

ICS 29.120.60

K 31



中华人民共和国国家标准

GB7251.1-2005/IEC 60439-1:1999
代替 GB 7251.1-1997

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

Low-voltage switchgear and controlgear assemblies
Part 1: Type-tested and partially Type-tested assemblies

(IEC 60 439-1:1999, IDT)

2005-07-29 发布

2006-08-01 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

目 次

前言	III
1 总则	1
1.1 范围与目的	1
1.2 规范性引用文件	1
2 术语和定义	3
2.1 一般定义	3
2.2 成套设备结构单元	4
2.3 成套设备外形设计	5
2.4 成套设备结构部件	6
2.5 成套设备安装条件	7
2.6 电击的防护措施	7
2.7 成套设备内部通道	8
2.8 电气功能	8
2.9 绝缘配合	8
2.10 短路电流	10
3 成套设备的分类	10
4 成套设备的电气性能	10
4.1 额定电压	10
4.2 额定电流(I_n) (成套设备中一条电路的)	11
4.3 额定短时耐受电流(I_{cw}) (成套设备中一条电路的)	11
4.4 额定峰值耐受电流(I_{pk}) (成套设备中一条电路的)	11
4.5 额定限制短路电流(I_{cc}) (成套设备中一条电路的)	11
4.6 额定熔断短路电流(I_{cf}) (成套设备中一条电路的)	11
4.7 额定分散系数	12
4.8 额定频率	12
5 提供成套设备的资料	12
5.1 铭牌	12
5.2 标志	13
5.3 安装、操作和维修说明书	13
6 使用条件	13
6.1 正常使用条件	13
6.2 特殊使用条件	16
6.3 运输、贮存和安置条件	14
7 设计和结构	14
7.1 机械设计	15
7.2 外壳及防护等级	17
7.3 温升	18

7.4	电击防护	18
7.5	短路保护与短路耐受强度	24
7.6	成套设备内装的开关器件和元件	27
7.7	用挡板或隔板实现成套设备内部的隔离	30
7.8	成套设备内的电气连接:母线与绝缘导线	31
7.9	对电子设备供电电路的要求	31
7.10	电磁兼容性(EMC)	32
7.11	功能单元电气连接形式的说明	33
8	试验规范	34
8.1	试验分类	34
8.2	型式试验	34
8.3	出厂试验	45
附录 A(规范性附录)	适合连接用铜导线的最小和最大截面积	50
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	50
附录 C(资料性附录)	成套设备的典型实例	52
附录 D(资料性附录)	内部隔离形式	59
附录 E(资料性附录)	制造厂与用户之间的协议项目	62
附录 F(规范性附录)	电气间隙和爬电距离的测量	62
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	65
	参考文献	67

前 言

本部分的第5章、第7章、第8章、附录A、附录B、附录F、附录G为强制性的，其余为推荐性的。

GB 7251《低压成套开关设备和控制设备》分为如下几个部分：

- 第1部分：型式试验和部分型式试验成套设备；
- 第2部分：对母线干线系统(母线槽)的特殊要求；
- 第3部分：对非专业人员可进入场地的低压成套开关设备和控制设备—配电板的特殊要求；
- 第4部分：对建筑工地用成套设备的特殊要求；
- 第5部分：对户外公共场所的成套设备——动力配电网用电缆分线箱的特殊要求。

本部分为GB 7251的第一部分，等同采用IEC 60439-1:1999《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》(英文版)

按照GB/T1.1—2000和20000.2的规定部分做了如下编辑性修改：

- a) “本标准”改为“本部分”；
- b) 用数点“.”取代作为小数点的“，”；
- c) 删除国际标准的前言；
- d) 将表3中的“ $S \leq 800$ ”和表11中的“ $U_i \leq 60$ ”分别改为：“ $800 < S$ ”、“ $60 < U_i$ ”。

本部分是对GB 7251.1—1997《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》的修订。

本部分与GB 7251.1—1997相比，除在文字上有部分改动外，涉及到的主要技术差异如下：

- a) 5.1条将原来的c)~q)项内容要在铭牌上或技术文件中给出改为c)~t)项内容；
- b) 在7.4.2.2.3b)中增加了下述内容：“在TN-C系统中，PEN导体不应分离或断开，TN-S系统中，中性导体不必分离或断开。(见IEC 60364-4-46)”
- c) 在7.4.3.1.7a)和表3中增加了对(PEN)保护导体的要求；
- d) 7.10对电磁兼容性提出了具体要求；
- e) 8.2.2.4介电试验由“1 min”改为“5 s”；
- f) 8.2.3.1.2“分断电流不超过15kA”改为“截断电流不超过17kA”；
- g) 8.2.4.1明确规定在验证保护导体连续性时，进线保护导体和其相关的裸导电部件之间的电阻不应超过 0.1Ω 。

本部分的附录A、附录B、附录F、和附录G为规范性附录，附录C、附录D和附录E则为资料性附录。

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归口。

本部分主要起草单位：天津电气传动设计研究所、成都通力集团股份声限公司、湖南科通电气设备制造有限公司、锦州新生开关责任有限公司、北京二开万博特电气有限公司、北京敬业电工集团、上海拓中(集团)有限公司、义乌市八方电力设备制造有限公司、慈溪市奇乐低压电器厂、江西江特电力集团有限公司、天津久安集团有限公司、无锡威勒电气设备有限公司。

本部分主要起草人：项雅丽、王春娟、罗重、欧惠安、周继聰、朱大科、李文艳、黄林、高斌、仲继江、骆凌俊、江国庆、卢顺民、王守权、徐刚。

本部分所替代标准的历次版本发布情况为：GB 7251-1987,GB 7251-1997

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

1 总则

1.1 范围与目的

本部分适用于在额定电压为交流不超过 1000V，频率不超过 1000Hz，直流不超过 1500V 的低压成套开关设备和控制设备，包括型式试验的成套设备（TTA）和部分型式试验的成套设备（PTTA）。

本部分也适用于频率更高的装有控制及功率器件的成套设备。在这种情况下应采用相应的附加要求。

本部分适用于带外壳或不带外壳的固定式或移动式成套设备。

注：对于某些专门类型的成套设备的特殊要求，在补充的 IEC 标准中给出。

本部分适用于在使用中与发电、输电、配电和电能转换的设备以及控制电能消耗的设备配套使用的成套设备。

本部分同时适用于那些为特殊使用条件而设计的成套设备，如船舶、机车车辆、机床、起重机械使用的成套设备或在易爆环境中使用的成套设备及民用即非专业人员使用的设备等，只要它们符合有关的规定要求。

本部分不适用于单独的元器件及自成一体的组件，诸如电机起动器、刀熔开关、电子设备等，以上设备应符合它们各自的相关标准。

本部分的目的是为低压成套开关设备和控制设备规定定义，并阐明其使用条件、结构要求、技术性能和试验。

1.2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB 7251 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本部分，然而，鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本的适用于本部分。

GB/T 2900.8—1995 电工术语 绝缘子(idt IEC 60050(471):1984)

GB/T 2900.18—1992 电工术语 低压电器(idt IEC 60050(441):1984)

GB/T 2900.57—2002 电工术语 发电、输电及配电——运行(IP 代码) (idt IEC 60050(604):1987)

GB/T 4026—1992 电气设备接线端子和特定导线线端的识别及应用字母数字系统的通则 (idt IEC 60445:1988)

GB 5013.3—1997 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(idt IEC 60245-4:1994)

GB 5013.4—1997 额定电压 450/750V 及以下橡皮绝缘电缆 第 4 部分 软线和软电缆 (idt IEC 60245-4:1994)

GB 5023.3—1997 额定电压 450/750V 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 (idt IEC 60227-3:1993)

GB 5023.4—1997 额定电压 450/750V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆 第 4 部分：固定布线用护套电缆 (idt IEC 60227-4:1992)

GB 7947—1997 导体的颜色或数字标识 (idt IEC 60446:1989)

GB 7251.1—2005/IEC 60439-1:1999

GB/T 13539.1—2002 低压熔断器 第1部分:基本要求(IEC 60269.1:1998, IDT)

GB/T 14048.3—2002 低压开关设备和控制设备 第3部分:开关、隔离器、隔离开关及熔断器组合电器(idt IEC 60947-3:1999)

GB 16895.3—2004 建筑物电器装置 第5-54部分:电器设备的选择和安装 接地配置、保护导体和保护联结导体(IEC 60364-5-54: 2002, IDT)-4:1990)

GB/T 16935.1—1997 低压系统内设备的绝缘配合 第一部分:原理要求和试验(idt IEC 60664-1:1992)

GB/T 17626.2—1998 电磁兼容 试验和测量技术 抗扰度试验总论(idt IEC 61000-4-2:1995)

GB/T 17626.3—1998 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验(idt IEC 61000-4-3:1995)

GB/T 17626.4—1998 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验(idt IEC 61000-4-4:1995)

GB/T 17626.5—1999 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验(idt IEC 61000-4-5:1995)
IEC 60038:1983 IEC 标准电压

IEC 60050(826):1982 国际电工词汇(IEV)-第826章:建筑物电器装置

IEC 60060 高电压试验技术

IEC 60071-1:1976 绝缘配合 第1部分:术语、定义、原则及规则

IEC 60073:1996 指示器和操作装置的颜色编码及其补充意义

IEC 60099-1:1991 避雷器 第1部分:用于交流系统的阀式避雷器

IEC 60112:1979 固体绝缘材料在潮湿条件下的相对起痕指数和耐起痕指数的测定方法

IEC 60146-2:1974 半导体变流器 第2部分:半导体自换相变流器

IEC 60158-2:1982 低压控制设备 第2部分:半导体接触器(固态接触器)

IEC 60364-3:1993 建筑物电气装置 第3部分:一般性能的估计

IEC 60364-4-41:1992 建筑物电气装置 第4部分:安全保护 第41章:电击防护

IEC 60364-4-443:1995 建筑物电气装置 第4部分:安全保护 第44章:过电压保护 第443节:来源于大气或由于开关操作引起的过电压保护的电击防护措施的选择(在草拟中)

IEC 60364-4-46:1981 建筑物的电气装置 第4部分:安全保护 第46章:隔离和开关

IEC 60417(所有部分) 用于设备形符号 单页资料的汇编、一览表和索引

IEC 60447:1993 人-机界面(MMI)动作规则

IEC 60502:1994 额定电压 1kV~30kV 的挤包绝缘电力电缆

IEC 60529:1989 外壳防护等级(IP代码)(GB 4028—1993eqv IEC 60529:1989)

IEC 60750:1983 电气技术中的项目代号(GB 5094—1985 eqv IEC 60750:1983)

IEC 60865(所有部分) 短路电流的计算.

IEC 60890:1987 用于低压开关设备和控制设备部分型式试验的成套设备(PTTA)的一种温升外推法

IEC 60947-1:1999 低压开关设备和控制设备 第1部分:总则(GB/T 14048.1—2000 eqv IEC 60947-1:1999)

IEC 60947-4-1:1990 低压开关设备和控制设备低压电式接触器和电动机起动(GB/T14048.4—1993 eqv IEC 60947-4-1:1990)

IEC 61117:1992 部分型式试验成套开关设备短路耐受的评估方法(PTTA)

CISPR 11:1990 工业、科技和医药(ISM)射频装置的电磁干扰特性的测量范围

2 术语和定义

本部分采用下列定义。

注：本章中的某些定义是从 IEC 50(IEV)或其他 IEC 出版物中引用的，或原样引用或经过修改。

2.1

一般定义 general

2.1.1

低压成套开关设备和控制设备（以下简称为“成套设备”） low-voltage switchgear and controlgear assembly (ASSEMBLY)

由一个或多个低压开关设备和与之相关的控制、测量、信号、保护、调节等设备，由制造厂家负责完成所有内部的电气和机械的连接，用结构部件完整地组装在一起的一种组合体（见 2.4）。

注 1. 在本部分中，简称的“成套设备”意指低压成套开关设备和控制设备。

注 2. 成套设备中的元件可以是机电的或电子的。

注 3. 由于多种原因，例如运输或生产方面的原因，成套设备的某些工序可以在制造厂以外的地方进行。

2.1.1.1

型式试验的低压成套开关设备和控制设备 (TTA) type-tested low-voltage switchgear and controlgear assembly (TTA)

符合一种确认的型号或系列的低压成套开关设备和控制设备，它与按照本部分验证过的成套设备相比，不存在可能会影响性能的差异。

注 1. 在本部分中，用“TTA”来表示通过型式试验的低压成套开关设备和控制设备。

注 2. 由于多种原因，例如运输或生产上的原因，成套设备的某些工序可以在制造厂以外的地方完成。只要这些成套设备是按照制造厂的规定完成的，而这些规定确实保证已定型的类型或系列成套设备符合本标准，其中包括出厂试验，这样的成套设备可视为通过型式试验的成套设备。

2.1.1.2

部分型式试验的低压成套开关设备和控制设备 partially type-tested low-voltage switchgear and controlgear assembly (PTTA)

一种低压成套开关设备和控制设备，它既包含通过型式试验的设备，也包括未经型式试验的设备，而后者是从符合有关试验的通过型式试验的设备派生（例如通过计算）出来的（见表 7）

注：在本部分中，用 PTTA 来表示通过部分型式试验的低压成套开关设备和控制设备。

2.1.2

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件。[GB/T 2900.18—1992]

2.1.3

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

在成套设备中，（除主电路以外的）用于控制、测量、信号、调节、处理数据等电路上的所有导电部件。[GB/T 2900.18—1992]

注：成套设备的辅助电路包括开关电器的控制电路与辅助电路。

2.1.4

母线 busbar

一种可与几条电路分别连接的低阻抗导体。

注：母线这个术语与导体的几何形状、尺寸、截面积无关。

2.1.4.1

主母线 main busbar

连接一条或几条配电母线和（或）进线和出线单元的母线。

2.1.4.2

配电母线 distribution busbar

柜架单元内的一条母线，它连接在主母线上，并由它向出线单元供电。

2.1.5

功能单元 functional unit

它是成套设备的一个部分，由完成同一功能的所有电气设备和机械部件组成。

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

2.1.6

进线单元 incoming unit

通过它把电能馈送到“成套设备”中去的一种功能单元。

2.1.7

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。

2.1.8

功能组 functional group

为完成某些运行功能而在电气上相互连接的几个功能单元的组合。

2.1.9

试验状态 test situation

成套设备或其部件在其主电路已断开（但不需形成隔离），而与其相关的辅助电路已接通，并允许对其内部的器件进行操作试验时的一种状态。

2.1.10

分离状态 disconnected situation

相关的主电路和连带的辅助电路被分离（隔离）的成套设备或其一部分的一种位置。

2.1.11

连接状态 connected situation

相关的主电路和连带的辅助电路为其正常功能连接好的成套设备或其一部分的一种位置。

2.2

成套设备结构单元

2.2.1

柜架单元（见图 C4） section

成套设备中两个相邻的垂直分界面之间的结构部件。

2.2.2

框架单元 sub-section

柜架单元内的两个相邻的水平分界面之间的结构部件。

2.2.3

隔室 compartment

除非进行内部接线、调整或通风时才需打开外，通常总是封闭着的一种柜架单元或框架单元。

2.2.4

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。

2.2.5

固定式部件（见图 C9） 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（见 7.6.3）。

2.2.6

可移式部件 removable part

即使在与其连接的电路可能带电的情况下，也可从成套设备中完整地取出和放回的一种部件。

2.2.7

抽出式部件（见图 c10） withdrawable part

可以从连接位置移动到分离位置和试验位置同时应保持与成套设备的机械连接的可移式部件。

注：此隔离距离可以仅与主电路有关，或与主电路及辅助电路都有关（见 2.2.11），亦见表 7。

2.2.8

连接位置 connected position

可移式部件或抽出式部件为保证其正常的设计功能而处于完好的连接状态的一种位置。

2.2.9

试验位置 test position

抽出式部件的一种位置，在此位置上，有关的主电路已与电源断开但没有必要完全形成隔离距离，而辅助电路已连接好，允许对抽出式部件进行运行试验，此时该部件仍与成套设备保持机械上的连接。

注：不利用抽出式部件的任何机械运动，而利用操作适当部件亦可实现主电开路。

2.2.10

分离位置 disconnected position**隔离位置 isolated position**

抽出式部件的一种位置，在该位置时，主电路和辅助电路的隔离距离已达到要求（见 7.1.2.2），而抽出式部件与成套设备仍保持机械连接。

注：此隔离距离亦可以靠操作适当的部件来达到，而不是靠抽出式部件的任何机械运动。

2.2.11

移出位置 removed position

可移式部件或抽出式部件移至成套设备外部，并与成套设备在机械上和电气上均脱离的一种位置。

2.2.12

功能单元的电气连接 electrical connections of functional units

2.2.12.1

固定连接 fixed connection

利用工具进行连接或分离的一种连接。

2.2.12.2

可分离连接 disconnectable connection

利用手操作而不需要工具进行连接或分离的一种连接。

2.2.12.3

可抽出式连接 withdrawable connection

利用功能单元实现连接或分离状态的一种连接。

2.3

成套设备外形设计 external design of ASSEMBLIES

2.3.1

开启式成套设备（见图 C1） 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，此电气设备的带电部件易被触及。

2.3.2

固定面板式成套设备（见图 C2） dead-front ASSEMBLY

带有前护板的开启式成套设备，该前护板正面的防护等级至少为 IP2X，而其他面仍易触及带电

部件。

2.3.3

封闭式成套设备 enclosed ASSEMBLY

(除安装面外)所有表面都封闭的成套设备,整个设备的防护等级不低于 IP2X。

2.3.3.1

柜式成套设备(见图 C3) cubicle-type ASSEMBLY

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

2.3.3.2

柜组式成套设备(见图 C4) 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。

2.3.3.3

台式成套设备(见图 C5) desk-type ASSEMBLY

带有水平或倾斜面板,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。

2.3.3.4

箱式成套设备 box-type ASSEMBLY

通常是指安装在垂直面上的一种封闭式成套设备。

2.3.3.5

箱组式成套设备(见图 C6) 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架,可通过两个相邻的箱式成套设备的邻接面的孔进行电气连接。

2.3.4

母线干线系统(母线槽)(见图 C7) busbar trunking system (busway)

导线系统形式的通过型式试验的成套设备,该导线系统由母线构成,这些母线在走线槽或类似的壳体中,并由绝缘材料支撑或隔开。[GB/T 2900.18—1992]

该成套设备包括以下单元:

- 带分接装置或不带分接装置的母线干线单元;
- 换相单元、膨胀单元、弯曲单元、馈电单元和变容单元;
- 分接单元。

2.4

成套设备结构部件 structural parts of ASSEMBLIES

2.4.1

支撑结构(见图 C1) supporting structure

是成套设备的组成部分,用来支撑成套设备中的各种元件和外壳(如有外壳的话)。

2.4.2

安装结构(见图 C8) mounting structure

用来支撑封闭式成套设备的一种结构部件,但是它不作为成套设备的组成部分。

2.4.3

安装板^{*}(见图 C9) mounting panel

用于支撑各种元件并且适合于在成套设备中安装的板。

2.4.4 安装框架^{*}(见图 C9) mounting frame

用于支撑各种元件并且适合于在成套设备中安装的一种框架。

* 如果这些结构部件同电器元件结合在一起,它们本身就可构成独立的成套设备

2.4.5

外壳 enclosure

外壳是保护设备免受某些外部因素影响，并使设备在各个方向不被直接接触及的一种部件，其防护等级至少为 IP2X。

2.4.6

覆板 cover

成套设备外壳上的一种部件。

2.4.7

门 door

一种带铰链的或可滑动的覆板。

2.4.8

可移式覆板 removable cover

用来遮盖外壳上的开口的一种覆板，当进行某些操作或检修时，可将其移开。

2.4.9

盖板 cover plate

通常是指箱式成套设备上（见 2.3.3.4）的一种部件，用它来遮盖外壳上的开口。用螺钉或类似方法将其固定，设备投入运行后一般不再拆卸。

注：此盖板上可配备电缆入口。

2.4.10

隔板 partition

用来将一个隔室与其他隔室隔开的一种部件。

2.4.11

挡板 barrier

对来自入口处（防护等级至少为 IP2X）各个方向的直接接触和来自开关器件以及类似器件（如有的话）的电弧进行防护的一种部件。

2.4.12

屏障 obstacle

用来防止无意识的直接接触，但不能防止有意的行动的一种部件。

2.4.13

活动挡板 shutter

可以在下述两种位置移动的部件：

——它移动到这一位置时，允许可移式或抽出式部件的动触点和静触点接合。

——它移动到另一个位置时，作为覆板和隔板，从而将静触点屏蔽起来。[修改过的 IEC 441-13-07]

2.4.14

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中。

注：电缆入口同时可以兼作电缆封装接头。

2.4.15

备用空间 spare spaces

2.4.15.1

自由空间 free space

柜架单元中空的部分。

2.4.15.2

无装配的空间 unequipped space

柜架单元中仅连接母线的部分。

2.4.15.3

部分装配的空间 partially equipped space

柜架单元中功能单元以外空间全部被安装。被安装的功能单元根据它的模数尺寸确定。

2.4.15.4

全部装配的空间 fully equipped space

柜架单元中全部安装了功能单元，但这些功能单元为不指定用途的备用单元。

2.4.16

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件。

2.4.17

插入式连锁

一种防止可移式或抽出式部件插入非用于上述部件的固定区域的装置。

2.5

成套设备安装条件 conditions of installation of ASSEMBLIES

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

满足本标准 6.1 中所规定的户内正常使用条件的成套设备。

2.5.2

户外式成套设备 ASSEMBLY for outdoor installation

满足本标准 6.1 中所规定的户外正常使用条件的成套设备。

2.5.3

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，并在此位置上使用。

2.5.4

可移式成套设备 movable ASSEMBLY

能够容易地从使用地点移动到另一个使用地点的成套设备。

2.6

电击的防护措施 protective measures with regard to electric shock

2.6.1

带电部件 live part

在正常使用中用以通电的导体或导电部件，包括中性导体，但不包括中性保护导体（PEN 导体）。

注：此词条不一定包含有触电危险的意思。

2.6.2

裸露导电部件 exposed conductive part

电气设备的一种可触及的导电部件，它通常不带电，但在故障情况下可能带电[修改过的 IEC 826-03-02]

