为适于用作安全防护,且允许使用塑料和橡胶的温度限值。

^e 示例包括便携式轻量化设备,如手表、头戴式耳机、音乐播放器和运动监控设备。对于较大的设备或直接接触面部重要区域(例如口、鼻)的设备,可以应用较低的限值。对于按预期的正常使用接触时间小于 8h,适用 $48\text{ °C}/1\text{ min} \sim 43\text{ °C}/8\text{ h}$ 之间的限值。计算应圆整到最近的整数。示例如电池充电限制时间为 2h 的耳机。

^f 示例包括断开连接时需要接触的表面。

9.4 热能量源的安全防护

除以下条款给出的要求外,对一般人员、受过培训的人员和熟练技术人员可触及零部件的安全防护要求在 4.3 中给出。

按照 9.5.2 提供的指示性安全防护可以作为一般人员对 TS2 的基本安全防护。

被归类为 TS2 或 TS3 且预定功能需要热量(例如,文件层压机、热敏打印头、定影加热器等)的可触及零部件(内部和外部)应符合以下所有要求:

- 操作设备不需要触摸该零部件(例如,零部件也用作把手、旋钮或手柄功能);
- 在正常工作条件下,一般人员不太可能故意接触该零部件;
- 在不涉及该零部件的维修过程中,一般人员不可能无意接触该零部件;
- 在零部件上或其附近按照 9.5.2 提供指示性安全防护;和
- 该零部件不可能被儿童接触。

为了保护熟练技术人员,对 TS3 级别的零部件和表面应提供设备级安全防护或提供指示性安全防护

护,使得即使熟练技术人员在维修期间无意接触到这些零部件和表面也不可能由于退缩再接触到其他3级能量源(见图19)。

9.5 安全防护的要求

9.5.1 设备级安全防护

设备级安全防护应在正常工作条件下、异常工作条件下和单一故障条件下限制热能量(源温度)的传递或能限制接触达到表38规定的接触温度级别的热能量源。

温度限值仅对异常工作条件下或单一故障条件下设备能按预期继续工作,并且异常工作条件或单一故障条件不明显的情况适用。如果故障很明显,则限值不适用。

9.5.2 指示性安全防护

应按F.5的规定提供指示性安全防护,但要素3是可选的。

指示性安全防护的要素应有如下内容:

要素 1a:  GB/T5465.2—5041;

—要素 2: “注意”和“热表面”或类似文字或语句;

—要素 3: 可选;

—要素 4: “不要接触”或类似语句。

9.6 无线功率发射器的要求

9.6.1 基本要求

用于近场无线功率传输的无线功率发射器可以加热可能放置在发射器附近或放置在该发射器上的金属异物。为了避免由于金属异物的高温产生灼伤,对发射器按照9.6.3规定进行测试。

9.6.2 异物的规格

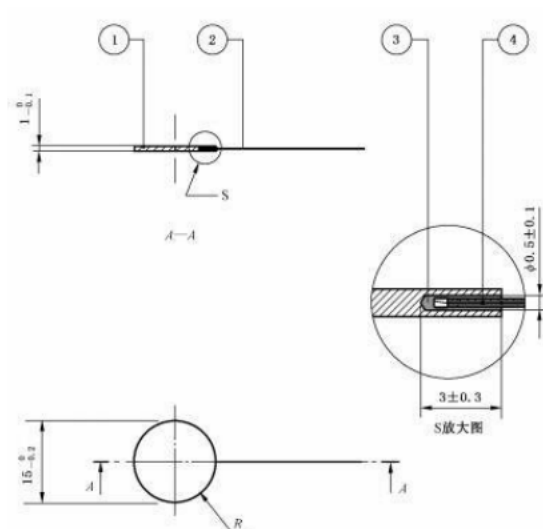
使用如下的异物:

—钢片,见图47;

