



# 中华人民共和国国家标准

GB 7251.1—2013/IEC 61439-1:2011  
代替 GB 7251.1—2005

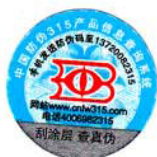
## 低压成套开关设备和控制设备 第 1 部分：总则

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

(IEC 61439-1:2011, IDT)

2013-12-31 发布

2015-01-13 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会

发布

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
低 压 成 套 开 关 设 备 和 控 制 设 备  
第 1 部 分：总 则

GB 7251.1—2013/IEC 61439-1:2011

\*

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(100013)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 7.25 字数 162 千字  
2014年2月第一版 2014年2月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-48224 定价 93.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68510107

## 目 次

前言 .....	VII
引言 .....	X
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	4
3.1 通用术语 .....	4
3.2 成套设备结构单元 .....	5
3.3 成套设备外形设计 .....	6
3.4 成套设备结构部件 .....	7
3.5 成套设备安装条件 .....	8
3.6 绝缘特性 .....	8
3.7 电击防护 .....	10
3.8 特性 .....	12
3.9 验证 .....	14
3.10 制造商/用户 .....	15
4 符号和缩略语 .....	15
5 接口特性 .....	16
5.1 通则 .....	16
5.2 电压额定数据 .....	16
5.3 电流额定数据 .....	16
5.4 额定分散系数(RDF) .....	17
5.5 额定频率( $f_n$ ) .....	17
5.6 其他特性 .....	18
6 信息 .....	18
6.1 成套设备规定的标志 .....	18
6.2 文件 .....	18
6.3 器件和/或元件的识别 .....	19
7 使用条件 .....	19
7.1 正常使用条件 .....	19
7.2 特殊使用条件 .....	20
7.3 运输、存放和安装条件 .....	20
8 结构要求 .....	21
8.1 材料和部件的强度 .....	21
8.2 成套设备外壳的防护等级 .....	22
8.3 电气间隙和爬电距离 .....	22
8.4 电击防护 .....	23
8.5 开关器件和元件的组合 .....	28

8.6	内部电路和连接	29
8.7	冷却	31
8.8	外接导线端子	31
9	性能要求	32
9.1	介电性能	32
9.2	温升极限	32
9.3	短路保护和短路耐受强度	33
9.4	电磁兼容性(EMC)	34
10	设计验证	34
10.1	通则	34
10.2	材料和部件的强度	35
10.3	成套设备的防护等级	38
10.4	电气间隙和爬电距离	38
10.5	电击防护和保护电路完整性	38
10.6	开关器件和元件的组合	39
10.7	内部电路和连接	39
10.8	外接导线端子	39
10.9	介电性能	40
10.10	温升验证	42
10.11	短路耐受强度	49
10.12	电磁兼容性(EMC)	54
10.13	机械操作	54
11	例行检验	54
11.1	通则	54
11.2	外壳的防护等级	54
11.3	电气间隙和爬电距离	55
11.4	电击防护和保护电路完整性	55
11.5	内装元件的组合	55
11.6	内部电路和连接	55
11.7	外接导线端子	55
11.8	机械操作	55
11.9	介电性能	55
11.10	布线、操作性能和功能	55
附录 A (规范性附录)	适合连接外部导体端子用铜导线的最小和最大截面积(见 8.8)	63
附录 B (规范性附录)	在短时电流引起热应力情况下,保护导体截面积的计算方法	64
附录 C (资料性附录)	用户信息模板	65
附录 D (资料性附录)	设计验证	69
附录 E (资料性附录)	额定分散系数	70
E.1	通则	70
E.2	成套设备的额定分散系数	70
E.3	一组出线电路的额定分散系数	70
E.4	额定分散系数和断续工作制	74

附录 F (规范性附录) 电气间隙和爬电距离的测量 .....	76
F.1 基本原则 .....	76
F.2 筋的使用 .....	76
附录 G (规范性附录) 电源系统的标称电压与设备的额定冲击耐受电压的关系 .....	81
附录 H (资料性附录) 铜导线的工作电流和功率损耗 .....	82
附录 I (空) .....	84
附录 J (规范性附录) 电磁兼容性(EMC) .....	85
J.1 通则 .....	85
J.2 术语和定义 .....	85
附录 K (规范性附录) 电气隔离保护 .....	90
K.1 通则 .....	90
K.2 电气隔离 .....	90
K.3 第 II 类设备或等效绝缘 .....	91
附录 L (资料性附录) 北美地区电气间隙和爬电距离 .....	92
附录 M (资料性附录) 北美温升限值 .....	93
附录 N (规范性附录) 裸铜母排的工作电流和功率损耗 .....	94
附录 O (资料性附录) 温升试验指南 .....	96
O.1 通则 .....	96
O.2 温升极限 .....	96
O.3 试验 .....	96
O.4 计算 .....	98
O.5 设计规则 .....	98
附录 P (规范性附录) 通过计算与已试验的基准设计比较的母线结构短路耐受强度的验证 .....	100
P.1 通则 .....	100
P.2 术语和定义 .....	100
P.3 验证方法 .....	101
P.4 应用条件 .....	101
参考文献 .....	103
图 E.1 典型的成套设备 .....	71
图 E.2 表 E.1 额定分散系数为 0.8 的成套设备功能单元负载的实例 1 .....	72
图 E.3 表 E.1 额定分散系数为 0.8 的成套设备功能单元负载的实例 2 .....	72
图 E.4 表 E.1 额定分散系数为 0.8 的成套设备功能单元负载的实例 3 .....	73
图 E.5 表 E.1 额定分散系数为 0.8 的成套设备功能单元负载的实例 4 .....	73
图 E.6 计算平均热效应实例 .....	74
图 E.7 相同 RDF 与断续工作制,在 $t_1=0.5\text{ s}$ , $I_1=7I_2$ 不同周期时间的参数的关系图实例 .....	75
图 E.8 相同 RDF 与断续工作制,在 $I_1=I_2$ (没有启动过电流)时的参数关系图实例 .....	75
图 F.1 筋的测量 .....	76
图 J.1 端口的示例 .....	85

图 O.1	温升验证方法	99
图 P.1	已试验的母线结构(TS)	100
图 P.2	未试验的母线结构(NTS)	101
图 P.3	拐角处有支撑件的角形母线配置	102
表 1	空气中的最小电气间隙 <sup>a</sup> (8.3.2)	56
表 2	最小爬电距离(8.3.3)	56
表 3	铜保护导体的截面积(8.4.3.2.2)	57
表 4	导体的选择和安装要求(8.6.4)	57
表 5	铜保护导体的最小截面积(PE、PEN)(8.8)	57
表 6	温升限值(9.2)	58
表 7	系数 $n^a$ 的值(9.3.3)	59
表 8	主电路的工频耐受电压值(10.9.2)	59
表 9	辅助电路和控制电路的工频耐受电压值(10.9.2)	59
表 10	冲击耐受试验电压(10.9.3)	59
表 11	用于额定电流为 400 A 及以下的铜试验导线(10.10.2.3.2)	60
表 12	用于额定电流为 400 A~4 000 A 的铜试验导线(10.10.2.3.2)	61
表 13	通过与一个基准设计比较进行短路验证:核查表(10.5.3.3、10.11.3 和 10.11.4)	61
表 14	预期故障电流与铜丝直径的关系	62
表 A.1	适合连接外部导体端子用铜导线的截面积	63
表 B.1	不包括在电缆内的绝缘保护导体的 $k$ 值,或与电缆护套接触的裸保护导体的 $k$ 值	64
表 C.1	模板	65
表 D.1	待完成的设计验证清单	69
表 E.1	额定分散系数为 0.8 的成套设备负载实例	71
表 E.2	额定分散系数为 0.9 的一组电路(图 E.1 中的柜架单元 B)的负载实例	74
表 E.3	额定分散系数为 0.9 的一组电路(图 E.1 中的子配电板)的负载实例	74
表 F.1	槽宽度的最小值	76
表 G.1	电源系统的标称电压与设备额定冲击耐受电压之间的相应关系	81
表 H.1	允许导体温度 70℃ 的单芯铜电缆的工作电流和功率损耗	82
表 H.2	电缆在导体允许温度为 70℃ 时的降容系数 $k_1$	83
表 J.1	A 类环境中对 EMC 抗扰度的试验	88
表 J.2	B 类环境中对 EMC 抗扰度的试验	88
表 J.3	电磁骚扰出现时的验收准则	89
表 K.1	TN 系统的最大分断时间	91
表 L.1	空气中的最小电气间隙	92
表 L.2	最小爬电距离	92
表 M.1	北美温升限值	93

表 N.1	矩形截面裸铜排的工作电流和功率损耗,水平走向, 最大面垂直排列,频率 50 Hz~60 Hz .....	94
表 N.2	成套设备内不同空气温度和/或不同导体温度的系数 $k_4$ .....	95

## 前 言

本部分的全部技术内容为强制性。

GB 7251《低压成套开关设备和控制设备》分为以下几个部分：

- 第 0 部分：规定成套设备的指南
- 第 1 部分：总则
- 第 2 部分：成套电力开关和控制设备
- 第 3 部分：由普通人员操作的配电板<sup>1)</sup>
- 第 4 部分：建筑工地用成套设备<sup>2)</sup>
- 第 5 部分：公用电网动力配电成套设备的特殊要求
- 第 6 部分：母线干线系统(母线槽)
- 第 7 部分：特定应用的成套设备——如码头、露营地、市集广场、电动车辆充电站

.....

本部分为 GB 7251 的第 1 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB 7251.1—2005《低压成套开关设备和控制设备 第 1 部分：型式试验和部分型式试验成套设备》。

本部分与 GB 7251.1—2005 相比，主要技术变化如下：

——取消了原 GB 7251.1/IEC 60439-1 本身是产品标准，同时又是 GB 7251/IEC 60439 系列产品的“总则”标准的双重功用；

——GB 7251.1 仅是一个有关 GB 7251 系列产品的“总则”标准；

——GB 7251.12 取代了原 GB 7251.1 产品标准；

——通过验证方式取消了型式试验成套设备(TTA)和部分型式试验成套设备(PTTA)的区别；

——采用了 3 种不同但等效的验证要求的形式：即通过验证试验、验证比较和验证评估；

——详尽阐明了关于温升的要求；

——详尽描述了额定分散系数(RDF)；

——包含了成套设备空壳体标准(GB/T 20641)的要求；

——标准的整个结构与其作为“总则”标准的新功能相匹配。

本部分使用翻译法等同采用 IEC 61439-1:2011《低压成套开关设备和控制设备 第 1 部分：总则》。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

GB/T 4026—2010 人机界面标志标识的基本和安全规则 设备端子和导体终端的标识 (IEC 60445:2006, IDT)

GB 4824—2004 工业科技, 医疗 (ISM) 射频设备 电磁骚扰特性 限值和测量方法 (IEC/CISPR 11:2003, IDT)

GB/T 5023.3—2008 额定电压 450/750 V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆 第 3 部分：固定布线用无护套电缆 (IEC 60227-3:1997, IDT)

GB/T 5013.4—2008 额定电压 450/750 V 及以下橡皮绝缘电缆 第 4 部分：软线和软电缆

1) 正在申报立项。

2) 正在申报立项。



GB 7251.1—2013/IEC 61439-1:2011

(IEC 60245-4:2004, IDT)

GB/T 6988.1—2008 电气技术用文件的编制 第1部分:规则(IEC 61082-1:2006, IDT)

GB 7251(所有部分) 低压成套开关设备和控制设备[IEC 60439(all parts)]

GB/T 9286—1998 色漆和清漆 漆膜的划格试验(ISO 2409:1992, EQV)

GB/T 11021—2007 电气绝缘 耐热性分级(IEC 60085:2004, IDT)

GB/T 11026(所有部分) 电气绝缘材料 耐热性 [IEC 60216(all parts)]

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

GB/T 16422.2—1999 塑料 实验室光源暴露试验方法 第2部分:氙弧灯(ISO 4892-2:1994, IDT)

GB 16895(所有部分) 建筑物电气装置[IEC 60364(all parts)]

GB 16895.3—2004 建筑物电气装置 第5-54部分:电气设备的选择和安装 接地配置,保护导体和保护联结导体(IEC 60364-5-54:2002, IDT)

GB 16895.4—1997 建筑物电气装置 第5部分:电气设备的选择和安装 第53章:开关设备和控制设备(IEC 60364-5-53:1994, IDT)

GB 16895.6—2000 建筑物电气装置 第5部分:电气设备的选择和安装 第52章:布线系统(IEC 60364-5-52:1993, IDT)

GB/T 17626.2—2006 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验(IEC 61000-4-2:2001, IDT)

GB/T 17626.28—2006 电磁兼容 试验和测量技术 工频频率变化抗扰度试验(IEC 61000-4-28:2001, IDT)

GB/T 17626.3—2006 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验(IEC 61000-4-3:2002, IDT)

GB/T 17626.6—2008 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度(IEC 61000-4-6:2006, IDT)

GB/T 17627(所有部分) 低压电气设备的高电压试验技术[IEC 61180(all parts)]

GB 17799.4—2001 电磁兼容 第6部分:通用标准—第4章:工业环境的发射标准(IEC 61000-6-4:1997, IDT)

GB/T 20641—2006 低压成套开关设备和控制设备空壳体的一般要求(IEC 62208:2002, IDT)

本部分做了下列编辑性修改:

——“本标准”改为“本部分”;

——用小数点符号“.”代替符号“,”;

——删除国际标准的前言。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国低压成套开关设备和控制设备标准化技术委员会(SAC/TC 266)归口。

本部分起草单位:天津电气传动设计研究所有限公司、常熟开关制造有限公司(原常熟开关厂)、上海电气集团股份有限公司输配电分公司、川开电气股份有限公司、天津天传电控配电有限公司、中国质量认证中心、国家电控配电设备质量监督检验中心、甘肃电器科学研究院(原天水长城电器试验研究所)、广州白云电器设备股份有限公司、安徽鑫龙电器股份有限公司、上海河村电气有限公司、珠海光乐电力母线槽有限公司、浙宝电气(杭州)集团有限公司、江苏波瑞电气有限公司、中发电气股份有限公司、法泰电器(江苏)股份有限公司、大全集团有限公司、杭州杭开电气有限公司、成都科星电力电器有限公司、杭州欣美成套电器制造有限公司、广东珠江开关有限公司、华鹏集团有限公司、九川集团有限公司、江西恒珠电气柜锁有限公司、余姚市电力设备修造厂、上海南华兰陵电气有限公司、苏州电器科学研究院股份有限公司、福建森达电气有限公司、浙江方圆电气设备检测有限公司、临海市耀明电力设备有限

公司、宁波耀华电气科技有限责任公司、镇江西门子母线有限公司、天津市天传樱科科技发展有限公司、吉林龙鼎电气股份有限公司、江苏现代电力科技股份有限公司、中煤电气有限公司、镇江默勒电器有限公司。

本部分主要起草人：仲明振、王阳、刘洁、管瑞良、王春玲、夏锦辉、崔静、陈昕、牟聿强、胡新明、王义、宛玉超、程均、郑光乐、林必宝、朱文堂、于春生、金敏毅、裴军、毛水泉、曾庆才、黄吾康、张柏成、陈云华、刘晓林、仲继江、邹奇宏、周福波、胡德霖、陈泽银、张正、罗正阳、刘坚钢、李飞、侯良、李岩、施博一、徐华云、郭乔根。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB 7251.1—2005。

## 引 言

GB 7251 系列标准通过等同采用 IEC 国际标准,使我国低压成套开关设备和控制设备标准与国际标准一致,以适应国际间的贸易、技术经济交流的需要。

重新组成的 GB 7251/IEC 61439 系列与原 GB 7251/IEC 60439 系列标准的结构相比发生了很大的变化。重新组成的 GB 7251/IEC 61439 系列是用于各类低压成套开关设备和控制设备标准,共有 8 个部分。GB 7251.1/IEC 61439-1 是第 1 部分:总则,它汇集了各类成套设备标准的通用要求,例如介电性能试验、温升试验、短路耐受强度试验等。它是其他各类产品标准的基础。如果没有充分的理由,其他标准不允许违背其基本规则。

各类成套设备标准中具有广泛影响和应用的所有要求都集中在基础标准内,例如温升、介电性能等。

各类低压成套开关设备和控制设备,确定其所有要求和相应的验证方法只需两个主要标准:

——基础标准,即系列标准的第 1 部分(GB 7251.1/IEC 61439-1):总则,它覆盖了各类低压成套开关设备和控制设备。

——各类成套设备标准,在下文中称作相关成套设备标准。

对适用于某一类的成套设备标准的基本规则,在各类相关的成套设备标准中应明确指出引用的 GB 7251.1/IEC 61439-1 中的相关章或条,例如,GB 7251.1/IEC 61439-1 中的 9.1.3。

如果基本规则不适用时,则分类成套设备标准可以不要求,故不需提出;如果基本规则对于特殊场合的要求不充分时,则分类成套设备标准可以增加要求;除非有可靠、充足的技术理由,专项成套设备标准中不允许与基本规则相违背。

标准中有关成套设备制造商与用户间协议的要求参见附录 C(资料性附录)。此附录为正常使用条件和用户附加的技术条件提供了信息,使它们能够正确地设计、应用和使用成套设备。

当原 GB 7251/IEC 60439 系列成套标准中的任何部分在未转换到新的 GB 7251/IEC 61439 系列,仍在引用原 GB 7251/IEC 60439-1 时,被替代的原 GB 7251/IEC 60439-1 仍然适用。

本部分是 GB 7251《低压成套开关设备和控制设备》系列标准之一,是基础标准,它包括了适用于低压成套开关设备和控制设备的基本要求和试验方法。GB 7251 系列标准中的其他标准均为产品标准,产品标准中引用了大量的本部分中规定的技术要求和试验方法,因此产品标准宜与本部分结合使用。

# 低压成套开关设备和控制设备

## 第 1 部分:总则

### 1 范围

GB 7251 的本部分规定了低压成套开关设备和控制设备(以下简称成套设备)(见 3.1.1)的定义、使用条件、结构要求、技术特性和验证要求。

本部分不能单独用来规定一种成套设备或用于确定一致性。成套设备应遵循 GB 7251 系列相关部分;从第 2 部分起。

本部分仅适用于符合下述相关的成套设备标准要求的低压成套开关设备和控制设备:

- 额定电压交流不超过 1 000 V,直流不超过 1 500 V 的成套设备;
- 带外壳或不带外壳的固定式或移动式成套设备;
- 与发电、输电、配电和电能转换的设备以及控制电能消耗的设备所配套使用的成套设备;
- 那些为特殊使用条件而设计的成套设备,如船舶、机车车辆使用的成套设备,只要它们符合其他有关的特定要求;

注 1: GB/T 7061 包含了对船用成套设备的补充要求。

——为机器的电气设备而设计的成套设备,假定符合其他相关特定要求。

注 2: GB 5226 系列标准包含了构成机器组成部分的成套设备的补充要求。

本部分适用于那些一次性设计、制造和验证或完全标准化批量制造的成套设备。进行生产和/或组装的可以不是初始制造商(见 3.10.1)。

本部分不适用于符合各自相关产品标准的单独的器件及整装的元件,诸如电机起动器、刀熔开关、电子设备等。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 2423.17—2008 电工电子产品环境试验 第 2 部分: 试验方法 试验 Ka: 盐雾 (IEC 60068-2-11:1981, 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 2423.4—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 4025—2010 人机界面标志标识的基本和安全规则 指示器和操作器件的编码规则 (IEC 60073:2002, 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 4208—2008 外壳防护等级(IP 代码)(IEC 60529:2001, IDT)

GB/T 5013.3—2008 额定电压 450/750V 及以下橡皮绝缘电缆 第 3 部分:耐热硅橡胶绝缘电缆 (IEC 60245-3:1994, IDT)

GB/T 5169.10—2006 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 60695-2-10:2000, IDT)

GB/T 5169.11—2006 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(IEC 60695-2-11:2000, IDT)

GB/T 5169.5—2008 电工电子产品着火危险试验 第 5 部分:试验火焰 针焰试验方法 装置、确认试验方法和导则(IEC 60695-11-5:2004, IDT)

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

GB/T 16895.10—2010 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(IEC 60364-4-44:2007, IDT)

GB 16895.21—2011 低压电气装置 第 4-41 部分:安全防护 电击防护(IEC 60364-4-41:2005, IDT)

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

GB/T 17626.11—2008 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(IEC 61000-4-11:2004, IDT)

GB/T 17626.13—2006 电磁兼容 试验和测量技术 交流电源端口谐波、谐间波及电网信号的低频抗扰度试验(IEC 61000-4-13:2002<sup>3)</sup>, IDT)

GB/T 17626.4—2008 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验(IEC 61000-4-4:2004, IDT)

GB/T 17626.5—2008 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验(IEC 61000-4-5:2005, IDT)

GB/T 20138—2006 电器设备外壳对外界机械碰撞的防护等级(IK 代码)(IEC 62262:2002, IDT)

GB/T 24276—2009 评估部分型式试验的低压成套开关设备和控制设备(PTTA)温升的外推法(IEC/TR 60890:1987+IEC/TR 60890:1987/Amd1:1995, IDT)

IEC 60085:2007 电气绝缘 耐热性分级(Electrical insulation—Thermal evaluation and designation)

IEC 60216(所有部分) 电气绝缘材料 耐热性 [Electrical insulating materials—Properties of thermal endurance(all parts) ]

IEC 60227-3:1993 额定电压 450/750 V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆 第 3 部分:固定布线用无护套电缆(Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V—Part 3: Non-sheathed cables for fixed wiring)

IEC 60245-4:1994 额定电压 450/750 V 及以下橡皮绝缘电缆 第 4 部分:软线和软电缆(Rubber insulated cables—Rated voltages up to and including 450/750 V—Part 4: Cords and flexible cables)

IEC 60364 建筑物电气装置(所有部分) [Low-voltage electrical installations(all parts)]

IEC 60364-5-52:2009 建筑物电气装置 第 5-52 部分:电气设备的选择和安装 布线系统(Low-voltage electrical installations—Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment—Wiring systems)

IEC 60364-5-53:2001 建筑物电气装置 第 5-53 部分:电气设备的选择和安装 开关设备和控制设备(Electrical installations of buildings—Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment—Isolation, switching and control)

IEC 60364-5-54:2011 建筑物电气装置 第 5-54 部分:电气设备的选择和安装 接地配置,保护导体和保护联结导体(Low-voltage electrical installations—Part 5-54: Selection and erection of electri-

3) 有一个统一的版本 1.1(2009),它包括了 IEC 61000-4-13(2002)和它的修订 1(2009)。

cal equipment—Earthing arrangements and protective conductors)

IEC 60439(所有部分) 低压成套开关设备和控制设备[Low-voltage switchgear and controlgear assemblies(all parts)]

IEC 60445:2010 人机界面标志标识的基本和安全规则 设备端子和特定导线的线端标识,包括字母和数字系统的一般规则(Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification—Identification of equipment terminals, conductor terminations and conductors)

IEC 60865-1:1993 短路电流 影响计算 第1部分:定义和计算方法(Short-circuit currents—Calculation of effects—Part 1: Definitions and calculation methods)

IEC 60947-1:2007 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 61000-4-2:2008 电磁兼容 第4-2部分:试验和测量技术 静电放电抗扰度试验[Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-2: Testing and measurement techniques—Electrostatic discharge immunity test]

IEC 61000-4-3:2006 电磁兼容 第4-3部分:试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验<sup>4)</sup>[Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-3: Testing and measurement techniques—Radiated, radio frequency, electromagnetic field immunity test]

IEC 61000-4-6:2008 电磁兼容 第4-6部分:试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度[Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-6: Testing and measurement techniques—Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields]

IEC 61000-4-8:2009 电磁兼容 第4-8部分:试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验[Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-8: Testing and measurement techniques—Power frequency magnetic field immunity test]

IEC 61000-6-4:2006 电磁兼容 第6部分:通用标准 第4章:工业环境的发射标准<sup>5)</sup>[Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 6-4: Generic standards—Emission standard for industrial environments]

IEC 61082-1 电气技术用文件的编制 第1部分:总则(Preparation of documents used in electro-technology—Part 1: Rules)

IEC 61180(所有部分) 低压设备的高压试验技术[High-voltage test techniques for low-voltage equipment(all parts)]

IEC 61201:2007 特低电压(ELV) 极限值

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

IEC 62208 低压开关设备和控制设备空壳体的一般要求(Empty enclosures for low-voltage switchgear and controlgear assemblies—General requirements)

IEC 81346-1 工业系统、装置和设备、工业产品 构造准则和参考标识 第1部分:基本规则(Industrial systems, installations and equipment and industrial products—Structuring principles and reference designations—Part 1: Basic rules)

IEC 81346-2 工业系统、装置和设备、工业产品 构造准则和参考标识 第2部分:对象分类和类的代码(Industrial systems, installations and equipment and industrial products—Structuring principles and reference designations—Part 2: Classification of objects and codes for classes)

4) 有一个统一的版本 3.2(2010),它包括了 IEC 61000-4-3(2006)和修订 1(2007)、修订 2(2010)。

5) 有一个统一的版本 2.1(2011),它包括了 IEC 61000-4-4(2006)和它的修订 1(2010)。

IEC/CISPR 11:2009 工业科技、医疗(ISM)射频装置的电磁骚扰特性 极限值和测量方法<sup>6)</sup> (Industrial, scientific and medical equipment—Radio-frequency disturbance characteristics—Limits and methods of measurement)

IEC/CISPR 22 信息技术设备、射频骚扰特性 极限值和测量方法 (Information technology equipment—Radio disturbance characteristics—Limits and methods of measurement)

ISO 179 (所有部分) 塑料 摆锤冲击强度的测定 [Plastics—Determination of Charpy impact strength(all parts)]

ISO 2409:2007 油漆和清漆 附着力(划格法) (Paints and varnishes—Cross-cut test)

ISO 4628-3:2003 油漆和清漆 油漆涂层剥蚀的评定 一般性缺陷程度、数量和大小及外观光亮均匀性变化的规定 第3部分:生锈程度的规定 (Paints and varnishes—Evaluation of degradation of coatings—Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance—Part 3: Assessment of degree of rusting)

ISO 4892-2:2006 塑料 实验室光源暴露试验方法 第2部分:氙弧灯 (Plastics—Methods of exposure to laboratory light sources—Part 2: Xenon arc lamps)

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1 通用术语

##### 3.1.1

低压成套开关设备和控制设备(成套设备) low-voltage switchgear and controlgear assembly (ASSEMBLY)

由一个或多个低压开关器件和与之相关的控制、测量、信号、保护、调节等设备,以及所有内部的电气和机械的连接及结构部件构成的组合体。

##### 3.1.2

成套设备系统 ASSEMBLY system

按照初始制造商规定的全系列机械和电气元件(外壳、母线、功能单元等),用这些元件能依据初始制造商的说明书组合成不同的成套设备。

##### 3.1.3

主电路(成套设备的) main circuit (of an ASSEMBLY)

在成套设备中,一条用来传输电能的电路上的所有导电部分。

[IEC 60050-441:1984, 441-13-02]

##### 3.1.4

辅助电路(成套设备的) auxiliary circuit (of an ASSEMBLY)

在成套设备中,一条用于控制、测量、信号、调节、处理数据等的电路(除了主电路以外的)中的所有导电部分。

注:成套设备的辅助电路包括开关电器的控制电路和辅助电路。

[修改后的 IEC 60050-441:1984, 441-13-03]

##### 3.1.5

母线 busbar

一种可以与几条电路分别连接的低阻抗导体。

6) 有一个统一的版本 5.1(2010),它包括了 CISPR11(2009)和它的修订 1(2010)。

注：母线这个术语与导体的几何形状、尺寸、面积无关。

## 3.1.6

**主母线 main busbar**

连接一条或几条配电母线和/或进线、出线单元的母线。

## 3.1.7

**配电母线 distribution busbar**

一个柜架单元内的母线，它连接到主母线上，并由它向出线单元供电。

注：在功能单元和母线之间连接的导体不作为配电母线的一部分。

## 3.1.8

**功能单元 functional unit**

它是成套设备的一部分，由完成相同功能的所有电气和机械部件组成，包括开关电器。

注：虽然连接在功能单元上，但位于隔壁或封闭的防护空间外部的导体（例如连接公共隔壁的辅助电缆）不视为功能单元的一部分。

## 3.1.9

**进线单元 incoming unit**

通过它把电能输送到成套设备中去的一种功能单元。

## 3.1.10

**出线单元 outgoing unit**

通过它把电能输送给一个或多个出线电路的一种功能单元。

## 3.1.11

**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。

[IEC 60947-1:2007, 2.2.21]

## 3.2 成套设备结构单元

## 3.2.1

**固定式部件 fixed part**

由组装在公共支架上并在其上配线的元件组成，而且它是设计成固定安装的。

## 3.2.2

**可移式部件 removable part**

由组装在公共支架上并在其上配线的元件组成的部件，该部件即使在与其连接的电路可能带电的情况下，也可以从成套设备中完整的取出和放回。

## 3.2.3

**连接位置 connected position**

可移式部件为实现其预期功能而处于完好的连接状态的一种位置。

## 3.2.4

**移出位置 removed position**

可移式部件移到成套设备外部，并与成套设备在机械上和电气上均脱离的一种位置。

## 3.2.5

**插入式联锁 insertion interlock**

一种防止可移式部件插入其非预定位置的装置。

## 3.2.6

**固定连接 fixed connection**

利用工具进行连接或分离的一种连接。



3.2.7

**机架单元 section**

成套设备中两个相邻的垂直分界面之间的结构单元。

3.2.8

**机架单元 sub-section**

成套设备中机架单元内的两个相邻的水平或垂直分界面之间的结构单元。

3.2.9

**隔室 compartment**

除进行内部接线、调整或通风时才需要打开外,通常是封闭着的一种机架单元或机架单元。

3.2.10

**运输单元 transport unit**

不必进行拆卸即可适合于运输的完整的成套设备或其中一部分。

3.2.11

**活动挡板 shutter**

可以在下述两个位置间移动的部件:

——它移动到这一位置时,允许可移式部件的动触点和静触点接合,并且

——它移动到另一位置时,作为覆板或隔板将静触点屏蔽起来。

[修改后的 IEC 60050-441:1984, 441-13-07]

3.3 成套设备外形设计

3.3.1

**开启式成套设备 open-type ASSEMBLY**

一种由支撑电气设备的支撑结构所组成的成套设备,其电气设备的带电部分易被触及。

3.3.2

**固定面板式成套设备 dead-front ASSEMBLY**

带有前护板的开启式成套设备,而其他的面仍可能易于触及带电部分。

3.3.3

**封闭式成套设备 enclosed ASSEMBLY**

除安装面外,所有面都封闭的成套设备,用此方式提供确定的防护等级。

3.3.4

**柜式成套设备 cubicle-type ASSEMBLY**

通常是指一种封闭的立式成套设备,它可以由若干个机架单元、框架单元或隔室组成。

3.3.5

**柜组式成套设备 multi-cubicle-type ASSEMBLY**

数个柜式成套设备机械地组合在一起的一种组合体。

3.3.6

**台式成套设备 desk-type ASSEMBLY**

带有水平或倾斜控制面板,或二者兼有的封闭式成套设备,它配有控制、测量、信号等器件。

3.3.7

**箱式成套设备 box-type ASSEMBLY**

安装在垂直面上的一种封闭式成套设备。

## 3.3.8

**箱组式成套设备 multi-box-type ASSEMBLY**

数个箱式成套设备机械地组合在一起的一种组合体,它可带有或不带有公共支撑框架,可通过两个相邻的箱式成套设备的邻接面的开口进行电气连接。

## 3.3.9

**安装在墙表面的成套设备 wall-mounted surface type ASSEMBLY**

安装在墙体表面的成套设备。

## 3.3.10

**嵌入墙中的成套设备 wall-mounted recessed type ASSEMBLY**

安装在墙面凹槽里的成套设备,外壳不支撑上面部分的墙体。

## 3.4 成套设备结构部件

## 3.4.1

**支撑结构 supporting structure**

成套设备的结构组成部分,用来支撑成套设备中的各种元件和任何一种外壳。

## 3.4.2

**安装结构 mounting structure**

用来支撑成套设备的一种结构部件,但不作为成套设备的组成部分。

## 3.4.3

**安装板 mounting plate**

用于支撑各种元件并且适合于在成套设备中安装的板。

## 3.4.4

**安装框架 mounting frame**

用于支撑各种元件并且适合于安装在成套设备中的一种框架。

## 3.4.5

**外壳 enclosure**

能提供预期应用上相适的防护类型和防护等级的外罩。

[GB/T 2900.73—2008, 195-02-35]

