



中华人民共和国国家标准

GB/T 14048.1—2023

代替 GB/T 14048.1—2012

低压开关设备和控制设备 第 1 部分：总则

Low-voltage switchgear and controlgear—Part 1: General rules

(IEC 60947-1:2020, MOD)

2023-11-27 发布

2024-06-01 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 IX

引言 XIII

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语、定义和符号..... 4

 3.1 基本术语和定义 4

 3.2 试验 8

 3.3 端口 8

 3.4 开关电器 8

 3.5 开关电器的部件 11

 3.6 开关电器操作 15

 3.7 特性量 19

 3.8 本文件中特性的符号和参考条款 27

4 分类..... 28

5 特性..... 28

 5.1 特性概要 28

 5.2 电器型式 28

 5.3 主电路的额定值和限值 29

 5.4 使用类别 33

 5.5 控制电路 33

 5.6 辅助电路 34

 5.7 继电器和脱扣器 34

 5.8 与短路保护电器(SCPD)的协调配合 34

6 产品信息..... 34

 6.1 资料的内容 34

 6.2 标志 35

 6.3 安装、操作和维修、停用和拆卸说明 36

 6.4 环境信息 36

7 正常的使用、安装和运输条件 36

 7.1 正常使用条件 36

 7.2 运输和储存条件 38

 7.3 安装 38

8 结构和性能要求..... 38

8.1	结构要求	38
8.2	性能要求	44
8.3	电磁兼容性(EMC)	50
9	试验	50
9.1	试验的分类	50
9.2	验证结构要求	52
9.3	验证性能要求	57
9.4	EMC 试验	73
附录 A (资料性)	低压开关设备和控制设备使用类别协调	102
附录 B	空白	105
附录 C (规范性)	封闭电器的外壳防护等级	106
附录 D (资料性)	夹紧件和夹紧件与连接器件之间的关系的举例	112
附录 E (资料性)	调整负载电路方法的说明	118
附录 F (资料性)	短路功率因数或时间常数的确定	120
F.1	短路功率因数的确定	120
F.2	短路时间常数的确定(波形图法)	120
附录 G (资料性)	电气间隙和爬电距离的测量	121
G.1	基本要求	121
G.2	筋的使用	121
附录 H (资料性)	电源系统的标称电压与电器的额定冲击耐受电压的关系	126
附录 I (规范性)	耐湿性能及其要求	127
I.1	电器耐湿性能	127
I.2	被试电器的试前条件	127
I.3	试验方法	127
I.4	试验结果的判定	127
附录 J (资料性)	涉及制造商与用户的协议条款	128
附录 K (规范性)	确定功能安全性应用中所用机电式电器可靠性数据的步骤	129
K.1	通则	129
K.2	术语、定义和符号	129
K.3	以寿命试验结果为基础的方法	130
K.4	数据信息	134
K.5	示例	134
附录 L (规范性)	端子的标志和识别数码	137
L.1	通则	137
L.2	阻抗的端子的标志(字母数字)	137
L.3	具有双位置开关电器触头元件的端子标志(数字)	139
L.4	过载保护电器的端子的标志	140

L.5 区别数字	141
L.6 外部电子线路元器件、触头和整机的端子标志	141
附录 M (规范性) 易燃性试验	145
M.1 热丝引燃试验(HWI)	145
M.2 电弧引燃试验(AI)	146
M.3 HWI 和 AI 要求	147
附录 N (规范性) 具有保护性隔离的电器的性能要求和试验方法	149
N.1 概述	149
N.2 术语和定义	149
N.3 性能要求	150
N.4 试验要求	151
附录 O (资料性) 环境意识设计	153
O.1 通则	153
O.2 本附录范围	153
O.3 术语和定义	153
O.4 一般考虑事项	156
O.5 环境意识设计(ECD)的基本要求	158
O.6 环境意识设计过程(ECD 过程)	158
O.7 产品设计与开发过程中的 ECD 工具	159
O.8 相关的 ISO 技术委员会	159
附录 P (资料性) 与铜导体相连的低压开关设备和控制设备的端子接线片	161
附录 Q (规范性) 特殊试验——环境试验目录	162
Q.1 通则	162
Q.2 设备分类	162
Q.3 试验	163
附录 R (规范性) 在操作和调整过程中的易近部件介电试验用金属箔的应用	168
R.1 通则	168
R.2 目的	168
R.3 设备分区	168
附录 S (规范性) 数字输入和输出	174
S.1 概要	174
S.2 术语和定义	174
S.3 功能要求	174
S.4 输入/输出要求的验证	182
S.5 制造商提供的一般信息	184
S.6 数字输入标准工作范围公式	185
附录 T (规范性) 电子式过载继电器的扩展功能	186

T.1	通则	186
T.2	术语和定义	186
T.3	电子式过载继电器的分类	187
T.4	具有接地/对地故障检测功能的继电器的型式	187
T.5	性能要求	187
T.6	试验	188
T.7	常规试验和抽样试验	189
附录 U (资料性)	控制电路的配置举例	191
U.1	外部控制电器(ECD)	191
U.2	控制电路的配置	191
附录 V (资料性)	开关设备和控制设备电能效率管理	194
V.1	通则	194
V.2	目的	194
V.3	术语和定义	194
V.4	电气能效和安全	195
V.5	电气能效的基本原理(系统方法)	195
V.6	能效应用	195
附录 W (规范性)	制定材料声明的程序	197
W.1	概述	197
W.2	目的	197
W.3	术语和定义	197
W.4	材料声明要求	198
W.5	根据 W.4 做出的材料声明示例	198
附录 X (规范性)	断路器或 CPS 与串联在同一电路中的另一台短路保护电器的协调配合	204
X.1	通则	204
X.2	目的	204
X.3	断路器或 CPS 与另一台 SCPD 配合的一般要求	204
X.4	串联的 SCPD 的型式和特性	205
X.5	选择性验证	205
X.6	后备保护验证	207
参考文献		214
索引		217
图 1	弯曲试验的试验设备	88
图 2	A 型和 B 型模拟量规	88
图 3	单极电器验证单相交流或直流接通和分断能力的试验电路图	89
图 4	双极电器验证单相交流或直流接通和分断能力的试验电路图	90

图 5	三极电器验证接通和分断能力的试验电路图	91
图 6	四极电器验证接通和分断能力的试验电路图	92
图 7	在理想条件下,首先熄弧触头两端的恢复电压的简单示意图	93
图 8	负载电路调整方法原理图	94
图 9	单极电器验证单相交流或直流短路接通和分断能力的试验电路图	95
图 10	双极电器验证单相交流或直流短路接通和分断能力的试验电路图	96
图 11	三极电器验证短路接通和分断能力的试验电路图	97
图 12	四极电器验证短路接通和分断能力的试验电路图	98
图 13	单极电器在单相交流短路接通和分断试验波形记录的示例	99
图 14	验证直流短路接通和分断能力	100
图 15	第一次试验电路整定所得的整定电流低于额定分断能力时预期分断电流的确定	101
图 16	操动器试验力	101
图 D.1	夹紧件在连接电器内	112
图 D.2	螺钉型夹紧件	113
图 D.3	柱式夹紧件	114
图 D.4	螺栓型夹紧件	115
图 D.5	鞍形夹紧件	115
图 D.6	接线片式夹紧件	116
图 D.7	罩式夹紧件	117
图 D.8	无螺纹型夹紧件(简图)	117
图 E.1	确定系数 γ 实际数值的方法	119
图 G.1	筋的测量	121
图 G.2	触头支持用固定的和移动的绝缘件间的爬电距离	122
图 G.3	示例 1	122
图 G.4	示例 2	122
图 G.5	示例 3	123
图 G.6	示例 4	123
图 G.7	示例 5	123
图 G.8	示例 6	123
图 G.9	示例 7	124
图 G.10	示例 8	124
图 G.11	示例 9	124
图 G.12	示例 10	125
图 G.13	示例 11	125
图 K.1	威布尔中位秩回归图	136
图 M.1	热丝引燃试验装置	145
图 M.2	电弧引燃试验电路图	146
图 N.1	连接隔离电路的元件应用举例	151
图 O.1	产品标准中的规定和在产品生命周期中与产品相关的环境影响之间的关系框架	157

图 O.2	ECD 过程概览	158
图 P.1	尺寸	161
图 R.1	外壳外操作机制	169
图 R.2	金属箔在开关操动器工作区的应用	170
图 R.3	按钮附近的危险带电部件指状受保护区域举例	171
图 R.4	金属箔的应用示例一	171
图 R.5	金属箔的应用示例二	172
图 R.6	金属箔的应用示例三	172
图 R.7	金属箔在孔槽上的应用	173
图 R.8	旋转方式操动的操作空间	173
图 S.1	I/O 参数	176
图 S.2	电流阱输入的 $U-I$ 工作区	177
图 S.3	交流数字输出的暂时过载波形图	179
图 S.4	直流数字输出的暂时过载波形图	181
图 T.1	验证电子式接地/对地故障电流保护过载继电器动作特性的试验电路	190
图 U.1	外部控制电器的图示	191
图 U.2	单电源和控制输入	192
图 U.3	独立电源和控制输入	192
图 U.4	具有多个外部控制电源的电器	192
图 U.5	具有总线接口的电器	193
图 W.1	主要信息和商业信息示例,XML 代码图示	200
图 W.2	产品信息示例,XML 代码图示	201
图 W.3	声明物质信息示例,XML 代码图示	202
图 W.4	材料类别信息示例,XML 代码图示	203
图 X.1	断路器或 CPS 与熔断器之间的过电流配合或熔断器的后备保护:工作特性	209
图 X.2	两个断路器或断路器与 CPS 间的总选择性	210
图 X.3	断路器或 CPS 的后备保护——工作特性	211
图 X.4	显示三极断路器或 CPS(C_1)电缆连接的条件短路分断能力试验电路示例	212
图 X.5	验证选择性的试验电路示例	213
表 1	圆铜导体的标称截面积及 mm^2 和 AWG/kcmil 尺寸之间的近似关系	74
表 2	端子的温升限值	75
表 3	易接近部件的温升限值	75
表 4	验证螺纹型端子机械强度的拧紧力矩	76
表 5	圆铜导体拉出和弯曲试验数值	76
表 6	扁铜导体拉出试验数值	77
表 7	最大导体截面和相应的模拟量规	77
表 8	导体截面积和直径之间的对应关系	78
表 9	试验电流为 400 A 及以下的试验铜导体	80

表 10	试验电流大于 400 A 而不超过 800 A 的试验铜导体	80
表 11	试验电流大于 400 A 而不超过 3 150 A 的试验铜排	81
表 12	冲击耐受电压	81
表 13	空气中最小电气间隙	82
表 14	隔离电器断开触头间的试验电压	82
表 15	最小爬电距离	83
表 16	对应于试验电流的功率因数、时间常数和电流峰值与有效值的比率 n	84
表 17	操动器试验力	84
表 18	试验参数的允差	84
表 19	与额定绝缘电压对应的介电试验电压	85
表 20	导管拉出试验的试验值	85
表 21	导管弯曲试验的试验值	85
表 22	导管扭转试验的试验值	86
表 23	EMC 试验——抗扰度	86
表 24	存在电磁干扰时的验收标准	87
表 25	铜保护导体的截面积	87
表 A.1	GB/T 14048 系列标准中所用的使用类别	102
表 C.1	IP 代码	108
表 G.1	槽的最小宽度	121
表 H.1	根据 IEC 60099-1 规定的浪涌抑制器进行过电压保护时,电源系统的标称电压与 电路的额定冲击耐受电压的对应关系	126
表 K.1	电器的失效模式	131
表 K.2	15 台电器按发生故障的顺序排列的示例	134
表 K.3	中位秩计算示例	135
表 M.1	固定载流部件所需材料的 HWI 和 AI 特性	147
表 M.2	表 M.1 范围之外的材料的 HWI 和 AI 特性	148
表 P.1	与铜导体相连的低压开关设备和控制设备的端子接线片示例	161
表 Q.1	试验顺序	164
表 S.1	输入电源的额定值及工作范围	175
表 S.2	数字输入(电流阱)的标准工作范围	177
表 S.3	交流电流源数字输出的额定值和工作范围	179
表 S.4	直流电流源数字输出的额定值和工作范围(直流)	181
表 S.5	数字输出的过载试验和短路试验	183
表 T.1	接地/对地故障继电器的动作时间	187
表 W.1	表格形式的主要信息和商业信息示例	199
表 W.2	表格形式的产品信息示例	200
表 W.3	表格形式的声明物质信息示例	201
表 W.4	表格形式的材料类别信息示例	202

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/T 14048《低压开关设备和控制设备》的第 1 部分。GB/T 14048 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：总则；
- 第 2 部分：断路器；
- 第 3 部分：开关、隔离器、隔离开关及熔断器组合电器；
- 第 4-1 部分：接触器和电动机起动器 机电式接触器和电动机起动器(含电动机保护器)；
- 第 4-2 部分：接触器和电动机起动器 交流电动机用半导体控制器和起动器(含软起动器)；
- 第 4-3 部分：接触器和电动机起动器 非电动机负载用交流半导体控制器和接触器；
- 第 5-1 部分：控制电路电器和开关元件 机电式控制电路电器；
- 第 5-2 部分：控制电路电器和开关元件 接近开关；
- 第 5-3 部分：控制电路电器和开关元件 在故障条件下具有确定功能的接近开关(PDDB)的要求；
- 第 5-4 部分：控制电路电器和开关元件 小容量触头的性能评定方法 特殊试验；
- 第 5-5 部分：控制电路电器和开关元件 具有机械锁闭功能的电气紧急制动装置；
- 第 5-6 部分：控制电路电器和开关元件 接近传感器和开关放大器的 DC 接口(NAMUR)；
- 第 5-7 部分：控制电路电器和开关元件 用于带模拟输出的接近设备的要求；
- 第 5-8 部分：控制电路电器和开关元件 三位使能开关；
- 第 5-9 部分：控制电路电器和开关元件 流量开关；
- 第 6-1 部分：多功能电器 转换开关电器；
- 第 6-2 部分：多功能电器(设备) 控制与保护开关电器(设备)(CPS)；
- 第 7-1 部分：辅助器件 铜导体的接线端子排；
- 第 7-2 部分：辅助器件 铜导体的保护导体接线端子排；
- 第 7-3 部分：辅助器件 熔断器接线端子排的安全要求；
- 第 7-4 部分：辅助器件 铜导体的 PCB 接线端子排；
- 第 8 部分：旋转电机用装入式热保护(PTC)控制单元；
- 第 9-1 部分：电弧故障主动抑制系统 灭弧电器。

本文件代替 GB/T 14048.1—2012《低压开关设备和控制设备 第 1 部分：总则》，与 GB/T 14048.1—2012 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 增加了本文件不适用的规定(见第 1 章)；
- 更改了术语和定义(见第 3 章)；
- 明确额定限制短路电流的符号为 I_q 或 I_{cc} ， I_q 用于起动器， I_{cc} 用于开关和断路器(见 5.3.6.4)；
- 增加了开关电器的极阻抗的规定，删除了通断操作过电压的要求(见 5.3.7, 2012 年版的 4.9)；
- 增加了环境信息的规定(见第 6 章)；
- 增加了“爬电距离用绝缘配合隔板”和“电气间隙用绝缘配合隔板”的要求(见 8.1.4.2 和 8.1.4.3)；

- 增加了保护接地连续性的要求和试验(见 8.1.10.4 和 9.2.9)；
- 介电性能增加了直流耐受电压要求(见 8.2.3)；
- 增加了“特殊试验”(见 9.1.5)；
- 增加了附录 K(规范性)确定功能安全性应用中所用机电式电器可靠性数据的步骤；
- 增加了附录 W(规范性)制定材料声明的程序；
- 增加了附录 X(规范性)断路器或 CPS 与串联在同一电路中的另一台短路保护电器的协调配合。

本文件修改采用 IEC 60947-1:2020《低压开关设备和控制设备 第 1 部分:总则》。

本文件与 IEC 60947-1:2020 相比做了下述结构调整:

- 3.1 对应 IEC 60947-1:2020 的 3.3,3.2 对应 IEC 60947-1:2020 的 3.8,3.3 对应 IEC 60947-1:2020 的 3.9；
- 将 W.3 删除,后面章条号顺延；
- 索引对应 IEC 60947-1:2020 的 3.2。

本文件与 IEC 60947-1:2020 的技术差异及其原因如下:

- 用规范性引用的 GB/T 2408 替换了 IEC 60695-11-10:2013,以适应我国的技术条件、增加可操作性(见 9.2.2.2、表 M.1、表 M.2)；
- 用规范性引用的 GB/T 2893.2 替换了 ISO 3864-2,以适应我国的技术条件、增加可操作性(见 6.3)；
- 用规范性引用的 GB 4824 替换了 CISPR 11,以适应我国的技术条件、增加可操作性(见 8.3.3)；
- 用规范性引用的 GB/T 5169.12 替换了 IEC 60695-2-12,以适应我国的技术条件、增加可操作性(见 8.1.2.2)；
- 用规范性引用的 GB/T 9254.1 替换了 CISPR 32,以适应我国的技术条件、增加可操作性(见 8.3.3)；
- 用规范性引用的 GB/T 11026.2 替换了 IEC 60216-2,以适应我国的技术条件、增加可操作性(见 8.2.2.1)；
- 用规范性引用的 GB/T 13539.1 替换了 IEC 60269-1:2006/AMD 2:2014,以适应我国的技术条件、增加可操作性(见 X.6.4)；
- 用规范性引用的 GB/T 14048.2—2020 替换了 IEC 60947-2:2016/AMD 1:2019,以适应我国的技术条件、增加可操作性(见 X.5.3、X.6.2、X.6.3)；
- 用规范性引用的 GB/T 14048.5 替换了 IEC 60947-5-1,以适应我国的技术条件、增加可操作性(见 8.1.7.2、S.3.2.3.3.5、S.4.3.1)；
- 用规范性引用的 GB/T 14048.16 替换了 IEC 60947-8,以适应我国的技术条件、增加可操作性(见 L.6.1.2.4)；
- 用规范性引用的 GB/T 17626.3 替换了 IEC 61000-4-3,以适应我国的技术条件、增加可操作性(见 9.4.2.3、表 23)；
- 用规范性引用的 GB/T 17626.4 替换了 IEC 61000-4-4,以适应我国的技术条件、增加可操作性(见 9.4.2.5、表 23)；
- 用规范性引用的 GB/T 17626.5 替换了 IEC 61000-4-5,以适应我国的技术条件、增加可操作性(见 9.4.2.6、表 23)；
- 用规范性引用的 GB/T 17626.6 替换了 IEC 61000-4-6,以适应我国的技术条件、增加可操作性(见 9.4.2.4、表 23)；

- 用规范性引用的 GB/T 17626.8 替换了 IEC 61000-4-8,以适应我国的技术条件、增加可操作性(9.4.2.7、表 23);
- 用规范性引用的 GB/T 17626.11 替换了 IEC 61000-4-11,以适应我国的技术条件、增加可操作性(9.4.2.8、表 23);
- 用规范性引用的 GB/T 17626.34 替换了 IEC 61000-4-34,以适应我国的技术条件、增加可操作性(见 9.4.2.8、表 23);
- 用规范性引用的 GB/T 17627—2019 替换了 IEC 61180:2016,两个文件之间的一致性程度为修改,以适应我国的技术条件、增加可操作性(见 9.3.3.4.1);
- 用规范性引用的 GB/Z 17799.6 替换了 IEC 61000-6-5,以适应我国的技术条件、增加可操作性(见 9.4.2.1);
- 用规范性引用的 GB/T 18216.2 替换了 IEC 61557-2,以适应我国的技术条件、增加可操作性(见表 Q.1);
- 用规范性引用的 GB/T 16935.1—2023 替换了 IEC 60664-1:2007,以适应我国的技术条件、增加可操作性(8.2.3.1、表 19、N.3.2.2);
- 标志中增加了“合格标记或认证标志(如适用)”(见 6.2);
- 在所采标 IEC 版本中附录 I 为空白,但考虑到我国地域广阔,气候条件多变,本文件在附录 I 中补充规定了低压电器的耐湿性能要求和试验方法。附录 I 中规定,对于预期用于周围空气温度不超过 40 ℃ 的电器,优先采用高温温度为 40 ℃、周期数为 6 昼夜的严酷等级进行试验,对于预期用于周围空气温度上限值高于 40 ℃ 而不超过 55 ℃ 的电器,可参考附录 Q 中的相关规定进行试验(见附录 I)。

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。

本文件由中国电器工业协会提出。

本文件由全国低压电器标准化技术委员会(SAC/TC 189)归口。

本文件起草单位:上海电器科学研究所、上海电器科学研究所(集团)有限公司、常熟开关制造有限公司(原常熟开关厂)、浙江正泰电器股份有限公司、上海良信电器股份有限公司、施耐德电气(中国)有限公司上海分公司、上海电器股份有限公司人民电器厂、德力西电气有限公司、万可电子(天津)有限公司、西门子(中国)有限公司、浙江天正电气股份有限公司、浙江人民电器有限公司、杭州之江开关股份有限公司、厦门 ABB 低压电器设备有限公司、思贝尔电气有限公司、罗格朗低压电器(无锡)有限公司、泰科电子(深圳)有限公司、欧姆龙自动化(中国)有限公司、浙江金莱勒电气有限公司、浙江科瑞普电气有限公司、苏州万龙电气集团股份有限公司、上海正泰智能科技有限公司、青岛鼎信通讯股份有限公司、河北宝凯电气股份有限公司、华通机电股份有限公司、安德利集团有限公司、浙江明晖智能电气有限公司、瑞睿电气(浙江)有限公司、新驰电气集团有限公司、浙江巨邦电器股份有限公司、乐星电气(无锡)有限公司、苏州西门子电器有限公司、长城电器集团浙江科技有限公司、浙江大华技术股份有限公司、宁波奇乐电气集团有限公司、帝森克罗德集团有限公司、中机国际工程设计研究院有限责任公司、美高电气科技有限公司、共立自动化科技(宁波)有限公司、江苏米特物联网科技有限公司、宁波公牛低压电气有限公司、深圳市威可特电子科技有限公司、实德电气集团有限公司、无锡新宏泰电器科技股份有限公司、江苏洛乘电气科技有限公司、贵州泰永长征技术股份有限公司、浙江百宸电气有限公司、加西亚电子电器股份有限公司、乾友科技有限公司、上海量乘机电科技有限公司、浙江奥来电器有限公司、浙江奔一电气有限公司、厦门宏发开关设备有限公司。

本文件主要起草人:尹天文、季慧玉、管瑞良、肖体锋、张广智、刘振忠、范琨、吴建宾、汪芳、栗惠、葛世伟、包志舟、戴水东、林清泉、苏海超、傅凯、高伟、杨景丛、范林、胡昌勇、程玉标、郭德鑫、王建华、

孟磊、王志勇、刘忠、徐波、吴起军、夏初阳、陈俊、武建波、朱林、叶高培、刘明、冯立本、陈梁、王剑锋、徐象兵、彭君、张建兴、张慎虎、郝明、何凯强、陈雪琴、包革、薛建虎、潘斌华、黄正乾、杨剑锋、张新雨、曾谊、许文良、林凯、王仁远、张协利。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 1993 首次发布为 GB/T 14048.1—1993、2000 年第一次修订、2006 年第二次修订、2012 年第三次修订；
- 本次为第四次修订。

引 言

低压开关设备和控制设备量大面广,产品涉及如:断路器、隔离器、隔离开关与熔断器组合电器、接触器和起动器等,被广泛地用于机械、电力、电子等各个领域,涉及电能的控制、配送等多个方面。GB/T 14048《低压开关设备和控制设备》是指导我国低压开关设备和控制设备相关产品的重要系列标准,拟由 25 个部分构成:

- 第 1 部分:总则。目的在于规定低压开关设备和控制设备的总体要求。
- 第 2 部分:断路器。目的在于规定断路器的性能要求及试验方法等产品相关要求。
- 第 3 部分:开关、隔离器、隔离开关及熔断器组合电器。目的在于规定开关、隔离器、隔离开关及熔断器组合电器的性能要求及试验方法等产品相关要求。
- 第 4-1 部分:接触器和电动机起动器 机电式接触器和电动机起动器(含电动机保护器)。目的在于规定机电式接触器和电动机起动器(含电动机保护器)的性能要求及试验方法等产品相关要求。
- 第 4-2 部分:接触器和电动机起动器 交流电动机用半导体控制器和起动器(含软起动器)。目的在于规定交流电动机用半导体控制器和起动器(含软起动器)的性能要求及试验方法等产品相关要求。
- 第 4-3 部分:接触器和电动机起动器 非电动机负载用交流半导体控制器和接触器。目的在于规定非电动机负载用交流半导体控制器和接触器的性能要求及试验方法等产品相关要求。
- 第 5-1 部分:控制电路电器和开关元件 机电式控制电路电器。目的在于规定机电式控制电路电器的性能要求及试验方法等产品相关要求。
- 第 5-2 部分:控制电路电器和开关元件 接近开关。目的在于规定接近开关的性能要求及试验方法等产品相关要求。
- 第 5-3 部分:控制电路电器和开关元件 在故障条件下具有规定功能的接近开关(PDDB)的要求。目的在于规定在故障条件下具有确定功能的接近开关的性能要求及试验方法等产品相关要求。
- 第 5-4 部分:控制电路电器和开关元件 小容量触头的性能评定方法 特殊试验。目的在于规定小容量触头的性能评定中的特殊试验要求。
- 第 5-5 部分:控制电路电器和开关元件 具有机械锁闭功能的电气紧急制动装置。目的在于规定具有机械锁闭功能的电气紧急制动装置的性能要求及试验方法等产品相关要求。
- 第 5-6 部分:控制电路电器和开关元件 接近传感器和开关放大器的 DC 接口(NAMUR)。目的在于规定接近传感器和开关放大器的 DC 接口的性能要求及试验方法等产品相关要求。
- 第 5-7 部分:控制电路电器和开关元件 用于带模拟输出的接近设备的要求。目的在于规定用于带模拟输出的接近设备的性能要求及试验方法等产品相关要求。
- 第 5-8 部分:控制电路电器和开关元件 三位使能开关。目的在于规定三位使能开关的性能要求及试验方法等产品相关要求。
- 第 5-9 部分:控制电路电器和开关元件 流量开关。目的在于规定流量开关的性能要求及试验方法等产品相关要求。
- 第 6-1 部分:多功能电器 转换开关电器。目的在于规定转换开关电器的性能要求及试验方法等产品相关要求。
- 第 6-2 部分:多功能电器(设备) 控制与保护开关电器(设备)(CPS)。目的在于规定控制与

保护开关电器的性能要求及试验方法等产品相关要求。

- 第 7-1 部分:辅助器件 铜导体的接线端子排。目的在于规定铜导体的接线端子排的性能要求及试验方法等产品相关要求。
- 第 7-2 部分:辅助器件 铜导体的保护导体接线端子排。目的在于规定铜导体的保护导体接线端子排的性能要求及试验方法等产品相关要求。
- 第 7-3 部分:辅助器件 熔断器接线端子排的安全要求。目的在于规定熔断器接线端子排的安全相关要求。
- 第 7-4 部分:辅助器件 铜导体的 PCB 接线端子排。目的在于规定铜导体的 PCB 接线端子排的性能要求及试验方法等产品相关要求。
- 第 7-5 部分:辅助器件 铝导体的接线端子排。目的在于规定铝导体的接线端子排的性能要求及试验方法等产品相关要求。
- 第 8 部分:旋转电机用装入式热保护(PTC)控制单元。目的在于规定旋转电机用装入式热保护(PTC)控制单元的性能要求及试验方法等产品相关要求。
- 第 9-1 部分:电弧故障主动抑制系统 灭弧电器。目的在于规定灭弧电器的性能要求及试验方法等产品相关要求。
- 第 9-2 部分:电弧故障主动抑制系统 基于光信号的内部电弧探测和抑制设备。目的在于规定基于光信号的内部电弧探测和抑制设备的性能要求及试验方法等产品相关要求。

本文件的目的是尽可能协调适用于低压开关设备和控制设备基本性能的所有规则和要求,以便在相应的设备范围内获得统一的要求和试验,避免同一产品需要根据不同标准进行试验。

本文件中包含了各类产品标准中所有被认为是基本要求的内容以及具有广泛意义和应用的特定项目,例如温升、介电性能等。

对于每种类型的低压开关设备和控制设备,确定其所有要求和试验只需两个主要标准:

- a) 本文件,在各类低压开关设备和控制设备的标准中简称:“第 1 部分”或“GB/T 14048.1”;
- b) 相关的产品标准,在下文中称作“相关产品标准”或“本系列产品标准”。

对适用于某一特定的产品标准的一般规则,在产品标准中应明确,并标出引用 GB/T 14048.1 文件的相关条款和子条款编号,例如:GB/T 14048.1—2023 中 7.2。

只有在有充分的技术理由时,特定的产品标准才可以与一般规则有所不同。

注:本文件中所提及的“产品标准”均指“GB/T 14048 系列产品标准”。

低压开关设备和控制设备

第 1 部分：总则

1 范围

本文件规定了低压开关设备和控制设备的一般规则和通用安全要求,它包括:

- 定义;
- 特性;
- 电器的有关资料;
- 正常使用、安装和运输条件,以及停用和拆卸;
- 结构和性能要求;
- 特性和性能验证;
- 能效因素(见附录 V);
- 环境因素。

本文件适用于(当相关产品标准有要求时)低压开关设备和控制设备(以下简称“设备”或“电器”),该设备或电器用于连接至额定电压交流不超过 1 000 V 或直流不超过 1 500 V 的电路。¹⁾

本文件不适用于:

- IEC 61439(所有部分)涉及的低压成套开关设备和控制设备,如适用;
- 铝导体连接用接线端子;

注:铝导体的接线端子在下一修订版中考虑。

- 在爆炸性环境中使用[见 IEC 60079(所有部分)];
- 功能安全应用的软件和固件要求(见 GB/T 20438.3);
- 网络安全因素[见 IEC 62443(所有部分)]。

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 2408 塑料 燃烧性能的测定 水平法和垂直法(GB/T 2408—2021, IEC 60695-11-10: 2013, MOD)

GB/T 2421—2020 环境试验 概述和指南(IEC 60068-1:2013, IDT)

GB/T 2423.1—2008 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 A:低温(IEC 60068-2-1:2007, IDT)

GB/T 2423.2—2008 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 B:高温(IEC 60068-2-2:2007, IDT)

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

1) 交流额定电压 1 140 V 的电器可参照本文件执行。有关电器的性能等要求由制造商和用户协商确定。

GB/T 14048.1—2023

GB/T 2423.4—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Db:交变湿热(12 h+12 h 循环)(IEC 60068-2-30:2005, IDT)

GB/T 2423.5—2019 环境试验 第2部分:试验方法 试验 Ea 和导则:冲击(IEC 60068-2-27:2008, IDT)

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

GB/T 2423.18—2021 环境试验 第2部分:试验方法 试验 Kb:盐雾,交变(氯化钠溶液)(IEC 60068-2-52:2017, IDT)

GB/T 2893.2 图形符号 安全色和安全标志 第2部分:产品安全标签的设计原则(GB/T 2893.2—2020, ISO 3864-2:2016, MOD)

GB/T 3956—2008 电缆的导体(IEC 60228:2004, IDT)

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

GB/T 4026—2019 人机界面标志标识的基本和安全规则 设备端子、导体终端和导体的标识(IEC 60445:2017, IDT)

GB/T 4205—2010 人机界面标志标识的基本和安全规则 操作规则(IEC 60447:2004, IDT)

GB 4824 工业、科学和医疗设备 射频骚扰特性 限值和测量方法(GB 4824-2019, CISPR 11:2016, IDT)

GB/T 5080.1—2012 可靠性试验 第1部分:试验条件和统计检验原理(IEC 60300-3-5:2001, IDT)

GB/T 5169.10—2017 电工电子产品着火危险试验 第10部分:灼热丝/热丝基本试验方法 灼热丝装置和通用试验方法(IEC 60695-2-10:2013, IDT)

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

GB/T 5169.12 电工电子产品着火危险试验 第12部分:灼热丝/热丝基本试验方法 材料的灼热丝可燃性指数(GWFI)试验方法(GB/T 5169.12—2013, IEC 60695-2-12:2010, IDT)

GB/T 9254.1 信息技术设备、多媒体设备和接收机 电磁兼容 第1部分:发射要求(GB/T 9254.1—2021, CISPR 32:2015, MOD)

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

GB/T 11026.2 电气绝缘材料 耐热性 第2部分:试验判断标准的选择(GB/T 11026.2—2012, IEC 60216-2:2005, IDT)

GB/T 13539.1 低压熔断器 第1部分:基本要求(GB/T 13539.1—2015, IEC 60269-1:2009, IDT)

GB/T 14048.2—2020 低压开关设备和控制设备 第2部分:断路器(IEC 60947-2:2019, MOD)

GB/T 14048.5 低压开关设备和控制设备 第5-1部分:控制电路电器和开关元件 机电式控制电路电器(GB/T 14048.5—2017, IEC 60947-5-1:2016, MOD)

GB/T 14048.16 低压开关设备和控制设备 第8部分:旋转电机用装入式热保护(PTC)控制单元(GB/T 14048.16—2016, IEC 60947-8:2011, IDT)

GB/T 16855.1—2018 机械安全 控制系统安全相关部件 第1部分:设计通则(ISO 13849-1:2015, IDT)

GB/T 16935.1—2023 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分:原理、要求和试验(IEC 60664-1:2020, IDT)

GB/T 17045—2020 电击防护 装置和设备的通用部分(IEC 61140:2016, IDT)

GB/T 17464—2012 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 mm² 以上至 35 mm² (包括)导线的夹紧件的通用要求和特殊要求(IEC 60999-1;1999,IDT)

GB/T 17626.2—2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验(IEC 61000-4-2;2008,IDT)

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验(GB/T 17626.3—2016,IEC 61000-4-3;2010,IDT)

GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验(GB/T 17626.4—2018,IEC 61000-4-4;2012,IDT)

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验(GB/T 17626.5—2019,IEC 61000-4-5;2014,IDT)

GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度(GB/T 17626.6—2017,IEC 61000-4-6;2013,IDT)

GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验(GB/T 17626.8—2006,IEC 61000-4-8;2001,IDT)

GB/T 17626.11 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验(GB/T 17626.11—2008,IEC 61000-4-11;2004,IDT)

GB/T 17626.34 电磁兼容 试验和测量技术 主电源每相电流大于 16 A 的设备的电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验(GB/T 17626.34—2012,IEC 61000-4-34;2009,IDT)

GB/T 17627—2019 低压电气设备的高电压试验技术 定义、试验和程序要求、试验设备(IEC 61180;2016,MOD)

GB/Z 17799.6 电磁兼容 通用标准 发电厂和变电站环境中的抗扰度(GB/Z 17799.6—2017,IEC/TS 61000-6-5;2001,NEQ)

GB/T 18216.2 交流 1 000 V 和直流 1 500 V 及以下低压配电系统电气安全 防护措施的试验、测量或监控设备 第 2 部分:绝缘电阻(GB/T 18216.2—2021,IEC 61557-2;2019,IDT)

GB/T 20636—2006 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 mm² 以上至 300 mm² 导线的特殊要求(IEC 60999-2;2003,IDT)

GB/T 34987—2017 威布尔分析(IEC 61649;2008,IDT)

ISO 7000 设备用图形符号 第 1 部分:通用符号(Graphical symbols for use on equipment—Registered symbols)

注: GB/T 16273.1—2018 设备用图形符号 第 1 部分:通用符号(IEC 7000;2004,NEQ)

IEC 60038 IEC 标准电压(IEC standard voltages)

注: GB/T 156—2017 标准电压(IEC 60038;2009,IEC)

IEC 60092-504:2016 船舶电气设备 第 504 部分:自动化、控制和测量仪表(Electrical installations in ships—Part 504:Automation,control and instrumentation)

注: GB/T 28561—2012 船舶电气设备 专辑 控制和测量仪表(IEC 60092-504;2001,IDT)

IEC TR 60344:2007 低频电缆和电线无镀层和有镀层铜导体电阻 计算导则(Calculation of d.c.resistance of plain and coated copper conductors of low-frequency cables and wires—Application guide)

注: GB/T 18213—2000 低频电缆和电线无镀层和有镀层铜导体电阻计算导则(idt IEC 60344;1980)

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

注: GB/T 5465(所有部分) 电气设备用图形符号[IEC 60417(所有部分)]

IEC 60529:1989 外壳防护等级(IP 代码)[Degrees of protection provided by enclosures(IP code)]

IEC 60529:1989/AMD1:1999

IEC 60529:1989/AMD2:2013

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

IEC 60617(所有部分) 电气简图用图形符号(Graphical symbols for diagrams)

注: GB/T 4278(所有部分) 电气简图用图形符号[IEC 60617(所有部分)]

IEC 60947-5(所有部分) 低压开关设备和控制设备 第5部分:控制电路电器和开关元件(Low-voltage switchgear and controlgear—Part 5:Control circuit devices and switching elements)

注: GB/T 14048(所有部分) 低压开关设备和控制设备[IEC 60947-5(所有部分)]

IEC 60981:2019 超重荷型电气刚性钢导管(Extra heavy-duty electrical rigid steel conduits)

IEC 61000-6-2:2016 电磁兼容(EMC) 第6-2部分:通用标准 工业环境中的抗扰度试验[Electromagnetic compatibility(EMC)—Part 6-2:Generic standards-Immunity standard for industrial environments]

注: GB/T 17799.2—2023 电磁兼容 通用标准 第2部分:工业环境中的抗扰度标准(IEC 61000-6-2:2016, MOD)

IEC 61131-2:2017 工业过程测量和控制 可编程序控制器 第2部分:设备要求和测试(Industrial-process measurement and control—Programmable controllers—Part 2:Equipment requirements and tests)

注: GB/T 15969.2—2008 可编程序控制器 第2部分:设备要求和测试(IEC 61131-2:2007, IDT)

IEC 61439(所有部分) 低压成套开关设备和控制控制设备(Low-voltage switchgear and controlgear assemblies)

注: GB/T 7251(所有部分) 低压成套开关设备和控制设备[IEC 61439(所有部分)]

IEC 61508(所有部分) 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全(Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems)

注: GB/T 20438(所有部分) 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全[IEC 61508(所有部分)]

IEC 62061:2021 机械电气安全 安全相关控制系统的功能安全(Safety of machinery—Functional safety of safety-related control systems)

注: GB 28526—2012 机械电气安全 安全相关电气、电子和可编程电子控制系统的功能安全(IEC 62061:2005, IDT)

IEC 62474:2018 电工行业或用于电工行业产品材料声明(Material declaration for products of and for the electrotechnical industry)

注: GB/Z 26668—2011 电子电气产品材料声明(IEC 62474 CDV:2010, NEQ)

3 术语、定义和符号

下列术语和定义适用于本文件。

ISO 和 IEC 标准术语数据库地址如下:

- IEC 电子开放平台:<http://www.electropedia.org/>
- ISO 在线浏览平台:<http://www.iso.org/obp>

3.1 基本术语和定义

3.1.1

开关设备和控制设备 switchgear and controlgear

开关电器以及与其相关联的控制、测量、保护和调节设备的组合的通称。也指由这些电器和设备以及相关连的内连接线、附件、外壳和支持机构件的组合体。

[来源:IEC 60050-441:2000, 441-11-01]

3.1.2

开关设备 switchgear

主要用于发电、输电、配电和电能转换的开关电器以及与其相关联的控制、测量、保护及调节设备的

组合的通称。也指这些电器以及相关连的内连接线、附件、外壳和支持机构件的组合。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-11-02]

3.1.3

控制设备 controlgear

主要用于控制受电设备的开关电器以及与其相关连的控制、测量、保护及调节设备的组合的通称。也指由这些电器和设备以及相关连的内连接线、附件、外壳和支持机构件的组合体。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-11-03]

3.1.4

过电流 overcurrent

超过额定电流的任何电流。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-11-06]

3.1.5

短路 short-circuit

在两个或多个导电部件之间形成偶然或人为的导电路径,使其之间的电位差等于或接近于零。

[来源:GB/T 2900.73—2008,195-04-11]

3.1.6

短路电流 short-circuit current

由于电路中的故障或错误连接造成的短路所产生的过电流。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-11-07]

3.1.7

过载 overload

在正常电路中产生过电流的运行条件。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-11-08]

3.1.8

过载电流 overload current

在电气上尚未受到损伤的电路中的过电流。

3.1.9

周围空气温度 ambient air temperature

在规定的条件下,围绕整个开关电器或熔断器周围的空气温度。

注:对于有封闭外壳的开关电器或熔断器,此温度是指壳外温度。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-11-13,有修改]

3.1.10

导电部分 conductive part

能导电,但不一定承载工作电流的部分。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-11-09,有修改]

3.1.11

外露导电部分 exposed conductive part

容易被操作者触及的导电部件和虽在正常情况下不带电,但在故障情况下可变为带电的部件。

注:典型的外露导电部件如外壳壁、操作手柄等。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-11-10,有修改]

3.1.12

外接导电部分 extraneous-conductive-part

虽不作为电气装置的部件但容易引入一个电位(通常是地电位)的部分。

[来源:GB/T 2900.73—2008,195-06-11]

3.1.13

带电部分 live part

正常使用时带电的导电部分,包括中性导体或中间导体,但按惯例不包括 PEN 导体、PEM 导体或 PEL 导体。

注:这一定义不一定包含电击危险。

[来源:GB/T 2900.73—2008,195-02-19,有修改]

3.1.14

保护性导体 protective conductor

PE(标识)

为电气安全提供的导体。

注:例如防止电击。

[来源:GB/T 2900.73—2008,195-02-09]

3.1.15

中性导体 neutral conductor

N(标识)

连接到系统中性点上并能传输电能的导体。

[来源:GB/T 2900.73—2008,195-02-06,有修改]

3.1.16

外壳 enclosure

能提供一个规定的防护等级来防止某些外部影响和防止接近或触及危险带电部件和危险机械部分的部件。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-13-01,有修改]

3.1.17

整体外壳 integral enclosure

构成电器一部分的外壳。

3.1.18

(开关电器或熔断器的)使用类别 utilization category(for a switching device or a fuse)

与开关电器或熔断器完成本身用途所处的工作条件有关的规定要求的组合。该组合选用表征电器实际使用情况的一组特性来表示。

注:规定的要求包括:接通能力(如适用)、分断能力、其他特性、连接的电路以及有关的使用条件和性能。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-17-19,有修改]

3.1.19

隔离 isolation

为了电气安全,将电器或其一部分与电源断开。

3.1.20

电击 electric shock

电流通过人体或动物身体时产生的病理生理学效应。

[来源:GB/T 2900.73—2008,195-01-04]

3.1.21

制造商 manufacturer

为了本文件的目的,负有如下最终责任的任何人、公司或组织:

——验证符合相关标准;

——依据第6章规定提供产品信息。

注：例如，对于依据元器件供应商的说明装配的“保护式起动器”来讲，制造商将是承担组装的实体。

3.1.22

固体绝缘 solid insulation

插在两带电部件之间的固体绝缘材料。

3.1.23

绝缘配合隔板 insulation coordination barrier

用于增加爬电距离和/或电气间隙的独立的固体绝缘材料。

3.1.24

(机械开关电器一极的)隔离距离 isolating distance(of a pole of a mechanical switching device)

在满足规定的隔离器安全要求时处于断开位置触头间的电气间隙。

[来源：IEC 60050-441:2000,441-17-35,有修改]

3.1.25

(电气)保护分离 (electrically)protective separation

借助于下列方法将一电路与另一电路分隔：

——双重绝缘；或

——基本绝缘和电气保护屏蔽；或

——加强绝缘。

[来源：GB/T 2900.73—2008,195-06-19,有修改]

3.1.26

线导体 line conductor

相导体(交流系统) phase conductor(in AC systems)(不推荐使用)

极导体(直流系统) pole conductor(in DC systems)(不推荐使用)

正常运行时带电并能用于输电或配电的导体，但不是中性导体或中间导体。

[来源：GB/T 2900.73—2008,195-02-08]

3.1.27

中间导体 mid-point conductor

电气上与中间点连接并能用于配电的导体。

[来源：GB/T 2900.73—2008,195-02-07]

3.1.28

PEM 导体 PEM conductor

兼有保护接地导体和中间导体功能的导体。

[来源：GB/T 2900.73—2008,195-02-13]

3.1.29

PEN 导体 PEN conductor

兼有保护接地导体和中性导体功能的导体。

[来源：GB/T 2900.73—2008,195-02-12]

3.1.30

PEL 导体 PEL conductor

兼有保护接地导体和线导体功能的导体。

[来源：GB/T 2900.73—2008,195-02-14]

3.1.31

维修 maintenance

为保持或恢复产品处于能完成要求功能的状态而进行的所有技术活动的组合。

[来源:GB/T 2900.99—2016,192-06-01,有修改]

3.2 试验

3.2.1

型式试验 type test

对按某一设计而制造的一个或多个电器进行的试验,以表明这一电器设计符合一定的规范。

3.2.2

例行试验 routine test

常规试验

对每个电器在制造中和/或制造后进行的试验,用以判断其是否符合某些标准。

3.2.3

抽样试验 sampling test

从一批电器中随机提取若干个电器所进行的试验。

3.2.4

特殊试验 special test

除型式试验和常规试验外由制造商确定的或根据制造商和用户的协议确定的试验。

3.3 端口

3.3.1

端口 port

专用电器与外部电磁环境的特定接口。

3.3.2

信号端口 signal port

承载传输数据信息的导体或电缆与电器连接的端口。

注:如数据线、通信网络、控制网络。

3.3.3

电源端口(控制电源端口) power port(control supply port)

承载电器或与其相关联电器的动作(功能性)所需主要电源的导体或电缆与电器相连的端口。

3.4 开关电器

3.4.1

开关电器 switching device

用于接通或分断一个或几个电路中电流的电器。

注:一个开关电器可以完成一个或两个操作。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-14-01,有修改]

3.4.2

机械开关电器 mechanical switching device

借助可分开的触头的动作闭合和断开一个或多个电路的开关电器。

注:任何机械开关电器可根据触头断开或闭合所处的介质(例如:空气、SF₆、油)来命名。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-14-02,有修改]

3.4.3

半导体开关电器 semiconductor switching device

利用半导体的导电可控性接通和/或分断电路电流的开关电器。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-14-03,有修改]

3.4.4

熔断器 fuse

当电流超过规定值足够长的时间,通过熔断一个或几个成比例的特殊设计的熔体分断此电流,由此断开其所接入的电路的电器。

注:熔断器由形成完整装置的所有部件组成。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-18-01]

3.4.5

熔断体 fuse-link

熔断器动作后要进行更换的熔断器部件(包括熔体)。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-18-09]

3.4.6

熔体 fuse-element

在超过规定动作电流值一定时间后熔化的熔断体部件。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-18-08]

3.4.7

熔断器组合电器 fuse-combination unit

由制造商或根据他们的说明书将一个机械开关电器与一个或多个熔断器组装在同一单元内的一种电器组合。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-14-04,有修改]

3.4.8

隔离器 disconnecter

在断开位置上符合规定隔离功能要求的一种机械开关电器。

3.4.9

(机械式)开关 (mechanical)switch

在正常的电路条件下(包括过载工作条件)能接通、承载和分断电流,也能在规定的非正常条件下(例如短路条件下)承载电流一定时间的一种机械开关电器。

注:开关可以接通短路电流,但不能分断短路电流。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-14-10,有修改]

3.4.10

隔离开关 switch-disconnector

在断开位置上能满足对隔离器隔离要求的一种开关。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-14-12]

3.4.11

断路器 circuit-breaker

能接通、承载和分断正常电路条件下的电流,也能在规定的非正常条件下(例如短路条件下)接通、承载一定时间和分断电流的一种机械开关电器。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-14-20,有修改]

3.4.12

(机械式)接触器 (mechanical)contactor

仅有一个休止位置,能接通、承载和分断正常电路条件(包括过载运行条件)下的电流的一种非手动

操作的机械开关电器。

注：接触器可根据提供闭合主触头所需的力的方式来命名。

[来源：IEC 60050-441:2000,441-14-33,有修改]

3.4.13

半导体接触器(固态接触器) semiconductor contactor(solid-state contactor)

利用半导体开关电器来完成接触器功能的电器。

注：半导体式接触器可包含机械开关电器。

3.4.14

接触器式继电器 contactor relay

用作控制开关的接触器。

[来源：IEC 60050-441:2000,441-14-35]

3.4.15

起动器 starter

起动和停止电机所需的所有开关电器与适当的过载保护电器组合的电器。

注：起动器可根据提供闭合主触头所需力的方式来命名。

[来源：IEC 60050-441:2000,441-14-38,有修改]

3.4.16

控制电路电器 control circuit device

用于开关设备和控制设备中作控制、信号、联锁等用途的电器。

注：控制电路电器可包括其他标准中涉及的控制电路电器，例如仪器、电压表、继电器等有关电器，而这些电器主要用于规定用途。

3.4.17

(控制和辅助电路的)控制开关 control switch(for control and auxiliary circuits)

用于控制开关设备和控制设备的操作(包括信号、电气连锁)的一种机械开关电器。

注：控制开关由一个或几个具有共同操作系统的触头元件组成。

[来源：IEC 60050-441:2000,441-14-46]

3.4.18

指示开关 pilot switch

在规定的操动量下反应而使之动作的一种非人力控制开关。

注：操动量可为压力、温度、速度、液位、经过时间等。

[来源：IEC 60050-441:2000,441-14-48,有修改]

3.4.19

按钮 push-button

具有用人体的某一部分(通常为手指或手掌)施加力而操作的操动器，并具有储能(弹簧)复位的控制开关。

[来源：IEC 60050-441:2000,441-14-53]

3.4.20

端子块(排) terminal block

承载一个或多个相互绝缘的端子组件并被固定在支持件上的绝缘部件。

3.4.21

短路保护电器 short-circuit protective device;SCPD

用分断短路电流来保护电路或电路部件免受短路电流损坏的电器。

3.4.22

浪涌抑制器 surge arrester

保护电器免受较高的瞬时过电压,并能限制持续电流的持续时间和幅度的一种器件。

3.4.23

独立外壳 individual enclosure

设计并将尺寸定为仅能容纳一个电器的外壳。

3.4.24

控制和保护开关电器 control and protective switching device;CPS

非手动操作控制功能、带或不带就地人力操作装置的机械开关电器,能够:

- 接通、承载和分断正常条件下包括规定的运行过载条件下的电流;
- 接通、在规定时间内能承载并分断规定的非正常条件下的电流,如短路电流。

3.5 开关电器的部件

3.5.1

开关电器的极 pole of a switching device

仅与开关电器主电路的一个电气上分开的导电路径相连的电器部件,它不包括那些用来将所有各极固定在一起和使各极一起动作的部件。

注:如果开关电器只有一个极,可称为单极开关电器。如果有两个以上的极,可称为多极(二极、三极)开关电器,这些极被连在一起或能被连在一起操作。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-15-01,有修改]

3.5.2

(开关电器的)主电路 main circuit(of a switching device)

电路中用作闭合或断开电路的开关电器的所有导电部件。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-15-02]

3.5.3

(开关电器的)控制电路 control circuit(of a switching device)

除主电路外,接入电路中用作开关电器的闭合操作和/或断开操作的开关电器所有导电部件。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-15-03]

3.5.4

(开关电器的)辅助电路 auxiliary circuit(of a switching device)

除电器的主电路和控制电路外,在电路中使用的开关电器的所有导电部件。

注:某些辅助电路需完成附加功能,例如信号、连锁等,因此这些辅助电路有可能是另一个开关电器的控制电路的一部分。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-15-04,有修改]

3.5.5

(机械开关电器的)触头 contact(of a mechanical switching device)

当接触时构成电路接通的导电部件,操作时由于触头的相对运动而断开或闭合电路,或靠触头的转动或滑动保持电路的接通。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-15-05]

3.5.6

触头块 contact piece

构成触头的导电部件的一部分。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-15-06]

3.5.7

主触头 main contact

在闭合位置上承载机械开关电器主电路电流的触头。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-15-07]

3.5.8

弧触头 arcing contact

旨在其上形成电弧的触头。

注:弧触头可以兼作主触头,也可以把弧触头设计成一个单独的触头,使它比其他触头后断开和先闭合,以保护其他触头免受伤害。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-15-08,有修改]

3.5.9

控制触头 control contact

接在开关电器的控制电路中,并由该开关电器用机械方式操作的触头。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-15-09]

3.5.10

辅助触头 auxiliary contact

接在开关电器辅助电路中,并由该开关电器用机械方式操作的触头。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-15-10]

3.5.11

(机械开关电器的)辅助开关 auxiliary switch(of a mechanical switching device)

具有一个或多个控制和/或辅助触头由开关电器用机械方式操作的开关。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-15-11]

3.5.12

“a”触头 “a” contact

接通触头 make contact

当机械开关电器的主触头闭合时闭合,主触头断开时断开的控制或辅助触头。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-15-12]

3.5.13

“b”触头 “b” contact

分断触头 break contact

当机械开关电器的主触头闭合时断开,主触头断开时闭合的控制或辅助触头。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-15-13]

3.5.14

(电气式)继电器 (electrical)relay

当控制电器的电气输入在电路中满足规定条件时,在电器的一个或多个电气输出电路中使被控量发生预定的阶跃变化的电器。

[来源:GB/T 2900.83—2008,151-13-31]

3.5.15

(机械开关电器的)脱扣器 release(of a mechanical switching device)

与机械开关电器相连的、用来释放保持机构而使开关电器断开或闭合的电器。

注:脱扣器可以有瞬时、延时等动作。各种类型的脱扣器定义见 3.6.24 至 3.6.35。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-15-17,有修改]

3.5.16

(机械开关电器的)操动系统 **actuating system(of a mechanical switching device)**

把操动力传递到机械开关电器的触头块上的所有操作部件。

注：操动系统的操作方式可以是机械的、电磁的、液压的、气动的、热动的等。

3.5.17

操动器 **actuator**

将外部操动力施加到操动系统上的部件。

注：操动器可以用手柄、手把、按钮、滚轮或柱塞等形式。

[来源：IEC 60050-441:2000,441-15-22]

3.5.18

位置指示器 **position indicating device**

表示机械开关电器是否在断开位置、闭合位置或接地位置(如适用)的机械开关电器部件。

[来源：IEC 60050-441:2000,441-15-25]

3.5.19

指示灯 **indicator light**

用亮信息或暗信息来提供光信号的灯。

3.5.20

防跳跃机构 **anti-pumping device**

在闭合-断开操作之后,只要引起闭合操作的部件保持在闭合位置上,就能防止再次闭合的机构。

[来源：IEC 60050-441:2000,441-16-48]

3.5.21

联锁装置 **interlocking device**

使开关电器的操作取决于设备的一个或多个其他部件的操作位置的装置。

[来源：IEC 60050-441:2000,441-16-49]

3.5.22

连接器件 **connecting device**

由一个(或多个)固定到基座或构成设备的整体式部件的端子组成,用于一根(或多根)导线电气连接的器件。

[来源：GB/T 17464—2012,3.3]

3.5.23

端子 **terminal**

由一个或多个夹紧件和绝缘(如必要)构成电器的一个极导电部分,用于与外部线路的电气连接。

[来源：GB/T 17464—2012,3.2,有修改]

3.5.24

螺纹型端子 **screw-type terminal**

用于连接或拆卸导体,或用于两根或多根导体之间相互连接的端子,这种连接方式可由任何类型的螺栓或螺母直接或间接实现。

注：举例见附录 D。

3.5.25

无螺纹型端子 **screwless-type terminal**

用于连接或拆卸导体,或用于两根或多根导体之间相互连接的端子,这种连接方式可由弹簧、楔形块、偏心轮或锥体块等直接或间接实现。

注：举例见附录 D。

3.5.25.1

通用端子 universal terminal

能接、拆所有类型(实心、绞合和软)导体的端子。

[来源:GB/T 13140.3—2008,3.101.1,有修改]

3.5.25.2

非通用端子 non-universal terminal

仅能接、拆某一种类型导体(例如:仅是实心导体或仅是实心 and 绞合导体)的端子。

[来源:GB/T 13140.3—2008,3.101.2,有修改]

3.5.25.3

推线端子 push-wire terminal

将实心或绞合导体推进端子中进行连接的非通用端子。

[来源:GB/T 13140.3—2008,3.101.2,有修改]

3.5.26

夹紧件 clamping unit

端子中,导体机械夹紧及电气连接所必需的部件,包括保证正常接触压力所必需的部件。

[来源:GB/T 17464—2012,3.1]

3.5.26.1

通用型夹紧件 universal clamping unit

适用于各种类型导体的夹紧件。

3.5.26.2

非通用型夹紧件 non-universal clamping unit

仅适用于某种类型导体的夹紧件,例如:

——实心导体的推线式夹紧件;

——实心 and 绞合导体的推线式夹紧件。

注:推线式夹紧件通过推入实心或绞合导体连接。(见 8.1.8.1)

3.5.27

非预制导体 unprepared conductor

为插入到端子中,割断后并剥去其绝缘的导体。

注:导体的形状易于放入到端子中或将多股导线拧在一起并拧牢端部的这种导体可以认为是未经处理的导体。

3.5.28

预制导体 prepared conductor

将多股导线焊在一起或将其端部装上电缆接头、套环等的导体。

3.5.29

实心导体 solid conductor

由单芯导线构成的导体。

注 1:实心导体可以是圆形或非圆形的。

注 2:实心导体在 GB/T 3956—2008、IEC 60344 或等效 AWG/kcmil 中被定义为一级导体。

[来源:GB/T 2900.10—2013,461-01-06,有修改]

3.5.30

绞合导体 stranded conductor

由数根导线组成的,其所有导线或其中一部分拧成螺旋状的导体。

注:绞合导体在 GB/T 3956—2008、IEC TR 60344 或等效 AWG/kcmil 中被定义为二级导体。

[来源:GB/T 2900.83—2008,151-12-36,有修改]

3.5.31

硬导体 rigid conductor

实心导体或具有一定直径的组装的绞合导体,该导体不适用于软电缆。

3.5.32

软导体 flexible conductor

由直径足够小的单线绞合成的适用于软电缆使用的绞合导体。

注:软导体在 GB/T 3956—2008、IEC TR 60344 或等效 AWG/kcmil 中被定义为第 5 种或第 6 种导体。

[来源:GB/T 2900.10—2013,461-01-11,有修改]

3.5.33

多触点触头系统 multiple tip contact system

触头系统中每极包含多于 1 个触头间隙,每极的触头间隙可串联和(或)并联,并能开闭。

3.5.34

最小截面积 minimum cross-section

制造商规定的适用于端子的可连接导体截面积的最小值。

注:制造商可以根据导体的类型声明几种最小截面积,例如带或不带套圈的实心导体、绞合导体、软导体。

3.5.35

最大截面积 maximum cross-section

制造商规定的适用于端子的可连接导体截面积的最大值。

注 1:制造商可以根据导体的类型声明几种最大截面积,例如带或不带套管的实心导体、绞合导体、软导体。

注 2:当涉及到制造商及其相关产品标准所规定的某些热、机械和电气要求时,可以认为 GB/T 14048.7 和 GB/T 20636 中使用的术语“额定截面积”与 GB/T 17464 中使用的有关夹紧件的“额定接线能力”是一致的。

3.5.36

电子式控制电磁铁 electronically controlled electromagnet

用有源电子器件的电路控制其线圈的电磁铁。

3.5.37

载流部件 current-carrying part

正常使用时承载电流的导电部件。

注:线导体(L)、中性导体(N)、中间导体(M)、PEN 导体、PEM 导体和 PEL 导体均为载流部件。保护导体(PE)不是载流部件。

3.6 开关电器操作

3.6.1

(机械开关电器的)操作 operation(of a mechanical switching device)

电器的动触头从一个位置转换到另一个位置。

注 1:例如对断路器,操作可以是闭合操作或断开操作。

注 2:如果有必要区分的话,可分为:电气意义上的操作,例如接通或分断,称作通断操作。机械意义上的操作,例如闭合或断开,称作机械操作。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-16-01,有修改]

3.6.2

(机械开关电器的)操作循环 operating cycle(of a mechanical switching device)

从一个位置转换到另一个位置再返回到起始位置的连续操作。如有多个位置,则需要通过其他所有位置。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-16-02]

3.6.3

(机械开关电器的)操作顺序 **operating sequence(of a mechanical switching device)**

在规定的时间内完成规定的连续操作。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-16-03]

3.6.4

人力控制 **manual control**

由人力参与操作的控制。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-16-04]

3.6.5

自动控制 **automatic control**

无人参与而按照预定条件操作的控制。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-16-05]

3.6.6

就地控制 **local control**

在被控开关电器上或其近旁操作的控制。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-16-06]

3.6.7

远距离控制 **remote control**

在远离被控开关电器处操作的控制。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-16-07]

3.6.8

(机械开关电器的)闭合操作 **closing operation(of a mechanical switching device)**

使电器由断开位置转换到闭合位置的操作。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-16-08]

3.6.9

(机械开关电器的)断开操作 **opening operation(of a mechanical switching device)**

使电器由闭合位置转换到断开位置的操作。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-16-09]

3.6.10

(机械开关电器的)肯定断开操作 **positive opening operation(of a mechanical switching device)**

按规定的要求,当操动器位置与开关电器的断开位置相对应时,能保证全部主触头处于断开位置的断开操作。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-16-11]

3.6.11

肯定驱动操作 **positively driven operation**

按规定的要求,用于保证机械开关电器的各辅助触头都分别处于对应于主触头断开或闭合的相对位置的操作。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-16-12]

3.6.12

(机械开关电器的)有关人力操作 **dependent manual operation(of a mechanical switching device)**

完全靠直接施加人力的一种操作,操作速度和力取决于操作者的动作。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-16-13]

3.6.13

(机械开关电器的)有关动力操作 **dependent power operation(of a mechanical switching device)**

用人力以外的其他能量进行的一种操作,操作的完成取决于电源(螺线管、电力电动机或气动电动机等)供给的连续性。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-16-14]

3.6.14

(机械开关电器的)储能操作 **stored energy operation(of a mechanical switching device)**

利用操作前储存于机构本身的,并且在预定条件下足以完成操作的能量所进行的操作。

注:储能操作可分为:

- a) 储能方式(弹簧、重力等);
- b) 能量的来源(人力、电力等);
- c) 释能方式(人力、电力等)。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-16-15,有修改]

3.6.15

(机械开关电器的)无关人力操作 **independent manual operation(of a mechanical switching device)**

能源来源于人力,并在一个连续的操作过程中储能和释能的一种储能操作,操作的力和速度与操作者的动作无关。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-16-16]

3.6.16

(机械开关电器的)无关动力操作 **independent power operation(of a mechanical switching device)**

储存的能量来源于外部的动力源,在一个连续的操作过程中释放储存能量的储能操作,操作的力和速度与操作者的动作无关。

3.6.17

操动力 actuating force

为完成预定操作而需施加到操动器上的力。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-16-17]

3.6.18

恢复力 restoring force

为使操动器或触头元件返回到初始位置所需的力。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-16-19]

3.6.19

(机械开关电器或其部件的)行程 **travel(of a mechanical switching device or a part thereof)**

运动部件上某一点的位移(平移或旋转)。

注:预行程和超行程等之间是有区别的。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-16-21,有修改]

3.6.20

(机械开关电器的)闭合位置 **closed position(of a mechanical switching device)**

保证电器的主电路中的触头处于预定的通电位置。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-16-22]

3.6.21

(机械开关电器的)断开位置 **open position(of a mechanical switching device)**

保证电器的主电路断开触头间满足预定的介质耐受电压要求的位置。

3.6.22

脱扣位置 tripped position

开关电器进行脱扣动作后的位置。

3.6.23

脱扣(操作) tripping(operation)

由继电器或脱扣器引起的机械开关电器的断开操作。

3.6.24

自由脱扣的机械开关电器 trip-free mechanical switching device

在闭合操作后开始进行断开(如脱扣)操作,即使保持闭合指令,其动触头还是返回到并保持在断开位置的机械开关电器。

注:为保证将可能已接通的电流正常分断,可能有必要使触头瞬时达到闭合位置。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-16-31,有修改]

3.6.25

瞬时继电器或脱扣器 instantaneous relay or release

无任何人为延时动作的继电器或脱扣器。

3.6.26

过电流继电器或脱扣器 overcurrent relay or release

当继电器或脱扣器的电流超过预定值时,使机械开关电器有延时或无延时地动作的继电器或脱扣器。

注:在某些情况下,预定值取决于电流的上升率。

3.6.27

定时限过电流继电器或脱扣器 definite time-delay overcurrent relay or release

经一定延时后动作的过电流继电器或脱扣器,其延时动作时间可调整,但不受过电流值的影响。

3.6.28

反时限过电流继电器或脱扣器 inverse time-delay overcurrent relay or release

经一定延时后动作的过电流继电器或脱扣器,延时动作时间与所通过的过电流成反比。

注:上述继电器或脱扣器设计成在较高过电流时延时时间接近规定的最小值。

3.6.29

直接过电流继电器或脱扣器 direct overcurrent relay or release

直接由开关电器主电路电流激励的过电流继电器或脱扣器。

3.6.30

间接过电流继电器或脱扣器 indirect overcurrent relay or release

由机械开关电器的主电路电流通过电流互感器或分流器激励的过电流继电器或脱扣器。

3.6.31

过载继电器或脱扣器 overload relay or release

用作过载保护的过电流继电器或脱扣器。

3.6.32

热过载继电器或脱扣器 thermal overload relay or release

取决于流过继电器或脱扣器电流所产生的热效应而反时限动作(包括延时)的继电器或脱扣器。

3.6.33

电磁过载继电器或脱扣器 magnetic overload relay or release

利用流过主电路并用于激励电磁铁线圈的电流所产生的力而动作的过载继电器或脱扣器。

注:上述继电器或脱扣器通常有反时限的时间/电流特性。

3.6.34

分励脱扣器 shunt release

由电压源激励的脱扣器。

注：电压源可与主电路电压无关。

[来源：IEC 60050-441:2000,441-16-41,有修改]

3.6.35

欠电压继电器或脱扣器 under-voltage relay or release

当继电器或脱扣器的端电压降至预定值以下时,使机械开关电路有延时或无延时断开或闭合的继电器或脱扣器。

3.6.36

逆电流继电器或脱扣器(仅适用直流) reverse current relay or release(direct current only)

直流电路中当电流的方向改变并超过预定值时,使机械开关电路有延时或无延时断开的继电器或脱扣器。

[来源：IEC 60050-441:2000,441-16-43,有修改]

3.6.37

(过电流继电器或脱扣器的)动作电流 operating current(of an overcurrent relay or release)

当电流大于或等于此值时,继电器或脱扣器能动作的电流值。

3.6.38

(过电流或过载继电器或脱扣器的)电流整定值 current-setting(of an overcurrent or overload relay or release)

与继电器或脱扣器的动作特性有关且用来确定继电器或脱扣器动作的主电路电流值。

注：继电器或脱扣器可有一个以上的电流整定值,整定值可用可调的刻度盘、可更换的加热器等方式确定。

3.6.39

(过电流或过载继电器或脱扣器的)电流整定值范围 current setting range(of an overcurrent or overload relay or release)

可调整的继电器或脱扣器电流整定值的最大值与最小值之间的范围。

3.7 特性量

3.7.1

标称值 nominal value

用于表示或说明一个元件、电器、设备或系统的量值。

注：标称值通常是圆整值。

[来源：GB/T 2900.83—2008,151-16-09]

3.7.2

限值 limiting value

在一个元件、电器、设备或系统规范中,一个量值的最大或最小允许值。

[来源：GB/T 2900.83—2008,151-16-10]

3.7.3

额定值 rated value

一个元件、电器、设备或系统在规定的条件下所规定的一个量值。

[来源：GB/T 2900.83—2008,151-16-08]

3.7.4

定额 rating

一组额定值和工作条件的组合。

[来源:GB/T 2900.83—2008,151-16-11,有修改]

3.7.5

(电路及其有关开关电器或熔断器的)预期电流 **prospective current (of a circuit and with respect to a switching device or a fuse)**

当开关电器的每一极或熔断器被一个阻抗可以忽略不计的导体代替时,电路中可能流过的电流。

注:用于计算或表示预期电流的方法在有关产品标准中规定。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-17-01,有修改]

3.7.6

预期峰值电流 **prospective peak current**

在电路接通后瞬态期间的预期电流峰值。

注:此定义假设电流是由一个理想的开关电器接通,即阻抗瞬时地由无穷大变至零,对于有几条电流路径的电路,例如多相电路,此定义进一步假设各极同时接通电流,即使仅考虑一个极的电流。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-17-02]

3.7.7

(交流电路的)预期对称电流 **prospective symmetrical current (of an AC circuit)**

在交流电路接通后瞬态现象消失瞬间起的预期电流。

注1:对于多相电路,预期对称电流只有一次在一个极上符合无瞬态周期状态。

注2:预期对称电流用有效值(RMS)表示。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-17-03,有修改]

3.7.8

(交流电路的)最大预期峰值电流 **maximum prospective peak current (of an AC circuit)**

当电流开始发生在导致最大可能值的瞬间的预期电流峰值。

注:对于多相电路中的多极电器,最大预期峰值电流只考虑一极。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-17-04,有修改]

3.7.9

(开关电器的一个极的)预期接通电流 **prospective making current (for a pole of a switching device)**

在规定的条件下接通时所产生的预期电流。

注:规定的条件可能与预期电流产生的方式有关,例如利用一个理想的开关电器,或与其产生的预期电流瞬间有关,例如交流电路中导致最大预期电流的瞬间,或与最大上升率有关,这些条件在有关产品标准中规定。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-17-05,有修改]

3.7.10

(开关电器的一个极或熔断器的)预期分断电流 **prospective breaking current (for a pole of a switching device or a fuse)**

相应于分断过程开始瞬间所确定的预期电流。

注:有关分断过程开始瞬间的规定应在有关产品标准中给出。对于机械开关电器和熔断器,通常是指在分断过程中燃弧产生的瞬间。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-17-06,有修改]

3.7.11

(开关电器或熔断器的)分断电流 **breaking current (of a switching device or a fuse)**

在分断过程中产生电弧的瞬间流过开关电器一个极或熔断器的电流。

注:对于交流,电流用交流分量对称有效值表示。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-17-07,有修改]

3.7.12

(开关电器或熔断器的)分断能力 **breaking capacity(of a switching device or a fuse)**

在规定的使用和性能条件下,开关电器或熔断器在规定的电压下能分断的预期分断电流值。

注 1: 规定的电压和条件见有关产品标准。

注 2: 对交流,电流用交流分量对称有效值表示。

注 3: 短路分断能力见 3.7.14。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-17-08,有修改]

3.7.13

(开关电器的)接通能力 **making capacity(of a switching device)**

在规定的使用和性能条件下,开关电器能在规定的电压下能接通的预期接通电流值。

注 1: 规定的电压和条件见有关产品标准。

注 2: 短路接通能力见 3.7.15。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-17-09,有修改]

3.7.14

短路分断能力 **short-circuit breaking capacity**

在规定的条件下,包括开关电器接线端短路在内的分断能力。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-17-11]

3.7.15

短路接通能力 **short-circuit making capacity**

在规定的条件下,包括开关电器接线端短路在内的接通能力。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-17-10]

3.7.16

临界负载电流 **critical load current**

I_{crit}

在使用条件范围内燃弧时间明显延长的分断电流。

注: 由于电弧电流产生的弱磁场会形成一个缓慢动作的电弧,因此临界负载电流对直流电(如 PV 应用)至关重要。

3.7.17

临界短路电流 **critical short-circuit current**

小于额定短路分断能力,但其电弧能量明显高于额定短路分断能力时电弧能量的分断电流值。

3.7.18

允通能量/焦耳积分 **let-through energy/joule integral**

电流的平方在给定时间内的积分。

$$I^2 t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 dt$$

[来源:IEC 60050-441:2000,441-18-23,有修改]

3.7.19

截断电流(允通电流) **cut-off current(let-through current)**

开关电器或熔断器在分断动作中达到的最大瞬时电流值。

注: 当电路电流尚未达到预期电流峰值情况下,开关电器或熔断器分断动作时这一概念特别重要。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-17-12]

3.7.20

时间-电流特性 **time-current characteristic**

在规定的运行条件下,表示弧前时间或熔断时间为预期电流的函数曲线。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-17-13]

3.7.21

截断电流特性 cut-off(current)characteristic

允通电流特性 let-through(current)characteristic

在规定的运行条件下,截断电流为预期电流的函数曲线。

注:在交流情况下,截断电流是任何非对称程度下所能达到的最大值。在直流情况下截断电流是在规定的时间常数下所达到的最大值。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-17-14]

3.7.22

过电流保护电器的过电流保护配合 overcurrent protective co-ordination of overcurrent protective devices

两个或多个过电流保护电器串联起来,用以保证过电流选择性保护和/或后备保护。

3.7.23

3.7.23.1

过电流选择性 overcurrent selectivity

两个或多个过电流保护电器之间的动作特性的配合。在给定的范围内出现过电流时,指定在这个范围动作的装置动作,而其他装置不动作。

注:串联选择性和网络选择性是有区别的,串联选择性指不同的过电流保护电器同时通过同一过电流;网络选择性指同一保护电器通过不同大小的过电流。

3.7.23.2

过电流全选择性 overcurrent total selectivity

在两台串联的过电流保护电器的情况下,负载侧的保护电器实行保护时而不导致另一台保护电器动作的过电流选择性保护。

3.7.23.3

过电流局部选择性 overcurrent partial selectivity

在两台串联的过电流保护电器的情况下,负载侧的保护电器在一个给定的过电流值及以下实行保护时而不导致另一台保护电器动作的过电流选择性保护。

3.7.24

后备保护 back-up protection

两个串联的过电流保护电器的一种过电流配合。电源侧保护电器(一般是电源侧,但并非一定是电源侧电器)在有/无另一保护电器的帮助下实现过电流保护,并防止另一个保护电器的过负荷。

3.7.25

交接电流 take-over current

对应于两台串联的过电流保护电器的最大分断时间-电流特性曲线的交点处的电流值。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-17-16,有修改]

3.7.26

短延时 short-time delay

在额定短时耐受电流范围内动作的故意延时。

3.7.27

短时耐受电流 short-time withstand current

在规定的使用性能条件下,电路或在闭合位置上的开关电器在指定的短时间内所能承载的电流。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-17-17]

3.7.28

峰值耐受电流 peak withstand current

在规定的使用性能条件下,电路或在闭合位置上的开关电器所能承受的电流峰值。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-17-18]

3.7.29

(电路或开关电器的)限制短路电流 **conditional short-circuit current**(of a circuit or a switching device)

在规定的使用和性能条件下,由规定的短路保护电器来保护的电路或开关电器在该短路保护电器总动作期间所能承受的预期电流。

注:对于本文件,短路保护电器一般指断路器或熔断器。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-17-20,有修改]

