

# GB 12668.501-2013 调速电气传动系统 第 5-1 部分安全要求 电气、热和能量

GB 12668.501-2013 调速电气传动系统 第 5-1 部分安全要求 电气、热和能量为 GB 12668 的第 5-1 部分。

本部分适用翻译法等同采用 IEC 61800-5-1:2007《调速电气传动系统 第 5-1 部分：安全要求 电气、热和能量》。

本部分规定了对调速电气传动系统或其元件有关电气、热和能量安全方面的要求。除接口要求外，本部分不覆盖被传动设备。

本部分适用于包括电力变流设备、传动控制设备和电动机的调速电气传动系统。但不包括牵引传动和电动车辆传动。本部分适用于连接交流电源电压 1KV 及以下，50Hz 或 60Hz 的直传动系统以及变流器输入或输出电压 35KV 以下，50Hz 或 60Hz 的交流传动系统。

《调速电气传动系统》的其他部分涉及额定值的规定、电磁兼容性（EMC）及功能安全性等。

如果用作电气传动系统（PDS）组成部分的设备符合相应环境下有关产品标准的安全要求，则本部分的范围不包括这些设备。例如，PDS 中所使用的电动机就应当符合 IEC 60034 相关部分的要求。

除非有特别规定，本部分的要求适用于 PDS 的所有部分，包括 CDM/BDM。





# 中华人民共和国国家标准

GB 12668.501—2013/IEC 61800-5-1:2007

---

## 调速电气传动系统 第 5-1 部分：安全要求 电气、热和能量

Adjustable speed electrical power drive systems—  
Part 5-1: Safety requirements—  
Electrical, thermal and energy

(IEC 61800-5-1:2007, IDT)

2013-11-12 发布

2014-08-07 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 .....	1
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	3
4 电击、热和能量危险的防护 .....	9
4.1 一般要求 .....	9
4.2 故障条件 .....	10
4.3 电击防护 .....	11
4.4 热危险防护 .....	37
4.5 能量危险的防护 .....	10
4.6 环境应力的防护 .....	41
5 试验要求 .....	41
5.1 一般要求 .....	41
5.2 试验技术要求 .....	44
6 信息和标志的要求 .....	61
6.1 一般要求 .....	61
6.2 选择信息 .....	63
6.3 安装与现场调试信息 .....	64
6.4 使用信息 .....	66
6.5 维护信息 .....	68
附录 A (资料性附录) 直接接触情况下防护的实例 .....	70
附录 B (资料性附录) 降低过电压类别的实例 .....	72
附录 C (规范性附录) 电气间隙和爬电距离的测量 .....	78
附录 D (资料性附录) 针对海拔的电气间隙修正 .....	83
附录 E (资料性附录) 频率高于 30 kHz 时电气间隙和爬电距离的确定 .....	84
附录 F (资料性附录) 圆导体的截面 .....	87
附录 G (资料性附录) RCD 兼容性导则 .....	88
附录 H (资料性附录) 本部分中使用的符号 .....	91
附录 NA (资料性附录) 与规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件 .....	92
参考文献 .....	95

## 前 言

本部分的第4章和第5章是强制性的,其余是推荐性的。

GB 12668《调速电气传动系统》分为以下几个部分:

- 第1部分:一般要求 低压直流调速电气传动系统额定值的规定;
- 第2部分:一般要求 低压交流变频电气传动系统额定值的规定;
- 第3部分:电磁兼容性要求及其特定的试验方法;
- 第4部分:一般要求 交流电压1 000 V以上但不超过35 kV的交流调速电气传动系统额定值的规定;
- 第5部分:安全要求;
- 第6部分:确定负载工作制类型和相应电流额定值的导则;
- 第7部分:电气传动系统的通用接口和使用规范;
- 第8部分:电源接口电压的规范。

本部分为GB 12668的第5-1部分。

本部分按照GB/T 1.1--2009给出的规则起草。

本部分使用翻译法等同采用IEC 61800-5-1:2007《调速电气传动系统 第5-1部分:安全要求 电气、热和能量》。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件见附录NA。

