

中 华 人 民 共 和 国 机 械 行 业 标 准

JB/T 10361—2002

低压成套开关设备和控制设备 安全设计导则

2002-07-16 发布

2002-12-01 实施

中 华 人 民 共 和 国 国 家 经 济 贸 易 委 员 会 发 布

前 言

本标准是贯彻GB 7251.1—1997、GB 7251.2—1997、GB 7251.3—1997、GB 7251.4—1998、GB 7251.5—1998的具体化实施安全标准。

本标准依据GB 7251及其引用的相关IEC基础安全标准以及对应的国家标准，同时参照国内实施的标准中有关安全要求进行编制。

根据IEC 60439-4修订1-1999，对GB 7251.4—1998中7.2.1.1内容修订，本标准将外壳防护等级由IP43改为IP44。

根据IEC 60439-1（1992版）修订3（1998年3月31日）及正式出版的IEC 60439-1：1999对GB 7251.1—1997中7.4.3.1.7a）及7.4.3.1.11的内容修改，将PE和PEN保护导体截面积的选择更改后的内容引入本标准。

本标准实施后，GB 7251.1～3—1997、GB 7251.4～5—1998中所述的各类低压成套开关设备的设计，均应符合本标准的各项规定，以确保安全。

本标准的附录A、附录B是资料性附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由电气传动成套控制设备标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位：天津电气传动设计研究所。

本标准参加起草单位：北京北开电气股份有限公司、湛江电力开关设备有限公司、沈阳华利能源设备制造有限公司。

本标准主要起草人：欧惠安、王春娟、张连民、李会文、马惠、张文波、卢国平。

低压成套开关设备和控制设备 安全设计导则

1 范围

本标准适用于GB 7251的各类低压成套开关设备和控制设备（以下简称成套设备）。

本标准产品的范围、使用条件和设备分类分别为GB 7251.1~3—1997、GB 7251.4~5—1998中1.1、5.1和第3章的规定。

本标准在GB 7251.1~3—1997、GB 7251.4~5—1998中6.2特殊使用条件下工作时，应增加相应的附加要求。

本标准是各类成套设备安全设计的基础。其规定在有关各类产品标准中要进一步具体化。成套设备的设计应符合本标准的有关规定，以保证使用操作中的人身和设备安全。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。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标准，然而，鼓励根据本标准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，其最新版本适用于本标准。

GB 2893—1982 安全色

GB 2894—1988 安全标志（neq ISO 3864：1984）

GB/T 4026—1992 电器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/T 4205—1984 控制电气设备的操作件标准运动方向（eqv IEC 60447：1974）

GB 4208—1993 外壳防护等级（IP代码）（eqv IEC 60529：1989）

GB/T 4728.2—1998 电气简图用图形符号 第2部分：符号要素、限定符号和其他常用符号（idt IEC 60617-2：1996）

GB/T 5465.2—1996 电气设备用图形符号（idt IEC 60417：1994）

GB 7251.1—1997 低压成套开关设备和控制设备 第一部分：型式试验和部分型式试验成套设备（idt IEC 60439-1：1992）

GB 7251.2—1997 低压成套开关设备和控制设备 第二部分：对母线干线系统（母线槽）的特殊要求（idt IEC 60439-2：1987）

GB 7251.3—1997 低压成套开关设备和控制设备 第三部分：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（idt IEC 60439-3：1990）

GB 7251.4—1998 低压成套开关设备和控制设备 第四部分：对建筑工地上用成套设备（ACS）的特殊要求（idt IEC 60439-4：1990；Amd.1：1995）

GB 7251.5—1998 低压成套开关设备和控制设备 第五部分：对户外公共场所的成套设备-动力配电网用电缆分线箱（CDCs）的特殊要求（idt IEC 60439-5：1996）

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

GB/T 12501—1990 电工电子设备防触电保护分类（neq IEC 60536：1976）

GB 14048.3—1993 低压开关设备和控制设备 低压开关、隔离器、隔离开关及熔断器组合电器（eqv IEC 60947-3：1990）

GB 14048.4—1993 低压开关设备和控制设备 低压机电式接触器和电动机起动器（eqv IEC 60947

-4-1: 1990)

GB 14821.1—1993 建筑物的电气装置 电击防护 (eqv IEC 60364-4-41: 1992)

GB 16895.7—2000 建筑物电气装置 第7部分: 特殊装置或场所的要求 第704节: 施工和拆除场所的电气装置 (idt IEC 60364-7-704: 1989)

IEC 60073: 1996 人机界面、标志和标识的基本原则和安全原则 指示器和操作器的编码原则

IEC 60099-1: 1991 避雷器 第1部分: 交流系统用有间隙阀式避雷器

IEC 60364-4-443: 1995 建筑物的电气装置 第4部分: 安全防护 第44章: 过电压保护 第443节: 来源于大气或开关操作引起的过电压的保护

3 术语和定义

GB 7251确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1 一般定义

3.1.1

低压成套开关设备和控制设备 low-voltage switchgear and controlgear assemblies

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连接, 用结构部件完整地组装在一起的一种组合体 (GB 7251.1—1997中2.1.1)。

3.1.2

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 assemblies

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, 它与已通过验证认为符合本标准的定型成套设备相比, 不存在可能会影响性能的差异 (GB 7251.1—1997中2.1.1.1)。

注1: 在本标准中, 用TTA来表示型式试验的低压成套开关设备和控制设备。

注2: 能明显影响性能的差异包括:

——对于成套设备来讲, 有重大的结构变化;

——母线截面积的减小, 母线的外形及所占空间的变化;

——母线支撑的数量或类型的变化及支撑结构的变化;

上述任何一种差异会影响母线系统的机械强度, 对母线短路耐受强度会造成不可预测的负面影响。

——取消或改变型式试验项目中涉及的大的短路保护器件;