3.7.30

(过电流继电器或脱扣器的)约定不脱扣电流 **conventional non-tripping current**(of an over-current relay or release)

在规定的时间(约定时间)内,继电器或脱扣器能承载而不动作的规定电流值。

3.7.31

(过电流继电器或脱扣器的)约定脱扣电流 **conventional tripping current**(of an over-current relay or release)

在规定的时间(约定时间)内,引起继电器或脱扣器动作的规定电流值。

3.7.32

(开关电器)外施电压 **applied voltage**(for a switching device)

在接通电流前,加在开关电器一个极的两端子间的电压。

注:这一定义适用于单极电器,对于多极电器,外施电压指电器电源端子间的相对相电压。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-17-24,有修改]

3.7.33

恢复电压 **recovery voltage**

在分断电流后,在开关电器的一个极或熔断器的两端子间出现的电压。

注1:该电压可认为有两个连续的时间间隔,在第一个时间间隔内为瞬态电压,在随后的第二个时间间隔内仅存在稳态恢复电压或工频电压。

注2:上述定义适用于单极电器,对于多极电器,恢复电压指电器电源端子间的相对相电压。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-17-25,有修改]

3.7.34

瞬态恢复电压 **transient recovery voltage; TRV**

在具有显著瞬态特征的时间内的恢复电压。

注1:瞬态恢复电压可以是振荡的或非振荡的或二者的结合,这取决于电路、开关电器或熔断器的特性。瞬态恢复电压包括多相电路的中性点电压偏移。

注2:除非另有说明,三相电路中的瞬态恢复电压是指首开极上的电压,因为该电压通常大于其他两极上的电压。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-17-26,有修改]

3.7.35

工频恢复电压 **power-frequency recovery voltage**

在瞬态电压现象消失后的恢复电压。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-17-27]

3.7.36

直流稳态恢复电压 **DC steady-state recovery voltage**

在直流电路中瞬态电压现象消失后的恢复电压,如存在纹波,此电压用平均值表示。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-17-28]

3.7.37

(电路的)预期瞬态恢复电压 **prospective transient recovery voltage(of a circuit)**

由理想的开关电器分断预期对称电流后的瞬态恢复电压。

注：上述定义假设对所有要测量预期瞬态恢复电压的开关电器或熔断器用一理想的开关电器所代替，即在零电流（即自然过零）瞬间阻抗立即从零变到无穷大，对于电流能流经几个不同路径的电路，如多相电路，此定义进一步假设由理想开关电器分断电流只在所考虑的一极上发生。

[来源：IEC 60050-441:2000,441-17-29]

3.7.38

(机械开关电器的)电弧电压峰值 **peak arc voltage(of a mechanical switching device)**

在规定的条件下，在燃弧期间内出现在开关电器一个极的两端子间的电压最大瞬时值。

[来源：IEC 60050-441:2000,441-17-30]

3.7.39

(机械开关电器的)断开时间 **opening time(of a mechanical switching device)**

开关电器从断开操作开始瞬间到所有极的弧触头都分开瞬间为止的时间间隔。

注：断开操作开始的瞬间，即发出断开命令的瞬间（例如，施加脱扣电流等）在有关产品标准规定。

[来源：IEC 60050-441:2000,441-17-36,有修改]

3.7.40

(一极或熔断器的)燃弧时间 **arcing time(of a pole or a fuse)**

从开关电器一极或熔断器开始出现燃弧的瞬间起到该极或该熔断器中电弧最终熄灭的瞬间止的时间间隔。

[来源：IEC 60050-441:2000,441-17-37]

3.7.41

(多极开关电器的)燃弧时间 **arcing time(of a multipole switching device)**

从第一个电弧产生的瞬间起到所有极电弧最终熄灭的瞬间止的时间间隔。

[来源：IEC 60050-441:2000,441-17-38]

3.7.42

分断时间 **break time**

从机械开关电器的断开瞬间（或熔断器的弧前时间）开始时起，到燃弧时间结束瞬间止的时间间隔。

[来源：IEC 60050-441:2000,441-17-39]

3.7.43

接通时间 **make time**

从机械开关电器闭合操作开始瞬间起到电流开始流过主电路瞬间止的时间间隔。

[来源：IEC 60050-441:2000,441-17-40]

3.7.44

闭合时间 **closing time**

开关电器从闭合操作开始瞬间起到所有极的触头都接触时瞬间止的时间间隔。

[来源：IEC 60050-441:2000,441-17-41]

3.7.45

通断时间 **make-break time**

对在主电路内电流开始流过的瞬间通电而断开的脱扣器来说，是指从电流开始在开关电器的一个极流过瞬间起到所有极电弧最终熄灭瞬间止的时间间隔。

[来源：IEC 60050-441:2000,441-17-43]

3.7.46

电气间隙 clearance

两个导电部件间最短的直线距离。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-17-31]

3.7.47

极间的电气间隙 clearance between poles

相邻极间的任何导电部件间的电气间隙。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-17-32]

3.7.48

对地电气间隙 clearance to earth

任何导电部件与任何接地部件或用作接地的部件之间的电气间隙。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-17-33]

3.7.49

断开触头间的电气间隙 clearance between open contacts

在断开位置时机械开关电器一极的触头间或与触头相连的任何导电部件间的总的电气间隙。

[来源:IEC 60050-441:2000,441-17-34]

3.7.50

泄漏电流 leakage current

在无绝缘失效的情况下,从设备的带电部件流向大地的电流或在隔离试验中流过断开触头的电流。

[来源:GB/T 2900.70—2008,442-01-24,有修改]

3.7.51

爬电距离 creepage distance

两导电部件间沿绝缘材料表面的最短距离。

注:两个绝缘材料部件间的接缝认为是表面部分。

3.7.52

工作电压 working voltage

在额定电源电压下可能出现在任何绝缘端实际出现的最高交流电压有效值或最高直流电压值。

注1:此定义不考虑瞬态电压。

注2:开路条件和正常工作条件需考虑在内。

3.7.53

暂态过电压 temporary overvoltage

持续相对较长时间的工频过电压。

注:暂态过电压无阻尼或弱阻尼。一些情况下,其频率可能比工频小几倍或大几倍。

3.7.54

冲击耐压 impulse withstand voltage

在规定的试验条件下,不造成击穿的具有一定形状和极性的冲击电压最高峰值。

3.7.55

工频耐压 power-frequency withstand voltage

在规定的试验条件下,不引起击穿的工频正弦电压有效值。

注:直流耐压见 3.7.67。

3.7.56

污染 pollution

能影响到介电强度或表面电阻率的任何外部物质条件,如固体、液体或气体(电离气体)。

3.7.57

(环境条件的)污染等级 **pollution degree(of environmental conditions)**

根据导电的或吸湿的尘埃、游离气体或含盐量和相对湿度的大小,以及由于吸湿或凝露导致表面介电强度和/或电阻率下降事件发生的频度而对环境条件作出的分级。

注 1: 暴露装置的污染等级可不同于提供外壳或内部加热方法防止其吸湿或凝露的处于宏观环境的装置的污染等级。

注 2: 就本文件而言,污染等级指的是微观环境的污染等级。

3.7.58

(电气间隙或爬电距离的)微观环境 **micro-environment(of a clearance or creepage distance)**

按所考虑的电气间隙或爬电距离处的周围环境条件。

注: 电气间隙或爬电距离的微观环境确定对绝缘的影响,而不是电器的环境确定其影响。微观环境可能好于电器的环境或比其差。微观环境包括所有影响绝缘的因素,例如:气候条件、电磁条件、污染的产生等。

3.7.59

(电路或电气系统中的)过电压类别 **overvoltage category(of a circuit or within an electrical system)**

根据限定(或控制)电路中(或具有不同标称电压的电气系统中)产生的预期瞬态过电压和为限制过电压而采用的有关方法为基础而确定的分类。

注: 在一个电气系统中,从一个过电压类别转换到另一个较低的过电压类别是通过采取满足把瞬态过电压降低到较低过电压类别规定值的交接面要求的方法获得的,例如采取能吸收、消耗或转换浪涌电流能量的过电压保护器或串联或并联阻抗组合方式。

3.7.60

绝缘配合 **co-ordination of insulation**

电气设备的绝缘特性一方面与预期过电压和过电压保护电器的特性有关,另一方面与预期的微观环境和污染保护方式有关。

3.7.61

均匀电场 **homogeneous field**

电极之间的电压梯度基本上恒定的电场,例如两球之间,每一球的半径均大于二者间的距离的电场。

3.7.62

非均匀电场 **inhomogeneous field**

电极之间的电压梯度不恒定的电场。

3.7.63

电痕化 **tracking**

固体绝缘材料表面在电场或电解液的联合作用下逐渐形成导电通路的过程。

3.7.64

相比电痕化指数 **comparative tracking index;CTI**

材料在规定试验条件下无电痕化且无持续灼热产生的最高电压值。

注: 用 V 表示。

[来源:GB/T 2900.5—2013,212-11-59]

3.7.65

额定控制电路电压 **rated control circuit voltage**

U_c

控制电器中控制输入信号的额定电压。

3.7.66

额定控制电路电源电压 **rated control circuit supply voltage**

U_s

施加在控制电路电源端的额定电压。

3.7.67

直流耐压 DC withstand voltage

规定试验条件下不会导致击穿的直流电压的算术平均值。

3.7.68

选择性极限电流 selectivity limit current

I_s

负载侧保护电器总的时间-电流特性与其他保护电器的弧前(指熔断器)或脱扣器时间-电流特性(指断路器)相交的电流坐标。

注：选择性极限电流(见图 X.1)是电流的极限值：

- 在两台过电流保护电器串联时，低于这个电流值，负载端的保护电器适时完成其断开操作来防止其他保护电器开始动作(保证选择性)；
- 在两台过电流保护电器串联时，高于这个电流值，负载端的保护电器不能及时完成其断开操作来防止其他保护电器开始动作(未保证选择性)。

3.8 本文件中特性的符号和参考条款

下列符号适用于本文件。

符号	描述	章条号
I_{tbe}	约定封闭发热电流	5.3.2.2
I_{th}	约定自由空气发热电流	5.3.2.1
	8 h 工作制	5.3.4.1
	断续工作制	5.3.4.3
	周期工作制	5.3.4.5
Z	开关电器的极阻抗	5.3.7
	额定分断能力	5.3.5.3
I_n 或 I_{cc}	额定限制短路电流	5.3.6.4
U_c	额定控制电路电压	3.7.65
U_s	额定控制电路电源电压	3.7.66
I_n	额定电流(相关产品标准中规定额定值)	
	额定频率	5.3.3
U_{imp}	额定冲击耐受电压	5.3.1.3
U_i	额定绝缘电压	5.3.1.2
	额定接通能力	5.3.5.2
I_e	额定工作电流	5.3.2.3
	额定工作功率	5.3.2.3
U_e	额定工作电压	5.3.1.1
U_{ir}	额定转子绝缘电压(相关产品标准中规定额定值)	
I_{er}	额定转子工作电流(相关产品标准中规定额定值)	
U_{er}	额定转子工作电压(相关产品标准中规定额定值)	
I_{cs}	额定运行短路分断能力(相关产品标准中规定额定值)	
I_{cn}	额定短路分断能力	5.3.6.3
I_{cm}	额定短路接通能力	5.3.6.2

符号	描述	章条号
I_{cw}	额定短时耐受电流	5.3.6.1
	自耦减压起动器的额定起动电压(相关产品标准中规定额定值)	
U_{is}	额定定子绝缘电压(相关产品标准中规定额定值)	
I_{es}	额定定子工作电流(相关产品标准中规定额定值)	
U_{es}	额定定子工作电压(相关产品标准中规定额定值)	
I_{cu}	额定极限短路分断能力(相关产品标准中规定额定值)	
I_u	额定不间断电流	5.3.2.4
I_{thr}	转子发热电流(相关产品标准中规定额定值)	
I_{ths}	定子发热电流(相关产品标准中规定额定值)	
I_B	交接电流	X.3.2
I_s	选择性极限电流	
	短时工作制	5.3.4.4
	不间断工作制	5.3.4.2
	使用类别	5.4

4 分类

本章仅适用于产品标准,对设备进行分类。各种不同的分类将依据设备的特性确定。

注：附录 J 给出了涉及制造商和用户的协议条款。

5 特性

5.1 特性概要

3.8 给出了特性(额定值/非额定值)和符号的字母排序清单。

注：3.8 的清单并未详尽。

电器的特性将在相关的产品标准中规定,包括如下内容(如适用)：

- 电器的型式(5.2)；
- 主电路的额定值和限值(5.3)；
- 使用类别(5.4)；
- 控制电路(5.5)；
- 辅助电路(5.6)；
- 继电器和脱扣器(5.7)；
- 与短路保护电器(SCPD)的协调配合(5.8)。

额定值由制造商规定,应根据 5.3.1～5.3.6 及有关产品标准的要求来规定,但无需列出所有额定值。

5.2 电器型式

产品标准应规定如下内容(如适用)：

- 电器的种类；

- 极数；
- 电流的种类；
- 分断时介质类型；
- 运行条件(操作方式、控制方法等)。

注：以上所列项目并非全面，可以增减。

5.3 主电路的额定值和限值

5.3.1 额定电压

5.3.1.1 额定工作电压(U_e)

电器的额定工作电压是一个与额定工作电流组合共同确定电器用途的电压值，它与相应的试验和使用类别有关。

对于单极设备，额定工作电压一般规定为跨极二端电压。

对于多极设备，额定工作电压规定为相间电压。

对于某些电器和特殊应用，可采用不同的声明 U_e 的方法。如果采用不同的方法，应在相关产品标准中说明。

对用在多相电路中的多极设备，应区分以下两点：

- a) 用于单一对地故障不会在一极两端出现相间全电压的系统的设备：

- 中性点接地系统；
- 未接地和阻抗接地系统。

- b) 用于单一对地故障会在一极两端出现相间全电压的系统(即相接地系统)的设备。

对于不同的工作制和使用类别，电器可以规定多组额定工作电压和额定工作电流或额定功率组合。

对于不同的工作制和使用类别，电器可以规定多组额定工作电压和相应的接通和分断能力。

注 1：应注意的是额定工作电压可能与电器内的实际工作电压不同(见 3.7.52)。

根据 IEC 60038，应规定三相系统的额定工作电压，如 230/400 V 或 400 V(50 Hz)、277/480 V 或 480 V(60 Hz)，如适用。较低值为对中性线的电压值，较高值是相间电压值。当仅标明一个电压值时，它指的是三线系统相间电压值。

注 2：某些类型的设备可以有不止一个额定电压或额定电压范围。

5.3.1.2 额定绝缘电压(U_i)

电器的额定绝缘电压是一个与介电试验电压和爬电距离有关的电压值。

在任何情况下最大的额定工作电压值不应超过额定绝缘电压值。

注：若电器没有明确规定额定绝缘电压，则工作电压的最高值被认为是额定绝缘电压值。

5.3.1.3 额定冲击耐受电压(U_{imp})

在规定的试验条件下，电器能够耐受而不击穿的具有规定形状和极性的冲击电压峰值。该值与电气间隙有关。

电器的额定冲击耐受电压应大于或等于该电器所处的电路中产生的瞬态过电压规定值。

注：额定冲击耐受电压优选值见表 12。

5.3.2 电流

5.3.2.1 约定自由空气发热电流(I_{th})

约定自由空气发热电流是不封闭电器在自由空气中进行温升试验时的最大试验电流值(见 9.3.3.3)。

约定自由空气发热电流值应至少等于不封闭电器在 8 h 工作制(见 5.3.4.1)下最大额定工作电流值(见 5.3.2.3)。

自由空气应理解为在正常的室内条件下无气流和外部辐射的空气。

注 1: 该电流值并非额定值,不强制在电器上标志;

注 2: 非封闭电器是指制造商提供的不带外壳的设备或制造商提供的带整体外壳的设备,预期不作为唯一的设备保护外壳。

5.3.2.2 约定封闭发热电流(I_{thc})

约定封闭发热电流由制造商规定,用此电流对安装在规定外壳中的电器进行温升试验。有关温升试验见 9.3.3.3,如果制造商的样本中规定电器是封闭电器而且通常与一个或几个规定型式和尺寸的外壳结合使用时,上述试验应进行(见下述内容)。

约定封闭发热电流值应至少等于封闭电器在 8 h 工作制(见 5.3.4.1)下额定工作电流(见 5.3.2.3)最大值。

如果设备通常用于未指定的外壳中,且约定自由空气发热电流(I_{th})试验已通过,则约定封闭发热电流试验可以不必进行。在这种情况下,制造商应提供约定封闭发热电流值或降容系数(见注 1)。

注 1: 指南的形式可以是公布特定局部环境下(直接临近电气设备的环境)的最大额定电流(例 1: AC-1 在局部环境空气温度为 40 °C 时, $I_c = 45$ A, AC-1 在局部环境空气温度为 60 °C 时, $I_c = 40$ A; 例 2: 在局部环境空气温度为 40 °C 时, $I_{th} = 200$ A, 在局部环境空气温度为 60 °C 时, $I_{th} = 150$ A), 通过公布这些值, 制造商告知用户产品的应用限值, 与外壳的尺寸或类型无关。

注 2: 该电流不是额定值,不强制在设备上标志。

约定封闭发热电流值是对无通风电器而言,试验时采用的外壳应是制造商规定的实际应用的最小尺寸的外壳。或者,根据制造商的数据,该值可能适用于通风设备。

5.3.2.3 额定工作电流(I_c)或额定工作功率

电器的额定工作电流由制造商规定,额定工作电流的确定需考虑到额定工作电压(见 5.3.1.1)、额定频率(见 5.3.3)、额定工作制(见 5.3.4)、使用类别(见 5.4)和外壳防护的型式(如有)。

对于直接开闭单独电动机的电器,额定工作电流指标可在考虑额定工作电压的条件下由该电器所控制的电动机的最大额定输出功率指标代替或补充。制造商应规定工作电流与工作功率(如有)间的关系。

5.3.2.4 额定不间断电流(I_u)

额定不间断电流是由制造商规定的电器能不间断工作制下(见 5.3.4.2)承载的电流值。

5.3.3 额定频率

用于设计电器且与其他特性值有关的电源频率。

同一电器可有一组额定频率或额定频率范围,也可交直流两用。

5.3.4 额定工作制

5.3.4.1 8 h 工作制

电器的主触头保持闭合且承载稳定电流足够长时间使电器达到热平衡,但达到 8 h 必须分断的工作制。

注 1: 该工作制是确定电器的约定发热电流 I_{th} 和 I_{thc} 的基本工作制。

注 2: 上述分断意指由电器操作分断电流。

5.3.4.2 不间断工作制

没有空载期的工作制,电器的主触头保持闭合且承载稳定电流超过 8 h(数周、数月甚至数年)而不分断。

注:该工作制区别于 8 h 工作制,因为氧化物和灰尘堆积在触头上可导致触头过热。因此,电器用于不间断工作制时需考虑采用降容系数或采用特殊设计(例如用银触头)。

5.3.4.3 断续周期工作制或断续工作制

此工作制指电器的主触头保持闭合的有载时间与无载时间有一确定的比例值,此两个时间都很短,不足以使电器达到热平衡。

断续工作制是用电流值、通电时间和负载因数来表征其特性,负载因数是通电时间与整个通断操作周期之比,通常用百分数表示。

负载因数的标准值为:15%、25%、40%和 60%。

根据电器每小时能够进行的操作循环次数,电器可分为如下等级:

级别	每小时操作循环次数
1	1
3	3
12	12
30	30
120	120
300	300
1 200	1 200
3 000	3 000
12 000	12 000
30 000	30 000
120 000	120 000
300 000	300 000

对于每小时操作循环次数较高的断续工作制,制造商应根据实际操作循环次数(如已知的话)或根据制造商规定指定的操作循环次数来给出额定工作电流值,并应满足公式(1):

$$\int_0^T i^2 dt \leq I_{th}^2 \times T \quad \text{或} \quad I_{the}^2 \times T \dots\dots\dots (1)$$

式中:

T——整个操作循环时间。

注:公式(1)没有考虑通断时电弧能量。

用于断续工作制的开关电器可根据断续工作制的特征标明。

示例:在每 5 min 有 2 min 流过 100 A 电流的断续工作制可表示为:100 A,12 级,40%。

5.3.4.4 短时工作制

短时工作制是指电器的主触头保持闭合的时间不足以使其达到热平衡,有载时间间隔被无载时间隔开,而无载时间足以使电器的温度恢复到与冷却介质相同的温度。

短时工作制的通电时间的标准值为:3 min、10 min、30 min、60 min 和 90 min。

5.3.4.5 周期工作制

周期工作制指无论恒定负载或可变负载总是定期重复运行的一种工作制。

5.3.5 正常负载和过载条件下的特性(见 8.2.4)

5.3.5.1 耐受通断电动机的过载电流能力

用于通断电动机的电器应能耐受起动和加速电动机至正常转速和操作过载产生的热应力。

满足上述条件的具体要求在有关产品标准中规定。

注：如适用，5.4 中规定的使用类别可以包括过载条件下性能方面的要求。

5.3.5.2 额定接通能力

电器的额定接通能力是指在规定的接通条件下电器能良好接通的电流值，该值由制造商规定。

应规定的接通条件为：

——外施电压(见 3.7.32)；

——试验电路的特性。

根据相关产品标准，通过参考额定工作电压和额定工作电流来确定额定接通能力。

注 1：如果适用的话，有关产品标准应规定额定接通能力和使用类别的关系。

对于交流，额定接通能力用电流(假设为稳态)的对称分量有效值表示。

注 2：对于交流，在电器的主触头闭合后第一个半波的电流峰值(峰值的大小取决于电路的功率因数和闭合瞬间的电压相位)可能明显大于接通能力中所用的稳态条件下的电流峰值。

无论固有的直流分量多少，只要在有关产品标准规定的功率因数范围内，电器应能接通等于定义其额定接通能力的交流分量电流。

5.3.5.3 额定分断能力

电器的额定分断能力是指在规定的分断条件下能良好分断的电流值，该值由制造商规定。

应规定的分断条件为：

——试验电路的特性；

——工频恢复电压。

根据相关产品标准，通过参考额定工作电压和额定工作电流来确定额定分断能力。

电器应能分断小于和等于其额定分断能力的任何电流值。

注 1：开关电器可能有多个分断能力，每一分断能力对应一个工作电压和一个使用类别。

对于交流，额定分断能力用电流对称分量有效值表示。

注 2：如果适用的话，有关产品标准需规定额定分断能力与使用类别的关系。

5.3.6 短路特性

5.3.6.1 额定短时耐受电流(I_{cw})

电器的额定短时耐受电流是在有关产品标准规定的试验条件下，电器能够承载而不损坏的短时耐受电流值，该值由制造商规定。

5.3.6.2 额定短路接通能力(I_{cm})

电器的额定短路接通能力是在额定工作电压、额定频率、规定的功率因数(交流)或时间常数(直流)下，由制造商对电器所规定的短路接通能力电流值。在规定的条件下，它用最大预期峰值电流表示。

5.3.6.3 额定短路分断能力(I_{cn})

电器的额定短路分断能力是在额定工作电压、额定频率和规定的功率因数(交流)或时间常数(直流)下，由制造商对电器所规定的短路分断能力电流值。在规定的条件下，它用预期分断电流值(对交流

情况下为交流分量有效值)表示。

5.3.6.4 额定限制短路电流(I_q 或 I_{cc})

电器的额定限制短路电流是在有关产品标准规定的试验条件下,用制造商指定的短路保护电器进行保护,在短路保护电器动作时间内能够良好地承受的预期短路电流值,该值由制造商规定。

指定的短路保护电器的具体要求应由制造商规定。

注 1: 对交流,额定限制短路电流用交流分量有效值表示。

注 2: 短路保护电器可以构成电器的一部分或为一个独立单元。

注 3: 符合顾客使用习惯, I_q 用于起动器, I_{cc} 用于开关和断路器。

注 4: 额定限制短路电流在北美被称为“可能产生的高的故障电流(high available fault current)”。

5.3.7 开关电器的极阻抗(Z)

极阻抗的值通过测量流经各极的电流所引起的电压降来确定,该值由制造商规定(见 8.2.6)。

5.4 使用类别

电器的使用类别确定电器的预期应用,有关产品标准应规定使用类别。使用类别用以下一个或多个使用条件来表征:

- 电流,用额定工作电流的倍数表示;
- 电压,用额定工作电压的倍数表示;
- 功率因数或时间常数;
- 短路性能;
- 选择性;
- 其他使用条件(如适用)。

低压开关设备和控制设备的使用类别的举例见附录 A。

5.5 控制电路

5.5.1 电气或电子控制电路

电气和电子控制电路的特性:

- 电流种类;
- 额定频率或直流;
- 额定控制电路电压 U_c (交流,直流);
- 额定控制电路电源电压 U_s (交流,直流),如适用;
- 功耗。

注: 由于控制电路中有内置变压器、整流器、电阻、电子线路等,故而额定控制电路电压 U_c 和额定控制电路电源电压 U_s 是有区别的。

正确的动作条件为控制电路电源电压在最高控制电路电流流经时不小于 $85\%U_s$,其额定值也不超过 $110\%U_s$ 。

如果电子式控制电磁铁的电子部分是电器的一个固有功能,那么电子部分可作为一个完整的部分或一个独立的部分。在这两种情况下,都应在电子部分按正常使用条件安装的情况下对电器进行试验。

附录 U 给出了不同电路配置的举例和说明(见图 U.1~图 U.5)。

控制电路电器的额定值和特性应满足 IEC 60947-5(所有部分)相关部分的要求。

5.5.2 压缩空气源控制电路(气动的或电控气动的电器)

压缩空气源控制电路的特性:

- 额定压强及其限值；
 - 在大气压力下,每次闭合和断开操作所需的空气量。
- 气动或电控气动电器的额定压缩空气源的压强是指决定气动控制系统工作特性的压强。

5.6 辅助电路

辅助电路的特性为每个电路中的触头(a触头,b触头等)数量和种类,以及根据 IEC 60947-5(所有部分)的额定值。

辅助触头和辅助开关的特性应满足 IEC 60947-5(所有部分)的要求。

5.7 继电器和脱扣器

在相关产品标准中应规定继电器和脱扣器的下述特性(如适用):

- 继电器或脱扣器的型式；
- 额定值；
- 电流整定值或电流整定范围；
- 时间/电流特性；
- 周围空气温度的影响；
- 附录 T 给出的扩展功能。

5.8 与短路保护电器(SCPD)的协调配合

制造商应规定与电器配合使用或用在电器内部(当有这种情况时)的 SCPD 的型式和特性,以及在额定工作电压下适用于电器(包括 SCPD)的最大预期短路电流。

GB/Z 25842.1 给出了与 SCPD 协调配合的指南。

附录 X 给出了断路器或 CPS 与另一个 SCPD 的协调配合。

6 产品信息

6.1 资料的内容

如果有关产品标准有要求的话,制造商应规定下列有关资料:

标识方面:

- 制造商的名称或商标；
- 产品的设计型号或系列号；
- 相关的产品标准号(如制造商声称符合)。

特性方面:

- 额定工作电压(见 5.3.1.1 及 6.2 的注)；
- 在电器额定工作电压下的使用类别和额定工作电流(或额定功率或额定不间断电流)(见 5.3.1.1、5.3.2.3、5.3.2.4 和 5.4)。某些情况下,还应提供校正电器所处的基准环境空气温度值；
- 额定频率,例如:50 Hz,50 Hz/60 Hz,和/或标明“DC”或符号  [IEC 60417-5031(2002-10)]；
- 额定工作制,并标明断续工作制等级(如有)(见 5.3.4)；
- 额定接通和/或分断能力。这两个指标可用使用类别代替(如适用)；
- 额定绝缘电压(见 5.3.1.2)；
- 额定冲击耐受电压(见 5.3.1.3)；

- 继电器或脱扣器特性(见 5.7);
 - 额定短时耐受电流及其持续时间(如适用)(见 5.3.6.1);
 - 额定短路接通和/或分断能力(如适用)(见 5.3.6.2 和 5.3.6.3);
 - 额定限制短路电流(如适用)(见 5.3.6.4);
 - IP 代号,对有外壳的封闭电器而言(按附录 C);
 - 污染等级(见 7.1.3.2);
 - 短路保护电器的型式和最大值(如适用);
 - 对每个相关电路,相应的最大额定工作电压下,SELV/PELV 电路的合理使用(见 GB/T 17045 和附录 N);
 - 额定控制电路电压,电流种类和频率;
 - 控制电路电源电压,电流种类和频率(如果与控制线圈不同);
 - 气压的额定压缩空气源压强和压力变化极限(对气压控制电器);
 - 隔离的适用性;
 - 开关电器的极阻抗(Z);
 - 依据附录 W 的材料声明;
 - 导体插入端子之前应剥掉的绝缘的长度;
 - 允许夹入导体的最大根数。
- 对于非通用型无螺纹端子:
- “s”或“sol”标志表示端子适用于实心导体;
 - “r”标志表示端子适用于实心 and 绞合导体;
 - “f”标志表示端子适用于软导体。
- 对于电子式控制电磁铁,仍须提供其他信息,例如控制电路的配置(见 5.5 及附录 U)。

6.2 标志

6.1 中规定的有关资料,如需要标志在电器上,则有关产品标准应做相应的规定。

标志应不易磨灭和易于识别。

注 1: GB/T 17285 中描述了与电源相关的额定值的标志。

为了尽可能从制造商获得全部资料,制造商的名称或商标及产品的设计型号或系列号应标在电器上,最好是在铭牌上(如有)。

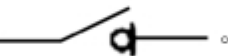
注 2: 在美国和加拿大,额定工作电压 U_n 可以按如下方式标注:

- a) 用于三相四线系统的电器,标注相对地电压值和相间电压值,如 277/480 V;
- b) 用于三相三线系统的电器,标注相间电压值,如 480 V。

电器上还应标志下列数据且在安装后是易见的:

- 操动器的运动方向(见 8.1.5.2)(如适用);
- 操动器位置标记(见 8.1.6.1 和 8.1.6.2);
- 合格标记或认证标志(如适用);
- 对于小型电器,符号、颜色代号或字母代号;
- 端子的识别和标志,仅在接近端子时需要可见(见 8.1.8.4);
- IP 代号(当适用时)(当可行时,尽可能标在电器上);
- 设备等级(如适用),符合 GB/T 17045;
- 隔离适用性(当适用时),其隔离功能符号见 IEC 60617-S00220(2001-07),其适当的功能符号为:

隔离用断路器: 

隔离开关：。

上述符号应达到：

- a) 清楚和明显；
- b) 当电器按使用要求安装且操动器可以接近时是可见的。

无论电器是不封闭的还是封闭的(根据 8.1.11 的规定)，上述要求均适用。

如果上述符号作为线路图的一部分，且该线路图仅用于标志隔离的适用性，则上述要求同样适用。

对于电子式控制电磁铁，除 6.1 给出的信息外，仍需其他信息(见 5.5 和附录 U)。

对于非通用型无螺纹端子，应在电器上加以“s”“sol”“r”或“f”标志，如果空间不够，应在最小包装单元或产品技术资料里注明。

在一组端子排列在一起的情况下，允许电器上加以单个标志即可。

6.3 安装、操作和维修、停用和拆卸说明

制造商在其文件或样本(如有)中应规定电器的安装和操作条件，以及运行期间的维护(如需要)和出现故障后的维修条件。制造商在其文件中还应规定电器涉及 EMC(如有)时需要采取的措施。

对只适用于环境 A(见 8.3.1)的设备，制造商应向潜在客户，随用户产品提供以下警告。

警告

本产品是为环境 A 设计的。在环境 B 中使用本产品可能会导致不必要的电磁干扰。在此情况下，用户可能需要采取适当的防护措施。

如有必要，电器的运输、安装和操作说明书中应指明电器进行适当的和正确的安装、调试和操作的方法。

如电器可能处于可预知的危险状态(例如由于储能引起、不稳定或物体坠落等)，则还应规定相应的停用和拆卸附加信息。

上述文件应指明推荐的维修或维护(如有)范围以及和频率。

注 1：本文件涵盖的所有设备不一定设计成可维修的电器。

对于每种相关的潜在危险，制造商应提供相应的安全标志、图形符号或安全说明，例如通过使用 IEC 60417-5036(2002-10)。警示语应根据 GB/T 2893.2 进行定义。

注 2：GB/T 19678.1 提供了制定安全说明的指南。

6.4 环境信息

如果相关产品标准要求，则应提供根据附录 W 的材料声明。

注：新出版物 IEC TS 63058 将给出评估开关设备和控制设备对环境影响的方法。

7 正常的使用、安装和运输条件

7.1 正常使用条件

7.1.1 周围空气温度

周围空气温度不超过+40℃，且其 24 h 内的平均温度值不超过+35℃。

周围空气温度的下限为-5℃。

对不具有外壳的电器，周围空气温度是指存在其周围的空气温度。对具有外壳的电器，周围空气温度是指外壳周围的空气温度。

预期用于周围空气温度高于+40℃(例如在锻压车间、锅炉房、热带国家)或低于-5℃[例如-25℃,该要求是按IEC 61439(所有部分)对用于户外的低压成套开关设备和控制设备提出的]的设备,应根据相关产品标准设计和使用,或在适用的情况下,根据制造商和用户的协议。制造商文件中给出的信息可以代替上述协议。

注:相关产品标准需明确某些类型设备(例如:断路器或起动器的过载继电器)的周围空气温度。

7.1.2 海拔

安装地点的海拔不超过2 000 m。

对用于海拔高于2 000 m的电器,需要考虑到空气冷却作用和介电强度的下降。对用于上述条件下运行的电气设备应根据制造商和用户的协议进行设计或使用。制造商文件中给出的相关信息可代替上述协议。

7.1.3 大气条件

7.1.3.1 湿度

最高温度为+40℃时,空气的相对湿度不超过50%,在较低的温度下可以允许有较高的相对湿度,例如+20℃时达90%。对由于温度变化偶尔产生的凝露应采取特殊的措施。

注:7.1.3.2中规定的污染等级,更加精确地描述了环境条件。

7.1.3.2 污染等级

污染等级(见3.7.57)与电器使用所处的环境条件有关。

注1:电气间隙或爬电距离的微观环境而不是设备环境决定了对绝缘的影响。此微观环境可能好于或差于电器的环境。微观环境包括所有影响绝缘的所有因素,例如:气候条件、电磁条件、污染的产生等。

对于预期在外壳内使用或配备整体外壳的设备,外壳内环境污染等级适用。

为了评估电气间隙和爬电距离,微观环境可分为四个污染等级(不同污染等级的电气间隙和爬电距离见表13和表15)。

污染等级1:

无污染或仅有干燥的非导电性污染。

污染等级2:

一般情况仅有非导电性污染,但是要考虑到偶然由于凝露造成短暂的导电性。

污染等级3:

有导电性污染,或由于凝露使干燥的非导电性污染变为导电性的。

污染等级4:

造成持久性的导电性污染,例如由于导电尘埃或雨雪所造成的污染。

工业应用的标准污染等级:

除非相关产品标准另有规定,工业用设备通常适用于污染等级3的环境。然而,根据特殊应用或微观环境,可考虑采用其他的污染等级。

注2:外壳安装可影响电器微观环境的污染等级。

家用及类似用途的标准污染等级:

除非相关产品标准另有规定,家用及类似用途设备通常用于污染等级2的环境。

7.1.4 冲击和振动

设备暴露于冲击和振动的标准条件应规定在产品标准中或符合用户与制造商之间的协议。附录Q给出了冲击和振动的分类和试验。

7.2 运输和储存条件

如果电器的运输和储存条件,例如温度和湿度,不同于 7.1 中规定的条件,制造商和用户应达成一个特殊协议。除非另有规定,下列温度范围适用于运输和储存:−25 ℃~+55 ℃之间,短时间内,(24 h 内)可达+70 ℃。

处于极端温度下而不操作的电器不应承受不可逆的损坏,再置于正常条件下应能按规定正常操作。

7.3 安装

电器应按制造商的说明书安装。

8 结构和性能要求

8.1 结构要求

8.1.1 一般要求

具有外壳的电器(如有外壳的话,外壳可作为电器的一部分或独立外壳)应设计成能耐受安装和正常使用时所产生的应力,此外电器还应具有耐非正常热和火的能力及耐湿性能。

具有独立外壳的电器,其外壳材料灼热丝试验要求在相关标准中规定,如 GB/T 20641。

产品中可触及的部件,特别是操作时可触及的部件,不应带有会伤害用户的锋利的棱角。

注:有关棱角示例的更多信息,见 ISO 13715:2017 的附录 B。

在产品寿命的各个阶段,将产品对自然环境的影响减小到最小的必要性已被公众所认可。涉及 GB/T 14048 系列产品有关环境方面的要求见附录 O。

8.1.2 材料

8.1.2.1 一般要求

在电的作用下可能受到热应力影响的绝缘材料部件,在非正常热和火的作用下不应产生不利的影响。

注:GB/Z 40776 中规定了火灾危险的详细信息。

制造商应规定使用下列何种试验方法,8.1.2.2 或 8.1.2.3。

8.1.2.2 灼热丝试验

通过以下方式验证所用材料的适用性:

- a) 在设备上进行的试验;或
- b) 在设备的部件上进行的试验;或
- c) 在具有代表性厚度的相同材料的任意部件上进行的试验;或
- d) 提供绝缘材料供应商出具的满足 GB/T 5169.12 要求的数据。

应根据耐非正常热和火的能力确定适用性。

制造商应说明采用上述哪种方法,a)、b)、c)或 d)。

如果具有代表性截面积的同一种材料已满足 9.2.2 规定的试验要求,则可不重复进行这些试验。

在电器上进行的材料试验应采用 GB/T 5169.10—2017 和 GB/T 5169.11 规定的成品的灼热丝试验方法进行试验。

根据预期着火危险,在 850 ℃或 960 ℃的试验温度下,用于固定载流部件的绝缘材料部件,应符合 9.2.2.1 规定的灼热丝试验。产品标准应根据 GB/T 5169.11—2017 附录 A 的规定选择适用于产品的相

应的温度值。

除上述规定的绝缘材料部件外,其他绝缘材料部件应满足 9.2.2.1 规定的灼热丝试验要求,温度值为 650 ℃。

注:对于 GB/T 5169.11 规定的小部件,有关产品标准可以规定其他的试验要求(例如针焰试验,见 GB/T 5169.5)。

对于其他情况,如金属部件大于绝缘材料部件(如端子排)时,也可采用该方法。针焰试验是解决船用阻燃要求的替代试验。

8.1.2.3 基于可燃性类别的试验

对于绝缘材料部件,根据可燃性类别,可采用 9.2.2.2 规定的热丝引燃(HWI)和电弧引燃(AI)(如适用)方法进行试验。

在材料上进行的试验应根据附录 M 的规定进行。与材料可燃性类别有关的热丝引燃和电弧引燃试验要求应符合表 M.1 或表 M.2 的规定。

作为选择之一,制造商可提供从绝缘材料供应商处获得的可以证明满足附录 M 要求的材料的数据资料。

8.1.3 载流部件及其连接

载流部件应具有其预期用途所必需的机械强度和载流能力。

电气连接的接触压力不应通过绝缘材料(陶瓷除外)或性能不太适宜的其他材料来传递,除非金属部件有足够的弹性来补偿绝缘材料任何可能发生的收缩或变形。

可采用目测和相关产品标准中执行的试验顺序进行验证。

注:在美国,仅在下述情况下允许使用其接触压力通过绝缘材料(陶瓷除外)传递的夹紧件:

- a) 夹紧件是端子块的一部分;
- b) 温度测试证明绝缘材料和端子的温度未超过相应产品标准规定的温度限值;和
- c) 夹紧件中采用弹性金属材料,补偿了因绝缘材料变形而造成的压力损失。

8.1.4 电气间隙和爬电距离

8.1.4.1 一般要求

电器按自身产品标准(引用 9.3.3.4)进行电气间隙和爬电距离的测量,其最小值如表 13 和表 15 所示。

电器的介电性能要求在 8.2.3 中列出。

在其他情况下,电气间隙和爬电距离的最小值也可按有关产品标准确定。

图 G.1 和图 G.2 给出了测量电气间隙和爬电距离的方法。

8.1.4.2 爬电距离用绝缘配合隔板

当使用固体绝缘作为绝缘配合隔板来满足所要求的爬电距离时,所使用的隔板的材料应符合 8.1.2.2 中的灼热丝要求或 8.1.2.3 中的可燃性要求。

8.1.4.3 电气间隙用绝缘配合隔板

当使用固体绝缘作为绝缘配合隔板来满足所要求的电气间隙,而且该绝缘隔板不用于支撑或固定载流部件时,所使用的隔板的材料应符合 8.1.2.2 中的灼热丝要求以及 9.2.2.1 中 650 ℃ 的灼热丝试验要求,或表 M.2 的 AI 数值要求。或者,材料应符合 8.1.4.2 的要求。

8.1.5 操动器

8.1.5.1 绝缘

电器的操动器应与带电部件绝缘,电气绝缘按额定绝缘电压和额定冲击耐受电压(如适用)确定。此外:

- 如果操动器由金属制成,则它应良好地接至保护导体,除非它装有附加的可靠绝缘;
- 发生绝缘损坏时有可能被触及的内部金属部件应与带电部件绝缘,其电气绝缘按额定绝缘电压确定。

8.1.5.2 运动方向

操动器的运动方向应符合 GB/T 4205—2010 的要求。对于不能符合 GB/T 4205—2010 规定的电器,例如电器具有特殊用途或电器具有不同的安装位置,这些电器应明确无误的标明“|”和“○”位置和运动方向。

8.1.6 触头位置指示

8.1.6.1 指示方法

当设备配备有指示其闭合和断开位置的装置时,当装置可触及,这些位置都应明显而清楚地指示出来。这是通过位置指示器(见 3.5.18)完成的。

注:装有附加外壳的电器,从外部不一定看见位置指示。

有关产品标准可规定电器是否具有位置指示器。

如果采用符号,则根据 IEC 60417 的规定,采用下述符号分别表示电器的闭合和断开位置:

| 闭合(电源) IEC 60417-5007(2002-10)

○ 断开(电源) IEC 60417-5008(2002-10)

对于用两个按钮来操作的电器,只允许作断开操作的按钮采用红色或标有符号“○”。

红色不能用于任何其他按钮。

其他按钮、指示灯式按钮和指示灯的颜色应符合 GB/T 4025—2010 的规定。

8.1.6.2 由操动器指示

用操动器来指示触头位置,当释放时,操动器应自动地占据或停留在对应于动触头的位置,在这种情况下,操动器应有两个对应于动触头的不同休止位置,但对于自动断开,操动器可以保持在第三个不同位置。

8.1.7 适用于隔离的电器的附加要求

8.1.7.1 附加结构要求

注 1:在美国,不认可符合这些要求的电器能保证自身隔离性能。隔离要求和程序在相关的联邦法规和维护标准中规定。

适用于隔离的电器在断开位置(见 3.6.21)时应具有符合隔离功能(见 8.2.3.2 和 8.2.7)要求的隔离距离,并应提供以下一种或几种方法显示主触头的位置:

- 用操动器的位置;
- 独立的机械式指示器;
- 所有移动的主触头可视。

电器提供的每种指示方式有效性和机械强度应根据 9.2.6 的规定验证。

当制造商规定或提供在断开位置锁定电器的方式时,在断开位置的锁定只能在主触头处于断开位置时是可能的,这一结构方式应根据 9.2.6 的规定进行验证。

电器应设计成操动器、前面板或盖板的安装能确保正确指示触头位置和锁定的方式(如提供的话)。

注 2: 对于特殊用途也允许在闭合位置上锁扣。

如果辅助触头用于联锁用途,制造商应声称辅助触头和主触头的动作时间。更详细的要求可在有关产品标准中规定。

指示的断开位置是确保触头间规定隔离距离的唯一位置。

如果操动器或指示器所指示的位置不是该电器的断开位置(如脱扣位置),这些位置都应清楚地识别。这些位置的标志不应用符号“|”或“○”表示。

具有唯一休止位置的操动器,该休止位置不适合用作指示主触头的位置。

8.1.7.2 对与接触器或断路器具有电气联锁要求的适用于隔离的电器的补充要求

如果适用于隔离的电器具有用于与接触器或断路器电气联锁的辅助触头,且该电器用于电动机电路,本文件规定如下要求(用于 AC-23 使用类别的电器除外)。

根据制造商要求,适用于隔离的电器辅助触头应满足 GB/T 14048.5 的要求。

适用于隔离的电器辅助触头的断开与其主触头的断开之间应有足够的时间间隔,以确保与其联锁的接触器或断路器在适用于隔离的电器主触头断开之前分断电流。

除非制造商的技术文件另有规定,当适用于隔离的电器根据制造商的说明书操作时,其主触头断开与辅助触头断开的的时间间隔不应小于 20 ms。

适用于隔离的电器应根据制造商说明书在无载条件下验证其辅助触头断开瞬间与主触头断开瞬间的时间间隔。

在闭合操作过程中,适用于隔离的电器的辅助触头应在其主触头闭合后闭合或同时闭合。

也可用一个中间位置(适用于隔离的电器的接通和断开状态之间)来提供一个适当的断开时间间隔。在此位置,联锁用辅助触头断开而其主触头保持闭合。

8.1.7.3 具有在断开位置锁定装置的适用于隔离的电器的补充要求

适用于隔离的电器锁定装置应设计成不能与安装的相应挂锁一起移去。当适用于隔离的电器仅具有一个挂锁时,操作其操动器不应使其断开触头间的电气间隙小于 8.2.3.2 1)b) 的规定。

此外,也可设计一个挂锁装置防止接近适用于隔离的电器的操动器。

验证用锁定装置锁住适用于隔离的电器的操动器是否满足要求应采用以下方法:用一个制造商规定的挂锁或一个相当的量规(在适用于隔离的电器的操动器处于最不利的条件下)模拟锁扣,将 9.2.6.2.1 规定的力 F 施加到操动器上,操作该电器从断开位置向闭合位置运动。当力 F 施加时,在适用于隔离的电器的断开触头间施加试验电压,应能承受表 14 规定的额定冲击耐受电压。

8.1.8 端子

8.1.8.1 结构要求

端子所有的连接部件和载流部件都应由金属制成,并应有足够的机械强度。

端子的连接应用螺钉、无螺纹型或其他等效方法施加力来连接导体,以保证维持必要的接触压力。

端子的结构应能在适合的接触面间压紧导体,而不会对导体和端子有任何显著的损伤。

端子应设计成不准许导体移动或其移动不应有害于电器的正常运行及不应使绝缘电压值下降至低于额定值。

如需要使用,端子和导体之间可通过铜导体的电缆接头连接(见附录 P 中表 P.1)。

注:可与电器端子直接相连的端子接头的全部尺寸示例见附录 P。

除非制造商另有规定,无螺纹型夹紧件应能夹紧表 1 所示的实心导体、绞合导体和软导体。

在无螺纹型夹紧件上,连接和脱开导体的方法如下:

- 通用型夹紧件要先用一般工具或与夹紧件成一整体的合适的器件来打开,然后再插入或拔出导体;
- 推线型夹紧件只需将导体简单插入来连接导体,脱开导体必须进行一项操作,而不能只靠拉拔导体来脱开。允许使用一般工具或与夹紧件成一整体的合适的器件打开夹紧件,便于导体的插入和拔出。

端子的举例见附录 D(见图 D.1~图 D.8)。

如果适用的话,结构要求应通过 9.2.5.2、9.2.5.3 和 9.2.5.4 的试验来验证。

8.1.8.2 连接能力

制造商应规定端子适用连接的导体类型(实心导体或绞合导体,软导体),最大和最小导体截面积以及同时能接至端子的导体根数(如适用)。端子能够连接的最大截面导体应不小于 9.3.3.3 温升试验所规定的导体截面,可用于端子的导体应是同一类型(实心导体或绞合导体,软导体),而相同导体类型的最小截面应至少要比温升试验规定的小两个等级的标准截面尺寸(如表 1 相应栏中所列值)。

圆铜导体(公制尺寸和 AWG/kcmil 尺寸)截面积的标称值见表 1,表中列出 ISO 公制尺寸和 AWG/kcmil 尺寸之间的近似关系。

8.1.8.3 连接

用于连接外部导体的端子在安装时应便于接线。

端子紧固用螺钉和螺母除固定端子本身就位或防止其松动外,不应作为固定其他任何零部件之用。

8.1.8.4 端子的识别和标志

除非产品标准另有规定,端子根据 GB/T 4026 和附录 L 的要求,其标志应清楚和永久地识别。

专门用于中性线的端子按 GB/T 4026 的要求应标以字母“N”来识别。

保护接地端子的识别按 8.1.10.3 的规定。

8.1.9 具有中性极电器的附加要求

当电器有一个极专门用于中性极时,此极的标志应能清楚地识别,并以字母“N”代表(见 8.1.8.4)。

可通断的中性极不准许比其他极先分断后接通。

如果一个具有短路分断和接通能力的极(见 3.7.14 和 3.7.15)被用作中性极,则所有极(包括中性极)要同时动作。

中性极可装备过电流脱扣器。

对约定发热电流(自由空气或封闭发热电流,见 5.3.2.1 和 5.3.2.2)不超过 63 A 的电器,其所有极的约定发热电流值应相同。

约定发热电流较大的电器,其中性极的约定发热电流可与其他极不同,但不小于其他极的约定发热电流的 1/2 或 63 A(二者取较大者)。

8.1.10 保护性接地要求

8.1.10.1 结构要求

对外露的导体部件(如底板、散热片、框架和金属外壳的固定部件),除非它们不构成危险,否则都应

在电气上相互连接并接至用于连接保护导体的保护接地端子上。

注 1: 在北美, earthing 称为 grounding。

电气上连续的正规结构部件能满足此要求, 并且此要求对单独使用的电器和组装在成套装置中的电器都适用。

注 2: 如有必要, 可以在有关产品标准中规定要求和试验。

如果外露的导体部件可触及的面积不大, 或用手不能握住, 或尺寸很小(大约 50 mm×50 mm), 或设置在不会触及带电部件之处, 则可认为它们不构成危险。

例如螺钉、铆钉、铭牌、变压器铁芯、开关电器的电磁铁和脱扣器的某些部件, 不管它们的尺寸如何, 都认为不构成危险。

8.1.10.2 保护接地端子

保护接地端子应设置在容易接近便于接线之处, 并且当外壳或任何其他可拆卸的部件移去时其位置仍应保证电器与保护导体之间的连接。保护导体的尺寸应符合表 25 的要求。

保护接地端子应具有适当的抗腐蚀措施。

在电器具有导体构架、外壳等的情况下, 如有必要应提供相应的措施, 以保证电器的外露导体部件和连接至导体的金属护套之间有电气上的连续性。

保护接地端子除用于连接至 PEN 导体(见 3.1.29)、PEM 导体(见 3.1.28)或 PEL 导体(见 3.1.30)不应兼作它用, 在此情况下, 则保护接地端子既作保护接地之用又应作中性线端子、中间端子或接地线端子之用。

8.1.10.3 保护接地端子的标志和识别

保护接地端子的标志应能清楚而永久地识别。

根据 GB/T 4026—2019 中 7.3 的规定, 保护接地端子应采用颜色标志(绿-黄的标志)或适用的 PE、PEN、PEM 或 PEL 符号来识别, 或用图形符号标志在电器上。

根据 IEC 60417 的规定, 采用的图形符号为:

 保护接地[60417-5019(2006-08)]

注: 以前推荐的符号  [60417-5017(2006-08)] 逐步改用上述符号 60417-5019 来代替。

8.1.10.4 保护接地连续性

设备和/或其外壳的所有外露导电部分均应有效连接到引入的外部保护导体的端子上。

从外露导电部分到保护接地端子的电路电阻不应超过 0.1 Ω。

8.1.11 电器专用外壳

8.1.11.1 外壳的设计

外壳应设计成当外壳打开且其他保护措施(如有)移去时, 在按制造商规定进行安装和维修中需要接近的所有部件都能容易接近。

为了接纳外部导体从进口孔进入壳内, 在外壳内应有足够的空间以确保导体可靠连接到端子上。

金属外壳的固定部分应与电器的其他外露导电部件在电气上连接并连接到接地端子上, 使它们能良好地接地或接到保护导体上去。

外壳的可拆卸金属部分当它就位时不应与带有接地端子的部件绝缘。

外壳的可拆卸部分应采取措施稳固地固定在其固定部分上, 应采取措施防止因电器的操作或振动的影响而导致偶然松动或分离。

当外壳设计成允许不使用工具可打开其罩壳时,应提供措施防止紧固件的失落。

整体外壳被认为是电器不可移除的部件。

如果电器的外壳装有按钮,则按钮应从外壳的内部拆除。如从电器的外壳外部拆除,则需要专用工具。

8.1.11.2 外壳的绝缘

为了防止金属外壳与带电部件之间的意外接触,如果外壳部分或全部内衬了绝缘材料,则此绝缘材料应牢固地固定在外壳上。

8.1.12 封闭电器的防护等级

封闭电器的外壳防护等级及有关试验按附录 C 的要求。

8.1.13 金属导管的拔出、扭转和弯曲

电器的聚酯外壳,无论是电器的一部分或独立的部分,如果具有连接符合 IEC 60981 要求的超重负荷刚性螺纹式金属导管的引入孔,则该外壳应耐受安装导管时产生的应力(拔出、扭转、弯曲)。

应采用 9.2.8 规定的试验方法验证外壳是否满足要求。

8.2 性能要求

8.2.1 动作条件

8.2.1.1 动作条件的一般要求

除非有关产品标准中另有规定,以下要求适用于新的完好的电器。

电器的操作应按制造商的说明书或有关产品标准的要求进行,尤其是人力操作电器,其接通和分断能力可能与操作者的操作技巧熟练程度有关。

8.2.1.2 动力操作电器的动作范围

除非产品标准另有规定,电磁操作和电控气动操作的电器在周围空气温度为 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内、在控制电路电源电压为额定值 U_c 的 $85\%\sim110\%$ 范围内均应可靠吸合。此动作范围适用于交流或直流。

除非另有规定,气动和电控气动电器在施加气压范围为额定气压的 $85\%\sim110\%$ 范围内均应可靠吸合。

在规定的动作范围条件下,额定值的 85% 应是下限值,而额定值 110% 是上限值。

注:锁扣式电器的动作值由制造商与用户协商。

电磁操作和电控气动操作电器的释放电压应不高于 75% 的额定控制电路电源电压 U_c ,对交流在额定频率下其释放电压应不低于 $20\%U_c$,或对直流应不低于 $10\%U_c$ 。

具有电子式控制电磁铁的电器释放和完全断开的限值是:

——直流:额定控制电路电源电压 U_c 的 $75\%\sim10\%$;

——交流:额定控制电路电源电压 U_c 的 $75\%\sim20\%$,或如果制造商有规定,可为额定控制电路电源电压 U_c 的 $75\%\sim10\%$ 。

除非另有规定,电控气动和气动电器应在 $75\%\sim10\%$ 额定气压下断开。

在规定的动作(释放)范围条件下, 20% 或 10% 控制电路电源电压 U_c (对交流或直流情况下)应是上限值,而 75% 控制电路电源电压 U_c 是下限值。

对动作线圈而言,当线圈电路的电阻等于 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下所得的阻值时上述释放电压限值适用。可用在

正常周围温度下测得的电阻值为基础进行计算来验证。

在特殊应用时需要规定释放时间,在这种情况下进行本条验证试验时应测量释放时间。

8.2.1.3 欠电压继电器和脱扣器的动作范围

欠电压继电器和脱扣器的动作范围如下。

a) 动作电压

欠电压继电器或脱扣器与开关电器组合在一起,当外施电压下降,甚至缓慢下降至额定电压的 70%~35% 范围内,与开关电器组合一起的欠电压继电器和脱扣器应动作,使电器断开。

注:零电压(失压)脱扣器是一种特殊型式的欠电压脱扣器,其动作电压是在额定(电源)电压的 35%~10% 之间。

当外施电源电压低于欠电压继电器或脱扣器的额定电压的 35% 时,欠电压继电器或脱扣器应防止电器闭合。当电源电压高于或等于其额定电压的 85% 时,欠电压继电器和脱扣器应允许电器能闭合。

除非产品标准另有规定,外施电源电压的上限值应是欠电压继电器或脱扣器额定值的 110%。

以上数据适用于直流,也适用于在额定频率下的交流。

b) 动作时间

对于延时欠电压继电器或脱扣器,其延时的测定应从电压达到动作值瞬时开始,至继电器或脱扣器操动电器的脱扣器件(脱扣机构)动作瞬时为止。

8.2.1.4 分励脱扣器的动作范围

当分励脱扣器的电源电压(在脱扣动作期间测得)保持在额定控制电路电源电压 U_c 的 70%~110% 之间时(交流在额定频率下),在电器的所有工作条件下分励脱扣器应脱扣,使电器断开。

8.2.1.5 电流动作继电器和脱扣器的动作范围

电流动作继电器和脱扣器的动作范围应在有关产品标准中规定。

注:术语“电流动作继电器和脱扣器”包括过电流继电器或脱扣器、过载继电器或脱扣器、逆电流动作继电器或脱扣器等。

8.2.2 温升

8.2.2.1 一般要求

在按 9.3.3.3 指定的条件下进行试验时测量电器各部件的温升,其值不应超过本条规定。

注:正常使用条件下的温升可能与试验值有所差异,这取决于安装条件和连接导体的尺寸。

表 2 和表 3 所列的温升限值适用于全新的和完好的条件下进行试验的电器。产品标准对不同的试验条件和小尺寸(容积)的器件可规定不同温升值,但不可超过上述温升值 10 K。

试验过程中的温升不应影响产品的性能。对于 8.2.2.2~8.2.2.8 未涵盖的绝缘部件,制造商应通过参照绝缘温度指数(例如,通过 GB/T 11026.2 的方法确定)或通过 GB/T 11021—2014 来证明其符合要求。

8.2.2.2 端子

端子的温升不应超过表 2 中的规定值。

8.2.2.3 易接近部件

易接近部件的温升不应超过表 3 中规定值。

8.2.2.4 周围空气温度

表 2 和表 3 所列的温升限值仅适用于周围空气温度保持在 7.1.1 所规定的范围内。

8.2.2.5 主电路

电器的主电路应能承载其约定发热电流,按 9.3.3.3.4 进行试验时,其温升不超过表 2 和表 3 规定的限值。

8.2.2.6 控制电路

电器的控制电路,包括用作闭合和断开的控制电路器件,应按 5.3.4 额定工作制,根据 9.3.3.3.5 的规定进行温升试验,其温升不超过表 2 和表 3 规定的限值。

附录 S 规定了开关设备和控制设备中自带的且预计与可编程控制器(PLC)相兼容的数字输入和/或数字输出要求。

8.2.2.7 线圈和电磁铁的绕组

在主电路通电的条件下,线圈和电磁铁的绕组应按 9.3.3.3.6 规定施加其额定电压进行试验,其温升不超过 8.2.2.1 规定的限值。

注:本条不适用于脉冲操作线圈,其运行条件由制造商规定。

8.2.2.8 辅助电路

电器的辅助电路包括辅助开关,应能承载其约定发热电流,按 9.3.3.3.7 进行试验时,其温升不超过表 2 和表 3 规定的限值。

注:如果辅助电路作为主电路的组合部件,则其试验应随主电路同时进行试验,但应通以实际运行电流。

8.2.3 介电性能

8.2.3.1 一般要求

介电性能依据 GB/T 16935.1 和 GB/T 17045 制定。通过使用涂层来减小电气间隙和爬电距离要求见 GB/T 16935.3。

注 1: 小于或等于 2 mm 的电气间隙和爬电距离要求见 GB/Z 37754,其仅包含研究结果,不能用于确定适用 GB/T 16935.1 的低压系统中设备的电气间隙和爬电距离。

下列要求提供了电器在其安装环境条件下达到绝缘配合的方式。

电器应能耐受如下电压:

- 根据附录 H 规定,采用过电压类别确定的额定冲击耐受电压(见 5.3.1.3);
- 根据表 14 规定,适用于隔离电器触头间的冲击耐受电压;
- 工频耐受电压和/或直流耐受电压,如适用。

注 2: 电源系统的标称电压与电器的额定冲击耐受电压的关系见附录 H。

对于规定了额定工作电压(见 5.3.1.1)的电器,其额定冲击耐受电压应不低于该电器所使用点线路的电源系统标称电压所对应于附录 H 的额定冲击耐受电压和相应的过电压类别所对应的额定冲击耐受电压。

本条规定的要求采用 9.3.3.4 规定的方法验证。

8.2.3.2 冲击耐受电压

冲击耐受电压应满足下列要求。

1) 主电路的冲击耐受电压

- a) 带电部件与接地部件之间及极与极之间的电气间隙应承受表 12 所列对应额定冲击耐受电压的试验电压。
- b) 断开触头间的电气间隙应承受:

——在有关产品标准中规定的冲击耐受电压(如适用)；

——对具有隔离功能的电器,表 14 所列的对应于额定冲击耐受电压的试验电压。

与上述 a)和/或 b)电气间隙有关的电器的固体绝缘应承受 a)和/或 b)规定的冲击电压(如适用)。

2) 辅助电路和控制电路的冲击耐受电压

a) 直接从主电路引入额定工作电压的辅助电路和控制电路,带电部件与接地部件之间以及极间的电气间隙应能耐受表 12 中规定的与辅助电路/控制电路的额定冲击耐受电压和主电路相对应的过电压类别[见 8.2.3.2 1)b)的最后一段]相对应的试验电压。

b) 不直接从主电路引入额定电压的辅助电路和控制电路,其过电压能力可不同于主电路,这类电路的电气间隙和有关的固体绝缘无论是交流还是直流,都应承受附录 H 规定的适当电压。

8.2.3.3 主电路、辅助电路和控制电路的工频或直流耐受电压

主电路、辅助电路和控制电路的工频或直流耐受电压应满足下列要求。

a) 工频或直流耐压试验应在下列情况下采用：

——介电试验作为型式试验,用于验证电器的固体绝缘；

——用于电器试验后的故障判别依据,在电器的分断试验和短路试验后进行介电性能验证；

——在耐湿试验后进行介电性能验证；

——常规试验。

b) 介电性能的型式试验

介电性能试验作为型式试验项目应根据 9.3.3.4 的规定进行。

对于隔离电器其最大泄漏电流应按 8.2.7 和 9.3.3.4 规定验证。

c) 分断试验和短路试验后的介电性能验证

介电性能验证作为电器分断试验和短路试验后的故障判别依据,是在工频电压或直流电压下根据 9.3.3.4.1 4)的规定验证。

对于隔离电器其最大泄漏电流应符合 8.2.7 的规定,并按 9.3.3.4 进行验证,其值不应超过有关产品标准的规定。

d) 耐湿试验后的介电性能验证

按附录 I。

e) 常规试验中的介电性能验证

常规试验中的介电性能试验作为检验电器的材料和加工质量缺陷判别依据,在工频电压或直流电压下根据 9.3.3.4.2 2)的规定进行。

8.2.3.4 电气间隙

电气间隙应使电器有足够的承受能力来承受 8.2.3.2 要求的额定冲击耐受电压。

电气间隙应大于或等于表 13 对应于情况 B(均匀电场)(3.7.61)所列之值,并按 9.3.3.4.3 规定以抽样试验来验证。如果与额定冲击耐受电压和污染等级有关的电气间隙大于或等于表 13 情况 A(非均匀电场,见 3.7.62)所列之值,则不需进行试验。

测量电气间隙的方法见附录 G。

8.2.3.5 爬电距离

爬电距离应满足下列要求。

a) 确定尺寸

对于污染等级 1 和 2,爬电距离应不小于关联的电气间隙(按 8.2.3.4 的要求选定)。对于污染

等级 3 和 4 而言,爬电距离应不小于情况 A 的电气间隙(表 13),为了减少由于过电压引起的破坏性放电的危险,即使按 8.2.3.4 的规定允许电气间隙小于情况 A 所规定之值。

测量爬电距离的方法见附录 G。

爬电距离值应与 7.1.3.2 指定的污染等级相对应或与有关产品标准规定的污染等级相对应,并与在表 15 中列出的额定绝缘电压或实际工作电压下相应材料组别相对应。

按相比电痕化指数(CTI,见 3.7.64)之值的范围,材料组别可划分如下:

——材料组别 I	$600 \leq \text{CTI}$
——材料组别 II	$400 \leq \text{CTI} < 600$
——材料组别 III a	$175 \leq \text{CTI} < 400$
——材料组别 III b	$100 \leq \text{CTI} < 175$

注: CTI 值是按 GB/T 4207 规定的方法使用溶液 A 测得的值,供绝缘材料使用。电器的 CTI 值与额定电压值无关。

对于无机绝缘材料,例如玻璃或陶瓷,它们不起痕,爬电距离应至少等于其关联的电气间隙。

b) 筋的使用

不管筋的数量有多少,如果采用筋的最小高度为 2 mm 时,则爬电距离能减少至表 15 之有关值的 0.8 倍。筋的最小底宽由机械要求确定(见 G.2)。

c) 特殊应用

电器用于需考虑绝缘故障引起严重后果的某些应用场合时,应考虑表 15 中的一个或多个影响因素(距离、绝缘材料、微环境污染),以获得比表 15 规定的额定绝缘电压更高的绝缘电压。

8.2.3.6 固体绝缘

固体绝缘应根据 9.3.3.4.1 3)的规定采用工频电压试验或对直流电器采用直流电压试验进行验证。

注: 更多固体绝缘的设计资料见 GB/T 16935.1—2023 中 4.6.1。

8.2.3.7 分离电路间的间距

确定分离电路间的电气间隙、爬电距离和固体绝缘,应采用最高电压额定值(额定冲击耐受电压确定电气间隙和关联的固体绝缘,额定绝缘电压或实际工作电压确定爬电距离)。

8.2.3.8 具有保护性隔离的电器的要求

SELV 和 PELV 电路易接近时,应与危险带电电路隔离,按附录 N。

只在维修时易于接近的电路,或基于风险评估所获得风险水平(危害的严重程度和发生的可能性)在正常条件(见 7.1)下被认为不易于接近的电路,可使用基础绝缘。

8.2.4 在空载、正常负载和过载条件下接通、承载和分断电流的能力

8.2.4.1 接通和分断能力

电器在有关产品标准规定的使用类别和操作次数条件下应能接通和分断正常负载和过载电流而不发生故障(见 9.3.3.5 的一般试验条件)。

8.2.4.2 操作性能

与电器操作性能有关的试验是用来验证电器在对应于规定使用类别的条件下能够接通、承载和分断其主电路的电流而不发生故障的试验。

操作性能的具体要求和试验条件应在有关产品标准中规定,并可涉及以下两点:

——空载操作性能是在控制电路通电而主电路不通电的条件下进行试验,目的是验证电器的闭合

和断开操作符合控制回路规定外施电压和/或气压的上限和下限的操作条件；

——有载操作性能是验证电器应接通和分断对应于有关产品标准规定相应使用类别下操作次数的电流。

如果相关产品标准有规定，则有载和空载操作性能验证可组合在同一顺序试验中进行。

8.2.4.3 寿命

8.2.4.3.1 机械寿命

关于电器的抗机械磨损能力，可用有关产品标准规定的空载操作循环（即主触头不通电流）次数来表征，该次数是电器在需要修理或更换任何机械部件前能达到的机械寿命次数，如果电器设计成可维修的，则按制造商的说明书进行正常的维护是允许的。每次操作循环包括一次闭合操作伴随着一次断开操作。

试验时电器应按制造商的说明书安装。

有关产品标准应规定电器无载操作循环次数的优先值。

注：选用术语“durability”代替“endurance”，以表示电器在修理或更换部件前能完成的操作循环次数的期望值。

8.2.4.3.2 电寿命

电器的抗电磨损能力用有关产品标准规定的使用条件下的有载操作循环次数来表征，该次数是电器在需要修理或换部件前能达到的电寿命次数。

有关产品标准应规定电器的有载操作循环次数优先值。

8.2.5 接通、承载和分断短路电流能力

电器应制造成能够承受在有关产品标准规定的条件下承载短路电流引起的热效应、电动力效应和电场强度效应。特别指出的是应验证电器按 9.3.4.1.8 规定进行试验时应满足相应的要求。

电器可能在下列情况下承受短路电流：

- 在接通电流时；
- 在闭合位置承载电流时；
- 在分断电流时。

电器的接通、承载和分断短路电流能力用以下一个或几个参数来确定：

- 额定短路接通能力（见 5.3.6.2）；
- 额定短路分断能力（见 5.3.6.3）；
- 额定短时耐受电流（见 5.3.6.1）；
- 在电器与短路保护电器（SCPD）配合的情况下：
 - a) 额定限制短路电流（见 5.3.6.4）；
 - b) 其他配合型式，在有关产品标准单独规定。

同一回路中（串联的）与 SCPD 之间的协调配合，按附录 X。

按照上述 a) 和 b) 中额定值和限值，制造商应规定电器保护所需 SCPD 的型式和特性（例如额定电流、分断能力、截断电流、 I^2t 等）。

8.2.6 极阻抗

极阻抗按照 9.3.3.8 进行试验。

8.2.7 隔离电器的泄漏电流

对于额定工作电压 U_n 高于 50 V 的隔离电器应验证其泄漏电流，在每一断开触头间测量泄漏电流。

电器在施加试验电压为 $1.1U_n$ 时,其泄漏电流不应超过以下规定的允许值:

——新的电器每极的允许泄漏电流为 0.5 mA;

——按有关产品标准的要求接通和分断试验后的电器,每极的允许泄漏电流为 2 mA。

对于任何情况,隔离电器在 $1.1U_n$ 下的最大泄漏电流不应超过 6 mA。验证上述要求的试验方法应在有关产品标准中规定。

8.3 电磁兼容性(EMC)

8.3.1 一般要求

在正常使用条件下,无电子线路的电器对电磁骚扰是不敏感的。因此,此类电器不需要进行 EMC 试验。

对属于本文件范围内的产品,需考虑在下述两种电磁环境条件中使用,它们是:

a) 环境 A;

b) 环境 B。

环境 A 主要与低压非公用电网或工业电网/场所/装置有关,它包含有较高的骚扰源。

注 1: 环境 A 适合 GB 4824 中的 A 类设备。

环境 B 主要与低压公用电网有关,例如:民用、商用、轻工业场所/装置。此种环境中不含有较高骚扰源,如弧焊机。

注 2: 环境 B 适合 GB 4824 中的 B 类设备。

本文件所指的电子线路不包含那些全部由无源电子元件(如:二极管、电阻、变阻器、电容、浪涌抑制器、电感)组成的电子线路。

注 3: 本文件中的 EMC 限值包含了通断操作中产生的干扰,并且不需要对无电子线路的电器进行 EMC 试验。

8.3.2 抗扰度

具有电子线路的电器对电磁骚扰应有良好抗扰性。

验证符合上述要求的一致性试验见 9.4。

表 24 的验收标准适用,除非另有规定,否则按照相关产品标准中规定。

8.3.3 发射

具有电子开关电路的电器的高频(超过 9 kHz)持续发射,不应超过本系列有关产品标准规定的限值,相关要求见 GB 4824 中环境 A 和/或环境 B 的规定。

产品(包含端口)如通过有线网络能实现通信功能,端口需按照 GB/T 9254.1 进行验证。

注 1: 不超过 200 ms 的单次扰动不需要进一步评估。

符合 GB/T 14048 系列的产品不是连续谐波和低频电压波动的来源。因此,在本文件中没有相关的要求。

注 2: 开关设备和控制设备仅在短时间内切换主电路,其短时骚扰干扰只在取决于功率因数的燃弧时间或电弧上升沿内产生。

9 试验

9.1 试验的分类

9.1.1 一般规定

试验应证明电器符合本文件(如适用)及有关产品标准规定的要求。

试验如下：

- 型式试验(见 3.2.1)应在每一特定电器的典型试品上进行；
- 常规试验(见 3.2.2)应在按本文件(如适用)和有关产品标准制造的每台产品上进行；
- 抽样试验(见 3.2.3),当有关产品标准有此要求时进行,对电气间隙的抽样试验见 9.3.3.4.3。

根据有关产品标准的要求,上述试验可由试验程序(顺序)组成。

对于在产品标准中规定的试验顺序,某些试验项目的试验结果不受顺序试验中前面试验的影响,并且对规定的顺序试验中的后续试验无影响,则这些试验项目可在顺序试验中省略,根据制造商的规定在单独的新的试品上进行试验。

如适用,产品标准应规定此类试验。

试验可由制造商在工厂内进行或任何其选择的实验室进行。

当适合时,电器的特殊试验(见 3.2.4)可根据有关产品标准及制造商与用户的协议进行。

9.1.2 型式试验

型式试验旨在验证给定的电器的设计是否符合本文件(如适用)和有关产品标准的要求。

型式试验可由以下验证项目组成：

- 结构要求；
- 温升；
- 介电性能(见 9.3.3.4.1,如适用)；
- 接通和分断能力；
- 短路接通和分断能力；
- 临界负载电流性能；
- 动作范围；
- 操作性能；
- 封闭电器的防护等级；
- EMC 试验。

注：以上所列项目并非全面,可以增减。

在有关产品标准中应规定该电器需进行的型式试验项目、获得的试验结果以及试验程序(顺序)和试品数量(如有关系)。

9.1.3 常规试验

常规试验旨在检查电器的材料和工艺的缺陷,并检测电器的固有功能。常规试验应在每台产品上进行。

常规试验包括：

- a) 功能试验；
- b) 介电试验。

常规试验的细节和试验条件应在有关产品标准中规定。

9.1.4 抽样试验

如果工程和统计分析表示常规试验没有必要在每台产品上进行,而可由抽样试验来代替,则在有关产品标准中应予以规定。

抽样试验包括：

- a) 功能试验；
- b) 介电试验。

抽样试验同样是用来验证电器规定的性能或特性,这些规定可由制造商提出或是由制造商和用户协商。

9.1.5 特殊试验

9.1.5.1 一般要求

特殊试验要求由制造商规定。

9.1.5.2 可靠性数据试验

如果制造商提供功能安全应用的可靠性数据,附录 K 适用。

9.1.5.3 环境试验

当需要验证产品在特殊环境条件下(如 EMC、湿热、盐雾、振动和冲击)的性能时,试验应按照附录 Q 进行。

9.2 验证结构要求

9.2.1 一般要求

有关结构要求的验证见 8.1,包括:

- 材料;
- 电器结构;
- 封闭电器的外壳防护等级;
- 端子的机械性能和电气性能;
- 操动器;
- 位置指示器(见 3.5.18)。

9.2.2 抗非正常热和火试验

9.2.2.1 灼热丝试验(在电器上进行)

灼热丝试验应在 8.1.2.2 规定的条件下,根据 GB/T 5169.10—2017 和 GB/T 5169.11 的规定进行。对本试验而言,保护导体不认为是承载电流部件。

如果试验必需在试品上的多个地方进行,要注意保证前面试验引起的材料损坏不应影响后续试验。

9.2.2.2 火焰试验、电热丝引燃试验和电弧引燃试验(在材料上进行)

