ICS 35.020
CCS L 09

中华人民共和国国家标准

GB 4943.1—2022
代替 GB 4943.1—2011,GB 8898—2011

音视频、信息技术和通信技术设备 第 1 部分:安全要求

Audio/video, information and communication technology equipment—Part 1:Safety requirements

(IEC 62368-1:2018,MOD)

2022-07-19 发布　　2023-08-01 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 …… XXI
引言 …… XXV
0.1　目的 …… XXV
0.2　人员 …… XXV
0.2.1　基本要求 …… XXV
0.2.2　一般人员 …… XXV
0.2.3　受过培训的人员 …… XXV
0.2.4　熟练技术人员 …… XXV
0.3　疼痛和伤害的模型 …… XXVI
0.4　能量源 …… XXVI
0.5　安全防护 …… XXVII
0.5.1　基本要求 …… XXVII
0.5.2　设备级安全防护 …… XXVIII
0.5.3　安装性安全防护 …… XXVIII
0.5.4　个人安全防护 …… XXVIII
0.5.5　行为性安全防护 …… XXVIII
0.5.6　一般人员或受过培训的人员在维修状态期间的安全防护 …… XXIX
0.5.7　熟练技术人员维修状态期间的设备级安全防护 …… XXIX
0.5.8　安全防护特性的示例 …… XXIX
0.6　电引起的疼痛或伤害(电击) …… XXX
0.6.1　电引起疼痛或伤害的模型 …… XXX
0.6.2　防止电引起疼痛或伤害的模型 …… XXXI
0.7　电引起的着火 …… XXXII
0.7.1　电引起着火的模型 …… XXXII
0.7.2　防止电引起着火的模型 …… XXXII
0.8　有害物质引起的伤害 …… XXXIII
0.9　机械引起的伤害 …… XXXIII
0.10　热引起的伤害(皮肤灼伤) …… XXXIV
0.10.1　热引起伤害的模型 …… XXXIV
0.10.2　防止热引起疼痛或伤害的模型 …… XXXV
0.11　辐射引起的伤害 …… XXXVI
0.12　相关信息说明 …… XXXVI
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 2
3　缩略语、术语和定义 …… 9
3.1　能量源缩略语 …… 9
3.2　其他缩略语 …… 9

3.3 术语和定义 …… 11
3.3.1 电路术语 …… 15
3.3.2 外壳术语 …… 15
3.3.3 设备术语 …… 16
3.3.4 可燃性术语 …… 17
3.3.5 绝缘 …… 18
3.3.6 其他 …… 19
3.3.7 工作条件和故障条件 …… 20
3.3.8 人员 …… 21
3.3.9 潜在引燃源 …… 22
3.3.10 额定值 …… 22
3.3.11 安全防护 …… 22
3.3.12 间距 …… 24
3.3.13 温度控制器 …… 24
3.3.14 电压和电流 …… 25
3.3.15 设备关于防电击保护的分类 …… 25
3.3.16 化学术语 …… 26
3.3.17 电池组 …… 26
3.3.18 FIW 术语 …… 27
3.3.19 声暴露 …… 27
4 通用要求 …… 28
4.1 基本要求 …… 28
4.1.1 各项要求的应用以及各种材料、元器件和组件的验收 …… 28
4.1.2 元器件的使用 …… 28
4.1.3 设备的设计和结构 …… 29
4.1.4 设备的安装 …… 29
4.1.5 未明确覆盖的结构和元器件 …… 29
4.1.6 运输和使用时的方向 …… 29
4.1.7 判据的选择 …… 29
4.1.8 液体和充液的元器件(LFC) …… 29
4.1.9 电气测量仪器 …… 30
4.1.10 温度测量 …… 30
4.1.11 稳态条件 …… 30
4.1.12 安全防护的层次 …… 30
4.1.13 本文件中提及的示例 …… 30
4.1.14 零部件或样品与最终产品分开进行的试验 …… 30
4.1.15 标记和说明 …… 30
4.2 能量源的分级 …… 31
4.2.1 1 级能量源 …… 31
4.2.2 2 级能量源 …… 31
4.2.3 3 级能量源 …… 31
4.2.4 声称的能量源级别 …… 31
4.3 能量源防护 …… 31

4.3.1 基本要求 …… 31
4.3.2 对一般人员的安全防护 …… 31
4.3.3 对受过培训的人员的安全防护 …… 32
4.3.4 对熟练技术人员的安全防护 …… 33
4.3.5 受限制接触区的安全防护 …… 34
4.4 安全防护 …… 34
4.4.1 等效材料或元器件 …… 34
4.4.2 安全防护的构成 …… 34
4.4.3 安全防护的强度 …… 34
4.4.4 用绝缘液体代替安全防护 …… 36
4.4.5 安全联锁 …… 37
4.5 爆炸 …… 37
4.5.1 基本要求 …… 37
4.5.2 要求 …… 37
4.6 导体的固定 …… 37
4.6.1 要求 …… 37
4.6.2 合格判据 …… 37
4.7 直接插入电网电源输出插座的设备 …… 38
4.7.1 基本要求 …… 38
4.7.2 要求 …… 38
4.7.3 合格判据 …… 38
4.8 包含纽扣电池的设备 …… 38
4.8.1 基本要求 …… 38
4.8.2 指示性安全防护 …… 38
4.8.3 结构 …… 39
4.8.4 试验 …… 39
4.8.5 合格判据 …… 40
4.9 由于导电物进入导致着火或电击的可能性 …… 40
4.10 元器件要求 …… 40
4.10.1 断开装置 …… 40
4.10.2 开关和继电器 …… 40
4.11 过流保护装置 …… 40
5 电引起的伤害 …… 41
5.1 基本要求 …… 41
5.2 电能量源的分级和限值 …… 41
5.2.1 电能量源的分级 …… 41
5.2.2 电能量源 ES1 和 ES2 的限值 …… 41
5.3 电能量源的防护 …… 46
5.3.1 基本要求 …… 46
5.3.2 电能量源的可触及性和安全防护 …… 46
5.4 绝缘材料和要求 …… 48
5.4.1 基本要求 …… 48
5.4.2 电气间隙 …… 53

5.4.3 爬电距离 …… 62
5.4.4 固体绝缘 …… 66
5.4.5 天线端子绝缘 …… 74
5.4.6 作为附加安全防护一部分的内部导线的绝缘 …… 75
5.4.7 半导体元器件和黏合接缝的试验 …… 75
5.4.8 湿热处理 …… 76
5.4.9 抗电强度试验 …… 76
5.4.10 来自外部电路的瞬态电压的安全防护 …… 78
5.4.11 外部电路和地之间的隔离 …… 80
5.4.12 绝缘液体 …… 81
5.5 用作安全防护的元器件 …… 82
5.5.1 基本要求 …… 82
5.5.2 电容器和 RC 单元 …… 82
5.5.3 变压器 …… 83
5.5.4 光电耦合器 …… 83
5.5.5 继电器 …… 83
5.5.6 电阻器 …… 83
5.5.7 SPD …… 84
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 …… 85
5.5.9 室外设备的输出插座的安全防护 …… 85
5.6 保护导体 …… 85
5.6.1 基本要求 …… 85
5.6.2 保护导体的要求 …… 85
5.6.3 保护接地导体的要求 …… 86
5.6.4 保护连接导体的要求 …… 87
5.6.5 保护导体的端子 …… 88
5.6.6 保护连接系统的电阻 …… 89
5.6.7 保护接地导体的可靠连接 …… 91
5.6.8 功能接地 …… 91
5.7 预期的接触电压、接触电流和保护导体电流 …… 91
5.7.1 基本要求 …… 91
5.7.2 测量装置和网络 …… 91
5.7.3 设备配置、电源连接和接地连接 …… 91
5.7.4 未接地的可触及零部件 …… 92
5.7.5 接地的可触及导电零部件 …… 92
5.7.6 接触电流超过 ES2 限值时的要求 …… 92
5.7.7 与外部电路相关的预期接触电压和接触电流 …… 93
5.7.8 来自外部电路的接触电流的总和 …… 94
5.8 电池后备电源的反向馈电安全防护 …… 95
6 电引起的着火 …… 96
6.1 基本要求 …… 96
6.2 功率源(PS)和潜在引燃源(PIS)的分级 …… 96
6.2.1 基本要求 …… 96

6.2.2 功率源电路的分级 …… 96
6.2.3 潜在引燃源的分级 …… 99
6.3 在正常工作条件和异常工作条件下着火的安全防护 …… 100
6.3.1 要求 …… 100
6.3.2 合格判据 …… 100
6.4 单一故障条件下着火的安全防护 …… 101
6.4.1 基本要求 …… 101
6.4.2 减小单一故障条件下 PS1 电路中引燃的可能性 …… 101
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 …… 101
6.4.4 控制 PS1 电路中的火焰蔓延 …… 102
6.4.5 控制 PS2 电路中的火焰蔓延 …… 102
6.4.6 控制 PS3 电路中的火焰蔓延 …… 103
6.4.7 可燃材料与 PIS 的隔离 …… 103
6.4.8 防火防护外壳和防火挡板 …… 106
6.4.9 绝缘液体的可燃性 …… 111
6.5 内部和外部布线 …… 111
6.5.1 基本要求 …… 111
6.5.2 与建筑物布线互连的要求 …… 112
6.5.3 输出插座的内部布线 …… 112
6.6 连接附加设备引起着火的安全防护 …… 112
7 有害物质引起的伤害 …… 112
7.1 基本要求 …… 112
7.2 减少在有害物质中的暴露 …… 112
7.3 臭氧中的暴露 …… 112
7.4 使用个人安全防护或个人防护器具(PPE) …… 113
7.5 使用指示性安全防护和说明 …… 113
7.6 电池组及其保护电路 …… 113
8 机械引起的伤害 …… 113
8.1 基本要求 …… 113
8.2 机械能量源的分级 …… 113
8.2.1 基本分级 …… 113
8.2.2 MS1 …… 115
8.2.3 MS2 …… 115
8.2.4 MS3 …… 115
8.3 机械能量源的安全防护 …… 115
8.4 有锐边锐角零部件的安全防护 …… 116
8.4.1 要求 …… 116
8.4.2 合格判据 …… 116
8.5 运动零部件的安全防护 …… 116
8.5.1 要求 …… 116
8.5.2 指示性安全防护 …… 117
8.5.3 合格判据 …… 117

8.5.4 包含运动零部件的特殊类别设备 …… 117
8.5.5 高压灯 …… 121
8.6 设备稳定性 …… 122
8.6.1 要求 …… 122
8.6.2 静态稳定性 …… 123
8.6.3 更换位置的稳定性 …… 124
8.6.4 玻璃滑动试验 …… 124
8.6.5 水平力试验和合格判据 …… 124
8.7 安装在墙壁、天花板或其他结构上的设备 …… 125
8.7.1 要求 …… 125
8.7.2 试验方法 …… 125
8.7.3 合格判据 …… 126
8.8 提手强度 …… 126
8.8.1 基本要求 …… 126
8.8.2 试验方法 …… 126
8.9 对附件(轮子或脚轮)的要求 …… 127
8.9.1 基本要求 …… 127
8.9.2 试验方法 …… 127
8.10 手推车、架子和类似搬运装置 …… 127
8.10.1 基本要求 …… 127
8.10.2 标志和说明 …… 127
8.10.3 手推车、架子或搬运装置的加载试验和合格判据 …… 128
8.10.4 手推车、架子或搬运装置的冲击试验 …… 128
8.10.5 机械稳定性 …… 128
8.10.6 热塑性材料的温度稳定性 …… 128
8.11 滑轨安装设备的安装方式 …… 128
8.11.1 基本要求 …… 128
8.11.2 要求 …… 129
8.11.3 机械强度试验 …… 129
8.11.4 合格判据 …… 130
8.12 伸缩天线或拉杆天线 …… 130
9 热灼伤 …… 130
9.1 基本要求 …… 130
9.2 热能量源分级 …… 130
9.2.1 TS1 …… 130
9.2.2 TS2 …… 131
9.2.3 TS3 …… 131
9.3 接触温度限值 …… 131
9.3.1 基本要求 …… 131
9.3.2 试验方法和合格判据 …… 131
9.4 热能量源的安全防护 …… 132
9.5 安全防护的要求 …… 133
9.5.1 设备级安全防护 …… 133

9.5.2 指示性安全防护 …… 133
9.6 无线功率发射器的要求 …… 133
9.6.1 基本要求 …… 133
9.6.2 异物的规格 …… 133
9.6.3 试验方法和合格判据 …… 136
10 辐射 …… 136
10.1 基本要求 …… 136
10.2 辐射能量源分级 …… 137
10.2.1 基本分级 …… 137
10.2.2 RS1 …… 138
10.2.3 RS2 …… 138
10.2.4 RS3 …… 138
10.3 激光辐射的安全防护 …… 139
10.4 来自灯和灯系统(包括 LED)的光辐射的安全防护 …… 139
10.4.1 基本要求 …… 139
10.4.2 外壳的要求 …… 140
10.4.3 指示性安全防护 …… 140
10.4.4 合格判据 …… 141
10.5 X 射线辐射的安全防护 …… 141
10.5.1 要求 …… 141
10.5.2 合格判据 …… 142
10.5.3 试验方法 …… 142
10.6 声能量源的安全防护 …… 142
10.6.1 基本要求 …… 142
10.6.2 分级 …… 143
10.6.3 剂量系统的要求 …… 143
10.6.4 测量方法 …… 144
10.6.5 对人员的保护 …… 144
10.6.6 对收听装置(头戴式耳机、耳塞式耳机等)的要求 …… 145
附录 A(资料性) 属于本文件范围内的设备的示例 …… 146
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 …… 147
B.1 基本要求 …… 147
B.1.1 试验的适用性 …… 147
B.1.2 试验的形式 …… 147
B.1.3 试验样品 …… 147
B.1.4 检查相关数据的符合性 …… 147
B.1.5 温度测量条件 …… 147
B.2 正常工作条件 …… 147
B.2.1 基本要求 …… 147
B.2.2 电源频率 …… 148
B.2.3 电源电压 …… 148
B.2.4 正常工作电压 …… 148

B.2.5 输入试验 …… 148
B.2.6 工作温度测量条件 …… 149
B.2.7 正常工作条件下电池的充放电 …… 149
B.3 模拟的异常工作条件 …… 150
B.3.1 基本要求 …… 150
B.3.2 覆盖通风孔 …… 150
B.3.3 直流电网电源的极性试验 …… 150
B.3.4 电压选择器的调节 …… 151
B.3.5 输出端子的最大负载 …… 151
B.3.6 电池极性反转 …… 151
B.3.7 音频放大器异常工作条件 …… 151
B.3.8 异常工作条件试验期间和试验后的合格判据 …… 151
B.4 模拟的单一故障条件 …… 151
B.4.1 基本要求 …… 151
B.4.2 温度控制装置 …… 151
B.4.3 电动机试验 …… 152
B.4.4 功能绝缘 …… 152
B.4.5 短路和断开电子管和半导体的各极 …… 152
B.4.6 短路或断开无源元器件 …… 152
B.4.7 元器件连续工作 …… 153
B.4.8 单一故障条件试验期间和试验后的合格判据 …… 153
B.4.9 单一故障条件下的电池充放电 …… 153
附录 C（规范性） 紫外线辐射 …… 154
C.1 设备材料的防紫外线辐射 …… 154
C.1.1 基本要求 …… 154
C.1.2 要求 …… 154
C.1.3 试验方法和合格判据 …… 154
C.2 紫外线处理试验 …… 155
C.2.1 试验装置 …… 155
C.2.2 试验样品的放置 …… 155
C.2.3 碳弧光辐照试验 …… 155
C.2.4 氙弧光辐照装置 …… 155
附录 D（规范性） 试验发生器 …… 156
D.1 脉冲试验发生器 …… 156
D.2 天线接口试验发生器 …… 156
D.3 电子脉冲发生器 …… 157
附录 E（规范性） 含有音频放大器的设备的试验条件 …… 158
E.1 音频信号的电能量源分级 …… 158
E.2 音频放大器正常工作条件 …… 158
E.3 音频放大器异常工作条件 …… 159
附录 F（规范性） 设备标志、说明和指示性安全防护 …… 160
F.1 基本要求 …… 160

F.2 字母符号和图形符号 …… 160
F.2.1 字母符号 …… 160
F.2.2 图形符号 …… 160
F.2.3 合格判据 …… 160
F.3 设备标志 …… 161
F.3.1 设备标志的位置 …… 161
F.3.2 设备的识别标志 …… 161
F.3.3 设备额定值的标志 …… 161
F.3.4 电压设定装置 …… 163
F.3.5 端子和操作装置上的标志 …… 163
F.3.6 与设备类别有关的设备标志 …… 164
F.3.7 设备的 IP 额定值标志 …… 165
F.3.8 外部电源输出标志 …… 165
F.3.9 标志的耐久性、清晰性和持久性 …… 165
F.3.10 标志持久性试验 …… 165
F.4 说明书 …… 166
F.5 指示性安全防护 …… 166
附录 G（规范性） 元器件 …… 169
G.1 开关 …… 169
G.1.1 基本要求 …… 169
G.1.2 要求 …… 169
G.1.3 试验方法和合格判据 …… 170
G.2 继电器 …… 170
G.2.1 要求 …… 170
G.2.2 过载试验 …… 171
G.2.3 控制向其他设备供电的端子的继电器 …… 171
G.2.4 试验方法和合格判据 …… 171
G.3 保护装置 …… 171
G.3.1 热切断器 …… 171
G.3.2 热熔断体 …… 172
G.3.3 PTC 热敏电阻器 …… 173
G.3.4 过流保护装置 …… 173
G.3.5 G.3.1～G.3.4 未提到的安全防护元器件 …… 173
G.4 连接器 …… 173
G.4.1 电气间隙和爬电距离要求 …… 173
G.4.2 电网电源的连接装置 …… 174
G.4.3 电网电源连接装置以外的连接装置 …… 174
G.5 绕组组件 …… 174
G.5.1 绕组组件中的导线绝缘 …… 174
G.5.2 耐久性试验 …… 174
G.5.3 变压器 …… 176
G.5.4 电动机 …… 183
G.6 导线绝缘 …… 186

G.6.1 基本要求 …… 186
G.6.2 漆包绕组线绝缘 …… 187
G.7 电源软线 …… 187
G.7.1 基本要求 …… 187
G.7.2 横截面积 …… 188
G.7.3 不可拆卸电源软线的软线固定装置和应力消除 …… 189
G.7.4 软线入口 …… 190
G.7.5 不可拆卸软线的弯曲保护 …… 191
G.7.6 电源线布线空间 …… 191
G.8 压敏电阻器 …… 192
G.8.1 基本要求 …… 192
G.8.2 着火的安全防护 …… 193
G.9 IC 限流器 …… 195
G.9.1 要求 …… 195
G.9.2 试验程序 …… 195
G.9.3 合格判据 …… 196
G.10 电阻器 …… 196
G.10.1 基本要求 …… 196
G.10.2 预处理 …… 196
G.10.3 电阻器试验 …… 196
G.10.4 电压浪涌试验 …… 197
G.10.5 脉冲试验 …… 197
G.10.6 过载试验 …… 197
G.11 电容器和 RC 单元 …… 197
G.11.1 基本要求 …… 197
G.11.2 电容器和 RC 单元的预处理 …… 197
G.11.3 电容器的选用规则 …… 197
G.12 光电耦合器 …… 198
G.13 印制板 …… 198
G.13.1 基本要求 …… 198
G.13.2 未涂覆的印制板 …… 198
G.13.3 涂覆的印制板 …… 199
G.13.4 在印制板相同内表面上的导体间的绝缘 …… 200
G.13.5 在印制板不同表面上的导体间的绝缘 …… 200
G.13.6 涂覆印制板的试验 …… 201
G.14 元器件端子的涂覆 …… 202
G.14.1 要求 …… 202
G.14.2 试验方法和合格判据 …… 202
G.15 加压充液的元器件 …… 202
G.15.1 要求 …… 202
G.15.2 试验方法和合格判据 …… 203
G.15.3 合格判据 …… 204
G.16 含有电容器放电功能的 IC(ICX) …… 204

G.16.1 要求 …… 204
G.16.2 试验 …… 204
G.16.3 合格判据 …… 204
附录 H（规范性） 电话振铃信号准则 …… 205
H.1 基本要求 …… 205
H.2 方法 A …… 205
H.3 方法 B …… 207
H.3.1 振铃信号 …… 207
H.3.2 脱开装置和监视电压 …… 207
附录 I（资料性） 过电压类别(见 GB/T 16895.10—2010) …… 209
附录 J（规范性） 无需使用隔层绝缘的绝缘绕组线 …… 210
J.1 基本要求 …… 210
J.2 型式试验 …… 210
J.2.1 基本要求 …… 210
J.2.2 抗电强度 …… 210
J.2.3 柔韧性和附着性 …… 211
J.2.4 热冲击 …… 211
J.2.5 弯曲后抗电强度的保持 …… 212
J.3 制造期间的试验 …… 212
J.3.1 基本要求 …… 212
J.3.2 火花试验 …… 212
J.3.3 抽样试验 …… 212
附录 K（规范性） 安全联锁 …… 213
K.1 概述 …… 213
K.1.1 基本要求 …… 213
K.1.2 试验方法及判定 …… 213
K.2 安全联锁的安全防护机构的元器件 …… 213
K.3 操作方式的意外改变 …… 213
K.4 联锁安全防护的取消 …… 214
K.5 失效保护 …… 214
K.5.1 要求 …… 214
K.5.2 试验方法和合格判据 …… 214
K.6 机械动作的安全联锁 …… 214
K.6.1 耐久性要求 …… 214
K.6.2 试验方法及判定 …… 214
K.7 联锁电路的隔离 …… 214
K.7.1 触点间隙和联锁电路零件的分开距离 …… 214
K.7.2 过载试验 …… 215
K.7.3 耐久性试验 …… 215
K.7.4 抗电强度试验 …… 215
附录 L（规范性） 断开装置 …… 216

L.1 基本要求 …… 216
L.2 永久连接式设备 …… 216
L.3 持续带电的零部件 …… 216
L.4 单相设备 …… 216
L.5 三相设备 …… 217
L.6 作为断开装置的开关 …… 217
L.7 作为断开装置的插头 …… 217
L.8 多个电源 …… 217
L.9 合格判据 …… 217
附录 M（规范性） 带电池组及其保护电路的设备 …… 218
M.1 基本要求 …… 218
M.2 电池组及其电池的安全 …… 218
M.2.1 要求 …… 218
M.2.2 合格判据 …… 218
M.3 设备内提供的电池组保护电路 …… 218
M.3.1 要求 …… 218
M.3.2 试验方法 …… 218
M.3.3 合格判据 …… 219
M.4 包含便携式二次锂电池组的设备的附加安全防护 …… 219
M.4.1 基本要求 …… 219
M.4.2 充电的安全防护 …… 220
M.4.3 防火防护外壳 …… 220
M.4.4 含有二次锂电池组的设备的跌落试验 …… 220
M.5 携带期间短路导致灼伤的危险 …… 221
M.5.1 要求 …… 221
M.5.2 试验方法和合格判据 …… 221
M.6 短路的安全防护 …… 222
M.6.1 基本要求 …… 222
M.6.2 合格判据 …… 222
M.7 铅酸和 NiCd 电池组的爆炸风险 …… 222
M.7.1 防止爆炸气体聚集的通风 …… 222
M.7.2 试验方法和合格判据 …… 223
M.7.3 通风试验 …… 225
M.7.4 标志要求 …… 226
M.8 外部火花源导致具有电解质溶液的电池内部引燃的防护 …… 226
M.8.1 基本要求 …… 226
M.8.2 试验方法 …… 226
M.9 防止电解液泄漏 …… 228
M.9.1 电解液泄漏的保护 …… 228
M.9.2 防止电解液泄漏的托盘 …… 228
M.10 防止可合理预见的误使用的说明 …… 228
附录 N（规范性） 电化学电位表 …… 230

附录 O（规范性） 爬电距离和电气间隙的测量 …… 231
附录 P（规范性） 导电物体的安全防护 …… 237
P.1 基本要求 …… 237
P.2 防止异物进入或进入后引发后果的安全防护 …… 237
P.2.1 基本要求 …… 237
P.2.2 防止异物进入的安全防护 …… 237
P.2.3 防止异物进入产生的后果的安全防护 …… 238
P.3 防止内部液体泄漏的安全防护 …… 240
P.3.1 基本要求 …… 240
P.3.2 漏液后果的确定 …… 240
P.3.3 漏液的安全防护 …… 240
P.3.4 合格判据 …… 240
P.4 金属涂层和黏合剂固定的零部件 …… 240
P.4.1 基本要求 …… 240
P.4.2 试验 …… 241
附录 Q（规范性） 预定与建筑物配线互连的电路 …… 243
Q.1 受限制电源 …… 243
Q.1.1 基本要求 …… 243
Q.1.2 试验方法和合格判据 …… 243
Q.2 外部电路——双导线电缆的试验 …… 244
附录 R（规范性） 受限制短路试验 …… 245
R.1 基本要求 …… 245
R.2 试验设置 …… 245
R.3 试验方法 …… 245
R.4 合格判据 …… 245
附录 S（规范性） 耐热和耐燃试验 …… 247
S.1 稳定功率不超过 4 000 W 的设备防火防护外壳和防火挡板材料的可燃性试验 …… 247
S.2 防火防护外壳和防火挡板的完整性的可燃性试验 …… 247
S.3 防火防护外壳底部的可燃性试验 …… 249
S.3.1 样品的安装 …… 249
S.3.2 试验方法和合格判据 …… 249
S.4 材料的可燃性分级 …… 249
S.5 稳态功率超过 4 000 W 的设备防火防护外壳材料的可燃性试验 …… 250
附录 T（规范性） 机械强度试验 …… 251
T.1 基本要求 …… 251
T.2 10 N 恒定力试验 …… 251
T.3 30 N 恒定力试验 …… 251
T.4 100 N 恒定力试验 …… 251
T.5 250 N 恒定力试验 …… 251
T.6 外壳冲击试验 …… 251
T.7 跌落试验 …… 252

T.8　应力消除试验 …… 252
T.9　玻璃冲击试验 …… 252
T.10　玻璃破碎试验 …… 253
T.11　伸缩或拉杆天线试验 …… 253
附录 U（规范性）　阴极射线管(CRT)的机械强度和防爆炸影响 …… 254
U.1　基本要求 …… 254
U.2　自身不防爆的 CRT 的测试方法和合格判据 …… 254
U.3　保护屏 …… 254
附录 V（规范性）　可触及零部件的确定 …… 255
V.1　设备的可触及零部件 …… 255
V.1.1　基本要求 …… 255
V.1.2　试验方法 1——用铰接式试具试验表面和开孔 …… 255
V.1.3　试验方法 2——用直的非铰接式试具试验开孔 …… 255
V.1.4　试验方法 3——插头、插孔、连接器 …… 257
V.1.5　试验方法 4——狭槽开孔 …… 258
V.1.6　试验方法 5——预定要由一般人员使用的端子 …… 259
V.2　可触及零部件的判定 …… 259
附录 W（资料性）　本文件引入的术语的比较 …… 260
W.1　基本要求 …… 260
W.2　术语的比较 …… 260
附录 X（规范性）　确定与不超过 420 V 峰值(300 V 有效值)的交流电网电源连接的电路中的绝缘的电气间隙的替代方法 …… 270
附录 Y（规范性）　室外外壳的结构要求 …… 272
Y.1　基本要求 …… 272
Y.2　防 UV 辐射 …… 272
Y.3　防腐蚀 …… 272
Y.3.1　基本要求 …… 272
Y.3.2　试验设备 …… 272
Y.3.3　水饱和二氧化硫气体 …… 272
Y.3.4　试验程序 …… 273
Y.3.5　合格判据 …… 273
Y.4　密封垫 …… 273
Y.4.1　基本要求 …… 273
Y.4.2　密封垫试验 …… 274
Y.4.3　拉伸强度和伸长率试验 …… 274
Y.4.4　压缩试验 …… 274
Y.4.5　防油 …… 275
Y.4.6　保护措施 …… 275
Y.5　室外外壳内部设备的保护 …… 275
Y.5.1　基本要求 …… 275
Y.5.2　潮湿防护 …… 276

Y.5.3 喷水试验 …… 277
Y.5.4 对植物和虫害的防护 …… 279
Y.5.5 对过量灰尘的防护 …… 279
Y.6 外壳的机械强度 …… 280
Y.6.1 基本要求 …… 280
Y.6.2 冲击试验 …… 280
附录 Z（规范性） 本文件新增加的安全警告标识的说明 …… 281
Z.1 关于海拔的安全警告标识 …… 281
Z.2 关于气候条件的安全警告标识 …… 281
附录 AA（资料性） 本文件中与安全相关的说明示例的汉文、藏文、蒙古文、壮文和维文 5 种文字的对照 …… 282
附录 BB（资料性） IEC 62368-1:2018 和本文件中的规范性引用文件、参考文献的对照 …… 296
参考文献 …… 306

图 1 疼痛和伤害的三框图模型 …… XXVI
图 2 安全的三框图模型 …… XXVII
图 3 电引起疼痛或伤害的原理图和模型 …… XXXI
图 4 防止电引起疼痛或伤害的模型 …… XXXI
图 5 电引起着火的模型 …… XXXII
图 6 防止着火的模型 …… XXXIII
图 7 热引起伤害的原理图和模型 …… XXXV
图 8 防止热引起伤害的模型 …… XXXV
图 9 防止 1 级能量源伤害一般人员的保护模型 …… 31
图 10 防止 2 级能量源伤害一般人员的保护模型 …… 32
图 11 在一般人员维修状态期间防止 2 级能量源伤害一般人员的保护模型 …… 32
图 12 防止 3 级能量源伤害一般人员的保护模型 …… 32
图 13 防止 1 级能量源伤害受过培训的人员的保护模型 …… 33
图 14 防止 2 级能量源伤害受过培训的人员的保护模型 …… 33
图 15 防止 3 级能量源伤害受过培训的人员的保护模型 …… 33
图 16 防止 1 级能量源伤害熟练技术人员的保护模型 …… 33
图 17 防止 2 级能量源伤害熟练技术人员的保护模型 …… 34
图 18 防止 3 级能量源伤害熟练技术人员的保护模型 …… 34
图 19 在设备维修状态期间防止 3 级能量源伤害熟练技术人员的保护模型 …… 34
图 20 试验钩 …… 40
图 21 ES 电压和电流限值示意图 …… 42
图 22 合成的交流电流和直流电流的最大值 …… 43
图 23 合成的交流电压和直流电压的最大值 …… 44
图 24 裸露的内部导电零部件的接触要求 …… 47

图 25　卷轴 …… 69
图 26　卷轴的起始位置 …… 69
图 27　卷轴的最终位置 …… 70
图 28　金属箔在绝缘材料上的位置 …… 70
图 29　固体绝缘抗电强度试验装置示例 …… 78
图 30　试验电压的施加点 …… 79
图 31　外部电路和地之间的隔离试验 …… 81
图 32　单相设备接触电流测试电路 …… 94
图 33　三相设备接触电流测试电路 …… 94
图 34　最不利故障的功率测量 …… 97
图 35　最不利功率源故障的功率测量 …… 98
图 36　功率源分级示意图 …… 99
图 37　最低限度的与 PIS 的隔离要求 …… 104
图 38　扩大的与 PIS 的隔离要求 …… 104
图 39　使用防火挡板时与 PIS 偏转的隔离要求 …… 105
图 40　顶部、侧面和底部开孔的确认 …… 107
图 41　顶部开孔 …… 108
图 42　底部开孔 …… 109
图 43　挡板结构 …… 109
图 44　PIS 向下的轨迹 …… 110
图 45　非塑料材料制成的运动风扇叶片的限值 …… 114
图 46　塑料材料制成的运动风扇叶片的限值 …… 115
图 47　钢片 …… 134
图 48　铝环 …… 135
图 49　铝箔 …… 136
图 50　具有多个危害光谱波段灯的警告标识示例 …… 141

图 D.1　1.2/50 μs 和 10/700 μs 电压脉冲发生器 …… 156
图 D.2　天线接口试验发生器电路 …… 156
图 D.3　电子脉冲发生器的例子 …… 157
图 E.1　宽带噪声测量用带通滤波器 …… 159
图 F.1　指示性安全防护的示例 …… 167
图 G.1　算术平均值温度的确定 …… 178
图 G.2　试验电压 …… 183
图 G.3　热老化时间 …… 201
图 G.4　涂层耐划痕试验 …… 202
图 H.1　振铃期间和韵律周期的定义 …… 206

图 H.2　韵律振铃信号的 I_{TSI} 限值曲线 …… 206
图 H.3　峰值和峰-峰值电流 …… 207
图 H.4　振铃电压脱开特性 …… 208
图 M.1　对应不同的充电电流 I[mA/(A·h)]距离 d 与额定容量的关系曲线 …… 228
图 O.1　窄沟槽 …… 231
图 O.2　宽沟槽 …… 231
图 O.3　V 形沟槽 …… 232
图 O.4　插入的不连接的导电零部件 …… 232
图 O.5　肋条 …… 232
图 O.6　带窄沟槽的未黏合接缝 …… 232
图 O.7　带宽沟槽的未黏合接缝 …… 233
图 O.8　带窄沟槽和宽沟槽的未黏合接缝 …… 233
图 O.9　窄凹槽 …… 233
图 O.10　宽凹槽 …… 234
图 O.11　端子周围的涂层 …… 234
图 O.12　印制线路上的涂层 …… 235
图 O.13　绝缘材料外壳内的测量的例子 …… 235
图 O.14　多层印制板中的黏合接缝 …… 236
图 O.15　填充绝缘化合物的组件 …… 236
图 O.16　带隔板的骨架 …… 236
图 P.1　防止垂直进入的顶部开孔设计的横截面的示例 …… 237
图 P.2　防止垂直进入的侧面开孔百叶窗设计的横截面的示例 …… 238
图 P.3　异物进入的内部空间 …… 239
图 S.1　顶部开孔/防火防护外壳或防火挡板 …… 248
图 T.1　钢球冲击试验 …… 252
图 V.1　对儿童可能会接触到的设备用的铰接式试验试具 …… 256
图 V.2　对儿童不可能接触到的设备用的铰接式试验试具 …… 257
图 V.3　钝头试具 …… 258
图 V.4　楔形试具 …… 258
图 V.5　端子试具 …… 259
图 Y.1　密封垫试验 …… 275
图 Y.2　喷水试验喷头管路 …… 278
图 Y.3　喷水试验用喷头 …… 279
图 Z.1　海拔的安全警告标识 …… 281
图 Z.2　气候条件的安全警告标识 …… 281

表 1　各级别能量所引起的反应 …… XXVI

表 2　有关能量源引起的人体反应或造成的财产损失的示例 …… XXVII
表 3　安全防护特点的示例 …… XXX
表 4　稳态 ES1 和 ES2 电能量源的限值 …… 42
表 5　充电的电容器的电能量源限值 …… 44
表 6　单个脉冲的电压限值 …… 45
表 7　单个脉冲的电流限值 …… 45
表 8　最小空气间隙距离 …… 47
表 9　材料、元器件和系统的温度限值 …… 50
表 10　电压频率不超过 30 kHz 对应的最小电气间隙 …… 54
表 11　电压频率超过 30 kHz 对应的最小电气间隙 …… 55
表 12　电网电源瞬态电压 …… 56
表 13　外部电路瞬态电压 …… 57
表 14　使用要求的耐压的最小电气间隙 …… 59
表 15　抗电强度试验电压 …… 60
表 16　电气间隙和试验电压的倍增系数 …… 61
表 17　基本绝缘和附加绝缘的最小爬电距离 …… 63
表 18　频率大于 30 kHz 且小于或等于 400 kHz 时爬电距离的最小值 …… 65
表 19　不可分离的绝缘层的试验 …… 68
表 20　一些常用材料的击穿电场强度 E_P …… 72
表 21　在较高频率下击穿电场强度 E_P 值的减小系数 …… 73
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 …… 73
表 23　绝缘电阻值 …… 75
表 24　内部导线的绝缘穿透距离 …… 75
表 25　基于瞬态电压的抗电强度试验电压 …… 77
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 …… 77
表 27　基于暂态过电压的抗电强度试验电压 …… 78
表 28　抗电强度试验的试验值 …… 80
表 29　电阻器应用的试验概况 …… 84
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 …… 86
表 31　铜质保护连接导体的最小尺寸 …… 87
表 32　保护导体用端子的尺寸 …… 89
表 33　与电网电源连接的设备的试验持续时间 …… 90
表 34　绝缘液体相关的适用的标准清单 …… 111
表 35　各种类别机械能量源的分级 …… 113
表 36　要求和试验一览表 …… 122
表 37　施加在螺钉上的力矩 …… 126
表 38　可触及零部件的接触温度限值 …… 131

表 39　辐射能量源的分级 …… 137
表 40　依据 IEC 62471(所有部分)每种危害类型允许的辐射等级 …… 139
表 41　危害有关的危险等级设备标识 …… 140
表 42　标识信息的解释和控制措施指南 …… 141

表 A.1　属于本文件范围内的设备的示例 …… 146
表 C.1　紫外线暴露后最低性能保持力限值 …… 154
表 D.1　图 D.1 和图 D.2 的元器件值 …… 157
表 E.1　音频信号电能量源分级和安全防护 …… 158
表 F.1　指示性安全防护要素的说明和示例 …… 167
表 F.2　标志、说明和指示性安全防护的示例 …… 168
表 G.1　峰值浪涌电流 …… 170
表 G.2　每次循环的试验温度和试验时间 …… 175
表 G.3　变压器绕组和电动机绕组的温度限值(电动机运行过载试验除外) …… 178
表 G.4　基于工作电压的峰值的抗电强度试验的试验电压 …… 179
表 G.5　根据釉质增加,最小外径和最小试验电压的 FIW 线的值 …… 181
表 G.6　运转过载试验的温度限值 …… 184
表 G.7　导体的尺寸 …… 188
表 G.8　应力消除试验的力 …… 190
表 G.9　接线端子能连接的导线的规格范围 …… 192
表 G.10　压敏电阻器的过载和瞬时过电压试验 …… 194
表 G.11　IC 限流器性能试验程序 …… 195
表 G.12　GB T 6346.14 中电容器的额定值 …… 198
表 G.13　涂覆印制板的最小间隔距离 …… 199
表 G.14　印制板的绝缘 …… 200
表 I.1　过电压类别 …… 209
表 J.1　卷轴直径 …… 211
表 J.2　烘箱温度 …… 211
表 M.1　电流 I_{float} 和 I_{boost},系数 f_g 和 f_s,电压 U_{float} 和 U_{boost} 的值 …… 224
表 N.1　电化学电位(V) …… 230
表 O.1　X 的数值 …… 231
表 P.1　预处理数据汇总 …… 241
表 Q.1　内在受限制电源的限值 …… 243
表 Q.2　非内在受限制电源的限值(需要过流保护装置) …… 244
表 S.1　泡沫材料 …… 249
表 S.2　硬质材料 …… 249
表 S.3　极薄材料 …… 250

表 T.1　冲击力 …… 253
表 T.2　末端拉件试验的力矩值 …… 253
表 W.1　GB/T 16935.1—2008 与本文件中的术语和定义的比较 …… 260
表 W.2　GB/T 17045—2020 与本文件中的术语和定义的比较 …… 261
表 W.3　上一版(GB 4943.1—2011)与本文件中的术语和定义的比较 …… 264
表 W.4　IEC 60728-11:2016 与本文件中的术语和定义的比较 …… 266
表 W.5　GB 38189—2019 与本文件中的术语和定义的比较 …… 267
表 W.6　上一版(GB 8898—2011)与本文件中的术语和定义的比较 …… 268
表 X.1　与不超过 420 V 峰值(300 V 有效值)的交流电网电源连接的电路中的绝缘的替代最小电气间隙 …… 270
表 X.2　与不超过 420 V 峰值(300 V 有效值)的交流电网电源连接的电路中的绝缘的附加电气间隙 …… 270
表 Y.1　环境污染等级的规定示例 …… 276
表 AA.1　本文件中与安全相关的说明示例的汉文、藏文、蒙古文、壮文和维文 5 种文字的对照 … 282
表 BB.1　IEC 62368-1:2018 和本文件中的规范性引用文件的对照 …… 296
表 BB.2　IEC 62368-1:2018 和本文件中的参考文献的对照 …… 303

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。

本文件是 GB 4943 的第 1 部分。GB 4943 已经发布了以下部分：

——第 1 部分：安全要求。

本文件代替 GB 4943.1—2011《信息技术设备　安全　第 1 部分：通用要求》和 GB 8898—2011《音频、视频及类似电子设备　安全要求》。本文件与 GB 4943.1—2011 和 GB 8898—2011 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

——增加了能量源分级测试，规定不同的限值和安全防护要求（见 5.2、6.2、8.2、9.2、10.2）；

——删除了 TNV 电路的定义（见 GB 4943.1—2011 的 1.2.8.11，GB 8898—2011 的附录 B）；

——增加了绝缘液体的定义和要求（见 3.3.5.4、4.4.4、5.4.12、6.4.9）；

——增加和更改了对含液体设备的要求（见 4.1.8、B.3.1、F.4、G.15、P.3、GB 4943.1—2011 的 4.3.10、4.3.11、4.3.12）；

——增加了包含纽扣电池的设备的要求（见 4.8）；

——更改了部分安全要求的测试要求或限值（见表 4、5.4.2、5.4.9、5.5.2.2、表 38 等，GB 4943.1—2011 的 5.1、2.10.3、5.2、2.1.1.7、表 4C 等，GB 8898—2011 的 9.1.1.1、13.3、10.3、9.1.6、表 3 等）；

——增加了反向馈电的要求（见 5.8）；

——增加了功率源电路的测试要求（见 6.2）；

——更改了可燃材料的要求和测试方法（见 6.4、附录 S，GB 4943.1—2011 的 4.7、附录 A，GB 8898—2011 的第 20 章、附录 G）；

——更改了外壳的开孔要求（见 6.4.8.3、P.2，GB 4943.1—2011 的 4.6，GB 8898—2011 的 9.1.3）；

——增加了大型设备的要求（见 8.5.4）；

——更改了墙壁安装或天花板安装设备的试验方法（见 8.7，GB 4943.1—2011 的 4.2.10，GB 8898—2011 的 19.6）；

——增加了滑轨安装设备的要求（见 8.11）；

——增加了无线发射器的要求（见 9.6）；

——更改了光辐射的要求（见表 39、10.3、10.4、GB 4943.1—2011 的 4.3.13.5，GB 8898—2011 的 6.2）；

——增加了声辐射的要求（见 10.6）；

——增加了显示设备输入信号的要求（见 B.2.5）；

——增加了带有功能接地的Ⅱ类设备的新标识符号（见 F.3.6.2）；

——增加了使用完全绝缘绕组线的变压器的要求（见 G.5.3.4）；

——增加了充液的元器件的要求（见 G.15）；

——增加了集成电路、具有 X 电容放电功能的集成电路的要求（见 G.16）；

——增加和更改了带电池组及其保护电路的设备的要求（见附录 M）；

——增加了受限制短路试验（见附录 R）；

——删除了弹簧冲击锤试验（见 GB 8898—2011 的 12.1.3）；

——增加了儿童试验试具和楔形试具（见附录 V）；

——增加了对室外设备的要求（见附录 Y）。

本文件修改采用 IEC 62368-1:2018《音视频、信息技术和通信技术设备　第 1 部分:安全要求》。

本文件与 IEC 62368-1:2018 相比,存在技术差异,在所涉及的条款的外侧页边空白位置用垂直单线(|)进行了标示。这些技术差异及其原因如下:

a)　适用范围

IEC 62368-1:2018 适用于预定在海拔 2 000 m 及以下地区使用的设备。由于我国地理条件的特殊性,以及少数民族人口的分布特点,在对 IEC 62368-1:2018 的部分条款修改后,本文件适用于在海拔 5 000 m 及以下地区使用的设备。对于预定仅在海拔 2 000 m 及以下使用的设备,可以采用相应降低的要求,但要进行警告说明。