## 3.4.6

**覆板 cover**

成套设备外壳上的外装部件。

## 3.4.7

**门 door**

一种带铰链的或可滑动的覆板。

## 3.4.8

**可移式覆板 removable cover**

用来遮盖外壳上的开口的一种覆板,当进行某些操作和检修时,可将其移开。

## 3.4.9

**盖板 cover plate**

通常是指成套设备上的一种部件,用它来遮盖外壳上的开口。用螺钉或类似方法固定在其位置上。

注1:设备投入运行后此盖板一般不移开。

注2:此盖板上可配备电缆入口。

3.4.10

**隔板 partition**

用来将一个隔室与其他隔室隔开的一种外壳部件。

3.4.11

**挡板 barrier**

对来自各个方向的直接接触提供防护的部件。

[GB/T 2900.73—2008,修改后的 195-06-15]

3.4.12

**屏障 obstacle**

用来防止无意的直接接触,但不能防止有意的直接接触的一种部件。

[GB/T 2900.73—2008,修改后的 195-06-16]

注:屏障是用来防止非故意的接触带电部分,但不能防止有意的绕过屏障的故意接触。它们是用来保护熟练技术人员或受过培训的人员而不是一般人员。

3.4.13

**端子护罩 terminal shield**

用于封闭端子和提供规定的防护等级以防止人或物体接近带电部分的一种部件。

3.4.14

**电缆入口 cable entry**

一种带有开口的部件,可以将电缆从此开口处引入成套设备。

3.4.15

**封闭的防护空间 enclosed protected space**

将电器元件封闭起来的成套设备的一部分,它提供规定的防护以防止外界的影响和接触带电部分。

3.5 成套设备安装条件

3.5.1

**户内式成套设备 ASSEMBLY for indoor installation**

满足 7.1 中所规定的户内正常使用条件的成套设备。

3.5.2

**户外式成套设备 ASSEMBLY for outdoor installation**

满足 7.1 中所规定的户外正常使用条件的成套设备。

3.5.3

**固定式成套设备 stationary ASSEMBLY**

固定在安装位置上,例如固定在地面或墙上,并在该位置上使用。

3.5.4

**移动式成套设备 movable ASSEMBLY**

能够容易地从一个使用地点移动到另一个使用地点的成套设备。

3.6 绝缘特性

3.6.1

**电气间隙 clearance**

两个导电部分之间的最短直线距离。

[IEC 60050-441:1984, 441-17-31]

## 3.6.2

**爬电距离 creepage distance**

两个导电部分之间沿固体绝缘材料表面的最短距离。

[GB/T 2900.83—2008, 151-15-50]

注：两个绝缘材料部件之间的接合处亦被视为表面的一部分。

## 3.6.3

**过电压 overvoltage**

峰值大于在正常运行下最大稳态电压的相应峰值的任何电压。

[GB/T 16935.1—2008, 3.7 定义]

## 3.6.4

**暂时过电压 temporary overvoltage**

持续相对长时间(数秒钟)的工频过电压。

[GB/T 16935.1—2008, 修改后的 3.7.1 定义]

## 3.6.5

**瞬态过电压 transient overvoltage**

持续时间为几毫秒或更短的、并通常具有高阻尼振荡或非振荡的短时过电压。

[GB/T 2900.57—2008, 604-03-13]

## 3.6.6

**工频耐受电压 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。

[IEC 60947-1: 2007, 2.5.36 定义]

注：在 GB/T 16935.1 中工频耐受电压与短时暂时过电压等同。

## 3.6.7

**冲击耐受电压 impulse withstand voltage**

在规定的条件下,不造成绝缘击穿,具有一定形状和极性的冲击电压最高峰值。

[GB/T 16935.1—2008, 3.8.1 定义]

## 3.6.8

**污染 pollution**

使绝缘的介电强度和表面电阻率下降的任何固体的、液体的或气体的外来物质的增加。

[修改后的 GB/T 16935.1—2008, 3.11 定义]

## 3.6.9

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

根据导电的或吸湿的尘埃,游离气体或盐类和相对湿度的大小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：器件和元件的绝缘材料所处的污染等级可能不同于器件和元件所处的宏观环境的污染等级。因为外壳或内部加热提供了防止吸湿或凝露的保护。

注 2：本部分中的污染等级系指微观环境中的污染等级。

[IEC 60947-1: 2007, 2.5.58 定义]

## 3.6.10

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

特别会影响确定爬电距离尺寸的绝缘附近的环境。

注：是由电气间隙或爬电距离的微观环境确定对绝缘的影响,而不是由成套设备或元件的环境确定其影响。微观环境可以好于成套设备或元件所处的环境,也可以比它差。

[GB/T 16935.1—2008, 修改后的 3.12.2 定义]

### 3.6.11

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

根据限定(或控制)电路中(或在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,根据接口的要求,通过采用适当方法可以从一个过电压类别向一个较低的过电压类别转换,例如采用过电压保护器件或吸能、消耗或转换浪涌电流能量的串并联阻抗,把瞬时过电压降低到预期的较低过电压类别。

[IEC 60947-1: 2007, 2.5.60 定义]

### 3.6.12

**浪涌抑制器 surge arrester**

**浪涌保护器件 surge protective device ;SPD**

保护电器免受较高的瞬态过电压,并能限制持续电流的持续时间和幅值的一种器件。

[IEC 60947-1: 2007, 2.2.22 定义]

### 3.6.13

**绝缘配合 insulation co-ordination**

电气设备的绝缘特性的相互关系,一方面与预期过电压和过压保护器件的特性有关,另一方面与预期的微观环境和污染防治方式有关。

[IEC 60947-1: 2007, 修改后的 2.5.61 定义]

### 3.6.14

**非均匀电场 inhomogeneous (non-uniform) field**

电极之间的电压梯度不恒定的电场。

[IEC 60947-1: 2007, 2.5.63 定义]

### 3.6.15

**电痕化 tracking**

固态绝缘材料表面在电场和电解液的联合作用下逐渐形成导电通路的过程。

[IEC 60947-1: 2007, 2.5.64 定义]

### 3.6.16

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

材料能经受住 50 滴规定的试验溶液而不出现电痕化的最大电压值,单位用伏表示。

注:每个试验电压值和 CTI 值应是 25 的倍数。

[修改后的 IEC 60947-1: 2007 中的 2.5.65 定义]

### 3.6.17

**击穿放电 disruptive discharge**

在电应力作用下,放电几乎完全穿透了试验的绝缘体,导致电极间的电压降为零或接近于零的一种绝缘损坏的现象。

注 1:固体绝缘体上的击穿放电会导致永久性的绝缘强度降低,在液体或气体绝缘体上绝缘强度的降低可仅仅是暂时性的。

注 2:“击穿跳火”用来表示在气体或液体绝缘体上发生的击穿放电。

注 3:“闪络”用来表示在气体或液体介质绝缘体表面上发生的击穿放电。

注 4:“击穿”用来表示击穿放电穿透固体绝缘体的情况。

## 3.7 电击防护

### 3.7.1

**带电部分 live part**

正常运行中带电的导体或可导电部分,包括中性导体,但按惯例不包括 PEN 导体。

注：本概念不意味着有电击危险。

[GB/T 2900.73—2008, 修改后的 195-02-19]

### 3.7.2

#### 危险带电部分 **hazardous live part**

在某些条件下能造成伤害性电击的带电部分。

[GB/T 2900.73—2008, 195-06-05]

### 3.7.3

#### 外露可导电部分 **exposed conductive part**

成套设备上能触及到的可导电部分,它在正常状况下不带电,但在故障情况下可能成为危险带电部分。

[GB/T 2900.71—2008, 修改后的 826-12-10]

### 3.7.4

#### 保护导体 (标识:PE) **protective conductor (identification: PE)**

以安全为目的而提供的导体,例如电击防护。

[GB/T 2900.71—2008, 826-13-22]

注：例如保护导体能与下列部件进行电气连接：

- 外露可导电部分；
- 外界可导电部分；
- 主接地端子；
- 接地极；
- 电源的接地点或人为的中性接点。

### 3.7.5

#### 中性导体 **N neutral conductor N**

电气上与中性点连接,并能参与分配电能的导体。

[GB/T 2900.73—2008, 修改后的 195-02-06]

### 3.7.6

#### 保护中性导体 **PEN conductor**

兼有保护接地导体和中性导体功能的导体。

[GB/T 2900.73—2008, 195-02-12]

### 3.7.7

#### 故障电流 **fault current**

由于绝缘损坏、跨接绝缘或电路错误连接所产生的电流。

### 3.7.8

#### 基本防护 **basic protection**

在无故障条件下的电击防护。

[GB/T 2900.73—2008, 195-06-01]

注：基本防护用来防止触及带电部分,一般是指防止直接接触。

### 3.7.9

#### 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。

[GB/T 2900.73—2008, 195-06-06]

注：本概念不适用于仅用作功能性目的的绝缘。

### 3.7.10

#### 故障防护 **fault protection**

单一故障(例如基本绝缘损坏)条件下的电击防护。

[GB/T 2900.73—2008, 修改后的 195-06-02]

注：故障防护一般是指防止间接接触，主要与基本绝缘损坏有关。

3.7.11

**特低电压 extra-low voltage ;ELV**

不超过 IEC 61201 规定的有关电压限值的任何电压。

3.7.12

**熟练技术人员 skilled person**

具有相应教育和经验，能察觉和避免由于电引起危害的人员。

[GB/T 2900.71—2008, 826-18-01]

3.7.13

**受过培训的人员 instructed person**

由熟练技术人员充分指导或监督的，能察觉和避免由于电引起危害的人员。

[GB/T 2900.71—2008, 826-18-02]

3.7.14

**一般人员 ordinary person**

既不是熟练技术人员，也不是受过培训的人员。

[GB/T 2900.71—2008, 826-18-03]

3.7.15

**授权人员 authorized person**

被授权完成指定工作的熟练技术人员或受过培训的人员。

3.8 特性

3.8.1

**标称值 nominal value**

用以标志和识别一个元件、器件、设备或系统的量值。

[GB/T 2900.83—2008, 151-16-09]

注：标称值一般是一个修约值。

3.8.2

**限值 limiting value**

在元件、器件、设备或系统的规范中一个量的最大或最小允许值。

[GB/T 2900.83—2008, 151-16-10]

3.8.3

**额定值 rated value**

为元件、器件、设备或系统规定的运行条件所制定的用于规范目的的量值。

[GB/T 2900.83—2008, 151-16-08]

3.8.4

**额定数据 rating**

额定值与运行条件的组合。

[GB/T 2900.83—2008, 151-16-11]

3.8.5

**标称电压(电气系统的) nominal voltage(of an electrical system)**

用以标志或识别电气系统电压的近似值。

[GB/T 2900.50—2008, 修改后的 601-01-21]

## 3.8.6

**短路电流 short-circuit current**

$I_c$

由于电路中的故障或错误连接引起的短路所产生的过电流。

[IEC 60050-441:1984, 441-11-07]

## 3.8.7

**预期短路电流 prospective short-circuit current**

$I_{cp}$

在尽可能接近成套设备电源端,用一根阻抗可以忽略不计的导体使电路的供电导体短路时流过的电流的有效值(见 10.11.5.4)。

## 3.8.8

**截断电流 cut-off current**

**允通电流 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时这一概念尤其重要。

[IEC 60050-441:1984, 441-17-12]

## 3.8.9

**电压额定数据 voltage ratings**

## 3.8.9.1

**额定电压 rated voltage**

$U_n$

成套设备制造商宣称成套设备预定连接的主电路交流电压(有效值)或直流电压的电气系统最大标称值。

注1:对于多相电路,系指相间电压。

注2:不考虑瞬态电压。

注3:由于系统允差,电源电压值可以超过额定电压。

## 3.8.9.2

**额定工作电压(成套设备中一条电路的) rated operational voltage (of a circuit of an ASSEMBLY)**

$U_e$

成套设备制造商宣称的与额定电流共同确定设备使用的电压值。

注:对于多相电路,系指相间电压。

## 3.8.9.3

**额定绝缘电压 rated insulation voltage**

$U_i$

成套设备制造商对设备或其部件规定的耐受电压有效值,以表征其绝缘规定的(长期)耐受能力。

[GB/T 16935.1—2008,修改后的 3.9.1 定义]

注1:对于多相电路,系指相间电压。

注2:额定绝缘电压不一定等于设备的额定工作电压,额定工作电压主要与功能特性有关。

## 3.8.9.4

**额定冲击耐受电压 rated impulse withstand voltage**

$U_{imp}$

成套设备制造商宣称的冲击耐受电压值,以表征其绝缘规定的耐受瞬时过电压的能力。

[GB/T 16935.1—2008,修改后的 3.9.2 定义]



3.8.10

**电流额定数据 current ratings**

3.8.10.1

**额定电流 rated current**

$I_n$

成套设备制造商宣称的电流值,在规定的条件下通以此电流,成套设备各部件的温升不超过规定的限值。

注:成套设备的额定电流( $I_{nA}$ )见 5.3.1,一条电路的额定电流( $I_{nc}$ )见 5.3.2。

3.8.10.2

**额定峰值耐受电流 rated peak withstand current**

$I_{pk}$

成套设备制造商宣称的在规定条件下能够承受的短路电流峰值。

3.8.10.3

**额定短时耐受电流 rated short-time withstand current**

$I_{cw}$

成套设备制造商宣称的,在规定条件下,用电流和时间定义的能够耐受的短时电流有效值。

3.8.10.4

**额定限制短路电流 rated conditional short-circuit current**

$I_{cc}$

成套设备制造商宣称的在规定条件下在短路保护电器(SCPD)全部动作时间内(断开时间)能够承受的预期短路电流值。

注:短路保护电器可以与成套设备是一体的,也可以是单独的。

3.8.11

**额定分散系数 rated diversity factor ;RDF**

成套设备制造商根据发热的相互影响给出的成套设备出线电路可以持续并同时承载的额定电流的标么值。

3.8.12

**额定频率 rated frequency**

$f_n$

成套设备制造商宣称的频率值,它与所设计的电路和工作条件有关。

注:一条电路可指定几个额定频率或额定频率范围,或可用于交流和直流。

3.8.13

**电磁兼容性 electromagnetic compatibility ;EMC**

注:有关 EMC 的相关术语和定义见附录 J 的 J.3.8.13.1~J.3.8.13.5。

3.9 验证

3.9.1

**设计验证 design verification**

在成套设备的样机或其部件上进行的用以证实设计满足相应成套设备标准要求的验证。

注:设计验证可以包含一个或几个等效方式,见 3.9.1.1、3.9.1.2 和 3.9.1.3。

3.9.1.1

**验证试验 verification test**

在成套设备的样机或其部件上进行试验以验证设计满足相关的成套设备标准的要求。

注:验证试验等效于型式试验。

## 3.9.1.2

**验证比较 verification comparison**

成套设备或成套设备部件的建议设计与已由试验验证的基准设计的结构相比较。

## 3.9.1.3

**验证评估 verification assessment**

对严格地按设计准则或计算的成套设备的样机或其部件进行设计验证,以表明设计能满足相关成套设备标准的要求。

## 3.9.2

**例行检验 routine verification**

对每一台成套设备在制造过程中和/或组装后进行的检验,以确认是否满足相关成套设备标准的要求。

## 3.10 制造商/用户

## 3.10.1

**初始制造商 original manufacturer**

进行初始设计并按照相关成套设备标准对成套设备进行相关验证的组织。

## 3.10.2

**成套设备制造商 ASSEMBLY manufacturer**

对整个成套设备负有责任的组织。

注:成套设备制造商和初始制造商可以是不同的组织。

## 3.10.3

**用户 user**

规定、购买、使用和/或操作成套设备的参与者,或由其他人代其执行。

## 4 符号和缩略语

下面将带有符号和缩略语的术语及其首次使用的条款,按字母顺序列表如下:

符号/缩略语	术语	章条编号
CTI	相比电痕化指数	3.6.16
ELV	特低电压	3.7.11
EMC	电磁兼容性	3.8.13
$f_n$	额定频率	3.8.12
$I_c$	短路电流	3.8.6
$I_{cc}$	额定限制短路电流	3.8.10.4
$I_{cp}$	预期短路电流	3.8.7
$I_{cw}$	额定短时耐受电流	3.8.10.3
$I_{nA}$	成套设备额定电流	5.3.1
$I_{nc}$	一条电路的额定电流	5.3.2
$I_{pk}$	额定峰值耐受电流	3.8.10.2
N	中性导体	3.7.5

表 (续)

符号/缩略语	术语	章条编号
PE	保护导体	3.7.4
PEN	保护中性导体	3.7.6
RDF	额定分散系数	3.8.11
SCPD	短路保护电器	3.1.11
SPD	浪涌保护器件	3.6.12
$U_e$	额定工作电压	3.8.9.2
$U_i$	额定绝缘电压	3.8.9.3
$U_{imp}$	额定冲击耐受电压	3.8.9.4
$U_n$	额定电压	3.8.9.1

## 5 接口特性

### 5.1 通则

成套设备的特性应保证所连接电路的额定值与安装条件相适应,而且成套设备制造商应按 5.2~5.6 的准则对成套设备进行说明。

### 5.2 电压额定数据

#### 5.2.1 额定电压( $U_n$ ) (成套设备的)

额定电压应至少等于电气系统的标称电压。

#### 5.2.2 额定工作电压( $U_e$ ) (成套设备中的一条电路的)

任何电路的额定工作电压应不小于其所连接的电气系统的标称电压。

如果一条电路的额定工作电压与成套设备的额定电压不同,则应说明适合电路的额定工作电压。

#### 5.2.3 额定绝缘电压( $U_i$ ) (成套设备中的一条电路的)

成套设备中一条电路的额定绝缘电压是介电试验电压和爬电距离参照的电压值。

一条电路中的额定绝缘电压应等于或高于该条电路中规定的额定电压  $U_n$  和额定工作电压  $U_e$ 。

注:对于 IT 系统的单相电路(参见 IEC 60364-5-52),额定绝缘电压至少等于电源的相间电压。

#### 5.2.4 额定冲击耐受电压( $U_{imp}$ ) (成套设备的)

额定冲击耐受电压应等于或高于该电路预定连接的系统中出现的瞬态过电压的规定值。

注:额定冲击耐受电压的优选值在附录 G 中的表 G.1 中给出。

### 5.3 电流额定数据

#### 5.3.1 成套设备的额定电流( $I_{nA}$ )

成套设备的额定电流应为下列所述情况的电流较小者:

- 成套设备内所有并联运行的进线电路的额定电流总和；
- 特殊布置的成套设备中主母线能够分配的总电流。

通此电流时，各部件的温升均不能超过 9.2 中规定的限值。

注 1：进线电路的额定电流可低于安装在成套设备内的（符合各自器件标准的）进线器件的额定电流。

注 2：就此而论主母线是指在运行中正常连接的单个母线或单个母线的组合体，例如使用母线连接器。

注 3：成套设备额定电流是成套设备可以分配的且不会因为增加更多出线单元而超出的最大允许负载电流。

### 5.3.2 一条电路的额定电流 ( $I_{nc}$ )

一条电路的额定电流是该电路在正常工作条件下能够单独承载的电流值。成套设备的各部分在承载该电流时的温升应不超过 9.2 中规定的限值。

注 1：该条电路的额定电流可低于安装在这条电路中的器件（根据各自的器件标准）的额定电流。

注 2：由于确定额定电流的因素复杂，因此无法给出标准值。

### 5.3.3 额定峰值耐受电流 ( $I_{pk}$ )

额定峰值耐受电流应等于或大于电路预定连接的电源系统的预期短路电流峰值（见 9.3.3）。

### 5.3.4 额定短时耐受电流 ( $I_{cw}$ )（成套设备中的一条电路的）

额定短时耐受电流应等于或大于连接到电源每一点上的预期短路电流 ( $I_{sc}$ ) 的有效值（见 3.8.10.3）。

成套设备不同的  $I_{cw}$  值对应不同的持续时间（例如 0.2 s、1 s、3 s）。

对于交流，此电流值是交流分量的有效值。

### 5.3.5 成套设备的额定限制短路电流 ( $I_{cc}$ )

额定限制短路电流应等于或大于保护成套设备的短路保护电器在动作时间内所能承受的预期短路电流的有效值 ( $I_{cp}$ )。

成套设备制造商应声明指定的短路保护电器的分断能力和电流极限特性 ( $I^2t, I_{pk}$ )，并考虑器件制造商给出的数据。

## 5.4 额定分散系数 (RDF)

额定分散系数是由成套设备制造商根据发热的相互影响给出的成套设备的出线电路可以持续并同时承载的额定电流的标么值。

标示的额定分散系数能用于：

- 电路组；
- 整个成套设备。

额定分散系数乘以电路的额定电流应等于或大于出线电路的计算负荷。出线电路的计算负荷应在相关成套设备标准中给出。

注 1：出线电路的计算负荷可以是稳定持续电流或可变电流的热等效值（见附录 E）。

额定分散系数适用于在额定电流 ( $I_{nA}$ ) 下运行的成套设备。

注 2：额定分散系数可识别出多个功能单元在实际中不能同时满负荷或断续地承载负荷。

更详细的资料见附录 E。

## 5.5 额定频率 ( $f_n$ )

一条电路的额定频率是与其工作条件有关的频率值。如果成套设备的电路标明了不同的频率值，

则应给出各条电路的额定频率值。

注：频率值宜限制在内装元件相关的国家标准中所规定的范围内。如果成套设备制造商没有其他规定，则额定频率的上下限值，限制在额定频率的98%~102%范围内。

## 5.6 其他特性

应给出以下特性：

- a) 功能单元在特殊使用条件下的附加要求(例如,匹配类型、过载特性)；
- b) 污染等级(见 3.6.9)；
- c) 为成套设备所设计的系统接地类型；
- d) 户内和/或户外成套设备(见 3.5.1 和 3.5.2)；
- e) 固定式或移动式(见 3.5.3 和 3.5.4)；
- f) 防护等级；
- g) 熟练技术人员使用或一般人员使用(见 3.7.12 和 3.7.14)；
- h) 电磁兼容性(EMC)类别(见附录 J)；
- i) 特殊使用条件,如果适用(见 7.2)；
- j) 外形设计(见 3.3)；
- k) 机械碰撞防护,如果适用(见 8.2.1)；
- l) 结构类型—固定或可移式部件(见 8.5.1 和 8.5.2)；
- m) 短路保护电器的类型(见 9.3.2)；
- n) 电击防护措施；
- o) 外形尺寸(包括凸出部分,如手柄、覆板、门),如果需要；
- p) 质量,如果需要。

## 6 信息

### 6.1 成套设备规定的标志

成套设备制造商应为每台成套设备配置一个或数个铭牌,铭牌应坚固、耐久,其位置应该是在成套设备安装好并投入运行时易于看到的地方。是否合格应依据 10.2.7 的要求进行试验和目测检验。

成套设备的下列信息应在铭牌上标出：

- a) 成套设备制造商的名称或商标(见 3.10.2)；
- b) 型号或标志号,或其他标识,据此可以从成套设备制造商获得相关的信息；
- ✓ c) 鉴别生产日期的方式；
- ✓ d) GB 7251.X(应标明特定部分“X”)

注：可以在铭牌上给出成套设备相关标准的附加信息。

### 6.2 文件

#### 6.2.1 关于成套设备的信息

第 5 章中所有接口特性,如果适用,应在随同成套设备交货的成套设备制造商的技术文件中提供。

#### 6.2.2 装卸、安装、操作与维护的使用说明书

如需要,成套设备制造商应在其技术文件或产品目录中规定成套设备及设备内部件的装卸、安装、运行与维护条件。

如需要,说明书应指出成套设备合理地、正确地运输、装卸、安装和运行等极其重要的措施。提供与成套设备的运输和装卸密切相关的重量细节是极为重要的。

如适用,应在成套设备制造商的文件或说明书上给出怎样装卸成套设备,起吊装置的正确位置和安装及其吊索尺寸。

如需要,应规定与成套设备的安装、运行和维护有关的 EMC 措施(见附录 J)。

如果一个被确定用于 A 类环境的成套设备打算用于 B 类环境。那么在使用说明书上应包括以下的警告:

#### 警告

此产品设计为适用于 A 类环境。在 B 类环境使用此产品可能会产生有害的电磁骚扰,在这种情况下使用者可能需要采取适当的防护措施。

必要时,上述文件中应标明推荐的维护内容和频次。

如果安装元器件的实物布置使电路的识别不明显,则应提供适当的信息,如接线图或接线表。

### 6.3 器件和/或元件的识别

在成套设备中,应能识别出各个电路和它们的保护器件。标签应清晰易读、经久耐用且适合自然环境。所用的标识应符合 IEC 81346-1 和 IEC 81346-2,并与配电图中的标识一致,配线图中标识应符合 IEC 61082-1。

## 7 使用条件

### 7.1 正常使用条件

符合本部分的成套设备适用于下述的正常使用条件。

注:如果使用的元件,例如继电器、电子设备等不是按这些条件设计的,那么宜采用适当的措施以保证其可以正常工作。

#### 7.1.1 周围空气温度

##### 7.1.1.1 户内成套设备的周围空气温度

周围空气温度不超过+40℃,且在 24 h 一个周期的平均温度不超过+35℃。

周围空气温度的下限为-5℃。

##### 7.1.1.2 户外成套设备的周围空气温度

周围空气温度不超过+40℃,且在 24 h 一个周期的平均温度不超过+35℃。

周围空气温度的下限为-25℃。

#### 7.1.2 湿度条件

##### 7.1.2.1 户内成套设备的湿度条件

最高温度为+40℃时的相对湿度不超过 50%。在较低温度时允许有较高的相对湿度。例如,+20℃时的相对湿度为 90%。宜考虑到由于温度的变化,有可能会偶尔产生适度凝露。

##### 7.1.2.2 户外成套设备的湿度条件

最高温度+25℃时,相对湿度短时可达 100%。

### 7.1.3 污染等级

污染等级(见 3.6.9)是指成套设备所处的环境条件。

对于外壳内的开关器件和元件,可使用外壳内环境条件的污染等级。

为了评定电气间隙和爬电距离,确定了以下 4 个微观环境的污染等级。

污染等级 1:无污染或仅有干燥的、非导电性污染。此污染无影响。

污染等级 2:一般情况下只有非导电性污染,但要考虑到偶然由于凝露造成的暂时导电性。

污染等级 3:存在导电性污染,或者由于凝露使干燥的非导电性污染变成导电性的污染。

污染等级 4:持久的导电性污染,例如由于导电尘埃、雨雪或其他潮湿条件造成的污染。

污染等级 4 不适用于本部分的成套设备内的微观环境。

如果没有其他规定,工业用途的成套设备一般在污染等级 3 环境中使用。而其他污染等级可以根据特殊用途或微观环境考虑采用。

注:设备微观环境的污染等级可能受外壳内安装方式的影响。

### 7.1.4 海拔

安装地点的海拔不得超过 2 000 m。

注:对于在更高海拔处使用的设备,要考虑介电强度的降低、器件的分断能力和空气冷却效果的减弱。

### 7.2 特殊使用条件

如果存在下述任何一种特殊使用条件,则应遵守适用的特殊要求或成套设备制造商与用户之间应签订专门的协议。如果存在这类特殊使用条件的话,用户应向成套设备制造商提出。

特殊使用条件举例如下:

- a) 温度值、相对湿度和/或海拔高度与 7.1 的规定值不同;
- b) 在使用中,温度和/或气压的急剧变化,以致在成套设备内易出现异常的凝露;
- c) 空气被尘埃、烟雾、腐蚀性微粒、放射性微粒、蒸汽或盐雾严重污染;
- d) 暴露在强电场或强磁场中;
- e) 暴露在极端的气候条件下;
- f) 受霉菌或微生物侵蚀;
- g) 安装在有火灾或爆炸危险的场地;
- h) 遭受强烈振动冲击和地震发生;
- i) 安装在会使载流容量或分断能力受到影响的地方,例如将设备安装在机器中或嵌入墙内;
- j) 暴露在除电磁骚扰以外的传导和辐射骚扰场所,以及除在 9.4 中所述环境以外的电磁骚扰场所;
- ✓ k) 异常过电压状况或异常的电压波动;
- ✓ l) 电源电压或负载电流的过度谐波。

### 7.3 运输、存放和安装条件

如果运输、存放和安装条件,例如温度和湿度条件与 7.1 中的规定不符时,应由成套设备制造商与用户签订专门的协议。

## 8 结构要求

### 8.1 材料和部件的强度

#### 8.1.1 通则

成套设备应由能够承受在规定的使用条件下产生的机械应力、电气应力、热应力和环境压力的材料构成。

成套设备外壳的外形应适应其用途,如 3.3 中指出的一些例子。这些外壳可以采用不同的材料,例如,绝缘的、金属的或它们的组合材料等。

#### 8.1.2 防腐蚀

考虑在正常使用条件下(见 7.1),为确保防腐蚀,成套设备应采用合适的材料或在裸露的表面涂上防护层。依据 10.2.2 的试验进行此要求的验证。

#### 8.1.3 绝缘材料的性能

##### 8.1.3.1 热稳定性

对于绝缘材料的外壳或外壳部件,应按照 10.2.3.1 进行热稳定性的验证。

##### 8.1.3.2 绝缘材料的耐热和耐着火性能

###### 8.1.3.2.1 通则

由于内部电效应而暴露在热应力下且由于部件的老化而使成套设备的安全性受到损害的绝缘材料的部件,不应受到正常(使用)发热,非正常发热或着火的有害影响。

###### 8.1.3.2.2 绝缘材料耐热性能

初始制造商应或是参考绝缘温度指标(例如,按 IEC 60216 的方法确定)或是按照 IEC 60085 的规定来选择绝缘材料。

###### 8.1.3.2.3 绝缘材料耐受内部电效应引起的非正常发热和着火的性能

用于固定及维持载流部件在正常使用位置所必需的部件和由于内部电效应而暴露在热应力下的部件的绝缘材料,由于绝缘部件的损耗可能影响成套设备的安全性,所以不应受到非正常发热和着火的有害影响,并应采用 10.2.3.2 的灼热丝试验进行验证。在进行本试验时,保护导体(PE)不作为载流部件考虑。

对于小的部件(表面积尺寸不超过 14 mm × 14 mm),可采用替代的试验方法(例如,按照 GB/T 5169.5 的针焰试验)。同样的步骤可适用于部件的金属材料大于绝缘材料的情况。

#### 8.1.4 耐紫外线辐射

对于户外使用的由绝缘材料制成的外壳和外部部件,应按照 10.2.4 进行耐紫外线辐射验证。

#### 8.1.5 机械强度

所有的外壳或隔板包括门的闭锁装置和铰链,应具有足够的机械强度以承受正常使用和短路条件下所遇到的应力(见 10.13)。



可移式部件的机械操作,包括所有的插入式联锁,应按 10.13 试验进行验证。

### 8.1.6 提升装置

如需要,成套设备应配备合适的提升装置。按照 10.2.5 的试验进行检查。

## 8.2 成套设备外壳的防护等级

### 8.2.1 对机械碰撞的防护

由成套设备外壳提供的防止机械碰撞的防护等级,如需要,应由相关的成套设备标准进行规定,并按照 GB/T 20138 进行验证(见 10.2.6)。

### 8.2.2 防止触及带电部分以及外来固体和水的进入

根据 GB 4208,由任何成套设备提供的防止触及带电部分及防止外来固体和水进入的防护等级,用 IP 代码表示,并按照 10.3 进行验证。

按照成套设备制造商的说明书安装后,封闭式成套设备的防护等级至少应为 IP2X,固定面板式成套设备正面的防护等级至少应为 IPXXB。

正常使用中不发生倾斜的固定式成套设备 IPX2 不适用。

对于无附加防护设施的户外成套设备,第二位特征数字应至少为 3。

注 1: 对于户外成套设备,附加的防护设施可以是防护棚或类似设施。

除非另有规定,按照成套设备制造商的说明书安装时,成套设备制造商给出的防护等级适用于整个成套设备。例如,封闭成套设备敞开的安装面等。

如果成套设备各部位有不同的防护等级,成套设备制造商则应单独标出该部位的防护等级。

不同的 IP 等级不应损害成套设备预期的使用。

注 2: 例如:

- 操作面 IP20,其他部分 IP00;
- 底座中的排水孔为 IPXXD,其他部分为 IP43。

如果没有按照 10.3 进行过适合的验证,不能给出 IP 值。

拟用于高湿度和温度变化范围较大场所的户内和户外的封闭式成套设备,应采取适当的措施(通风和/或内部加热、排水孔等)以防止成套设备内产生有害的凝露。但同时应保持规定的防护等级。

### 8.2.3 带有可移式部件的成套设备

成套设备标明的防护等级通常适用于可移式部件的连接位置(见 3.2.3)。

在可移式部件移出后,如通过关闭门成套设备仍不能保持原来的防护等级,则成套设备制造商与用户应达成采用某种措施以保证足够防护的协议。成套设备制造商提供的信息可以代替这种协议。