应选择合适的试品进行下述试验:

- a) 火焰试验,根据 GB/T 2408 进行;
- b) 电热丝引燃(HWI)试验,按附录 M;
- c) 电弧引燃(AI)试验,按附录 M。

c)项试验只在与燃弧部件或连接松动的带电部件距离 13 mm 内的材料上进行。如果电器用于接通和分断试验,与燃弧部件距离 13 mm 内的这部分材料不需进行这项试验。

9.2.3 电器的结构

9.2 中包含的内容。

9.2.4 封闭电器的外壳防护等级

封闭电器的外壳防护等级按附录 C。

9.2.5 端子的机械和电气性能

9.2.5.1 试验的一般条件

除非制造商另有规定,每一试验应在完好的和新的端子上进行。

当采用圆铜导体进行试验时,应采用符合 GB/T 3956—2008 规定的铜线。

当采用扁铜导体进行试验时,铜导体应具有以下特性:

- 最小纯度:99.5%;
- 极限抗张强度:200 N/mm²~280 N/mm²;
- 维氏硬度:40~65。

9.2.5.2 端子的机械强度试验

试验应采用具有最大截面的合适型号的导体来进行试验。

8.1.8.1 中的无螺纹型夹紧件用最大截面积的导体进行试验。

每个端子应连接和拆除导体 5 次。

对螺纹型端子,拧紧力矩应按表 4 规定或 110%的制造商规定的力矩(取其大者)来进行试验。

试验应在 2 个夹紧件上分别进行。

具有六角头也可用螺丝刀拧紧的螺钉,并且表 4 第Ⅱ和第Ⅲ列之值不同,则试验应进行两次,首先按表 4 第Ⅲ列规定力矩施加至六角头螺钉上来进行试验,然后在另一组试品上按表 4 第Ⅱ列规定的力矩用螺丝刀拧紧螺钉进行第二次试验。

如果表第Ⅱ和第Ⅲ列之值相同,只需进行螺丝刀拧紧试验。

每次拧紧的螺钉或螺母松掉后,应采用新的导体来进行下一次拧紧试验。

在试验中,夹紧件和端子不应松掉并且不应有会影响其进一步使用的损坏,例如螺纹滑牙或者螺钉头的槽、螺纹、垫圈、镲形件的损坏。

9.2.5.3 导体的偶然松动和损坏试验(弯曲试验)

本试验用于连接未经处理的圆铜导体的端子,连接导体的根数、截面和类型(软线和/或多股线和/或实心线)由制造商规定。

注:用于扁铜导体的端子试验可由制造商和用户双方协商。

用 2 个新试品进行以下试验:

- a) 用具有最小截面积的最多根数导体连接至端子进行试验;
- b) 用具有最大截面积的最多根数导体连接至端子进行试验;
- c) 用具有最小和最大截面积的最多根数导体连接至端子进行试验。

预期要连接软线和/或多股线和/或实心线的端子应采用每种类型导体在不同的试品组上进行试验。

预期将软线或多股线和/或实心线一起接入的端子应进行上述 c)项规定的试验。

试验应在合适的试验设备上,规定的导体根数应连接至端子。试验导体长度应比表 5 规定的高度 H 长 75 mm。紧固螺钉应拧紧,施加的拧紧力矩按表 4 的规定或制造商规定的力矩,被试电器应按图 1 所示固定。

按以下程序试验,使每根导体承受圆周运动的考核:

被试导体的末端应穿过压板中合适尺寸的衬套孔,压板处于电器端子向下高度 H 之处,高度 H 值见表 5。除被试导体外其余导体均应弄弯,以免影响试验结果。衬套应处在水平位置的压板中,且压板与导体同轴。应使衬套中心在水平面上围绕压板中心以一个直径为 75 mm 的圆做圆周运动,运动速度为 (10 ± 2) r/min。表 5 中端子出口至衬套的上表面距离应是高度 H ,公差为 ± 15 mm。衬套应加润滑

油,以防止绝缘导体的弯曲、扭转或自转。表 5 规定的质量挂在导体的末端。试验应连续旋转 135 转。

试验过程中,导体应既不脱出端子又不在夹紧件处折断。

弯曲试验后应把被试电器上每根经过弯曲试验的导体立即进行 9.2.5.4 规定的拉出试验。

9.2.5.4 拉出试验

9.2.5.4.1 圆铜导体的拉出试验

9.2.5.3 的试验后,应将表 5 规定的拉力作用到进行过 9.2.5.3 试验的导体上。

本试验的紧固被试导体的螺钉不应再拧紧。

拉力应沿导体轴向方向持续作用 1 min,拉力不应突然施加。

试验过程中,导体应既不脱出端子又不在夹紧件处折断。

9.2.5.4.2 扁铜导体拉出试验

适当长度的导体固定在端子上,将表 6 规定的拉力平稳的作用 1 min,拉力方向与导体插入方向相反。拉力不应突然施加。

试验过程中,导体应既不脱出端子又不在夹紧件处折断。

9.2.5.5 最大截面的未经处理的圆铜导体的接入能力试验

9.2.5.5.1 试验程序

试验采用表 7 规定的 A 型或 B 型模拟量规进行。

量规的测量截面应能穿进端子的孔中,插入端子的底部(见表 7 的注)。

作为选择,试验也可通过插入制造商推荐的类型和具有最大额定截面积的导体,其直径符合表 8 中规定的理论直径、在去除其绝缘层且重新处理导体末端之后进行。导体被剥去的一端应无需过度用力就能完全进入夹紧件的孔径中。

注:制造商可以规定试验方法。

9.2.5.5.2 模拟量规的尺寸

模拟量规的结构见图 2。

尺寸 a 和 b 及允差见表 7。模拟量规的测量部分应用量规钢制成。

9.2.5.6 空白

9.2.5.7 无螺纹型紧固部件的电气性能

GB/T 17464—2012 中 9.8 和 GB/T 20636—2006 中 9.8 适用。

注:IEC 60999 系列的术语“最小截面”和“最大截面”分别是本文件中定义的“最小截面积”(3.5.34)和“最大截面积”(3.5.35)。

对于最大截面积,产品的试验电流为 I_{th} (或 I_{the}),对于最小截面积,表 9 给出了试验电流。或者,根据制造商要求,可使用额定 I_{th} (或 I_{the})代替。

考虑到实际情况,具体试验要求在产品标准中规定。

9.2.5.8 无螺纹型夹紧件的老化试验

GB/T 17464—2012 中 9.10 和 GB/T 20636—2006 的 9.10 适用。

注 1:IEC 60999 系列的术语“最小截面”和“最大截面”分别是本文件中定义的“最小截面积”(3.5.34)和“最大截面积”(3.5.35)。

注2：对于最大截面积，产品的试验电流为 I_{th} （或 I_{the} ），对于最小截面积，GB/T 14048.7—2016 的表 4 和表 5 给出了试验电流。

考虑到实际情况，具体试验要求在产品标准中规定。

9.2.6 验证指示隔离电器主触头位置机构的有效性

9.2.6.1 触头位置指示的有效性

用于试验的电器的条件应在有关产品标准中规定。

对于验证 8.1.7 要求的主触头位置指示机构的有效性，在进行完电器的操作性能型式试验和特殊的寿命试验（如进行的话）后，所有指示主触头位置的方法，均应继续正常工作。

9.2.6.2 试验方法

9.2.6.2.1 有关人力和无关人力操作

应在操动器末端测量把电器操作到断开位置所需要的力。试验用新的干净的试品进行，测量力 F 应取三次连续操作所获得的最大力的平均值，力 F 用于确定表 17 中的试验力。

对闭合位置上的电器，应把被认为试验最严酷的一极的动静触头固定在一起（通过任何合适的方法）。

操动器应施加 $3F$ 的操动力，但该试验力不应小于表 17 相应类型操动器所规定的最小试验力，也不应大于表 17 相应类型操动器所规定的最大试验力。

电器具有一个以上串联触头系统时，所有串联的触头系统应保持在闭合位置。

在多触点触头系统中，为了确保试验力在施加时触头不分开，最小数量的并联触头触点应固定在一起以保持触头系统的闭合。

保持触头闭合的合适的方法及触头的数量由制造商规定，触头的数量及方法应记录在报告中。

试验力应无冲击地施加到操动器的末端，试验力施加的持续时间为 10 s。试验力的方向是使电器的触头断开。

试验力的方向在整个试验过程中应保持不变，如图 16 所示。

按 9.2.6.3.1 规定进行验证试验。

9.2.6.2.2 有关动力操作

电器处于闭合位置时，在试验中承受最严酷考核一极的触头的固定的和移动的部分应固定在一起，例如焊在一起。

电器具有一个以上串联触头系统时，所有串联的触头系统应保持在闭合位置。

在多触点触头系统中，为了确保试验力在施加时触头不分开，最小数量的并联触头触点应固定在一起以保持触头系统的闭合。

保持触头闭合的合适的方法及触头的数量由制造商规定，触头的数量及方法应记录在报告中。

提供操动器动力的电源电压应为正常额定值的 110%，施加电源电压以便打开电器的触头系统。

对电器的试验应进行 3 次，每次试验时间为 5 s，每次间隔 5 min。只有相应的由动力操作的保护器对此时间有限制时，该时间可以缩短。

动力操作的验证方法见 9.2.6.3.2。

注：在美国和加拿大，不认可符合这些要求的电器能保证自身隔离性能。

9.2.6.2.3 无关动力操作

电器处于闭合位置时，在试验中承受最严酷考核一极的触头的固定的和移动的触头应固定在一

起,例如焊在一起。

电器具有一个以上触头系统串联时,每个触头系统应保持在闭合位置。

在多触点触头系统中,为了确保试验力在施加时触头不分开,最小数量的并联触头触点应固定在一起以保持触头系统的闭合。

保持触头闭合的合适的方法及触头的数量由制造商规定,触头的数量及方法应记录在报告中。

动力操作系统储存的能量应释放,以便打开电器的触头系统。

通过释放储存能量的方式,对电器进行 3 次打开试验。

其验证方法见 9.2.6.3.2。

注:在美国和加拿大,不认可符合这些要求的电器能保证自身隔离性能。

9.2.6.3 电器试验时和试验后条件

9.2.6.3.1 有关人力和无关人力操作的电器

试验后,当操动力不再施加,操动器处于自由状态时,不能用任何一种方式指示电器的断开位置。同时,通过目测,电器不能有任何影响其正常使用的损坏。

“不应指示断开位置”表示指示断开位置的部件或颜色应不可见(根据 8.1.6 对新样品进行检查)。

对于仅通过将操动器与盖子上的标记对齐来指示位置的电器,应明确与断开位置的标记不一致。

当设备配有断开位置锁定装置时,在施加操动力时电器不能被锁住。

9.2.6.3.2 有关动力和无关动力操作

在试验期间和试验后,不能用任何一种方式指示电器的断开位置。同时电器不能有任何影响其正常使用的损坏。

当设备配有断开位置锁定装置时,在试验过程中设备不能被锁定。

9.2.7 空白

9.2.8 金属导管的拉出试验、弯曲试验和扭转试验

9.2.8.1 一般要求

试验应在适当尺寸(长 300 mm±10 mm)的金属导线管上进行。

电器的聚酯外壳应按制造商的说明,以试验考核最严酷的方式安装。

试验应在同一导管通道上进行,该通道口应是考核最严的。

试验应根据 9.2.8.2、9.2.8.3 和 9.2.8.4 的顺序进行。

9.2.8.2 拉出试验

将导管扭入接入口,扭转力矩为表 22 规定值的 2/3,力矩不能突然施加。之后,拉导管 5 min,拉力不应突然施加。

除非有关产品标准另有规定,施加的拉力应符合表 20 的规定。

试验后,导管在通道口上的位移不应超过导管一节螺纹的深度。同时,导管不应有明显影响电器外壳进一步使用的损坏。

9.2.8.3 弯曲试验

应缓慢施加弯曲力矩至导管的自由端(力不能突然施加)。

当在每 300 mm 长的导管产生 25 mm 的偏移或弯曲力矩已达到表 21 规定的值时,保持该值

1 min。之后,在相反的方向重复该试验。

试验后,不应有明显影响电器外壳进一步使用的损坏。

9.2.8.4 扭转试验

导管应按表 22 的规定力矩进行扭转试验,力矩不能突然施加。

对不具备预组装导管接入口的外壳,扭转试验不必进行,这表明导管接入口是先与导管机械联接后再与外壳联接。

对具有可连接 16H 及以下规格的单根导管的外壳,扭转力矩可减小到 25 N·m。

试验后,导管应可以旋出,并不应有明显影响电器外壳进一步使用的损坏。

9.2.9 保护接地的接地连续性试验

9.2.9.1 一般要求

应在试验报告中说明所有控制电器或开关电器和/或其外壳的外露导电部分。

对于每一个外露导电部分,都应进行试验。

9.2.9.2 接地连续性试验

施加在外露导电部分和保护接地端子间的最小电流为 10 A(交流或直流),并测量电压降。应根据试验电流值选择试验用的导线截面积。

当被试验的设备可能受到试验电流的不利影响时,建议限制试验的持续时间。

9.2.9.3 试验结果

通过电压降和测量到的电流来计算电阻,其值应不超过 0.1 Ω 。

9.3 验证性能要求

9.3.1 试验顺序

如适用,有关产品标准应规定进行电器试验的试验顺序。

9.3.2 一般试验条件

9.3.2.1 一般要求

被测电器的所有基本数据应与其型式设计相一致。

除非有关产品标准另有规定,每项试验无论是单项试验还是顺序试验都应在完好的电器上进行。

除非另有规定,试验采用的电流种类应与预期使用情况一致,在交流情况下,还应规定与实际情况一致的额定频率和相数。

凡本文件未规定的试验参数值,应在有关产品标准中规定。

如果为了便于试验而采用提高试验严酷度的方法,例如为了缩短试验时间而采用较高的操作频率进行试验,则仅在制造商同意的情况下方可进行。

根据制造商的说明书和 7.1 规定的环境条件,被试电器应如正常使用情况一样接线和完整安装在其固有支架或等效的支架上。

施加到电器端子螺钉上的拧紧力矩应按制造商说明书的规定,如说明书中无此规定,则按表 4 规定施加拧紧力矩。

具有整体外壳(见 3.1.17)的电器应完整的安装,正常工作中关闭的孔,试验时应关闭。

预期使用在单独外壳中的电器,应在制造商规定的最小外壳中进行试验。

其他所有电器应在自由空气中进行试验。如果电器也可用在规定的单独外壳中,且在自由空气中做过试验,则这类电器应增加一个在制造商规定的最小外壳中的附加试验,规定的试验要求应在产品标准中明确,并应记录在试验报告中。

如果电器也可用在规定的单独外壳中,且全部试验是在制造商规定的最小外壳中进行,则该电器在自由空气中的试验不必进行,条件是外壳为裸金属、无绝缘。具体细节,包括外壳的尺寸,应记录在试验报告中。

对在自由空气中进行试验的电器,除非产品标准另有规定,涉及电器接通和分断能力及短路性能的试验时,在电器周围的各点应设置金属丝网模拟有一电源可能发生击穿现象,金属丝网的布置及距离由制造商规定。具体细节,包括电器至金属丝网的距离应记录在试验报告中。

金属丝网特性要求应包括:

- 结构:金属丝编制网;或
打孔金属板;或
拉制的金属板;
- 材料:钢;
- 材料厚度或直径:最小 1.5 mm;
- 开孔面积与全部面积之比:0.45~0.65;
- 网孔面积:不超过 30 mm²;
- 表面处理:裸露或镀金属;
- 电阻:熔断元件的电阻应包括在电路预期故障的电流计算中,见 9.3.3.5.2 g)和 9.3.4.1.2 d),电阻值从电弧喷射在金属网上可能达到的最远点测得。

除非相关的产品标准中有规定,试验时不准许维修和更换零部件。

电器在试验前可以空载操作几次。

除非本文件或有关产品标准另有规定,在试验中,机械开关器件的操动系统应如同在制造商规定的预定的使用情况下一样的操作,并应在控制参数(例如电压、气压)的额定值下操作。

注:根据本文件要求进行试验的电器不排除在成套装置的使用中需增加附加试验,例如符合 IEC 61439(所有部分)要求的试验。

9.3.2.2 试验参数

9.3.2.2.1 试验参数值

所有试验应按有关产品标准中有关的表和数据确定的试验参数进行试验,而试验参数应与制造商规定的额定值相对应。

9.3.2.2.2 试验参数的允差

除非有关条款另有规定,记录在试验报告中的试验参数的允差应在表 18 规定的允差范围之内。然而经制造商同意,试验可在比规定的要求严酷的条件下进行。

9.3.2.2.3 恢复电压

恢复电压应满足下列要求。

a) 工频恢复电压

对所有分断能力和短路分断能力试验,工频恢复电压值应为额定工作电压值 1.05 倍,该额定工作电压值由制造商规定或在有关产品标准中规定。

注 1:根据 GB/T 156—2017,规定工频恢复电压为 1.05 倍额定工作电压值及表 18 中试验参数的允差,被认为包括了在正常工作条件下电源网络电压变化。

注 2: 可以增高外施电压,但未经制造商同意不许超过预期接通峰值电流。

注 3: 在制造商同意下,可以增高工频恢复电压的上限值(9.3.2.2.2)。

b) 瞬态恢复电压

瞬态恢复电压在有关产品标准提出要求时其值按 9.3.3.5.2 的确定。

9.3.2.3 试验结果的评定

有关产品标准应规定试验中电器的特性和试验后电器的条件,而对短路试验见 9.3.4.1.7 和 9.3.4.1.9。

9.3.2.4 试验报告

制造商应提供证明符合相关产品标准型式试验的书面报告。试验布置的详情,如外壳的尺寸和型式(如有)、导体的尺寸、带电部件至外壳或接地部件之间的距离、操动系统的操作方式等,应在试验报告中列出。

试验值和试验参数应作为试验报告的一部分。

9.3.3 空载、正常负载和过载条件下的性能

9.3.3.1 验证动作条件的一般要求

试验按 8.2.1.1 的规定进行,验证电器是否满足动作性能要求。

9.3.3.2 验证动作范围

9.3.3.2.1 动力操作电器的动作范围

应验证电器在控制参数(如电压、电流、气压和温度)的极限范围内能否正确地断开和闭合,并应在相应的产品标准中规定。除非另有规定,试验在主电路不通电的情况下进行。

具有电子式控制电磁铁的动力操作电器,交流条件下,如果制造商规定电器释放电压限值的范围为控制电路电源电压 U_c 的 75%~10%,则电器还应进行如下的电容释放试验。

电源电路(电压为 U_c)中串入电容 C ,连接导体的总长度小于或等于 3 m。电容被一个阻抗可忽略的开关短路。电源电压调到 110%的 U_c 。

当开关打到断开位置时,应验证电器的释放。

电容的取值见公式(2):

$$C = 30 + 200\,000 / (f \times U) \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

C —— 电容,单位为纳法(nF);

f —— 额定频率最小值,单位为赫兹(Hz);

U —— 控制电路电源电压 U_c 的最大值,单位为伏特(V)。

例如,对于额定电压为 12 V~24 V,频率为 50 Hz 的线圈,电容为 196 nF(U_c 取最大值)

试验电压是所声明的额定控制电路电源电压 U_c 的最大值。

注: 计算电容器的大小,用以模拟长 100 m 截面积为 1.5 mm² 的电缆,该电缆连接到具有 1.3 mA 漏电流的静态输出端(公式中的 200 000 约为 $\frac{10^9 \times 1.3 \times 10^{-3}}{2 \times \pi}$)。

9.3.3.2.2 继电器和脱扣器的动作范围

继电器和脱扣器的动作范围应符合以下要求,并按有关产品标准规定试验顺序进行验证。

欠压继电器和脱扣器的动作范围见 8.2.1.3。

分励脱扣器的动作范围见 8.2.1.4。

电流动作继电器和脱扣器的动作范围见 8.2.1.5。

9.3.3.3 温升试验

9.3.3.3.1 周围空气温度的测量

在试验周期的最后 1/4 时间内应记录周围空气温度。测量时至少用两个温度检测器,均匀分布在被试电器的周围,放置在被试电器高度的 1/2 处离开被试电器的距离约为 1 m。温度检测器应保证免受气流、热辐射影响和由于温度迅速变化产生的显示误差。

注:热电偶或温度计可作为温度传感器。

试验中,周围空气温度应在 +10℃~+40℃ 之间,其变化应不超过 10 K。在试验的最后四分之一或最后一小时时间内(取较短时间),温度变化应不超过 3 K。试验应进行到满足条件为止。

9.3.3.3.2 部件温度的测量

除线圈外,电器的所有部件应用合适的温度检测器来测量其可能达到最高温度的不同位置上各点,这些点应记录在试验报告中。

油浸式电器的油温测量,可用温度计测量油的上部温度作为油的温度。

温度测量选用的温度检测器应不会显著影响被测量部件的温升。

试验中,温度检测器与被试部件的表面应保证良好的热传导。

电磁铁线圈的温度测量一般应采用电阻变化确定温度的方法,只有在电阻法难以实行时,例如测量电子式控制电磁铁,才允许用其他方法。当使用不同于电阻法的测量方法测量温度时,允许的温升限值应作相应调整。产品标准中应规定测量方法和温升限值。

在有电子式控制电磁铁的情况下,采用电阻变化确定线圈温度的方法不适用。在这种情况下,其他方法是允许的,例如:热电偶或其他合适的方法。当使用不同于电阻法的测量方法测量温度时,允许的温升限值应作相应调整。产品标准中应规定测量方法和温升限值。

温升试验开始前线圈的温度与周围介质温度的差异不应超过 3 K。

线圈的热态温度 T_2 可用公式(3)从冷态温度 T_1 和热态电阻 R_2 与冷态电阻 R_1 之比值的函数得到,

$$T_2 = \frac{R_2}{R_1}(T_1 + 234.5) - 234.5 \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

T_1 、 T_2 ——用摄氏度(℃)表示;

R_1 、 R_2 ——用欧姆(Ω)表示。

试验应进行到足以使温升达到稳定值时为止,但不超过 8 h。当每小时温升变化不超过 1 K 时,可认为温升达到稳定状态。

9.3.3.3.3 部件的温升

部件的温升是按 9.3.3.3.2 测得的该部件温度与按 9.3.3.3.1 测得的周围空气温度之差。

9.3.3.3.4 主电路的温升

被试电器应按 9.3.2.1 的规定安装,并应防止外来非正常的加热或冷却的影响。

电器具有构成整体所必需的外壳和预定仅使用在规定型式外壳中的电器应在其外壳中以约定自由空气发热电流或封闭发热电流进行试验。外壳上不应有非正常的通风孔。

预期用于几种型式外壳中的电器,应在制造商规定的合适的最小外壳中进行温升试验或不带外壳

进行温升试验。如果电器在不带外壳的情况下进行试验,则制造商还应规定约定封闭发热电流值(5.3.2.2)。

对多相电流试验,各相电流应平衡,每相电流在 $\pm 5\%$ 的允差范围内,多相电流的平均值应不小于相应的试验电流值。

除非有关产品标准另有规定,主电路的温升试验应按 5.3.2.1 和 5.3.2.2 的规定通以约定自由空气发热电流或(和)约定封闭发热电流,试验可在任何合适的电压下进行。

当主电路、控制电路和辅助电路间的热交换显著时,应同时进行 9.3.3.3.4、9.3.3.3.5、9.3.3.3.6 和 9.3.3.3.7 规定的试验,详细要求应在产品标准中规定。

为了便于试验,在制造商的同意下,直流电器可用交流电流进行试验。

具有各极相同的多极电器用交流电流进行试验时,如果电磁效应能够忽略,经制造商同意,可将所有极串联起来通以单相交流电流进行试验。

具有中性极与其他各极不同的四极电器,温升试验可按如下方式进行:

——在相同极上通以多相电流进行试验;

——中性极与邻近极串联起来通以单相电流进行试验,试验值按中性极的约定发热电流(自由空气或封闭发热电流)确定(见 8.1.9)。

具有短路保护电器的设备应根据有关产品标准的要求进行温升试验。

除非有关产品标准另有规定,试验结束,主电路的不同部件的温升应不超过表 2 和表 3 的规定值。

温升试验用导体应根据试验电流(由约定自由空气发热电流或约定封闭发热电流确定)按以下规定选取。

- 1) 试验电流值不大于 400 A:
 - a) 连接导体应采用单芯聚氯乙烯(PVC)绝缘铜导体,其截面按表 9 的规定。
 - b) 连接导体应置于大气中,导体之间的间距约等于电器端子间的距离。
 - c) 单相或多相试验,从电器一个端子至另一端子或至试验电源或至星形点的连接导体长度规定如下:
 - 截面为 35 mm^2 (或 AWG2)及以下,长度 1 m;
 - 截面大于 35 mm^2 (或 AWG2),长度 2 m。
- 2) 试验电流值大于 400 A,但不超过 800 A:
 - a) 连接导体应采用单芯聚氯乙烯(PVC)绝缘铜导体,导体截面积见表 10,或采用等效铜排,见表 11,由制造商推荐。
 - b) a)中规定的连接导体之间的间隔距离应与电器端子间的距离近似相同,铜排应涂黑色无光漆。每个端子接有多个并联导体应捆在一起,并应排列成相互间约有 10 mm 的空气间隙。每个端子接多个铜排,铜排隔开间距应近似等于铜排的厚度。如果规定的铜排尺寸不适合端子或难以获得,则可采用截面近似相同和冷却面积近似相同或较小的其他尺寸的铜排。铜导体或铜排不应叠加组成规定的尺寸。
 - c) 单相或多相温升试验,从电器的端子至另一端子或至试验电源的任何试验连接导体之间的最小长度为 2 m,而至星形接点之间的最小长度可以减少到 1.2 m。
- 3) 试验电流值大于 800 A,但不超过 3 150 A:
 - a) 连接导体应是铜排,其尺寸在表 11 中规定。如果电器的设计规定仅用电缆连接,则电缆的截面和尺寸应由制造商规定。
 - b) 连接铜排之间的间隔距离应与电器端子间的距离近似相同,铜排应涂黑色无光漆。每个端子连接多根并联铜排,铜排隔开间距应近似等于铜排的厚度。如果规定的铜排尺寸不适合端子或难以获得,则可采用截面近似相同和冷却面积近似相同或较小的其他尺寸的铜排。铜排不应叠加组成规定的尺寸。

- c) 单相或多相温升试验,从电器的端子至另一端子或至试验电源的任何试验连接导体之间的最小长度为 3 m,但如果连接导体在电源端的温升低于连接导体长度中间(约长度的 1/2 处)的温升,且温差不超过 5 K,则连接导体的长度允许减少到 2 m,端子连接至星形接点的最小长度为 2 m。
- 4) 试验电流大于 3 150 A:
温升试验的所有有关项目,如电源的类型、相数和频率(如有)、试验连接导体的尺寸和根数及其布置等,都应由制造商和用户双方商定,并应详细记录在试验报告中。

9.3.3.3.5 控制电路的温升试验

控制电路的温升试验应采用规定的电流种类,在交流情况下应在额定频率下进行,控制电路应在其额定电压下进行试验。

预定持续运行的控制电路,温升试验应进行足够长的时间直至温升达到稳定值。

断续周期工作制的控制电路应按有关产品标准的规定进行温升试验。

试验終了,除非有关产品标准另有规定,控制电路不同部位的温升应不超过 8.2.2.6 的规定值。

9.3.3.3.6 电磁铁线圈的温升

线圈和电磁铁应按 8.2.2.7 规定的条件进行温升试验。

温升试验应进行足够长的时间直至温升达到稳定值。

应在主电路和电磁铁线圈都达到热平衡时测量温升。

预定用于断续周期工作制的电器,其线圈和电磁铁应按有关产品标准的规定进行温升试验。

试验終了,不同部位的温升应不超过 8.2.2.7 的规定值。

9.3.3.3.7 辅助电路的温升试验

辅助电路的温升试验应在 9.3.3.3.5 规定的同样条件下进行,但可在任意合适的电压下进行试验。

试验終了,辅助电路不同部位的温升应不超过 8.2.2.8 的规定值。

9.3.3.4 介电性能的验证

9.3.3.4.1 型式试验的介电性能验证

型式试验的介电性能验证应符合以下要求。

1) 耐受电压试验的一般条件

被试电器应符合 9.3.2.1 规定的一般要求。

如果电器不使用在外壳中,试验时应把电器安装在金属板上,并应将正常工作中连接至保护接地的所有外露导电部件(框架等)接至金属板。

当电器的基座为绝缘材料,电器的金属部件应联接到电器正常安装条件规定的固定连接点上,这些部件应被看作是电器框架的一部分。

由绝缘材料制成的电器的操动器和构成电器整体所需的非金属外壳(不附加另外的外壳)应包以金属箔,并应接至框架或安装板上,金属箔仅应包覆在电器在操作和调整过程中可能被标准试指触及(符合 IEC 60529:1989 中 IPXXB 的试验指)的所有部件表面上。附录 R 定义了在操作和调整过程中的易近部件上使用金属箔的导则。如果附加外壳的存在使标准试指无法触及电器的整体外壳的绝缘部件,则电器的绝缘外壳不需覆盖金属箔。

当电器的介电性能与电器的引线绝缘层或特殊绝缘的使用有关,则在进行介电性能试验时应考虑这些引线绝缘层和特殊绝缘的使用。

对于相间的介电试验,所有相间的电路在试验时要断开。

注 1: 本试验目的是仅用于验证功能绝缘。

当电器线路包含有电机、仪表、瞬动开关、电容器、固态电子器件等,且这些器件的相关规范规定的介电试验电压低于本文件的规定值时,则在进行电器规定的介电性能试验之前,将这些器件与电器分开。

当连接至主电路的控制电路断开时,保持主触头闭合的方法应在试验报告中说明。

对于相和地之间的介电试验,所有电路在试验时应连接。

注 2: 本试验的所有电路连接都考虑了相和地绝缘间的防电击保护功能。

在绝缘试验中,印制电路板和多触点连接器模块可断开或用模拟试品代替。本试验不适用于下列附件:该类附件在出现绝缘故障情况时,电压可传到未连接至机架的易接近部件或电压可从高压侧传到低压侧,如辅助变压器、测量装置、脉冲变压器,这类附件的绝缘强度等同于主回路。

2) 冲击耐受电压的验证

a) 一般要求

除了下列修改内容,GB/T 17627 的要求适用。

注 3: 对于已经根据旧版标准(GB/T 14048.1—2012)进行了型式试验的电器,无需重新进行冲击电压试验。

电器绝缘的验证应采用额定冲击耐受电压进行。

如果电器的某些部分其介电性能受海拔影响较小(如:光耦合器、密封部分),则其绝缘验证可选择无海拔修正系数的额定冲击耐受电压进行试验。然后将这些部件断开,而电器的其他部分应选择有海拔修正系数的额定冲击耐受电压进行试验。

电气间隙大于或等于表 13 情况 A 之值时,可参照附录 G 规定的测量方法进行验证。

b) 冲击试验电压

试验电压按 8.2.3.2 的规定。

装有过电压抑制装置的电器,在试验时应与电器断开。

试品每一极性各施加 5 次冲击电压,最小时间间隔为 1 s。

可忽略设备对冲击波形产生的影响(如有)。因此,根据 GB/T 17627—2019 中 7.1.4 的电压测量和脉冲形状识别,以及根据 GB/T 17627—2019 中 7.2.1 的波形验证均可省略,在这种情况下,波形应通过示波器来监测以便检测击穿放电。

如果在试验顺序过程中要求重复进行介电试验,则有关产品标准应规定介电试验条件。

c) 试验电压的施加

被试电器按上述 a) 项规定方式安装和准备,试验电压按如下方法施加:

- i) 触头处于所有正常工作位置,主电路所有端子连接在一起(包括接至主电路的控制电路和辅助电路)和外壳或安装板之间;
- ii) 触头处于所有正常工作位置,主电路每极与其他连接在一起并接至外壳或安装板的极之间;
- iii) 正常工作不接至主电路的每个控制电路和辅助电路与以下部位之间:
 - 主电路;
 - 其他电路;
 - 外露导体部分;
 - 外壳或安装板。

以上部位任何合适者可连接在一起。

- iv) 对隔离电器,主电路电源端的端子连接在一起,负载端的端子连接在一起。

试验电压应施加在电器触头处于断开位置的电源端子和负载端子之间,试验电压应按 8.2.3.2 1) b) 的规定。

对不具有隔离功能的电器,断开位置触头间的试验要求应在有关产品标准中规定。

d) 试验结果的判别

试验过程中应无非故意的击穿放电。

注 4: 故意击穿放电是一个例外情况,例如:瞬态过电压抑制措施。

注 5: 术语“击穿放电(disruptive discharge)”与绝缘在电应力作用下的故障现象有关,在这种情况下放电,使被试绝缘完全短路,并使电极间电压降低至零或接近零。

注 6: 术语“击穿跳火(sparkover)”用于击穿放电发生在气体或液体的介质中。

注 7: 术语“闪络(flashover)”用于击穿放电发生在气体或液体的介质表面。

注 8: 术语“击穿(puncture)”用于击穿放电发生在贯穿固体介质中。

注 9: 击穿放电发生在固体介质中使之永久失去介电强度,在气体和液体介质中其失去介电强度可能是暂时的。

3) 固体绝缘的工频或直流耐受电压的验证

a) 一般要求

本试验是验证固体绝缘及固体绝缘耐受暂态过电压的能力。

达到表 19 中的值即认为具备了耐受暂时过电压的能力(见表 19 脚注 b)。

具有交流额定值的产品应使用工频电压进行试验,具有直流额定值的产品应使用直流电压进行试验。

注 10: 对于已经根据旧版标准(GB/T 14048.1—2012)进行了型式试验的电器,无需对直流电路再进行直流试验。

b) 试验电压

GB/T 17627 给出了试验电压、试验电压允差、测量不确定度和试验设备。

当输出电流小于 100 mA 时,过电流继电器不应脱扣。

试验电压值如下:

- ① 对主电路、控制电路和辅助电路,按表 19 的规定;
- ② 如果不能施加交流试验电压(如由于 EMC 滤波器件),可应用表 19 第 3 列中的直流试验电压值。

c) 试验电压的施加

根据上述 2)c) 的①、②、③的规定,试验电压应施加 60 s。

注 11: 对于已经根据旧版标准(GB/T 14048.1—2012)进行了型式试验的电器,无需再进行 60 s 试验。

d) 试验结果的判别

试验时,电器应无内部或外部的绝缘闪络和击穿或任何破坏性放电现象的发生,但辉光放电是允许的。

连接在相和地之间的元器件在试验过程中也许被损坏,但这种损坏不应导致电器处于危险状态。产品标准可给出详细判别标准。

注 12: 对地电压等级依据 GB/T 16935.1 在最差的环境条件下(通常在实际中不出现)选取。

4) 电器分断试验和短路试验后工频或直流耐受电压试验

a) 一般要求

电器应保持电流分断试验和短路试验时的安装方式。在实际试验中如不能实现,可把电器与试验电路断开或把电器移开,但需注意的是这一做法不应影响试验结果。

b) 试验电压

上述 3)b) 适用,但试验电压值为 $2 U_n$,最小值为 1 000 V(交流有效值)或 1 415 V(直流)。 U_n 为进行上述分断试验和/或短路试验的试验值。

交流电器无法以交流电压进行试验时(例如由于 EMC 滤波器组件),应使用直流电源进行试验,试验电压为 $2 \times \sqrt{2}U_e$,最小值为 1 415 V(直流)。

注 13: 对于已经根据旧版标准(GB/T 14048.1—2012)进行了型式试验的电器,无需对直流电路再进行直流试验。

c) 试验电压的施加

上述 3)c)的规定适用。根据 9.3.3.4.1 1)对金属箔的应用不作要求。

d) 试验结果的判别

上述 3)d)的规定适用。

5) 耐湿性能试验后的工频耐受电压验证

按附录 I。

6) 空白

7) 爬电距离的验证

应测量极与极之间、不同电压的电路导体之间和带电导体部件与外露导电部件之间的最小爬电距离。所测得的与相应的材料组别和污染等级有关的爬电距离应满足 8.2.3.5 的要求。

8) 隔离电器的泄漏电流验证

试验方法应在有关产品标准中规定。

9.3.3.4.2 常规试验的介电性能验证

常规试验的介电性能验证应符合下列要求。

1) 冲击耐受电压验证

试验应按 9.3.3.4.1 的 2)规定进行,试验电压应不小于额定冲击耐受电压(不需海拔系数修正)的 30%或 $2U_i$,二者取其大者。

2) 工频耐受电压的验证

a) 试验电压

试验设备应与 9.3.3.4.1 的 3)b)的规定相同,但试验设备的过电流继电器整定值为 25 mA。对大容量试验设备,应设置较高的脱扣值。

如果制造商同意,出于安全原因,可采用具有较低整定电流或小容量的试验设备,但试验设备的短路电流应至少是过电流继电器标称整定值的八倍,例如:对于具有 40 mA 短路电流的变压器,过电流继电器应整定在电流不大于 $5 \text{ mA} \pm 1 \text{ mA}$ 。

试验电压值为 $2U_e$,最小值为 1 000 V(有效值)。

注: 在多值情况时, U_e 指设备上标注的或制造商文件中规定的最高值。

b) 试验电压的施加

9.3.3.4.1 的 3)c)的规定适用,但试验电压仅施加 1 s。

作为替代的方法,如果认为电器的绝缘可承受等效的介电应力,则可采用简化的试验程序。

c) 试验结果的判别

试验设备的过电流继电器应不动作。

3) 冲击耐受电压和工频耐受电压的混合试验

产品标准可规定用一个工频耐受电压试验代替上述 1)和 2)的试验,条件是正弦波电压的峰值应与 1)和 2)(两者取大者)的规定相对应。

4) 常规试验的介电性能试验不需要使用 9.3.3.4.1 中 1)规定的金属箔。

9.3.3.4.3 验证电气间隙的抽样试验

验证电气间隙的抽样试验应符合下列要求。

1) 一般要求

本试验是用来验证电器的电气间隙是否符合设计要求,并仅适用于电气间隙小于表 13 情况 A 规定的电器。

2) 试验电压

试验电压应与额定冲击耐受电压相对应。

有关产品标准应规定抽样方案和程序。

3) 试验电压的施加

9.3.3.4.1 的 2)c) 的要求适用,但金属箔不必覆盖在操动器和外壳上。

4) 试验结果的判别

试验时不应发生破坏性放电。

9.3.3.4.4 具有保护性隔离的电器的试验

具有保护性隔离的电器的试验方法按附录 N。

9.3.3.5 接通和分断能力试验

9.3.3.5.1 一般试验条件

接通和分断能力验证试验应按 9.3.2 规定的一般试验条件进行。

除非另有规定,每相电流的误差应符合表 18 的规定。

四极电器应按三极电器进行试验,不用极(电器具有中性极则为中性极)接至框架。如果所有极都相同,则 3 个相邻极的试验就足以代表所有极的接通和分断能力试验。如果有不同极,则在中性极及相邻极间进行附加试验,按图 4,在相电压和对应于中性极额定电流的试验电流下进行试验,其余不用的 2 极接至框架。

在正常负载和过载条件下的分断能力试验,瞬态恢复电压值应在有关产品标准中规定。

9.3.3.5.2 试验电路

试验电路应符合下列规定。

a) 图 3、图 4、图 5 和图 6 是用于以下试验的电路图:

——单极电器的单相交流或直流试验电路图(图 3);

——二极电器的单相交流或直流试验电路图(图 4);

——三极或三个单极电器的三相交流试验电路图(图 5);

——四极电器的三相四线交流试验电路图(图 6)。

试验所用的电路图应记录在试验报告中。

b) 电器的电源端(进线端)的预期短路电流应不小于 10 倍的试验电流或 50 kA,二者取其小者。

c) 试验电路由电源、被试电器 D 和负载电路组成。

d) 负载电路应由电阻器串联空芯电抗器组成,且任何相的空芯电抗器应并联分流电阻,分流值约为通过电抗器的电流的 0.6%。

如果对瞬态恢复电压有规定的话,则用并联电阻和电容取代 0.6%分流电阻跨接在负载上,完整的试验电路图见图 8。

注 1: 对于直流试验, $L/R > 10$ ms,可以用铁芯电抗器与电阻器串联组成负载电路。如有必要,用示波器校验 L/R 为规定值(允差 $0 \sim +15\%$),而要求达到 95% 稳定电流的时间等于 $3 \times L/R$,其允差为 $\pm 20\%$ 。

如果对瞬态浪涌电流有规定的话(例如:AC-5b、AC-6a 和 DC-6 等使用类别),则不同型式的负载应由有关产品标准规定。

e) 在规定试验电压下,调整负载应达到以下要求:

——有关产品标准规定的电流值和功率因数或时间常数;

——工频恢复电压；
——如有要求的话，瞬态恢复电压的振荡频率 f 和过振荡系数 γ 。
系数 γ 是瞬态恢复电压最大峰值 U_1 和电流过零瞬间工频恢复电压分量的瞬时值 U_2 之比（见图 7）。

f) 试验电路应仅有一点接地，接地点可以是负载端的星形点或电源端的星形点。接地点的位置应记录在试验报告中。

R 和 X 的联接顺序[见图 8a)和图 8b)]在试验电路调整和试验之间不应改变。

g) 在正常运行中的电器所有接地部件（包括外壳或金属丝网）应与地绝缘，并应接至图 3、图 4、图 5或图 6 中的指定点。

为了检测故障电流，在电器的接地部件与接地指定点之间应接入熔断元件 F ，熔断元件采用直径为 0.8 mm，长度至少为 50 mm 的铜丝或等效的熔断体。

熔断元件电路中的预期故障电流应为 $1\,500\text{ A} \times (1 \pm 10\%)$ ，但下述注 2 和注 3 的规定除外。如有必要的话，应采用限制电流的电阻器。

注 2：直径为 0.8 mm 的铜丝通过频率在 45 Hz~67 Hz 的 1 500 A 电流时，大约在半个周波间会熔化（或对直流约 0.01 s）。

注 3：在供电系统中，具有人为中性点的情况下，经制造商同意，可以允许有较小的预期故障电流，应采用较小直径的铜丝（见下表）。

与熔断元件电路中的预期故障电流(A)相关的铜丝直径(mm)列表。

铜丝直径 mm	熔断元件电路中预期故障电流 A
0.1	50
0.2	150
0.3	300
0.4	500
0.5	800
0.8	1 500

注 4：熔断元件的电阻值见 9.3.2.1。

9.3.3.5.3 瞬态恢复电压特性

为了模拟包含单独电动机负载(感性负载)的电路条件，负载电路的振荡频率应调整到按公式(4)所得之值：

$$f = 2\,000 I_c^{0.2} U_c^{-0.8} \pm 10\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

f ——振荡频率，单位为千赫兹(kHz)；

I_c ——分断电流，单位为安培(A)；

U_c ——额定工作电压，单位为伏特(V)。

而过振荡系数 γ 应调整为公式(5)的值：

$$\gamma = 1.1 \pm 0.05 \quad \dots\dots\dots (5)$$

为了获得所需要的电抗值，若采用几个电抗器并联，则各个并联电抗器的瞬态恢复电压应具有同一振荡频率，即并联的电抗器具有实际上相同的时间常数。

电器的负载端子连接至可调负载电路的端子应尽可能靠近，调整应在连接线固定下来的情况下进行。

由于瞬态恢复电压的特性与试验电路的接地点有关，本文件在附录 E 中给出了两种调整负载电路的方法。

9.3.3.5.4 空白

9.3.3.5.5 接通和分断能力试验过程

被试电器的试验操作次数、接通和分断的倍数及环境条件应在有关产品标准中规定。

9.3.3.5.6 接通和分断能力试验中和试验后电器的状态

电器试验中和试验后的判别要求应在有关产品标准中规定。

9.3.3.6 操作性能试验

操作性能试验用来验证电器符合 8.2.4.2 的要求。试验电路应符合 9.3.3.5.2 和 9.3.3.5.3 的规定。
详细的试验条件应在有关产品标准中规定。

9.3.3.7 寿命试验

9.3.3.7.1 一般要求

寿命试验用来验证电器在修理或更换部件之前所能完成的操作循环次数。
寿命试验作为电器在批量生产条件下统计寿命的基础。

9.3.3.7.2 机械寿命试验

机械寿命试验时电器的主电路应无电压或电流。如果正常运行中规定要加润滑剂,则试验前可加润滑剂。
控制电路应施加其额定电压和额定频率(如适用)。
气动和电控气动电器应施加额定气压的压缩空气。
人力操作电器应按正常情况进行操作。
电器的操作循环次数应不小于有关产品标准规定的次数。
对装有断开继电器或脱扣器的电器,由继电器或脱扣器完成的断开操作的总次数应在有关产品标准中规定。
试验结果的评定应在有关产品标准中规定。

9.3.3.7.3 电寿命试验

除了主电路通以电流以外,根据有关产品标准的规定,其他条件与 9.3.3.7.2 相同。
试验结果的评定应在有关产品标准中规定。

9.3.3.8 极阻抗

极阻抗应在 9.3.3.3.4 规定的条件下通过试验确定。即使开关电器可能用于独立外壳中,也无需在外壳中进行试验。
应在开关电器的电源端子和负载端子间(包括端子)测量电压降 U_d ,使用温升试验的相同测量点。
应在足以使温升达到稳定值的时间之后进行测量。
每极的电阻计算见公式(6):

$$Z = U_d / I_{th} [\Omega] \dots\dots\dots (6)$$

对于多个相同的极,声明值(见 6.1)应为试验的平均值。
应注意测量电压降不能对温升和阻抗有显著影响。
注:测量方法与开关极数无关。

9.3.4 短路条件下的性能试验

9.3.4.1 短路试验的一般条件

9.3.4.1.1 一般要求

本条规定的试验条件是为了验证 8.2.5 规定的额定值和限值。附加要求,例如试验过程、操作和试验顺序、试验后电器的条件以及电器与短路保护电器(SCPD)的协调配合试验等,应在有关产品标准中规定。

9.3.2.1 规定的一般要求适用,控制机构应按有关产品标准规定的条件操作。如果机构是电动的或气动控制的,则应施加有关产品标准规定的最小电压或最小气压。当在上述条件下操作时应验证电器在无载情况下能正确地动作。

附加的试验条件可以在有关产品标准中规定。

9.3.4.1.2 试验电路

试验电路应符合下列规定。

a) 图 9、图 10、图 11 和图 12 是用于以下试验的电路图:

- 单极电器的单相交流或直流试验电路图(图 9);
- 二极电器的单相交流或直流试验电路图(图 10);
- 三极电器的三相交流试验电路图(图 11);
- 四极电器的三相四线交流试验电路图(图 12)。

采用的电路图应详细记录在试验报告中。

对与短路保护电器配合方面,有关产品标准应规定试验中电器和短路保护电器之间的布置图。

b) 试验中,电源 S 供电给由电阻器 R_1 、电抗器 X 和被试电器 D 组成的电路。

在所有情况下,电源应有足够的容量以保证制造商规定的电器特性能够得到验证。

试验电路的电阻器和电抗器应能调整到满足规定的试验条件。电抗器 X 应是空芯的,应与电阻器 R_1 串联,电抗值应由各个电抗器串联耦合得到。只有当并联的电抗器具有实际上相同时间常数的条件下,才允许电抗器并联。

当具有大型空芯电抗器试验电路的瞬态恢复电压特性不能代表通常使用条件的情况下,除非制造商和用户另有协议,在每相空芯电抗器上应并联电阻,这一电阻应分流约 0.6% 通过电抗器的电流。

c) 在试验电路中(图 9、图 10、图 11 和图 12),电阻器和电抗器应在试验中连接在电源 S 和被试电器 D 之间。闭合电器 A 和电流传感器(I_1 、 I_2 、 I_3)的位置可与图 9、图 10、图 11 和图 12 的规定有差异。闭合电器 A 可设置在电路的低压侧或选择设置在初始侧。在后一种情况下,试验站应证明其短路变压器剩磁不会导致电压波形变形。被试电器与试验电路之间的连接应在有关产品标准中规定。

当进行试验的电流小于额定值时,要求的附加阻抗应连接在电器的负载端和短路点之间。然而也可连接在电器的电源端,这应在试验报告中记录。

上述规定不必在短时耐受电流试验中采用(见 9.3.4.3)。

除非制造商与用户已达成特殊协议,并详细记录在试验报告中,否则试验电路图应与图中一致。

试验电路中应有一点接地也仅允许一点接地,接地点可以是短路连接点、电源中性点或任何其他合适点,接地方法应记录在试验报告中。

d) 在正常运行中的电器所有接地部件(包括外壳或金属丝网)应与地绝缘,并应接至图 9、图 10、图 11 和图 12 中的指定点。

为了检测故障电流,在电器的接地部件与接地指定点之间应接入熔断元件 F ,熔断元件采用直径为 0.8 mm,长度至少为 50 mm 的铜丝或等效的熔断体。
熔断元件电路中的预期故障电流应为 $1\,500\text{ A} \times (1 \pm 10\%)$,但下述注 2 和注 3 的规定除外。
如有必要的话,应采用限制电流的电阻器。

注 1: 直径为 0.8 mm 的铜丝通过频率在 45 Hz~67 Hz 的 1 500 A 电流,大约在半个周波时间熔化(对直流约 0.01 s);
注 2: 在供电系统中,具有人为中性点的情况下,经制造商同意,可以允许有较小的预期故障电流,应采用较小直径的铜丝(见下表)。

与熔断元件电路中的预期故障电流(A)相关的铜丝直径(mm)列表。

铜丝直径 mm	熔断元件电路中预期故障电流 A
0.1	50
0.2	150
0.3	300
0.4	500
0.5	800
0.8	1 500

注 3: 熔断元件的电阻值见 9.3.2.1。

9.3.4.1.3 试验电路的功率因数

对交流,试验电路的每相功率因数应按规定的方法予以确定,其方法应在试验报告中说明。
附录 F 中列出了两种功率因数确定方法。
多相电路的功率因数应认为是各相功率因数的平均值。
功率因数应按表 16 选定。
不同相的功率因数最大值和最小值与平均值之差应保持在 ± 0.05 范围内。

9.3.4.1.4 试验电路的时间常数

对直流,试验电路的时间常数按 F.2 方法确定。
时间常数应按表 16 选定。

9.3.4.1.5 试验电路的调整

试验电路整定时采用阻抗值可忽略的临时连接线 B 代替被试电器,连接线 B 尽可能靠近端子连接,该端子用来连接被试电器。
对交流,调整电阻器 R_1 和电抗器 X ,以便在外施电压下获得等同于额定短路分断能力的电流值和 9.3.4.1.3 规定的功率因数。
为了从整定波形上确定被试电器的短路接通能力,应调整电路以便保证其中一相达到预期接通电流。

注: 外施电压是开路电压,需产生规定的工频恢复电压(见 9.3.2.2.3 注 1)。

对直流,调整电阻器 R_1 和电抗器 X ,以便在试验电压下获得等同于额定短路分断能力的最大电流值和 9.3.4.1.4 规定的时间常数。

试验电路在所有极同时通电,记录电流波形曲线的时间至少为 0.1 s。

对直流开关电器,在整定电流波形曲线达到峰值之前分断其触头的情况下,可用附加纯电阻接入电

路中进行整定波形记录,确定以 A/s 表示的电流上升率与规定的试验电流和时间常数的电流上升率相同即可(见图 15)。附加电阻应使整定电流波形曲线的峰值至少等于分断电流的峰值。在实际试验中,此电阻应拆除[见 9.3.4.1.8b)]。

9.3.4.1.6 试验过程

试验电路按 9.3.4.1.5 的规定整定后,用被试电器及其连接电缆(如有)取代临时连接线。

在短路条件下的电器性能试验应按有关产品标准规定的要求进行。

9.3.4.1.7 短路接通和分断试验中电器的状况

电器的极间或极与框架之间不应发生电弧也不应有闪络,检测电路(见 9.3.4.1.2)中的熔断元件 F 应不熔断。

有关产品标准可以规定附加要求。

9.3.4.1.8 记录波形图的说明

记录波形图的说明应符合下列要求。

a) 外施电压和工频恢复电压的确定

从被试电器进行分断试验所记录的波形图确定外施电压和工频恢复电压,交流按图 13 确定,直流按图 14 确定。

电源侧的电压应在所有极电弧熄灭后和电压高频分量已衰减后的第一个完全周波中测量(见图 13)。

如果需获得更多的参数(如跨接各单极的电压、燃弧时间、电弧能量等),可借助跨接在各极间的附加传感器获得。在此情况下,各组测量电路中与每极触头并联的电阻应不小于 100 Ω /V(跨接在各单独极的电压有效值),该值应记录在试验报告中。

b) 预期分断电流的确定

用电路整定中记录的整定电流波形曲线和电器分断试验中记录的波形曲线进行比较确定预期分断电流(见图 13)。

对交流,预期分断电流的交流分量等于对应于电弧触头分开瞬间的整定电流波形上的交流分量有效值[其值对应于图 13a)中的 $A_2/2\sqrt{2}$]。预期分断电流应是各相预期电流的平均值,其允差按表 18 的规定。任何相的预期电流应在 $\pm 10\%$ 额定值范围内。

注 1: 如果制造商同意,每相电流可以在 $\pm 10\%$ 的平均电流值范围内。

对直流,电器在电流达到最大值之前分断,则预期分断电流值等于从整定电流曲线确定的最大值 A_2 。电器在电流超过最大值之后分断,则预期分断电流等于 A 值[见图 14a)和图 14b)]。

对直流电器按 9.3.4.1.5 的要求进行试验,当进行试验电路整定的整定电流 I_1 小于额定分断电流时,如果实际分断电流 I_2 大于 I_1 ,则认为试验无效。应在电路整定到整定电流 I_3 大于 I_2 后再次进行试验(见图 15)。

从对应于整定电路的电阻器 R_1 ,计算出试验电路的电阻 R ,应能确定预期分断电流 $A_2 = U/R$ 。用公式(7)得到试验电路的时间常数。

$$T = A_2 / (di/dt) \quad \dots\dots\dots (7)$$

允差见表 18。

c) 预期接通电流峰值的确定

预期接通电流峰值从整定电流波形中确定,对于交流其值应取对应于图 13 a)中的 A_1 ,对于直流取对应于图 14 中的 A_2 。在三相试验的情况下,预期接通电流峰值应取波形中的三个 A_1 值的最大者。

注 2: 对单极电器试验,从整定电流波形上确定的预期电流峰值可以与试验的实际接通电流峰值有差异,这主

要取决于接通瞬间(接通相角)。

9.3.4.1.9 试验后电器的条件

在上述试验后,电器应符合有关产品标准的规定。

9.3.4.2 短路接通和分断能力

电器的额定短路接通能力和分断能力验证试验过程应在有关产品标准中规定。

9.3.4.3 额定短时耐受电流的承载能力试验

电器应处于闭合位置进行试验,预期电流等于额定短时耐受电流,并在相应的工作电压和 9.3.4.1 规定的一般条件下进行试验。

若试验站用额定工作电压进行本试验有困难的话,则可在任何合适的较低的电压下进行试验,在此情况下实际试验电流等于额定短时耐受电流 I_{cw} ,有关试验的情况应记录在试验报告中。然而如果试验中发生触头瞬时分离,则应在额定工作电压下重新进行试验。

对本试验,如果电器有过电流脱扣器,在试验中有可能动作,为此在试验时应使脱扣器失效。

a) 交流试验

试验应在电器的额定频率下进行,频率允差 $\pm 25\%$,功率因数根据表 16 所对应的额定短时耐受电流确定。

整定电流值是所有相交流分量有效值的平均值(见 5.3.6.1),平均值应等于额定值,允差见表 18 的规定。

每相的电流应是额定值的 $\pm 5\%$ 。

当试验在额定工作电压下进行,则整定电流是预期电流。

当试验在任何较低的电压下进行,则整定电流是实际试验电流。

通电时间应达到规定时间,在此时间内交流分量的有效值应保持恒定。

注:如果试验站的试验条件不能满足上述试验要求,根据制造商和用户的协议,每相试验电流可以在平均电流的 $\pm 10\%$ 范围内。

电流在第一个周波中最大峰值应不小于 n 倍额定短时耐受电流,对应于该电流值的 n 值按表 16 选择。

当试验站的特性不能满足上述要求时,允许作以下适当变更,但应满足公式(8)的要求:

$$\int_0^{t_{\text{试验}}} i_{\text{试验}}^2 dt \geq I^2 \times t_{\text{短时}} \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$t_{\text{试验}}$ —— 试验的通电时间;

$t_{\text{短时}}$ —— 规定的通电时间;

$i_{\text{试验}}$ —— 交流分量不是恒定或其有效值大于或等于额定短时耐受电流 I_{cw} 时的试验整定电流;

I —— 假定交流分量恒定时的实际试验整定电流。

如果试验站的短路电流的衰减使在通电起始没有过高的电流就不能得到规定时间的额定短时耐受电流,则试验时电流的有效值允许下降至低于规定值,通电时间适当增加,但最大峰值电流应不小于规定值。

如果为了得到规定的电流峰值,而电流的有效值应增加至规定值以上,则试验时间应相应减少。

b) 直流试验

通电时间应为规定时间,从电流波形记录中确定的平均值应至少等于规定值。

当试验站的特性在通电起始没有过高的电流就不能达到以上要求的规定时间的额定短时耐受电流,则试验时电流允许下降至低于规定值,通电时间适当增加,但最大电流值应不小于规定值。

如果试验站不能进行上述直流试验,则在制造商与用户的同意下,可用交流试验代替直流试验。但应采取适当的防护措施,例如电流的峰值应不超过允许电流。

c) 试验中和试验后电器的状况

试验中电器的状况应在有关产品标准中规定。

试验后,要求电器用正常操动方式操作应能正常动作。

9.3.4.4 短路保护电器和额定限制短路电流的配合试验

配合试验按附录 X。

额定限制短路电流试验的条件和过程(如适用)应在有关产品标准中规定。

9.4 EMC 试验

9.4.1 一般要求

不包含电子电路的设备无需进行试验(见 8.3.1)。

电器的发射和抗扰度试验是型式试验,应按制造厂安装说明书规定进行试验。

产品标准应规定所有特殊的试验条件和必要的附加措施来验证产品的性能。

9.4.2 抗扰度试验

9.4.2.1 一般要求

本文件中的抗扰度试验等级应符合 IEC 61000-6-2 中定义的工业环境的严酷程度。当用户与制造商协调一致时,可依据 GB/Z 17799.6 采用高等级的严酷度(例如 MV/LV 中压、低压变电站)。

产品性能准则应依据表 24 规定的验收标准,在产品标准中给出,且符合表 23 中要求的最低水平。

9.4.2.2 静电放电

除非产品标准中另有规定的试验等级和判别标准,本试验应按照表 23 规定的值根据 GB/T 17626.2—2018 的要求进行。

9.4.2.3 射频电磁场辐射

除非产品标准中另有规定的试验等级和判别标准,本试验应按照表 23 规定的值根据 GB/T 17626.3 的要求进行。

9.4.2.4 射频场感应的传导骚扰

本试验应按照表 23 规定的值根据 GB/T 17626.6 的要求进行。

9.4.2.5 电快速瞬变/脉冲群

本试验应按照表 23 规定的值根据 GB/T 17626.4 的要求进行。

9.4.2.6 浪涌

本试验应按照表 23 规定的值根据 GB/T 17626.5 的要求进行。

9.4.2.7 工频磁场

本试验方法应按照表 23 规定的值根据 GB/T 17626.8 的要求进行。

9.4.2.8 电压暂降和中断

试验应根据 GB/T 17626.11 进行,电流不超过 16 A,当电流超过 16 A 时,按照 GB/T 17626.34 进行试验。

9.4.3 发射试验

8.3.3 的要求适用。

本系列的每个产品标准应规定发射要求(如适用)。

表 1 圆铜导体的标称截面积及 mm²和 AWG/kcmil 尺寸之间的近似关系
(见 8.1.8.2)

标称截面积 mm ²	AWG / kcmil 尺寸	公制尺寸 mm ²
0.2	24	0.205
0.34	22	0.324
0.5	20	0.519
0.75	18	0.82
1	—	—
1.5	16	1.3
2.5	14	2.1
4	12	3.3
6	10	5.3
10	8	8.4
16	6	13.3
25	4	21.2
35	2	33.6
—	1	42.4
50	0	53.5
70	00	67.4
95	000	85.0
—	0 000	107.2
120	250 kcmil	127
150	300 kcmil	152
185	350 kcmil	177
—	400 kcmil	203
240	500 kcmil	253
300	600 kcmil	304

注：当出现“—”时,也作为考虑连接能力(见 8.1.8.2)的一个规格。

表 2 端子的温升限值

(见 8.2.2.2 和 9.3.3.3.4)

端子材料	温升限值 ^{a,c} K
裸铜	60
裸黄铜	65
铜(或黄铜)镀锡	65
铜(或黄铜)镀银或镀镍	70
其他金属	^b
^a 在实际使用中外接导体不应显著小于表 9 和表 10 规定的导体,否则会促使端子和电器内部部件温度较高,并导致电器损坏。为此在未得到制造商同意的情况下不应采用这种导体。 ^b 温升限值是按使用经验或寿命试验来确定,但不应超过 65 K。 ^c 产品标准对不同试验条件和小尺寸电器可规定不同的温升值,但不应超过本表规定的 10 K。	

表 3 易接近部件的温升限值

(见 8.2.2.3 和 9.3.3.3.4)

易接近部件	温升限值 ^a K
人力操作部件:	
金属的	15
非金属的	25
可触及但不能握住的部件:	
金属的	30
非金属的	40
正常操作时不触及的部件:	
外壳接近电缆进口处外表面:	
金属的	40
非金属的	50
电阻器外壳的外表面	200 ^b
电阻器外壳通风口的气流	200 ^b
^a 产品标准对不同的试验条件和小尺寸电器可规定不同的温升值,但不应超过本表规定的 10 K。 ^b 应防止电器与易燃材料接触或与人的偶然接触。如果制造商有此规定,则 200 K 的限值可以超过。制造商应根据 6.3 的规定提供适当的信息。	

表 4 验证螺纹型端子机械强度的拧紧力矩

(见 9.2.5.2 和 9.3.2.1)

螺纹直径 mm		拧紧力矩 N • m		
米制标准值	直径范围	I	II	III
1.6	$\varphi \leq 1.6$	0.05	0.1	0.1
2.0	$1.6 < \varphi \leq 2.0$	0.1	0.2	0.2
2.5	$2.0 < \varphi \leq 2.8$	0.2	0.4	0.4
3.0	$2.8 < \varphi \leq 3.0$	0.25	0.5	0.5
—	$3.0 < \varphi \leq 3.2$	0.3	0.6	0.6
3.5	$3.2 < \varphi \leq 3.6$	0.4	0.8	0.8
4	$3.6 < \varphi \leq 4.1$	0.7	1.2	1.2
4.5	$4.1 < \varphi \leq 4.7$	0.8	1.8	1.8
5	$4.7 < \varphi \leq 5.3$	0.8	2.0	2.0
6	$5.3 < \varphi \leq 6.0$	1.2	2.5	3.0
8	$6.0 < \varphi \leq 8.0$	2.5	3.5	6.0
10	$8.0 < \varphi \leq 10.0$	—	4.0	10.0
12	$10 < \varphi \leq 12$	—	—	14.0
14	$12 < \varphi \leq 15$	—	—	19.0
16	$15 < \varphi \leq 20$	—	—	25.0
20	$20 < \varphi \leq 24$	—	—	36.0
24	$24 < \varphi$	—	—	50.0
第 I 列:适用于拧紧时不突出孔外的无头螺钉和不能用刀口宽度大于螺钉根部直径的螺丝刀拧紧的其他螺钉。 第 II 列:适用于用螺丝刀拧紧的螺钉和螺母。 第 III 列:适用于不可用螺丝刀来拧紧的螺钉和螺母。				

表 5 圆铜导体拉出和弯曲试验数值

(见 9.2.5.4.1)

导体截面		衬套孔直径 ^{a、b} mm	高度 H^a mm	质量 kg	拉力 N
mm ²	AWG/kcmil				
0.2	24	6.5	260	0.2	10
0.34	22	6.5	260	0.2	15
0.5	20	6.5	260	0.3	20
0.75	18	6.5	260	0.4	30
1.0	—	6.5	260	0.4	35
1.5	16	6.5	260	0.4	40
2.5	14	9.5	280	0.7	50
4.0	12	9.5	280	0.9	60
6.0	10	9.5	280	1.4	80
10	8	9.5	280	2.0	90
16	6	13.0	300	2.9	100
25	4	13.0	300	4.5	135

表 5 圆铜导体拉出和弯曲试验数值（续）

导体截面		衬套孔直径 ^{a、b}	高度 H^a	质量	拉力
mm ²	AWG/kcmil				
—	3	14.5	320	5.9	156
35	2	14.5	320	6.8	190
—	1	15.9	343	8.6	236
50	0	15.9	343	9.5	236
70	00	19.1	368	10.4	285
95	000	19.1	368	14	351
—	0 000	19.1	368	14	427
120	250 kcmil	22.2	406	14	427
150	300 kcmil	22.2	406	15	427
185	350 kcmil	25.4	432	16.8	503
—	400 kcmil	25.4	432	16.8	503
240	500 kcmil	28.6	464	20	578
300	600 kcmil	28.6	464	22.7	578
^a 允差：高度为 $H \pm 15$ mm；衬套孔直径 ± 2 mm。					
^b 如果规定的衬套孔直径不足以容纳散导体，则可用一个较大孔径的衬套。					

表 6 扁铜导体拉出试验数值

（见 9.2.5.4.2）

扁导体的最大宽度	拉力
mm	N
12	100
14	120
16	160
20	180
25	220
30	280

表 7 最大导体截面和相应的模拟量规

（见 9.2.5.5.1）

导体截面		模拟量规（见图 2）				
软线 mm ²	实心线 或多股线 mm ²	型式 A			型式 B	
		标号	直径 a mm	宽度 b mm	标号	直径 a mm
1.5	1.5	A1	2.4	1.5	B1	1.9
2.5	2.5	A2	2.8	2.0	B2	2.4
2.5	4	A3	2.8	2.4	B3	2.7
						a 和 b 的允差 mm
						0 —0.05

表 7 最大导体截面和相应的模拟量规（续）

导体截面		模拟量规(见图 2)					
软线 mm ²	实心线 或多股线 mm ²	型式 A			型式 B		a 和 b 的允差 mm
		标号	直径 a mm	宽度 b mm	标号	直径 a mm	
4	6	A4	3.6	3.1	B4	3.5	0 —0.06
6	10	A5	4.3	4.0	B5	4.4	
10	16	A6	5.4	5.1	B6	5.3	
16	25	A7	7.1	6.3	B7	6.9	0 —0.07
25	35	A8	8.3	7.8	B8	8.2	
35	50	A9	10.2	9.2	B9	10.0	
50	70	A10	12.3	11.0	B10	12.0	0 —0.08
70	95	A11	14.2	13.1	B11	14.0	
95	120	A12	16.2	15.1	B12	16.0	
120	150	A13	18.2	17.0	B13	18.0	
150	185	A14	20.2	19.0	B14	20.0	
185	240	A15	22.2	21.0	B15	22.0	0 —0.09
240	300	A16	26.5	24.0	B16	26.0	
注：对于导体截面不同于本表的实心或多股的导体，用适当截面的未预制导体作为模拟量规，插入力不大于 5 N。							

表 8 导体截面积和直径之间的对应关系

导体截面 mm ²	最大导体的理论直径						
	公制			AWG/kcmil			
	实心线 mm	多股线 mm	软线 mm	硬线			软线
				量规	^b 实心线 mm	^b 类别 B 多股线 mm	^c 类别 I,K,M 多股线 mm
0.2	0.51	0.53	0.61	24	0.54	0.61	0.64
0.34	0.63	0.66	0.8	22	0.68	0.71	0.80
0.5	0.9	1.1	1.1	20	0.85	0.97	1.02
0.75	1.0	1.2	1.3	18	1.07	1.23	1.28
1.0	1.2	1.4	1.5	—	—	—	—
1.5	1.5	1.7	1.8	16	1.35	1.55	1.60
2.5	1.9	2.2	2.3 ^a	14	1.71	1.95	2.08

表 8 导体截面积和直径之间的对应关系（续）

导体截面 mm ²	最大导体的理论直径						
	公制			AWG/kcmil			
	实心线 mm	多股线 mm	软线 mm	硬线			软线
				量规	^b 实心线 mm	^b 类别 B 多股线 mm	^c 类别 I,K,M 多股线 mm
4.0	2.4	2.7	2.9 ^a	12	2.15	2.45	2.70
6.0	2.9	3.3	3.9 ^a	10	2.72	3.09	3.36
10.0	3.7	4.2	5.1	8	3.43	3.89	4.32
16.0	4.6	5.3	6.3	6	4.32	4.91	5.73
25.0	—	6.6	7.8	4	5.45	6.18	7.26
35.0	—	7.9	9.2	2	6.87	7.78	9.02
50		9.1	11.0 ^a	0		9.64	12.08
70		11.0	13.1 ^a	00		11.17	13.54
95		12.9	15.1 ^a	000		12.54	15.33
—		—	—	0 000		14.08	17.22
120		14.5	17.0 ^a	250		15.34	19.01
150		16.2	19.0 ^a	300		16.80	20.48
185		18.0	21.0 ^a	350		18.16	22.05
—		—	—	400		19.42	24.05
240		20.6	24.0 ^a	500		21.68	26.57
300		23.1	27.0 ^a	600		23.82	30.03
注：最大硬线和软线的直径根据 GB/T 3956—2008 和 IEC TR 60344:2007 中的表 1 和表 3 确定。对于 AWG 电线，根据 ASTM B172-71 确定。							
^a 根据 GB/T 3956—2008，该尺寸仅适用于第 5 种软铜导体。 ^b 标称尺寸+5%。 ^c I,K,M 中任一最大尺寸+5%。							

表 9 试验电流为 400 A 及以下的试验铜导体

(见 9.3.3.3.4)

试验电流范围 ^a A		导体尺寸 ^{b,c,d}	
		mm ²	AWG/kcmil
0	1	0.2	24
1	2	0.34	22
2	3	0.5	20
3	6	0.75	18
6	8	1.0	—
8	12	1.5	16
12	15	2.5	14
15	20	2.5	12
20	25	4.0	10
25	32	6.0	10
32	50	10	8
50	65	16	6
65	85	25	4
85	100	35	3
100	115	35	2
115	130	50	1
130	150	50	0
150	175	70	00
175	200	95	000
200	225	95	0 000
225	250	120	250 kcmil
250	275	150	300 kcmil
275	300	185	350 kcmil
300	350	185	400 kcmil
350	400	240	500 kcmil

^a 试验电流应大于第一栏的第一个数值,并应小于或等于第二个数值。

^b 为了便于试验,在制造商的同意下,可采用较小试验电流规定的导体。

^c 表中列出了公制和 AWG/kcmil 制的尺寸变换和铜排的 mm 和 in 的尺寸变换。公制和 AWG/kcmil 制对照表见表 1。

^d 按试验电流范围规定的两种导体的任一种都可采用。

表 10 试验电流大于 400 A 而不超过 800 A 的试验铜导体

(见 9.3.3.3.4)

试验电流范围 ^a A		导体 ^{b,c,d}			
		公制		kcmil	
		根数	尺寸 mm ²	根数	尺寸 kcmil
400	500	2	150	2	250
500	630	2	185	2	350
630	800	2	240	3	300

^a 试验电流应大于第一栏的第一个数值,并应小于或等于第二个数值。

^b 为了便于试验,在制造商的同意下,可采用较小试验电流规定的导体。

^c 表中列出了公制和 AWG/kcmil 制的尺寸变换和铜排的 mm 和 in 的尺寸变换。公制和 AWG/kcmil 制对照表见表 1。

^d 按试验电流范围规定的两种导体的任一种都可采用。

表 11 试验电流大于 400 A 而不超过 3 150 A 的试验铜排
(见 9.3.3.3.4)

试验电流范围 ^a A		铜排 ^{b,c,d,e,f}		
		根数	尺寸 mm	尺寸 in
400	500	2	30×5	1×0.250
500	630	2	40×5	1.25×0.250
630	800	2	50×5	1.5×0.250
800	1 000	2	60×5	2×0.250
1 000	1 250	2	80×5	2.5×0.250
1 250	1 600	2	100×5	3×0.250
1 600	2 000	3	100×5	3×0.250
2 000	2 500	4	100×5	3×0.250
2 500	3 150	3	100×10	6×0.250
^a 试验电流应大于第一栏的第一个数值,并应小于或等于第二个数值。 ^b 为了便于试验,在制造商的同意下,可采用较小试验电流规定的导体。 ^c 表中列出了公制和 AWG/kcmil 制的尺寸变换和铜排的 mm 和 in 的尺寸变换。公制和 AWG/kcmil 制对照表见表 1。 ^d 按试验电流范围规定的两种导体的任一种都可采用。 ^e 铜排采用其长边处于垂直位置的布置。如果制造商同意,铜排可采用置其长边呈水平位置的布置。 ^f 在采用四根铜排时,应分成两组,一组两根,每组中心间的距离不大于 100 mm。				

表 12 冲击耐受电压

额定冲击耐受 电压 U_{imp} kV	试验电压和相应的海拔				
	$U_{1.2/50}$ kV				
	海平面	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
0.33	0.35	0.35	0.35	0.34	0.33
0.5	0.55	0.54	0.53	0.52	0.5
0.8	0.91	0.9	0.9	0.85	0.8
1.5	1.75	1.7	1.7	1.6	1.5
2.5	2.95	2.8	2.8	2.7	2.5
4.0	4.8	4.8	4.7	4.4	4.0
6.0	7.3	7.2	7.0	6.7	6.0
8.0	9.8	9.6	9.3	9.0	8.0
12	14.8	14.5	14	13.3	12
注：本表适用均匀电场,情况 B(见 3.7.61)。					

表 13 空气中最小电气间隙

额定冲击耐受 电压 U_{imp} kV	最小电气间隙 mm										
	情况 A 非均匀电场条件(3.7.62)				情况 B 均匀电场条件(3.7.61)						
	污染等级				污染等级						
	1	2	3	4	1	2	3	4			
0.33	0.01	0.2	0.8	1.6	0.01	0.2	0.8	1.6			
0.5	0.04				0.04						
0.8	0.1	0.5	1.5		0.1	0.3					
1.5	0.5				0.3						
2.5	1.5	1.5	1.5	3	0.6	0.6	1.2				
4.0	3	3	3		1.2	1.2					
6.0	5.5	5.5	5.5	5.5	2	2	2	2			
8.0	8	8	8	8	3	3	3	3			
12	14	14	14	14	4.5	4.5	4.5	4.5			
注：空气中最小电气间隙是以 1.2/50 μ s 冲击电压为基础,其气压为 80 kPa 相当于 2 000 m 海拔处正常大气压。											