本文件第 1 章第 6 段更改为:除制造商另有规定外,本文件假定最高海拔为 5 000 m。

b)　过流保护装置

由于我国供电条件的特殊性,建筑设施中的保护装置不能对用电设备提供有效的保护,因此不采用依赖建筑设施中的保护装置提供保护的方式。在本文件增加:

4.11　过流保护装置

对一次电路的过流、短路和接地故障进行保护的保护装置,应作为设备的一部分包含在设备中,除非满足故障条件下的所有要求。

如果 B 型可插式设备或永久性连接式设备依靠设备外的保护装置来进行保护,则应在设备的安装说明书中说明,并且对短路保护或过流保护,或者必要时对两者提出要求。

c)　电气间隙的要求值

——在不同海拔,对电气间隙和抗电强度试验电压的要求值要乘以相应的倍增系数,本文件对 IEC 62368-1:2018 中倍增系数的选取要求做了调整。

表 8 条文内容的第二段改为:

对预定在海拔 2 000 m～5 000 m 使用的设备,表中的数值乘以对应海拔 5 000 m 的倍增系数。

5.4.2.5 第 1 段改为:

预定在海拔 2 000 m 以上至 5 000 m 使用的设备,表 10、表 11 和表 14 的最小电气间隙,以及表 15 的抗电强度试验电压,应符合海拔 5 000 m 的要求,即乘以表 16 规定的对应海拔5 000 m的倍增系数。对预定仅在海拔 2 000 m 及以下使用的设备,表 10、表 11 和表 14 的最小电气间隙,以及表 15 的抗电强度试验电压,应符合海拔 2 000 m 的要求,即乘以表 16 规定的对应海拔 2 000 m 的倍增系数。

删除 5.4.2.5 原注 2:海拔 2 000 m 以上时,中国对倍增系数的选取有特殊要求。

——元器件应作为设备的一个组成部分承受本文件规定的有关试验。

4.1.2 增加一段:元器件的使用应符合设备的相应海拔的要求。

d)　电视分配系统的地与设备保护地的隔离

考虑到我国供电以及接地的特殊性,与建筑设施的保护地连接的设备如果与使用同轴电缆的电视分配系统连接,在一些情况下可能产生着火危害。因此要求使用同轴电缆的电视分配系统的屏蔽层与设备保护接地电路之间有隔离措施。

删除 IEC 62368-1:2018 中 5.4.5.1 的第二段:“本试验不适用于设备上的一个天线端子按5.6.7的规定接地的设备。”

5.4.5.1 增加两段:

使用同轴电缆的有线网络天线同轴插座与设备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类设备上的地连接,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接地隔离,那么设备的有线网络天线同

轴插座与设备保护接地电路之间没有绝缘要求，但应满足 F.4 的相关要求。

F.4 说明书内容增加一个列项：

——带有未经隔离的有线网络天线插座的设备，在说明书中必须给出“接入本设备的有线网络天线必须与设备的保护地隔离，否则可能会引起着火等危险！”或类似文字的警告说明。

删除 5.4.5.1 的注。

e) 湿热处理条件

——本文件适用于在热带气候条件下使用的设备，湿热处理条件按热带气候条件处理。对预定不在热带气候条件下使用的设备，其湿热处理条件按非热带气候条件处理。

5.4.8 修改为：

湿热处理应在空气温度为(40±2)℃、相对湿度为(93±3)%的湿热箱或室内进行 120 h。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±3)%的湿热箱或室内进行 48 h。在能放置样品的所有位置上，空气温度应保持在 20 ℃～30 ℃之间不会产生凝露的任一方便的温度值(t±2)℃范围内。

——对于高海拔地区设备，考核其绝缘性能的预处理应是承受温度冲击的湿热预处理条件，具体要求还在考虑中。

在 5.4.8 最后增加注：

预定在海拔 2 000 m 以上至 5 000 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 2 000 m 以下的预处理的条件和要求。

f) 绝缘材料的工作温度限值

温度限值对温带是以最高环境温度 25 ℃为基准、对热带是以 35 ℃为基准做出的。本文件适用于在热带气候条件下使用的设备，B.2.6.1 中的 T_{ma} 修改为“T_{ma} 为制造商规定的最高环境温度或 35 ℃，取其中较高者。”并增加注 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 ℃，取其中较高者。

由于高海拔地区设备的发热特性会有所不同，预定在海拔 2 000 m 以上至 5 000 m 使用的设备，其发热试验的条件和温度限值还在考虑中。在 B.2.6.1 增加注 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 2 000 m 以下的发热试验条件和温度限值。

g) 安全说明

对安全说明文字做了明确规定，F.1 第二段修改为：除非使用符号或另有说明，否则与安全有关的设备标志、说明和指示性安全防护应使用规范中文。

在 F.2.2 第一段后增加了关于海拔和热带气候使用条件的安全警告要求和警告标识。

增加规范性附录 Z，给出了新增加的安全警告标识的说明。

h) 电源额定值的标示

IEC 62368-1:2018 的 F.3.3.4 和 F.3.3.5 中对额定电压和频率的标示未明确规定具体的数值，根据我国的电网电源要求，供电电压为 220 V，50 Hz 或三相 380 V，50 Hz。因此在本文件的 F.3.3.4 和 F.3.3.5 对电源的额定值做出明确规定。

在 F.3.3.4 中增加一段：对于单一的额定电压，应标示 220 V 或三相 380 V；对于额定电压范围，应包含 220 V 或三相 380 V；对于多个额定电压，其中之一应是 220 V 或三相 380 V，并在出厂时设定为 220 V 或三相 380 V；对于多个额定电压范围，应包含 220 V 或三相 380 V，并在出厂时设定为包含 220 V 或三相 380 V 的电压范围。在 F.3.3.5 中增加一段：额定频率或额定频率范围应为 50 Hz 或包含 50 Hz。

表 F.2 中的额定交流电压和额定三相电压的示例中，将 230 V 和 400 Y/230 V 3Φ 改为 220V 和 380 Y/220 V 3Φ。

i) 电源插头

根据我国专用的电源插头标准，本文件的 G.4.2 第一段修改为：设备与交流电网电源连接的插头应按适用情况符合 GB/T 1002、GB/T 1003、GB/T 2099.1 或 GB/T 11918(所有部分)的要求，器具耦合器应符合 GB T 17465 系列或 GB/T 11918(所有部分)的要求。

j) 引用其他国家的标准

删除了 IEC 62368-1:2018 中 6.5.1 的注："符合 UL 2556 VW-1 的布线被认为符合这些要求。"；删除了其他引用 ASTM、NEMA 的内容。

本文件做了下列编辑性改动：

a) 增加了 0.12"相关信息说明"；

b) 增加了资料性附录 AA"本文件中与安全相关的说明示例的汉文、藏文、蒙古文、壮文和维文 5 种文字的对照表"；

c) 增加了资料性附录 BB"IEC 62368-1:2018 中的规范性引用文件、参考文献与本文件中的规范性引用文件、参考文献的对照表"。

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。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出并归口。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——1990 年首次发布为 GB 4943—1990，1995 年第一次修订，2001 年第二次修订，2011 年第三次修订为 GB 4943.1—2011；

——1988 年首次发布为 GB 8898—1988，1997 年第一次修订，2001 年第二次修订，2011 年第三次修订；

——本次为第四次修订，对 GB 4943.1—2011 和 GB 8898—2011 范围内的产品的要求进行了统一规定。

引　言

0.1　目的

本文件是产品安全标准，对能量源进行了分级，并规定了针对那些能量源的安全防护，同时提供了应用安全防护的指导以及针对安全防护的要求。

所规定的安全防护预定用来减小疼痛、伤害以及着火情况下财产损失的可能性。

本引言的目的是要帮助设计人员了解安全的基本原则，以便设计安全的设备。这些基本原则是资料性的，不能代替本文件的详细要求。

0.2　人员

0.2.1　基本要求

本文件规定了保护三类人员的安全防护，即一般人员、受过培训的人员和熟练技术人员的安全防护。除非另有说明，对一般人员的要求适用。本文件假定人员不会去故意制造可能会导致疼痛或伤害的条件或状况。

注 1：在澳大利亚，受过培训的人员或熟练技术人员所进行的工作可能需要取得管理当局正式颁发的许可证。

注 2：在德国，很多情况下只有满足特定法律要求的人员才能被视为是受过培训的人员或熟练技术人员。

0.2.2　一般人员

一般人员是指除了受过培训的人员和熟练技术人员以外的所有人员。一般人员不仅包括设备的使用人员，而且还包括可能会触及设备的或可能会处于设备附近的所有人员。在正常工作条件或异常工作条件下，一般人员不得暴露在含有能引起疼痛或伤害的能量源的零部件中。在单一故障条件下，一般人员不得暴露在含有能引起伤害的能量源的零部件中。

0.2.3　受过培训的人员

受过培训的人员是指，经过熟练技术人员指导和培训的，或受熟练技术人员监督、能识别可能引起疼痛的能量源(见表 1)，并能采取预防措施，避免无意接触到那些能量源或暴露在那些能量源下的人员。在正常工作条件、异常工作条件或单一故障条件下，受过培训的人员不得暴露在含有能引起伤害的能量源的零部件中。

0.2.4　熟练技术人员

熟练技术人员是指，在设备的技术方面经过培训或具有经验，特别是知晓设备中使用的各种能量源和能量大小的人员。熟练技术人员预期能应用他们所获得的培训知识和经验来识别可能引起疼痛或伤害的能量源，并能采取保护措施防止受到那些能量源的伤害。熟练技术人员也要受到防护以避免无意接触或暴露在能引起伤害的能量源下。

0.3 疼痛和伤害的模型

引起疼痛或伤害的能量源是对人体部位或由人体部位传递某种形式的能量，从而引起疼痛或伤害。

这一概念用三框图模型来表示(见图 1)。

图 1 疼痛和伤害的三框图模型

本文件规定了三个级别的能量源，这是根据人体对那些电气和热能量源有反应的相关参数的大小和持续时间来确定的(见表 1)。根据经验和基础安全标准，来确定对可燃材料、机械能量源和辐射能量源的反应有关的能量源参数。

表 1 各级别能量所引起的反应

能量源	对人体的影响	对可燃材料的影响
1 级	不疼痛，但可以感觉到	不可能点燃
2 级	疼痛，但不引起伤害	可能点燃，但火焰的增长和蔓延有限
3 级	引起伤害	可能点燃，火焰迅速增长和蔓延

本文件在图中或表格中，如果使用颜色，则：

——绿色表示 1 级能量源；

——黄色表示 2 级能量源；

——红色表示 3 级能量源。

由能量源引起人的疼痛或伤害的阈值对整个人群不是固定不变的。例如，对某些能量源，疼痛或伤害的阈值与人体的体重有关，体重越小，阈值越小；反之亦然。其他的人体可变因素还包括年龄、健康状况、情绪状态、药物影响、皮肤特征等。此外，即使外表看上去都相同，个体对同一个能量源的敏感度阈值也是各不相同的。

能量传递持续时间的影响与特定的能量形式有关。例如，热能所引起的疼痛或伤害，对于高皮肤温度在很短的时间(1s)就能形成，对于低皮肤温度则要经过很长的时间(几小时)才能形成。

此外，在能量传递到人体部位后，有可能需要经过相当长的时间才会引起疼痛或伤害。例如，某些化学或生理反应引起的疼痛或伤害也许并不是几天、几周、几个月或几年就会出现的。

0.4 能量源

本文件中列出了各种能量源，以及能量传递到人体导致的疼痛或伤害，还包括因火焰蔓延到设备外部而导致财产损失的可能性。

电气产品是和电能量源(例如，电网电源)、外部电源或电池相连的。电气产品使用这类电能来完成其预定的功能。

电气产品在使用电能的过程中，将电能转换成其他形式的能量(例如热能、动能、光能、声能、电磁能等)。有些能量转换可能是事先考虑好的产品功能的一部分(例如，打印机的运动部件、可视显示单元的

图像、扬声器发出的声音等)。有些能量转换则可能是产品功能的副产品(例如,功能电路耗散的热量、阴极射线管发出的X射线等)。

有些产品使用的能量源可能是非电能量源,例如运动部件或化学品。这些能量源中的能量可以对人体部位或经由人体部位传递,或可以转换成其他能量形式(例如,化学能可以通过电池转换成电能,或运动的人体部位将其动能传递到锐边)。

各种能量形式和本文件提到的有关伤害和财产损失的示例列举在表2中。

表2 有关能量源引起的人体反应或造成的财产损失的示例

能量形式	人体反应或财产损失的示例	章编号
电能 (例如,带电的导电零部件)	疼痛、纤维性颤动、心脏停跳、呼吸停止、皮肤灼伤;或内部器官烧伤	5
热能 (例如,电气引燃和火焰蔓延)	电引起的着火导致灼伤相关的疼痛或伤害;或财产损失	6
化学反应 (例如,电解,中毒)	皮肤受损、器官受损;或中毒	7
动能 (例如,设备的运动零部件,或运动的人体部位碰到设备部件)	划破、刺破、磨损、擦伤、压碎、截断;或失去肢体、眼睛、耳朵等	8
热能 (例如,烫热的可触及的零部件)	皮肤灼伤	9
辐射能 (例如,电磁能,光能,声能)	视力损伤、皮肤灼伤或听力损伤	10

0.5 安全防护

0.5.1 基本要求

许多产品需要使用能引起疼痛或伤害的能量。产品的设计又无法避免使用这种能量。因此,这些产品宜采用能减小这种能量传递到人体部位的可能性的方案。能减小这种能量传递到人体部位的可能性的方案就是安全防护(见图2)。

图2 安全的三框图模型

安全防护就是如下所述的一种装置、设计方案或系统:

——加在能引起疼痛或伤害的能量源和人体部位之间,和

——减小能引起疼痛或伤害的能量传递到人体部位的可能性。

注:防止能引起疼痛或伤害的能量传递的安全防护机理包括:

——衰减能量(减小能量的量值),或

——阻止能量(降低能量传递速率),或

——转移能量(改变能量的方向),或
——断开、切断或阻塞能量源,或
——封挡能量源(减小能量泄漏的可能性),或
——在人体部位和能量源之间加入阻隔物。

安全防护可以用于设备、场地安装、人员,或者是一种能学习或受指导的行为(例如,由指示性安全防护指示要采取的行为),目的就是要减小能引起疼痛或伤害的能量传递的可能性。安全防护可以由单一要素组成,也可以由一组要素组成。

总体而言,本文件基于GB/T 20002.4的要求用于提供安全防护的优先顺序如下:

——设备级安全防护通常都是要使用的,因为不需要接触设备的人员具备任何知识或采取任何行动;
——安装性安全防护在设备安装后才能提供安全特性的情况下是有用的(例如,设备必须用螺栓固定在地面上来提供稳定性);
——在设备需要的能量源可触及时,需要使用行为性安全防护。

在实践中,选择安全防护要考虑能量源的性质、预定的使用人员、设备的功能要求以及类似的因素。

0.5.2 设备级安全防护

设备级安全防护可以是基本安全防护、附加安全防护、双重安全防护或加强安全防护。

0.5.3 安装性安全防护

安装性安全防护并不由设备制造商来控制,尽管在有些情况下,安装性安全防护可以在设备安装说明书中做出规定。

通常就设备而言,安装性安全防护是附加安全防护。

注:例如,提供保护接地的附加安全防护一部分位于设备内,一部分位于安装设施上。提供保护接地的附加安全防护直到设备与安装设施连接好后才会生效。

在本文件中并未规定安装性安全防护的要求。但是,本文件假定了某些安装性安全防护,例如保护接地,是在位的和有效的。

0.5.4 个人安全防护

个人安全防护可以是基本安全防护、附加安全防护或加强安全防护。

在本文件中并未规定个人安全防护的要求。但是,本文件假定了个人安全防护是按制造商的规定可以获得并使用的。

0.5.5 行为性安全防护

0.5.5.1 行为性安全防护的介绍

在没有设备级安全防护、安装性安全防护或个人安全防护时,人员可以使用特定的行为作为安全防护以避免能量传输和后续伤害。行为性安全防护是一种主动的或受过指导的行为,以减小能量传递到人体部位的可能性。

本文件中规定了三种行为性安全防护。每种行为性安全防护与特定类别的人员相关。指示性安全防护通常针对一般人员,但也可以针对受过培训的人员或熟练技术人员。预防性安全防护是由受过培训的人员使用的,技能性安全防护由熟练技术人员使用。

0.5.5.2 指示性安全防护

指示性安全防护是一种提供信息的方式,描述能引起疼痛或伤害的能量源的存在及其位置,以便人

员采取特定行为以减小能量传递到人体部位的可能性(见附录 F)。

按产品的预期使用情况,指示性安全防护可以是直观指示(符号、文字或两者兼有)或可听信息。

当进入需要将设备通上电才能开展维修工作的区域且设备级安全防护失效时,可以接受使用指示性安全防护使人员知道如何避免接触 2 级或 3 级能量源。

如果设备级安全防护会妨碍或阻止设备的功能,则可以用指示性安全防护代替设备级安全防护。

如果设备的正常运行需要人员暴露在能引起疼痛或伤害的能量源下,可以使用指示性安全防护代替其他安全防护以确保对人员的保护。宜考虑指示性安全防护是否需要使用个人安全防护。

指示性安全防护措施并不能使一般人员成为受过培训的人员(见 0.5.5.3)。

0.5.5.3 预防性安全防护(由受过培训的人员使用)

预防性安全防护是由熟练技术人员对受过培训的人员进行培训、经验传授或监督来使用预防措施,以便防止 2 级能量源对受过培训的人员的伤害。在本文件中并未专门规定预防性安全防护,但是,在使用受过培训的人员这一术语时,假定预防性安全防护是有效的。

在设备维修期间,受过培训的人员可能需要去掉或消除设备级安全防护。在这种情况下,受过培训的人员就可以使用预防措施作为避免暴露在 2 级能量源下的安全防护。

0.5.5.4 技能性安全防护(由熟练技术人员使用)

技能性安全防护是熟练技术人员的教育、培训、知识和经验背景,可以用来防止 2 级或 3 级能量源对熟练技术人员的伤害。在本文件中并未专门规定技能性安全防护,但是,在使用熟练技术人员这一术语时,假定技能性安全防护是有效的。

在设备维修期间,熟练技术人员可能需要去掉或消除设备级安全防护。在这种情况下,熟练技术人员就可以使用技能性安全防护作为避免伤害的安全防护。

0.5.6 一般人员或受过培训的人员在维修状态期间的安全防护

在维修状态期间,对一般人员或受过培训的人员的安全防护可能是必需的。这些安全防护可以是设备级安全防护、个人安全防护或指示性安全防护。

0.5.7 熟练技术人员维修状态期间的设备级安全防护

熟练技术人员在维修状态期间,宜提供设备级安全防护,防止由于人体不自主反应(例如,惊吓)导致意外接触位于熟练技术人员视线以外的 3 级能量源。

注:在大型设备中,熟练技术人员在维修期间需要局部或全部进入到两个或多个 3 级能量源所在区域之间,这种设备级安全防护就是在大型设备中常用的安全防护。

0.5.8 安全防护特性的示例

表 3 列出了安全防护特性的一些示例。

表 3　安全防护特点的示例

安全防护	基本安全防护	附加安全防护	加强安全防护
设备级安全防护： 设备的有形部分	在正常工作条件下有效	在基本安全防护一旦失效时有效	在正常工作条件下和在设备中其他地方一旦出现单一故障条件时有效
	示例：基本绝缘	示例：附加绝缘	示例：加强绝缘
	示例：正常温度低于起燃温度	示例：防火防护外壳	不适用
安装性安全防护： 人工安装的有形部分	在正常工作条件下有效	在设备基本安全防护一旦失效时有效	在正常工作条件下和在设备中其他地方一旦出现单一故障条件时有效
	示例：导线规格	示例：过流保护装置	示例：输出插座
个人安全防护： 穿戴在人体身上的有形装置	在没有任何设备级安全防护时，在正常工作条件下有效	在设备基本安全防护一旦失效时有效	在没有任何设备级安全防护时，在正常工作条件下和在设备中其他地方一旦出现单一故障条件时有效
	示例：手套	示例：绝缘地垫	示例：处理带电导体用的电气绝缘手套
指示性安全防护： 自主的或受指示的行为，以减小能量传递到人体部位的可能性	在没有任何设备级安全防护时，在正常工作条件下有效	在设备基本安全防护一旦失效时有效	只在基于一种特殊的情况下有效：当提供的所有相应的安全防护都会妨碍设备的预定功能时
	示例：在开盖前需断开通信电缆的指示性安全防护	示例：在开门后需防止热零部件烫伤的指示性安全防护	示例：需注意办公影印机的热零部件，或商用印刷机的连续滚动切纸刀的指示性安全防护

0.6　电引起的疼痛或伤害(电击)

0.6.1　电引起疼痛或伤害的模型

当能引起疼痛或伤害的电能传递到人体部位时，电引起的疼痛或伤害就可能出现(见图 3)。

当在人体上有两个或多个电气接触点时，电能的传递就会出现：

——第一个电气接触点是在人体的一个部分和设备的导电零部件之间；

——第二个电气接触点是在人体的另一个部分和下列部位之间：

- 地；或
- 设备的另一个导电零部件。

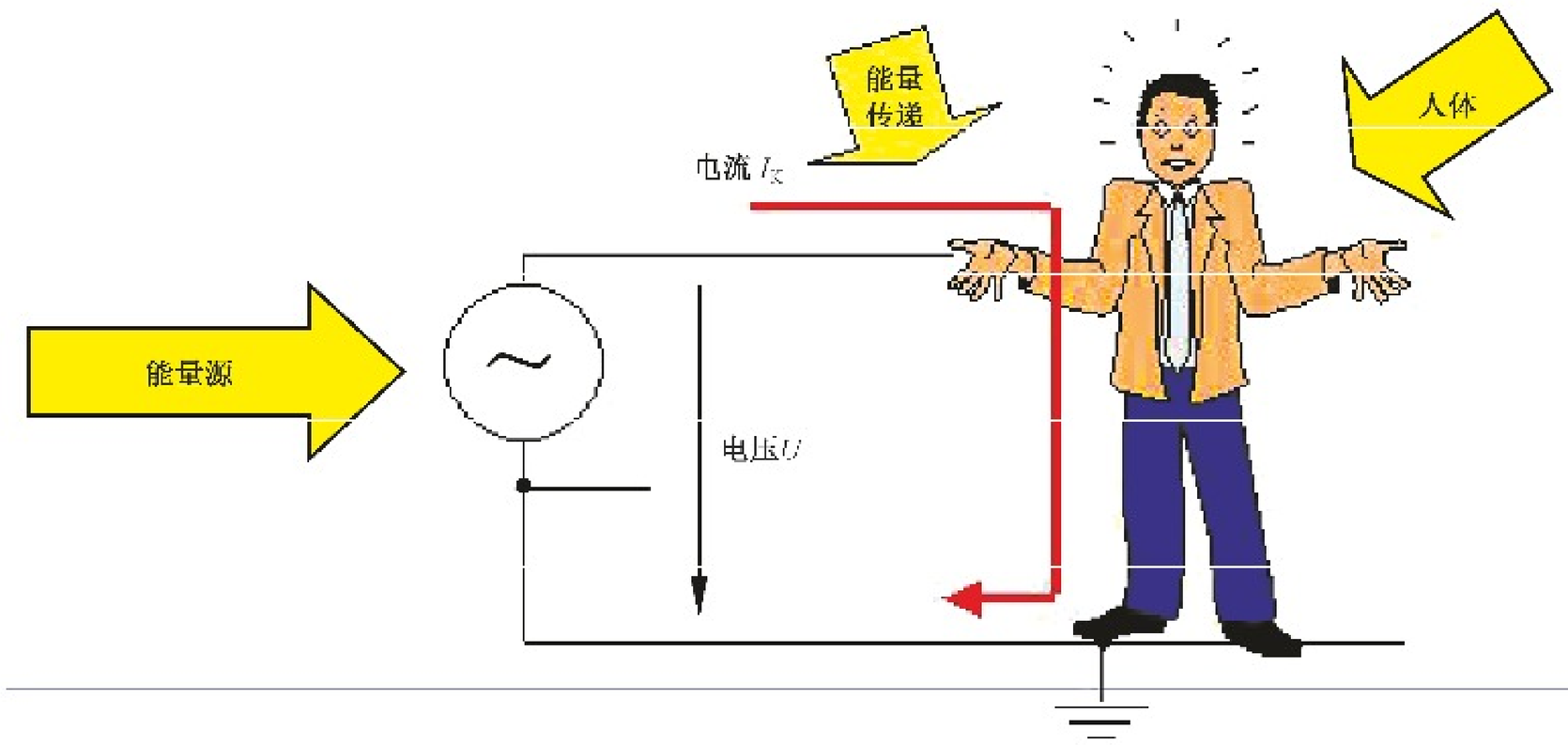


图 3　电引起疼痛或伤害的原理图和模型

根据电流的大小、持续时间、波形和频率，对人体的影响从不能感觉、能感觉、疼痛到伤害各不相同。

0.6.2　防止电引起疼痛或伤害的模型

在能引起疼痛或伤害的电能量源和人体部位之间加入一个或多个安全防护来防止电引起的疼痛或伤害(见图 4)。

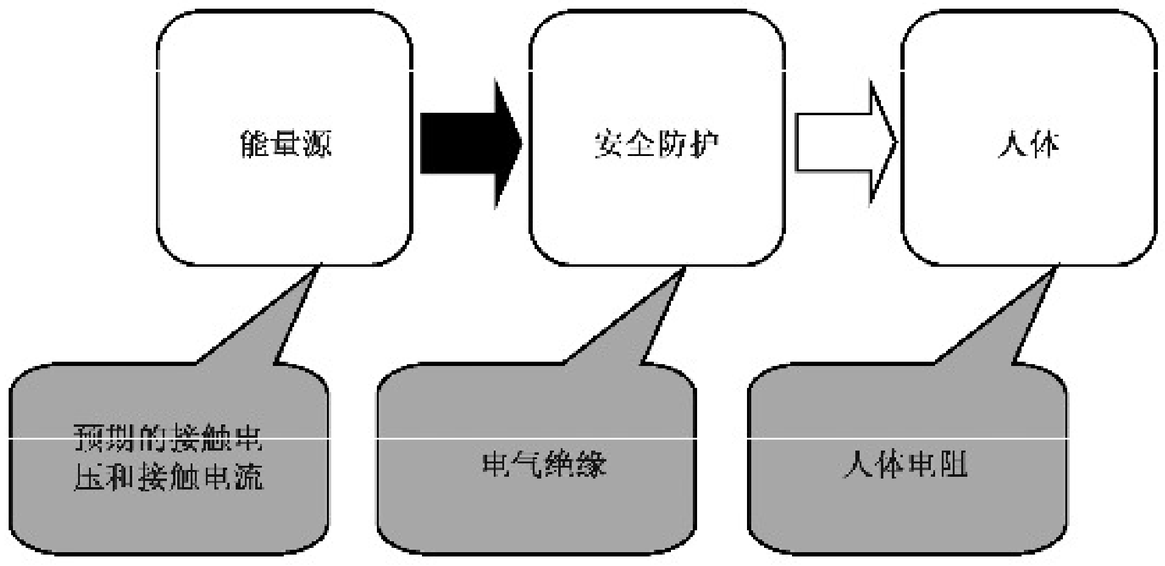


图 4　防止电引起疼痛或伤害的模型

在正常工作条件和异常工作条件下要提供防止电引起疼痛的保护。这种保护是在正常工作条件和异常工作条件下，在能引起疼痛的电能量源和一般人员之间加入基本安全防护。

对能引起疼痛的电能量源所采取的最常用的基本安全防护就是在电能量源和人体部位之间加入电气绝缘(又称为基本绝缘)。

在正常工作条件、异常工作条件和单一故障条件下要提供防止电引起伤害的保护。这种保护是在

正常工作条件和异常工作条件下，在能引起伤害的电能量源和一般人员（见 4.3.2.4）或受过培训的人员（见 4.3.3.3）之间加入基本安全防护和附加安全防护。一旦其中一个安全防护出现失效，另一个安全防护就变成有效。对能引起伤害的电能量源所采取的附加安全防护要加入在基本安全防护和人体部位之间。附加安全防护可以是附加的电气绝缘（附加绝缘），或做了保护接地的导电屏蔽层，或能实现同样功能的其他结构。

对能引起伤害的电能量源所采取的另一种安全防护就是在电能量源和人体部位之间加入电气绝缘（又称为双重绝缘或加强绝缘）。

同样，在能引起伤害的电能量源和人体部位之间也可以加入加强安全防护。

0.7 电引起的着火

0.7.1 电引起着火的模型

电引起的着火是由于电能转换成热能（见图 5），此时，热能使可燃材料发热，随后起燃并燃烧。

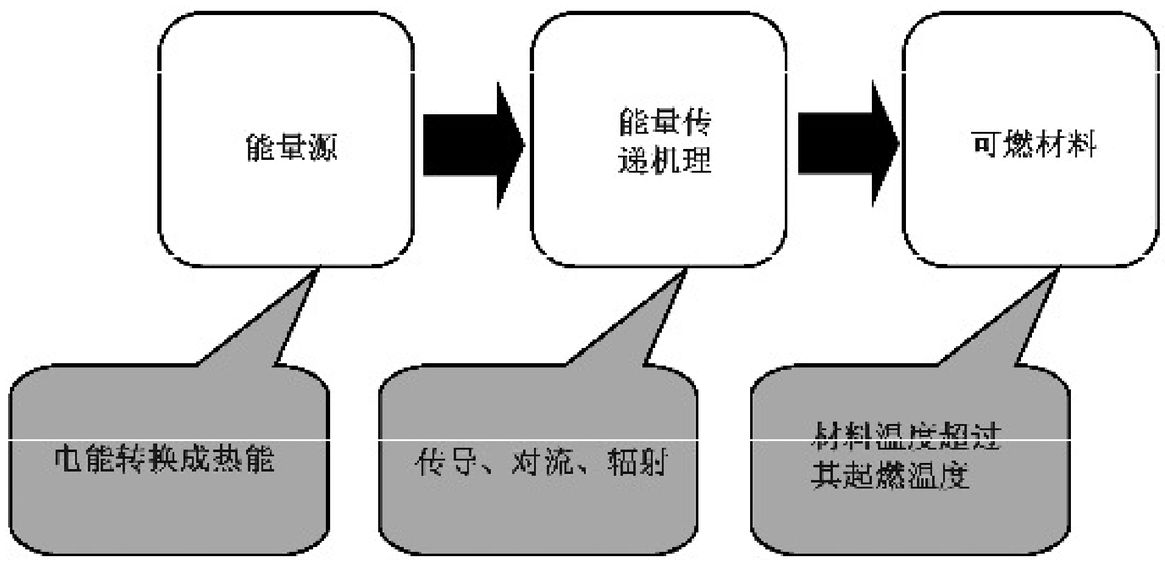


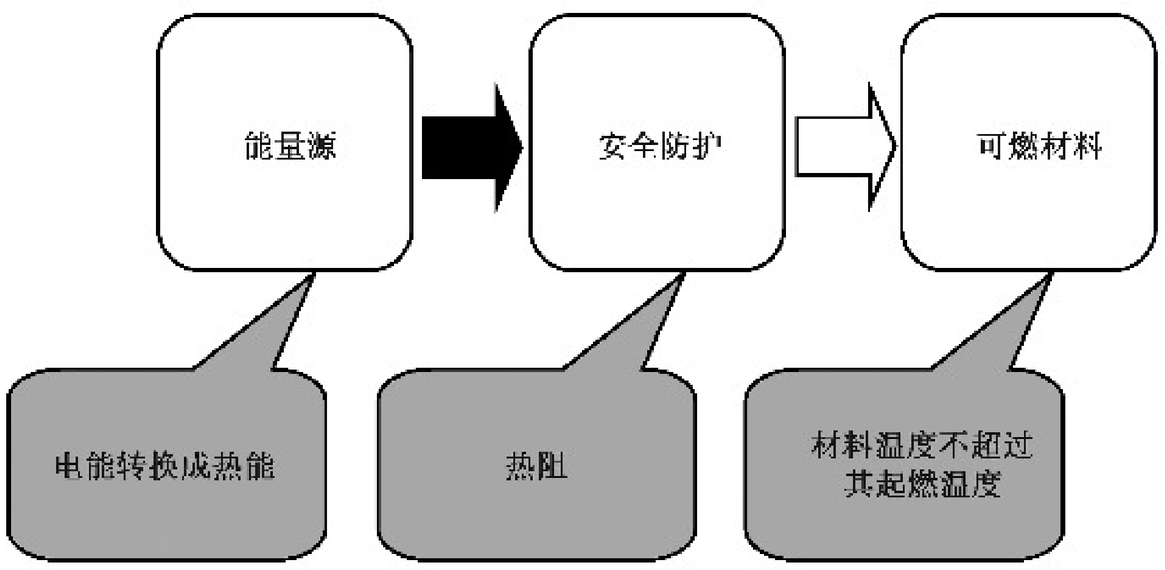
图 5 电引起着火的模型

电能在电阻或电弧内转换成热能，并通过传导、对流或辐射传递到可燃材料。由于可燃材料发热而化学分解出气体、液体和固体。当该气体的温度达到起燃温度时，气体就会被引燃源引燃。当该气体温度达到其自起燃温度时，该气体就会自燃。这两种情况下都会引起着火。

0.7.2 防止电引起着火的模型

防止电引起着火的基本安全防护（见图 6）就是使材料温度在正常工作条件和异常工作条件下，不足以使该材料起燃。

防止电引起着火的附加安全防护就是减小起燃的可能性，或在起燃的情况下，减小火焰蔓延的可能性。



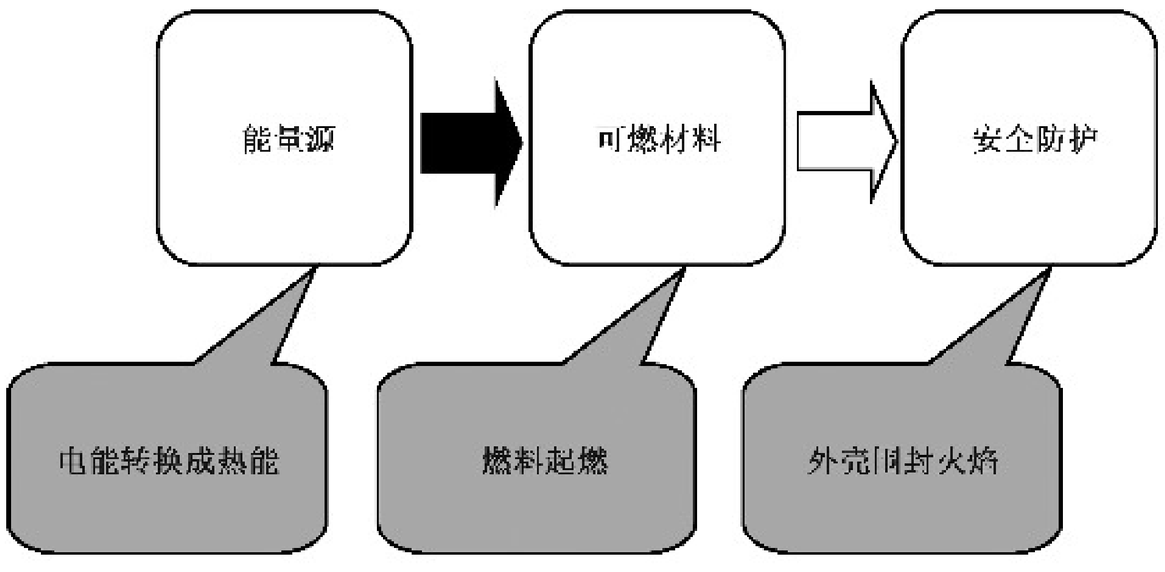


图 6　防止着火的模型

0.8　有害物质引起的伤害

有害物质引起的伤害是由于其与人体部位产生化学反应引起的。一种给定的物质所引起伤害的程度取决于暴露物质的量和持续时间，以及人体对该物质的敏感度。

防止有害物质引起的伤害的基本安全防护是包容该物质。

防止有害物质引起的伤害的附加安全防护可以包括：

——附加容器或防溢洒容器；

——容器托盘；

——防止未经许可而去接触的防旋动螺钉；

——指示性安全防护。

我国采用国家和地区的管理条例来管理用于设备中的有害物质的使用和暴露。由于这些管理条例未能用本文件对其他能量源的分级方法对有害物质进行实际的分级，因此，在第 7 章中不再进行能量源的分级。

0.9　机械引起的伤害

机械引起的伤害是由于人体部位与设备零部件发生碰撞时，动能传递到人体部位而引起的。该动能和人体部位与设备可触及零部件之间的相对运动有关，包括从设备中抛射出的零部件与人体部位的碰撞。

动能源的示例有：

——人体相对于锐边锐角的运动；

——由于旋转部件或其他运动部件（包括夹挤点）引起的零部件的运动；

——零部件松脱、爆裂，或内爆引起的零部件的运动；

——不稳定引起的设备的运动；

——墙壁、天花板或机架安装件失效引起的设备的运动；
——把手失效引起的设备的运动；
——电池爆炸引起的零部件的运动；
——手推车或支撑脚不稳定或失效引起的设备的运动。

对机械引起的伤害所采取的基本安全防护和特定的能量源有关。基本安全防护可以包括：
——倒圆的边缘和棱角；
——防止运动零部件可触及的外壳；
——防止抛射出运动零部件的外壳；
——控制接触其他运动零部件的安全联锁；
——使运动零部件停止运动的装置；
——使设备稳定的装置；
——牢固的把手；
——牢固的安装装置；
——将爆炸或内爆时抛射出的零部件围封的装置。

对机械引起的伤害所采取的附加安全防护和特定的能量源有关。附加安全防护可以包括：
——指示性安全防护；
——指导和培训；
——附加外壳或挡板；
——安全联锁。

对机械引起的伤害所采取的加强安全防护和特定的能量源有关。加强安全防护可以包括：
——CRT 正面加厚的玻璃；
——机架滑轨和支撑装置；
——安全联锁。

0.10 热引起的伤害(皮肤灼伤)

0.10.1 热引起伤害的模型

当能引起伤害的热能传递到人体部位时就可能发生热引起的伤害(见图 7)。

当人体接触热的设备零部件时就发生热能的传递。引起伤害的程度取决于温度差、物体的热质量、热能对皮肤传递的速率，以及接触的持续时间。

在本文件的要求中，只规定防止传导方式传递热能的安全防护。本文件没有规定防止对流或辐射方式传递热能的安全防护。

图 7　热引起伤害的原理图和模型

根据温度、接触持续时间、材料性质和材料质量的不同，人体对能引起疼痛或伤害(灼伤)的温热、过热的感知是不同的。

0.10.2　防止热引起疼痛或伤害的模型

在能引起疼痛或伤害的热能量源和一般人员之间加入一个或多个安全防护(见图 8)。

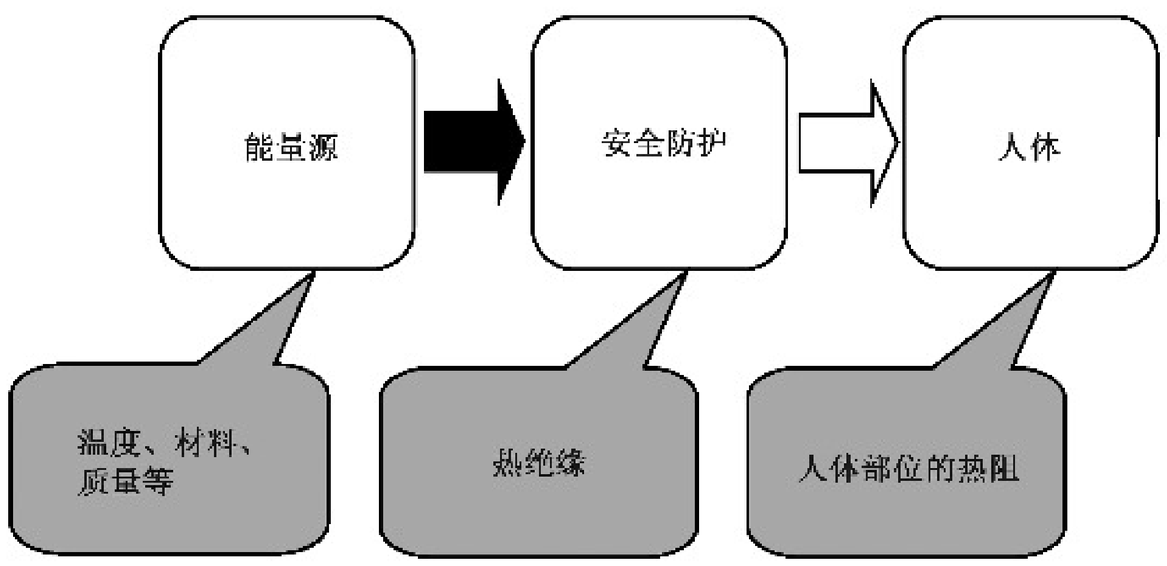


图 8　防止热引起伤害的模型

在正常工作条件和异常工作条件下使用防止热引起疼痛的保护。这种保护是在能引起疼痛的热能量源和一般人员之间加入基本安全防护。

在正常工作条件、异常工作条件和单一故障条件下使用防止热引起伤害的保护。这种保护是在能引起伤害的热能量源和一般人员之间加入基本安全防护和附加安全防护。

对能引起疼痛或伤害的热能量源采取的基本安全防护就是加入在能量源和人体部位之间的热绝缘。在有些情况下，对能引起疼痛或伤害的热能量源采取的基本安全防护可以是指示性安全防护，指示

识别热零部件和如何减小可能引起的伤害。在有些情况下，基本安全防护能减小非伤害性的热能量源变成能引起疼痛或伤害的热能量源的可能性。

这种基本安全防护的示例有：

——控制电能转换成热能(例如恒温器)；

——散热器等。

对能引起伤害的热能量源采取的附加安全防护就是加入在能量源和人体部位之间的热绝缘。在有些情况下，对能引起疼痛或伤害的热能量源采取的附加安全防护可以是指示性安全防护，指示识别热零部件和如何减小可能引起的伤害。

0.11 辐射引起的伤害

本文件范围内的辐射引起的伤害通常是下列能量传递机理之一：

——暴露在非电离辐射中引起人体器官的发热，例如激光的高度局部化能量照射在视网膜上；或

——由于过尖的声音或持续的大音量，使耳朵受到超强刺激，引起听觉的损坏，导致肌体或神经损伤；或

——X 射线；或

——UV 辐射。

波的发射冲击到人体部位就转换成辐射能。

防止辐射引起的伤害的基本安全防护就是把辐射能封闭在不会透过辐射能的外壳内。

防止辐射引起的伤害有若干种附加安全防护。附加安全防护可以包括断开发生器电源的安全联锁，防止未经许可而去接触的防旋动螺钉等。

防止听觉伤害的基本安全防护就是限制个人音乐播放器及其附属的头戴式耳机或耳塞式耳机的音量输出。

防止听觉疼痛和伤害的附加安全防护的示例是提供警告和提醒使用人员如何正确使用设备的信息。

0.12 相关信息说明

GB 4943《音视频、信息技术和通信技术设备》是基于各类危险的安全工程原则制定的标准，目的是规定对音视频设备、信息技术设备和通信技术设备的安全要求，拟由三个部分构成。

——第 1 部分：安全要求。目的在于确定音视频设备、信息技术设备和通信技术设备的能量源类型、分级以及安全防护要求和应用。

——第 2 部分：与 GB 4943.1—2022 相关的解释信息。目的在于提供与第 1 部分相关的解释信息。

——第 3 部分：通过通信电缆和端口进行直流电传输的安全。目的在于对能通过通用通信电缆提供直流电源的设备提出附加要求。

目前已发布的 GB 4943.22—2019、GB 4943.23—2012 分别采用 IEC 60950-22：2005 和 IEC 60950-23：2005，其内容已经完全包含在本文件中。