诸如进线刀开关或低压断路器类的大型保护电器和成套设备或框架单元之间有效的短路配合只能用试验的方法来建立, 在短路条件下, 拆卸或安装型式试验项目中没有涉及的大型保护电器会对设备造成重大的损失。

——隔室尺寸的减小。

部件和连接线会释放出一定的热量, 如果将它们安装在小于型式试验项目确定的隔室内, 就会产生较高的温升, 可能会超过允许的温升极限。

3.1.3

部分型式试验的低压成套开关设备和控制设备 (PTTA) partially type-tested low-voltage switchgear and controlgear assemblies (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 (GB 7251.1—1997中2.1.1.2)。

注1: 在本标准中, 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。

注2: 在成套设备中的某些安排不能直接等效于型式试验有代表性样机的相似安排, 而且也不能认为与TTA的内容有明显的差异时, 则会出现PTTA情况, 只要该PTTA是从型式试验的安排中派生出来的, 则标准允许这种差异, 由于PTTA不是实际上通过型式试验, 它必须按GB 7251.1—1997中表7 PTTA项目进行验证。

注3：必须指出，PTTA的描述不是说允许成套设备的某些安排不具备型式试验的基础，相反的，PTTA所有设计方案必须直接地或间接地基于型式试验的结果。

3.2 电击的防护

3.2.1 0类设备

仅靠基本绝缘作为防触电保护的设备，当设备有能触及的可导电部分时，该部分不与设施固定布线中的保护（接地）线相连接，一旦基本绝缘失效，则安全完全取决于使用环境（GB/T 12501—1990中4.1）。

3.2.2 I类设备

设备的防触电保护不仅靠基本绝缘，还包括一种附加的安全措施，即将能触及的可导电部分与设施固定布线中的保护（接地）线相连接（GB/T 12501—1990中4.2）。

3.2.3 II类设备

设备的防触电保护不仅靠基本绝缘，还具有像双重绝缘或加强绝缘这样的附加安全措施。这种设备不采用保护接地的措施，也不依赖于安装条件（GB/T 12501—1990中4.3）。

II类设备可以具有保持保护接地回路连续性的器件，但其必须在设备内部，并按II类设备的要求与能触及的可导电表面绝缘起来。

有金属外壳的II类设备，必要时可以采取将等电位连接线与外壳连接。

II类设备可因工作（与保护目的不同）的原因，采取与大地连接的手段，但必须在技术上无损于安全水平。

3.2.4 III类设备

设备的防触电保护依靠安全特低电压（SELV）供电，且设备内可能出现的电压不会高于安全特低电压（GB/T 12501—1990中4.4）。

III类设备不得具有保护接地手段。必要时，可因工作（与保护目的不同）的原因，采取与大地连接的手段，但必须在技术上无损于安全水平。

有金属外壳的III类设备必要时可以采取等电位连接线与外壳连接的手段。

4 基本要求

成套设备须保证设备及其组成装置、器件都是安全的，并且在按规定运输、贮存、安装和使用时，对人身安全不发生危险。

在设备的安全设计中，往往会出现安全技术和经济利益间的矛盾，此时应优先考虑安全技术上的要求，并按下列层次酌定安全技术措施。

4.1 直接安全技术措施

设备本身设计没有任何危险和隐患。

4.2 间接安全技术措施

如果不可能或不完全可能实现直接安全技术措施时，应采用特殊安全技术措施。

4.3 提示性安全技术措施

如果直接或间接安全技术措施都不能或不能完全达到目的，必须说明在什么条件下能安全使用设备。

4.3.1 如果需要采用某种运输、贮存、安装、定位、接线或投入运行等方式才能预防某些危险的话，则要对此给以足够的说明。

4.3.2 如果为了预防发生危险，在设备使用和维修中必须注意某些规则时，则应提供通俗易懂的使用和操作说明书。

5 一般规则

5.1 要求

成套设备产品的安全设计，应根据产品使用场合及要求分别符合GB 7251.1～3—1997、GB 7251.4～

5—1998中第7章的规定要求,必须保证设备在按规定使用时,不会发生危险。

5.2 铭牌标志与操作器件的操作方向

5.2.1 铭牌标志与操作器件的操作方向要求

a) 设备上必须有能保持长久、容易辨认,且醒目清晰的铭牌和标志。这些铭牌和标志应标出安全使用设备所必需的主要特征,并符合GB 7251.1~3—1997、GB 7251.4~5—1998中15.1及5.2的规定。

对电气设备接线端、接地、危险等标记应符合本标准5.2.2表1、表2的规定。对特殊操作类型和运行条件等要扼要说明。

b) 对于能根据使用人员的选择置于不同运行或功能状态的设备,必须具有能够清楚表明所选择状态的装置或标记。为此目的设置的装置(例如测量仪器、功能选择开关),其定量或定性的指示值要有足够的精度。手控操作器件的操作方向应符合本标准5.2.4表4的规定。

按钮、指示灯和导线颜色须符合本标准5.2.3规定。

c) 受设备本身的条件限制,不能直接在设备上标示时,则须用其他能清楚、可靠的有效表达方式(如用操作说明书或安装使用说明书的书面表达方式),将需注意的事项通告使用人员。此时这类文件应被视作该设备的组成部分。

5.2.2 成套设备通用的安全标志符号

电气设备的图形符号及导线端标识应符合GB/T 5465.2、GB/T 4728.2和GB/T 4026规定。通用的安全标志符号见表1、表2。

5.2.3 成套设备使用的安全色标及按钮、指示灯、导线的颜色

对指定的颜色规定明确的含义,可提高操作人员的安全性,而且也有利于成套设备按规范进行操作和维修。

安全色标是传递安全信息的颜色,电气设备应符合GB 2893《安全色》的要求。

按钮、指示灯以及导线的颜色应分别符合IEC 60073及GB 7947要求。

交流三相、直流两极导体的颜色可在企业产品标准中给出,但须考虑不与GB 2893、GB 7947的规定使用颜色发生混淆(也可采用形状、位置或标志来识别导体,但需在企业产品标准或提供给用户的文件中说明)。