当挡板用来为带电部分提供足够的防护时,它们应确保防止非故意的移动。

## 8.3 电气间隙和爬电距离

### 8.3.1 通则

电气间隙和爬电距离的要求是基于 GB/T 16935.1 的原则,旨在规定装置内部的绝缘配合。

作为成套设备组成部分的设备的电气间隙和爬电距离,应符合相关产品标准的要求。

装入成套设备内的设备,在正常使用条件下应保持规定的电气间隙和爬电距离。

应采用最高电压额定数据来确定各电路间的电气间隙和爬电距离(电气间隙依据额定冲击耐受电压,爬电距离依据额定绝缘电压)。

电气间隙和爬电距离适用于相对相,相对中性线,除了导体直接接地,还适用于相对地和中性线对地。

对于裸带电导体和端子(例如,母线、装置和电缆接头的连接处)其电气间隙和爬电距离至少应符合与其直接连接的设备的有关规定。

短路电流小于和等于宣称的成套设备额定数据时,母线和/或连接线间的电气间隙和爬电距离永远不应减小至成套设备的规定值以下。由于短路导致的外壳部件或内部隔板、挡板和屏障的变形,不应永久地使电气间隙和爬电距离减小到 8.3.2 和 8.3.3 中的规定以下(见 10.11.5.5)。

### 8.3.2 电气间隙

电气间隙应足以达到能承受宣称的电路的额定冲击耐受电压( $U_{imp}$ )。电气间隙应为表 1 的规定值,但按照 10.9.3 和 11.3 分别进行了设计验证试验和例行冲击耐受电压试验的情况除外。

用测量来确定电气间隙的方法见附录 F。

### 8.3.3 爬电距离

初始制造商应依据所选择的成套设备电路的额定绝缘电压( $U_i$ )去确定爬电距离。对于任一列出的电路,其额定绝缘电压应不小于额定工作电压( $U_c$ )。

在任何情况下,爬电距离都不应小于相应的最小电气间隙。

爬电距离应符合 7.1.3 规定的污染等级和表 2 给出的在额定绝缘电压下相应的材料组别。

用测量来确定爬电距离的方法见附录 F。

注:对于无机绝缘材料,例如玻璃或陶瓷,它们不产生电痕化,其爬电距离不需要大于其相应的电气间隙。但应考虑击穿放电的危险。

如果使用最小高度 2 mm 的加强筋,在不考虑加强筋数量的情况下,可以减小爬电距离,但应不小于表 2 值的 0.8 倍,而且应不小于相应的最小电气间隙。根据机械要求来确定加强筋的最小底宽(见 F.2)。

## 8.4 电击防护

### 8.4.1 通则

成套设备中元器件和电路的布置应便于运行和维护,同时要保证必要的安全等级。

当成套设备安装在一个符合 IEC 60364 系列标准的电气系统中时,下述要求用来确保所需的防护措施。

注:普遍可接受的防护措施可参照 GB/T 17045 和 GB 16895.21。

那些对于成套设备特别重要的防护措施在 8.4.2~8.4.6 中再描述。

### 8.4.2 基本防护

#### 8.4.2.1 通则

基本防护旨在防止直接与危险带电部分接触。

基本防护能够利用成套设备本身适宜的结构措施,或在安装过程中采取的附加措施来获得。可以要求成套设备制造商提供相关信息。

附加措施的举例:只有被授权的人员才允许进入安装了无进一步防护措施的开启式成套设备的场所。

采用结构措施的基本防护可以选择 8.4.2.2 和 8.4.2.3 中的一种或多种防护措施。如果相关的成套设备标准无规定,应由成套设备制造商选择防护措施。

#### 8.4.2.2 由绝缘材料提供基本绝缘

危险带电部分应用绝缘完全覆盖,绝缘只有被破坏后或使用工具后才能去掉。

绝缘应采用适合的能够持久承受使用中可能出现的机械、电气和热应力的材料制成。

注:例如用绝缘包裹的电器元件和绝缘导线。

单独的色漆、清漆和搪瓷不能满足基本绝缘的要求。

#### 8.4.2.3 挡板或外壳

用空气绝缘的带电部分应安置在至少提供 IPXXB 防护等级的外壳内或挡板的后面。

对不高于安装地面 1.6 m 可触及的外壳水平顶部表面的防护等级至少应为 IPXXD。

考虑到外部影响,在正常工作条件下,挡板和外壳均应可靠固定在其位置上,且有足够的稳固性和耐久性以维持要求的防护等级并适当的与带电部分隔离。导电的挡板或外壳与带电部分的距离应不小于 8.3 规定的电气间隙与爬电距离。

在有必要移动挡板、打开外壳或拆卸外壳的部件时,应满足 a)~c) 条件之一:

- a) 使用钥匙或工具,也就是说只有靠器械的帮助才能打开门、盖板或解除联锁;
- b) 在由挡板或外壳提供的基本防护情况下,当电源与带电部分隔离后,只有在挡板或外壳更换或复位后才可以恢复供电。在 TN-C 系统中, PEN 导体不应被隔离或断开。在 TN-S 和 TN-C-S 系统中,中性导体不必被隔离或断开(见 IEC 60364-5-53 中 536.1.2)。

示例:用隔离器对门进行联锁,仅在隔离器断开时,门才能被打开,而且当门打开时,不使用工具不可能闭合隔离器。

- c) 中间挡板提供的防止接触带电部分的防护等级至少为 IPXXB,此挡板仅在使用钥匙或工具时才能移动。

#### 8.4.3 故障保护

##### 8.4.3.1 安装条件

成套设备应包含保护措施并适合于依据 GB 16895.21 进行安装。对于一些特殊用途(如铁路、船舶)的成套设备,保护措施应由成套设备制造商与用户协商。

当一个 TT 接地系统用在一个电网中时,成套设备应使用下面的一种措施:

- a) 进线连接采用双重绝缘或加强绝缘;或
- b) 进线电路采用剩余电流器件(RCD)保护。

此条款遵照用户与制造商间的协议。

##### 8.4.3.2 为便于自动断开电源对保护导体的要求

###### 8.4.3.2.1 通则

每台成套设备都应有保护导体,便于电源自动断开:

- a) 防止成套设备内部故障(例如,基本绝缘损坏)引起的后果;
- b) 防止由成套设备供电的外部电路故障(例如,基本绝缘损坏)引起的后果。

具体要求见以下条款。

保护导体(PE、PEN)的识别要求见 8.6.6。

###### 8.4.3.2.2 接地连续性提供的防止成套设备内部故障引起的后果的要求

成套设备所有的外露可导电部分应连接在一起,并连接至电源保护导体上,或通过接地导体与接地

装置连接。

这种连接可以用金属螺钉、焊接或用其他导体连接来实现,或通过一个独立的保护导体实现。

注:使用耐磨的表面材料的成套设备的金属部件,例如粉末喷涂的密封板,作为保护接地连接时,需要除去或穿透涂层。

验证成套设备外露可导电部分与保护电路间的接地连续性的方法见 10.5.2。

对于这些连接的连续性,下述内容应适用:

- a) 当把成套设备的一部分取出时,如例行维护,成套设备其余部分的保护电路(接地连续性)不应中断。

如果采取的预防措施能够保证有持久良好的导电能力,那么,成套设备的各种金属部件的组装方式则被认为能够有效地保证保护电路的连续性。

除非是为此目的设计,否则柔软或易弯的金属导管不应用作保护导体。

- b) 在盖板、门、遮板和类似部件上面,如果没有安装超过特低电压限值(ELV)的电气装置,通常的金属螺钉连接和金属铰链连接则被认为足以能确保连续性。

如果在盖板、门、遮板等部件上装有电压值超过特低电压限值(ELV)的器件时,应采取附加措施,以保证接地连续性。这些部件应按表 3 配备保护导体(PE),此保护导体的截面积取决于器件的最大额定工作电流  $I_n$ ,或者,如果器件的额定工作电流小于或等于 16 A,则采用特别设计的等效的电连接方式(如滑动接触、防腐蚀铰链)并进行验证。

器件的外露可导电部分不能用其固定措施与保护电路连接时,应采用符合表 3 规定的截面积的导体连接到成套设备的保护电路上。

成套设备的某些外露可导电部分不会构成危险:

- 既不可能大面积接触,也不可能用手抓住;
- 或由于外露可导电部分尺寸很小(大约 50 mm×50 mm),或其位于不能与带电部分有任何接触的位置。

因而不需要与保护导体连接。这适用于螺钉、铆钉和铭牌,也适用于接触器或继电器的衔铁、变压器的铁芯、脱扣器的某些部件等类似部件,不论其尺寸大小。

如果可移式部件配备有金属支撑表面,而且施加在支撑表面上的压力足够大,应认为这些支撑面能充分保证保护电路的接地连续性。

#### 8.4.3.2.3 防止成套设备供电的外部电路故障引起的后果所提供的保护导体的要求

成套设备内部保护导体的设计应使它们能够承受在成套设备的安装场地可能遇到的由为其供电的外部电路故障所引起的最大热应力和动态应力,导电的结构部件可以作为保护导体或它的一部分。

除依据 10.11.2 规定的不需进行短路耐受强度验证外,其他则应依据 10.5.3 进行验证。

原则上,除了下述情况外,成套设备内的保护导体不应包含分断器件(开关、隔离器等)。

只有被授权的人员才可以借助工具来拆卸及接近保护导体的连接片(这些连接片可能是为了满足某些试验的需要)。

当利用连接器或插头插座器件切断保护电路连续性时,只有当带电体被切断后,保护电路才可以被中断;在带电体重新通电之前,应先恢复保护电路的连续性。

如果成套设备中的结构部件、框架、外壳等是由导电材料制成的,则保护导体不必与这些部件绝缘。当其制造商有规定时,带有电压动作故障检测器的导体,包括连接到独立接地极的导体都应该绝缘。这也适用于变压器中性线的接地连接。

与外部导体连接的成套设备内的保护导体(PE、PEN)的截面积不应小于附录 B 中规定公式计算求得值,应采用可出现的最大故障电流、故障持续时间以及考虑到保护相关带电导体的短路保护电器(SCPD)的限值。短路耐受强度依据 10.5.3 进行验证。

对于 PEN 导体,下述补充要求适用:

- 最小截面积应为铜 10 mm<sup>2</sup> 或铝 16 mm<sup>2</sup>;
  - PEN 导体的截面积不应小于所要求的中性导体截面积(见 8.6.1);
  - PEN 导体在成套设备内不需要绝缘;
  - 结构部件不应用作 PEN 导体,但铜或铝制安装轨道可用做 PEN 导体。
- 外部保护导体端子的详细要求见 8.8。


#### 8.4.3.3 电气隔离

各个电路的电气隔离是用来防止由于电路基本绝缘损坏通过接触外露可导电部分而引起的电击。这种类型的保护见附录 K。

#### 8.4.4 全绝缘防护

注:根据 GB 16895.21:2011 中 413.2.1.1,“全绝缘”等同于第 II 类设备。

对于全绝缘的基本防护和故障防护,应满足以下要求:

- a) 元器件应用双重或加强的绝缘材料完全封闭。外壳上应标有从外部易见的符号“”。
- b) 外壳上应不存在因导电部分穿过而可能将故障电压引出外壳的部位。  
即对金属部件,例如由于结构上的原因必须引出外壳的操作机构的轴,在外壳的内部或外部应按成套设备中所有电路的最大额定绝缘电压和最大额定冲击耐受电压与带电部分绝缘。  
如果操作机构是用金属制成的(不管是否用绝缘材料覆盖),操作机构应拥有成套设备中所有电路的最大额定绝缘电压和最大额定冲击耐受电压的绝缘额定数据。  
如果操作机构主要是用绝缘材料制成的,若它的任何金属部分在绝缘失效时变得容易接近,也应按成套设备中所有电路的最大额定绝缘电压和最大额定冲击耐受电压与带电部分绝缘。
- c) 成套设备准备投入运行并接上电源时,外壳应将所有的带电部分、外露可导电部分和附属于保护电路的部件封闭起来,以使它们不被触及。外壳提供的防护等级至少应为 IP2XC(见 GB 4208)。  
如果保护导体穿过外露可导电部分已绝缘的成套设备,延伸到与成套设备负载端连接的电气设备,则该成套设备应配备连接外部保护导体的端子,并用适当的标记加以识别。  
在外壳内部,保护导体及其端子应与带电部分绝缘,且外露可导电部分应采用相同的方式与带电部分绝缘。
- d) 成套设备内部的外露可导电部分不应连接到保护电路上,即外露可导电部分应不包括在使用保护电路的防护措施中,这同时也适用于内装电器元件,即使它们具有用于连接保护导体的端子。
- e) 如果外壳上的门或覆板不使用钥匙或工具就能够打开,则应配备绝缘材料的挡板,此挡板不仅可防止非故意触及可接近带电部分,而且也可防止触及仅在覆板打开后可接近的外露可导电部分;无论如何,此挡板不使用工具应不能被移动。

#### 8.4.5 稳态接触电流和电荷的限定

如果成套设备内部的设备在其断电后还可能存在着稳态接触电流和电荷(如电容器),则要求装有警示牌。

用于灭弧和继电器延时动作等的小电容器,不应认为是有危险的设备。

注:如果在切断电源后的 5 s 之内,由静电产生的电压降至直流 60 V 以下时,非故意的接触不认为是有危险的。

## 8.4.6 操作和使用条件

### 8.4.6.1 由一般人员操作器件或更换元件

当操作器件或更换元件时,应保持防止与任何带电部分的接触。

最小防护等级应为 IPXXC。在某些灯或熔断体更换期间,允许开口大于防护等级 IPXXC 的规定值。

### 8.4.6.2 对被授权人员在维修时接近的要求

#### 8.4.6.2.1 通则

被授权人员在维修时的可接近性,作为成套设备制造商与用户的协议,应满足下述 8.4.6.2.2~8.4.6.2.4 中一项或多项要求。这些要求应作为对 8.4.2 基本防护的补充。

如果成套设备的门或覆板由授权人员解除联锁后被打开而接近带电部分,则门重新闭合或覆板就位后,联锁装置应自动恢复。

#### 8.4.6.2.2 检查和类似操作对可接近性的要求

成套设备的构造应按照成套设备制造商与用户间的协议,当成套设备带电运行时,成套设备的某些操作项目能够进行。这类操作可以是:

- 目测检查:
  - 开关器件及其他元器件;
  - 继电器和脱扣器的整定和指示;
  - 导线的连接与标记;
- 继电器、脱扣器及电子器件的调整和复位;
- 更换熔断体;
- 更换指示灯;
- 某些故障部位的检测,例如,用合适并绝缘的器件测量电压和电流。

#### 8.4.6.2.3 维护时可接近性的要求

在邻近的功能单元或功能组仍带电的情况下,按照成套设备制造商与用户的协议对成套设备中已断开的功能单元或功能组进行维护时,应采取必要的措施。措施的选择取决于使用条件、维护频率、被授权人员的能力、现场安装规则等。这些措施可以包括:

- 在实际功能单元或功能组与邻近的功能单元或功能组之间应留有足够大的空间。维护时可能移动的部件,宜装有夹持固定设施;
- 使用设计并布置的挡板或屏障,以防止直接接触邻近功能单元或功能组中的设备;
- 使用端子防护罩;
- 对每个功能单元或功能组使用隔室;
- 插入成套设备制造商提供或规定的附加保护器具。

#### 8.4.6.2.4 在带电情况下为扩展对可接近性的要求

当要求能在成套设备其余部分带电的情况下,用附加的功能单元或功能组来扩展成套设备,则应根据成套设备制造商与用户的协议,按 8.4.6.2.3 的规定进行,这些要求同时适用于现有电缆带电情况下,插入和连接附加的出线电缆。

扩展母线和连接附加单元至进线电源时,均不应在带电的情况下进行,除非成套设备是为此目的而

设计的。

#### 8.4.6.2.5 屏障

屏障应该防止：

- 身体非故意地接近带电部分；或
- 设备正常使用带电运行时，非故意地接触带电部分。

屏障可以不用钥匙或工具便可拆卸，但应确保防止非故意的移动。导电屏障与被保护的带电体之间的距离不得小于 8.3 所规定的电气间隙和爬电距离。

当仅通过基本防护将导电的屏障与危险的带电部分隔离，该屏障即成为外露可导电部分，应采取故障保护措施。

### 8.5 开关器件和元件的组合

#### 8.5.1 固定式部件

对固定式部件(见 3.2.1)，主电路(见 3.1.3)的连接应只能在成套设备断电的情况下进行接线和断开。通常，要求使用工具拆卸和安装固定式部件。

固定式部件的断开需要全部或部分断开成套设备。

为了防止未经许可的操作，开关器件可通过所提供的措施，固定在一个或多个位置上。

注：如果允许在带电电路上工作，则需要采取相应的安全预防措施。

#### 8.5.2 可移式部件

可移式部件的设计应使其电气设备能够安全地与带电的主电路断开或连接。可移式部件可配备插入式联锁(见 3.2.5)。

在从一个位置移动到另一位置的过程中，应满足电气间隙和爬电距离(见 8.3)。

可移式部件应配备一个能够确保它只有在主电路与负载断开后才能移出和插入的器件。

为了防止非授权的操作，在可移式部件或其关联的成套设备的位置上，可提供一个可锁定的方式将可移式部件固定在一个或几个位置上。

#### 8.5.3 开关器件和元件的选择

装入成套设备中的开关器件和元件应符合相关的国家标准。

开关器件和元件应适用于成套设备外形设计(例如，开启式或封闭式)的特定用途，适合于它们的额定电压、额定电流、额定频率、使用寿命、接通和分断能力、短路耐受强度等。

安装在电路中的器件其额定绝缘电压和额定冲击耐受电压，应等于或高于此电路规定的相应的值。在某些情况下，过电压保护是必须的，如满足过电压类别 II 的设备(见 3.6.11)。开关器件和元件的短路耐受强度和/或分断能力不足以承受安装场合可能出现的应力时，应使用限流保护器件来保护，例如熔断器或断路器。当为内装的开关器件选择限流保护器件时，为了达到协调性(见 9.3.4)，应采用器件制造商规定的最大允许值。

开关器件和元件的配合，例如，电机起动器同短路保护电器的配合，应符合相关的国家标准。

注：指南见 GB/Z 25842.1 和 GB/Z 25842.2。

#### 8.5.4 开关器件和元件的安装

成套设备内的开关器件和元件的安装和布线应依据其制造商所提供的说明，使其本身的功能不致由于正常工作中出现相互作用，例如热、开合操作、振动、电磁场而受到损害。对电子成套设备，可能有必要把电子信号处理电路进行隔离或屏蔽。

如果安装了熔断器,初始制造商应规定所使用的熔断体的类型和额定数据。

### 8.5.5 可接近性

必须在成套设备内部操作进行调整和复位的器件,应易于接近。

安装在同一支架(安装板、安装框架)上的功能单元及其外接导线端子的布置应使其在安装、布线、维护和更换时易于接近。

除非成套设备制造商与用户之间另有协议,否则地面安装的成套设备的易接近性要求如下:

- 端子,不包括保护导体端子,应位于成套设备的基础面上方至少 0.2 m,并且端子的位置应使电缆易于与其连接。
- 由操作人员观察的指示仪表应安装在成套设备基础面上方 0.2 m~2.2 m 之间。
- 操作器件,如手柄、按钮或类似器件,应安装在易于操作的高度上;这就是说,其中心线一般应在成套设备基础面上 0.2 m~2 m 之间。不经常操作的器件,如每月少于一次,可以装在高度达 2.2 m 处。
- 紧急开关器件的操作机构(见 IEC 60364-5-53:2001 中 536.4.2),在成套设备基础面上 0.8m~1.6 m 之间应是易于接近的。

### 8.5.6 挡板

手动开关器件的挡板的设计应使开合操作对操作者不产生任何危险。

为了减少更换熔断体时的危险,应使用相间挡板,除非熔断器的设计和安装已考虑了这一点。

### 8.5.7 开关位置的指示和操作方向

应清晰地标识元件和器件的操作位置,如果操作方向不符合 GB/T 4205,则应清晰地标识操作方向。

### 8.5.8 指示灯和按钮

除非有相关产品标准的其他规定,否则指示灯和按钮的颜色应符合 GB/T 4025。

## 8.6 内部电路和连接

### 8.6.1 主电路

母线(裸的或绝缘的)的布置应使其不会发生内部短路。母线应至少符合资料中关于短路耐受强度的等级(见 9.3),并且,应使其至少能够承受在母线电源侧保护器件限定的短路应力。

在一个框架单元内,主母线与功能单元电源侧及包括在这些单元内的元件之间的导体(包括配电母线)应根据每个单元内相关短路保护电器在负载侧衰减后的短路应力来评估,所提供的这些导体的布置应使得在正常运行条件下,尽可能避免相间和/或相与地之间发生内部短路(见 8.6.4)。

除非成套设备制造商与用户之间另有协议,在带中性导体的三相电路中,中性导体的最小截面积应满足:

- 如果电路相导体的截面积小于或等于 16 mm<sup>2</sup>,则与相导体相同。
- 如果电路相导体的截面积大于 16 mm<sup>2</sup>,则为相导体的一半,但最小为 16 mm<sup>2</sup>。

假设中性导体的电流不超过相电流的 50%。

注:对于会造成零序谐波较大值的特定应用(例如三次谐波)可能需要较大截面积的中性导体,因为这些相导体上的谐波会加到中性导体上,并导致高频率下的高负载电流。这种情况遵照成套设备制造商与用户间的专门协议。

PEN 尺寸应依据 8.4.3.2.3 的规定。



### 8.6.2 辅助电路

辅助电路的设计应考虑电源接地系统并保证接地故障或带电部分与外露可导电部分之间的故障不会引起非故意的危险操作。

通常,辅助电路应带有保护以防止短路的影响。然而,如果短路保护电器的动作易于造成危险,就不应配备保护器件。在此情况下,辅助电路导体的布置方式应使其不会发生短路(见 8.6.4)。

### 8.6.3 裸导体和绝缘导线

正常的温升、绝缘材料的老化和正常工作时所产生的振动不应造成载流部件的连接有异常变化。尤其应考虑到不同金属材料的热膨胀和电解作用以及所达到的温度对材料耐久性的影响。

载流部件之间的连接应保证有足够和持久的接触压力。

如果是基于试验(见 10.10.2)进行温升验证,成套设备内部导体及其截面积的选择应由初始制造商负责。如果是依据 10.10.3 的规则进行温升验证,导体应符合 IEC 60364-5-52 规定的最小截面。如何使本部分适合于成套设备内的状态的举例在附录 H 的表中给出。除了导体的载流量,导体的选择还取决于:

- 成套设备可以承受的机械应力;
- 放置和固定导体的方法;
- 绝缘类型;
- 所连接元件的种类(如符合 IEC 60947 系列的开关设备和控制设备;电子装置或设备)。

关于绝缘硬导线或软导线:

- 应至少按照有关电路的额定绝缘电压(见 5.2.3)确定绝缘导线。
- 连接两个端子之间的导线不应有中间接头。例如绞接或焊接。
- 只带有基本绝缘的导线应防止与不同电位的裸带电部分接触。
- 应防止导线与带有尖角的边缘接触。
- 在覆板或门上连接电器元件和测量仪器的导线的安装,应使这些覆板和门的移动不会对导线产生机械损伤。
- 在成套设备中对电器元件进行焊接连接时,只有在电器元件和指定类型的导线适合此类型的连接时,才是允许的。
- 除上述以外的其他电器元件,焊接电缆接线片或多股导线的焊接端头不适用于有剧烈振动的状况。在正常工作时有剧烈振动的地方,例如运行的挖掘机和起重机、运行的船上、起吊设备和机车,应注意将导线固定住。
- 通常,一个端子上只能连接一根导线,只有在端子是为此用途而设计的情况下才允许将两根或多根导线连接到一个端子上。

被隔离电路间的固态绝缘参数应依据电路的最高额定绝缘电压确定。

### 8.6.4 为减少短路的可能性,对无防护的带电导体的选择和安装

成套设备内无短路保护电器保护的带电导体(见 8.6.1 和 8.6.2),在整个成套设备内的选择和安装应使其在相间或相与地之间内部短路的可能性极小。导体的类型和安装要求的举例见表 4。无保护的带电导体的选择和安装见表 4,主母线与各个 SCPD 之间导体总长度不应超过 3 m。

### 8.6.5 主电路和辅助电路导体的识别

除了 8.6.6 中提到的情况外,导体的识别方法和内容,例如利用连接端子上的或在导体本身末端上的排列、颜色或符号,应由成套设备制造商负责,并且,应与接线图和原理图上的标志一致。如果合适,

可以用 IEC 60445 中的方法标识。

### 8.6.6 保护导体(PE, PEN)和主电路的中性导体(N)的识别

用位置和/或标志或颜色应很容易地识别保护导体。如果用颜色识别,应只能是绿色和黄色(双色)。绿色和黄色(双色)严格地用于保护导体。如果保护导体是绝缘的单芯电缆,也应采用此种颜色标识,颜色标记最好贯穿整个长度。

主电路的任何中性导体用位置和/或标志或颜色应很容易识别(见 IEC 60445 中要求为蓝色的部分)。

### 8.7 冷却

可以为成套设备提供自然冷却和/或强迫冷却(如强迫通风、内部电气调节、热交换器等)。如果要安装场地有专门预防措施以保证良好的冷却,则成套设备制造商应提供必要的信息(例如,标出易发生阻碍散热或发热部件所需要的间隔)。

### 8.8 外接导线端子

成套设备制造商应指出端子是适合于连接铜导线,还是适合连接铝导线,或者是两者都适合。端子应与外接导线进行连接(如采用螺钉、连接件等),并保证维持适合于电器元件和电路的电流额定数据和短路强度所需要的接触压力。

除非成套设备制造商与用户之间有专门的协议,否则端子应能适用于随额定电流而选定的铜导线从最小至最大的截面积(见附录 A)。

如果使用铝导线,其类型、尺寸和导线在端子上的接线方法应遵循成套设备制造商与用户之间的协议。

当低压小电流(小于 1 A,且交流电压低于 50 V 或直流低于 120 V)的电子电路的外部导线必须与成套设备连接时,表 A.1 不适用。

可利用的布线空间应允许规定材料的外接导线能正确地连接,而在多芯电缆的情况下,能展开芯线。

导线不应承受可能降低其正常寿命的应力。

除非成套设备制造商与用户之间有其他协议,否则在带中性导体的三相电路中,中性导体的端子应允许连接具有以下最小截面积的铜导线:

- 如果相导体的截面积大于  $16 \text{ mm}^2$ ,则截面积等于相导体截面积的一半,但最小为  $16 \text{ mm}^2$ ;
- 如果相导体的截面积小于或等于  $16 \text{ mm}^2$ ,则截面积等于相导体的截面积。

注 1: 对于非铜导线,上述截面应以等效导电能力的截面代替,此时可能需要较大尺寸的端子。

注 2: 对于会造成零序谐波较大值的特定应用(例如三次谐波)可能需要较大截面积的中性导体,因为这些相导体上的谐波会加到中性导体上,并导致高频率下的高负载电流。这种情况遵照成套设备制造商与用户间的专门协议。

如果需要提供用于进线和出线中性导体、保护导体和 PEN 导体的连接设施,应将它们放置在相应的相导体端子的附近。

注 3: GB 5226.1 要求导体的一个最小截面积并且不允许将 PEN 接至机器的电气设备中。

电缆入口、盖板等应设计成在电缆正确安装后,能够达到所规定的防触电措施和防护等级,这意味着电缆入口方式的选择要适合成套设备制造商规定的使用条件。

外部保护导体的端子应按照 IEC 60445 进行标记。示例见 IEC 60417 的 5019 号图形符号Ⓟ。如果外部保护导体准备与带有绿黄颜色清楚标记的内部保护导体连接时,则不要求此符号。

外部保护导体(PE、PEN)的端子和连接电缆的金属护套(铠装管、铅铠装管等)应是裸的,如无其他

规定,应适于连接铜导体。应该为每条电路的出线保护导体设置一个尺寸合适的单独端子。

除非成套设备制造商与用户之间有其他协议,否则保护导体的接线端子应允许连接的铜导线的截面积取决于相应的相导体的截面积,见表 5。

对铝或铝合金的外壳和导体,应特别注意电腐蚀的危险。用于保证导电部分与外部保护导体的电的连续性而采取的连接措施不得作其他用途。

注 4:对于成套设备金属部件,尤其是密封盖,它需要进行耐磨度的精加工,例如使用粉末涂料,这需要特别预先加以注意。

若无其他规定,对端子的识别应依据标准 IEC 60445。

## 9 性能要求

### 9.1 介电性能

#### 9.1.1 通则

成套设备的每条电路都应能承受:

- 暂时过电压
- 瞬态过电压

用施加工频耐受电压的方法验证成套设备承受暂时过电压的能力及固体绝缘的完整性;用施加冲击耐受电压的方法验证成套设备承受瞬态过电压的能力。

#### 9.1.2 工频耐受电压

成套设备的电路应能承受表 8 和表 9 给出的相应的工频耐受电压(见 10.9.2.1)。成套设备任何电路的额定绝缘电压应等于或高于其最大工作电压。

#### 9.1.3 冲击耐受电压

##### 9.1.3.1 主电路的冲击耐受电压

带电部分与外露可导电部分之间,不同电位的带电部分之间应能承受表 10 给出的对应于额定冲击耐受电压的试验电压值。

对给定额定工作电压的相应额定冲击耐受电压应不低于附录 G 中给出的成套设备使用点的电路的电源系统标称电压和相应的过电压类别。

##### 9.1.3.2 辅助电路的冲击耐受电压

- a) 连接在主电路上,且以额定工作电压(没有任何减少过电压的措施)运行的辅助电路应符合 9.1.3.1 的要求。
- b) 不与主电路连接的辅助电路,可以有与主电路不同的过电压承受能力。这类交流或直流电路的电气间隙应可以承受附录 G 中给出的相应的冲击耐受电压。

#### 9.1.4 浪涌保护器件的防护

当过压情况要求主电路连接浪涌保护器(SPD)时,按照浪涌保护器制造商的规定,应对此浪涌保护器进行保护以防止不可控的短路情况。

### 9.2 温升极限

成套设备和它的电路在特定条件下应能够承载其额定电流(见 5.3.1、5.3.2 和 5.3.3),考虑到元件的

额定数据、它们的布置和应用,且当按照 10.10 验证时不超过表 6 中给出的限值。表 6 中给出的温升限值适用于周围空气平均温度不超过 35 °C。

元件或部件的温升是按照 10.10.2.3.3 的要求测得该元件或部件的温度与成套设备外部环境空气温度的差值。如果周围空气平均温度高于 35 °C,则温升限值必须符合此特殊工作条件,使得周围温度和温升限值之和仍保持不变。如果周围空气平均温度低于 35 °C,则温升限值的相同适配应遵照用户与成套设备制造商间的协议。

温升不应造成成套设备载流部件或相邻部件的损坏。特别对于绝缘材料,初始制造商应通过或是参考绝缘温度指标(例如按 IEC 60216 的方法确定)或是按照 IEC 60085 的规定来证明符合性。

注:如果改变了温升极限,使其涵盖不同的环境温度,则所有母线、功能单元等的额定电流可能需要做相应改变。

初始制造商应说明采取的措施,以确保与温升极限相符合。环境温度不超过 50 °C 时,则可通过计算完成,即假定每个元件或器件的超温与此元件产生的功率损耗成比例。一些器件的功率损耗与  $I^2$  成比例,另外一些器件则具有固定的功率损耗。

### 9.3 短路保护和短路耐受强度

#### 9.3.1 通则

成套设备应能够耐受不超过额定值的短路电流所产生的热应力和电动应力。

注 1: 用限流器件如电抗器、限流熔断器或其他限流开关器件可以减小短路应力。

成套设备应采取针对短路电流的防护措施,例如,断路器、熔断器或两者的组合件,上述元器件可以安装在成套设备的内部或外部。

注 2: 对于 IT 系统的成套设备(见 IEC 60364-5-52),短路保护电器的每个极在线电压下宜有足够的分断能力以排除双相接地故障。

注 3: 除非成套设备制造商在运行和维护说明中另有规定,否则没有经过熟练技术人员检查和/或维护,短路后的成套设备不能再用。

#### 9.3.2 有关短路耐受强度的信息

对于进线单元带有短路保护电器(SCPD)的成套设备,成套设备制造商应标明成套设备进线端的预期短路电流的最大允许值。这个值不应超过相应的额定值(见 5.3.3、5.3.4 和 5.3.5)。相应的功率因数和峰值应为 9.3.3 给出的数据。

如果使用带延时脱扣的断路器作为短路保护电器,则成套设备制造商应标明最大延时时间和相应于指定预期短路电流的电流整定值。

对于进线单元没有短路保护电器的成套设备,成套设备制造商应用下述一种或几种方法标明短路耐受强度:

- a) 额定短时耐受电流( $I_{cw}$ )及相应的持续时间(见 5.3.4)和额定峰值耐受电流( $I_{pk}$ )(见 5.3.3);
- b) 额定限制短路电流( $I_{cc}$ )(见 5.3.5)。