—铝环,见图48;和

—铝箔,见图49。

单位为毫米

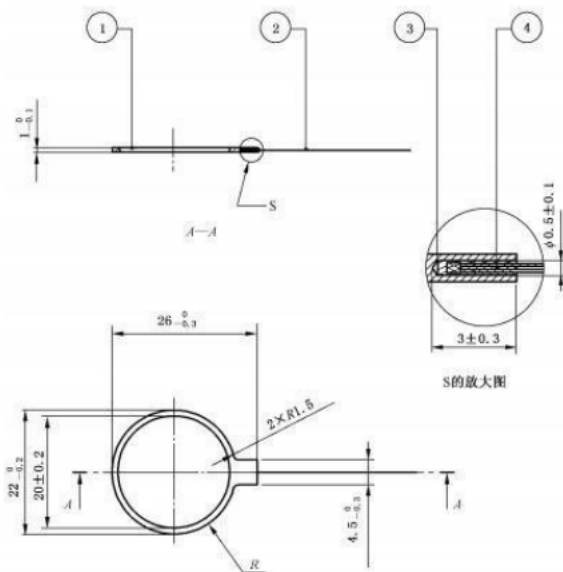


标引序号说明：

- 1—片(钢:1.1011/RFe160)；
- 2—热电偶(任何合适的型号)；
- 3—散热器填料(热传导)；
- 4—硅胶管(应力消除)。

图 47 钢片

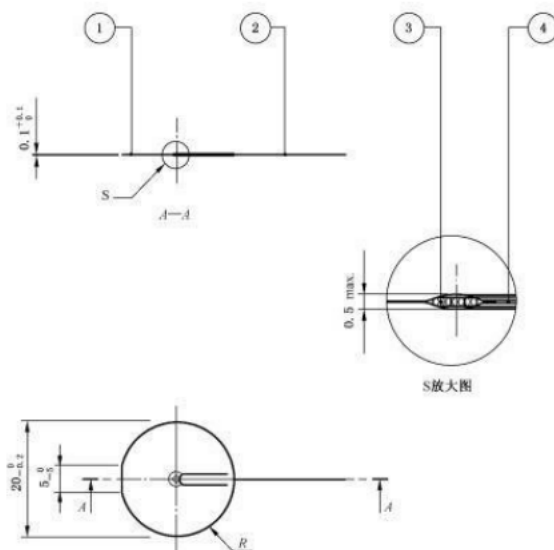
单位为毫米



标引序号说明：

- 1—环(铝,例如,AlSiMg1Mn100 Hv)；
- 2—热电偶(任何合适的型号)；
- 3—散热器填料(热传导)；
- 4—硅胶管(应力消除)。

图 48 铝环



标引序号说明：

- 1—箔(Al99.5%)；
- 2—热电偶(任何合适的型号)；
- 3—散热器填料(热传导)；
- 4—硅胶管(应力消除,或者在箔上使用涂胶层)。

图 49 铝箔

9.6.3 试验方法和合格判据

无线功率发射器置于室内,室温条件按 9.3.2 的规定。

将 9.6.2 中规定的每一种异物直接放置在发射器上进行一次试验。每次试验有四个周期：

- 没有接收器,异物直接接触发射器;和
- 接收器与异物直接接触;和
- 接收器距离异物 2 mm 放置;和
- 接收器距离异物 5 mm 放置。

发射器以最大发射功率工作。

注：试验并不是要测试接收器的温度,因此可以使用能够从无线功率发射器提取最大功率的任何兼容接收器,并且不需要监测接收器的温度。

在每个周期中,异物可以在发射器上移动,以便找到能产生最高温度的位置。

试验中,异物的温度不得超过 70℃。

10 辐射

10.1 基本要求

为了降低由于光能(可见光、红外线、紫外线)、X射线以及声能造成疼痛影响和伤害的可能性,设备

应提供本条规定的安全防护。

10.2 辐射能量源分级

10.2.1 基本分级

辐射能量源的分级在表 39 中给出。

表 39 辐射能量源的分级

源		RS1	RS2	RS3
激光	光纤通信系统 (OFCS)	依据 IEC60825-2		
	用于信息传输的自由空间光通信系统	依据 IEC60825-12		
	其他激光器,但用于图像投影仪的除外	依据 IEC60825-1 ^a		
灯和灯系统(包括 LEDs),但用于图像投影仪的除外		依据 GB/T20145:2006 ^b		
图像投影仪 (光束器)	激光图像投影仪	依据 IEC60825-1 ^a 或适用时依据 GB/T30117.5—2019		
	灯或 LED 图像投影仪	依据 GB/T30117.5—2019		
X 射线		50 mm 时, $\leq 36 \mu\text{A/kg}^c$	100 mm 时, $\leq 185 \mu\text{A/kg}^d$	> RS2
PMP 声学 最大声压 ^e	声输出	$\leq 85 \text{ dB(A)}$	$\leq 100 \text{ dB(A)}$	> RS2
	模拟输出	$\leq 27 \text{ mV}$	$\leq 150 \text{ mV}$	> RS2
	数字输出	$\leq -25 \text{ dBFS}$	$\leq -10 \text{ dBFS}$	> RS2
PMP 声学 最大暴露剂量 ^e	声输出	100% CSD= $\leq 80 \text{ dB(A)}/40\text{h}$	$\leq 100 \text{ dB(A)}$	> RS2
	模拟输出	$\leq 15 \text{ mV}$	$\leq 150 \text{ mV}$	> RS2
	数字输出	$\leq -30 \text{ dBFS}$	$\leq -10 \text{ dBFS}$	> RS2

^a 对设计用作常规灯具的激光产品(如激光图像投影仪的其他考虑见 10.3 注 2)。

注 1: 例如,在 IEC60825-1:2014 中给出了 1 类、1C 类、1M 类、2 类、2M 类、3R 类、3B 类和 4 类的定义。这些不是辐射能量源本身的分类。

^b 为了对危险组进行分类,应对异常工作条件和单一故障条件予以考虑。

一般来说,以下低功率的灯使用的辐射属于豁免类别。此外,不需要按照 IEC62471(所有部分)进行分类的还包括:

- 指示灯;
- 红外装置,例如用于家庭娱乐装置中的红外装置;
- 用于数据传输的红外装置,例如用于计算机和计算机外围设备之间的红外装置;
- 光电耦合器;
- 具有普通玻璃外壳的一般用途的白炽灯和荧光灯的 UV 辐射;和
- 其他类似的低功率装置。

注 2: 如果光辐射是宽带可见光和近红外线,并且该光源的亮度不超过 10^4 cd/m^2 ,则预计该辐射不会超过 GB/T20145:2006 的 4.3 给出的暴露限值(见 GB/T20145:2006 的 4.1)。

对 UV-C 的限值(波长在 180nm~200nm 之间),使用 GB/T20145:2006 对应 200nm 的限值。

^c $36 \mu\text{A/kg}$ 等同于 $5 \mu\text{Sv/h}$ 或 0.5 mR/h 。这个值和 国际辐射防护委员会(ICRP)第 60 号出版物的要求是一致的。

表 39 辐射能量源的分级 (续)

源	RS1	RS2	RS3
^d 185pA/kg等同于 25 μSv/h或 2.5 mR/h。 测量应按照维护规程(CRT暴露)的说明,将箱体、壳体和机箱的任何部件都拆除,在适用的最大试验电压下,按下列规定条件进行。 注 3: 在欧洲电工标准化委员会(CENELEC)成员国内,电离辐射的量值由 1996年 5月 13日欧洲理事会指令 96/29/Euratom做出规定。该指令要求在离设备表面 100 mm 的任何一点处,在将背景水平考虑在内后,辐照量率不得超过 1 μSv/h(0.1 mR/h)。完整要求可查阅上述指令。 注 4: 在美国,美国联邦法规第 1020部分第 21标题规定的测量条件如下(完整要求可查阅上述法规):将被测设备与下列电源相连进行测量: — 130V,如果额定电压在 110V~120V之间;或 — 110%的额定电压,如果额定电压不在 110V~120V之间。 测量期间: — 所有使用人员和维修时可触及的控制件要调节到能产生最大 X射线辐射的组合;和 — 应模拟能导致 X射线辐射增加的任何元器件的异常工作条件或电路故障。 注 5: 在加拿大,加拿大综合法规 c.1370规定的测量条件如下(完整要求可查阅上述法规): 将被测设备与下列电源相连进行测量: — 127V,如果额定电压在 110V~120V之间;或 — 110%的额定电压,如果额定电压不在 110V~120V之间。 在测量期间,所有使用人员和维修人员可触及的控制件要调节到能产生最大 X射线辐射的组合。 ^e 对收听装置和个人音乐播放器不需要进行故障条件测试。			

10.2.2 RS1

对 X射线辐射源,RS1是在下述情况下不超过 RS1限值的 1级辐射能量源:

- 正常工作条件,和
- 不会导致单一故障条件的异常工作条件,和
- 单一故障条件。

对声辐射源,RS1是在下述情况下不超过 RS1限值的 1级辐射能量源:

- 正常工作条件,和
- 异常工作条件。

10.2.3 RS2

RS2是在下述情况下不超过 RS2限值的 2级辐射能量源:

- 正常工作条件,和
- 异常工作条件,和
- 单一故障条件下,声辐射源除外,并且不是 RS1。

10.2.4 RS3

RS3是在下述情况下超过 RS2限值的 3级辐射能量源:

- 正常工作条件下,或
- 异常工作条件下,或

—单一故障条件下。

10.3 激光辐射的安全防护

包含激光的设备应符合表 39 中所示的要求。

在应用 IEC60825(所有部分)时,应对本文件的要求予以考虑,特别是:

- 安全防护的坚固性(按 4.4.3);
- 工作条件(按附录 B);和
- 安全连锁(按附录 K)。

预定由一般人员或受过培训的人员使用的激光设备不得是 3B 类或 4 类。

注 1: 关于职业安全、健康以及大众的国家立法,例如针对消费品的立法,可能包含附加的或不同的要求。对设计用作常规灯的激光产品(如激光图像投影仪),参见 IEC60825-1:2014 的 4.4。对这类设备的附加考虑见 10.4。

通过评估可获得的数据表、核查以及必要时进行测量来检验是否合格。

注 2: 测量技术的指南见 IEC60825(所有部分)。

10.4 来自灯和灯系统(包括 LED)的光辐射的安全防护

10.4.1 基本要求

发射光辐射的设备应符合表 39 所示的要求。

电子光效设备不一定要符合 10.4 的要求。但是,需要考虑 GB/T30117.2,并提供适当的安装说明。

以下要求适用于在其他设备中使用的灯:

注 1: 关于职业安全与健康(OSH)的国家立法可能包含附加的或不同的要求。

设备正确运行不需要辐射是可触及时,辐射不得超过表 40 规定的等级。当设备正确运行需要可触及的辐射等级超过表 40 的等级时,设备应按照 10.4.3 提供指示性安全防护。

表 40 依据 IEC62471(所有部分)每种危害类型允许的辐射等级

危害	允许的辐射等级
紫外危害 200nm~400 nm	豁免类
视网膜蓝光危害 300nm~700 nm	豁免类或 1 类危险
视网膜热危害 380nm~1400 nm	豁免类或 1 类危险
角膜/晶状体红外危害 780nm~3000 nm	豁免类
视网膜热危害,微小视觉刺激 780nm~1400 nm	豁免类

预定由一般人员或受过培训的人员使用的灯和灯系统不得发出 3 类危险的能量。

根据 IEC62471(所有部分)的划分的危险类别应标在设备上。如果产品的尺寸或设计使得标记在设备上不可行,则标记应包括在包装中并包含在用户说明书中。如果可触及的辐射等级不超过表 40 规定的等级,则不需要标记。

如果使用安全连锁来降低辐射等级,则应将辐射降低到表 40 中规定的允许辐射等级。

当设备发射超过一种危害类型的光辐射时,也见 10.4.3。

用户手册中要提供以下信息以进行安全操作和安装。该信息还应提供给可能暴露在 3 类危险能量等级下的熟练技术人员以进行安全操作：

- 适当的关于正确组装、安装、维护和安全使用的指示,包括关于预防措施的明确警告,以避免可能暴露于危险的光辐射中;和
- 关于安全操作程序和关于可合理预见的误使用、故障和危险故障模式的警告的建议。在详细说明维修和保养程序的部分,在任何可能的位置,要包含关于下一步要遵循的安全程序的明确指示;和
- 设备上的标识要在用户手册中复制。用户手册中不需要黄色背景。

注 2: 参见 GB/T30117.2 以获取更多信息,包括本条款中使用的术语和定义。

10.4.2 外壳的要求

对设备正确运行时不需触及且超过表 40 规定等级的光辐射提供防护的外壳,应符合 4.4.3,并且被认为是加强安全防护。

构成安全防护并且暴露在设备内的灯的 UV 辐射下的材料应具有足够的耐受降级的性能,使其在设备寿命期间能保持安全防护功能的有效性。金属、玻璃和陶瓷材料被认为能耐受降级。

10.4.3 指示性安全防护

对图像投影仪,指示性安全防护应符合 GB/T30117.5—2019 的 6.5.4 和 6.5.5 对 2 类危险和 3 类危险的要求。

对带有灯的图像投影仪,应使用 GB/T30117.5—2019 中定义的警告说明作为指示性安全防护。

对所有其他带有灯的设备,应使用符合 F.5 的指示性安全防护。指示性安全防护的要素应包含如下内容：

- 要素 1a: 对紫外危害,使用 UV 辐射符号 , IEC60417-6040(2010-08), 或对视网膜蓝光危害和视网膜热危害,使用可见光辐射符号 , IEC60417-6041(2010-08), 或对角膜/晶状体红外危害和视网膜热危害,微小视觉刺激,使用红外辐射符号 , IEC60417-6151(2012-02);
- 要素 2: 按表 41 或类似文字;
- 要素 3 和 4: 按表 42 或类似文字。

要素 1a 和要素 2 应是在黄色背景上的黑体。

表 41 危害有关的危险等级设备标识

危害	豁免类	1 类危险	2 类危险	3 类危险
紫外危害 200nm~400 nm	不需要	注意 本产品有紫外辐射	警示 本产品有紫外辐射	警告 本产品有紫外辐射
视网膜蓝光危害 300nm~700 nm	不需要	不需要	警示 本产品可能有光辐射危害	警告 本产品可能有光辐射危害
视网膜热危害 380nm~1400 nm	不需要	不需要	警示 本产品可能有光辐射危害	警告 本产品可能有光辐射危害
角膜/晶状体红外危害 780nm~3000 nm	不需要	注意 本产品有红外辐射	警示 本产品有红外辐射	警告 本产品有红外辐射
视网膜热危害 微小视觉刺激 780nm~1400 nm	不需要	警告 本产品有红外辐射	警告 本产品有红外辐射	警告 本产品有红外辐射

表 42 标识信息的解释和控制措施指南

危害	豁免类	1类危险	2类危险	3类危险
紫外危害 200nm~400 nm	不需要	使眼睛和皮肤的 辐照最小 使用合适的防护	辐照可能会对眼睛或 皮肤造成刺激。 使用合适的防护	避免眼睛和皮肤受到 无防护产品的辐照
视网膜蓝光危害 300nm~700 nm	不需要	不需要	灯工作时不要注视, 可能伤害眼睛	灯工作时不要看, 可能损伤眼睛
视网膜热危害 380nm~1400 nm	不需要	不需要	灯工作时不要注视, 可能伤害眼睛	灯工作时不要看, 可能损伤眼睛
角膜/晶体红外危害 780nm~3000 nm	不需要	采用合适的遮蔽防护或 采取眼睛防护措施	避免直接暴露在眼前。 采用合适的遮蔽防护 或采取眼睛防护措施	避免直接暴露在眼前。 采用合适的遮蔽防护 或采取眼睛防护措施
视网膜热危害 微小视觉刺激 780nm~1400 nm	不需要	灯工作时不要注视	灯工作时不要注视	灯工作时不要看