本文件的 10.6.2 和 10.6.3 互为替代方法，但预计将来仅使用 10.6.3 的剂量测量方法。

音视频、信息技术和通信技术设备
第1部分：安全要求

1 范围

本文件规定了对音频、视频、信息技术和通信技术、商务和办公机器领域内的电气和电子设备的安全要求。不包括设备的性能或功能特性的要求。

本文件适用于额定电压不超过600 V的上述电气和电子设备。

注1：本文件范围内的设备的示例在附录A中给出。

注2：认为额定电压600 V包括设备额定值400/690 V。

本文件也适用于：

——预定要安装在本设备中的元器件和组件。如果装有这种元器件和组件的完整设备符合本文件的要求，则这种元器件和组件就不需要符合本文件中每一条的要求。

——预定给本文件范围内的其他设备供电的外部电源单元。

——预定与本文件范围内的设备共同使用的附件。

——安装在受限制接触区内的大型设备。对具有大型机械部件的设备，可能需要附加要求。

——在热带地区使用的设备。

本文件还适用于预定安装在室外场所的音视频、信息技术和通信技术设备。对室外设备的要求在相关时，也适用于直接安装在户外用来为要安装在户外场所的音视频、信息技术和通信技术设备提供壳体的室外外壳。具体结构要求见附录Y。

每种安装形式可能有特殊要求。另外，本文件不包含对室外设备防直击雷影响的保护要求。

注3：有关这方面的信息见GB/T 21714.1。

除制造商另有规定外，本文件假定最高海拔为5 000 m。

IEC 62368-3中给出了对能通过通用通信电缆，例如USB或以太网(PoE)提供直流电源的设备的附加要求。IEC 62368-3不适用于：

——使用专有连接器供电的设备；或

——使用专有协议供电的设备。

本文件说明了对一般人员、受过培训的人员和熟练技术人员的安全防护。对于明显为儿童设计或预定为儿童使用或对儿童特别有吸引力的设备可能需要采用附加要求。

注4：在澳大利亚，受过培训的人员或熟练技术人员所进行的工作可能需要取得管理当局正式颁发的许可证。

注5：在德国，很多情况下只有满足特定法律要求的人员才能被视为是受过培训的人员或熟练技术人员。

本文件不适用于：

——具有非自含危险运动部件的设备，例如机器人设备。和

注6：工业环境中的机器人设备的相关标准见GB/T 5226.1、GB 5226.3、GB 11291.1和GB 11291.2。

——个人护理机器人，包括移动服务机器人、物理助理机器人和个人运载机器人；和

注7：个人护理机器人相关的标准见GB/T 36530。

——不与设备构成整体的电源系统，例如电动机发电机组、电池备用系统和配电用变压器。

本文件未涉及：

——除例行试验外的制造过程；

——热分解或燃烧所释放的气体的伤害影响；

——废弃处置方法；
——运输的影响(除本文件规定的以外)；
——材料、元器件或设备自身储存的影响；
——特殊辐射，例如α粒子和β粒子引起伤害的可能性；
——辐射或对流的热能引起热伤害的可能性；
——可燃液体引起伤害的可能性；
——设备在富氧或易爆炸性环境中的使用；
——在第7章规定以外的化学物质中的暴露；
——静电放电事件；
——暴露在电磁场中；
——环境问题；或
——功能安全的要求，与工作场所有关的要求除外。

注8：对与安全有关的电子系统(例如，电子保护电路)的特定功能和软件安全的要求，见GB/T 20438.1。

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 261 闪点的测定 宾斯基-马丁闭口杯法(GB T 261—2021，ISO 2719：2016，MOD)

GB/T 528 硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定(GB/T 528—2009，ISO 37：2005，IDT)

GB/T 1002 家用和类似用途单相插头插座 型式、基本参数和尺寸

GB/T 1003 家用和类似用途三相插头插座 型式、基本参数和尺寸

GB/T 1040(所有部分)塑料 拉伸性能的测定[ISO 527(所有部分)]

注：GB/T 1040(所有部分)与ISO 527(所有部分)各部分之间的一致性程度见附录BB。

GB/T 1043.1 塑料 简支梁冲击性能的测定 第1部分：非仪器化冲击试验(GB/T 1043.1—2008，ISO 179-1：2000，IDT)

GB/T 1094.14 电力变压器 第14部分：采用高温绝缘材料的液浸式电力变压器(GB/T 1094.14—2022，IEC 60076-14：2013，MOD)

GB/T 1408.1 绝缘材料 电气强度试验方法 第1部分：工频下试验(GB/T 1408.1—2016，IEC 60243-1：2013，IDT)

GB/T 1633 热塑性塑料维卡软化温度(VST)的测定(GB/T 1633—2000，ISO 306：1994，IDT)

GB/T 1843 塑料 悬臂梁冲击强度的测定(GB/T 1843—2008，ISO 180：2000，IDT)

GB/T 2099.1 家用和类似用途插头插座 第1部分：通用要求(GB T 2099.1—2021，IEC 60884-1：2013，MOD)

GB/T 2423.3 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验(GB T 2423.3—2016，IEC 60068-2-78：2012，IDT)

GB/T 2423.10 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动(正弦)(GB T 2423.10—2019，IEC 60068-2-6：2007，IDT)

GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾(GB/T 2423.17—2008，IEC 60068-2-11：1981，IDT)

GB 2536 电工流体 变压器和开关用的未使用过的矿物绝缘油(GB 2536—2011，IEC 60296：

2003,MOD)

GB/T 2893(所有部分) 图形符号 安全色和安全标志[ISO 3864(所有部分)]

注:GB/T 2893(所有部分)与 ISO 3864(所有部分)各部分之间的一致性程度见附录 BB。

GB/T 4025 人机界面标志标识的基本和安全规则 指示器和操作器件的编码规则(GB/T 4025—2010,IEC 60073:2002,IDT)

GB/T 4207 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/T 4207—2012,IEC 60112:2009,IDT)

GB/T 4208—2017 外壳防护等级(IP 代码)(IEC 60529:2013,IDT)

GB/T 4610 塑料 热空气炉法点着温度的测定(GB/T 4610—2008,ISO 871:2006,IDT)

GB/T 5013.1 额定电压 450/750 V 及以下橡皮绝缘电缆 第 1 部分:一般要求(GB/T 5013.1—2008,IEC 60245-1:2003,IDT)

GB/T 5023.1 额定电压 450/750 V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆 第 1 部分:一般要求(GB/T 5023.1—2008,IEC 60227-1:2007,IDT)

GB/T 5023.2—2008 额定电压 450/750 V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆 第 2 部分:试验方法(IEC 60227-2:2003,IDT)

GB/T 5169.5—2020 电工电子产品着火危险试验 第 5 部分:试验火焰 针焰试验方法 装置、确认试验方法和导则(IEC 60695-11-5:2016,IDT)

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(GWEPT)(GB/T 5169.11—2017,IEC 60695-2-11:2014,IDT)

GB/T 5169.16 电工电子产品着火危险试验 第 16 部分:试验火焰 50 W 水平与垂直火焰试验方法(GB/T 5169.16—2017,IEC 60695-11-10:2013,IDT)

GB/T 5169.17—2017 电工电子产品着火危险试验 第 17 部分:试验火焰 500 W 火焰试验方法(IEC 60695-11-20:2015,IDT)

GB/T 5169.19 电工电子产品着火危险试验 第 19 部分:非正常热 模压应力释放变形试验(GB/T 5169.19—2006,IEC 60695-10-3:2002,IDT)

GB/T 5169.21 电工电子产品着火危险试验 第 21 部分:非正常热 球压试验方法(GB/T 5169.21—2017,IEC 60695-10-2:2014,IDT)

GB/T 5169.23 电工电子产品着火危险试验 第 23 部分:试验火焰 管形聚合材料 500 W 垂直火焰试验方法(GB/T 5169.23—2008,IEC/TS 60695-11-21:2005,IDT)

GB/T 5208 闪点的测定 快速平衡闭杯法(GB/T 5208—2008,ISO 3679:2004,IDT)

GB/T 5465.2 电气设备用图形符号 第 2 部分:图形符号(GB/T 5465.2—2008,IEC 60417 DB:2007,IDT)

GB/T 6109(所有部分) 漆包圆绕组线[IEC 60317(所有部分)]

注:GB T 6109(所有部分)与 IEC 60317(所有部分)各部分之间的一致性程度见附录 BB。

GB/T 6344 软质泡沫聚合材料 拉伸强度和断裂伸长率的测定(GB/T 6344—2008,ISO 1798:2008,IDT)

GB/T 6346.14 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 6346.14—2015,IEC 60384-14:2005,IDT)

GB/T 8332 泡沫塑料燃烧性能试验方法 水平燃烧法(GB T 8332—2008,ISO 9772:2001,IDT)

GB 8897.4 原电池 第 4 部分:锂电池的安全要求(GB 8897.4—2008,IEC 60086-4:2007,IDT)

GB 8897.5 原电池 第 5 部分:水溶液电解质电池的安全要求(GB 8897.5—2013,IEC 60086-5:2011,IDT)

GB/T 9341 塑料 弯曲性能的测定(GB/T 9341—2008, ISO 178:2001,IDT)

GB/T 9364(所有部分) 小型熔断器[IEC 60127(所有部分)]

注:GB/T 9364(所有部分)与 IEC 60127(所有部分)各部分之间的一致性程度见附录 BB。

GB/T 10193 电子设备用压敏电阻器 第 1 部分:总规范(GB/T 10193—1997,IEC 61051-1:1991,IDT)

GB/T 10194—1997 电子设备用压敏电阻器 第 2 部分:分规范 浪涌抑制型压敏电阻器(IEC 61051-2:1991,IDT)

GB/T 11021 电气绝缘 耐热性和表示方法(GB/T 11021—2014,IEC 60085:2007,IDT)

GB/T 11918(所有部分) 工业用插头插座和耦合器[IEC 60309(所有部分)]

注:GB/T 11918(所有部分)与 IEC 60309(所有部分)各部分之间的一致性程度见附录 BB。

GB/T 13140.1 家用和类似用途低压电路用的连接器件 第 1 部分:通用要求(GB/T 13140.1—2008,IEC 60998-1:2002,IDT)

GB/T 14048.1 低压开关设备和控制设备 第 1 部分:总则(GB T 14048.1—2012,IEC 60947-1:2011,MOD)

GB/T 14048.14 低压开关设备和控制设备 第 5-5 部分:控制电路电器和开关元件 具有机械锁闩功能的电气紧急制动装置(GB/T 14048.14—2019,IEC 60947-5-5:2016,IDT)

GB/T 15092.1—2020 器具开关 第 1 部分:通用要求(IEC 61058-1:2016,MOD)

GB/T 16422.1 塑料 实验室光源暴露试验方法 第 1 部分:总则(GB/T 16422.1—2019,ISO 4892-1:2016,IDT)

GB/T 16422.2 塑料 实验室光源暴露试验方法 第 2 部分:氙弧灯(GB/T 16422.2—2014,ISO 4892-2:2006,IDT)

GB/T 16422.4 塑料 实验室光源暴露试验方法 第 4 部分:开放式碳弧灯(GB/T 16422.4—2014,ISO 4892-4:2004,IDT)

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

GB/T 16935.3 低压系统内设备的绝缘配合 第 3 部分:利用涂层、罐封和模压进行防污保护(GB/T 16935.3—2016,IEC 60664-3:2010,IDT)

GB/T 17285 电气设备电源特性的标记 安全要求(GB T 17285—2009,IEC 61293:1994,IDT)

GB/T 17464 连接器件 电气铜导线 螺纹型和无螺纹型夹紧件的安全要求 适用于 0.2 mm^2 以上至 35 mm^2(包括)导线的夹紧件的通用要求和特殊要求(GB/T 17464—2012,IEC 60999-1:1999,IDT)

GB/T 17465(所有部分) 家用和类似用途器具耦合器[IEC 60320(所有部分)]

注:GB/T 17465(所有部分)与 IEC 60320(所有部分)各部分之间的一致性程度见附录 BB。

GB/T 18380.12 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第 12 部分:单根绝缘电线电缆火焰垂直蔓延试验 1 kW 预混合型火焰试验方法(GB/T 18380.12—2022,IEC 60332-1-2:2015,IDT)

GB/T 18380.13 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第 13 部分:单根绝缘电线电缆火焰垂直蔓延试验 测定燃烧的滴落(物)/微粒的试验方法(GB/T 18380.13—2022,IEC 60332-1-3:2015,IDT)

GB/T 18380.22 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第 22 部分:单根绝缘细电线电缆火焰垂直蔓延试验 扩散型火焰试验方法(GB/T 18380.22—2008,IEC 60332-2-2:2004,IDT)

GB/T 18802.11—2020 低压电涌保护器(SPD) 第 11 部分:低压电源系统的电涌保护器 性能要求和试验方法(IEC 61643-11:2011,MOD)

GB/T 18802.12 低压电涌保护器(SPD) 第 12 部分:低压配电系统的电涌保护器 选择和使用导则(GB/T 18802.12—2014, IEC 61643-12:2008,IDT)

GB/T 18802.21 低压电涌保护器 第21部分:电信和信号网络的电涌保护器(SPD)性能要求和试验方法(GB/T 18802.21—2016,IEC 61643-21:2012,IDT)

GB/T 18802.22 低压电涌保护器 第22部分:电信和信号网络的电涌保护器 选择和使用导则(GB/T 18802.22—2019,IEC 61643-22:2015,IDT)

GB/T 18802.31 低压电涌保护器 第31部分:用于光伏系统的电涌保护器 性能要求和试验方法(GB/T 18802.31—2021,IEC 61643-31:2018,IDT)

GB/T 18802.32 低压电涌保护器 第32部分:用于光伏系统的电涌保护器 选择和使用导则(GB/T 18802.32—2021,IEC 61643-32:2017,IDT)

GB/T 18802.311 低压电涌保护器元件 第311部分:气体放电管(GDT)的性能要求和测试回路(GB/T 18802.311—2017,IEC 61643-311:2013,IDT)

GB/T 18802.312 低压电涌保护器元件 第312部分:气体放电管(GDT)的选择和使用导则(GB/T 18802.312—2017,IEC 61643-312:2013,IDT)

GB/T 18802.321 低压电涌保护器元件 第321部分:雪崩击穿二极管(ABD)规范(GB/T 18802.321—2007,IEC 61643-321:2001,IDT)

GB/T 18802.331 低压电涌保护器元件 第331部分:金属氧化物压敏电阻(MOV)规范(GB/T 18802.331—2007,IEC 61643-331:2003,IDT)

GB/T 18802.341 低压电涌保护器元件 第341部分:电涌抑制晶闸管(TSS)规范(GB/T 18802.341—2007,IEC 61643—341:2001,IDT)

GB/T 18802.351 低压电涌保护器元件 第351部分:电信和信号网络的电涌隔离变压器(SIT)的性能要求和试验方法(GB/T 18802.351—2019,IEC 61643-351:2016,IDT)

GB/T 19212(所有部分) 电力变压器、电源、电抗器和类似产品的安全[IEC 61558-2(所有部分)]

GB/T 19212.17 电源电压为1 100 V及以下的变压器、电抗器、电源装置和类似产品的安全 第17部分:开关型电源装置和开关型电源装置用变压器的特殊要求和试验(GB/T 19212.17—2019,IEC 61558-2-16:2013,MOD)

GB/T 19638.1 固定型阀控式铅酸蓄电池 第1部分:技术条件(GB/T 19638.1—2014,IEC 60896-22:2004,MOD)

GB/T 19639.1 通用阀控式铅酸蓄电池 第1部分:技术条件(GB/T 19639.1—2014,IEC 61056-1:2012,MOD)

GB/T 19639.2 通用阀控式铅酸蓄电池 第2部分:规格型号(GB/T 19639.2—2014,IEC 61056-2:2012,MOD)

GB/T 20145—2006 灯和灯系统的光生物安全性(CIE S 009:2002,IEC 62471:2006,IDT)

GB/T 20636 连接器件 电气铜导线 螺纹型和非螺纹型夹紧件的安全要求 适用于35 mm^2以上至300 mm^2导线的特殊要求(GB/T 20636—2006,IEC 60999-2:2003,IDT)

GB/T 20854 金属和合金的腐蚀 循环暴露在盐雾、“干”和“湿”条件下的加速试验(GB/T 20854—2007,ISO 14993:2001,IDT)

GB/T 21218 电气用未使用过的硅绝缘液体(GB/T 21218—2007,IEC 60836:2005,IDT)

GB 21966 锂原电池和蓄电池在运输中的安全要求(GB 21966—2008,IEC 62281:2004,IDT)

GB/T 22578.1 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(GB/T 22578.1—2017,IEC/TS 62332-1:2011,IDT)

GB/T 23311 240级芳族聚酰亚胺薄膜绕包铜圆线(GB/T 23311—2009, IEC 60317-43: 1997, IDT)

GB 27701—2011 阴极射线管机械安全(IEC 61965:2003,IDT)

GB/T 27750 绝缘液体的分类(GB/T 27750—2011,IEC 61039:2008,IDT)

GB/T 28163 含碱性或其他非酸性电解质的蓄电池及蓄电池组 便携式密封蓄电池和蓄电池组的机械试验(GB/T 28163—2011,IEC 61959:2004,IDT)

GB/T 28164 含碱性或其他非酸性电解质的蓄电池和蓄电池组 便携式密封蓄电池和蓄电池组的安全性要求(GB/T 28164—2011,IEC 62133:2002,IDT)

GB/T 28416 人工大气中的腐蚀试验 交替暴露在腐蚀性气体、中性盐雾及干燥环境中的加速腐蚀试验(GB/T 28416—2012,ISO 21207:2004,IDT)

GB/T 30117.5—2019 灯和灯系统的光生物安全 第5部分:投影仪(IEC 62471-5:2015,IDT)

GB 31241 便携式电子产品用锂离子电池和电池组 安全要求

GB/T 31523.1 安全信息识别系统 第1部分:标志(GB/T 31523.1—2015,ISO 7010:2011,MOD)

GB/T 34989 连接器 安全要求和试验(GB/T 34989—2017,IEC 61984:2008,MOD)

ISO 1817:2015 硫化橡胶或热塑性橡胶 测定液体的效果(Rubber, vulcanized or thermoplastic—Determination of the effect of liquids)

注:GB/T 1690—2010 硫化橡胶或热塑性橡胶 耐液体试验方法(ISO 1817:2005,MOD)

ISO 3231 涂料和清漆 耐含二氧化硫的潮湿大气的测定(Paints and varnishes—Determination of resistance to humid atmospheres containing sulfur dioxide)

ISO 4892-2:2013 塑料 实验室光源暴露试验方法 第2部分:氙弧灯(Plastics—Methods of exposure to laboratory light sources—Part 2: Xenon-arc lamps)

ISO 7000 设备用图形符号 注册符号(Graphical symbols for use on equipment—Registered symbols)

注:GB/T 16273(所有部分)与ISO 7000的一致性程度见附录BB。

ISO 8256 塑料 拉伸 冲击强度的确定(Plastics— Determination of tensile— Impact strength)

ISO 9773 塑料 与小火焰引燃源接触的薄软垂直样品的燃烧特性的确定(Plastics—Determination of burning behavior of thin flexible vertical specimens in contact with a small-flame ignition source)

ISO 13849-1 机械安全 控制系统的安全相关部件 第1部分:设计的一般原则(Safety of machinery—Safety-related parts of control systems—Part 1: General principles for design)

IEC 60027-1 电工技术用字母符号 第1部分:总则(Letter symbols to be used in electrical technology—Part 1:General)

注:GB/T 2987—1996 电子管参数符号(IEC 60027-1:1992,IEC 60027-2:1972,NEQ)

IEC 60107-1:1997 电视广播接收机测量方法 第1部分:一般考虑 射频和视频测量(Methods of measurement on receivers for television broadcast transmissions—Part 1:General considerations—Measurements at radio and video frequencies)

注:GB T 17309.1—1998 电视广播接收机测量方法 第1部分:一般考虑 射频和视频电性能测量以及显示性能的测量(IEC 60107-1:1995,IDT)

IEC 60317-0-7:2017 特种绕组线产品规范 第0-7部分:基本要求 完全绝缘(FIW)零缺陷漆包铜圆线[Specifications for particular types of winding wires—Part 0-7: General requirements—Fully insulated (FIW) zero-defect enamelled round copper wire]

IEC 60317-56 特种绕组线产品规范 第56部分:180级可焊完全绝缘零缺陷聚氨酯漆包铜圆线[Specifications for particular types of winding wires—Part 56: Solderable fully insulated (FIW) zero-defect polyurethane enamelled round copper wire, class 180]

IEC 60417 电气设备用图形符号(Graphical symbols for use on equipment)

IEC 60691:2015 热熔断体 第1部分:要求和应用导则(Thermal-links—Requirements and ap-

plication guide)

注：GB T 9816.1—2013 热熔断体 第1部分：要求和应用导则(IEC 60691:2002,MOD)

IEC 60728-11:2016 电视信号、声音信号和交互式服务用电缆网络 第11部分：安全(Cable networks for television signals, sound signals and interactive services— Part 11:Safety)

IEC 60730(所有部分) 家用和类似用途电自动控制器(Automatic electrical controls for household and similar use)

注：GB T 14536(所有部分) 家用和类似用途电自动控制器[IEC 60730(所有部分)]

IEC 60730-1:2013 家用和类似用途电自动控制器 第1部分：通用要求(Automatic electrical controls for household and similar use —Part 1:General requirements)

注：GB T 14536.1—2008 家用和类似用途电自动控制器 第1部分：通用要求(IEC 60730-1:2003,IDT)

IEC 60738-1:2006 热敏电阻器 直热式阶跃型正温度系数 第1部分：总规范(Thermistors—Directly heated positive temperature coefficient—Part 1:Generic specification)

注：GB T 7153—2002 直热式阶跃型正温度系数热敏电阻器 第1部分：总规范(IEC 60738-1:1998,IDT)

IEC 60747-5-5:2007 半导体分立器件 第5-5部分：光电子器件 光电耦合器(Semiconductor devices—Discrete devices—Part 5-5: Optoelectronic devices—Photocouplers)

IEC 60825(所有部分) 激光产品的安全(Safety of laser products)

注：GB T 7247(所有部分) 激光产品的安全[IEC 60825(所有部分)]

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

注：GB T 7247.1—2012 激光产品的安全 第1部分：设备分类、要求(IEC 60825-1:2007,IDT)

IEC 60825-2 激光产品的安全 第2部分：光纤通信系统(OFCS)的安全[Safety of laser products—Part 2: Safety of optical fibre communication systems(OFCS)]

注：GB T 7247.2—2018 激光产品的安全 第2部分：光纤通信系统(OFCS)的安全(IEC 60825-2:2010,IDT)

IEC 60825-12 激光产品的安全 第12部分：用于传输信息的自由场光通信系统的安全(Safety of laser products—Part 12:Safety of free space optical communication systems used for transmission of information)

IEC 60851-3:2009+Amd1:2013 绕组线试验方法 第3部分：机械性能(Winding wires—Test methods—Part 3: Mechanical properties)

注：GB T 4074.3—2008 绕组线试验方法 第3部分：机械性能(IEC 60851-3:1997,IDT)

IEC 60851-5:2008+Amd1:2011 绕组线试验方法 第5部分：电性能(Winding wires—Test methods—Part 5:Electrical properties)

注：GB T 4074.5—2008 绕组线试验方法 第5部分：电性能(IEC 60851-5:2004,IDT)

IEC 60896-11 固定式铅酸电池 第11部分：透气式 通用要求和试验方法(Stationary lead—acid batteries—Part 11: Vented types—General requirements and methods of tests)

注：GB T 13337.1—2011 固定型排气式铅酸蓄电池 第1部分：技术条件(IEC 60896-11:2002,NEQ)

IEC 60896-21:2004 固定式铅酸电池 第21部分：阀控式 试验方法(Stationary lead—acid batteries— Part 21: Valve regulated types— Methods of test)

IEC 60990:2016 接触电流和保护导体电流的测量方法(Methods of measurement of touch current and protective conductor current)

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

IEC 61051-2:1991+Amd1:2009 电子设备用压敏电阻器 第2部分：浪涌抑制型压敏电阻器分规范 (Varistors for use in electronic equipment—Part 2: Sectional specification for surge suppression varistors)

IEC 61099 绝缘液体 电气用未使用过的合成有机酯规范(Insulating liquids—Specifications for

unused synthetic organic esters for electrical purposes)

IEC 61204-7 低压电源 第7部分:安全要求(Low-voltage power supplies—Part 7:Safety requirements)

IEC 61427(所有部分) 可再生能源储能用二次电池和电池组 一般要求和试验方法(Secondary cells and batteries for renewable energy storage—General requirements and methods of test)

注:GB/T 22473—2008 储能用铅酸蓄电池(IEC 61427:2005,NEQ)

IEC/TS 61430 二次电池和电池组 检查为降低爆炸危险而设计的装置的性能的试验方法 启动用铅酸蓄电池(Secondary cells and batteries—Test methods for checking the performance of devices designed for reducing explosion hazards—Lead-acid starter batteries)

IEC 61434 含碱性或其他非酸性电解液的二次电池和电池组 确定碱性二次电池或电池组标准中电流标识的指南(Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes—Guide to designation of current in alkaline secondary cell and battery standards)

IEC 61558-1:2017 电力变压器、电源、电抗器和类似产品的安全 第1部分:通用要求和试验(Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products —Part 1:General requirements and tests)

注: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(IEC 61558-1:2009,MOD)

IEC 61643-331:2017 低压电涌保护器元件 第331部分:金属氧化物压敏电阻(MOV)性能要求和试验方法[Components for low-voltage surge protective devices—Part 331: Performance requirements and test methods for metal oxide varistors (MOV)]

IEC 61810-1:2015 基础机电继电器 第1部分:总则与安全要求(Electromechanical elementary relays—Part 1: General requirements)

注:GB/T 21711.1—2008 基础机电继电器 第1部分:总则与安全要求(IEC 61810-1:2003,IDT)

IEC 62061 机械安全 安全相关的控制系统的功能安全(Safety of machinery—Functional safety of safety-related control systems)

IEC 62133-1 含碱性或其他非酸性电解质的蓄电池和蓄电池组 便携式密封蓄电池和蓄电池组的安全性要求 第1部分:镍系(Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes—Safety requirements for portable sealed secondary cells, and for batteries made from them, for use in portable applications—Part 1: Nickel systems)

注:GB/T 28164—2011 含碱性或其他非酸性电解质的蓄电池和蓄电池组 便携式密封蓄电池和蓄电池组的安全性要求(IEC 62133:2002,IDT)

IEC 62133-2 含碱性或其他非酸性电解质的蓄电池和蓄电池组 便携式密封蓄电池和蓄电池组的安全性要求 第2部分:锂系(Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes—Safety requirements for portable sealed secondary lithium cells, and for batteries made from them, for use in portable applications—Part 2: Lithium systems)

IEC 62230 电缆 火花试验方法(Electric cables—Spark-test method)

IEC 62440:2008 额定电压不超过450/750 V的电缆 使用指南(Electric cables with a rated voltage not exceeding 450/750 V—Guide to use)

IEC 62471(所有部分) 灯和灯系统的光生物安全(Photobiological safety of lamps and lamp systems)

IEC 62485-2 二次电池组和其安装的安全要求 第2部分:固定电池组(Safety requirements for secondary batteries and battery installations— Part 2: Stationary batteries)

IEC 62619 含碱性或其他非酸性电解质的二次电池和电池组 工业用二次锂电池和电池组的安

全要求(Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes—Safety requirements for secondary lithium cells and batteries, for use in industrial applications)

3 缩略语、术语和定义

3.1 能量源缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ES	电能量源	(Electrical energy source)	(见 5.2)
ES1	1 级电能量源	(Electrical energy source class 1)	
ES2	2 级电能量源	(Electrical energy source class 2)	
ES3	3 级电能量源	(Electrical energy source class 3)	
MS	机械能量源	(Mechanical energy source)	(见 8.2)
MS1	1 级机械能量源	(Mechanical energy source class 1)	
MS2	2 级机械能量源	(Mechanical energy source class 2)	
MS3	3 级机械能量源	(Mechanical energy source class 3)	
PS	功率源	(Power source)	(见 6.2)
PS1	1 级功率源	(Power source class 1)	
PS2	2 级功率源	(Power source class 2)	
PS3	3 级功率源	(Power source class 3)	
RS	辐射能量源	(Radiation energy source)	(见 10.2)
RS1	1 级辐射能量源	(Radiation energy source class 1)	
RS2	2 级辐射能量源	(Radiation energy source class 2)	
RS3	3 级辐射能量源	(Radiation energy source class 3)	
TS	热能量源	(Thermal energy source)	(见 9.2)
TS1	1 级热能量源	(Thermal energy source class 1)	
TS2	2 级热能量源	(Thermal energy source class 2)	
TS3	3 级热能量源	(Thermal energy source class 3)	

3.2 其他缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CD	光盘	(compact disc)
CD ROM	CD 只读存储器	(compact disc read-only memory)
CRT	阴极射线管	(cathode ray tube)

CSD	声剂量计算	(calculated sound dose)
CTI	相比电痕化指数	(comparative tracking index)
DVD	数字化视频光盘	(digital versatile disc)
E	声暴露	(sound exposure)
EIS	电气绝缘系统	(electrical insulation system)
EUT	受试设备	(equipment under test)
FIW	完全绝缘绕组线	(fully insulated winding wire)
GDT	气体放电管	(gas discharge tube)
IC	集成电路	(integrated circuit)
ICX	具有 X 电容放电功能的集成电路	(integrated circuit with X-capacitor function)
IR	红外线	(infrared)
LED	发光二极管	(light emitting diode)
LEL	下限爆炸限值	(lower explosion limit)
LFC	充液的元器件	(liquid filled component)
LPS	受限制电源	(limited power source)
MEL	瞬时暴露级	(momentary exposure level)
MOV	金属氧化物压敏电阻器	(metal oxide varistor)
NiCd	镍镉	(nickel cadmium)
PIS	潜在引燃源	(potential ignition source)
PMP	个人音乐播放器	(personal music player)
PoE	以太网供电	(power over Ethernet)
PPE	个人防护器具	(personal protective equipment)
PTC	正温度系数	(positive temperature coefficient)
PTI	耐电痕化指数	(proof tracking index)
RC	阻容	(resistor-capacitor)
RG	风险组	(risk group)
Sb	锑	(antimony)
SEL	声暴露级	(sound exposure level)
SPD	浪涌保护器	(surge protective device)
SRME	滑轨安装设备	(slide rail mounted equipment)
TSS	晶闸管浪涌抑制器	(thyristor surge suppressor)
UPS	不间断电源	(uninterruptible power supply)
USB	通用串行总线	(universal serial bus)
UV	紫外线	(ultraviolet)
VDR	压敏电阻器	(voltage dependent resistor)

VRLA　　阀控型铅酸电池　　(valve regulated lead acid)

3.3　术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

为了方便使用人员，以下按术语的汉语拼音字母顺序编排。

在用到“电压”和“电流”或其缩写时，如果不另外说明，均指有效值。

术语	条目号
安全防护	3.3.11.14
安全联锁	3.3.11.15
安装性安全防护	3.3.11.5
包装用薄纸	3.3.6.17
保护导体	3.3.11.10
保护导体电流	3.3.14.4
保护电流额定值	3.3.10.6
保护接地	3.3.11.11
保护接地导体	3.3.11.12
保护连接导体	3.3.11.9
爆炸	3.3.16.2
爆炸物质	3.3.16.3
不可拆卸电源软线	3.3.6.6
材料可燃性等级	3.3.4.2
抽样试验	3.3.6.11
储能供电运行方式	3.3.6.12
单一故障条件	3.3.7.9
电池	3.3.17.2
电池组	3.3.17.1
电弧性 PIS	3.3.9.2
电气防护外壳	3.3.2.1
电气间隙	3.3.12.1
电网电源	3.3.1.2
电网电源瞬态电压	3.3.14.2
电阻性 PIS	3.3.9.3
短时工作	3.3.7.8

术语	条目号
断开装置	3.3.6.4
额定电流	3.3.10.1
额定电压	3.3.10.4
额定电压范围	3.3.10.5
额定负载阻抗	3.3.7.6
额定功率	3.3.10.3
额定频率	3.3.10.2
二次锂电池组	3.3.17.8
反向馈电	3.3.6.2
反向馈电安全防护	3.3.11.1
防火防护外壳	3.3.2.3
非削波输出功率	3.3.7.3
峰值响应频率	3.3.7.5
附加安全防护	3.3.11.17
附加绝缘	3.3.5.7
个人安全防护	3.3.11.7
工具	3.3.6.13
工作仓	3.3.6.16
工作电压	3.3.14.8
功能接地	3.3.6.5
功能绝缘	3.3.5.3
固定式设备	3.3.3.2
固体绝缘	3.3.5.6
规定的最大充电电流	3.3.17.6
规定的最大充电电压	3.3.17.7
规定的最低充电温度	3.3.17.5
规定的最高充电温度	3.3.17.4
恒温器	3.3.13.3
机械防护外壳	3.3.2.4
基本安全防护	3.3.11.2
基本绝缘	3.3.5.1

术语	条目号
技能性安全防护	3.3.11.16
加强安全防护	3.3.11.13
加强绝缘	3.3.5.5
间歇工作	3.3.7.2
接触电流	3.3.6.14
绝缘液体	3.3.5.4
可触及的	3.3.6.1
可合理预见的误使用	3.3.7.7
可燃材料	3.3.4.1
可携带式设备	3.3.3.11
可移动式设备	3.3.3.4
例行试验	3.3.6.10
纽扣电池	3.3.17.3
爬电距离	3.3.12.2
潜在引燃源(PIS)	3.3.9.1
热切断器	3.3.13.2
纱布	3.3.6.3
设备级安全防护	3.3.11.4
声暴露(E)	3.3.19.3
声暴露级(SEL)	3.3.19.4
声剂量计算(CSD)	3.3.19.1
室外场所	3.3.6.7
室外设备	3.3.3.5
室外外壳	3.3.2.5
手持式设备	3.3.3.3
受过培训的人员	3.3.8.1
受限制接触区	3.3.6.9
熟练技术人员	3.3.8.3
双重安全防护	3.3.11.3
双重绝缘	3.3.5.2
瞬时暴露级(MEL)	3.3.19.2
外部电路	3.3.1.1
外壳	3.3.2.2

术语	条目号
完全绝缘绕组线(FIW)	3.3.18.1
污染等级	3.3.6.8
无线功率发射器	3.3.3.12
限温器	3.3.13.1
相对于满量程的数字信号电平(dBFS)	3.3.19.5
消耗材料	3.3.16.1
型式试验	3.3.6.15
要求的耐压	3.3.14.5
一般人员	3.3.8.2
异常工作条件	3.3.7.1
永久性连接式设备	3.3.3.6
有害物质	3.3.16.4
有效值工作电压	3.3.14.6
预防性安全防护	3.3.11.8
预期接触电压	3.3.14.3
暂态过电压	3.3.14.7
正常工作条件	3.3.7.4
直插式设备	3.3.3.1
直流电压	3.3.14.1
指示性安全防护	3.3.11.6
驻立式设备	3.3.3.10
专业设备	3.3.3.9
5VA 级材料	3.3.4.2.1
5VB 级材料	3.3.4.2.2
Ⅰ类设备	3.3.15.1
Ⅱ类结构	3.3.15.2
Ⅱ类设备	3.3.15.3
Ⅲ类设备	3.3.15.4
A 型可插式设备	3.3.3.7
B 型可插式设备	3.3.3.8
FIW 等级	3.3.18.2
HB40 级材料	3.3.4.2.3

术语	条目号
HB75 级材料	3.3.4.2.4
HBF 级泡沫材料	3.3.4.2.5
HF-1 级泡沫材料	3.3.4.2.6
HF-2 级泡沫材料	3.3.4.2.7
V-0 级材料	3.3.4.2.8
V-1 级材料	3.3.4.2.9
V-2 级材料	3.3.4.2.10
VTM-0 级材料	3.3.4.2.11
VTM-1 级材料	3.3.4.2.12
VTM-2 级材料	3.3.4.2.13

3.3.1 电路术语

3.3.1.1

外部电路 external circuit

设备外部的并且不是电网电源的电路。

注：外部电路分为 ES1 级、ES2 级或 ES3 级，以及 PS1 级、PS2 级或 PS3 级。

3.3.1.2

电网电源 mains

给设备提供工作电源并且是 PS3 的交流或直流配电系统(设备外部的)。

注：电网电源包括公用的或专用的设施，除本文件另有规定外，还包括等效电源，如电机驱动的发电机和不间断电源。

3.3.2 外壳术语

3.3.2.1

电气防护外壳 electrical enclosure

预定作为防止电引起伤害的一种安全防护的外壳。

[来源：GB/T 2900.73—2008，195-06-13，有修改]

3.3.2.2

外壳 enclosure

为预定用途提供适用的保护类型和保护等级的壳体。

[来源：GB/T 2900.73—2008，195-02-35，有修改]

3.3.2.3

防火防护外壳 fire enclosure

预定作为防止火焰从外壳内部蔓延到外壳外部的一种安全防护的外壳。

3.3.2.4

机械防护外壳 mechanical enclosure

预定作为防止机械引起的伤害的一种安全防护的外壳。

3.3.2.5

室外外壳 outdoor enclosure

预定作为对室外场所的特殊条件提供保护的外壳。

注 1：室外外壳也可以用作另一种外壳，例如：防火防护外壳，电气防护外壳，机械防护外壳。

注 2：放置设备的独立的柜子或壳体可以提供室外外壳的功能。

3.3.3 设备术语

3.3.3.1

直插式设备　direct plug-in equipment

电源插头与设备外壳构成一个整体部分的设备。

3.3.3.2

固定式设备　fixed equipment

设备安装说明书中规定只能通过制造商规定的方法固定在位的设备。

注 1：带有螺纹孔或其他由一般人员固定设备的装置的设备，例如固定在桌子上或地震防护固定的设备，不认为是固定式设备。

注 2：通常，固定式设备是安装在墙壁、天花板或地面上的。

3.3.3.3

手持式设备　hand-held equipment

预定在正常使用时要握在手中的可移动式设备或任何一种设备的一个部分。

3.3.3.4

可移动式设备　movable equipment

下列之一的设备：

——质量小于或等于 18 kg 且不固定在位的设备；或

——装有轮子、脚轮或其他装置，便于一般人员按完成预定用途的需要来移动的设备。

3.3.3.5

室外设备　outdoor equipment

由制造商规定全部或部分安装或暴露在室外场所并符合特定条件的设备。

注：除非制造商规定在室外场所连续使用，否则不认为可携带式设备，例如便携式计算机、笔记本电脑或电话是室外设备。

3.3.3.6

永久性连接式设备　permanently connected equipment

只有使用工具才能与电网电源电气连接或断开的设备。

3.3.3.7

A 型可插式设备　pluggable equipment type A

预定要通过非工业用插头和插座，或通过非工业用器具耦合器，或者同时通过这两者与电网电源连接的设备。

示例：GB/T 1002、GB T 1003 和 GB T 17465.1 中包含的插头和插座。

3.3.3.8

B 型可插式设备　pluggable equipment type B

预定要通过工业用插头和插座，或通过工业用器具耦合器，或者同时通过这两者与电网电源连接的设备。

示例：GB/T 11918.1 涵盖的插头和插座。

3.3.3.9

专业设备　professional equipment

预定不向普通公众销售的商业、专业或工业用途的设备。

[来源：GB/T 4365—2003，161-05-05]

3.3.3.10

驻立式设备　stationary equipment

下列之一的设备：

——设备安装说明书中规定只能通过制造商规定的方法固定在位的固定式设备，或

——只有使用工具才能与电网电源电气连接或断开的永久性连接式设备，或

——因其物理特性而通常不移动的设备。

注：驻立式设备既不是可移动式设备也不是可携带式设备。

3.3.3.11

可携带式设备　transportable equipment

预定要经常携带的设备。

注：例如，便携式计算机、CD 播放机以及便携式附件，包括它们的外部电源。

3.3.3.12

无线功率发射器　wireless power transmitter

利用电磁场传送电能给由电池供电的手持式装置充电的设备。

3.3.4　可燃性术语

3.3.4.1

可燃材料　combustible material

能够被引燃或燃烧的材料。

注：所有热塑性材料，无论材料的可燃性等级如何，均认为能被引燃或燃烧。

3.3.4.2

材料可燃性等级　material flammability class

对材料点燃后的燃烧特性和熄灭能力的鉴别。

注：材料按 GB/T 5169.16、GB/T 5169.17、GB/T 8332 或 ISO 9773 的规定进行试验，划分等级。

3.3.4.2.1

5VA 级材料　5VA class material

取所使用的最薄有效厚度，按 GB/T 5169.17 的规定进行试验并划分为 5VA 级的材料。

3.3.4.2.2

5VB 级材料　5VB class material

取所使用的最薄有效厚度，按 GB/T 5169.17 的规定进行试验并划分为 5VB 级的材料。

3.3.4.2.3

HB40 级材料　HB40 class material

取所使用的最薄有效厚度，按 GB/T 5169.16 的规定进行试验并划分为 HB40 级的材料。

3.3.4.2.4

HB75 级材料　HB75 class material

取所使用的最薄有效厚度，按 GB/T 5169.16 的规定进行试验并划分为 HB75 级的材料。

3.3.4.2.5

HBF 级泡沫材料　HBF class foamed material

取所使用的最薄有效厚度，按 GB/T 8332 的规定进行试验并划分为 HBF 级的泡沫材料。

3.3.4.2.6

HF-1 级泡沫材料　HF-1 class foamed material

取所使用的最薄有效厚度，按 GB/T 8332 的规定进行试验并划分为 HF-1 级的泡沫材料。

3.3.4.2.7

HF-2 级泡沫材料　HF-2 class foamed material

取所使用的最薄有效厚度，按 GB/T 8332 的规定进行试验并划分为 HF-2 级的泡沫材料。

3.3.4.2.8

V-0 级材料　V-0 class material

取所使用的最薄有效厚度，按 GB/T 5169.16 的规定进行试验并划分为 V-0 级的材料。

3.3.4.2.9

V-1 级材料　V-1 class material

取所使用的最薄有效厚度，按 GB/T 5169.16 的规定进行试验并划分为 V-1 级的材料。

3.3.4.2.10

V-2 级材料　V-2 class material

取所使用的最薄有效厚度，按 GB/T 5169.16 的规定进行试验并划分为 V-2 级的材料。

3.3.4.2.11

VTM-0 级材料　VTM-0 class material

取所使用的最薄有效厚度，按 ISO 9773 的规定进行试验并划分为 VTM-0 级的材料。

3.3.4.2.12

VTM-1 级材料　VTM-1 class material

取所使用的最薄有效厚度，按 ISO 9773 的规定进行试验并划分为 VTM-1 级的材料。

3.3.4.2.13

VTM-2 级材料　VTM-2 class material

取所使用的最薄有效厚度，按 ISO 9773 的规定进行试验并划分为 VTM-2 级的材料。

3.3.5　绝缘

3.3.5.1

基本绝缘　basic insulation

为防止电击而提供基本安全防护的绝缘。

注：本概念不适用于仅作为功能目的的绝缘。

3.3.5.2

双重绝缘　double insulation

由基本绝缘和附加绝缘构成的绝缘。

[来源：GB/T 2900.73—2008，195-06-08]

3.3.5.3

功能绝缘　functional insulation

仅使设备正常工作所需要的在导电零部件之间的绝缘。

3.3.5.4

绝缘液体　insulating liquid

完全由液体构成的绝缘材料。

[来源：GB/T 2900.5—2013，212-11-04]

3.3.5.5

加强绝缘　reinforced insulation

提供防电击保护的程度相当于双重绝缘的单一的绝缘系统。

3.3.5.6

固体绝缘　solid insulation

完全由固体材料构成的绝缘。

[来源:GB/T 2900.5—2013,212-11-02]