安全色标及常用的按钮、指示灯和导线颜色见表3。

5.2.4 手控操作器件的操作方向

规定手控操作器件的操作方向,可提高操作人员的安全性。本标准规定,生产成套设备的制造厂在元件和器件的安装方案中,没对操作机构的操作方向作规定,而且在铭牌上也没有明确的标识,则采用GB/T 4205关于操作方向的规定。常用的操作方向见表4。

5.3 成套设备的电击防护设计及措施

5.3.1 电击防护对机械结构设计的要求

结构设计中选用的结构部件(如支撑结构、安装框架、外壳、门、盖板、挡板、隔板等)、材料组成的装置应能承受GB 7251规定的机械应力、电气应力及热应力要求,还应满足设备的机械(如防护等级等)、电气(如电气间隙、爬电距离等)安全性能规定,以保证设备在正常和故障条件下的人身安全。

5.3.2 电击防护措施

成套设备的电击防护除同时要满足直接接触防护和间接接触防护设计的要求外,还应考虑断电后存在危险电荷的设备以及设备内部操作和维修通道的要求。

5.3.2.1 直接接触防护

制造厂生产的设备必须具备直接接触电防护的措施,并应满足下列要求:

——制造厂和用户要有防触电的协议,以便根据成套设备安装地点的具体情况来确定防护方式与防护范围,或制造厂以资料形式说明成套设备具有的直接接触防护方法;

——直接接触防护方法应符合GB 7251.1~3—1997、GB 7251.4~5—1998中7.4.2、7.4.6.1及GB 14821.1—1993中第5章的要求。

表 1 用字母数字标识与用图形符号标识一些特殊的导线及其接线端子

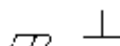
序号	导 线	导线线端的标识	设备接线端子的标识	图形符号
1	交流系统电源导体			
	相线1	L1	U	
	相线2	L2	V	
	相线3	L3	W	
	中性线	N	N	
2	直流系统电源导体			
	正	L+	C	
	负	L-	D	
	中间线	M	M	
3	保护导体	PE	PE	
4	中性保护导体	PEN		
5	接地导体	E	E	
6	低噪声接地导体	TE	TE	
7	接机壳、接机架	MM ^a	MM ^a	
8	等电位连接	CC ^a	CC ^a	
^a 只有当这些接线端子或导体的电位与保护导体或接地导体的电位不等时,才采用这些识别标记。				

表 2 其他安全标志符号

序号	名 称	图形符号	说 明
1	危险电压		用于各种电气设备,表示危险电压引起的危险 注:本符号可与GB 2893—1982《安全色》、GB 2894—1988《安全标志》所规定的警戒符号的颜色结合使用
2	短路保护变压器		指明该变压器能承受内部或外部短路
3	非短路保护变压器		指明该变压器不能承受内部或外部短路
4	隔离变压器		指明该变压器是隔离型的,该变压器输入绕组与输出绕组在电气上彼此隔离,用以避免偶然同时触及带电体(或因绝缘损坏而可能带电的金属部件)和地所带来的危险
5	安全隔离变压器		指明该变压器是安全隔离变压器,它是安全特低电压电路提供电源的隔离变压器
6	II类设备		表示能满足II类设备安全要求的设备

表3 安全色标及常用的按钮、指示灯、导线颜色

序号	类别	颜色	含 义	说 明	应用举例
1	安全色标	红	禁止、停止	传递安全信息,使人们能迅速发现或分辨安全标志和提醒人们注意,以防发生事故	
2		蓝	指令必须遵守的规定		
3		黄	警告、注意		
4		绿	提示、安全状态运行		
5	按钮	红	紧急情况	在危险状态或在紧急状况时操作	紧急分断,引起紧急分断动作,可用于停止/分断
6		黄	不正常	在出现不正常状态时操作	干预,为了遏制不正常状态干预,为了使中断的自动化过程重新启动
7		绿	安全	在安全条件下操作或在正常状态下准备	起动/接通,然而为此用途应优先使用白色
8		蓝	强制性	在需要进行强制性干预的状态下进行操作	复位动作 [*]
9		白	没有特殊的含义	一般地引发一个除紧急分断以外的动作	起动/接通(优先使用)、停止/分断
10		灰			起动/接通、停止/分断
11		黑			起动/接通、停止/分断(优先使用)
12	指示灯	红	紧急状况	危险状态	压力/温度超过安全范围,电压突然失落
13		黄	不正常	不正常状态,临近临界状态	压力/温度超过正常范围,保护装置释放
14		绿	正常	正常状态	压力/温度在正常范围之内
15		蓝	强制性	表示需要操作人员采取行动的状态	输入指令
16		白	没有特殊意义	其他状态,如在使用红、黄、绿或蓝存在疑问时,允许使用白色	一般信息,例如:确认命令,指示测量值
17	导线	黄/绿双色	保护导体	用于安全接地保护的导线	成套装置中保护接地母排、保护接地导线
18		淡蓝	中性线和中间线	与交流系统中性点连接的导线或直流系统电源的中间线	当电路中含有用颜色来标识的中性线或中间线时,应采用淡蓝色

注1: 交替按压改变功能的按钮用白、灰、黑色按钮,不应使用黄、绿、红色按钮。

注2: 按时运动、按时停止运动(如点动、微动),可使用白、灰、黑色按钮,也可使用绿色按钮。

^{*} 复位按钮有停止/分断功能时,使用白、灰、黑色,黑色按钮最佳,也允许使用红色,不应使用绿色。

表4 手控操作器件的操作方向与最终效应对照表

序号	最终效应	手控操作器件的操作方向			
		垂直运动	水平运动	转动	掀—拉（按钮）
1	开（投入运行）	向上	向右、向前	顺时针	提拉
2	关（退出运行）	向下	向左、向后	逆时针	按压
3	向右		向右	顺时针	
4	向左		向左	逆时针	
5	向上、升	向上	向后		
6	向下、降	向下	向前		
7	关闭（闭合电路）	向上	向后	顺时针	提拉
8	打开（分断电路）	向下	向前	逆时针	按压
9	增加	向上	向右、向前	顺时针	
10	减小	向下	向左、向后	逆时针	
11	前进（向前）	向上	向右		
12	后退（向后）	向下	向左		
13	开动（起动）	向上	向右、向前	顺时针	
14	刹住（停止）	向下	向左、向后	逆时针	