2.6.3

保护导体（PE） protective conductor (PE)

为防止发生电击危险而与下列部件进行电气连接的一种导体：

——裸露导电部件；

- 外部导电部件；
- 主接地端子；
- 接地电极；
- 电源的接地点或人为的中性接点。

2.6.4

中性导体 (N) neutral conductor (N)

与系统的中性点连接，并能够传输电能的一种导体。

2.6.5

中性保护导体 (PEN) PEN conductor

一种同时具有中性导体和保护导体功能的接地导体。[修改过的 IEC 826-04-06]

2.6.6

故障电流 fault current

由于绝缘破坏或短路而产生的电流。

2.6.7

接地故障电流 earth fault current

流入接地点的故障电流。

2.6.8

对直接接触的防护 protection against direct contact

防止人体与带电部件产生危险接触的一种防护。

2.6.9

对间接接触的防护 protection against indirect contact

防止人体与裸露导电部件产生危险接触的一种防护。

2.7

成套设备内部通道 gangways within ASSEMBLY

2.7.1

成套设备内部的操作通道 operating gangway within an ASSEMBLY

操作者对成套设备进行特定的操作和监视所必需的空间。

2.7.2

成套设备内部的维修通道 maintenance gangway within an ASSEMBLY

为指定人员进入对设备进行维修而留出的空间。

2.8

电气功能 electronic function

2.8.1

屏蔽 screening

对导体或设备的保护，使其免受干扰，尤其是来自其他导体或设备的电磁辐射所造成的干扰。

2.9

绝缘配合 insulation co-ordination

2.9.1

电气间隙 clearance

不同电位的两导电部件间的空间直线距离。 [IEC 60947-1 的 2.5.46] [GB/T 2900.18 --1992]

2.9.2

隔离距离 (机械式开关电器一个极的) isolating distance (of a pole of a mechanical switching device)

满足对隔离器的安全要求所规定的断开触头间的电气间隙。[IEC 60947-1 的 2.5.50] [GB/T 2900.18--1992]

2.9.3

爬电距离 creepage distance

不同电位的两个导电部件之间沿绝缘材料表面的最短距离。[IEC 60947-1 的 2.2.51] [GB/T 2900.18--1992]

注：两个绝缘材料之间的接合处亦被视为上述表面。

2.9.4

工作电压 working voltage

在开路条件或正常工作条件下(不考虑瞬间)，在额定电源电压下，任何绝缘间可能出现(局部)的最高交流(方均根)或直流电压值。[IEC 60947-1 的 2.5.52]

2.9.5

暂时过电压 temporary overvoltage

指定部位上出现的较长时间(数秒钟)的相一地、相一中性线、相一相过电压。[IEC 60947-1 的 2.5.53] [GB/T 2900.57--2002]

2.9.6

瞬态过电压 transient overvoltages

瞬态过电压在本标准中的含义如下所述 [IEC 60947-1 的 2.5.54]：

2.9.6.1

通断过电压 switching overvoltage

由于特定的通断操作或故障，在一个系统中给定部位上出现的瞬态过电压。[IEC 60947-1 的 2.5.54.1] [GB/T 2900.57--2002]

2.9.6.2

雷击过电压 lightning overvoltage

由于特定的雷击放电，在一个系统中给定部位上出现的瞬态过电压(亦见 IEC 60060 和 IEC 60071-1)。[IEC 60947-1 的 2.5.54.2]

2.9.7

冲击耐受电压 impulse withstand voltage

具有一定波形和极性的冲击电压的最高峰值，它在规定的试验条件下不会造成击穿。[IEC 60947-1 的 2.5.55]

2.9.8

工频耐受电压 power frequency withstand voltage

在规定的试验条件下不会引起击穿的工频正弦电压的方均根值。[IEC 60947-1 的 2.5.56] [GB/T 2900.57--2002]

2.9.9

污染 pollution

能够影响介电强度或表面电阻率的所有外界物质的状况，如固态、液态或气态(游离气体)。[IEC 60947-1 的 2.5.57]

2.9.10

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，游离气体或盐类和由于吸湿或凝露导致表面介电强度或电阻率下降事件

发生的频度而对环境条件作出的分级。

注 1. 设备或元件的绝缘材料所处的污染等级是与设备或元件所处的宏观环境的污染等级不同的，因为由外壳或内部加热提供了防止吸湿和凝露的保护。

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 的 2.5.59]

2.9.11

微观环境（电气间隙或爬电距离的） micro-environment (of a clearance or creepage distance)
指所考虑的电气间隙和爬电距离周围的环境条件。

注：是由电气间隙或爬电距离的微观环境确定绝缘的效果，而不是由成套设备或元件的环境来确定。微观环境可以比成套设备或元件所处的环境好，也可以比它差。它包含了所有影响绝缘性能的因素，例如气候条件、电磁作用、污染的产生等。[修过的 IEC 60947-1 的 2.5.59]

2.9.12

过电压类别（一条电路的或一个电气系统内的） overvoltage category (of a circuit or within an electrical system)

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

注：在一个电气系统中，根据转换的要求，通过采用适当的方法可从一个过电压类别向一个较低的过电压类别的转换，例如采用过电压保护装置或能吸收、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 的 2.5.60]

2.9.13

浪涌抑制器 surge arrester

此器件用来保护电器设备以防止较高的瞬态过电压，并用来限制持续电流的持续时间，也常用来限制持续电流的幅值。[IEC 60947-1 的 2.2.22] [GB/T 2900.57—2002]

2.9.14

绝缘配合 co-ordination of insulation

电气设备的绝缘特性，一方面与预期过电压和过压保护装置的特性有关，另一方面与预期的微观环境和污染防治方式有关。[IEC 60947-1 的 2.5.61] [GB/T 2900.57—2002]

2.9.15

均匀电场 homogenous (uniform) field

电极之间的电压梯度基本恒定的电场，例如在两球之间，每个球体的半径均大于二者之间的距离的电场。[IEC 60947-1 的 2.5.62]

2.9.16

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 的 2.5.63]

2.9.17

漏电起痕 tracking

固定绝缘材料的表面由于电场和电解液的共同作用逐渐形成的导电通路的过程。[IEC 60947-1 的 2.5.64]

2.9.18

相比漏电起痕指数 (CTI) comparative tracking index (CTI)

一种材料经受 50 滴规定的试验溶液而不出现漏电痕迹的最大电压值，单位用伏表示。

注：每个试验电压值和 CTI 值应是 25 的倍数。[IEC 60947-1 的 2.5.65]

2.10

短路电流 short-circuit currents

2.10.1

短路电流(成套设备中的一条电路的) short-circuit current (of a circuit of an ASSEMBLY)

I_c

在一条电路中, 由于故障或错误连接造成的短路而导致的过电流。[IEC 60947-1 的 2.1.6] [GB/T 2900.18--1992]

2.10.2

预期短路电流(成套设备中一条电路的) prospective short-circuit current (of a circuit of an ASSEMBLY)

I_{ep}

在尽可能接近成套设备电源端, 用一根阻抗忽略不计的导体使电路的供电导体短路时流过的电流。

2.10.3

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时达到的最大瞬时电流值。[GB/T 2900.18--1992]

注: 若开关电器或熔断器在未达到电路的预期峰值电流时动作, 这一概念尤为重要。

3 成套设备的分类

成套设备按下述各项分类:

- 外形设计 (见 2.3);
- 安装场所 (见 2.5.1 和 2.5.2);
- 安装条件, (指设备的移动能力) (见 2.5.3 和 2.5.4);
- 防护等级 (见 7.2.1);
- 外壳形式;
- 安装方法, 例如: 固定式或可移动式部件 (见 7.6.3 和 7.6.4);
- 对人身的防护措施 (见 7.4);
- 内部隔离形式 (见 7.7);
- 功能单元的电气连接形式 (见 7.11)。

4 成套设备的电气性能

成套设备是由以下电气性能确定的:

4.1 额定电压

成套设备的额定电压按该设备各电路的下述额定电压确定。

4.1.1 额定工作电压 (U_n) (成套设备一条电路的)

成套设备中某一条电路的额定工作电压是指和该电路中的额定电流共同决定设备使用条件的电压值。

对于多相电路, 系指相间电压。

注: 控制电路额定电压的标准值由电器元件的有关标准确定。

成套设备的制造商应对保证主电路和辅助电路正常运行的电压极限值作出规定。在任何情况下, 这些电压极限值必须保证在正常负载条件下, 电气元件控制电路端的电压要保持在相关的国家标准中规定的极限值内。

4.1.2 额定绝缘电压 (U_i) (成套设备中一条电路的)

成套设备中一条电路的额定绝缘电压 (U_i) ——介电试验电压和爬电距离都参照此电压值确定。

成套设备任何一条电路的是最大额定工作电压不允许超过其额定绝缘电压。成套设备任一电路的工作电压，即使在暂时，也不得超过其额定绝缘电压的 110%。

注：对于 IT 系统的单相电路（见 IEC 60364-3）建议额定绝缘电压应至少等于电源的相间电压。

4.1.3 额定冲击耐受电压 (U_{imp}) (成套设备中一条电路的)

在规定的试验条件下，成套设备的电路能够承受的规定波形和极性的脉冲电压峰值，而且电间隙值参照此电压值确定。

成套设备中一条电路的额定冲击耐受电压应等于或高于成套设备所在系统中出现的瞬态过电压规定值。

注：额定冲击耐受电压的推荐值在表 13 中给出。

4.2 额定电流 (I_n) (成套设备中一条电路的)

成套设备中的某一电路的额定电流由制造厂根据其内装电气设备的额定值及其布置和应用情况来确定。当按照 8.2.1 进行验证时，必须通此电流，且装置内各部件的温升不超过 7.3 (表 3) 所规定的限值。

注：由于确定额定电流的因素很复杂，因此不能给出标准值。

4.3 额定短时耐受电流 (I_{cr}) (成套设备中一条电路的)

成套设备中一条电路的额定短时耐受电流是指由制造厂给出的，该电路在 8.2.3 规定的试验条件下能安全承载的短时耐受电流方均根值。除非制造商另外规定，该时间为 1s [GB/T 2900.18--1992]

对于交流，此电流值是交流分量的方均根值，并假设可能出现的最高峰值不超过方均根值的 n 倍，系数 n 在 7.5.3 中给出。

注 1：如果时间小于 1s，应规定额定短时耐受电流及时间，例如 20kA，0.2s。

注 2：当试验在额定工作电压下进行，额定短时耐受电流可以是预期电流，当试验在较低电压下进行，它可以是实际电流。如果试验在最大额定工作电压下进行，此额定值则与本标准中确定的额定预期短路电流相同。

4.4 额定峰值耐受电流 (I_{pk}) (成套设备中一条电路的)

成套设备中一条电路的额定峰值耐受电流是指在 8.2.3 规定的试验条件下，制造厂规定此电路能够圆满地承受的峰值电流 (亦见 7.5.3)。[GB/T 2900.18--1992]

4.5 额定限制短路电流 (I_{cc}) (成套设备中一条电路的)

成套设备中一条电路的额定限制短路电流是指在 8.2.3 规定的试验条件下，用制造厂规定的短路保护器件进行保护的电路在保护装置动作的时间内能够圆满承受的预期短路电流值 (亦见 7.5.2)。

关于短路保护器件的详细规定应由制造厂给出。

注 1：对于交流而言，额定限制短路电流是交流分量的方均根值。

注 2：短路保护器件既可以作为成套设备的组成部分，也可以作为独立的单元。

4.6 额定熔断短路电流 (I_{cf}) (成套设备中一条电路的)

成套设备中一条电路的额定熔断短路电流是指当短路保护器件是熔断器时，此电路的额定限制短路电流。[GB/T 2900.18--1992]

4.7 额定分散系数

成套设备中或成套设备一个部分中 (例如一个柜架单元或框架单元) 有若干主电路，在任一时刻所有主电路通过的电流大值的总和与该成套设备或该成套设备的选定部分的所有主电路额定电流总和的比值，即为额定分散系数。

如果制造厂给出了额定分散系数，此系数将用于按照 8.2.1 进行的温升试验中。

注：在没有实际电流资料的情况下，可采用表 1 常用数据：

表 1 额定分散系数值

主电路数	分散系数
2 与 3	0.9
4 与 5	0.8
6~9(包括 9)	0.7
10 及以上	0.6

4.8 额定频率

成套设备的额定频率是指设备标明的与其工作条件有关的频率值。

如果成套设备的电路选用了不同的频率值并依此而设计，则应给出各条电路的额定频率值。

注：频率值应限制在内装电器元件相应的国家标准中所定的范围以内。如果成套设备的制造厂没有其他规定，允许限制在额定频率的 98%~102% 范围内。

5 提供成套设备的资料

下列资料应由制造商提供

5.1 铭牌

每台成套设备应配备一至数个铭牌，铭牌应坚固、耐久，其位置应该是在成套设备安装好后，易于看见的地方，而且字迹要清楚。

a) 和 b) 项中的资料应在铭牌上标出。

从 c) ~t) 项的数据，如果适用的话，可以在铭牌上给出，也可以在制造厂的技术文件中给出。

a) 制造商(生产厂)或商标；

注：制造商是对完整的成套设备承担责任的机构。

b) 型号或标志号，或其他标记，据此可以从制造厂里得到有关的资料；

c) GB 7251.1；

d) 电流类型（以及在交流情况下的频率）；

e) 额定工作规范（见 4.1.1）；

f) 额定绝缘电压（见 4.1.2）；

注：如制造商已标明，可标为额定冲击耐受电压（见 4.1.3）；

g) 辅助电路的额定电压(如适用)；

h) 工作限值（见第 4 章）；

j) 每条电路的额定电流（见 4.2）；

k) 短路耐受强度（见 7.5.2）；

l) 防护等级（见 7.2.1）；

m) 对人身的防护措施（见 7.4）；

n) 户内使用条件、户外使用条件或特殊使用条件（如果不同于 6.1 中给出的正常使用条件）；

注：如制造商已标明，则为污染等级(见 6.1.2.3)。

o) 为成套设备所设计的系统接地型式；

p) 外形尺寸，其顺序为高度，宽度(或长度)，深度(见附录 C 的图 C3 和 C4)；

q) 质量(不适用于 PTTA)；

r) 内部隔离形式(见 7.7)；

s) 功能单元的电气连接形式(见 7.11)。

t) 环境 1 或环境 2(见 7.10.1)

5.2 标志

在成套设备内部，应能辨别出单独的电路及其保护器件。

如果要标明成套设备电器无件的项目,所用的标记应与随同成套设备一起提供的接线图上的标记一致,而且应符合 IEC 60750。

5.3 安装、操作和维修说明书

在制造厂的技术文件或产品目录中,应当规定成套设备及设备内电气元件的安装,操作和维修条件。

如果有必要,成套设备的运输、安装和操作说明书上应指出某些方法,这些方法对合理地、正确地安装、交付使用与操作成套设备是极为重要的。

必要时,上述文件中应给出推荐的维修范围和维修周期。

如果电器元件的安装排列使电路的识别不很明显,则应提供有关资料,诸如接线图或接线表。

6 使用条件

6.1.1 正常使用条件

符合本标准的成套设备适用于下述使用条件。

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,那么应采取适当的措施以保证其正常工作(见 7.6.2.4 第二段)。

6.1.1 周围空气温度

6.1.1.1 户内成套设备的周围空气温度

周围空气温度不得超过+40℃,而且在 24h 内其平均温度不得超过+35℃。

周围空气温度的下限为-5℃。

6.1.1.2 户外成套设备的周围空气温度

周围空气温度不得超过+40℃,而且在 24h 内其平均温度不超过+35℃.周围空气温度的下限为:

——温带地区为-25℃;

——严寒地区为-50℃。

注:如在严寒地区使用成套设备,制造商与用户之间需要达成一个专门的协议。

6.1.2 大气条件

6.1.2.1 户内成套设备的大气条件

空气清洁,在最高温度为+40℃时,其相对湿度不得超过 50%。在较低温度时,允许有较大的相对湿度。例如:+20℃时相对湿度为 90%。但应考虑到由于温度的变化,有可能会偶然地产生适度的凝露。

6.1.2.2 户外成套设备的大气条件

最高温度为+25℃时,相对湿度短时可高达 100%。

6.1.2.3 污染等级

污染等级(见 2.9.10)指成套设备所处的环境条件。

对外壳内的开关器件或元件,可使用外壳内环境条件的污染等级。

为了确定电气间隙和爬电距离,确立了以下四个微观环境的污染等级(在表 14 和 16 中给出了按照不同的污染等级规定的电气间隙和爬电距离):

污染等级 1:

无污染、或仅有干燥的非导电性污染。

污染等级 2:

一般情况下,只有非导电性污染。但是,也应考虑到偶然由于凝露造成的暂时的导电性。

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:

造成持久性的导电性污染,例如由于导电尘埃或雨雪造成的污染。

工业用途的污染等级标准:

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:用于设备的微观环境污染等级可能受外壳内安装结构的影响。

6.1.3 海拔

安装场地的海拔不得超过 2000m。

注:对于在海拔高于 1000m 处使用的电子设备,有必要考虑介电强度的降低和空气冷却效果的减弱。打算在这些条件下使用的电子设备,应按照制造商与用户之间的协议进行设计和使用。

6.2 特殊使用条件

如存在下述任何一种特殊使用条件,必须遵守适用的特殊要求或在制造商与用户之间达成的专门协议。如果存在这类特殊使用条件的话,用户应向制造商提出。

特殊使用条件例举如下:

- 6.2.1 温度值、相对湿度或海拔高度与 6.1 的规定不同。
- 6.2.2 在使用中,温度和/或气压急剧变化,以致在成套设备内易出现异常的凝露。
- 6.2.3 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。
- 6.2.4 暴露在强电场或强磁场中。
- 6.2.5 暴露在高温中,例如太阳的直射或火炉的烘烤。
- 6.2.6 受霉菌或微生物侵蚀。
- 6.2.7 安装在有火灾或爆炸危险的场地。
- 6.2.8 遭受强烈振动或冲击。
- 6.2.9 安装在会使载流容量和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。
- 6.2.10 合适的措施

——用来防止除电磁兼容性(EMC)以外的传导和辐射干扰,并且

——防止除 7.10.1 所述环境以外的 EMC 干扰

6.3 运输、储存和安置条件

6.3.1 如果运输、储存和安置时的条件例如温度和湿度条件与 6.1 中的规定不符时,应由用户与制造厂签订专门的协议。

如果没有其他的规定,温度范围在 $-25\sim+55^{\circ}\text{C}$ 之间适用于运输和储存过程。在短时间内(不超过 24h)可达到 $+70^{\circ}\text{C}$ 。

设备在未运行的情况下经受上述高温后,不应遭受任保不可恢复的损坏,然后在规定的条件下应能正常工作。

7 设计和结构

7.1 机械设计

7.1.1 总则

成套设备应由能够承受一定的机械应力、电气应力及热应力的材料构成,此材料还应能经得起正常使用时可能遇到的潮湿的影响。

为了确保防腐,成套设备应采用防腐材料或在裸露的表面涂上防腐层,同时还要考虑使用及维修条件。

所有的外壳或隔板包括门的闭锁器件,可抽出部件等应具有足够的机械强度以能够承受正常使用时所遇到的应力。

成套设备中电气元件和电路的布置应便于操作和维修,同时要保证必要的安全等级。

7.1.2 电气间隙、爬电距离和隔离距离

7.1.2.1 电气间隙和爬电距离

成套设备内电器元件的间距应符合各自相关标准中规定的距离,而且,在正常使用条件下也应保持此距离。

在成套设备内部布置电气元件时,应符合其规定的电气间隙和爬电距离或冲击耐受电压,同时要考虑相应的使用条件。

对于裸露的带电导体和端子(例如:母线,电器之间的连接,电缆接头),其电气间隙和爬电距离或冲击耐受电压至少应符合与其直接相连的电器元件的有关规定。

另外,异常情况(例如短路)不应永久性地将母线之间,连接线之间、母线与连接线之间(电缆除外)的电气间隙或介电强度减小至小于与其直接相连的电气元件所规定的值。亦见 8.2.2。

对于按照本标准中 8.2.2.6 进行试验的成套设备,在表 14 和表 16 中给出了最小值,在 7.1.2.3 中给出了试验电压值。

7.1.2.2 抽出式部件的隔离距离

如果功能单元安装在抽出式部件上,如设备处于新的条件下,隔离距离至少要符合 GB/T 14048.3—2002 中关于隔离器规定的要求,同时要考虑制造公差和由于磨损而造成的尺寸变化。

7.1.2.3 介电性能

当制造商标明了成套设备一个电路或多个电路的额定冲击耐受电压时,则适用第 7.1.2.3.1~7.1.2.3.2 的要求,而且该电路应满足 8.2.2.6 和 8.2.2.7 规定的介电强度试验和验证。

在其他情况下,成套设备的电路应满足 8.2.2.2、8.2.2.3、8.2.2.4 和 8.2.2.5 规定的介电强度试验。

注:然而,在此情况下,宜考虑绝缘配合的要求不能得到验证。

以额定冲击耐受电压值为基础进行绝缘配合是最优选的。

7.1.2.3.1 总则

下述要求以 GB/T 16935.1—1997 的原则为依据,并提供了在成套设备内部条件下设备的绝缘配合的可能性。

成套设备的电路应能承受附录 G 中给出的符合过电压类别的额定冲击耐受电压(见 4.1.3),或者如果适用的话,应能承受表 13 给出的相应的交流或直流电压。施加在隔离器件的隔离距离或抽出式部件的隔离距离上的耐受电压在表 15 中给出。