当最长时间不超过 3 s 时,额定短时耐受电流与相应的持续时间的关系用公式  $I^2t = \text{常数}$  表示,但峰值不超过额定峰值耐受电流。

成套设备制造商应说明用于保护成套设备所需的短路保护电器的特性。

具有几个但不大可能同时工作的进线单元的成套设备,其短路电流耐受强度可根据上述条款在每个进线单元上标出。

对于具有几个且可能同时工作的进线单元的成套设备,以及对于具有可能分担短路电流的一个进线单元和一个或几个大功率出线单元的成套设备,必须根据用户提供的数据,确定每个进线单元,每个出线单元和母线中的预期短路电流值。

### 9.3.3 峰值电流与短时电流之间的关系

为确定电动应力,峰值电流值应用短路电流的有效值乘以系数  $n$  获得。系数  $n$  的值和相应的功率因数在表 7 中给出。

### 9.3.4 保护器件的配合

成套设备内部和用于成套设备外部的保护器件之间的配合应遵循成套设备制造商与用户之间的协议。成套设备制造商的产品目录中给出的信息可以替代这类协议。

如果工作条件要求供电电源有最大的连续性,则成套设备内短路保护电器的整定或选择应可能是这样配合的,即在任何一个输出电路发生短路时,利用安装在该故障电路中的开关器件使其消除,而不影响其他输出电路,从而确保保护系统的选择性。

如果将短路保护电器串联连接,并准备同时运行,以达到所要求的短路通断能力(即后备保护),则成套设备制造商应告知用户(例如通过成套设备上或使用说明书中的警告标志,见 6.2),保护器件不允许用不同类型和额定数据的其他器件替换,除非此器件已与备份器件组合在一起经过试验和核准,否则整个组合的通断能力可能会受到损害。

## 9.4 电磁兼容性(EMC)

与 EMC 相关的性能要求,见附录 J 的 J.9.4。

## 10 设计验证

### 10.1 通则

设计验证是为验证成套设备或成套设备系统的设计是否符合其系列标准的要求。

若成套设备已按照 IEC 60439 系列标准做过了相关试验,而且试验结果完全满足 GB 7251 (IEC 61439)相关部分的要求,则这些要求的验证不需要重复进行。

如组合在成套设备中的开关器件或元件已经按照 8.5.3 的规定选定,并且是依照其制造商的说明书安装的,则不必再按其产品标准进行验证。各个器件依照其相关产品标准进行的试验不能代替本成套设备标准的设计验证。

如果对已验证的成套设备进行更改,则应使用第 10 章来核查这些更改是否影响成套设备的性能。如果可能存在不利影响,应进行新的验证。

方法包括:

- 验证试验;
- 与已试验的基准设计进行验证比较;
- 验证评估,例如,确认计算和设计规则的正确应用,包括适当的安全余量。

见附录 D。

当同一验证有不只一种方法时,则认为它们是等效的,且初始制造商有责任选择合适的方法。

试验应在清洁和新的条件下,在有代表性的成套设备样机上进行。

成套设备的性能可能会受验证试验(例如短路试验)的影响。这些试验不能在打算使用的成套设备上进行。

由初始制造商(见 3.10.1)依据本部分验证过的成套设备,当由其他制造商组装或制造时,如果全部满足初始制造商规定的要求和提供的使用说明书,则不要求重复初始设计验证。若成套设备制造商加入了自己的布置方式进行组装时,而这些布置方式不包括在初始制造商所做验证范围内,则该成套设备制造商被认为是这些布置方式初始制造商。

设计验证应由以下部分组成：

- a) 结构：
  - 10.2 材料和部件的强度；
  - 10.3 成套设备的防护等级；
  - 10.4 电气间隙和爬电距离；
  - 10.5 电击防护和保护电路完整性；
  - 10.6 开关器件和元件的组合；
  - 10.7 内部电路和连接；
  - 10.8 外接导线端子。
- b) 性能：
  - 10.9 介电性能；
  - 10.10 温升验证；
  - 10.11 短路耐受强度；
  - 10.12 电磁兼容性；
  - 10.13 机械操作。

基准设计、用于验证的成套设备或其部件的数量、所适合的验证方法的选择以及执行验证顺序应该遵从初始制造商的规定。

成套设备验证中使用的数据、计算和比较，应记录在验证报告中。

## 10.2 材料和部件的强度

### 10.2.1 通则

成套设备的结构材料和部件的机械、电气和热性能应通过结构和运行特性来验证。

如果使用符合 IEC 62208 的空壳体，且没有对其进行过降低外壳性能的更改，则不需要按 10.2 规定再进行外壳的试验。

### 10.2.2 耐腐蚀性

#### 10.2.2.1 试验程序

成套设备含铁的金属外壳及内部和外部含铁金属部件的代表性样品应进行耐腐蚀性验证。

试验应执行在：

- 外壳或代表性样品外壳，且正常使用时，具有代表性的内部部件且门关闭；或
- 单独的代表性外壳部件和内部部件。

在所有情况下，铰链、锁和紧固件也应进行试验，除非它们原先已进行过等效试验并且使用中没有任何损害其耐腐蚀性。

外壳应按照初始制造商说明书中正常使用的要求安装进行试验。

试验样品应是新的，干净的，并应耐受 10.2.2.2 和 10.2.2.3 中严酷试验 A 或 B 的验证。

注：盐雾试验提供了加速腐蚀的环境，但这并不意味着成套设备适用于盐雾环境。

#### 10.2.2.2 严酷试验 A

试验适用于：

- 户内安装的金属外壳；
- 户内安装成套设备的外部金属部件；
- 户内和户外安装的成套设备内部用于机械操作的金属部件。

试验包括:

根据 GB/T 2423.4(试验 Db)进行湿热循环试验,温度  $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度为 95%,试验以 24 h 为一个循环,共进行 6 个循环,和;

根据 GB/T 2423.17(试验 Ka:盐雾)进行盐雾试验,温度  $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,试验以 24 h 为一个循环,共进行 2 个循环。

#### 10.2.2.3 严酷试验 B

试验适用于:

- 户外安装的金属外壳;
- 户外安装成套设备的外部金属部件。

试验由两个完全相同的 12 天周期组成。

每个 12 天的周期包括:

根据 GB/T 2423.4(试验 Db)进行湿热循环试验,温度为  $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度为 95%,试验以 24 h 为一个循环,共进行 5 个循环。和

根据 GB/T 2423.17(试验 Ka:盐雾)进行盐雾试验,温度  $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,试验以 24 h 为一个循环,共进行 7 个循环。

#### 10.2.2.4 试验结果

试验结束后,应开启水龙头对外壳或样品用水冲洗 5 min,用蒸馏水或软化水漂净,再甩动或用吹风机除去水珠,然后将试验样品存放在正常使用条件下 2 h。

进行目测检查,以确定:

- 没有明显锈痕、破裂或不超过 ISO 4628-3 所允许的 Ri1 锈蚀等级的其他损坏。然而,允许保护层表面的损坏。如果对色漆和清漆有疑问,应参考 ISO 4628-3 验证,看试样是否符合样品 Ri1。
- 机械完整性没有损坏。
- 密封没有损坏。
- 门、铰链、锁和紧固件工作没有异常。

#### 10.2.3 绝缘材料性能

##### 10.2.3.1 外壳热稳定性验证

由绝缘材料制造的外壳的热稳定性应用于热试验验证。试验根据 GB/T 2423.2 试验 Bb 进行,温度  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,自然通风,持续 168 h,恢复 96 h。

对于没有技术上的意义,只用于装饰目的的部件不进行此项实验。

将一个如同正常使用时一样安装的外壳放在加热箱中进行试验,加热箱有同周围空气一样的成分和压力而且自然通风。如果外壳的尺寸比可用的加热箱大很多,则试验可在一个有代表性的外壳样品上进行。

推荐使用电加热箱。

可以通过加热箱壁上的孔提供自然通风。

经正常视力或没有附加放大设备的校正视力目测外壳或样品,既没有可见的裂痕,其材料也没有变为粘性或油脂性。可用下列方法判断:

在食指裹一块干粗布,以 5 N 力按压样品,样品上应没有布的痕迹并且外壳或样品的材料没有粘到布上。

注：5 N 力可用下面方法获得：外壳或样品放在天平的一个秤盘上，天平的另一秤盘加载的质量等于样品的质量 + 500 g。在食指上裹一片粗糙的干布按在样品上使天平平衡。

### 10.2.3.2 绝缘材料耐受内部电效应引起的非正常发热和着火的验证

GB/T 5169.10 中的灼热丝试验原理和 GB/T 5169.11 中给出的详细说明用来验证用于下列部件的材料适用性：

- a) 成套设备的部件上；或
- b) 从这些部件上提取的部件上。

试验应在 a) 或 b) 部件中最薄的材料上进行。

如果具有代表性截面积的另一材料作为部件已经满足 8.1.3.2.3 的要求，则不需要再试验。它对之前已经依据各自说明书试验过的所有部件都是一样的。

该试验的说明见 GB/T 5169.11—2006 中第 4 章。所用的设备见 GB/T 5169.11—2006 中第 5 章。

灼热丝顶部的温度应如下：

- 其上需要安装载流部件的部件：960 °C；
- 用于嵌入墙内的外壳：850 °C；
- 其他部件，包括需要安装保护导体的部件：650 °C。

供替代的另一种选择，初始制造商应提供来自绝缘材料供应商的材料适用性数据，以证明符合 8.1.3.2.3 的要求。

### 10.2.4 耐紫外线(UV)辐射验证

此试验仅适用于用绝缘材料制作的或用金属制作但完全用合成材料包覆的，用于户外安装的成套设备的外壳和外装部件。这些部件的代表性样品应进行如下试验：

依据 ISO 4892-2 中的方法 A 进行 UV 试验，循环 1 试验周期总共 500 h。对于用绝缘材料制成的外壳，通过验证进行核查，其绝缘材料的弯曲强度（依据 GB/T 9341）和摆锤冲击强度（依据 ISO 179）至少保留 70%。

试验应在符合 GB/T 9341 规定的 6 个标准尺寸的试验样品和符合 ISO 179 规定的 6 个标准尺寸的试验样品上进行。试验样品应在与制造外壳的相同条件下制成。

对于依据 GB/T 9341 进行的试验，暴露在 UV 下的样品的表面应正面向下，并在非暴露表面施加压力。

对于依据 ISO 179 进行的试验，对于材料，由于尚未产生裂痕，所以冲击弯曲强度不能在暴露前确定，不应损坏超过 3 个暴露试验的样品。

由金属材料制成完全用合成材料包覆的外壳，合成材料的粘附物依据 ISO 2409 应至少保留类别 3。

经正常视力或没有附加放大设备的校正视力目测样品应没有可见的裂痕或损坏。

如果初始制造商能够提供来自材料供应商的数据，证明具有相同类型和厚度或较薄的材料符合这些要求，则不需做试验。

### 10.2.5 提升

对于规定了提升方法的成套设备用以下试验验证。

将初始制造商允许提升的最大数量的柜架单元、元件和/或砝码装在一起，并使质量达到最大运输质量的 1.25 倍。将门关闭，用初始制造商规定的方法，用指定的提升设施提升。

将成套设备从静止位置垂直平稳地，无冲击地向上提升大于或等于 1 m 高度，然后，以相同方法缓缓地放回静止位置。此试验将成套设备提升离开地面不做任何移动悬吊 30 min 后再重复两次。



再将成套设备从静止位置垂直平稳地,无冲击地提升大于或等于 1 m,并水平移动  $10\text{ m}\pm 0.5\text{ m}$ ,然后放回静止位置。按照这个顺序以相同的速度进行三次试验,每次试验时间在 1 min 之内。

试验后,试验砝码应就位,成套设备经正常视力或没有附加放大设备的校正视力目测没有可见的裂痕或永久变形,其性能也没有受到损害。

#### 10.2.6 机械碰撞试验

特定的成套设备标准要求的机械碰撞试验应依据 GB/T 20138 进行。

#### 10.2.7 标志

模压、冲压、刻字或类似方法制作的标志,包括带有塑料覆膜的标签,不用经受本试验。

试验时先手持一块在水中浸泡过的布,摩擦标志 15 s,再用在石油溶剂油中浸泡过的布摩擦标志 15 s。

注:石油溶剂油为己烷溶剂,溶剂内芳香物含量最多体积比 0.1%,贝壳松脂丁醇值 29,初始沸点  $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,干点  $69\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,密度约为  $0.68\text{ g/cm}^3$ 。

试验后,经正常视力或没有附加放大设备的校正视力目测标志,仍容易辨认。

#### 10.3 成套设备的防护等级

8.2.2、8.2.3 和 8.4.2.3 中规定的防护等级应依据 GB 4208 进行验证;试验应在一台有代表性装备的成套设备上按初始制造商规定的环境条件下进行。当成套设备使用的空壳体符合 IEC 62208 规定的要求时,应进行验证评估以确保已进行的所有外形更改不会导致降低防护等级。这种情况下无须再做进一步的试验。

IP 试验应执行在:

——如正常使用状态下,所有覆板和门就位并关闭;

——如果初始制造商没有其他说明,则在断电状态下。

防护等级为 IP5X 的成套设备,应依据 GB 4208—2008 中 13.4,类型 2 进行试验。

防护等级为 IP6X 的成套设备,应依据 GB 4208—2008 中 13.4,类型 1 进行试验。

IPX3 和 IPX4 的试验装置,及 IPX4 试验中外壳的支撑物的类型在试验报告中应予以说明。

IPX1 试验可用移动滴水箱取代成套设备的旋转。

在成套设备从 IPX1 到 IPX6 的试验中,只有对于进入路径明显,且只接触到外壳但不影响安全性的进水是允许的。

如果在外壳内的电气设备上可见大量有害的灰尘,则不认为通过了 IP5X 试验。

#### 10.4 电气间隙和爬电距离

验证电气间隙和爬电距离应符合 8.3 的要求。

测量电气间隙和爬电距离的方法如附录 F 所示。

#### 10.5 电击防护和保护电路完整性

##### 10.5.1 保护电路有效性

对保护电路有效性的下列功能进行验证:

- a) 防止 10.5.2 中列出的成套设备内部故障产生的后果,和
- b) 防止 10.5.3 中列出的由成套设备供电的外部电路故障产生的后果。

### 10.5.2 成套设备外露可导电部分与保护电路之间的有效接地的连续性

应验证成套设备的不同外露可导电部分是否有效地连接到进线外部保护导体的端子上,且电路的电阻不应超过  $0.1\ \Omega$ 。

应使用电阻测量仪器进行验证,此仪器至少能输出  $10\ \text{A}$  交流或直流电流。在每个外露可导电部分与外部保护导体的端子之间通以此电流。电阻不应超过  $0.1\ \Omega$ 。

注:有必要限制试验的持续时间,否则,低电流设备可能会受到试验的不利影响。

### 10.5.3 保护电路的短路耐受强度

#### 10.5.3.1 通则

应验证额定短路耐受强度。验证可通过 10.5.3.3~10.5.3.5 中详述的与一个基准设计比较或通过试验进行。

初始制造商应确定将在 10.5.3.3 和 10.5.3.4 中应用的基准设计。

#### 10.5.3.2 免除短路耐受验证的保护电路

符合 8.4.3.2.3 的单独保护导体,如果满足 10.11.2 中的条件之一,则不需要进行短路试验。

#### 10.5.3.3 通过与一个基准设计比较进行验证——使用核查表

当待验证的成套设备与已试验的设计使用核查表 13 中的 1~6 项和 8~10 项进行比较无偏差时,则验证通过。

为确保流过外露可导电部分具有相同承载故障电流的能力,提供的保护导体与外露可导电部分间连接的部件的设计、数量和布置应与已试验的基准设计相同。

#### 10.5.3.4 通过与一个基准设计比较进行验证——使用计算

验证是基于与依据 10.11.4 计算的基准设计相比较进行的。

为确保流过外露可导电部分具有相同承载故障电流的能力,提供的保护导体与外露可导电部分间连接的部件的设计、数量和布置应与已试验的基准设计相同。

#### 10.5.3.5 通过试验验证

按 10.11.5.6 进行。

## 10.6 开关器件和元件的组合

### 10.6.1 通则

依据 8.5 的设计要求,开关器件和元件的组合应经初始制造商检查确认。

### 10.6.2 电磁兼容性

J.9.4 中电磁兼容性的性能要求应通过检查验证,必要时通过试验验证(见 J.10.12)。

## 10.7 内部电路和连接

依据 8.6 设计要求,内部电路和连接应经初始制造商检查确认。

## 10.8 外接导线端子

依据 8.8 设计要求,外接导体端子应经初始制造商检查确认。

## 10.9 介电性能

### 10.9.1 通则

试验时,成套设备的所有电气设备都应连接起来,除非根据有关规定应施加较低试验电压的元器件以及某些消耗电流的元器件(如线圈、测量仪器,浪涌抑制器),对这些元器件施加试验电压后将会引起电流的流动,则应将它们断开。此类元器件应将它们的一个接线端上断开,除非它们被设计为不能耐受全试验电压时,才能将所有接线端子都断开。

试验电压的允许误差和试验设备的选择见 IEC 61180。

### 10.9.2 工频耐受电压

#### 10.9.2.1 主电路、辅助电路和控制电路

主电路以及连接到主电路的辅助电路和控制电路应承受表 8 中的试验电压值。

不与主电路连接的辅助电路和控制电路,应承受表 9 中的试验电压值。

#### 10.9.2.2 试验电压

试验电压波形应是近似正弦波,频率在 45 Hz~65 Hz 之间。

在输出电压已调整到合适的试验电压值后,当输出端子短路时,用于试验的高压变压器应设计为输出电流至少为 200 mA。

当输出电流小于 100 mA 时,过流继电器不应动作。

试验电压值应是表 8 或表 9 中规定值,允许有±3%的偏差。

#### 10.9.2.3 试验电压的施加

开始时施加的工频试验电压不应超过全试验电压值的 50%,然后将试验电压平稳增加至全试验电压值,并维持 5 s,试验电压应施加于:

- a) 主电路的所有带电部分(包括连接到主电路上的控制电路和辅助电路)连接在一起与外露可导电部分之间。此时,所有开关器件的主触头应处于闭合状态,或由一个合适的低阻导体短接。
- b) 主电路不同电位的每个带电部分和不同电位其他带电部分与连接在一起的外露可导电部分之间。此时,所有开关器件的主触头应处于闭合状态,或由一个合适的低阻导体短接。
- c) 通常,不连接主电路的每条控制电路和辅助电路与
  - 主电路;
  - 其他电路;
  - 外露可导电部分。

#### 10.9.2.4 验收准则

试验过程中,过流继电器不应动作,且不应有击穿放电(见 3.6.17)。

### 10.9.3 冲击耐受电压

#### 10.9.3.1 通则

应通过试验或评估进行验证。

初始制造商可自行决定选择 10.9.3.3 或 10.9.3.4 用等效的交流或直流电压试验代替冲击耐受电压试验。

### 10.9.3.2 冲击耐受电压试验

冲击电压发生器应调整到连接的成套设备所要求的冲击电压值。试验电压值应是 9.1.3 中的规定值。施加的峰值电压的精度应为 $\pm 3\%$ 。

不与主电路连接的辅助电路应接地。对成套设备每个极性施加 1.2/50  $\mu\text{s}$  的冲击电压 5 次,间隔时间至少为 1 s。

- a) 主电路的所有带电部分(包括连接到主电路上的控制电路和辅助电路)连接在一起与外露可导电部分之间。此时,所有开关器件的主触头应处于闭合状态,或由一个合适的低阻导体短接。
- b) 主电路不同电位的每个带电部分和不同电位其他带电部分与连接在一起的外露可导电部分之间。此时,所有开关器件的主触头应处于闭合状态,或由一个合适的低阻导体短接。
- c) 通常不连接主电路的每条控制电路和辅助电路与
  - 主电路;
  - 其他电路;
  - 外露可导电部分。

可以接受的结果是,试验过程中不应有击穿放电。

### 10.9.3.3 可选择的工频电压试验

试验电压波形应是近似正弦波形,频率在 45 Hz~65 Hz 之间。

在输出电压已调整到合适的试验电压值后,当输出端子短路时,用于试验的高压变压器应设计为输出电流至少为 200 mA。

当输出电流小于 100 mA 时,过流继电器不应动作。

试验电压值应是 9.1.3 及表 10 中规定值,允许有 $\pm 3\%$ 的偏差。

应一次全额施加工频试验电压,持续时间应足够长以达到确定的值,但不应小于 15 ms。

它适于成套设备在以上 10.9.3.2 a)、b)及 c)中的试验。

可以接受的结果是,试验过程中,过流继电器不应动作,不应有击穿放电。

### 10.9.3.4 可选择的直流电压试验

试验电压可含有可以忽略的纹波。

用于试验的高压源应设计成在输出电压调整到合适的试验电压值,且输出端子短路时,其输出电流至少为 200mA。

当输出电流小于 100 mA 时,过流继电器不应动作。

试验电压值应是 9.1.3 及表 10 中规定值,允许有 $\pm 3\%$ 的偏差。

对每个极性施加直流电压一次,持续时间应足够长以达到确定的值,但不能小于 15 ms 或大于 100 ms。

它适于成套设备在以上 10.9.3.2 a)、b)及 c)中的试验。

可以接受的结果是,试验过程中过流继电器不应动作,不应有击穿放电。

### 10.9.3.5 验证评估

电气间隙可用测量方法进行验证,或使用附录 F 中给出的测量方法在设计图纸上测量进行验证。电气间隙至少为表 1 中规定值的 1.5 倍。

注:对于设计验证,达到表 1 中值的 1.5 倍的成套设备可免除冲击耐受电压试验,此安全系数已考虑制造公差。

应通过对器件制造商的数据评估来验证所有装入的器件对规定的额定冲击耐受电压( $U_{imp}$ )是合适的。

#### 10.9.4 绝缘材料外壳的试验

用绝缘材料制造外壳的成套装置,还应进行一次附加介电试验。在外壳的表面包覆一层能覆盖所有开孔和接缝的金属箔。交流试验电压施加于这层金属箔与成套设备内靠近开孔和接缝的相互连接的带电部分以及外露可导电部分之间。对此附加试验,其试验电压应等于表 8 中规定值的 1.5 倍。

#### 10.9.5 绝缘材料的外部操作手柄

手柄由绝缘材料制作或包覆的情况下,应在带电部分与金属箔包裹的整个手柄表面之间施加表 8 中给出试验电压 1.5 倍的试验电压进行介电试验。在此测试期间,框架不应接地或连接到其他电路。

### 10.10 温升验证

#### 10.10.1 通则

验证成套设备或成套设备系统不同部分的温升限值不应超过 9.2 中给定的值。

通过以下一种或多种方式验证(见附录 O 的指南):

- a) 试验(10.10.2);
- b) 类似方案额定数据的推导(从经过试验的设计)(10.10.3);
- ✓ c) 计算,即对不超过 630 A 的单隔室成套设备依据 10.10.4.2,或对不超过 1 600 A 的成套设备依据 10.10.4.3。

额定频率 60 Hz 以上的成套设备总是要求通过试验(10.10.2)或通过以相同使用频率(10.10.3)试验过的类似设计的推导来进行温升验证。

待验证的电路的载流能力由额定电流(见 5.3.2)和额定分散系数(见 5.4)确定。

#### 10.10.2 通过试验验证

##### 10.10.2.1 通则

通过试验验证时,应包含以下内容:

- a) 如果被验证的成套设备系统包含几个方案,应依据 10.10.2.2 选择有最严酷布置的成套设备系统进行试验;
- ✓ b) 采用下面的方法之一对所选择的成套设备方案进行验证(见附录 O):
  - 1) 依据 10.10.2.3.5,整体考虑各个功能单元、主母线、配电母线以及成套设备;
  - 2) 依据 10.10.2.3.6,分别考虑各个功能单元,以及包括主母线、配电母线的整套成套设备;
  - 3) 依据 10.10.2.3.7,分别考虑各个功能单元、主母线、配电母线以及整套成套设备。
- c) 当被试验的成套设备是成套设备系统中最严酷的方案时,其试验结果可用于制定类似方案的额定值而无需进一步试验。10.10.3 中给出了这种推导的规则。

##### 10.10.2.2 代表性布置的选择

###### 10.10.2.2.1 通则

试验应在一个或多个代表性的布置上进行,该代表性布置的负载应选择一个或多个代表性负载组合,以便能以合理的精度得到尽可能高的温升。

用来测试的代表性布置的选择在 10.10.2.2.2 和 10.10.2.2.3 中给出。这种选择由初始制造商负责。初始制造商选择测试布置时应考虑到,按照 10.10.3,从已试验过的布置推导出的结构。

#### 10.10.2.2.2 母线

由单根或多根矩形截面导体组成的母线系统,其方案的区别仅在以下一个或多个量的变化:

- 高度;
- 厚度;
- 每个导体的母排数量。

且具有相同的:

- 母排布置方式;
- 导体中心线间隔;
- 外壳;
- 母线隔室(如果有)。

为了减少试验次数,应选择最大截面积的母线作为代表性布置。对于较小母线尺寸方案额定数据或其他材料见 10.10.3.3。

#### 10.10.2.2.3 功能单元

##### a) 类似功能单元组的选择

如果不同额定电流的功能单元,满足下列的条件,那么可认为这些功能单元具有类似的热性能,并形成一個类似的单元系列:

- 1) 主电路功能及基本电路图相同(例如进线单元、可逆起动机、电缆馈线);
- 2) 器件具有相同的框架尺寸且属于相同系列;
- 3) 相同类型的安装结构;
- 4) 器件相互之间的布置方式相同;
- 5) 导体的类型及布置方式相同;
- 6) 一个功能单元内的主电路导体的截面应至少等于电路中最小额定数据器件的额定数据,电缆的选择应按照试验或依据 IEC 60364-5-52。附录 H 表格中给出了成套设备内部状态如何适配这个标准的例子。母排的截面积应按照试验或按附录 N 的数据。

##### b) 每个类似组合中挑选出一个关键方案作为试验样品

对于关键方案,应试验其最严酷的隔室(如适用)及外壳条件(考虑到形状、尺寸、隔板及外壳的通风设计)。

确定功能单元的每个方案的最大可能电流额定数据。对于只包含一个器件的功能单元,它就是器件的额定电流值。对于具有几个器件的功能单元,它就是具有最小额定电流器件的额定值。如果串联连接器件的组合用于一个较低电流(例如电动机起动机组合),则应采用此较低电流。

对于每个功能单元,其功率损耗应在最大可能电流下按器件制造商给出的每个器件和相关导体的功率损耗的数据来计算。

对于电流小于等于 630 A 的功能单元,每个系列中的关键单元是具有最高总功率损耗的功能单元。

对于电流在 630 A 以上的功能单元,每个系列中的关键单元是具有最高额定电流的单元。这种单元应确保考虑涡流及电流集肤效应引起的附加热效应。

关键功能单元应至少执行下列试验:

- 拟用于这个功能单元的最小隔室(如果有);和
- 考虑到通风口尺寸,最差的内部隔离方案(如果有);和
- 其外壳具有单位体积最大功率损耗;和
- 外壳的通风方式(自然或强制)和通风口尺寸最差的方案。

如果功能单元能有不同的安装方向(水平或垂直),那么应验证最严酷的布置。

注：对于非关键功能单元的布置及方案的附加试验应由初始制造商决定。

### 10.10.2.3 试验方法

#### 10.10.2.3.1 通则

在 10.10.2.3.5~10.10.2.3.7 中,给出三种试验方法,它们所需的试验次数和试验结果应用范围的区别,在附录 O 中详细解释。

各条电路的温升试验应采用设计的频率和预期的电流类型,任何试验电压值应能产生所需电流。应对继电器线圈、接触器线圈、脱扣器线圈等施加额定工作电压。

成套设备应按正常使用时放置,所有覆板包括底板都应就位。

如果成套设备中包含有熔断器,试验时应按照制造商的规定配备熔断体。试验所用的熔断体的功率损耗应载入试验报告中。熔断体的功率损耗可由测量得到,也可由熔断体制造商给出。

试验时使用的外接导体的尺寸和布置方式也应载入试验报告中。

试验持续的时间应足以使温度上升到稳定值。实际上当所有的测量点(包括周围空气温度)温度变化不超过 1 K/h 时,即认为达到稳定温度。

如果器件允许的话,可以在试验开始时加大电流,然后再降到规定的试验电流值,用这样的方法缩短试验时间。

在试验期间,当控制电磁铁通电时,应在主电路和电磁铁都达到热平衡时测量温度。

实际进线试验电流的平均值应在预期值的  $-0\% \sim +3\%$  之间,每相应应在预期值的  $\pm 5\%$  范围内。

允许对成套设备每个框架单元进行试验。为使试验具有代表性,可能被连接的附加框架单元的外表面应涂以隔热层以防止过度冷却。

当框架单元内或一套成套设备内各个功能单元进行试验时,如果每个功能单元的额定数据不超过 630 A,且其额定数据不用本实验进行验证时,则与其邻近的功能单元可以使用加热电阻器代替。

如果成套设备中有附加的控制电路或一体化器件,则可用加热电阻器来模拟这些附加项目的功率损耗。

#### 10.10.2.3.2 试验导体

在缺少外接导体和使用条件的详细资料时,外接试验导体的截面应按照每条电路的额定电流来选择,如下:

a) 额定电流值在 400 A 以下(包括 400 A):

- 1) 导线应使用单芯铜电缆或绝缘线,其截面按表 11 给出的数值;
- 2) 导线应尽可能暴露在大气中;
- 3) 每根从端子到端子的临时接线的最小长度应是:
  - 当截面小于或等于  $35 \text{ mm}^2$  时,长度为 1 m;
  - 当截面大于  $35 \text{ mm}^2$  时,长度为 2 m。

b) 额定电流值高于 400 A,但不超过 800 A 时:

- 1) 根据初始制造商的规定,导线应是单芯铜电缆,其截面在表 12 中给出,或者是表 12 中给出的等效铜母排。
- 2) 电缆或铜母排的间隔大约为端子之间的间距。每个端子的多根平行电缆应捆在一起,互相间的距离大约为 10 mm。每个端子的多根铜母排之间的间距大约等于铜母排的厚度。如果所要求的铜母排尺寸不适合端子或没有这种尺寸的铜母排,则允许采用截面尺寸大致相差  $\pm 10\%$ ,冷却面积大致相同或略小一些的其他铜母排。电缆或铜母排不应交叉。
- 3) 单相或多相试验,连接试验电源的临时接线的最小长度为 2 m。连接星形点的临时接线

的最小长度,如初始制造商同意,可减少到 1.2 m。

c) 额定电流值高于 800 A,但不超过 4 000 A 时:

- 1) 导体应是表 12 中规定尺寸的铜母排,除非成套设备的设计规定只能使用电缆。在这种情况下,电缆尺寸和布置应由初始制造厂商给出。
- 2) 铜母排的间隔大约为端子间的间隔。每个端子排的多根铜母排应以大约等于铜母排厚度的间距隔开。如果所要求的铜母排尺寸不适合端子或没有这种尺寸的铜母排,则允许采用截面尺寸大致相差 $\pm 10\%$ ,冷却面积大致相同或略小一些的其他铜母排,铜母排不应交叉。
- 3) 对于单相或多相试验,连接试验电源的任何临时接线的最小长度为 3 m,但如果连接线的电源末端的温升与连接长度中点的温升相比不低于 5 K,那么,连接线可以减少到 2 m。

d) 额定电流值高于 4 000 A 时:

初始制造商应确定有关试验的所有事项,例如,电源类型、相数和频率(如需要)、试验导线的截面等。这些信息应作为试验报告的一部分。

#### 10.10.2.3.3 温度的测量

应使用热电偶或温度计来测量温度。对于绕组,通常采用测量电阻变化值的方法来测量温度。

温度计或热电偶应防止空气流动和热辐射。

应对必须观测温升限值(见 9.2)的所有点进行温度测量,特别是应注意主回路中的导体和端子连接点。为测量成套设备内部的空气温度,应在适宜的地方配置几个测量装置。

#### 10.10.2.3.4 周围空气温度

测量周围空气温度,至少要用两个热电偶或温度计均匀地布置在成套设备的周围,其高度约等于成套设备的二分之一,并距成套设备 1 m 的地方安装。温度计或热电偶应防止空气流动和热辐射。

试验期间的周围温度应在 $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ~ $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间。

#### 10.10.2.3.5 整个成套设备的验证

成套设备的进、出电路应通以额定电流(见 5.3.2),即等效额定分散系数等于 1(见 5.4 和附录 O)。

如果进线电路或配电母线系统的额定电流小于所有出线电路额定电流的总和,则出线电路应根据进线电路或配电母线系统的额定电流分成几组。分组形式应能获得最高可能的温升。应形成足够多的组并进行试验,以保证至少在一个组中包含功能单元的所有不同的方案。