当设备在一个以上的危险光谱区域中发射光辐射时,设备应按最受限的情况进行分类。如果在任何光谱区域中的光辐射需要按表 41或表 42的进行标记,则应包括所有相关的警告。例如,对于基于视网膜 IR危害定义为 3类危险并且 UV辐射达到 2类危险的灯,标识应指明 3类危险,并带有适当的“警告”文字;同时需带有 UV辐射为 2类危险的“注意”文字,但不明确提及 2类危险,如图 50所示。

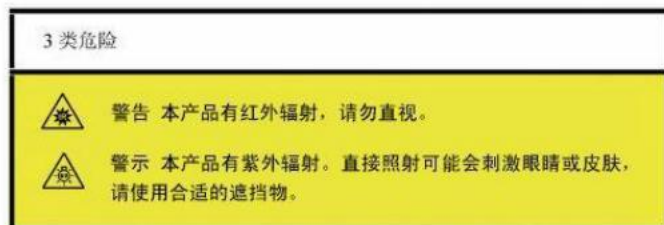


图 50 具有多个危害光谱波段灯的警告标识示例

10.4.4 合格判据

通过评估可得到的数据表、检查以及必要时通过测量来检验是否合格。

注: 测量技术的指南见 IEC62471的相关部分。

可以通过附录 C的相关试验来检验材料在 UV辐射后的降级是否合格。

10.5 X射线辐射的安全防护

10.5.1 要求

正常工作条件下、异常工作条件下和单一故障条件下,设备发出的 X射线辐射不得超过 RS1的限值。

要求在 RS2或 RS3与所有人员之间有设备级安全防护。

如果打开作为安全防护的门和盖后,熟练技术人员可以接触到 RS2或 RS3,则应按照 F.5提供指

示性安全防护。

10.5.2 合格判据

通过检查以及必要时通过 10.5.3 的试验来检验是否合格。

10.5.3 试验方法

通过测量辐射量值来检验可能产生电离辐射的设备。要将背景辐射水平考虑在内。

用有效面积为 1000 mm² 的电离盒式辐射监视器,或用能给出等效结果的其他类型的测量设备来测定辐射量值。

被测设备要在最不利的电源电压(见 B.2.3)下工作,供一般人员和受过培训的人员用的控制件,以及未用可靠方法锁定的供熟练技术人员用的控制件,要调节到使设备保持在正常使用的工作状态的同时,能给出最大辐射的情况下对设备进行测量。

注 1: 认为锡焊接头和用漆、环氧树脂或类似材料封固是可靠的锁定方法。

此外,还应在能导致高压升高的任何异常工作条件和单一故障条件下进行测量,只要可辨图像能保持 5 min,在 5 min 结束时进行测量,并取 5 min 内的平均值。

在测量期间要保持图像可辨。

如果满足下列条件,则认为图像是可辨的:

- 扫描幅度在有效屏幕的宽度和高度上均至少占 70%;
- 测试信号发生器产生的锁定空白光栅的最低亮度为 50 cd/m²;
- 每 1 h 内的闪烁次数不多于 12 次;和
- 中心处的水平分辨率至少相当于 1.5 MHz,且有类似的垂直分辨率。

注 2: 在美国和加拿大,可辨图像是指在覆盖可视屏面区的 60% 处于同步的图像。

10.6 声能量源的安全防护

10.6.1 基本要求

以下给出了对长期暴露在紧贴耳朵的个人音乐播放器的过度声压等级下的安全防护要求。也包括对预定与个人音乐播放器配用的耳塞式耳机和头戴式耳机的要求。

个人音乐播放器(PMP)是预定由一般人员使用的便携式设备,并且:

- 设计允许使用人员收听音频或视听内容/节目;和
- 使用收听装置,例如头戴式、入耳式或挂耳式耳机;和
- 具有可穿戴式播放器(其尺寸适于放在衣服口袋里携带)、并且预定在使用人员走动中持续使用(例如在街道、地铁或机场等地方)。

示例: 便携式 CD 播放器,MP3 音频播放器,带 MP3 功能的移动电话,PDA 或类似设备。

个人音乐播放器应符合 10.6.2 或 10.6.3 的要求。

注 1: 来自电信应用领域的声能量源的防护参见 ITU-T P.360。

单独销售的收听装置应符合 10.6.6 的要求。

这些要求仅对音乐或视频模式有效。

对于明确设计或预定主要由儿童使用的设备,可以使用相关玩具标准的附加限值。

注 2: 在欧洲,相关要求在 EN71-1:2011 的 4.20 中给出,相应的试验方法和测量距离适用。

这些要求不适用于:

- 专业设备;
- 助听设备和其他辅助收听的装置;和
- 下列类型的模拟个人音乐播放器:

- 远距离无线接收机(例如,多波段收音机或全波段收音机,AM收音机),和
- 盒式收音机/录音机;和

注 3: 允许免除此类设备是因为这项技术已落后,并且预计在几年内将不会存在。免除不能扩大到其他技术领域。
— 连接到外部放大器的播放机,使用人员在使用时不能四处走动。

10.6.2 分级

10.6.2.1 RS1限值

RS1是 1级声能量源,不超过下述限值:

- 以打包方式提供的设备(播放器及其收听装置),包括播放器和收听装置之间的专用连接器,或者播放器和收听装置的组合以其他诸如设定检测或自动检测的方式被知晓,当播放固定的“模拟节目噪声”时, $L_{Aeq,T}$ 声输出应小于或等于表 39中相应的 RS1声输出值;
- 对于具有能与普遍使用的收听装置连接的标准连接器(例如 3.5 mm 耳机插孔)的设备,当播放固定的“模拟节目噪声”时,未经加权的有效值输出电压应小于或等于表 39中相应的 RS1模拟输出值;
- 对数字输出的设备,当播放固定的“模拟节目噪声”时,输出信号应小于或等于表 39中相应的 RS1数字输出值。

注 1: 除非另有规定,10.6.2中使用声输出这一术语时, $L_{Aeq,T}$ 是指 30s期间的 A计权等效声压等级。

如果播放器可以分析歌曲,并且歌曲在播放期间测得的平均声压(长期 $L_{Aeq,T}$) 低于模拟节目噪声产生的平均值,则只要歌曲的平均声压低于基本限值 85dB(A),就认为是 RS1。在这种条件下,T 指歌曲的时长。