3.3.5.7

附加绝缘　supplementary insulation

除基本绝缘以外,为防止故障条件下的电击提供附加安全防护的独立的绝缘。

3.3.6　其他

3.3.6.1

可触及的　accessible

人体部位可以接触到。

注:用附录 V 规定的一个或多个试具来代表人体部位。

3.3.6.2

反向馈电　backfeed

在储能供电运行方式下运行,并且电网电源供电中断时,电池后备电源中可用的电压或能量直接或通过泄漏电路回馈到任何输入端的情况。

3.3.6.3

纱布　cheesecloth

大约 40 g/m^2 的漂白棉布。

注:纱布是一种粗糙的、松散编织的棉纱布,最初用于包裹奶酪。

3.3.6.4

断开装置　disconnect device

使设备和电网电源的电气连接断开、在断开状态下符合所规定的隔离功能要求的装置

3.3.6.5

功能接地　functional earth

系统或安装设施或设备中除电气安全目的以外的一个或多个点接地。

[来源:IEC 60050-195:2021,195-01-13,有修改]

3.3.6.6

不可拆卸电源软线　non-detachable power supply cord

固定在设备上的或与设备装配在一起的必需使用工具才能拆卸的电源软线。

3.3.6.7

室外场所　outdoor location

设备由建筑物或其他结构体来提供针对来自天气和其他室外影响的防护受到限制或无法提供的场所。

3.3.6.8

污染等级　pollution degree

表示预期的微环境污染特征的数字。

[来源:GB/T 4210—2015,581-21-07]

3.3.6.9

受限制接触区　restricted access area

仅熟练技术人员和有适当授权的受过培训的人员可触及的区域。

3.3.6.10

例行试验　routine test

对每个设备在制造中或制造后进行的试验,以判断其是否符合某些准则。

[来源:GB/T 16935.1—2008,3.19.2]

3.3.6.11

抽样试验　sampling test

从一批设备中随机抽取若干个设备所进行的试验。

[来源:GB/T 16935.1—2008,3.19.3]

3.3.6.12

储能供电运行方式　stored energy mode

电池后备电源在规定的条件下达到的稳定运行的模式。

注:按照 IEC 62040-1:2017,规定的条件是指:

——交流输入供电中断或超出要求的容差;

——由储能装置供电进行工作和功率输出;

——负载在电池后备电源规定的额定值范围内。

3.3.6.13

工具　tool

能用来旋动螺钉、锁闩或类似固定装置的器具。

示例:硬币、餐具、改锥、钳子等。

3.3.6.14

接触电流　touch current

当人体部位接触两个或多个可触及零部件或者接触一个可触及零部件和地时通过人体的电流。

3.3.6.15

型式试验　type test

为确定其设计和制造是否能符合本文件的要求而对有代表性的样品所进行的试验。

3.3.6.16

工作仓　work cell

设备内的空间,人员可以完全或部分地(例如,整个肢体或头部)进入来维修或操作设备,并且可能存在机械危险。

注 1:工作仓可以包含一个以上的隔间。隔间可用于操作或维修。

注 2:包含工作仓的设备通常安装在受限制接触区内。

3.3.6.17

包装用薄纸　wrapping tissue

介于 12 g/m^2～30 g/m^2 的薄纸。

注:包装用薄纸是软的、薄的、通常是半透明的纸,用来包装精致工艺品。

3.3.7　工作条件和故障条件

3.3.7.1

异常工作条件　abnormal operating condition

非正常工作条件和非设备自身单一故障条件的暂时性工作条件。

注 1:异常工作条件在 B.3 中做出规定。

注 2:异常工作条件可能是由于设备或由于人员而引起的。

注 3:异常工作条件可能会导致元器件、装置或安全防护的失效。

3.3.7.2

间歇工作　intermittent operation

每个循环由一段工作时间和紧接着一段设备断电或空转时间组成的一连串的循环工作。

3.3.7.3

非削波输出功率　non-clipped power

在 1 000 Hz 频率下，在一个或两个波峰刚要削波时测得的消耗在额定负载阻抗上的正弦波功率。

3.3.7.4

正常工作条件　normal operation condition

能合理预见的尽可能接近代表正常使用范围的工作方式。

注 1：除非另有规定，正常使用的最严酷条件就是 B.2 所规定的最不利的默认值。

注 2：正常工作条件不包括可合理预见的误使用，可合理预见的误使用属于异常工作条件。

3.3.7.5

峰值响应频率　peak response frequency

在额定负载阻抗下测量的产生最大输出功率的试验频率。

注：所施加的频率应在放大器/换能器预定的工作范围内。

3.3.7.6

额定负载阻抗　rated load impedance

由制造商声明的、应在输出电路终端连接的阻抗或电阻。

3.3.7.7

可合理预见的误使用　reasonably foreseeable misuse

由容易预见的人的行为所引起的，未按供方提供的方式对产品、过程或服务的使用。

注：可合理预见的误使用是异常工作条件的一种。

[来源：GB/T 20002.4—2015，3.7，有修改]

3.3.7.8

短时工作　short-time operation

在正常工作条件下，设备处于冷态时开始工作一段规定的时间，在每一段工作时间后有足够的间歇时间使设备冷却到室温。

3.3.7.9

单一故障条件　single fault condition

设备在正常工作条件下，单一安全防护（但不是加强安全防护）或者单一元器件或装置发生一个故障的条件。

注：B.4 中规定了单一故障条件。

3.3.8　人员

3.3.8.1

受过培训的人员　instructed person

针对能量源经过熟练技术人员指导或监督的人员，他们能够针对各种能量源有鉴别地使用设备级安全防护和预防性安全防护。

注 1：定义中使用的“监督”是指对其他人员的行为进行的指导和监管。

注 2：在德国，很多情况下只有满足特定法律要求的人员才能被视为是受过培训的人员。

3.3.8.2

一般人员　ordinary person

既不是熟练技术人员，也不是受过培训的人员。

[来源：GB/T 2900.71—2008，826-18-03]

3.3.8.3

熟练技术人员　skilled person

受过相关教育或富有经验的能识别危险并能采取适当的行动来降低对自身或其他人员的伤害的危

险的人员。

注：在德国，很多情况下只有满足特定法律要求的人员才能被视为是熟练技术人员。

[来源：GB/T 2900.71—2008，826-18-01，有修改]

3.3.9 潜在引燃源

3.3.9.1

潜在引燃源 potential ignition source；PIS

电能在该处能导致引燃的部位。

3.3.9.2

电弧性 PIS arcing PIS

由于导体或接触件断开而可能产生电弧的 PIS。

注 1：可以用电子保护电路或附加结构措施来防止某一部位变成电弧性 PIS。

注 2：认为印制板导电部分可能出现的故障接触点或电气连接断开点是在本定义的范围内。

3.3.9.3

电阻性 PIS resistive PIS

由于过大功耗可能导致元器件被引燃的 PIS。

注：可以用电子保护电路或附加结构措施来防止某一部位变成电阻性 PIS。

3.3.10 额定值

3.3.10.1

额定电流 rated current

制造商声明的设备在正常工作条件下的输入电流。

3.3.10.2

额定频率 rated frequency

制造商声明的供电频率或频率范围。

3.3.10.3

额定功率 rated power

制造商声明的设备在正常工作条件下的输入功率。

3.3.10.4

额定电压 rated voltage

制造商对元件、电器或设备规定的电压值，它与运行(包括操作)和性能等特性有关。

注：设备可有一个以上的额定电压或可具有额定电压范围。

[来源：GB/T 16935.1—2008，3.9]

3.3.10.5

额定电压范围 rated voltage range

制造商声明的、用下限和上限额定电压表示的供电电压范围。

3.3.10.6

保护电流额定值 protective current rating

在建筑物设施中或在设备中用来保护电路的过流保护装置的电流额定值。

3.3.11 安全防护

3.3.11.1

反向馈电安全防护 backfeed safeguard

降低由于反向馈电造成电击危险的控制方案。

3.3.11.2

基本安全防护　basic safeguard

当设备存在能引起疼痛或伤害的能量源时，能在正常工作条件和异常工作条件下提供保护的安全防护。

3.3.11.3

双重安全防护　double safeguard

由基本安全防护和附加安全防护构成的安全防护。

3.3.11.4

设备级安全防护　equipment safeguard

设备的某个实体部分的安全防护。

3.3.11.5

安装性安全防护　installation safeguard

人工安装的某个实体部分的安全防护。

3.3.11.6

指示性安全防护　instruction safeguard

引发特定行为的指示。

3.3.11.7

个人安全防护　personal safeguard

穿戴在人体身上的个人防护器具，以减少暴露在能量源下。

注：个人防护器具(PPE)是个人安全防护的一种。如防护罩，护目镜，手套，防护板，面罩或呼吸装置。

3.3.11.8

预防性安全防护　precautionary safeguard

受过培训的人员根据熟练技术人员的监督和指示来避免接触到或暴露在2级或3级能量源中的行为。

3.3.11.9

保护连接导体　protective bonding conductor

设备内部用于为安全目的需要接地的部分提供保护等电位联结的保护导体。

注：保护连接导体在设备内部。

3.3.11.10

保护导体　protective conductor

为了安全目的(如电击防护)设置的导体。

注：保护导体是指保护接地导体，或者是指保护连接导体。

[来源：GB/T 2900.71—2008，826-13-22]

3.3.11.11

保护接地　protective earthing

为了电气安全的目的，将系统或建筑物或设备中的一点或多个点接地。

[来源：GB/T 2900.73—2008，195-01-11]

3.3.11.12

保护接地导体　protective earthing conductor

将设备内的主保护接地端子和供保护接地用的建筑物设施的接地点连接起来的保护导体。

3.3.11.13

加强安全防护　reinforced safeguard

在下列条件下起作用的单一安全防护：

——正常工作条件，

——异常工作条件，和

——单一故障条件。

3.3.11.14

安全防护　safeguard

为减小可能的疼痛或伤害，或着火时为减小可能的引燃或火焰的蔓延而专门提供的有形部件、系统或指示。

注：安全防护进一步的解释见0.5。

3.3.11.15

安全联锁　safety interlock

在较高级别能量可能传递到人体部位之前能自动将该能量源改变到较低级别能量源的装置。

注：安全联锁包括直接在安全防护功能中起作用的元器件和电路组成的系统，适用时，包括机电装置、印制板上的导体、线路和端子等。

3.3.11.16

技能性安全防护　skill safeguard

熟练技术人员根据受过的教育和拥有的经验来避免接触到或暴露在2级或3级能量源中的行为。

3.3.11.17

附加安全防护　supplementary safeguard

除基本安全防护以外所施加的安全防护，在基本安全防护一旦失效时就能起作用或开始生效。

3.3.12　间距

3.3.12.1

电气间隙　clearance

两导电部件之间在空气中的最短距离。

[来源：GB/T 16935.1—2008，3.2]

3.3.12.2

爬电距离　creepage distance

两导电部件之间沿绝缘材料表面的最短距离。

[来源：GB/T 16935.1—2008，3.3，有修改]

3.3.13　温度控制器

3.3.13.1

限温器　temperature limiter

通过直接或间接控制热能流入或流出系统，使系统温度限制在低于或高于某个特定值的装置。

注：限温器可以是自动复位型的，也可以是手动复位型的。

3.3.13.2

热切断器　thermal cut-off

通过直接或间接控制热能流入或流出系统，在单一故障条件下限制系统温度的装置。

3.3.13.3

恒温器　thermostat

通过直接或间接控制热能流入或流出系统，使系统温度维持在某个范围内的装置。

3.3.14 电压和电流

3.3.14.1

直流电压 DC voltage

电压的平均值，其纹波电压峰峰值不超过该平均值的10%。

注：如果纹波电压峰-峰值超过平均值的10%，则采用与峰值电压有关的要求。

3.3.14.2

电网电源瞬态电压 mains transient voltage

由外部瞬态电压在电网电源上引起的，出现在设备的电网电源输入端上的预期的最高峰值电压。

3.3.14.3

预期接触电压 prospective touch voltage

当尚未接触到导电零部件时，这些同时可触及的导电零部件之间或一个可触及的导电零部件与地之间的电压。

[来源：GB/T 2900.73—2008，195-05-09，有修改]

3.3.14.4

保护导体电流 protective conductor current

在正常工作条件下流过保护接地导体的电流。

注：保护导体电流以前是包括在“漏电流”术语内。

3.3.14.5

要求的耐压 required withstand voltage

所考虑的绝缘需要承受的峰值电压。

3.3.14.6

有效值工作电压 r.m.s.working voltage

工作电压的真实有效值。

注1：工作电压的真实有效值包括波形中的任何直流分量。

注2：下式给出了具有交流有效值电压 A 和直流分量电压 B 的波形的合成有效值：

$$\text{有效值}=(A^2+B^2)^{1/2}$$

3.3.14.7

暂态过电压 temporary overvoltage

振荡持续时间相对较长的电网电源过电压。

3.3.14.8

工作电压 working voltage

在正常工作条件下，以额定电压或额定电压范围内的任何电压对设备供电时，任何特定绝缘上的电压。

注1：不考虑外部瞬态电压。

注2：不考虑重复性峰值电压。

3.3.15 设备关于防电击保护的分类

3.3.15.1

Ⅰ类设备 class Ⅰ equipment

使用基本绝缘作为基本安全防护，同时使用保护连接和保护接地作为附加安全防护的设备。

注：Ⅰ类设备可能有Ⅱ类结构。

[来源：IEC 60050—851：2008，851-15-10，有修改]

3.3.15.2

Ⅱ类结构　class Ⅱ construction

防电击保护依靠双重绝缘或加强绝缘的设备部分。

3.3.15.3

Ⅱ类设备　class Ⅱ equipment

其防电击保护不仅依靠基本绝缘，而且还提供有附加安全防护的设备，没有保护接地措施或不依靠安装条件。

3.3.15.4

Ⅲ类设备　class Ⅲ equipment

防电击保护依靠由 ES1 供电来实现，且内部不会产生 ES3 的设备。

3.3.16　化学术语

3.3.16.1

消耗材料　consumable material

设备在执行其预定功能时所要使用的、需要定期地或不时地更换或添加的材料，包括其预期寿命小于设备预期寿命的任何材料。

注：不认为空气过滤器是消耗材料。

3.3.16.2

爆炸　explosion

任何化学化合物或机械混合物，在引燃时经历非常迅速的燃烧或分解，释放大量高热气体，对周围介质施加压力的化学反应。

注：爆炸也可能是容器的失效导致突然释放压力和从压力容器中突然释放内容物的一种力学反应。根据能量释放的速率，爆炸可分为爆燃、爆破或压力爆裂。

3.3.16.3

爆炸物质　explosive

在有或没有外部氧气源都能经历迅速化学变化的、产生通常伴有热气体的大量能量的物质或多种物质的混合物。

3.3.16.4

有害物质　hazardous substance

可能对人身健康产生不利影响的物质。

注：通常用法律或法规作为判定一种物质是否属于有害物质的准则。

3.3.17　电池组

3.3.17.1

电池组　battery

将一个或多个电池装配后作为电源使用，以电压、尺寸、端子装置、容量和倍率能力等描述其特性。

3.3.17.2

电池　cell

由电极、隔膜、电解液、容器和端子组成，通过将化学能直接转化为电能提供电源的基本制造单元。

3.3.17.3

纽扣电池　coin/button cell battery

直径大于其高度的单个小型电池。

3.3.17.4

规定的最高充电温度　highest specified charging temperature

制造商规定的在二次电池组充电时组成电池组的每个电池上的最高温度。

注：通常假定最终产品的制造商负责基于电池组供应商提供的规格来规定电池组的安全敏感温度、电压或电流。

3.3.17.5

规定的最低充电温度　lowest specified charging temperature

制造商规定的在二次电池组充电时组成电池组的每个电池上的最低温度。

注：通常假定最终产品的制造商负责基于电池组供应商提供的规格来规定电池组的安全敏感温度、电压或电流。

3.3.17.6

规定的最大充电电流　maximum specified charging current

制造商规定的二次电池组充电时的最大充电电流。

3.3.17.7

规定的最大充电电压　maximum specified charging voltage

制造商规定的二次电池组充电时的最大充电电压。

3.3.17.8

二次锂电池组　secondary lithium battery

具备以下特征的电池组：

——由一个或多个二次锂电池组成；和

——有外壳和端子装置；和

——可能有电子控制装置；和

——可以交付使用。

示例：可再充电的锂离子电池组，可再充电的锂聚合物电池组和可再充电的锂锰电池组。

3.3.18　FIW 术语

3.3.18.1

完全绝缘绕组线　fully insulated winding wire；FIW

180 级聚亚胺酯漆包铜圆线。

注 1：绝缘性能符合 IEC 60317-0-7、GB/T 23311—2009 和 IEC 60851-5：2008。这些标准还将这种类型的导线称为“零缺陷导线”，它们将这种导线定义为“在特定条件下试验时不会出现电气中断的绕组线”。

注 2：“零缺陷导线”这一术语通常用来指 FIW。

3.3.18.2

FIW 等级　grade of FIW

线的外直径范围(FIW3～FIW9)。

3.3.19　声暴露

3.3.19.1

声剂量计算　calculated sound dose；CSD

一周时间滚动的声音暴露估计值，以被认为是安全的最大值的百分比表示。

3.3.19.2

瞬时暴露级　momentary exposure level；MEL

从加在两个声道上的特定测试信号估计 1s 声暴露级别的度量。

注：MEL 以 dB(A)测量。

3.3.19.3

声暴露　sound exposure

E

在规定的时间 T 内，A 计权声压(p)平方和积分。

$$E=\int_0^T p(t)^2\,\mathrm{d}t$$

注：国际单位是 $Pa^2 \cdot s$。

3.3.19.4

声暴露级　sound exposure level；SEL

相对于一个参考值 E_0 的声暴露的对数度量。

$$SEL=10\ \log_{10}\left(\frac{E}{E_0}\right)$$

注 1：SEL 以 dB(A)度量。

注 2：参考值 E_0 通常是人类听力的 1 kHz 阈值。

3.3.19.5

相对于满量程的数字信号电平　digital signal level relative to full scale；dBFS

一个 997 Hz 无直流正弦波的电平，其无干扰的正峰值是正数字满量程，不使用与负数字满量程对应的代码。

注 1：所报告的 dBFS 电平始终是有效值。

注 2：对于非有效值使用 dBFS 是无效的。由于满量程的定义是基于正弦波给出的，因此波峰因数低于正弦波的信号的电平可能超过 0dBFS。尤其是方波信号可以达到+3.01dBFS。

4　通用要求

4.1　基本要求

4.1.1　各项要求的应用以及各种材料、元器件和组件的验收

在相关的条款中对各项要求做出规定，以及如果相关的条款引用附录时，在相关的附录中对各项要求做出规定。

如果要检验验证各种材料、元器件和组件的符合性，则可以审查已公布的数据或以前的试验结果来验证这种符合性。

4.1.2　元器件的使用

如果元器件或元器件的某个特性就是安全防护或安全防护的一部分时，则这类元器件应符合本文件的要求，或当要求中有规定时，符合相关元器件的国家标准、行业标准或 IEC 标准中与安全有关的要求。

注 1：只有当上述的元器件明显是在某个国家标准、行业标准或 IEC 标准的范围内，才能认为该标准是相关的标准。

注 2：通常，为检验元器件是否符合元器件标准所适用的试验单独进行。

元器件的使用应符合设备的相应海拔的要求。

如果按上述允许使用元器件国家标准、行业标准或 IEC 标准，则对元器件的评定和试验应按下列规定来进行：

——应检查元器件是否按其额定值正确应用和使用；

——元器件已经过检验符合相关的元器件国家标准、行业标准或 IEC 标准时，应作为设备的一部分承受本文件适用的试验，但不承受相关元器件的国家标准、行业标准或 IEC 标准规定的那

部分试验；

——元器件未经过检验是否符合上述相关的标准时，应作为设备的一部分承受本文件适用的试验，而且还应按设备中存在的条件，承受该元器件标准适用的试验；和

——如果元器件未按其规定的额定值在电路中使用，则该元器件应按设备中存在的条件进行试验。试验所需的样品数量通常与等效标准所要求的数量相同。

通过检查以及核查相关数据或试验来检验是否合格。

4.1.3 设备的设计和结构

设备的设计和结构应使其在 B.2 规定的正常工作条件、B.3 规定的异常工作条件和 B.4 规定的单一故障条件下提供安全防护，减小可能的伤害或着火情况下的财产损失。

可能会引起伤害的设备的零部件应是不可触及的，而可触及的零部件应不会引起伤害。

通过检查和通过相关试验来检验是否合格。

4.1.4 设备的安装

除 4.1.6 以外，按本文件的规定对设备进行评定时，应根据适用的情况，考虑制造商关于安装、重新放置、维修和操作的说明。

提供安全防护功能的室外外壳应符合附录 Y。室外设备和室外外壳应适合在制造商规定的温度范围内的任何温度下使用。如果制造商没有规定，应采用下述范围：

——最低环境温度：−33 ℃；

——最高环境温度：+40 ℃。

通过检查以及评估制造商提供的数据来检验是否合格。

注 1：该温度值是基于 GB/T 4798.4 中严酷度等级 4K2。这些温度没有考虑严酷的环境（例如：极端冷或极端热），也不包括来自太阳辐照的加热效应（日光加载）。

注 2：GB/T 18663.1 中性能等级 C1、C2 和 C3 的附加信息要给予关注。

4.1.5 未明确覆盖的结构和元器件

如果设备包含有本文件未明确覆盖的技术、元器件、材料或结构方法，则该设备提供的安全防护应不低于本文件通常提供的安全防护和本文件规定的安全原则。

为了适应新的情况而需要规定附加的详细要求时，该需求应迅速引起相应技术委员会的关注。

4.1.6 运输和使用时的方向

如果很显然，设备的使用方向对要求的应用或试验的结果可能会有显著的影响，则应对安装说明书或使用说明书中所规定的所有使用方向予以考虑。

然而，如果设备带有由一般人员固定在位的装置，例如提供直接安装在安装表面上的螺钉孔，或通过使用随设备一起提供或很容易从市场上买到的托架或类似物固定，则不论制造商提供的安装或使用说明书中如何说明，应对设备所有可能的方位、包括安装在非垂直表面上的可能性予以考虑。

另外，对可携带式设备应对所有携带方向予以考虑。

4.1.7 判据的选择

如果本文件中说明，要在不同的合格判据中，或者在不同的试验方法或条件中做出某种选择时，该种选择要由制造商来规定。

4.1.8 液体和充液的元器件（LFC）

除非指定为绝缘液体，否则液体应按导电材料对待。

设备内部使用的加压 LFC，如果由于其中的液体泄漏会产生本文件含义内的伤害，则加压 LFC 的结构和试验要求应符合 G.15。但是 G.15 不适用于：

——密封的 LFC，但在设备内开放放置；或

——含有少量液体不可能造成任何伤害的元器件（例如，液晶显示器、电解电容、液体冷却热管等）；或

——湿电池组（关于湿电池按附录 M）；或

——符合 P.3.3 的 LFC 及其配件；或

——带有超过 1L 液体的设备。

4.1.9 电气测量仪器

考虑到被测参数的各种分量（直流、电网电源频率、高频和谐波分量），电气测量仪器应具有足够的频带宽度，以提供准确的读数。

如果测量有效值，则应注意测量仪器对非正弦波能和正弦波一样给出真实有效值读数。

测量应使用其输入阻抗对测量的影响可忽略不计的仪表。

4.1.10 温度测量

除非另有规定，如果试验结果可能会取决于环境温度，则应对制造商规定的设备的环境温度范围（T_{ma}）予以考虑。当在某个特定的环境（T_{amb}）下进行试验时，为了考虑 T_{ma} 对试验结果的影响，可以使用外推（上推或下推）的试验结果。如果元器件和部件的试验结果和外推的试验结果能代表在完整设备中对其所进行的试验，则可以将元器件和组件与设备分开考虑。可以检查有关的试验数据和制造商的规格书，以便确定温度变化对元器件或组件的影响（按 B.1.5）。

4.1.11 稳态条件

稳态条件是指达到温度稳定时的条件（按 B.1.5）。

4.1.12 安全防护的层次

有些安全防护对于一般人员而言是必需的，但是对受过培训的人员和熟练技术人员而言可能不是必需的。同样，有些安全防护对于受过培训的人员而言是必需的，但是对熟练技术人员而言可能不是必需的。

加强安全防护可以用来代替基本安全防护、附加安全防护或双重安全防护。双重安全防护可以用来代替加强安全防护。

除设备级安全防护以外的安全防护在特定的条款中规定。

4.1.13 本文件中提及的示例

如果在本文件中给出了一些示例，则不排除还有其他的示例、情况和解决方法。

4.1.14 零部件或样品与最终产品分开进行的试验

如果零部件或样品与最终产品分开进行试验，则应就像该零部件或样品是在最终产品中那样来进行试验。

4.1.15 标记和说明

如果按本文件要求，设备需要：

——给出标记，或

——提供说明书，或

——提供指示性安全防护，

那么应符合附录 F 的相关要求。

通过检查来检验是否合格。

注：在芬兰、挪威和瑞典，预定连接到其他设备或网络的Ⅰ类 A 型可插式设备，如果其安全依赖于可靠的接地连接，或者在网络端子和可触及零部件之间连有浪涌抑制器，则要有标识说明设备必须连接到带接地的电网电源输出插座上。

4.2 能量源的分级

4.2.1 1 级能量源

除非另有规定，1 级能量源是指在下列条件下能量等级不超过 1 级限值的能量源：

——正常工作条件，和

——不导致单一故障条件的异常工作条件，和

——不会导致超过 2 级限值的单一故障条件。

保护导体是 1 级电能量源。

4.2.2 2 级能量源

除非另有规定，2 级能量源是指在正常工作条件、异常工作条件或单一故障条件下，其能量等级超过 1 级限值而不超过 2 级限值的能量源。

4.2.3 3 级能量源

3 级能量源是指在正常工作条件、异常工作条件或单一故障条件下，其能量等级超过 2 级限值的能量源，或者是 4.2.4 中声称为 3 级能量源的任何能量源。

中性导体是 3 级电能量源。

4.2.4 声称的能量源级别

制造商可以声称：

——1 级能量源为 2 级能量源或 3 级能量源；

——2 级能量源为 3 级能量源。

4.3 能量源防护

4.3.1 基本要求

术语“人员”“人体”“人体部位”用附录 V 的试具来代表。

4.3.2 对一般人员的安全防护

4.3.2.1 1 级能量源和一般人员之间的安全防护

在 1 级能量源和一般人员之间不需要安全防护(见图 9)。因此，1 级能量源对一般人员是可触及的。

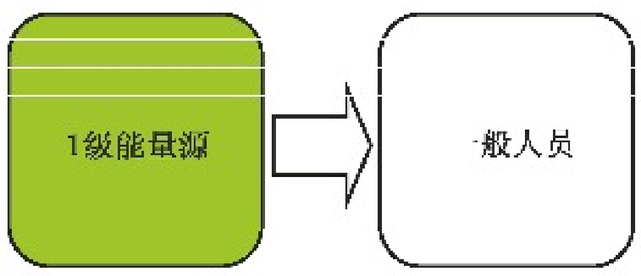


图 9 防止 1 级能量源伤害一般人员的保护模型

4.3.2.2 2 级能量源和一般人员之间的安全防护

在 2 级能量源和一般人员之间要求至少有一个基本安全防护(见图 10)。

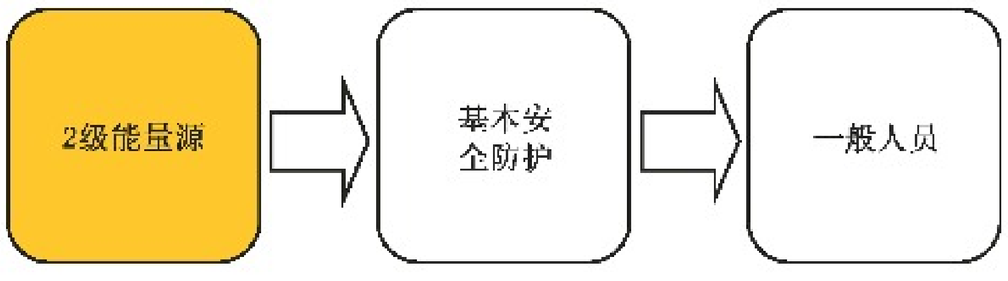


图 10 防止 2 级能量源伤害一般人员的保护模型

4.3.2.3 在一般人员维修状态期间 2 级能量源和一般人员之间的安全防护

如果在一般人员维修状态下需要将基本安全防护去除或使其不起作用,则应提供 F.5 规定的指示性安全防护,并且放置的位置应使一般人员在将设备的基本安全防护去除或使其不起作用之前就能看到该指示内容(见图 11)。

指示性安全防护(F.5)应包括下列所有内容:

——识别 2 级能量源的零部件和位置;

——规定能使人员免受 2 级能量源伤害所要采取的行动;和

——规定复原或重新恢复基本安全防护所要采取的行动。

如果在一般人员维修状态下需要将基本安全防护去除或使其不起作用,而且如果设备是预定要在家庭中使用的,则对成年人指示的指示性安全防护(F.5)中应给出警告,防止由儿童将基本安全防护去除或使其不起作用。

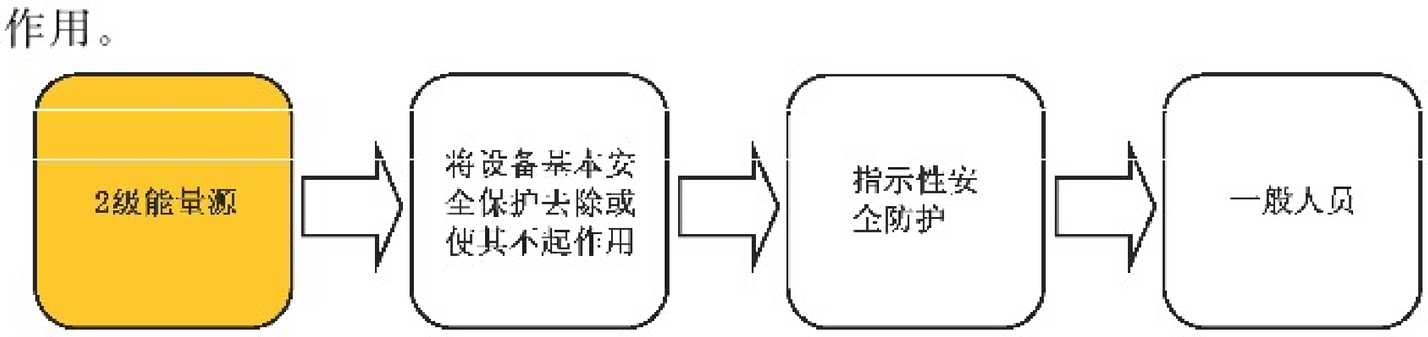


图 11 在一般人员维修状态期间防止 2 级能量源伤害一般人员的保护模型

4.3.2.4 3 级能量源和一般人员之间的安全防护

除非另有规定,在 3 级能量源和一般人员之间需要加入(见图 12):

——设备基本安全防护和设备附加安全防护(一起构成双重安全防护);或

——加强安全防护。

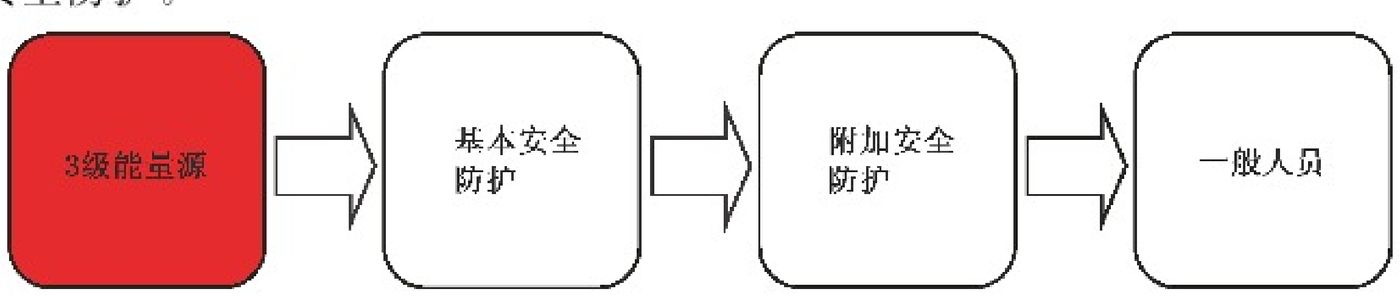


图 12 防止 3 级能量源伤害一般人员的保护模型

4.3.3 对受过培训的人员的安全防护

4.3.3.1 1 级能量源和受过培训的人员之间的安全防护

在 1 级能量源和受过培训的人员之间不需要安全防护(见图 13)。

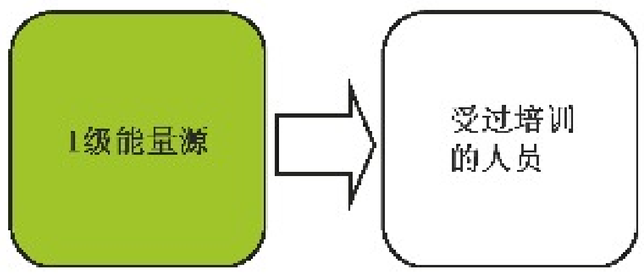


图 13　防止 1 级能量源伤害受过培训的人员的保护模型

4.3.3.2　2 级能量源和受过培训的人员之间的安全防护

受过培训的人员能使用预防性安全防护(见图 14)。在 2 级能量源和受过培训的人员之间不需要额外的安全防护。因此,2 级能量源对受过培训的人员是可触及的。

图 14　防止 2 级能量源伤害受过培训的人员的保护模型

4.3.3.3　3 级能量源和受过培训的人员之间的安全防护

除非另有规定,在 3 级能量源和受过培训的人员之间需要加入(见图 15):

——设备基本安全防护和设备附加安全防护(一起构成双重安全防护);或

——加强安全防护。

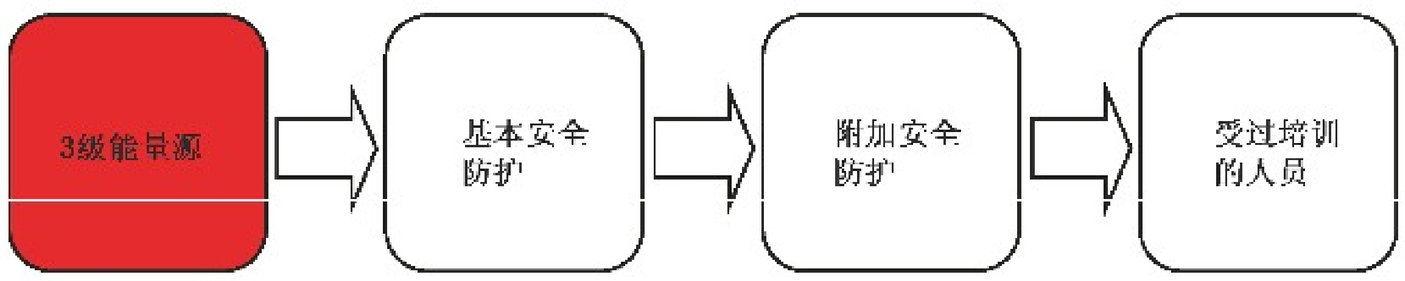


图 15　防止 3 级能量源伤害受过培训的人员的保护模型

4.3.4　对熟练技术人员的安全防护

4.3.4.1　1 级能量源和熟练技术人员之间的安全防护

在 1 级能量源和熟练技术人员之间不需要安全防护。因此,1 级能量源对熟练技术人员是可触及的(见图 16)。

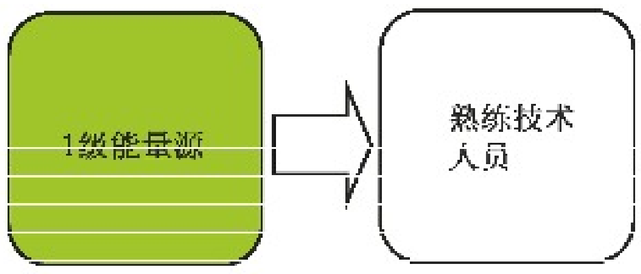


图 16　防止 1 级能量源伤害熟练技术人员的保护模型

4.3.4.2　2 级能量源和熟练技术人员之间的安全防护

熟练技术人员能使用技能性安全防护(见图 17)。在 2 级能量源和熟练技术人员之间不需要额外的安全防护。因此,2 级能量源对熟练技术人员是可触及的。

图 17　防止 2 级能量源伤害熟练技术人员的保护模型

4.3.4.3　3 级能量源和熟练技术人员之间的安全防护

熟练技术人员能使用技能性安全防护(见图 18)。除非另有规定(例如,见 8.5.4),在 3 级能量源和熟练技术人员之间不需要额外的安全防护。因此,3 级能量源对熟练技术人员是可触及的。

图 18　防止 3 级能量源伤害熟练技术人员的保护模型

在设备的 3 级能量源的维修状态期间,在下列两部分之间需要有安全防护,用来减小由于不自主反应而发生伤害的可能性:

——另一个未在维修的 3 级能量源,而且是与正在维修的 3 级能量源处在同一个区域;和

——熟练技术人员(见 0.5.7 和图 19)。

图 19　在设备维修状态期间防止 3 级能量源伤害熟练技术人员的保护模型

4.3.5　受限制接触区的安全防护

某些设备预定只安装在受限制接触区内。这样的设备应具有符合 4.3.3 对受过培训的人员和 4.3.4 对熟练技术人员要求的安全防护。

4.4　安全防护

4.4.1　等效材料或元器件

如果本文件规定了特定的安全防护参数,例如绝缘耐热等级或材料可燃性等级,则可以使用参数更优的安全防护。

注:对材料可燃性等级的分级见表 S.1、表 S.2 和表 S.3。

4.4.2　安全防护的构成

安全防护可以由单一要素构成,也可以由多个要素构成。

4.4.3　安全防护的强度

4.4.3.1　基本要求

如果固体安全防护(例如,外壳、挡板、固体绝缘、接地金属件、玻璃等)是一般人员或受过培训的人

员可触及的，则该固体安全防护应符合 4.4.3.2～4.4.3.10 规定的相关机械强度试验。

对打开外部外壳后可以触及的安全防护，见 4.4.3.5。

P.4 规定了对以下部分的要求：

——金属涂层的黏合力；和

——用作安全防护的黏合剂固定件；和

——黏合剂失效可能导致安全防护失效的零部件。

4.4.3.2 恒定力试验

如果外壳或挡板是可触及的，并且用作以下设备的安全防护，则应承受 T.4 的恒定力试验：

——可携带式设备；和

——手持式设备；和

——直插式设备。

如果安全防护是可触及的，并且仅用作防火防护外壳或防火挡板，则应承受 T.3 的恒定力试验。

其他所有可触及的并且用作安全防护的外壳或挡板应承受 T.5 的恒定力试验。对质量超过 18 kg 的设备，除非用户手册中允许设备外壳底部作为顶部或侧面这种使用方向，否则不要求对设备的底部进行试验。

本条款不适用于玻璃。对玻璃的要求在 4.4.3.6 中给出。

4.4.3.3 跌落试验

下列设备应承受 T.7 的跌落试验：

——手持式设备；

——直插式设备；

——可携带式设备；

——可移动式设备（按照设备的预期使用需求的一部分，由一般人员抬起或搬运，包括日常的重新放置）；

注：这种设备的示例是安置在废纸容器上的碎纸机，需要将碎纸机移开，以便把容器中的碎纸倒空。

——质量等于或小于 7 kg、预定要和下列任何一种附件一起使用的台式设备：

- 软线连接的电话听筒，或
- 另一个具有声学功能的软线连接的手持式附件，或
- 头戴式耳机。

4.4.3.4 冲击试验

除了 4.4.3.3 规定设备外，所有设备应承受 T.6 的冲击试验。

T.6 的冲击试验不适用于下列情况：

——外壳的底部，除非用户手册中允许设备外壳底部作为顶部或侧面这种使用方向；

——玻璃；

注：玻璃的冲击试验见 4.4.3.6。

——驻立式设备、包括嵌装式设备的如下外壳表面：

- 不可触及；或
- 安装后受到保护。

4.4.3.5 内部可触及的安全防护的试验

在打开外部外壳后一般人员可以触及的内部固体安全防护，如果其失效会导致 2 级或 3 级能量源

成为可触及的，则应承受 T.3 的恒定力试验。

4.4.3.6 玻璃冲击试验

除以下例外，本条的要求适用于所有玻璃制成的部件：

——用于复印机、扫描仪和类似设备的压板玻璃，如果该玻璃已进行了 T.3 的恒定力试验，并且具有保护压板玻璃的盖或装置；和

——CRT：对 CRT 的要求在附录 U 中给出；和

——层压玻璃或一旦玻璃破碎时能使玻璃碎片保持在一起的任何结构的玻璃。

注：层压玻璃包括诸如在玻璃的一面贴上塑料薄膜的结构。

以下一般人员或受过培训的人员可触及的玻璃应承受 T.9 的玻璃冲击试验：

——表面积超过 0.1 m^2；或

——较大尺寸超过 450 mm；或

——防止接触除 PS3 以外的 3 级能量源。

4.4.3.7 玻璃固定试验

用于防止接触 PS3 以外的 3 级能量源的安全防护用层压玻璃应承受以下的固定试验：

——T.9 的玻璃冲击试验，1 J 的冲击力，施加 3 次；和

——10 N 的推/拉力试验，在玻璃中心以最不利的方向施加力。

注：为了进行测试，可以使用任何合适的方法，例如使用吸力把手或将支撑物粘到玻璃上。

4.4.3.8 热塑性材料试验

如果安全防护是由模压或注塑成形的热塑性材料制成的，则该安全防护应做成这样的结构，使得由于材料释放内应力出现的任何收缩或变形，都不得使该安全防护失效。热塑性材料应承受 T.8 的应力消除试验。

4.4.3.9 构成安全防护的空气

如果安全防护由空气构成（例如，电气间隙），则挡板或外壳应防止人体部位或导电零部件代替该空气。挡板或外壳应按适用的情况，符合附录 T 规定的机械强度试验。

4.4.3.10 合格判据

在试验期间和试验后：

——除 PS3 外，3 级能量源不得成为一般人员或受过培训的人员可触及的。和

——玻璃应：

- 未破碎或破裂；或
- 未抛射出质量超过 30 g 或在任何方向上尺寸超过 50 mm 的玻璃碎片；或
- 单独试验样品通过 T.10 的破碎试验。和

——所有其他安全防护应仍然有效。

4.4.4 用绝缘液体代替安全防护

如果绝缘液体代替空气构成安全防护：

——5.4.12 和 6.4.9 的要求适用于绝缘液体；和

——5.4.2 和 5.4.3 的要求适用于装有绝缘液体的设备和未装有绝缘液体的设备。

部分或全部绝缘液体损耗应被视为设备的一种异常工作条件。

如果在绝缘液体部分或全部损耗的情况下，对浸没在绝缘液体中的部件的供电中断，则 6.4.2～6.4.8的要求不适用于该浸没部件。这种断开系统的示例是符合附录 K 的浮地的开关系统。