若满负载电路不能精确分配总输入电流,则剩余电流应由其他适合的电路进行分配。试验需反复进行直到所有出线回路在其额定电流下都被验证。

由于相邻单元的热影响可能有很大的差别,所以在已验证过的成套设备中的功能单元或成套设备的柜架单元中布置的变化都应做附加试验。

注: 10.10.2.3.6 提供了分散系数小于 1 的成套设备的测试方法,此方法比 10.10.2.3.7 所规定的试验次数少。

#### 10.10.2.3.6 分别验证各功能单元和整个成套设备

电路的额定电流和额定分散系数应分别依据 5.3.2 和 5.4 通过以下两个阶段进行验证。

每个关键方案功能单元的额定电流(10.10.2.2.3 b))分别按 10.10.2.3.7 c)进行验证。

成套设备应通过进线电路通以额定电流,所有出线功能单元都通以额定电流乘以分散系数进行验证。

如果进线电路或配电母线系统的额定电流小于所有出线电路试验电流的总和(如额定电流乘以分散系数),则出线电路应根据进线电路或配电母线系统的额定电流分成几组。分组形式应能获得可能最



高的温升。应形成足够多的组并进行试验,以保证至少在一组中包含了功能单元的所有不同方案。

若满负载电路不能精确分配总输入电流,则剩余电流应由其他适合的电路进行分配。试验需反复进行直到所有出线回路在其额定电流下都被验证。

由于相邻单元的热影响可能有很大的差别,所以在已验证过的成套设备中的功能单元或成套单元的柜架单元中布置的变化都应做附加试验。

#### 10.10.2.3.7 分别验证各功能单元,主母线,配电母线和整个成套设备

成套设备应依据 10.10.2.2.2 和 10.10.2.2.3 对所选标准部件分别进行 a)~c) 的验证,并且应在最严酷条件下对整个成套设备 d) 进行验证,详述如下:

- a) 主母线应分别进行试验。主母线应像正常使用时一样安装在成套设备外壳内,所有覆板及将主母线与其他隔室隔开的所有隔板应就位。如果主母线有连接点,它们应被包含在试验中。试验应在额定电流下进行。试验电流应流过母线全长。当母线可延展时,在成套设备设计允许的情况下,为了减小外部试验导体对温升的影响,用于试验的外壳内主母线的长度至少为 2 m,并最少包括一个接点。
- b) 配电母线应在与出线单元隔离的情况下分别进行试验。它们应像正常使用时一样安装在成套设备外壳内,所有覆板及将母线与其他隔室隔开的所有隔板应就位。配电母线应与主母线连接。没有其他导体(例如连接到功能单元的导体)连接到配电母线上。考虑到最严酷的条件,试验应在额定电流下进行。试验电流应流过配电母线全长。如果主母线有较高的电流额定数据,它应输出附加电流,以便它能把它额定电流送至与配电母线的连接点。
- c) 功能单元应单独进行试验。它们应像正常使用时一样安装在外壳内,所有覆板及所有内部隔板都就位。如果功能单元可以安装在不同地方,则应安装在最不利的位置。功能单元应像正常使用那样与主母线或配电母线连接。如果主母线和/或配电母线(如果有的话)有较高的电流额定数据,则应输出附加电流,使它们把额定电流引至各自的连接点。对于功能单元试验应在额定电流下进行。
- d) 完整的成套设备应通过在使用中可能遇到最严酷布置的温升试验来验证,这种布置由初始制造商确定。在进行这项试验时,进线电路通以额定电流,各出线功能单元以它的额定电流乘以额定分散系数。如果进线电路或配电母线系统的额定电流小于所有出线电路试验电流的总和(如额定电流乘以分散系数),则出线电路应根据进线电路或配电母线系统的额定电流分成几组。分组形式应能获得最高可能的温升。应形成足够多的组并进行试验,以保证至少在一个组中包含了功能单元的所有不同的方案。

#### 10.10.2.3.8 试验结果

试验结束时,温升不应超过表 6 中规定值。元器件在成套设备内部温度下,并在其规定的电压极限范围内应良好地工作。

### 10.10.3 类似方案额定数据的推导

#### 10.10.3.1 通则

以下的条款规定了方案的额定电流如何通过经试验验证的类似布置来推导验证。

额定电流小于或等于 800 A 时,在 50 Hz 电路上进行的温升试验,适用于 60 Hz 的电路。电流大于 800 A,不进行 60 Hz 电路的试验时,60 Hz 的额定电流应减到 50 Hz 的额定电流的 95%。作为选择,如果 50 Hz 时的最大温升没有超过允许值的 90%,则不要求对 60 Hz 的情况降低额定数据。在特定频率下的试验也适用于电流额定数据相同时的较低频率包括直流。

### 10.10.3.2 成套设备

由经试验的类似布置来推导未经验证的成套设备应满足以下条件：

- a) 功能单元与试验所选择的功能单元属于相同组别(见 10.10.2.2.3)；
- b) 与试验中使用的结构类型相同；
- c) 与试验中使用的外形尺寸相同或有所增大；
- d) 与试验中使用的冷却条件相同或更加有利(强迫或自然对流,相同或较大的通风口)；
- e) 与试验中使用的内部隔离相同或更少(如果有)；
- f) 与试验中使用的相同柜架单元功率损耗相同或较小。

被验证的成套设备可以包含原先验证过的成套设备中全部或仅部分电路,只要相邻单元的热影响不是特别严重,允许对照试验方案去改变成套设备或柜架单元内部的功能单元的布置。

只要中性导体的尺寸等于或大于以相同方式布置的相导体时,三相三线制的成套设备的热性能试验被认为可代表三相四线制或单相,二线制或三线制的成套设备。

### 10.10.3.3 母线

在相同截面尺寸和结构时,铝母线确定的额定数据对铜母线也是有效的。然而,铜母线确定的额定数据不能用于确定铝母线的额定数据。

依据 10.10.2.2.2 未被选作试验方案的额定数据,应与其截面积乘以经试验验证的有相同设计的较大截面积的母线电流密度来决定。

如果又对相比于已获取的截面积更小的截面进行了试验,并满足 10.10.2.2.2 的条件,则中间方案的额定数据也可通过插值法建立。

### 10.10.3.4 功能单元

一组类似功能单元(见 10.10.2.2.3 a))的关键方案经温升极限试验验证后,该组中的所有其他功能单元的实际额定电流应使用这些试验的结果计算得到。

对每个试验功能单元的降容系数(额定电流,将试验得出的结果除以该功能单元的最大可能电流,见 10.10.2.2.3 b))应由计算得出。

系列中每个不通过试验的功能单元的额定电流应是该功能单元的最大可能电流乘以试验范围内方案所确定的降容系数。

### 10.10.3.5 功能单元中器件的替代

当依据产品标准进行试验时,如果所提供的器件的功率损耗和端子的温升相同或更低,则器件能被初始验证中另一系列的类似器件所替代。除此之外,应保持功能单元内部的实际布置及其额定数据。

注:除温升外,包括短路要求在内的其他被考虑的要求,见表 13。

## 10.10.4 评估验证

### 10.10.4.1 通则

提供两种计算方法。它们可确定由所有电路功率损耗引起的外壳内的空气近似温升,并与所安装的设备的温升限值进行比较。两种方法的不同之处由释放的功率损耗与外壳内空气温升关系来确定。

因为载流部件的实际局部温度不能用这些方法计算得出,故一些限值及安全界限是必要的并应包含在内。

#### 10.10.4.2 额定电流不超过 630 A 的单独隔室的成套设备

##### 10.10.4.2.1 验证方法

总电源电流不超过 630 A,额定频率小于或等于 60 Hz,单独隔室的成套设备如果满足下列条件,则可通过计算来验证其温升:

- a) 所有内装元件的功率损耗数据可从元件制造商获得;
- b) 外壳内部功率损耗近似地均匀分布;
- c) 被验证的成套设备电路的额定电流(见 10.10.1)不能超过电路中开关器件及电气元件自然通风时额定发热电流( $I_{th}$ )(如果有)或额定电流( $I_n$ )的 80%。应选择电路保护器件以保证出线电路充分被保护。例如在成套设备中被计算出的温度下的电机热保护器件;

注 1: 开关器件和电气元件无通用的特性以描述其在此使用的电流值。为验证温升限值,应使用电流值,此电流值描述了不出现过热时能够承载的最大持续工作电流。例如接触器的额定工作电流  $I_c$ (AC1)和断路器的额定电流  $I_n$ 。

- d) 机械部件和所安装设备的布置不应阻碍空气流通;
- e) 载流超过 200 A 的导体和与之相邻结构部件的布置使涡流和磁滞损耗降至最低;
- f) 所有导体应有基于有关电路的允许电流额定数据的 125% 的最小截面积。电缆的选择应依据 IEC 60364-5-52。在附录 H 中给出如何使本部分适用于成套设备内部条件的例子。母排的截面应按照试验或按附录 N 的数据。如果器件制造商明确指定应该使用较大截面积的导体,则应按照执行;
- g) 温升取决于不同安装方式(例如嵌入安装、表面安装)时外壳内的器件的功率损耗,它由
  - 外壳制造商提供;
  - 依据 10.10.4.2.2 来确定;或
  - 当装有强迫制冷设备(如强制制冷、内部空气调节器、换热器等)时,依据制冷设备制造商提供的性能和安装准则。

包括互连导体在内所有电路的有功损耗应根据电路的额定电流来计算。成套设备的总功率损耗是由电路的功率损耗相加来计算的,并考虑总负载电流被限制在成套设备额定电流内。导体的功率损耗由计算确定(参见附录 H)。

注 2: 有些器件的功率损耗与  $I^2$  大致成比例,而其他器件有固定的损耗。

注 3: 示例: 一个额定电流为 100 A 的单独隔室的成套设备(由配电母排限定)装有 20 条输出电路,每条电路假定的额定电流是 8 A。总有功功率损耗按 12 条输出电路,每条负载 8 A 的电流计算。

成套设备内部的温升可应用 g) 中的总功率损耗数据确定。

##### 10.10.4.2.2 用试验确定外壳的功率损耗

外壳的功率损耗可使用能产生相同热量的加热电阻器来模拟,该加热电阻器均匀地分布在外壳顶端并安装在外壳内适当的位置。

连接到电阻器上的引线截面不应将显著的热量传出外壳。

依据 10.10.2.3.1~10.10.2.3.4 进行试验,并测量外壳顶部的空气温升,外壳的温度不应超过表 6 中的值。

##### 10.10.4.2.3 结果

如果由功率损耗计算出的空气温度不超过器件制造商声明允许运行时的空气温度,则成套设备通过验证。这意味着,在主回路中的开关器件或电气元件在计算空气温度时连续负荷应不超过其允许负荷,并且不超过其额定电流的 80%(见 10.10.4.2.1c)。

### 10.10.4.3 额定电流不超过 1 600 A 的成套设备

#### 10.10.4.3.1 验证方法

如果下面条件满足的话,总电源电流不超过 1 600 A,额定频率小于或等于 60 Hz 的单隔室或多隔室成套设备的温升可按照 GB/T 24276 的方法通过计算来验证。

- a) 所有内装元件的功率损耗数据可从元件制造商获得;
- b) 外壳内部功率损耗近似地均匀分布;
- c) 被验证的成套设备电路的额定电流(见 10.10.1)不能超过电路中开关器件及电气元件自然通风时额定发热电流( $I_{th}$ ),如果有,或额定电流( $I_n$ )的 80 %。应选择电路保护器件以保证出线电路充分被保护。例如在成套设备中被计算出的温度下的电机热保护器件;

注 1: 描述在此使用的电流值时,开关器件和电气元件无通用的特性。为验证温升限值,应使用电流值,此电流值描述了不出现过热时能够承载的最大持续工作电流。例如接触器的额定工作电流  $I_c$ (AC1)和断路器的额定电流  $I_n$ 。

- d) 机械部件和所安装设备的布置不应阻碍空气流通;
- e) 载流超过 200 A 的导体和与之相邻结构部件的布置应使涡流和磁滞损耗降至最低;
- f) 所有导体应有基于有关电路的允许电流额定数据的 125 % 的最小截面积。电缆的选择应依据 IEC 60364-5-52。在附录 H 中给出如何使本部分适用于成套设备内部条件的例子。母排的截面应按照试验或按附录 N 的数据。如果器件制造商明确指定应该使用较大截面积的导体,则应按照执行;
- g) 对于自然通风外壳,排气口的截面应至少为进气口截面的 1.1 倍;
- h) 成套设备或成套设备的柜架单元中,不应有超过 3 个水平方向的隔板;
- i) 对于带隔室和自然通风的外壳,每个水平隔板的通风口的截面至少为隔室水平截面的 50 %。

包括互连导体在内的所有电路的有功损耗应根据电路的额定电流计算。成套设备的总功率损耗是由电路的功率损耗相加来计算的,并考虑总负载电流被限制在成套设备额定电流内。导体的功率损耗由计算确定(参见附录 H)。

注 2: 有些器件的功率损耗与  $I^2$  大致成比例,而其他器件有固定的损耗。

注 3: 例如一个额定电流为 100 A 的单独隔室的成套设备(由配电母线限定)装有 20 条输出电路。每条电路假定的额定电流是 8 A。总有功功率损耗按 12 条输出电路,每条负载 8 A 的电流计算。

成套设备内部的温升用 GB/T 24276 中规定的方法由总功率损耗来确定。

#### 10.10.4.3.2 结果

如果任何器件在安装高度计算出的周围空气温度没有超过器件制造商明示允许的周围空气温度,则认为成套设备通过验证。

这意味着,主回路中开关器件或电气元件在其计算邻近空气温度时的连续负载应不超过其允许负载并且不大于其额定电流的 80%(见 10.10.4.3.1 c))。

### 10.11 短路耐受强度

#### 10.11.1 通则

应对宣称的短路电流额定数据进行验证,除 10.11.2 中列举的以外,验证可以通过与一个基准设计比较(10.11.3 和 10.11.4)或通过试验(10.11.5)进行。可采用下面的验证:

- a) 如果待验证的成套设备系统包含多个方案,则应考虑 10.11.3 的规则选择成套设备最严酷的布置方案。

- b) 试验所选择的成套设备方案应按 10.11.5 进行验证。
- c) 当试验的成套设备是成套设备系统中较大产品范围内最严酷的方案时,不需进行进一步试验,试验结果就可用于建立类似方案的额定数据。此类规则见 10.11.3 和 10.11.4。

#### 10.11.2 可免除短路耐受强度验证的成套设备电路

以下情况不要求进行短路耐受强度的验证:

- a) 额定短时耐受电流(见 5.3.4)或额定限制短路电流(见 5.3.5)不超过 10 kA(有效值)的成套设备。
- b) 成套设备或成套设备电路采用限流器件保护,该器件在最大允许预期短路电流时,在成套设备进线电路端子上的截断电流不超过 17 kA。
- c) 与变压器相连接的成套设备中的辅助电路,该变压器次级额定电压不小于 110 V 时,其额定容量不超过 10 kVA;或次级额定电压小于 110 V 时,其额定容量不超过 1.6 kVA,而且其短路阻抗不小于 4%。

所有的其他电路都应通过短路耐受强度验证。

#### 10.11.3 通过与一个基准设计比较进行验证——使用核查表

验证是通过与已经过试验验证的成套设备进行比较,其核查表见表 13。

如果核查表中标识的任何部件与该核查表的要求不一致,则该项将被标记为“否”,使用下列方法之一进行验证(见 10.11.4 和 10.11.5)。

#### 10.11.4 通过与一个基准设计比较进行验证——使用计算

通过计算,对成套设备及其电路的额定短时耐受电流进行评估时,应将被评估的成套设备与另一个通过试验验证的成套设备相比较,成套设备主电路的验证评估应按照附录 P。此外被评估的成套设备的每一电路应满足表 13 中第 6、8、9 和 10 项的要求。

应记录使用的数据、做过的计算和进行的对比。

如果按照附录 P 的评估没有通过或表 13 中一些项目没满足要求,则成套设备及其电路应按 10.11.5 通过试验来验证。

#### 10.11.5 用试验进行验证

##### 10.11.5.1 试验安排

须进行全部试验的成套设备或其部件应象正常使用时一样安装。如果其余的功能单元有相同的结构,则仅对其中一个功能单元进行试验就够了。同样地,如果其余母线的配置有相同结构,则只对其中一个母线配置进行试验就够了。表 13 中给出了不需要附加试验项目的说明。

##### 10.11.5.2 试验的实施—通则

如果试验电路中包含有熔断器,则应采用具有最大允许电流的熔断体,如需要,应使用初始制造商规定的熔断器。

被试验成套设备所用到的电源导线和短路连接线应有足够的短路耐受强度,它们的连接不应给成套设备造成任何附加的应力。

如果没有其他规定,试验电路应接到成套设备的进线端上,三相成套设备应接到三相电源上。

在使用中与保护导体连接的设备的所有部件,包括外壳,应进行如下连接:

- a) 对适用于三相四线系统(见 IEC 60038),且带已标记出接地星形点的成套设备,可接到电源中

性点或接到允许预期故障电流至少为 1 500 A 的坚固的感性人工中性点。

- b) 对适用于三相三线系统及三相四线系统并有相应标志的成套设备,要与产生对地电弧的可能性最小的相导体连接。

除了 8.4.4 中所述的成套设备外,以上 a) 和 b) 连接方式应包括一个直径为 0.8 mm,长度至少 50 mm 的铜丝作为熔体,或者连接一个等效熔体用以检测故障电流。除了注 2 和注 3 所述情况外,在这种有熔体的电路中,预期故障电流应为  $1\ 500\text{ A}\pm 10\%$ 。必要时,用一个电阻器把电流限制在该值上。

注 1: 一根 0.8 mm 直径的铜丝,在 1 500 A 下,电源频率在 45 Hz 至 67 Hz 之间,大约经过半个周波就熔断(或者直流 0.01 s)。

注 2: 按照有关产品标准的要求,小型设备的预期故障电流可能小于 1 500 A,则可选用熔断时间与注 1 相同直径较小的铜丝(见注 4)。

注 3: 在电源具有一个人工的中性点时,预期故障电流可能比较低,征得成套设备制造商的同意,可选用熔断时间与注 1 相同直径较小的铜丝(见注 4)。

注 4: 在有熔体电路中的预期故障电流和铜丝直径之间的关系见表 14。

### 10.11.5.3 主电路试验

#### 10.11.5.3.1 通则

对初始制造商宣称的下述一种或多种状况,应试验达到额定值的短路电流引发的最大热应力和动态应力的电路:

- 不依赖于短路保护电器(SCPD)。应用额定峰值耐受电流和额定短时耐受电流在规定的持续时间[见 5.3 和 9.3.2 a)]内对成套设备进行试验。
- 依赖于成套设备中进线短路保护电器(SCPD)。应用预期进线短路电流在进线短路保护电器限定的时间内对成套设备进行试验。
- 依赖于上一级短路保护电器(SCPD)。应用初始制造商确定的上一级短路保护电器允许的值对成套设备进行试验。

如果进线或出线电路包括一个可以降低故障电流峰值和/或故障电流持续时间的短路保护电器(SCPD),则允许在短路保护电器(SCPD)动作,切断故障电流(见 5.3.5 额定限制短路电流  $I_{cc}$ )情况下进行电路试验。如果短路保护电器(SCPD)包含有可调短路脱扣器,则应设定在最大允许值(见 9.3.2 第 2 段)。

每一种类型的电路应抽出一台按 10.11.5.3.2~10.11.5.3.5 中所描述那样承受短路试验。

#### 10.11.5.3.2 出线电路

出线电路的出线端子应用螺栓进行短路连接。当出线电路中的保护器件是一个断路器时,根据 IEC 60947-1:2007 中 8.3.4.1.2 b),试验电路可包括一个分流电阻器与电抗器并联来调整短路电流。

对于额定电流小于或等于 630 A 的断路器,在试验电路中,导线长度应为 0.75 m,截面积应适于额定电流的导线(见表 11 和表 12)。如果由初始制造商选定,则可以选用长度小于 0.75 m 的导线连接。

开关器件应闭合,同工作中正常使用那样保持闭合状态。然后应一次施加试验电压并且:

- 试验电压应维持足够长的时间,使出线单元的短路保护电器动作以消除故障,且在任何情况下,不得少于 10 个周期(试验电压持续时间);或
- 当出线电路不包括短路保护电器(SCPD)时,根据初始制造商对母线的说明来确定短路电流的大小和持续时间,出线电路的试验也可能导致进线电路 SCPD 动作。

#### 10.11.5.3.3 进线电路和主母线

应对有主母线的成套设备进行试验,以检验主母线和至少含一个拟向外延伸母线接点的进线电路

的短路耐受强度。试验中短路点应该选择包括主母线长度在内的长度为  $2\text{ m} \pm 0.4\text{ m}$  处。在验证额定短时耐受电流(见 5.3.4)和额定峰值耐受电流(见 5.3.3)时,此距离可增加,在所提供的任何适宜的电压下进行试验,应使试验电流为额定值[见 10.11.5.4 b)]。如所设计的成套设备的被试验母线长度小于  $1.6\text{ m}$ ,而且成套设备不打算再扩展时,则应试验整个母线的全长,短路点应设在这些母线的末端。如果一组母线是由不同母线段构成(诸如截面,导体中心线间隔,母线类型和每米母线上支架的数量)且满足上面所提的条件,则每一柜架单元应分别或同时进行试验。

#### 10.11.5.3.4 出线单元电源侧的连接

如果成套设备的主母线和出线功能单元电源侧之间所包含的导体,包括配电母线(如果有)不符合 8.6.4 中要求时,则每种类型应选择一条电路进行附加试验。

用螺栓将导体连接到单独的出线单元的母线上来实现短路,短路点应尽量靠近出线单元母线侧的端子。短路电流值及其持续时间应与主母线相同。

#### 10.11.5.3.5 中性导体

如果电路中存在中性导体,则应进行一次试验以检验它与电路中最靠近的相导体(包括任何一个连接点)的短路耐受强度。应按照 10.11.5.3.3 的要求进行相与中性点的短路连接。

如果初始制造商与用户没有其他协议,则中性导体的试验电流至少为三相试验时相电流的 60%。

如果试验电流是相电流的 60% 并且中性导体满足以下条件,则可不必进行试验:

- 与相导体有相同的形状和截面;
- 与相导体的支撑方式相同,沿导体长度的支撑间距不大于相导体的支撑间距;
- 与最靠近相导体的距离不小于相导体间的距离;
- 与接地金属工件的距离不小于同相导体的距离。

#### 10.11.5.4 短路电流值及其持续时间

应在指定保护器件的电源侧,用对所有短路耐受额定数据的预期电流进行动态应力和热应力的验证。若有的话,预期电流等于给出的额定短时耐受电流、额定峰值耐受电流或额定限制短路电流。

对于所有短路耐受额定数据的验证(见 5.3.3~5.3.5),在试验电压等于 1.05 倍额定工作电压时的预期短路电流值应由标定的示波图来确定,该示波图从成套设备供电的导体上测得,该成套设备用一个可以忽略的阻抗所替代,并在尽可能靠近成套设备的输入电源处进行短接。示波图应显示出一个在成套设备内相当于保护器件动作一次时或在指定持续时间内测出的稳定的电流值(见 9.3.2 a))。

标定过程中的电流值应是所有相中交流分量的平均有效值。当在最大工作电压下进行试验时,每一相的标定电流应等于额定短路电流,偏差在  $\pm 5\%$  之内,而且功率因数的偏差为  $0.00 \sim -0.05$  之间。

所有试验应在成套设备的额定频率(偏差  $\pm 25\%$ )及按表 7 的短路电流对应的功率因数下进行。

- a) 对于额定限制短路电流  $I_{sc}$  试验,无论保护器件是在成套设备的进线单元或是其他地方,试验电压的施加时间应足够长,以确保短路保护电器动作,并清除故障。在任何情况下,不应少于 10 个周波。试验应在 1.05 倍额定工作电压和预期短路电流下进行,如果有规定的保护器件接到电源侧,则预期电流值等于额定限制短路电流值。试验不允许在低电压下进行。
- b) 对于额定短时耐受电流和峰值耐受电流的试验,用宣称的额定短时耐受电流和峰值耐受电流值相等的预期电流进行动态应力和热应力验证。应在规定时间内施加电流,此期间其交流分量的有效值应保持不变。

如在最大工作电压下进行短时或峰值耐受试验有困难的情况下,可按 10.11.5.3.3、10.11.5.3.4 和 10.11.5.3.5 规定,在任何合适的电压下进行试验(征得初始制造商同意)。此时的实际试验电流应等于

额定短时耐受电流或峰值耐受电流。然而,如果在试验期间出现保护器件发生瞬时触点分离,则应在最大工作电压下重复试验。这一点应在试验报告中说明。

由于试验条件的限制,允许采用不同的试验周期,在此情况下,试验电流应依据公式  $I^2t = \text{常数}$  进行修正,但如果没有初始制造商的同意,峰值不得超过额定峰值耐受电流,而且短时电流有效值至少有一相在电流起始后的 0.1 s 应不小于额定值。

短时电流试验和峰值耐受电流试验可分别进行。在此情况下,峰值耐受电流试验时施加短路电流的时间,应使  $I^2t$  值不大于短时电流试验的相应值,但它不得小于 3 个周波。

若不能达到各相要求的试验电流,经初始制造商同意可超出正偏差。

#### 10.11.5.5 试验结果

试验后,如电气间隙和爬电距离仍符合 8.3 的规定,则母线和导体的变形是可以接受的。此时如对电气间隙和爬电距离有疑问,应进行测量(见 10.4)。

绝缘性能应能保证设备的机械和介电性能满足相关成套设备标准的要求。母线绝缘件、支撑件或电缆固定件不能分成两块或多块,且在支撑件的反面不能出现裂缝,支撑件的整个长度或宽度,以及表面也不能出现裂缝。如对成套设备的绝缘性能有疑问,则应依据 10.9.2,以 2 倍  $U_n$  且不小于 1 000 V 电压进行附加的工频试验。

导线的连接部件不应松动,而且,导线不应从输出端子上脱落。

成套设备的母线或结构的变形使其正常使用受到损害,应视为失效。

成套设备的母线或结构的任何变形使可移式部件正常插入或移出受到损害,应视为失效。

由于短路引起的外壳或内部隔板、挡板和屏障的变形是允许的,只要没有明显的削弱其防护等级,电气间隙或爬电距离没有减小到小于 8.3 规定的值以下。另外,在 10.11.5.3 的包含短路保护电器的试验后,被试设备应能承受 10.9.2 的介电试验。“试验后”的电压值在为合适的短路试验而规定在相关短路保护电器标准中。试验部位如下:

- a) 在成套设备所有带电部分与外露可导电部分之间;和
- b) 在每一极与被连接到成套设备外露可导电部分的所有其他极之间。

如进行上述 a) 和 b) 项试验,则应更换熔断器并闭合开关器件。

熔体(见 10.11.5.2)如果有的话,不应显示故障电流。

如有疑问,则应检查装入成套设备内的元器件是否符合有关规范。

#### 10.11.5.6 保护电路试验

##### 10.11.5.6.1 通则

本试验不用于 10.11.2 所述的电路。

单相试验电源一极连接到一相的进线端子上,另一极连接到进线保护导体的端子上。如果成套设备带有单独的保护导体,应使用最靠近的相导体。对于每个代表性的出线单元,应进行单独试验,即用螺栓在单元的对应出线相端子与相关的出线保护导体的端子之间进行短路连接。

试验中的每个出线单元应配有其保护器件,可将保护器件装入出线单元,应使用可通过最大峰值电流值和  $I^2t$  值的保护器件。

对于此项试验,成套设备的框架应与地绝缘。试验电压应等于 1.05 倍额定工作电压的单相值。除非初始制造商与用户另外达成协议,保护导体试验电流值至少应是成套设备三相试验期间相电流的 60%。

此项试验的所有其他条件应与 10.11.5.2~10.11.5.4 中的条件相似。



#### 10.11.5.6.2 试验结果

无论是由单独导体或是由框架所组成的保护电路,其连续性和短路耐受强度不应遭受严重破坏。

除目测检查外,还可用对相关出线单元通以额定电流的方法进行测量,以验证上述结果。由于短路引起的外壳或内部隔板、挡板和屏障的变形是允许的,只要没有明显的削弱其防护等级,电气间隙或爬电距离没有减小到小于 8.3 中规定的值以下。

注 1: 当把框架作为保护导体使用时,只要不影响电的连续性,而且邻近的易燃部件不会燃烧,那么连接点处出现的火花和局部发热是允许的。

注 2: 试验前后,在进线保护导体端子与相关的出线保护导体端子间测量电阻比较以验证是否符合这一条件。

#### 10.12 电磁兼容性(EMC)

EMC 试验见 J.10.12。

#### 10.13 机械操作

对于依据相关产品标准进行过型式试验的成套设备的这些器件(例如抽出式断路器),只要在安装时机械操作部件无损坏,则不必对这些器件进行此验证试验。

对于需要作此验证试验的部件(见 8.1.5),在成套设备安装好之后,应验证机械操作是否良好。操作循环次数应为 200 次。

同时,应检查与这些动作相关的机械联锁机构的工作。如果元器件、联锁机构、规定的防护等级等的工作状态未受损伤,而且所要求的操作力与试验前一样,则认为通过了此项试验。

### 11 例行检验

#### 11.1 通则

例行检验用来检查材料和工艺的缺陷和用来确认制造完工的成套设备的良好功能。每一台成套设备都要进行例行检验。成套设备制造商应确定例行检验是在制造过程中和/或制造后进行。在合适的时候,它还用来确认设计验证的有效性。

如果成套设备中的器件和整装元件已按照 8.5.3 进行选择,并且按照器件制造商的说明书进行安装,则不要求对上述器件和整装元件进行例行检验。

检验应包括以下项目:

- a) 结构(见 11.2~11.8):
  - 1) 外壳的防护等级;
  - 2) 电气间隙和爬电距离;
  - 3) 电击防护和保护电路的完整性;
  - 4) 内装元件的组合;
  - 5) 内部电路和连接;
  - 6) 外接导线端子;
  - 7) 机械操作。
- b) 性能(见 11.9~11.10):
  - 1) 介电性能;
  - 2) 布线,操作性能和功能。

#### 11.2 外壳的防护等级

需用目测检查以确认规定的措施是否能保持所要求的防护等级。

### 11.3 电气间隙和爬电距离

这里的电气间隙:

- 小于表 1 规定值时,冲击电压耐受试验应按 10.9.3 要求执行;
- 通过目测检查不明显大于表 1 中给出的值(见 10.9.3.5)时,应通过实际测量或依据 10.9.3 的冲击电压耐受试验进行验证。

对爬电距离(见 8.3.3)通常的检测方法是目测检查。凡是目测检查不够明显的部位,应通过实际测量来验证。

### 11.4 电击防护和保护电路完整性

关于基本防护和故障保护(见 8.4.2 和 8.4.3)规定的防护措施通常用目测检查。

应用目测检查保护电路,以确认 8.4.3 所规定的措施是否得到验证。

应以随机抽样方式检查螺钉和螺栓的连接是否有正确的松紧度。

### 11.5 内装元件的组合

内装元件的安装和标识应符合成套设备制造商的说明书。

### 11.6 内部电路和连接

应检查连接,特别是螺钉和螺栓的连接在任意的基座上能否有正确的松紧度。

应检查导体是否符合成套设备制造商的说明书。

### 11.7 外接导线端子

应检查端子的数量、类型和标识是否符合成套设备制造商的说明书。

### 11.8 机械操作

应检查机械操作部件、联锁和锁,包括与可移式部件有关的部件的有效性。

### 11.9 介电性能

应按照 10.9.1 和 10.9.2,对所有电路进行工频耐受试验,但持续时间为 1 s。

此试验不必在下述辅助电路上进行:

- 用额定数据不超过 16 A 的短路保护电器进行保护的辅助电路;
- 如果辅助电路计划使用的额定工作电压事先已进行了电气功能试验。

对于 250 A 及以下的带进线保护的成套设备,作为一种选择,绝缘电阻的验证可用电压至少为 500 V 直流的绝缘测量仪器进行绝缘测量。

如果电路与外露可导电部分之间的绝缘电阻至少为 1 000  $\Omega$ /V(每条电路,这些电路的电源电压对地),则认为通过了试验。

### 11.10 布线、操作性能和功能

应验证第 6 章中规定的信息和标识的完整性。

根据成套设备的复杂程度,可能有必要检查布线,并进行电气功能试验。试验程序和试验次数取决于成套设备是否包括复杂联锁装置和程序控制装置等。

注:在某些场合下,在装置投入运行之前,应在现场进行或者重复此项试验。

表 1 空气中的最小电气间隙<sup>a</sup>(8.3.2)

额定冲击耐受电压 $U_{imp}/kV$	最小的电气间隙/mm
$\leq 2.5$	1.5
4.0	3.0
6.0	5.5
8.0	8.0
12.0	14.0