注 2: 古典音乐的平均声压(长期 $L_{Aeq,T}$) 往往比模拟节目噪声的平均值低很多。

例如,如果设定播放器模拟节目噪声声压为 85dB(A),而歌曲的平均声压仅为 65dB(A),则只要歌曲的平均声压水平不超过基本限值 85dB(A),就认为其输出是 RS1。

10.6.2.2 RS2限值

RS2是 2级声能量源,不超过下述限值:

- 以打包方式提供的设备(播放器及其收听装置),包括播放器和收听装置之间的专用连接器,或者播放器和收听装置的组合以其他诸如设定检测或自动检测的方式被知晓,当播放固定的“模拟节目噪声”时, $L_{Aeq,T}$ 声输出应小于或等于表 39中相应的 RS2声音输出值;
- 对于具有能与普遍使用的收听装置连接的标准连接器(例如 3.5 mm 耳机插孔)的设备,当播放固定的“模拟节目噪声”时,未经加权的有效值输出电压应小于或等于表 39中相应的 RS2模拟输出值;
- 对数字输出的设备,当播放固定的“模拟节目噪声”时,输出信号应小于或等于表 39中相应的 RS2数字输出值。

10.6.2.3 RS3限值

RS3是超过 RS2的限值的 3级声能量源。

10.6.3 剂量系统的要求

10.6.3.1 基本要求

个人音乐播放器在按照声剂量管理的测量方法测试时应给出以下警告。

制造商可以提供可选的设置允许使用人员更改希望何时和如何接收通知和警告,以促进更好的用

用户体验但又不会使安全防护失效。这使得使用人员以最佳地满足他们的体能和设备使用需求的方式被告知。如果提供了这种可选设置,管理者(例如,家长限制、业务/教育管理员等)应能够锁定任何可选设置为特定配置。

个人音乐播放器应提供易于理解的剂量管理系统的解释和如何使用它。使用人员应被告知其他来源(例如工作、交通、音乐会、俱乐部、电影院、赛车等)可能对声暴露有显著影响。

10.6.3.2 剂量警告和自动降低

当达到 100% CSD的剂量(RS2)时,以及至少在 CSD每 100%增加一次时,该装置应警告使用人员并要求确认。在使用人员不确认的情况下,输出电平应自动减小到 RS1。

注:100% CSD基于 40h,80dB(A)。

警告应至少清楚地表明,在 100%CSD以上收听会导致听力损伤或损失的危险。

10.6.3.3 暴露警告和要求

仅以剂量为基础的要求的目的是告知和教育使用者什么是安全收听行为。因此,除了剂量的要求之外,系统还应符合如下之一。

- 将 30s的综合暴露等级(MEL30)限制到表 39中相应的 RS2限值以内。限制器的稳定时间应为 20s或更快。这种限制功能的测试方法是,在 PMP限制器的 20s稳定时间之后再按照相关标准要求进行测量。
- 在瞬间暴露等级(MEL)大于或等于 100dB(A)的情况下警告使用人员。警告可以通过视觉或听觉方式给出。如果用视觉方式给出警告,应保持至少 5s可见。如果用听觉方式给出警告,应清楚无误地中断程序至少 1s。

10.6.4 测量方法

试验期间所有音量控制件应调至最大。
根据适用情况,按照相关标准要求进行测量。

10.6.5 对人员的保护

除下述情况外,对一般人员、受过培训的人员和熟练技术人员可触及零部件的保护要求在 4.3中给出。

注 1:不认为音量控制是安全防护。

除非满足以下所有要求,否则设备级安全防护应能避免一般人员暴露在 RS2能量源中。

- 按以下提供指示性安全防护;和
- 使用人员确认指示性安全防护。在做出确认前输出等级不得高于 RS1。每隔 20h累积收听时间内,不需要重复确认。

注 2:20h收听时间是指累积收听时间,与收听频率和个人音乐播放器关闭多长时间没有关系。

电源关闭后输出等级应能自动回到不超过 RS1的输出水平。

熟练技术人员应不会无意暴露在 RS3中。

当有要求时,应使用符合 F.5的指示性安全防护,只是该指示性安全防护应放置在设备上,或在包装上,或在说明手册中。作为替代,指示性安全防护也可以在使用设备时通过设备显示给出。指示性安全防护的要素应包括以下内容:

— 要素 1a:符号  ,IEC60417-6044(2011-01);

— 要素 2:“高声压”或类似文字;

- 要素 3: “听力损伤危险”或类似文字;
- 要素 4: “不要长时间大音量收听”或类似文字。

10.6.6 对收听装置(头戴式耳机、耳塞式耳机等)的要求

10.6.6.1 模拟输入的有线收听装置

当收听装置的 L_{Aeq} 声压输出为 94dB(A), 并且将收听装置中的音量和声音设置(例如, 内置音量电平控制、平衡器等辅助音色设置等)设置到使测得的声输出最大的位置的组合时, 此时播放固定的“模拟节目噪声”时, 收听装置的输入电压应不小于 75 mV。

注 1: 94dB(A) 和 75 mV 的值相当于 85dB(A) 和 27mV 或 100dB(A) 和 150 mV。

10.6.6.2 数字输入的有线收听装置

任何播放装置播放固定的“模拟节目噪声”, 并且将收听装置中的音量和声音设置(例如, 内置音量电平控制、平衡器等辅助音色设置等)设置到使测得的声压输出最大的位置的组合时, 输入信号为 -10dBFS, 则收听装置的 $L_{Aeq,T}$ 声输出应不大于 100dB(A)。

10.6.6.3 无线收听装置

无线模式应满足以下要求:

- 任何播放和传输装置播放固定的“模拟节目噪声”;和
- 考虑无线传输标准, 其中有空中接口标准规定了等效的声水平;和
- 接收装置中的音量和声音设置(例如内置音量水平控制, 平衡器等辅助音色设置等)调节到在播放上述模拟节目噪声时能测得最大的声输出的组合位置;
- 输入信号为 -10dBFS 时, 收听设备的 $L_{Aeq,T}$ 声输出应: $\leq 100\text{dB(A)}$ 。

10.6.6.4 测量方法

根据适用情况, 按照相关标准要求进行了测量。

附录 A

(资料性)