注：本文件不包含对使用绝缘液体代替基本绝缘、附加绝缘或加强绝缘的要求。

4.4.5 安全联锁

除非另有规定，否则如果使用安全联锁作为安全防护以防止以下能量源对人员的危险，则安全联锁应符合附录 K：

——2 级或 3 级能量源对一般人员；或

——3 级能量源对受过培训的人员。

4.5 爆炸

4.5.1 基本要求

下列原因能引起爆炸：

——化学反应；

——密封容器的机械变形；

——迅速燃烧和分解，产生大量的热气体；

——高压；或

——高温。

注 1：根据能量释放的速率，爆炸可分为爆燃，爆破或压力爆裂。

注 2：超级电容器（例如，双层电容器）是一种高能量源，能因过充电和高温而引起爆炸。

涉及电池爆炸的要求，按附录 M。

4.5.2 要求

在正常工作条件和异常工作条件期间，不得发生爆炸。

如果在单一故障条件期间发生爆炸，则不得导致伤害并且设备应符合本文件的相关内容。

通过检查以及按 B.2、B.3 和 B.4 的规定进行试验来检验是否合格。

4.6 导体的固定

4.6.1 要求

导体的位移应不会使安全防护失效，例如使电气间隙或爬电距离减小到 5.4.2 和 5.4.3 的规定值以下。

导体的固定应是这样的，即使导体发生松动或松脱也不会使安全防护失效，例如使电气间隙或爬电距离减小到 5.4.2 和 5.4.3 的规定值以下。

以上这些要求是基于如下假设提出的：

——两个独立的固定点不会同时发生松动或松脱；和

——由配有自锁垫圈或其他锁定装置的螺钉或螺母固定的零部件不会松动或松脱。

注：弹簧垫片和类似装置可以提供令人满意的锁定。

4.6.2 合格判据

通过检查、测量以及有怀疑时，通过在最不利方向施加 T.2 的试验来检验是否合格。

示例：被认为满足要求的示例包括：

——导线及其连接端子上的紧缩固定套管（例如，热收缩管或橡胶套管）；

——焊接的导线，除了焊接以外在端接处附近固定就位；

——焊接的导线，在焊接前将导体通过一个不过分大的孔钩住固定；

——导线连接到螺钉端子上，并在压接端子附近进行附加固定，在多股导线的情况下，这种附加固定能将导体和绝缘同时夹紧；

——导线连接到螺钉端子上，并提供不可能松动的端接装置（例如压在导线上的环形接线耳），但要考虑这种端接装置的转动；或

——当端接螺钉松动时，仍能保持在位的短硬导体。

4.7 直接插入电网电源输出插座的设备

4.7.1 基本要求

带有要插入电网电源输出插座的一体化插销的设备不得对输出插座施加过大的力矩。维持插销在位的装置应能承受正常使用中插销可能承受的力。

4.7.2 要求

电网电源插头部分应符合电网电源插头的相关标准。

设备应按正常使用情况，插入到一个已固定好的制造商指定形状的输出插座上，该输出插座可以围绕位于插座插合面后面 8 mm 的距离处与平行于插合面的接触件中心线相交的水平轴线转动。

4.7.3 合格判据

通过检查和施加的力矩大小来检验是否合格。为了保持插合面处于垂直平面内而必须施加在输出插座上的附加力矩不得超过 0.25 N·m。保持输出插座本身处于垂直平面内的力矩不包括在内。

注 1：在澳大利亚和新西兰，是按照 AS/NZS 3112 来检验是否合格。

注 2：在英国，使用符合 BS 1363 要求的输出插座进行扭矩试验，插头部分需按 BS 1363 的相关条款进行评价。

4.8 包含纽扣电池的设备

4.8.1 基本要求

这些要求适用于以下设备，包括遥控装置：

——对儿童可能是可触及的；和

——包含直径等于或小于 32 mm 的纽扣电池。

这些要求不适用于：

——专业设备；

——放置在儿童不可能出现的地方使用的设备；或

——带有焊接在位的纽扣电池的设备。

4.8.2 指示性安全防护

包含一个或多个纽扣电池的设备应按照 F.5 提供指示性安全防护。

如果预定这些电池不会被更换或仅在破坏设备后这些电池才是可触及的，则不要求有指示性安全防护。

指示性安全防护的要素应如下：

——要素 1a：不适用；

——要素 2：“不要吞咽电池，化学灼伤危险”或类似文字；

——要素 3：以下文字或类似文字：

“本产品（同本产品一同提供的遥控装置）包含纽扣电池。如果吞食纽扣电池，在 2 h 内就可能

导致严重的内部灼伤并可能导致死亡。”；

——要素 4：以下文字或类似文字：

“让儿童远离新的和使用过的电池”。

“如果电池仓未安全闭合，停止使用该产品并使之远离儿童。”

“如果你认为电池可能已被吞食或放置在身体的任何部位内，立即寻求医疗救助。”

4.8.3 结构

带有电池仓门 盖的设备在设计时应使用如下之一的方法以降低儿童移开电池的可能性：

——需要使用工具，例如螺丝刀或硬币来打开电池仓，在这种情况下，应至少需要 0.5 N·m 的力矩并至少旋转 90°来打开电池仓；或

——电池仓门 盖需要至少施加两个独立并同步的动作才能手动打开。

4.8.4 试验

4.8.4.1 试验顺序

一个样品应承受 4.8.4.2～4.8.4.6 中适用的试验。如果适用，应先进行 4.8.4.2 的试验。

4.8.4.2 应力消除试验

如果电池仓是使用模压或注塑成型的热塑性材料，则对由完整设备构成的一个样品、或由完整外壳连同任何支撑框架一起构成的一个样品，按照 T.8 的应力消除试验进行试验。

试验期间，可以取出电池。

4.8.4.3 电池更换试验

对有电池仓门 盖的设备，电池仓应打开和关闭、取出电池然后放回电池仓 10 次，以模拟按照制造商的说明正常更换电池。

如果电池仓门/盖用一个或多个螺钉紧固，则使用适当的螺丝刀、扳手或钥匙，按表 37 施加持续线性力矩松开螺钉，然后拧紧螺钉。每次测试螺钉应完整的移出再插入。

4.8.4.4 跌落试验

质量小于或等于 7 kg 的便携式设备要按 T.7 承受 3 次跌落，从 1 m 的高度，以可能对电池仓产生最大力的位置跌落到水平表面上。

如果设备是遥控装置，应承受 10 次跌落。

4.8.4.5 冲击试验

电池仓门/盖应承受垂直于电池仓门/盖的方向的 3 次冲击，按 T.6 的试验方法进行，冲击力的大小为：

——0.5 J(高度为 102 mm±10 mm)，适用于观看用的眼镜，例如观看三维(3D)电视；或

——2 J(高度为 408 mm±10 mm)，适用于其他所有门/盖。

4.8.4.6 挤压试验

手持式遥控装置，只要能保持自支撑，则以能产生最不利结果的状态放置在固定的刚性支撑表面上。使用一个尺寸约为 100 mm×250 mm 的平面试具对处于稳定状态的遥控装置暴露在外的顶部和背部表面施加 330 N±5 N 的挤压力，持续时间 10 s。

4.8.5 合格判据

通过试验来检验是否合格。用符合图 V.1 的试验试具的直的无铰接试具，以最不利位置和最不利方向对电池仓门/盖施加 30 N±1 N 的力，持续 10 s。每次应只在一个方向施加力。

电池仓门/盖应保持其功能，并且：

——电池不得变成可触及；或

——使用图 20 的试验钩（材料为钢），用大约 20 N 的力，应不可能将电池从产品中取出。

单位为毫米

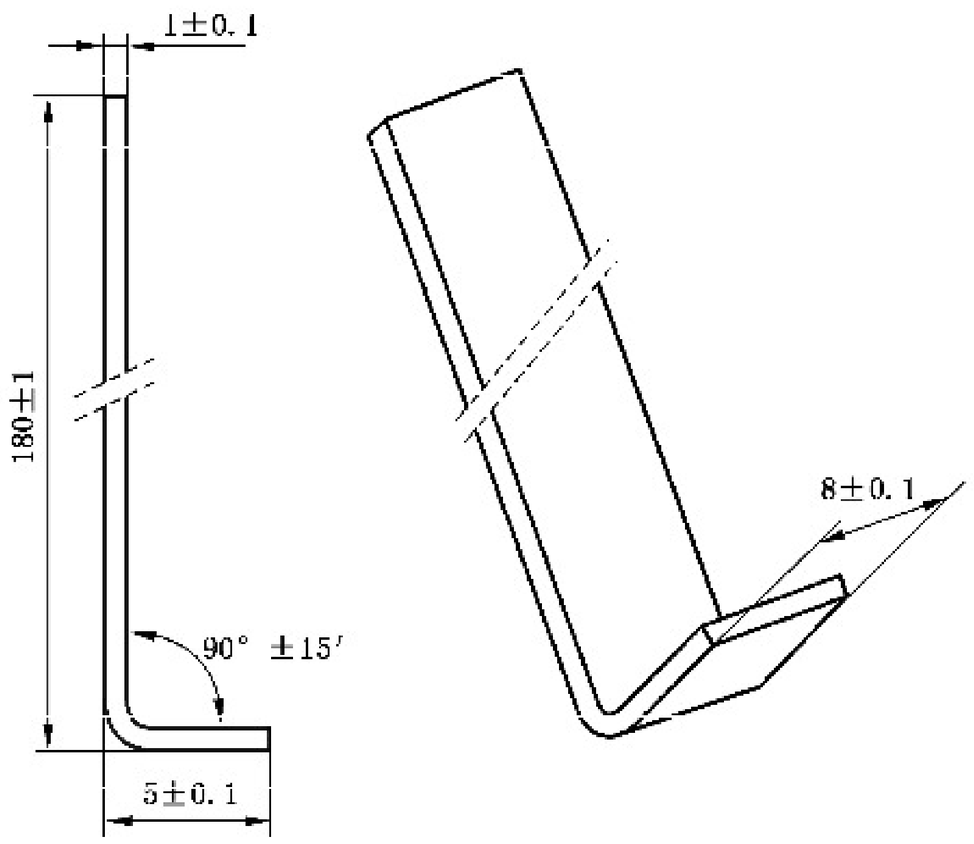


图 20 试验钩

4.9 由于导电物进入导致着火或电击的可能性

如果导电物从设备外部或从设备的其他部分进入会导致以下结果：

——跨接在 PS3 电路和 ES3 电路内，或

——跨接 ES3 电路和可触及的未接地导电零部件。

则位于 PS3 和 ES3 电路顶部和侧面的开孔应：

——处在距离地面 1.8 m 以上的位置；或

——符合附录 P。

通过检查或按照附录 P 来检验是否合格。

4.10 元器件要求

4.10.1 断开装置

与电网电源连接的设备应按照附录 L 提供断开装置。

4.10.2 开关和继电器

在 PS3 电路内或用作安全防护的开关和继电器应分别符合 G.1 或 G.2。

4.11 过流保护装置

对一次电路的过流、短路和接地故障进行保护的保护装置，应作为设备的一部分包含在设备中，除非满足故障条件下的所有要求。

如果B型可插式设备或永久性连接式设备依靠设备外的保护装置来进行保护，则应在设备的安装说明书中说明，并且对短路保护或过流保护，或者必要时对两者提出要求。

5 电引起的伤害

5.1 基本要求

为了减小由于电流通过人体引起的疼痛效应和伤害的可能性，设备应提供第5章规定的安全防护。

5.2 电能量源的分级和限值

5.2.1 电能量源的分级

5.2.1.1 ES1

ES1是1级电能量源，其电流或电压水平：

——在下述条件下不超过ES1限值：

- 正常工作条件下，和
- 异常工作条件下，和
- 不用做安全防护的元器件、装置或绝缘的单一故障条件下；和

——在基本安全防护或附加安全防护的单一故障条件下不超过ES2限值。

注：可触及性要求见5.3.1。

5.2.1.2 ES2

ES2是2级电能量源，满足下列条件：

——电压和电流都超过ES1限值，和

——在下述条件下，电压或电流不超过ES2限值：

- 正常工作条件下，和
- 异常工作条件下，和
- 单一故障条件下。

注：可触及性要求见5.3.1。

5.2.1.3 ES3

ES3是3级电能量源，其电压和电流都超过ES2限值。

5.2.2 电能量源ES1和ES2的限值

5.2.2.1 基本要求

5.2.2规定的限值是相对于地或相对于可触及零部件的限值。

如果电压低于电压限值，则对电流没有限值要求。同样，如果电流低于电流限值，则对电压没有限值要求，见图21。

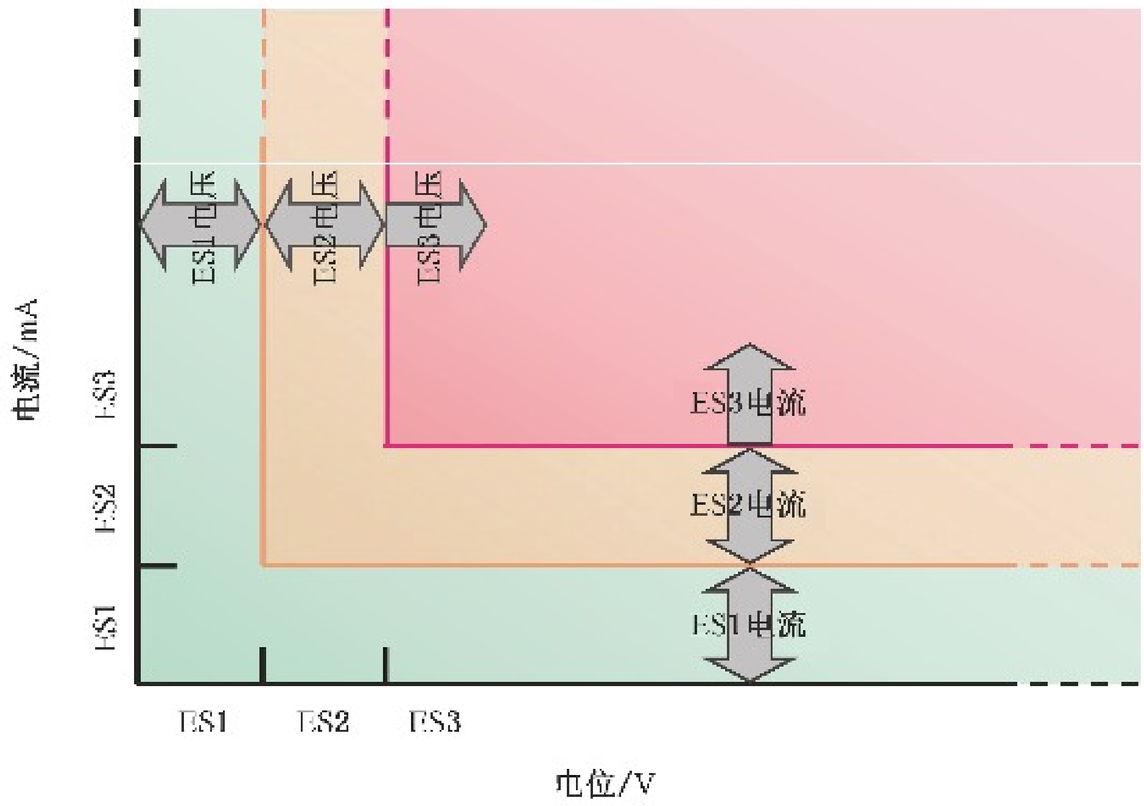


图 21　ES 电压和电流限值示意图

5.2.2.2　稳态电压和电流的限值

电能量源的分级是由正常工作条件下、异常工作条件下和单一故障条件下的电压和电流来确定的(见表 4)。

该电压值和电流值是电能量源能传送的最大值。当电压值或电流值持续时间等于或大于 2 s 时认为达到稳态,否则按适用情况,采用 5.2.2.3、5.2.2.4 或 5.2.2.5 的限值。

注:在丹麦,如果接触电流超过 3.5 mA a.c.或 10 mA d.c.的限值时,需要有大接触电流的警告(标识安全防护)。

表 4　稳态 ES1 和 ES2 电能量源的限值

能量源	ES1 限值		ES2 限值		ES3
	电压	电流[a,c,d]	电压	电流[b,c,e]	
DC[c]	60 V	2 mA	120 V	25 mA	≥ES2
AC≤1 kHz	30 V(有效值) 42.4 V(峰值)	0.5 mA(有效值) 0.707 mA(峰值)	50 V(有效值) 70.7 V(峰值)	5 mA(有效值) 7.07 mA(峰值)	
AC >1 kHz~ ≤100 kHz	30 V(有效值) $+0.4\ f$ 42.4V(峰值) $+0.4\sqrt{2}\ f$		50 V(有效值) $+0.9\ f$ 70.7 V(峰值) $+0.9\sqrt{2}\ f$		
AC >100 kHz	70 V(有效值) 99 V(峰值)		140 V(有效值) 198 V(峰值)		
合成 AC 和 DC	$\frac{U_{DC}(\mathrm{V})}{60}+\frac{U_{ACRMS}(\mathrm{V})}{U_{RMSlimit}}\leqslant 1$ $\frac{U_{DC}(\mathrm{V})}{60}+\frac{U_{ACpeak}(\mathrm{V})}{U_{peaklimit}}\leqslant 1$	$\frac{I_{DC}(\mathrm{mA})}{2}+\frac{I_{ACRMS}(\mathrm{mA})}{0.5}\leqslant 1$ $\frac{I_{DC}(\mathrm{mA})}{2}+\frac{I_{ACpeak}(\mathrm{mA})}{0.707}\leqslant 1$	按图 23	按图 22	

表 4　稳态 ES1 和 ES2 电能量源的限值(续)

能量源	ES1 限值		ES2 限值		ES3
	电压	电流[a,c,d]	电压	电流[b,c,e]	
作为以上要求的替代,对纯正弦波形可以使用以下数值。					
能量源	ES1 限值		ES2 限值		ES3
	电流[c] (有效值)		电流[c] (有效值)		
AC≤1 kHz	0.5 mA		5 mA		>ES2
AC >1kHz~ ≤100 kHz	0.5 mA×f[d]		5 mA+0.95f[e]		
AC >100 kHz	50 mA[d]		100 mA[e]		
f 的单位是千赫兹(kHz) 对非正弦的电压和电流应使用峰值。仅对正弦电压和电流使用有效值 预期接触电压和接触电流的测量见 5.7					

[a] 使用 IEC 60990:2016 中图 4 规定的测量网络测量电流。

[b] 使用 IEC 60990:2016 中图 5 规定的测量网络测量电流。

[c] 对正弦和直流波形,可以使用 2 000 Ω 电阻来测量电流。

[d] 22 kHz 以上,可触及区域限制在 1 cm^2。

[e] 36 kHz 以上,可触及区域限制在 1 cm^2。

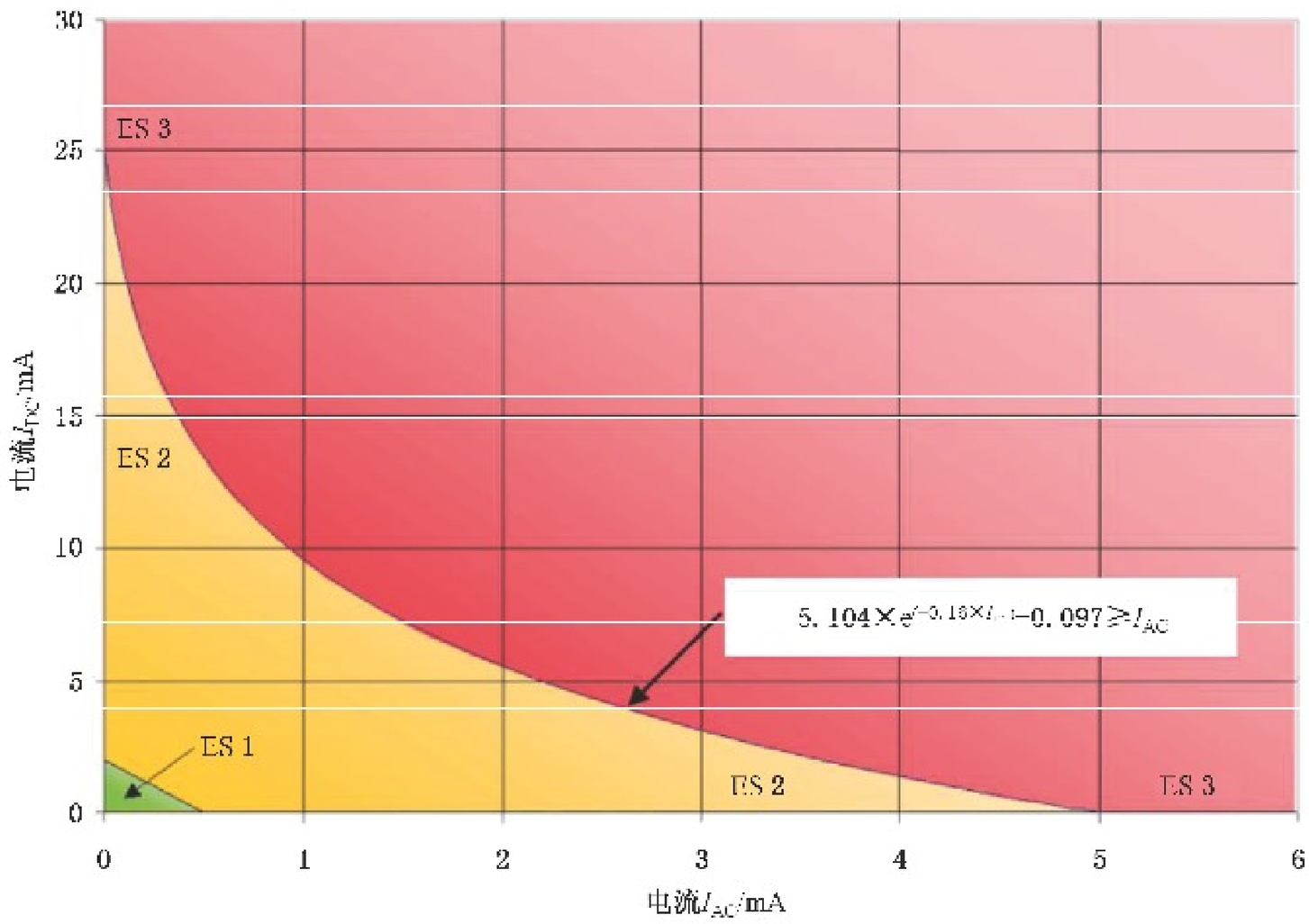


图 22　合成的交流电流和直流电流的最大值

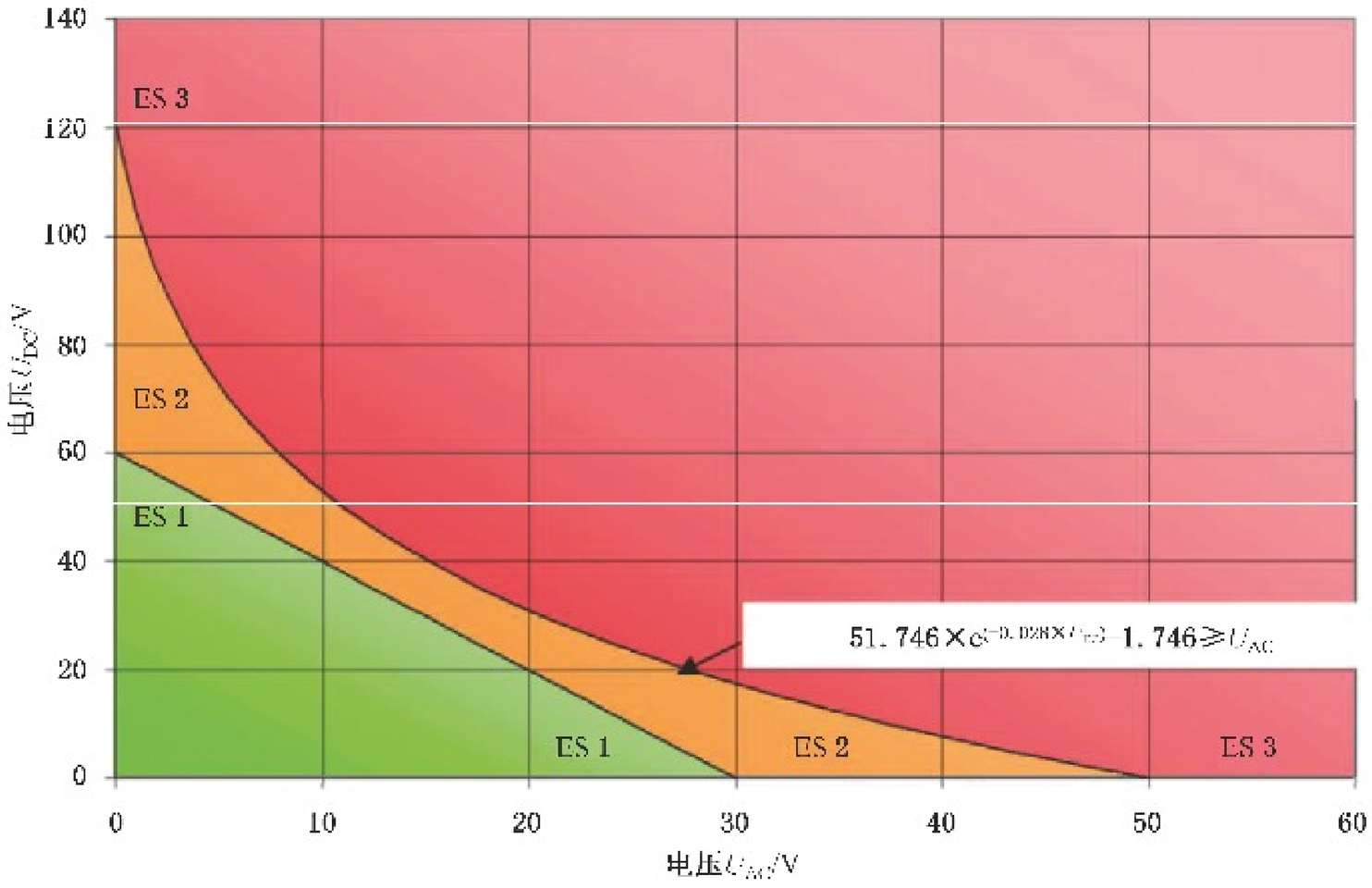


图 23　合成的交流电压和直流电压的最大值

5.2.2.3　电容量限值

如果电能量源是一个电容器，则要根据其充电电压和电容量来划分该能量源的级别。电容量是电容器的电容量额定值加规定的容差。

对各种电容量值，ES1 和 ES2 限值在表 5 中列出。

注 1：ES2 对应的电容量值取自 IEC/TS 61201:2007 中表 A.2。

注 2：ES1 对应的电容量值是将 IEC/TS 61201:2007 中表 A.2 的数值除以 2 计算得到的。

表 5　充电的电容器的电能量源限值

C/nF	ES1 U_{peak}/V	ES2 U_{peak}/V	ES3 U_{peak}/V
300 或更大	60	120	>ES2
170	75	150	
91	100	200	
61	125	250	
41	150	300	
28	200	400	
18	250	500	
12	350	700	
8.0	500	1 000	
4.0	1 000	2 000	
1.6	2 500	5 000	
0.8	5 000	10 000	
0.4	10 000	20 000	
0.2	20 000	40 000	
0.133 或更小	30 000	60 000	
允许在最近的两点之间使用线性内插法			

5.2.2.4 单个脉冲限值

如果电能量源是单个脉冲，则要根据其电压和持续时间，或根据其电流和持续时间来划分该电能量源级别。电压和电流的限值在表 6 和表 7 中给出。如果电压超过限值，则电流不得超过限值。如果电流超过限值，则电压不得超过限值。电流要按 5.7 的规定测量。对于重复脉冲，见 5.2.2.5。

脉冲持续时间不超过 10 ms，要采用 10 ms 对应的电压和电流限值。

如果在 3 s 周期内检测到 1 个以上的脉冲，则该电能量源按重复脉冲对待，适用 5.2.2.5 的限值。

注 1：根据 GB T 13870.1—2008 中图 22 和表 10 计算脉冲限值。

注 2：这些单个脉冲不包括瞬态脉冲。

注 3：电压或电流超过 ES1 限值时的持续时间认为是脉冲持续时间。

表 6　单个脉冲的电压限值

脉冲持续时间/ms 小于或等于	电能量源等级		
	ES1 U_{peak}/V	ES2 U_{peak} V	ES3 U_{peak}/V
10	60	196	>ES2
20		178	
50		150	
80		135	
100		129	
200 及更长		120	
如果脉冲持续时间处在任意两行的数值之间，则应使用较低的 ES2 的 U_{peak} 值，或者可以在任意相邻两行之间使用线性内插法，并将计算所得的峰值电压值向下取整到最接近的电压值 如果 ES2 的峰值电压处在任意两行的数值之间，则可以使用较短的脉冲持续时间值，或者可以在任意相邻两行之间使用线性内插法，并将计算所得的脉冲持续时间向下取整到最接近的毫秒值			

表 7　单个脉冲的电流限值

脉冲持续时间/ms 小于或等于	电能量源等级		
	ES1 I_{peak}/mA	ES2 I_{peak} mA	ES3 I_{peak}/mA
10	2	200	>ES2
20		153	
50		107	
100		81	
200		62	
500		43	
1 000		33	
2 000 及更长		25	
如果脉冲持续时间处在任意两行的数值之间，则应使用较低的 ES2 的 I_{peak} 值，或者可以在任意相邻两行之间使用线性内插法，并将计算所得的峰值电流值向下取整到最接近的毫安值 如果 ES2 的峰值电流处在任意两行的数值之间，则应使用较短的脉冲持续时间值，或者可以在任意相邻两行之间使用线性内插法，并将计算所得的脉冲持续时间向下取整到最接近的毫秒值			

5.2.2.5 重复脉冲的限值

除了附录 H 包括的脉冲外，重复脉冲的电能量源级别要根据可提供的电压或可提供的电流来确定。如果电压超过限值，则电流不得超过限值。如果电流超过限值，则电压不得超过限值。电流要按5.7的规定测量。

对脉冲间隔时间小于 3 s 的脉冲适用 5.2.2.2 的峰值限值。对更长间隔时间的脉冲适用 5.2.2.4 的限值。

5.2.2.6 振铃信号

如果电能量源是附录 H 规定的模拟电话网络的振铃信号，则认为该能量源级别是 ES2。

5.2.2.7 音频信号

对音频信号的电能量源，在 E.1 中规定了限值。

5.3 电能量源的防护

5.3.1 基本要求

除了以下给出的要求外，对一般人员、受过培训的人员和熟练技术人员可触及的零部件的保护要求在 4.3 中给出。

产生可触及 ES1 或 ES2 电路的 ES2 或 ES3 电路，应采用双重安全防护或加强安全防护与 ES3 电网电源隔离。此外，以下要求适用：

——在 ES2 ES3 和可触及 ES1 之间的电路的单一故障条件下，电流或电压水平不得超过 ES1 限值；

——在 ES2 ES3 和可触及 ES2 之间的电路的单一故障条件下，电流或电压水平不得超过 ES2 限值。

注：这种结构的示例是开关型电源的绝缘(次级)电路中有多个元器件的整流器。

ES3 的裸露导体的安置或防护应使得熟练技术人员在维修操作期间不可能无意接触到这类导体(见图 19)。

对可以馈电到输入交流端的电池后备电源，见 5.8。

5.3.2 电能量源的可触及性和安全防护

5.3.2.1 要求

对一般人员，下列部分应是不可触及的：

——ES2 的裸露零部件，但连接器的插针除外。然而，这种插针在正常工作条件下，用图 V.3 的钝头试具应是不可触及的；和

——ES3 的裸露零部件；和

——ES3 的基本安全防护。

在预定的室外场所，对一般人员可触及的室外设备，其以下裸露部件应是不可触及的：

——正常工作条件下、异常工作条件下和不用作安全防护的元器件、装置或绝缘的单一故障条件下，超过 0.5 倍 ES1 电压限值的裸露部件；和

——在基本安全防护或附加安全防护的单一故障条件下超过 ES1 电压限值的裸露部件(见 5.2.1.1)。

对受过培训的人员，下列部分应是不可触及的：

——ES3 的裸露零部件；和

——ES3 的基本安全防护。

5.3.2.2 接触要求

当 ES3 电压不超过 420 V 峰值时，附录 V 的适用的试具不得接触到裸露的内部导电零部件。

当 ES3 电压大于 420 V 峰值时，附录 V 的适用的试具不得接触到裸露的内部导电零部件，而且距离该零部件应有一段空气间隙(见图 24)。

该空气间隙应符合下列两个要求之一：

a) 按 5.4.9.1 通过抗电强度试验，试验电压(直流或交流峰值)等于表 26 中工作电压的峰值对应的基本绝缘试验电压；或

b) 具有符合表 8 的最小距离。

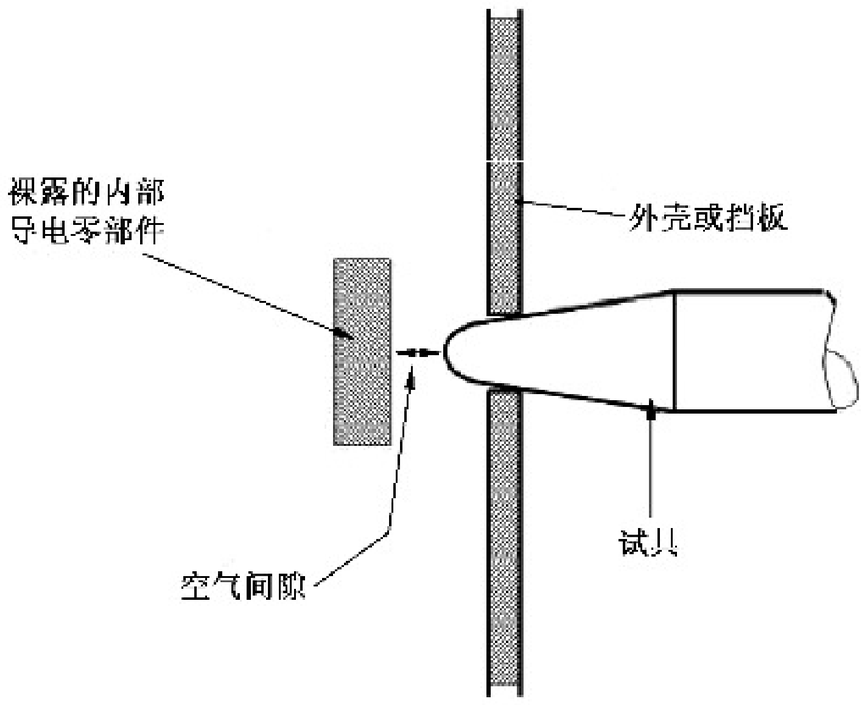


图 24 裸露的内部导电零部件的接触要求

表 8 最小空气间隙距离

电压(峰值或直流)/V 小于或等于	空气间隙距离 mm	
	污染等级	
	2	3
>420～≤1 000	0.2	0.8
1 200	0.25	
1 500	0.5	
2 000	1.0	
2 500	1.5	
3 000	2.0	
4 000	3.0	
5 000	4.0	
6 000	5.5	
8 000	8.0	
10 000	11	

表 8　最小空气间隙距离（续）

电压(峰值或直流)/V 小于或等于	空气间隙距离 mm	
	污染等级	
	2	3
12 000	14	
15 000	18	
20 000	25	
25 000	33	
30 000	40	
40 000	60	
50 000	75	
60 000	90	
80 000	130	
100 000	170	
允许在最接近的两点之间使用线性内插法，计算得出的最小空气间隙距离进位到小数点后一位，或下一行的数值，取其中较小者 对预定在海拔 2 000 m～5 000 m 使用的设备，表中的数值乘以对应海拔 5 000 m 的倍增系数		

5.3.2.3　合格判据

通过 T.3 的试验来检验是否合格。

此外，对电压高于 420V 峰值的裸露的 ES3 的零部件，通过距离测量或通过抗电强度试验来检验是否合格。

对符合其各自的国家标准、行业标准或 IEC 标准的元器件和组件，在将这样的元器件和组件用于最终产品时，不需要进行试验。

5.3.2.4　连接剥去绝缘的导线的端子

使用剥去绝缘的导线和预定由以下人员使用的端子进行连接时：

——由一般人员使用的端子，应不会导致接触 ES2 或 ES3；

——由受过培训的人员使用的端子，应不会导致接触 ES3。

对音频信号电压，ES2 和 ES3 的电压值见表 E.1。提供了表 E.1 中的一种安全防护的音频信号端子的部件，不需要试验。

通过对每个接线端子的孔洞及距离该端子 25 mm 范围内的任何其他孔洞进行 V.1.6 的试验来检验是否合格。试验期间，伸入端子或孔洞的探头不得有任何部分能接触到 ES2 或 ES3。

5.4　绝缘材料和要求

5.4.1　基本要求

5.4.1.1　绝缘

绝缘由绝缘材料、电气间隙、爬电距离和固体绝缘构成，提供安全防护功能。绝缘被指定为基本绝缘、附加绝缘、双重绝缘或加强绝缘。

5.4.1.2 绝缘材料的特性

绝缘材料的选择和应用应符合第5章和附录T规定的需要的电气强度、机械强度、尺寸、工作电压的频率和工作环境的其他特性(温度、压力、湿度和污染)。

绝缘材料不得是吸湿材料,通过5.4.1.3来确定。

5.4.1.3 合格判据

通过检查和必要时对材料数据评估来检验是否合格。

如果材料数据不能证明该材料是非吸湿的材料,则必要时,通过对使用上述绝缘的元器件或组件进行5.4.8的湿热处理来确定该材料的吸湿性。湿热处理后绝缘还在湿热箱内时或者在能使样品达到规定温度的房间内承受5.4.9.1规定的抗电强度试验。

5.4.1.4 材料、元器件和系统的最高工作温度

5.4.1.4.1 要求

在正常工作条件下,绝缘材料的温度不得超过表9规定的EIS限值,包括元器件的绝缘材料限值,或绝缘系统的最高温度限值。

最高温度小于或等于100℃时,不要求声明绝缘系统。认为未声明的EIS是105(A)级。

5.4.1.4.2 试验方法

绝缘材料温度按B.1.5的规定进行测量。

设备或设备的零部件要在正常工作条件下(见B.2),按下列规定进行工作:

——对连续工作的,直到建立稳定状态;和

——对间歇工作的,使用额定“通”和“断”的周期,直到建立稳定状态;和

——对短时工作的,持续到制造商规定的工作时间。

如果对元器件或零部件施加适用于最终产品的试验条件,则该元器件和其他零部件可以和最终产品分开进行试验。

对预定嵌装或机架安装的,或者预定组装在较大设备内的设备,要在安装说明书规定的最不利的实际条件或模拟条件下进行试验。

5.4.1.4.3 合格判据

电气绝缘材料或EIS的温度不得超过表9的限值。

对单一的绝缘材料,如果材料制造商声明该材料的相关温度指标信息适合作为适当的绝缘等级,则可以使用该声明的信息。

对EIS,如果制造商指明的可获得的EIS耐热等级数据适合作为适当的绝缘等级,则可以使用该数据。

耐热性分级高于105(A)级时,EIS应符合GB/T 11021的要求。

表 9　材料、元器件和系统的温度限值

零部件		最高温度 T_{max} ℃
绝缘，包括绕组绝缘	105(A)级材料或 EIS	100[a]
	120(E)级材料或 EIS	115[a]
	130(B)级材料或 EIS	120[a]
	155(F)级材料或 EIS	140[a]
	180(H)级材料或 EIS	165[a]
	200(N)级材料或 EIS	180[a]
	220(R)级材料或 EIS	200[a]
	250 级材料或 EIS	225[a]
内部和外部配线，包括电源软线的绝缘： ——无温度标志的 ——有温度标志的		 70 标在导线或线轴上的温度，或制造商规定的额定值
其他热塑性绝缘		见 5.4.1.10
元器件		也见附录 G 和 4.1.2
这些温度等级与 GB/T 11021 规定的电气绝缘材料和 EIS 的温度等级相协调。括号中给出了规定的字母代号 对每一种材料，应对该种材料对应的数据予以考虑，以便确定适宜的最高温度		
[a] 如果用热电偶来测定绕组的温度，则除了下列情况外，这些温度值要减小 10 K： ——电动机，或 ——有埋入式热电偶的绕组。		

5.4.1.5　污染等级

5.4.1.5.1　基本要求

以下给出了本文件所包括的设备的工作或微环境的不同污染等级。

污染等级 1

没有污染或仅有干燥的、非导电性污染出现。这种污染没有影响。

注 1：在设备内部，采取密封来隔绝灰尘和潮气的元器件或组件就是污染等级 1 的例子。

污染等级 2

仅有非导电性污染出现，只是预计偶尔会由于凝露而引起暂时性导电。

注 2：污染等级 2 通常适用于本文件范围所包括的设备。

污染等级 3

有导电性污染出现，或有干燥的非导电性污染出现，预计会由于凝露而变成导电。

5.4.1.5.2　对污染等级 1 环境和绝缘化合物的试验

一个样品按 5.4.1.5.3 的顺序进行热循环试验。

允许样品冷却到室温，然后承受 5.4.8 的湿热处理。

如果进行试验是为了验证绝缘化合物是否按 5.4.4.3 的要求构成固体绝缘，则湿热处理后立即进行 5.4.9.1 的抗电强度试验。

对印制板，通过外部目视检查来检验是否合格。应没有影响满足污染等级 1 的要求的爬电距离的分层。

除印制板外，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、缝隙或裂缝。

5.4.1.5.3 热循环试验程序

元器件或组件的样品承受下列顺序的试验。样品承受下列顺序的热循环 10 次：

68 h　　($T_1 \pm 2$)℃

1 h　　(25±2)℃

2 h　　(0±2)℃

≥1 h　　(25±2)℃

$T_1 = T_2 + T_{ma} - T_{amb} + 10$ K，或 85 ℃，取其较高者。但是，如果温度是通过埋入式热电偶或电阻法测得的，则不加 10 K 的差值。

T_2 是在 5.4.1.4 的试验期间测得的零部件的温度。

T_{ma} 和 T_{amb} 的意义在 B.2.6.1 中给出。

从一个温度过渡到另一个温度所需的时间不做规定，但是允许温度的过渡是渐变的。

5.4.1.6 具有不同尺寸的变压器的绝缘

如果变压器的绝缘沿绕组长度具有不同的工作电压，则电气间隙、爬电距离和绝缘穿透距离在对应的结构中可以有所不同。

注：这种结构的示例如 30 kV 绕组，由多个骨架串联连接组成，并在一端接地或接到一个公共端上。

5.4.1.7 产生启动脉冲的电路的绝缘

对产生超过 ES1 的启动脉冲的电路(例如，点燃放电灯的电路)，基本绝缘、附加绝缘和加强绝缘的要求适用于爬电距离和绝缘穿透距离。

注 1：对上述情况的工作电压，见 5.4.1.8.1i)。

注 2：如果启动脉冲是交流波形，则连接交流波形的峰值来确定脉冲宽度。

电气间隙由以下之一的方法来确定：

——按照 5.4.2 确定最小电气间隙；或

——进行以下之一的抗电强度试验，试验时将启动脉冲电路(例如，灯)的连接端子短接在一起：

- 5.4.9.1 给出的试验；或
- 施加 30 个由外部脉冲发生器产生的、幅值等于 5.4.9.1 要求的试验电压的脉冲。脉冲宽度应等于或大于内部产生的启动脉冲的宽度。

通过检查或试验来检验是否合格。试验期间，绝缘不得出现击穿或闪络。

5.4.1.8 工作电压的确定

5.4.1.8.1 基本要求

在确定工作电压时，下列所有要求均适用。

a) 未接地的可触及导电零部件假定其是接地的。

b) 如果变压器的绕组或其他零部件不与建立了对地电位的电路相连，则假定该变压器的绕组或其他零部件是在某一点接地，由于这一点接地而获得最高工作电压。

c) 除非 5.4.1.6 有规定，对变压器两个绕组之间的绝缘，在考虑到输入绕组将连接的电压后，该两个绕组的任意两点之间的最高电压就是工作电压。

d) 除非 5.4.1.6 有规定，对变压器绕组和另一个零部件之间的绝缘，该绕组任意一点和该零部件

之间的最高电压就是工作电压。

e) 如果使用双重绝缘，要假定附加绝缘为短路来确定基本绝缘的工作电压，反之亦然。对变压器绕组之间的双重绝缘，应假定有这样一点发生短路，由于这一点短路而在其他绝缘上产生最高工作电压。

f) 通过测量确定工作电压时，给设备供电的输入电压应为额定电压，或额定电压范围内能产生最高测量值的电压。

g) 由电网电源供电的电路中的任意一点和以下部位之间的工作电压：

——与地连接的任意一个零部件，和

——与电网电源隔离的电路中的任意一点。

应取下列电压的较大者：

——额定电压或额定电压范围的上限电压，和

——测得的电压。

h) 在确定 ES1 或 ES2 外部电路的工作电压时，应对其正常运行电压予以考虑。如果其正常运行电压是未知的，则工作电压应按适用的情况，认为是 ES1 或 ES2 的上限值。就确定工作电压而言，不考虑短时信号(例如，电话振铃)。

i) 对产生启动脉冲的电路(例如，放电灯，见 5.4.1.7)，工作电压是灯已连接但未点燃时的脉冲峰值电压。用来确定最小电气间隙的工作电压的频率应认为低于 30 kHz。用来确定最小爬电距离的工作电压是灯点燃后测得的电压。