表 14 隔离电器断开触头间的试验电压

额定冲击耐受电压 U_{imp} kV	试验电压和相应的海拔				
	$U_{1.2/50}$ kV				
	海平面	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
0.33	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5
0.5	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5
0.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5
1.5	2.3	2.3	2.2	2.2	2
2.5	3.5	3.5	3.4	3.2	3
4.0	6.2	6.0	5.8	5.6	5
6.0	9.8	9.6	9.3	9.0	8
8.0	12.3	12.1	11.7	11.1	10
12	18.5	18.1	17.5	16.7	15

表 15 最小爬电距离

电器的额定 绝缘电压或 工作电压， 交流有效值 或直流 ^{b,c,d} V	电器承受长期应力的最小爬电距离													
	印制线路材料													
	污染等级													
	1	2	1	2		3				4				
	材料组别													
	全部 mm	全部 (除Ⅲ b) mm	全部 mm	I mm	Ⅱ mm	Ⅲ mm	I mm	Ⅱ mm	Ⅲ a mm	Ⅲ b mm	I mm	Ⅱ mm	Ⅲ a mm	Ⅲ b mm
10	0.025	0.04	0.08	0.4	0.4	0.4	1	1	1	1.6	1.6	1.6	a	
12.5	0.025	0.04	0.09	0.42	0.42	0.42	1.05	1.05	1.05	1.6	1.6	1.6		
16	0.025	0.04	0.1	0.45	0.45	0.45	1.1	1.1	1.1	1.6	1.6	1.6		
20	0.025	0.04	0.11	0.48	0.48	0.48	1.2	1.2	1.2	1.6	1.6	1.6		
25	0.025	0.04	0.125	0.5	0.5	0.5	1.25	1.25	1.25	1.7	1.7	1.7		
32	0.025	0.04	0.14	0.53	0.53	0.53	1.3	1.3	1.3	1.8	1.8	1.8		
40	0.025	0.04	0.16	0.56	0.8	1.1	1.4	1.6	1.8	1.9	2.4	3		
50	0.025	0.04	0.18	0.6	0.85	1.2	1.5	1.7	1.9	2	2.5	3.2		
63	0.04	0.063	0.2	0.63	0.9	1.25	1.6	1.8	2	2.1	2.6	3.4		
80	0.063	0.1	0.22	0.67	0.95	1.3	1.7	1.9	2.1	2.2	2.8	3.6		
100	0.1	0.16	0.25	0.71	1	1.4	1.8	2	2.2	2.4	3	3.8		
125	0.16	0.25	0.28	0.75	1.05	1.5	1.9	2.1	2.4	2.5	3.2	4		
160	0.25	0.4	0.32	0.8	1.1	1.6	2	2.2	2.5	3.2	4	5		
200	0.4	0.63	0.42	1	1.4	2	2.5	2.8	3.2	4	5	6.3		
250	0.56	1	0.56	1.25	1.8	2.5	3.2	3.6	4	5	6.3	8		
320	0.75	1.6	0.75	1.6	2.2	3.2	4	4.5	5	6.3	8	10		
400	1	2	1	2	2.8	4	5	5.6	6.3	8	10	12.5		
500	1.3	2.5	1.3	2.5	3.6	5	6.3	7.1	8	10	12.5	16		
630	1.8	3.2	1.8	3.2	4.5	6.3	8	9	10	12.5	16	20		
800	2.4	4	2.4	4	5.6	8	10	11	12.5	16	20	25		
1 000	3.2	5	3.2	5	7.1	10	12.5	14	16	20	25	32		
1 250			4.2	6.3	9	12.5	16	18	20	25	32	40		
1 600			5.6	8	11	16	20	22	25	32	40	50		
2 000			7.5	10	14	20	25	28	32	40	50	63		
2 500			10	12.5	18	25	32	36	40	50	63	80		
3 200			12.5	16	22	32	40	45	50	63	80	100		
4 000			16	20	28	40	50	56	63	80	100	125		
5 000			20	25	36	50	63	71	80	100	125	160		
6 300			25	32	45	63	80	90	100	125	160	200		
8 000			32	40	56	80	100	110	125	160	200	250		
10 000			40	50	71	100	125	140	160	200	250	320		

注：本表中电压值按 R_{10} 系数选定。

a 该区域的爬电距离尚未确定，因此材料组别Ⅲb一般不推荐用在污染等级3、电压630V以上和污染等级4。

b 作为例外，额定绝缘电压127 V、208 V、415/440 V、660/690 V和830 V的爬电距离可采用相应较低的电压值125 V、200 V、400 V、630 V和800 V的爬电距离。

c 对应250 V的爬电距离值可用于230 V×(1±10%)标称电压。

d 绝缘在实际工作电压32 V及以下不会产生电痕化或腐蚀，但需考虑电解腐蚀的可能性，因此规定最小爬电距离。

表 16 对应于试验电流的功率因数、时间常数和电流峰值与有效值的比率 *n*

[见 9.3.4.3 a)]

试验电流 <i>I</i> A	功率因数	时间常数 ms	<i>n</i>
$I \leq 1\,500$	0.95	5	1.41
$1\,500 < I \leq 3\,000$	0.9	5	1.42
$3\,000 < I \leq 4\,500$	0.8	5	1.47
$4\,500 < I \leq 6\,000$	0.7	5	1.53
$6\,000 < I \leq 10\,000$	0.5	5	1.7
$10\,000 < I \leq 20\,000$	0.3	10	2.0
$20\,000 < I \leq 50\,000$	0.25	15	2.1
$50\,000 < I$	0.2	15	2.2

表 17 操动器试验力

(见 9.2.6.2.1)

操动器的型式 ^a	试验力 ^a	最小试验力 N	最大试验力 N
按钮(a)	3 <i>F</i>	50	150
单指操作(b)	3 <i>F</i>	50	150
两指操作(c)	3 <i>F</i>	100	200
单手操作(d和e)	3 <i>F</i>	150	400
双手操作(f和g)	3 <i>F</i>	200	600
^a <i>F</i> 是在新试品上的正常操作所需的力,试验力应为 3 <i>F</i> ,按照规定的最大值和最小值按图 16 所示施加。			

表 18 试验参数的允差

[见 9.3.4.3 a)]

所有试验	空载、正常负载和过载条件下的试验	短路条件下的试验
电流 $\begin{smallmatrix} +5\% \\ 0 \end{smallmatrix}$	功率因数 ± 0.05	功率因数 $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.05 \end{smallmatrix}$
电压 $\begin{smallmatrix} +5\% \\ 0 \end{smallmatrix}$ (包括工频恢复电压)	时间常数 $\begin{smallmatrix} +15\% \\ 0 \end{smallmatrix}$	时间常数 $\begin{smallmatrix} +25\% \\ 0 \end{smallmatrix}$
	频率 $\pm 5\%$	频率 $\pm 5\%$
注 1: 在产品标准中规定了最大和/或最小动作极限,则表中的允差不适用。		
注 2: 制造商和用户双方同意,在 50 Hz 下进行的试验可以认为允许在 60 Hz 条件下运行,反之亦然。		

表 19 与额定绝缘电压对应的介电试验电压

额定绝缘电压 U_i V	交流试验电压(r.m.s) V	直流试验电压 ^{b,c} V
$U_i \leq 60$	1 000	1 415
$60 < U_i \leq 300$	1 500	2 120
$300 < U_i \leq 690$	1 890	2 670
$690 < U_i \leq 800$	2 000	2 830
$800 < U_i \leq 1\,000$	2 200	3 110
$1\,000 < U_i \leq 1\,500^a$	—	3 820
^a 仅适用于直流。 ^b 试验电压建立在 GB/T 16935.1—2023 的 6.4.5.1 第 5 段的要求之上。 ^c 直流试验电压仅在交流试验电压不适用时使用,见 9.3.3.4.1 3)b)②的规定。		

表 20 导管拉出试验的试验值

(见 9.2.8.2)

导管型号 见 IEC 60981	导管直径		拉出力 N
	内径 mm	外径 mm	
12 H	12.5	17.1	900
16 H~41 H	16.1~41.2	21.3~48.3	900
53 H~155 H	52.9~154.8	60.3~168.3	900

表 21 导管弯曲试验的试验值

(见 9.2.8.3)

导管型号 见 IEC 60981	导管直径		弯曲力矩 N·m
	内径 mm	外径 mm	
12 H	12.5	17.1	35 ^a
16 H~41 H	16.1~41.2	21.3~48.3	70
53 H~155 H	52.9~154.8	60.3~168.3	70
^a 对于仅用于引入导线而不用于引出导线的导管,其试验值可减少到 17 N·m。			

表 22 导管扭转试验的试验值

(见 9.2.8.2 和 9.2.8.4)

导管型号 见 IEC 60981	导管直径		扭转力矩 N·m
	内径 mm	外径 mm	
12 H	12.5	17.1	90
16 H~41 H	16.1~41.2	21.3~48.3	120
53 H~155 H	52.9~154.8	60.3~168.3	180

表 23 EMC 试验——抗扰度

(见 9.4.1)

试验种类	所要求的最低试验水平	验收标准
静电放电抗扰度试验 GB/T 17626.2 ^d	8 kV/空气放电 4 kV/接触放电	B B
射频电磁场辐射抗扰度试验 80 MHz~1 GHz GB/T 17626.3	10 V/m	A
射频电磁场辐射抗扰度试验 1.4 GHz~6 GHz GB/T 17626.3	3 V/m	A
电快速瞬变/脉冲群抗扰度试验 GB/T 17626.4	2 kV/5 kHz 或 100 kHz ^f 对交流/直流电源端 1 kV/5 kHz 或 100 kHz ^f 对信号端 ^g	B
1.2/50 μs~8/20 μs 浪涌抗扰度试验 ^e GB/T 17626.5	2 kV(线对地) 1 kV(线对线)	B
射频传导抗扰度试验(150 kHz~80 MHz) GB/T 17626.6	10 V 对交流/直流电源端 10 V 对信号端 ^g	A
工频磁场抗扰度试验 ^a GB/T 17626.8	30 A/m	A
电压暂降抗扰度试验 ^{b,c} (50 Hz/60 Hz) GB/T 17626.11,额定工作电流≤16 A GB/T 17626.34,额定工作电流>16 A	0% 持续时间 1 周期 40% 持续时间 10/12 周期 70% 持续时间 25/30 周期	B C C
短时中断抗扰度试验 ^{b,c} (50 Hz/60 Hz) GB/T 17626.11,额定工作电流≤16 A GB/T 17626.34,额定工作电流>16 A	0% 持续时间 250/300 周期(0°)	C
^a 仅适用于含有易受工频磁场影响元件的电器(见 9.4.2.7)。 ^b 给出的百分比是指额定工作电压的百分比,如 0%表示 0 V。 ^c 斜杠(/)前的值是 50 Hz,在后面是 60 Hz 测试值。 ^d 接触和/或空气放电试验见 GB/T 17626.2。 ^e 直流电源端和信号端通常具有小于 30 m 长的电缆,且不进行任何试验,对于长度大于或等于 30 m 的电缆,见 IEC 61000-6-2:2016 的表 2 和表 3。当次级电路(与交流主电路隔离)无法承载瞬态过电压时,该试验不适用于≤60 V 的直流输入/输出端。 ^f 试验可在一个或两个重复频率下进行。以前使用的是 5 kHz 的重复频率;然而,100 kHz 更接近现实。 ^g 仅适用于连接电缆长度大于 3 m 的端口。		

表 24 存在电磁干扰时的验收标准

项 目	验收标准 (试验中应执行的标准)		
	A	B	C
全部性能	工作特性无明显变化 按预期计划执行	性能暂时降低或丧失,但 能自恢复	性能暂时降低或丧失,需操作者 干预或系统复位 ^a
电源和控制电路运转	无不正确运转	性能暂时降低或丧失,但 能自恢复 ^a	性能暂时降低或丧失,需操作者 干预或系统复位 ^a
显示器和控制面板运转	显示信息无变化 仅 LED 有轻微的光亮度 变化或轻微字符移动	暂时的可视变化或信息 丢失 非预想 LED 照明显示	停机或显示死机 有明显的或显示错误信息和/或 非法操作模式 不能自恢复
信息处理和传感功能	与外部设备进行无干扰 通信和数据交换	临时干扰通信,有内、外 部设备的错误报表	信息的错误处理 数据和/或信息丢失 通信有错误 不能自恢复
^a 特殊要求应在产品标准中规定。			

表 25 铜保护导体的截面积

额定工作电流 I_e A	保护导体的最小截面积 mm^2
$I_e \leq 20$	S ^a
$20 < I_e \leq 25$	2.5
$25 < I_e \leq 32$	4
$32 < I_e \leq 63$	6
$I_e > 63$	10
注：本表来自 GB/T 7251.1—2013。	
^a S 表示相导体的横截面积,单位为平方毫米(mm^2)。	

单位为毫米

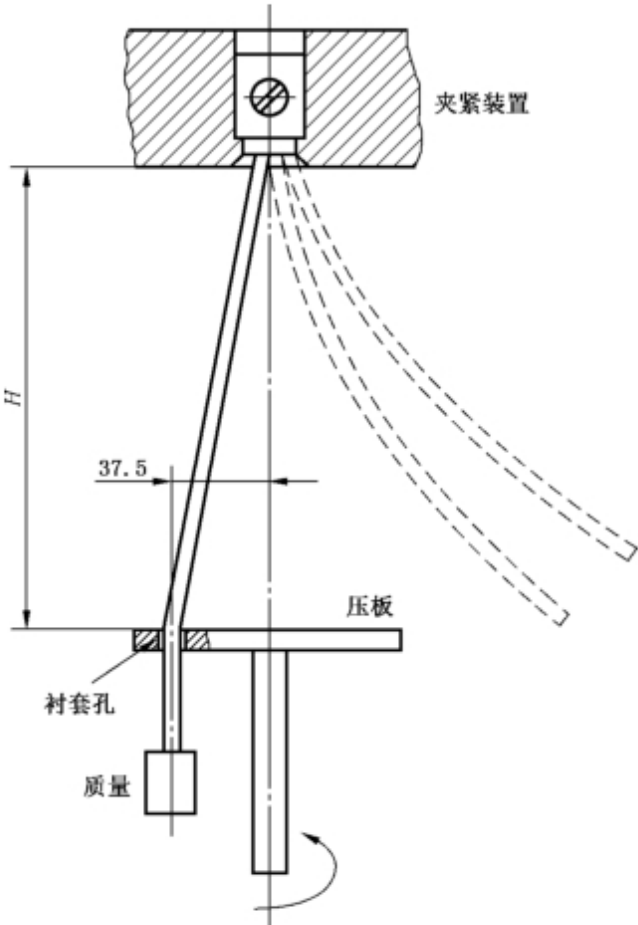


图 1 弯曲试验的试验设备
(见 9.2.5.3 和表 5)

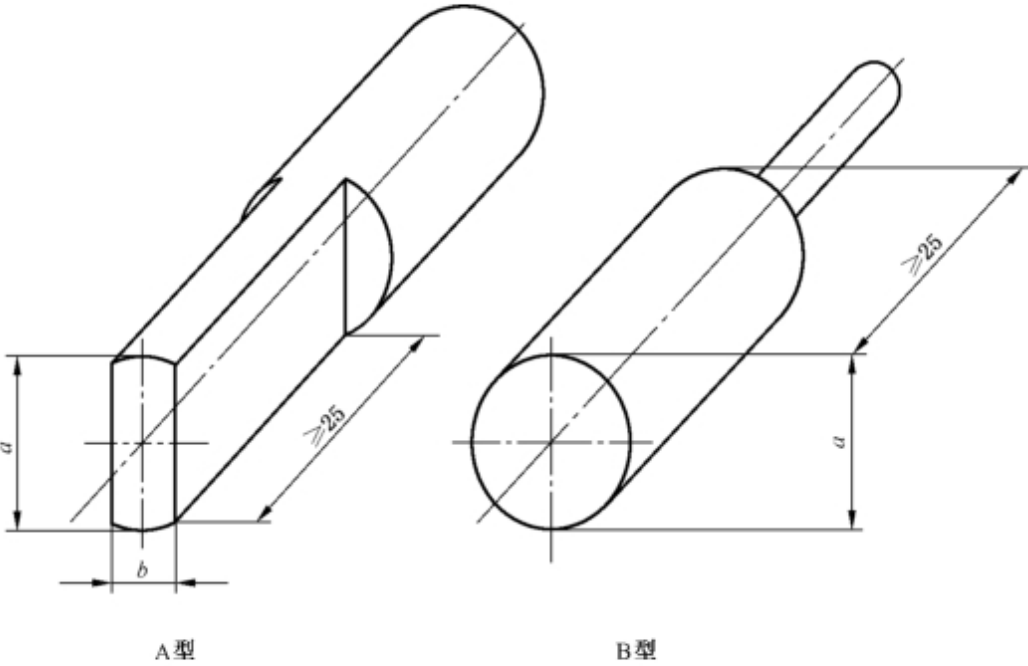
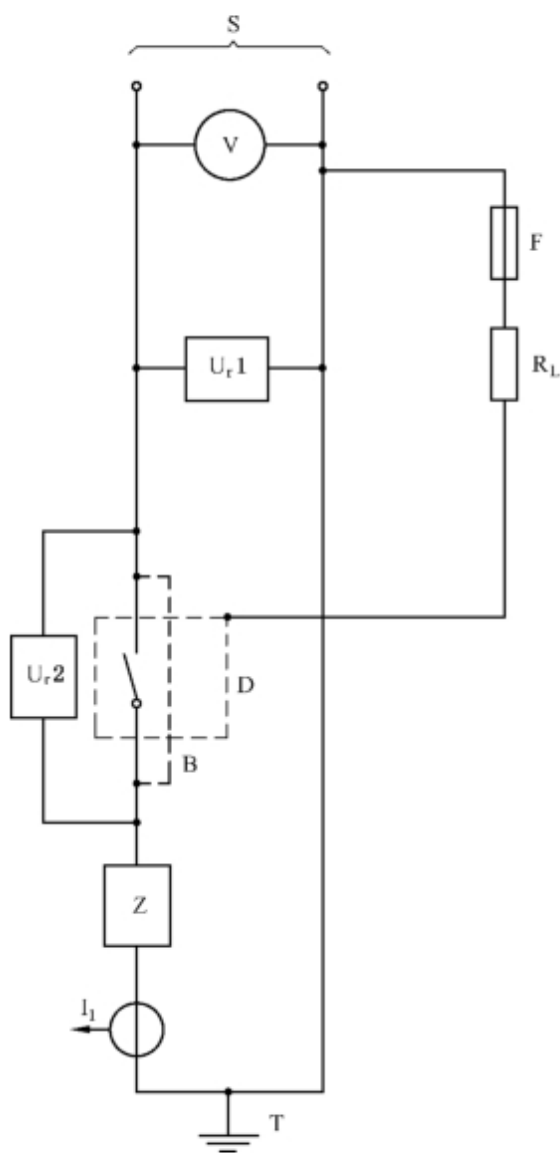


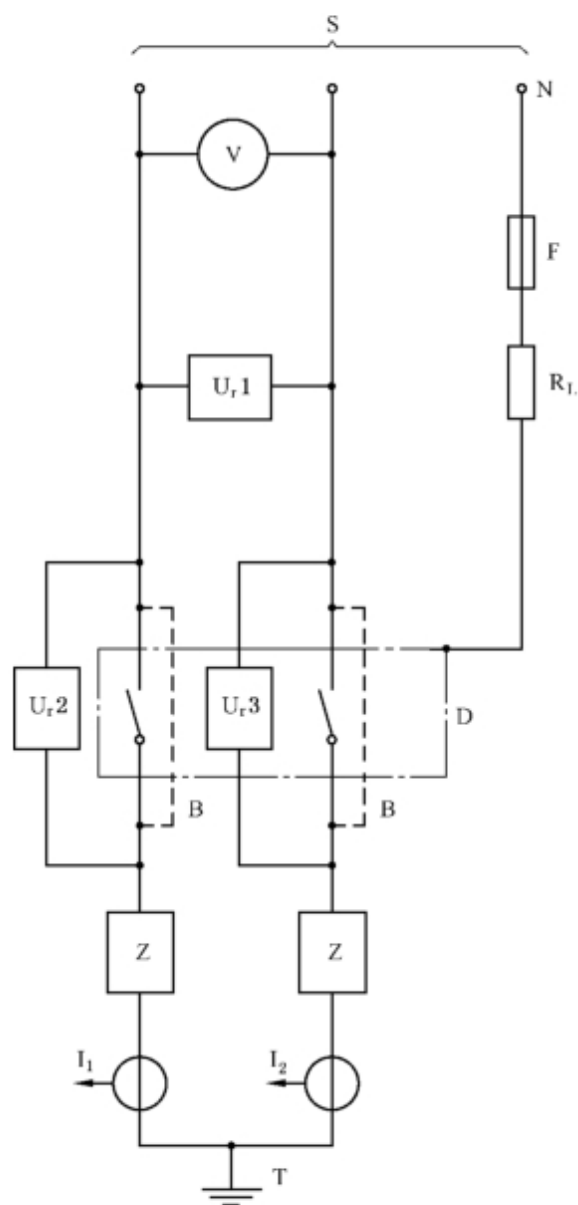
图 2 A 型和 B 型模拟量规
(见 9.2.5.5.2 和表 7)



- 标引符号说明：
- S —— 电源；
 - U_{r1}、U_{r2} —— 电压传感器；
 - V —— 电压测量器；
 - F —— 熔断元件[9.3.3.5.2g)]；
 - Z —— 负载电路(见图 8)；
 - R_L —— 限制故障电流的电阻器；
 - D —— 被测电器(包括连接电缆)；
- 注：包括金属网或外壳。
- B —— 整定用临时连接线；
 - I₁ —— 电流传感器；
 - T —— 接地点,仅 1 点接地(负载侧或电源侧)。

图 3 单极电器验证单相交流或直流接通和分断能力的试验电路图

(见 9.3.3.5.2)



标引符号说明:

S ——电源；

U_{r1} 、 U_{r2} 、 U_{r3} ——电压传感器；

V ——电压测量器；

N ——电源中性点(或人为中性点);

F ——熔断元件[9.3.3.5.2g)];

Z ——负载电路(见图 8);

R_L ——限制故障电流的电阻器；

D ——被测电器(包括连接电缆);

注 1: 包括金属网或外壳。

B ——整定用临时连接线；

I_1 、 I_2 —— 电流传感器；

T ——接地点,仅 1 点接地(负载侧或电源侧)。

U_{r1} 可改变为连接在相与中性点之间。

在电器指定用于相接地系统,或者如果此图用于4极电器的中性极与相邻极试验,F应接至电源的一相。直流的情况下,F应接至电源的负极。

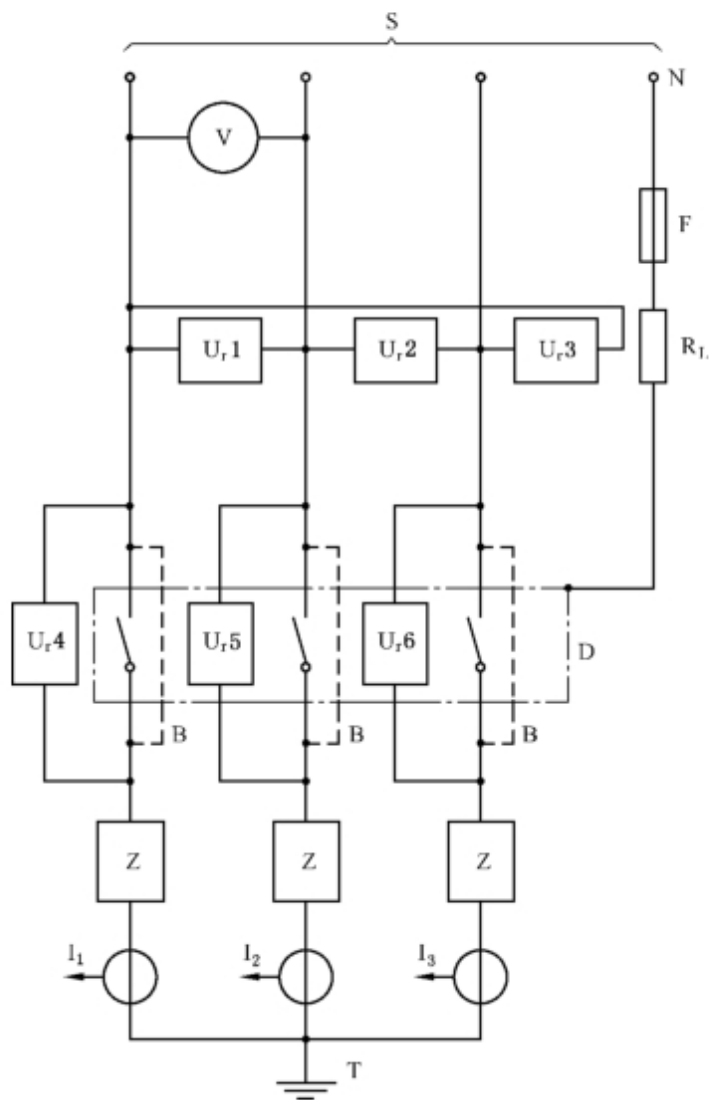
注 2: 在美国和加拿大, F 的连接方式如下:

——当电器设备标以单个电压值 U_e 时,连接至电源的一相上;

——当电器设备标以双电压值(见 6.2 的注 2)时,连接至中性点。

图 4 双极电器验证单相交流或直流接通和分断能力的试验电路图

(见 9.3.3.5.2)



标引符号说明：

- S —— 电源；
- U_{r1} 、 U_{r2} 、 U_{r3} U_{r4} 、 U_{r5} 、 U_{r6} —— 电压传感器；
- V —— 电压测量器；
- N —— 电源中性点(或人为中性点)；
- F —— 熔断元件[9.3.3.5.2g)]；
- Z —— 负载电路(见图 8)；
- R_L —— 限制故障电流的电阻器；
- D —— 被测电器(包括连接电缆)；
- 注 1：包括金属网或外壳。
- B —— 整定用临时连接线；
- I_1 、 I_2 、 I_3 —— 电流传感器；
- T —— 接地点,仅 1 点接地(负载侧或电源侧)。

U_{r1} 、 U_{r2} 、 U_{r3} 可改变为连接在相与中性点之间。

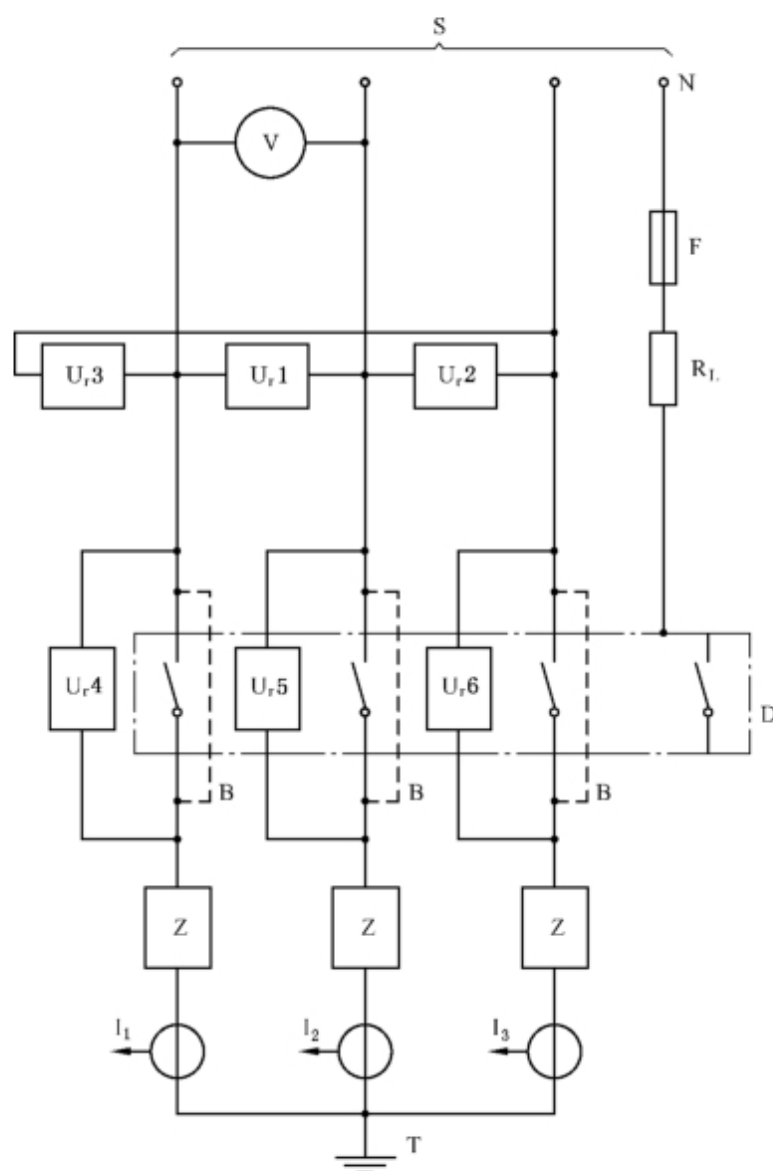
在电器指定用于相接地系统,或者如果此图用于 4 极电器的中性极与相邻极试验,F 应接至电源的一相。直流的情况下,F 应接至电源的负极。

注 2：在美国和加拿大,F 的连接方式如下：

- 当电器设备标以单个电压值 U_r 时,连接至电源的一相上；
- 当电器设备标以双电压值(见 6.2 的注 2)时,连接至中性点。

图 5 三极电器验证接通和分断能力的试验电路图

(见 9.3.3.5.2)



标引符号说明:

S —— 电源；

$U_{r1}, U_{r2}, U_{r3}, U_{r4}, U_{r5}, U_{r6}$ —— 电压传感器；

V —— 电压测量器；

N —— 电源中性点(或人为中性点)；

F —— 熔断元件[9.3.3.5.2g)]；

Z —— 负载电路(见图 8)；

R_L —— 限制故障电流的电阻器；

D —— 被测电器(包括连接电缆)；

注：包括金属网或外壳。

B —— 整定用临时连接线；

I_1, I_2, I_3 —— 电流传感器；

T —— 接地点, 仅 1 点接地(负载侧或电源侧)。

U_{r1} 、 U_{r2} 、 U_{r3} 可改变为连接在相与中性点之间。

图 6 四极电器验证接通和分断能力的试验电路图

(见 9.3.3.5.2)

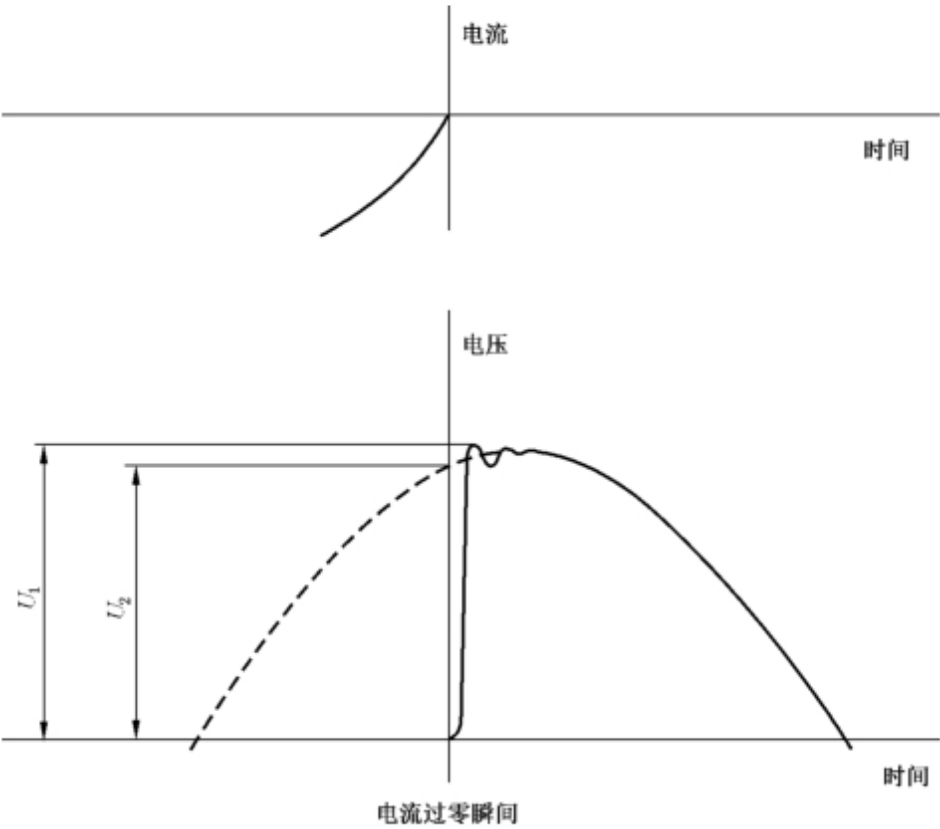
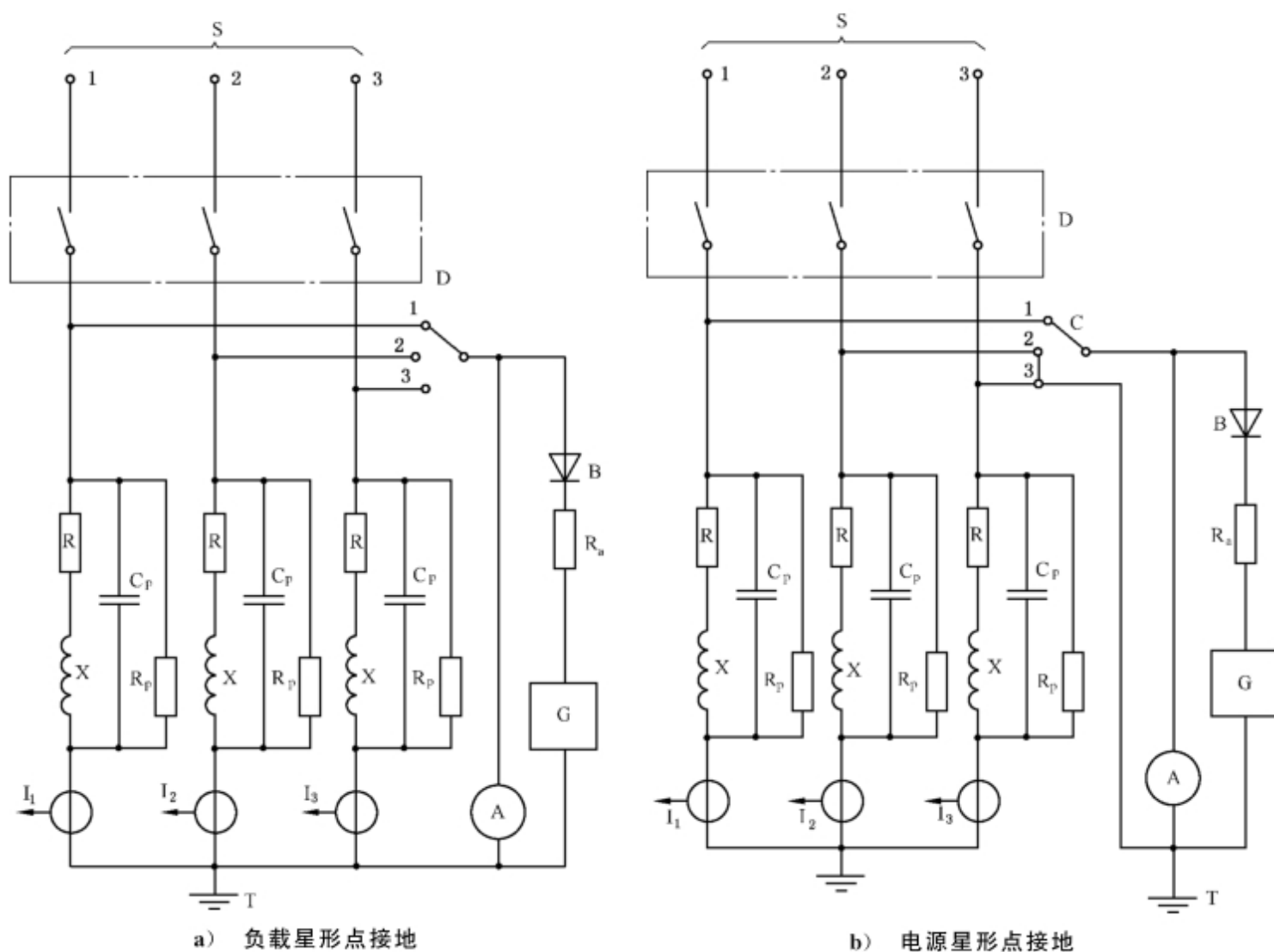


图 7 在理想条件下,首先熄弧触头两端的恢复电压的简单示意图

[见 9.3.3.5.2 e)]



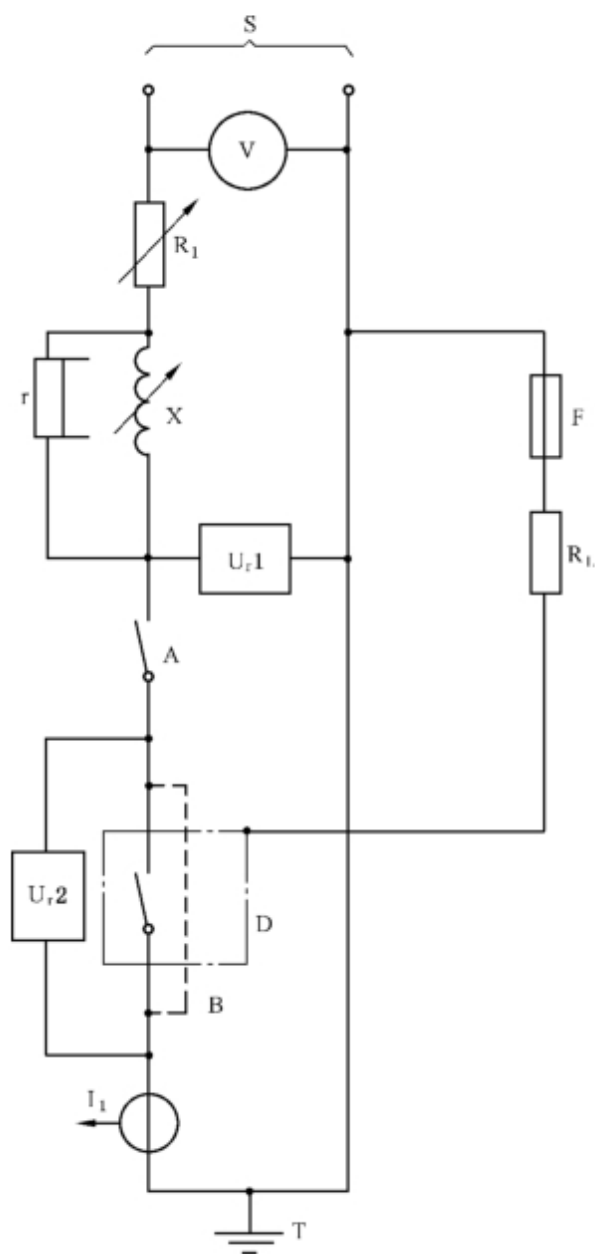
标引序号说明：

- S —— 电源；
- D —— 被试电器；
- C —— 调整相的选择开关；
- B —— 二极管；
- A —— 记录仪；
- R_a —— 电阻器；
- G —— 高频发生器；
- R —— 负载电路电阻器；
- X —— 负载电路电抗器[9.3.3.5.2d)]；
- R_p —— 并联电阻器；
- C_p —— 并联电容器；
- I_1 、 I_2 、 I_3 —— 电流传感器；
- T —— 接地点，仅 1 点接地(负载侧或电源侧)。

高频发生器(G)和二极管的有关位置应如图所示，除图中所示点外，电路的其他任何点都不接地。

在图 8b)中，1、2 和 3 三个位置表示相 1 与并联的相 2 和相 3 串联的连接方式。

图 8 负载电路调整方法原理图



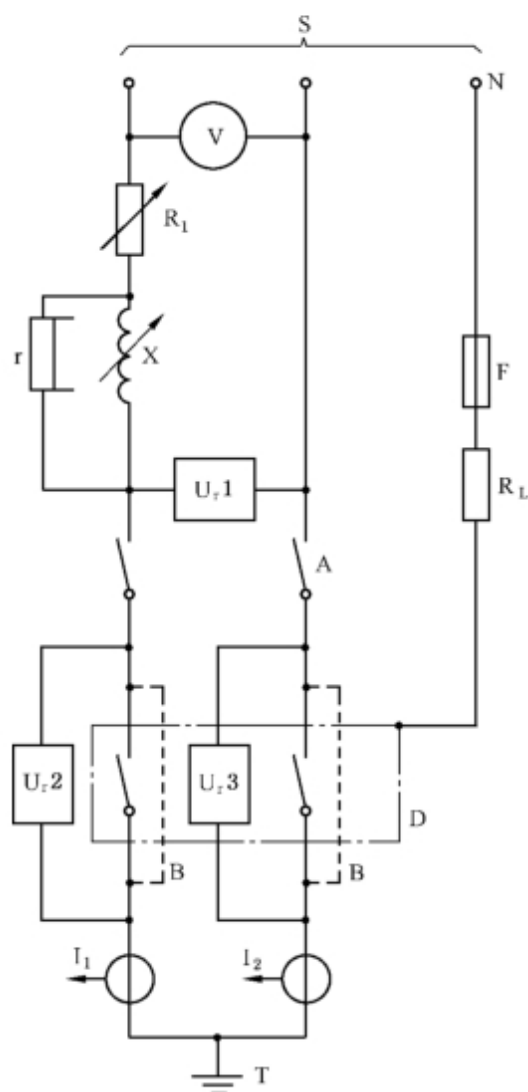
标引符号说明：

- S —— 电源；
- U_{r1} 、 U_{r2} —— 电压传感器；
- V —— 电压测量器；
- A —— 闭合电器；
- R_1 —— 可调电阻器；
- F —— 熔断元件[9.3.4.1.2d)；
- X —— 可调电抗器；
- R_L —— 限制故障电流电阻器；
- D —— 被测电器(包括连接电缆)；
- 注：包括金属网或外壳。
- B —— 整定用临时连接线；
- I_1 —— 电流传感器；
- T —— 接地点，仅 1 点接地(负载侧或电源侧)；
- r —— 分流电阻器[9.3.4.1.2b)。

可调负载 X 与 R_1 可设置在电源电路的高压侧，也可在电路的低压侧。

图 9 单极电器验证单相交流或直流短路接通和分断能力的试验电路图

(见 9.3.4.1.2)



标引符号说明:

S ——电源；

U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} ——电压传感器;

V ——电压测量器；

A —— 闭合电器；

R_1 ——可调电阻器；

N ——电源中性点(或人为中性点);

F ——熔断元件[9.3.4.1.2d)];

X ——可调电抗器；

R_L ——限制故障电流电阻器；

D ——被测电器(包括连接电缆);

注 1: 包括金属网或外壳。

B ——整定用临时连接线；

I_1, I_2 —— 电流传感器；

T ——接地点,仅 1 点接地(负载侧或电源侧);

r ——分流电阻器[9.3.4.1.2b)]。

可调负载 X 与 R_1 可设置在电源电路的高压侧,也可在电路的低压侧。

U_{r1} 可改变为连接在相与中性点之间。

在电器指定用于相接地系统,或者如果此图用于4极电器的中性极与相邻极试验,F应接至电源的一相。直流的情况下,F应接至电源的负极。

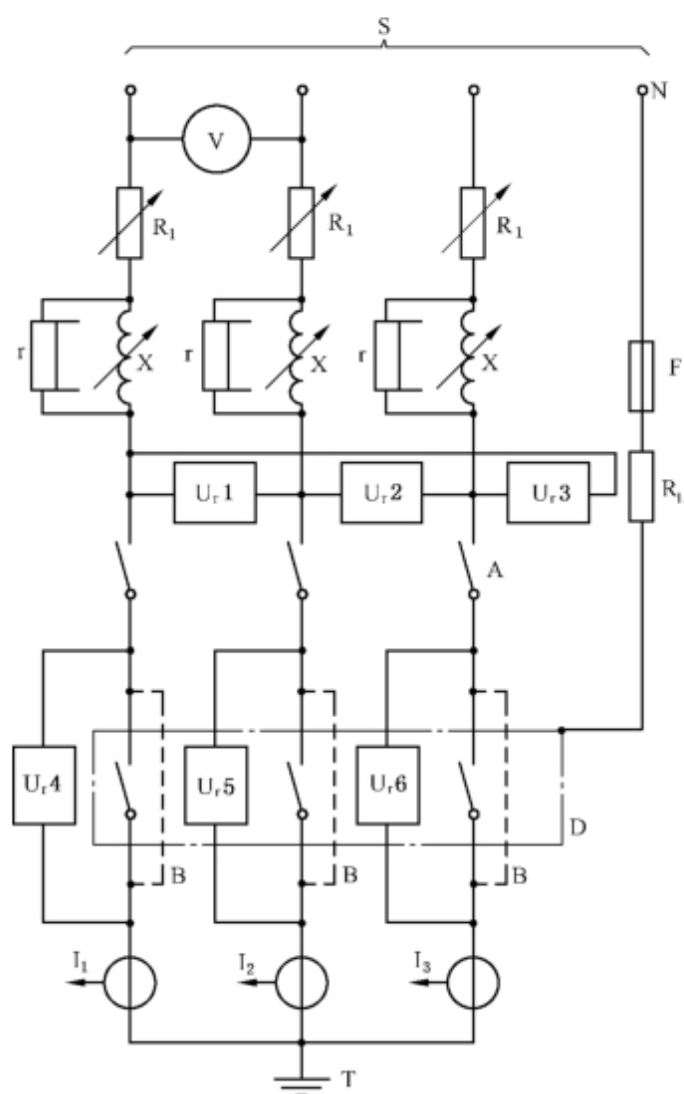
注 2: 在美国和加拿大, F 的连接方式如下:

——当电器设备标以单个电压值 U_0 时,连接至电源的一相上;

——当电器设备标以双电压值(见 6.2 的注 2)时,连接至中性点。

图 10 双极电器验证单相交流或直流短路接通和分断能力的试验电路图

(见 9.3.4.1.2)



标引符号说明:

S	——电源；
U_{r1} 、 U_{r2} 、 U_{r3} 、 U_{r4} 、 U_{r5} 、 U_{r6}	——电压传感器；
V	——电压测量器；
A	——闭合电器；
R_1	——可调电阻器；
N	——电源中性点(或人为中性点)；
F	——熔断元件[9.3.4.1.2d)]；
X	——可调电抗器；
R_L	——限制故障电流电阻器；
D	——被测电器(包括连接电缆)；

注 1: 包括金属网或外壳。

B	——整定用的临时连接线；
I_1 、 I_2 、 I_3	——电流传感器；
T	——接地点，仅 1 点接地（负载侧或电源侧）；
r	——分流电阻器[9.3.4.1.2b)]。

可调负载 X 与 R, 可设置在电源电路的高压侧, 也可在电路的低压侧。

U₁、U₂、U₃ 可改变为连接在相与中性点之间。

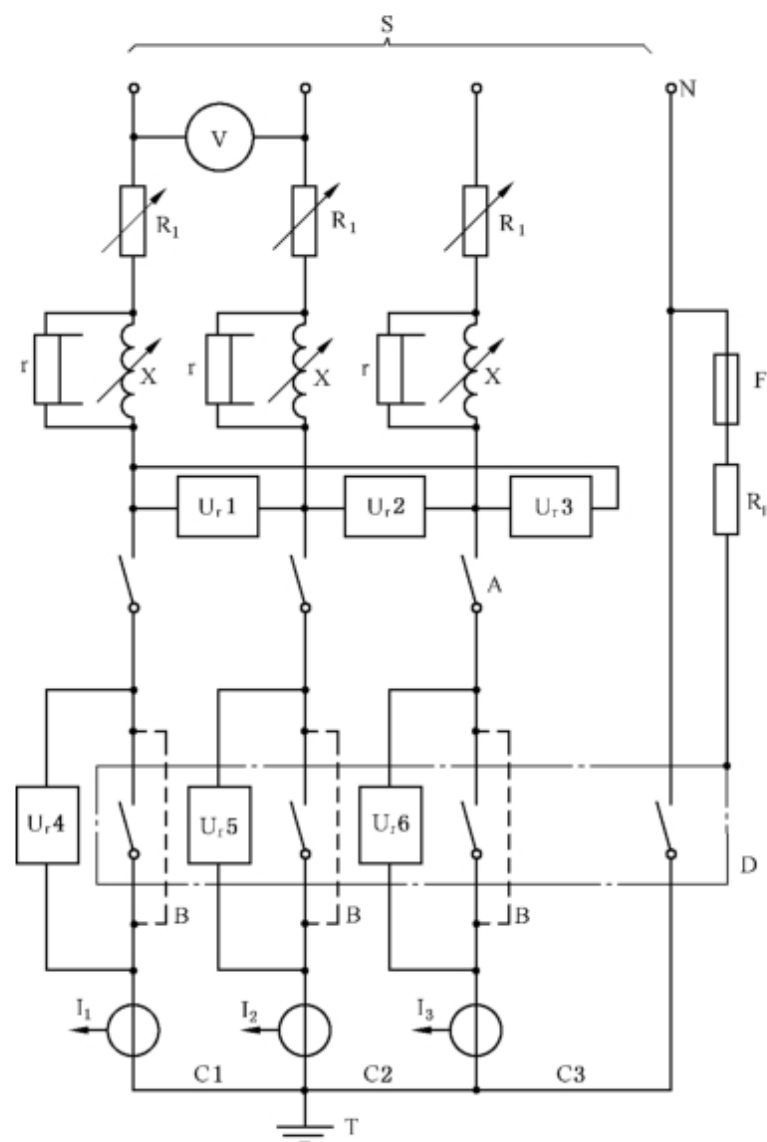
在电器指定用于相接地系统,或者如果此图用于4极电器的中性极与相邻极试验,F应接至电源的一相。直流的情况下,F应接至电源的负极。

注 2: 在美国和加拿大, F 的连接方式如下:

- 当电器设备标以单个电压值 U_0 时,连接至电源的一相上;
- 当电器设备标以双电压值(见 6.2 的注 2)时,连接至中性点。

图 11 三极电器验证短路接通和分断能力的试验电路图

(见 9.3.4.1.2)



- 标引符号说明：
- | | |
|--|--------------------------|
| S | —— 电源； |
| Ur1、Ur2、Ur3、Ur4、Ur5、Ur6 | —— 电压传感器； |
| V | —— 电压测量器； |
| R _l | —— 可调电阻器； |
| N | —— 电源中性点； |
| F | —— 熔断元件[9.3.4.1.2d)]； |
| X | —— 可调电抗器； |
| R _l | —— 限制故障电流电阻器； |
| A | —— 闭合电器； |
| D | —— 被测电器(包括连接电缆)； |
| 注： | 包括金属网或外壳。 |
| B | —— 整定用的临时连接线； |
| I ₁ 、I ₂ 、I ₃ | —— 电流传感器； |
| T | —— 接地点，仅 1 点接地(负载侧或电源侧)； |
| r | —— 分流电阻器[9.3.4.1.2b)]。 |

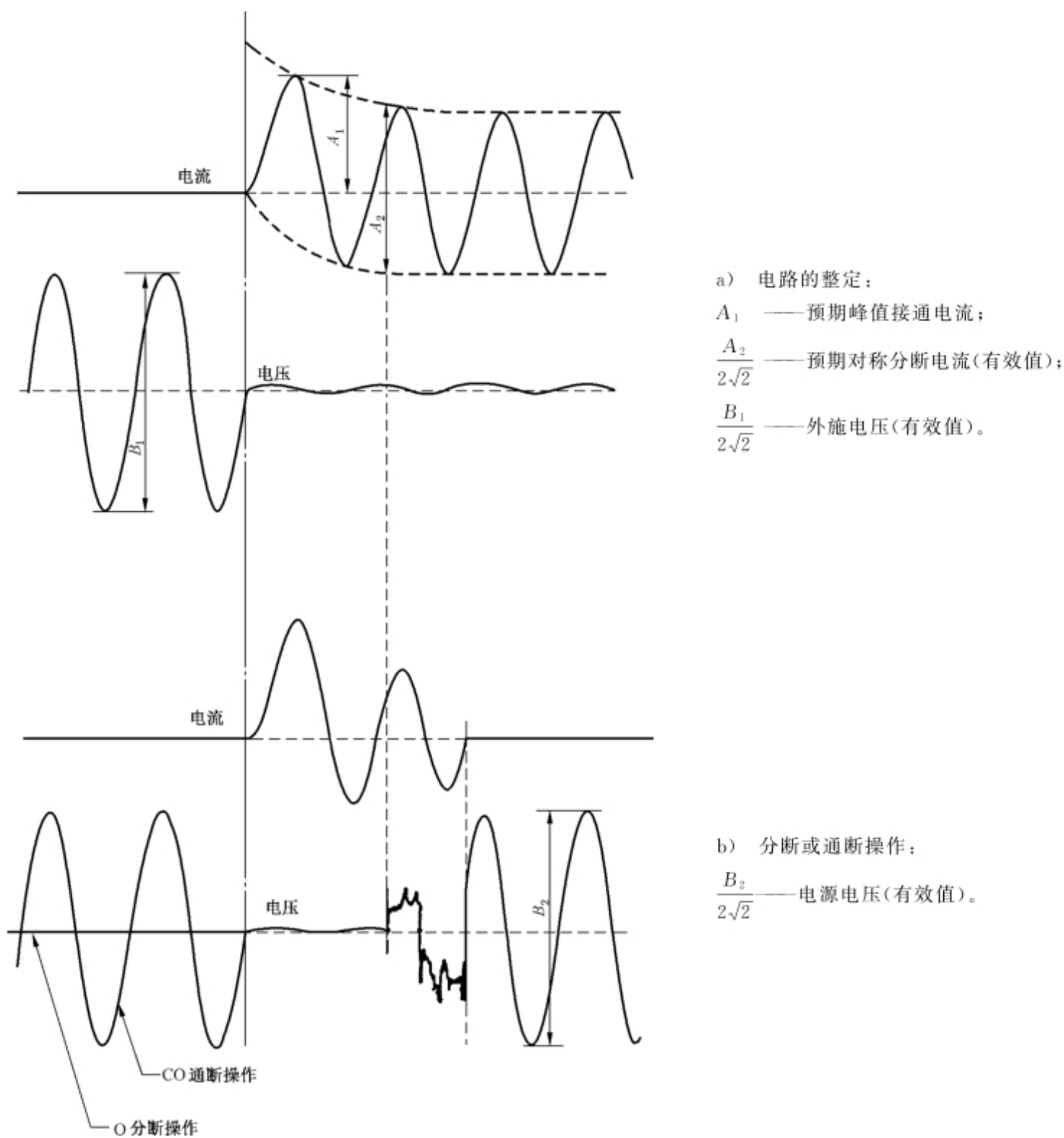
可调负载 X 与 R_l可设置在电源电路的高压侧，也可在电路的低压侧。

Ur1、Ur2、Ur3 可改变为连接在相与中性点之间。

如果要求在中性极与相邻极间进行附加试验，则连接线 C1 和 C2 拆除。

图 12 四极电器验证短路接通和分断能力的试验电路图

(见 9.3.4.1.2)



接通能力(峰值) = A_1 [见 8.3.4.1.8 b)、c)]。

分断能力(有效值) = $\frac{A_2}{2\sqrt{2}}$ [见 9.3.4.1.8 b)、c)]。

注 1：试验电流产生后,电压波形的幅值与接通闭合电器、可调阻抗、电压传感器的位置有关,并按试验电路图而变化。

注 2：假定整定波和试验时接通是同一瞬间。

图 13 单极电器在单相交流短路接通和分断试验波形记录的示例

(见 9.3.4.1.8)

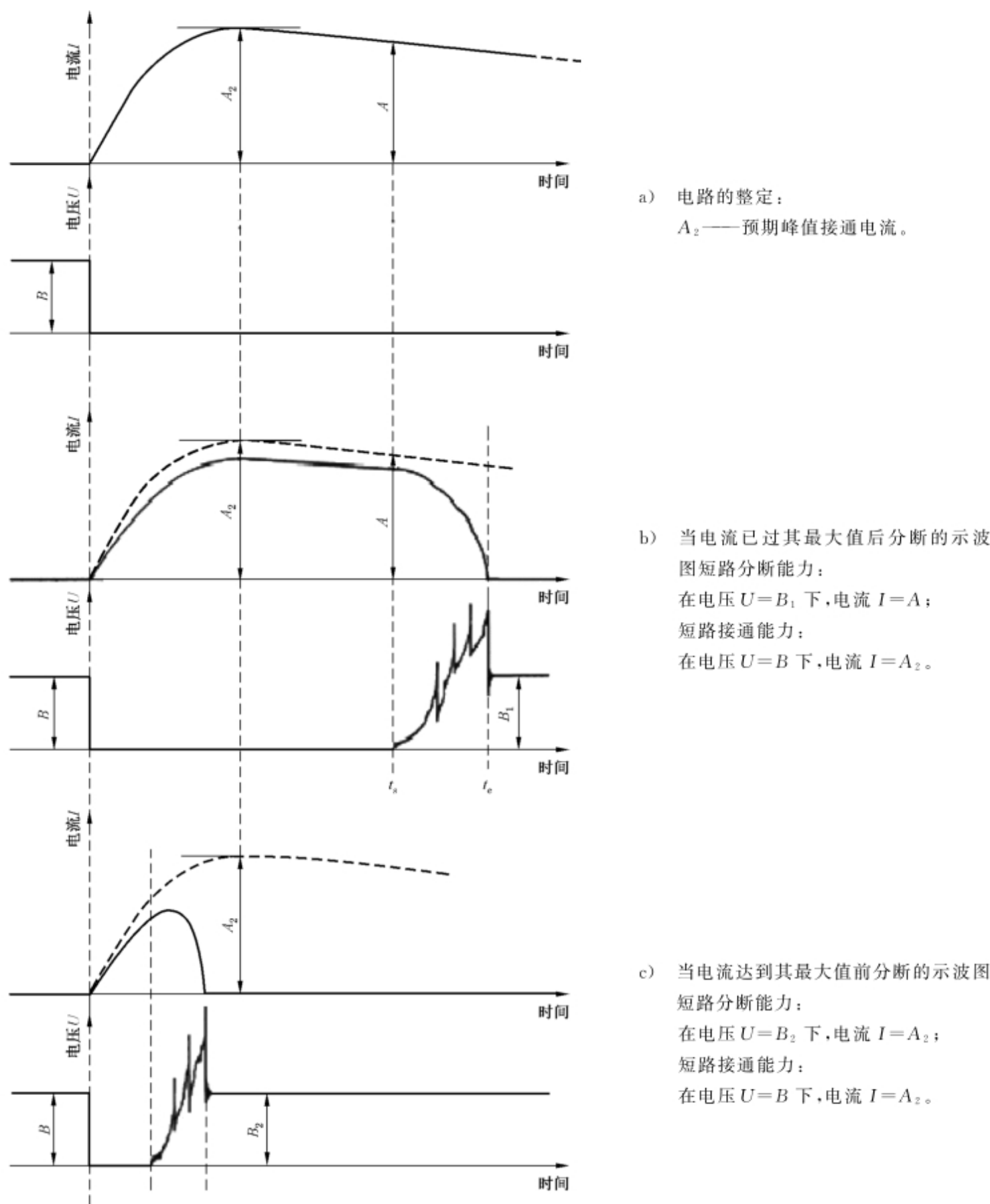
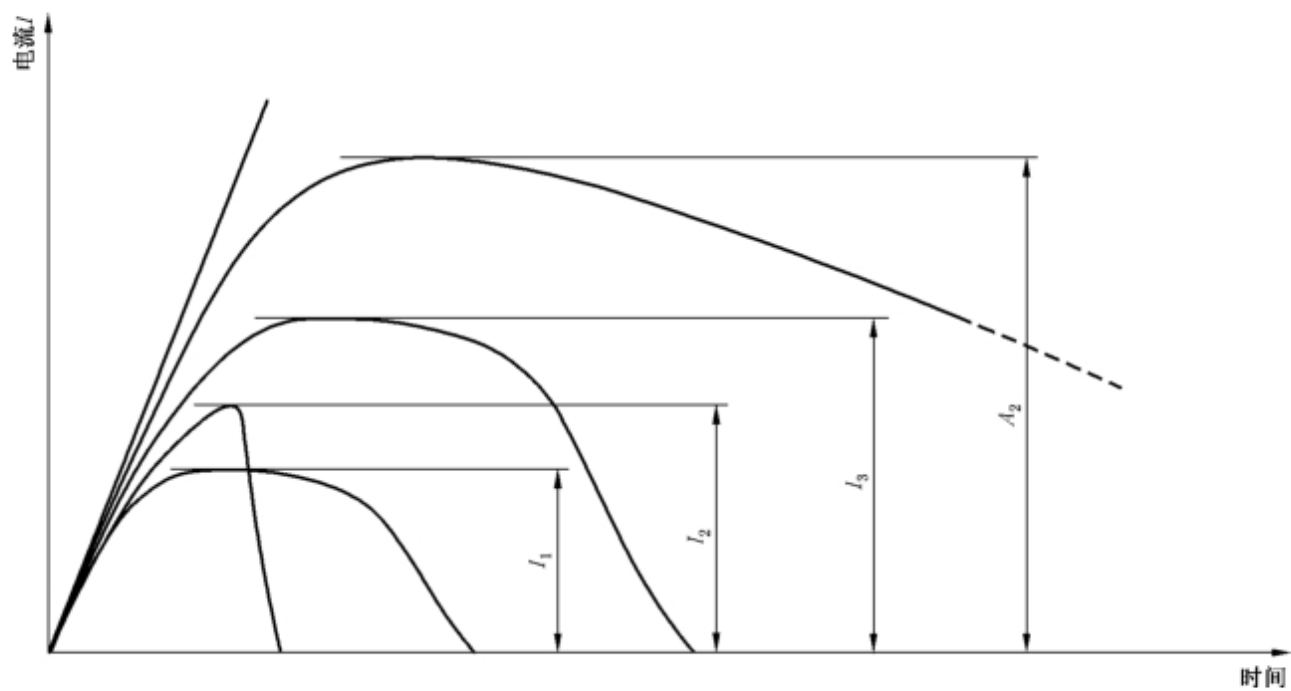


图 14 验证直流短路接通和分断能力

(见 9.3.4.1.8)



标引符号说明：
 I_1 ——第一次整定电流；
 I_2 ——实际分断电流；
 I_3 ——第二次整定电流；
 A_2 ——分断能力。

图 15 第一次试验电路整定所得的整定电流低于额定分断能力时预期分断电流的确定

[见 9.3.4.1.8 b)]

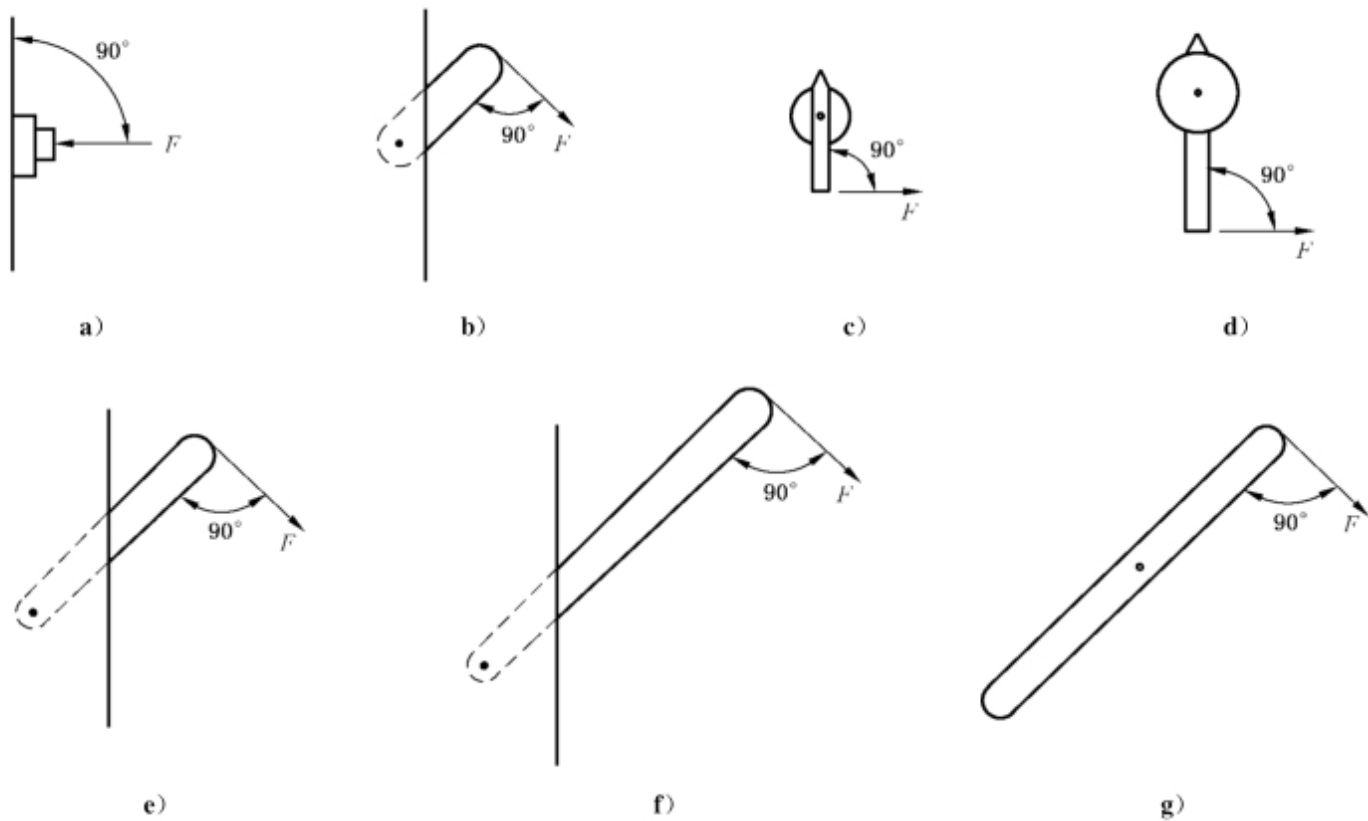


图 16 操动器试验力

(见 9.2.6.2.1 和表 17)

附录 A
(资料性)

低压开关设备和控制设备使用类别协调

GB/T 14048 系列标准为不同类型的低压开关设备和控制设备规定了要求。在不同的时期,由各种不同的 IEC 工作组为 GB/T 14048 系列涵盖的产品制定了标准。从而导致了 GB/T 14048 系列标准的类似应用中有许多使用类别名称。

本附录的目的是为表 A.1 中的低压开关设备和控制设备规定了协调框架。此外是为 GB/T 14048 系列标准中各部分涉及的产品规定一系列通用试验要求。

- 预期效益为:
- 通过将所有相似使用类别合并为一个通用使用类别来简化标准。
 - 帮助用户选择特定应用设备。

表 A.1 GB/T 14048 系列标准中所用的使用类别

电 流 种 类	有 关 产 品 标 准	使 用 类 别		典 型 用 途
		规 范 ^c	当 前 ^d	
交 流	GB/T 14048.3	AC-20	AC-20	空载条件
		AC-21	AC-21	阻性负载,包括适当的过载
		AC-22	AC-22	电阻电感混合负载,包括适当的过载
		AC-23	AC-23	电动机负载或其他高电感负载
	GB/T 14048.4	AC-1	AC-1	无感或微感负载
		AC-2	AC-2	绕线式电动机或者通断电阻电感混合负载,包括通断适中的过载
		AC-3	AC-3	笼型电动机
		AC-3e	AC-3e	控制高堵转电流的笼型电动机 ^e
		AC-4	AC-4	笼型电动机;反接制动与反向运转 ^e 、点动 ^b
		AC-5a	AC-5a	放电灯镇流器
		AC-5b	AC-5b	白炽灯
		AC-6a	AC-6a	变压器
		AC-6b	AC-6b	电容器组
		AC-8	AC-8a	密封制冷压缩机
		AC-8	AC-8b	密封制冷压缩机
	GB/T 14048.6	AC-2a	AC-52a	绕线式电动机定子;8 h 工作制,带载起动、加速、运转
		AC-2b	AC-52b	绕线式电动机定子;断续工作制
		AC-3a	AC-53a	笼型电动机;8 h 工作制,带载起动、加速、运转
		AC-3b	AC-53b	笼型电动机;断续工作制
		AC-8a	AC-58a	具有自动复位过载脱扣器的密封制冷压缩机中的电动机;8 h 工作制,带载起动、加速、运转
		AC-8b	AC-58b	具有自动复位过载脱扣器的密封制冷压缩机中的电动机;断续工作制

表 A.1 GB/T 14048 系列标准中所用的使用类别 (续)

电流 种类	有关 产品标准	使用类别		典 型 用 途
		规范 ^c	当前 ^d	
交流	GB/T 14048.12	AC-1	AC-51	无感或微感负载
		AC-5a	AC-55a	放电灯镇流器
		AC-5b	AC-55b	白炽灯
		AC-6a	AC-56a	变压器
		AC-6b	AC-56b	电容器组
	GB/T 14048.5 ^f	AC-12	AC-12	电阻性负载和光电耦合器隔离的固态负载
		AC-13	AC-13	变压器隔离的固态负载
		AC-14	AC-14	小容量电磁铁负载
		AC-15	AC-15	交流电磁铁负载
	GB/T 14048.10 ^g	AC-12 AC-140	AC-12 AC-140	电阻性负载和带光耦隔离器的固态负载 小型电磁铁负载,承载(闭合)电流 ≤ 0.2 A,如接触器式继电器
	GB/T 14048.11	AC-1	AC-31	无感或微感负载
		AC-2	AC-32	阻性和感性的混合负载(感性负载不超过30%),包括中度过载
		AC-3	AC-33	笼型电动机
		AC-3i	AC-33i	阻性和感性的混合负载(感性负载不超过70%),包括中度过载 ^h
		AC-5a	AC-35	放电灯镇流器
		AC-5b	AC-36	白炽灯
	GB/T 14048.9	AC-40	AC-40	配电电路,包括由组合电抗器组成的电阻性和电感性混合负载
		AC-1	AC-41	无感或微感负载
		AC-2	AC-42	绕线式电动机或者通断电阻电感混合负载,包括通断适中的过载
		AC-3	AC-43	笼型电动机
		AC-4	AC-44	笼型电动机;反接制动与反向运转 ^a 、点动 ^b
		AC-5a	AC-45a	放电灯镇流器
		AC-5b	AC-45b	白炽灯
	GB/T 17885	AC-7a	AC-7a	家用电器和类似用途的低感负载
		AC-7b	AC-7b	家用的电动机负载
		AC-7c	AC-7c	带补偿的放电灯控制的通断

表 A.1 GB/T 14048 系列标准中所用的使用类别（续）

电 流 种 类	有 关 产 品 标 准	使 用 类 别		典 型 用 途
		规 范 ^c	当 前 ^d	
直 流	GB/T 14048.3	DC-20	DC-20	在空载条件下闭合和断开
		DC-21	DC-21	阻性负载,包括适当的过载
		DC-22	DC-22	电阻电感混合负载,包括适当的过载(例如并激电动机)
		DC-23	DC-23	高电感负载(例如串激电动机)
	GB/T 14048.4	DC-1	DC-1	无感或微感负载
		DC-3	DC-3	并激电动机
		DC-5	DC-5	串激电动机
		DC-6	DC-6	白炽灯
	GB/T 14048.5 ^f	DC-12	DC-12	控制电阻性负载和光电耦合器隔离的固态负载
		DC-13	DC-13	控制电磁铁负载
		DC-14	DC-14	控制电路中有经济电阻的电磁铁负载
	GB/T 14048.10 ^g	DC-12	DC-12	控制电阻性负载和带光频隔离器的固态负载
		DC-13	DC-13	控制电磁铁负载
	GB/T 14048.11	DC-1	DC-31	无感或微感负载
		DC-3	DC-33	并激电动机
		DC-6	DC-36	白炽灯
	GB/T 14048.9	DC-40	DC-40	配电电路,包括由组合电抗器组成的电阻性和电感性混合负载
		DC-1	DC-41	无感或微感负载
		DC-3	DC-43	并激电动机
		DC-5	DC-45	串激电动机
		DC-6	DC-46	白炽灯

^a 反接制动与反向运转意指当电动机正在运转时通过反接电动机原来的联接方式,使电动机迅速停止或反转。

^b 点动意指在短时间内激励电动机一次或重复多次,以此使被驱动机械获得小的移动。

^c 拟按产品标准逐步采用统一的使用类别。

^d 在协调的使用类别过渡期间,当前的使用类别仍然有效。

^e 根据 GB/T 21210—2016 采用 NE 和 HE 方法进行设计的异步电动机。

^f 使用类别也适用于 GB/T 14048.14 和 IEC 60947-5-8。

^g 使用类别也适用于 GB/T 14048.13 和 GB/T 14048.19。

^h 基于转换开关电器产品的结构,增加 AC-33i,并对 AC-32 做进一步解释,与 GB/T 14048.11—2016 一致,今后根据产品技术发展和市场需求,将做进一步修订和更新。

附 录 B

空白

附 录 C
(规范性)
封闭电器的外壳防护等级

C.1 通用要求

对制造商规定了 IP 代码的封闭电器和具有整体外壳的电器应满足 IEC 60529 规定的要求,同时还应符合如下的修正和补充要求。

注:表 C.1 给出了进一步了解 IEC 60529 规定的 IP 代码。

IEC 60529 中适用于封闭电器的有关条款将在本附录中具体明确。

本文件的条款号与 IEC 60529 标准的条款号一一对应。

C.2 范围和目的

本附录适用于额定电压不超过 1 000 V(交流)或 1 500 V(直流)的封闭式开关设备和控制设备(下称“电器”)的外壳防护等级。

除 IEC 60529:1989 和 IEC 60529:1989/AMD1:1999 中第 2 章适用外,本附录增加了附加要求。

C.3 定义

IEC 60529:1989 和 IEC 60529:1989/AMD1:1999 中第 3 章适用,但定义“外壳”由本文件的 3.1.16 代替。

C.4 标识

IEC 60529:1989 和 IEC 60529:1989/AMD2:2013 中第 4 章适用,但字母 H、M 和 S 除外。

C.5 第一位特征数字所表示的防止接近危险部件和防止固体异物进入的防护等级

IEC 60529:1989 中第 5 章适用。

C.6 第二位特征数字所表示的防止水进入的防护等级

IEC 60529:1989、IEC 60529:1989/AMD1:1999 和 IEC 60529:1989/AMD2:2013 中第 6 章适用。

C.7 附加字母所表示的防止接近危险部件的防护等级

IEC 60529:1989 中第 7 章适用。

C.8 补充字母

IEC 60529:1989 中第 8 章适用,但字母 H、M 和 S 除外。

C.9 IP 代码的标识举例

IEC 60529:1989 中第 9 章适用。

C.10 标志

IEC 60529:1989 中第 10 章适用,并补充如下:

如指定 IP 代码只用于一种安装位置,则应采用 ISO 7000 中的 0623(2014-06)符号来标明,该符号

位于 IP 代码后面,用于规定电器的安装位置,例如垂直:



C.11 试验一般要求

C.11.1 IEC 60529:1989 中 11.1 适用。

C.11.2 IEC 60529:1989 中 11.2 适用,并补充如下。

所有试验应在无电的状态下进行。

某些器件(如按钮的外露表面)可通过目测检验。

试品的温度与实际环境温度之差不应超过 5 K。

对安装在已具有 IP 代码的空的外壳内的电器(见 IEC 60529:1989 中 11.5),补充如下要求:

a) 对于 IP1X~IP4X 和附加字母 A~D

用目测方法进行验证,应满足制造商说明书的要求。

b) 对于 IP6X 防尘试验

用目测方法进行验证,应满足制造商说明书的要求。

c) 对于 IP5X 防尘试验和 IPX1~IPX9 防水试验

封闭电器只要求在灰尘和水的进入可能影响电器的运行时进行验证。

IP5X 防尘和 IPX1 至 IPX9 防水试验,允许一定量的灰尘和水进入,但不能对电器产生有害的影响。每个内部电器的布置应单独考虑。

C.11.3 IEC 60529:1989 中 11.3 适用,并补充如下要求:

泄水孔和通风口应如同正常使用一样打开。

C.11.4 IEC 60529:1989 中 11.4 适用。

C.11.5 如果空外壳是作为封闭电器的一个部件,IEC 60529:1989 中的 11.5 适用。

C.12 第一位特征数字所表示的对接近危险部件防护的试验

IEC 60529:1989 中 12 适用,但 12.3.2 除外。

C.13 第一位特征数字所表示的防止固体异物进入的试验

IEC 60529:1989 和 IEC 60529:1989/AMD1:1999 中 13 适用,并补充如下要求。

C.13.4 第一位特征数字为 5 和 6 的防尘试验

防护等级 IP5X 的封闭电器应根据 IEC 60529:1989 和 IEC 60529:1989/AMD1:1999 中 13.4 第二种类型进行试验。

注 1: 特定产品标准中防护等级 IP5X 的电器可以根据 IEC 60529:1989 和 IEC 60529:1989/AMD1:1999 中 13.4 第一种类型进行试验。

防护等级 IP6X 的封闭电器应根据 IEC 60529:1989 和 IEC 60529:1989/AMD1:1999 中 13.4 第一种类型进行试验。

注 2: 根据本文件,防护等级 IP5X 的封闭电器一般认为符合防尘试验要求。

C.13.5.2 第一位特征数字为 5 的接受条件

IEC 60529:1989 中 13.5.2 适用于以下内容:

对灰尘的沉积是否会对电器的正常功能和安全产生影响有疑问时,应按下述方法进行电器的预处理和介电试验:

防尘试验后,采用 GB/T 2423.3—2016 规定的试验 Cab;恒定湿热试验方法在下述条件下验证预处理:

为了便于进行灰尘沉积验证试验,应把不借助工具可打开的罩壳和/或可移动部件移开。

在将电器放置在试验箱中进行试验之前,应把其放在具有正常环境温度下至少 4 h。

试验时间为连续 24 h。

在试验结束后,15 min 内把电器从试验箱中拿出,进行工频介电试验,试验时间为 1 min,电压值为 $2U_e$ (最大 U_e 值,至少 1 000 V)。试验电压的施加和验收标准应按照 9.3.3.4.1 中 3)c)和 3)d)的要求。

C.14 第二位特征数字所表示的防水进入的试验

C.14.1 试验方法

IEC 60529:1989 和 IEC 60529:1989/AMD2:2013 中 14.1 适用。

C.14.2 试验条件

IEC 60529:1989 和 IEC 60529:1989/AMD2:2013 中 14.2 适用。

C.14.3 接受条件

IEC 60529:1989 和 IEC 60529:1989/AMD2:2013 中 14.3 适用,并补充如下:

电器应进行工频介电试验,试验时间为 1 min,电压值为 $2U_e$ (最大 U_e 值,至少 1 000 V)。试验电压的施加和验收标准应按照 9.3.3.4.1 中 3)c)和 3)d)的要求。

C.15 附加字母所表示的接近危险部件防护的试验

IEC 60529:1989、IEC 60529:1989/AMD1:1999 和 IEC 60529:1989/AMD2:2013 中第 15 章适用。

C.16 对有关产品标准的要求

有关产品标准应根据 IEC 60529:1989 和 IEC 60529:1989/AMD2:2013 附录 B 的规定制定具体的技术细节(作为指南),同时考虑在本附录中规定的补充要求。

表 C.1 给出了 IP 代码的表示内容的进一步描述。

表 C.1 IP 代码

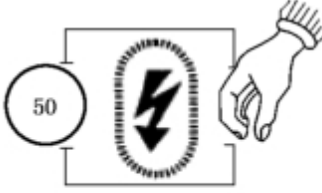
C.1a 第一位数字			
防止固体异物进入			防止人体接近 危险部件
IP	要求	举例	
0	无防护		无防护
1	直径 50 mm 的球形物体不应完全进入,不应触及危险部件		手背

表 C.1 IP 代码 (续)

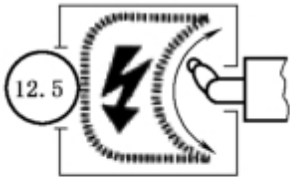
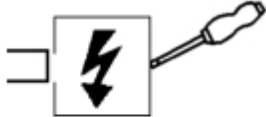
C.1a 第一位数字			
防止固体异物进入			防止人体接近 危险部件
IP	要求	举例	
2	直径 12.5 mm 的球形物体不应完全进入,试指应与危险部件有足够的间隙		手指
3	直径 2.5 mm 的试具不应进入		工具
4	直径 1.0 mm 的试具不应进入		金属线
5	允许有限的灰尘进入(没有有害的沉积)		金属线
6	完全防止灰尘进入		金属线
C.1b 第二位数字			
防止进水造成有害影响			防水
IP	简述	举例	
0	无防护		无防护
1	防止垂直下落滴水,允许少量水滴入		垂直滴水
2	防止当外壳在 15°范围内倾斜时垂直下落滴水,允许少量水滴入		与垂直面成 15°滴水

表 C.1 IP 代码（续）

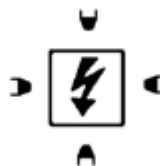
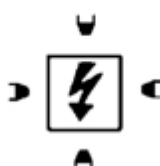
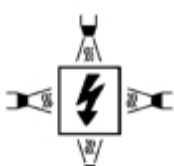
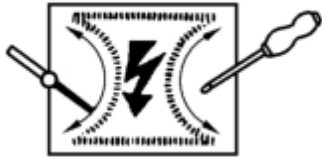
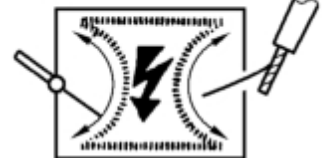
C.1b 第二位数字			
防止进水造成有害影响			防水
IP	简述	举例	
3	防止与垂直面成 60° 范围内淋水,允许少量水进入		少量淋水
4	防止任何方向的溅水,允许少量水进入		任何方向的溅水
5	防止喷水,允许少量水进入		任何方向的喷水
6	防止强烈喷水,允许少量水进入		任何方向的强烈喷水
7	防止 15 cm~1 m 深的浸水影响		短时间浸水
8	防止在有压力下长期浸水		持续浸水
9	防止高压和高温水喷射		任何方向的 强烈高温水喷射

表 C.1 IP 代码（续）

C.1c 附加字母(可选择)			
IP	要求	举例	防止人体接近危险部件
A 用于第一位 数字为 0	直径 50 mm 的球形物体进入到隔板,不应触及危险部件		手背
B 用于第一位 数字为 0、1	试指进入最大为 80 mm 不应触及危险部件		手指
C 用于第一位 数字为 1、2	当挡盘部分进入时,直径为 2.5 mm,长为 100 mm 的金属线不应触及危险部件		工具
D 用于第一位 数字为 2、3	当挡盘部分进入时,直径为 1.0 mm,长为 100 mm 的金属线不应触及危险部件		金属线

附录 D
(资料性)

夹紧件和夹紧件与连接器件之间的关系的举例

D.1 夹紧件在连接电器内

夹紧件在连接器件内的配置图见图 D.1。

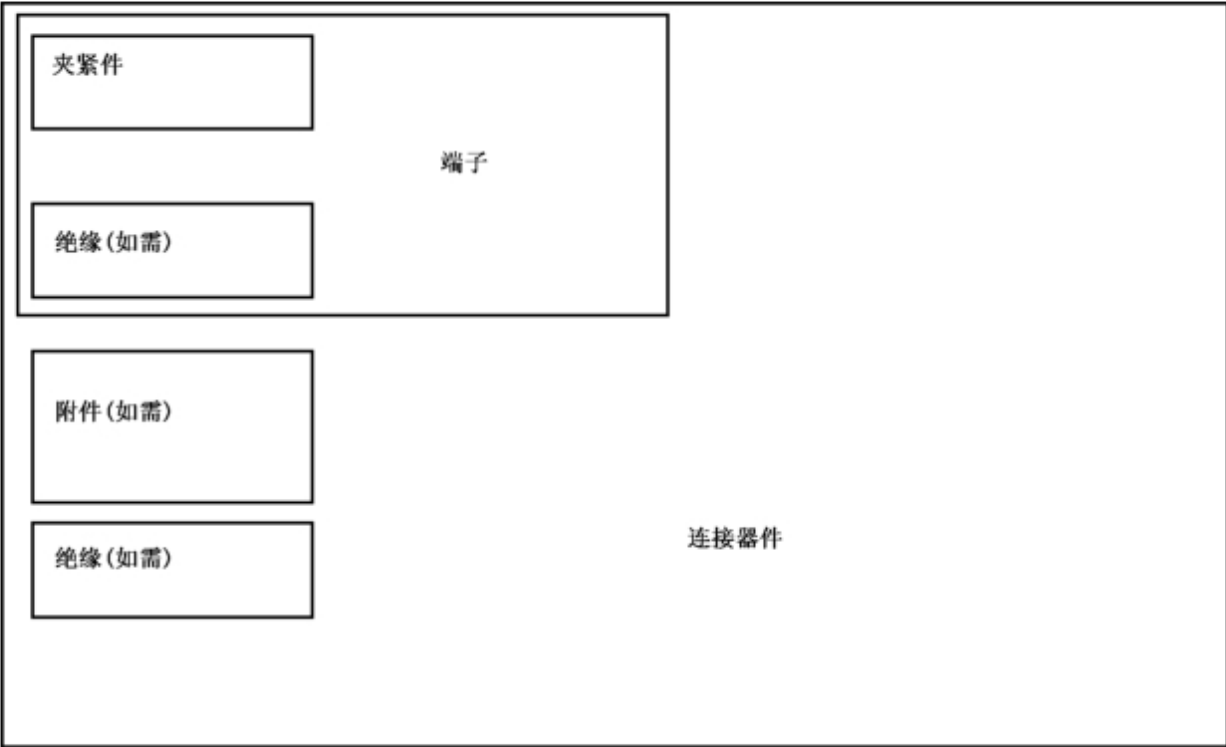
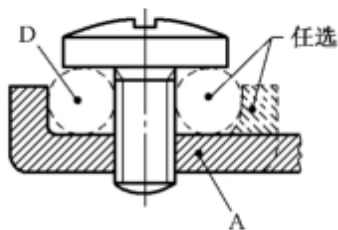


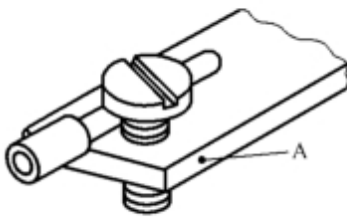
图 D.1 夹紧件在连接电器内

D.2 夹紧件举例

夹紧件举例见图 D.2～图 D.8。

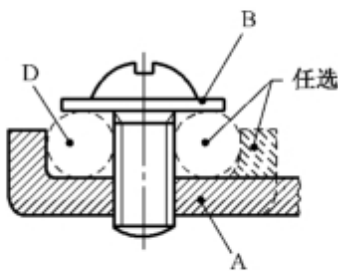


具有固定导体的导电部件(剖面图)

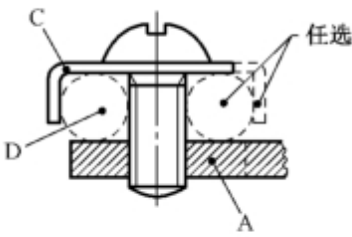


无附加的导体固定部件(简图)

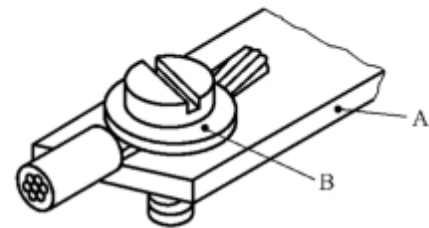
通过螺钉头直接压紧



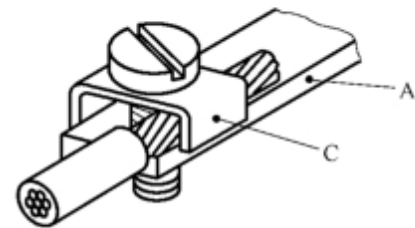
具有固定导体的施压部件(剖面图)



具有固定导体的施压部件(剖面图)



无附加的导体固定部件(简图)



具有固定导体的施压部件(简图)

通过中间部件间接压紧

标引序号说明：

A——固定部件；

B——垫圈或夹板；

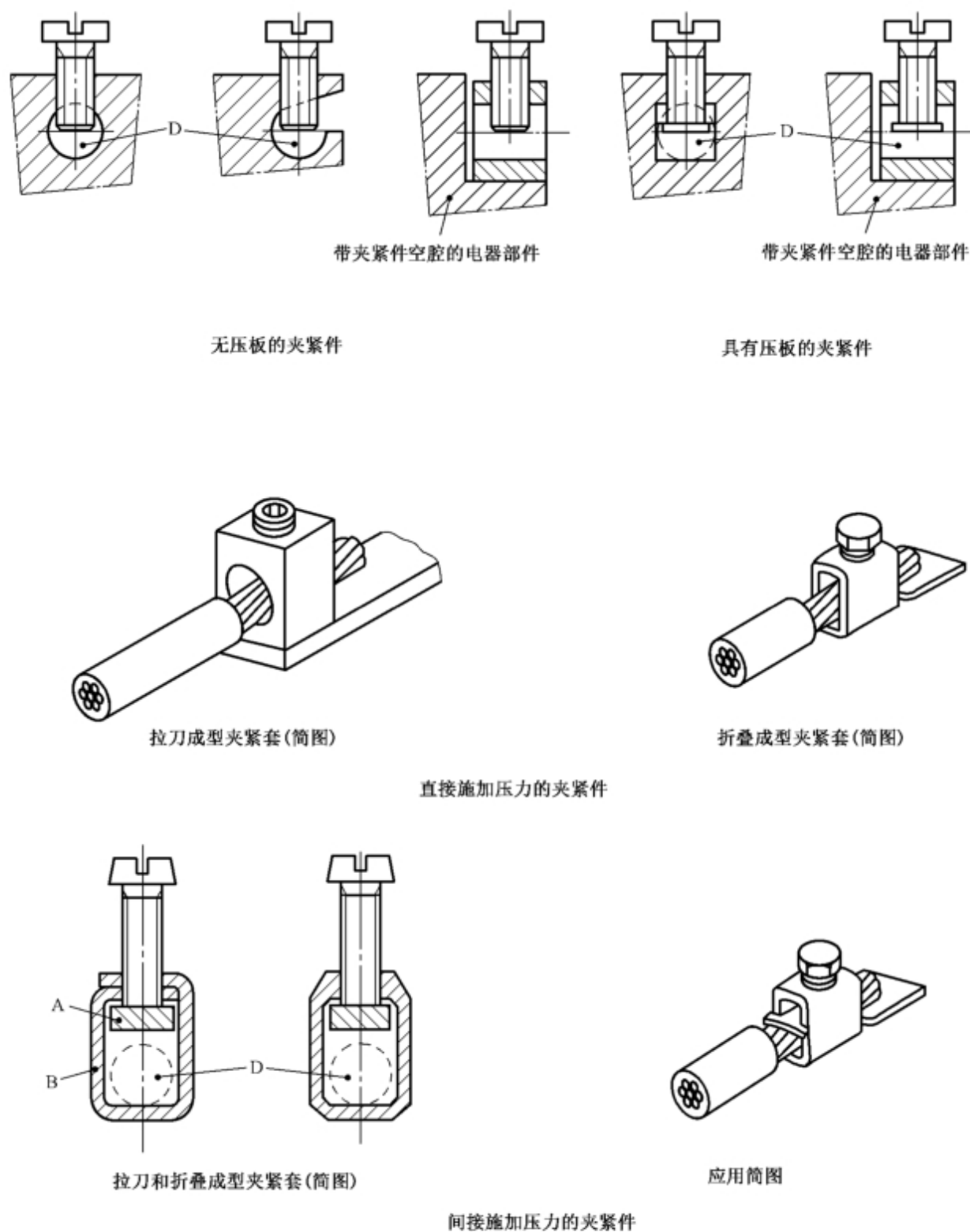
C——防松部件；

D——导体空间。

螺钉型夹紧件：是一种将导体压紧在一个或多个螺钉头下的夹紧件，其压紧力可直接由螺钉头施加或通过中间部件（例如：垫圈、压板或防松部件）施加。

注：上述例子并不禁止把导体分开放置在螺钉的两边。

图 D.2 螺钉型夹紧件



标引序号说明：

A——固定部件；

B——夹紧件本体；

D——导体空间。

柱式夹紧件：是一种将导体插入到孔中或空间中，导体由一个或多个螺钉的底部压紧的夹紧件，压紧力可用螺钉底部直接施加或由中间部件施加，中间部件的压力是由螺钉的底部施加的。

图 D.3 柱式夹紧件



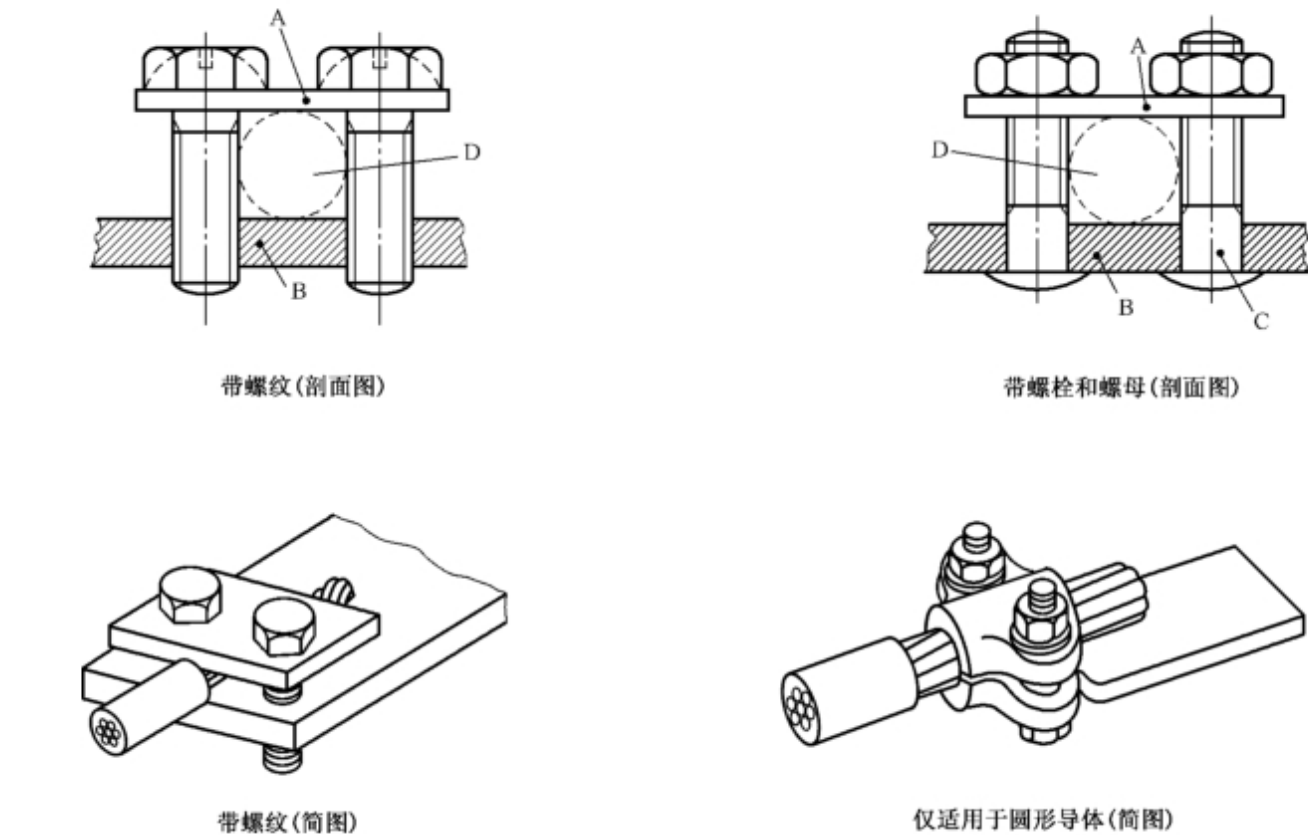
标引序号说明：

- A——固定部件；
- B——垫圈或夹板；
- C——防松部件；
- D——导体空间；
- E——螺栓。

螺栓型夹紧件：是一种由一个或两个螺母压紧导体的螺纹型夹紧件，压紧力可由一个适当形状的螺母直接施加，或通过中间部件（例如：垫圈、压板或防松部件）施加。

注：只要紧固导体的压力不是通过绝缘材料传递的，则导体定位的部件可以是绝缘材料。

图 D.4 螺栓型夹紧件

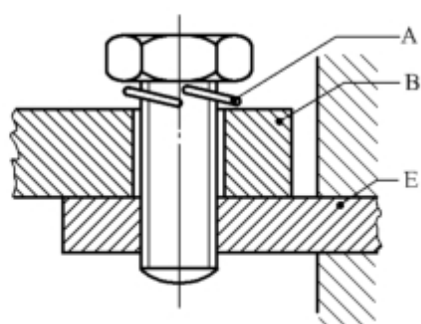


标引序号说明：

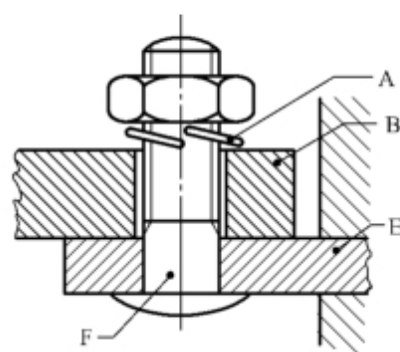
- A——鞍型压板；
- B——固定部件；
- C——螺栓；
- D——导体空间。

螺纹型夹紧件：是一种借助两个或多个螺母或螺钉由鞍形压板压紧导体的螺纹型夹紧件。

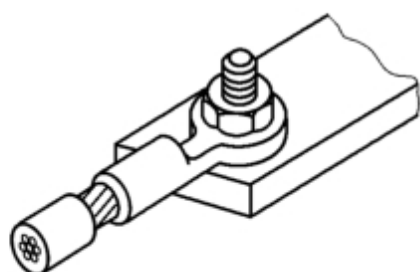
图 D.5 鞍形夹紧件



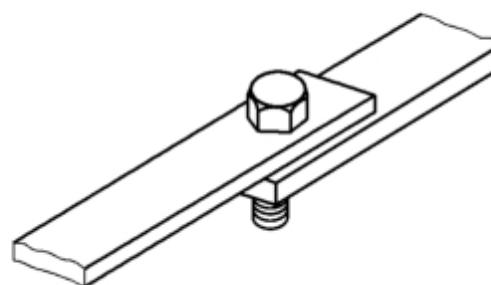
接线杆与螺钉连接(剖面图)



接线杆与螺栓连接(剖面图)



环形(简图)



接线杆连接(简图)

标引序号说明：

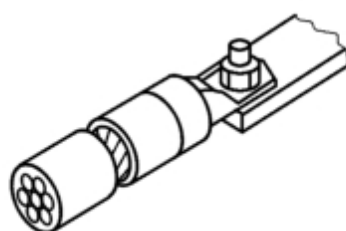
A——弹簧垫圈；

B——电缆接线片或接线杆；

E——固定部件；

F——螺栓。

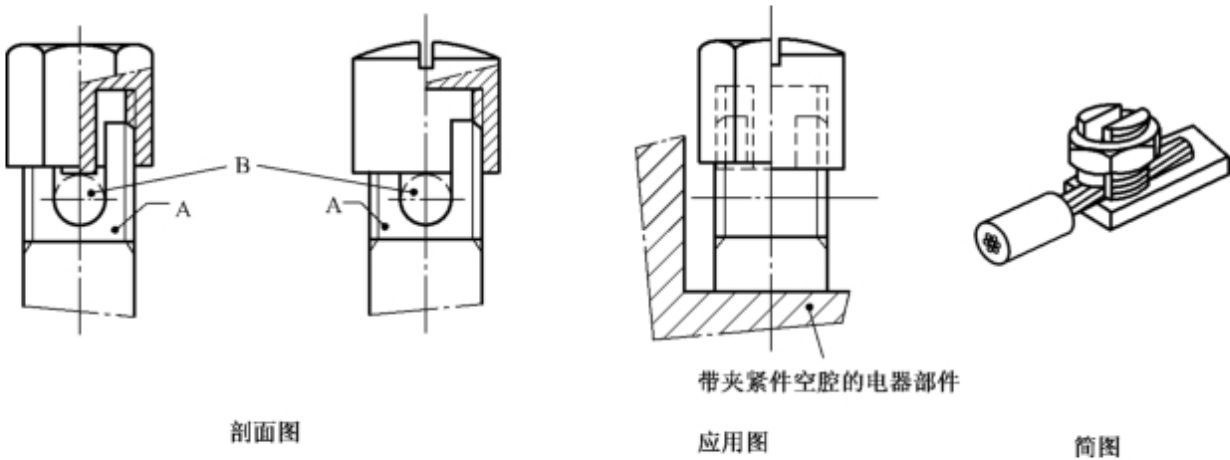
接线片式夹紧件：是一种利用螺钉或螺母压紧电缆接线片或接线杆的螺钉夹紧件或螺栓夹紧件。



终端连接(简图)

注：电缆接线片的全部尺寸示例见附录 P。

图 D.6 接线片式夹紧件



标引序号说明：

A——固定部件；

B——导体空间。

罩式夹件：是一种利用螺母将导体压在一个具有螺纹的螺杆内的槽中的螺纹型夹件，导体靠螺母下的一个适当形状的垫圈压紧在槽中，如果螺母为杯形螺母，靠中心销或用相同效用的方法把压力从螺母传递到槽中导体上。

图 D.7 罩式夹件

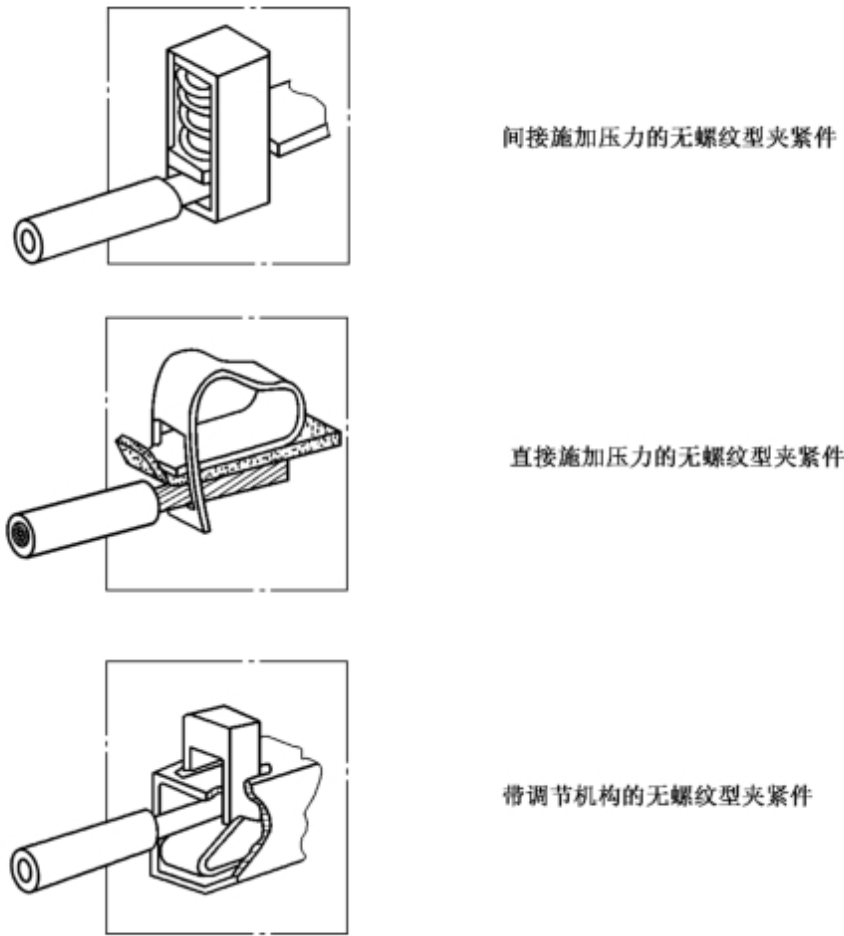


图 D.8 无螺纹型夹件(简图)

附录 E

(资料性)

调整负载电路方法的说明

为了调整负载电路以获得规定的特性,在实际试验中可采用几种方法。下面介绍一种方法。

原理图见图 8。

瞬态恢复电压的振荡频率 f 和 γ 主要取决于负载电路的固有振荡频率及其阻尼。因为这些数值和外部施加电路的电压及频率无关,因此可用一交流电源供电给负载电路进行调整,该电源的电压和频率可不同于用以试验的电器的电源的电压和频率。电流过零时电路由一个二极管分断,恢复电压的振荡波形可在示波器上显示出来,其示波器扫描频率应与电源频率相同(见图 E.1)。

为了进行可靠的测量,负载电路由高频信号发生器 G 供电,高频信号发生器应提供一个适合二极管的电压,选取发生器的频率等于:

- a) 试验电流小于或等于 1 000 A 为 2 kHz;
- b) 试验电流高于 1 000 A 为 4 kHz。

与发生器串联的有:

- 对上述 a) 和 b) 两种情况,分别具有电阻值 R_a 大于负载电路阻抗的降压电阻 [$R_a \geq 10 Z$, 此处 $Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$, 式中 $\omega = 2\pi \times 2\,000\text{ s}^{-1}$ 或 $\omega = 2\pi \times 4\,000\text{ s}^{-1}$];
- 瞬时截止的开关二极管 B,一般为用于计算机的二极管,例如正向额定电流不超过 1 A 的扩散结硅开关二极管。

由于发生器 G 产生高频值,负载电路实际上是纯电感性的。因此在电流过零瞬间,负载电路两端的外施电压为其峰值。为保证负载电路元件是适合的,应在屏幕上进行检验,使瞬态电压曲线在其起始点上(图 E.1 中 A 点)具有实际上为水平的切线。

实际的系数 γ 是 U_{11}/U_{12} 的比值, U_{11} 是屏幕上的读数, U_{12} 是 A 点的纵坐标与高频发生器不再供电给负载电路时波形的纵坐标之间的读数(见图 E.1)。

若在没有并联电阻 R_p 或并联电容 C_p 的负载电路中观察瞬态电压时,则可在屏幕上读到负载电路的固有振荡频率。应注意示波器的电容或引线不应影响负载电路的共振频率。

如果固有振荡频率超过所需 f 值的上限,则可并联适当值的电容 C_p 和 R_p 来获得适当的频率值和系数 γ 。电阻 R_p 应是非电感性的。

由于负载电路的特性与电路的接地点有关,本附录推荐两种负载电路的调整方法:

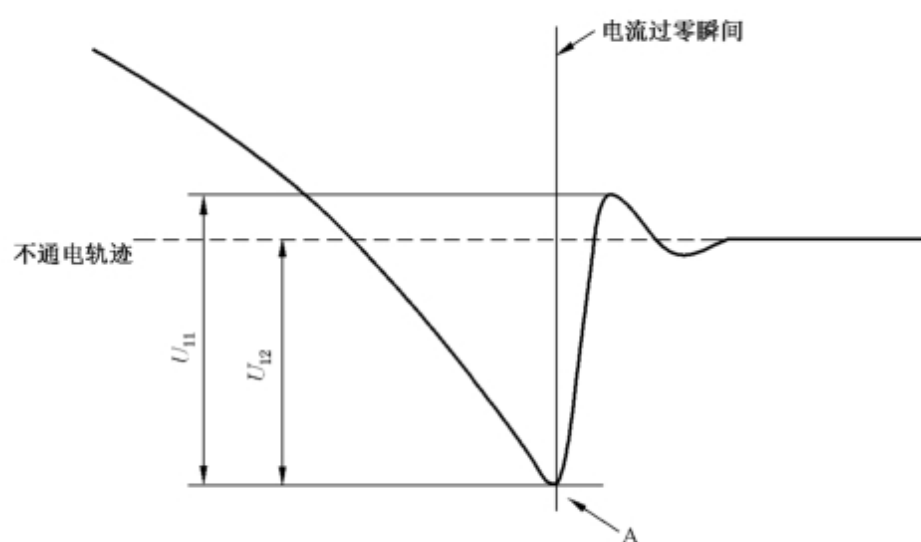
- a) 对于接地点位于负载端星形点的情况:三相负载电路的每一相应单独进行调整,见图 8a);
- b) 对于接地点位于电源端星形点的情况:三相负载电路中的一相与并联的另外两相串联后进行电路的调整,见图 8b)。应以所有可能的组合将三相依次连接到高频发生器来重复进行调节。

注 1: 高频发生器 G 产生的频率愈高,则在屏幕上愈容易观察并改善结果。

注 2: 可采用其他的确定频率和系数 γ 的方法(如用方波电流供给负载电流)。

注 3: 对于负载联接成星形的试验电路,如果在调整电路与试验之间短接负载的方式不变(接地或悬空),则 R 的两端或 X 的两端都可以联接。

注 4: 需注意的是,对高频发生器接地点的泄漏电容量不应影响电路的实际振荡频率有任何影响。

图 E.1 确定系数 γ 实际数值的方法

附录 F

(资料性)

短路功率因数或时间常数的确定

注：目前尚无精确的方法确定短路功率因数或时间常数，但为了本文件的需要，可以用以下的方法之一确定试验电路的功率因数或时间常数。

F.1 短路功率因数的确定

F.1.1 方法 1——根据直流分量确定功率因数或时间常数

根据短路瞬间和触头分开瞬间的非对称电流波形的直流分量曲线可确定相角 φ ，其方法如下。

a) 用直流分量公式确定时间常数 L/R 。

直流分量见公式(F.1)

$$i_d = I_{do} e^{-Rt/L} \dots\dots\dots (F.1)$$

式中：

- i_d ——在瞬间 t 时的直流分量值；
- I_{do} ——开始瞬间的直流分量值；
- L/R ——电路的时间常数，单位为秒(s)；
- t ——从开始瞬间算起的时间，单位为秒(s)；
- e ——自然对数的底。

时间常数 L/R 可按下述方式确定：

- 1) 测量短路瞬间的 I_{do} 值和触头分开前另一瞬间 t 时的 i_d 值；
- 2) 用 i_d 除以 I_{do} ，确定 $e^{-Rt/L}$ ；
- 3) 根据 e^{-x} 值表确定与 i_d/I_{do} 之比相应的 $-x$ 值。

x 值代表 Rt/L ，由此得到 R/L 值。

b) 根据 $\varphi = \arctg \omega L/R$ 确定相角 φ ，其中 ω 等于实际频率的 2π 倍。

当用电流互感器测量电流时不应采用本方法，除非有适当的措施消除如下两点引起的误差：
——互感器的时间常数和它的初级线路负载；
——瞬时磁通与可能的剩磁叠加产生的磁饱和。

F.1.2 方法 2——用辅助发电机确定功率因数或时间常数

当辅助发电机与试验发电机同轴运行时，首先可在波形图上比较辅助发电机和试验发电机电压相位，然后比较辅助发电机电压与试验发电机的电流相位。

用辅助发电机电压和主发电机电压间的相角差和辅助发电机电压与试验发电机电流的相角差可求出试验发电机电压和电流的相角，由此可确定功率因数。

F.2 短路时间常数的确定(波形图法)

电路校正波形图上升曲线上相应于纵坐标 $0.632A_2$ 的横坐标即为时间常数值(见图 14)。

附录 G

(资料性)

电气间隙和爬电距离的测量

G.1 基本要求

在图 G.3～图 G.13 中规定的槽的宽度 X 基本上适用于以污染等级为函数的所有例子,如表 G.1。

表 G.1 槽的最小宽度

污染等级	槽宽度的最小值 mm
1	0.25
2	1.0
3	1.5
4	2.5

对于承载触头的固定的和移动的绝缘材料间的爬电距离,具有相对运动的绝缘材料间无最小 X 值的要求(见图 G.2)。

如果有关的电气间隙小于 3 mm,槽最小宽度可减小至该电气间隙的 1/3。

测量电气间隙和爬电距离的方法示于以下图 G.3～图 G.13 中,这些举例对气隙与槽之间或绝缘型式之间没有区别。

而且:

- 假定任意角被宽度为 X mm 的绝缘联接在最不利的位置下桥接(见图 G.5);
- 当横跨槽顶部的距离为 X mm 或更大时,沿着槽的轮廓测量爬电距离(见图 G.6);
- 当运动部件处于最不利的位置时,测量运动部件之间的电气间隙和爬电距离。

G.2 筋的使用

由于筋受污染物的影响小以及筋的干透效果较好,筋的使用大大地减少了泄漏电流的形成。因此假设筋的最小高度为 2 mm 时,爬电距离可以减少至规定值的 0.8 倍(见图 G.1)。

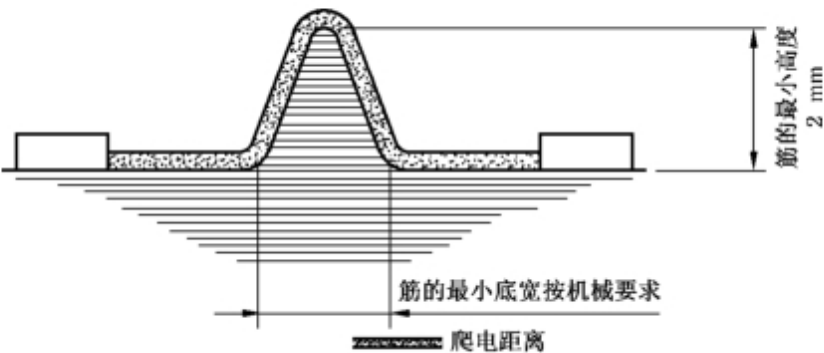


图 G.1 筋的测量

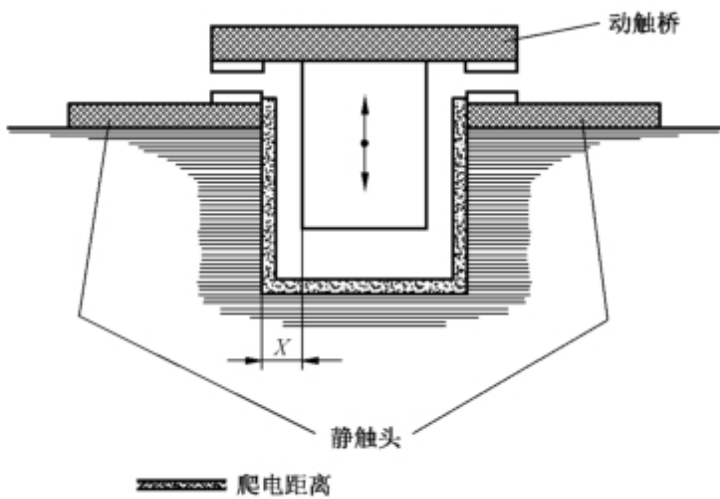
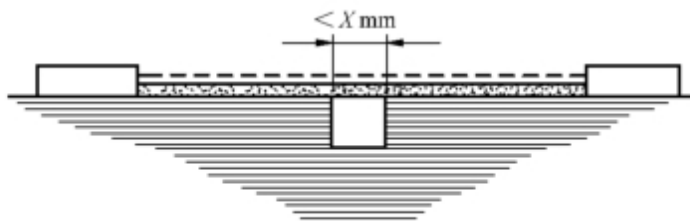


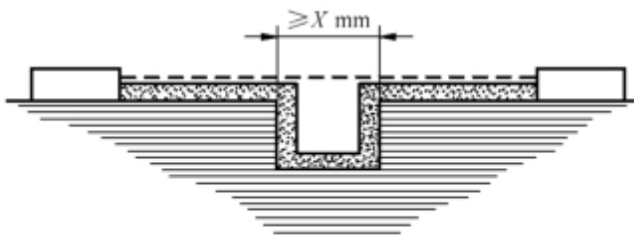
图 G.2 触头支持用固定的和移动的绝缘件间的爬电距离



条件:该爬电距离路径包括宽度小于 $X \text{ mm}$ 而深度为任意的平行边或收敛形边槽。
规则:爬电距离和电气间隙如图所示,直接跨过槽测量。

----- 电气间隙 爬电距离

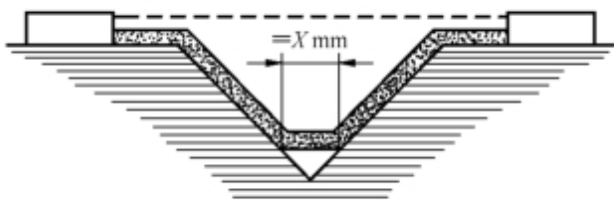
图 G.3 示例 1



条件:爬电距离路径包括任意深度且宽度大于或等于 $X \text{ mm}$ 的平行边槽。
规则:电气间隙是“虚线”的距离,爬电距离路径沿槽的轮廓。

----- 电气间隙 爬电距离

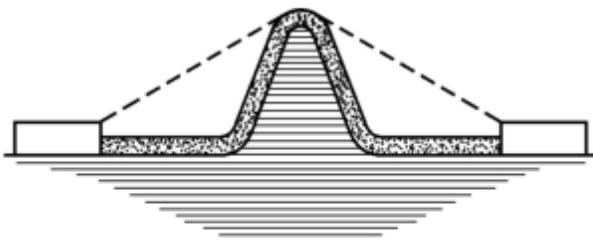
图 G.4 示例 2



条件:爬电距离路径包括宽度大于 X mm 的 V 形槽。
规则:电气间隙是“虚线”的距离,爬电距离路径沿着槽的轮廓但被 X mm 联结把槽底“短路”。

----- 电气间隙 爬电距离

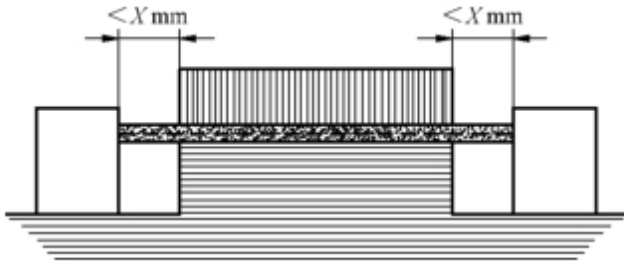
图 G.5 示例 3



条件:爬电距离路径包括一条筋。
规则:电气间隙是通过筋顶的最短空气路径,爬电距离沿着筋的轮廓。

----- 电气间隙 爬电距离

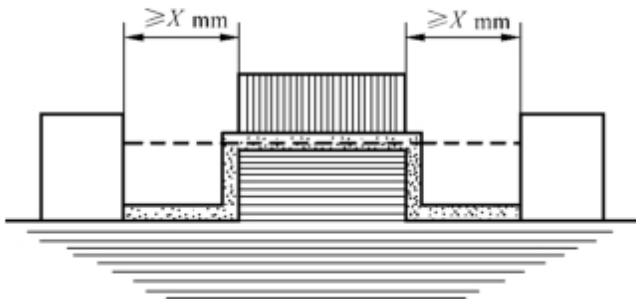
图 G.6 示例 4



条件:爬电距离路径包括一条未浇合的接缝以及每边的宽度小于 X mm 的槽。
规则:爬电距离和电气间隙路径是“虚线”所示距离。

爬电距离

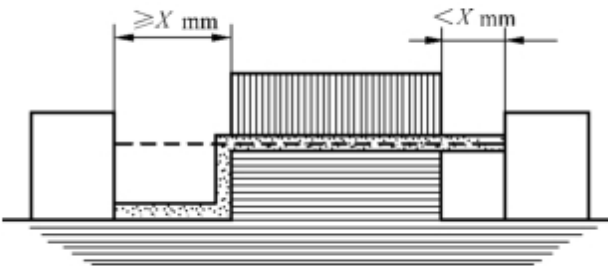
图 G.7 示例 5



条件:爬电距离路径包括一条未浇合的接缝以及每边的宽度大于或等于 X mm 的槽。
规则:电气间隙为“虚线”的距离,爬电途径沿着槽的轮廓。

----- 电气间隙 爬电距离

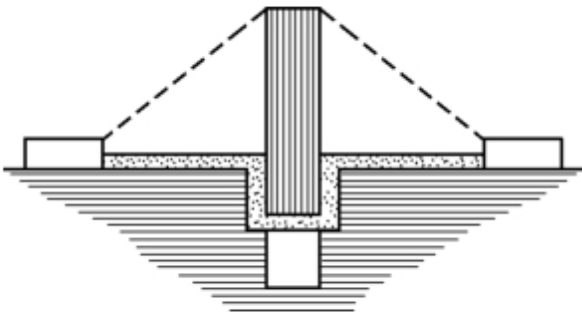
图 G.8 示例 6



条件：爬电距离路径包含一条未浇合的接缝以及一边宽度小于 $X\text{ mm}$ 而另一边宽度大于或等于 $X\text{ mm}$ 的槽。
规则：电气间隙和爬电距离路径如图所示。

----- 电气间隙  爬电距离

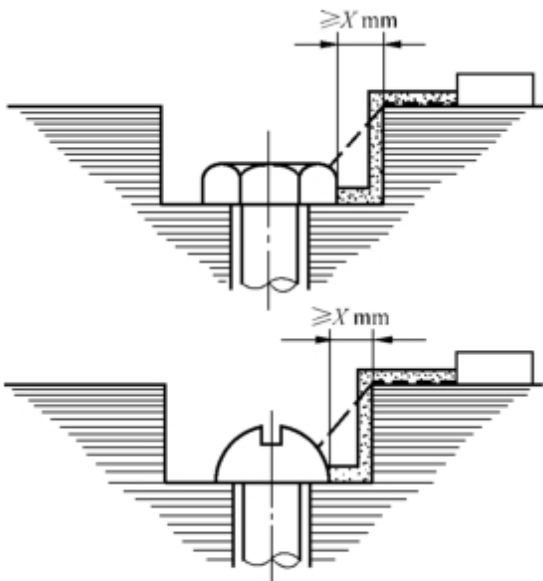
图 G.9 示例 7



条件：穿过一条未浇合的接缝的爬电距离小于通过隔板的爬电距离。
规则：电气间隙是通过隔板顶部的最短直接空气路径。

----- 电气间隙  爬电距离

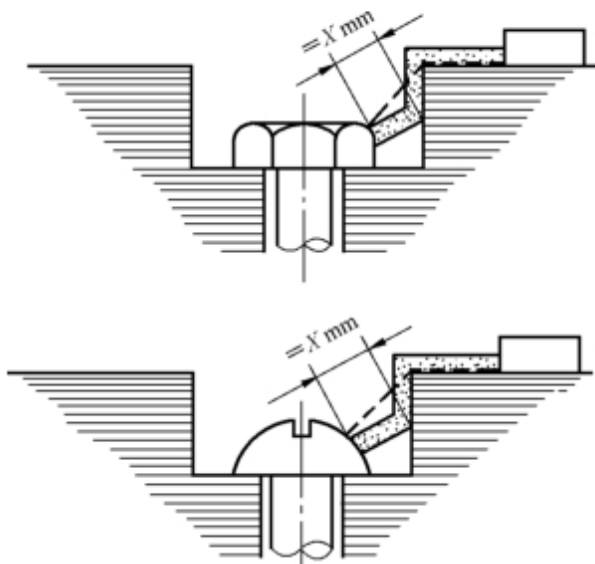
图 G.10 示例 8



条件：螺钉头与凹壁之间的间隙足够宽需加以考虑。
规则：电气间隙和爬电距离路径如图所示。

----- 电气间隙  爬电距离

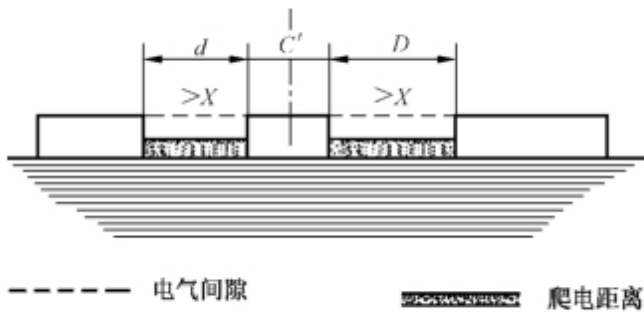
图 G.11 示例 9



条件:螺钉头与凹壁之间的间隙过分窄小而不被考虑。
规则:当螺钉头到壁的距离为 $X\text{ mm}$ 时的测量爬电距离。

----- 电气间隙  爬电距离

图 G.12 示例 10



标引序号说明:
 C' ——可浮动部件;
电气间隙为 $d + D$ 的距离,爬电距离也为 $d + D$ 。

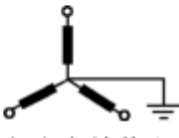
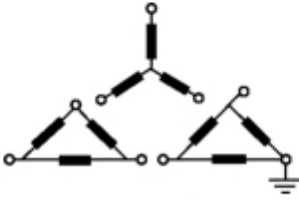
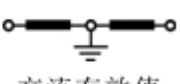
图 G.13 示例 11

附录 H
(资料性)

电源系统的标称电压与电器的额定冲击耐受电压的关系

本附录给出了如何选择电气系统或其中一部分的电路内使用的电器的必要信息。
表 H.1 提供了电源系统标称电压与相应的电器额定冲击耐受电压关系的实例。
表 H.1 给出的额定冲击耐受电压值是基于浪涌抑制器的性能特征。
注：能认识到控制表 H.1 数值相应的过电压也能在电源系统适当的条件下取得，例如存在适当的阻抗或电缆馈线。
在这种情况下，当控制过电压是采用浪涌抑制器以外的方法时，在 GB/T 16895.10 中给出了电源系统标称电压与电器额定冲击耐受电压之间的关系指南。

表 H.1 根据 IEC 60099-1 规定的浪涌抑制器进行过电压保护时，电源系统的标称电压与电路的额定冲击耐受电压的对应关系

额定工作电压对地最大值 交流有效值或直流/V	电源系统的标称电压(≤电器的额定绝缘电压)				在海拔 2 000 m 处额定冲击耐受电压优先值 (1.2/50 μs)/kV			
	 交流有效值/V	 交流有效值/V	 交流有效值或直流/V	 交流有效值或直流/V	过电压类别			
					IV	III	II	I
					电源进线点 (进线端)水平	配电 电路水平	负载 (装置 电器)水平	特殊 保护水平
50	—	—	12.5, 24, 25, 30, 42, 48	60~30	1.5	0.8	0.5	0.33
100	66/115	66	60	—	2.5	1.5	0.8	0.5
150	120/208 127/220	115, 120, 127	110, 120	220~110, 240~120	4	2.5	1.5	0.8
300	220/380, 230/400 240/415, 260/440 277/480	220, 230 240, 260 277	220	440~220	6	4	2.5	1.5
600	347/600, 380/660 400/690, 415/720 480/830	347, 380, 400 415, 440, 480 500, 577, 600	480	960~480	8	6	4	2.5
1 000	—	660 690, 720 830, 1 000	1 000	—	12	8	6	4

附 录 I
(规范性)
耐湿性能及其要求

I.1 电器耐湿性能

I.1.1 一般要求

电器应具有适应在正常工作条件中可能发生的湿度作用的能力,因此应验证电器适应潮湿环境的能力。本文件宜采用交变湿热试验对产品进行耐湿性能考核。

I.1.2 试验 Db:交变湿热试验(GB/T 2423.4—2008)

电器以凝露为主要受潮机理或呼吸作用能加快水气进入电器时,宜采用交变湿热试验。试验时温度、湿度在每个周期中交替地作“高温高湿”和“低温高湿”的变化,试验严酷等级由高温温度和周期数来决定,高温温度为 40℃,周期数为 2、6、12、21、56 昼夜;高温温度为 55℃时周期数分为 1、2、6 昼夜。

对于预期用于周围空气温度不超过 40℃的电器,优先采用高温温度为 40℃、周期数为 6 昼夜的严酷等级进行试验。对于预期用于周围空气温度上限值高于 40℃而不超过 55℃的电器,按附录 Q 中的相关规定进行试验。

I.2 被试电器的试前条件

除非另有规定,电器如有出口孔或敲落孔的话,应把出口孔或至少一个敲落孔打开。不借助工具能拆卸的部件应拆卸并与主部件一起承受潮湿试验,如盖罩等都应打开。被试电器(试品)在放入湿热试验室(或箱)以前应存放在室温条件下不少于 4 h。

I.3 试验方法

交变湿热试验室(箱)的要求见 GB/T 2423.4—2008 中第 4 章。条件试验见 GB/T 2423.4—2008 中第 7 章,降温时相对湿度应选用不低于 95%,在条件试验结束前(“低温高湿”阶段)1 h 或 2 h 中验证试品工频耐压。

I.4 试验结果的判定

试验结果应按下列要求判定:

- a) 结束前,按 $2U_n$,不小于 1 000 V,进行 1 min 的工频耐压试验,应无绝缘击穿闪络现象;
- b) 试验后,被试电器进行外观检查,应无影响其继续使用的变化;
- c) 如有关产品标准有要求的话,试验后试品应进行动作条件的复验或其他性能要求的复验。

附 录 J
(资料性)
涉及制造商与用户的协议条款

对本附录而言：
——“协议”包括非常广泛的内容(例如：制造商目录中提供的信息是协议的一种形式)；
——“用户”包括试验站。

标准条款号	条款内容及名称
3.2.4	特殊试验
7.1	非标准使用条件
7.1.1	用于环境温度高于+40℃或低于-5℃范围的电器
7.1.2	用于海拔高于2 000 m的电器
7.2	如运输和储存时的条件不同于本条规定时
8.2.1.2	锁扣机械的操作极限
8.2.2.1	绝缘材料满足 GB/T 11021—2014 和/或 GB/T 11026.2(由制造商说明)
8.2.2.2(表 2)	连接导体的截面积明显小于表 9 和表 10 所列要求时的使用
8.2.2.3(表 3)	制造商应提供电阻器外壳温升限值数据
8.2.2.7	脉动操作线圈的工作条件(由制造商确定)
9.1.1	特殊试验
9.1.4	抽样试验
9.2.5.3	扁铜导体的弯曲试验
9.3.2.1	为了方便试验提高试验的严酷度。 预期用于多种型式或尺寸外壳中的电器在最小外壳中试验
9.3.2.2.2	较严酷的试验(与制造商协商)。 在 50 Hz 条件下试验合格的电器也可用于 60 Hz(或相反),见表 18 的注 2
9.3.2.2.3(注 3)	增加工频恢复电压的上限(与制造商协商)
9.3.3.3.4 主电路的温升试验	用交流电源试验直流电器(与制造商协商)。 用单相电流试验多极电器。 试验电流高于 3 150 A 时的导体连接。 横截面积小于表 9、表 10 和表 11 规定值导体的使用(与制造商协商)
9.3.3.4.1	工频电压或直流电压下的介电试验(与制造商协商)
9.3.3.5.2(注 3) 9.3.4.1.2(注 2)	a) 预期故障电流小于 1 500 A 的认可条件(与制造商协商)。 b) 在短路试验时的试验电路,分流空芯电抗器的电阻不同于 b)规定时。 c) 短路试验时的试验电路图不同于图 9、图 10、图 11 或图 12 时
9.3.4.3	提高试验电流 I_{cw} 值。 验证直流额定电器承载交流 I_{cw} 的能力

附录 K

(规范性)

确定功能安全性应用中所用机电式电器可靠性数据的步骤

K.1 通则

K.1.1 简介

由制造商自行决定是否提供数据。

K.1.2 本附录范围

本附录规定了用于确定高需求功能安全应用的机电式电器性能方面的特定数据程序或 IEC 61508(所有部分)中定义的持续运行模式的特定的数据程序。

本方法不适用于电子部件。

非机电式电器可参照 GB/T 20438.6 关于计算失效概率的导则。电子部件的失效率应用可靠性数据手册来评定。

注：依照本附录使用的可靠性数据不适用于低需求应用。运行的低需求模式正在考虑中。

在功能安全性标准包括 IEC 61508(所有部分)、IEC 62061、GB/T 16855.1—2018 都规定了这些数据。

产品标准应定义相应的功能以及考虑失效模式。

K.1.3 一般要求

功能安全性的特定数据可通过本附录规定的步骤获得。

为了得到可靠性数据,该步骤以试验结果的统计分析为基础。

相关产品标准中对本附录关于相关试验、失效模式及其比率规定更加详细的要求。

在电器有用寿命期间与失效率计算相关的置信水平应至少为 60%。

注：与可靠性数据相关的参数的选择与功能安全性应用中使用的其他产品保持一致。

根据本附录得到的统计数据只在电器的有用寿命期间有效。

在本附录中,为了保持统计数据的一致性,术语“时间”指的是操作循环次数。

本附录不考虑在试验过程中以及应用中更换电器零部件的情况。

K.2 术语、定义和符号

K.2.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本附录。

K.2.1.1

可靠性 reliability

产品在规定的条件下和规定的时间内,完成规定功能的能力。

K.2.1.2

有用寿命 useful life

产品在给定的使用条件下,具有可接受的失效率的时间间隔。

注：有用寿命用操作循环次数来表示。

K.2.1.3

恒定失效率期 constant failure rate period

不修理的产品在寿命期内可能存在的一段时间,在这期间的失效率近似恒定。

K.2.1.4

总寿命 overall lifetime

能保持评估的故障失效率(任意的硬件故障引起)有效而不被超过的电器的寿命。

注 1: 总寿命也包含没有使用的时间段,例如存储。总寿命用年数来表示。

注 2: 根据 IEC 62061,总寿命对应 T_1 ,根据 GB/T 16855.1—2018,总寿命对应 T_M 。

K.2.1.5

删失 censoring

在规定的试验时间或规定的失效数后终止试验。

注: 如果一个试验在其终止后还存在未失效样品,称它为“删失试验”,从试验中得到的试验时间数据被称为“删失数据”。

[来源:GB/T 34987—2017,3.1.1]

K.2.1.6

搁置样品 suspended item

在没有出现关联失效之前试验即被终止的样品。

注 1: 终止的时候样品可能未失效,或者是样品出现了与被调查的失效模式不同的其他失效。

注 2: “早期搁置”是指在第一个关联失效前被搁置的样品,“晚期搁置”是指最后一个关联失效后搁置的样品。

K.2.1.7

无接通分断电流的使用 no-make-break-current utilization

开关电器不带负载进行接通和分断的情况。

K.2.1.8

失效时间 time to failure

从首次使用或维修后到(再次)失效的运行时间。

注: 失效时间用操作次数来表示。

K.2.2 符号

下列符号适用于本附录。

n : 试品数量。

r : 失效数。

t : 操作循环次数。

η : 威布尔特征寿命或尺度参数。

β : 威布尔形状参数。

c : 每小时的操作次数。

λ_u : 置信水平 60%时评定的失效率(上限),用每次操作的失效率表示。

λ : 失效率,用每小时的失效率表示。

λ_D : 危险失效率,用每小时的失效率表示。

r^2 : 判定系数。

K.3 以寿命试验结果为基础的方法

K.3.1 一般方法

为了发现任意的硬件故障,该方法要以寿命试验中对电器连续监测所得的结果为基础。

K.3.2 试验要求

试验环境应按照第 6 章以及相关产品标准中的有关要求。
根据 8.2.4.3.1 来确定机械寿命。对于无接通分断电流的使用,机械寿命适用。
根据 8.2.4.3.2,使用产品标准定义的或者制造商规定的使用类别来确定电寿命。

K.3.3 试品数

试品数应根据 GB/T 34987 和 GB/T 5080.1—2012 以工程判断的方式来选择。
确定试品数时要考虑到统计方法(见 GB/T 34987—2017 的第 4 章)以及所要获取的可靠性数据置信水平的不确定性。

K.3.4 失效模式的特征

如相关产品标准或制造商没有另行规定,发生一个或多个表 K.1 所列的失效模式应导致该试品试验结束。这些数据应记录下来。
达到制造商规定的操作循环次数也可能导致试验结束(删失或搁置试验)。然而,应产生足够多的失效数(每种失效模式)以便于统计分析。

表 K.1 电器的失效模式

失效模式	开关触头的特性
断开失效	正常断开操作后仍存在一个或多个极上的电流
闭合失效	在正常闭合时间后,一个或多个极上没有电流
绝缘失效	两极或任意极与相邻导电部件绝缘失效导致丧失安全功能

K.3.5 威布尔建模

K.3.5.1 数据评估

要确定威布尔特征寿命或尺度参数、形状参数和失效率,可采用经验证的统计软件或电子数据表解决方案。以下内容即为所需步骤。

K.3.5.2 建模方法

根据 GB/T 34987,采用威布尔分布将试验结果进行建模,从而得到可靠性数据。
如果失效数小于或等于 20,应使用中位秩回归法(MRR)。如果失效数大于 10,那么可使用极大似然估计法(MLE)得到分布参数 β 和 η 的点估计值。应使用公式(K.1)并结合柯尔莫可洛夫-斯米洛夫拟合优度检验和 F 分布在 $\gamma=60\%$ 的分位值(F_γ)以验证试验结果数据的分布。

$$H \geq F_\gamma(2 \lfloor (r-1)/2 \rfloor, 2 \lfloor r/2 \rfloor) \dots\dots\dots (K.1)$$

其中符号 $\lfloor x \rfloor$ 用于表示不超过 x 的最大整数。

注 1: GB/T 34987—2017 给出了详细的计算方法及示例。

当失效数处于 10 和 20 之间时,宜(或适当的做法是)使用 MRR 和 MLE 方法分别进行评估,结果应取更严酷者。

如果试验在规定的的时间 T 结束,而此时还存在没有失效的样品,则这种数据称为定时截尾。没有按照研究模式失效的样品可能属于搁置样品。一般来说,通过调整秩分析搁置样品。然而,由于省略了搁置样品,本附录规定的威布尔参数估算的方法得到了简化。GB/T 5080.1—2012 对删失和搁置进行

了进一步的规定,相关的计算见 GB/T 34987。

注 2: GB/T 34987 对以电子数据表进行的评估给出了进一步指导。

K.3.5.3 中位秩回归

中位秩回归(MRR)是一种用线性回归技术评估分布参数的最优方法,该技术采用中位秩和操作循环作为变量。

如果既没有中位秩表,又没有办法通过贝塔(Beta)分布计算中位秩,那么可用 Benard 近似法来获得中位秩,见公式(K.2):

$$F_i = \frac{(i - 0.3)}{(N + 0.4)} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (K.2)$$

式中:

N ——样本量;

i ——失效时间的秩。

注 1: 上式多用于 $N \leq 30$ 的情况;当 $N > 30$ 时可直接采用 $F_i = (i/N) \times 100\%$ 。

小样本数据很难评估拟合优度,检验威布尔分布最常用的方法是判定系数,可用公式(K.3)计算:

$$r^2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{\sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n}}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n(\bar{x})^2} \left[\sum_{i=1}^n y_i^2 - n(\bar{y})^2 \right] \quad \dots\dots\dots (K.3)$$

式中:

x_i 和 y_i ($i=1, \dots, n$) 分别为中位秩和失效时间。

r^2 可看成是实际数据能用威布尔分布解释的比例,越接近于 1,数据越符合威布尔分布,越接近于 0,数据越不符合威布尔分布。

以下是数据作图的步骤。

- a) 首先,给所有操作循环点排序,从第一个到最后一个。
- b) 使用 Bernard 近似公式(K.2)计算中位秩。
- c) 以失效时间为横坐标(x),以中位秩为纵坐标(y),在 1×1 的威布尔概率纸上或对数坐标纸上标出失效点的对数曲线 $x_{\ln}$ 和 $y_{\ln}$ 。
- d) 用直线回归函数计算以获得直线方程(K.4):

$$y_{\ln} = \hat{\beta} x_{\ln} + b \quad \dots\dots\dots (K.4)$$

式中:

$x_{\ln}$ ——对数刻度上的失效时间;

$y_{\ln}$ ——对数刻度上的中位秩;

b ——回归直线的偏移量。

- e) 计算(K.5):

$$\hat{\eta} = e^{\left(\frac{b}{\hat{\beta}}\right)} \quad \dots\dots\dots (K.5)$$

- f) 画出回归直线验证拟合度。

注 2: 通常对于电磁式的电器, $\hat{\beta}$ 大于或等于 1。

K.3.6 使用寿命及失效率的上限

K.3.6.1 数值法

具有恒定失效率的使用寿命按电器总体的 10% 已失效的循环次数的置信下限值($B_{10|LowerLimit}$)确定。

对于 20 个或更少的数据点,无论有或没有删失时间,都应采用 K.3.5.3 中描述的由中位秩回归法(MRR)得到的威布尔参数 $\hat{\beta}$ 和 $\hat{\eta}$ 。

K.3.6.2 失效时间分位(10%)的点估计

使用公式(K.6)计算 B_{10} 的点估计值 $\hat{\beta}_{10}$, 电器总体的 10% 发生失效的时间。

$$\hat{\beta}_{10} = \hat{\eta} \left[\ln \left(\frac{1}{0.9} \right) \right]^{1/\hat{\beta}} \quad \dots\dots\dots (K.6)$$

K.3.6.3 有用寿命

使用公式(K.7)~公式(K.10)来计算 B_{10} 在置信水平为 $(1-y)100\%$ 的置信下限。

$$h_1 = \ln[-\ln(0.9)] \quad \dots\dots\dots (K.7)$$

$$\delta_1 = \frac{-A_6 x^2 - r h_1 + x \sqrt{(A_6^2 - A_4 A_5) x^2 + r A_4 + 2 r h_1 A_6 + r A_5 h_1^2}}{r - x^2 A_5} \quad \dots\dots\dots (K.8)$$

式中:

$x = u_\gamma$ 是正态分布的 y 分位数。除非制造厂另有规定,应采用较低的置信水平 60% ($\gamma = 0.4, u_\gamma = 0.2533$)。

A_4 、 A_5 和 A_6 按下式进行计算,比例因子 $q = r/n$:

$$A_4 = 0.49q - 0.134 + 0.622q^{-1};$$

$$A_5 = 0.2445(1.78 - q)(2.25 + q);$$

$$A_6 = 0.029 - 1.083 \ln(1.325q)。$$

注: 见 GB/T 34987—2017 的 10.4 和 10.5 作进一步参考。

$$Q_1 = e^{\left(-\frac{\delta_1 + h_1}{\hat{\beta}}\right)} \quad \dots\dots\dots (K.9)$$

$$B_{10|LowerLimit} = Q_1 \hat{\beta}_{10} \quad \dots\dots\dots (K.10)$$

$B_{10|LowerLimit}$ 为有用寿命。

K.3.6.4 失效率的上限

每次操作的失效率上限按公式(K.11)计算。

$$\lambda_u = \frac{-\ln(0.9)}{B_{10|LowerLimit}} \approx \frac{1}{10 \times B_{10|LowerLimit}} \quad \dots\dots\dots (K.11)$$

K.3.7 可靠性数据

从以上公式得到的可靠性数据包括:

——每次操作的失效率: λ_u ;

——有用寿命值 = $B_{10|LowerLimit}$ 。

对于每小时操作次数 c 低于最大开关速率的应用,以“每小时”表示的失效率 λ 可由以“每个操作”来表示的失效率 λ_u 乘以 c 来得到,见公式(K.12)

$$\lambda = \lambda_u \times c \quad \dots\dots\dots (K.12)$$

在相关产品标准中规定了表 K.1 的每种失效模式值 F (危险失效与总失效之间的比率)。当提供了 F 且危险失效率与 F 有关联时,应使用此数值来评估危险失效率。

由于电器的设计特性,与 F 无关,制造厂可通过分析和评估试验所得失效模式的统计数据来确定 F 的值。对于这种情况,允许 F 值的最低百分比为 20%。

此时相关的产品标准中没有规定数据,用这些方法来确定 F 值既不可能也不可行,应选择 50% 的

失效。公式见(K.13)：

$$\lambda_D = \lambda \times F$$

.....(K.13)

注：可以利用 B_{10} 的值得到 B_{10D} 的值：

$$B_{10D} = \frac{B_{10|LowerLimit}}{F}$$

K.4 数据信息

- 产品的可靠性数据包括下列各种相关特性：
- 每次操作的失效率 λ_o (见 K.3.7)；
 - 有用寿命(见 K.3.6.3)；
 - 不同于 60% 的置信水平；
 - 无接通分断电流或使用类别；
 - 最大开关频率；
 - 不同于 U_o 的最大电压；
 - 不同于 I_o 的特定使用类别的最大工作电流；
 - 除非制造商另行规定，总寿命为 20 年；
- 注：20 年的总体寿命一般用作可靠性分析的统计参考。
- 不同于正常条件时的环境条件。
- 在 K.5.1~K.5.3 中给出了示例。

K.5 示例

K.5.1 试验结果

共有 15 台电器同时试验($n=15$)，直到所有电器都失效为止。15 次失效时间($r=15$)在表 K.2 中以 i 按顺序列出。

表 K.2 15 台电器按发生故障的顺序排列的示例

i	操作循环 t_i
1	1 000 000
2	1 250 000
3	1 400 000
4	1 550 000
5	1 650 000
6	1 750 000
7	1 850 000
8	1 950 000
9	2 050 000
10	2 150 000
11	2 280 000
12	2 420 000
13	2 500 000
14	2 700 000
15	2 800 000

K.5.2 威布尔分布和中位秩回归

中位秩的计算结果如下(见表 K.3)。

表 K.3 中位秩计算示例

i	操作循环 t_i	中位秩
1	1 000 000	4.5%
2	1 250 000	11.0%
3	1 400 000	17.5%
4	1 550 000	24.0%
5	1 650 000	30.5%
6	1750 000	37.0%
7	1 850 000	43.5%
8	1 950 000	50.0%
9	2 050 000	56.5%
10	2 150 000	63.0%
11	2 280 000	69.5%
12	2 420 000	76.0%
13	2 500 000	82.5%
14	2 700 000	89.0%
15	2 800 000	95.5%

测定系数 $r^2=0.998$,该数值接近于 1,表征了一个合适的威布尔分布。

具有两个自然对数比值的线性回归: $y=3.908x-57$ 。

由该方程,可以推导出分布参数: $\hat{\beta}=3.908$, $\hat{\eta}=2\,149\,131$ 。

由 MRR 得出的拟合度结果可确保一个合适的威布尔分布(见图 K.1)。

K.5.3 使用寿命和失效率

为了计算有 10%的电器发生失效的循环次数的置信水平下限,计算示例见 K.3.5。

点估计 $\hat{B}_{10}=1\,212\,879$ 。

因数 $Q_1=0.960\,1$, $B_{10|lowlimit}=1\,164\,541$ 。

最后,失效率的上限 $\lambda_u=9.05\times10^{-8}$ 。

数字方法的结果见图 K.1 所示。

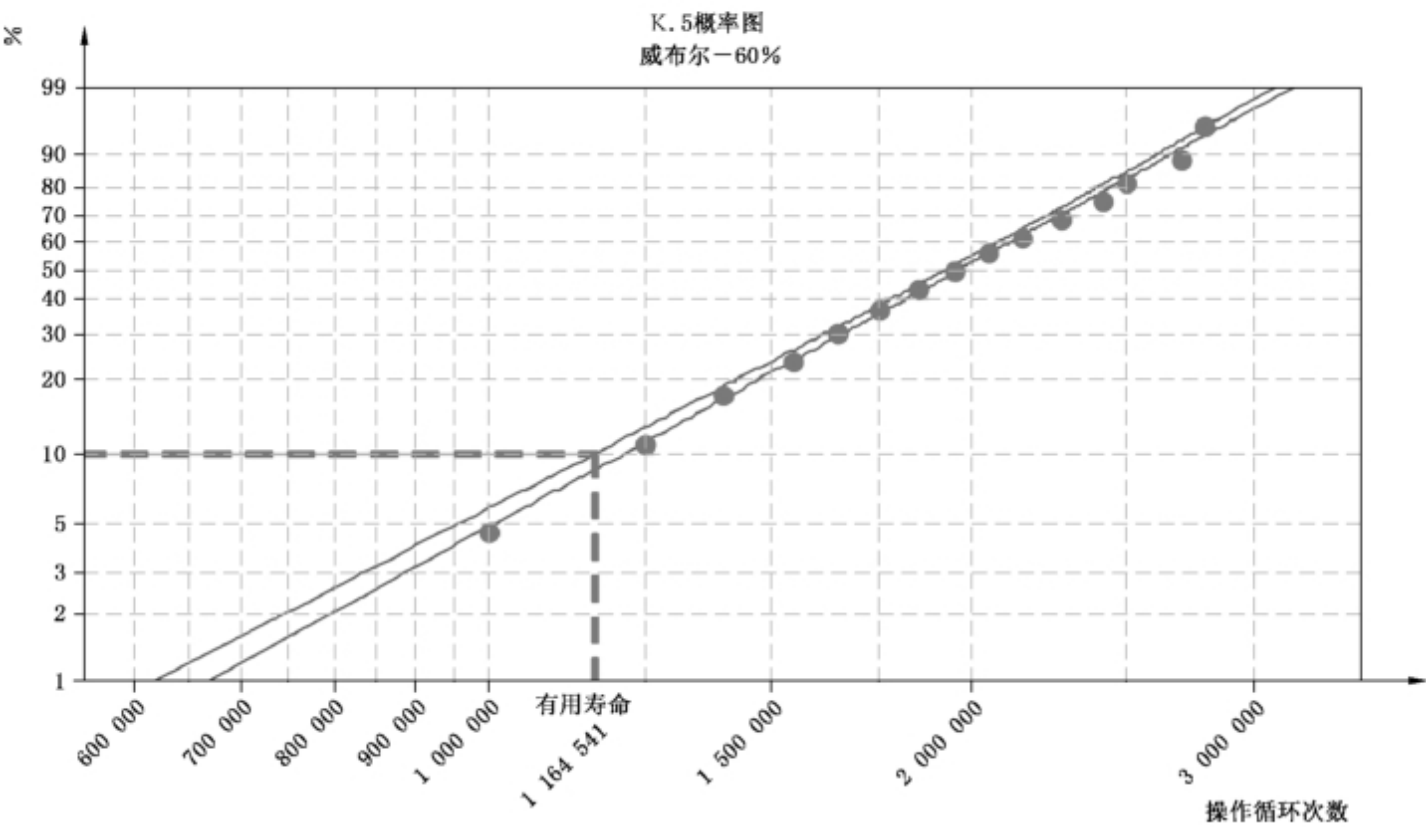


图 K.1 威布尔中位秩回归图

附录 L
(规范性)
端子的标志和识别数码

L.1 通则

给开关电器端子做出识别标志的目的是为了提供每个端子的功能信息,或它相对于其他端子的位置,或为了其他用途。

端子的标志适用于由制造商提供的开关电器。标志应是明确的,每个标志只能出现一次,但结构上相连的两个端子处可以有相同的标志。

一个线路元件的不同端子的标志应表明他们具有相同的电流路径。

阻抗的端子标志是字母数字混合的标志,用一个或两个字母表示功能,接下来是数字。字母应是大写的罗马字母,数字是阿拉伯数字。

对于触头元件端子,端子之一用奇数标志,相同触头元件的其他端子用相邻的较高的偶数标志。

如果元件的输入和输出端子要明确的做出识别标志,则应选择较低的数码作为输入端子标志(输入端子为 11 和输出端子为 12,输入为 A1 和输出为 A2)。

注 1: 下述 L.2 和 L.3 所涉及的电器根据 IEC 60617 规定的图形符号。这些符号不用于电器上的端子标志。

注 2: 本附录的图例所表示的端子的位置不包含电器本身的端子实际位置的任何信息。

对于下列章条和示例中未涵盖的低压开关设备,制造商可以依据本条的规则选择一个合适的端子标识。

L.2 阻抗的端子的标志(字母数字)