本部分做了下列编辑性修改:

- 增加了资料性附录NA“与规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件”,以供参考;
- 删除了国际标准前言;
- 小数点符号用“.”代替“.”;
- 对于无编号的列项,第一层次的列项之前用破折号,第二层次的列项之前用圆点,第三层次的列项之前用方块;
- 对表2中的第9行第2列的错误表述进行更改。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国电力电子学标准化技术委员会(SAC/TC 60)归口。

本部分起草单位:天津电气传动设计研究所、山东新风光电子科技发展有限公司、北京合康亿盛变频科技股份有限公司、中冶赛迪电气技术有限公司、广州智光电气股份有限公司、哈尔滨九州电气股份有限公司、深圳市英威腾电气股份有限公司、希望森兰科技股份有限公司、山东泰开自动化有限公司、北京利德华福电气技术有限公司、上海雷诺尔科技股份有限公司、上海澳通韦尔电力电子有限公司、艾默生网络能源有限公司、大连普传科技股份有限公司、北京ABB电气传动系统有限公司、深圳市库马克新技术股份有限公司、深圳市正弦电气有限公司、北京动力源科技股份有限公司、东方日立(成都)电控设备有限公司、北京金白天正智能控制股份有限公司、安川电机(上海)有限公司、国家电控配电设备质量监督检验中心、广东华拿东方能源有限公司。

本部分主要起草人:赵相宾、董桂敏、刘振东、赵树国、杜心林、张胜民、王卫宏、孙敬华、董瑞勇、任光法、李凯、倚鹏、刘国鹰、李增伟、王英、董建华、温湘宁、罗自勇、张晓光、刘瑞东、崔杨、周亚宁、白志国、王书琴、苏勇华、柴青、董天舒。

# 调速电气传动系统

## 第 5-1 部分:安全要求

### 电气、热和能量

#### 1 范围

GB 12668 的本部分规定了对调速电气传动系统或其元件有关电气、热和能量安全方面的要求。除接口要求外,本部分不覆盖被传动设备。

本部分适用于包括电力变流设备、传动控制设备和电动机的调速电气传动系统。但不包括牵引传动和电动车辆传动。本部分适用于连接交流电源电压 1 kV 及以下,50 Hz 或 60 Hz 的直流传动系统以及变流器输入或输出电压 35 kV 以下,50 Hz 或 60 Hz 的交流传动系统。

《调速电气传动系统》的其他部分涉及额定值的规定、电磁兼容性(EMC)及功能安全性等。

如果用作电气传动系统(PDS)组成部分的设备符合相应环境下有关产品标准的安全要求,则本部分的范围不包括这些设备。例如,PDS 中所使用的电动机就应当符合 IEC 60034 相关部分的要求。

除非有特别规定,本部分的要求适用于 PDS 的所有部分,包括 CDM/BDM(见图 1)。

注:在某些情况下,整个 PDS 的安全要求(例如直接接触防护)可能需要使用特殊部件和 或附加措施。

#### 2 规范性引用文件

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

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

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

GB/T 16935.3 2005 低压系统内设备的绝缘配合 第 3 部分:利用涂层、罐封和模压进行防污保护(IEC 60664-3:2003,IDT)

IEC 60034(所有部分) 旋转电机(Rotating electrical machines)

IEC 60034-1 旋转电机 第 1 部分:额定值与性能(Rotating electrical machines—Part 1:Rating and performance)

IEC 60034-5 旋转电机 第 5 部分:旋转电机整体设计提供的防护等级(IP 代码) 分类 [Rotating electrical machines—Part 5:Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code)—Classification]

IEC 60050-111 国际电工词汇(IEV) 第 111 章:物理和化学 [International Electrotechnical Vocabulary (IEV)—Chapter 111:Physics and chemistry]

IEC 60050-151 国际电工词汇(IEV) 第 151 章:电和磁的器件 [International Electrotechnical Vocabulary (IEV)—Part 151:Electrical and magnetic devices]