当需维修和带电扩充设备而接近成套设备时，还需满足GB 7251.1—1997中7.4.6.2、7.4.6.3的要求，采取该标准7.7隔离形式时，应满足该标准7.7提出的要求。

- 带有可移式或抽出式部件的设备，当该部件拆除以后，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。
- 除特殊供专业技术人员使用的场合外（需有用户协议），成套设备需具有完全的防护结构形式（封闭式成套设备），此时最低的外壳防护等级根据设备使用场合要求来确定，但最低必须达到IP2X或IPXXB。

5.3.2.2 间接接触防护

间接接触防护措施应该防止在出现绝缘故障时，成套设备外壳上过高的接触电压而产生的危险人体电流。

生产厂应按用户说明提供适合于成套设备安装的防护措施，该措施应符合GB 7251.1—3—1997、GB 7251.4—5—1998中7.4.3提供的一种防护方法。

5.3.2.2.1 利用保护电路进行防护（用于Ⅰ类设备的防护）

a) 该类防护要求

成套设备的单独保护导体、导电结构件等组成的保护电路，应保证足够的电连续性。在结构上、电气连接上采取适当的连接方式，保证外壳的不同裸露电部件有效地连接到保护电路上，并符合GB 7251.1—1997中7.4.3.1（除7.4.3.1.7、7.4.3.1.11外）的要求。

- 本防护措施需做到系统接地形式（TN、TT、IT系统）、保护导体（材料、截面积、长度）、保护电器性能（过电流保护装置、剩余电流保护装置等特性）之间的协调，以及满足GB/T 14821.1—1993中7.1的要求，以保证在故障情况下，接触电压及其持续时间导致对人体产生危险的病理生理反应时，自动切断供电。

- 对于建筑工地成套设备(ACS)还需考虑GB 16895.7关于整个装置间接触防护措施。如果ACS的外壳为保护电路一部分时,还应满足以下条件:
应保持电的连续性,防止机械、化学和电化学的损害;
每个保护导体截面积不应小于 2.5mm^2 (当它不是电缆中一根芯线或电缆外壳时);
应能在任何一个预定分接点连接附加保护导体。
- 保护导体(PE)和中性保护导体(PEN)的截面积。
用于连接外部导体的成套设备内的保护导体(PE、PEN)的截面积,应按下述方法之一来确定:
1) 保护导体的截面积不应小于表5中给定的值。

表5 保护导体的截面积

单位: mm^2

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

注:只有保护导体(PE/PEN)的材料与相导体的材料相同时,表5的值才有效。如果材料不同,保护导体截面积的确定要使之达到与表5相同的导电效果。

如果表5用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,则应采用最接近的较大标准截面积的保护导体(PE、PEN)。

对于PEN导体,下面的补充要求应适用:

- 最小截面积应为铜 10mm^2 或铝 16mm^2 ;
- 在成套设备内,PEN导体不需要绝缘;
- 结构部件不应当作PEN导体使用。但是钢制或铝制的安装轨可作为PEN导体使用;
- 对于某些用途,PEN导体中的电流可能达到较高的值,例如大的荧光照明设备,则可以根据制造厂和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。

- 2) 保护导体的截面积还可用GB 7251.1—1997中附录B的规定公式计算求得,或用其他方法获得,例如通过试验获得。

要确定保护导体的截面积,必须同时满足下述条件:

- 按照下述b)项试验时,故障电路阻抗值,应满足保护器件动作时所要求的条件。
- 应考虑与保护器件动作值的配合,在保护器件动作电流和时间范围内,不会损坏保护导体或破坏它的电连续性。

b) 保护电路有效性的验证

- 应验证外壳的不同裸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最大值,应由用户和制造厂根据设备应用的系统接地形式等情况提出,但不应超过 0.1Ω 。测量电阻的仪器应能提供至少10A(交流或直流)的电流。
- 对每个有代表性的出线单元进行保护电路的短路强度试验,试验电压等于额定工作电压的单相值。所用的预期短路电流值在没有规定时,应为成套设备三相短路耐受试验的预期短路电流值的60%。

试验验证按GB 7251.1—1997中8.2.4进行。

5.3.2.2.2 利用完全绝缘进行防护（用于Ⅱ类设备的防护）

按本标准3.2.3及GB 7251.1—1997中7.4.3.2.2的要求，实现完全绝缘的防护，并按各条要求进行试验验证。

应注意该类设备不采用保护接地措施，不应有可能导致故障电压引至壳体外部的可能性，为此应采取相应的措施（如金属操作机构的隔离距离等）。

具有完全绝缘防护的设备（Ⅱ类设备）在外壳上应标有从外部易见的符号。

5.3.2.2.3 利用电路的电气隔离进行防护

该类设备应符合GB 14821.1—1993中7.5的要求。

5.3.2.3 电荷放电的防护

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。

5.3.2.4 成套设备内部操作与维修通道

成套设备内部操作通道与维修通道是为操作者对成套设备进行特定的操作和监视所必需的空间，以及为指定人员进入对设备进行维修而留出的空间。该空间对防电击具有重要意义，为此用户与设计、制造厂要确定最小通道宽度等尺寸，并考虑下列因素：

- 外壳防护等级 $\geq$ IP2X、 $<$ IP2X的场合；
- 门的宽度（考虑开启 90° ）；
- 在开门区域和（或）建筑物结构凸出区域缩小走道宽度；
- 设备面对面布置时，考虑一侧或二侧开门的要求；
- 裸露带电体下的最低通行高度；
- 不管通道多长应留有出口。