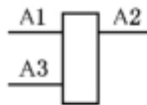
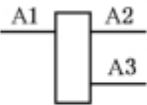
L.2.1 线圈

L.2.1.1 电磁操动线圈的两个端子应标志为 A1 和 A2。

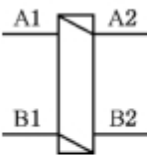


L.2.1.2 对于有分接的线圈,抽头的端子标志应为连续的序号 A3、A4 等。

示例:



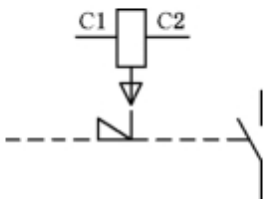
L.2.1.3 对于具有双绕组的线圈,第一个绕组的端子的应标志 A1 和 A2,第二个绕组端子应标志 B1 和 B2。



L.2.2 电磁脱扣器

L.2.2.1 分励脱扣器

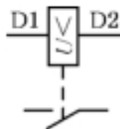
分励脱扣器的两个端子应标志 C1 和 C2。



对于具有 2 个分励脱扣器的电器(例如具有不同额定值的脱扣器),第二个脱扣器的端子宜标志 C3 和 C4。

L.2.2.2 欠压脱扣器

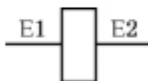
仅作为欠压脱扣器使用的线圈的 2 个端子应标志 D1 和 D2。



对于具有 2 个欠压脱扣器的电器(例如具有不同额定值的脱扣器),第二个脱扣器的端子宜标志 D3 和 D4。

L.2.3 联锁电磁铁线圈

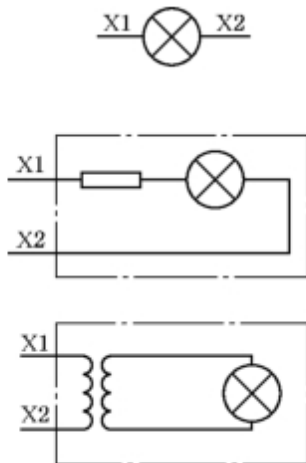
联锁电磁铁线圈的 2 个端子应标志 E1 和 E2。



L.2.4 指示灯器件

指示灯器件的 2 个端子应标志 X1 和 X2。

示例：



注：术语“指示灯器件”包括电阻器或变压器。

L.3 具有双位置开关电器触头元件的端子标志(数字)

L.3.1 主电路的触头元件(主触头元件)

主开关元件的端子应标以单个数字。
每个标志了奇数的端子应与标志相应偶数的端子配对使用。

示例：



当开关电器具有多于 5 个主触头元件时,字母数字标志应根据 GB/T 4026 确定。

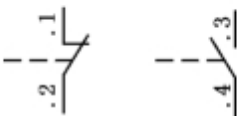
L.3.2 辅助电路的触头元件(辅助触头元件)

L.3.2.1 一般要求

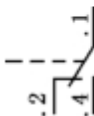
辅助触头元件的端子应采用双位数标识：
——个位上的数字是功能数；
——十位上的数字是顺序号。

L.3.2.2 功能数字

L.3.2.2.1 功能数字 1 和 2 用于分断触头元件,功能数字 3 和 4 用于接通触头元件(接通触头元件,分断触头元件的定义见 IEC 60050-441)。

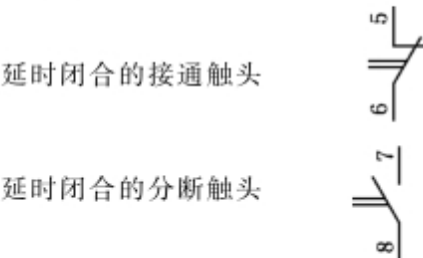


转换触头元件端子功能数字标志为 1、2 和 4。



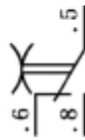
L.3.2.2.2 具有特殊功能的辅助触头,例如:延时辅助触头元件,分别标志功能数字,5 和 6 为分断触头元件,7 和 8 为接通触头元件。

示例 1：



具有特殊功能的转换触头元件的端子标志的功能数字为 5、6 和 8。

示例 2：双向延时转换触头

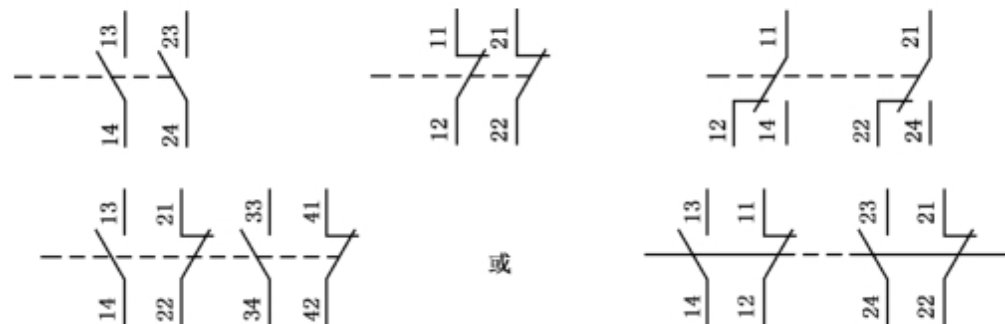


L.3.2.3 顺序号

L.3.2.3.1 属于同一触头元件的端子应标志相同的顺序号。

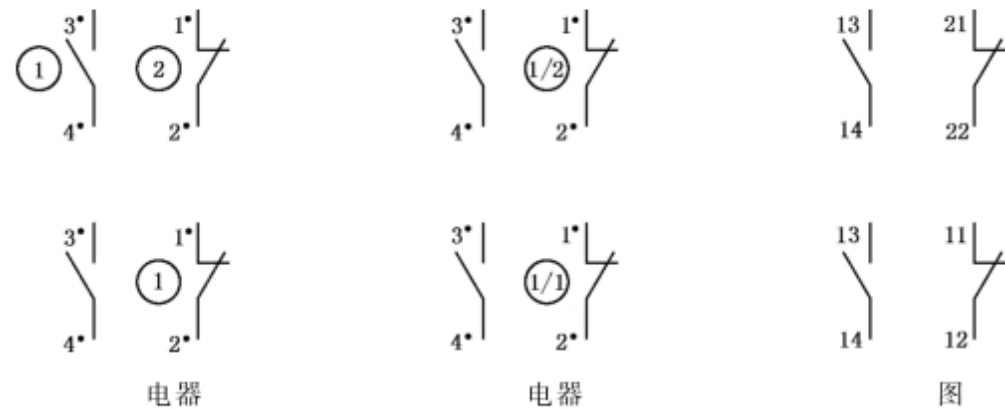
具有相同功能的不同的端子应标志不同的顺序号。

示例：



L.3.2.3.2 如果制造商提供了附加的信息或用户给出这一数码,则顺序号可省略。

示例：

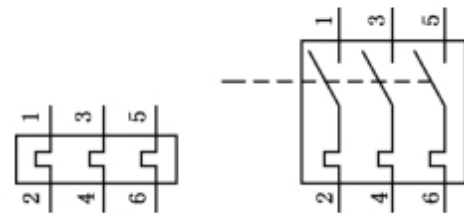


注：L.3.2 示例中的圆点只是表示一种关系,不需要在实际中使用。

L.4 过载保护电器的端子的标志

主电路过载保护电器的端子的标志应与主开关元件采用相同的标识方法。

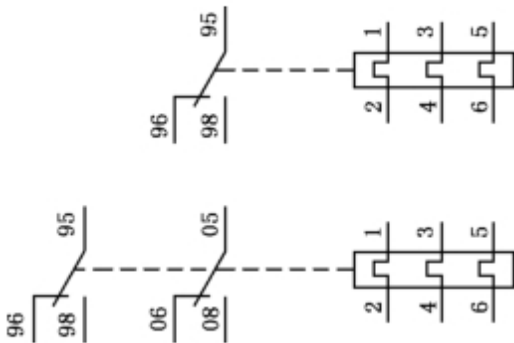
示例 1：



过载保护电器辅助触头元件的端子的标志与具有特殊功能的触头元件采用相同的标识方法 (见 L.3.2.2.2)。但顺序号为 9。

如果需要第二个顺序号,应采用数字 0。

示例 2:



L.5 区别数字

具有固定数码的接通触头元件和分断触头元件的电器可有双位区分数字。
第一位数字表示接通触头元件的数字,第二位数字表示分断触头元件的数字。



L.6 外部电子线路元器件、触头和整机的端子标志

L.6.1 外部电子线路元器件、触头的端子标志

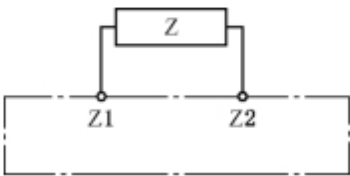
L.6.1.1 一般要求

外部电子线路元器件、触头的端子应按照下述字母及数字方式标志。

L.6.1.2 外部电子线路阻抗端子标志

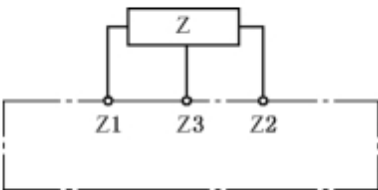
L.6.1.2.1 外部电子线路阻抗 Z 的 2 个端子应标志 Z1 和 Z2。

示例:



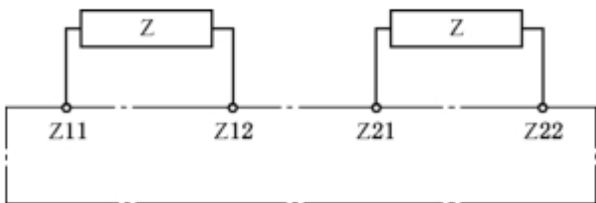
L.6.1.2.2 对于带有抽头的阻抗 Z,抽头的端子应依次标志为 Z3、Z4 等。

示例:



L.6.1.2.3 在多于一个阻抗的电路里,端子应使用字母 Z 和 2 位数字编号,第 1 个数字为顺序号。

示例：

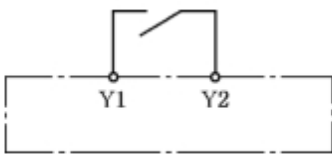


L.6.1.2.4 对于特殊应用,如控制系统中的旋转电机用装入式热保护调节器,端子编号规则 T1、T2、… 或 1T1、2T2、… 和 2T1、2T2、… 在 GB/T 14048.16 中规定。

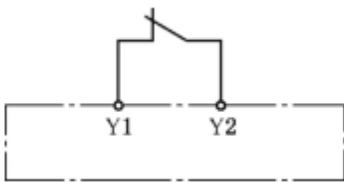
L.6.1.3 外部连接触头的端子标志

L.6.1.3.1 用于外部连接的接通或分断触头或一组触头的 2 个端子应标志 Y1 和 Y2。

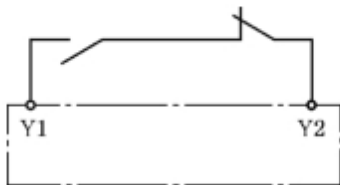
示例 1：



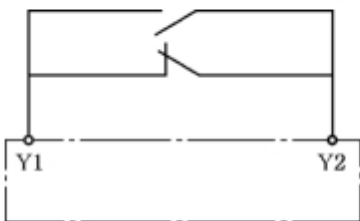
示例 2：



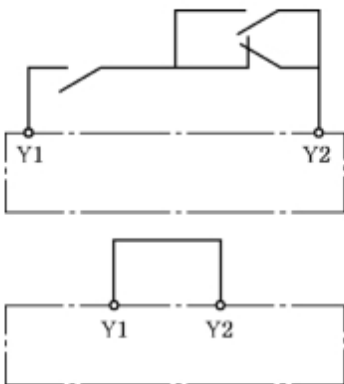
示例 3：



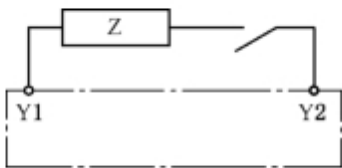
示例 4：



示例 5：



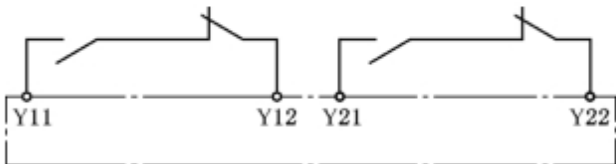
2 个端子之间的桥接当作为一个永久闭合的触头,相应的端子应标志 Y1 和 Y2。



对于包含阻抗和触头的外部电路,相应的端子应标志 Y1 和 Y2。

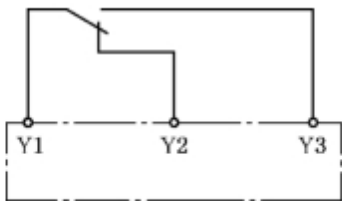
L.6.1.3.2 在电路中多于一个触头或一组触头的情况下,端子应使用字母 Y 和 2 位数字编号,第 1 个数字为顺序号。

示例:

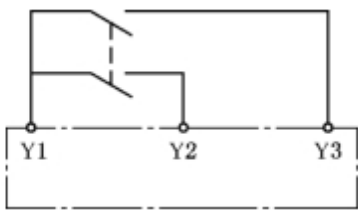


L.6.1.3.3 用于连接几个同时动作的触头所需的 3 个端子(如组成转换触头),Y1、Y2 和 Y3,Y1 用于标志共用触头。

示例 1:



示例 2:



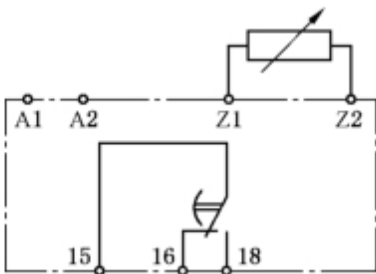
L.6.2 外部整机端子标志

为了说明与通则的关联,给出下列 4 个整机端子标志方法。

示例 1:

开关电器具有:

- 2 个控制电源端子 A1 和 A2;
- 与外部可变电阻相连的两个端子 Z1 和 Z2;和
- 用于内部转换延时触头的 3 个端子 15、16 和 18。

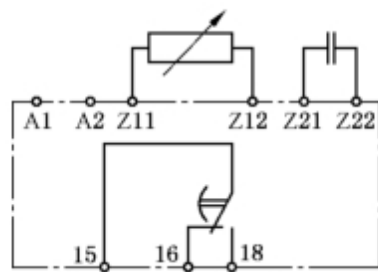


示例 2:

开关电器具有:

- 2 个控制电源端子 A1 和 A2;
- 与 2 个外部阻抗相连的 4 个端子(Z11 和 Z12 连接可变电阻,Z21 和 Z22 连接电容);和

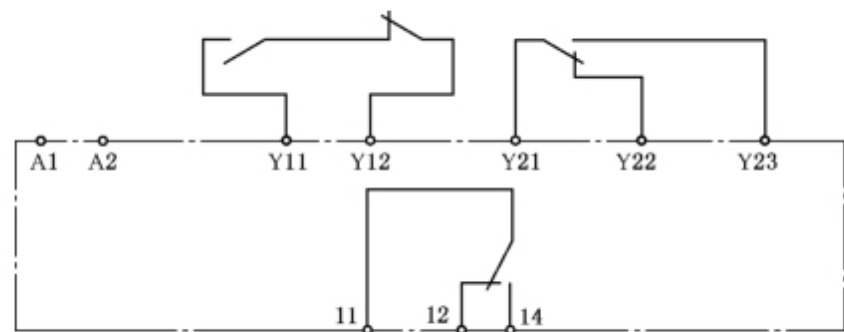
——用于内部转换延时触头的 3 个端子 15、16 和 18。



示例 3：

开关电器具有：

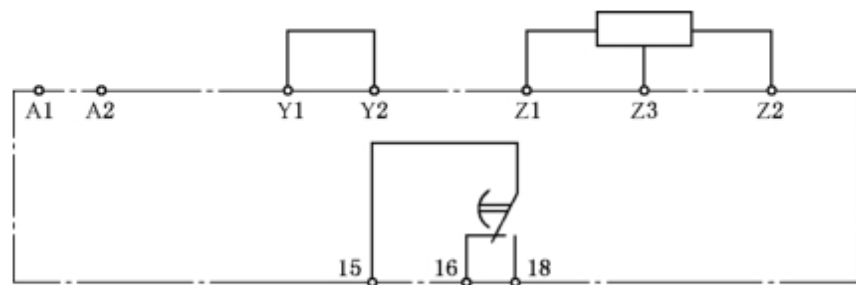
- 2 个控制电源端子 A1 和 A2；
- 与外部触头组相连的 2 个端子 Y11 和 Y12；
- 用于连接外部转换触头的 3 个端子 Y21、Y22 和 Y23；和
- 内部转换触头用的 3 个端子 11、12 和 14。



示例 4：

开关电器具有：

- 2 个控制电源端子 A1 和 A2；
- 外部桥接用的 2 个端子 Y1 和 Y2；
- 与有分接的外部电阻相连的 3 个端子 Z1、Z2 和 Z3，和；
- 内部延时转换触头用的 3 个端子 15、16 和 18。



附录 M
(规范性)
易燃性试验

M.1 热丝引燃试验(HWI)

M.1.1 试验样品

每种材料用 5 件样品进行试验。

长方形条状样品长应为 (125 ± 5) mm,宽为 (13 ± 0.5) mm,并且厚度均匀,材料的厚度由材料制造商规定。该试验方法适用于厚度在 0.25 mm~6.4 mm 的模压或薄片材料。

材料的各边应无毛刺、飞边等,拐角的半径不应超过 1.3 mm。

M.1.2 试验装置的说明

样品应固定在一个固定装置上,该装置具有两个相距 70 mm 的支柱支撑水平放置的试品,试品距离固定装置底部中心约 60 mm,大致位于试验装置的中心(见图 M.1)。

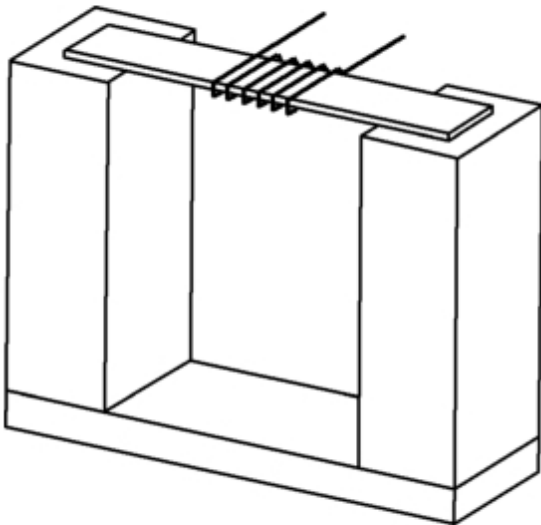


图 M.1 热丝引燃试验装置

应采用直径约为 0.5 mm、长为 (250 ± 5) mm、冷电阻约为 5.28 Ω /m 的镍铬(80%镍、20%铬,无铁),长度与质量的比率为 580 m/kg 的电阻丝。试验之前,电阻丝应以直线长度的方式接到可调节的电源上,该电源被调节到在 8 s~12 s 内使电阻丝内的功率损耗为 0.26 W/mm。

冷却后,电阻丝应被绕在试样上 5 整圈,各圈之间的距离为 (6.35 ± 0.05) mm。应使用专用绕线工具,将线均匀绕在试品的中间,绕线力为 (5.4 ± 0.02) N。

电阻丝的末端应连接到可调电源上。

电源电路频率应维持在 48 Hz~62 Hz,功率因数为整功率因数或接近整功率因数,电路应有足够的容量来保持整条加热线长度的线功率密度至少为 0.31 W/mm。在 60 A、1.5 V 时,电源电路的功率密度大概为 0.3 W/mm。电源电路应能平滑、持续调节功率等级,并能在 $\pm 2\%$ 范围内测量功率。

M.1.3 预处理

试验之前,试验样品应保持干燥、塑压状态,或者,如果上述不可行,试验样品应放在空气循环箱

中,在 $(70\pm 2)^\circ\text{C}$ 下干燥 168 h,然后放置在硅胶或其他干燥剂上冷却最少 4 h。之后样品立即放置在 $(23\pm 2)^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $(50\pm 5)\%$ 的环境条件下至少 40 h。

M.1.4 试验程序

开始试验,接通电路电源使得通过电阻丝的电流产生的线功率密度为 0.26 W/mm 。

持续加热直到试验样品引燃。当燃烧发生,断开电源并记录引燃时间。引燃是指燃烧(产生气体并伴有发光现象)的初始阶段。如果在 120 s 时间内不引燃,结束试验。对于穿过电阻丝绕组被熔化但不燃烧的试样,当试样不再与所有 5 圈加热电阻丝紧密接触时结束试验。试验应在其余的试验样品上重复进行。

每个试验样品的厚度和引燃时间或熔化时间应记录下来。

试验结果是给定的已测厚度的材料的平均引燃时间,以秒记录。

M.2 电弧引燃试验(AI)

M.2.1 试验样品

每种材料用 5 件样品进行试验。

长方形条状样品长应为 $(125\pm 5)\text{ mm}$,宽为 $(13\pm 0.5)\text{ mm}$,并且厚度均匀,材料的厚度由材料制造商规定。

材料的各边应无毛刺、飞边等,拐角的半径不应超过 1.3 mm 。

M.2.2 试验装置的说明

试验在一对电极下进行,试验电路与具有 50 Hz 或 60 Hz、230 V 的交流电源串联(见图 M.2),电路中应具有可变的感性阻抗负载。

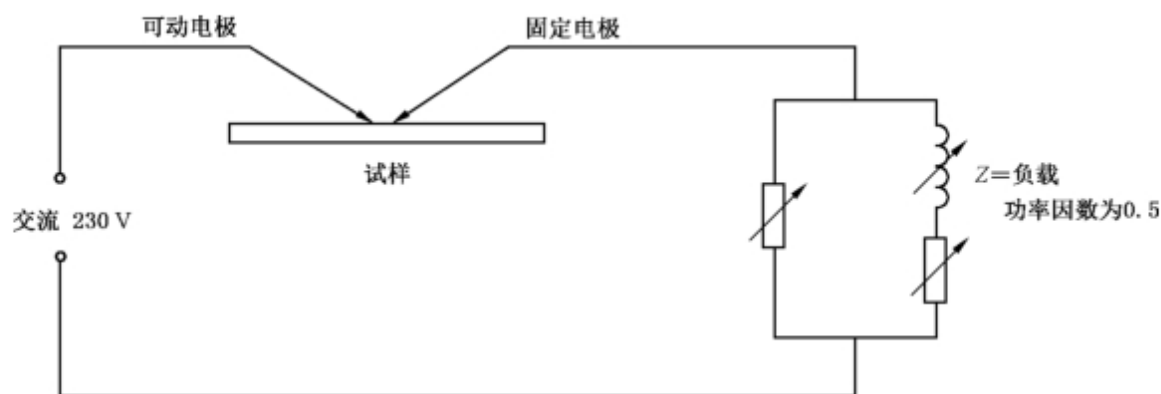


图 M.2 电弧引燃试验电路图

一个电极应是固定的,另一个电极应是可以移动的。固定的电极由一个是实心铜导体制成,并应具有一个水平对称的总角度为 30° 的凿状横刃。固定电极的全长应约为 152 mm ,直径为 3.2 mm 。

可移动电极应是一个直径 3.2 mm ,全长约为 152 mm 的不锈钢圆棒(X8CrNiS18-9),具有一个总角度为 60° 的对称圆锥头,该电极可在自身的轴线方向移动。两个电极顶尖的曲线弧度的半径在开始试验时不应超过 0.1 mm 。电极应相对放置在同一垂直面上,与水平方向成 45° 角,样品轴与垂直面直交。

将电极短路时,调整可变的感性阻抗负载,直到功率因数为 0.5 时,电流为 32.5 A 。

M.2.3 预处理

除非另有规定,样品无需预处理。

M.2.4 试验程序

被试样品应在非导电且易燃的基础上水平放置在空气中,以便电极接触时可触及试品的表面。可移动电极应采用人力或其他可控方式使其沿自身的轴线从与固定电极的接触中抽出,使电路断开。之后,放低电极重新接通电路,以产生一系列电弧,其速度为大约每分钟产生 40 个电弧。电极以 (254±25) mm/s 的分离速度继续进行试验,直到样品发生燃烧,在样品上产生一个孔,或一共进行 200 个试验循环为止。

如果在样品上产生一个孔或发生燃烧时,另外一组 3 个样品应进行试验,但电极在距离样品表面 1.6 mm 处接触。如果这些再发生燃烧或产生一个孔,另外一组 3 个样品应进行试验,但电极在距离样品表面 3.2 mm 处接触。

引燃电弧的平均数或最大 200 次循环次数和每组样品的厚度应记录在试验报告中。

M.3 HWI 和 AI 要求

与材料可燃性类别有关的热丝引燃(HWI)和电弧引燃(AI)试验值要求见表 M.1 或表 M.2 的规定。每一栏表征与可燃性类别有关的 HWI 和 AI 的最低性能值。

注：作为选择之一,制造商可以提供从绝缘材料供应商处获得的可以证明满足本附录要求的材料的数据资料。

表 M.1 固定载流部件所需材料的 HWI 和 AI 特性

可燃性类别 (GB/T 2408)	V-0	V-1	V-2	HB
部件厚度 ^a mm	任意 ^b	任意 ^b	任意 ^b	任意 ^b
HWI 引燃时间最小值 s	7	15	30	30
AI 引燃电弧的最小次数	15	30	30	60
任何厚度的具有可燃性类别 V-1 的材料应具有至少 15 s 的 HWI 值和至少 30 个电弧的 AI 值,如适合。 注 1: 灼热丝试验温度与本表无直接对应关系。 注 2: 制造商可自己选择任一可燃性类别,但 HWI 和 AI 的要求都要满足,如适合。				
^a 根据 9.2.2.2。 ^b 根据实际应用中的最小厚度。				

表 M.2 表 M.1 范围之外的材料的 HWI 和 AI 特性

可燃性类别 (GB/T 2408)	V-0	V-1	V-2	HB
部件厚度 mm	任意 ^a	任意 ^a	任意 ^a	任意 ^a
HWI 引燃时间最小值 s	—	—	7	7
AI 引燃电弧的最小次数	—	—	15	15
^a 根据实际应用中的最小厚度。				

附 录 N

(规范性)

具有保护性隔离的电器的性能要求和试验方法

N.1 概述

本附录的目的是尽实际可能统一具有保护性隔离(该隔离施加在用于 SELV(PELV)电路的部件与其他电路的部件之间)的低压开关设备和控制设备的所有规则和要求,以使相应范围内的设备的性能要求和试验获得一致,避免根据不同的标准进行所需试验。

本附录适用于这样的电器,它的一个或多个电路能用于安全特低电压(SELV)电路和保护特低电压(PELV)电路(电器本身不属于Ⅲ类设备——见 GB/T 17045—2020 中 7.5)。

N.2 术语和定义

下列术语和定义适用于本附录。

N.2.1

功能绝缘 functional insulation

导体部分之间仅适用于设备特定功能所需的绝缘。

[来源:GB/T 2900.73—2008,195-02-41]

N.2.2

基本绝缘 basic insulation

能够提供基本防护的危险带电部分上的绝缘。

注:此概念不适用于专门用作功能目的的绝缘。

[来源:GB/T 2900.73—2008,195-06-06,有修改]

N.2.3

附加绝缘 supplementary insulation

在配备基本绝缘的前提下,再对危险带电部件采用独立绝缘,以提供故障保护。

[来源:GB/T 2900.73—2008,195-06-07,有修改]

N.2.4

双重绝缘 double insulation

由基本绝缘和附加绝缘组成的绝缘。

[来源:GB/T 2900.73—2008,195-06-08]

N.2.5

加强绝缘 reinforced insulation

对危险带电部件提供与双重绝缘相等的防触电等级的绝缘。

注:加强绝缘可以有许多层次组成,而这些层次不能按基本绝缘或附加绝缘单独进行试验。

[来源:GB/T 2900.73—2008,195-06-09]

N.2.6

特低电压 extra-low voltage; ELV

在特定外部影响条件下,不超过预期接触电压即允许持续接触的电压的最大值。

[来源:GB/T 17045—2020,3.26]

N.2.7

SELV 电路 SELV circuit

在下列情况下,电压不能超过特低电压的电气回路;

- 在正常的情况下;和
- 包括其他电气回路接地故障在内的单一故障情况下。

注: SELV 是安全特低电压的缩写。

[来源:GB/T 2900.71—2008,826-12-31,有修改]

N.2.8

PELV 电路 PELV circuit

在下列情况下,电压不能超过特低电压的电气回路;

- 在正常的情况下;和
- 在单一故障情况下,但其他电气回路发生接地故障时除外。

注: PELV 是保护特低电压的缩写。

[来源:GB/T 2900.71—2008,826-12-32,有修改]

N.2.9

稳态电流和电荷的限制防护 protection by limitation of steady-state current and electric charge

对电击防护是通过电气回路或设备的设计,使正常和故障条件下的稳态接触电流和电荷都被限制在危险水平之下。

[来源:GB/T 2900.71—2008,826-12-34]

N.2.10

保护阻抗器 protective impedance device

其阻抗和结构能保证将稳态电流和电荷限制在危险水平之下的元件和元件组合。

[来源:GB/T 2900.71—2008,826-12-35,有修改]

N.2.11

正常条件 normal condition

所有保护措施均完好无损的条件。

[来源:IEC Guide 104:2019,3.7]

N.2.12

单一故障状态 single fault condition

单一防护措施失效的状态。

[来源:IEC Guide 104:2019,3.8,有修改]

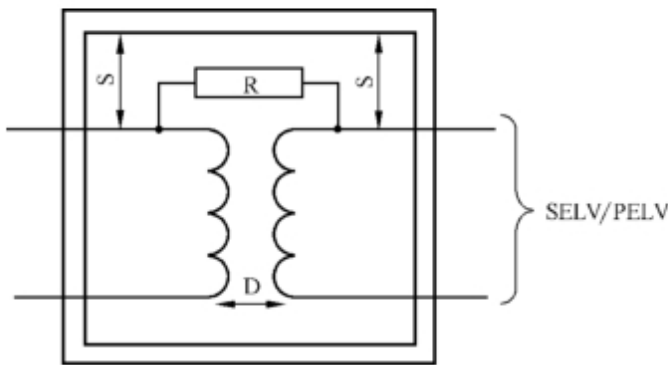
N.3 性能要求

N.3.1 一般要求

除非有关产品标准另有规定:

- 本附录为达到保护性隔离所考虑的方法是基于在 SELV(PELV)电路与其他电路之间采用双重绝缘(或加强绝缘);如果隔离电路之间连接有任何元件,该元件应符合 GB/T 17045—2020 中 5.4.5 关于保护阻抗器的要求(见图 N.1);
- 正常情况下开关设备和控制设备爬电距离尺寸的确定已考虑了其灭弧罩中产生的电弧对绝缘的影响,因此不需进行特殊的验证;
- 局部的放电影响不必考虑。

注:双重绝缘也适用于易接近电器外壳外部的部件,如人机接口(HMI)配件。



标引序号说明：
D——电路(包括 SELV/PELV 电路)间的双重(或加强)绝缘；
R——符合保护阻抗器要求的元件；
S——基本绝缘。

图 N.1 连接隔离电路的元件应用举例

N.3.2 介电性能要求

N.3.2.1 爬电距离

验证 SELV(PELV)电路与其他电路间的爬电距离应大于或等于两倍基本绝缘要求的爬电距离值,该值根据表 15 和具有最高额定的电压的电路电压值确定。

注：此要求符合 GB/T 16935.1 中的规定。

爬电距离根据 N.4.2.1 的规定验证。

N.3.2.2 电气间隙

SELV(PELV)电路与其他电路间的电气间隙应能耐受附录 H 规定的额定冲击电压。对于规定的使用类别,该电压与基本绝缘有关,电压值应选择对应的系列数值中高一个等级的数值(或等于基本绝缘要求的 160%对应的电压值),具体要求见 GB/T 16935.1—2023 中 5.2.5。试验条件见 N.4.2.2。

N.3.3 结构要求

结构措施考虑以下几个方面：
——所采用的材料的老化；
——热应力和机械故障的危险性将影响电路间的绝缘；
——在电路的连接线偶然断开的情况下,不同电路间的电气接触的危险性。
N.4.3 中列举了几个需考虑的结构上可能出现的危险情况。

N.4 试验要求

N.4.1 一般要求

本试验一般作为型式试验。对于结构设计,由于产品的使用条件对用作保护性隔离的绝缘可能产生影响,因此制造商或有关产品标准可把下述试验全部或部分作为常规试验。

验证试验应在 SELV(PELV)电路与其他电路间进行,例如:主电路、辅助电路和控制电路。
试验应在电器运行的所有状态下进行,如:断开、闭合、脱扣位置。

N.4.2 介电性能试验

N.4.2.1 爬电距离的验证

爬电距离的验证方法见附录 G 和 9.3.3.4.1。

N.4.2.2 电气间隙的验证

N.4.2.2.1 被试电器的条件

试验应在被试电器按实际使用情况安装和内部接线条件下进行,试验应在清洁干燥的电器上进行。

N.4.2.2.2 试验电压的施加

对试验中的每个电路,外部的端子应全部连接在一起。

N.4.2.2.3 冲击试验电压

试验中施加的冲击电压波形为 $1.2/50\ \mu\text{s}$,具体要求见 9.3.3.4.1。试验电压值根据 N.3.2.2 选择。

N.4.2.2.4 试验

采用 N.4.2.2.3 规定的试验电压验证电气间隙,每个极性应最少进行五个脉冲试验,脉冲间的时间间隔至少为 1 s。具体试验要求见 9.3.3.4.1。

如果电器的电气间隙大于或等于表 13 中对应的试验电压下确定的电气间隙值,则冲击耐受电压试验可不进行。

N.4.2.2.5 试验结果的判别

当试验电压施加时,如无击穿或闪络现象,则试验通过。

N.4.3 结构措施举例

结构措施宜考虑出现单一机械故障的情况,例如:弯曲的焊接脚、脱焊点或断开的线圈(绕组)、螺钉松脱和掉落,这些故障的产生不应影响电器绝缘满足基本绝缘的要求,绝缘的设计不考虑上述两种或多种故障同时出现。

采用结构措施的举例:

- 足够的机械稳定性;
- 机械挡板;
- 采用拧紧螺钉;
- 对元件进行灌装或注塑;
- 在接头上套上绝缘套管;
- 避免在相邻的导体处具有锐角。

附 录 O

(资料性)

环境意识设计

O.1 通则

每个产品都会在其生命周期中的任一或所有阶段对环境产生影响——获取原料、生产制造、销售、使用、维护、再次使用以及寿命终结。这些影响可能是轻微的也可能是严重的；可能为短期也可能为长期；可能发生在当地、全国、地区或是全球(或是以上地区的组合)。

电工电子产品的广泛使用对环境的影响已被越来越多人意识到。从而催生了环境意识设计的立法和面向市场的要求。

新产品与新材料的不断推出使得对环境影响的评估更加复杂,因为必需收集更多其他的数据来评估这种新产品和新材料在整个寿命周期中对环境的影响。收集到的数据应用作产品对环境影响的改进基础。生命周期评价(LCA)和环境意识设计(ECD)原则为此提供了有力的手段。

LCA 和 ECD 的目标是减少产品在其整个寿命周期内对环境的不利影响。这就涉及了将产品的环境因素与其他系数相平衡,如其预期用途、性能、成本、安全、市场性和质量,并选择能够在环境意识上满足法律法规要求的方法。为了努力达成这个目标,可以实现组织、客户与其他股东的多方利益。在产品过程的最早阶段就考虑到环境因素能有助于降低成本,得到更佳的市销性。环境意识设计不是一种单独的设计行为,而是当前设计过程不可分割的组成部分。本文中的“设计”包括与产品规划、开发和决策的过程相关的行为,以及在组织内建立政策。

ECD 预期用于电工电子产品设计和开发中所涉及的各方面,包括供应链中的各方,而与组织的类型、大小、位置和复杂性无关。ECD 适用于所有类型的产品,包括新产品和改进过的成品。可建立特定行业的相关标准来满足本文件中没有涉及的需求。将本附录用作基础引用文件,以保证整个电工行业的一致性。

本附录对应 GB/T 23686,为环境意识设计的过程提供了一系列要求。

O.2 本附录范围

本附录规定的要求和程序将环境因素通过环境意识设计(ECD)过程整合入 GB/T 14048 系列标准的产品设计与开发过程中,包括产品、材料和成分的组合(后称为产品)。

注 1: 本附录的存在不会妨碍 GB/T 14048 系列标准中的特殊产品部分形成其特有的、更加具体的标准或导则。当建立了这样的文件时,建议将本附录或 GB/T 23686 作为引用文件,以保证整个电工行业的一致性。

本附录中使用的术语“环境”不同于在国家标准中采用的电工产品环境条件方面环境的术语。

注 2: 关于环境条件对产品性能的影响,可参考 IEC 60060 系列、IEC 60721 系列和 IEC Guide 106。

O.3 术语和定义

下列术语和定义适用于本附录。

O.3.1

设计和开发 design and development

将想法或要求转化成产品的行为。

注: 设计和开发的过程通常按照一系列规定步骤,从初始想法开始,将想法转变为正式规范,进而创建样机,整个过

程都需要有关标准支持产品生产或服务规范。

[来源:GB/T 23686—2018,3.1]

O.3.2

环境 environment

组织运行活动的外部存在,包括空气、水、土地、自然资源、植物、动物、人,以及它们之间的相互关系。

注:外部存在可能从组织内延伸到当地、区域和全球系统。

[来源:GB/T 24001—2016,3.2.1,有修改]

O.3.3

环境因素 environmental aspect

一个组织的活动或产品中能与环境发生相互作用的要素。

注:重要环境因素是指具有或能够产生重大环境影响的环境因素。

[来源:GB/T 23686—2018,3.3]

O.3.4

环境影响 environmental impact

全部或部分地由组织的环境因素给环境造成的任何有害或有益的变化。

[来源:GB/T 24001—2016,3.2.4]

O.3.5

环境参数 environmental parameter

环境因素的可量化属性。

示例:环境参数包括所用材料的类型和数量(质量、体积)、能耗、排放及再循环使用率等。

[来源:GB/T 23686—2018,3.5,有修改]

O.3.6

环境意识设计 environmentally conscious design;ECD

在设计和开发过程中考虑环境因素的系统方法,旨在减少产品的负面环境影响。

[来源:GB/T 23686—2018,3.6]

O.3.7

环境意识设计工具 environmentally conscious design tool

在ECD过程中为定性或定量分析、比较和/或寻找解决方案而使用的规范方法。

[来源:GB/T 23686—2018,3.7]

O.3.8

生命周期 life cycle

产品系统中前后衔接的一系列阶段,从原材料的获取或自然资源的生成,直至最终处置。

[来源:GB/T 24040—2008,3.1]

O.3.9

生命周期评价 life cycle assessment;LCA

对一个产品系统的生命周期中的输入、输出及其潜在环境影响的汇编和评价。

[来源:GB/T 24040—2008,3.2]

O.3.10

生命周期阶段 life cycle stage

生命周期的要素。

注 1: “life cycle stage”有时用“life cycle phase”表示。

注 2: 生命周期阶段的示例,如原材料的获取和生产、制造、包装和运输、安装和使用、维护和升级、生命末期。

[来源:GB/T 23686—2018,3.10]

O.3.11

生命周期理念 life cycle thinking; LCT

在整个产品生命周期内,考虑所有相关的环境因素。

[来源:GB/T 23686—2018,3.11]

O.3.12

组织 organization

具有一系列职责、权利和关系的人员团体和设施。

[来源:GB/T 23686—2018,3.12]

O.3.13

过程 process

将输入转化成输出的相互联系或相互作用的一系列活动。

注 1: 一个过程的输入通常为其他过程的输出。

注 2: 为实现增值组织通常对过程进行策划并使其在受控条件下运行。

[来源:GB/T 23686—2018,3.13]

O.3.14

产品 product

任意商品或服务。

注: 产品包括内部关联的和/或相互有关的商品或服务。

[来源:GB/T 23686—2018,3.14]

O.3.15

产品类别 product category

技术性或功能性类似的产品组,其环境因素也可推定为是类似的或其功能方面的一定比例相同(例如产品重量或性能范围)。

[来源:GB/T 23686—2018,3.15,有修改]

O.3.16

利益相关方 stakeholder

与组织或活动利益相关的个人、团体或组织。

注: 利益相关方通常能够影响组织或活动,或者被组织或活动所影响。

[来源:GB/T 23686—2018,3.16]

O.3.17

再生利用 recycling

为了最初目的或其他目的,在生产过程中进行的废弃材料的再加工,不包括能量回收。

[来源:GB/T 20877—2016,3.16,有修改]

O.3.18

可再生利用性 recyclability

物质或材料以及由此制成的零件/产品具有可再生的特性。

注: 产品的可再生利用性不仅取决于产品中所含材料的可再生性,产品结构和流通性也是极其重要的因素。

O.3.19

寿命终止 end of life;EOL

产品从开始使用到终止预期使用的生命周期状态。

[来源:GB/T 34959—2017,3.4,有修改]

O.3.20

能量回收 energy recovery

利用可燃性废弃物直接焚烧,同时进行热回收,作为产生能量的手段。焚烧过程中可加入或不加入其他废料。

O.4 一般考虑事项

为了使产品在其生命周期内减少对环境的不良影响,应检查下列需要考虑的事项(见图 O.1):

- 节约材料;
- 有效利用能量和资源;
- 减少释放物和废物;
- 产品的材料用量(包括包装材料)最小化;
- 减少不同材料品种;
- 替代或减少有害物质的使用;
- 再使用/翻修部件或元件;
- 技术更新的可能性;
- 可维护性、拆卸性和可再生利用性方面的设计;
- 表面涂层或其他材料结合对可再生利用性的影响;
- 标志;
- 为用户提供足够的环境说明/信息。

由此可针对产品对环境的影响实施恰当的过程。此过程应体现出以生命周期理念为根据的环境意识设计的标准化规则。

O.5 规定了组织所实行的 ECD 的基本要求。O.6 规定了以操作为基本原则实行的 ECD 过程。

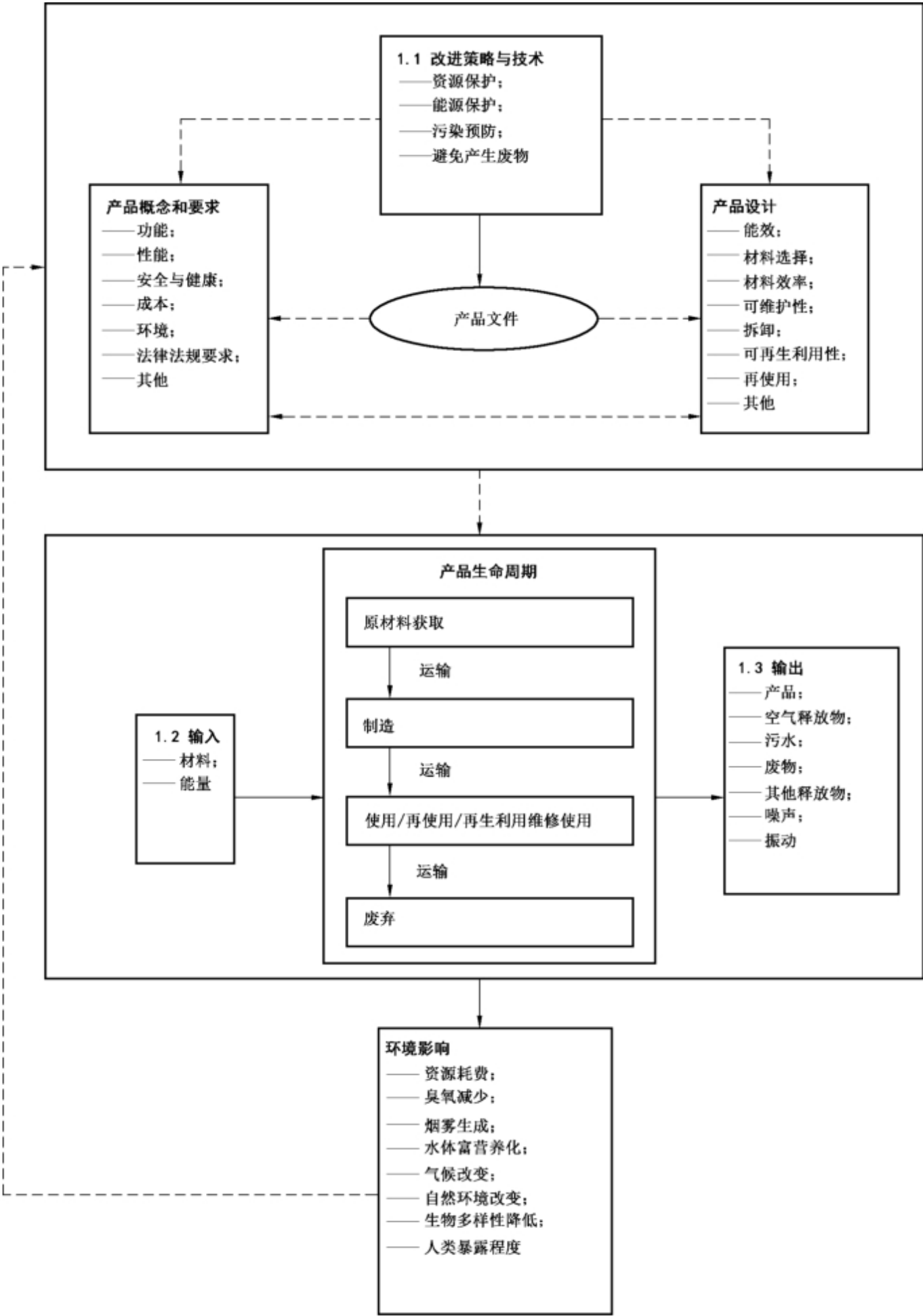


图 O.1 产品标准中的规定和在产品生命周期中与产品相关的环境影响之间的关系框架

O.5 环境意识设计(ECD)的基本要求

环境意识设计应以生命周期理念(LCT)为基础,要求在产品整个生命周期中的各个重要环境因素的设计和开发过程期间考虑生命周期理念(见图 O.2)。

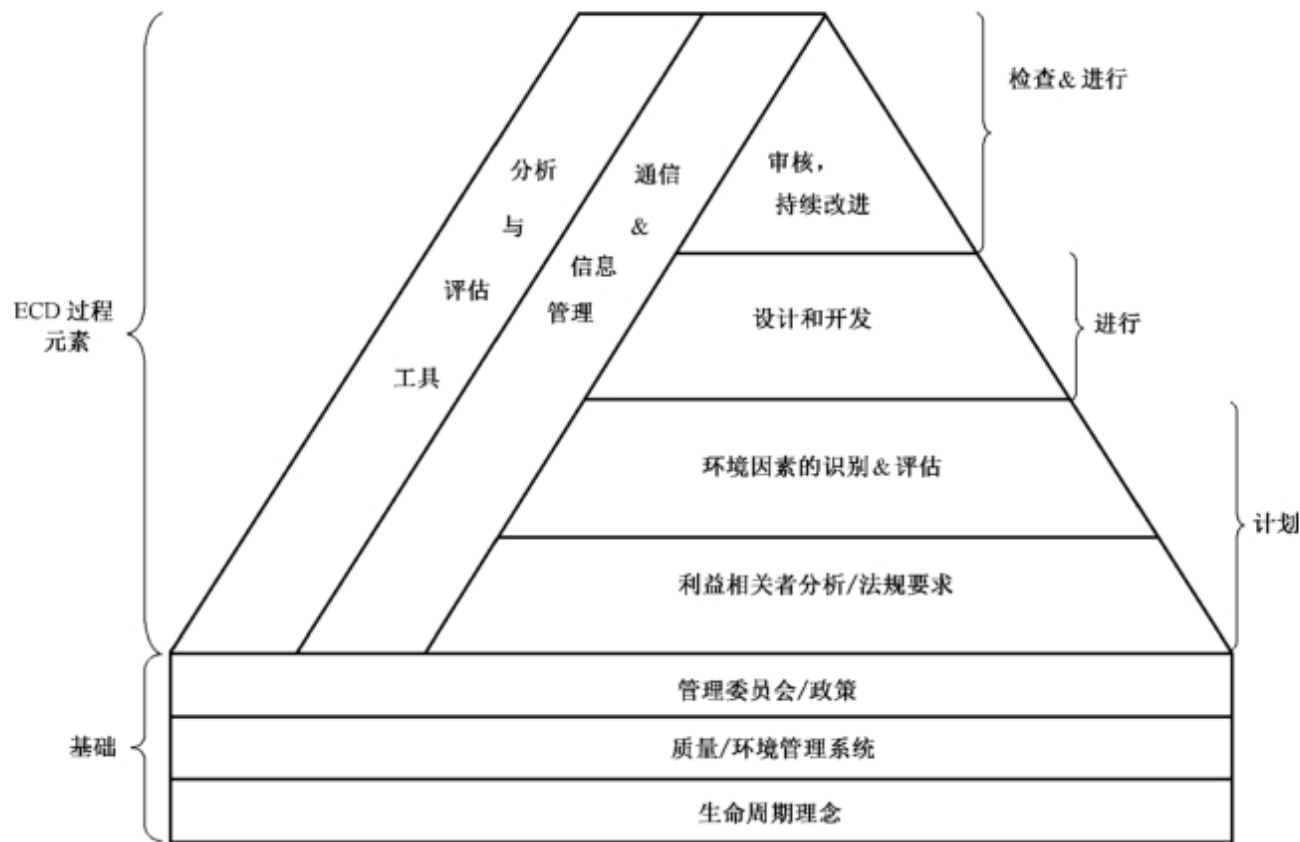


图 O.2 ECD 过程概览

生命周期理念要点：

- a) 目的是将产品对环境的所有不利影响最低化；
- b) 识别、鉴别并在可行的情况下量化产品的重要环境因素；
- c) 在环境因素和生命周期阶段之间权衡。

当产品整个生命周期存在对整体环境的改变和改进的最佳机会时,应尽早设计和开发过程中启动上述工作。

环境意识设计在法规和利益相关方要求所规定的界限内进行。要定期审核这些要求,使进行 ECD 的组织了解相关变化。

组织的政策及战略中应体现出以最小化产品对环境的影响的环境意识设计和目标。如果组织的管理系统包括产品设计和开发功能,那么 ECD 过程应成为文件系统的一部分。

- 注 1: LCT 的第一个步骤是确定产品的预期功能。在随后的设计和开发阶段,应识别所应用的任何商业模式的影响。
- 注 2: 当产品为系统的一部分时,产品在一个或多个生命周期阶段对环境性能可以由该系统内的其他产品改变。
- 注 3: ECD 受益于供应链中的所有利益关系人的合作和贡献。
- 注 4: 在组织内进行关于 ECD 过程及其目标的交流,使受到影响的部门了解创造精神的理念,激发他们的合作与奉献精神。
- 注 5: ECD 功能要求的详细内容规定在 GB/T 23686 中。

O.6 环境意识设计过程(ECD 过程)

O.6.1 一般要求

进行环境意识设计(ECD)的组织应建立、归档、实施和维护 ECD 过程,将其作为产品设计与开发过

程的一部分。这种 ECD 过程包括以下步骤,并规定于 O.6.2 中:

- a) 分析法规以及利益相关方的环境要求;
- b) 识别和评价环境因素和对应影响;
- c) 设计和开发;
- d) 审核和持续改进。

在进行以上步骤时,组织应归档相关的结果和结论,以及分配的职责。

注:以上 a)~d)过程对应于 PDCA 周期:

- a)和 b)对应于计划;
- c)对应于进行;
- d)对应于检查和执行。

O.6.2 ECD 的过程步骤

ECD 过程开始时,不论是整个组织还是具体部门,都要理解相关的法规和利益相关方的要求,并进行环境因素的识别。以这些要求为框架开始开发产品。

然后组织应建立识别环境因素和对应产品影响的程序。

注 1:可为产品类别进行环境因素的识别。

在各种不同环境因素和其他相关考虑事项(如功能、技术要求、质量、性能、商业风险和经济因素)之间应实现设计方案选择的平衡。当法律规定要求某种特性(如健康与安全、电磁兼容性),在考虑环境目标时就应满足这些内容。这些考虑事项也可用于研究及开发新技术。

应建立、实行和维持产品在其整个生命周期内的重要环境因素的评价程序和持续改进。

作为 ECD 过程的一部分,供应链中的组织应将其产品或产品类别的信息透露给产品设计和开发涉及的组织,以此实现 ECD 目标。

产品或产品类别对环境影响的信息应以恰当且标准化的形式提供给利益方,比如符合 GB/T 24020、GB/T 24021、GB/T 24024 和 GB/T 24025 的环境产品申报。

注 2: ECD 过程的信息内容见 GB/T 23686。

O.7 产品设计与开发过程中的 ECD 工具

鉴别和评价产品标准中的规定是如何影响由产品引起的环境影响相当复杂,需要仔细考虑,可能还要与专家商讨。某些可使用的方法与技术正在逐渐成熟,这有助于促进将环境因素纳入产品设计和开发中。这些方法和技术有助于重大设计项目的开发、决策、经营与经济因素结合考虑,下面列举一些可供使用的方法:

- a) 产品环境因素的分析;如 LCA(生命周期评估)、ECD 清单及基于公制(例如重量、能耗、体积)的 ECD 基准;
- b) 产品环境策略确定:定性决策手段,如生态模型、清单、Pareto 图、SWOT 分析(优势、劣势、机会、威胁)、蛛网图表和组合图表;
- c) 将环境因素输入到产品特性中;如 QFD(品质因素分析)和 FMEA(故障模型与影响分析)技术。

在选用上述方法时,有助于在将环境因素纳入产品设计和开发中时形成基本的产品相关因素理念。

注: GB/T 23686—2018 附录 C 中规定了合适的工具与工具类别以及实施策略。

O.8 相关的 ISO 技术委员会

TC 61	塑料
TC 79	轻金属及其合金

TC 122	包装
TC 146	空气质量
TC 147	水质量
TC 190	土壤质量
TC 205	建筑环境设计
TC 207	环境管理
SC1	环境管理系统
SC2	环境审计及相关环境调查
SC3	环境标记
SC4	环境性能评价
SC5	生命周期评估

附录 P
(资料性)

与铜导体相连的低压开关设备和控制设备的端子接线片

与铜导体相连的低压开关设备和控制设备的端子接线片示例见表 P.1。

表 P.1 与铜导体相连的低压开关设备和控制设备的端子接线片示例

导体截面积 mm ²		尺寸(见图 P.1) mm						装配螺栓的 间隙孔
软线	实芯和多 股硬线	<i>L</i> 最大值	<i>N</i> 最大值	<i>W</i> 最大值	<i>W</i> 量规	<i>Z</i> 最大值	<i>M</i> 最小值	<i>H</i>
6	10	22	6	10	—	12	6	M5
10	16	26	6	10	—	12	6	M5
16	25	28	6	10	—	12	6	M5
25	35	33	7	12	12.5	17	7	M6
35	50	38	7	12	12.5	17	7	M6
50	70	41	7	12	12.5	17	7	M6
70	95	48	8.5	16	16.5	20	8.5	M8
95	120	51	10.5	20	20.5	25	10.5	M10
120	150	60	10.5	20	20.5	25	10.5	M10
150	185	72	11	25	25.5	25	11	M10
185	240	78	12.5	31	32.5	31	12.5	M12
240	300	89	12.5	31	32.5	31	12.5	M12
300	400	105	17	40	40.5	40	17	M16
400	500	110	17	40	40.5	40	17	M16
注：电缆接线片的其他不同尺寸也允许使用。								

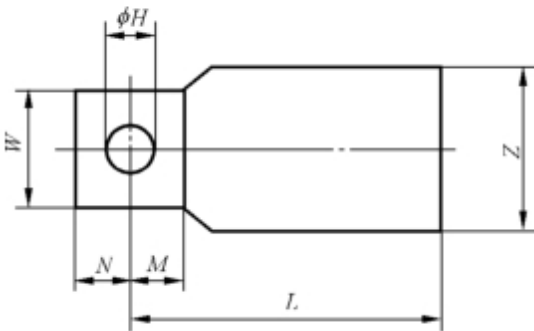


图 P.1 尺寸

附录 Q

(规范性)

特殊试验——环境试验目录

Q.1 通则

本附录的目的在于确定低压开关设备和控制设备在某些特定的、不同于 7.1 中描述的正常工作条件的气候状况下工作的要求。

本附录阐述了试验条件、试验顺序及要获得的试验结果。

下列特殊试验(见 3.2.4)应由制造商规定或由制造商和用户协商一致确定。作为特殊试验,这些附加试验不是强制性的,电器可不必满足符合本附录的相关试验要求。

Q.2 设备分类

设备分类基于六组由不同环境因素(温度、湿度、振动、冲击、盐雾)组合而成的环境试验。

——温度和湿度试验范围:

CC1: $-5\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +55\text{ }^{\circ}\text{C}$ (范围 1:干热试验温度 $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ /湿热试验 $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ /冷态试验 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$);

CC2: $-25\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +70\text{ }^{\circ}\text{C}$ (范围 2:干热试验温度 $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ /湿热试验 $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ /冷态试验 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$)。

——振动和冲击试验:

MC1:无振动;

MC2:振动;

MC3:振动加冲击。

——盐雾:

SC1:无盐雾;

SC2:有盐雾(试验按 GB/T 2423.18—2021 进行)。

将上述环境因素组合可得到六类环境类别 A、B、C、D、E 和 F:

——A:受温度和湿度影响的受控环境(试验温度范围: $-5\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +55\text{ }^{\circ}\text{C}$) = MC1 + CC1 + SC1;

注 1:该环境状况可描述为“潮湿”。

——B:受温度和湿度影响的环境(试验温度范围: $-25\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +70\text{ }^{\circ}\text{C}$) = MC1 + CC2 + SC1;

注 2:该环境状况可描述为“湿冷”。

——C:受温度、湿度和盐雾影响的环境 = MC1 + CC2 + SC2;

注 3:该环境状况可描述为“咸湿”或“码头”等类似场所。

——D:受 EMC、温度、湿度和振动影响的环境 = MC2 + CC2 + SC1;

注 4:该环境状况可描述为“存在振动的船上的湿冷条件”。

——E:受温度、湿度、振动和冲击影响的环境 = MC3 + CC2 + SC1;

注 5:该环境状况可描述为“开放甲板上无盐雾湿冷条件”或“非海上严酷环境”。

——F:受 EMC、温度、湿度、振动、冲击和盐雾影响的环境 = MC3 + CC2 + SC2。

注 6:该环境状况可描述为“开放甲板上湿冷咸条件”或“海上恶劣(严酷)环境”。

Q.3 试验

Q.3.1 一般试验条件

除非有另外说明,否则 9.3.2 适用,并补充以下内容:

该类试验验证设备在特定试验条件下实现所需功能的能力;设备所需实现的功能在试验顺序中给出。

设备应在断开位置进行试验(如合适)、试验前设备应在正常环境条件下放置至少 24 h。正常环境条件具体为:

- 温度: $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 相对湿度: $60\% \pm 30\%$;
- 气压: $96\text{ kPa} \pm 10\text{ kPa}$ 。

在试验箱内进行试验时,线缆长度至少应为 5 cm;若设备有外壳,则线缆外露于外壳外的长度至少应为 5 cm,线缆穿越外壳的操作方法应按制造商规定进行。

在制造商允许的条件下,可使用截面积小于表 9、表 10、表 11 和 9.3.3.3.4 中规定值的线缆。对于具有高额定电流值的设备,如果气候试验箱内空间有限,可忽略线缆连接。

Q.3.2 试验顺序

在选定所要求的试验环境之后,按表 Q.1 中给出的顺序进行试验。也可见表 Q.1 的脚注 f。

表 Q.1 试验顺序

环境	受温度和湿度影响的受控环境	受温度和湿度影响的环境	受温度、湿度和盐雾影响的环境	受温度、湿度和振动影响的环境	受温度、湿度、振动和冲击影响的环境	受温度、湿度、振动、冲击和盐雾影响的环境
分类	A	B	C	D	E	F
温度试验范围	-5 ℃/+55 ℃	-25 ℃/+70 ℃	-25 ℃/+70 ℃	-25 ℃/+70 ℃	-25 ℃/+70 ℃	-25 ℃/+70 ℃
1 EMC 试验	N.A.	N.A.	N.A.	m	N.A.	m
2 试验前测绝缘电阻及目测检查	a	a	a	a	a	a
3 振动试验	N.A.	N.A.	N.A.	振动 GB/T 2423.10—2019 试验 Fc ^b	振动 GB/T 2423.10—2019 试验 Fc ^b	振动 GB/T 2423.10—2019 试验 Fc ^b
4 冲击试验	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	GB/T 2423.5—2019 试验 Ea ^c	GB/T 2423.5—2019 试验 Ea ^c
5 倾斜试验	N.A.	N.A.	N.A.	IEC 60092-504 ¹	IEC 60092-504 ¹	IEC 60092-504 ¹
6 干热试验	GB/T 2423.2—2008 试验 Bd,16 h,55 ℃	GB/T 2423.2—2008 试验 Bd,16 h,70 ℃	GB/T 2423.2—2008 试验 Bd,16 h,70 ℃ ^e	GB/T 2423.2—2008 试验 Bd,16 h,70 ℃ ^{e,f}	GB/T 2423.2—2008 试验 Bd,16 h,70 ℃ ^{e,f}	GB/T 2423.2—2008 试验 Bd,16 h,70 ℃ ^{e,f}
7 湿热试验	交变湿热 GB/T 2423.4—2008 试验 Db,2 个周期,55 ℃, 方法 2,无载	交变湿热 GB/T 2423.4—2008 试验 Db,2 个周期, 55 ℃,方法 2 ^g	交变湿热 GB/T 2423.4—2008 试验 Db,2 个周期,55 ℃, 方法 2,无载	交变湿热 GB/T 2423.4—2008 试验 Db,2 个周期,55 ℃, 方法 2 ^g	交变湿热 GB/T 2423.4—2008 试验 Db,2 个周期,55 ℃, 方法 2 ^g	交变湿热 GB/T 2423.4—2008 试验 Db,2 个周期,55 ℃, 方法 2 ^g
8 恢复	在正常大气条件下 24 h 内恢复至常态 ^h	在正常大气条件下 24 h 内恢复至常态 ^h	在正常大气条件下 24 h 内恢复至常态 ^h	在正常大气条件下 24 h 内恢复至常态 ^h	在正常大气条件下 24 h 内恢复至常态 ^h	在正常大气条件下 24 h 内恢复至常态 ^h
9 绝缘电阻	i	i	i	i	i	i

表 Q.1 试验顺序 (续)

环境	受温度和湿度影响的受控环境	受温度和湿度影响的环境	受温度、湿度和盐雾影响的环境	受温度、湿度和振动影响的环境	受温度、湿度、振动和冲击影响的环境	受温度、湿度、振动、冲击和盐雾影响的环境
10 低温试验	GB/T 2423.1—2008 试验 Ab 或 Ad,此取决于产品的散热是否大于 5 K。试验室温度应从初始温度降低至 -5℃;此温度应维持在±3℃范围内持续 16 h	GB/T 2423.1—2008 试验 Ab 或 Ad,此取决于产品的散热是否大于 5 K。试验室温度应从初始温度降低至 -25℃;此温度应维持在±3℃范围内持续 16 h	GB/T 2423.1—2008 试验 Ab 或 Ad,此取决于产品的散热是否大于 5 K。试验室温度应从初始温度降低至 -25℃;此温度应维持在±3℃范围内持续 16 h	GB/T 2423.1—2008 试验 Ab 或 Ad,此取决于产品的散热是否大于 5 K。试验室温度应从初始温度降低至 -25℃;此温度应维持在±3℃范围内持续 16 h	GB/T 2423.1—2008 试验 Ab 或 Ad,此取决于产品的散热是否大于 5 K。试验室温度应从初始温度降低至 -25℃;此温度应维持在±3℃范围内持续 16 h	GB/T 2423.1—2008 试验 Ab 或 Ad,此取决于产品的散热是否大于 5 K。试验室温度应从初始温度降低至 -25℃;此温度应维持在±3℃范围内持续 16 h
11 恢复	在正常大气条件下 24 h 内恢复至常态 ^b	在正常大气条件下 24 h 内恢复至常态 ^b	在正常大气条件下 24 h 内恢复至常态 ^b	在正常大气条件下 24 h 内恢复至常态 ^b	在正常大气条件下 24 h 内恢复至常态 ^b	在正常大气条件下 24 h 内恢复至常态 ^b
12 绝缘电阻	i	i	i	i	i	i
13 介电试验	9.3.3.4.1 3)	9.3.3.4.1 3)	9.3.3.4.1 3)	9.3.3.4.1 3)	9.3.3.4.1 3)	9.3.3.4.1 3)
14 盐雾	N.A.	N.A.	GB/T 2423.18—2021 试验 Kb,严酷度 2) ^j	N.A.	N.A.	GB/T 2423.18—2021 试验 Kb,严酷度 1) ^j
15 绝缘电阻	N.A.	N.A.	i	i	i	i
16 验证操作性能	根据产品标准 ^d	根据产品标准 ^d	根据产品标准 ^d	根据产品标准 ^d	根据产品标准 ^d	根据产品标准 ^d
17 目测检查	N.A.	N.A.	k	N.A.	N.A.	k
N.A.:不适用。 注 1: 上述分类不同于 GB/T 4798(所有部分)的分类。 注 2: 脚注“a”和“i”的值不同于 IEC 60092-504。						

表 Q.1 试验顺序 (续)

^a 绝缘电阻应在各电路间及各电路与地间测得,试验设备符合 GB/T 18216.2 的要求。(某些部件,如暂态抑制装置在设备测试期间可能被要求与设备断开连接)。		
额定工作电压最大值	直流测试电压	最小绝缘电阻
≤ 65 V	2×电源电压(最小 24 V)	10 MΩ
> 65 V	500 V	100 MΩ
^b 振动试验用参数		
——频率为 2^{+3}_{-3} Hz~13.2 Hz 时,位移为 ±1 mm;频率为 13.2 Hz~100 Hz 时,加速度为 ±0.7 g;		
——持续时间(在无共振条件下):90 min,30 Hz;		
——持续时间(在每一共振频率且 $Q \geq 2$ 时):90 min;		
——在振动试验中,应验证操作条件;		
——试验应在三组相互垂直的轴向上进行;		
——通常,放大因数 $Q \leq 10$,大于 10 的放大因数应在制造商的文件中规定;		
——临界频率是谐振频率的范围,无中断时,放大因数大于 2;		
——如果在 0.8~1.2 倍的临界频率范围内(扫频)有多个共振频率,试验持续时间应为 120 min,此时加速度为 0.7 g。		
试验结果:在振动试验中,触头非故意断开和闭合时间大于 3 ms 被认为试验失败,除非制造商在其说明书或目录中规定了更长时间的值。		
规定的中断时间(弹跳)也许会有一些设备出现问题(如由于高速输入引起的 PLC 监测问题),因此试验时可采取适当措施。		
^c 三次正向和反向冲击,在每一方向沿着三组正交轴向;		
——脉冲波形:半个正弦波;		
——峰值加速度:150 m/s ² (产品委员会可考虑规定不同的值,如合适);		
——脉冲持续时间:11 ms。		
试验后证明产品标准中相关的运行特性并未改变。		
^d 本试验意在检查电器是否能确保其最低的操作特性,应在产品标准中规定。		
^e 相关产品标准中应规定电器在预处理、测试和功能性试验中的动作性能。试品的恢复应在正常大气条件下根据产品标准的规定放置(1~2) h 或更长时间。		
GB/T 2421—2020 (标准大气条件)中 4.3 适用。		
^f 试验 6~试验 17 可在一台新的试品上进行。所有试品应按照 15、16 和 17 项的规定进行适当的最后检测。所用试品的数量应在试验报告中说明。		
^g 功能性试验应在试验温度下第 1 个周期的最初 2 个小时内及第 2 个周期的最后 2 个小时内进行。		
^h 相关产品标准可规定其他恢复时间。		
ⁱ 应在恢复时间过后的 1 h 之内进行绝缘电阻试验。绝缘电阻应在各电路间及各电路与地间测得,试验设备符合 GB/T 18216.2 的要求。(某些部件,如暂态抑制装置在设备测试期间可能被要求与设备断开连接)		
额定工作电压最大值	直流测试电压	最小绝缘电阻
≤ 65 V	2×电源电压(最小 24 V)	10 MΩ
> 65 V	500 V	100 MΩ

表 Q.1 试验顺序 (续)

^j 盐雾试验后恢复:GB/T 2423.18—2021 中第 10 章适用,并增加下列要求: 经过洗涤之后,由制造商决定电器在自由空气中 24 h 或在 +55℃ 温度中 1 h 风干,然后在可控的恢复条件下(GB/T 2421—2020 中的 4.4.2)贮存,贮存时间不少于 1 h 但不超过 2 h。 对于某些产品,洗涤可能削弱产品的操作。在这种情况下,产品标准中应规定相关措施。 ^k 目测检查: 具有功能性或安全作用的机械部件应检查氧化情况:旋转针轴、磁铁、铰链、锁等。此外,对用户用于维修的可移动的部位进行目测检查。标识应保持清晰。 允许下列有限的损坏: ——电磁线路中有铁锈痕迹; ——螺钉上出现腐蚀斑点; ——铜合金的电气触头支撑件上出现铜绿; ——涂层片上有白色腐蚀斑点。 相关产品标准中可补充规定相关安全的判别标准,以确定样品是否通过试验。 ^l 倾斜试验: 如果低压电器制造商声明电器在实际使用中的安装位置已满足该试验中的角度要求,则无需进行倾斜试验。 ^m EMC: EMC 规范和试验要求见 8.3 和 9.4,并根据 GB/T 10250 附加以下有关辐射的规定。			
安装在桥梁和甲板区域中的设备的试验参数		安装在一般配电区中的设备的试验参数	
频率范围/MHz	准峰值限制/(dB μ V/m)	频率范围/MHz	准峰值限制/(dB μ V/m)
0.15~0.3	80~52	0.15~30	80~50
0.3~30	52~34	30~100	60~54
30~2 000	54	100~2 000	54
另外:156~165	24 或 30 峰值	另外:156~165	24 或 30 峰值
注 1:按照文件所述的程序,但设备与天线之间的距离为 3 m。 注 2:可在一台新样品上进行 EMC 测试。			

ⁿ 空白。

^o 测试后,制造商可酌情进行中间验证。

附录 R

(规范性)

在操作和调整过程中的易近部件介电试验用金属箔的应用

R.1 通则

许多国家在电气设备工作状态时对使用者和其他人员的健康和人身安全的影响方面建立了众多法律法规。设备需要遵循一系列的安全准则,下列给出了对开关设备和控制设备及其运行时适用的一些安全准则的例子。

- a) 当为实现低压开关设备和控制设备的某些控制功能而要触及设备内部部件时需要排除可能存在的危险性。可通过事先将开关设备和控制设备置于锁定状态或保证操作表面外部(封闭外壳或设备)和内部(敞开外壳或设备)防护等级不低于 IEC 60529 中的 IP XXB(且符合 IP2X)来排除危险。

或,若上一措施无法实现,

- b) 可通过使用屏风挡板或障碍物使得操作人员避开危险。

或,若上一措施无法实现,

- c) 可为操作人员装备防护工具以确保健康和安全,但这是一道不得已的最后防线,其不适用于本文件。

确保安全性的较理想途径是保证低压开关设备和控制设备在操作表面上的防护等级不低于 IPXXB。或者在开关设备和控制设备的设计和建构中保证设备内的控制部件处于一个安全的、不存在危险带电部件的位置。应注意的是基本安全标准(见 GB/T 17045—2020 中 8.2.3.3)只是设定了设备从接近装置或组件方向的 IP XXB 防护等级的最低水平,且不低于其他适当方向的 IEC 60529 的 IPXXA(也符合 IP1X)。这与操作人员在操作或调整设备(例如按钮的执行机构)时可接触到的部件相对应。

注:本附录与 IEC 60529 之间在金属箔的使用方面存在一定差异。

R.2 目的

本附录的目的在于确定放置金属箔的位置以检验设备在介电试验中是否符合要求。

本附录中的描述未覆盖产品领域的所有情况,相关产品标准可更精确地规定某些产品正常工作和安装的条件(例如操作手柄位于外壳外面,而其他部件位于外壳内部)。

制造商应给定附加信息以供试验站进行相应试验(例如对于一个在安装时没有附加外壳的设备,施加金属箔的位置不局限于在操作和调整设备时可触及的部分)。

R.3 设备分区

R.3.1 一般要求

为确定介电试验中操作和调整设备时设备的可触及部分,本文件定义了三个区以便施加金属箔:

- a) 手动操作和调整工具;
- b) 在正常操作和调整时需触及的非手持式部分;
- c) 正常操作和调整时无需触及的部分。

注：这与温升限值试验方法类似。

上述区域 a)和 b)被 R.3.2 和图 R.2～图 R.6 中所述的几何形状区域的定义覆盖。

如必要,产品标准会给出其他附加信息。

R.3.2 对正常工作和调整时可触及部分施加金属箔的方法

除非产品标准中有其他规定,只有正常工作和调整时设备的可触及部分被纳入考虑。

位于外壳外部的设备部件需施加金属箔(见图 R.1)。

金属箔按如下说明施加在一个几何区域内[见图 R.2～图 R.8]：

- 情况 1:在一个由操动器或/和调整工具的所有边缘向外延伸 30 mm 所形成的平面所围成的区域内,并在该区域深度达到 80 mm 的所有表面上,仅使用探针进行手指保护试验,以防止接近设备或元件的方向[见图 R.2a)]；
- 情况 2:在一个由操动器或/和调整工具的所有边缘向外延伸 100 mm 所形成的平面所围成的区域内,并在该区域深度达到 25 mm 的所有表面上,使用探针进行手背保护测试(IEC 60529 的 IPXXA 探针)[见图 R.2b)]。

金属箔应形成孔和凹槽,供试验手指的整个直径进入。如果试验手指无法穿透,则由制造商决定是否可以用金属箔覆盖孔(见图 R.7)。

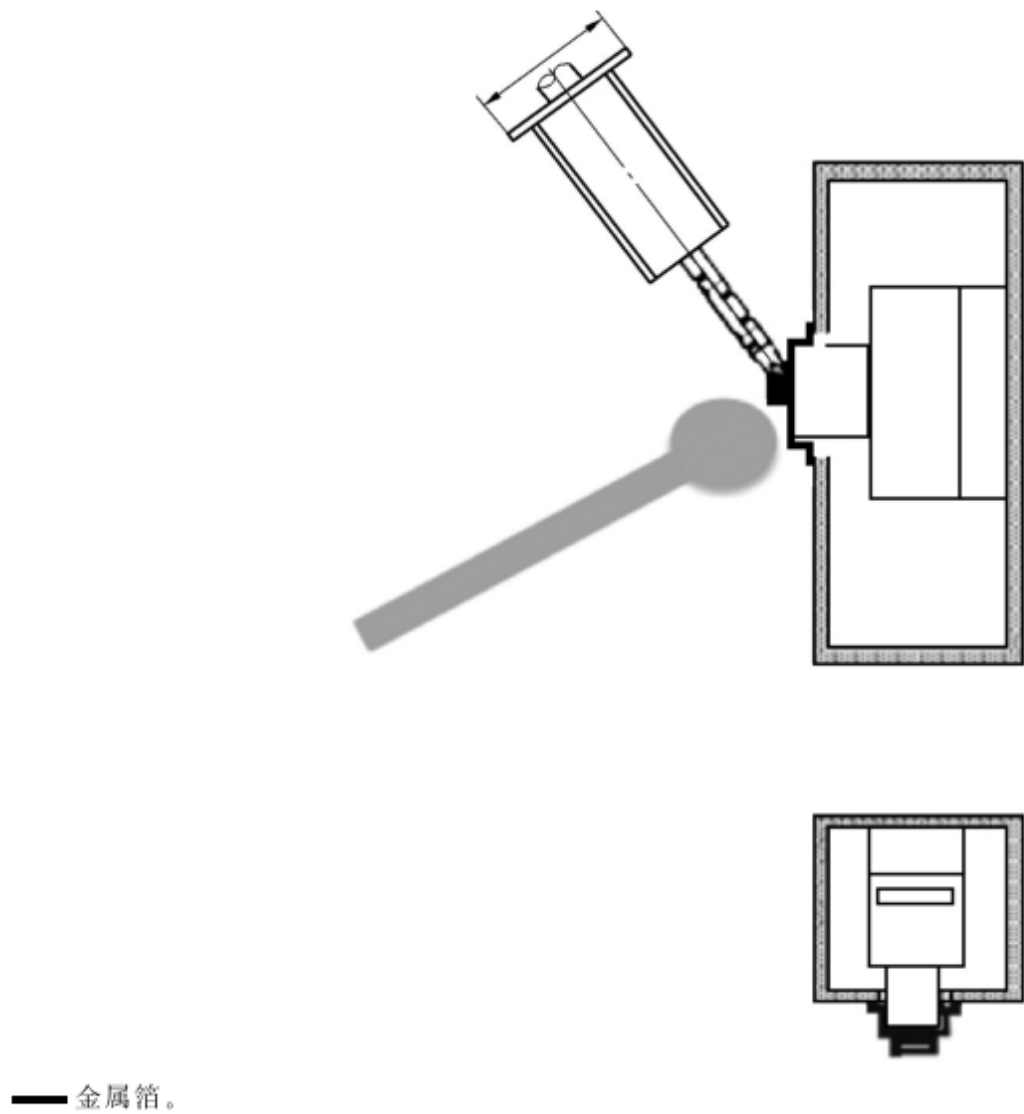
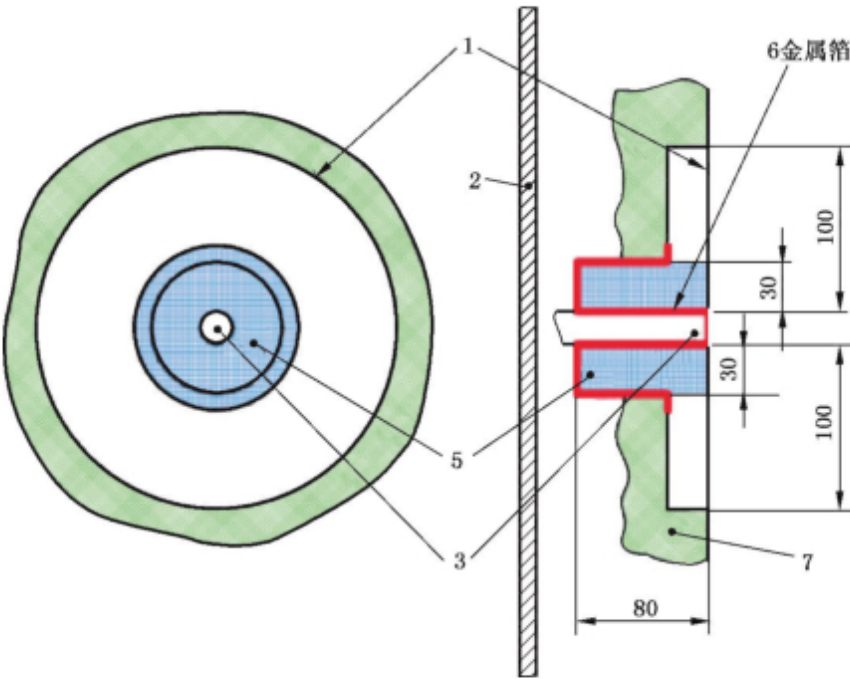
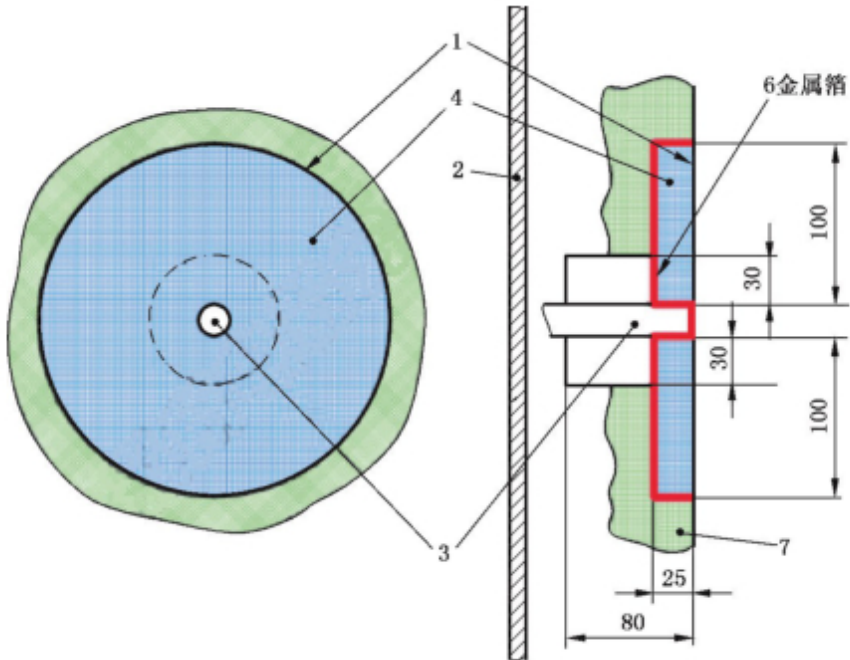


图 R.1 外壳外操作机制

单位为毫米



a) 情况 1: 指状保护



b) 情况 2: 手背保护

标引序号说明:

- 1——由操动器表面确定的基准区;
- 2——安装平板;
- 3——开关操动器;
- 4——将探针用于手背保护的区域(蓝色);
- 5——仅在接近设备或组件的方向上将探头用于手指保护的区域(蓝色);
- 6——金属箔(红色);
- 7——前板。

注: 根据设计, 可以结合使用情况 1 和情况 2。

图 R.2 金属箔在开关操动器工作区的应用

单位为毫米

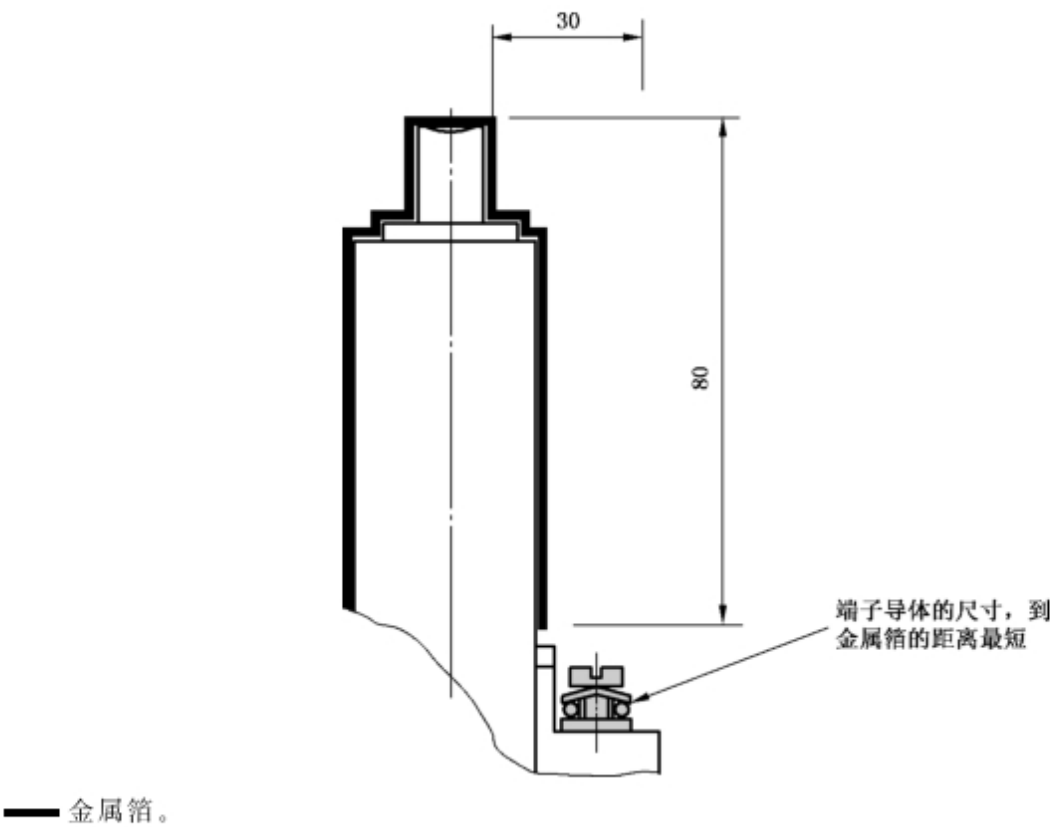


图 R.3 按钮附近的危险带电部件指状受保护区域举例

单位为毫米

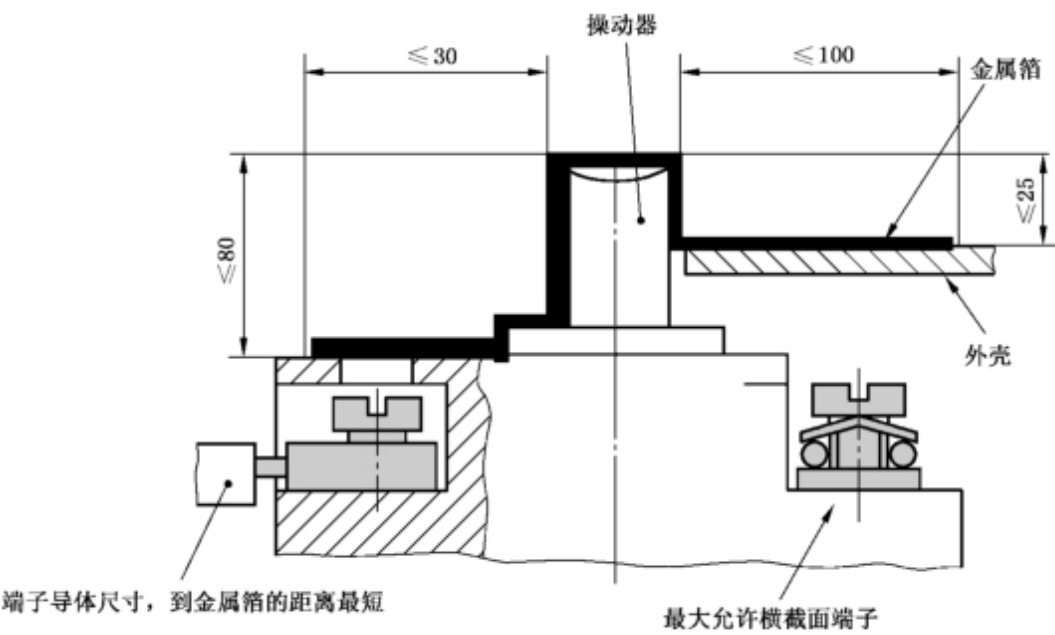


图 R.4 金属箔的应用示例一

单位为毫米

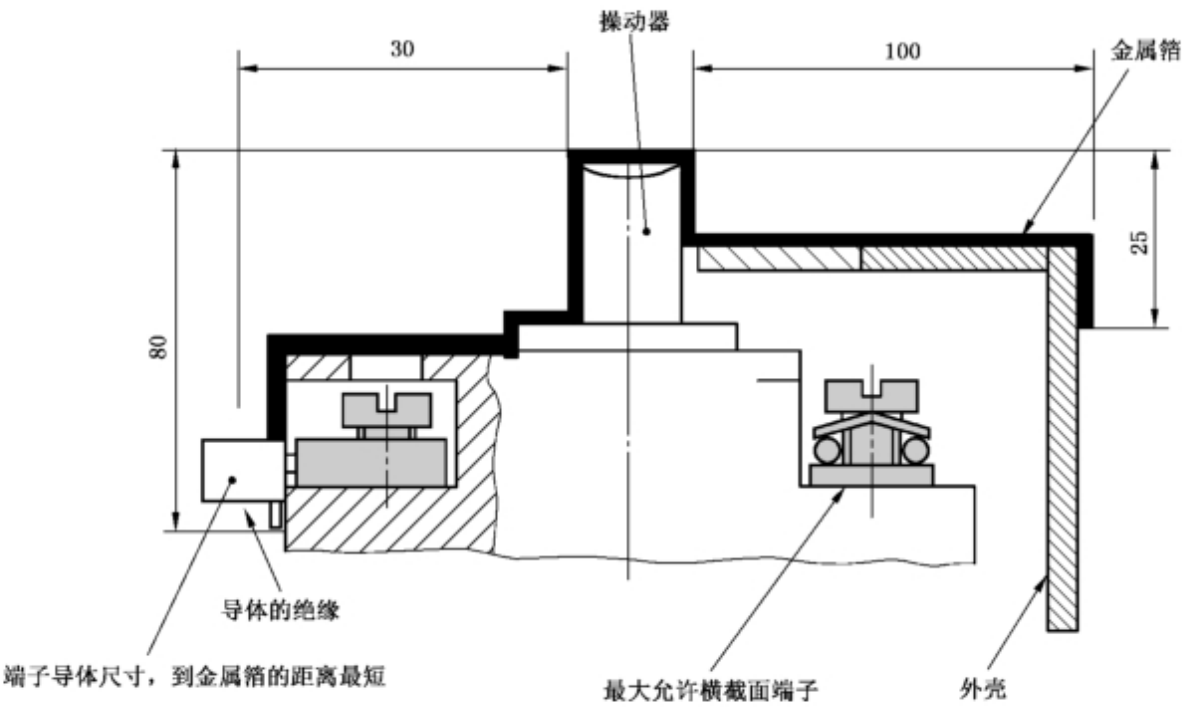


图 R.5 金属箔的应用示例二

单位为毫米

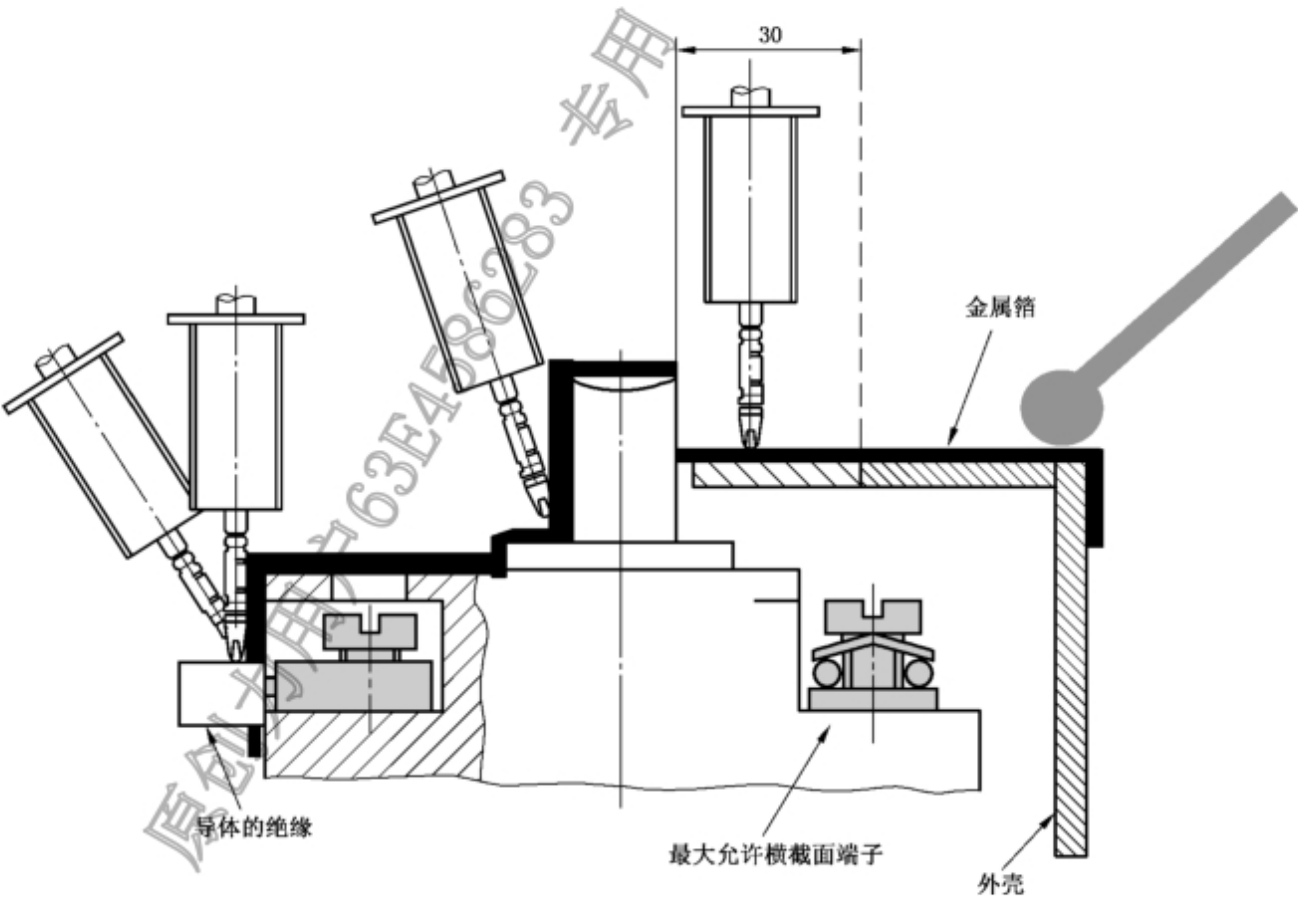


图 R.6 金属箔的应用示例三

附录 S
(规范性)
数字输入和输出

S.1 概述

本附录旨在涵盖与可编程序控制器(PLC)相容的开关设备和控制设备的数字输入和/或输出。本文件的依据为 IEC 61131-2 的相关章条。

S.2 术语和定义

下列术语和定义适用于本附录。

S.2.1

数字输入 digital input

把一个两态信号转换成一个单比特二进制数的器件。

注 1: 数字输入有一类、二类和三类。

注 2: 一类数字输入设计为用于检测机械式接触开关元件(如继电器触点、按钮、开关等)信号,不适用于固态器件,如传感器、接近开关等,二类和三类适用于检测固态开关器件信号。

注 3: 二类数字输入兼容过时的不被推荐的技术。IEC 61131-2:2017 的附录 D 规定了相关技术特性。

注 4: 三类数字输入比二类具有更低的电源特性,可应用于一类场合。通常,这使得每个模块或产品的输入通道密度更高。三类和二类的区别在于三类数字输入与 GB/T 14048.10 中的电器一致,在切断状态提供低电流。表 S.2 给出了操作范围的详细规定。具有二类数字输入的大部分接近开关能兼容三类数字输入。

[来源:IEC 61131-2:2017,3.1.8,有修改]

S.2.2

数字输出 digital output

把一个单比特二进制数转换成一种两态信号的器件。

S.2.3

电流阱 current sinking

接收电流的作用。

S.2.4

电流源 current sourcing

提供电流的作用。

S.3 功能要求

S.3.1 额定值和工作范围

由外部供电的 I/O 模块应如表 S.1 所示。

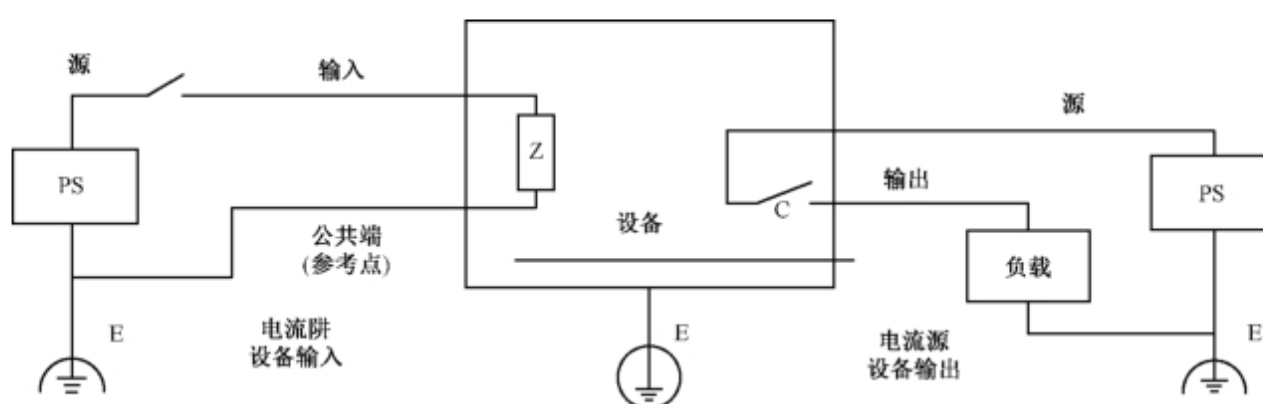
表 S.1 输入电源的额定值及工作范围

电压		频率		推荐使用(R)		规范性条款和注 e
额定 (U_e)	容差 (最小/最大)	额定 (f_n)	容差 (最小/最大)	电源	I/O 信号	
DC 24 V DC 48 V DC 125 V	−15%/+20%	—	—	R R —	R R —	a,b a —
AC 24 V r.m.s	−15%/+10%	50 Hz 或 60 Hz	−6%/+4%	—	—	(见注)
AC 48 V r.m.s				—	—	(见注)
AC 100 V r.m.s				R	R	—
AC 110 V r.m.s				R	R	—
AC 120 V r.m.s				R	R	(见注)
AC 200 V r.m.s				R	R	—
AC 230 V r.m.s				R	R	(见注)
AC 240 V r.m.s				R	R	—
AC 400 V r.m.s				R	—	(见注) ^d
注:这些额定电压可参考 GB/T 156 确定。						
^a 除电压容差外,还可允许存在一个峰值是额定电压值 5%的交流分量。绝对限值如下:对于 DC 24 V 是 DC 30/19.2 V;对于 DC 48 V 是 DC 60/38.4 V。 ^b 如果有可能使用二类数字输入,则见表 S.2 中脚注 e。 ^c 对于那些在表中没有给出的输入电压如 DC 110 V 等,本表中给出的容差及其脚注 a 也适用。这些电压容差应被用来计算 S.2 中的输入限值,运用 S.6 中的等式计算。 ^d 三相供电。						

S.3.2 数字 I/O

S.3.2.1 概述

图 S.1 给出了一些 I/O 参数定义的图释。



标引符号说明：

C——输出，机械或固态触点（如继电器干触点，双向晶体管、晶体管或类似器件）；

E——接地，此处显示的接地为可选状态，具体应用中接地应由各国规章和/或应用需要确定；

Z——输入，输入阻抗；

PS——外部电源。

注：某些应用中输入、输出和设备可以仅用一个电源共用端。

图 S.1 I/O 参数

数字 I/O 应符合下列要求。

数字输入应符合 S.3.2.2 中给出的标准额定电压的要求。

数字输出，交流应符合 S.3.2.3.2 中给出的标准额定电压的要求，直流应符合 S.3.2.4.2 中给出的标准额定电压的要求。

通过正确选择上述数字 I/O，应能使其与其他输入和输出互联，以实现正确运行（必要时附加的外部负载应由制造商规定）。

电路应符合电气间隙和爬电距离的要求，以及相间电压对应介电试验的要求。

注：本文件没有涉及某些应用需要的电流源输入和电流阱输出，在使用时应特别注意。（在使用正逻辑电流阱输入和电流源输出的场合，任何对参考电位的短路和断路都被输入和负载解释为“断开状态”；在使用电流阱输出和电流源输入的场合，接地故障被理解为“导通状态”）（见图 S.1）。

S.3.2.2 数字输入（电流阱）

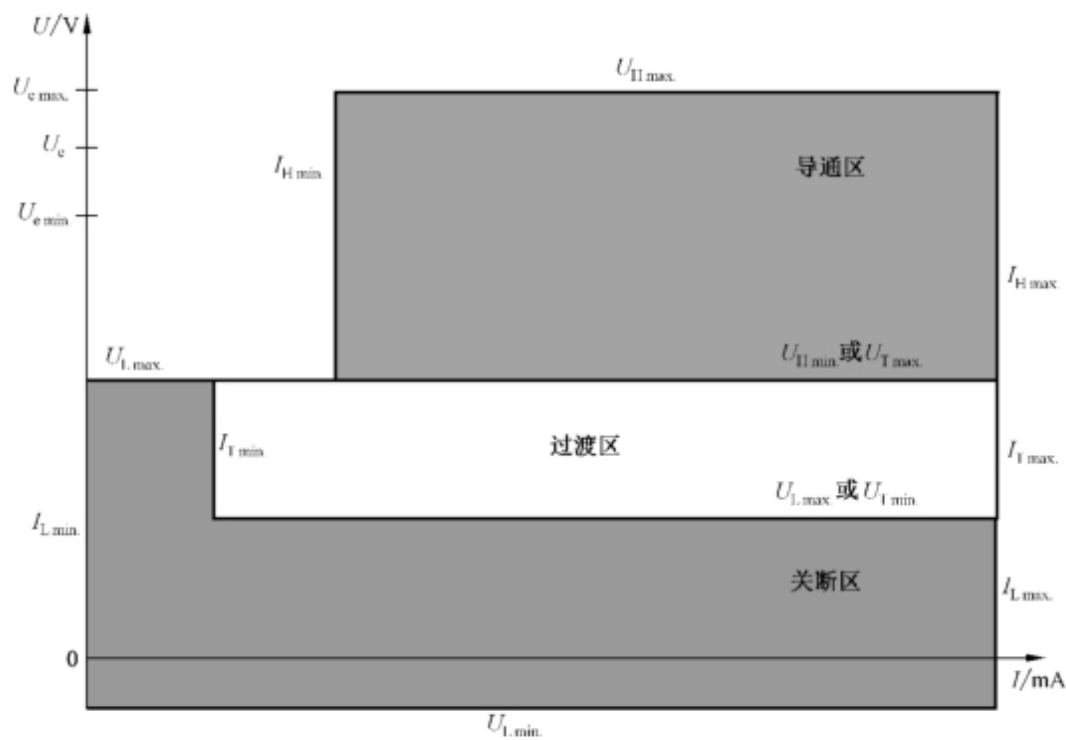
S.3.2.2.1 概述

对本条的要求依据 S.4.2 进行验证。

S.3.2.2.2 术语（U/I 工作区）

图 S.2 用图示法表示了本文件中用以说明电流阱数字输入电路特性的各种限制和工作范围。

工作区由“导通区”“过渡区”“关断区”组成。脱离“关断区”应使电流大于 $I_{T\ min}$ ，同时电压大于 $U_{T\ min}$ ；在进入“导通区”之前，应使电流大于 $I_{H\ min}$ ，同时电压大于 $U_{H\ min}$ 。所有输入 $U-I$ 曲线应保持在这些边界条件内。低于零电压的区是直流输入“关断区”的有效部分。



注：

$U_{H\max}$ 和 $U_{H\min}$ 是导通状态(1 状态)的电压限值。

$I_{H\max}$ 和 $I_{H\min}$ 是导通状态(1 状态)的电流限值。

$U_{T\max}$ 和 $U_{T\min}$ 是过渡状态(通或断)的电压限值。

$I_{T\max}$ 和 $I_{T\min}$ 是过渡状态(通或断)的电流限值。

$U_{L\max}$ 和 $U_{L\min}$ 是关断状态(0 状态)的电压限值。

$I_{L\max}$ 和 $I_{L\min}$ 是关断状态(0 状态)的电流限值。

$U_{L\max}$ 在 $I_{T\min}$ 以下与 $I_{H\min}$ 相等,在 $I_{T\min}$ 以上与 $U_{T\min}$ 相等。

U_e 、 $U_{e\max}$ 和 $U_{e\min}$ 是外部电源的额定电压及其上下限值。

图 S.2 电流阱输入的 U - I 工作区

S.3.2.2.3 数字输入(电流阱)的标准工作范围

电流阱数字输入应在表 S.2 给出的限值之内工作。

表 S.2 数字输入(电流阱)的标准工作范围

额定电压 U_e	额定频率 F_n (Hz)	限值形式	第 1 类限值						第 3 类限值(见注)						规范性条款
			状态 0		过渡状态		状态 1		状态 0		过渡状态		状态 1		
			U_L V	I_L mA	U_T V	I_T mA	U_H V	I_H mA	U_L V	I_L mA	U_T V	I_T mA	U_H V	I_H mA	
DC 24 V	—	最大 最小	15/5 —3	15 ND	15 5	15 0.5	30 15	15 2	11/5 —3	15 ND	11 5	15 1.5	30 11	15 2	a,b,d,e
DC 48 V	—	最大 最小	34/10 —6	15 ND	34 10	15 0.5	60 34	15 2	30/10 —6	15 ND	30 10	15 1.5	60 30	15 2	a,b,d
AC 24 V r.m.s	50/60	最大 最小	14/5 0	15 0	14 5	15 1	27 14	15 2	10/5 0	15 0	10 5	15 2	27 10	15 5	a,c

表 S.2 数字输入(电流阱)的标准工作范围 (续)

额定电压 U_c	额定频率 F_n (Hz)	限值形式	第 1 类限值						第 3 类限值(见注)						规范性条款
			状态 0		过渡状态		状态 1		状态 0		过渡状态		状态 1		
			U_L V	I_L mA	U_T V	I_T mA	U_H V	I_H mA	U_L V	I_L mA	U_T V	I_T mA	U_H V	I_H mA	
AC 48 V r.m.s	50/60	最大 最小	34/10 0	15 0	34 10	15 1	53 34	15 2	30/10 0	15 0	30 10	15 2	53 30	15 5	a, c
AC 100 V r.m.s AC 110 V r.m.s AC 120 V r.m.s	50/60	最大 最小	79/20 0	15 0	79 20	15 1	$1.1U_c$ 79	15 2	74/20 0	15 0	74 20	15 2.5	$1.1U_c$ 74	15 5	a, c, d, e
AC 200 V r.m.s AC 230 V r.m.s AC 240 V r.m.s	50/60	最大 最小	164/40 0	15 0	164 40	15 2	$1.1U_c$ 164	15 3	159/40 0	15 0	159 40	15 2.5	$1.1U_c$ 159	15 5	a, c, d, e
注:依据 GB/T 14048.10 与二线接近开关的兼容性能够与第 3 类兼容。															
^a 所有逻辑信号都是正逻辑。开路输入应被理解为 0 状态信号。见 S.6 中有关在此表中开发值所使用的方程式和假设以及其他注释。 ^b 给出的各电压限值包括所有的交流电压分量。 ^c 静止开关可能影响输入信号的真谐波的总有效值,因而影响输入接口与接近开关的兼容性,具体要求见 IEC 61131-2:2017 的 6.2.1。 ^d 建议作一般用途和供今后设计使用。 ^e 随着当前技术的进步以及鼓励设计出与所有常用额定电压兼容的单一输入模块,限值是绝对的并与额定电压无关($U_{H\max}$除外),根据附录 S.6 中的公式,分别为 AC 100 V 有效值和 AC 200 V 有效值。 ND=未定义。															

S.3.2.2.4 补充要求

每一输入信道都应设有一个指示灯或类似器件,当指示器通电时表示输入为 1 状态。

S.3.2.3 交流电流(电流源)的数字输出

S.3.2.3.1 一般要求

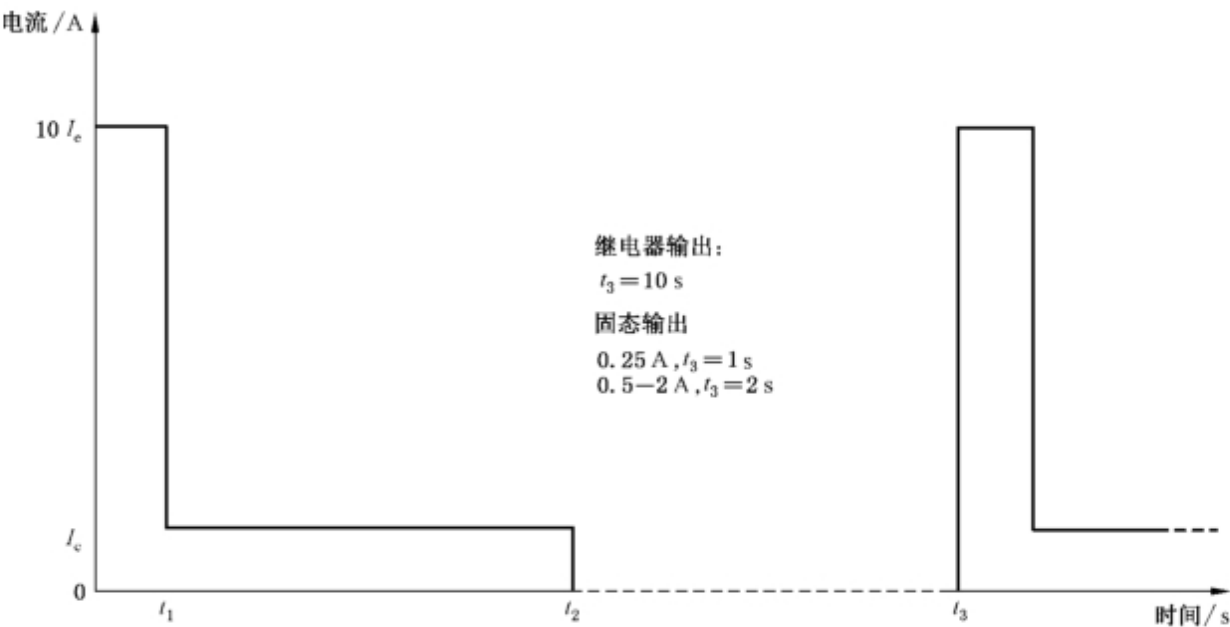
对本条的要求依据 S.4.3 进行验证。

S.3.2.3.2 额定值和工作范围(交流)

数字交流输出应符合表 S.3 给出的额定值的要求,输出电压由制造商根据 S.3.1 规定。

表 S.3 交流电流源数字输出的额定值和工作范围

额定电流(1 状态)	I_e A	交流输出方式				规范性条款
		0.25 类	0.5 类	1 类	2 类	
		0.25	0.5	1	2	
1 状态下的电流范围 (在最大电压处连续)	最小值(mA) 最大值(A)	10[5] 0.28	20 0.55	100 1.1	100 2.2	a,b a
1 状态下的电压降 U_d ——无保护输出 ——保护和耐短路	U_d 最大值(V) 最大值(V)	— 3 5	— 3 5	— 3 5	— 3 5	— a a
0 状态下的漏电流 ——固态输出 ——机电式输出	最大值(mA) 最大值(mA)	— 5[3] 2.5	— 10 2.5	— 10 2.5	— 10 2.5	— a,b,c a,c
暂时过载的重复率(见图 S.3) ——固态输出 ——继电器输出	工作周期时间(s) 最大值 最大值	— 1 10	— 2 10	— 2 10	— 2 10	—
a 电流与电压有效值 b 方括号里的数字适用于没有 RC 网络或等效浪涌抑制器的模块,所有的其他值适用于带抑制器的模块。 c 固态输出的漏电流大于 3 mA,意味着要使用附加外部负载来驱动第二类数字输入。						



标引序号说明：

t_1 ——在 f_n 时的 2 个周期(f_n = 额定电网频率)；

t_2 ——导通时间；

$t_3 - t_2$ ——关断时间(关断时间 = 导通时间)；

t_3 ——工作时间。

图 S.3 交流数字输出的暂时过载波形图

S.3.2.3.3 补充要求

S.3.2.3.3.1 输出指示器

每一输出信道都应设有一个指示灯或类似器件,当指示器通电时表示输出为 1 状态。

S.3.2.3.3.2 保护输出

制造商指定的需受保护的输出:

- 该输出应能承受所有输出电流稳态值大于 1.1 倍额定值的输出,和/或有关的保护器件应能正常工作,以保护这样的输出;
- 在复位或单独更换保护器件后,如合适,设备应恢复正常工作;
- 可以在以下三种类型中选择重启功能选项:
 - 自动重启保护输出:在消除过载后自动恢复的保护输出;
 - 受控重启保护输出:通过信号(例如,远程控制)重新复位的保护输出;
 - 手动重启保护输出:靠人为动作恢复的保护输出(保护可为熔断器、电子联锁等)。

对本条的要求依据 S.4.3.2,用表 S.5 进行验证。

注 1: 在过载状态下持续工作会影响模块的工作寿命。

注 2: 保护输出不一定保护外部接线。

S.3.2.3.3.3 耐短路输出

制造商指定的需耐短路的输出。

- a) 对于所有大于 $I_{c,max}$ 且不超过 2 倍额定值 I_n 的输出电流,输出应能工作并耐暂时过载。这种暂时过载的量值由制造商规定。
- b) 对于所有可能超过 20 倍 I_n 的输出电流,保护器件应能工作。在复位或单独更换保护器件后,设备应恢复正常工作。
- c) 对于在 2 倍~20 倍 I_n 范围内的输出电流,或暂时过载超出了制造商所规定的限值[如上述列项 a)]的输出电流,模块可能需要修理或更换。

对本条的要求依据 S.4.3.2,用表 S.5 进行验证。

S.3.2.3.3.4 无保护输出

对于制造商声明的具有外部保护的输出,制造商应建议采用外部保护电器,当安装了外部保护装置时,输出应满足对耐短路输出所规定的所有要求(S.3.2.3.3.3)。

S.3.2.3.3.5 机电式继电器输出

根据 GB/T 14048.5,在 AC-15 使用类别(耐久性等级:0.3)规定的负载条件下,机电式继电器输出应能完成至少 30 万次动作。

如果继电器部件已被证明符合 GB/T 14048.5 的要求,就不需要做型式试验。

S.3.2.4 直流电源(电流源)的数字输出

S.3.2.4.1 一般要求

对本条的要求依据 S.4.3 进行验证。

S.3.2.4.2 额定值和工作范围(直流)

数字输出应符合表 S.4 给出的额定值的要求,输出电压由制造商依据 S.3.1 规定。

表 S.4 直流电流源数字输出的额定值和工作范围(直流)

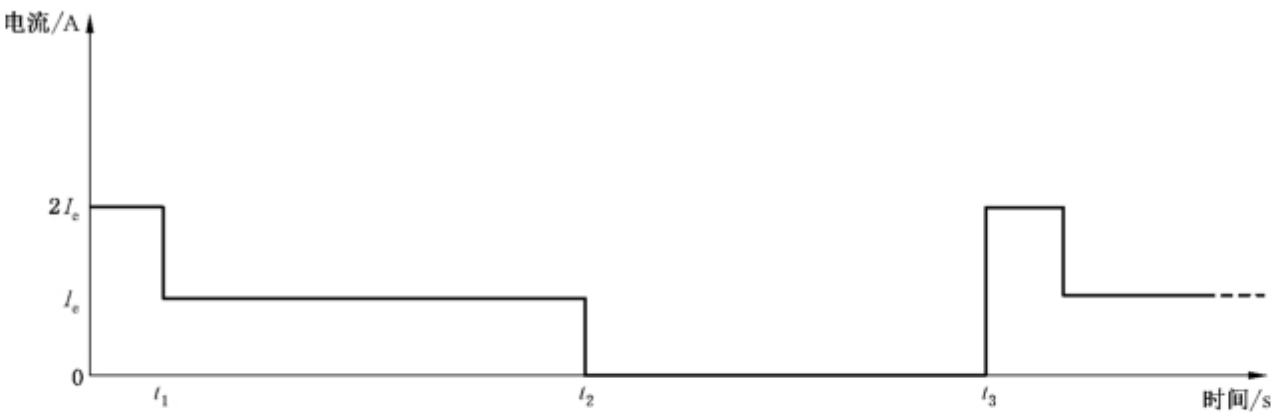
1 状态的额定电流		I_e (A)	直流输出类型					规范性条款
			0.1 类	0.25 类	0.5 类	1 类	2 类	
			0.1	0.25	0.5	1	2	
最大连续电压下 1 状态的电流范围		最大(A)	0.12	0.3	0.6	1.2	2.4	—
电压降, U_d	无保护输出	U_d 最大(V)	3	3	3	3	3	a
	保护和耐短路		3	3	3	3	3	
0 状态的漏电流		最大(mA)	0.1	0.5	0.5	1	1	b, c
暂态过载		最大(A)	见图 S.4 或按制造商规定					

a 对 1 A 和 2 A 额定电流,如果具有极性反向保护,则允许电压下降 5 V。这使输出与相同的额定电压的一类输入不相容。

b 如果没有附加的外部负载,得出的直流输入与直流输出之间的相容性如下:

额定输出电流 I_e (A):	输出	输出	输出	输出	输出
	类型	类型	类型	类型	类型
	0.1	0.25	0.5	1	2
一类:	是	是	是	否	否
三类:	是	是	是	是	是

c 加上适当的外部负载,所有直流输出可成为与所有一类直流输入、三类直流输入相容。



标引序号说明:

t_1 ——浪涌时间=10 ms;

t_2 ——导通时间;

$t_3 - t_2$ ——关断时间(关断时间=导通时间);

t_3 ——工作时间=1 s。

图 S.4 直流数字输出的暂时过载波形图

S.3.2.4.3 补充要求

除去以下方面以外,其他要求与 S.3.2.3.3 中对交流电流源输出规定的要求相同。

——保护输出:限值是 $1.2I_e$,而不是 $1.1I_e$ 。

——机电式继电器输出:以 DC-13 替代 AC-15。

S.4 输入/输出要求的验证

S.4.1 一般要求

本文件对试验程序不作详细规定。详细步骤应由用户和制造商协商确定,但不应使 S.4.4 中所规定的条件受到削弱。

虽然对试验程序没有作出详细规定,但应完成所提及的所有试验。

除非本条中另有规定,所有试验均应在同一个 I/O 信道上进行两次:

——第一次试验:在最低工作温度上进行;

——第二次试验:在最高工作温度上进行。

不需要对每种类型的多个数字输入进行试验。

S.4.2 数字输入的验证

S.4.2.1 工作范围试验

应进行满足所有要求的验证。

试验程序:按制造商与用户共同协商的程序。

S.4.2.2 信号极性反向试验(耐受试验)

试验程序:应在数字输入端施加反转极性信号 10 s。

验证:

设备应满足 S 4.4 中的要求。

S.4.3 数字输出的验证

S.4.3.1 工作范围试验

应进行满足所有要求的验证。

试验程序:

电流范围:按用户与制造商的协商。

电压降:按用户与制造商的协商。

漏电流:不应拆除用于输出保护的器件/电路。

暂态过载:按 GB/T 14048.5(AC-15 或 DC-13,如合适)。对于耐短路保护输出,电流值应为 $2I_e \sim 20I_e$ (按 S.3.2.3.3.3 中的要求)。

S.4.3.2 保护输出、无保护输出和耐短路输出的试验

表 S.5 数字输出的过载试验和短路试验

参 考 试 验	无				
试品配置	按照制造商的规范				
安装/支撑的细则	按照制造商的规范				
加载	试验中只需对每一类型中的一个 I/O 信道进行检查				
初始测量	见 S.4.4				
试验说明	A	B	C	D	E
预期电流($k \times I_e$)	1.2/1.3 ^a	1.5	2	5	21
试验持续时间/min	5	5	5	5	5
试验次序	—	—	—	—	—
第一批(在 $T_{\min}$ 处)	1	2	3	4	5
第二批(在 $T_{\max}$ 处)	6	7	8	9	10
两次试验的时间间隔	10 min≤时间间隔≤60 min				
施加保护输出试验	是	是	是	是	是
耐短路输出	否	否	是 ^b	否	是 ^d
无保护输出 ^c	否	否	是 ^b	否	是 ^d
测量和验证	见 S.3.2.3.3 和 S.3.2.4.3 中的要求				
在过载期间	见 S.4.4				
紧接在过载后	见 S.4.4				
在过载后的正确重新设置	见 S.4.4				
^a 1.2 用于交流输出,1.3 用于直流输出。 ^b 电流范围在 $2I_e \sim 20I_e$ 时,模块可能需要修复或更换。 ^c 应安装由制造商提供的或指定的保护器件。 ^d 保护器件应动作。若用于下面的试验,则应重新设置或更换保护器件。					

S.4.3.3 信号极性反向试验(耐受试验)

如果设备设计有防止信号极性反向的措施,则可不做本试验,而用合适的外观检查来代替。

试验程序:应在数字直流输出端施加反极性信号 10s。

验证:设备应满足 S.4.4 中的要求。

S.4.4 设备特性

数字 I/O 应满足所有 S.3.2 中的要求。

数字 I/O 的特性在功能方面应与预期一致,如合适,产品标准可规定补充要求。

EMC 要求的验证应按 9.4 进行。关于抗扰度,表 23 中的值适用。

S.5 制造商提供的一般信息

S.5.1 关于数字输入(电流阱)的信息

制造商应提供以下信息:

- 整个工作区的 $U-I$ 特性曲线,容差或类似参数;
- 从 0 状态转换到 1 状态和从 1 状态转换到 0 状态的数字输入延时;
- 信道之间存在的公共点;
- 输入端连接错误导致的影响;
- 在正常工作条件下,信道与其他线路(包括地)之间,信道与信道之间的隔离电位;
- 输入类型(第一类或第三类);
- 直观指示器的监视点和二进制状态;
- 带电插/拔输入模块时的影响;
- 在互联输入与输出时附加的外部负载(若需要);
- 信号评定的说明(例如静/动态评定,中断释放等);
- 根据电缆型号和电磁兼容性而推荐的电缆和导体的长度;
- 端子的排列;
- 外部连接的典型示例。

S.5.2 关于交流数字输出(电流源)的信息

制造商应提供交流数字输出方面的以下信息:

- 输出类型(输出类型 0.25,输出类型 0.5,输出类型 1 或输出类型 2);
- 保护类型(即保护输出、耐短路输出、无保护输出);
- 对保护输出:超过 $1.1I_n$ 的工作特性,包括保护器件通电时的电平,电流的其他行为特性及其使用的时间;
- 对耐短路输出:更换或复位保护器件所需要的信息;
- 对无保护输出:如果需要,应说明由用户提供的保护器件的要求;
- 从 0 状态转换到 1 状态和从 1 状态转换到 0 状态的数字输出延时;
- 换流特性及有关过零点电压的转换电压;
- 信道之间存在的公共点;
- 端子的排列;
- 外部连接的典型示例;
- 输出的数量及类型(例如:NO/NC 触点、固态、独立的隔离信道等);
- 对于机电式继电器,额定电流与电压应符合 S.3.2.3.3.5;
- 其他负载(如白炽灯)的输出额定值;
- 为防止因电感逆转产生的电压峰值而接入输出电路的阻尼网络的特性;
- 外部保护网络的类型(若需要);
- 输出端连接错误导致的影响;
- 在正常工作条件下,信道与其他线路(包括地)之间,信道与信道之间的隔离电位;
- 信道内直观指示器的监视点(例如 MPU 侧/负载侧);
- 更换输出模块的推荐步骤;
- 工作方式(即闭锁/非闭锁方式);
- 多路过载对隔离的多信道模块的影响。

S.5.3 关于直流数字输出(电流源)的信息

关于制造商提供的直流数字输出的信息应与 S.5.2 中所规定的关于交流数字输出的信息相同。但是,过零点电压的转换要求不适用。对于机电式继电器输出,在 S.3.2.3.3.5 中用 DC-13 代替 AC-15。

还有五种类型的输出(输出类型 0.1、输出类型 0.25、输出类型 0.5、输出类型 1 或输出类型 2)。

S.6 数字输入标准工作范围公式

以下公式被用来生成表 S.2 (对于某些例外,在注中予以解释)。

直流公式	交流公式
$U_{H\max}=1.25\ U_e$	$U_{H\max}\approx 1.1U_e$
$U_{H\min}\approx 0.8\ U_e-U_d-1\ \text{V}$	$U_{H\min}\approx 0.85\ U_e-U_d-1\ \text{V}$ (见注 1、注 2)
$U_{T\max}=U_{H\min}$	$U_{T\max}=U_{H\min}$
当 $I\leq I_{T\min}$ 时, $U_{L\max}=U_{H\min}$	当 $I\leq I_{T\min}$ 时, $U_{L\max}=U_{H\min}$
$U_{T\min}\approx 0.2\ U_e$	$U_{T\min}\approx 0.2\ U_e$ (见注 1)
当 $I>I_{T\min}$ 时, $U_{L\max}=U_{T\min}$	当 $I>I_{T\min}$ 时, $U_{L\max}=U_{T\min}$
$U_{L\min}=-3\ \text{V}$ (DC 24 V)	$U_{L\min}=0$
$U_{L\min}=-6\ \text{V}$ (DC 48 V)	
$I_{L\min}=\text{ND}$ (未定义)	$I_{L\min}=0$

1 类输入	1 类输入
$I_{H\max}=I_{T\max}=I_{L\max}=15\ \text{mA}$	$I_{H\max}=I_{T\max}=I_{L\max}=15\ \text{mA}$
$I_{H\min}\approx I_{T\min}+1\ \text{mA}$	$I_{H\min}\approx I_{T\min}+1\ \text{mA}$ ($U_e\leq 120\ \text{V r.m.s}$)或 $I_{H\min}\approx I_{T\min}+2\ \text{mA}$ ($U_e>120\ \text{V r.m.s}$)
$I_{T\min}\approx U_{H\max}/Z$	$I_{T\min}\approx U_{H\max}/Z$ (见注 5)
$U_d=3\ \text{V}$ (表 S.4)	$U_d=5\ \text{V}$ (表 S.3)(见注 3)

3 类输入	3 类输入
$I_{H\max}=I_{T\max}=I_{L\max}=15\ \text{mA}$	$I_{H\max}=I_{T\max}=I_{L\max}=15\ \text{mA}$
$U_{H\max}/Z\leq I_{H\min}\leq I_m=5\ \text{mA}$	$I_{H\min}\approx I_m=5\ \text{mA}$
$I_{T\min}\approx I_r=1.5\ \text{mA}$	$I_{T\min}\approx I_r=3\ \text{mA}$ (见注 4)
$U_d=8\ \text{V}$ (DC)	$U_d=10\ \text{V}$ (AC r.m.s)(见注 4)

注 1: 为使各种电源电压相容,对所有的交流 100/110/120 V r.m.s 和所有的交流 200/220/230/240 V r.m.s 输入,已选择 U_n 分别为交流 100 V r.m.s 和交流 200 V r.m.s。

注 2: 假定连接线有 1V 电压降,(交流或直流)。

注 3: U_d ,直流或交流数字输出的最大压降。

注 4: I_r 、 U_d 和 I_m 的值符合 GB/T 14048.10 中所采用的相应值。

注 5: Z =经验的最坏情况继电器触点,开路触点阻抗=100 kΩ。

附 录 T
(规范性)
电子式过载继电器的扩展功能

T.1 通则

T.1.1 一般要求

本附录预期用于覆盖不直接与过载保护相关的电子式过载继电器的扩展功能。扩展功能也可能承担部分控制功能,控制功能在考虑中。

注:具有扩展功能的电子式继电器在一些领域也有其他名称,例如“电动机管理系统”“电动机保护器”等。

本附录只适用于交流电路中使用的电子式过载继电器。

T.1.2 接地/对地故障检测功能

使用可检测接地/对地故障电流的电器作为保护系统。这种电器常与电子式过载继电器配合使用或作为一个内置部件使用以检测设备接地/对地故障电流,可提供附加的保护防止由于过流保护功能无法检测的连续性的接地/对地故障引起火灾和其他危险。不考虑由于存在直流分量而引起的故障。

注:本附录所指的接地/对地故障保护不适用于电击保护。

T.2 术语和定义

下列术语和定义适用于本附录。

T.2.1

具有接地/对地故障检测功能的电子式过载继电器 **electronic overload relay with ground/earth fault detection function**

根据规定的要求,当主电路中电流的矢量和超过规定值时动作的多极电子式继电器。

T.2.2

具有电流或电压不平衡检测功能的电子式过载继电器 **electronic overload relay with current or voltage asymmetry function**

根据规定的要求,当电流或电压幅值不平衡时动作的电子式过载继电器。

T.2.3

具有反相检测功能的电子式过载继电器 **electronic overload relay with phase reversal function**

根据规定的要求,当起动器线路侧的相序不正确时动作的多极电子式过载继电器。

T.2.4

具有过电压检测功能的电子式过载继电器 **electronic overload relay with over voltage function**

根据规定的要求,在过载情况下,当电压超过规定值时动作的电子式过载继电器。

T.2.5

禁止电流 **inhibit current**

I_{ic}

故障电流超过该设定值,电子式过载继电器不会启动开关电器。

T.2.6

具有欠功率检测功能的电子式过载继电器 **electronic overload relay with under power function**

根据规定的要求,当响应功率值低于规定值时动作的电子式过载继电器。

T.3 电子式过载继电器的分类

具有扩展功能的电子过载继电器分类如下：

- a) 电流和电压不平衡继电器或脱扣器；
- b) 过电压继电器或脱扣器；
- c) 接地/对地故障感应继电器或脱扣器；
- d) 反相保护继电器或脱扣器。

T.4 具有接地/对地故障检测功能的继电器的型式

C I -A 和 C I -B 型：C I 型电子式过载继电器在所有水平的故障电流情况下都能断开开关设备。

C II -A 和 C II -B 型：C II 型电子式过载继电器在大于设定电流水平 I_{ic} (禁止电流) 的情况下不能断开开关设备。

注 1：C II 型(-A 或-B)的典型用途就是与分断能力低于最大预期故障电流的开关电器配合使用。禁止保护电流设定值 I_{ic} 根据开关电器的最大分断能力可调。

注 2：根据动作特性 A 型(C I 或 C II)与 B 型(C I 或 C II)是不同的(见表 T.1)。

T.5 性能要求

T.5.1 接地/对地故障继电器的动作限值

接地/对地故障继电器与开关电器配合使用时，应在表 T.1 给定的条件下动作使得开关电器断开。对于接地/对地故障电流设定值为一个范围的继电器或脱扣器，继电器的动作限值应在最小设定值和最大设定值下验证。

表 T.1 接地/对地故障继电器的动作时间

型式	接地故障电流设定值倍数	动作时间 T_p ms
C I -A 和 C II -A	≤ 0.9 1.1	不动作 $10 < T_p \leq 1\,000^a$
C I -B 和 C II -B	≤ 0.75 1.25	不动作 $10 < T_p \leq 5\,000^a$
^a 对于 C II -A 和 C II -B 型，试验应在测试电流小于禁止保护电流(I_{ic})的情况下进行，见 T.6.1。		

T.5.2 C II (-A 和-B)型接地/对地故障继电器的动作限值

T.5.1 适用并补充如下：

与开关电器配合使用时，当任意一相的故障电流达到或超过设定的禁止电流 I_{ic} (见 T.4) 的 95%，C II 型接地/对地故障继电器不应使开关电器动作；当任意一相的故障电流为小于或等于 75% I_{ic} 时，C II 型接地/对地故障继电器应动作并使得开关电器断开。

T.5.3 电压不平衡继电器的动作限值

当与开关电器配合使用时，电压不平衡度大于电压不平衡度设定值的 1.2 倍时，电压不平衡继电器

应能在不超过 120% 的设定时间内断开开关电器,且应能防止开关电器闭合。

T.5.4 反相继电器的动作限值

当与开关电器配合使用时,起动器电源侧的电压相序与预定的电压相序一致时,反相继电器应允许相关开关电器闭合。交换两相的顺序后,反相继电器应能防止开关电器闭合。

T.5.5 电流不平衡继电器的动作限值

当与开关电器配合使用时,电流不平衡度大于电流不平衡度设定值的 1.2 倍时,电流不平衡继电器应能动作并使得相关的开关电器在 80%~120% 的设定时间内断开,由产品标准给出的过载继电器脱扣的一般要求保持不变。公式(T.1)的定义为任一相的最大电流与平均电流的差值和公式(T.2)之间的比率。

$$\text{Ratio} = \frac{\max_{i=1}^n |I_i - I_{\text{avg}}|}{I_{\text{avg}}} \dots\dots\dots (\text{T.1})$$

$$I_{\text{avg}} = \frac{\sum_{i=1}^n I_i}{n} \dots\dots\dots (\text{T.2})$$

式中:

n ——相数;

I_i ——每一相中电流的 RMS 值。

T.5.6 过电压继电器和脱扣器的动作限值

过电压继电器和脱扣器的动作限值如下。

a) 动作电压

过电压继电器与开关电器相连,当电源电压大于设定值或在规定时间内持续大于继电器或脱扣器额定电压的 110% 时,过电压继电器应动作并使得开关电器断开,且应能防止开关电器闭合。

b) 动作时间

对于延时过电压继电器或脱扣器,延时时间的测量应从电压达到动作值瞬间起至继电器或脱扣器动作使开关电器开始脱扣的瞬间止。

T.6 试验

T.6.1 C I 和 C II (-A 和-B)型接地/对地故障电流感应电子式继电器的动作限值

动作限值见 T.5.1,按如下规定进行验证:

对于接地/对地故障电流可调的过载继电器,试验应在最小和最大电流设定值进行。试验电路按照图 T.1 在有载或无载的情况下,在任意方便的电压和功率因数条件下进行。

试验电路应根据适用情况,在表 T.1 规定的每一个接地/对地故障动作电流值下进行校准,开关 S1 处于闭合位置,闭合开关 S2 就会迅速建立接地/对地故障电流。

对于 C II 型接地/对地故障继电器,禁止电流应至少比最大接地/对地故障电流整定值大 30%。

T.6.2 C II (-A 和-B)型接地/对地故障电流感应电子式继电器禁止功能的验证

对于接地/对地故障电流可调的继电器,试验应在最低的设定值进行。

对于禁止保护电流 I_{ic} 可调的继电器,试验应分别在最小和最大的 I_{ic} 设定值进行。

当最小接地/对地故障电流设置为高于或等于最小禁止保护电流时,可将禁止保护电流值设为稍高的值。

调整阻抗 Z 可使流过电路的电流等于:

- a) 95%的禁止保护电流 I_{ic}

开关 S1 处于闭合位置,闭合开关 S2 建立试验电流。

过载继电器不应使得开关电器断开。

- b) 75%的禁止保护电流 I_{ic}

开关 S1 处于闭合位置,闭合开关 S2 建立接地/对地故障试验电流。

过载继电器应使开关电器断开。

每一相应单独试验。

T.6.3 电流不平衡继电器

电流不平衡继电器的动作限值按照 T.5.5 进行验证。

T.6.4 电压不平衡继电器

电压不平衡继电器的动作限值按照 T.5.3 进行验证。

T.6.5 反相继电器

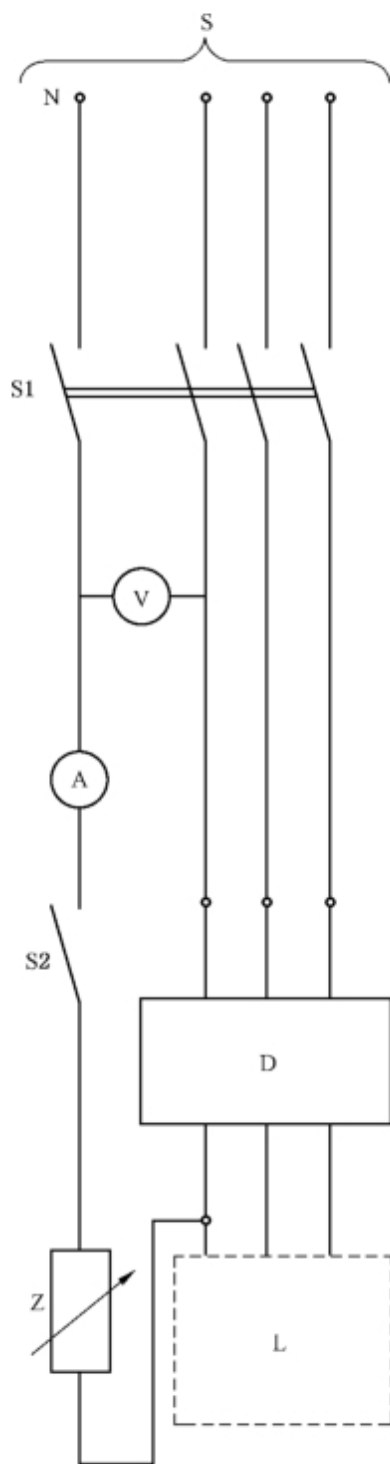
反相继电器的动作限值按照 T.5.4 进行验证。

T.6.6 过电压继电器

过电压继电器的动作限值按照 T.5.6 进行验证。

T.7 常规试验和抽样试验

具有扩展功能的电子式过载继电器,除了进行 8.1.3 或 8.1.4 的试验之外,还应按照 T.5 的要求进行附加试验以验证其相关的附加功能。



- 标引符号说明：
- S —— 电源(仅在必要时为三相)；
 - N —— 中性线；
 - S1 —— 多极开关；
 - V —— 电压表；
 - A —— 电流表；
 - S2 —— 单极开关；
 - D —— 被试过载继电器；
 - Z —— 可调阻抗；
 - L —— 电源。

图 T.1 验证电子式接地/对地故障电流保护过载继电器动作特性的试验电路

附录 U
(资料性)
控制电路的配置举例

U.1 外部控制电器(ECD)

U.1.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本附录。

U.1.1.1

外部控制电器 external control device; ECD
影响电器控制的任何外部元件。

U.1.2 外部控制电器的图示

外部控制电器的图示见图 U.1。

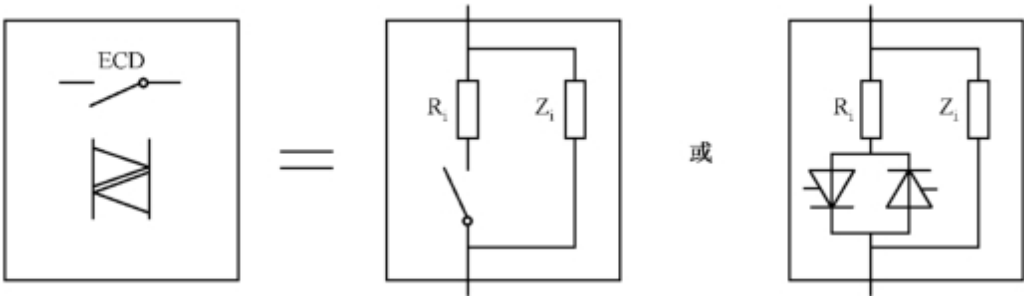


图 U.1 外部控制电器的图示

U.1.3 外部控制电器的参数

外部控制电器的参数如下：
—— R_i ：内阻；
—— Z_i ：内部泄漏阻抗。

注：如果外部控制电器是机械按钮，则 R_i 常常可以忽略， Z_i 可看作无穷大(∞)。

U.2 控制电路的配置

U.2.1 具有外部控制电源的电器

U.2.1.1 单电源和控制输入

单电源和控制输入见图 U.2。

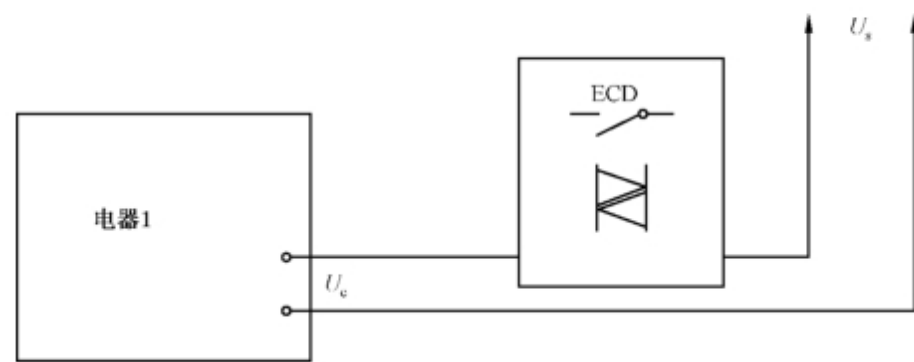
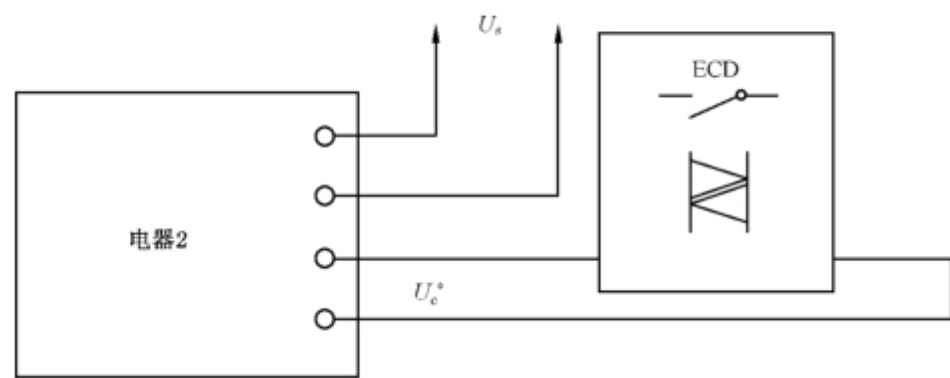


图 U.2 单电源和控制输入

U.2.1.2 独立电源和控制输入

独立电源和控制输入见图 U.3。



* 处于断开状态。

图 U.3 独立电源和控制输入

U.2.2 具有多个外部控制电源的电器

具有多个外部控制电源的电器见图 U.4。

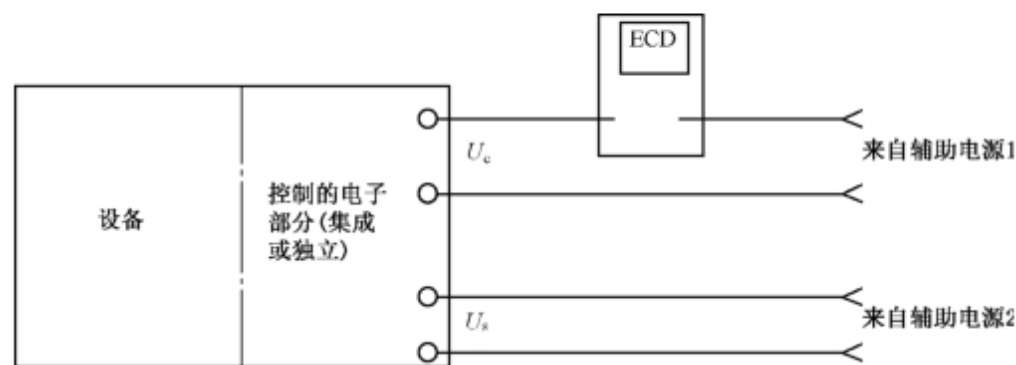


图 U.4 具有多个外部控制电源的电器

U.2.3 具有总线接口的电器(可与其他电路配置组合)

具有总线接口的电器见图 U.5。

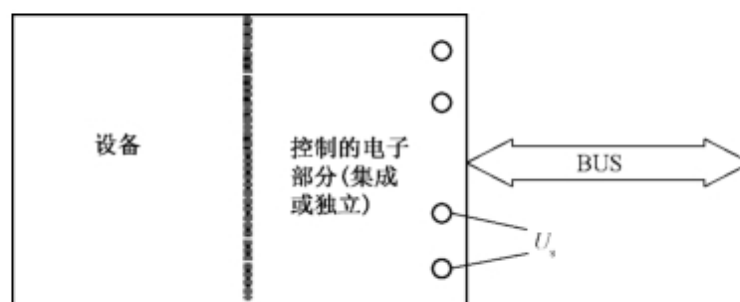


图 U.5 具有总线接口的电器

附录 V

(资料性)

开关设备和控制设备电能效率管理

V.1 通则

能效的应用不仅可通过使用更高效的设备和负载来提高,而且还可通过改进对能源的管理来实现。能源的管理是通过测量、监测和控制能量消耗负荷来实现的,其目的是消耗适当的能量。开关设备和控制设备是能源管理系统的组成部分,可通过使用它们的通信能力来实现能效管理。

V.2 目的

本附录提供了使用开关设备和控制设备控制负荷来达到节能目的的指导。本附录的编制原则建立在电源管理的基础之上。

V.3 术语和定义

下列术语和定义适用于本附录。

V.3.1

能源管理 energy management

指导和控制实体使用能源的协调活动。

V.3.2

能源管理系统 energy management system; EnMS

建立能源方针、目标、能源指标、措施计划和过程,以实现目标和能源指标的管理系统。

[来源:GB/T 23331—2020,3.2.2,有修改]

V.3.3

电能效率 electrical energy efficiency

在电气系统或其应用中为优化在正常工作状态下或在待机状态下全部电能消耗所采取的各种措施。

V.3.4

能源效率 energy efficiency

输出的绩效、服务、产品或能源与输入的能源之比或其他定量关系。

[来源:GB/T 23331—2020,3.5.3,有修改]

V.3.5

负载 load

用电设备

用来将电能转换成其他形式的能量(如光能、热能、机械能)的电气设备。

[来源:GB/T 2900.71—2008,826-16-02,有修改]

V.3.6

调峰 peak shaving

在预期电气系统中,不超过整体能源要求最大值的处理过程。

注:调峰可通过制造系统内能源需求规划、甩负荷或自主能源生产来实现。

V.3.7

甩负荷 load shedding

非正常运行工况下,从电力系统中切除预先安排的一些负载,以维持系统其余部分安全运行的过程。

[来源:GB/T 2900.58—2008,603-04-32]

V.4 电气能效和安全

相比于能效的规定,人身和财产安全更为重要,因此,有关能效的所有规定都应以不影响相关标准中规定的安全要求为前提。

V.5 电气能效的基本原理(系统方法)

V.5.1 系统方法

电能优化需要对电能消耗、发电、储存等进行全局管理,包括所有运行模式。

V.5.2 能源管理策略

电气能效的措施应首先施加在用电设备及其使用上。制造业中 70%(数据来源于欧盟法规 NO.640/2009) 的电能由电动机消耗。接下来宜考虑配电架构(发电和输电)以及供电或布线系统。

V.5.3 自动化与控制进行能源管理

通过自动化进行能源管理是提高能效的关键。在过去的几十年中,自动化设计不断发展,引入了在节能(可用性和成本)方面越来越重要的新方法。

状态信息、传感器测量数据、操作者指令和环境信息都是能源管理系统(EnMS)的必要输入,能源管理系统的自动化功能应确保在正确的时刻,为正确的目的和正确的数量用能。能源管理系统可以是十分简单的,也可以是复杂的(接触器式继电器、简单的控制回路、断路器或电机管理系统的附加功能、PLC 等)。接触器和起动器对于管理电源至关重要,可在不增加显著功耗的情况下远程通断单个负载或负载组。

它适用于制造业、过程控制、工业设施管理、楼宇自动化等各个领域。

示例 1: 在楼宇自动化中,普遍的认知是在考虑入住时间、外部条件(温度、灯光)和真实入住人数的情况下,管理系统能优化能源使用。从这个想法到有效的实现,可能会有差距,原因如建筑物的热响应难以建模,检测的不精确性以及不可互操作的通信接口。

示例 2: 在离散型制造业中,节省负载备用能源的无用消耗是一个重要的改进方向。它包括在短时、长时或非计划中断期间完全或部分地切断负载。面临的挑战是确保在生产设施的时间限制内重新启动。

V.6 能效应用

V.6.1 半导体器件的节能

接触器可用于半导体控制设备中,如半导体接触器或起动器。当电动机达到全速时通过接触器(如符合 GB/T 14048.6 的半导体电器或起动器)旁路功率半导体将避免电能损耗。该措施可限制半导体电器或起动器在起动和停止时的较高的能耗。

注: 一般来说,可节约 90% 的半导体损耗能量。

此外,在半导体设备中串联接触器将避免设备在 OFF 位置时产生泄漏电流,因此也可节能。

V.6.2 功率因数修正

功率因数的修正对于电气设备的能效有很大影响。为了提高能效,应使电气设备的功率因数接近1。由于功率因数取决于其通断的负载类型,因此对于使用类别为 AC-6b 的电器在配电箱处安装自动投切的电容器组(带或不带失谐电抗器取决于谐波等级)是较为合适的解决方案。