IEC 60050-161 国际电工词汇(IEV) 第 161 章:电磁兼容性 [International Electrotechnical Vocabulary (IEV)—Chapter 161:Electromagnetic compatibility]

IEC 60050-191 国际电工词汇(IEV) 第 191 章:可靠性和维修性 [International Electrotechnical Vocabulary (IEV)—Chapter 191:Dependability and quality of service]

IEC 60050-441 国际电工词汇(IEV) 第441章:开关设备、控制设备和熔断器[International Electrotechnical Vocabulary (IEV) Chapter 441; Switchgear, controlgear and fuses]

IEC 60050-442 国际电工词汇(IEV) 第442章:电气附件[International Electrotechnical Vocabulary (IEV) Part 442; Electrical accessories]

IEC 60050-551 国际电工词汇(IEV) 第551章:电力电子技术[International Electrotechnical Vocabulary (IEV) Part 551; Power electronics]

IEC 60050-601 国际电工词汇(IEV) 第601章:发电、输电和配电 总则[International Electrotechnical Vocabulary (IEV) Chapter 601; Generation, transmission and distribution of electricity—General]

IEC 60060-1:1989 高电压试验技术 第1部分:一般定义和试验要求(High-voltage test techniques Part 1; General definitions and test requirements)

IEC 60068-2-2:1974 环境试验 第2部分:试验 试验B:干热试验(Environmental testing—Part 2; Tests—Tests B; Dry heat)

IEC 60068-2-6 环境试验 第2部分:试验 试验Fc:(正弦)振动试验[Environmental testing—Part 2-6; Tests—Test Fc; Vibration (sinusoidal)]

IEC 60068-2-78 环境试验 第78部分:试验 试验Cab:稳态湿热试验(Environmental testing—Part 2-78; Tests—Test Cab; Damp heat, steady state)

IEC 60112:2003 固体绝缘材料耐起痕指数和相比漏电起痕指数的测定方法(Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials)

IEC 60204-11 机械安全 机械电气设备 第11部分:电压高于1 000 V a. c. 或1 500 V d. c. 但不超过36 kV的高压设备的技术条件(Safety of machinery—Electrical equipment of machines—Part 11; Requirements for HV equipment for voltages above 1 000 V a. c. or 1 500 V d. c. and not exceeding 36 kV)

IEC 60309 工业用插头、插座和连接器(Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes)

IEC 60364-1 低压电气安装 第1部分:基本原则、一般特性的评估、定义(Low-voltage electrical installations Part 1; Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions)

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

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

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

IEC 60664-1:1992 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分:原理、要求和试验(Insulation coordination for equipment within low-voltage systems Part 1; Principles, requirements and tests)

修正案1(2000)

修正案2(2002)

注:有一个包括IEC 60664-1:1992及其修正案1和修正案2的合订版。

IEC 60664-1:2005 低压系统内电气设备的绝缘配合 第4部分:对高频电压应力的考虑(Insulation coordination for equipment within low-voltage systems—Part 4; Consideration of high-frequency voltage stress)

IEC 60695-2-10 着火危险试验 第2-10部分:基于灼热丝/热丝的试验方法 灼热丝试验装置和一般试验程序(Fire hazard testing—Part 2-10; Glowing hot-wire based test methods—Glow-wire apparatus and common test procedure)

IEC 60695-2-13 着火危险试验 第2-13部分:基于灼热丝/热丝的试验方法 材料的灼热丝可燃

性试验方法 [Fire hazard testing Part 2-13: Glowing/hot-wire based test methods—Glow-wire ignition temperature(GWIT) test method for materials]

IEC 60695-11-10 着火危险试验 第 11-10 部分:火焰试验 50W 水平与垂直火焰试验方法(Fire hazard testing-- Part 11-10; Test flames-50W horizontal and vertical flame test methods)

IEC 60695-11-20 着火危险试验 第 11-20 部分:火焰试验 500W 火焰试验方法(Fire hazard testing—Part 11-20; Test flames-500W flame test methods)

IEC 60775 剩余电流动作保护装置的一般要求 (General requirements for residual current operated protective devices)