5.3.3 防护等级

5.3.3.1 IP代码的组成及含义

见GB 4208。

5.3.3.2 成套设备防护等级要求

- a) 该系列成套设备应符合各自对应的GB 7251.1~3—1997、GB 7251.4~5—1998中7.2.1及7.7要求。
- b) 对使用中被允许人员需接近成套设备内部部件情况下，用户和制造厂要有对防护等级要求的协议。例如当采用GB 7251.1—1997中7.7隔离形式时，应符合该标准7.7要求。
- c) 对具有可移式（抽出式）部件的成套设备，应保证部件在连接位置时具有成套设备所给定的相同防护等级。另外，应给出试验位置及分离位置时的防护等级。
- d) 成套设备允许某个部分防护等级和外壳防护等级不同时，应给出该部位的防护等级。
- e) 封闭式成套设备应符合表6最低防护等级要求。

5.4 设备的绝缘

设备必须具有良好的电气绝缘，以保证使用运行中安全可靠，避免危险。设备的电气绝缘要求：

- 设备中所装的元件、器件和导线，要具有足够的绝缘强度。
- 各类绝缘装配件须有良好的耐热、绝缘性能。支撑、覆盖包裹带电部件或导电部件（特别是在运行中可能出现电弧以及按规定使用会出现高温的受热部件）的绝缘件，不得受热而危及其绝缘性能。支撑带电部件的绝缘件，要有耐潮湿、污秽或其他因素的影响而不降低安全性的能力。
- 设备的绝缘性能设计时，要充分考虑使用场合等因素，应优先按绝缘配合进行设计。包括在设备中所采用开关电器、绝缘接线端子、绝缘支撑件、导线、材料等应满足绝缘配合要求，以达到预定的绝缘性能。
- 为保证生产厂制造的成套设备切实符合绝缘配合的设计要求，选用的元器件、绝缘件、导线及材料应符合各自对应的IEC标准（或对应的国家标准、行业标准）。

表 6 封闭式成套设备最低防护等级

序号	设备对应的标准	防护等级	备 注
1	GB 7251.1 GB 7251.2	IP2X ^a	
2	GB 7251.3	IP2X ^a (IP2XC ^b)	按说明书安装就位, 接线后验证
3	GB 7251.4	IP44 ^c (IP21 ^d)	固定门、活动面板、盖板安装就位后适用于整个ACS
4	GB 7251.5	IP34D ^e (IP23C ^f)	
注: 防护等级说明: 用于GB 7251.1及GB 7251.3的户外型封闭柜, 防护等级第2位特征数字至少为3。			
^a 指没有对安装面提出其他防护等级时, 适用于整个成套设备的防护等级。 ^b 指可接近表面, 至少应提供的防护等级。 ^c 通风口、排泄口不得降低防护等级要求。 ^d 指门至操作面的防护等级(但要求在所有使用条件下门能关闭, 否则防护等级至少为IP44)。 ^e CDC的外壳应是GB 4208—1993中3.1注的定义。 ^f 用作临时电缆通道的开口, 当临时电缆连接好时的防护等级。			

5.4.1 设备的绝缘配合

依据绝缘配合的定义: 电气设备的绝缘特性, 一方面与预期过电压和过电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护方式有关(IEC 60947-1的2.5.61)(修改过的IEV604-03-08)。为保证电气设备不因绝缘故障而造成对人身和设备的安全影响, 成套设备必须考虑使用环境的工作电压和预期过电压, 并选定相应的绝缘材料, 确定合理的电气间隙、爬电距离和隔离距离的最小极限值, 并作为设备的设计依据。

5.4.2 额定冲击耐受电压

适当地选定设备额定冲击耐受电压值, 避免设备在预定的工作场所, 由于遭受过电压损坏绝缘而带来的危险。

设备的额定冲击耐受电压值按GB 7251.1—1997中附录G说明选定。

——当成套设备采用符合IEC 60099-1规定的浪涌抑制器(交流系统用有间隙阀式避雷器)进行过电压保护时, 按GB 7251.1—1997中表G1选定。

——当采用浪涌抑制器的性能: 击穿电压与额定电压比值低于IEC 60099-1中给出的值时, 按GB 7251.1—1997中表G2选定。

——如果过电压保护采用浪涌抑制器以外的其他方式时, 用IEC 60364-4-443说明的一些方法来限制由于大气或开关操作引起的过电压, 为此按该标准的4.4.3.4来选定额定冲击耐受电压值。

5.4.3 电气间隙、爬电距离和隔离距离

5.4.3.1 电气间隙、爬电距离和隔离距离的要求

对设备内电气元件间距、布置、裸露导体和端子以及在异常情况下的电气间隙、爬电距离应符合元器件相关标准及本标准规定, 并遵循GB 7251.1—1997中7.1.2.1的要求。

抽出式部件的隔离距离至少应符合隔离器要求(GB 14048.3)。部件在试验位置和分离位置时, 电气间隙、爬电距离应达到本标准规定, 电气间隙、爬电距离和隔离距离应能承受规定的介电性能。

5.4.3.2 电气间隙、爬电距离值的确定

5.4.3.2.1 已标明设备额定冲击耐受电压值时, 确定电气间隙、爬电距离值。

根据设备确定的额定冲击耐受电压值及使用环境的污染等级、材料组别按GB 7251.1—1997中7.1.2.3.4、7.1.2.3.5要求,由该标准表14、表16确定设备的最小电气间隙和爬电距离。

为保证良好的设备绝缘性能,并考虑绝缘配合以外的因素(例如制造装配允许的公差影响、由于湿度、老化、冲击振动的影响或短路条件下可能产生的变形等),建议电气间隙在绝缘配合的选择时,按高一个级别的额定冲击耐受电压值选取。