<sup>a</sup> 根据非均匀电场环境和污染等级 3 决定。

表 2 最小爬电距离(8.3.3)

额定绝缘电压 $U_i/V^b$	最小爬电距离/mm							
	污染等级							
	1	2			3			
	材料组别 <sup>c</sup>	材料组别 <sup>c</sup>			材料组别 <sup>c</sup>			
	所有材料组	I	II	III a 和 III b	I	II	III a	III b
32	1.5	1.5	1.3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
40	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.8	1.8
50	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.7	1.9	1.9
63	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.8	2	2
80	1.5	1.5	1.5	1.5	1.7	1.9	2.1	2.1
100	1.5	1.5	1.5	1.5	1.8	2	2.2	2.2
125	1.5	1.5	1.5	1.5	1.9	2.1	2.4	2.4
160	1.5	1.5	1.5	1.6	2	2.2	2.5	2.5
200	1.5	1.5	1.5	2	2.5	2.8	3.2	3.2
250	1.5	1.5	1.8	2.5	3.2	3.6	4	4
320	1.5	1.6	2.2	3.2	4	4.5	5	5
400	1.5	2	2.8	4	5	5.6	6.3	6.3
500	1.5	2.5	3.6	5	6.3	7.1	8.0	8.0
630	1.8	3.2	4.5	6.3	8	9	10	10
800	2.4	4	5.6	8	10	11	12.5	
1 000	3.2	5	7.1	10	12.5	14	16	
1 250	4.2	6.3	9	12.5	16	18	20	
1 600	5.6	8	11	16	20	22	25	

注 1:CTI 的值是根据 GB/T 4207—2003 中所用绝缘材料方法 A 取得的。

注 2:值来自 GB/T 16935.1,但保持最小值 1.5 mm。

<sup>a</sup> 材料组别 III b 一般不推荐用于 630 V 以上的污染等级 3。

<sup>b</sup> 作为例外,对于额定绝缘电压 127 V、208 V、415 V、440 V、660 V/690 V 和 830 V,可采用分别对应于: 125 V、200 V、400 V、630 V 和 800 V 的较低档的爬电距离。

<sup>c</sup> 根据相比电痕化指数(CTD)(见 3.6.16)的范围值,材料组别分组如下:

- 材料组别 I  $600 \leq CTI$
- 材料组别 II  $400 \leq CTI < 600$
- 材料组别 III a  $175 \leq CTI < 400$
- 材料组别 III b  $100 \leq CTI < 175$

表 3 铜保护导体的截面积(8.4.3.2.2)

额定工作电流 $I_c$ /A	保护导体的最小截面积/mm <sup>2</sup>
$I_c \leq 20$	S <sup>a</sup>
$20 < I_c \leq 25$	2.5
$25 < I_c \leq 32$	4
$32 < I_c \leq 63$	6
$63 < I_c$	10

<sup>a</sup> S 为相导体的截面积(mm<sup>2</sup>)。

表 4 导体的选择和安装要求(8.6.4)

导体的类型	要求
裸导体或带基本绝缘的单芯导体,例如,符合 IEC 60227-3 的电缆	应避免相互接触或与导电部分接触,例如,加隔离物
带基本绝缘和最大允许导体工作温度至少为 90℃ 的单芯导体,例如,符合 GB/T 5013.3 的电缆,或符合 IEC 60227-3 的耐热塑料(PVC)绝缘电缆	在没有施加外部压力的地方相互接触或与导电部分接触是容许的。应避免与锋利的边缘接触。这些导体加载后其工作温度不得超过其导体最大允许的工作温度的 80%
带基本绝缘的导体,例如符合 IEC 60227-3,并带有附加辅助绝缘,例如,用热缩套管单独覆盖电缆或用塑料套管单独走线的电缆	没有附加要求
具有很高的机械强度材料的绝缘导线,例如, ETFE 绝缘,或用于 3 kV 以内带有增强外部护套的双重绝缘导线,例如:符合 IEC 60502 的电缆	
单芯或多芯带护套电缆,例如,依据 IEC 60245-4 或 GB/T 5023.4 的电缆	

表 5 铜保护导体的最小截面积(PE、PEN)(8.8)

相导体的截面积 $S$ /mm <sup>2</sup>	相应保护导体(PE、PEN)的最小截面积 $S_p^a$ /mm <sup>2</sup>
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S \leq 400$	S/2
$400 < S \leq 800$	200
$800 < S$	S/4

<sup>a</sup> 负载中的谐波较大可影响中性导体中的电流,见 8.6.1。

表 6 温升限值(9.2)

成套设备的部件	温升/K
内装元件 <sup>a</sup>	根据各个元件的相关产品标准要求,或根据元件制造商的说明书 <sup>f</sup> ,考虑成套设备内的温度
用于连接外部绝缘导线的端子	70 <sup>b</sup>
母线和导体	受下述条件限制 <sup>f</sup> : ——导电材料的机械强度 <sup>g</sup> ; ——对相邻设备的可能影响; ——与导体接触的绝缘材料的允许温度极限; ——导体温度对与其相连的电器元件的影响; ——对于接插式触点,接触材料的性质和表面的处理
操作手柄 ——金属的; ——绝缘材料的	15° 25°
可接近的外壳和覆板 ——金属表面; ——绝缘表面	30 <sup>d</sup> 40 <sup>d</sup>
分散排列的插头与插座连接	由组成部件的相关设备的那些元件的温升极限而定 <sup>e</sup>
<p>注 1:当温升超过 105 K 时,铜很容易产生退火。其他材料应该有不同的最大温升值。</p> <p>注:本表中给出的温升限值要求在使用条件下(见 7.1)周围空气平均温度不超过 35 °C。在验证过程中,允许有不同的环境温度(见 10.10.2.3.4)。</p>	
<p><sup>a</sup> “内装元件”一词指:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>——常用开关设备和控制设备;</li> <li>——电子部件(例如:整流桥、印制电路);</li> <li>——设备的部件(例如:调节器、稳压电源、运算放大器)。</li> </ul> <p><sup>b</sup> 温升极限为 70 K 是根据 10.10 的常规试验而定的数值。在安装条件下使用或试验的成套设备,由于接线、端子类型、种类、布置与试验所用的不尽相同,因此端子的温升会不同,这是允许的。如果内装元件的端子同时也是外部绝缘导线的端子,则可采用较低的温升极限值。温升限值是元件制造商规定的最大温升和 70 K 之间的较小值。缺少制造商说明书时,它是内装元件产品标准规定的限值,且不超过 70 K。</p> <p><sup>c</sup> 那些只有在成套设备打开后才能接触到的成套设备内的手动操作机构,例如:不经常操作的抽出式手柄,其温升极限允许提高 25 K。</p> <p><sup>d</sup> 除非另有规定,在正常工作情况下可以接近但不需触及的外壳和覆板,允许其温升提高 10 K。距离成套设备基座 2 m 以上的外表面和部件可认为是不可触及的。</p> <p><sup>e</sup> 就某些设备(如电子器件)而言,它们的温升限值不同于那些通常的开关设备和控制设备,因此有一定程度的灵活性。</p> <p><sup>f</sup> 对于按照 10.10 的温升试验,须由初始制造商在考虑元件制造商所采用的任何附加测量点和限值的基础上规定温升极限。</p> <p><sup>g</sup> 如满足列出的所有判据,裸铜母线和裸铜导体的最大温升应不超过 105 K。</p>	

表 7 系数  $n^a$  的值(9.3.3)

短路电流的有效值 kA	$\cos\phi$	$n$
$I \leq 5$	0.7	1.5
$5 < I \leq 10$	0.5	1.7
$10 < I \leq 20$	0.3	2
$20 < I \leq 50$	0.25	2.1
$50 < I$	0.2	2.2

<sup>a</sup> 表中的值适于大多数用途。在某些特殊的场合,例如在变压器或发电机附近,功率因数可能更低。因此,最大的预期峰值电流就可能变为极限值以代替短路电流的有效值。

表 8 主电路的工频耐受电压值(10.9.2)

额定绝缘电压 $U_i$ (线-线 交流或直流) V	介电试验电压 (交流有效值) V	介电试验电压 <sup>b</sup> (直流) 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

<sup>a</sup> 仅指直流。  
<sup>b</sup> 试验电压是根据 GB/T 16935.1—2008 中 6.1.3.4.1 第五段。

表 9 辅助电路和控制电路的工频耐受电压值(10.9.2)

额定绝缘电压 $U_i$ (线-线) V	介电试验电压 (交流有效值) V
$U_i \leq 12$	250
$12 < U_i \leq 60$	500
$60 < U_i$	见表 8

表 10 冲击耐受试验电压(10.9.3)

额定冲击耐受 电压 $U_{imp}$ /kV	试验期间的试验电压和相应的海拔									
	$U_{1.2/50}$ , 交流峰值和直流/kV					交流有效值/kV				
	海平面	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m	海平面	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
2.5	2.95	2.8	2.8	2.7	2.5	2.1	2.0	2.0	1.9	1.8
4.0	4.8	4.8	4.7	4.4	4.0	3.4	3.4	3.3	3.1	2.8

表 10 (续)

额定冲击耐受电压 $U_{imp}/kV$	试验期间的试验电压和相应的海拔									
	$U_{1.2/50}$ , 交流峰值和直流/kV					交流有效值/kV				
	海平面	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m	海平面	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
6.0	7.3	7.2	7.0	6.7	6.0	5.1	5.1	5.0	4.7	4.2
8.0	9.8	9.6	9.3	9.0	8.0	6.9	6.8	6.6	6.4	5.7
12.0	14.8	14.5	14.0	13.3	12.0	10.5	10.3	9.9	9.4	8.5

表 11 用于额定电流为 400 A 及以下的铜试验导线(10.10.2.3.2)

额定电流的范围 <sup>a</sup> / A		导线截面积 <sup>c</sup>	
		mm <sup>2</sup>	AWG/MCM
0	8	1.0	18
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	0000
225	250	120	250
250	275	150	300
275	300	185	350
300	350	185	400
350	400	240	500

<sup>a</sup> 额定电流值应大于第一栏中的第一个值,小于或等于此栏中的第二个值。  
<sup>b</sup> 为了便于试验,经过制造商同意后,对标注的额定电流可采用小于给定值的试验导线。  
<sup>c</sup> 可使用规定的两种导体中的一种。

表 12 用于额定电流为 400 A~4 000 A 的铜试验导线(10.10.2.3.2)

额定电流的范围 <sup>a</sup> /A	试验导线			
	电缆		铜母排 <sup>b</sup>	
	数量	截面积/mm <sup>2</sup>	数量	尺寸(W×D)/mm
400~500	2	150	2	30×5
500~630	2	185	2	40×5
630~800	2	240	2	50×5
800~1 000			2	60×5
1 000~1 250			2	80×5
1 250~1 600			2	100×5
1 600~2 000			3	100×5
2 000~2 500			4	100×5
2 500~3 150			3	100×10
3 150~4 000			4	100×10

<sup>a</sup> 额定电流值应大于第一个值,小于或等于第二个值。  
<sup>b</sup> 母排是将其长面(W)垂直排列的。如果制造商有规定,也可将其长面(W)水平排列。母排可以覆盖涂层。

表 13 通过与一个基准设计比较进行短路验证,核查表(10.5.3.3、10.11.3 和 10.11.4)

序号	需要考虑的要求	是	否
1	评估成套设备每条电路的短路耐受等级,是否小于或等于基准设计?		
2	评估成套设备每条电路的母线和连接点的截面尺寸,是否大于或等于基准设计?		
3	评估成套设备每条电路的母线和连接点的中心线间距,是否大于或等于基准设计?		
4	评估成套设备每条电路的母线支撑件的类型、形状、材料同基准设计是否相同,沿母线长度方向支撑的间距是否小于或等于基准设计的中心线间距? 是否有相同设计和相同机械强度的母线支撑件的安装结构?		
5	评估成套设备每条电路导体的材料及其性能是否与基准设计相同?		
6	评估成套设备每条电路短路保护电器,看其制造和系列 <sup>a</sup> 与器件制造商给出的极限特性( $I^2t, I_{pk}$ )是否相同或更好?看其是否有同基准设计相同的布置?		
7	评估成套设备(依据 8.6.4)的每一无保护电路的无保护带电导体的长度,是否小于或等于基准设计?		
8	如果被评估的成套设备包括外壳,当试验验证时,基准设计是否包括外壳?		
9	有同样设计和型号的被评估的成套设备的外壳,是否至少与基准设计有相同的尺寸?		
10	评估成套设备每条电路的隔室是否有同基准设计相同的机械设计和至少有相同的尺寸?		

所有要求为“是”——不需进一步验证。  
 任何一个要求为“否”——要求进一步验证

<sup>a</sup> 不同系列相同制造商的短路保护电器应认为器件制造商宣称的性能特性与用于验证的系列所有相关方面相比相同或更好,例如:分断能力和极限特性( $I^2t, I_{pk}$ )和临界距离。



表 14 预期故障电流与铜丝直径的关系

铜丝直径/mm	有熔体电路中的预期故障电流/A
0.1	50
0.2	150
0.3	300
0.4	500
0.5	800
0.8	1 500

附 录 A  
(规范性附录)

适合连接外部导体端子用铜导线的最小和最大截面积(见 8.8)

表 A.1 适用于每个端子上连接一根铜导线。

表 A.1 适合连接外部导体端子用铜导线的截面积

额定电流	单芯或多芯导线		软导线	
	截面积		截面积	
	最小	最大	最小	最大
A	mm <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>	
6	0.75	1.5	0.5	1.5
8	1	2.5	0.75	2.5
10	1	2.5	0.75	2.5
13	1	2.5	0.75	2.5
16	1.5	4	1	4
20	1.5	6	1	4
25	2.5	6	1.5	4
32	2.5	10	1.5	6
40	4	16	2.5	10
63	6	25	6	16
80	10	35	10	25
100	16	50	16	35
125	25	70	25	50
160	35	95	35	70
200	50	120	50	95
250	70	150	70	120
315	95	240	95	185

如果外接导体直接连接到内装器件上,有关规定中给出的截面积应适用。  
如果要选用表中规定值以外的导体,建议由成套设备制造商与用户签订专门的协议。

附录 B  
(规范性附录)

在短时电流引起热应力情况下,保护导体截面积的计算方法

须承受持续时间大约为 0.2 s~5 s 电流热应力的保护导体,其截面积应按下述公式计算。

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

式中:

$S_p$ ——截面积,mm<sup>2</sup>;

$I$ ——在阻抗可以忽略的故障情况下,流过保护器件的故障电流值(有效值),A;

$t$ ——隔离器件的分断时间,s;

注:应考虑到电路阻抗的限流作用和保护器件的限流能力(焦耳积分)。

$k$ ——系数,它取决于保护导体的材质、绝缘和其他部件以及起始和最终温度,见表 B.1。

表 B.1 不包括在电缆内的绝缘保护导体的  $k$  值,或与电缆护套接触的裸保护导体的  $k$  值

		保护导体或电缆护套的绝缘		
		PVC 热塑性	XLPE EPR 裸导体	丁烯橡胶
最终温度		160 °C	250 °C	220 °C
		系数 $k$		
导体材料:				
铜		143	176	166
铝		95	116	110
钢		52	64	60

导体的初始温度设定为 30 °C。

更多的详细信息可见 IEC 60364-5-54。

附 录 C  
(资料性附录)  
用户信息模板

本附录将作为识别成套设备制造商所必需项目的模板,由用户提供。  
拟在相关成套设备标准中使用和起草。

表 C.1 模板

特性	参考章或 条款编号	缺省约定 <sup>1</sup>	标准中列出选项	用户要求 <sup>2</sup>
电气系统				
接地系统	5.6、8.4.3.1、 8.4.3.2.3、8.6.2、 10.5、11.4	制造商的标准,选择 以适应本地要求	TT/TN-C/TN-C-S/ IT/TN-S	
标称电压/V	3.8.9.1、5.2.1、 8.5.3	本地的,根据安装 条件	最大交流 1 000 V 或直流 1 500 V	
瞬态过电压	8.2.1、8.5.3、9.1、 附录 G	由电气系统决定	过电压类别 I、II、III/IV	
暂时过电压 <sup>3</sup>	9.1	标称系统电压 +1 200 V	无	
额定频率 $f_n$ /Hz	3.8.12、5.5、8.5.3、 10.10.2.3、10.11.5.4	根据本地安装条件	直流/50 Hz/60 Hz	
现场其他试验要求:布线、工作 性能和功能	11.10	制造商的标准,根据 应用	无	
短路耐受能力				
电源端的预期短路电流 $I_{sc}$ /kA	3.8.7	由电气系统决定	无	
中性母排的预期短路电流	10.11.5.3.5	最大为相电流 的 60%	无	
保护电路中的预期短路电流	10.11.5.6	最大为相电流 的 60%	无	
进线功能单元中的短路保护电 器(SCPD)	9.3.2	根据本地安装条件	是/否	
短路保护电器的配合,包括外部 短路保护电器在内	9.3.4	根据本地安装条件	无	
可能增大短路电流的负载的相 关数据	9.3.2	不允许明显增大短 路电流的负载	无	
依照 GB 16895.21—2011 对人的 电击防护				
电击防护类型——基本防护(对 直接接触的防护)	8.4.2	基本防护	根据本地安装规则	

表 C.1 (续)

特性	参考章或条款编号	缺省约定 <sup>b</sup>	标准中列出选项	用户要求 <sup>a</sup>
电击防护类型——故障防护(对间接接触的防护)	8.4.3	根据本地安装条件	自动断开电源/电气隔离/全绝缘	
安装环境				
场所类型	3.5、8.1.4、8.2	制造商标准, 根据应用	户内/户外	
防止固体异物和水的进入	8.2.2、8.2.3	户内(封闭): IP 2X; 户外(最小): IP 23	IP00、2X、3X、4X、5X、6X 在移出可移动部件后; 对于连接位置/把防护等级降至制造商的标准	
外部机械碰撞(IK)	8.2.1、10.2.6	无	无	
耐紫外线辐射(适用于非特殊用途的户外成套设备)	10.2.4	户内: 不适用; 户外: 温度气候	无	
耐腐蚀性	10.2.2	常规户内/户外约定	无	
周围空气温度——下限	7.1.1	户内: -5℃ 户外: -25℃	无	
周围空气温度——上限	7.1.1	40℃	无	
周围空气温度——日平均温度最大值	7.1.1、9.2	35℃	无	
最大相对湿度	7.1.2	户内: 50% @ 40℃; 户外: 100% @ 25℃	无	
污染等级(安装环境的)	7.1.3	工业用途: 3	1, 2, 3, 4	
海拔	7.1.4	≤ 2 000 m	无	
EMC 环境(A 或 B)	9.4、10.12、附录 J	A/B	A/B	
特殊使用条件(如: 振动, 异常凝露, 严重污染, 腐蚀性环境, 强电场或强磁场, 霉菌, 微生物, 爆炸性危险, 强烈振动和冲击, 地震)	7.2、8.5.4、9.3.3、表 7	无特殊使用条件	无	
安装方式				
类型	3.3、5.6	制造商标准	多种, 如立式/墙上安装	
静止的/可移动的	3.5	静止的	静止的/可移动的	
最大外形尺寸和质量	5.6、6.2.1	制造商标准, 根据应用	无	

表 C.1 (续)

特性	参考章或条款编号	缺省约定 <sup>b</sup>	标准中列出选项	用户要求 <sup>a</sup>
外接导体类型	8.8	制造商标准	电缆/母线干线系统	
外接导体方位	8.8	制造商标准	无	
外接导体材料	8.8	铜	铜/铝	
外接相导体, 截面积, 端子	8.8	标准中定义	无	
外接 PE、N、PEN 导体截面积, 端子	8.8	标准中定义	无	
特殊端子标识要求	8.8	制造商标准	无	
存放和装卸				
运输单元最大尺寸和质量	6.2.2、10.2.5	制造商标准	无	
运输方式(如叉车、起重机)	6.2.2、8.1.6	制造商标准	无	
不同于正常使用条件的环境条件	7.3	按照使用条件	无	
包装事项	6.2.2	制造商标准	无	
操作要求				
接近手动操作器件	8.4		授权人员/一般人员	
手动操作器件场所	8.5.5	容易接近	无	
负载安装设备的隔离	8.4.2、8.4.3.3、8.4.6.2	制造商标准	单独/组/全部	
维护和升级能力				
一般人员使用中可接近性的要求; 成套设备通电时操作器件或更换元件的要求	8.4.6.1	基本防护	无	
检查和类似操作时对可接近性的要求	8.4.6.2.2	对可接近性无要求	无	
授权人员使用中维修时对可接近性的要求	8.4.6.2.3	对可接近性无要求	无	
授权人员使用中带电扩展时对可接近性的要求	8.4.6.2.4	对可接近性无要求	无	
功能单元连接方法	8.5.1、8.5.2	制造商标准	无	
在维护或升级期间对直接接触内装危险带电部分的防护(如功能单元、主母线、配电母线)	8.4	在维护或升级期间的防护无要求	无	

表 C.1 (续)

特性	参考章或条款编号	缺省约定 <sup>b</sup>	标准中列出选项	用户要求 <sup>a</sup>
<b>载流能力</b>				
成套设备的额定电流 $I_{nA}$ (安培)	3.8.9.1、5.3、 8.4.3.2.3、8.5.3、 8.8、10.10.2、 10.10.3、 10.11.5、 附录 E	制造商标准, 根据应用	无	
电路的额定电流 $I_{nc}$ (安培)	5.3.2	制造商标准, 根据应用	无	
额定分散系数	5.4、10.10.2.3、附录 E	参照标准定义	电路组的额定分散系数/整个成套设备的额定分散系数	
中性导体与相导体的截面积比值: 相导体不超过 16 mm <sup>2</sup>	8.6.1	100%	无	
中性导体与相导体的截面积比值: 相导体超过 16 mm <sup>2</sup>	8.6.1	50% (最小 16 mm <sup>2</sup> )	无	
<sup>a</sup> 对于特别复杂的应用, 用户需要规定比标准更加严格的要求。 <sup>b</sup> 某些情况下成套设备制造商宣称的信息可替代协议。				

附录 D  
(资料性附录)  
设计验证

表 D.1 待完成的设计验证清单

序号	待验证的特性	章或条	可用的验证选项		
			试验	与一个基准设计比较	评估
1	材料和部件强度:	10.2			
	耐腐蚀性	10.2.2	是	否	否
	绝缘材料性能	10.2.3			
	热稳定性	10.2.3.1	是	否	否
	耐受由内部电效应导致的非正常发热和着火	10.2.3.2	是	否	是
	耐紫外线辐射(UV)	10.2.4	是	否	是
	提升	10.2.5	是	否	否
机械撞击	10.2.6	是	否	否	
标志	10.2.7	是	否	否	
2	外壳防护等级	10.3	是	否	是
3	电气间隙	10.4	是	否	否
4	爬电距离	10.4	是	否	否
5	电击防护和保护电路完整性:	10.5			
	成套设备中外露可导电部分与保护电路间的有效连续性	10.5.2	是	否	否
	保护电路的短路耐受强度	10.5.3	是	是	否
6	开关器件和元件的组合	10.6	否	否	是
7	内部电路和连接	10.7	否	否	是
8	外接导体端子	10.8	否	否	是
9	介电性能:	10.9			
	工频耐受电压	10.9.2	是	否	否
	冲击耐受电压	10.9.3	是	否	是
10	温升极限	10.10	是	是	是
11	短路耐受强度	10.11	是	是	否
12	电磁兼容性(EMC)	10.12	是	否	是
13	机械操作	10.13	是	否	否



附录 E  
(资料性附录)  
额定分散系数

### E.1 通则

成套设备内的所有电路按 5.3.2 能够单独地连续承载其额定电流,但是任一电路的电流承载能力可能受到相邻电路的影响。热量的相互影响会导致热量传入或传出临近的电路。对由于受到其他电路的影响,温度大大超过周围温度的电路可以采用冷风冷却。

实际上,通常并不要求成套设备内的所有电路都能持续、同时承载额定电流。在一个典型应用中,负载的形式和特征明显不同。某些电路将基于担负冲击电流、断续或短时的负载。几个电路可承担重载,而其他电路则承担轻载或断开。

因而,没有必要配备一个所有电路能在额定电流下连续运行的成套设备,这样将造成材料和资源的低效率利用。本部分通过 3.8.11 确定的额定分散系数的配置,来识别成套设备的实际要求。

通过指定额定分散系数,成套设备制造商规定了成套设备所设计的平均负载条件。额定分散系数确定成套设备内所有出线电路或一组出线电路的每一单元能够连续并同时加载的额定电流值。成套设备中,如果在额定分散系数下运行的出线电路的额定电流总和超过进线电路容量时,额定分散系数适用于分配进线电流到任一组合的出线电路。

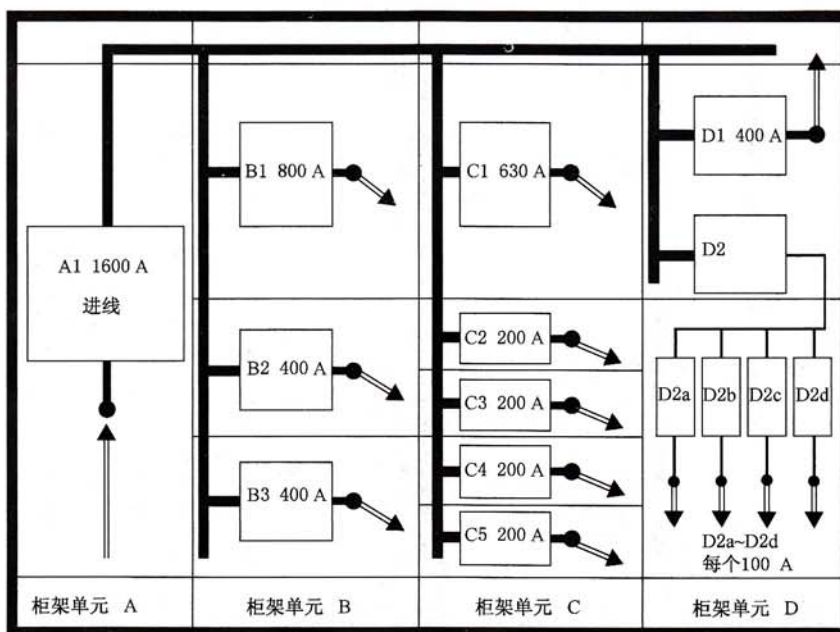
### E.2 成套设备的额定分散系数

成套设备的额定分散系数在 5.4 中规定。典型成套设备在图 E.1 中示出,表 E.1 和图 E.2~图 E.5 给出了分散系数为 0.8 的多个负载安排示例。

### E.3 一组出线电路的额定分散系数

除了规定整套成套设备的额定分散系数外,成套设备制造商还可以为成套设备内一组相关电路规定不同的分散系数。在 5.4 中规定了一组出线电路的额定分散系数。

表 E.2 和表 E.3 给出了在图 E.1 所示的典型成套设备中,分散系数为 0.9 的框架单元和子配电板。



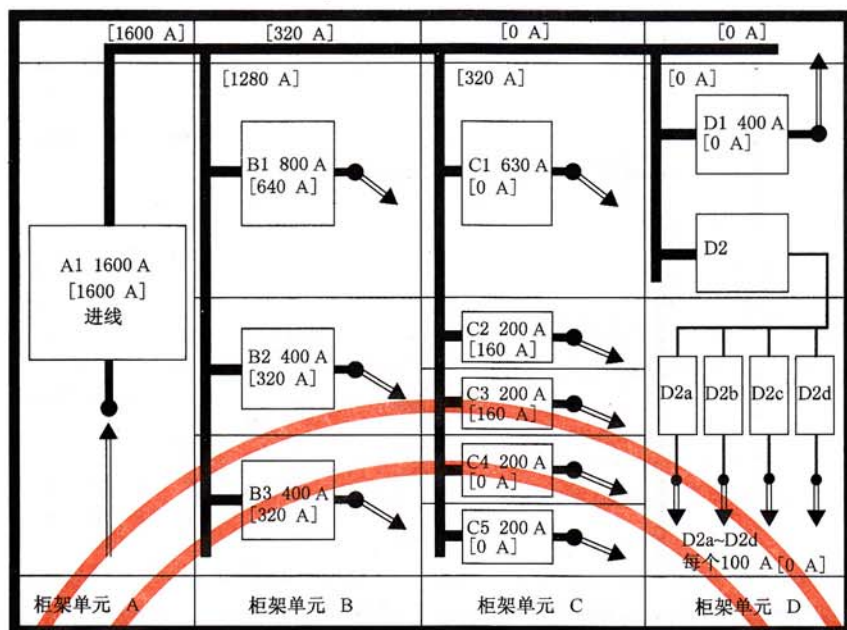
功能单元——额定电流( $I_n$ )示例<sup>a</sup>

<sup>a</sup> 成套设备内功能单元(电路)的额定电流可以小于器件的额定电流。

图 E.1 典型的成套设备

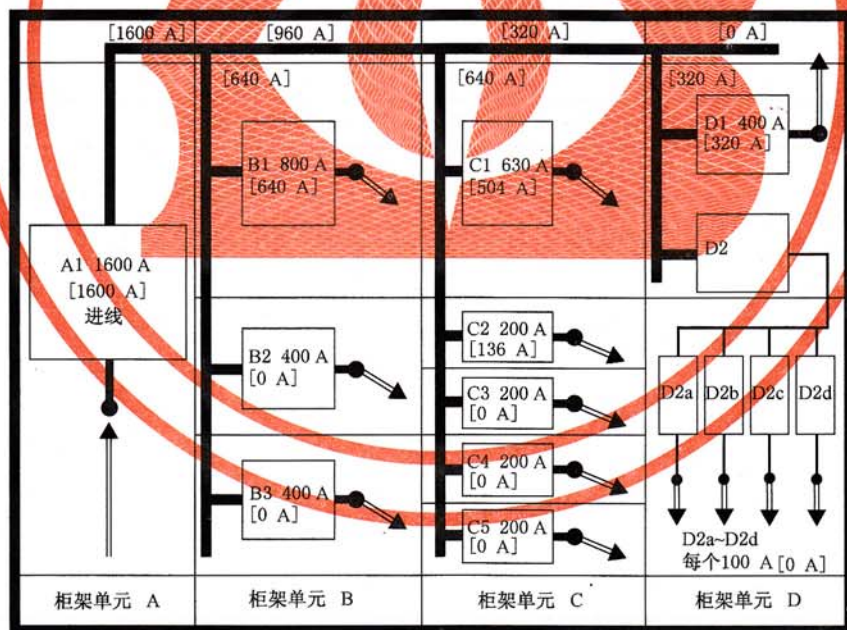
表 E.1 额定分散系数为 0.8 的成套设备负载实例

功能单元		A1	B1	B2	B3	C1	C2	C3	C4	C5	D1	D2a	D2b	D2c	D2d
		电 流/A													
功能单元——额定电流( $I_n$ ) <sup>b</sup> (见图 E.1)		1 600	800	400	400	630	200	200	200	200	400	100	100	100	100
额定分散系数 0.8 的 成套设备的功能 单元负载	例 1 图 E.2	1 600	640	320	320	0	160	160	0	0	0	0	0	0	0
	例 2 图 E.3	1 600	640	0	0	504	136 <sup>a</sup>	0	0	0	320	0	0	0	0
	例 3 图 E.4	1 600	456 <sup>a</sup>	0	0	504	160	160	160	160	0	0	0	0	0
	例 4 图 E.5	1 600	0	0	0	504	160	160	136 <sup>a</sup>	0	320	80	80	80	80
<sup>a</sup> 平衡电流将进线电路加载到它的额定电流为止。															
<sup>b</sup> 成套设备内功能单元(电路)的额定电流可以小于器件的额定电流。															



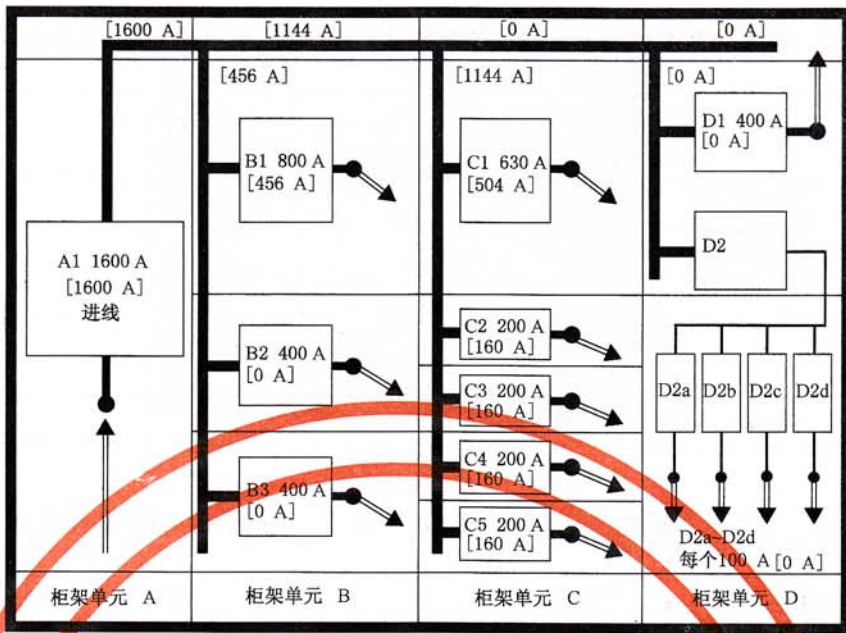
实际负载在图中括弧给出,例如[640 A]。  
 母线柜架单元负载在图中括弧给出,例如[320 A]。