注:电源系统的标称电压与成套设备电路的冲击耐受电压之间的关系在附录 G 中给出。

对于给定的额定工作电压,额定冲击耐受电压不应低于附录 G 中给出的与成套设备使用处的电路电源系统标称电压相应值和适用的过电压类别。

7.1.2.3.2 主电路的冲击耐受电压

a) 带电部件与接地部件之间,极与极之间的电气间隙应能承受表 13 给出的对应于额定冲击耐受电压的试验电压值。

b) 对于处在隔离位置的抽出式部件,断开的触点之间的电气间隙应能承受表 15 给出的与额定冲击耐受电压相适应的试验电压值。

c) 与 a)及 b)项的电气间隙有关联的固态绝缘应耐受 a)和 b)项规定的冲击电压。

7.1.2.3.3 辅助电路和控制电路的冲击耐受电压

a) 以主电路的额定工作电压(没有任何减少过电压的措施)直接操作的辅助电路和控制电路应符合 7.1.2.3.2 中 a)和 c)项的要求。

b) 不由主电路电压直接操作的辅助电路和控制电路,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和相关的固态绝缘应该承受附录 G 中给出的相应的电压值。

7.1.2.3.4 电气间隙

电气间隙应足以能够使电路可以承受 7.1.2.3.2 和 7.1.2.3.3 给出的试验电压值。

对于情况 B—均匀电场，电气间隙应至少与表 14 给出的值相同。

与额定冲击耐受电压及污染等级有关的电气间隙，如果大于表 14 给出的关于情况 A——非均匀电场的值，则不要求进行冲击耐受电压试验。

测量电气间隙的方法在附录 F 中给出。

7.1.2.3.5 爬电距离

a) 尺寸的选定

对于污染等级 1 和污染等级 2，爬电距离不应小于按照 7.1.2.3.4 选择的相关的电气间隙。

对于污染等级 3 和污染等级 4，即使电气间隙小于 7.1.2.3.4 中允许的情况 A 的值，爬电距离也不应小于情况 A 的电气间隙，以减少由于过电压引起击穿的危险性。

测量爬电距离的方法在附录 F 中给出。

爬电距离应符合 6.1.2.3 规定的污染等级和表 16 给出的在额定绝缘电压（或工作电压）下的相应的材料组别。

按照相比漏电起痕指数（CTI）（见 2.9.18）的数值范围，材料组别分类如下：

- 材料组别 I $600 \leq \text{CTI}$
- 材料组别 II $400 \leq \text{CTI} < 600$
- 材料组别 IIIa $175 \leq \text{CTI} < 400$
- 材料组别 IIIb $100 \leq \text{CTI} < 175$

注 1 对于采用的绝缘材料，CTI 的值参照了从 IEC 60112 方法 A 中获得的值。

注 2 对于无机绝缘材料，例如玻璃或陶瓷，不产生漏电起痕，其爬电距离不需要大于其相关的电气间隙。但建议考虑击穿放电危险。

b) 加强筋的使用

如果使用高度最小为 2mm 的加强筋，不考虑其数量，爬电距离可以减小至表 16 中的值的 0.8 倍。根据机械要求来确定加强筋的最小底宽（见附录 F 的第 F.2 章）。

c) 特殊用途

对于打算在必须考虑绝缘故障的严重后果的场合下使用的电路，应改变表 16 中的一个或多个有影响的因素（距离、绝缘材料、微观环境中的污染），以使绝缘电压高于表 16 给出的电路的额定绝缘电压。

7.1.2.3.6 隔开的电路之间的间隙

确定隔开的电路之间的电气间隙、爬电距离和固态绝缘的尺寸时，应选用最大的电压额定值（用于电气间隙和相关的固态绝缘的额定冲击耐受电压及用于爬电距离的额定绝缘电压）。

7.1.3 外接导线端子

7.1.3.1 制造商应指出端子是适合于连接铜导线，还是适合于连接铝导线，或者是两者都适用。端子应有能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额定电流和短路强度所需要的接触压力。

7.1.3.2 在制造商与用户之间无专门协议的情况下，端子应能适用于连接随额定电流而定的最小至最大截面积的铜导线和电缆（见附录 A）。

如果使用铝导线，表 A.1 给出的最大尺寸的单芯或多芯导线的端子通常是能满足要求的。当使用最大尺寸的铝导线仍不能充分利用电路的额定电流时，应遵循制造商与用户之间的协议，有必要提供下一档更大尺寸的铝导线的连接方法。

当低压小电流（小于 1A，且交流电压低于 50V 或直流低于 120V）的电子电路外接导线必须连接到成套设备上时，附录 A 中的表 A1 不再适用（见表 A.1 注 2）。

7.1.3.3 用于接线的有效空间应使规定材料的外接导线和芯线分开的多芯电缆能够正确地连接。

导线不应承受影响其寿命的应力。

7.1.3.4 如果制造商与用户间无其他的协议，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下述载流量的铜导线：

——如果相导体的截面积尺寸大于 10mm^2 ，则截流量等于相导体载流量的一半，但最小为 10mm^2 导线的截流量

——如果相导体的截面积尺寸等于或小于 10mm^2 ，则截流量等于相导体的载流量

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

注2：在某些使用场合，中性导体电流可能达到很高的数值，例如：大的荧光灯照明装置，此时中性线的载流量须与相导线的载流量相同，为此，制造商与用户之间应有专门的协议。

7.1.3.5 如果需要提供一些用于中性导体、保护导体和 PEN 导体出入的连接设施，它们安置在相应的相导线端子的附近。

7.1.3.6 电缆入口、盖板等应设计成在电缆正确安装好后，能够达到所规定的防触电措施和防护等级。也就是说电缆入口方式的选择要适合制造商规定的使用条件。

7.1.3.7 端子标志

端子的标志应符合 GB/T 4026—1992 的规定。

7.2 外壳及防护等级

7.2.1 防护等级

7.2.1.1 根据 IEC 60529，由成套设备提供的防止触及带电部件，以及外来固体的侵入和液体的进入的防护等级用符号 IP 来标明。

对于户内使用的成套设备，如果没有防水的要求，下列 IP 值为优选参考值：

IP00, IP2X, IP3X, IP4X, IP5X

7.2.1.2 封闭式成套设备在按照制造商的说明书安装好后，其防护等级至少应为 IP2X。

7.2.1.3 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：对于户外成套设备，附加的防护措施可以是防护棚或类似设施。

7.2.1.4 如果没有其他规定，在按照制造商的说明书进行安装（见 7.1.3.6）时，制造商给出的防护等级适用于整个成套设备，例如：必要时，可封闭成套设备敞开的安装面。

在使用中，被允许的人员需要接近成套设备的内部部件时，制造商还应给出防止直接接触、固体外来物和水进入的防护等级（见 7.4.6）。对于带有可移式和/或抽出式部件的成套设备见 7.6.4.3。

7.2.1.5 如是果成套设备的某个部分（例如：工作面）的防护等级与主体部分的防护等级不同，制造商则应单独标出该部位的防护等级。例如：IP00—工作面 IP20。

7.2.1.6 对于 PTTA，除可按 IEC 60529 进行适当的验证，或者采用经过试验的预制外壳外，否则不可给出 IP 值。

7.2.2 考虑大气湿度所采取的措施

户外成套设备或封闭式户内成套设备打算用于高湿度或温度变化范围很大的场所时，应采取适当的措施（通风或内部加热、排水孔等）以防止成套设备内产生有害的凝露。然而同时仍应保持规定的防护等级（对于内装的电器元件见 7.6.2.4）。

7.3 温升

表 2 给出了温升限值，在平均环境温度小于或等于 35°C 当按照 8.2.1 进行验证时，成套设备的温升不应超过此值。

注：一个元件或部件的温升是指按照 8.2.1.5 的要求所测得的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。

7.4 电击防护

当按照有关规定将成套设备安装在一个系统中时，下述要求可保护证所需要的防护措施。

普遍可接受的防护措施可参照 IEC 60634-4-41。

考虑到成套设备的特殊要求，那些对于成套设备尤为重要的防护措施详细重述如下：

7.4.1 直接接触和间接接触的防护

7.4.1.1 用安全超低压防护

(见 IEC 60364-4-41 中 411.1)

7.4.2 直接接触的防护 (见 2.6.8)

可利用成套设备本身适宜的结构措施，也可利用在安装过程中采取的附加措施来获得对直接接触的防护。这可能要求制造商给出资料。

例如：安装了无进一步防护设施的开启式成套设备的场地，经过批准的人才允许进入。

可以选择下述一种或几种防护设施，并考虑下述条件中提出的要求。防护设施的选择应依从于制造商和用户之间的协议。

注：制造商的产品目录中给出的资料准许作为协议书。

表 2 温升限值

成套设备的部件	温升, K
内装元件 ¹⁾	根据不同元件的有关要求，或（如有的话）根据制造商的说明书，考虑成套设备内的温度
用于连接外部绝缘导线的端子	70 ²⁾
母线和导线，连接到母线上的可移式部件和抽出式部件插接式触点	受下述条件限制： ——导电材料的机械强度； ——对相邻设备的可能影响； ——与导体接触的绝缘材料的允许温升极限； ——导体温度对与其相连的电器元件的影响； ——对于插接式触点，接触材料的性质和表面的加工处理
操作手柄 ——金属的 ——绝缘材料的	15 ³⁾ 25 ³⁾
可接近的外壳和覆板 ——金属表面 ——绝缘表面	30 ⁴⁾ 40 ⁴⁾
分散排列的插头与插座	由组成设备的元器件的温升极限而定 ⁵⁾
<p>1) “内装元件”一词指： ——常用的开关设备和控制设备； ——电子部件（例如：整流桥、印刷电路）； ——设备的部件（例如：调节器、稳压电源、运算放大器）。</p> <p>2) 温升极限为 70K 是根据 8.2.1 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（常规）所用的不尽相同，因此端子的温升会不同，这是允许的。</p> <p>3) 那些只有在成套设备打开后才能接触到的操作手柄，例如：事故操作手柄，抽出式手柄等，由于不经常操作，故允许有较高的温升。</p> <p>4) 除非另有规定，那些可以接触，但在正常工作情况下不需触及的外壳和覆板，允许其温升提高 10K。</p> <p>5) 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，因些有一定程度的伸缩性。</p>	

7.4.2.1 带电部件的绝缘防护

用绝缘材料将带电部件完全包住，绝缘材料只有在被破坏后才能去掉。

绝缘材料应采用能够承受使用中可能遇到的机械、电和热应力的材料制成。

注：例如把带电部件用绝缘材料包裹，电缆即为一例。

通常单独使用的漆层、搪瓷或类似物品的绝缘强度不够，不能作为正常使用时的触电防护材料。

7.4.2.2 利用挡板或外壳进行防护

应遵守下述要求：

7.4.2.2.1 所有外壳的直接接触防护等级至少应为 IP2X 或 IPXXB，金属外壳与被保护的带电部件之间的距离不得小于 7.1.2 所规定的电气间隙和爬电距离，如果外壳是绝缘材料制成的则例外。

7.4.2.2.2 所有挡板和外壳均应安全地固定在其位置上。在考虑它们的特性、尺寸和排列的同时应使它们有足够的稳固性和耐久性以承受正常使用时可能出现的变形和应力，而不减少 7.4.2.2.1 规定的电气间隙。

7.4.2.2.3 在有必要移动挡板、打开外壳或拆卸外壳的部件（门、护套、覆板和同类物）时，应满足下述条件之一：

a) 移动、打开或拆卸必需使用钥匙或工具；

b) 在打开门之前，应使所有的带电部件断电，因为打开门后有可能意外地触及这些带电部件。

在 TN-C 系统中，PEN 导体不应分离或断开，TN-S 系统中，中性导体不必分离或断开。（见 IEC 60364-4-46）

举例：将隔离器与一个门或几个门同时联锁，以使它们在隔离器断开时，才能被打开，而且在打开门的同时，隔离器不可能再闭合，除非解除联锁或使用工具。

如果由于操作原因，给成套设备装配上一个器件，此器件允许经过批准的人在设备带电时，接近带电部件，当门重新关闭时，联锁应当自动地恢复。

c) 应给成套设备装设一个内部屏障或活动挡板用来遮挡所有的带电部件，这样，在门被打开时，不会意外地触及带电部件。此屏障或活动挡板应符合 7.4.2.2.1（例外见 d）项）和 7.4.2.2.2。它们可以被固定在其位置上，或者在打开门的一瞬间滑入其位置上。除非使用钥匙或工具，否则屏障或活动挡板不可能取下。

一般均需加警告标志。

d) 对挡板后面或外壳内部的所有带电部件需要做临时处理时（例如：更换灯泡和熔芯），仅在下列条件得到满足时，也可以不用钥匙或工具，同时也不断开开关的情况下，移动、打开或拆卸挡板或外壳（见 7.6.4）

——在挡板后面或外壳内设置一屏障，以便防止人员意外碰到不带其他保护设施的带电部件。

但此屏障不必防止有关人员故意用手越过挡板去触及带电部件，不用钥匙或工具不能移动这层屏障。

——如果带电部件的电压符合安全超低压的条件，不须进行防护。

7.4.2.3 利用屏障进行防护

此措施适用于开启式成套设备，见 IEC 60364-4-41 中 412.3。

7.4.3 对间接接触的防护（见 2.6.9）

用户应说明适合于成套设备安装的防护措施。尤其要注意 IEC 60364-4-41 中规定的对整个装置防止间接接触的要求，例如采用保护导体。

7.4.3.1 利用保护电路进行防护

成套设备中的保护电路可由单独的保护导体或导电结构部件组成，或由两者共同组成。它提供下述保护：

——防止成套设备内部故障引起的后果；

——防止向成套设备供电的外部电路的故障引起的后果。

在下述条款中给出了保护电路的要求：

7.4.3.1.1 应在结构上采取措施以保证成套设备裸露导电部件之间（见 7.4.3.1.5）以及这些部件和保护电路之间（见 7.4.3.1.6）的电连续性。

对于 PTTA，除非采用通过型式试验的安排，或按照 8.2.3.1.1~8.2.3.1.3 不需要进行短路强度的验证，否则，保护电路应使用单独的保护导体，而且把它安置在母线电磁力的影响可以忽略的位置。

7.4.3.1.2 成套设备的裸露导电部件在下述情况下不会构成危险，则不需与保护电路连接：

——不可能大面积接触或用手抓住。

——或者由于裸露导电部件很小（大约 50mm×50mm），或者被固定在其位置上时，不可能与带电部件接触。

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（除非它们带有连接保护电路的端子），脱扣器的某些部件等，不论其尺寸大小。

7.4.3.1.3 手动操作装置（手柄、转轮等）应：

——安全可靠地同已连接到保护电路上的部件进行电气连接。

——或带有辅助绝缘物，以将手动操作装置同成套设备的其他导电部件互相绝缘。此绝缘物至少应与手动操作装置所属器件的最大绝缘电压等级一样。

操作时通常用手握的手动操作的部件最好采用符合成套设备的最大绝缘电压的绝缘材料来制作或包覆。

7.4.3.1.4 用漆层或搪瓷覆盖的金属部件一般认为没有足够的绝缘能力以满足这些要求。

7.4.3.1.5 应通过直接的相互有效连接，或通过由保护导体完成的相互有效连接以确保保护电路的连续性。

a) 当把成套设备的一个部件从外壳中取出时，例如：进行例行维修，成套设备其余部分的保护电路不应当被切断。

如果采用的措施能够保证保护电路有持久良好的导电能力，而且载流容量足以承受成套设备中流过的接地故障电流，那么，组装成套设备的各种金属部件则被认为能够有效地保证保护电路的连接性。

注：软金属管不能用作保护导体。

b) 如果可移式或抽出式部件配备有金属支撑表面，而且它们对支撑表面上施加压力足够大，则认为这些支撑面能充分保证保护电路的连续性，可能有必要采取一定的措施以保证有持久良好的导电性。从连接位置到分离（隔离位置）位置，抽出式部件的保护电路应一直保持其有效性。

c) 在盖板、门、遮板和类似部件上面，如果没有安装电气设备，通常的金属螺钉连接和金属铰链连接则被认为足以能够保证电的连续性。

如果在盖板、门、遮板等部件上装有电压值超过超低压限值的电器时，应采取措施，以保证保护电路的连续性。建议给这些部件装配上一个保护导体（PE、PEN），此保护导体的截面积取决于所属电器电源引线截面积的最大值。为此目的而设计的等效的电连接方式（如滑动触点，防腐蚀铰链）也认为是满足要求的。

d) 成套设备内保护电路所有部件设计，应使它们能够承受在成套设备的安装场地可能遇到的最大热应力和动应力。

e) 如果将外壳当作保护电路的一部分使用时，其截面积与 7.4.3.1.7 中规定的最小截面积在导电能力方面应是等效的。

f) 当利用连接器或插头插座切断保护电路连续性时，只有在带电导体已被切断后，保护电路才能断开，并且，在带电导体重新接通以前，应先恢复保护电路的连续性。

g) 原则上，成套设备内的保护电路不应包含分断器件（开关、隔离器等），但 f) 项中提及的情况

例外。保护导体的整个回路中，唯一允许的措施是设置连接片，这种连接片只有经过批准的人才可借助于工具来拆卸（某些试验可能需要此种连接片）。

7.4.3.1.6 用于连接外部保护导体的端子和电缆套的端子应是裸露的，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。对铝或铝合金的外壳或导体，应特别注意电腐蚀的危险。在成套设备具有导电结构、外壳等部件的情况下，应采取措施以保证成套设备的裸露电部件（保护电路）和连接电缆的金属外皮（钢管、铅皮等）之间的电连续性。用于保证裸露导体与外部保护导体的电的连续性而采取的连接措施不得用作其他用途。

注：如果成套设备金属部件，尤其是密封盖，具有完善的耐磨表面，例如：使用粉末涂料，宜采取专门的措施。

7.4.3.1.7 外部导体所连接的成套设备的内的保护导体（PE、PEN）的截面积应按下述方法中的一种来确定：

a) 保护导体（PE、PEN）的截面积不应小于表 3 中给出的值。如果应用表 3 用于 PEN 导体，在中性电流不超过相电流的 30%的前提下是允许的。

如果应用此表得出非标准的尺寸，那么，应采用最接近的较大的标准截面积的保护导体（PE、PEN）。

只有在保护导体（PE、PEN）的材料与相导体的材料相同时，表 3 中的值才有效。如果材料不同，保护导体（PE、PEN）截面积的确定要使之达到与表 3 相同的导电效果。

对于 PEN 导体，下述补充要求应适用：

——最小截面积应为铜 10mm²或铝 16mm²；

表 3 保护导体的截面积(PE、PEN)

相导线的截面积 S mm^2	相应保护导体的最小截面积 S mm^2
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S \leq 400$	$S/2$
$400 < S \leq 800$	200
$800 < S$	$S/4$

——在成套设备内 PEN 导体不需绝缘；

——结构部件不应用作 PEN 导体，但铜制或铝制安装轨道可用作 PEN 导体；

——在某些应用场合。例如大的荧光屏照明装置，PEN 导体的电流可能达到较高值，可以根据制造商与用户之间的专门协议，配备其载流量等于或高于相导体的 PEN 导体。

b) 保护导体的截面积还可用附录 B 中规定的公式计算求得，或用其它方法获得，例如：通过试验获得。

确定保护导体的截面积，必须同时满足下述条件：

1) 按照 8.2.4.2 进行试验时，故障电路阻抗值应满足保护器件动作时所要求的条件；

2) 电力保护器件动作条件应这样选择：不能因保护导体（PE、PEN）中的故障电流所引起的温升损坏该导体或其电连续性。

7.4.3.1.8 如果成套设备中带有导电材料的构成的结构部件、框架、外壳等，保护导体则不需与这些部件绝缘（例外情况见 7.4.3.1.9）。

7.4.3.1.9 接至某些保护电器的导体——包括连接这些器件至单独接地电极的导体，都必须细致地进行绝缘。这适用于诸如电压型故障检测器，同时也适用于变压器中性点的接地线。

注：在实施关于这类器件的技术要求时，要注意采用专门的措施。

7.4.3.1.10 某一器件，如其可接近导电部件不能用固装方式与保护电路连接，应用导线连接到成套设备的保护电路上，导线的截面积根据表 3A 选择。

表 3A 铜连接导线的截面积

额定工作电流 I_e , A	连接导线的最小截面积, mm ²
$I_e \leq 20$	S*
$20 < I_e \leq 25$	2.5
$25 < I_e \leq 32$	4
$32 < I_e \leq 63$	6
$63 < I_e$	10

*S—相导体的截面积 (mm²).