5.4.1.8.2 有效值工作电压

在确定有效值工作电压时，不考虑短时情况(例如，外部电路的电话韵律振铃信号)和非重复性瞬态值(例如，由大气干扰引起的)。

注：爬电距离是根据有效值工作电压来确定的。

5.4.1.9 绝缘表面

就确定电气间隙、爬电距离和绝缘穿透距离而言，认为可触及绝缘表面覆盖有一层薄金属箔(见图 O.13)。

5.4.1.10 直接安装导电金属零部件的热塑性零部件

5.4.1.10.1 要求

如果塑料软化会导致安全防护失效，则直接安装导电金属零部件的热塑性零部件应能充分耐热。

通过检查材料制造商的维卡或球压试验数据来检验是否合格。如果不能提供试验数据，则要通过 5.4.1.10.2 的维卡试验或 5.4.1.10.3 的球压试验来检验是否合格。

5.4.1.10.2 维卡试验

在按 B.2 规定的正常工作条件期间测得的温度，应低于 GB/T 1633 中维卡试验 B50 法规定的维卡软化温度至少 15 K。

在 B.3 规定的异常工作条件期间测得的温度，应低于维卡软化温度。

支撑由电网电源供电的电路中的零部件的非金属零部件，其维卡软化温度不得低于 125 ℃。

5.4.1.10.3 球压试验

通过对零部件按 GB/T 5169.21 的规定进行球压试验来检验是否合格。试验在温度为($T-T_{amb}+$

T_{ma} +15 ℃)±2 ℃的加热箱内进行(T、T_{ma}和T_{amb}的含义见B.2.6.1)。但是,支撑由电网电源供电的电路中的零部件的热塑性零部件要在至少125 ℃的温度下进行试验。

试验后,尺寸d(压痕的直径)不得超过2 mm。

如果根据对材料物理特性的检查清楚地表明,该材料能满足本试验的要求,则不进行本试验。

5.4.2 电气间隙

5.4.2.1 基本要求

电气间隙的尺寸应使得由于以下原因造成击穿的可能性降低:

——暂态过电压;和

——可能进入设备的瞬态电压;和

——设备内产生的重复性峰值电压和其相关频率。

所有要求的电气间隙和试验电压适用于海拔2 000 m及以下。对更高的海拔,在线性内插后适用5.4.2.5的倍增系数,然后再进位以及应用表10、表11、表14和表15中规定的任何其他倍增系数。

注:对安全联锁触点间的空气间隙,见附录K。对断开装置触点间的空气间隙,见附录L。对元器件触点间的空气间隙,见附录G。对连接器,见G.4.1。

对扬声器的音圈及其邻近处的导电零部件,除非制造商另有规定,并通过措施能确保所有正常工作模式期间的最小电气间隙,否则认为它们是导电连接的。

为了确定电气间隙,应使用以下两种程序中的最高值:

——程序1:按照5.4.2.2确定电气间隙;

——程序2:按照5.4.2.3确定电气间隙。或者,可以按照5.4.2.4的抗电强度试验确定电气间隙是否足够,此时电气间隙应至少保持按照程序1确定的值。

作为替代,对过电压类别Ⅱ,可以按照附录X确定与不超过420 V峰值(300 V有效值)的交流电网电源连接的电路中的电气间隙。

5.4.2.2 确定电气间隙的程序1

为了确定用于表10和表11的电压,要按适用情况,使用以下电压的最高值:

——跨在电气间隙上的工作电压的峰值;

——跨在电气间隙上的重复性峰值电压(如果有);

——与交流电网电源连接的电路:暂态过电压。如果标称交流电网电源系统电压不超过250 V,则认为暂态过电压值是2 000 V峰值,如果标称电网电源系统电压超过250 V但不超过600 V,则认为暂态过电压值是2 500 V峰值。

或者,由制造商选择,可以按照GB/T 16935.1—2008的5.3.3.2.3确定暂态过电压值。在这种情况下,GB/T 16935.1—2008的5.3.3.2.3中所述的"固体绝缘"用"电气间隙"代替。另外,用短期暂时过电压值U_n+1 200 V作为表10中使用的电压。

注:U_n是中线接地的供电系统中相线到中线的标称电压。

应按以下方法使用上述电压确定电气间隙:

——对基频不超过30 kHz的电路,按表10确定电气间隙值;或

——对基频高于30 kHz的电路,按表11确定电气间隙值;或

——电路中既存在高于30 kHz的频率,也有低于30 kHz的频率,则选表10和表11中电气间隙值的最高值。

表 10　电压频率不超过 30 kHz 对应的最小电气间隙

电压(峰值)/V 小于或等于	基本绝缘或附加绝缘 mm			加强绝缘 mm		
	污染等级			污染等级		
	1[a]	2	3	1[a]	2	3
330	0.01	0.2	0.8	0.02	0.4	1.5
400	0.02			0.04		
500	0.04			0.08		
600	0.06			0.12		
800	0.13			0.26		
1 000	0.26	0.26		0.52	0.52	
1 200	0.42			0.84		
1 500	0.76			1.52		1.6
2 000	1.27			2.54		
2 500	1.8			3.6		
3 000	2.4			4.8		
4 000	3.8			7.6		
5 000	5.7			11.0		
6 000	7.9			15.8		
8 000	11.0			20		
10 000	15.2			27		
12 000	19			33		
15 000	25			42		
20 000	34			59		
25 000	44			77		
30 000	55			95		
40 000	77			131		
50 000	100			175		
60 000	120			219		
80 000	175			307		
100 000	230			395		

允许在最接近的两点间使用线性内插法，计算得到的最小电气间隙按指定的增量进位。对数值：

——不超过 0.5 mm，指定的增量是 0.01 mm；和

——超过 0.5 mm，指定的增量是 0.1 mm

[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。

表 11　电压频率超过 30 kHz 对应的最小电气间隙

电压(峰值)/V 小于或等于	基本绝缘或附加绝缘 mm	加强绝缘 mm
600	0.07	0.14
800	0.22	0.44
1 000	0.6	1.2
1 200	1.68	3.36
1 400	2.82	5.64
1 600	4.8	9.6
1 800	8.04	16.08
2 000	13.2	26.4
允许在最接近的两点间使用线性内插法,计算得到的最小电气间隙按指定的增量进位。对数值: ——不超过 0.5 mm,指定的增量是 0.01 mm;和 ——超过 0.5 mm,指定的增量是 0.1 mm 对污染等级 1,使用倍增系数 0.8 对污染等级 3,使用倍增系数 1.4		

5.4.2.3　确定电气间隙的程序 2

5.4.2.3.1　基本要求

承受来自电网电源或外部电路的瞬态电压的电气间隙的尺寸要根据对该电气间隙的要求的耐压来确定。

应使用下述步骤来确定电气间隙:

——按 5.4.2.3.2 确定瞬态电压;和

——按 5.4.2.3.3 确定要求的耐压;和

——按 5.4.2.3.4 确定最小电气间隙。

5.4.2.3.2　确定瞬态电压

5.4.2.3.2.1　基本要求

可以基于来源确定瞬态电压,或按照 5.4.2.3.2.5 测量瞬态电压。

如果不同的瞬态电压影响同一个电气间隙,则使用最大的电压,而不是把电压值相加。

与电网电源连接的室外设备应与预期安装场所的最高过电压类别相适应。

应对下述情况予以考虑:

——室外设备供电电源的预期故障电流可能高于室内设备,见 GB/T 16895.5;和

——对室外设备的电网电源瞬态电压可能高于室内设备。

室外设备内部用于降低电网电源瞬态电压或预期故障电流的元器件应符合 GB/T 18802(所有部分)的要求。

注 1:室外设备的过电压类别通常被认为是下述情况之一:

——如果通过普通的建筑设施布线供电,过电压类别为Ⅱ类;

——如果直接从电网电源分配系统供电,过电压类别为Ⅲ类;

——如果位于或接近于电力装置源，过电压类别为Ⅳ类。

注 2：关于过电压保护的进一步信息，见 GB/T 16895.22。

通过对设备和安装说明书进行检查，以及必要时通过进行 GB T 18802(所有部分)中适当的元器件试验来检验是否合格。

5.4.2.3.2.2 交流电网电源瞬态电压的确定

对由交流电网电源供电的设备，电网电源瞬态电压值取决于过电压类别和交流电网电源电压，如表 12 所示。通常，预定要与交流电网电源连接的设备的电气间隙应按Ⅱ类过电压来设计。

注：确定过电压类别的进一步指南见附录 I。

对安装后可能要承受超过设计的过电压类别所对应的瞬态电压值的设备，需要在设备的外部提供附加的保护。在这种情况下，安装说明书应说明需要这种外部保护。

表 12 电网电源瞬态电压

交流电网电源电压[a]（有效值）/V 小于或等于	电网电源瞬态电压[b]（峰值）/V			
	过电压类别			
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
50	330	500	800	1 500
100[c]	500	800	1 500	2 500
150[d]	800	1 500	2 500	4 000
300[e]	1 500	2 500	4 000	6 000
600[f]	2 500	4 000	6 000	8 000

[a] 设计预定与没有中线的三相三线制电源连接的设备，交流电网电源电压是指相线对相线的电压。对所有其他有中线的情况，交流电网电源电压是相线对中线的电压。

[b] 电网电源瞬态电压始终是表中的一个值，不允许使用内插法。

[c] 在日本，标称交流电网电源电压为 100 V，电网电源瞬态电压值由适用于标称交流电网电源电压 150 V 的栏确定。

[d] 包括 120 208 V 和 120 240 V。

[e] 包括 230/400 V 和 277/480 V。

[f] 包括 400/690 V。

5.4.2.3.2.3 直流电网电源瞬态电压的确定

如果接地的直流电源分配系统完全处在一个单独的建筑物中，则瞬态电压按下列规定来选择：

——如果直流电源分配系统是单点接地，则假定瞬态电压是 500 V(峰值)；或

注：与保护接地的连接可以在直流电源分配系统的电源端，也可以在设备端，或同时在这两端都连接(见 ITU-T K.27)。

——如果与直流电源分配系统配套的电缆的长度小于 4 m，或电缆完全安装在不间断的金属导管内，则假定瞬态电压是 150 V(峰值)。

如果直流电源分配系统不接地或不在同一个建筑物内，则对地的瞬态电压应假定等于给该直流电源供电的电网电源的电网电源瞬态电压。

如果直流电源分配系统不在同一个建筑物内，并且在结构配置上使用类似对外部电路的安装和保护技术，则应使用 5.4.2.3.2.4 的相关分类来确定瞬态电压。

如果设备由专用电池供电，该电池在不从设备中取出的情况下不能由电网电源充电，则不需要考虑

瞬态电压。

在确定直流电网电源电压时，应对直流电网电源的安装和电源予以考虑。如果这些是未知的，则认为对室外设备供电的直流电网电源的直流瞬态电压是 1.5 kV。

如果直流电源分配系统不在同一个建筑物内，则制造商应在安装说明书中声明直流电网电源的电网电源瞬态电压。

5.4.2.3.2.4 外部电路瞬态电压的确定

应使用表 13 来确定可能在外部电路上产生的瞬态电压的适用值。如果表中有一种以上的配置或条件适用，则采用最高的瞬态电压值。如果振铃或其他间歇信号的电压小于外部电路瞬态电压值，则不得考虑这种信号。

如果瞬态电压小于短时信号（例如电话振铃信号）的峰值电压，则应使用短时信号的峰值电压作为瞬态电压。

如果已知外部电路瞬态电压比表 13 中的值高，则应使用已知的电压值。

注 1：澳大利亚已在 ACIF G624:2005 规定了该国的过电压限值。

注 2：假定已采取了充足的措施来减小设备中出现超过表 13 规定值的瞬态电压的可能性。在安装时，如果出现在设备上的瞬态电压预计会超过表 13 的规定值，则可能需要附加措施，例如使用浪涌抑制器。

注 3：在欧洲，与外部电路互连的要求在 EN 50491-3:2009 中给出。

表 13 外部电路瞬态电压

ID（识别号）	电缆类型	附加条件	瞬态电压
1	双导体[a] 屏蔽或未屏蔽	建筑物或构件可以有或没有等电位连接	1 500 V 10/700 μs 当一个导体在设备内接地时只有差模电压
2	任何其他导体	外部电路不在任何一端接地，但有一个参考地（例如：来自电网电源的连接）	电网电源瞬态电压，或为所考虑的电路供电的电路的外部电路瞬态电压，其中较高者
3	电缆分配网络中的同轴电缆	除馈电同轴中继器以外的设备。电缆屏蔽层在设备端接地	4 000 V 10/700 μs 中心导体到屏蔽层
4	电缆分配网络中的同轴电缆	馈电同轴中继器（同轴电缆不超过 4.4 mm）。电缆屏蔽层在设备端接地	5 000 V 10/700 μs 中心导体到屏蔽层
5	电缆分配网络中的同轴电缆	除馈电同轴中继器以外的设备。电缆屏蔽层在设备端不接地。电缆屏蔽层在建筑物入口接地	4 000 V 10/700 μs 中心导体到屏蔽层 1 500 V 1.2 50 μs 屏蔽层到地
6	同轴电缆	电缆连接到室外天线	无瞬态值，见[b]
7	双导体[a]	电缆连接到室外天线	无瞬态值，见[b]
8	建筑物内的同轴电缆	来自建筑物外部的电缆通过转接点进行连接。来自建筑物外部的同轴电缆的屏蔽层和在建筑物内的电缆中的同轴电缆的屏蔽层连接在一起并接地	不适用

表 13　外部电路瞬态电压(续)

ID (识别号)	电缆类型	附加条件	瞬态电压
通常,对完全安装在同一建筑物结构中的外部电路不考虑瞬态值。但是,如果导体端接的设备在不同的接地网络上接地,则认为该导体离开了建筑物 设备外部产生的多余的稳态电压的影响(例如,接地电位差和电力机车系统在通信网络上感应的电压)由实际安装行为来控制。这种行为是与应用相关的,本文件不涉及 对可以降低瞬态影响的屏蔽电缆,其屏蔽层应是连续的,在两端接地,并且最大传输阻抗为 20 Ω km(对 $f<$ 1 MHz) **注 1**:家用设备,如音频、视频和多媒体产品按 ID 号 6、7 和 8 定位。 **注 2**:在挪威和瑞典,同轴电缆的电缆屏蔽层通常不在建筑物入口端接地(见 5.7.7 的注释)。对于安装条件,见 IEC 60728-11:2016。			
[a] 双导体包括双绞合导体。 [b] 这些电缆不承受任何瞬态值,但可能承受 10 kV 静电放电电压(来自 1nF 的电容器)的影响。在确定电气间隙时不考虑这种静电放电电压的影响。按 G.10.4 的试验来检查是否合格。			

5.4.2.3.2.5　通过测量确定瞬态电压等级

使用以下程序测量跨在电气间隙上的瞬态电压。

在测量期间,设备不与电网电源或任何外部电路连接。仅断开设备内与电网电源连接的电路中的浪涌抑制器。如果设备预定由单独的电源供电,则在测量期间连接该电源。

为了测量跨在电气间隙上的瞬态电压,要使用附录 D 中适当的脉冲试验发生器来产生脉冲。每个极性至少 3 个脉冲,脉冲间隔至少 1 s,脉冲施加在每对相关的点之间。

a)　来自交流电网电源的瞬态电压

使用表 D.1 电路 2 的脉冲试验发生器产生等于交流电网电源瞬态电压的 1.2/50 μs 的脉冲,施加在下列点之间:

——相线对相线;

——所有相线导体连在一起和中线;

——所有相线导体连在一起和保护地;和

——中线和保护地。

b)　来自直流电网电源的瞬态电压

使用表 D.1 电路 2 的脉冲试验发生器产生等于直流电网电源瞬态电压的 1.2 50 μs 的脉冲,施加在下列点之间:

——正极和负极电源连接点;和

——所有电源连接端连在一起和保护地。

c)　来自外部电路的瞬态电压

使用附录 D 的相应的试验发生器产生适当的并且由表 13 规定的脉冲,施加在下列外部电路的每一单一接口类型的连接点之间:

——接口中的每一对端子(例如,A 和 B 或触点和环路);和

——单一接口型的所有端子连在一起和地之间。

电压测量装置跨接在所考虑的电气间隙上。

如果有若干个相同的电路,则只对一个电路进行试验。

5.4.2.3.3 要求的耐压的确定

除了以下几种情况外，要求的耐压等于5.4.2.3.2中确定的瞬态电压。

——如果与电网电源隔离的电路通过保护连接导体与主保护接地端子连接，则要求的耐压可以比表12的过电压类别或交流电网电源电压低一个类别。对不高于50 V有效值的交流电网电源，不进行修正。

——如果与电网电源隔离的电路由带容性滤波的直流电源供电，并且与保护地连接，则要求的耐压应假设等于该直流电源的直流电压的峰值，或等于与电网电源隔离的电路的工作电压的峰值，选其中较高者。

——如果设备由专用电池供电，该电池在不从设备中取出的情况下不能由电网电源充电，则瞬态电压为零，要求的耐压等于工作电压的峰值。

5.4.2.3.4 使用要求的耐压确定电气间隙

每个电气间隙应符合表14中相应的值。

表14 使用要求的耐压的最小电气间隙

要求的耐压（峰值或直流）/V 小于或等于	基本绝缘或附加绝缘 mm			加强绝缘 mm		
	污染等级			污染等级		
	1[a]	2	3	1[a]	2	3
330	0.01	0.2	0.8	0.02	0.4	1.5
400	0.02			0.04		
500	0.04			0.08		
600	0.06			0.12		
800	0.10			0.2		
1 000	0.15			0.3		
1 200	0.25			0.5		
1 500	0.5			1.0		
2 000	1.0			2.0		
2 500	1.5			3.0		
3 000	2.0			3.8		
4 000	3.0			5.5		
5 000	4.0			8.0		
6 000	5.5			8.0		
8 000	8.0			14		
10 000	11			19		
12 000	14			24		
15 000	18			31		
20 000	25			44		

表 14　使用要求的耐压的最小电气间隙(续)

要求的耐压(峰值或直流)/V 小于或等于	基本绝缘或附加绝缘 mm			加强绝缘 mm		
	污染等级			污染等级		
	1[a]	2	3	1[a]	2	3
25 000	33			60		
30 000	40			72		
40 000	60			98		
50 000	75			130		
60 000	90			162		
80 000	130			226		
100 000	170			290		
允许在最接近的两点间使用线性内插法,计算得到的最小电气间隙应按指定的增量进位。对数值: ——不超过 0.5 mm,指定的增量是 0.01 mm;和 ——超过 0.5 mm,指定的增量是 0.1 mm						
[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。						

5.4.2.4　使用抗电强度试验确定电气间隙是否满足要求

电气间隙应能承受抗电强度试验。试验可以使用脉冲电压或交流电压或直流电压来进行。要求的耐压按 5.4.2.3 确定。

脉冲电压试验用具有相应的波形(按附录 D)和表 15 规定的电压值的电压来进行。每个极性施加 5 个脉冲,脉冲间隔至少 1 s。

交流电压试验用具有表 15 规定的峰值电压的正弦电压来进行,持续 5 s。

直流电压试验使用表 15 规定的直流电压来进行,在一个极性下施加 5 s,然后在相反极性下施加5 s。

表 15　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电气间隙的抗电强度试验电压/kV(峰值) (脉冲或交流或直流)
0.33	0.36
0.5	0.54
0.8	0.93
1.5	1.75
2.5	2.92
4.0	4.92
6.0	7.39
8.0	9.85

表 15　抗电强度试验电压(续)

要求的耐压(峰值)/kV 小于或等于	基本绝缘或附加绝缘的电气间隙的抗电强度试验电压 kV(峰值) (脉冲或交流或直流)
12.0	14.77
U^a	$1.23\times U^a$
在最近的两点之间允许使用线性内插法,计算所得的最小试验电压进位到小数点后 2 位 对加强绝缘,抗电强度试验电压为基本绝缘试验电压值的 160%,然后这个计算得到的试验电压值进位到小数点后 2 位 如果被测设备未能通过交流或直流试验,则使用脉冲试验 如果在 200 m 或更高的海拔进行试验,可以使用 GB/T 16935.1—2008 的表 F.5,这种情况下,在海拔 200 m 和 500 m之间以及在相应的 GB/T 16935.1—2008 中表 F.5 的冲击试验电压之间可以使用线性内插法	
[a] U 是高于 12.0 kV 的任何要求的耐压。	

5.4.2.5　海拔高于 2 000 m 的倍增系数

预定和设计在海拔 2 000 m 以上至 5000 m 使用的设备,按表 10、表 11 和表 14 要求的最小电气间隙,以及按表 15 要求的抗电强度试验电压,应符合海拔 5 000 m 的要求,即乘以表 16 规定的对应海拔 5 000 m的倍增系数。对预定仅在海拔 2 000 m 及以下使用的设备,按表 10、表 11 和表 14 要求的最小电气间隙,以及按表 15 要求的抗电强度试验电压,应符合海拔 2 000 m 的要求,即乘以表 16 规定的对应海拔 2 000 m 的倍增系数。

注:可以在真空箱内模拟较高海拔。

表 16　电气间隙和试验电压的倍增系数

海拔 m	正常气压 kPa	电气间隙的倍增系数	抗电强度试验电压的倍增系数		
			<1 mm	≥1 mm～<10 mm	≥10 mm～<100 mm
2 000	80.0	1.00	1.00	1.00	1.00
3 000	70.0	1.14	1.05	1.07	1.10
4 000	62.0	1.29	1.10	1.15	1.20
5 000	54.0	1.48	1.16	1.24	1.33
在最近的两点之间允许使用线性内插法,计算所得的最小倍增系数进位到小数点后 2 位					

5.4.2.6　合格判据

通过测量和试验来检查是否合格,按照附录 O 和附录 T 的相关条款。

下列条件适用。

——使活动的零部件处在其最不利的位置。

——按图 O.13,从点 X 起测量绝缘材料外壳通过槽或开孔的电气间隙。

——在作用力试验期间,金属外壳不得与下列电路的裸露导电零部件相接触:

- ES2 电路,除非设备在受限制接触区内,或

- ES3 电路。

——在附录 T 的试验后：

- 进行电气间隙尺寸的测量，和
- 进行相关的抗电强度试验，和
- 对 T.9 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，则不得使电气间隙减小。对肉眼不可见的裂纹，应进行抗电强度试验。和

——除了外壳以外的元器件和部件承受 T.2 的试验。在施加力后，电气间隙不得减小到要求值以下。

对与同轴电缆分配系统或室外天线连接的电路，通过 5.5.8 的试验来检验是否合格。

5.4.3 爬电距离

5.4.3.1 基本要求

爬电距离应具有这样的尺寸，使得在给定的有效值工作电压、污染等级和材料组别下，不会发生绝缘闪络或击穿(例如，由于电痕化引起的)。

频率小于或等于 30 kHz 时，基本绝缘和附加绝缘的爬电距离应符合表 17。频率超过 30 kHz 但小于或等于 400 kHz 时，基本绝缘和附加绝缘的爬电距离应符合表 18。

频率超过 400 kHz 时，在未得到另外的数据之前，可以使用频率 400 kHz 及以下的爬电距离的要求。频率高于 400 kHz 时爬电距离的要求正在考虑中。

连接器的外部绝缘表面(见 5.4.3.2)(包括外壳开孔)和在连接器内(或外壳内)与 ES2 相连的导电零部件之间的爬电距离应符合基本绝缘的要求。

连接器的外部绝缘表面(见 5.4.3.2)(包括外壳开孔)和在连接器内(或外壳内)与 ES3 相连的导电零部件之间的爬电距离应符合加强绝缘的要求。

作为例外，如果连接器符合下列要求，则爬电距离符合基本绝缘的要求即可：

——固定在设备上；和

——位于设备外部电气防护外壳的内侧；和

——只有在拆除符合下列要求的组件后才可触及：

- 在正常工作条件期间要求在位；和
- 提供指示性的安全防护措施代替被拆卸组件。

对连接器，包括不固定在设备上的连接器的所有其他爬电距离，使用按 5.4.3 确定的最小爬电距离。

上述对连接器的最小爬电距离要求不适用于在 G.4 列出的连接器。

如果从表 17 或表 18 中得到的最小爬电距离小于相应的最小电气间隙，则应使用最小电气间隙作为最小爬电距离。

对于玻璃、云母、上釉陶瓷或类似的无机材料，如果最小爬电距离大于相应的最小电气间隙，允许把最小电气间隙的数值作为最小爬电距离的数值。

对加强绝缘，爬电距离的值是表 17 或表 18 中对基本绝缘要求值的两倍。

5.4.3.2 试验方法

下列条件适用。

——使可活动的零部件处在其最不利的位置。

——对装有普通不可拆卸电源软线的设备，在装有 G.7 规定的最大横截面积的电源导线时，以及在

不装导线时进行爬电距离的测量。

——在测量绝缘材料外壳可触及外表面通过外壳的槽口或开孔，或者通过可触及连接器开孔的爬电距离时，应认为外壳的可触及外表面是导电的，就像在进行 V.1.2 试验时不施加明显作用力覆盖上一层金属箔那样。（见图 O.13，点 *X*）。

——用作基本绝缘、附加绝缘和加强绝缘的爬电距离的尺寸，按 4.4.3，在附录 T 的试验后进行测量。

——对 T.9 的玻璃冲击试验，表面材料的损坏、不使爬电距离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，则不得使爬电距离减小。

——除了外壳以外的元器件和部件承受 T.2 的试验。在施加力后，爬电距离不得减小到要求值以下。

5.4.3.3 材料组别和 CTI

材料组别取决于 CTI，并按下列规定分类：

材料组别Ⅰ　　600≤CTI

材料组别Ⅱ　　400≤CTI<600

材料组别Ⅲa　　175≤CTI<400

材料组别Ⅲb　　100≤CTI<175

材料组别可通过按照 GB/T 4207 使用溶液 A 对材料进行 50 滴的试验获得的试验数据来评价。

如果材料组别是未知的，则应假定材料组别为Ⅲb。

如果需要 CTI 为 175 或更大，且材料数据不可获得，则可以用 GB/T 4207 规定的耐电痕化指数(PTI)试验来确定材料组别。如果通过试验确定的材料的 PTI 等于或大于对应组别 CTI 的下限值，则可以将该材料列入对应的组别内。

5.4.3.4 合格判据

通过附录 O、附录 T 和附录 V 的测量来检验是否合格。

表 17　基本绝缘和附加绝缘的最小爬电距离

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]
10	0.08	0.4	0.4	0.4	1.0	1.0	1.0
12.5	0.09	0.42	0.42	0.42	1.05	1.05	1.05
16	0.1	0.45	0.45	0.45	1.1	1.1	1.1
20	0.11	0.48	0.48	0.48	1.2	1.2	1.2
25	0.125	0.5	0.5	0.5	1.25	1.25	1.25
32	0.14	0.53	0.53	0.53	1.3	1.3	1.3
40	0.16	0.56	0.8	1.1	14	1.6	1.8

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
1 000	3.2	5.0	7.1	10	12.5	14	16
1 250	4.2	6.3	9.0	12.5	16	18	20
1 600	5.6	8.0	11	16	20	22	25
2 000	7.5	10	14	20	25	28	32
2 500	10	12.5	18	25	32	36	40
3 200	12.5	16	22	32	40	45	50
4 000	16	20	28	40	50	56	63
5 000	20	25	36	50	63	71	80
6 300	25	32	45	63	80	90	100
8 000	32	40	56	80	100	110	125
10 000	40	50	71	100	125	140	160
12 500	50	63	90	125			
16 000	63	80	110	160			
20 000	80	100	140	200			
25 000	100	125	180	250			
32 000	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、Ⅲa、Ⅲb	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲa、Ⅲb	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲa、Ⅲb[b]
40 000	160	200	280	400			
50 000	200	250	360	500			
63 000	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 630 V 的应用场合不宜使用材料组别Ⅲb。							

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

单位为毫米

电压 kV	30 kHz＜f≤100 kHz	100 kHz＜f ≤200 kHz	200 kHz＜f≤400 kHz
0.1	0.016 7	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/T 16935.4—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 0.4 mm；
- 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 IEC 60747-5-5:2007 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），如果所涉及的绝缘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 $U_{试验}$；或

——如果使用三层或更多层，150％的 $U_{试验}$。

其中 $U_{试验}$ 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 IEC 61558-1 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

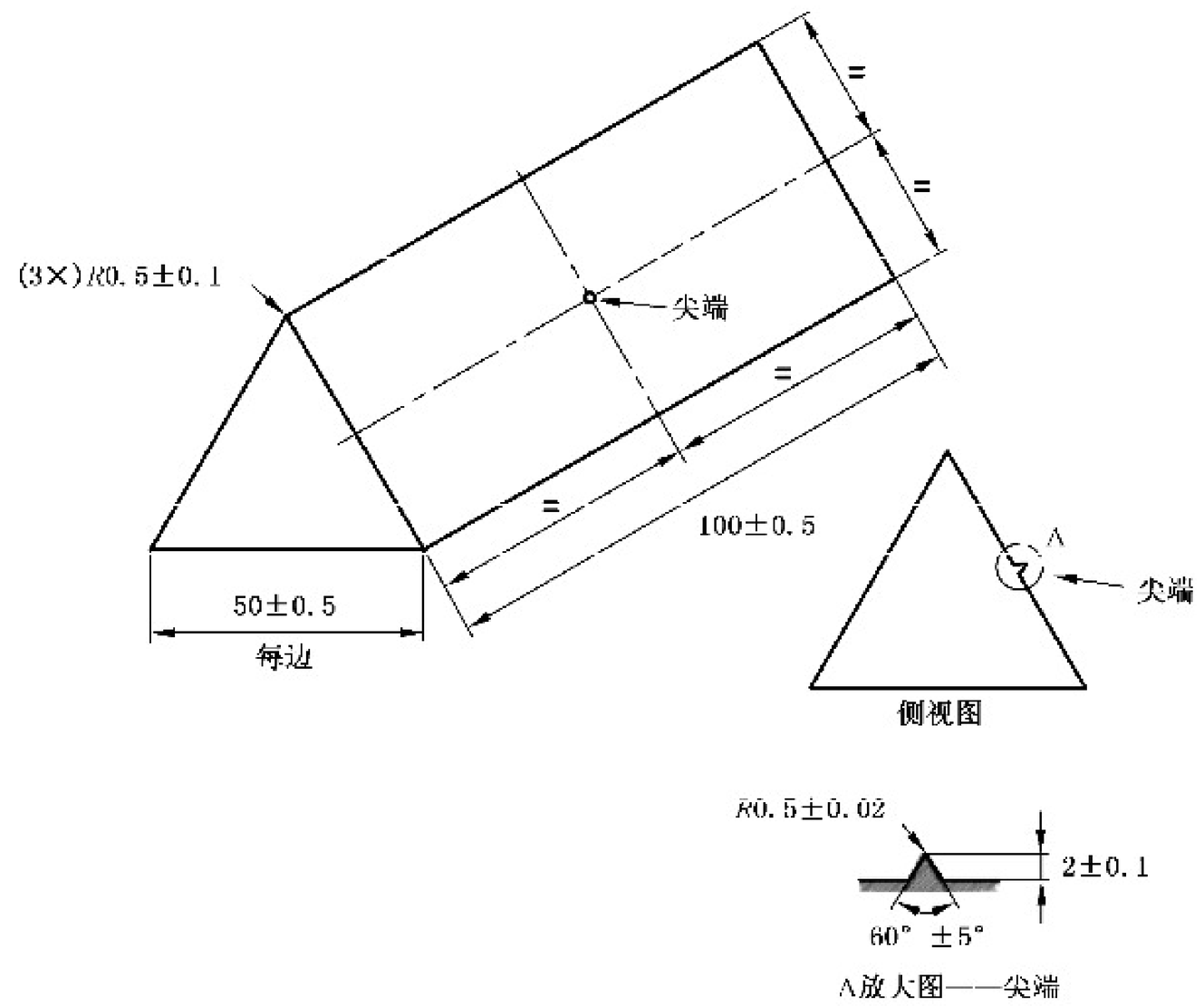


图 25　卷轴

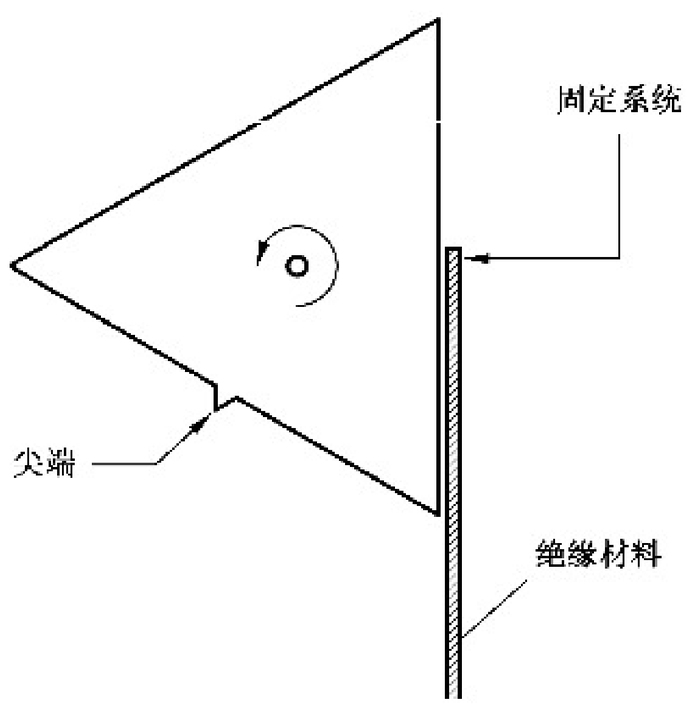


图 26　卷轴的起始位置

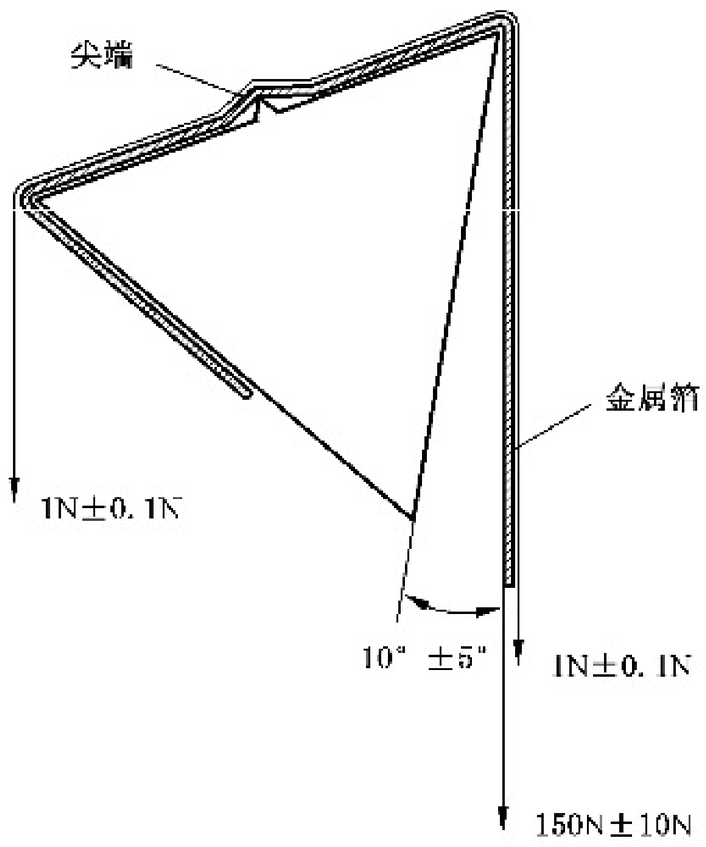


图 27　卷轴的最终位置

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 mm±0.005 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

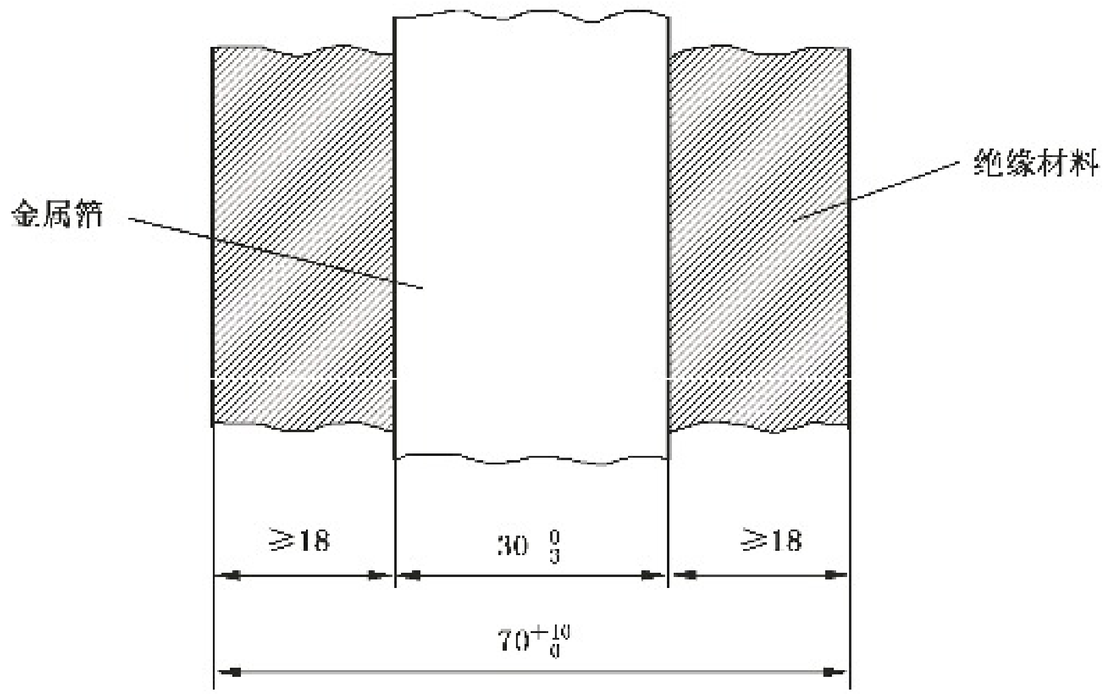


图 28　金属箔在绝缘材料上的位置

当卷轴处在其最终位置时，而且是在到达最终位置后 60 s 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%$U_{试验}$，但不小于5 kV(有效值)。$U_{试验}$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30 kHz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/T 1408.1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	—	—	—	—
FR530L[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	1 000	2000	3 000	5 000	10 000
	减小系数/K_R										
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	1 000	2000	3 000	5 000	10 000
	减小系数/K_R										
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	1 000	2000	3 000	5 000	10 000
	减小系数 f K_R										
三醋酸基纤维素 (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
三醋酸基纤维素 (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　半导体元器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 ±2）℃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±2)℃、相对湿度为(93±3)%的湿热箱或室内进行 120 h。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±3)%的湿热箱或室内进行 48 h。在能放置样品的所有位置上,空气温度应保持在 20 ℃～30 ℃之间不会产生凝露的任一方便的温度值(t±2)℃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)℃之间的温度。

注:预定在海拔 2 000 m 以上至 5 000 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 2 000 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:

——在 5.4.1.4 的温度试验后立即进行;或

——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:

——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。

——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。

——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:

——施加频率为 50 Hz 或 60 Hz、基本上为正弦波形的交流电压;或

——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 60 s(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

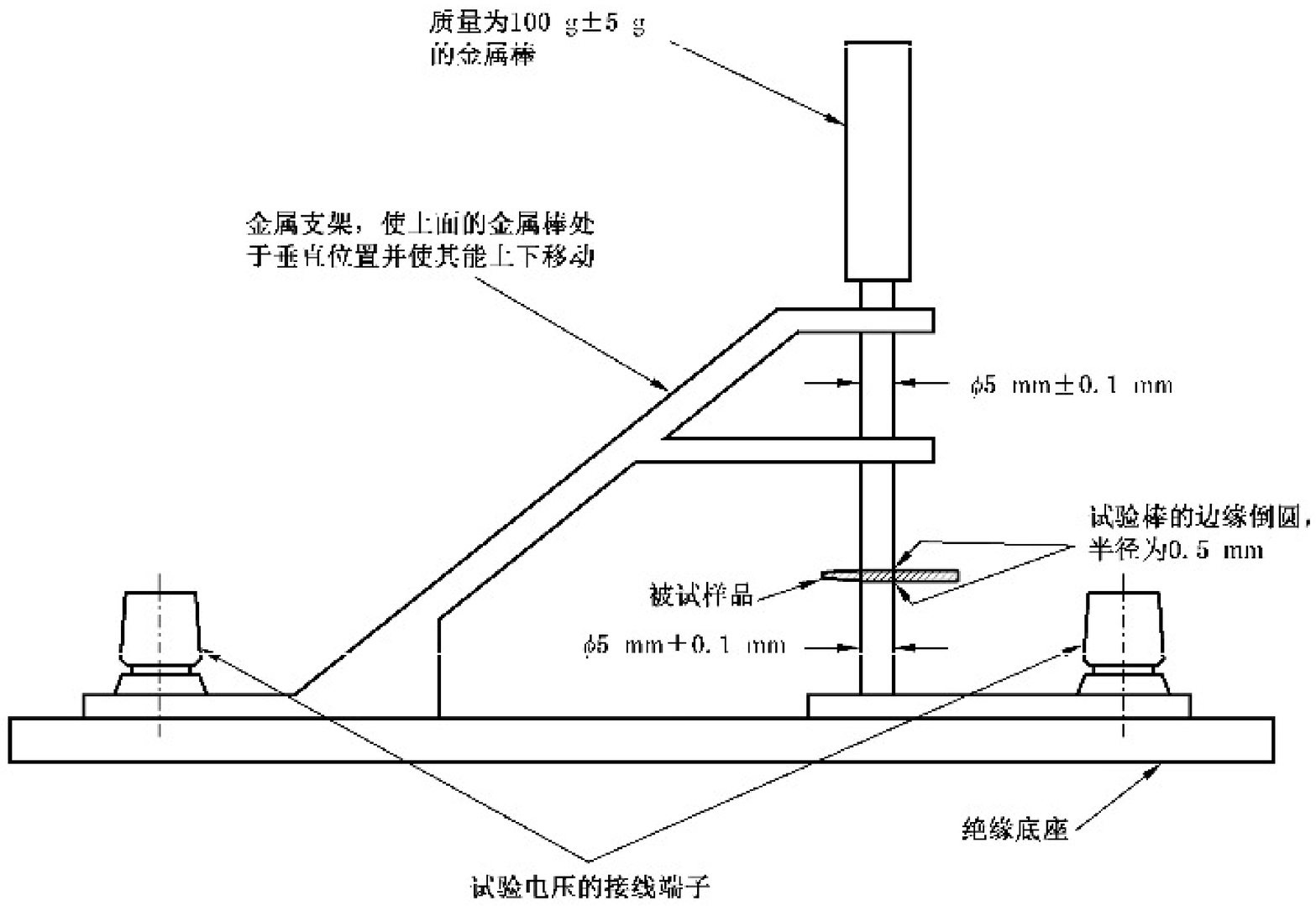
要求的耐压(峰值)/kV 小于或等于	基本绝缘或附加绝缘的试验电压 (峰值或直流) kV	加强绝缘的试验电压 (峰值或直流) kV
0.33	0.33	0.5
0.5	0.5	0.8
0.8	0.8	1.5
1.5	1.5	2.5
2.5	2.5	4
4	4	6
6	6	8
8	8	12
12	12	18
U_R[a]	U_R[a]	1.5×U_R[a]
允许在最近的两点之间使用线性内插法		
[a] U_R 是高于 12 kV 的任何要求的耐压。		

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×U_P[a]	1.6×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 1 s～4 s；和