图 E.2 表 E.1 额定分散系数为 0.8 的成套设备功能单元负载的实例 1



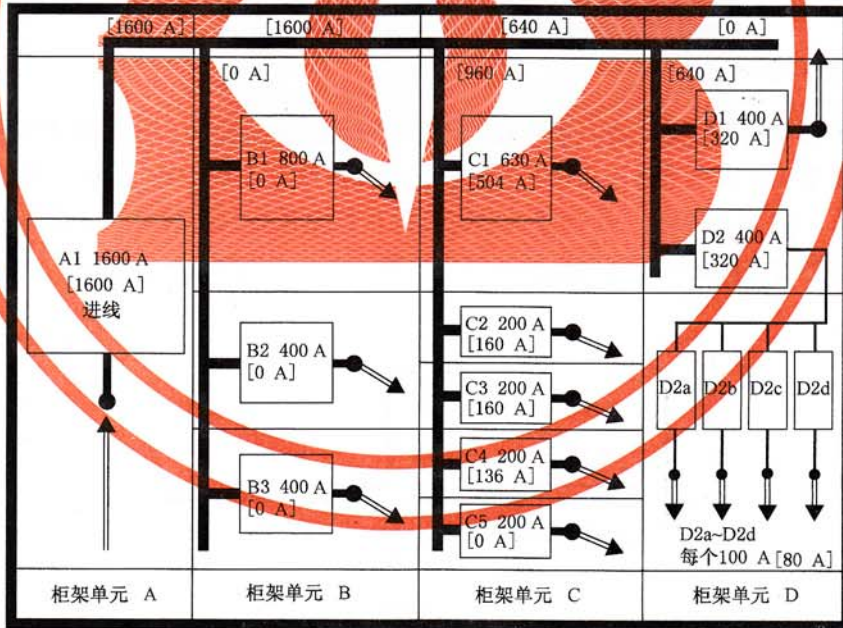
实际负载在图中括弧给出,例如[640 A]。  
 母线柜架单元负载在图中括弧给出,例如[320 A]。

图 E.3 表 E.1 额定分散系数为 0.8 的成套设备功能单元负载的实例 2



实际负载在图中括弧给出，例如[640 A]。  
 母线柜架单元负载在图中括弧给出，例如[320 A]。

图 E.4 表 E.1 额定分散系数为 0.8 的成套设备功能单元负载的实例 3



实际负载在图中括弧给出，例如[640 A]。  
 母线柜架单元负载在图中括弧给出，例如[320 A]。

图 E.5 表 E.1 额定分散系数为 0.8 的成套设备功能单元负载的实例 4

表 E.2 额定分散系数为 0.9 的一组电路(图 E.1 中的柜架单元 B)的负载实例

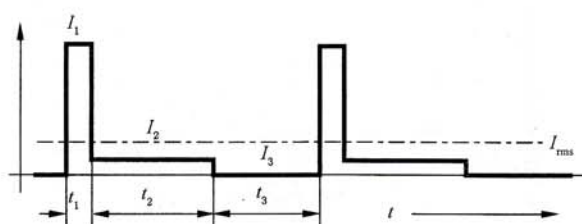
功能单元	配电母线 柜架单元 B	B1	B2	B3
电 流/A				
功能单元——额定电 流/ $I_n$	1 440 <sup>a</sup>	800	400	400
负载——额定分散系 数为 0.9 的电路组	1 440	720	360	360
<sup>a</sup> 当 RDF 为 0.9 时的提供给所连接功能单元的最小额定电流。				

表 E.3 额定分散系数为 0.9 的一组电路(图 E.1 中的子配电板)的负载实例

功能单元	D2	D2a	D2b	D2c	D2d
电 流/A					
功能单元——额定电流/ $I_n$	360 <sup>a</sup>	100	100	100	100
负载——额定分散系数为 0.9 的电路组	360	90	90	90	90
<sup>a</sup> 当 RDF 为 0.9 时的提供给所连接功能单元的最小额定电流。					

#### E.4 额定分散系数和断续工作制

电路中元件的耗散热量产生的焦耳损失与电流的实际有效值成比例。一个描述实际断续电流热效应的等效的有效值电流可以由下面给出的公式计算。假设断续工作制被确定,就可能得出热等效真实的有效值电流( $I_{rms}$ );因而,可得到一个给定的额定分散系数允许负载曲线图。应特别注意通电时间大于 30 min 的情况,因为小的器件在此时已经达到热平衡。



$$I_{rms} = \sqrt{\frac{I_1^2 \times t_1 + I_2^2 \times t_2 + I_3^2 \times t_3}{t_1 + t_2 + t_3}}$$

说明:

$t_1$ ——在电流为  $I_1$  时的起动时间;

$t_2$ ——在电流为  $I_2$  时的运行时间;

$t_3$ ——在电流为  $I_3=0$  时的间隔时间;

$t_1+t_2+t_3$ ——周期时间。

图 E.6 计算平均热效应实例

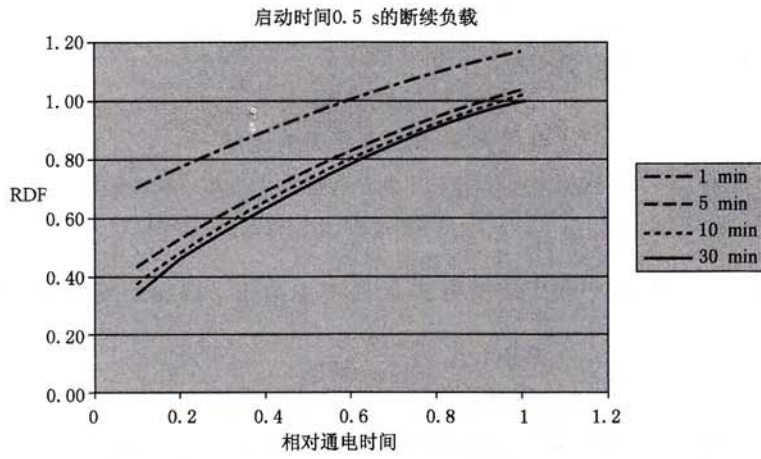


图 E.7 相同 RDF 与断续工作制, 在  $t_1=0.5\text{ s}$ ,  $I_1=7I_2$  不同周期时间的参数的关系图实例

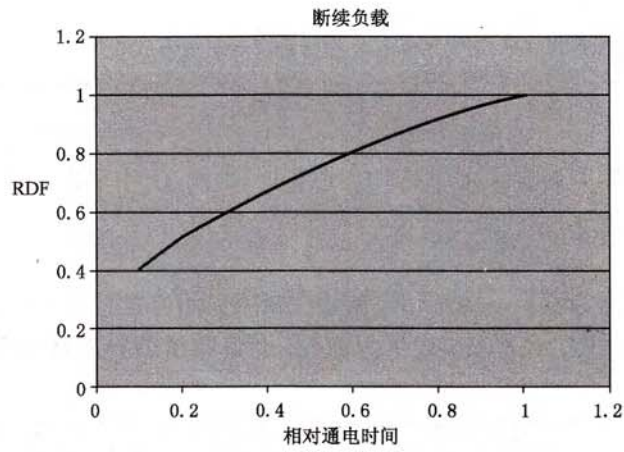


图 E.8 相同 RDF 与断续工作制, 在  $I_1=I_2$  (没有启动过电流) 时的参数关系图实例

**附录 F**  
(规范性附录)  
**电气间隙和爬电距离的测量**

**F.1 基本原则**

在图 F.1 的示例 1~示例 11 中规定的槽宽度  $X$  基本上适用于以污染等级为函数的所有实例,如表 F.1:

**表 F.1 槽宽度的最小值**

污染等级	槽宽度 $X$ 的最小值/mm
1	0.25
2	1.0
3	1.5
4	2.5

如果有关的电气间隙小于 3 mm, 凹槽最小宽度则可减小至该电气间隙的三分之一。

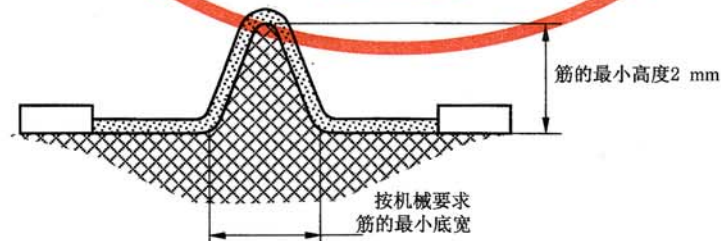
测量电气间隙和爬电距离的方法在图 F.1 的示例 1~示例 11 中示出。这些例子对间隙与槽之间, 或绝缘类型之间没有什么区别。

而且:

- 假定任意角被宽度为  $X$  mm 的绝缘连接件在最不利的位置下桥接(见图 F.1 的示例 3);
- 当横跨槽顶部的距离为  $X$  mm 或更大时, 应沿着凹槽的轮廓测量爬电距离(见图 F.1 的示例 2);
- 测量这些相对运动部件之间的电气间隙和爬电距离, 应当在这些部件处于最不利的位置时进行。

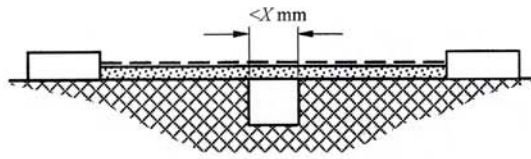
**F.2 筋的使用**

由于筋对污染物的影响以及它有较好的干燥效果, 因此可以明显的减少泄漏电流的形成。假如筋的最小高度为 2 mm, 爬电距离因而可以减小到要求值的 0.8 倍, 见图 F.1。



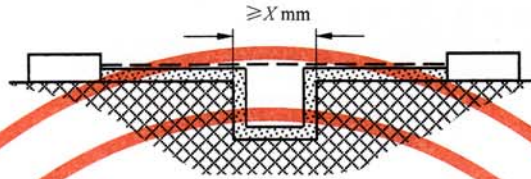
(a) 筋的测量: 示例

**图 F.1 筋的测量**



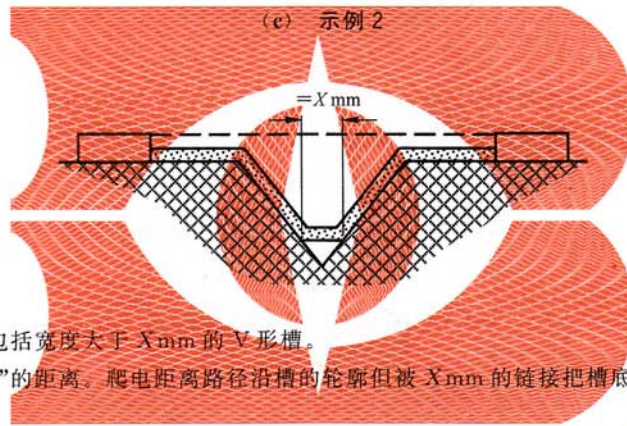
条件:该爬电距离路径包括宽度小于  $X \text{ mm}$ 、任意深度的平行边或收敛形边的槽。  
 规则:电气间隙和爬电距离如图所示,直接跨过槽进行测量。

(b) 示例 1



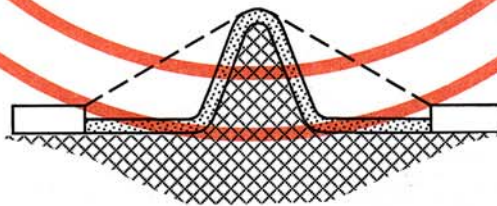
条件:此爬电距离路径包括任意深度且宽度等于或大于  $X \text{ mm}$  的平行边的槽。  
 规则:电气间隙是“虚线”的距离。爬电距离路径沿槽的轮廓测量。

(c) 示例 2



条件:此爬电距离路径包括宽度大于  $X \text{ mm}$  的 V 形槽。  
 规则:电气间隙是“虚线”的距离。爬电距离路径沿槽的轮廓但被  $X \text{ mm}$  的链接把槽底短路。

(d) 示例 3

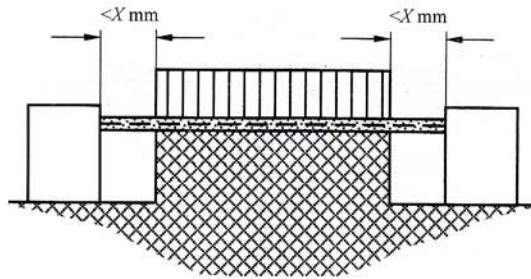


条件:爬电距离路径包括一条筋。  
 规则:电气间隙是通过筋顶的最短的空气路径。爬电距离沿着筋的轮廓。

(e) 示例 4

图 F.1 (续)

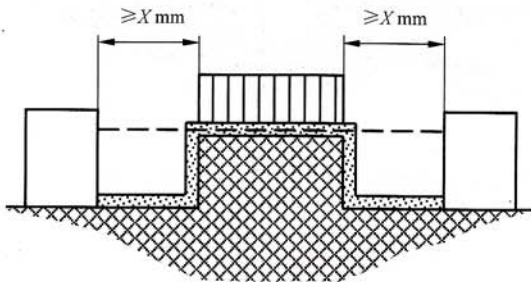




条件:爬电距离路径包括一条未浇合的接缝及每边宽度小于  $X \text{ mm}$  的槽。

规则:爬电距离和电气间隙路径如图所示的“虚线”距离。

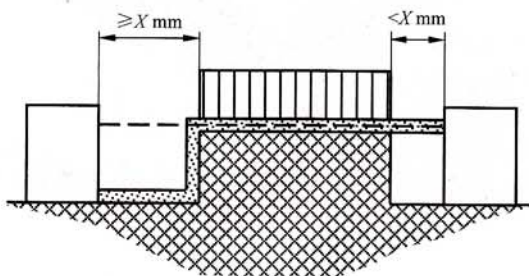
(f) 示例 5



条件:此爬电距离路径包括一条未浇合的接缝以及每边宽度等于或大于  $X \text{ mm}$  的槽。

规则:电气间隙为“虚线”距离。爬电距离路径沿槽的轮廓。

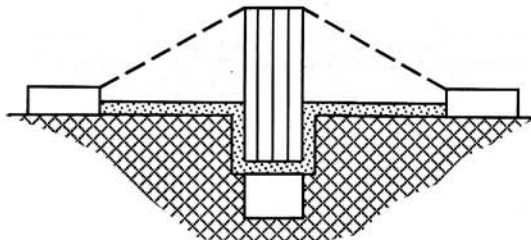
(g) 示例 6



条件:爬电距离路径包括一条未浇合的接缝以及一边宽度小于  $X \text{ mm}$ ,而另一边宽度等于或大于  $X \text{ mm}$  的槽构成。

规则:电气间隙和爬电距离路径如图所示。

(h) 示例 7

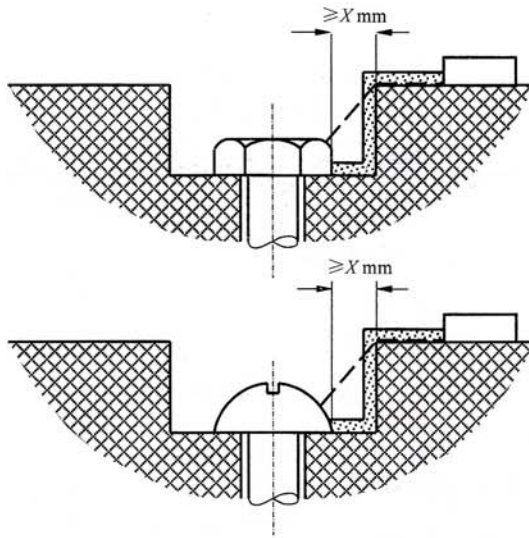


条件:爬电距离穿过一条未浇合的接缝,小于通过挡板顶部的爬电距离。

规则:电气间隙是通过挡板顶部的最短直接空气路径。

(i) 示例 8

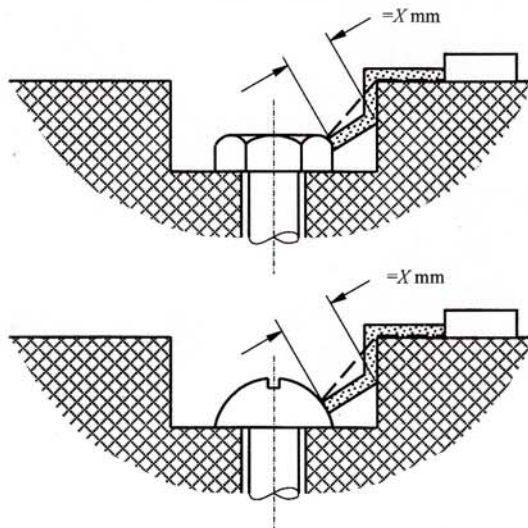
图 F.1 (续)



条件：应将螺钉头与凹壁之间足够宽的间隙考虑在内。

规则：电气间隙和爬电距离路径如图所示。

(j) 示例 9

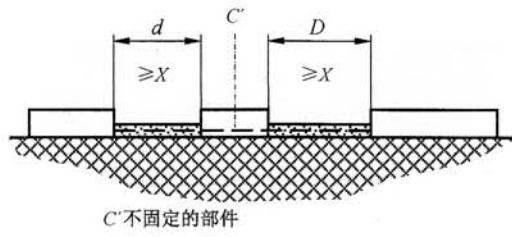


条件：螺钉头与凹壁之间的间隙过分窄小以至不必考虑。

规则：当距离等于  $X$  mm 时，测量爬电距离是从螺钉至槽壁。

(k) 示例 10

图 F.1 (续)



电气间隙为  $d+D$  的距离；  
爬电距离也为  $d+D$  的距离。

(D) 示例 11

说明：

----- 电气间隙

▨ 爬电距离

图 F.1 (续)



附录 G  
(规范性附录)

电源系统的标称电压与设备的额定冲击耐受电压的关系

本附录旨在给出有关在电气系统中或部分系统中的一条电路上使用的设备选择所需的信息。

表 G.1 提供了关于电源系统标称电压与相应的设备额定冲击耐受电压之间的关系实例。

表 G.1 给出的额定冲击耐受电压值是基于 GB/T 16935.1—2008 中 4.3.3。关于选择合适的过电压类别和过电压保护的标准的更多信息(如果需要),在 GB/T 16895.10—2010 中第 443 章中给出。

还应指出,可利用电源系统的运行状态,诸如存在合适的阻抗或电缆馈线,可以控制与表 G.1 的值相关的过电压值。

表 G.1 电源系统的标称电压与设备额定冲击耐受电压之间的相应关系

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(≤设备的额定绝缘电压) V				额定冲击耐受电压(1.2/50 μs)优先值 (海拔 2 000 m) kV			
	 交流有效值	 交流有效值	 交流有效值或直流	 交流有效值或直流	过电压类别			
					IV 电源进线点 (进线端) 水平	III 配电路 水平	II 负载(器 件,设备) 水平	I 特殊保护 水平
50	—	—	12.5, 24, 25, 30, 42, 48	—	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 H

(资料性附录)

铜导线的工作电流和功率损耗

表 H.1 提供了理想状态下,成套设备内导体的工作电流和功率损耗的指导性数值。确定这些值的计算方法可被用来计算其他工作环境下的数值。

表 H.1 允许导体温度 70°C 的单芯铜电缆的工作电流和功率损耗  
(成套设备内部环境温度 55°C)

导线布局							
		穿在电缆管道中的单芯电缆,挂在墙上水平走向,6根电缆(2个三相电路)有持续负载		单芯电缆,在空气中不接触或在一个有散热孔的桥架上。6根电缆(2个三相电路)有持续负载		单芯电缆水平间隔放置在空气中	
导体截面积	20°C时的导体电阻 $R_{20}^a$	最大工作电流 $I_{max}^b$	单位导体的功率损耗 $P_v$	最大工作电流 $I_{max}^c$	单位导体的功率损耗 $P_v$	最大工作电流 $I_{max}^d$	单位导体的功率损耗 $P_v$
mm <sup>2</sup>	mΩ/m	A	W/m	A	W/m	A	W/m
1.5	12.1	8	0.8	9	1.3	15	3.2
2.5	7.41	10	0.9	13	1.5	21	3.7
4	4.61	14	1.0	18	1.7	28	4.2
6	3.08	18	1.1	23	2.0	36	4.7
10	1.83	24	1.3	32	2.3	50	5.4
16	1.15	33	1.5	44	2.7	67	6.2
25	0.727	43	1.6	59	3.0	89	6.9
35	0.524	54	1.8	74	3.4	110	7.7
50	0.387	65	2.0	90	3.7	134	8.3
70	0.268	83	2.2	116	4.3	171	9.4
95	0.193	101	2.4	142	4.7	208	10.0
120	0.153	117	2.5	165	5.0	242	10.7
150	0.124			191	5.4	278	11.5
185	0.099 1			220	5.7	318	12.0
240	0.075 4			260	6.1	375	12.7

<sup>a</sup> GB/T 3956—2008 中的数值,表 2(多股绞线)。  
<sup>b</sup> 一条三相电路的电流承载能力  $I_{30}$ ,来自 IEC 60364-5-52:2009 中表 B.52.4,第 4 列(安装方法:表 B.52.3 中第 6 项)。 $k_2=0.8$ (表 B.52.17 第 1 项,2 条电路)。  
<sup>c</sup> 一条三相电路的电流承载能力  $I_{30}$ ,来自 IEC 60364-5-52:2009 中表 B. 52.10,第 5 列(安装方法:表 B. 52.1 中第 F 项)。截面积小于 25 mm<sup>2</sup> 依据 IEC 60364-5-52:2009 的附录 D 计算。 $k_2=0.88$ (表 B. 52.17 第 4 项,2 条电路)。  
<sup>d</sup> 一条三相电路的电流承载能力  $I_{30}$ ,来自 IEC 60364-5-52:2009 中表 B. 52.10,第 7 列(安装方法:表 B. 52.1 中第 G 项)。截面积小于 25 mm<sup>2</sup> 依据 IEC 60364-5-52:2009 的附录 D 计算( $k_2=1$ )。

$$I_{\max} = I_{30} \times k_1 \times k_2 \quad P_v = I_{\max}^2 \times R_{20} \times [1 + \alpha \times (T_c - 20 \text{ }^\circ\text{C})]$$

式中:

$k_1$  ——外壳内导体周围空气温度的降容系数(IEC 60364-5-52:2009 中表 B.52.14)

$k_1 = 0.61$  导体温度  $70 \text{ }^\circ\text{C}$ , 环境温度  $55 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

在其他空气温度时的  $k_1$  值, 见表 H.2。

$k_2$  ——多于一条电路组合的降容系数(IEC 60364-5-52:2009 中表 B. 52.17)。

$\alpha$  ——电阻温度系数,  $\alpha = 0.004\text{K}^{-1}$ 。

$T_c$  ——导体温度。

表 H.2 电缆在导体允许温度为  $70 \text{ }^\circ\text{C}$  时的降容系数  $k_1$

(引自 IEC 60364-5-52:2009 中表 B.52.14)

壳内导体周围空气温度/ $^\circ\text{C}$	降容系数 $k_1$
20	1.12
25	1.06
30	1.00
35	0.94
40	0.87
45	0.79
50	0.71
55	0.61
60	0.50

注:如果表 H.1 中的工作电流使用降容系数  $k_1$  转换成其他的空气温度, 则相应的功率损耗也必须用上面的公式重新计算。

附录 I  
(空)

**附录 J**  
(规范性附录)  
**电磁兼容性(EMC)**

**J.1 通则**

在本附录里条款的编号与标准正文相匹配。

**J.2 术语和定义**

下列术语和定义适用于本附录。

(见图 J.1)

**J.3.8.13.1****端口 port**

专用元器件与外部电磁环境之间的特殊界面。

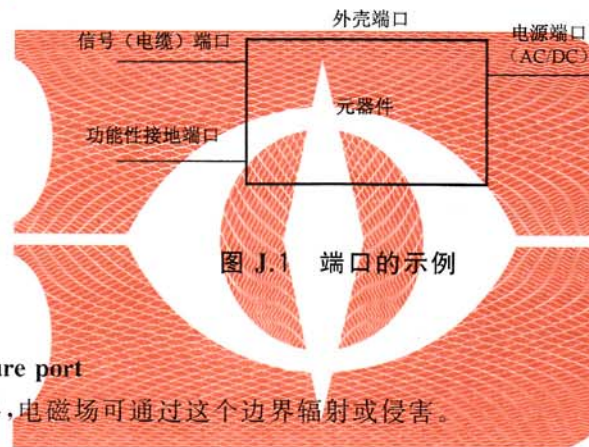


图 J.1 端口的示例

**J.3.8.13.2****外壳端口 enclosure port**

元器件的实际边界,电磁场可通过这个边界辐射或侵害。

**J.3.8.13.3****功能性接地端口 functional earth port**

该端口不同于信号、控制或电源端口,它用于提供除了电气安全目的以外的接地。

**J.3.8.13.4****信号端口 signal port**

该端口有连接元器件的导线或电缆用于传输数据的信息。

注:例如模拟量输入、输出和控制线;数据总线;通信网络等。

[IEC 61000-6-1:2005 的 3.4]

**J.3.8.13.5****电源端口 power port**

该端口有连接元器件的导线或电缆,用于提供一个或组合在一起的多个元器件运行时所需的主要电源。

**J.9.4 性能要求****J.9.4.1 通则**

对属于本部分范围的大多数成套设备,应考虑下面的两种环境条件:

- a) A 类环境;



b) B类环境。

A类环境:主要与高压或中压变压器供电电网有关,它用于为生产输送装置或类似装置供电,并且拟工作在工业场所或接近工业场所,如下所述。本部分同样适用于电池供电和拟在工业场所应用的设备。

环境为工业环境,包括户内和户外。

工业场所表现为以下一种或几种附加特征:

- 工业、科研和医疗(ISM)设备(IEC/CISPR 11中定义);
- 频繁切换的大感性或容性负载;
- 电流及其所产生的高磁场。

注1:A类环境涵盖在EMC通用标准IEC 61000-6-2和IEC 61000-6-4中。

B类环境:主要与低压公共主电网或连接到直流电源的设备有关,直流电源作为设备与低压公共主电网的接口。也适用于电池供电或由非公共、非工业、低压电源配电系统供电的设备。此设备应用场所如下所示。

环境涵盖居民区、商业区和轻工业区,包括户内和户外。如下列表,虽然不详尽,但表明了所涵盖的场所:

- 居民区,例如住宅、公寓;
- 零售店,例如商店、超市;
- 商业建筑,例如办公室、银行;
- 公共娱乐场所,例如,电影院、公共酒吧、舞厅;户外场所,例如加油站、停车场、娱乐和体育中心;
- 轻工业场所,例如车间、实验室、服务中心。

以通过低压公共主电网直接供电为特征的场所,认为是居民区、商业区和轻工业区。

注2:B类环境涵盖在EMC通用标准IEC 61000-6-1和IEC 61000-6-3中。

成套设备制造商应指出其成套设备所适合的环境类别,是A类环境和/或B类环境。

#### J.9.4.2 试验要求

包含了或多或少的器件和元件随机组合的成套设备,在多数情况下是一次性生产或组装。

如果满足下述条件,则不要求在最终的成套设备上进行EMC抗干扰或发射试验:

- a) 按J.9.4.1中规定的环境的EMC要求装入的器件和元件符合相关产品的标准或通用的EMC标准。
- b) 内部的安装及布线是按照器件和元件制造商的说明书进行的(关于互相影响、电缆、屏蔽和接地等方面的安排)。

其他情况按J.10.12的试验来验证EMC的要求。

#### J.9.4.3 抗干扰

##### J.9.4.3.1 不装有电子电路的成套设备

不装有电子电路的成套设备在正常使用条件下不易受电磁骚扰,因此不需要进行抗干扰试验。

##### J.9.4.3.2 装有电子电路的成套设备

安装在成套设备内的电子装置应符合相关产品标准或通用EMC标准的抗干扰要求,并按成套设备制造商的规定适用于指定的EMC环境中。

其他情况按J.10.12的试验来验证EMC的要求。

装置使用完全由无源部件(例如二极管、电阻器、压敏电阻、电容器、浪涌抑制器、电感)构成的电子

电路时,可以不进行 EMC 试验。

成套设备制造商应从器件和/或元件制造商那里获得已放入相关产品标准中的基于验收准则的产品特定性能标准。

#### J.9.4.4 发射

##### J.9.4.4.1 不装有电子电路的成套设备

不装有电子电路的成套设备只是在偶然的通断操作过程中,设备可能产生电磁骚扰。骚扰的持续时间为毫秒级。这种发射的频率、等级及后果被视为低压设备的正常电磁环境的一部分,因此可以认为满足了电磁发射的要求,不需要进行验证。

##### J.9.4.4.2 装有电子电路的成套设备

装在成套设备内的电子设备应符合相关产品标准或通用 EMC 标准的发射要求并适用于由成套设备制造商指定的 EMC 环境中。

装有电子电路的成套设备(例如,开关电源、包含有高频时钟的微处理器的电路)可能出现持续的电磁骚扰。

此类产品的发射要求不能超过相关产品标准规定的限值或 IEC 61000-6-4 中 A 类环境的要求和/或 IEC 61000-6-3 中 B 类环境的要求。试验按照相关产品标准进行,如果有,否则依据 J.10.12 进行。

#### J.10.12 EMC 试验

如果成套设备内的功能单元不满足 J.9.4.2 a)和 b)的要求,则适用下列试验项目:

应依据相关 EMC 标准进行发射和抗干扰试验;尽管如此,成套设备制造商应指定验证成套设备的性能标准的其他附加措施(如持续时间)。

##### J.10.12.1 抗干扰试验

###### J.10.12.1.1 不装有电子电路的成套设备

不需试验;见 J.9.4.3.1。

###### J.10.12.1.2 装有电子电路的成套设备

试验应依据相应的 A 类环境或 B 类环境。表 J.1 和/或表 J.2 给出了数值,除非相关产品标准和电子器件制造商认为有正当理由时给出了不同试验等级。

成套设备制造商规定的性能标准,需基于表 J.3 中的验收准则。

##### J.10.12.2 发射试验

###### J.10.12.2.1 不装有电子电路的成套设备

不需试验;见 J.9.4.4.1。

###### J.10.12.2.2 装有电子电路的成套设备

成套设备制造商应指定试验方法;见 J.9.4.4.2。

A 类环境的发射限值见 IEC 61000-6-4:2006 表 1。

B 类环境的发射限值见 IEC 61000-6-3:2006 表 1。

如果成套设备包含通信端口,则相关端口及环境的选择应依据 IEC/CISPR22 的发射要求。

表 J.1 A 类环境中对 EMC 抗扰度的试验  
(见 J.10.12.1)

试验项目	所要求的试验等级	验收准则 <sup>c</sup>
静电放电抗扰度试验 IEC 61000-4-2	±8 kV/空气放电或±4 kV/接触放电	B
射频电磁场辐射抗扰度试验 IEC 61000-4-3 80 MHz~1 GHz 和 1.4 GHz~2 GHz	在外壳端口 10 V/m	A
电快速瞬变/脉冲群抗扰度试验 GB/T 17626.4	电源端口±2 kV 信号端口包括辅助电路和功能接地±1 kV	B
1.2/50 μs 和 8/20 μs 浪涌抗扰度试验 GB/T 17626.5 <sup>a</sup>	电源端口(线对地)±2 kV 电源端口(线对线)±1 kV 信号端口(线对地)±1 kV	B
射频传导抗扰度试验 IEC 61000-4-6 150 kHz~80 MHz	电源端口,信号端口和功能接地 10 V	A
工频磁场抗扰度试验 IEC 61000-4-8	30 A/m <sup>b</sup> 在外壳端口	A
电压暂降和短时中断抗扰度试验 GB/T 17626.11 <sup>d</sup>	0.5 个周期下降 30% 5 和 50 个周期下降 60% 250 个周期下降大于 95%	B C C
电源谐波抗扰度试验 GB/T 17626.13	无要求	
<sup>a</sup> 对于额定电压小于或等于 24 VDC 的设备和/或输入/输出端口,无试验要求。 <sup>b</sup> 仅适用于成套设备中包含易受工频磁场影响的器件。 <sup>c</sup> 验收准则与环境无关,见表 J.3。 <sup>d</sup> 仅适用于电源输入端口。		