属于本文件范围内的设备的示例

属于本文件范围内设备的某些示例如表 A.1。

表 A.1 属于本文件范围内的设备的示例

通用产品类别	通用类别产品的具体示例
银行设备	货币处理机包括自动出纳(现金分发)机(ATM)
消费电子设备(包括专业音频、视频和乐器设备)	声音和/或图像接收设备和放大器,预定为本文件范围内的其他设备供电的电源设备,电子乐器和与电子或非电子乐器配用的诸如节拍发生器、音调发生器、音乐调谐器等电子辅助设备,音频和/或视频教学设备,视频投影仪,视频摄像机和视频监视器,网络监控摄像机,视频游戏机,自动点唱机,电唱机和光盘播放机,磁带和光盘刻录机,天线信号转换器和放大器,天线定位器,民用频段设备,成像设备,电子光效果设备,使用低压电网作为传输媒质的相互通信设备,电缆前端接收机,多媒体设备,电子闪光设备
数据和文本处理机及相关设备	数据预处理设备,数据处理设备,数据存储设备,个人计算机,平板电脑、智能手机、可穿戴设备,绘图仪,打印机(包括3D打印机),扫描仪,文本处理设备,直观显示装置
数据网络设备	网桥,数据电路终端设备,数据终端设备,路由器
电气和电子零售设备	现金出纳机,销售点终端机(包括相关的电子秤)
电气和电子办公机器	计算器,复印机,听写设备,碎纸机,复制机,消磁器,显微办公设备,电动文卷输送机,文件修整机(包括打孔机、切割机、分类机),文件整理机,削铅笔器,订书机,打字机
其他信息技术设备	照片打印设备,公共信息终端,电子信息亭,多媒体设备
邮资设备	邮件处理机,邮资机
通信网络基础设备	票据设备,多路调制器,网络供电设备,网络终端设备,无线基站,转发器,传输设备,通信交换设备
通信终端设备	传真机,按键电话系统,调制解调器,自动用户交换机(PABXs),寻呼机,电话应答机,电话机(有线的和无线的)

本清单并未包括所有的设备,因此未列出的设备并不一定不在本文件的范围内。

附录 B (规范性)

正常工作条件试验、异常工作条件试验和单一故障条件试验

B.1 基本要求

B.1.1 试验的适用性

本附录规定了适用于设备的各种试验和试验条件。

如果某项试验是明显不适用的,或在检查了所提供的数据后是不再需要的,则应不进行该项试验。本文件的试验只应在涉及安全时才进行。

为了确定某项试验是否适用,应仔细研究电路和结构以考虑故障可能引起的后果。为了减小可能的伤害或着火,对某一故障所引起的后果,可能需要也可能不需要采取安全防护措施。

B.1.2 试验的形式

除另有说明外,所规定的试验均为型式试验。

B.1.3 试验样品

除非另有规定,受试样品应是实际设备的代表性样品,或者就是该实际的设备。

如果对设备和电路图检查后确认,在设备外单独对电路、元器件或组件进行试验就能表明其组装到设备上将会符合本文件的要求,则可以这样来进行试验,作为在完整设备上来进行试验的一种替代方法。如果任何这样的试验表明,在完整的设备上可能会不符合要求,则该试验应在设备中重复进行。

如果某项试验可能是破坏性的,则允许使用一个能代表被评估条件的模型样机。

B.1.4 检查相关数据的符合性

如果在本文中,要求通过检查或通过性能试验来检验材料、元器件或部组件的符合性时,允许通过审核所提供的任何相关数据或以前试验的结果来确认是否合格,以代替进行规定的型式试验。

B.1.5 温度测量条件

试验测量的布置应重现设备最不利的安装条件。如果对试验的符合性规定了最高温度(T_{max}),则他是基于设备工作时室内环境温度为 25℃的假定做出的。但是,制造商可以规定不同的最高环境温度。

除非另有规定,试验期间不需要将环境温度(T_{amb})保持在一个特定的温度值,但是,应对其进行监测和记录。

对于需要将试验一直持续到获得稳态温度的那些试验,如果在 30 min 内温升不超过 3 K,则认为已达到稳态。如果测得的温度比规定的温度限值至少低 10%,在 5 min 内温升不超过 1 K,则认为已达到稳态。

除非规定了具体的测量方法,否则确定绕组的温度应采用热电偶法或采用能给出绕组导线平均温度的任何其他方法,例如电阻法。

B.2 正常工作条件

B.2.1 基本要求

除了在其他条款中规定了专门的试验条件,且明显会对试验结果有重大影响外,试验应在考虑下列

参数的最不利的正常工作条件下进行：

- 电源电压；
- 电源频率；
- 环境条件(例如,制造商规定的最高环境温度)；
- 制造商规定的设备的物理场所和可移动零部件的位置；
- 工作方式,包括由于互连设备形成的外部负载；和
- 控制件的调节。

对音频放大器和含有音频放大器的设备,要采用附加试验条件,按附录 E。

B.2.2 电源频率

在确定某项试验的最不利的电源频率时,应对额定频率范围内的不同频率(例如 50 Hz和 60 Hz)予以考虑,但不必考虑额定频率的容差(例如 $50\text{ Hz}\pm 0.5\text{ Hz}$)。

B.2.3 电源电压

在确定某项试验的最不利的电源电压时,应对下列各种可变因素予以考虑：

- 多个额定电压，
- 额定电压范围的上、下限，
- 制造商规定的额定电压容差。

除非制造商声明使用更宽的容差,否则对交流电网电源最小容差应为 +10%和 -10%,对直流电网电源最小容差应为 +20%和 -15%。如果制造商限定设备仅与特定的电源系统(如 UPS)连接,且设备也提供了规定这种限制的说明,则可以使用一个更窄的容差。

B.2.4 正常工作电压

应对以下的电压予以考虑。

- 设备内部产生的正常工作电压,包括重复峰值电压,例如与开关型电源有关的重复峰值电压；和
- 设备外部产生的正常工作电压,包括从表 13中 ID号 1和 2说明的外部电路接收到的振铃信号。

外部产生的电网电源瞬态电压和外部电路瞬态电压在下列情况下不得考虑：

- 在确定工作电压时,因为在确定最小电气间隙的程序中已经考虑了这种瞬态电压(见 5.4.2)；和
- 在将设备中的电路划分为 ES1、ES2和 ES3时(见 5.2)。

B.2.5 输入试验

在确定输入电流和输入功率时,应对下列各种因素予以考虑。

- 由制造商附加在该 EUT上出售的或随该 EUT一起提供的选件所形成的负载。
- 由制造商预定设计的要从该 EUT获得供电的其他设备单元所形成的负载。
- 在设备上一般人员可触及的任何标准电源输出插座上可能连接的、达到制造商规定值的负载。
- 对含有音频放大器的设备,按 E.1。
- 对主要功能是显示活动图像的设备,应采用下列设置：
 - 使用 IEC60107-1:1997中 3.2.1.3规定的“三垂直条信号”；和
 - 将使用人员可触及的图像控制件调节到能获得最大的功率消耗；和
 - 音量调节符合 E.2的规定。