——试验电压可以减小 10%。

注：IEC 62911 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 ID 1、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。

a) 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）。

b) 可触及零部件和电路，但在正常使用时用图 V.3 的钝头试具触及不到的连接器的针脚除外。

c) 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。

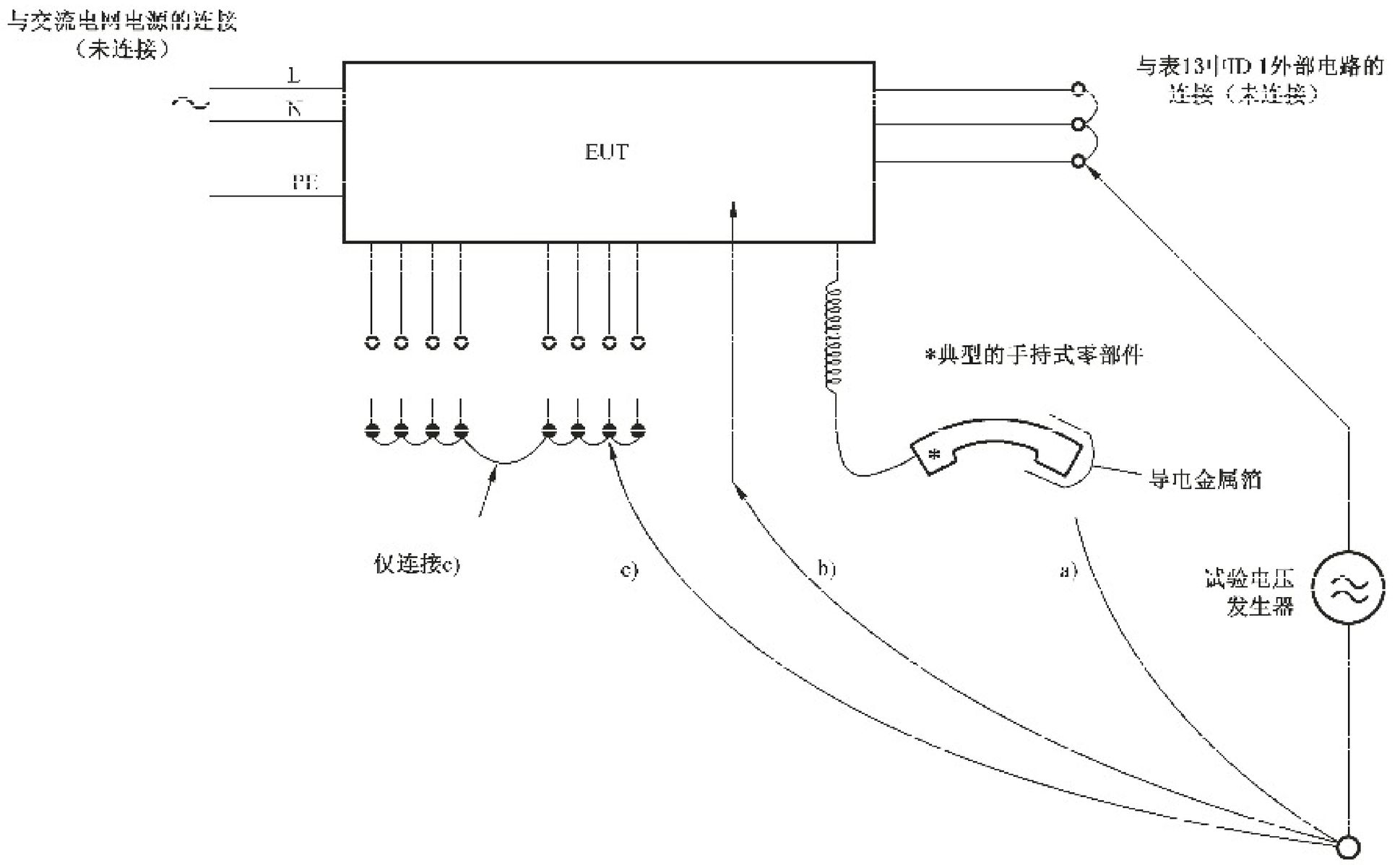


图 30 试验电压的施加点

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 60 s。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 7.0 kV，对其他设备 U_c 为 2.5 kV。7 kV 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 3 kV，对 5.4.10.1b)和 c)的情况，稳态试验电压是 1.5 kV。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]	2.5 kV	电路 1	1.5 kV
5.4.10.1b)和 c)所指的零部件[b]	1.5 kV	电路 1[c]	1.0 kV

[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 500 V 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制接触区)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):

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

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 130 V 区域的设备:360 V;
- 对所有其他设备:180 V。

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,用额度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%。

($\Delta U_{sp}+\Delta U_{sa}$)可以是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 220 V,在欧洲为 230 V,在北美为 120 V)进行试验。

图 31 的试验电路中流过的电流不得超过 10 mA。

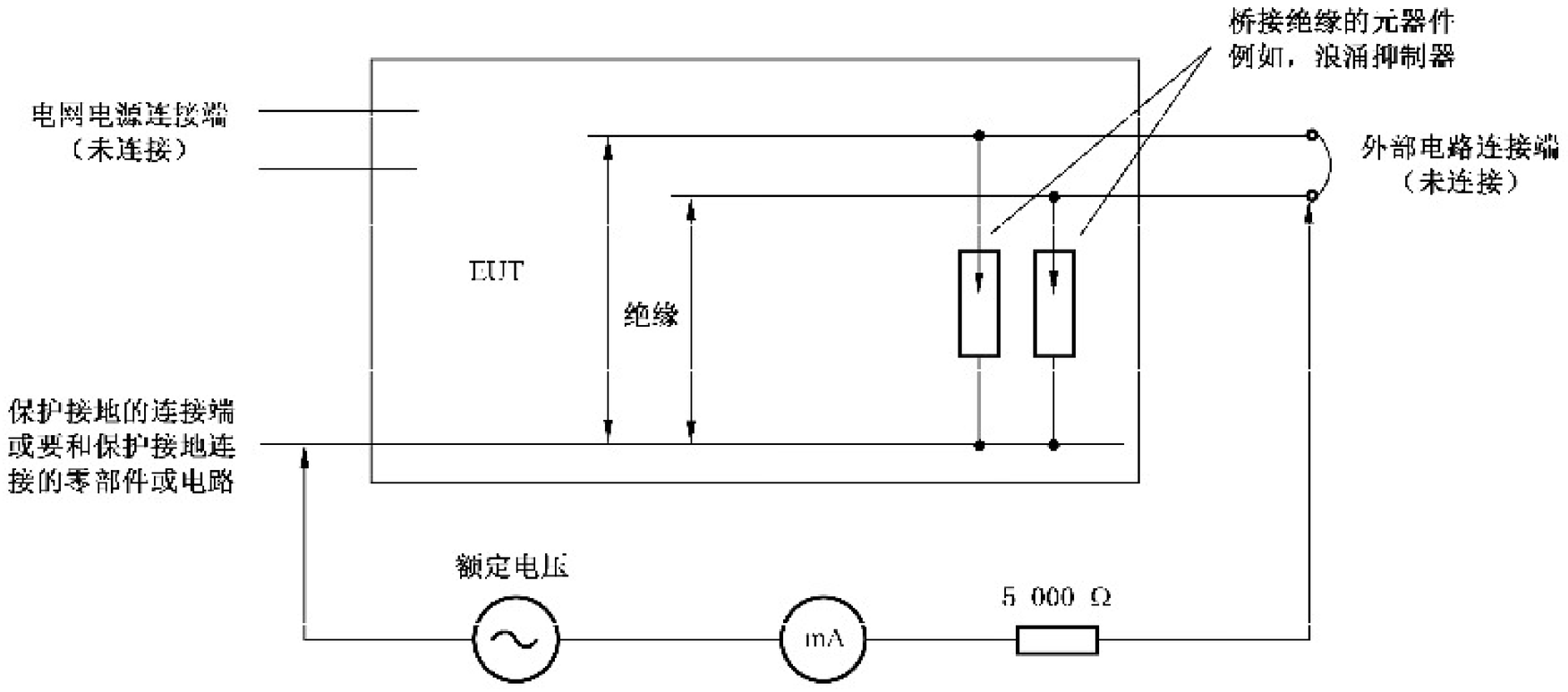


图 31 外部电路和地之间的隔离试验

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/T 11021 中热分类级别为 105(A)的绝缘液体，通过使浸液设备工作 60 d，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/T 6346.14 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/T 6346.14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(230 V)。

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 2 s 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 MΩ±5 MΩ 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ID 6和ID 7所指的外部电路。

[b] 对表13中ID 3、ID 4和ID 5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 T 18802(所有部分)，特别是：

——GB/T 18802.21涉及通信应用中的浪涌抑制器；

——GB/T 18802.311涉及气体放电管；

——GB/T 18802.321涉及雪崩击穿二极管；

——GB/T 18802.331涉及金属氧化物压敏电阻器；

——GB/T 18802.341 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：

——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 且不轻于 IEC 62440:2008 附录 C 规定的重型护套软线；或

——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

——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

——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 25 A，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，1 cmil 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：

——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 16 A；

注 1：在大多数国家，认为 16 A 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 20 A 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 13 A 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 20 A 作为电网电源供电的电路的保护电流额定值，代替 16A。

——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 60 s 测量电流。如果通过其他方式限制电流，则在施加负载后 5 s 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：

——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

——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 60 s 测量电流，或对其他情况，在施加负载后 5 s 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：

——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 25 A，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	
	螺柱型或螺栓型	螺钉型[a]	螺柱型或螺栓型	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紧件（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/T 13140.1 和 GB/T 17464 或 GB/T 20636。

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 0.6 V。

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 12 V。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为是Ⅱ类设备。

注 2：在挪威，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 IEC 60417-6092 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 IEC 60990:2016 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 IEC 60990:2016 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 IEC 60990:2016 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 IEC 60990:2016 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 IEC 60990:2016 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 IEC 60990:2016 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 IEC 60990:2016 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 IEC 60990:2016 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。

IEC 60990:2016 的 6.2.2.3 不适用于装有能断开电源所有各极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 IEC 60990:2016 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 IEC 60990:2016 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： ，IEC 60417-6042(2010-11)，和

，IEC 60417-6173(2012-10)，和

,GB/T 5465.2-5019；

——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 IEC 60728-11：2016 中 6.2 g)和 6.2 l)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隔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 IEC 60728-11）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 1.5 kV 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 ID 1 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 IEC 60990：2016。

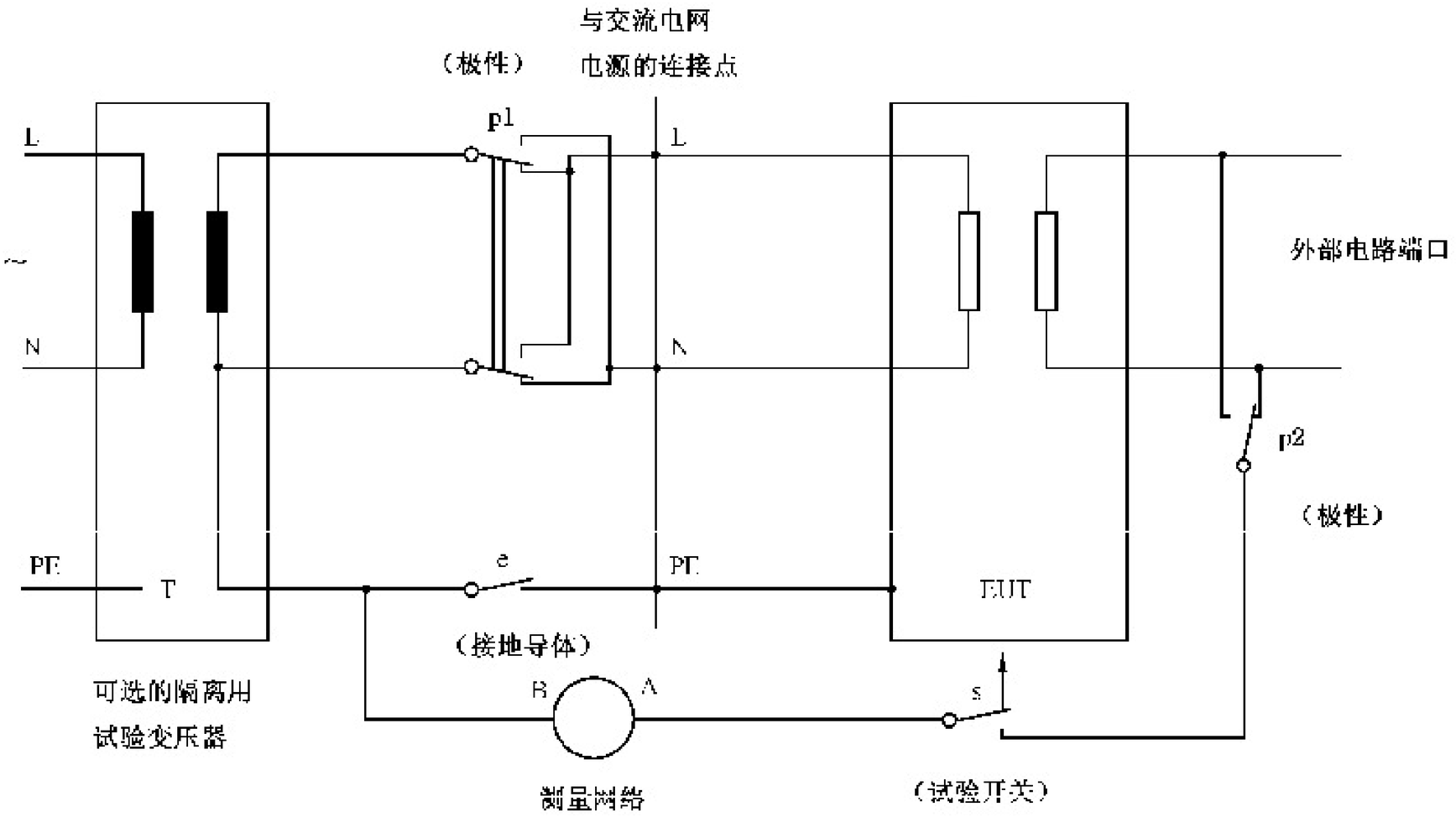


图 32　单相设备接触电流测试电路

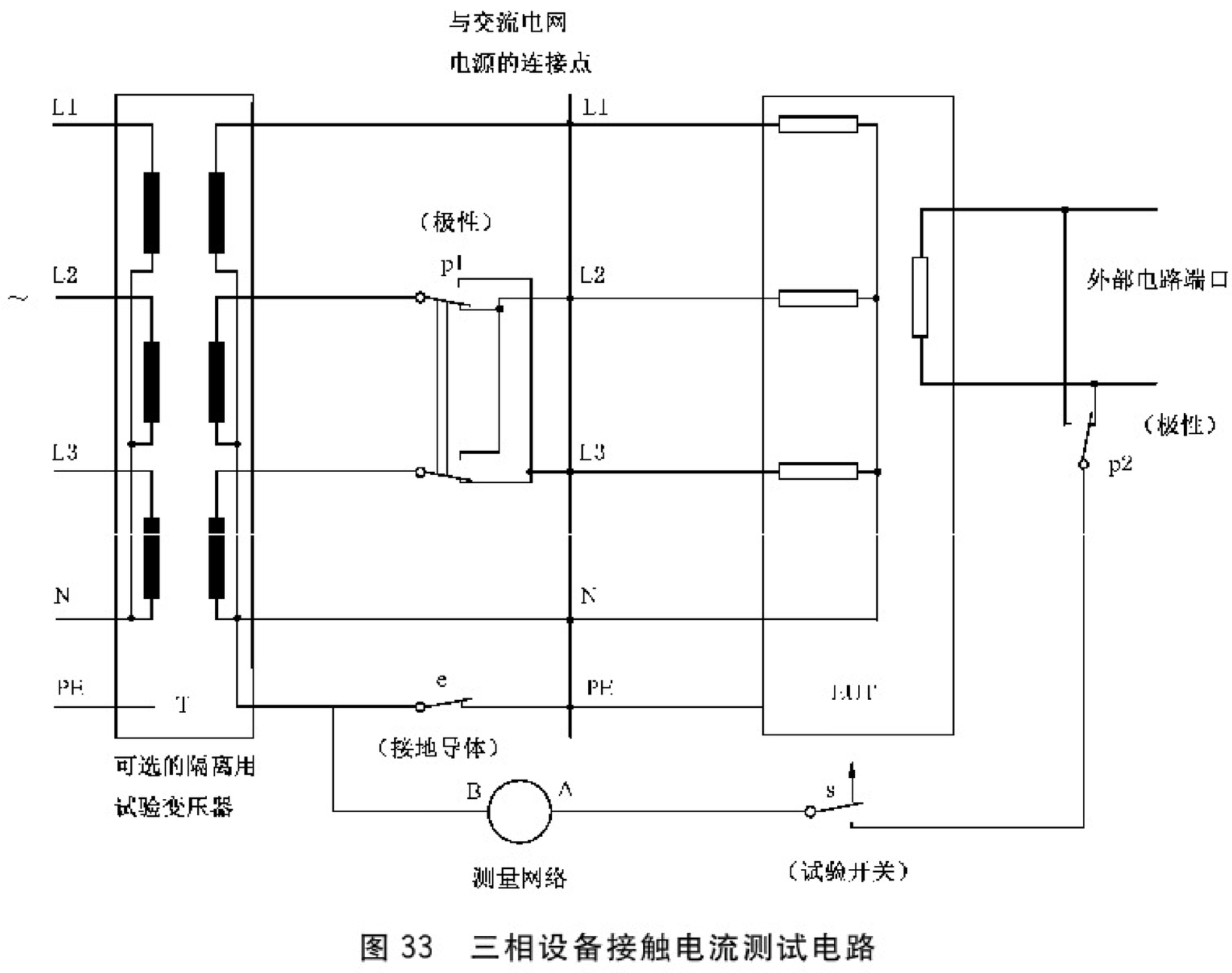


图 33　三相设备接触电流测试电路

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 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

——安装说明书规定永久连接到保护接地的措施，如果有机械保护，横截面积不小于 2.5 mm^2，否则不小于 4.0 mm^2；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。

如果需要进行接触电流的试验，则要使用 IEC 60990：2016 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 IEC 62040-1。对

转换开关，见 GB T 34940.1—2017。

注 2：也见 IEC/TR 62368-2 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)；

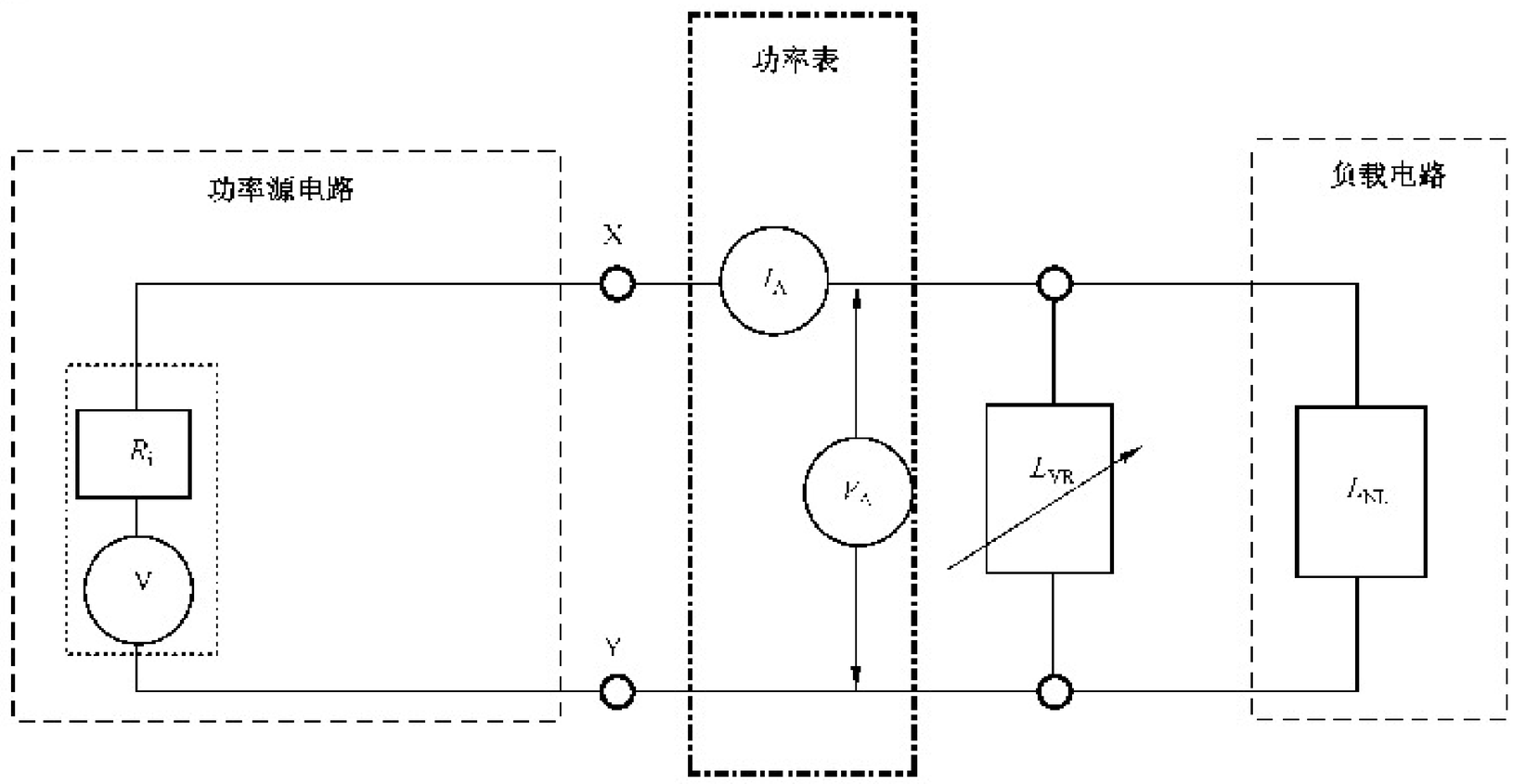
——如图所示，接入可变电阻器 L_{VR}；

——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 最不利功率源故障的功率测量

见图35：

——在X点和Y点处，接入功率表(或电压表V_A和电流表I_A)；

——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；

——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；

——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。

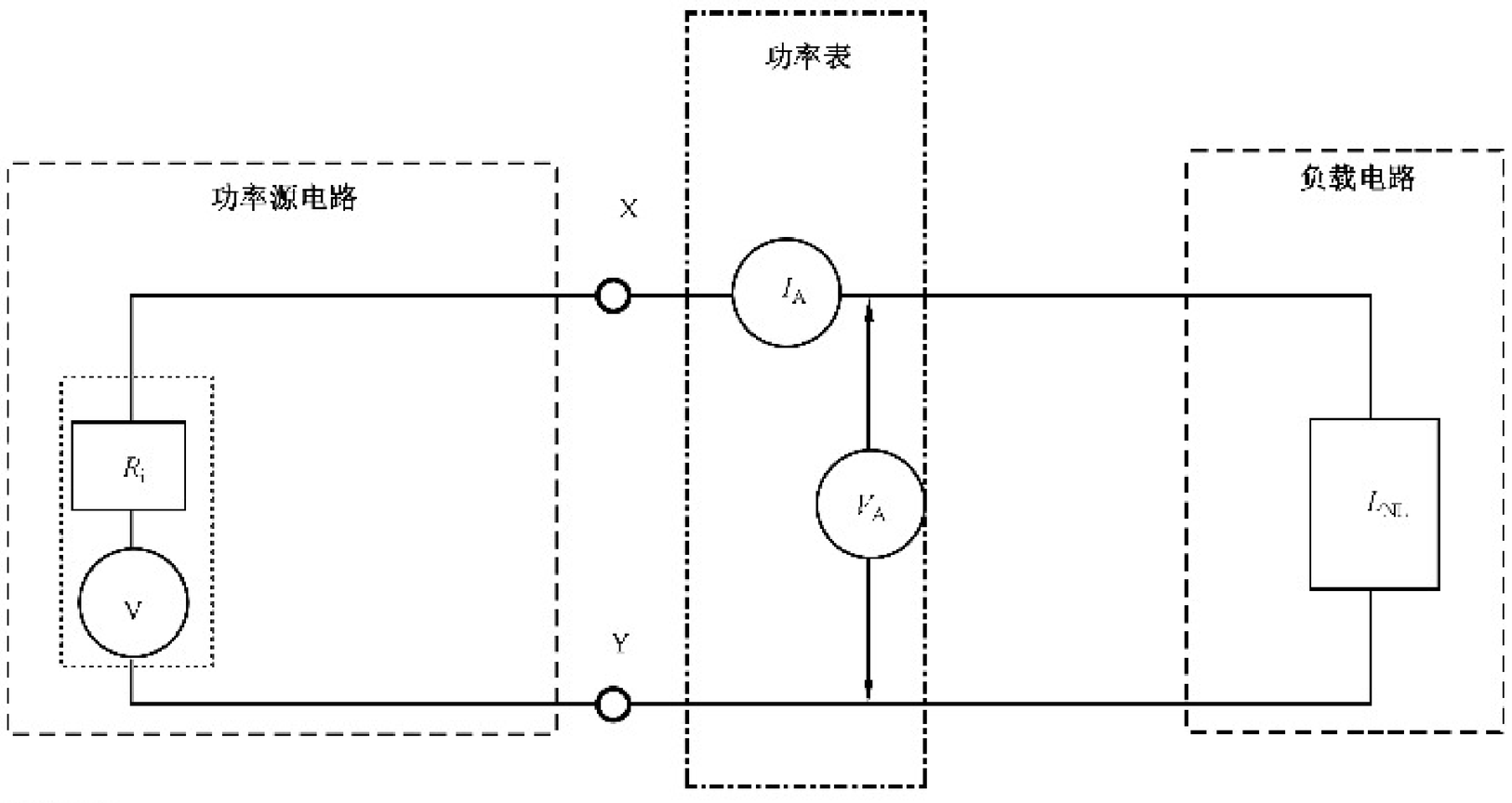
试验期间，如果过流保护装置动作，则应在过流保护装置电流额定值的125%的条件下重复试验。

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_{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 3 s 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

——5 s 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)。

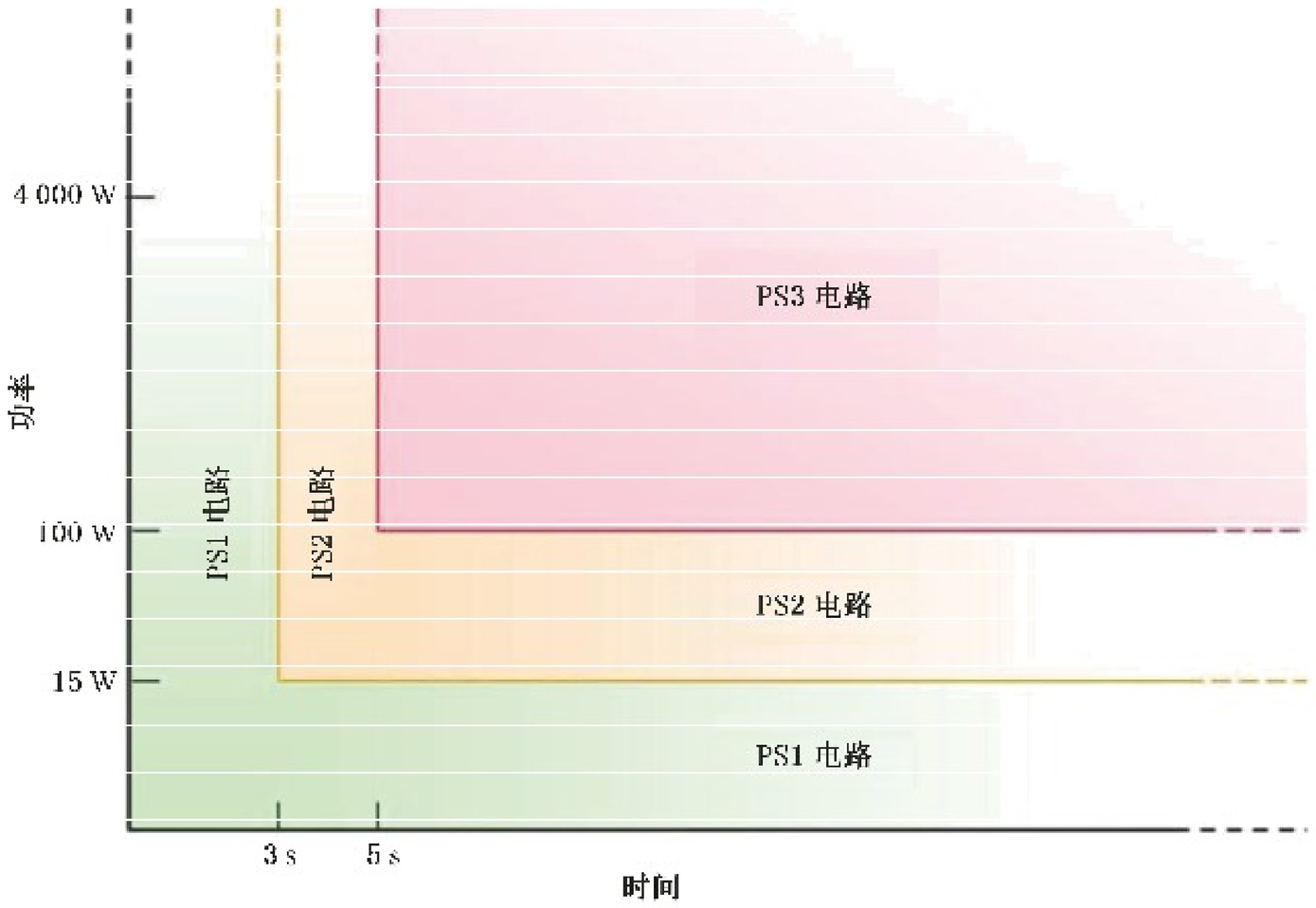


图 36　功率源分级示意图

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_P)和测量的电流有效值(I_{rms})的乘积超过 15(即 $V_P \times I_{rms} > 15$)：

- 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形中出现的断开导体。

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 30 s 后测量，耗散功率大于 15 W；或

注：在开始的 30 s 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 3 s，在 30 s 内耗散功率大于 100 W；或
- 在引入故障 30 s 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 规定的该部件的自燃温度限值（单位为℃）的 90%。当材料的自燃温度未知时，温度应限制在 300 ℃；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 mm，或
- HB40 级材料，如果该材料的最薄有效厚度：≥3 mm，或
- HBF 级泡沫材料，或
- 通过 GB/T 5169.11 中 550 ℃灼热丝试验。

这些要求不适用于：

——体积小于 1 750 mm^3 的零部件；

——可燃材料的质量小于 4 g 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 4 000 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 4 000 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($V_{电网电源} \times I_{最大}$)不超过 4 000 W,则认为其电路可获得的稳态功率值不超过 4 000 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 4 000 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 4 000 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/T 9364(所有部分)的熔断器应在 1 s 内断开；或

——GB/T 9364(所有部分)以外的熔断器应 3 次连续试验中都在 1 s 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 S.1 的要求；或

——体积小于 1 750 mm^3；或

——可燃材料的质量小于 4 g；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 1 750 mm^3 或可燃材料的质量小于 4 g；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 1 750 mm^3 的零部件；

——可燃材料的质量小于 4 g 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/T 5169.11 进行的 550 ℃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。

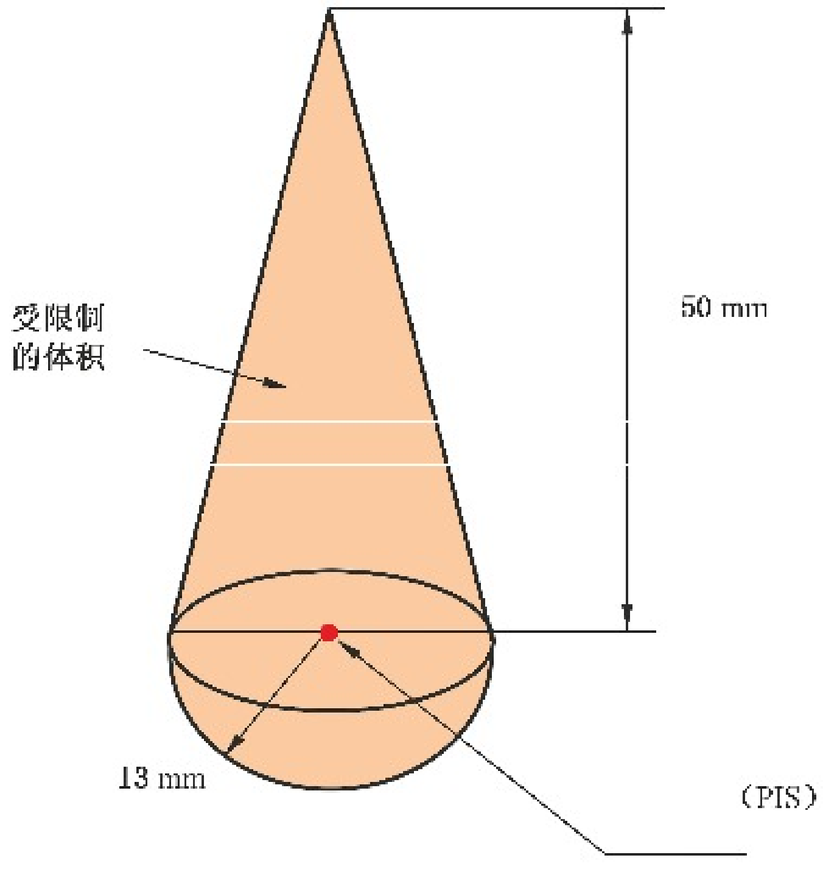
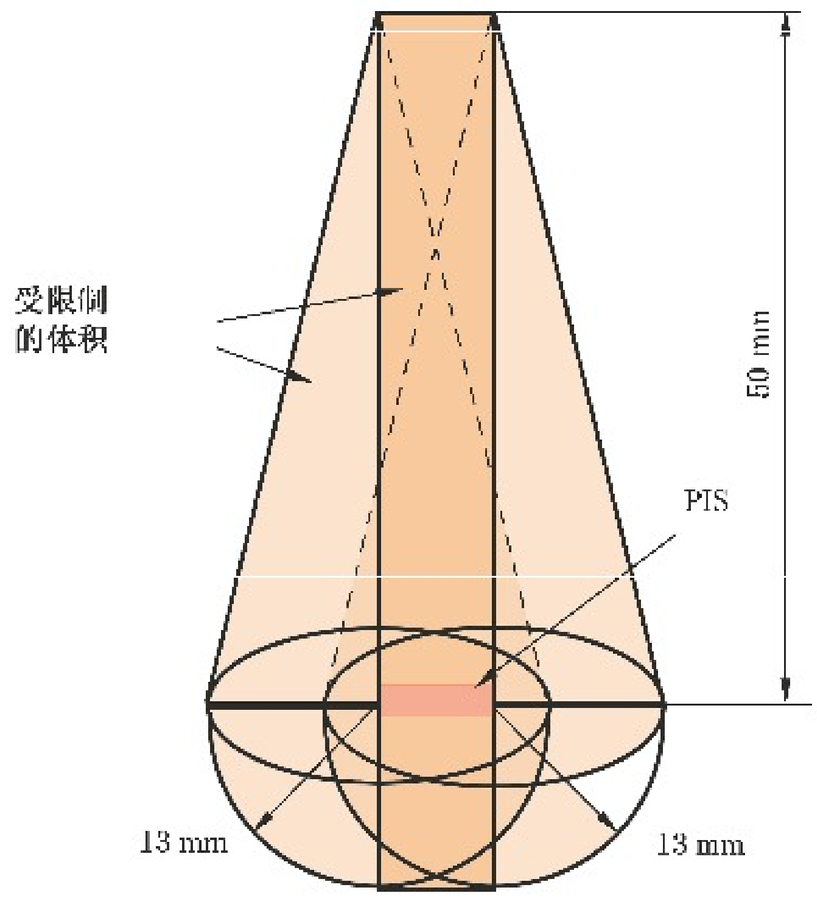


图 37 最低限度的与 PIS 的隔离要求



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 1 750 mm^3；

——可燃材料的质量小于 4 g;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。

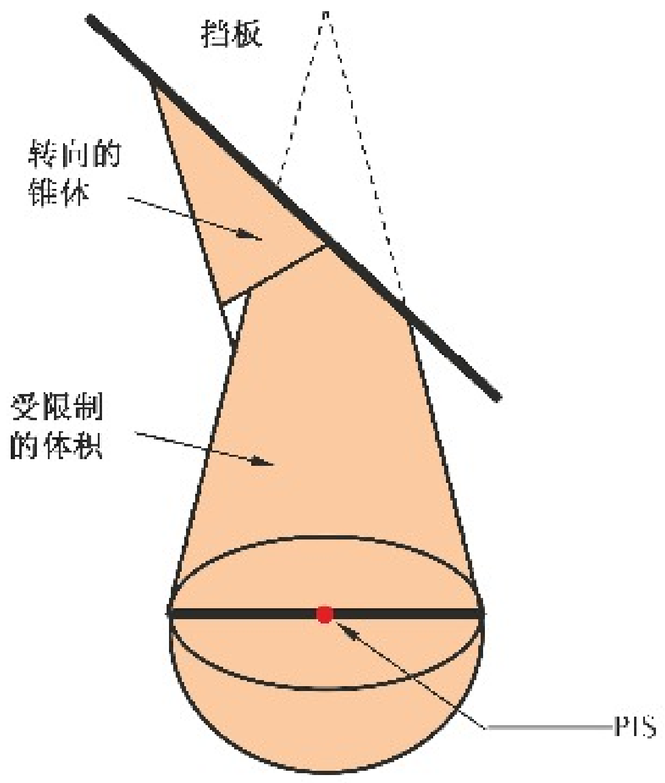
如果满足下列条件,则认为印制板是电阻性 PIS 的防火挡板。

——印制板应:

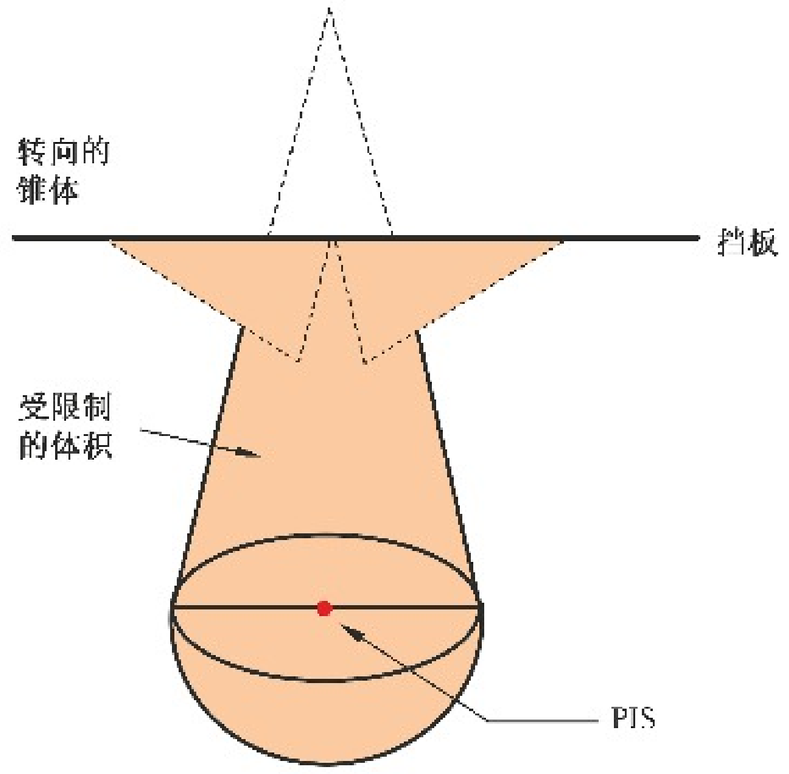
- 按应用场合中所使用的情况,符合 S.1 的可燃性试验;或
- 由 V-1 级材料、VTM-1 级材料或 HF-1 级泡沫材料制成。

——在受限制的体积内,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

——在受限制的体积内,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。



a) 倾斜挡板示意图



b) 水平挡板示意图

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制区域和隔离要求。

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 4 000 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 4 000 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)。