表 J.2 B 类环境中对 EMC 抗扰度的试验  
(见 J.10.12.1)

试验项目	所要求的试验等级	验收准则 <sup>c</sup>
静电放电抗扰度试验 IEC 61000-4-2	±8 kV/空气放电 或±4 kV/接触放电	B
射频电磁场辐射抗扰度试验 IEC 61000-4-3 80 MHz~1 GHz 和 1.4 GHz~2 GHz	外壳端口 3 V/m	A
电快速瞬变/脉冲群抗扰度试验 GB/T 17626.4	电源端口±1 kV 信号端口包括辅助电路和功能接地 ±0.5 kV	B

表 J.2 (续)

试验项目	所要求的试验等级	验收准则 <sup>c</sup>
1.2/50 $\mu$ s 和 8/20 $\mu$ s 浪涌抗扰度试验 GB/T 17626.5 <sup>a</sup>	$\pm 0.5$ kV(线对地)用于信号和电源端口,除主电源外,输入端口应用 $\pm 1$ kV(线对地) $\pm 0.5$ kV(线对线)	B
射频传导抗扰度试验 IEC 61000-4-6 150 kHz~80 MHz	电源端口、信号端口和功能接地 3 V	A
工频磁场抗扰度试验 IEC 61000-4-8	3 A/m <sup>b</sup> 在外壳端口	A
电压暂降和短时中断抗扰度试验 GB/T 17626.11 <sup>d</sup>	0.5 个周期下降 30% 5 个周期下降 60% 250 个周期下降大于 95%	B C C
电源谐波抗扰度试验 GB/T 17626.13	要求待制定	
<sup>a</sup> 对于额定电压小于或等于 24 V(DC)的设备和/或输入/输出端口,无试验要求。 <sup>b</sup> 仅适用于成套设备中包含易受工频磁场影响的器件。 <sup>c</sup> 验收准则与环境无关,见表 J.3。 <sup>d</sup> 仅适用于电源输入端口。		

表 J.3 电磁骚扰出现时的验收准则

项目	验收准则(试验期间性能准则)		
	A	B	C
一般性能	工作特性无明显变化 理想的运行	可自恢复的性能暂时降低或丧失	性能暂时降低或丧失,需要操作者干预或系统复位 <sup>a</sup>
电源电路和辅助电路的运行	无有缺点的运行	可自恢复的性能暂时降低或丧失 <sup>a</sup>	性能暂时降低或丧失,需要操作者干预或系统复位 <sup>a</sup>
显示和控制板的运行	目测显示信息无变化。 仅发光二极管有轻微的亮度变化或轻微的字符移动	短暂的可视变化或信息丢失。发光二极管非正常发光	停机或显示持久丢失。错误的信息和/或非法操作模式,它应被显示或应提供指示。 不能自行恢复
信息处理和检测功能	与外部设备的通信和数据交换未受影响	暂时的通信故障,可能造成内部和外部设备出错	错误的处理信息。 数据和/或信息丢失。 通信出错。 不能自行恢复
<sup>a</sup> 在产品标准中,应详细给出规定要求。			

附录 K  
(规范性附录)  
电气隔离保护

## K.1 通则

电气隔离是一种保护措施,包括:

- 通过被隔离电路中危险带电部分与外露可导电部分之间的基本绝缘而实现基本防护(对直接接触的防护);和
- 故障防护(对间接接触的防护),通过:
  - 被隔离电路与其他电路以及和地之间的简单隔离;
  - 隔离电路的不接地保护等电位联结的相互连接的裸露设备部件,此电路中有多个设备部件连接至隔离电路。

不允许外露可导电部分与保护导体或接地导体之间的故意连接。

## K.2 电气隔离

### K.2.1 一般要求

通过电气隔离的保护应确保符合 K.2.2~K.2.5 的所有要求。

### K.2.2 电源

电路应由一个能提供隔离的电源供电,也就是:

- 一个隔离变压器;或者
- 和上述隔离变压器具有相同安全等级的电源,例如具有可提供等效绝缘性能的绕组的发电机。

注:对特高试验电压耐受能力的检验,可用所需的绝缘等级的措施来确认。

选择移动式电源与供电系统连接时,应参照 K.3(第 II 类设备或等效绝缘)。

固定式电源应是:

- 选择符合 K.3 要求;或
- 采取满足 K.3 条件的绝缘确保输出与输入之间以及与外壳之间的隔离;如果电源是为设备中多个装置供电,则该设备的外露可导电部分不能与电源金属外壳相连。

### K.2.3 电源的选择和安装

#### K.2.3.1 电压

电气上被隔离电路的电压不应超过 500 V。

#### K.2.3.2 安装

##### K.2.3.2.1 被隔离电路中的带电部分不应连接到其他电路的任何点或与地相连。

为了避免对地故障风险,应特别注意这些部件与地之间的绝缘,尤其是软电缆和软线。

安装时应确保电气隔离不小于隔离变压器输入和输出之间的隔离。

注:应特别注意,电气设备中带电部分间需要电气隔离,比如继电器,接触器,辅助开关和另一电路的任何部件。

##### K.2.3.2.2 软电缆和软线,应能目测全长中易受机械损伤任何部分。

##### K.2.3.2.3 对于被隔离电路,有必要使用隔离的布线系统。如果在被隔离电路与其他电路中不可避免

地要使用相同的布线系统导体,则应使用不带金属护套的多芯电缆,或在绝缘导管、电缆管道或走线槽中使用绝缘导线。它们的额定电压应不低于可能产生的最高电压,并且每个电路都应有过流保护。

#### K.2.4 单一电器设备的供电

在对单一电器设备进行供电时,被隔离电路中外露可导电部分既不应与保护导体连接,也不应与其他电路的外露可导电部分连接。

注:如果被隔离电路中外露可导电部分容易有意或偶然地接触到其他电路的外露可导电部分,则电击防护不再仅仅依靠电气隔离的保护,还应对后者外露可导电部分采取保护措施。

#### K.2.5 多台电器设备的供电

如果在发生损坏和绝缘失效时采取预防措施对被隔离电路进行保护,那么符合 K.2.2 的电源可以用来为一个以上的设备供电,并应满足以下要求:

- a) 应用不接地的绝缘等电位联结导体将被隔离电路中的外露可导电部分连接在一起。这种导体不应与保护导体或其他电路的外露可导电部分连接,也不应连接到任何外接导电部分;

注:如果被隔离电路中外露可导电部分容易故意或偶然地接触到其他电路的外露可导电部分,则电击防护不再仅仅依靠电气隔离的保护,还应对后者外露可导电部分采取保护措施。

- b) 所有插座都应带有接触保护,它应连接到按 a) 所提供的等电位联结系统;

- c) 除为第 II 类设备供电外,所有软电缆都应包含一个保护导体,用来做为一个等电位联结导体;

当有两个故障影响到两个外露可导电部分,并且它们是由不同极性的导体供电时,那么应确保保护器件在符合表 K.1 规定的分断时间内切断电源。

表 K.1 TN 系统的最大分断时间

$U_0^*/V$	分断时间/s
120	0.8
230	0.4
277	0.4
400	0.2
>400	0.1

\* 基于 IEC 60038 的值。

对于 IEC 60038 中规定的在偏差带范围内的电压,分断时间适用于标称电压的情况。


对于中间电压值,应使用表 K.1 中下一档较高值。

#### K.3 第 II 类设备或等效绝缘

应利用以下类型的电气设备提供保护:

——带有双重或加强绝缘的电气设备(第 II 类设备);

——带有全绝缘的成套设备。见 8.4.3.3。

这些设备用符号“”标识。

注:这种措施是用来避免电气设备中由于基本绝缘的故障在可接近部件上出现危险电压。

附录 L  
(资料性附录)

北美地区电气间隙和爬电距离

表 L.1 空气中的最小电气间隙

额定工作电压/V	最小电气间隙/mm	
	相对相	相对地
(150)* 125 或以下	12.7	12.7
(151)* 126~250	19.1	12.7
251~600	25.4	25.4

\* 括号中的值用于墨西哥。

表 L.2 最小爬电距离

额定工作电压/V	最小爬电距离/mm	
	相对相	相对地
(150)* 125 或以下	19.1	12.7
(151)* 126~250	31.8	12.7
251~600	50.8	25.4

\* 括号中的值用于墨西哥。

注：这不是北美市场所有法规完整的和详细的列表。

**附录 M**  
**(资料性附录)**  
**北美温升限值**

北美所允许的温升限值(见表 M.1)是建立在所连接器件(连接线、电缆、断路器等)所允许温升的基础上的。为了保证整个电气系统能正常安全运行,必须考虑这些要求。这些要求源自国家电气规程, NFPA 70, 110.14 - C, “温度限制”。这篇文章的发表人为国家防火委员会、昆西、马萨诸塞州、美国。在墨西哥,这些要求由 NOM-001-SEDE 管理。

**表 M.1 北美温升限值**

成套设备的部件	温升值/K
非电镀母线	50
电镀母线	65
下述情况以外的端子	50
基于 75 °C 载流能力, 标有可使用 90 °C 导体的器件的端子	60
如果标有可使用 75 °C 导体, 额定电流 110 A 及以下的器件的端子	65



附录 N  
(规范性附录)

裸铜母排的工作电流和功率损耗

表 N.1 提供了成套设备内的导体在理想条件下(见 10.10.2.2.3、10.10.4.2.1 和 10.10.4.3.1)的工作电流和功率损耗值。此附录不适用于试验验证用的导体。

给出用以建立这些值的计算方法,以便在其他条件下进行值的计算。

表 N.1 矩形截面裸铜排的工作电流和功率损耗,水平走向,最大面垂直排列,频率 50 Hz~60 Hz  
(成套设备内的环境温度为 55 °C,导体温度为 70 °C)

母排规格 (高度×厚度)	裸铜母排 截面积	每相一根母排 			每相两根母排 (间距等于母排厚度) 		
		$k_3$	工作电流	单位相导体 功率损耗 $P_v$	$k_3$	工作电流	单位相导体的 功率损耗 $P_v$
mm×mm	mm <sup>2</sup>		A	W/m		A	W/m
12×2	23.5	1.00	70	4.5	1.01	118	6.4
15×2	29.5	1.00	83	5.0	1.01	138	7.0
15×3	44.5	1.01	105	5.4	1.02	183	8.3
20×2	39.5	1.01	105	6.1	1.01	172	8.1
20×3	59.5	1.01	133	6.4	1.02	226	9.4
20×5	99.1	1.02	178	7.0	1.04	325	11.9
20×10	199	1.03	278	8.5	1.07	536	16.6
25×5	124	1.02	213	8.0	1.05	381	13.2
30×5	149	1.03	246	9.0	1.06	437	14.5
30×10	299	1.05	372	10.4	1.11	689	18.9
40×5	199	1.03	313	10.9	1.07	543	17.0
40×10	399	1.07	465	12.4	1.15	839	21.7
50×5	249	1.04	379	12.9	1.09	646	19.6
50×10	499	1.08	554	14.2	1.18	982	24.4
60×5	299	1.05	447	15.0	1.10	748	22.0
60×10	599	1.10	640	16.1	1.21	1 118	27.1
80×5	399	1.07	575	19.0	1.13	943	27.0
80×10	799	1.13	806	19.7	1.27	1 372	32.0
100×5	499	1.10	702	23.3	1.17	1 125	31.8
100×10	999	1.17	969	23.5	1.33	1 612	37.1
120×10	1 200	1.21	1 131	27.6	1.41	1 859	43.5

$$P_v = \frac{I^2 \times k_3}{\kappa \times A} \times [1 + \alpha \times (T_c - 20 \text{ °C})]$$

式中:

$P_v$  ——每米的功率损耗;

$I$  ——工作电流;

$k_3$  ——电流位移系数;

- $\kappa$  ——铜的传导率,  $\kappa = 56 \frac{\text{m}}{\Omega \times \text{mm}^2}$ ;
- $A$  ——母排的截面积;
- $\alpha$  ——电阻的温度系数,  $\alpha = 0.004 \text{K}^{-1}$ ;
- $T_c$  ——导体温度。

成套设备内不同的环境空气温度和/或导体温度为  $90^\circ\text{C}$  时,工作电流可以通过表 N.1 中的数值乘以表 N.2 中的相应系数  $k_4$  来变换。功率损耗也应用上面给出的公式计算。

表 N.2 成套设备内不同空气温度和/或不同导体温度的系数  $k_4$

外壳内导体周围的空气温度/ $^\circ\text{C}$	系数 $k_4$	
	导体温度 $70^\circ\text{C}$	导体温度 $90^\circ\text{C}$
20	2.08	2.49
25	1.94	2.37
30	1.82	2.26
35	1.69	2.14
40	1.54	2.03
45	1.35	1.91
50	1.18	1.77
55	1.00	1.62
60	0.77	1.48

可以认为,根据成套设备的设计,可能出现完全不同的环境和导体温度,尤其在较大的工作电流时。在这些环境条件下,验证实际温升应该通过试验。功率损耗可以使用与用于表 N.2 相同的方法来计算。

注:在大电流条件下,附加的涡流损耗也许是重要的,但表 N.1 中的值并未考虑此种情况。

附录 O  
(资料性附录)  
温升试验指南

### O.1 通则

所有成套设备在使用中会产生热量。假定对于成套设备内的局部区域和成套设备的成套设备散热能力作为一个整体,当满载运行,产生超过总热量时,则会建立热平衡;温度将稳定在一个成套设备周围大气温度以上的温升。

温升验证的目的旨在确保温度稳定在一个值上,不会导致:

- a) 成套设备的严重磨损或老化;或
- b) 过度的热量传输到外部导体,则其连接的外部导体和任意设备的使用能力可能会受损害;或
- c) 成套设备附近的人员、操作员或动物在正常工作环境中被灼烧。

### O.2 温升极限

为温升验证选择合适的方法是制造商的责任(见图 O.1)。

标准中给出的所有温升限值,都假定成套设备被放置在日平均和峰值大气温度分别不超过 35 °C 和 40 °C 的环境中。

标准也假定成套设备内所有出线电路不会同时承载其额定电流。实际情况由“额定分散系数”定义。进线电路承载不超过其额定电流时,分散系数是在成套设备不出现过热时,出线电路任意组合可以持续并同时承载的各自的额定电流的比例。分散系数(计算负荷)通常作为一个整体定义成套设备,但制造商可以选择为电路组进行规定,例如柜架内的电路。

温升验证确认了两个准则:

- a) 安装在成套设备内的每种类型电路都可以承载其额定电流。这要考虑装在成套设备内电路的连接方式,但排除可能由邻近电路载流导致的任何热效应。
- b) 成套设备作为一个整体在进线电路承载其额定电流时应不会过热,承载进线电路最大电流时,出线电路的任意组合可以同时并持续承载其额定电流乘以成套设备额定分散系数。

确定成套设备内的温升限值是制造商的职责,他们需要以不超过成套设备内所使用材料的长期能力的工作温度为基础来确定。成套设备与外界间的接口,如电缆端子和操作手柄,本部分定义了温升限值(见表 6)。

在标准中定义的界限内,温升验证可以通过试验、计算或设计规则进行。允许使用标准中陈述的一种或组合的验证方法来验证成套设备的温升性能。在考虑成套设备的体积、结构、设计适应性、电流额定数据和尺寸的情况下,允许制造商为成套设备或成套设备的部件选择最适合的方法。

包含在标准设计一些所适应的典型应用中,很有可能使用一种以上的方法去涵盖成套设备设计的各种元件。

### O.3 试验

#### O.3.1 一般要求

为了避免不必要的试验,标准提供了如何选择类似功能单元组的指南。详细列出如何在待试验组

中选择关键的方案。随后设计规则应用于为其他电路设置额定数据,这些电路与已试验的关键方案具有“热相似性”。

标准中为试验验证提供了三种选择。

### O.3.2 方法 a)——整个成套设备的验证(10.10.2.3.5)

如果成套设备的几个或所有电路同时加载,则由于其他电路的热影响,相同的电路只能承载其额定电流乘以额定分散系数(见 5.4)。因此验证所有电路的额定电路需要为每个电路类型单独进行试验。为验证额定分散系数,需要进行所有电路同时加载的附加试验(见方法 b)和 c))。

为了避免大量的试验,10.10.2.3.5 中描述了在所有电路中仅做一个同时加载的验证方法。因为仅做一个试验,电路的额定电流和额定分散系数不可能分别被验证,所以假定分散系数为 1。这种情况下,负载电流等于额定电流。

这是对成套设备特殊布置的一种快速和保守地取得结果的方法。它在同一个试验中证明了出线电路和成套设备的额定数据。进线电路和母线承载其额定电流、同一组中一样多的出线电路分配以进线电流,它们安装在成套设备中时承载其各自的额定电流。对于大多数的电气装置来说,这并不是一个真实的状况,因为出线电路通常没有统一的分散系数。如果已试验的功能单元组不包括安装在成套设备中的每一个不同类型出线电路,应进行不同出线电路组的进一步的试验,直到每一种类型都有一台被试验。

此方法的试验要求的温升试验次数最少,但试验安排会更严酷并且结果对一定范围的成套设备也不适用。

### O.3.3 方法 b)——分别验证各功能单元和整个成套设备(10.10.2.3.6)

使用这种试验安排,出线电路的每个关键方案都单独试验以确认它的额定电流,随后进行成套设备整体试验,这时进线电路承载其额定电流,出线电路组分配进线电流,承载其额定电流乘以分散系数。待试验的组应包括安装在成套设备中的每个关键方案的一个出线电路。这种方法不适用时,应进行更多的组试验,直到出线电路的所有关键方案都被考虑到。

这种试验体制考虑了出线电路负载的分散系数,它适用于多数场合。然而,如方法 a),结果只适用于成套设备特殊布置。

### O.3.4 方法 c)——分别验证各功能单元以及主母线和配电母线还有整个成套设备(10.10.2.3.7)

此试验方法使模块化系统不需要试验每个可能的电路组合就可以进行温升验证。温升试验单独进行来证明以下的额定数据:

- a) 功能单元;
- b) 主母线;
- c) 配电母线;
- d) 整个成套设备。

为验证整个成套设备的性能,这些试验应在一个有代表性的成套设备上进行,它的进线电路承载其额定电流,出线电路承载其额定电流乘以分散系数。

此方法要求比方法 a)和 b)进行更多的试验,它的优势在于可以验证模块化系统而不是成套设备的特殊布置。

## O.4 计算

### O.4.1 一般要求

标准中包括两种通过计算进行温升性能验证的方法。

### O.4.2 额定电流不超过 630 A 的单隔室成套设备

一种非常简单的温升验证方法,要求确认成套设备内的元件和导体的总功率损耗不超过已知的外壳的功率消耗能力。此方法的范围很有限,为了在热点处没有问题,所有元件必须降低额定数据到它们自然通风时电流额定值的 80%。

### O.4.3 额定电流不超过 1600 A 的多隔室成套设备

依据带附加余量的 GB/T 24276 通过计算进行温升验证。本方法的范围限制到 1600 A,元件降低额定数据到它们自然通风时额定值的 80%或更小,并且所有水平隔板必须至少有 50%的开口面积。

## O.5 设计规则

环境定义清楚时,标准允许从已由试验验证的相似方案衍生出额定数据。例如,如果双层母线的电流额定值已由试验建立,当所有其他考虑都相同的情况下,分配给一个有相同宽度和厚度的单层母线试验值为 50%的额定数据是可以接受的。

此外,类似功能单元组内(所有器件必须具有同样的框架尺寸并且属于同一系列)所有电路的额定数据可以由组内关键方案的单独温升试验衍生出来。例如,试验一个标称 250 A 出线断路器且在成套设备内为其确定一个额定数据。则应假定考虑同样框架尺寸的断路器且满足其他特殊条件,通过计算验证同一外壳内的标称 160 A 断路器的额定数据。

最后,就温升而言,在不进行重测试时,允许使用其他系列或其他样式的相似器件替代器件,其温升有非常严格的设计规则。这此情况下,除了实际布置需要相同以外,当依据其本身产品标准进行试验时,替代器件的功率损耗和端子温升必须不能高于初始器件。

注:当考虑器件替换时,所有其他性能标准,特别是关于短路电流能力,依据标准,必须在成套设备验证前考虑和满足。

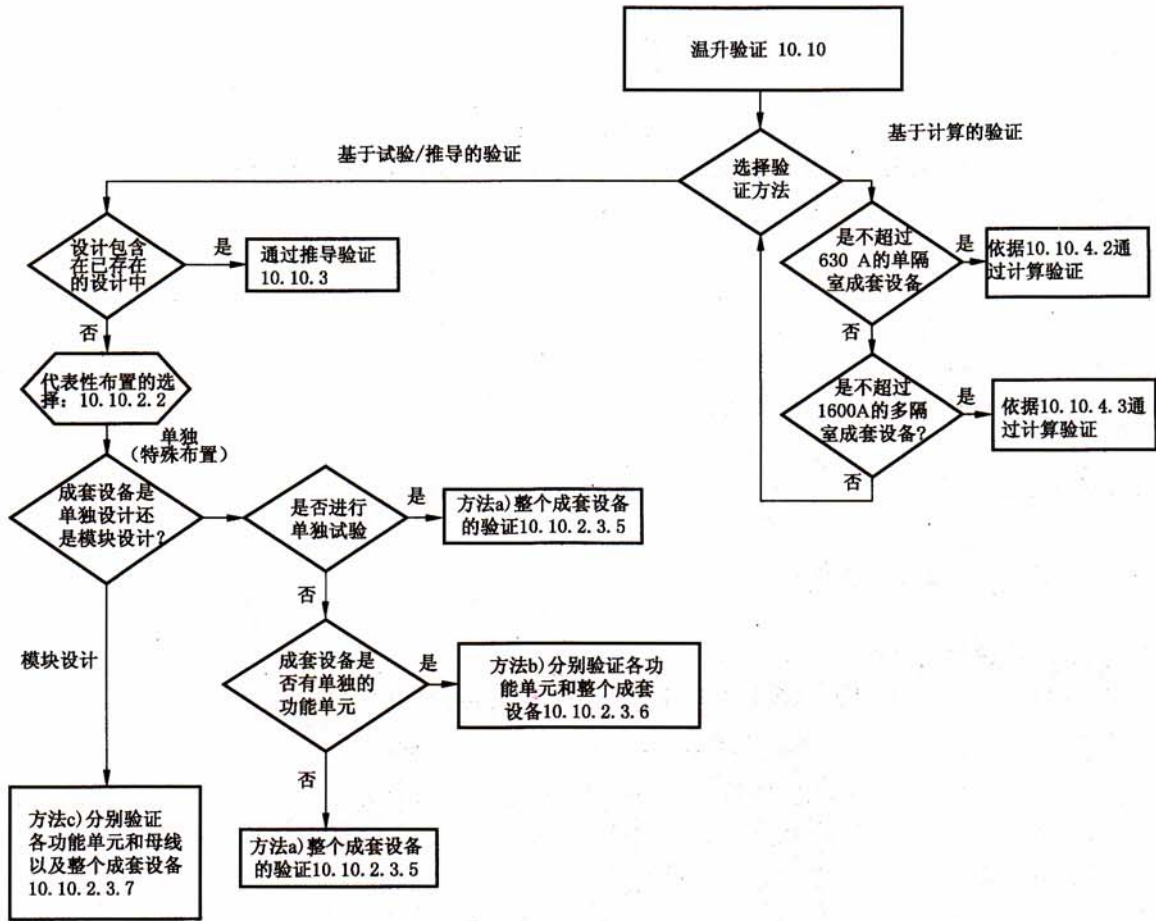


图 O.1 温升验证方法

附录 P  
(规范性附录)

通过计算与已试验的基准设计比较的母线结构短路耐受强度的验证

P.1 通则

本附录提供了通过待评估的成套设备与已由试验验证的成套设备相比较(见 10.11.5)的评估成套设备母线结构短路耐受强度的一种方法。

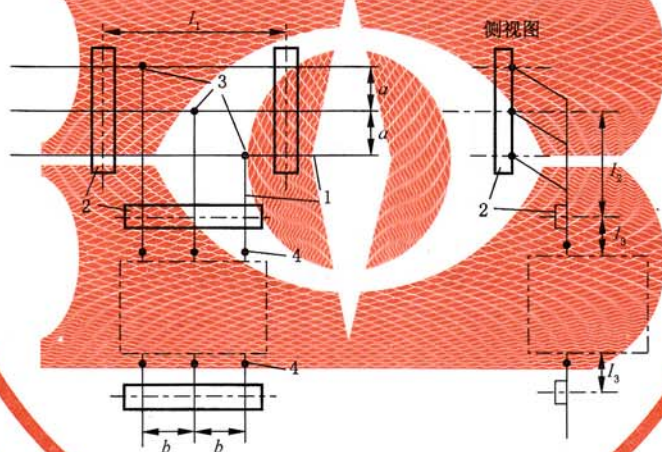
P.2 术语和定义

以下术语和定义适用于本附录。

P.2.1

已试验的母线结构(TS) tested busbar structure

布置和设备由图纸、部件清单和试验证书等文件给出的结构(图 P.1)。



说明:

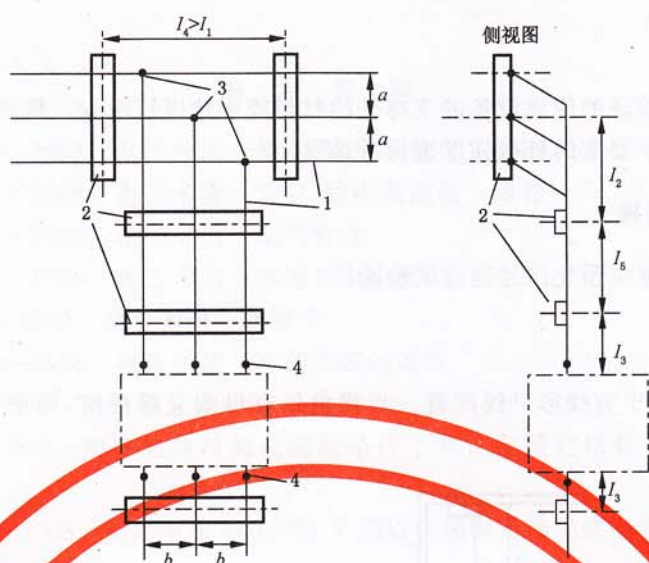
- 1——母线;
- 2——支撑件;
- 3——布线连接;
- 4——设备连接;
- $a, b, I$ ——距离。

图 P.1 已试验的母线结构(TS)

P.2.2

未试验的母线结构(NTS) non tested busbar structure

需要验证短路耐受强度的结构(图 P.2)。



说明:

- 1—母线;
- 2—支撑件;
- 3—布线连接;
- 4—设备连接;
- $a$ 、 $b$ 、 $I$ —距离。

图 P.2 未试验的母线结构(NTS)

### P.3 验证方法

一种衍生结构的短路耐受强度,例如一个 NTS,是从一个已试验的结构(TS)中,依据 IEC 60865-1 的规定对两种结构进行计算推导出来的。如果计算表明 NTS 所必须耐受的机械和热应力不高于已试验的结构,则认为 NTS 通过了短路耐受强度的验证。

### P.4 应用条件

#### P.4.1 通则

仅在符合下列条件下,当母线电气间隙、母线材料、母线截面积和母线配置等参数需要改变时,才能依据 IEC 60865-1 进行计算。

#### P.4.2 峰值短路电流

短路电流只可能变为更小的值。

#### P.4.3 热短路强度

NTS 的热短路强度应依据 IEC 60865-1 通过计算进行验证。NTS 计算出的温升不应高于 TS 的温升。



#### P.4.4 母线支撑件

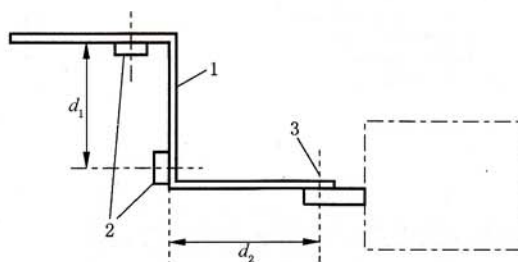
不允许对已由试验验证的成套设备的支撑件的材料或形状进行改变。然而,可以使用其他支撑件,但它们必须预先已经对所要求的机械强度进行过试验。

#### P.4.5 母线连接,设备连接

母线和设备连接类型应预先已经通过试验验证。

#### P.4.6 角形母线配置

IEC 60865-1 只适用于直线形母线配置。当拐角处有母线支撑件时,角形母线配置可看作直线形结构系列(见图 P.3)。



说明:

- 1——母线;
- 2——支撑件;
- 3——设备连接;
- $d$ ——支撑件间距。

图 P.3 拐角处有支撑件的角形母线配置

#### P.4.7 关于导体振颤的计算

为使已试验的结构(TS)的计算符合 IEC 60865-1 的规定,应使用下列系数  $V_\sigma$ ,  $V_{\sigma_s}$  和  $V_F$  值:

$$V_\sigma = V_{\sigma_s} = V_F = 1.0$$

式中:

- $V_\sigma$ ——动态与静态主导体应力的比值;
- $V_{\sigma_s}$ ——动态与静态子导体应力的比值;
- $V_F$ ——动态与静态支撑件上应力的比值。

对于 NTS,

$$V_\sigma = V_{\sigma_s} = 1.0 \text{ 并且}$$

$V_F$  是依据 IEC 60865-1 计算得出,但  $V_F < 1.0$  时则用  $V_F = 1.0$  替代。

## 参 考 文 献

- [1] GB/T 2900.50—2008 电工术语 发电、输电及配电 通用术语
- [2] GB/T 2900.57—2008 电工术语 发电、输电及配电 运行
- [3] GB/T 2900.71—2008 电工术语 电气装置
- [4] GB/T 2900.73—2008 电工术语 接地与电击防护
- [5] GB/T 2900.8—2009 电工术语 绝缘子
- [6] GB/T 2900.83—2008 电工术语 电的和磁的器件
- [7] GB/T 3956—2008 电缆的导体
- [8] GB/T 4207—2003 固体绝缘材料在潮湿条件下相比电痕化指数和耐电痕化指数的测定方法
- [9] GB/T 5023.4—2008 额定电压 450/750 V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆 第 4 部分:固定布线用护套电缆
- [10] GB 5226(所有部分) 机械安全 机械电气设备
- [11] GB 5226.1—2008 机械电气安全 机械电气设备 第 1 部分:通用技术条件
- [12] GB/T 7061—2003 船用低压成套开关设备和控制设备
- [13] GB/T 17045—2008 电击防护 装置和设备的通用部分
- [14] GB 17625.2—2007 电磁兼容 限值 对每相额定电流 $\leq 16$  A 且无条件接入的设备在公用低压供电系统中产生的电压变化、电压波动和闪烁的限制
- [15] GB/Z 17625.3—2000 电磁兼容 限值 对额定电流大于 16 A 的设备在低压供电系统中产生的电压波动和闪烁的限制
- [16] GB/T 24277—2009 评估部分型式试验成套设备(PTTA)短路耐受强度的一种方法
- [17] GB/Z 25842.1—2010 低压开关设备和控制设备 过电流保护电器 第 1 部分:短路额定应用
- [18] GB/Z 25842.2—2012 低压开关设备和控制设备 过电流保护电器 第 2 部分:过电流条件下的选择性
- [19] IEC 60038, IEC standard voltages
- [20] IEC 60050-441:1984, International Electrotechnical Vocabulary—Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses
- [21] IEC 60079 (all parts), Explosive atmospheres
- [22] IEC 60417-SN:2011, Graphical symbols for use on equipment
- [23] IEC 60502-1:2004, Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ( $U_m = 1.2$  kV) up to 30 kV ( $U_m = 36$  kV)—Part 1: Cables for rated voltages of 1 kV ( $U_m = 1.2$  kV) and 3 kV ( $U_m = 3.6$  kV)
- [24] IEC 60947 (all parts), Low-voltage switchgear and controlgear
- [25] IEC 61000-3-2:2005, Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 3-2: limits—Limits for harmonic current emissions(equipment input current $\leq 16$  A per phase)
- [26] IEC 61000-3-11, Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 3-11: Limits—Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems—Equipment with rated current 75 A and subject to conditional connection
- [27] IEC 61000-3-12, Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 3-12: Limits—Limits for harmonic currents produced by equipment connected to public low-voltage systems with input current

16 A and 75 A per phase

[28] IEC 61000-6-1, Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 6-1: Generic standards—Immunity for residential, commercial and light-industrial environments

[29] IEC 61000-6-2, Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 6-2: Generic standards—Immunity for industrial environments

[30] IEC 61000-6-3, Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 6-3: Generic standards—Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments

[31] IEC 61082 (all parts), Preparation of documents used in electrotechnology

[32] IEC 61241(all parts), Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust

[33] DIN 43671:1975, Copper busbars; design for continuous current

---



GB 7251.1-2013

版权专有 侵权必究

\*

书号:155066·1-48224

定价: 93.00 元