5.4.3.2.2 未标明设备额定冲击耐受电压值时,确定电气间隙、爬电距离值,

未标明设备额定冲击耐受电压值时,欲规定一套简单的规则来确定电气间隙、爬电距离是不可能的,因为这与许多可变的因素有很大关系,为此,可参照GB 14048.4—1993中附录A及表A1给出的最小电气间隙、爬电距离来选择。

5.4.4 介电性能

5.4.4.1 已标明设备额定冲击耐受电压值的介电性能试验

该试验是验证设备绝缘配合所选取的电气间隙能否承受规定的过电压。试验应符合GB 7251.1—1997中8.2.2.6规定,试验电压按8.2.2.6.2中的方法之一来选定。

GB 7251.1—1997中表13给定的介电耐受电压 U_{imp} 为2000m海拔高度的冲击耐受电压值,产品应能承受海平面一栏中给出的介电耐受电压值考核,以满足设备在海平面至2000m海拔高度的场合下使用。

5.4.4.2 未标明设备额定冲击耐受电压值的介电性能试验

按GB 7251.1—1997中8.2.2.2~8.2.2.5要求进行工频耐压试验。

注1:按此要求进行的工频耐压试验,为绝缘配合以外的介电试验,通常试验电压规定原则上不高于绝缘配合所要求的电压值,因此该被试设备有可能承受不了过电压而导致的设备绝缘损坏。

注2:执行GB 7251.5—1998的成套设备,用户电网的参数,可根据厂家与用户之间的协议,要求较高的试验电压值。

5.5 防灼热

通过成套设备正确的设计、生产、试验验证,以实现伸臂范围内的可接近部分的温度不超过允许的极限值。

设备正常运行中,可触及部分的最高允许温度,见表7。

表7 成套设备部件的最高允许温度

可触及部分	可触及表面的材料	最高允许温度/℃
手握式操作手柄(把、轮等)	金属的	55 ^a
	非金属的	65 ^a
可接近的外壳和覆板	金属的	70
	非金属的	80
注:最高允许温度是在环境温度+40℃时的值。		
^a 只有成套设备打开后才能触及到的操作手柄,例如:事故操作手柄、抽出式手柄等,由于不经常操作,允许有较高温度。		

5.6 防机械故障

机械故障会引起操作失灵、用于安全的机械连锁失效、设备的电气间隙减小等有助于设备安全的情况发生,因此应防止由于机械操作故障而造成的安全问题。

设计、生产和安装时应注意由于机械故障而带来的安全问题,诸如:

- 电器和安装操作手柄操作的有效性及其可靠性;
- 抽出式单元机械操作可靠性(连接、试验、分离位置)与电连接的有效性以及分离位置经多次操作后保持的隔离距离;

- 门锁能否有效操作，门经多次开闭后，能否达到原有的防护等级；
- 利用连杆进行互锁的断路器是否安全有效；
- 由于多次机械操作部件能否影响带电部件的绝缘。如门或盖板移动是否对导线产生机械损伤；
- 门的开启能否达到90°要求等。

5.7 成套设备的材料

5.7.1 一般要求

只允许选用能够承受在按规定使用时可能出现的物理和化学作用的材料。

5.7.2 有害材料

所使用的材料不得对人产生有害的影响，在设备发生短路等事故时释放出的烟雾，不得含有毒气而造成人员的窒息。

5.7.3 抗腐蚀及老化材料

对于腐蚀可能影响设备安全的部件，必须选用有足够耐老化能力的材料。

对于执行GB 7251的产品，其要求及应进行的型式试验项目见表8。

表8 检验抗腐蚀抗老化一览表

序号	对应产品的标准	样品	被检性能	要求	依据条款
1	GB 7251.1 GB 7251.2	成套设备采用的防腐材料 或裸露表面涂上防腐层材料	耐锈、耐腐 蚀能力 ^a	满足安全使用	7.1.1
2	GB 7251.3	无内装元件的成套设备，单 独的部件或大部件的零件	耐锈性能	验证耐锈性能， 应符合标准规定	7.1.1、8.2.10
3	GB 7251.4	完整的建筑工地用成套设 备（ACS）	耐腐蚀能力	验证耐腐蚀能 力，应符合标准规 定	7.1.1、8.2.10.1 ^a 、 8.2.10.2 ^b
4	GB 7251.5	内装部件（包括电器和元 件） 合成材料涂覆的外装部件 金属材料制作的外装部件	耐腐蚀和老 化	验证耐腐蚀和 耐老化性能，应符 合标准规定	7.1.1、8.2.11

^a 8.2.10.1为验证正常条件下的耐腐蚀能力。
^b 8.2.10.2为验证在严重污染大气中的耐腐蚀能力。
^c 该项性能的试验验证要求尚在考虑中。

5.7.4 机械强度

材料及构成的设备除应满足电路短路时动应力的作用外，还应满足正常状态下所受到的其他机械力作用，并按相应的GB 7251标准进行验证，如表9。

5.7.5 耐热性及耐火性

绝缘件必须有足够的耐热及耐火性能，并按相应的GB 7251标准进行验证，如表10。

5.8 开关、控制设备操作

5.8.1 操作的可靠性

电路的接通、分断和控制，必须保证有最大限度的安全性。必须防止造成误接通、误分断，因此对设备要进行通电操作检查。对于手动控制，要保证操作件运动的作用清楚了，必要时必须辅以容易理解的图形符号和文字说明。对自动或部分自动开关和控制过程，必须排除由于过程重叠或交叉可能造成的危险，为此要有相应的联锁或限位装置。