7.4.3.2 采用保护电路以外的防护措施

成套设备可以提供下述不要求带有保护电路的防护间接接触的措施:


- 电路的电气隔离;
- 完全绝缘。

7.4.3.2.1 电路的电气隔离

(见 IEC 60364-4-41: 1992 中 413.5)。

7.4.3.2.2 用完全绝缘进行防护*

采用完全绝缘防止间接接触必须满足下述要求:

- a) 电器元件应用绝缘材料完全封闭。外壳上应标有从外部易见的符号 .
- b) 外壳采用绝缘材料制作, 这种绝缘材料应能耐受在正常使用条件下或特殊使用条件下 (见 6.1 和 6.2) 易于遭受的机械、电气和热应力, 而且还应具有耐老化和阻燃能力。
- c) 外壳上不应有因导电部件穿过而可能将故障电压引出壳体外的部位。

这就是说, 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, 在外壳的内部和外部应按最大的额定绝缘电压与带电部件绝缘, 而且, (如果适用) 应按成套设备中所有电路的最大额定冲击耐受电压绝缘。

如果操作机构是用金属做的 (不管是否用绝缘材料覆盖) 应按最大额定绝缘电压提供额定的绝缘, 而且, (如果适用) 应按成套设备中所有电路的最大额定冲击耐受电压提供绝缘。

如果操作机构主要是用绝缘材料做的, 若它的任何金属部件在绝缘故障时变得易接触, 也应按最大额定绝缘电压与带电部件绝缘, 而且, (如果适用) 也应按成套设备中所有电路的最大额定冲击耐受电压绝缘。

- d) 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件、裸露导电部件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 IP3XD (见 IEC 60529)。如果保护导体穿过一个裸露的导电部件已被隔离的成套设备, 并延伸到与成套设备负载端连接的电气设备, 该成套设备则应配备连接外部保护导体端子, 并用适当的标记加以区别。

在外壳内部, 保护导体及其端子应与带电部件绝缘, 且裸露导电部件应以与带电部件相同的方法进行绝缘。

- e) 成套设备内部的裸露导电部件不应连接在保护电路上, 也就是说不应把裸露导电部件用于保护电路这一防护措施中。这同时也适用于内装电气元件, 即使它们具有用于连接保护导体的端子。

* 根据 IEC 60364-4-41 中 413.2.1.1, 它等同与第 II 类设备

- f) 如果外壳上的门或覆板不使用钥匙或工具也可打开,则应配备一个用绝缘材料制成的屏障,此挡板不仅可防止无意识地触及可接近的带电部件,而且还可防止无意识的触及在打开覆板后可接近的裸露导电部件,因此,此挡板不使用工具应不能打开。

7.4.4 电荷放电

如果成套设备中包含有断电后存在危险电荷的设备(如电容器等),则要求装有警告牌。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5S之内,由静电产生的电压降至直流120V以下时,无意识的接触不认为是有危险的。

7.4.5 成套设备内部操作与维修通道(见2.7.1和2.7.2)

成套内部设备操作与维修通道必须根据IEC 60364-4-481的要求)。

注:成套设备内极限深度约1m的凹进部分不应视为通道。

7.4.6 对经过允许的人员接近运行中的成套设备的要求

根据制造商与用户的协议,经过允许的人员接近运行中的成套设备,必须满足下述制造厂和用户同意的一项或几项要求。这些要求应作为对7.4保护措施补充。

注:当经过允许的人员获准接近成套设备时,双方同意的要求生效,例如,成套设备或其部件带电时,经过允许的人员可借助工具或用解除联锁的办法(见7.4.2.2.3)接近成套设备。

7.4.6.1 对进行检查和类似操作而接近成套设备的要求

在成套设备带电运行的情况下,成套设备的设计与布置应使制造厂与用户间商定的某些操作项目得以进行。

这类操作可以是:

——直观检查:

- a) 开关器件及其它元器件;
- b) 继电器和脱扣器的定位和指示器;
- c) 导线的连接方法与标记;

——继电器、脱扣器及电子器件的调整和复位;

——更换熔芯;

——更换指示灯;

——某些故障部位的检测,例如:用设计适宜并绝缘的器件测量电压和电流。

7.4.6.2 对进行维修而接近成套设备的要求

在相邻的功能单元或功能组仍带电的情况下,对成套设备中已断开的功能单元或功能组按照制造商和用户的协议进行维修时,应采取必要的措施。对由制造商和用户商定所采取的措施的选择取决于使用条件、维修周期、维修人员的能力、现场安装规则等等。这些措施包括适当的隔离形式的选择(见7.7),可以是:

——在需维修的单元或功能组和相邻的功能单元或功能组之间应留有足够大的空间。建议对维修当中可能移动的部件最好装有夹持固定设施;

——使用其设计和布置是用来防止直接接触邻近功能单元或功能组的挡板;

——对每个功能单元或功能组使用隔室;

——插入制造商提供或规定的附加保护器件。

7.4.6.3 在带电情况下为扩展设备而接近成套设备的要求

若要求将来能在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设备,应根据制造商和用户的协议,采用7.4.6.2规定的要求。这些要求同时适用于在现有电缆带电情况下,增加出线电缆。

母线的扩充和附加的单元与其进线电源连接时,不应在带电的情况下进行,除非成套设备的设计允

许带电连接。

7.5 短路保护与短路耐受强度

注：目前，此条主要用于交流设备上，对直流设备的要求仍在考虑中。

7.5.1 总则

成套设备必须能够耐受最大至额定短路电流所产生的热应力和电动应力。

注：用限流装置（如电抗器、限流熔断器或限流开关）可以减少短路电流产生的应力。

可以用某些元器件，例如：断路器、熔断器或两者的组合保护成套设备，上述元器件可以安装在成套设备的内部或外部。

注：对于 IT 系统的成套设备（见 IEC 60364-3），短路保护电器在线电压下的每个单相上应有足够的分断能力以排除二次接地故障。

用户订购成套设备时，应指出安装地点的短路条件。

注：在成套设备内部产生电弧的情况下，虽然首要的任务应该是利用适当的设计来避免这类电弧或限制电弧的持续时间，但仍希望提供尽可能高的人身防护等级。

对于 PTTA，除了 8.2.3.1.1~8.2.3.1.3 给出的免做型式试验的情况外，在特殊情况下，如果采用通过型式试验的方案是不可能的，那么，应利用类似型式试验方案的外推法（IEC 60865 和 IEC 61117）来验证这些部件的短路耐受强度（见 8.2.3.2.6）。

7.5.2 有关短路耐受强度的资料

7.5.2.1 对于仅有一个进线单元的成套设备，制造厂应指出如下短路耐受强度：

7.5.2.1.1 由于进线单元具有短路保护装置（SCPD）的成套设备，在进线单元的接线端子上应标明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 4.3、4.4、4.5 和 4.6）。相应的功率因数和峰值为 7.5.3 中给出的数据。

如果短路保护装置是一个熔断器或是一个限流断路器，制造商家应指明 SCPD 的特性（电流额定值、分断能力、截断电流、 I^2t 等）。

如果使用带延时脱扣的断路器，制造商应标明最大延时时间和相应于指定的预期短路电流的电流整定值。

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

a) 额定短时耐受电流及相关的时间（如果不是 1s）（见 4.3），额定峰值耐受电流（见 4.4）。

注：当最大时间不超过 3s 时，短时耐受电流和相关的时间的关系用下面的公式表示 $I^2t = \text{常数}$ ，但峰值不应超过额定峰值耐受电流。

b) 额定限制短路电流（见 4.5）

c) 额定熔断短路电流（见 4.6）

对于 b) 和 c)，制造厂应说明用于保护成套设备所需要的短路保护装置的特性（额定电流、分断能力、截断电流、 I^2t 等）。

注：当需要更换熔芯时，应采用具有相同特性的熔芯。

7.5.2.2 具有几个不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 7.5.2.1 在每个进线单元上标出。

7.5.2.3 对于具有几个可能同时工作的进线单元的成套设备，以及有一个进线单元和一个或几个用于可能增大短路电流的大功率电机的出线单元的成套设备，应制定一个专门的协议以确定每个进线单元，出线单元和母线中的预期短路电流值。

7.5.3 短路电流的峰值与短路耐受电流之间的关系

为确定电动力强度，耐受电流的峰值应用短路耐受电流乘系数 n 获得。系数 n 的标准值和相应的功率因数在表 4 中给出。

表4 系数 n 的标准值

短路电流的方均根值 I/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
$20 \text{kA} < I \leq 50$	0.25	2.1
$50 < I$	0.2	2.2

注：表中的值适合于大多数用途。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方均根值。

7.5.4 短路保护电器的协调

7.5.4.1 保护电器的协调应以制造商与用户之间的协议为依据。制造商的产品目录中给出的资料可作为这类协议。

7.5.4.2 如果工作条件要求供电电源有最大的连续性，成套设备的短路保护电器的整定和选择应是这样的：即在任何一个输出支路中发生短路时，应利用安装在该故障支路中的开关器件使其消除，而不影响其他输出支路，以确保保护系统的选择性。

7.5.5 成套设备内的电路

7.5.5.1 主电路

7.5.5.1.1 母线（裸露或绝缘的）的布置应使其在正常工作条件下不会发生内部短路。除非另有规定，母线应按照有关短路耐受强度的资料（见 7.5.2）进行设计，并且，应使其至少能够承受由电源侧的保护电器限定的短路强度。

7.5.5.1.2 在框架单元内部，主母线和功能单元电源侧及包括在该单元内的电器元件之间的连接导体（包括配电母线）只要布置得在正常工作条件下，相与相之间及相与地之间发生内部短路的可能性极小，该连接导体可以根据每个单元内相关短路电器负载侧的衰减后的短路强度来确定。这种导体最好是坚硬的固体刚性制品。

7.5.5.2 辅助电路

辅助电路的设计应考虑采用电源接地系统并保证在带电部件和裸露导电部件之间的接地故障或故障不会引起危险的误动作。

一般来讲，辅助电路应给予保护以防止短路的影响。但是，如果短路保护电器的动作可能造成危险事故，就不应配备保护电器。在此情况下，辅助电路导线应使其在正常工作条件下，不会发生短路（见 7.5.5.3）。

7.5.5.3 为减少短路的可能性对无防护的可带电导体选择和安装要求

成套设备内无短路保护器保护的带电导体（见 7.5.5.1.2 和 7.5.5.2）在整个成套设备内的选择和安装应使其在正常工作条件下，相与相之间或相与地之间内部短路可能性极小。表 5 给出导体类型和安装要求的例子。

表5 导体的选择和安装要求

导体的类型	要求
裸导体或带基本绝缘的单心导体例如：符合 GB/T 5023.3--1997 的导线	应避免相互接触或与带电部件接触，例如：加隔离物
带基本绝缘和最大容许导体工作温度 90℃ 以上的单心导体，例如：符合 GB/T 5013.3--1997 的电缆或符合 GB/T 5023.3--1997 的耐热 PVC 绝缘电缆	在没有施加外部压力的地方相互接触或与带电部件接触是容许的。必须避免与锋利的边缘接触。必须没有机械损害的危险。 这些导体加载后工作温度不得超过 70℃

表 5 (续)

带有基本绝缘的导体, 例如: 符合 GB/T 5023.3—1997 并带有附加辅助绝缘的电缆, 例如: 用热缩套管单独覆盖或用塑料导管单独走线	如果没有机械损坏的危险不需附加要求
用具有非常高的机械强度的材料绝缘的导体, 例如: FTFE 绝缘, 或用于 3kV 以内带有增强外部套管的双重绝缘导体, 例如: 符合 IEC 60502 的电缆	
单心或多心带护套电缆, 例如: GB/T5013.4—1997 或 GB/T5023.4—1997 中的电缆	
注: 按上表安装的裸导体或绝缘导体, 在其负载端接有一个短路保护器件时, 其长度可以达 3m	

7.6 成套设备内装的开关电器和元件

7.6.1 开关电器和元件的选择

成套设备内装的开关电器和元件应符合有关的国家标准。

开关电器和元件的额定电压(额定绝缘电压、额定冲击耐受电压等)、额定电流、使用寿命、接通和分断能力、短路耐受强度等应适合于成套设备外形设计的特殊用途(例如开启式和封闭式)。

开关电器和元件的短路耐受强度或分断能力不足以承受安装场合可能出现的应力时, 应利用限流保护器件(例如: 熔断器或断路器)对元件进行保护。为内装的开关电器选择限流保护器件时, 为了照顾到协调性(见 7.5.4)应当考虑到元件制造商规定的最大允许值。

开关电器和元件的协调, 例如: 电机起动器和短路保护器件的协调, 应符合相关的标准。

在制造商标明了额定冲击耐受电压的电路中, 其开关电器和元件不应产生高于该电路的额定冲击耐受电压的操作过电压。而且, 也不应承受高于该电路的额定冲击耐受电压的操作过电压。在选择用于给定电路上开关的电器和元件时, 应考虑后一点。

例如:

额定冲击电压 $U_{imp}=4000V$, 额定绝缘电压 $U_i=250V$ 和最大操作过电压为 1200V (在 230V 额定工作电压时) 的开关电器和元件可以用于过电压类别 I、II、III 的电路中, 甚至用于采用了适当的过电压保护措施 IV 类别的电路中。

注: 过电压类别见 2.9.12 和附录 G。

7.6.2 安装

开关器件和元件应按照制造商说明书(使用条件、飞弧距离、隔弧板的移动距离等等)进行安装。

7.6.2.1 可接近性

安装在同一支架(安装板、安装框架)上的电器元件、单元和外接导线的端子的布置应使其在安装、接线、维修和更换时易于接近。尤其是外部接线端子应位于地面安装成套设备基础面上方至少 0.2m, 并且, 端子的安装应使电缆易于与其连接。

必须在成套设备内进行调整和复位的元件应是易于接近的。

一般来讲, 对于地面安装的成套设备, 由操作人员观察的指示仪表不应安装在高于成套设备基础面 2m 处。操作器件, 如手柄、按钮等等, 应安装在易于操作的高度上; 这就是说, 其中心线一般不应高于成套设备基础面 2m。

注 1: 紧急开关器件的操作机构(见 IEC60364-5-537.4)在高于地面 0.8m~1.6m 的范围内应是易于接近的。

注 2: 对于墙上安装和地面安装的成套设备, 建议安装在可以满足上述关于可接近性的要求和操作高度的位置上。

7.6.2.2 相互作用

成套设备内开关器件和元件的安装与接线应使其本身的功能不致由于正常工作中出现相互作用,

如热、电弧、振动、能量场，而受到破坏。如果是电子成套设备，有必要把控制电路与电源电路进行隔离或屏蔽。

如果外壳的设计使其可安装熔断器，应特别考虑到发热的影响（见 7.3）。制造厂应规定所使用的熔芯的类型和额定值。

7.6.2.3 挡板

手动开关电器的挡板设计应使电弧对操作者不产生任何危险。

为了减少更换熔芯时的危险，应使用相间挡板，除非熔断器的设计与结构已考虑了这一点，则不要求使用相间挡板。

7.6.2.4 安装场地的条件

选择成套设备内所用的开关器件和元件应以 6.1（见 7.6.2.2）规定的成套设备的正常工作条件为依据。

根据有关规定，必要时，应采取一些适当的措施（如：加热、通风）以保证维持正常工作所需要的使用条件，例如：继电器、仪表、电子元件等维持正常运行时所需要的最低温度。

7.6.2.5 冷却

可以为成套设备提供冷却或强行冷却。安装场地如果要求有特殊措施保证良好的冷却，那么制造商应提供必要的资料（例如：给出与阻碍散热或自身产生热的部件之间的距离）。

7.6.3 固定式部件

就固定式部件（见 2.2.6）而言，主电路（见 2.1.2）的连接只能在成套设备断电的情况下进行线和断开。一般情况下，固定式部件的拆卸与安装要使用工具。

固定式部件的断开可以要求全部或部分断开成套设备。

为了防止未经许可的操作，开关器件可以带有机构，以保证把它锁在一个或多个位置上。

注：在某些条件下，如果允许在带电情况下进行工作，则必需采取有效的安全措施。

7.6.4 可移式部件和抽出式部件

7.6.4.1 设计

可移式部件或抽出式部件的设计应使其电气设备即使在主电路带电的情况下，亦可安全地从主电路上断开或接通。在不同位置以及从一种位置转移到另一种位置时，应保持最小的电气间隙和爬电距离。

注 1 允许使用合适的工具。

注 2 保证这些操作在空载情况下进行是必要的。

可移式部件应具有连接位置（见 2.2.8）和移出位置（见 2.2.11）。

抽出式部件还应具有一分离位置（见 2.2.10）及试验位置（见 2.2.9），或试验状态（见 2.1.9）。它们应能分别地在这些位置上定位。这些位置应能清晰地识别。

关于抽出式部件在不同位置上的电气状态见表 6。

表 6 抽出式部件在不同位置上的电气状态

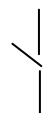
电 路	连接方式	位 置			
		连接位置 (见 2.2.8)	试验状态位置 (见 2.1.9/2.2.9)	分离位置 (见 2.2.10)	移出位置 (见 2.2.11)
进 线 主电路	进线线路插头和插座 或其他连接器件			○	○

表 6 (续)

电 路	连接方式	位 置			
		连接位置 (见 2.2.8)	试验状态位置 (见 2.1.9/2.2.9)	分离位置 (见 2.2.10)	移出位置 (见 2.2.11)
出 线 主电路	出线线路插头 和插座或其他 连接器件		或 1)	或○ 1)	○
辅助 电路	插头和插座或 类似的连接器件			○	○
抽出式部件 电路的状态		带电	带电 辅助电路操作试验 的准备	如果不出现反 向供电, 则不 带电	○
成套设备主电路 出线端子的状态		带电	带电或不分断 ²⁾	同上	如果不现反向 供电, 则不带 电
		应满足 7.4.4 的要求			
<p>接地连续性应符合 7.4.3.1.5 的 b) 项并应一直保持到形成隔离。</p> <p>1) 取决于设计。</p> <p>2) 取决于端子是否由其他电源, 例如备用电源供电。</p> <p style="text-align: center;"> = 连接; ○ = 分断 (已形成隔离距离); = 打开, 但不必分断 (未形成隔离距离)</p>					

7.6.4.2 抽出式部件的联锁和挂锁

除非另有规定, 抽出式部件应配备一个器件, 以保证在主电路已被切断以后, 其电器才能抽出和重新插入。

为了防止未经许可的操作, 应给抽出式部件提供一个锁或挂锁, 以将它们固定在一个或几个位置上 (见 7.1.1)。

7.6.4.3 防护等级

为成套设备所规定的防护等级 (见 7.2.1) 一般适合于可移式和/或抽出式部件的连接位置 (见 2.2.9), 制造厂应指出在其他位置 and 不同位置之间转移时所具有的防护等级。

带有抽出式部件的成套设备应设计成它在试验位置和分离位置以及一个位置向另一个位置转移时仍保持如同连接位置时的防护等级。

如果在可移式部件或抽出式部件拆除以后, 成套设备不能保持原来的防护等级, 应达成采用某种措施以保证适当防护的协议。制造厂产品目录中给出的资料可以作为这种协议。

7.6.4.4 辅助电路的连接方式

辅助电路应设计成在使用工具或不使用工具的情况下都能断开。

如果是抽出式部件, 辅助电路的连接最好尽可能不使用工具。

7.6.5 鉴别

7.6.5.1 主电路和辅助电路导体的鉴别

除了 7.6.5.2 中提到的情况外，鉴别导体的方法和范围，例如利用连接的端子上的或在导体本身末端的排列、颜色或符号，应由制造厂负责，而且，应与接线图和图样上的标志一致。在适合的地方，可以采用 GB/T 4026—1992 和 GB 7947 中的鉴别方式。

7.6.5.2 主电路的保护导体 (PE)^{*} 和中性导体 (N)^{*} 的鉴别

用形状、位置、标志或颜色应很容易地区别保护导体。如果用颜色区别，必须是绿色和黄色（双色）。如果保护导体是绝缘的单芯电缆，也应采用此种颜色鉴别法，颜色标记最好贯穿导线的整个长度。

注：绿、黄双色鉴别标志严格地专供保护导体之用。

主电路的任何中性导体用形状、位置、标志或颜色应很容易区分。如用颜色进行鉴别，建议选用浅蓝色。

外接保护导体的端子应按照 GB/T4026—1992 标注。例如见 IEC 60417 的 5019 号的图形符号。如果外部保护导体与能明显识别的带有黄绿颜色的内部保护导体连接时，则不要求此符号。

7.6.5.3 开关位置的指示和操作方向

如果在元件或器件的安装方案中没有对操作机构的操作方向作出规定，而且在铭牌上也没有明确的标识，则建议采用 IEC60447 中的操作方向。

7.6.5.4 指示灯与按钮

指示灯与按钮的颜色在 IEC 60073 中给出。

7.7 用挡板或隔板实现成套设备内部的隔离

用挡板或隔板（金属的或非金属的）将成套设备分成单独的隔室或封闭的防护空间以达到下述一种或几种条件：

- 防止触及相邻功能单元的危险部件。防护等级至少应为 IPXXB；
- 防止固体外来物从成套设备的一个单元进入相邻的单元。防护等级至少应为 IP2X。

如果制造商没有提出异议，则上述两个条件应适用。

注：防护等级 IP2X 包括了防护等级 IPXXB。

以下是用挡板或隔板进行隔离的典型形式（示例参见附录 D）。

主判据	补充判据	形式
不隔离		形式 1
母线与功能单元隔离	外接导体端子不与母线隔离	形式 2a
	外接导体端子与母线隔离	形式 2b
母线与功能单元隔离，所有的功能单元相互隔离，外接导体端子与功能单元隔离，但端子之间相互不隔离	外接导体端子不与母线隔离	形式 3a
	外接导体端子与母线隔离	形式 3b
母线与功能单元隔离，并且所有的功能单元相互隔离，也包括作为功能单元组成部分的外接导体端子	外接导体端子与关联的功能单元在同一隔室中	形式 4a
	外接导体端子与关联的功能单元不在同一隔室中，它位于单独的、隔开的、封闭的防护空间中或隔室中	形式 4b

隔离形式和更高的防护等级应服从于制造厂家与用户之间的协议。

有关挡板或隔板的稳定性或耐久性见 7.4.2.2.2。

有关对已断路的功能单元进行维修时的可接近性见 7.4.6.2。

有关在带电的情况下扩充设备时的可接近性见 7.4.6.3。

7.8 成套设备内的电气连接：母线与绝缘导线

7.8.1 总则

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化腐蚀作用以及实际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的和持久的接触压力。

7.8.2 母线和绝缘导线的尺寸和额定值

成套设备内导体截面积的选择由制造厂负责。除了必须承载的电流外，选择还受下述条件的支配：成套设备所承受的机械应力、导体的敷设方法、绝缘类型和（如适用的话）所连接的元件种类（如电子的）。