试验期间可以使用模拟负载来模拟这样的负载。

在每一种情况下,当输入电流或输入功率已达到稳定时读取读数。如果输入电流或输入功率在正常工作周期内是变化的,则要在一段有代表性的时间内,在记录有效值的电流表或功率表上读取所测得的按平均指示给出的稳态电流或功率值。

在正常工作条件下,在额定电压或额定电压范围的每端电压下测得的输入电流或输入功率不得超过额定电流或额定功率 10%。

通过在下列条件下测量设备的输入电流或输入功率来检验是否合格:

- 如果设备具有一个以上的额定电压,则应在每个额定电压下测量输入电流或输入功率;和
- 如果设备具有一个以上的额定电压范围,则应在每个额定电压范围的每一端电压下测量输入电流或输入功率:
 - 如果标出的是一个额定电流或额定功率值,则要用在相关额定电压范围内测得的较大的输入电流或输入功率与其相比较;和
 - 如果标出的是用一个短横线分开的两个额定电流或额定功率值,则要用在相关额定电压范围内测得的两个值与其相比较。

B.2.6 工作温度测量条件

B.2.6.1 基本要求

在设备上测得的温度,应按适用的情况,符合 B.2.6.2 或 B.2.6.3 的规定,所有温度单位为摄氏度(°C);其中:

T 为在规定的试验条件下测得的给定的零部件的温度;

$T_{\max}$ 为规定的符合试验要求的最高温度;

T_{amb} 为试验期间的环境温度;

T_{ma} 为制造商规定的最高环境温度或 35 °C,取其中较高者。

注 1: 对预定不在热带气候条件下使用的设备, T_{ma} 为制造商规定的最高环境温度或 25 °C,取其中较高者。

注 2: 高海拔地区温度测量条件和温度限值的要求正在考虑中。在未得到另外的数据之前,可以使用 2000 m 以下的发热试验条件和温度限值。

B.2.6.2 依赖工作温度的发热/冷却

对设计成其发热量或冷却量要依赖温度的设备(例如,设备装有一种风扇,在较高的温度下具有较高的转速),要在制造商规定的工作范围内的最不利的环境温度下进行温度测量。在这种情况下: T 不得超过 $T_{\max}$ 。

注 1: 为了找出每一个元器件 T 的最高值,可能需要在不同的 T_{amb} 下进行若干次测量。

注 2: 对不同的元器件,其最不利的环境温度 T_{amb} 可能是不同的。

替代方法是,当发热/冷却装置处在调节效果最差或使该装置不起作用时,在环境条件下进行温度测量。

B.2.6.3 不依赖工作温度的发热/冷却

对设计成其发热量或冷却量不依赖环境温度的设备,可以使用 B.2.6.2 的方法。替代方法是,在制造商规定的工作范围内的任何 T_{amb} 值下进行试验。在这种情况下, T 不得超过 $(T_{\max} + T_{\text{amb}} - T_{\text{ma}})$ 。

除非所有相关各方同意,否则试验期间, T_{amb} 不得超过 T_{ma} 。

B.2.7 正常工作条件下电池的充放电

在正常工作条件下,电池的充电条件和放电条件,应按适用的情况,符合附录 M 的要求。

B.3 模拟的异常工作条件

B.3.1 基本要求

在施加模拟的异常工作条件时,如果零部件、供给物料和存储介质对试验结果可能有影响,应将它们放置到位。

每一个异常工作条件应依次施加,一次施加一个。

由异常工作条件直接引发的各种故障认为是单一故障条件。

应检查设备、安装、说明书和技术规范,以便确定合理的预期会发生的那些异常工作条件。

除 B.3.2~B.3.7 规定的异常工作条件外,还应按适用的情况,考虑下列最低限度异常工作条件的示例:

- 对纸处理设备:使其卡纸;
- 对具有一般人员可触及的控制键的设备:对各控制键单独地和共同地进行调节,以便形成最坏的工作条件;
- 对具有一般人员可触及的控制键的音频放大器:对各控制键单独地和共同地进行调节,以便形成最坏的工作条件,但不施加附录 E 规定的条件;
- 对具有一般人员可触及的运动零部件的设备:将运动零部件卡死;
- 对具有存储介质的设备:使用不正确的介质、尺寸不正确的介质和质量不正确的介质;
- 对具有可添加的液体或液体筒,或具有可补给物质的设备:使液体或物质溢入设备内;和
- 对使用 5.4.12.1 所述的绝缘液体的设备:使液体流失。

在引入上述任何异常工作条件前,设备应处在正常工作条件下工作。

B.3.2 覆盖通风孔

对设备的顶面、侧面和背面,如果这样的表面具有通风孔,则应用最小密度为 $200\text{g}/\text{m}^2$,尺寸不小于每一个受试表面的纸板(厚的硬纸或薄纸板),一次覆盖一面,盖住所有的开孔。

对设备顶面上不在同一表面的开孔(如果有),要单独用几块纸板同时将其覆盖。

对设备顶面上,相对于水平面倾斜大于 30° 和小于 60° ,遮盖物会从其上面自由滑落的表面的开孔不用考虑。

对设备背面和侧面,纸板要挂在上边缘上,并允许自由下垂。

除以下规定外,不要求覆盖设备底部的开孔。

另外,对于可能在柔软支撑物上使用(例如:寝具,毯子等)带有通风孔的设备,应符合如下之一的要求:

- 同时覆盖设备底部、侧面和背面的开孔。外表面的温度不得超过表 38 中对 TS2 的限值;
- 应按照 F.5 提供指示性安全防护,要素 3 是可选。

指示性安全防护的要素应如下:

- 要素 1a:不适用;
- 要素 2:“不要覆盖通风孔”或类似文字;
- 要素 3:可选;
- 要素 4:“本设备预定不用在柔软支撑物(例如寝具,毯子等)上”或类似文字。