IEC 60947-7-1:2002 低压开关设备和控制设备 第 7-1 部分:辅助器件 铜导体的接线端子排 (Low-voltage switchgear and controlgear—Part 7-1; Ancillary equipment— Terminal blocks for copper conductors)

IEC 60947-7-2:2002 低压开关设备和控制设备 第 7-2 部分:辅助器件 铜导体的保护导体端子排 (Low-voltage switchgear and controlgear—Part 7-2; Ancillary equipment—Protective conductor terminal blocks for copper conductors)

IEC 61230 带电作业 便携式接地设备或接地和短路设备 (Live working - Portable equipment for earthing or earthing and short-circuiting)

IEC 61800-1 调速电气传动系统 第 1 部分:一般要求 低压直流调速电气传动系统额定值的规定 (Adjustable speed electrical power drive systems—Part 1; General requirements— Rating specifications for low voltage adjustable speed d. c. power drive systems)

IEC 61800-2 调速电气传动系统 第 2 部分:一般要求 低压交流变频电气传动系统额定值的规定 (Adjustable speed electrical power drive systems—Part 2; General requirements— Rating specifications for low voltage adjustable frequency a. c. power drive systems)

IEC 61800-4 调速电气传动系统 第 4 部分:一般要求 交流电压 1 000 V 以上但不超过 35 kV 的交流调速电气传动系统额定值的规定 (Adjustable speed electrical power drive systems—Part 4; General requirements: Rating specifications for a. c. power drive systems above 1 000 V a. c. and not exceeding 35 kV)

IEC 62020 电气附件 家用和类似用途的剩余电流监控装置 (RCMs) [Electrical accessories— Residual current monitors for household and similar uses(RCMs)]

IEC 62271-102 高压开关设备和控制设备 第 102 部分:交流断路器开关和接地开关 (High-voltage switchgear and controlgear—Part 102; Alternating current disconnectors and earthing switches)

ISO 3864(所有部分) 图形符号 安全颜色和安全符号 (Graphical symbols—Safety colours and safety signs)

ISO 7000:2004 设备用图形符号 索引和一览表 (Graphical symbols for use on equipment— Index and synopsis)

### 3 术语和定义

IEC 60050-111、IEC 60050-151、IEC 60050-161、IEC 60050-191、IEC 60050-441、IEC 60050-442、IEC 60050-551、IEC 60050-601、IEC 60664-1、IEC 61800-1、IEC 61800-2、IEC 61800-3 和 IEC 61800-4 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

表 1 提供这些术语的顺序相互对照表。

表 1 术语顺序表

术语编号	术语	术语编号	术语	术语编号	术语
3.1	相邻电路	3.16	(对地)泄漏电流	3.31	保护屏蔽
3.2	基本传动模块	3.17	带电部分	3.32	保护隔离
3.3	基本绝缘	3.18	低压 PDS	3.33	加强绝缘
3.4	成套传动模块	3.19	开放式(产品)	3.34	出厂试验
3.5	封闭的电气操作区域	3.20	电气传动系统	3.35	安全 ELV 电路
3.6	现场调试试验	3.21	保护性 ELV 电路	3.36	抽样试验
3.7	界定电压等级	3.22	预期短路电流	3.37	附加绝缘
3.8	双重绝缘	3.23	保护联结	3.38	系统电压
3.9	特低电压	3.24	0 类防护	3.39	暂时过电压
3.10	电气击穿	3.25	I 类防护	3.40	接触电流
3.11	预期寿命	3.26	II 类防护	3.41	型式试验
3.12	功能性绝缘	3.27	III 类防护	3.42	用户端子
3.13	高压 PDS	3.28	保护接地	3.43	工作电压
3.14	装备	3.29	保护接地导体	3.44	等电位联结区域
3.15	一体式 PDS	3.30	保护阻抗		