表 9 验证机械强度一览表

序号	对应产品的标准	样 品	被检性能	要 求	依 靠 条 款
1	GB 7251.1 GB 7251.3	成套设备	冲击强度 ^a	满足安全使用	7.1.1 8.2.9
2	GB 7251.2	母线干线系统	结构强度		8.2.10
			正常机械负载	验证正常机械负载时的结构强度	8.2.10.1
			重载机械负载	验证重载机械负载时的结构强度	8.2.10.2
			特殊机械负载	验证特殊机械负载时的结构强度	8.2.10.3
3	GB 7251.4	建筑工地用成套设备(ACS)	机械强度		8.2.9.1
			冲击强度	验证ACS设备耐冲击强度	8.2.9.2
			振动试验	验证ACS设备耐振动强度	8.2.9.3
4	GB 7251.5	动力配电网月电缆分线箱(CDC)	结构强度		8.2.9.1
			耐静力	CDC设备上加静负载,验证防护等级等性能	8.2.9.1.1
			耐冲击	于外壳上方1m处,用15kg干沙的沙包进行冲击负载试验,验证防护等级等性能	8.2.9.1.2
			耐扭力	CDC设备承受规定的扭力后,验证防护等级仍可保持	8.2.9.1.3
			撞击强度		8.2.9.2
			耐撞击	验证对钢球撞击的耐受力	8.2.9.2.1
			严寒气候中耐冲击和耐压力	验证对钢球撞击和半圆钢质物体压力的耐受力	8.2.9.2.2
			门的强度	验证门的耐挠强度	8.2.9.3
			金属嵌件的强度	验证合成材料中金属嵌件轴向负荷的耐受能力	8.2.9.4
			角状物的机械撞击耐受力	验证角状物的机械撞击耐受能力,检查是否符合标准规定	8.2.9.5
^a 该项性能的试验验证要求尚在考虑中。					

表 10 检验耐热性及耐火性一览表

序号	对应产品的标准	样品	被检性能	要 求	依据条款
1	GB 7251.1 GB 7251.2 GB 7251.4	绝缘部件	耐热性能 耐火性能	满足安全使用	8.2.8 ^a
2	GB 7251.3	拆除内装元件（开关器件、指示灯等）的配电板或配电板单独部件	耐热性能	验证耐热性能应符合标准规定	8.2.11
		载流部件 嵌入墙内的部件 其他绝缘部件	绝缘材料对非正常发热和着火危险的耐受能力	验证绝缘材料内部电作用引起的非正常发热和着火危险的耐受能力，应符合标准规定	8.2.12
3	GB 7251.5	外壳、挡板和其他绝缘部件（包括电器和元件上的每个绝缘材料样品）	耐热性能	用热球试验来验证对高温的耐受能力，应符合标准规定	8.2.10.1
		完整的CNC柜	干热性能	验证高温贮存后是否损坏	8.2.10.3
		外壳、挡板和其他绝缘部件	可燃性	验证应达到PH ₂ -40mm级	8.2.10.2

^a 试验要求尚在考虑中，产品可根据对绝缘部件的耐热、耐火性能的安全使用要求，制定相关标准内容。

如果在设备上装有控制装置和作为特殊安全技术措施的联锁机构，这些机构必须具有强制性作用。在下列情况之一时，此要求就能得到满足：

- 特殊安全技术措施要与工作过程和运行过程的开始同时起作用；
- 特殊安全技术措施作用之后，工作过程和运行过程才有可能开始；
- 在工作人员接近出现危险的区域时，先强制性地停止工作过程和运行过程。

5.8.2 紧急切断

如遇下列情况时，设备必须装设紧急开关：

- 在可能发生危险的区域内，工作人员不能快速地操纵正常操作的开关，以终止可能造成的危险。
- 有几个可能造成的危险部分存在，工作人员不能快速地操纵一个共用的操作开关来终止可能造成的危险。
- 由于切断某个部分，可能引起危险。
- 在控制台处不能看到所控制的全套设备。

无论是被接通还是被分断电源的设备，都不允许由于起动紧急开关而造成危险。紧急开关应用醒目的红色标记，并应采用手动复位。

5.8.3 防止误起动措施

对于在安装、维护、检验时，需要察看危险区域或人体部分（例如手或臂）需要伸进危险区域的设备，必须防止误起动。可通过下列措施来满足此项要求：

- 先强制分断设备的电能输入；
- 在“断开”位置用多重闭锁的总开关；
- 控制或联锁元件位于危险区域，并只能在此处闭锁或起动；
- 具有可拔出的开关钥匙。

5.9 电气接线和电气连接

5.9.1 设备必须装设有能与电源可靠连接的装置。

5.9.2 所需要的连接手段，如接插件、连接线、接线端子等，必须能承受所规定的电（电压、电流和功率）、热（内部和外部受热）和机械（拉、压、弯、扭等）负载。特别容易造成危害的部位必须通过位置排列、结构设计和附加装置来保护。

5.9.3 母线和导电或带电的连接件，按规定使用时，不应发生过热、松动或造成危险的位移。

5.9.4 两个连接器件之间的导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。

5.9.5 绝缘导线不应支撑在不同电位的裸带电部件和带有尖角的边缘上，应采用适当的方法固定绝缘。

5.9.6 为保证成套设备内无短路保护器件保护的带电体（见GB 7251.1—1997中7.5.5.1.2和7.5.5.2）按规定使用不产生相与相或相与地之间内部短路，电缆、导线的选择与敷设应符合GB 7251.1—1997中表17规定。

5.9.7 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。

5.10 成套设备的短路耐受强度

型式试验的成套设备，必须用短路试验来验证电气设备能够耐受由短路电流产生的力和热效应的能力。

成套设备短路强度性能要求及试验应符合GB 7251.1—3—1997、GB 7251.4—5—1998中7.5.2、8.2.3要求，试验结果按该标准的8.2.3.2.5要求判定。