B.3.3 直流电网电源的极性试验

如果与直流电网电源的连接件是无极性的连接件,而且该连接件又是一般人员可触及的,则在对设计成直流供电的设备进行试验时,应对极性可能造成的影响予以考虑。

B.3.4 电压选择器的调节

由电网电源供电的而且具有要由一般人员或受过培训的人员设定的电压调节装置的设备,要将电网电源电压调节装置设定在最不利的位置进行试验。

B.3.5 输出端子的最大负载

向其他设备供电的设备的输出端子,除直接与电网电源连接的输出插座和器具输出插座外,要接上最不利的负载阻抗,包括短路。

B.3.6 电池极性反转

如果对一般人员而言,有可能反转极性装入可更换电池,则要在反转一个电池或多个电池极性的各种可能的配置对设备进行试验(按附录 M)。

B.3.7 音频放大器异常工作条件

音频放大器的异常工作条件在 E.3 中做出规定。

B.3.8 异常工作条件试验期间和试验后的合格判据

在不导致单一故障条件的异常工作条件试验期间,所有安全防护应保持有效。在恢复正常工作条件后,所有安全防护应符合适用的要求。

如果异常工作条件导致单一故障条件,则采用 B.4.8 的规定。

B.4 模拟的单一故障条件

B.4.1 基本要求

在施加模拟的单一故障条件时,如果零部件、供给物料和存储介质对试验结果可能有影响,应将它放置到位。

引入故障条件时应依次施加,一次施加一个。由单一故障条件直接引发的各种故障认为是该单一故障条件的一部分。

要检查设备结构、电路图和元器件规格,包括功能绝缘,以便确定合理可预见的以及可能导致以下结果的那些单一故障条件:

- 可能旁路安全防护,或
- 导致附加安全防护动作,或
- 以别的方式影响设备的安全。

应对下列的单一故障条件予以考虑:

- 导致出现单一故障条件的异常工作条件,例如,一般人员造成外部输出端子过载,或一般人员对选择开关调节不正确;
- 基本安全防护失效或附加安全防护失效;
- 除了符合 G.9 的 IC 限流器外,将元器件的任何两根引线短路和将元器件的任何一根引线开路,模拟元器件失效;和
- 当 B.4.4 有要求时,使功能绝缘失效。

B.4.2 温度控制装置

在进行温度测量时,除符合 G.3.1~G.3.4 的温度控制安全防护外,应将控制温度的电路中的任何

单个装置或单个元器件开路或短路,取其中较为不利者。

温度应按 B.1.5 进行测量。

B.4.3 电动机试验

B.4.3.1 电动机堵转试验

如果采取这种做法能明显导致设备的内部温度增加,则将电动机堵转或在最终产品中将电动机转子堵转(例如,将风扇电动机的转子堵转,以便停止通风)。

B.4.3.2 合格判据

通过检验和检查所提供的数据,或通过 G.5.4 规定的试验来检验是否合格。

B.4.4 功能绝缘

B.4.4.1 功能绝缘的电气间隙

除非功能绝缘的电气间隙符合以下要求:

— 5.4.2 规定的对基本绝缘的电气间隙,或

— 对于在污染等级 1 和污染等级 2 环境中使用的 ES1 和 PS1 电路,GB/T16935.1—2018 中表 F.4 规定的对印制板的基本绝缘的电气间隙;或

— 5.4.9.1 对基本绝缘的抗电强度试验,
否则应短路功能绝缘的电气间隙。

B.4.4.2 功能绝缘的爬电距离

除非功能绝缘的爬电距离符合以下要求:

— 5.4.3 规定的对基本绝缘的爬电距离,或

— 对于在污染等级 1 和污染等级 2 环境中使用的 ES1 和 PS1 电路,GB/T16935.1—2018 中表 F.4 规定的对印制板的基本绝缘的电气间隙;或

— 5.4.9.1 对基本绝缘的抗电强度试验,
否则应短路功能绝缘的爬电距离。

B.4.4.3 涂覆印制板上的功能绝缘

除非功能绝缘符合以下要求:

— 表 G.13 的间隔距离,或

— 5.4.9.1 对基本绝缘的抗电强度试验,
否则应短路涂覆印制板上的功能绝缘。

B.4.5 短路和断开电子管和半导体的各极

应将电子管的各极和半导体器件的各引线短路,或如果适用,断开。一次断开一条引线,或依次将任意两条引线连接在一起。

B.4.6 短路或断开无源元器件

应将电阻器、电容器、绕组、扬声器、VDR 和其他无源元器件短路或断开,取其中较为不利者。
这些单一故障条件不适用于:

— 符合 IEC60730-1:2013 第 15 章、第 17 章、J.15 和 J.17 的 PTC 热敏电阻器;

- 提供 IEC60730-1:2013的 2.AL 型动作的 PTC;
- 符合 5.5.6 的电阻器;
- 符合 GB/T6346.14 和按本文件 5.5.2 评定的电容器;
- 符合附录 G 对相关元器件加强绝缘要求的隔离元器件(例如光电耦合器和变压器);和
- 符合附录 G 相关要求或符合相关元器件国家标准、行业标准或 IEC 标准的安全要求、用作安全防护的其他元器件。

B.4.7 元器件连续工作

如果预定短时或间歇工作的电动机、继电器线圈或类似元器件在设备工作期间会发生持续工作,则要使其持续工作。

对规定短时工作或间歇工作的设备,试验要一直重复直到达到稳态状态,不考虑工作时间。对本试验而言,恒温器、限温器和热断路器不要短路。

在不直接和电网电源连接的电路中,以及在由直流配电系统供电的电路中,对正常情况下间歇通电的机电元器件,除电动机外,应在其供电电路中模拟一个能导致该元器件持续通电的故障。

试验持续时间应按下列规定:

- 对其故障工作不能使一般人员明显觉察的设备或元器件,持续到能建立稳定状态所需的时间,或直到模拟的故障条件引发其他结果导致电路中断,取其时间较短者;和
- 对其他元器件和设备:5 min,或者直到元器件损坏(例如,烧坏)或模拟的故障条件引发其他结果导致电路中断,取其时间较短者。

B.4.8 单一故障条件试验期间和试验后的合格判据

在单一故障条件试验期间和试验后,可触及零部件不得超过 5.3、8.3、9.4、10.3、10.4.1、10.5.1 和 10.6.5 根据危险规定的对相关人员的相应的能量等级。在单一故障条件试验期间和试验后,设备内的任何火焰应在 10s 内熄灭并且周围的部件不得被引燃。任何有火焰的部件应认为是 PIS。

在施加了可能影响用作安全防护的绝缘单一故障条件后,绝缘应承受 5.4.9.1 对相关绝缘的抗电强度试验。

在单一故障条件试验期间和试验后,印制板上导体的断开不得用来作为安全防护,但以下情况除外,在这种情况下,故障条件应重复 3 次。

- 只要开路电路不是电弧性 PIS,则 V-1 级材料或 VTM-1 级材料的印制板上的导体在过载条件下可以断开。没有材料可燃性等级或可燃性等级低于 V-1 级材料的印制板上的导体不得断开。
- 在单一故障情况下,印制板上导体的剥离不得导致任何附加安全防护或加强安全防护失效。

B.4.9 单一故障条件下的电池充放电

在单一故障条件下,电池充放电条件应按适用的情况符合附录 M 的要求。