7.8.3 布线（见 7.8.2）

7.8.3.1 应该至少按照有关电路的额定绝缘电压（见 4.1.2）确定绝缘导线。

7.8.3.2 两个连接器件之间的电线不应有中间接头或焊接点。应尽可能在固定的端子上进行接线。

7.8.3.3 绝缘导线不应支靠在不同电位的裸带电部件和带有尖角的边缘上，应用适当的方法固定绝缘导线。

7.8.3.4 连接在覆板或门上的电器元件和测量仪器上的导线，应该使覆板和门的移动不会对导线产生任何机械损伤。

7.8.3.5 在成套设备中对电气元件进行焊接接线，只有在电气元件适用于这种连接方法时，才是允许的。

如设备在正常工作吋遭受强烈的振动，则应采用辅助方法将焊接电缆或接线机械地固定在离焊接点较近的地方。

7.8.3.6 在正常工作吋有剧烈振动的地方，例如在挖掘机上、起重机上、船上、电梯设备和机车上，应注意将导线固定住。对于不符合 7.8.3.5 所述的电器元件，在剧烈振动条件下，焊接片和焊接端头都是不适用的。

7.8.3.7 通常，一个端子上，只能连接一根导线：将两根或多根导线连接到一个端子上只有在端子是为此用途而设计的情况下才允许。

7.9 对电子设备供电电路的要求

如果关于电子设备的 IEC 文件中没有其他规定，以下要求则适用：

7.9.1 输入电压的变化（根据 IEC 60146-2）

1) 由蓄电池供电的电压变化范围等于额定供电电压的±15%。

注：此范围不包括蓄电池充电要求的额外电压变化范围。

2) 从交流电源整流而获得的输入直流电压变化范围（见第 c 项）。

3) 交流电压变化范围等于输入额定电压的±10%。

4) 如果需要更宽的变化范围，则应服从制造厂与用户之间的协议。

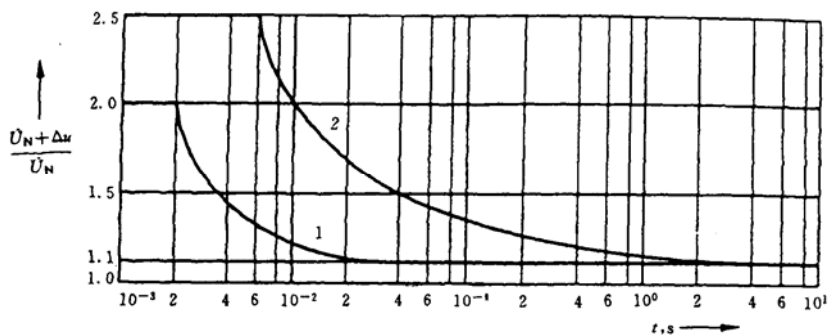
7.9.2 过电压（根据 IEC 60146-2）

图 1 中 对电源过电压作出了规定。图中显示了在短时间范围内非周期性过电压相对于额定峰值的偏差。成套设备的设计应保证在过电压低于曲线 1 的范围内设备能正常工作。

如果出现的过电压在曲线 1 和曲线 2 之间的范围内，可以用保护电器来中断运行以保护成套设备，使其在峰值电压升至 $2U+1000V$ 的情况下不出现任何损坏。

注 1：瞬态持续时间小于 1ms 的过电压值正在考虑中。

注 2：假定采用了适当的措施限制高于上述值的过电压。



U_N —系统标称电压的正弦峰值;
 Δu —叠加的非周期峰值电压;
 t —时间

图 1 $\frac{U_N + \Delta u}{U_N}$ 比值与时间 t 的函数

7.9.3 波形 (根据 IEC 60146-2)

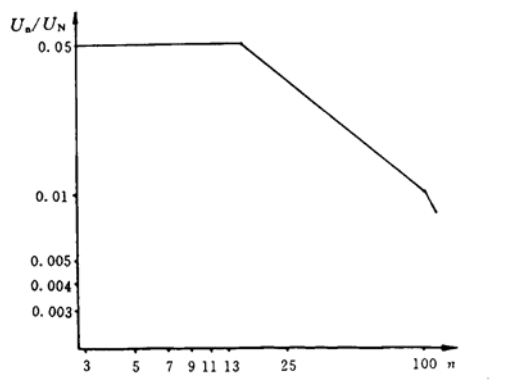
给带有电子器件的成套设备供电的输入交流电压的谐波受下述限制:

- 1) 相对谐波分量不应超过 10%，即相对基波分量 $\geq 99.5\%$;
- 2) 谐波分量不应大于图 2 给出的值。

注 1: 假设成套设备分组装置是隔开的, 而且如果电源的内部阻抗是重要值的话, 则建议在制造厂与用户之间的协议中对电源内部阻抗作出规定。

注 2: 电子控制器件和监测器件的允许值相同。

- 3) 交流电源电压的最大周期瞬时值高出基波峰值的值不超过基波峰值的 20%。



N —谐波分量次数;
 U_n — n 次谐波的方均根值;
 U —系统标称的方均根值

图 2 系统标称电压最大允许的谐波分量

7.9.4 电压和频率的短时变化

出现下述情况的短时变化时, 设备的运转不应受到任何破坏:

- a) 在不超过 0.5s 的时间内, 电压降不超过额定电压的 15%。
- b) 电源频率的偏差不得超过额定频率的 $\pm 1\%$ 。如需要更大偏差范围, 则要服从制造厂和用户的协议。

c) 设备电源电压的最大允许断电时间由制造商给出。

7.10 电磁兼容性 (EMC)

7.10.1 EMC 环境

在没有专门协议的情况下, (见 6.2.10), 对属于本标准范围的成套设备, 要考虑下面的两种环境条件:

- a) 环境 1;
- b) 环境 2。

环境 1: 主要与低压公共电网有关, 例如: 在居民区, 商业区和轻工业区安装使用。本环境不包括强干扰源, 如;弧焊机。

环境 2: 主要与低压非公共电网或工业电网有关, 包括强干扰源。

7.10.2 试验要求

包含了任意组装的电器和元件的成套设备, 在多数情况下只是一次性生产或组装。

如果满足了下述条件, 则不要求在最终的成套设备上进行 EMC 抗干扰和辐射试验:

- a) 按 7.10.1 中规定的环境进行设计的组合器件和元件符合相关的产品标准或通用的 EMC 标准;
- b) 内部安装及接线是按照元器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)。

否则, 要按照 8.2.8 的试验要求验证 EMC。

7.10.3 抗干扰

7.10.3.1 不装有电子电路的成套设备

不装有电子电路的成套设备不受正常电磁干扰, 因此不需进行抗干扰试验。

7.10.3.2 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的产品标准或通用的 EMC 环境。

注: 一条简单的整流电路对一般的电磁干扰不敏感, 因此, 不需要进行抗干扰试验。

7.10.4 辐射

7.10.4.1 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在偶然的通断操作过程中可能产生电磁干扰。尽管如此, 它应被限制在开关过电压以内, 其持续时间以微秒为单位测量, 而且其值不超过相关电路的额定脉冲耐受电压。

辐射的频率、等级、及后果被视为低压装置的正常电磁环境部分。

因此可以认为满足了电磁辐射的要求, 不需进行试验。

7.10.4.2 装有电子电路的成套设备

装有电子电路的成套设备 (例如: 斩波电源、包含有带高频计时器的微信息处理器的电路) 可能出现持续的电磁干扰。装有电子电路的独立的装置和元器件应符合相关产品标准或一般的 EMC 标准的要求和规定的 EMC 环境。

7.11 功能单元电气连接形式的说明

在成套设备或成套设备部件的内部功能单元电气连接的形式可由三个字母表示:

- 第一个字母表示进线主电路电气连接的形式;
- 第二个字母表示出线主电路电气连接的形式;
- 第三个字母表示辅助电路的电气连接的形式。

以下字母用于表示:

- F—固定连接 (见 2.2.12.1);
- D—可分离连接 (见 2.2.12.2);

W—可抽出式连接（见 2.2.12.3）。

8 试验规范

8.1 试验分类

检验成套设备性能的试验包括：

——型式试验（见 8.1.1 和 8.2）；

——出厂试验（见 8.1.2 和 8.3）。

需要时，制造厂家要为验证指定试验场地。

注：对 TTA 和 PTTA 进行试验与验证项目见表 7。

8.1.1 型式试验（见 8.2）

型式试验是用来验证给定型式的成套设备是否符合本标准的要求。

型式试验应在一个成套设备的样机上进行或在类似或相同设计生产的成套设备中各个部件上进行。这些试验应由制造商主动进行。

型式试验包括：

- a) 温升极限的验证（见 8.2.1）；
- b) 介电性能验证（见 8.2.2）；
- c) 短路耐受强度验证（见 8.2.3）；
- d) 保护电路有效性验证（见 8.2.4）；
- e) 电气间隙和爬电距离验证（见 8.2.5）；
- f) 机械操作验证（见 8.2.6）
- g) 防护等级验证（见 8.2.7）；

这些试验可以按任意次序和在同一型式的不同样机上进行。

如果成套设备的部件作了修改，只在这种修改可能对试验结果产生不利影响时，才必需重新进行型式试验。

8.1.2 出厂试验（见 8.3）

出厂试验是用来检查工艺和材料是否合格的试验。这些试验在每一台装配好的新的成套设备上或在每一个运输单元上进行，在安装工地上不作另外的出厂试验。

成套设备采用标准化元件在元件制造厂外进行装配，而使用的部件和附件是制造厂为此用途而规定或提供的，则应由负责装配成套设备的单位进行出厂试验。

出厂试验包括：

- a) 检查成套设备应包括检查接线，必要的话，进行通电操作试验（8.3.1）；
- b) 介电强度试（8.3.2）；
- c) 防护措施和保护电路的电连续性检查（见 8.3.3）。

这些试验可按任意次序进行。

注：在制造商进行的出厂试验工作，不能免除安装单位在经过运输和安装后进行检查试验的责任。

8.1.3 成套设备中电器和独立元件的试验

如果成套设备中的电器和独立元件按照 7.6.1 进行过挑选，并且是按照制造商的说明书进行安装的，则不要求型式试验或出厂试验。

8.2 型式试验

8.2.1 温升极限的验证

8.2.1.1 总则

温升试验是验证成套设备中各部件的温升极限是否超过 7.3 的规定。

一般应在成套设备中安装的电器元件上以符合 8.2.1.3 的额定电流值进行温升度试验。

试验也可根据 8.2.1.4 用功率损耗等效的加热电阻器来进行。

只有在采取适当的措施使试验具有代表性的情况下才允许对成套设备的单独部件(板、箱、外壳等)进行试验(见 8.2.1.2)。

在各单独电路上进行温升试验,应采用设计所规定的电流类型和频率。所用的试验电压应使流过电路的电流等于 8.2.1.3 所规定的电流值。应对继电器、接触器、脱扣器等的线圈施加额定电压。

对于开启式成套设备,如果出自型式试验单个部件,导体的尺寸以及电器元件的布局明显不会出现过高的温升,也不会对成套设备相连接的设备及相邻的绝缘材料部件造成损害,则不需进行温升试验。

表 7 TTA 和 PTTA 的试验与验证项目

序号	被检性能	条款号	TTA	PTTA
1	温升极限	8.2.1	用试验(型式试验)验证温升极限	用试验或外推法进行验证温升极限
2	介电性能	8.2.2	用试验(型式试验)验证介电性能	根据 8.2.2 或 8.3.2 规定的试验验证介电性能,或根据 8.3.4(见序号 11)验证绝缘电阻
3	短路耐受强度	8.2.3	用试验(型式试验)验证短路耐受强度	用试验或出自类似的通过型式试验布局的外推法验证短路耐受强度
4	保护电路有效性 成套设备裸露导电部件与保护电路之间的有效连接 保护电路的短路耐受强度	8.2.4 8.2.4.1 8.2.4.2	通过目测或电阻测量(型式试验)验证成套设备裸露导电部件与保护电路之间的有效连接 用试验(型式试验)验证保护电路的短路耐受强度	通过目测或电阻测量验证成套设备的裸露导电部件与保护电路之间的有效连接 用试验或对保护导体的合理设计与布局验证保护电路的短路耐受强度(见 7.4.3.1.1 最末一段)
5	电气间隙与爬电距离	8.2.5	用试验(型式试验)验证电气间隙与爬电距离	验证电气间隙与爬电距离
6	机械操作	8.2.6	验证机械操作(型式试验)	验证机械操作
7	防护等级	8.2.7	验证防护等级(型式试验)	验证防护等级
8	连接线、通电操作	8.3.1	检查成套设备,包括检查连接线,如有必要进行通电操作试验(出厂试验)	检查成套设备,包括检查连接线,如有必要,进行通电操作试验
9	绝缘	8.3.2	介电强度试验(出厂试验)	介电强度试验或按照 8.3.4(见序号 11)验证绝缘强度
10	防护措施	8.3.3	检查防护措施和保护电路的连续性(出厂试验)	检查防护措施
11	绝缘电阻	8.3.4		验证绝缘电阻,除非已按 8.2.2 或 8.3.2 进行试验(见序号 2 和 9)

对 PTTA 进行温升极限的验证应:

- 根据 8.2.1, 或
- 用外推法,例如依据 IEC60890。

8.2.1.2 成套设备的放置

成套设备应如同正常使用时一样放置,所有覆板等都应就位。

试验单个部件或结构部件时,与其邻接的部件或结构单元应产生与正常使用时一样的温度条件。此时,可以使用电阻加热器。

8.2.1.3 在所有电器元件上通以电流进行温升试验

试验应在一个或多个有代表性的组合电路上进行，该成套设备正是为这些电路而设计的，所选择的电路应能合理准确地得到最高温升。

对于这种试验，每条电路通过的电流值应为额定电流（见 4.2）乘以分散系数（见 4.7）。如果成套设备中包含有熔断器，试验时应按制造厂的规定配备熔芯。试验所用熔芯的功率损耗应载入试验报告中。

试验时使用的外连导体的尺寸和布置方式也应载入试验报告。

试验持续的时间应足以使温度上升到稳定值（一般不超过 8h）。实际上，当温度变化不超过 1K/h 时，即认为达到稳定温度。

注 1：如果元器件允许的话，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。

注 2：在试验期间，当控制电磁铁通电时，应测量主电路和控制电磁铁都达到热平衡时的温度。

注 3：在任何场合下，只有当磁场的作用小到可以忽略的程度，成套设备的多相试验才允许采用单相交流电，尤其是当电流大于 400A 时，需特别注意这一点。

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积应如下：

8.2.1.3.1 试验电流值达到 400A（包括 400A）：

- a) 导线应使用单芯铜电缆或绝缘线，其截面积按表 8 给出的数值；
- b) 导体应尽可能暴露在大气中；
- c) 从一个端子到另一个端子每根临时接线的最小长度应是：
 - 当截面积小于或等于 35mm² 时，长度为 1m；
 - 当截面积大于 35mm² 时，长度为 2m。

表 8 用于试验电流为 400A 及以下的铜导线

试验电流的范围 ¹⁾	导线尺寸 ^{2), 3)}	
	mm ²	AWG/MCM
A		
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

表 8 (续)

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

1) 试验电流值应高于第一栏中的第一个值, 低于或等于此栏中第二个值。
2) 为了方便试验, 在经过制造厂同意后, 可采用小于规定试验电流给出值的导线。
3) 对给出的试验电流范围, 可使用规定的两个导体中的一种。

8.2.1.3.2 试验电流值高于 400A 但不超过 800A 时:

- 根据制造厂的建议, 导线应是单芯聚氯乙烯绝缘铜电缆, 其截面积在表 9 中给出, 或者是表 9 中给出的等效的铜母排。
- 电缆或铜母排的间隔大约为端子之间的距离。铜母排应涂成无光的黑色。每个端子的多条平行电缆应捆在一起, 相互间的距离大约为 10mm。每个端子的多条铜排之间的距离大约等于母排的厚度。如果所要求的母排尺寸不合适端子或没有这种尺寸的母排, 则允许采用截面积大致相同, 冷却面积大致相同或略小一些的其他母排。电缆和母排不应交叉。
- 对于单相或多相试验, 连接试验电源的临时接线的最小长度为 2m。连接中性点的临时接线的最小长度可减少到 1.2m。

8.2.1.3.3 试验电流值高于 800A 但不超过 3150A 时:

- 导线应是表 9 中规定尺寸的铜母排, 除非成套设备的设计规定只能用电线。在这种情况下, 电线的尺寸和布置应由制造厂给出。
- 铜母排的间隔大约为端子之间的距离。铜母排应涂成无光的黑色。每个端子的多条铜母排应以大约等于母线厚度的间距隔开。如果所要求的母排尺寸不合适端子或没有这种尺寸的母排, 则允许采用截面积大致相同, 冷却面积大致相同或略小一些的其他母线, 铜母排不应交叉。
- 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 3m, 但如果连接线的电源末端的温升低于连接中点的温升不大于 5K, 那么, 连接线可减少到 2m。连接中性点的接线的最小长度应 2m。

表 9 对应于试验电流的铜导线的标准截面积

额定电流值 A	试验电流的范围 ¹⁾ A	试验导线			
		电 缆		铜 母 排 ²⁾	
		数 目	截面积 ³⁾ mm ²	数 目	尺 寸 mm
500	400~500	2	150(16)	2	30×5(15)
630	500~630	2	185(18)	2	40×5(15)
800	630~800	2	240(21)	2	50×5(17)

表 9 (续)

额定电流值 A	试验电流的范围 ¹⁾ A	试验导线			
		电 缆		铜 母 排 ²⁾	
		数目	截面积 ³⁾ mm ²	数目	尺寸 mm
1000	800~1000			2	60×5(19)
1250	1000~1250			2	80×5(20)
1600	1250~1600			2	100×5(23)
2000	1600~2000			3	100×5(20)
2500	2000~2500			4	100×5(21)
3150	2500~3150			3	100×10(23)

1) 电流值应大于第一个值, 小于或等于第二个值。
2) 假设母排是垂直排列的, 如果制造厂有规定, 也可采用水平排列。
3) 括号内的值为试验导线的温升估计值(以绝对温标 K 表示), 仅供参考。

8.2.1.3.4 试验电流值高于 3150A 时:

有关试验的所有项目, 例如: 电源类型、相数和频率(如需要的话), 试验导线的截面积等, 在制造厂和用户之间应达成协议。这些数据应作为试验报告的一部分。

8.2.1.4 用功率损耗等效的加热电阻器进行温升试验

对于某些主电路和辅助电路额定电流比较小的封闭式成套设备, 其功率损耗可使用能产生相同热量的加热电阻器来模拟, 该电阻器安装在外壳中适当的位置上。

连到电阻器上的引线截面不应导致显著的热量传出外壳。

加热电阻试验, 对相同外壳的所有成套设备应具有充分的代表性, 尽管外壳内装有不同的电器元件, 但只要考虑电路的分散系数后, 其总功率损耗不超过试验时的功率损耗即可。

内装的电器元件的温升不得超过表 2(见 7.3)给出的值。该温升可按如下方法求得近似值: 即测量出该电器元件在大气中的温升, 然后再加上外壳内部与外部的温差。

8.2.1.5 温度的测量

可用热电偶或温度计来测量温度。对于线圈, 通常采用电阻法。为测量成套设备内部的空气温度, 应在适宜的地方安装几个测量器件。

应防止空气流动和热辐射对温度计和热电偶的影响。

8.2.1.6 环境温度

环境温度应在试验周期的最后四分之一期间内测量, 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, 在高度约等于成套设备的二分之一, 并离开成套设备 1m 远的地方安装。应防止空气流动和热辐射对温度计和热电偶的影响。

如果试验时环境温度 +10℃ 与 +40℃ 之间, 则表 2 中给出的值就是温升的极限值。

如果试验时环境温度超过 +40℃ 或低于 +10℃, 则本标准不适用, 制造厂和用户应另订专门的协议。

8.2.1.7 试验结果

试验结束时, 温升不应超过表 2 中规定的值。电器元件在成套设备内部温度下, 并在其规定的电压范围内应能良好地工作。

8.2.2 介电性能验证

8.2.2.1 总则

对于成套设备的某些部件，已经按照有关规定进行过型式试验，而且在安装时没有损坏其介电强度，则不需单独对其进行此项型式试验。

再有，对于 PTTA，其绝缘电阻已按 8.3.4 进行过验证，则不需对此设备进行此项试验。

当成套设备包含一个与裸露导电部件（按照 7.4.3.2.2 中的 d）项的规定）已绝缘的保护导体时，该导体应被视为一个独立的电路，也就是说，应采用与主电路相同的电压进行试验。

试验的进行：

——如果制造厂已标明额定冲击耐受电压 U_{imp} 的值（见 4.1.3），应依据 8.2.2.6.1~8.2.2.6.4；

——在其他情况下，应依据 8.2.2.2~8.2.2.5。

8.2.2.2 绝缘外壳的试验

用绝缘材料制造的外壳，还应进行一次补充的介电试验，在外壳的外表面包复一层能覆盖所有的开孔和接缝的金属箔，试验电压则施加于这层金属箔和外壳内靠近开孔和接缝的带电部件以及裸导电部件之间。对于这种补充试验，其试验电压应等于表 10 中规定值的 1.5 倍。

注：对于采用总体绝缘防护的成套设备，其外壳的试验电压尚在考虑中。

8.2.2.3 用绝缘材料制造的外部操作手柄

按照 7.4.3.1.3 的要求用绝缘材料制造或覆盖的手柄，介电试验是在带电部件和用金属箔裹缠整个表面的手柄之间施加表 10 规定的 1.5 倍试验电压值。进行该试验时，框架不应当接地。也不能同其他电路相连接。

8.2.2.4 试验电压值与施加部位

试验电压应施加于：

- 1) 成套设备的所有带电部件与裸露导电部件之间。
- 2) 在每个极和为此试验被连接到成套设备相互连接的裸露导电部件上的所有其他极之间。

开始施加试验电压时不应超过本条中给出的 50%。然后在几秒钟之内将试验电压稳定增加至本条规定的最大值并保持 5s。交流电源应具有足够的功率以维持试验电压，可以不考虑漏电流。此试验电压实际应为正弦波，而且频率在 45Hz 至 62Hz 之间。