V.6.3 甩负荷

当启动甩负荷时,系统的总负载降低,直到达到所需的功率消耗水平,或者通过手动减少或关闭单独的负载,或者由一个自动化系统来完成。设备中的所有负载应定义为不同的类别,包括关键的、必要的和非必要的负载。通常只有不必要的负载被卸下,并且可配置卸载的顺序。

V.6.4 对于定速电机控制

交流感应电动机是工业和家庭供电中最常用的电机。

交流感应电动机损耗的能量比其运行所需的更多,特别是负载低于额定负载的 30% 或在不必要的空转和低速情况下运行。采用合适的电动机控制来提高电动机系统的整体能效是更好的选择。

注:各种无熔体开关电器的功耗在待开闭负载功率的 0.5% 范围内。

感应电动机基本上设计为定速设备。使用中仅有两种方法来改变交流感应电动机(笼形电机)的转速:使用变频器或电机采用不同转速的独立绕组。对于需要控制速度的情况,应使用带有三相交流电机的变频器。

对于定速应用,电机起动器(直接起动、星-三角、两级、软起动器)是最高效节能的方案。

附 录 W
(规范性)
制定材料声明的程序

W.1 概述

制造商经常被客户要求对其产品的材料成分信息进行交流与声明,这类信息主要是用于:
——评估产品对于限用物质要求的符合性;
——用于环境意识设计过程。

材料成分信息的这种交流与声明通常即称为材料声明。
提供材料声明由制造商决定。

IEC 62474 预期确定材料声明、标准化协议以及促进信息转移和处理的要求。假如在供应链中自始至终都应用了 IEC 62474 的要求,那么编辑材料声明会变得相对容易。

W.2 目的

本附录规定了与低压开关设备及控制设备材料声明相关的程序、内容以及格式。工艺化学品和产品使用期间的排放不在本附录的范围内。

W.3 术语和定义

下列术语和定义适用于本附录。

W.3.1

声明物质 **declarable substance**

满足规定报告标准中的物质

注: IEC 62474:2018 的第 5 章规定了 IEC 62474-DB 中可声明物质的标准。

[来源: IEC 62474:2018,3.5,有修改]

W.3.2

声明物质集合 **declarable substance group**

满足规定报告标准的物质集合

示例: 铬(VI)化合物。

注: IEC 62474:2018 的第 5 章规定了 IEC 62474-DB 中可声明物质的标准。

[来源: IEC 62474:2018,3.6,有修改]

W.3.3

均质材料 **homogeneous material**

由一种或多种物质组成的各部分均匀一致的材料,无法用诸如拧开、切割、挤压、研磨和磨损等机械手段来解体或分离为不同的材料。

注: 定义符合 EU DIRECTIVE 2011/65/EU。

W.3.4

材料类别 **material class**

引用 IEC DB 62474 中所建立的材料的规定分类,用于总结产品的各方面,不同的两个等级不会含有相同的材料。

注: 如果一种材料属于多种材料类别,例如铜锌合金可属于铜及其合金或锌及其合金之下,则材料中质量最大的物质应优先。

[来源:IEC 62474:2018,3.16]

W.3.5

材料声明 material declaration

产品材料成分的信息交流与声明,按照 IEC DB 62474 的要求来进行。

W.4 材料声明要求

W.4.1 一般报告要求

材料声明应完全符合 IEC 62474,尤其是报告标准与格式。

材料声明应包括根据当前法规评估产品是否符合物质限制所需的信息。

如果根据法规中的豁免或例外(例如,RoHS 指令 2011/65/EU 中的豁免)允许产品中的应声明物质使用这种豁免或例外,则应根据 IEC 62474 方案在材料声明中说明此类豁免或例外的使用。

材料声明应提供关于声明物质材料级别的信息,包括该材料的重量。

当系列产品包含的所有成分相同时,可为该产品系列进行单份材料声明。

注 1: 重量信息符合适用于产品级别而不是均质材料级别的法规(如 REACH)的规定。

注 2: 可提供包含声明物质的成分的性质和功能的信息。

W.4.2 附加报告要求

这些额外的报告要求旨在确保材料声明符合电气和电子行业最典型的常见要求。通过应用这些要求,制造商确保可将相同的材料声明为许多客户重复使用。

应报告所有符合其特定报告标准(即其浓度超过阈值水平)的声明物质和声明物质组,包括具有可选报告要求的物质。

注 1: 客户通常要求提供有关存在非限用物质的信息,如溴化阻燃剂(PBB、PBDEs 或 HBCDD 除外)。

材料声明应依据 IEC 62474 数据库中的材料类别来划分设备中所含的材料。对于每种材料类别,应声明产品中的质量或百分比。

注 2: 材料类别和质量或质量百分比数据是环境意识设计过程的输入。

W.5 根据 W.4 做出的材料声明示例

低压塑壳式断路器(MCCB)中的应用。

本示例的描述不预期符合 IEC 62474 XML 格式。

信息以表格格式提供(易于阅读),并且以 XML 本机代码的图形形式提供。

材料声明包括 5 个部分:

——主要信息,包含用于声明的数据库版本和 XML 模式(见表 W.1 和图 W.1);

——商业信息,包含有关声明和制造商的信息,包括联系信息(见表 W.1 和图 W.1);

——产品 ID,提供要为其进行声明的产品/产品系列的信息(见表 W.2 和图 W.2);

——声明物质,列出符合报告标准的产品中所含声明物质的信息(见表 W.3 和图 W.3);

——材料类别,列出产品中的材料等级及其质量/质量百分比(见表 W.4 和图 W.4)。

注 1: 如果产品不包含符合报告标准的声明物质,则声明物质部分可为空。

注 2: 表中的可选字段已留空。XML 图表不显示这些字段。

表 W.1 表格形式的主要信息和商业信息示例

主要信息	
架构数据库版本	cdv1
物质数据库版本	cdv1
商业信息	
供应商公司	ACME Corp.
供应商 DUNS 代码	123456789
供应商联系人姓名	张三
供应商联系电子邮箱	zhangsan@acmeco.com
供应商联系电话	301-555-2345
供应商联系职位	质量保证工程师
供应商授权人姓名	李四
供应商授权人电子邮箱	lisi@acmeco.com
供应商授权人电话	301-555-2345
供应商授权人职位	质量保证工程师
采购公司	—
采购联系人	—
模式	按分配
采购日期	—
采购截止日期	—
回复日期	—
字段锁定	—
附件	—

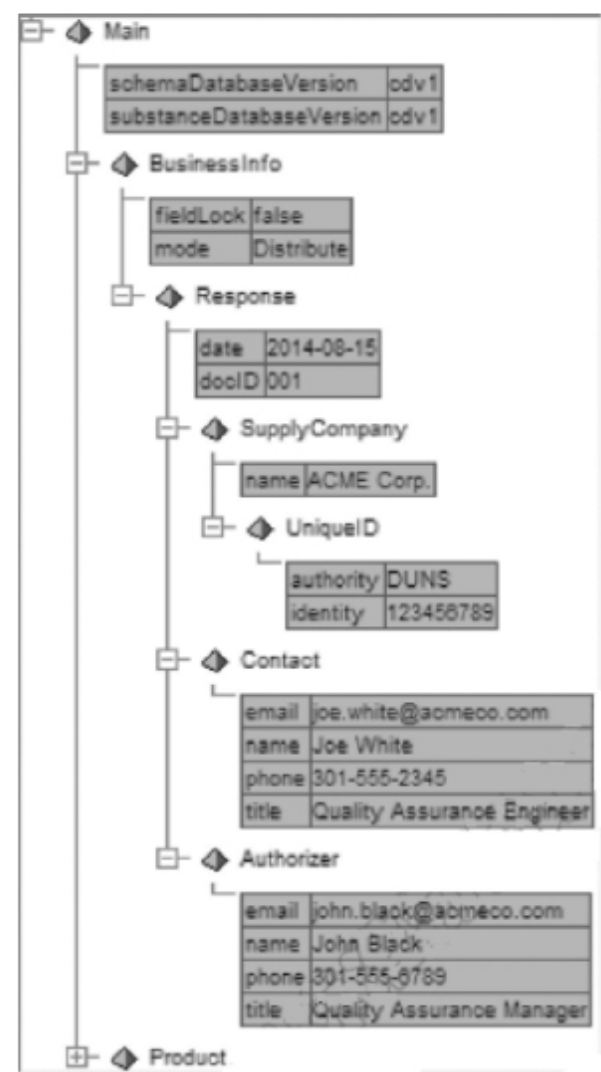


图 W.1 主要信息和商业信息示例,XML 代码图示

表 W.2 表格形式的产品信息示例

产品 ID	
对应产品名称	ACME MCCB 160A
对应标识符	ACME XYZ160
产品系列名称	Tmax MCCB
生产现场	—
生效日期	15/08/14
版本	—
申请者名称	—
申请者标识符	—
质量	1 013
计量单位	g
单位类型	每个
查询清单	—
附件	—



图 W.2 产品信息示例,XML 代码图示

表 W.3 表格形式的声明物质信息示例

材料			物质集合					物质			
名称	质量/g	质量/%	名称	质量/g	质量/%	材料 质量/%	豁免	名称	质量/g	质量/%	材料 质量/%
玻璃纤 维增强 聚酰胺	15.7		溴化阻 燃剂			8					
钢	3.5		铅/铅化合物				RoHS 豁免 6(a)铅作 为钢中的 合金元素， 最高 0.35%	铅含量		0.35	

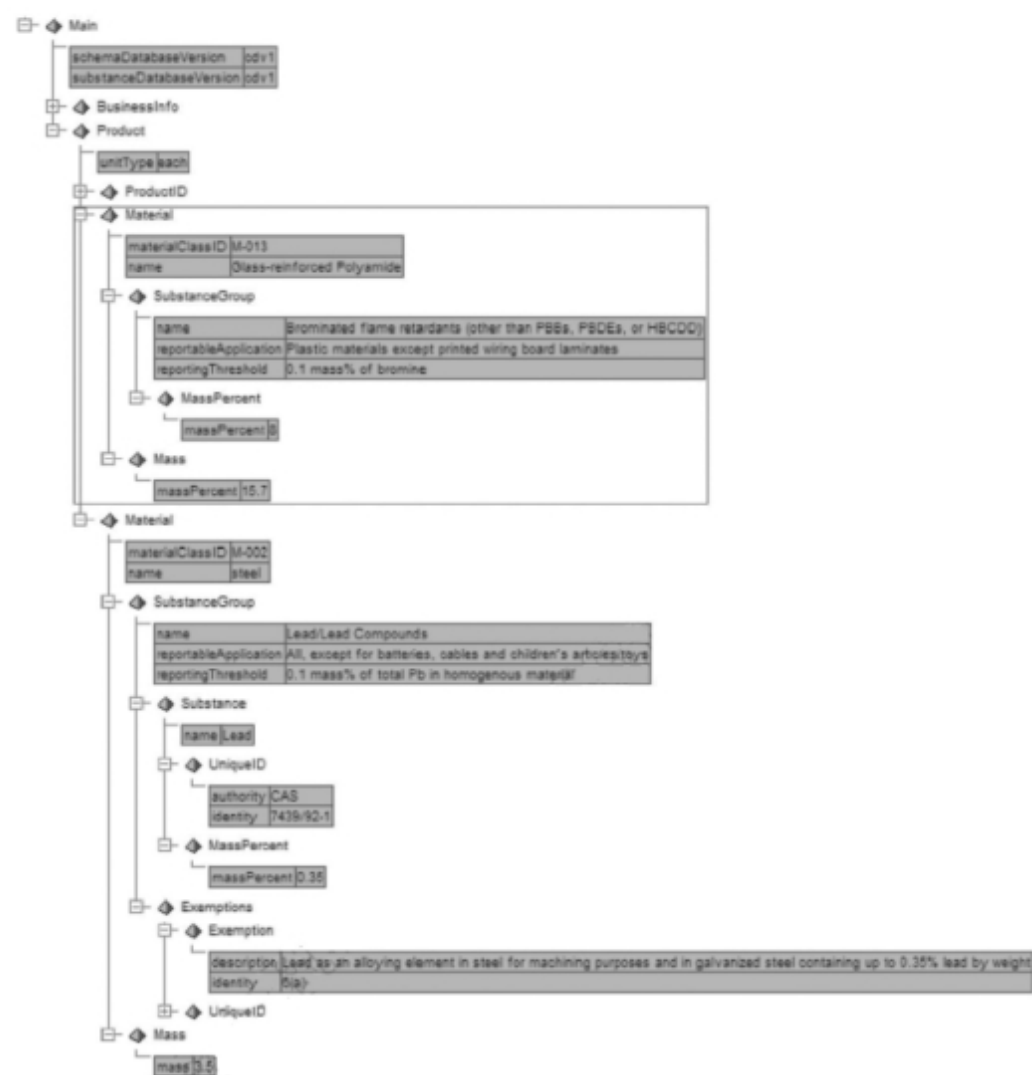


图 W.3 声明物质信息示例,XML 代码图示

表 W.4 表格形式的材料类别信息示例

材料等级 ID	材料等级名称	质量/g
M-001	不锈钢	23.8
M-002	其他铁合金、非不锈钢	354.2
M-003	铝及其合金	—
M-004	铜及其合金	136.7
M-005	镁及其合金	—
M-006	镍及其合金	1.9
M-007	锌及其合金	1.8
M-008	贵金属	2.6
M-009	其他有色金属及合金	1.6
M-010	陶瓷/玻璃	—
M-011	其他无机材料	—
M-012	聚氯乙烯(PVC)	—
M-013	其他热塑性塑料	96.9
M-014	其他塑料和橡胶	393.0
M-015	其他有机材料	0.5
合计		1 013.0

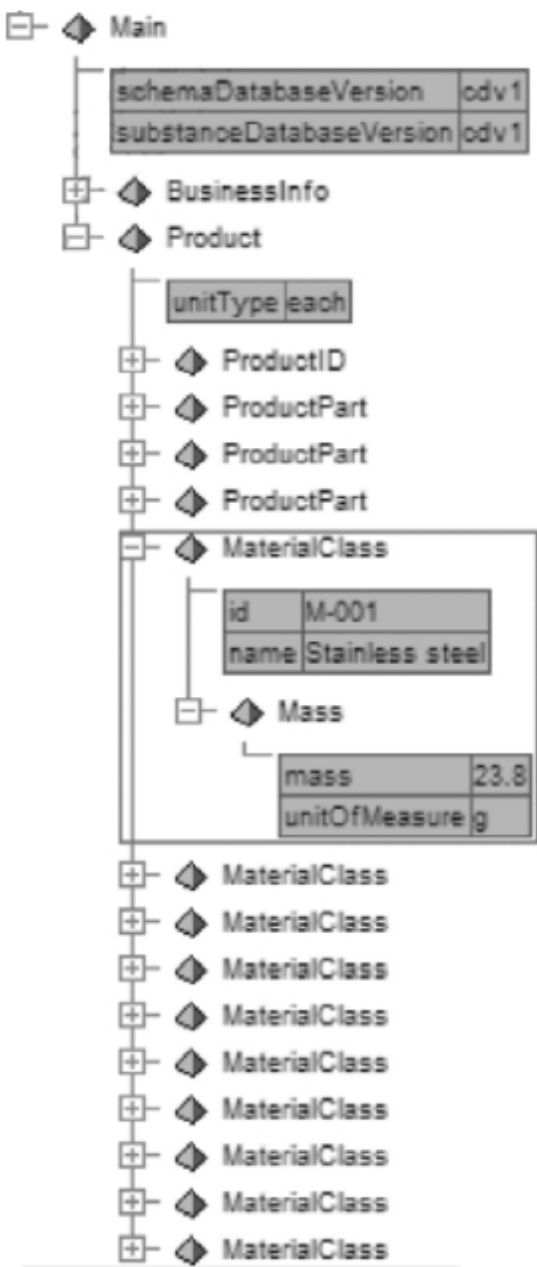


图 W.4 材料类别信息示例,XML 代码图示

附录 X

(规范性)

断路器或 CPS 与串联在同一电路中的另一台短路保护电器的协调配合

X.1 通则

为确保断路器或 CPS(控制和保护开关电器)即 C_1 与串联在同一电路中的另一台短路保护电器(SCPD)间的协调配合,则需要考虑两台电器各自的特性及它们连接在一起的动态性能。

注: SCPD 可增加附加的保护措施,例如过载脱扣器。

SCPD 可由熔断器(或一组熔断器)(见图 X.1)或断路器(C_2)(见图 X.2 和图 X.3)组成。

当涉及串联动作的两台电器的性能时,仅比较两台串联在一起的电器的各自的特性是不够的,因为这两台电器的阻抗往往是不可忽略的。为此建议需考虑这种情况。对于短路电流,建议用 I^2t 来代替时间。

断路器 C_1 经常与另一台 SCPD 串联连接,其原因是由于设备中所采用的配电方式不同,或者是由单独的断路器 C_1 的短路分断能力不能满足预定的用途要求。在这种情况下,SCPD 可安装在离 C_1 一定距离的地方。SCPD 可保护由主馈线供电的多台 C_1 (断路器或 CPS)或只保护一台 C_1 (断路器或 CPS)。

对于这类使用情况,用户或专业技术人员可能需要根据理论计算来判断如何达到最佳配合水平。本附录的目的在于对这样的判断提供指导,同时也用来对断路器或 CPS 制造厂为未来用户提供的资料形式进行指导。

在所推荐的应用场合,如有必要进行这类试验时,也可作为试验的指导。

术语“配合”不仅包括考虑两者的选择性保护(见 3.7.23.1、3.7.23.2、3.7.23.3),而且还包括考虑后备保护(见 3.7.24)。

一般选择性可通过理论计算或试验的方式加以考虑(见 X.5),而后备保护通常是用试验加以验证(见 X.6)。

在考虑短路分断能力时,可根据预定的标准来确定是采用额定极限短路分断能力(I_{cu})还是采用额定运行短路分断能力(I_{cs})。

X.2 目的

本附录对断路器或 CPS 与串联在同一电路中的其他 SCPD 的配合即有关选择性保护和后备保护提供指导并给出相应的要求。

本附录目的在于规定:

- 断路器或 CPS 与另一台 SCPD 协调配合的一般要求;
- 用于验证已符合协调配合条件的方法和试验(如认为有必要)。

X.3 断路器或 CPS 与另一台 SCPD 配合的一般要求

X.3.1 一般原理

理想情况下,在所有的过电流值不超过其额定短路分断能力 I_{cu} 的极限值情况下,只有断路器或 CPS(C_1)动作。

注:如果在安装点的预期故障电流值小于 C_1 的额定极限短路分断能力,则可认为 SCPD 在此电路中不考虑用作后

备保护,作一般保护之用。

实际上,应采用下列一些原理:

- a) 如果选择性极限电流值 I_s (见 3.7.68) 过低,则就会有破坏选择性保护的风险;
- b) 如果在安装点的预期故障电流值大于 C_1 的额定极限短路分断能力,则 SCPD 应这样选择,即使得 C_1 的性能按 X.3.3 和交接电流 I_B (见 3.7.25) (如有) 符合 X.3.2 的要求。

如有可能,SCPD 应安装在 C_1 的电源侧。如果 SCPD 安装在负载侧,则 C_1 与 SCPD 之间的连接应安置得使短路危险减小到最低限度。

X.3.2 交接电流(I_B)

就后备保护而言,交接电流 I_B 不应大于单独的 C_1 [见图 X.3a)] 的额定极限短路分断能力 I_{cu} 。

X.3.3 与另一台 SCPD 连接的 C_1 的性能

对于小于或等于串接装置的短路分断能力的所有过电流值, C_1 均应符合 8.2.5 的要求。

X.4 串联的 SCPD 的型式和特性

根据要求,断路器或 CPS 制造厂应提供用于与 C_1 串联的 SCPD 的型式和特性以及适合于串接装置在规定的工作电压下的最大预期短路电流等方面的资料。

用于按本附录进行任何试验的 SCPD 详细情况,例如,制造厂名称、型号、额定电压、额定电流以及短路分断能力等应在试验报告中注明。

最大限制短路电流(见 3.7.29)不应大于 SCPD 的额定极限短路分断能力。

X.5 选择性验证

X.5.1 一般要求

通常选择性用理论计算方法来考虑,即通过比较 C_1 和串联的 SCPD (见 X.5.2) 的动作特性。选择性也可通过试验来确定(见 X.5.3)。

在某些情况下,对串联配合电器的试验显示出比理论计算方法更高的 I_s ,例如:

- 当 C_1 为限流型,且 C_2 为无人造的延时;
- 当 SCPD 的断开时间小于半波的时间时。

当串联的 SCPD 是一断路器时欲获得要求的选择性,则 C_2 需要有一人为的短延时。

选择性可以是不超过 C_1 额定短路能力 I_{cu} 的局部选择性[见图 X.3a)] 或全选择性。

有关全选择性的两个图例见图 X.2a) 和图 X.2b)。

X.5.2 选择性的理论研究

X.5.2.1 在过载区域的选择性

根据 SCPD 是断路器还是熔断器考虑下列两种情况。

- a) 断路器或 CPS(C_1) 与断路器(C_2) 串联——通过比较动作特性确定选择性

延时过电流区域内的选择性通过比较时间/电流特性来验证。在此区域内,动作特性无论在时间轴向还是电流轴向都有明确区分,从而确保 C_1 对 C_2 的选择性动作。同时宜考虑到特性曲线的公差。制造商资料中应提供公差范围,或按本部分中的规定提供适用的公差。

- b) 用熔断器作为 SCPD 的断路器或 CPS(C_1)——通过比较动作特性确定选择性

过载区域内的选择性通过比较时间/电流特性来确定。在此区域内,动作特性无论在时间轴向还是电流轴向都有明确区分,从而确保 C_1 对熔断器的选择性动作。同时宜考虑到特性曲线的公差。制造商资料中应提供公差范围,或按产品标准中的规定提供适用的公差。

X.5.2.2 在故障电流(短路)区域的选择性

通过时间/电流特性来判断两个断路器或 CPS 在故障电流(短路)区域[见图 X.2a)]的选择性取决于 C_2 配备的电子式脱扣器所具有的短路脱扣延时功能。

- a) 断路器或 CPS(C_1)与另一断路器(C_2)串联的——通过计算峰值允通电流确定选择性

当 C_2 的瞬时脱扣电流取决于电磁(如热/磁或仅磁场)时,或当断路器的电子脱扣装置带有瞬时脱扣器时,在故障电流区域内两断路器的最小等级可以通过下述方式确定。

在兼顾公差的情况下,当 C_1 的峰值允通电流小于 C_2 瞬时短路电流整定值 I_i 的相应峰值时,可确保选择性达到故障电流等级。

注 1: 选择性计算示例

$C_2 = 800$ A 塑壳断路器; $I_i = 8$ kA r.m.s—12 kA r.m.s(10 kA 设置 $\pm 20\%$); $C_1 = 125$ A 塑壳断路器。

C_2 最小脱扣等级为 $8 \times 1.414 = 11.3$ kA 峰值。

根据试验数据,由于 C_1 的电流限制,预期 15 kA r.m.s 时 C_1 的允通电流为 11 kA 峰值。

因此,该系统具有至少 15 kA RMS 的选择性。

注 2: 通过此种方法获得的选择极限较低,大多数情况下通过试验获得的实际限值明显高于此。

- b) 用熔断器作为 SCPD 与断路器或 CPS(C_1)的协调配合

故障电流(短路)区域(见图 X.1)内的选择性通过计算 I^2t 特性确定。在断路器或 CPS 的允通 I^2t 低于熔断器的弧前 I^2t 时选择性极限电流 I_s 为最大值。在没有实际曲线时可引用熔断器制造商提供的弧前 I^2t 。

- c) 用断路器或 CPS 作为 SCPD 与熔断器(C_1)的协调配合

瞬时脱扣短路区域内的选择性由熔断器的允通电流来确定。

在兼顾公差的情况下,当熔断器的允通峰值电流低于 C_2 相应的瞬时脱扣等级(I_i)峰值时,选择性极限电流 I_s 为最大值。

X.5.2.3 特殊安装条件下选择性极限电流的确定

选择性极限的相关数据可以用表格、图表或软件形式给出。对于本文件,无论理论研究还是通过试验得到的数据都将基于引入电器 C_2 的预期故障电流等级基础上,并且假定协调配合电器就在近处。实际上选择性极限也将会受到两个电器之间阻抗的影响。因此在实践中选取下游断路器或 CPS 的预期故障电流值作为选择性极限将更为精确。

X.5.3 通过试验确定选择性

试验电路图的示例见图 X.5 所示,其中:

- C_1 可以是符合合适的 GB/T 14048 系列产品标准或其他 IEC 文件的断路器或 CPS 或符合合适标准的熔断器;
- C_1 和 C_2 调整到最大瞬时整定值,如合适。

试验可在制造商规定的其他脱扣整定值下进行,在此种情况下,脱扣器的整定值应记录在试验报告中。

除非为了配线方便, C_1 和 C_2 电源侧和负载侧之间连接电缆总长度应按 GB/T 14048.2—2020 中

8.3.2.6.4 的规定。

试验应由一个 O-t-CO 操作组成,通过闭合下游电器 C_1 进行 CO 操作。如果下游电器是熔断器,则通过闭合 C_2 进行操作。

选择性试验在制造商宣称的有关 C_1 和 C_2 的预期电流等级下进行。

获得的结果如下。

——9.3.4.1.7 适用。

——在每次操作中, C_1 应脱扣, C_2 不应脱扣。如果 C_2 的触头在操作过程中瞬间断开,则从短路开始到 C_2 触头断开结束的时间应小于或等于 30 ms。实际值应记录在试验报告中。

——此外,应用常规操作方式验证 C_2 触头正常断开。

X.6 后备保护验证

X.6.1 确定交接电流

可通过比较 C_1 和串联的 SCPD 的动作特性(对 C_1 所有整定值,如适用,对 C_2 所有整定值)来检验是否符合 X.3.2 的要求。

X.6.2 验证后备保护

后备保护可通过试验或特性比较来验证。

a) 通过试验验证

通常按 X.6.3 的试验来验证是否符合 X.3.3 的要求。在这种情况下,所有的试验条件应按 GB/T 14048.2—2020 中 8.3.2.6 的规定,使短路试验用的可变电阻器和电抗器置于组合装置的电源侧。

b) 通过特性比较验证

在某些实际情况下以及当 SCPD 为一断路器时[见图 X.3a) 和图 X.3b)],制造商则可比较 C_1 和串联的 SCPD 的动作特性,但应特别注意下列内容:

—— C_1 在 I_{cu} 下的焦耳积分值和协调配合 SCPD 预期电流下的焦耳积分值;

——SCPD 峰值动作电流对 C_1 的影响(例如由于电弧能量,最大峰值电流,截断电流等)。

配合是否恰当可通过 SCPD 总的动作 I^2t 特性的最大值评估, I^2t 的范围是从 C_1 的额定短路分断能力 I_{cu} 到应用的预期短路电流,但不超过 C_1 在其额定分断能力时的最大允通 I^2t 或制造厂规定的其他下限值。

注:如果串联的 SCPD 为熔断器,则理论研究应限于 C_1 的 I_{cu} 以下才有效。

X.6.3 验证后备保护的试验

如果 C_1 装有可调过电流断开脱扣器,则动作特性应为相应于最小时间和电流整定的动作特性。

如果 C_1 装有瞬时过电流断开脱扣器,则所用的动作特性应为相应于装有这类脱扣器的 C_1 的动作特性。

如果串联的 SCPD 为装有可调过电流断开脱扣器的断路器(C_2),则所用的动作特性应为相应于最大的时间和电流整定值的动作特性。

如果串联的 SCPD 为一组熔断器,则每次试验应用一组新的熔断器进行,即使在以前的试验中某些熔断器没有熔断。

如适用,根据 GB/T 14048.2—2020 中 8.3.2.6.4 规定的连接电缆应包括在内,但如果串联的 SCPD

为断路器(C_2),则与该断路器连接的总长度为 75 cm 的电缆可放在电源侧(见图 X.4)。

每个试验应包括按 GB/T 14048.2—2020 中 8.3.5 进行的 O-t-CO 操作程序,CO 操作均在 C_1 上进行。

用预定用途的最大预期电流进行一次试验。该值不应超过额定限制短路电流(见 5.3.6.4)。

另一次试验应在等于 C_1 额定短路分断能力 I_{cu} (或 I_{cs})的预期电流值下进行,进行本试验时,可用新的 C_1 试品进行,此外如果串联的 SCPD 为断路器,也可用新的 C_2 试品进行。

每次操作期间:

a) 如果串联的 SCPD 为断路器(C_2):

—— C_1 和 C_2 均应在两次试验电流下脱扣,不要求进一步进行试验。

这是一般情况,仅提供后备保护;

——或在两次试验电流下 C_1 应脱扣, C_2 应在每次操作结束时处在闭合位置,不要求再进行试验。

在每次操作期间允许 C_2 的触头瞬间分开。在这种情况下,除后备保护外,又可恢复供电[见图 X.3a)注 1]。进行本试验时,应记录 C_2 触头分开(如有)的时间。

——或在较低试验电流下 C_1 应脱扣,而在较高试验电流下 C_1 和 C_2 均应脱扣。

C_2 的触头在较低的试验电流下允许瞬间分开。并应在中档电流下进行一些附加试验,以确定 C_1 和 C_2 均应脱扣的最小的试验电流,低于该电流时, C_2 应能恢复供电。进行本试验时,应记录 C_2 触头分开时间(如有)。

b) 如果串联的 SCPD 为一熔断器(或一组熔断器):

——在单相电路中,至少应有一台熔断器熔断;

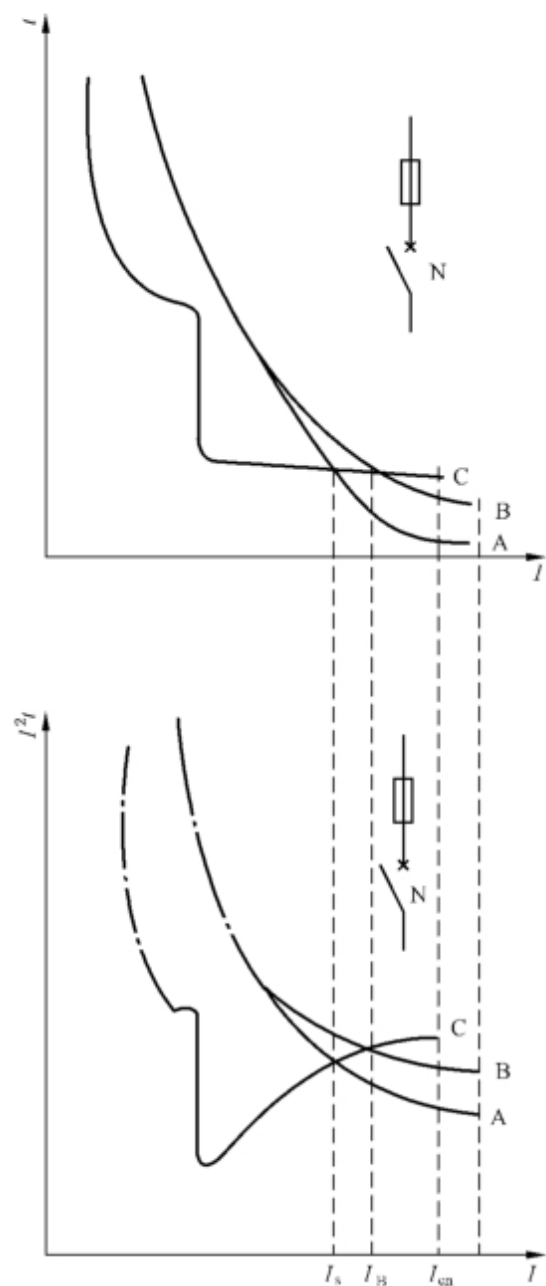
——在多相电路中,至少应有两台或两台以上熔断器熔断,或一台熔断器熔断和 C_1 脱扣。

X.6.4 获得的结果

9.3.4.1.7 适用,并增加以下内容:

试验后,如果 C_1 是断路器或 CPS,则应根据产品标准要求验证介电耐受性能和过载脱扣性能;如果 C_1 是熔断器,则应符合 GB/T 13539.1 的要求。

此外,如果串联的 SCPD 为一断路器(C_2),应用手动操作或其他合适的装置验证 C_2 触头无熔焊。



标引序号说明：

I ——预期短路电流；

I_{cn} ——额定短路分断能力(3.7.14)；

I_s ——选择性极限电流(3.7.68)；

I_B ——交接电流(3.7.25)；

A ——熔断器弧前特性；

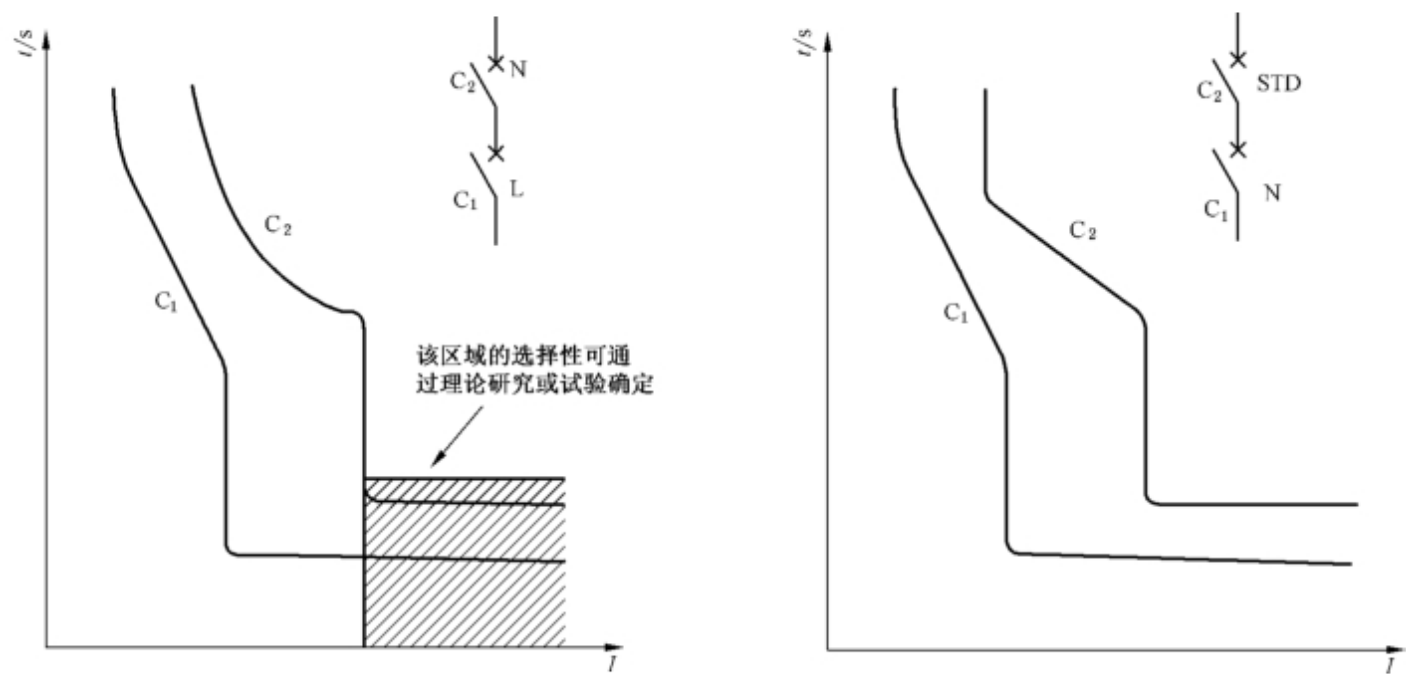
B ——熔断器的工作特性；

C ——断路器的特性，非限流(N)(分断时间/电流和 I^2t /电流)。

注 1：A 为下限，B 和 C 为上限。

注 2： I^2t 的非绝热区用虚线表示。

图 X.1 断路器或 CPS 与熔断器之间的过电流配合或熔断器的后备保护：工作特性



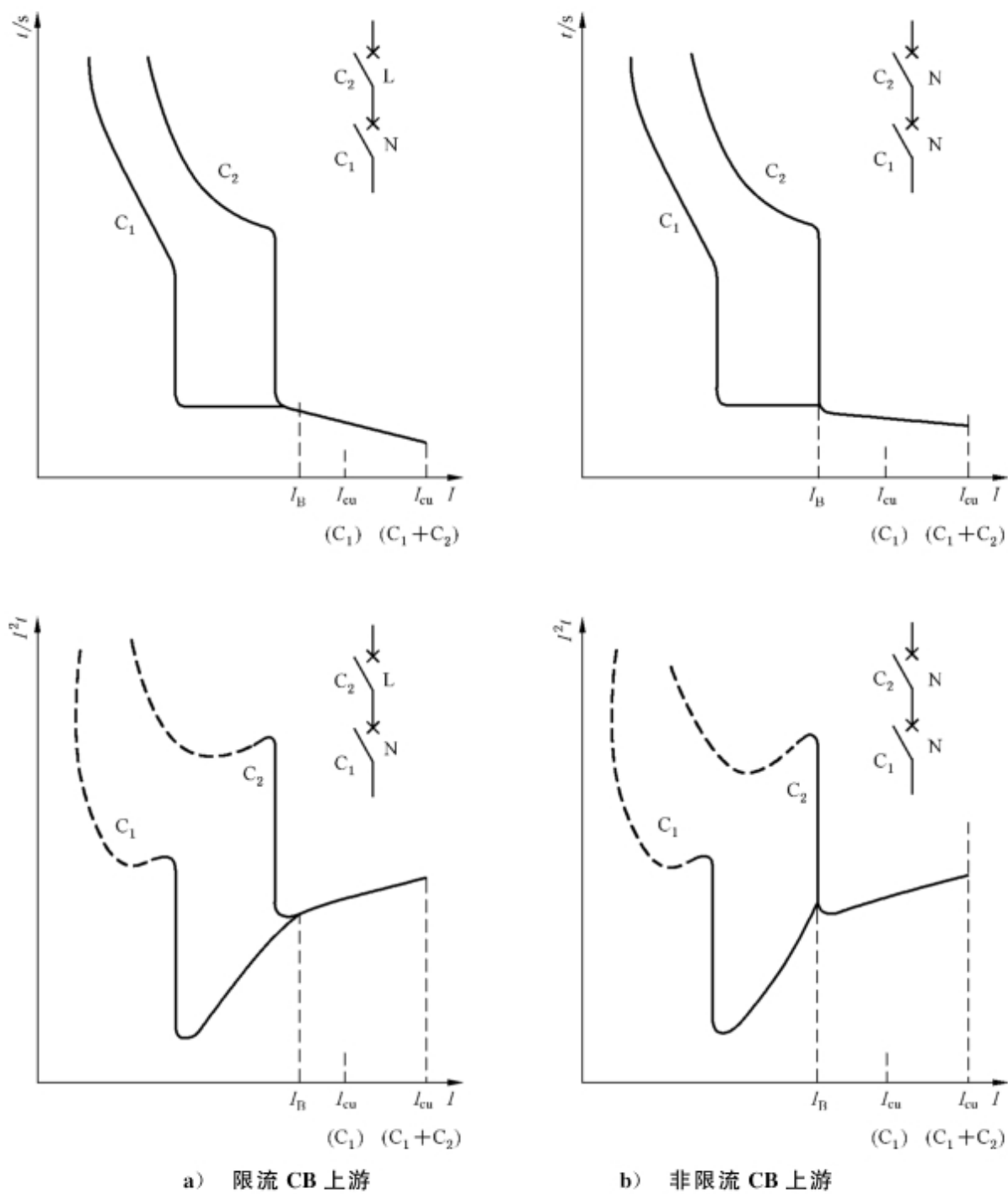
a) 限流 CB 或 CPS 下游

标引符号说明：
C₁——限流断路器或 CPS(L)(分断时间特性)；
C₂——限流断路器或非限流断路器(N)(脱扣特性)。
*I*_{co} 的值未显示。

b) 非限流 CB 或 CPS 下游

标引符号说明：
C₁——非限流断路器或 CPS(N)(分断时间特性)；
C₂——带短延时脱扣器的(STD)断路器(脱扣特性)。

图 X.2 两个断路器或断路器与 CPS 间的总选择性



标引符号说明：

C_1 ——非限流断路器或 CPS(N)；

C_2 ——限流断路器(L)；

I_B ——交接电流。

注 1：如适用，通过 C_2 恢复电源电压。

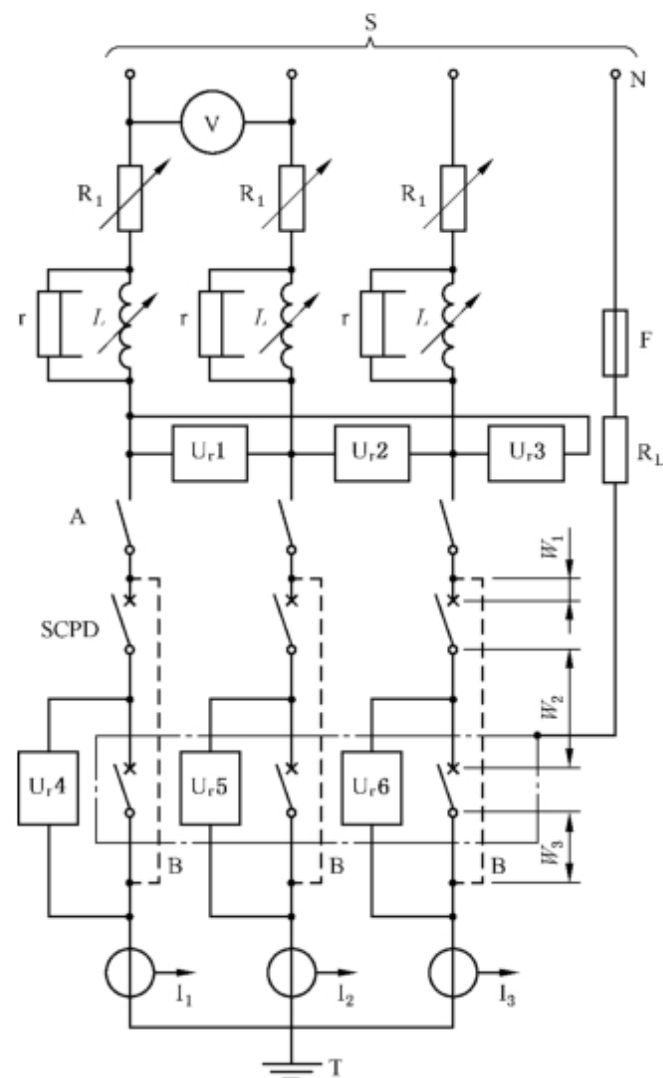
注 2： $I_{cu}(C_1+C_2) \leq I_{cu}(C_2)$ 。

注 3：对于 $I > I_B$ 的值，曲线是通过试验获得数据的关联(以粗体显示)的曲线。

标引符号说明：

C_1, C_2 ——非限流断路器或 CPS(N)。

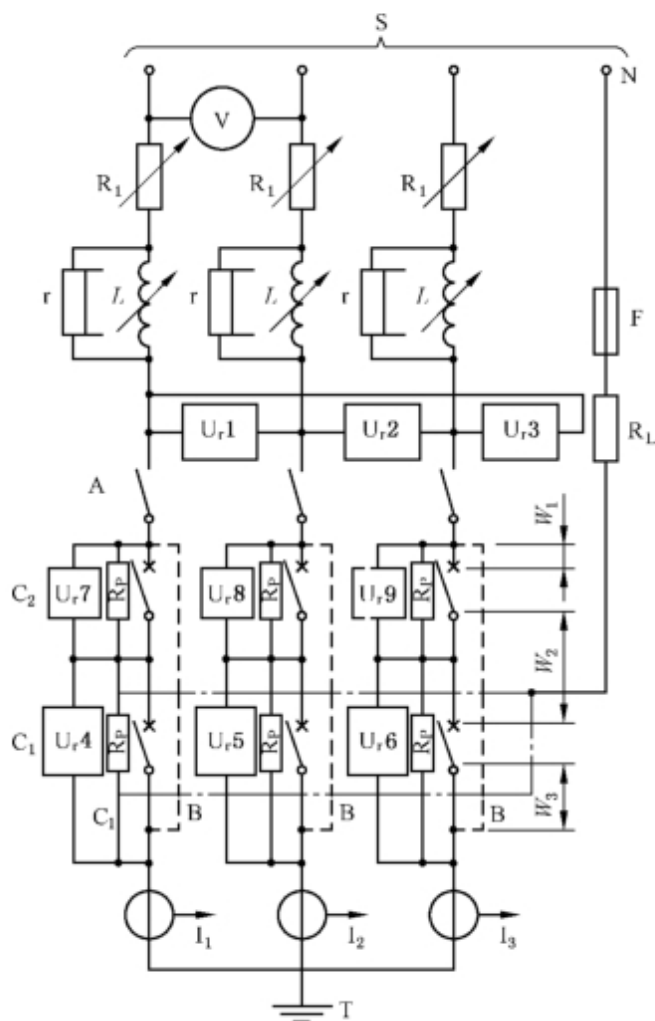
图 X.3 断路器或 CPS 的后备保护——工作特性



- 标引符号说明：
- S — 电源；
 - $U_{r1}, U_{r2}, U_{r3}, U_{r4}, U_{r5}, U_{r6}$ — 电压传感器；
 - V — 电压测量装置；
 - A — 闭合装置；
 - R_1 — 可调电阻；
 - N — 电源的中性点(或人工中性点)；
 - F — 易熔元件[9.3.4.1.2d)]；
 - L — 可调电抗；
 - R_L — 故障限流电阻；
 - B — 校准用临时连接；
 - I_1, I_2, I_3 — 电流传感装置；
 - T — 接地, 仅一个接地点(负载侧或电源侧)；
 - r — 分流电阻[9.3.4.1.2b)]；
 - W_1 — 75 cm 电缆(额定用于 SCPD)；
 - W_2 — 50 cm 电缆(额定用于 C_1)；
 - W_3 — 25 cm 电缆(额定用于 C_1)；
 - SCPD — 断路器 C_2 或一组 3 个熔断器；
 - C_1 — 断路器或被测 CPS。

可调负载 L 和 R_L 可位于电源电路的高压侧或低压侧, 闭合装置 A 位于低压侧。
 U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} 也可连接在相线和中性线之间。
对于拟用于相接地系统的装置, F 应连接到电源的一相。
在美国和加拿大(见 6.2 的注), F 应连接：
——至标有单一 U_e 值的设备的电源的一相；
——对于标有双电压的设备, 连接至中性线。

图 X.4 显示三极断路器或 CPS(C_1)电缆连接的条件短路分断能力试验电路示例



标引符号说明：	
S	——电源；
Ur1、Ur2、Ur3、Ur4、Ur5、Ur6、Ur7、Ur8、Ur9	——电压传感器；
V	——电压测量装置；
A	——闭合装置；
R ₁	——可调电阻；
N	——电源的中性点(或人工中性点)；
F	——易熔元件[9.3.4.1.2d)]；
L	——可调电抗；
R _L	——故障限流电阻；
R _p	——可选极化电阻；
B	——校准用临时连接；
I ₁ 、I ₂ 、I ₃	——电流传感装置；
T	——接地：仅一个接地点(负载侧或电源侧)；
r	——分流电阻[9.3.4.1.2b)]；
W ₁	——75 cm 电缆(额定用于 C ₂)；
W ₂ + W ₃	——75 cm 电缆(额定用于 C ₁)(见 X.5.2)；
C ₂	——被测断路器；
C ₁	——断路器或 CPS。

可调负载 L 和 R₁ 可位于电源电路的高压侧或低压侧，闭合装置 A 位于低压侧。
Ur1、Ur2、Ur3 也可连接在相线和中性线之间。
对于打算用于相接地系统的设备，F 应连接到电源的一相。
注 1：在美国和加拿大(见 6.2 的注)，F 连接：
——至标有单一 U₀ 值的设备电源的一相；
——对于标有双电压的设备，连接至中性线。
注 2：使用极化电阻器可确定两个串联装置的触头的断开时间，该值足够高，不会影响被测装置。

图 X.5 验证选择性的试验电路示例

参 考 文 献

- [1] GB/T 156—2017 标准电压
- [2] GB/T 2900.5—2013 电工术语 绝缘固体、液体和气体
- [3] GB/T 2900.10—2013 电工术语 电缆
- [4] GB/T 2900.58—2008 电工术语 发电、输电及配电 电力系统规划和管理
- [5] GB/T 2900.70—2008 电工术语 电器附件
- [6] GB/T 2900.71—2008 电工术语 电气装置
- [7] GB/T 2900.73—2008 电工术语 接地与电击防护
- [8] GB/T 2900.83—2008 电工术语 电的和磁的器件
- [9] GB/T 2900.99—2016 电工术语 可信性
- [10] 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
- [11] GB/T 4798(所有部分) 环境条件分类 环境参数组分类及其严酷程度分级
- [12] GB/T 5169.5 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
- [13] GB/T 7251.1—2013 低压成套开关设备和控制设备 第1部分:总则
- [14] GB/T 10250 船舶电气与电子设备的电磁兼容性
- [15] GB/T 13140.3—2008 家用和类似用途低压电路用的连接器件 第2部分:作为独立单元的带无螺纹型夹紧件的连接器件的特殊要求
- [16] GB/T 14048(所有部分) 低压开关设备和控制设备
- [17] GB/T 14048.3 低压开关设备和控制设备 第3部分:开关、隔离器、隔离开关及熔断器组合电器
- [18] GB/T 14048.4 低压开关设备和控制设备 第4-1部分:接触器和电动机起动器 机电式接触器和电动机起动器(含电动机保护器)
- [19] GB/T 14048.6 低压开关设备和控制设备 第4-2部分:接触器和电动机起动器 交流电动机用半导体控制器和起动器(含软起动器)
- [20] GB/T 14048.7—2016 低压开关设备和控制设备 第7-1部分:辅助器件 铜导体的接线端子排
- [21] GB/T 14048.9 低压开关设备和控制设备 第6-2部分:多功能电器(设备) 控制与保护开关电器(设备)(CPS)
- [22] GB/T 14048.10 低压开关设备和控制设备 第5-2部分:控制电路电器和开关元件 接近开关
- [23] GB/T 14048.11 低压开关设备和控制设备 第6-1部分:多功能电器 转换开关电器
- [24] GB/T 14048.12 低压开关设备和控制设备 第4-3部分:接触器和电动机起动器 非电动机负载用交流半导体控制器和接触器
- [25] GB/T 14048.13 低压开关设备和控制设备 第5-3部分:控制电路电器和开关元件 在故障条件下具有确定功能的接近开关(PDDB)的要求
- [26] 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 具有机械锁闭功能的电气紧急制动装置
- [27] GB/T 14048.19 低压开关设备和控制设备 第5-7部分:控制电路电器和开关元件 用于

带模拟输出的接近设备的要求

- [28] GB/T 16895.10 低压电气装置 第4-44部分:安全防护 电压骚扰和电磁骚扰防护
- [29] 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
- [30] GB/T 17285 电气设备电源特性的标记 安全要求
- [31] GB/T 17885 家用及类似用途机电式接触器
- [32] GB/T 19678.1 使用说明书的编制 构成、内容和表示方法 第1部分:通则和详细要求
- [33] GB/T 20438.3 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全 第3部分:软件要求
- [34] GB/T 20438.6 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全 第6部分:GB/T 20438.2和GB/T 20438.3的应用指南
- [35] GB/T 20641 低压成套开关设备和控制设备 空壳体的一般要求
- [36] GB/T 20877—2016 电子电气产品标准中引入环境因素的指南
- [37] GB/T 21210—2016 单速三相笼型感应电动机起动性能
- [38] GB/T 23331—2020 能源管理体系 要求及使用指南
- [39] GB/T 23686—2018 电子电气产品环境意识设计
- [40] GB/T 24001—2016 环境管理体系 要求及使用指南
- [41] GB/T 24020 环境管理 环境标志和声明 通用原则
- [42] GB/T 24021 环境管理 环境标志和声明 自我环境声明(Ⅱ型环境标志)
- [43] GB/T 24024 环境管理 环境标志和声明 I型环境标志 原则和程序
- [44] GB/T 24025 环境标志和声明 Ⅲ型环境声明 原则和程序
- [45] GB/T 24040—2008 环境管理 生命周期评价 原则与框架
- [46] GB/Z 25842.1 低压开关设备和控制设备 过电流保护电器 第1部分:短路定额的应用
- [47] GB/T 34959—2017 音频、视频、信息技术和通信技术设备 环境意识设计
- [48] GB/Z 37754 关于确定不超过2 mm距离的电气间隙和爬电距离的指南 对影响参数进行研究的试验结果
- [49] GB/Z 40776 低压开关设备和控制设备 火灾风险分析和风险降低措施
- [50] ISO 13715:2017 Technical product documentation—Edges of undefined shape-Indication and dimensioning
- [51] IEC Guide 106 Guide for specifying environmental conditions for equipment performance rating
- [52] IEC 60050-441:1984 International Electrotechnical Vocabulary (IEV)—Part 441: Switchgear, controlgear and fuses
IEC 60050-441:1984/AMD1:2000
- [53] IEC 60068(all parts) Environmental testing
- [54] IEC 60079(all parts) Explosive atmospheres
- [55] IEC 60099-14 Surge arresters—Part 1: Non-linear resistor type gapped surge arresters for a.c.systems
- [56] IEC 60721(all parts) Classification of environmental conditions
- [57] IEC 62443(all parts) Industrial communication networks—Network and system security
- [58] IEC TS 63058 Environmental aspects for low-voltage switchgear and controlgear and

their assemblies

[59] ASTM B 172-71 (re-approved 2010)—Standard specification for rope—Lay-stranded copper conductors having bunch-stranded members, for electrical energy

[60] Directive 2011/65/EU of the european parliament and of the council, on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment(recast), 8 June 2011; OJ L 174, 1.7.2011, p.88-110.

索引

汉语拼音索引

A

按钮 3.4.19

B

半导体接触器(固态接触器) 3.4.13

半导体开关电器 3.4.3

保护性导体 3.1.14

保护阻抗器 N.2.10

闭合时间 3.7.44

标称值 3.7.1

C

材料类别 W.4.4

材料声明 W.4.5

操动力 3.6.17

操动器 3.5.17

产品 O.3.14

产品类别 O.3.15

常规试验 3.2.2

冲击耐压 3.7.54

抽样试验 3.2.3

触头块 3.5.6

D

单一故障状态 N.2.12

带电部件 3.1.13

导电部分 3.1.10

电磁过载继电器或脱扣器 3.6.33

电痕化 3.7.63

电击 3.1.20

电流阱 S.2.3

电流源 S.2.4

(电路的)预期瞬态恢复电压 3.7.37

(电路或电气系统中的)过电压类别 3.7.59

(电路或开关电器的)限制短路电流 3.7.29

(电路及其有关开关电器或熔断器的)预期电流
..... 3.7.5

电能效率 V.3.3

(电气)保护分离 3.1.25

电气间隙 3.7.46

(电气间隙或爬电距离的)微观环境 3.7.58

(电气式)继电器 3.5.14

电源端口(控制电源端口) 3.3.3

电子式控制电磁铁 3.5.36

定额 3.7.4

定时限过电流继电器或脱扣器 3.6.27

独立外壳 3.4.23

端口 3.3.1

端子 3.5.23

端子块(排) 3.4.20

短路 3.1.5

短路保护电器 3.4.21

短路电流 3.1.6

短路分断能力 3.7.14

短路接通能力 3.7.15

短时耐受电流 3.7.27

短延时 3.7.26

断开触头间的电气间隙 3.7.49

断路器 3.4.11

对地电气间隙 3.7.48

多触点触头系统 3.5.33

(多极开关电器的)燃弧时间 3.7.41

E

额定控制电路电压 3.7.65

额定控制电路电源电压 3.7.66

额定值 3.7.3

F

反时限过电流继电器或脱扣器 3.6.28

防跳跃机构 3.5.20

非均匀电场 3.7.62

非通用端子 3.5.25.2

非通用型夹紧件 3.5.26.2

非预制导体 3.5.27

分断触头	3.5.13
分断时间	3.7.42
分励脱扣器	3.6.34
峰值耐受电流	3.7.28
辅助触头	3.5.10
负载	V.3.5
附加绝缘	N.2.3

G

搁置样品	K.2.1.6
隔离	3.1.19
隔离开关	3.4.10
隔离器	3.4.8
工频恢复电压	3.7.35
工频耐压	3.7.55
工作电压	3.7.52
功能绝缘	N.2.1
固体绝缘	3.1.22
过程	O.3.13
过电流	3.1.4
过电流保护电器的过电流保护配合	3.7.22
(过电流或过载继电器或脱扣器的)电流整定值	3.6.38
(过电流或过载继电器或脱扣器的)电流整定值范围	3.6.39
过电流继电器或脱扣器	3.6.26
(过电流继电器或脱扣器的)动作电流	3.6.37
(过电流继电器或脱扣器的)约定不脱扣电流	3.7.30
(过电流继电器或脱扣器的)约定脱扣电流	3.7.31
过电流局部选择性	3.7.23.3
过电流全选择性	3.7.23.2
过电流选择性	3.7.23.1
过载	3.1.7
过载电流	3.1.8
过载继电器或脱扣器	3.6.31

H

恒定失效率期	K.2.1.3
后备保护	3.7.24
弧触头	3.5.8
环境	O.3.2

环境参数	O.3.5
(环境条件的)污染等级	3.7.57
环境意识设计	O.3.6
环境意识设计工具	O.3.7
环境因素	O.3.3
环境影响	O.3.4
恢复电压	3.7.33
恢复力	3.6.18

J

机械开关电器	3.4.2
(机械开关电器的)闭合操作	3.6.8
(机械开关电器的)闭合位置	3.6.20
(机械开关电器的)操动系统	3.5.16
(机械开关电器的)操作	3.6.1
(机械开关电器的)操作顺序	3.6.3
(机械开关电器的)操作循环	3.6.2
(机械开关电器的)储能操作	3.6.14
(机械开关电器的)触头	3.5.5
(机械开关电器的)电弧电压峰值	3.7.38
(机械开关电器的)断开操作	3.6.9
(机械开关电器的)断开时间	3.7.39
(机械开关电器的)断开位置	3.6.21
(机械开关电器的)辅助开关	3.5.11
(机械开关电器的)肯定断开操作	3.6.10
(机械开关电器的)脱扣器	3.5.15
(机械开关电器的)无关动力操作	3.6.16
(机械开关电器的)无关人力操作	3.6.15
(机械开关电器的)有关动力操作	3.6.13
(机械开关电器的)有关人力操作	3.6.12
(机械开关电器一极的)隔离距离	3.1.24
(机械开关电器或其部件的)行程	3.6.19
(机械式)接触器	3.4.12
(机械式)开关	3.4.9
基本绝缘	N.2.2
极间的电气间隙	3.7.47
加强绝缘	N.2.5
夹紧件	3.5.26
间接过电流继电器或脱扣器	3.6.30
交接电流	3.7.25
(交流电路的)预期对称电流	3.7.7
(交流电路的)最大预期峰值电流	3.7.8
焦耳积分	3.7.18

绞合导体	3.5.30
接触器式继电器	3.4.14
接通触头	3.5.12
接通时间	3.7.43
截断电流特性	3.7.21
截断电流	3.7.19
禁止电流	T.2.5
就地控制	3.6.6
具有电流或电压不平衡检测功能的电子式过载继电器	T.2.2
具有反相检测功能的电子式过载继电器	T.2.3
具有过电压检测功能的电子式过载继电器	T.2.4
具有接地/对地故障检测功能的电子式过载继电器	T.2.1
具有欠功率检测功能的电子式过载继电器	T.2.6
绝缘配合	3.7.60
绝缘配合隔板	3.1.23
均匀电场	3.7.61
均质材料	W.4.3

K

开关电器	3.4.1
(开关电器)外施电压	3.7.32
(开关电器的)辅助电路	3.5.4
(开关电器的)接通能力	3.7.13
(开关电器的)控制电路	3.5.3
(开关电器的)主电路	3.5.2
开关电器的极	3.5.1
(开关电器的一个极的)预期接通电流	3.7.9
(开关电器的一个极或熔断器的)预期分断电流	3.7.10
(开关电器或熔断器的)分断电流	3.7.11
(开关电器或熔断器的)分断能力	3.7.12
(开关电器或熔断器的)使用类别	3.1.18
开关设备	3.1.2
开关设备和控制设备	3.1.1
可靠性	K.2.1.1
可再生利用性	O.3.18
肯定驱动操作	3.6.11
控制触头	3.5.9

控制电路电器	3.4.16
控制和保护开关电器	3.4.24
(控制和辅助电路的)控制开关	3.4.17
控制设备	3.1.3

L

浪涌抑制器	3.4.22
利益相关方	O.3.16
例行试验	3.2.2
连接器件	3.5.22
联锁装置	3.5.21
临界短路电流	3.7.17
临界负载电流	3.7.16
螺纹型端子	3.5.24

N

能量回收	O.3.20
能源效率	V.3.4
能源管理	V.3.1
能源管理系统	V.3.2
逆电流继电器或脱扣器(仅适用直流)	3.6.36

P

爬电距离	3.7.51
------------	--------

Q

起动器	3.4.15
欠电压继电器或脱扣器	3.6.35

R

热过载继电器或脱扣器	3.6.32
人力控制	3.6.4
熔断器	3.4.4
熔断器组合电器	3.4.7
熔断体	3.4.5
熔体	3.4.6
软导体	3.5.32

S

删失	K.2.1.5
设计和开发	O.3.1

生命周期	O.3.8
生命周期阶段	O.3.10
生命周期理念	O.3.11
生命周期评价	O.3.9
声明物质	W.4.1
声明物质集合	W.4.2
失效时间	K.2.1.8
时间-电流特性	3.7.20
实心导体	3.5.29
寿命终止	O.3.19
数字输出	S.2.2
数字输入	S.2.1
甩负荷	V.3.7
双重绝缘	N.2.4
瞬时继电器或脱扣器	3.6.25
瞬态恢复电压	3.7.34

T

特低电压	N.2.6
特殊试验	3.2.4
通断时间	3.7.45
通用端子	3.5.25.1
通用型夹紧件	3.5.26.1
推线端子	3.5.25.3
脱扣(操作)	3.6.23
脱扣位置	3.6.22
调峰	V.3.6

W

外部控制电器	U.1.1.1
外接导电部分	3.1.12
外壳	3.1.16
外露导电部分	3.1.11
维修	3.1.31
位置指示器	3.5.18
稳态电流和电荷的限制防护	N.2.9
污染	3.7.56
无接通分断电流的使用	K.2.1.7
无螺纹型端子	3.5.25

X

线导体	3.1.26
限值	3.7.2

相比电痕化指数	3.7.64
泄漏电流	3.7.50
信号端口	3.3.2
型式试验	3.2.1
选择性极限电流	3.7.68

Y

(一极或熔断器的)燃弧时间	3.7.40
硬导体	3.5.31
用电设备	V.3.5
预期峰值电流	3.7.6
预制导体	3.5.28
远距离控制	3.6.7
允通电流	3.7.19
允通电流特性	3.7.21
允通能量	3.7.18
使用寿命	K.2.1.2

Z

载流部件	3.5.37
再生利用	O.3.17
暂态过电压	3.7.53
正常条件	N.2.11
整体外壳	3.1.17
直接过电流继电器或脱扣器	3.6.29
直流耐压	3.7.67
直流稳态恢复电压	3.7.36
指示灯	3.5.19
指示开关	3.4.18
制造商	3.1.21
中间导体	3.1.27
中性导体	3.1.15
周围空气温度	3.1.9
主触头	3.5.7
自动控制	3.6.5
自由脱扣的机械开关电器	3.6.24
总寿命	K.2.1.4
组织	O.3.12
最大截面积	3.5.35
最小截面积	3.5.34
“a”触头	3.5.12
“b”触头	3.5.13

N(标识)	3.1.15	PEM 导体	3.1.28
PE(标识)	3.1.14	PEN 导体	3.1.29
PELV 电路	N.2.8	SELV 电路	N.2.7
PEL 导体	3.1.30		

英文对应词索引

A

“a”contact	3.5.12
actuating force	3.6.17
actuating system(of a mechanical switching device)	3.5.16
actuator	3.5.17
ambient air temperature	3.1.9
anti-pumping device	3.5.20
applied voltage(for a switching device)	3.7.32
arcing contact	3.5.8
arcing time(of a multipole switching device)	3.7.41
arcing time(of a pole or a fuse)	3.7.40
automatic control	3.6.5
auxiliary circuit(of a switching device)	3.5.4
auxiliary contact	3.5.10
auxiliary switch(of a mechanical switching device)	3.5.11

B

“b” contact	3.5.13
back-up protection	3.7.24
basic insulation	N.2.2
break contact	3.5.13
breaking capacity(of a switching device or a fuse)	3.7.12
breaking current(of a switching device or a fuse)	3.7.11
break time	3.7.42

C

censoring	K.2.1.5
circuit-breaker	3.4.11
clamping unit	3.5.26
clearance	3.7.46
clearance between open contacts	3.7.49
clearance between poles	3.7.47
clearance to earth	3.7.48
closed position(of a mechanical switching device)	3.6.20

closing operation(of a mechanical switching device)	3.6.8
closing time	3.7.44
comparative tracking index	3.7.64
conditional short-circuit current(of a circuit or a switching device)	3.7.29
conductive part	3.1.10
connecting device	3.5.22
constant failure rate period	K.2.1.3
contact(of a mechanical switching device)	3.5.5
contact piece	3.5.6
contactor relay	3.4.14
control circuit(of a switching device)	3.5.3
control circuit device	3.4.16
control contact	3.5.9
controlgear	3.1.3
control and protective switching device	3.4.24
control switch(for control and auxiliary circuits)	3.4.17
conventional non-tripping current(of an overcurrent relay or release)	3.7.30
conventional tripping current(of an over-current relay or release)	3.7.31
co-ordination of insulation	3.7.60
creepage distance	3.7.51
critical load current	3.7.16
critical short-circuit current	3.7.17
current-carrying part	3.5.37
current setting(of an overcurrent or overload relay or release)	3.6.38
current setting range(of an overcurrent or overload relay or release)	3.6.39
current sinking	S.2.3
current sourcing	S.2.4
cut-off current	3.7.19
cut-off(current)characteristic	3.7.21

D

DC steady-state recovery voltage	3.7.36
DC withstand voltage	3.7.67
declarable substance	W.4.1
declarable substance group	W.4.2
definite time-delay overcurrent relay or release	3.6.27
dependent manual operation(of a mechanical switching device)	3.6.12
dependent power operation(of a mechanical switching device)	3.6.13
design and development	O.3.1
digital input	S.2.1
digital output	S.2.2
direct overcurrent relay or release	3.6.29
disconnecter	3.4.8

double insulation	N.2.4
-------------------------	-------

E

electric shock	3.1.20
electrical energy efficiency	V.3.3
(Electrical) relay	3.5.14
(Electrically) protective separation	3.1.25
electronically controlled electromagnet	3.5.36
electronic overload relay with current or voltage asymmetry function	T.2.2
electronic overload relay with ground/earth fault detection function	T.2.1
electronic overload relay with phase reversal function	T.2.3
electronic overload relay with over voltage function	T.2.4
electronic overload relay with under power function	T.2.6
enclosure	3.1.16
end of life(EOL)	O.3.19
energy efficiency	V.3.4
energy management	V.3.1
energy management system	V.3.2
energy recovery	O.3.20
environment	O.3.2
environmental aspect	O.3.3
environmental impact	O.3.4
environmental parameter	O.3.5
environmentally conscious design	O.3.6
environmentally conscious design tool	O.3.7
exposed conductive part	3.1.11
external control device	U.1.1.1
extra-low voltage	N.2.6
extraneous-conductive-part	3.1.12

F

flexible conductor	3.5.32
functional insulation	N.2.1
fuse	3.4.4
fuse-combination unit	3.4.7
fuse-element	3.4.6
fuse-link	3.4.5

H

homogeneous field	3.7.61
homogeneous material	W.4.3

I

impulse withstand voltage	3.7.54
---------------------------------	--------

independent manual operation(of a mechanical switching device)	3.6.15
independent power operation(of a mechanical switching device)	3.6.16
indicator light	3.5.19
indirect overcurrent relay or release	3.6.30
individual enclosure	3.4.23
inhibit current	T.2.5
inhomogeneous field	3.7.62
instantaneous relay or release	3.6.25
integral enclosure	3.1.17
insulation coordination barrier	3.1.23
interlocking device	3.5.21
inverse time-delay overcurrent relay or release	3.6.28
isolating distance(of a pole of a mechanical switching device)	3.1.24
isolation	3.1.19

J

joule integral	3.7.18
----------------------	--------

L

leakage current	3.7.50
let-through current	3.7.19
let-through(current)characteristic	3.7.21
let-through energy	3.7.18
life cycle	O.3.8
life cycle assessment	O.3.9
life cycle stage	O.3.10
life cycle thinking	O.3.11
limiting value	3.7.2
line conductor	3.1.26
live part	3.1.13
load	V.3.5
load shedding	V.3.7
local control	3.6.6

M

magnetic overload relay or release	3.6.33
main circuit(of a switching device)	3.5.2
main contact	3.5.7
maintenance	3.1.31
make-break time	3.7.45
make contact	3.5.12
make time	3.7.43
making capacity(of a switching device)	3.7.13

manual control	3.6.4
manufacturer	3.1.21
material class	W.4.4
material declaration	W.4.5
maximum cross-section	3.5.35
maximum prospective peak current(of an AC circuit)	3.7.8
(mechanical)contactor	3.4.12
(mechanical)switch	3.4.9
mechanical switching device	3.4.2
micro-environment(of a clearance or creepage distance)	3.7.58
mid-point conductor	3.1.27
minimum cross-section	3.5.34
multiple tip contact system	3.5.33

N

neutral conductor	3.1.15
nominal value	3.7.1
no-make-break-current utilization	K.2.1.7
non-universal clamping unit	3.5.26.2
non-universal terminal	3.5.25.2
normal condition	N.2.11

O

open position(of a mechanical switching device)	3.6.21
opening operation(of a mechanical switching device)	3.6.9
opening time(of a mechanical switching device)	3.7.39
operating current(of an overcurrent relay or release)	3.6.37
operating cycle(of a mechanical switching device)	3.6.2
operating sequence(of a mechanical switching device)	3.6.3
operation(of a mechanical switching device)	3.6.1
organization	O.3.12
overall lifetime	K.2.1.4
overcurrent	3.1.4
overcurrent partial selectivity	3.7.23.3
overcurrent selectivity	3.7.23.1
overcurrent protective co-ordination of overcurrent protective devices	3.7.22
overcurrent relay or release	3.6.26
overcurrent total selectivity	3.7.23.2
overload	3.1.7
overload current	3.1.8
overload relay or release	3.6.31
overvoltage category(of a circuit or within an electrical system)	3.7.59

P

peak arc voltage(of a mechanical switching device)	3.7.38
peak shaving	V.3.6
peak withstand current	3.7.28
PEL conductor	3.1.30
PELV circuit	N.2.8
PEM conductor	3.1.28
PEN conductor	3.1.29
pilot switch	3.4.18
pole of a switching device	3.5.1
pollution	3.7.56
pollution degree(of environmental conditions)	3.7.57
port	3.3.1
position indicating device	3.5.18
positively driven operation	3.6.11
positive opening operation(of a mechanical switching device)	3.6.10
power-frequency recovery voltage	3.7.35
power-frequency withstand voltage	3.7.55
power port(control supply port)	3.3.3
prepared conductor	3.5.28
process	O.3.13
product	O.3.14
product category	O.3.15
prospective breaking current(for a pole of a switching device or a fuse)	3.7.10
prospective current(of a circuit and with respect to a switching device or a fuse)	3.7.5
prospective making current(for a pole of a switching device)	3.7.9
prospective peak current	3.7.6
prospective symmetrical current(of an AC circuit)	3.7.7
prospective transient recovery voltage(of a circuit)	3.7.37
protection by limitation of steady-state current and electric charge	N.2.9
protective conductor	3.1.14
protective impedance device	N.2.10
push-button	3.4.19
push-wire terminal	3.5.25.3

R

rated value	3.7.3
rated control circuit supply voltage	3.7.66
rated control circuit voltage	3.7.65
rating	3.7.4
recovery voltage	3.7.33
recyclability	O.3.18

recycling	O.3.17
reinforced insulation	N.2.5
release(of a mechanical switching device)	3.5.15
reliability	K.2.1.1
remote control	3.6.7
restoring force	3.6.18
reverse current relay or release(direct current only)	3.6.36
rigid conductor	3.5.31
routine test	3.2.2

S

sampling test	3.2.3
screw-type terminal	3.5.24
screwless-type terminal	3.5.25
selectivity limit current	3.7.68
SELV circuit	N.2.7
semiconductor contactor(solid-state contactor)	3.4.13
semiconductor switching device	3.4.3
short-circuit	3.1.5
short-circuit breaking capacity	3.7.14
short-circuit current	3.1.6
short-circuit making capacity	3.7.15
short-circuit protective device	3.4.21
short-time delay	3.7.26
short-time withstand current	3.7.27
shunt release	3.6.34
signal port	3.3.2
single fault condition	N.2.12
solid conductor	3.5.29
solid insulation	3.1.22
special test	3.2.4
stakeholder	O.3.16
starter	3.4.15
stranded conductor	3.5.30
stored energy operation(of a mechanical switching device)	3.6.14
supplementary insulation	N.2.3
surge arrester	3.4.22
suspended item	K.2.1.6
switch-disconnector	3.4.10
switchgear	3.1.2
switchgear and controlgear	3.1.1
switching device	3.4.1

T

take-over current	3.7.25
temporary overvoltage	3.7.53
terminal	3.5.23
terminal block	3.4.20
thermal overload relay or release	3.6.32
time-current characteristic	3.7.20
time to failure	K.2.1.8
tracking	3.7.63
transient recovery voltage	3.7.34
travel(of a mechanical switching device or a part thereof)	3.6.19
trip-free mechanical switching device	3.6.24
tripped position	3.6.22
tripping(operation)	3.6.23
type test	3.2.1

U

under-voltage relay or release	3.6.35
universal clamping unit	3.5.26.1
universal terminal	3.5.25.1
unprepared conductor	3.5.27
useful life	K.2.1.2
utilization category(for a switching device or a fuse)	3.1.18

W

working voltage	3.7.52
-----------------------	--------

 版权声明

中国标准在线服务网(www.spc.org.cn)是中国标准出版社委托北京标科网络技术有限公司负责运营销售正版标准资源的网络服务平台,本网站所有标准资源均已获得国内外相关版权方的合法授权。未经授权,严禁任何单位、组织及个人对标准文本进行复制、发行、销售、传播和翻译出版等违法行为。版权所有,违者必究!



购买者:原创力用户
时 间:2024-03-17
定 价:187元



GB/T 14048.1-2023



码上扫一扫 正版服务到

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准

低压开关设备和控制设备

第1部分:总则

GB/T 14048.1—2023

*

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

网址:www.spc.net.cn

服务热线:400-168-0010

2023年11月第一版

*

书号:155066·1-73901

版权专有 侵权必究