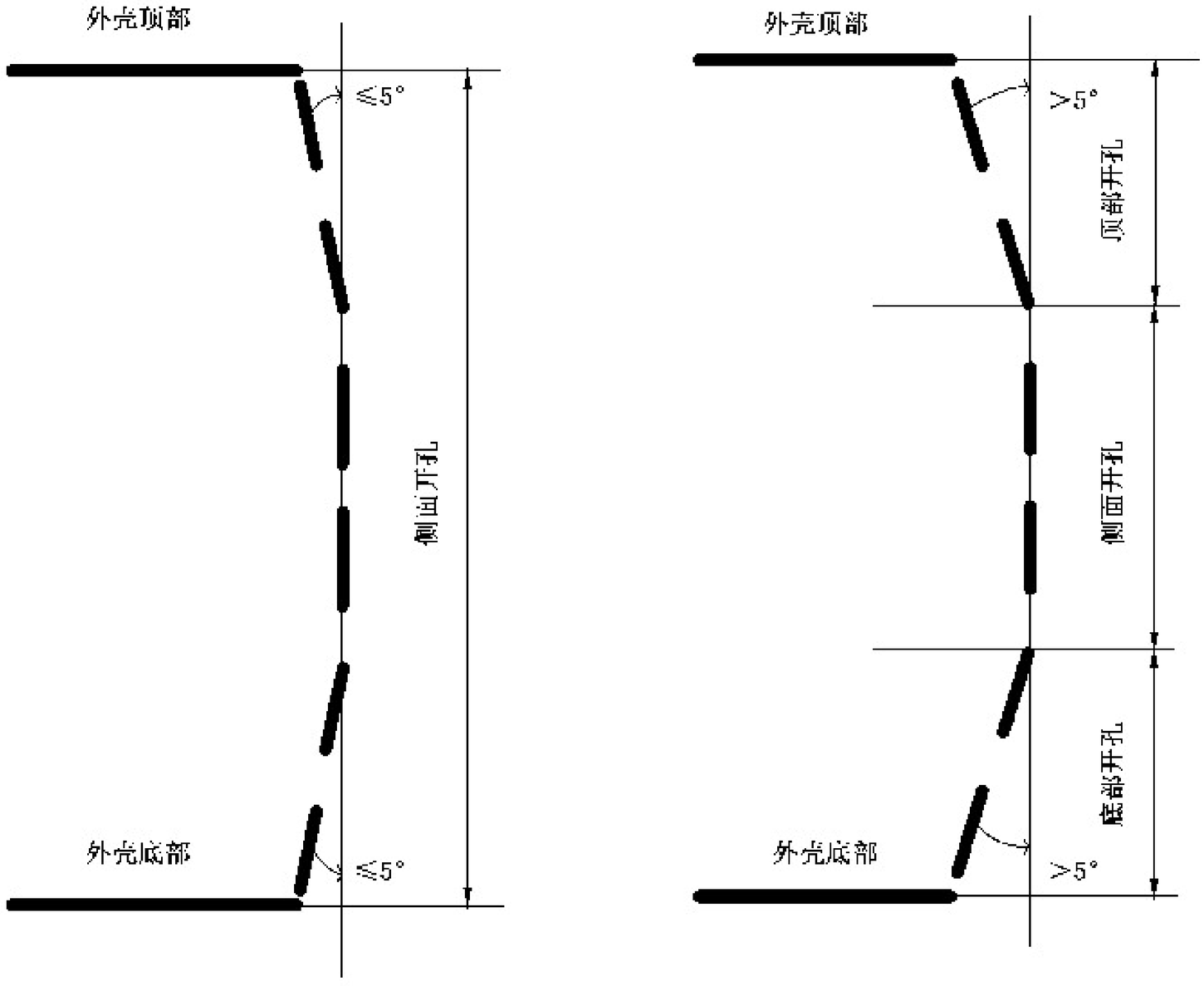


图 40　顶部、侧面和底部开孔的确认

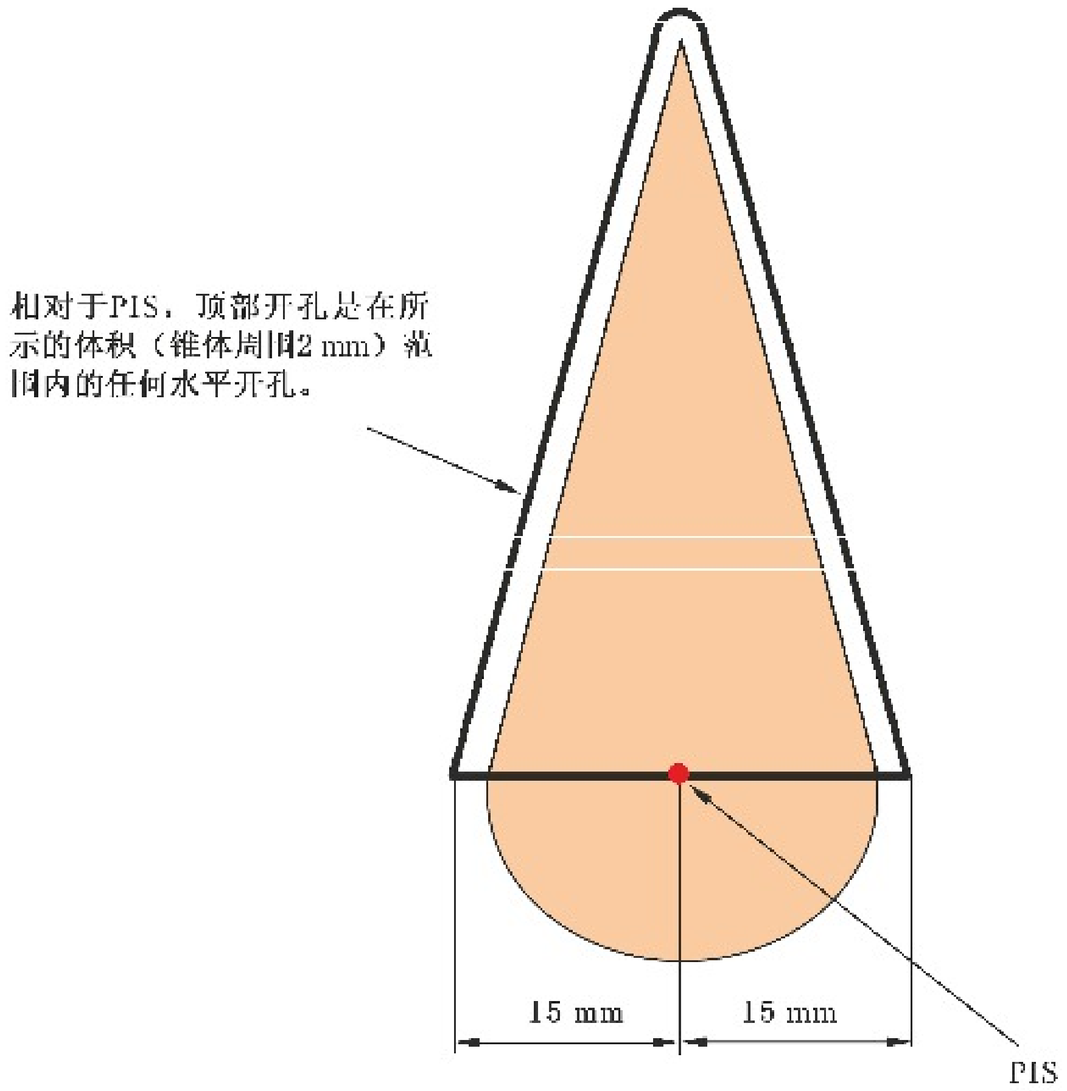
6.4.8.3.2　防火挡板的尺寸

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：

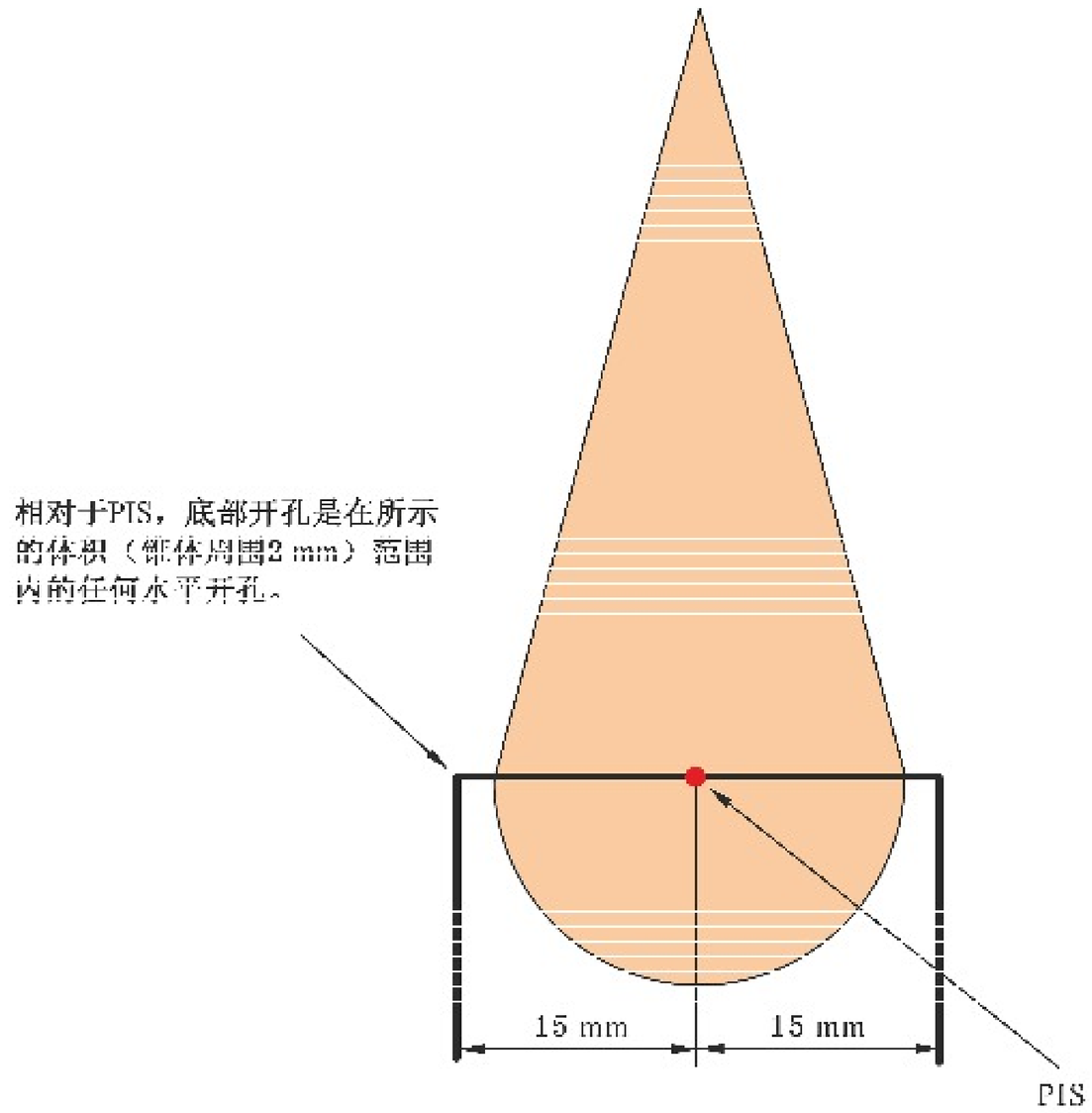
——任何方向的尺寸为 5 mm，或

——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 S.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/T 5169.5—2020 施加 30 s 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。

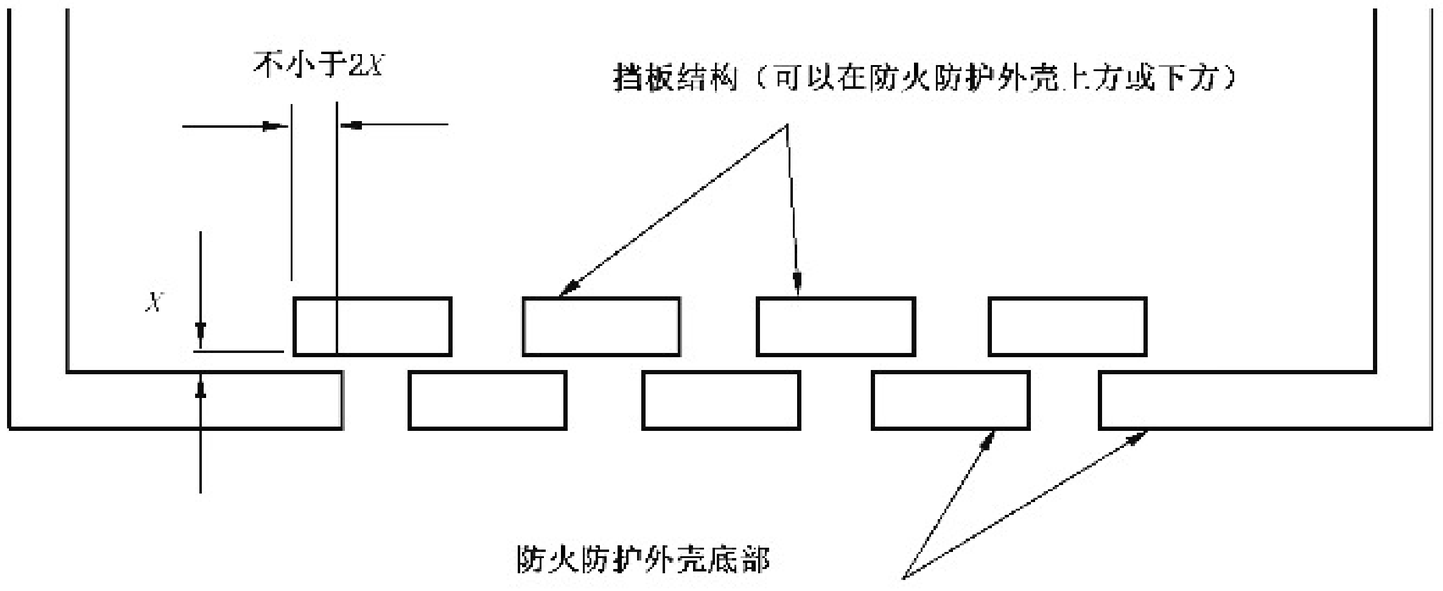


图 43　挡板结构

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。

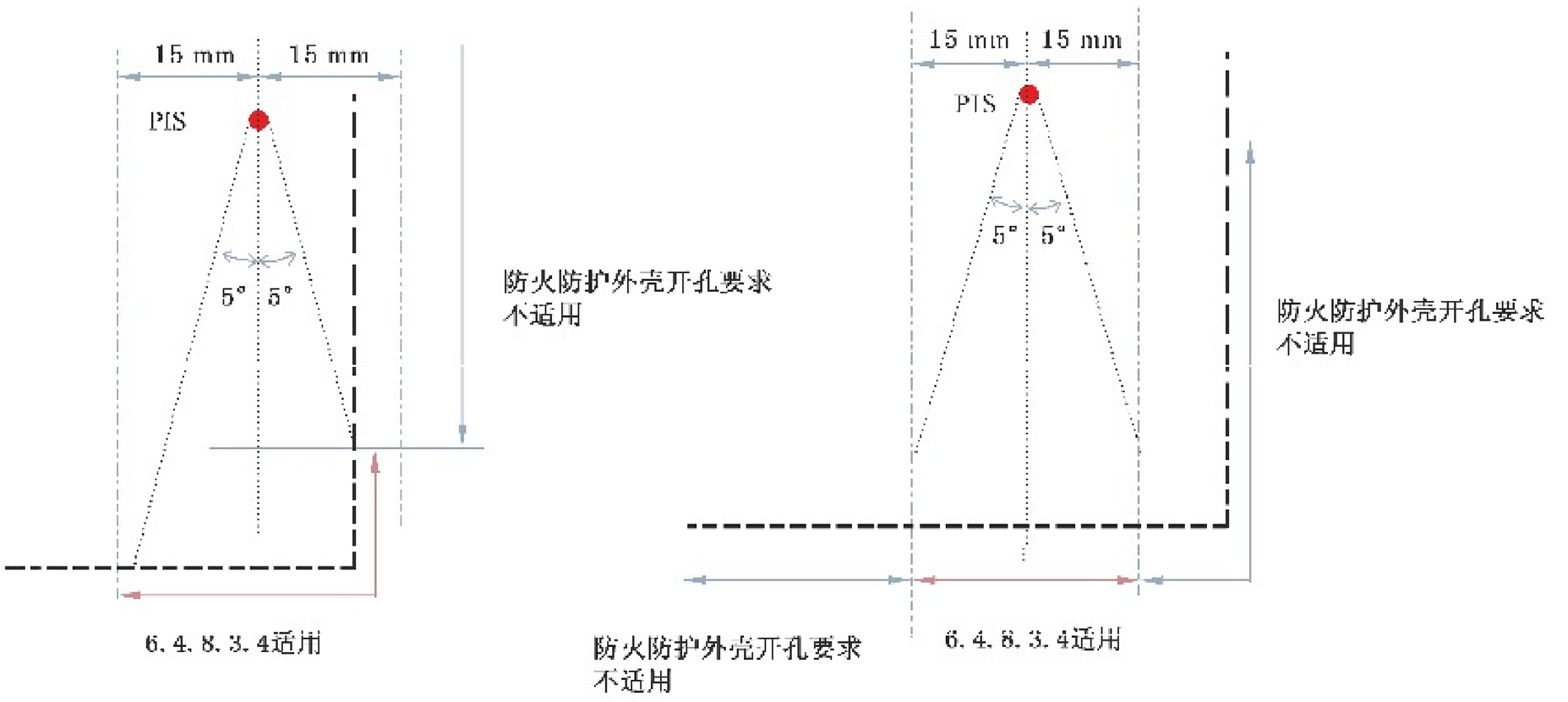
6.4.8.3.5 侧面开孔和侧面开孔特性

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(±5°)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/T 5169.5—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/T 4610 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 ℃；和

——不得闪燃；或闪点应高于 135 ℃。闪点依据 GB/T 261，使用彭斯基-马滕斯闭杯法来确定；或依据 GB/T 5208，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

GB 2536	电工流体 变压器和开关用的未使用过的矿物绝缘油
GB/T 21218	电气用未使用过的硅绝缘液体
GB/T 27750	绝缘液体的分类
IEC 61099	绝缘液体 电气用未使用过的合成有机酯规范
GB/Z 1094.14	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/T 22578.1	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 mm^2 的导体，应使用 GB/T 18380.12 和 GB/T 18380.13 的试验方法。

对横截面积小于 0.5 mm^2 的导体，应使用 GB/T 18380.22 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/T 18380.13、GB/T 18380.22 的试验方法。

如果绝缘导线或电缆满足适用的 GB/T 18380 相关部分推荐的性能要求或 GB/T 5169.23 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/T 13539.2 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，应采取措施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 8 h 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 使用个人安全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安全防护。

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	$\frac{N}{15\ 000}+\frac{K}{2\ 400}\leqslant1$	$\frac{N}{44\ 000}+\frac{K}{7\ 200}\leqslant1$	>MS2
3b	其他风扇叶片[a] 见图 45	$\frac{N}{15\ 000}+\frac{K}{2\ 400}\leqslant1$	$\frac{N}{22\ 000}+\frac{K}{3\ 600}\leqslant1$	>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]	≤7 kg	≤25 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[c]	质量>1 kg 安装高度≤2 m 的设备[c]	安装高度>2 m 的 所有设备

[a] 系数 K 按公式 $K=6\times10^{-7}mr^2N^2$ 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。

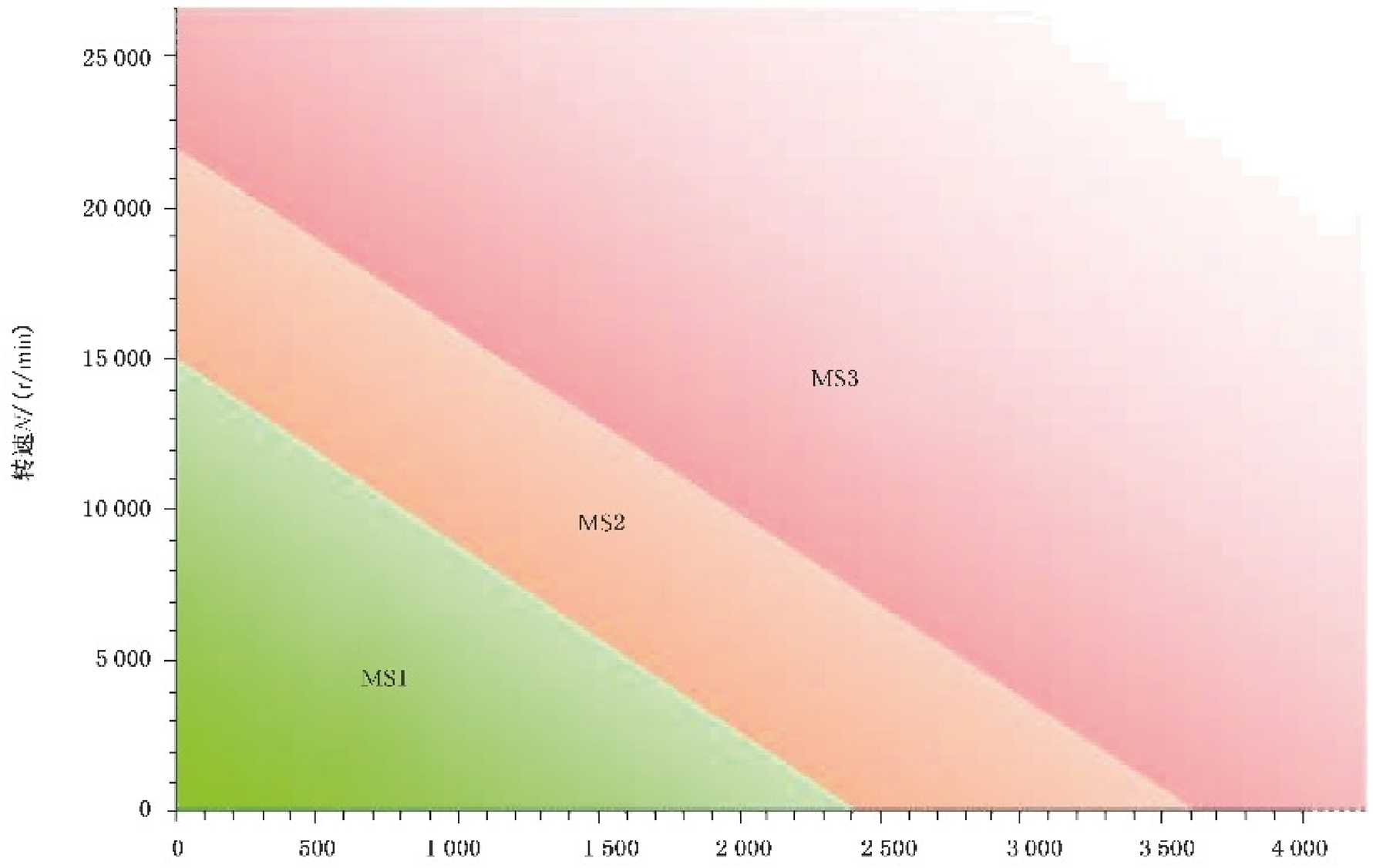


图 45　非塑料材料制成的运动风扇叶片的限值

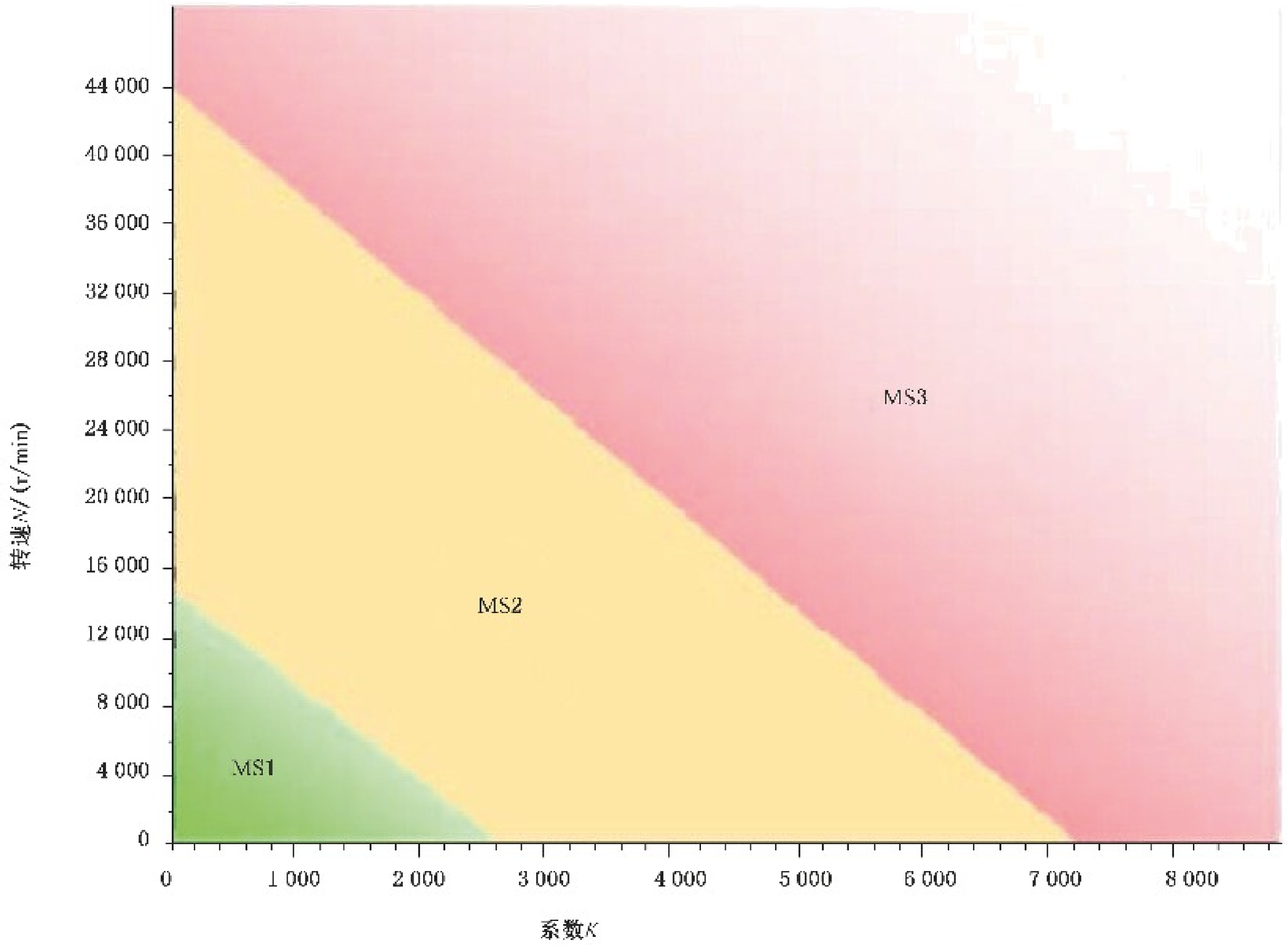


图 46　塑料材料制成的运动风扇叶片的限值

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： ，IEC 60417-6043(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/T 14048.14要求的锁闩式结构，或
- 符合 GB/T 14048.14 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

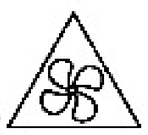
——MS3 运动零部件不是明显的(例如，间歇运动的装置)，

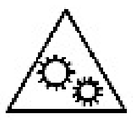
应按 8.5.2 提供指示性安全防护。除非运动零部件的安排、放置、封闭或防护使得熟练技术人员不可能与运动零部件接触，并且应在 MS3 零部件附近 750 mm 范围内明显和突出的位置上放置一个制动装置。

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，  IEC 60417-6056 (2011-05)，或

——对其他运动零部件，  IEC 60417-6057 (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级能量源应是不可触及的。

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。

——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2 s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2 s，则应按F.5提供指示性安全防护。

——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/T 4025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：

a) 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

b) 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内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 10 s。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/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/T 14048.14 或等同要求的锁闩式结构；或

——符合 GB/T 14048.14 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 IEC 60204-1 和 ISO 13850 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 IEC 62061 的安全完整性等级(SIL)，或 ISO 13849-1 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合格。

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 100 000 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 1 000 V 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。

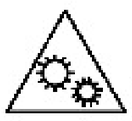
注：这类设备设计典型应用于预期安装在通常只有成人出现的场所内的商用或工业用设备。

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 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。

8.5.4.3.2 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：  IEC 60417-6057（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 45 N 的力；和

——对十字状切割型装置，施加不大于 90 N 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，则要按 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的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 250 N 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20 N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;

——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;

——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 220 N 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:

——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 440 N;或

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

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 100 N,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

——其他在机架上固定在位的设备；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。应提供闩锁或其他装置将 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250 N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250 N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100 N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/T 34662—2017 中附录 A 的限值进行评价。由制造商参考 GB/T 34662—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 ℃±5 ℃。

如果试验在 20 ℃～25 ℃温度下进行，则将试验结果调整到能反映 25 ℃环境温度的数值。

注 1：关于为什么在 25 ℃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/TR 62368-2。

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[b]	最高温度(T_{max}) ℃			
		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 h)[c]	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 min～<8 h)[a]	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 s～<1 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 s～<10 s)[f]	60	71	77	107
	操作设备时不需要接触的表面(<1 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[b]	最高温度（T_{max}） ℃			
		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 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 s～<1 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 s～<10 s）[f]	70	81	87	117
	操作设备时不需要接触的表面（<1 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 s～<10 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 8 h，适用 48 ℃/1 min～43 ℃ 8 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 2 h 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，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

设备级安全防护应能在正常工作条件下、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/T 5465.2—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

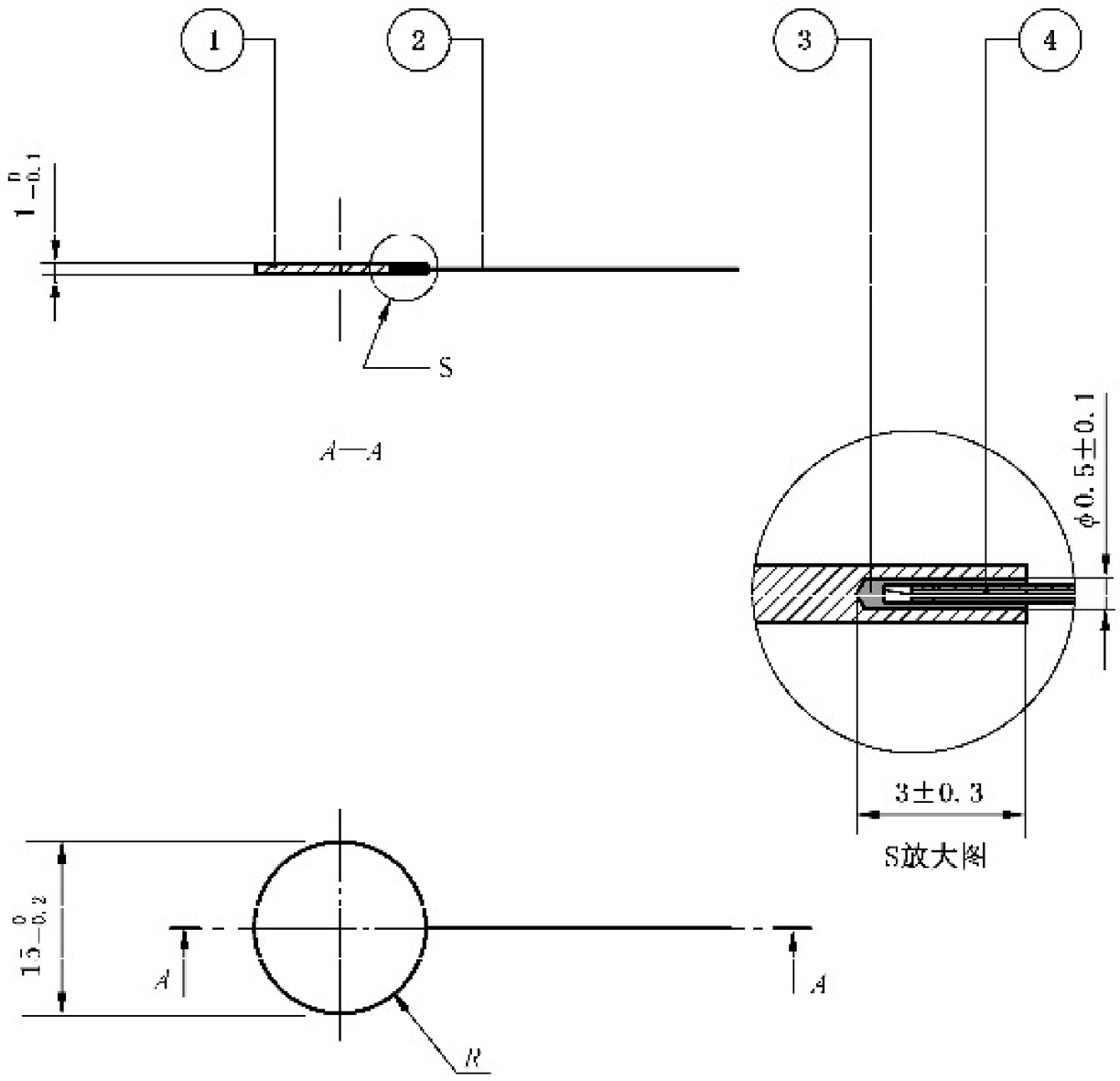
使用如下的异物：

——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：1.101 1/RFe 160)；

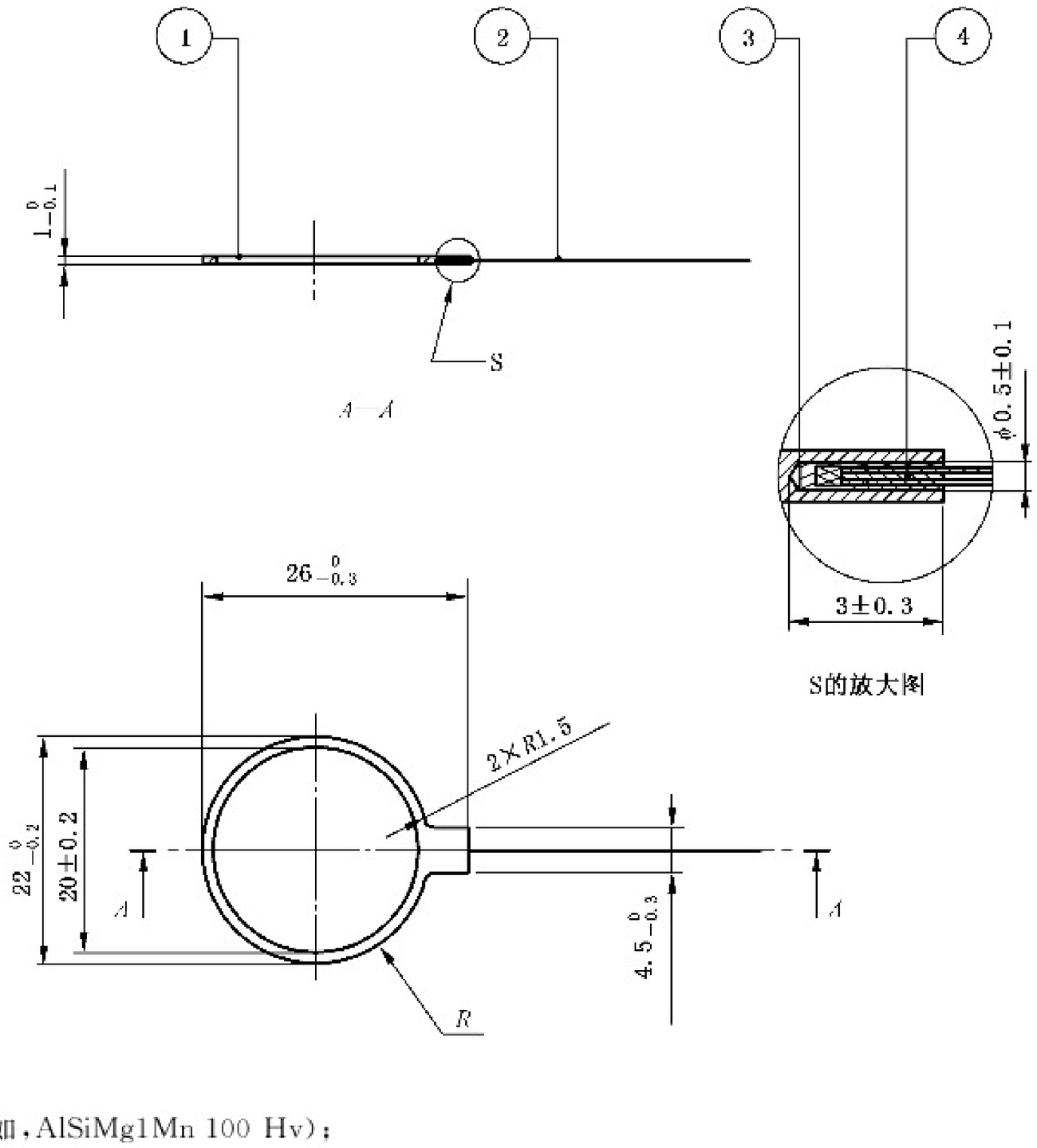
2——热电偶(任何合适的型号)；

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，AlSiMg1Mn 100 Hv)；

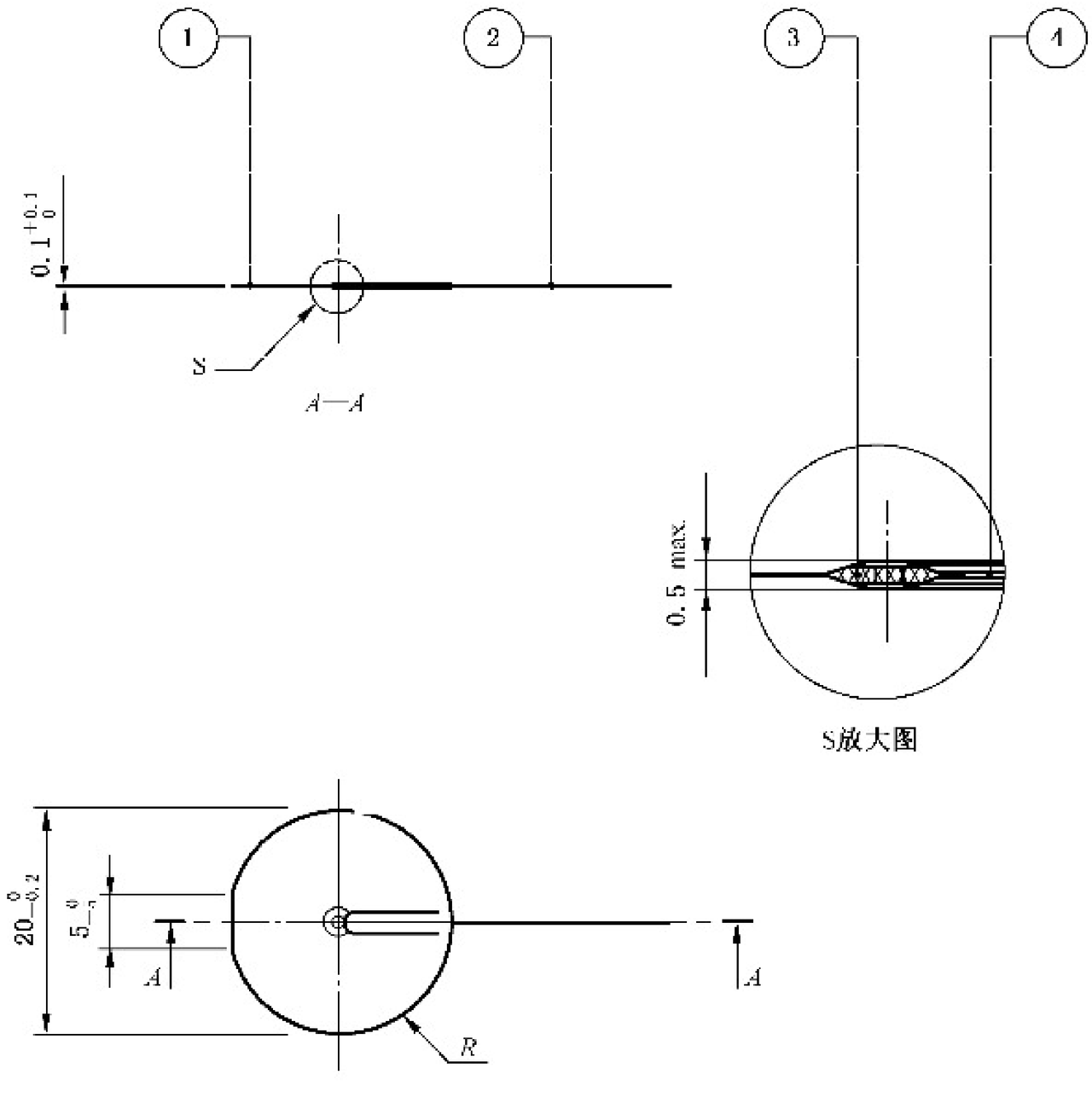
2——热电偶(任何合适的型号)；

3——散热器填料(热传导)；

4——硅胶管(应力消除)。

图 48　铝环

单位为毫米



标引序号说明：

1——箔(Al 99.5%)；

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 IEC 60825-2		
	用于信息传输的自由空间光通信系统	依据 IEC 60825-12		
	其他激光器,但用于图像投影仪的除外	依据 IEC 60825-1[a]		
灯和灯系统(包括 LEDs),但用于图像投影仪的除外		依据 GB T 20145:2006[b]		
图像投影仪(光束器)	激光图像投影仪	依据 IEC 60825-1[a] 或适用时依据 GB/T 30117.5—2019		
	灯或 LED 图像投影仪	依据 GB T 30117.5—2019		
X 射线		50 mm 时,≤36 pA/kg[c]	100 mm 时,≤185 pA kg[d]	>RS2
PMP 声学最大声压[e]	声输出	≤85 dB(A)	≤100 dB(A)	>RS2
	模拟输出	≤27 mV	≤150 mV	>RS2
	数字输出	≤−25 d BFS	≤−10dBFS	>RS2
PMP 声学最大暴露剂量[e]	声输出	100% CSD=≤80 dB(A)/40 h	≤100 dB(A)	>RS2
	模拟输出	≤15 mV	≤150 mV	>RS2
	数字输出	≤−30 dBFS	≤−10 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 IEC 60825-1:2014 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 IEC 62471(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/T 20145:2006 的 4.3 给出的暴露限值(见 GB/T 20145:2006 的 4.1)。

对 UV-C 的限值(波长在 180 nm～200 nm 之间),使用 GB/T 20145:2006 对应 200 nm 的限值。

[c] 36 pA kg 等同于 5 μSv 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] 185 pA/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 1 020 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： ——130 V，如果额定电压在 110 V～120 V 之间；或 ——110%的额定电压，如果额定电压不在 110 V～120 V 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： ——127 V，如果额定电压在 110 V～120 V 之间；或 ——110%的额定电压，如果额定电压不在 110 V～120 V 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 IEC 60825(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

——安全联锁(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 IEC 60825-1:2014 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 IEC 60825(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/T 30117.2,并应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:关于职业安全和健康(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 IEC 62471(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 200 nm～400 nm	豁免类
视网膜蓝光危害 300 nm～700 nm	豁免类或 1 类危险
视网膜热危害 380 nm～1 400 nm	豁免类或 1 类危险
角膜:晶状体红外危害 780 nm～3 000 nm	豁免类
视网膜热危害,微小视觉刺激 780 nm～1 400 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 IEC 62471(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。

如果使用安全联锁来降低辐射等级,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 T 30117.2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/T 30117.5—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/T 30117.5—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 ，IEC 60417-6040(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 ，IEC 60417-6041(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 ，IEC 60417-6151(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 200 nm～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 300 nm～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 380 nm～1 400 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 780 nm～3 000 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 780 nm～1 400 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 200 nm～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 300 nm～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 380 nm～1 400 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， 可能损伤害眼睛
角膜/晶状体红外危害 780 nm～3 000 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 780 nm～1 400 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，设备应按最受限制的情况进行分类。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。

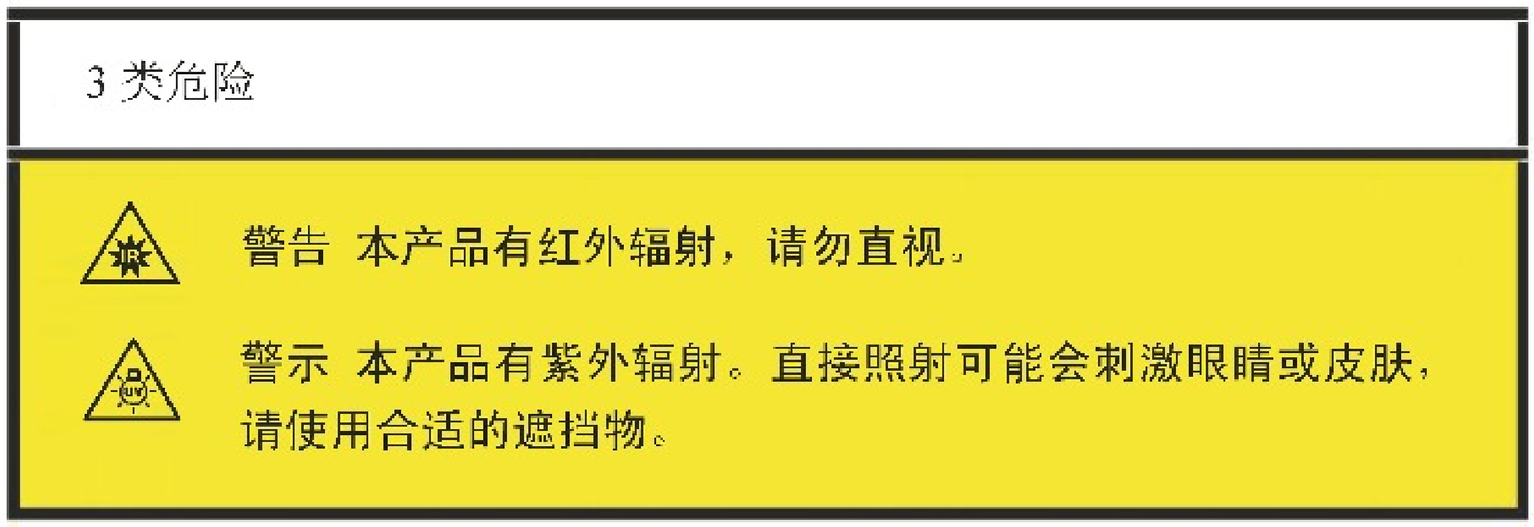


图 50　具有多个危害光谱波段灯的警告标识示例

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 IEC 62471 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 1 000 mm^2 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/m^2；

——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 EN 71-1:2011 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
- 盒式放音机/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 30 s 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 85 dB(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 85 dB(A),而歌曲的平均声压仅为 65 dB(A),则只要歌曲的平均声压水平不超过基本限值 85 dB(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

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40 h，80 dB(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30 s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20 s或更快。这种限制功能的测试方法是，在PMP限制器的20 s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100 dB(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5 s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1 s。

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20 h累积收听时间内，不需要重复确认。

注2：20 h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 ，IEC 60417-6044（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 94 dB(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 1:94 dB(A)和 75 mV 的值相当于 85 dB(A)和 27mV 或 100 dB(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 −10 dBFS,则收听装置的 $L_{Aeq,T}$ 声输出应不大于 100 dB(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 −10 dBFS 时,收听设备的 $L_{Aeq,T}$ 声输出应:≤100 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测量。