试验电压值如下：

8.2.2.4.1 对于主电路及未包括在 8.2.2.4.2 中的辅助电路，按表 10 规定

表 10 试验电压值

额定绝缘电压 U_i (线-线) V	介电试验电压 (交流方均根值)
$U_i \leq 60$	1000
$60 < U_i \leq 300$	2000
$300 < U_i \leq 690$	2500
$690 < U_i \leq 800$	3000
$800 < U_i \leq 1000$	3500
$1000 < U_i \leq 1500^*$	3500

* 仅指直流。

8.2.2.4.2 制造商已指明不适于由主电路直接供电的辅助电路，按表 11 的规定。

表 11 不由主电路直接供电的辅助电路试验电压值

额定绝缘电压 U_i (线—线) V	介电试验电压 (交流方均根值) V
$U_i \leq 12$	250
$12 < U_i \leq 60$	500
$U_i > 60$	$2 U_i, +1000$ 其最小值为 1500

8.2.2.5 试验结果

如果没有击穿或放电现象，认为通过了此项试验。

8.2.2.6 冲击电压耐受试验

8.2.2.6.1 基本条件

被试的成套设备应按照生产厂的说明同正常使用时一样完整地安装在它自身的支撑件上或等效的支撑件上。环境条件按 6.1 规定。

任何用绝缘材料制作的操作机构和任何无附加外壳的设备的完整的非金属外壳应用金属箔覆盖，金属箔连接到框架或安装金属板上。该金属箔应将标准试指（GB/T 4208-1993 的试验探针 B）可以触及的所有表面全部盖住。

8.2.2.6.2 试验电压

试验电压应为 7.1.2.3.2 和 7.1.2.3.3 所规定的那样。

按照制造厂的协议可用表 13 中给出的工频电压或直流电压进行试验。结果了解浪涌抑制器的性能，在该项试验时允许断开浪涌抑制器。然而最好用冲击电压对带有过压抑制装置的设备进行试验。试验电流的能量不应超过过压抑制装置的额定能量。

注：抑制装置的额定值应适合于应用。这种额定值尚在考虑中。

- a) 对每个极应施加 3 次 $1.2/50 \mu s$ 的冲击电压，间隔时间至少为 1s。
- b) 施加工频电压和直流电压，在交流情况下，持续时间为 3 个周波；或在直流情况下，每极施加 10ms。

按照附录 F 所给的方法，通过测量验证电气间隙等于或大于表 14 中情况 A 的值。

8.2.2.6.3 试验电压的施加

试验电压施加于：

- a) 成套设备的每个带电部件（包括连接在主电路上的控制电路和辅助电路）和内连的裸露导电部件之间。
- b) 在主电路每个极和其他极之间。
- c) 没有正常连接到主电路上的每个控制电路和辅助电路与
 - 主电路；
 - 其他电路；
 - 裸露导电部件；
 - 外壳或安装板之间。
- d) 对于断开位置上的抽出式部件，穿过绝缘间隙，在电源侧和抽出式部件之间，以及在电源端和负载端之间。

8.2.2.6.4 试验结果

在试验过程中，不应有无意的击穿放电。

注 1：为某个目的而设计的击穿放电除外，例如：瞬间过电压抑制装置。

注 2：“击穿放电”一词指的是与电应力下的绝缘故障有关联的现象，此时，放电完全穿过试验中的绝缘体，将电极间的电压降至零或接近零。

注 3：“火花放电”一词用在击穿放电出现在气体或液体介质中的情况下。

注 4：“闪络”一词用在击穿放电出现在气体或液体介质表面时。

注 5：“电击穿”一词用在击穿放电出现并贯穿固体介质时。

注 6：出现在固体介质中的击穿放电会使介电强度产生永久性的减弱；而气体或液体介质中的击穿放电所造成的介电强度减弱只是暂时的。

8.2.2.7 爬电距离验证

应测量相与相之间，不同电压的电路导体之间及带电部件与裸露导电部件之间的最小爬电距离。此距离应符合 7.1.2.3.5 的要求。

8.2.3 短路耐受强度验证

8.2.3.1 可免除此项验证的成套设备的电路

以下情况不要求进行短路耐受强度验证：

8.2.3.1.1 额定短路耐受电流或额定限制短路电流不超过 10kA 的成套设备。

8.2.3.1.2 采用限流器件保护的成套设备，该器件在最大允许预期短路电流（在成套设备的进线电路端）时的截断电流不超过 17kA。

8.2.3.1.3 打算与变压器相连接的成套设备中的辅助电路，该变压器二次额定电压不小于 110V 时，其额定容量不超过 10kVA。或二次额定电压小于 110V 时，其额定容量不超过 1.6kVA，而且其短路阻抗不小于 4%。

8.2.3.1.4 成套设备的所有部件（母排、母排接头、进线和出线单元、开关器件等）已经过适合成套设备工作条件的型式试验。

注：开关器件为例，符合 GB14048.3-2002 具有额定限制短路电流的开关设备或符合 GB 14048.4-1993 具有短路保护器件的电机起动类装置。

8.2.3.2 必需经过短路耐受强度验证的成套设备的电路

除 8.2.3.1 中提到的电路以外的所有电路。

8.2.3.2.1 试验安排

成套设备及其部件应像正常使用时一样安置。除了在母线上的试验和取决于成套设备结构形式的试验以外，如果各功能单元结构相同，而且不影响试验结果就只需试验一个功能单元。

8.2.3.2.2 试验的实施-总则

如果试验电路中包含有熔断器，应采用最大电流额定值（对应于额定电流）的熔断体，如果需要，应采用制造商规定的熔断器。

试验成套设备时所要求的电源线和短路连接导线应有足够的强度以耐受短路，它们的排列不应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输入端上，三相成套设备应按三相连接。

对于所有短路耐受额定值的验证（见 4.3.4.4、4.5 和 4.6）在电源电压为 1.05 倍额定工作电压时，预期短路电流值应由校准示波图来确定，该示波图应由一根可忽略阻抗的连接线在被短路的成套设备电源侧的导体上，而且要尽可能靠近成套设备电源输入端的地方取得。示波图应显示一个恒定电流，该电流可在某一时间内测得（即该时间等于成套设备内保护器件的动作时间）或在一规定时间内测得，该电流值近似于 8.2.3.2.4 规定的值。

用交流进行短路试验时，试验电路的频率允许偏差为额定频率的 25%。

在操作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：

- 1) 对适用于带中性点接地的三相四线系统，并有相应标志的成套设备，可接在电源中性点或接在允许预期故障电流至少为 1500A 的电感性人为中性点。
- 2) 对于同在三相四线系统中使用一样也适合在三相三线系统中使用并有相应标志的成套设备，要同对大地产生电弧的可能性很小的相导体连接。

注：标志和符号表示方法还在考虑中。

除 7.4.3.2.2 论述的设备外，试验电路应包括一个安全装置（如一个由直径为 0.8mm，长度不超过 50mm 的铜丝作熔芯的熔断器）用以检测故障电流。除了下面注 2 和注 3 所说的，在此可熔断元件的电路中，预期故障电流为 1500A±10%。必要时，用一个电阻器把电流限制在该值上。

注 1：一根 0.8mm 直径的铜丝，在 1500A 下，大约经过半个周波就熔断，电源频率在 45~67Hz 之间（对于直流，熔断时间为 0.01s）。

注 2：按照有关产品的标准的要求，小型设备的预期故障电流可能小于 1500A，可选用熔断时间与注 1 相同的直径较小的铜丝（见注 4）。

注 3：在电源具有一个人为的中性点时，预期故障电流可能比较低，按照制造厂的意见，可选用熔断时间与注 1 相同的直径较小的铜丝（见注 4）。

注 4：在可熔断电路中预期故障电流和铜丝直径之间的关系应根据表 12：

表 12 预期故障电流与铜丝直径的关系

铜丝直径 mm	可熔元件电路中预期故障电流 A
0.1	50
0.2	150
0.3	300
0.4	500
0.5	800
0.8	1500

8.2.3.2.3 主电路试验

对于带母排的成套设备，按照下面 a)、b) 和 d) 项进行试验。

对于不带母排的成套设备，按照下面 a) 项进行试验。

对于不满足 7.5.5.1.2 的试验要求的成套设备，另外还要按照 c) 项进行试验。

- a) 如果出线电路中有一个事先没经过试验的元件，则应进行如下试验：

为了试验出线电路，其出线端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：中 8.3.4.1.2 的 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 630A 的断路器，在试验电路中，应有一根 0.75m 长，截面积相应于约定发热电流的电缆（见 IEC 60947-1 的表 9 和表 10）。开关应合闸，并像工作中正常使用那样在合闸位置上。然后施加试验电压，并维持足够长的时间，使出线单元的短路保护器件动作以消除故障，并且在任何情况下，试验电压持续时间不得少于 10 个周波。

- b) 带有主母排的成套设备应进行一次补充实验，以考虑主母排和进线电路包括接点的短路耐受强度。短路点离的电源的最近点应是 2m±0.40m。对于额定短时耐受电流（见 4.3）和额定峰值耐受电流（见 4.4）验证，如果在低电压下进行试验才能使试验电流为额定值（见 8.2.3.2.4

的 b) 项), 此时距离可增大。所设计的成套设备的被试母排长度小于 1.6m, 而且成套设备不再扩展时, 应对整条母线进行试验, 短路点应在这条母线的末端。如果一组母排由不同的母排段构成, (诸如截面积不同, 相邻母排之间的距离不同, 母排形式及每米母线上支架的数量不同), 则每一段母排应分别或同时进行试验, 该试验亦应满足上面所提的条件。

- c) 在将母排接到单独的出线单元的导体中, 用螺栓连接实现短路时, 短路点应尽量靠近出线单元母排侧的端子。短路电流值应与主母排相同。
- d) 如果存在中性母排, 应进行一次试验以考验其短路耐受强度, 试验点在离中性母排最近, 包括任何接点的相母排上。8.2.3.2.3 的 b) 项要求适用于中性母排与该相母排的连接。制造厂与用户之间如无其他协议, 中性母排试验的电流值应为三相试验的相电流的 60%。

8.2.3.2.4 短路电流值及其持续时间

- a) 用短路保护器件保护的成套设备, 无论保护器件是在进线单元或是在其他地方, 试验电压的施加时间应足够长, 在任何情况下, 不应少于 10 个周期, 以确保短路保护器件动作, 并清楚故障。
- b) 进线单元中不带有短路保护器的成套设备 (见 7.5.2.1.2)。

应该在指定的保护器件的电源侧, 以预期电流进行所有的短路耐受额定值, 动应力和热应力的验证。如果制造厂给出了额定短时耐受电流: 额定峰值耐受电流、额定限制短路电流或额定熔断短路电流的值, 则该预期电流应与制造厂给出的值相等。

当试验站很难用最大工作电压进行短时耐受电流试验或峰值耐受电流试验时, 根据 8.2.3.2.3 的 b)、c) 和 d) 在任何合适的低压下进行。在这种情况下, 实际试验电流等于额定短时耐受电流或峰值耐受电流。这些应在试验报告中说明。然而, 在试验期间, 如果出现保护装置发生瞬时触点分离, 则应用最大工作电压重新进行试验。

在短时和峰值耐受试验时, 如果有过载脱扣装置, 在试验时发生脱扣动作, 则试验无效。

所有的试验应在设备的额定频率 (偏差 ±25%) 及按表 4 中对应于短路电流的功率因数下进行。标定电流值应是所有相中交流分量的平均方均根值。当以最大工作电压进行试验时, 标定电流即是实际试验电流。在每相中电流偏差应在 +5% 至 0% 之内, 而且功率因数偏差应在 +0.0 至 -0.05 之内。在施加电流的规定时间内其交流分量的有效值应保持不变。

注 1: 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, 试验电流应根据公式 $I^2t = \text{常数}$ 进行修正, 但如无制造厂的同意, 峰值不得超过额定峰值耐受电流, 而且短时耐受电流方均根值至少有一相在电流起始 0.1s 内不得小于额定值。

注 2: 短时耐受电流和峰值耐受电流试验允许分别进行。在此情况下, 峰值耐受电流试验时施加短路的时间, 不应使 I^2t 值大于短时耐受电流试验的相应值, 但它不得小于 3 个周波。

对于限制和熔断短路电流试验, 在规定保护器件的电源侧, 试验应以 1.05 倍额定工作电压 (见 8.2.3.2.2) 及预期电流进行, 预期电流值等于额定限制或熔断短路电流值。试验不允许以低电压进行。

8.2.3.2.5 试验结果

试验后, 导体不应有任何过大的变形, 只要电气间隙和爬电距离仍符合 7.1.2 的规定, 母排的微小变形是允许的。同时, 导线的绝缘和绝缘支撑部件不应有任何明显的损伤痕迹, 也就是说, 绝缘物的主要性能仍保证设备的机械性能和电器性能满足本标准的要求。

检测器件不应指示出有故障电流发生。

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。

在不影响防护等级, 电气间隙不减小到小于规定数值的条件下, 外壳的变形是允许的。

母排电路或成套设备框架的任何变形影响了抽出式部件或可移式部件的正常插入的情况, 应视为故障。

在有疑问的情况下，应检查成套设备的内装元件的状况是否符合有关规定。

另外，在 8.2.3.2.3a) 的试验和包含短路器件的试验之后，被试设备应能承受 8.2.2 的介电试验。该试验的电压值在相关标准中有关短路试验内容中有规定，试验在如下部位进行：

- a) 在所有带电部位与成套设备的框架之间；
- b) 在每一极和与成套设备的框架连接的所有其它极之间。

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。

8.2.3.2.6 对于通过部分型式试验的成套设备 (PTTA) 应按下述要求之一验证其短路耐受强度：

——根据 8.2.3.2.1-8.2.3.2.5 进行试验；

——或根据来自类似的通过型式试验安排的外推法进行推断。

注 1：从通过已做过的型式试验的布置进行估算的实例在 IEC1117 中给出。

注 2：注意比较导体强度、带电部件与裸露导电部件之间的距离，支撑框架之间的距离，支撑框架的高度和强度以及安装结构的支撑框架的类型和强度。

8.2.4 保护电路有效性的验证

8.2.4.1 成套设备的裸露导电部件和保护电路之间的有效连接验证。

应验证成套设备的不同裸露导电部件是否有效地连接在保护电路上，进线保护导体和相关的裸导电部件之间的电阻不应超过 0.1Ω

应使用电阻测量仪器进行验证，此仪器可以使至少 10A 交流或直流电流通过电阻测量点之间 0.1Ω 的阻抗。

注：有必要将试验时间限制在 5s，否则，低电流设备可能会受到试验的不利影响。

8.2.4.2 通过试验验证保护电路的短路强度 (8.2.3.1 规定的电路不适用)

一个单相试验电源，一极连接在一相的进线端子上另一级连接到进线保护导体的端子上。如成套设备带有单独的保护导体，应使用最近的相导体。对于每个有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该相的出线端子和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保护装置，该保护装置可使单元通过最大峰值电流和 I^2t 值。此试验允许用成套设备外部的保护器件来进行。

对于此试验，成套设备的框架应与地绝缘。试验电压应等于额定工作电压的单相值。所用预期短路电流值应是成套设备三相短路耐受试验的预期短路电流值的 60%。

此试验的所有其他条件应同 8.2.3.2 相似。

8.2.4.3 试验结果

无论是由单独导体或是由框架组成的保护电路，其连续性和短路耐受强度都不应遭受严重破坏。除直观检查外，还可用与相关出线单元额定电流相同数量级的电流进行测量，以作验证。

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烧烧，那么接合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和相关的出线保护导体端子间测量电阻比值可验证是否符合这一条件。

8.2.5 电气间隙和爬电距离验证

应验证电气间隙和爬电距离是否符合 7.1.2 规定的值。

必要时，考虑到外壳及其部件或内部屏障可能产生的变形，包括偶然由短路引起的任何变化，对电气间隙和爬电距离进行测量。

如果成套设备包含抽出式部件，则有必要在试验位置（见 2.2.9）（如果有的话）和分离位置（见 2.2.10）时分别验证电气间隙和爬电距离是否符合要求。

8.2.6 机械操作验证

对于按照其有关规定进行过型式试验的成套设备的电器，只要在安装时机械操作部件无损坏，则不

在某些场合下，当成套设备进行安装并打算投入运行时，可能有必要在现场进行或重复此试验。在这种情况下，制造厂和用户之间应达成专门的协议。

8.3.2 介电强度试验

试验应如下进行：

——如果制造商已标出额定冲击耐受电压 U_{ipm} 的值（见 4.1.3）则按照 8.3.2.1 和 8.3.2.2 的 b) 项进行试验。

——其他情况则按照 8.3.2.1 和 8.3.2.2a) 进行试验。

对于已按 8.3.4 的规定验证绝缘电阻的 PTTA 则不需要进行此项试验。

由额定值不超过 16A 短路保护器件保护的和预先已经以辅助电路的额定电压进行过电气操作试验（见 8.3.1）的 TTA 和 PTTA 的辅助电路也不需进行该试验。

8.3.2.1 总则

试验时，成套设备的所有电气器件都应连接起来，除非根据有关规定应施加较低试验电压的器件以及某些消耗电流的器件（如线圈、测量仪表）——对这些电器施加试验电压后将会引起电流的流动——则应当断开。此类电器应在其中一个接线端上断开，除非它被设计为不能耐受规定值试验电压时，才能将所有接线端子都断开。

安装在带电部件和裸露导电部件之间的抗干扰电容器不应断开，此电容器应能够耐受试验电压。

8.3.2.2 试验电压值、持续时间和实施

a) 按照 8.2.2.4，试验电压应施加 1s，交流电源应该有足够的容量，以便在出现各种漏电电流的情况下仍能维持试验电压。试验电压实际为正弦波，其频率在 45~62Hz 之间。

如果被试设备是包括在已预先经受过介电试验的主电路或辅助电路之中，试验电压则可以减至 8.2.2.4 所给出值的 85%。

试验时：

——可以闭合所有的开关器件；或者，

——将试验电压依次施加在电路的所有部件上。

试验电压应施加在带电部件和成套设备的框架之间。

b) 应按照 8.2.2.6.2 和 8.2.2.6.3 进行试验。如果安装在电路中的元件按照其 IEC 标准用较低的试验电压进行了出厂试验，那么，此试验也应采用上述较低的电压值。然而，此试验电压不应低于额定冲击耐受电压 30%（不用海拔修正因数）或不低于两倍的额定绝缘电压，采用这两者中较高的一种。

8.3.2.3 试验结果

如果没有击穿或闪络现象，则认为通了此项试验。

8.3.3 保护措施和保护电路的电连续性检查

应检查防止直观接触和间接接触的防护措施（见 7.4.2 和 7.4.3）。

可利用直观检查来验证保护电路以确保 7.4.3.1.5 所列措施得以实施。尤其应检查螺钉连接是否接触良好，可能的话可抽样试验。

8.3.4 绝缘电阻的验证

对于没有按照 8.2.2 或 8.3.2 经受介电强度试验的 PTTA，应用电压至少为 500V 的绝缘测量仪器进行绝缘测量。

如果电路与裸露导电部件之间，每条电路对地标称电压的绝缘电阻应至少为 $1000 \Omega/V$ ，则认为通过了试验。

作为例外，有些器件不连接起来较为合适，这些器件根据它们的特殊要求，在施加试验电压时是消

耗电流的器件（如线圈、测量仪器）或是不为满值试验电压而设计的。

表 13 隔离设备断开触点间试验电压

额定冲击 耐受电压 U_{imp} kV	试验电压和相应的海拔									
	交流峰值和直流耐受电压 $U_{1.2/50}$					交流方均根值				
	海平面	200m	500m	1000m	2000m	海平面	200m	500m	1000m	2000m
0.33	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	1.3	1.2	1.2	1.1	1.06
0.5	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	1.3	1.2	1.2	1.1	1.06
0.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	1.3	1.2	1.2	1.1	1.06
1.5	2.3	2.3	2.2	2.2	2	1.6	1.6	1.55	1.55	1.42
2.5	3.5	3.5	3.4	3.2	3	2.47	2.47	2.40	2.26	2.12
4	6.2	6	5.8	5.6	5	4.38	4.24	4.10	3.96	3.54
6	9.8	9.5	9.3	9	8	7.0	6.8	6.60	6.40	5.66

注 1：表 13 采用了均匀电场，情况 B（见 2.9.15）的特性，因此，冲击电压、直流和交流峰值耐受电压值是相同的。其交流方根值是从交流峰值推导出来的。

注 2：如果电气间隙介于情况 A 和情况 B 之间，那么本表给出的交流和直流值比冲击电压值更严格。

注 3：工频电压试验要遵循制造商的协议（见 8.2.2.6.2）。

表 14 空气中的最小电气间隙

额定冲击 耐受电压 U_{imp} kV	最小电气间隙 mm							
	情况 A 非均匀电场条件（见 2.9.16）				情况 B 均匀电场条件（见 2.9.15）			
	污 染 等 级				污 染 等 级			
	1	2	3	4	1	2	3	4
0.33	0.01				0.01			
0.5	0.04	0.2			0.04	0.2		
0.8	0.1		0.8		0.1		0.8	
1.5	0.5	0.5		1.6	0.3	0.3		1.6
2.5	1.5	1.5	1.5		0.6	0.6		
4	3	3	3	3	1.2	1.2	1.2	2
6	5.5	5.5	5.5	5.5	2	2	2	3
8	8	8	8	8	3	3	3	4.5
12	14	14	14	14	4.5	4.5	4.5	