## 3.1

**相邻电路 adjacent circuit**

与所研究电路没有电气连接的电路。

注：保护阻抗不被认为是电气连接。

## 3.2

**基本传动模块 basic drive module, BDM**

由变流器部分和转速、转矩、电流、频率或电压的控制设备以及电力半导体门极控制系统等组成的传动模块(见图 1)。

## 3.3

**基本绝缘 basic insulation**

设置在带电部分上,作为电击基本防护的绝缘。

注：改写 IEC 826-12-14。

## 3.4

**成套传动模块 complete drive module, CDM**

由(但不限于)BDM 和诸如馈电部分和辅助设备 etc 组成的传动系统,不包括电动机和以机械方式耦合于其轴上的传感器(见图 1)。

## 3.5

**封闭的电气操作区域 closed electrical operating area**

仅限于专业人员或受过培训人员使用钥匙或工具开门或移动障碍才能进入、并具有明显的适当警告标志的电气设备用房间或区域。

## 3.6

**现场调试试验 commissioning test**

在现场对某台部件或设备进行的试验,为验证安装和运行的正确性。

注:改写 IEC 151-16-24。

## 3.7

**界定电压等级 decisive voltage class;DVC**

用来确定电击防护措施类别的计算电压范围。

## 3.8

**双重绝缘 double insulation**

由基本绝缘和附加绝缘两者组成的绝缘。

[IEV 826-12-16]

注:基本绝缘和附加绝缘是分开的,都用来对电击防护起基本保护作用。

## 3.9

**特低电压 extra low voltage;ELV**

不超过交流方均根值 50 V 和直流 120 V 的任何电压。

注 1:纹波电压方均根值不大于直流分量的 10%。

注 2:在本部分中,电击防护取决于界定电压等级。ELV 的电压范围中包含有 DVC A 和 B。

## 3.10

**电气击穿 electrical breakdown**

在承受电应力状态下完全跨过绝缘放电时的绝缘失效,致使两极之间的电压几乎降至零。

[IEC 60664-1:1994,定义 1.3.20]

## 3.11

**预期寿命 expected lifetime**

在额定条件下安全性能特性有效的最小持续时间。

## 3.12

**功能性绝缘 functional insulation**

一个电路内导电部分之间电路的正常工作所必需但对电击防护不起保护作用的绝缘。

## 3.13

**高压 PDS high-voltage PDS**

额定电源电压为交流大于 1 kV 并小于 35 kV、50 Hz 或 60 Hz 的产品。

注:这些产品属于 IEC 61800-4 的范围。

## 3.14

**装备 installation**

至少包括 PDS 和被传动设备两者的一台或数台设备(见图 1)。

注:在本部分中“installation”这个词还用来表示安装 PDS CDM/BDM 的过程。

## 3.15

**一体式 PDS integrated PDS**

将电动机和 CDM/BDM 从机械上集成为一个单元的 PDS。

## 3.16

**(对地)泄漏电流 (earth) leakage current**

在没有绝缘故障的情况下从装备的带电部分流向地的电流。

[IEV 442-01-24]

3.17

**带电部分 live part**

规定在正常使用时带电的导体或导电部分,包括中性导线,但不包括保护接地中性线。

3.18

**低压 PDS low-voltage PDS**

额定电源电压为交流 1 000 V 及以下,50 Hz 或 60 Hz 的产品。

注:这些产品属于 IEC 61800-1 或 IEC 61800-2 的范围。

3.19

**开放式(产品) open type (product)**

预定安装在将提供接近防护的外壳或组件内的(产品)。

3.20

**电气传动系统 power drive system, PDS**

包括 CDM 和电动机但不包括被传动设备的电动机速度控制系统(见图 1)。

3.21

**保护性 ELV 电路 protective ELV circuit**

**PELV 电路 PELV circuit**

同时具有下列特点的电路:

- 在单一故障条件下以及在正常条件下电压不持续超过 ELV;
- 与非 PELV 或 SELV 的电路保护隔离;
- PELV 电路的接地措施,或其外露导电部分的接地措施,或者两者的接地措施。