对于型式试验的成套设备，为了进行设备的完整试验，有必要对短路和母线系统的每种设计选择一个进行试验。各个部件诸如：接触器、塑壳开关应由元件生产厂家负责试验。

5.10.1 在系列成套设备内，通常短路试验在下列的每一种部件上进行：

- a) 主母线系统；
- b) 配电母线（垂直）；
- c) 出线电路；
- d) 进线单元及带母线的框架单元。

5.10.2 典型的试验包括下述内容：

- a) 出线电路

每个基本类型的出线电路，它包含事先未做过试验的部件（连接件可视为一种部件）应依次通以故障电流。

如果电路中包含中性线，要考虑在中性线和相邻相线之间短路强度试验，一般预期故障电流为三相值的60%。

- b) 进线电路及母线

通常进线电路和母线（加上母线框架单元）要一同试验，试验电流连接至进线端上，在所确定的母线系统的终端进行短路。

如果进线电路包含有短路保护器件，如同出线电路那样，故障电流（短路耐受电流）可以在一个较短的时间内被分断。另外，对于大参数的成套设备，其故障电流应持续一个确定的时间。试验在三相、单相和中性线上进行，预期中性线电流等于三相值的60%。如果成套设备内包含有不同的母线设计（平行的或垂直的），必须逐一进行试验。

短路试验后，必须保持规定的防护等级最小电气间隙和爬电距离、绝缘的完整性和力学性能，但允许外壳和母线有微小变形。

5.11 运输吊装要求的结构

凡是人力不能移动或搬运的设备，必须装设或能够装设适当的装卸装置。

对装卸安全有要求时（如吊装柜体时钢丝绳索的角度），应有标志或在安装说明书中给出。

对运输吊装有方向要求时，应有标志指示。

5.12 人类工效学的结构

为了减轻劳动强度和疲劳，为了便于使用，设备的设计要和人体尺寸、体力和生理特点相适应。示例：

- 柜体尺寸要符合相应国家标准或行业标准；
- 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；
- 从外面读出仪表的最大高度为2m；
- 装在柜外用于紧急分断装置在0.8m~1.6m。

5.13 电磁兼容性

尚在考虑中。

附 录 A
(资料性附录)
参考资料

- A.1 IEC 60890: 1987 用于部分型式试验的低压开关设备和控制设备 (PITTA) 的一种温升外推法。
- A.2 IEC 60364-3: 1993 选择电气装置的基本因素及其类别。
- A.3 IEC 60364-4-481: 1993 建筑物电气装置 第4部分: 安全防护 第481节: 作为外界影响的一种函数的保护性措施的选择 针对与外界影响有关的电击应采取的保护措施的选择。
- A.4 IEC 60364-5-51: 1997 建筑物电气装置 第5部分: 电气设备的选择与安装 第51章: 一般规则。
- A.5 BS EN 60439-1 低压成套开关设备和控制设备技术导则。

附 录 B

(资料性附录)

现行国家标准与 IEC 标准对照

表 B.1 现行国家标准与 IEC 标准对照

现行国家标准	采用的IEC标准	最新的IEC标准
GB/T 2423.4—1993	eqv IEC 60068-2-30: 1980	IEC 60068-2-30: 1980
GB/T 2423.5—1995	idt IEC 60068-2-27: 1987	IEC 60068-2-27: 1987
GB/T 2423.17—1993	eqv IEC 60068-2-11: 1981	IEC 60068-2-11: 1981
GB/T 2423.19—1981	idt IEC 60068-2-42: 1976	IEC 60068-2-42: 1982
GB/T 4026—1992	eqv IEC 60445: 1988	IEC 60445: 1988
GB/T 4064—1983	—	—
GB/T 4205—1984	idt IEC 60447: 1974	IEC 60447: 1993
GB 4027—1984	eqv IEC 60112: 1979	IEC 60112: 1979
GB/T 4208—1993	eqv IEC 60529: 1989	IEC 60529: 1989
GB/T 4728.2—1998	idt IEC 60617: 1996	IEC 60617: 1996
GB/T 5013.3—1997	idt IEC 60245-3: 1994	IEC 60245-3: 1994
GB/T 5013.4—1997	idt IEC 60245-4: 1994	IEC 60245-4: 1994
GB/T 5023.3—1997	idt IEC 60227-3: 1993	IEC 60227-3: 1993
GB/T 5023.4—1997	idt IEC 60227-4: 1992	IEC 60227-4: 1992
GB/T 5169.10—1997	idt IEC 60695-2-1/0: 1994	IEC 60695-2-1/0: 1994
GB/T 5169.11—1997	idt IEC 60695-2-1/1: 1994	IEC 60695-2-1/1: 1994
GB/T 5465.2—1996	idt IEC 60417: 1994	IEC 60417: 1997
GB 5829—1995	eqv IEC 60755: 1983	IEC 60755: 1983
GB 7251.1—1997	idt IEC 60439-1: 1992	IEC 60439-1: 1999
GB 7251.2—1997	idt IEC 60439-2: 1987	IEC 60439-2: 2000
GB 7251.3—1997	idt IEC 60439-3: 1990	IEC 60439-3: 1990
GB 7251.4—1998	idt IEC 60439-4: 1990	IEC 60439-4: 1990
GB 7251.5—1998	idt IEC 60439-5: 1996	IEC 60439-5: 1996
GB 7947—1997	idt IEC 60446: 1989	IEC 60446: 1989
GB/T 11020—1989	eqv IEC 60707: 1981	IEC 60707: 1981
GB/T 11918—1989	eqv IEC 60309-1: 1979	IEC 60309-1: 1997
GB/T 11919—1989	eqv IEC 60309-2: 1981	IEC 60309-2: 1997

表B.1 (续)

现行国家标准	采用的IEC标准	最新的IEC标准
GB/T 12501—1990	neq IEC 60536: 1976	IEC 60536: 1976
GB 13028—1991	eqv IEC 60742: 1983	IEC 60742: 1983
GB/T 14048.1—2000	eqv IEC 60947-1: 1999	IEC 60947-1: 1999
GB 14048.4—1993	eqv IEC 60947-4-1: 1990	IEC 60947-4-1: 1990
GB 14821.1—1993	eqv IEC 60364-4-41: 1992	IEC 60364-4-41: 1992
GB 16895.3—1997	idt IEC 60364-5-54: 1980	IEC 60364-5-54: 1980
GB/T 16935.1—1997	idt IEC 60664-1: 1992	IEC 60664-1: 1992