注：最小的电气间隙值以大气压为 80kPa 时（它相当于海拔 2000m 处的正常大气压）的 1.25/50 μ s 冲击电压为基准。

表 15 隔离设备断开触点间试验电压

额定冲击 耐受电压 U_{imp}	试验电压和相应的海拔									
	$U_{1.2/50}$ 交流峰值和直流 kV					交流方均根值 kV				
	海平面	200m	500m	1000m	2000m	海平面	200m	500m	1000m	2000m
0.33	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	1.3	1.2	1.2	1.1	1.06
0.5	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	1.3	1.2	1.2	1.1	1.06
0.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	1.3	1.2	1.2	1.1	1.06
1.5	2.3	2.3	2.2	2.2	2	1.6	1.6	1.55	1.55	1.42
2.5	3.5	3.5	3.4	3.2	3	2.47	2.47	2.40	2.26	2.12
4	6.2	6	5.8	5.6	5	4.38	4.24	4.10	3.96	3.54
6	9.8	9.5	9.3	9	8	7.0	6.8	6.60	6.40	5.66
8	12.3	12.1	11.7	11.1	10	8.7	8.55	8.27	7.85	7.07
12	18.5	18.1	17.5	16.7	15	13.1	12.8	12.37	11.80	10.6

注 1: 如果电气间隙介于情况 A 和情况 B 之间, 表 15 给出的交流和直流值比冲击电压值更严格。
注 2: 工频电压试验以制造商的协议为条件 (见 8.2.2.6.2)。

表 16 爬电距离的最小值

设备额定 绝缘电压 或实际工 作电压交 流方均根 值或直流 $V^{5)}$	设备长期承受电压的爬电距离 mm													
	污染等级			污染等级				污染等级				污染等级		
	1 ⁶⁾	2 ⁶⁾	1	2				3				4		
	材料组别			材料组别				材料组别				材料组别		
	2)	3)	2)	I	II	III _a	III _b	I	II	III _a	III _b	I	II	III _a
10	0.025	0.04	0.08	0.4	0.4	0.4	1	1	1	1.6	1.6	1.6	4)	
12.5	0.025	0.04	0.09	0.42	0.42	0.42	1.05	1.05	1.05	1.6	1.6	1.6		
16	0.025	0.04	0.1	0.45	0.45	0.45	1.1	1.1	1.1	1.6	1.6	1.6		
20	0.025	0.04	0.11	0.48	0.48	0.48	1.2	1.2	1.2	1.6	1.6	1.6		
25	0.025	0.04	0.125	0.5	0.5	0.5	1.25	1.25	1.25	1.7	1.7	1.7		
32	0.025	0.04	0.14	0.53	0.53	0.53	1.3	1.3	1.3	1.8	1.8	1.8		
40	0.025	0.04	0.16	0.56	0.8	1.1	1.4	1.6	1.8	1.9	2.4	3		
50	0.025	0.04	0.18	0.6	0.85	1.2	1.5	1.7	1.9	2	2.5	3.2		
63	0.04	0.063	0.2	0.63	0.9	1.25	1.6	1.8	2	2.1	2.6	3.4		
80	0.063	0.1	0.22	0.67	0.95	1.3	1.7	1.9	2.1	2.2	2.8	3.6		
100	0.1	0.16	0.25	0.71	1	1.4	1.8	2	2.2	2.4	3.0	3.8		
125	0.16	0.25	0.28	0.75	1.05	1.5	1.9	2.1	2.4	2.5	3.2	4		
160	0.25	0.4	0.32	0.8	1.1	1.6	2	2.2	2.5	3.2	4	5		
200	0.4	0.63	0.42	1	1.4	2	2.5	2.8	3.2	4	5	6.3		
250	0.56	1	0.56	1.25	1.8	2.5	3.2	3.6	4	5	6.3	8		
320	0.75	1.6	0.75	1.6	2.2	3.2	4	4.5	5	6.3	8	10		
400	1	2	1	2	2.8	4	5	5.6	6.3	8	10	12.5		
500	1.3	2.5	1.3	2.5	3.6	5	6.3	7.1	8.0	10	12.5	16		
630	1.8	3.2	1.8	3.2	4.5	6.3	8	9	10	12.5	16	20		

表 16 (续)

设备额定 绝缘电压 或实际工 作电压交 流方均根 值或直流 V ⁵⁾	设备长期承受电压的爬电距离														
	mm														
	污染等级			污染等级				污染等级				污染等级			
	1 ⁶⁾	2 ⁶⁾	1	2				3				4			
	材料组别			材料组别				材料组别				材料组别			
2)	3)	2)	I	II	III _a	III _b	I	II	III _a	III _b	I	II	III _a	III _b	
800	2.4	4	2.4	4	5.6	8	10	11	12.5		16	20	25		
1000	3.2	5	3.2	5	7.1	10	12.5	14	16		20	25	32		
1250			4.2	6.3	9	12.5	16	18	20		25	32	40		
1600			5.6	8	11	16	20	22	25		32	40	50		
2000			7.5	10	14	20	25	28	32		40	50	63		
2500			10	12.5	18	25	32	36	40	4)	50	63	80		
3200			12.5	16	22	32	40	45	50		63	80	100		
4000			16	20	28	40	50	56	63		80	100	125		
5000			20	25	36	50	63	71	80		100	125	160		
6300			25	32	45	63	80	90	100		125	160	200		
8000			32	40	56	80	100	110	125		160	200	250		
10000			40	50	71	100	125	140	160		200	250	320		

1) 由于 GB/T 16935.1—1997 中 2.4 的条件, 材料组别 I 或材料组别 II、III_a、III_b, 漏电起痕的可能性减小。

2) 材料组别 I、II、III_a、III_b。

3) 材料组别 I、II、III_a。

4) 此区域内的爬电距离值尚未确定。材料组别 III_b 一般不推荐用于 630V 以上的污染等级 3, 也不推荐用于污染等级 4。

5) 作为例外, 对于额定绝缘电压 127, 208, 415, 440, 660/690 和 830V, 可以采用分别对应于 125, 200, 400, 630 和 800V 的较低档的爬电距离值。

6) 这两栏中给出的值适用于印刷线路材料的爬电距离。

注 1: 工作电压为 32V 及以下的绝缘不会出现漏电或漏电起痕现象。然而必须考虑到电解腐蚀的可能性, 为此规定了最小的爬电距离值。

注 2: 按照 R10 数系选择电压值。

附录 A

(规范性附录)

适合连接用铜导线的最小和最大截面积 (见 7.1.3.2)

表 A1 适用于每个端子上连接一根铜导线。

表 A.1

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 ²		mm ²	
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
12	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

注 1: 如果外接导体直接连接在内装器件上, 有关规定中给出的截面积应适用。

注 2: 如需要选用表中规定值以外的导体, 应由制造商和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
(其细则在 GB 16895.3-1997 中给出)

须承受持续时间大约为 0.2s~5s 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^2 ；

I ——在阻抗可忽略的故障情况下，流过保护电器的故障电流值（方均根值），A；

t ——保护电器的分断时间，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（J）。

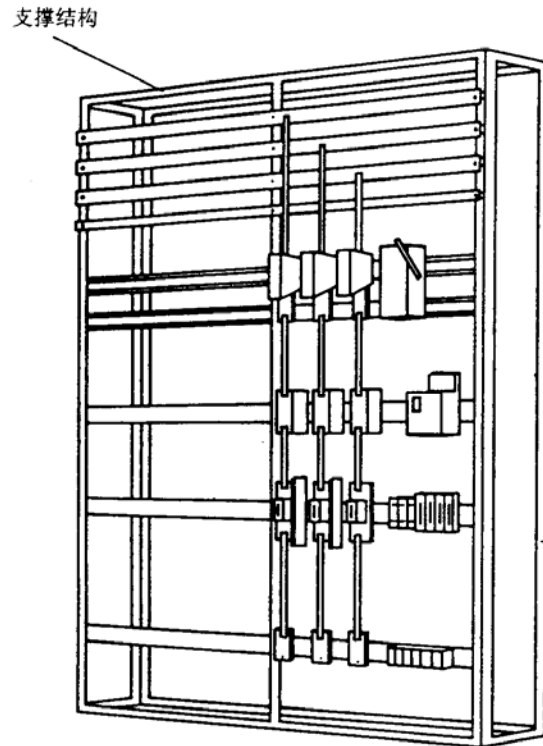
K ——系数，它取决于保护导体、绝缘和其他部分的材质以及起始和最终温度。

表 B.1 不包括在电缆内的绝缘保护导体的 K 值，或与电缆外皮接触的裸保护导体的 K 值

	保护导体或电缆外套的绝缘		
	(PVC)	XLPE EPR 裸导体	丁烯橡胶
最终温度	160℃	250℃	220℃
	系数 k		
导体材料			
铜	143	176	166
铝	95	116	110
钢	52	64	60

注：导体的初始温度假定为 30℃。

附录 C
(资料性附录)
成套设备的典型实例



C.1 开启式成套设备 (见 2.3.1)

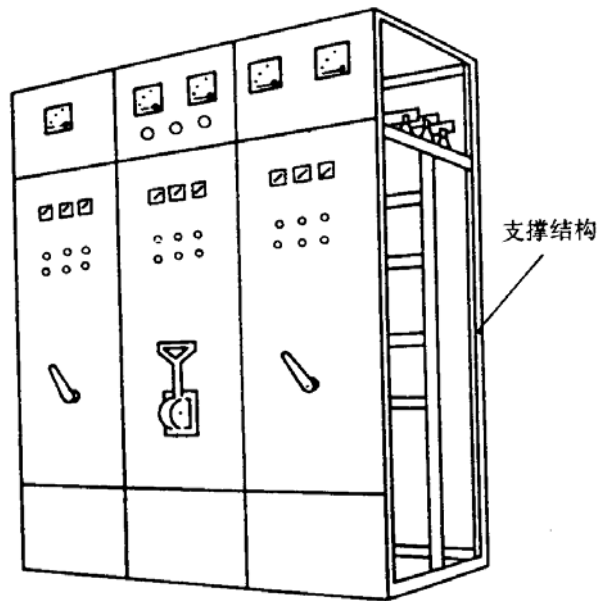


图 C.2 固定面板式成套设备 (见 2.3.2)

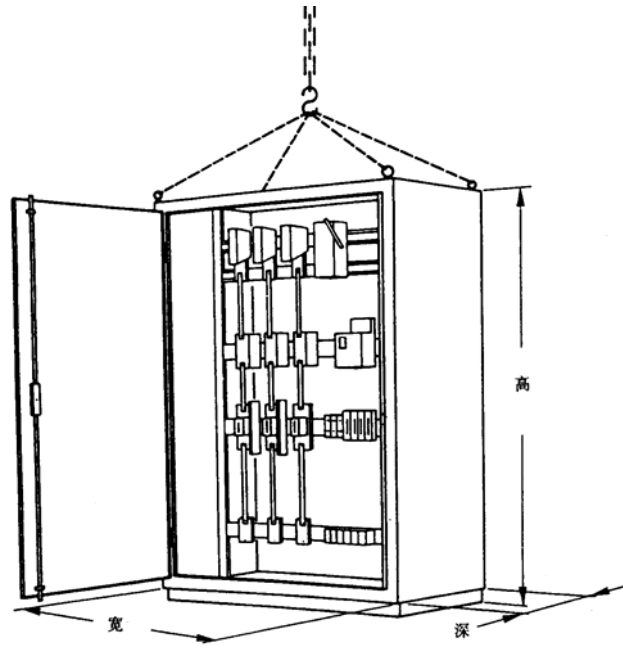


图 C.3 柜式成套设备(见 2.3.3.1)

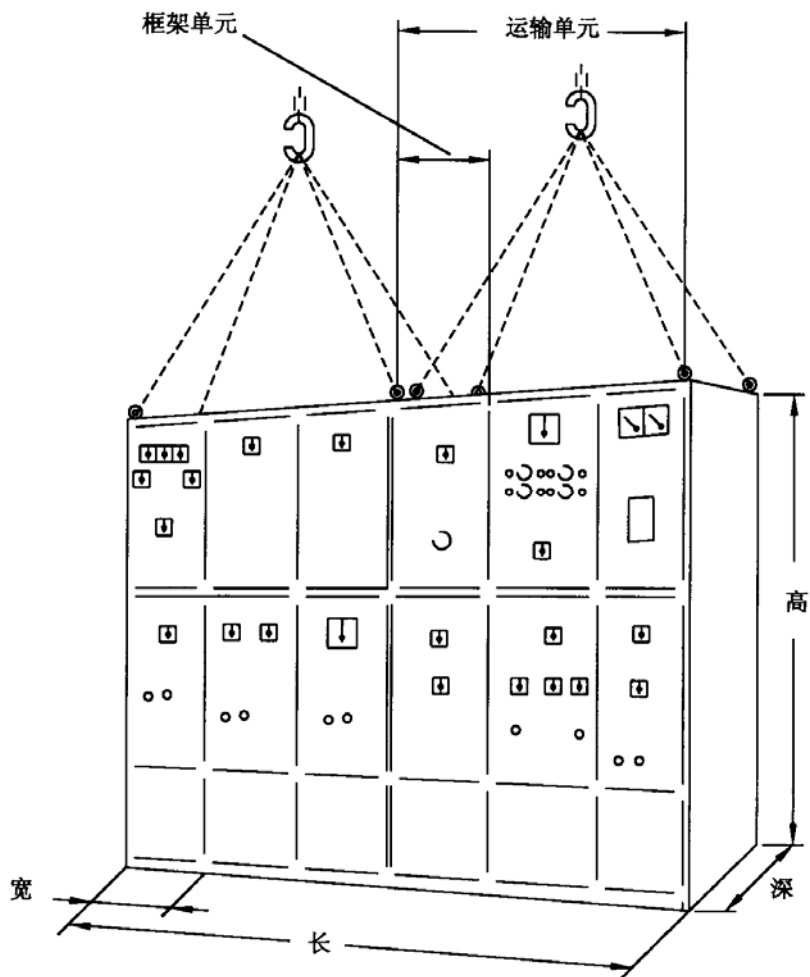


图 C.4 柜组型成套设备(见 2.3.3.2)

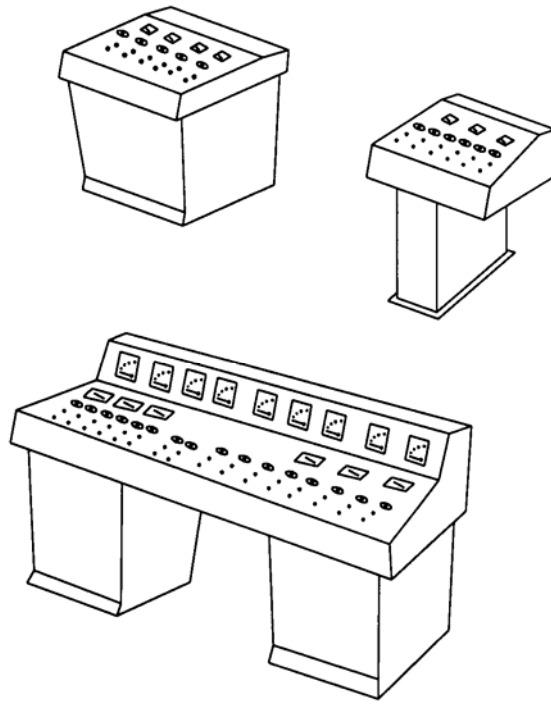


图 C.5 台式成套设备(见 2.3.3.3)

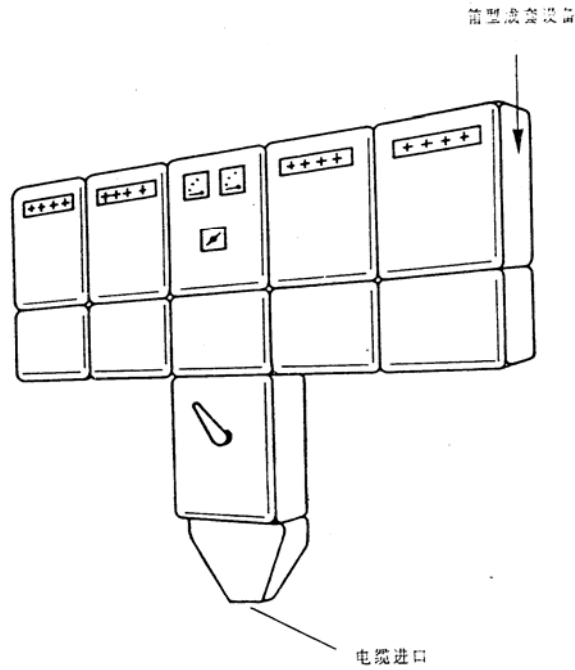


图 C.6 箱组式成套设备(见 2.3.3.5)

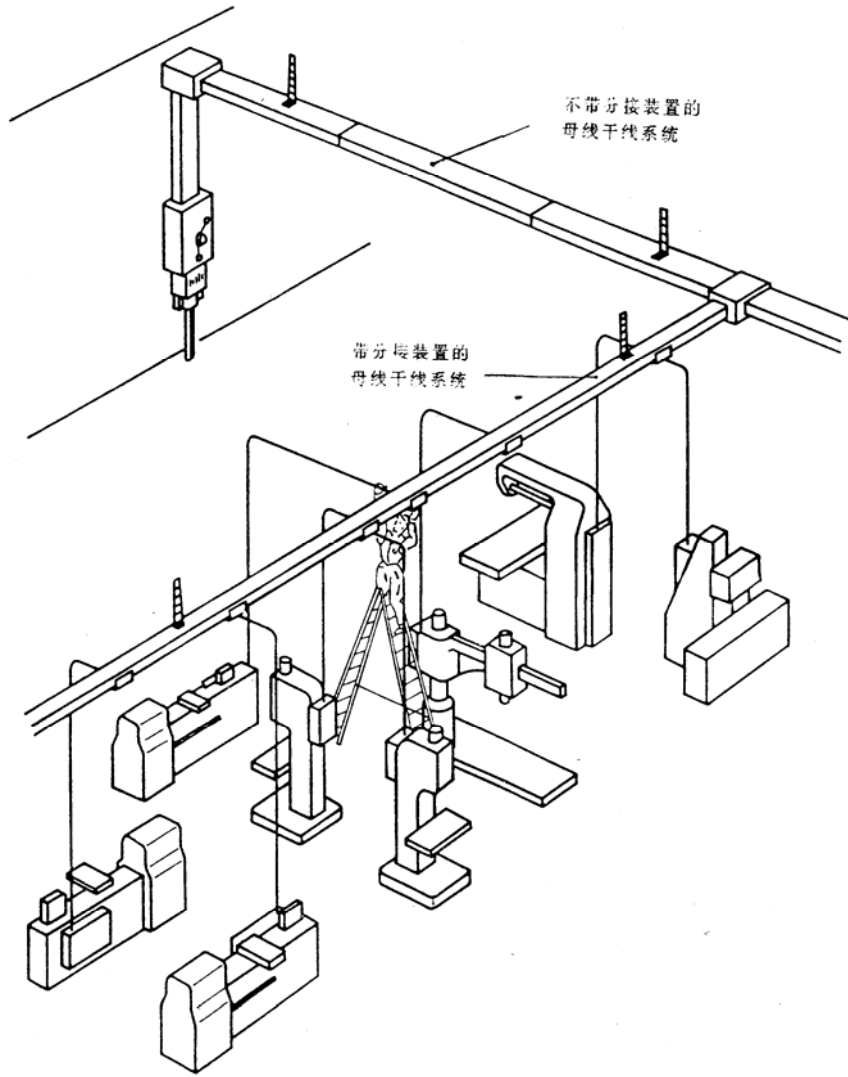


图 C.7 母线干线系统(见 2.3.4)

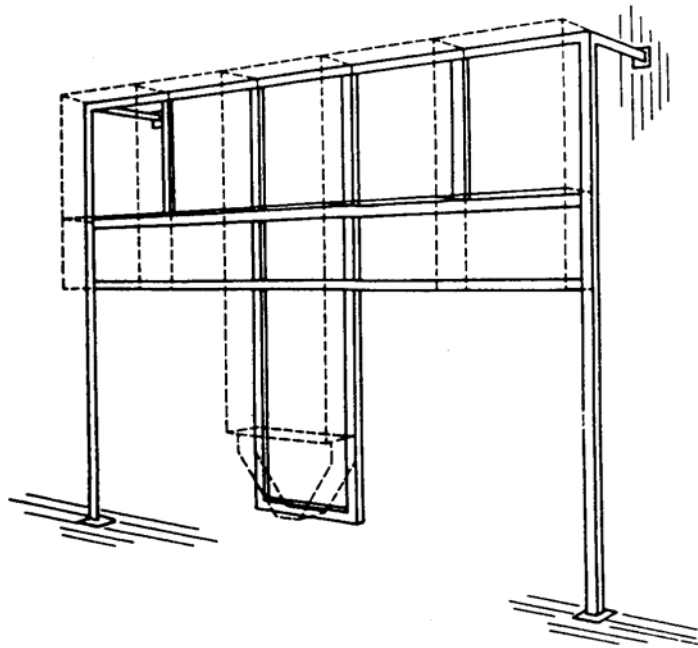


图 C.8 安装结构(见 2.4.2)

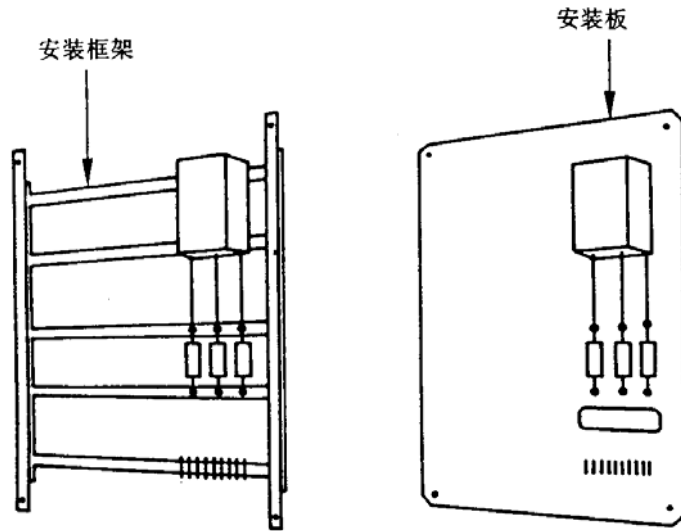


图 C.9 固定部件(见 2.2.5, 2.4.3, 2.4.4)