3.22

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

在尽可能靠近 PDS/CDM/BDM 电源端子的位置用一根可忽略阻抗的导线使电路电源短路时所通过的电流。

3.23

**保护联结 protective bonding**

为安全起见而将导电部分与地连接的电气连接。

3.24

**O 类防护 protective class O**

在设备中,电击防护只依赖于基本绝缘。

注:当基本绝缘失效时,这类设备就变得危险了。

3.25

**I 类防护 protective class I**

在设备中,电击防护不仅依赖于基本绝缘,而且还包括附加安全预防措施,为外露导电部分与装备固定布线中保护(接地)导线的连接提供手段,这样即使基本绝缘失效,可触及导电部分也不会带电。

3.26

**II 类防护 protective class II**

在设备中,电击防护不仅依赖于基本绝缘,而且还提供诸如附加绝缘或加强绝缘等附加安全预防措施,没有保护接地措施或者不依赖电气安装的条件。

## 3.27

**Ⅲ类防护 protective class Ⅲ**

在设备中,电击防护依赖于 ELV 电源,而且不产生高于 ELV 的电压,没有保护接地措施。

[见 IEC 61140,分条款 7.4]

## 3.28

**保护接地 protective earthing, PE**

为在故障情况下电击防护而在一个系统或设备中的某一点接地。

## 3.29

**保护接地导体 protective earthing conductor**

为保护接地提供的保护导体。

[IEV 195-02-11]

## 3.30

**保护阻抗 protective impedance**

连接在带电部分和外露导电部分之间的一个阻抗,其意义是在正常使用和可能的故障条件下将电流限制在某一安全值,而且其结构保证在设备的整个寿命周期内维持其可靠性。

注:改写 IEC 442-04-24。

## 3.31

**保护屏蔽 protective screening**

在电路与危险带电部分之间,通过连接到保护接地导体连接装置上的中间导电屏蔽实现隔离。

## 3.32

**保护隔离 protective separation**

在电路之间通过基本防护和附加防护措施(基本绝缘加附加绝缘或保护屏蔽)或一种等效防护措施(例如加强绝缘)实现隔离。

## 3.33

**加强绝缘 reinforced insulation**

设置在带电部分上的一种单独绝缘结构,主要在有关标准规定的条件下提供一种与双重绝缘相等的电击防护等级的绝缘。

[IEC 60664-1:1992,定义 1.3.17.5]

## 3.34

**出厂试验 routine test**

在制造期间或制造之后对各个部件进行的试验,用于确定其是否符合某一准则。

[IEV 151-16-17]

## 3.35

**安全 ELV 电路 safety ELV circuit****SELV 电路 SELV circuit**

同时具有下列特点的电路:

- 电压不超过 ELV;
- 与非 SELV 或 PELV 的电路保护隔离;
- 没有 SELV 电路或其外露导电部分的接地措施;
- SELV 电路与地和 PELV 电路基本绝缘。

3.36

**抽样试验 sample test**

在一批产品中随机抽取的一些部件上进行的试验。

注：改写 IEC 151-16-20。

3.37

**附加绝缘 supplementary insulation**

除基本绝缘外,另外再设置的独立绝缘,其目的是为了在基本绝缘损坏时可提供电击防护。

[IEC 60664-1:1992,定义 1.3.17.3]

注：基本绝缘和附加绝缘是分开的,都用来对电击防护起基本保护作用。

3.38

**系统电压 system voltage**

用来确定绝缘要求的电压。

注：关于系统电压的进一步研究,见 4.3.6.2.1。

3.39

**暂时过电压 temporary overvoltage**

持续相对长时间的工频过电压。

注：改写 IEC 60664-1:1992,定义 1.3.7.1。

3.40

**接触电流 touch current**

在人体或动物身体接触到电气装备或电气设备的一个或数个可触及部分时通过的电流。

[IEV 826-11-12]