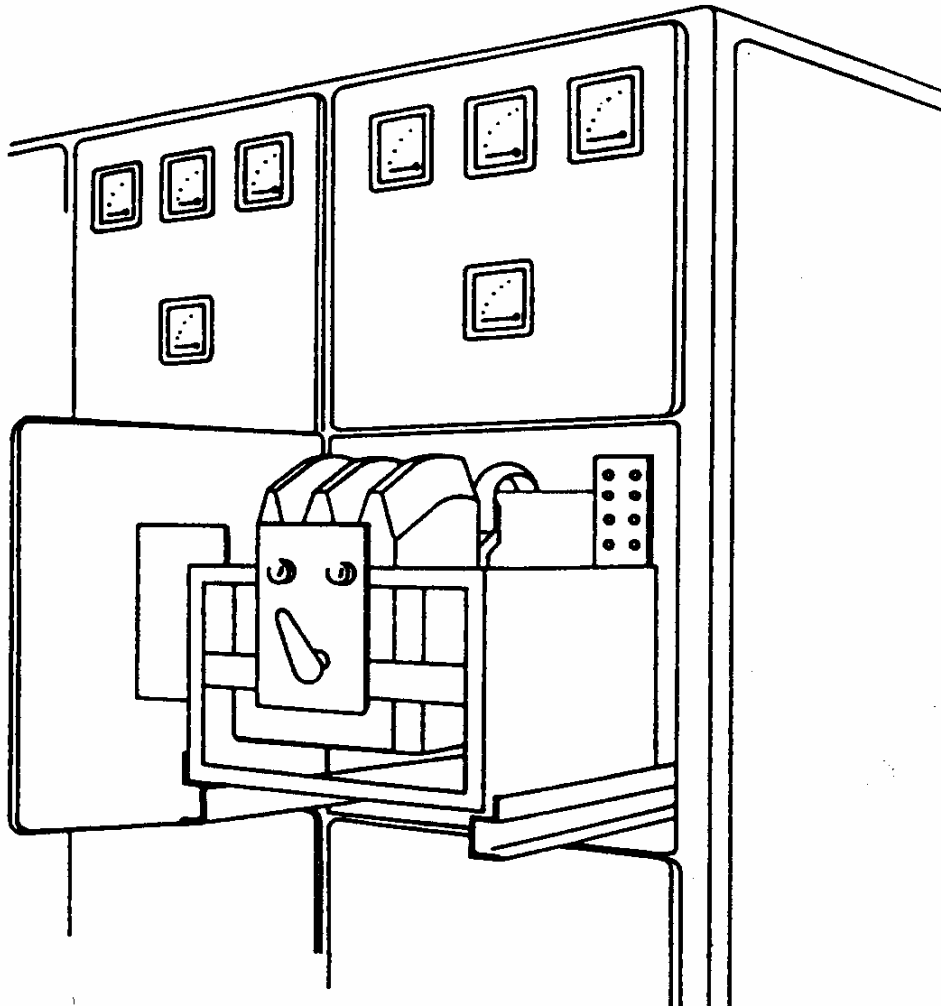


图 C.10 抽出式部件(见 2.2.7)

附录 D
(资料性附录)
内部隔离形式 (见 7.7)

符号
母线、包括配电母线

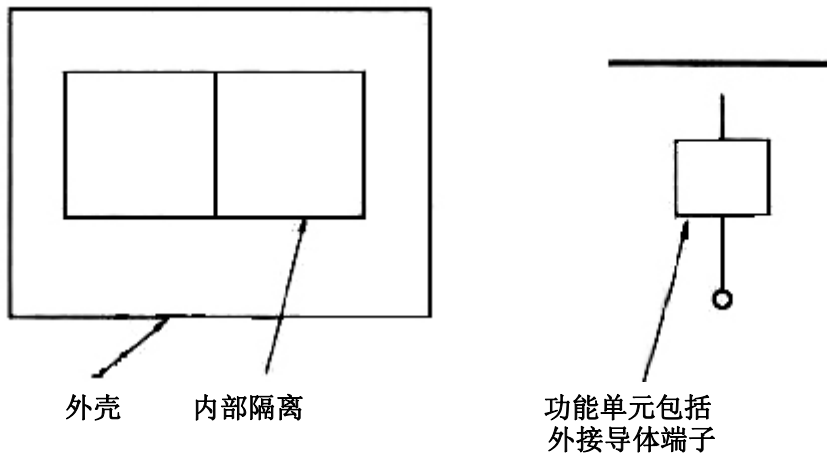


图 D.1 图 D.2 所使用的符号

形式 1
无内部隔离

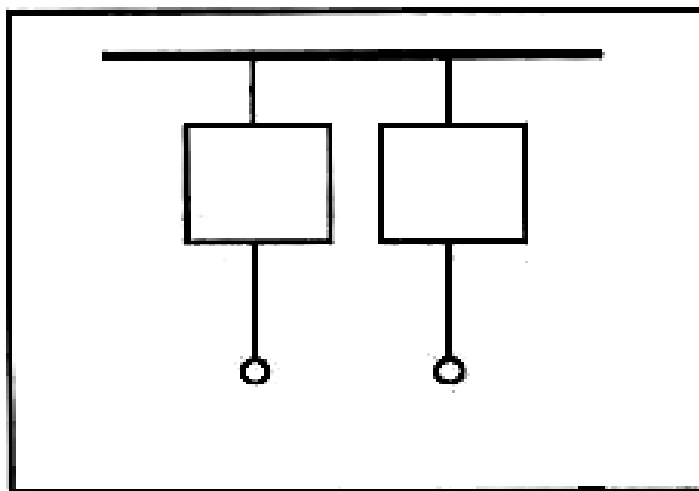
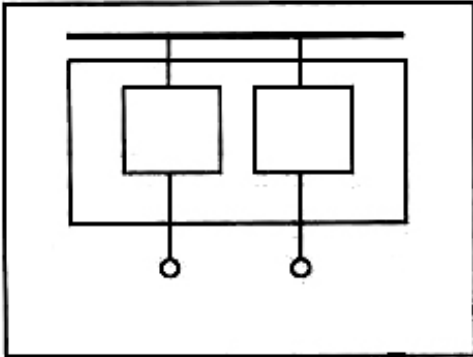
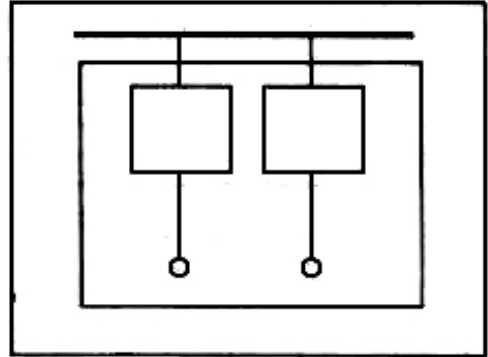


图 D.2 形式 1、形式 2、形式 3 和形式 4

形式 2
母线与功能单元隔离

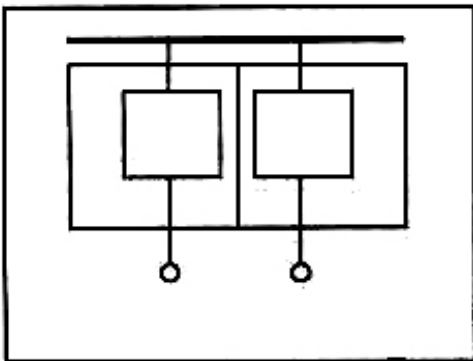


形式 2a:
端子不与母线分开

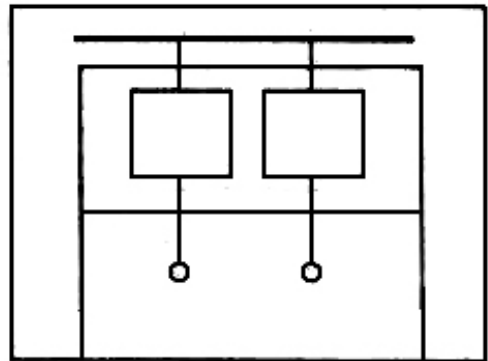


形式 2b:
端子与母线分开

形式 3
母线与功能单元隔离
+
功能单元之间互相隔离
+
端子与功能单元隔离



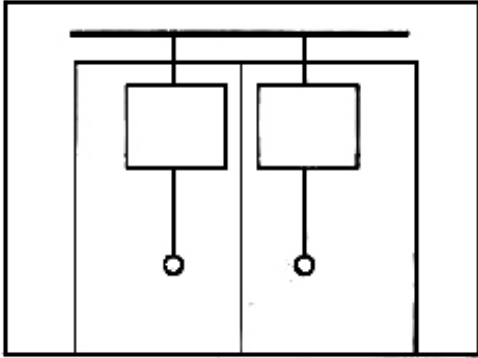
形式 3a:
端子不与母线分开



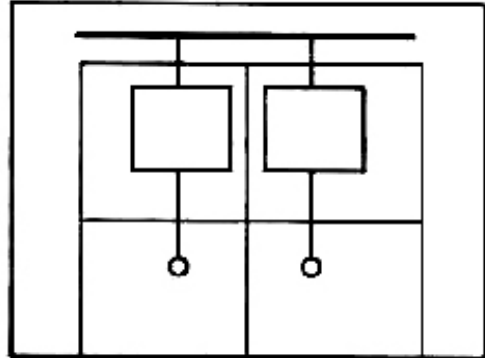
形式 3b:
端子与母线分开

续图 D.2

形式 4
母线与功能单元隔离
+
功能单元之间互相隔离
+
端子与功能单元隔离



形式 4a:
端子与相关的功能单元在同一隔室内



形式 4b:
端子与相关的功能单元不在同一隔室内

续图 D.2

附 录 E
(资料性附录)
制造商和用户之间的协议项目

本部分的章条号

- 4.7 额定分散系数
- 6.1.1.2 (注)在寒带地区使用的成套设备
- 6.1.3 (注)在海拔超过 1000m 处使用的电子设备
- 6.2 特殊使用条件
- 6.2.10 电和电磁辐射的干扰
- 6.3.1 运输、贮存和安置条件
- 7.1.3 外接导线端子
- 7.2.1.1 安装所要求的防护等级。对于地面安装的成套设备同时应给出底部的防护等级
- 7.4.2 对直接接触电防护措施的选择
- 7.4.3 对间接触电防护措施的选择
- 7.4.6 经过允许的人员在使用中接近成套设备
- 7.4.6.1 进行检查和类似操作而接近成套设备
- 7.4.6.2 进行维修而接近成套设备
- 7.4.6.3 在带电情况下为扩充设备而接近成套设备
- 7.5.2.3 用于大功率旋转电机的几个进线单元或出线单元的预期短路电流值
- 7.5.4 短路保护电器的协调
- 7.6.4.3 可移式部件或抽出式部件移动后的防护等级
- 7.7 隔离形式
- 7.9.1 电子设备电源输入电压的变化范围
- 7.9.4 b) 电源频率的偏差
- 8.2.1.3.4 试验电流值超过 3150A 的温升试验
- 8.2.1.6 温升试验的环境温度
- 8.2.3.2.3 d) 短路试验时中性母线的电流值
- 8.3.1 在现场重复进行通电操作试验

附录 F
(规范性附录)

电气间隙和爬电距离的测量^{*)}
(本附录 F 与 GB/T 14048.1 的附录 G 相同)

F.1 基本原则

例 1~例 11 规定的槽宽度 X 基本适用于以污染等级为函数的所有实例，如下表：

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 3mm，凹槽最小宽度则可以减小至该电气间隙的三分之一。

测量爬电距离和电气间隙的方法在下面例 1~例 11 中示出。这些例子使得在电气间隙与槽之间，或各种绝缘形式之间没有什么区别。

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（见例 2）；
- 在相对运动的部件处于最不利的位置时，测量这些部件之间的电气间隙和爬电距离。

F2 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，因此可以明显地减少泄漏电流的形成。假设筋的最小高度为 2mm，爬电距离则可以减小至要求值的 0.8 倍。

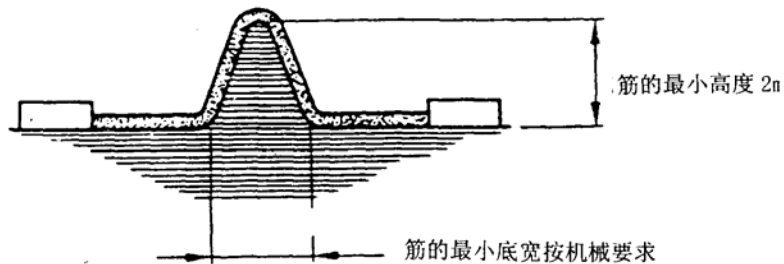
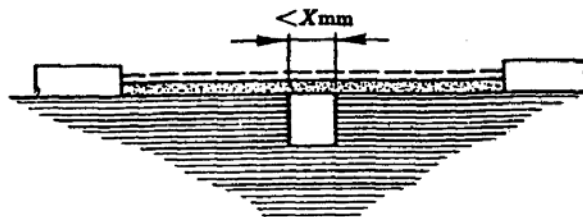


图 F.1 筋的测量

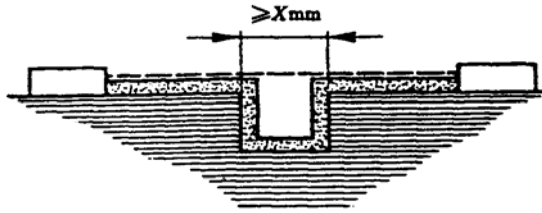
例 1



条件：该爬电距离路径包括宽度小于 X mm、深度为任意的平行边或收敛形边的槽。

规则：爬电距离和电气间隙如图所示，直接跨过槽进行测量。

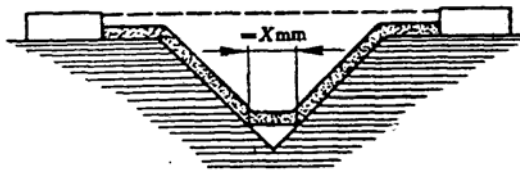
例 2



条件：此爬电距离路径包括任意深度且宽度等于或大于 X 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。

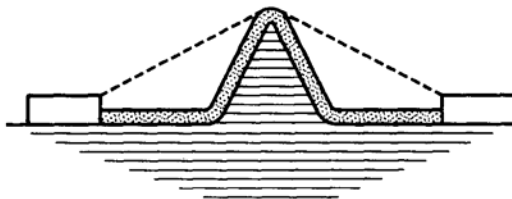
例 3



条件：此爬电距离路径包括宽度大于 X mm 的 V 形槽。

规则：电气间隙是“虚线”的距离。爬电距离路径沿槽的轮廓但被 X mm 的联接把槽底“短路”。

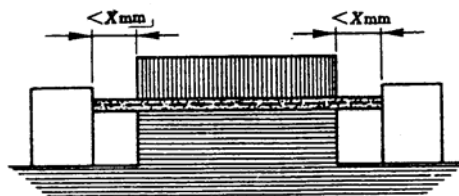
例 4



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直接空气路径。爬电距离沿着筋的轮廓。

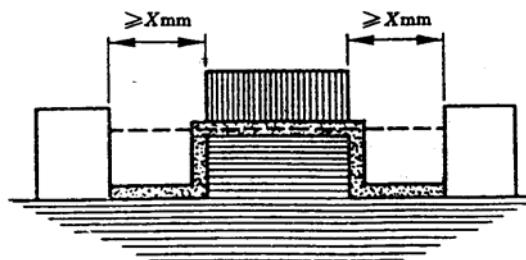
例 5



条件：爬电距离路径包括一条由未浇合的接缝及每边宽度小于 X mm 的槽。

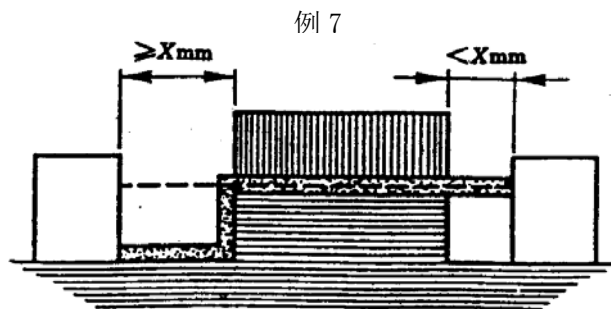
规则：爬电距离和电气间隙途径是如图所示的“虚线”的距离。

例 6



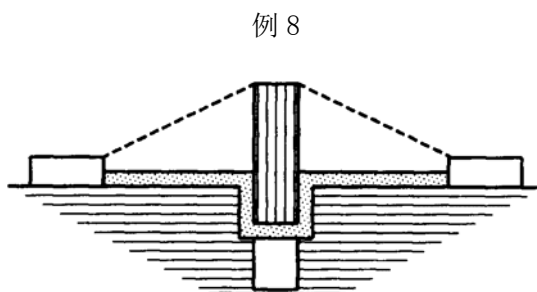
条件：此爬电距离路包括一条未浇合的接缝以及每边宽度等于或大于 X mm 的槽。

规则：电气间隙为“虚线”的距离。爬电距离路径沿槽的轮廓。



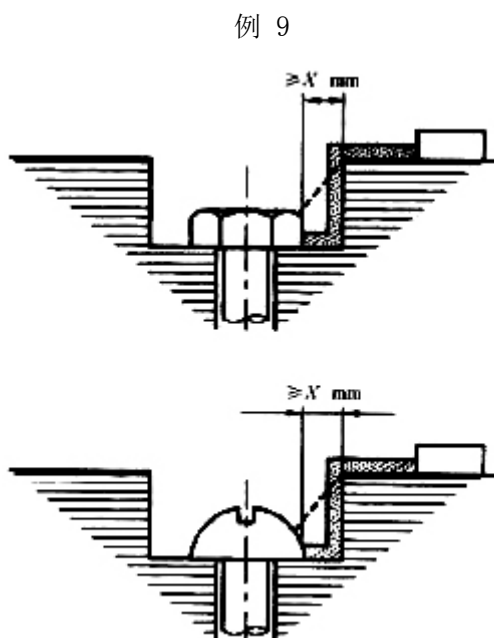
条件：爬电距离路径由未浇合的接缝以及一边宽度小于 X mm 而另一边宽度等于或大于 X mm 的槽。

规则：电气间隙和爬电距离路径如图所示。



条件：穿过一条未浇合接缝的爬电距离小于通过隔板顶部的爬电距离。

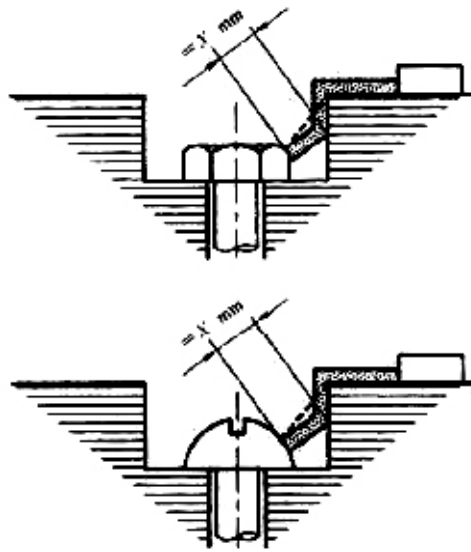
规则：电气间隙是通过隔板顶部的最短直接空气路径。



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。

例 10

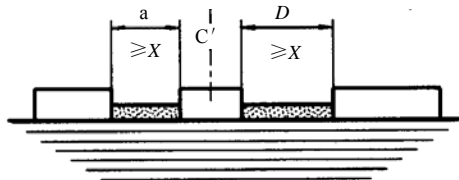


条件：螺钉头与凹壁之间的间隙过分窄小以至不必考虑。

规则：当距离等于 X mm 时，测量爬电距离是从螺钉至槽壁。

例 11

C' 移动部件



电气间隙为 $d+D$ 的距离，爬电距离也为 $d+D$ 的距离。

以上图中：

----- 表示电气间隙  表示爬电距离

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*

说明

本附录给出了关于选择在电气系统中或部分系统中的一条电路上使用的设备的必要资料。





表 G.1 和 G.2 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关系的实例。

表 G.1 和 G.2 给出的额定冲击耐受电压值是依据浪涌抑制器的性能特征确定的。他们的基本特性符合 IEC 60099-1

还应指出,用电源系统的条件,例如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。

如果控制过电压是采用浪涌抑制器以外的其他方法,在 IEC 60364-4-443 中给出了电源系统标称电压与设备的额定冲击耐受电压之间的关系指南。

表 G.1 在采用符合 IEC99-1 规定的浪涌抑制器进行过电压保护时,电源系统的标称电压与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 交流方均 根值或 直流/ V	电源系统的标称电压 (≤设备的额定电压) /V				额定冲击耐受电压 (.2/50μs) 优先值/Kv (在海拔 2000m 时)			
	 交流方均根值	 交流方均根值	 交流方均根 值或直流	 交流方均根 值或直流	过电压类别			
					IV 电源 进线点 (进线端 水平	III 配电电 路水平	II 负载 (装置 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, 20	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
1000		660 690, 720 830, 1000	1000	—	12	8	6	4

* 本附录与 IEC60947-1 的附录 H 相同

参 考 文 献

IEC 60364-5-537: 1981, 建筑物电气安装 第 5 部分: 电气设备的选择与安装 第 53 章: 开关设备与控制设备 第 537 条: 分断与开关器件

GB 7251.1—2005/IEC 60439-1:1999

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：型式试验和部分型式试验
成套设备
GB 7251.1—2005/IEC 60439-1:1999

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号