3.41

**型式试验 type test**

对按照某一设计制造的一个或数个部件进行的试验,用于证明该设计满足特定的技术要求。

注：改写 IEC 151-16-16。

3.42

**用户端子 user terminal**

为 PDS/CDM/BDM 的外部连接提供的端子。

3.43

**工作电压 working voltage**

额定电源条件下(无容差)和最坏工作条件下的电压,通过设计出现在电路中或者绝缘之间。

注：工作电压可以是直流或交流。使用方均根值和重复峰值。

3.44

**等电位联结区域 zone of equipotential bonding**

将所有可同时触及的导电部分电气连接起来以防在它们之间出现危险电压的区域。

注：就等电位联结而言,对于需接地的部分则没有必要。

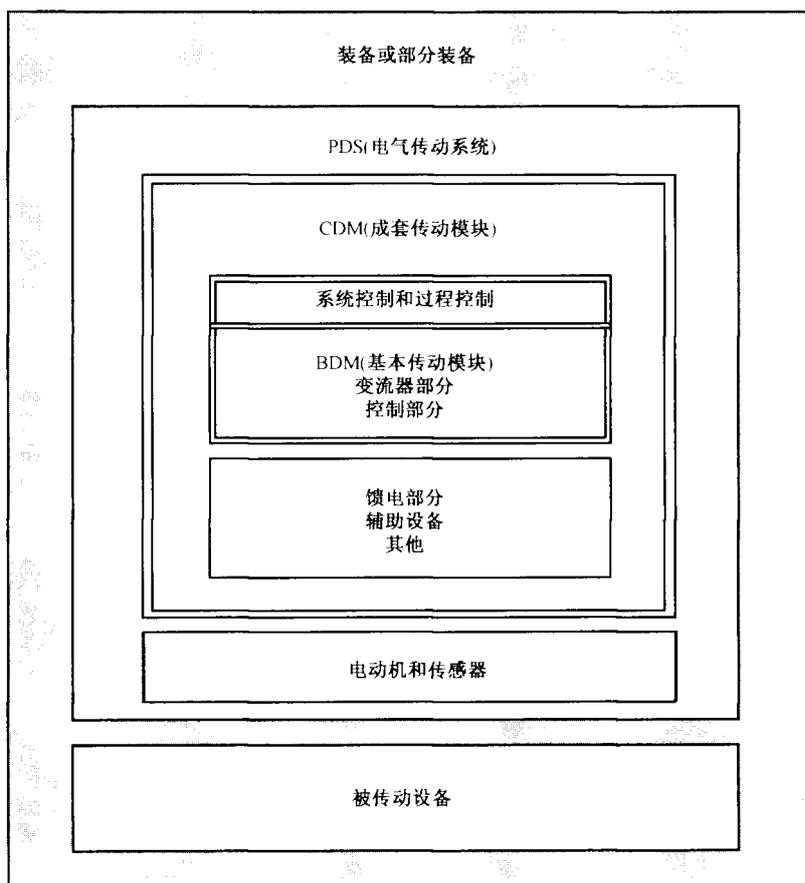


图 1 装备内 PDS 的硬件配置

#### 4 电击、热和能量危险的防护

##### 4.1 一般要求

本章规定了对 PDS 设计和结构的最低要求,以保证其在安装过程中、在正常工作条件下以及在 PDS 的预期寿命期间的维护过程中的安全。同时,也对由可合理预见的错用导致的危险最小化的措施给予考虑。

表 2 示出了本章对 PDS、CDM 或 BDM 的要求的应用。

表 2 对 PDS/CDM/BDM 的要求的相关性

章条号	标 题	PDS <sup>a</sup>	CDM BDM
4.2	(电击、热和能量危险的防护) —故障条件	A	A
4.3.1	界定电压等级	A	A
4.3.2	保护隔离	A	A
4.3.3	直接接触防护	A	C
4.3.4	直接接触情况下的防护	A	C
4.3.5.1	(间接接触防护) —一般要求	A	A

表 2 (续)

章条号	标 题	PDS <sup>a</sup>	CDM BDM
4.3.5.2	带电部分与外露导电部分之间的绝缘	A	C
4.3.5.3	保护联结电路	A	C
4.3.5.4	保护接地导体	A	A
4.3.5.5	保护接地导体用连接装置	A	A
4.3.5.6	Ⅱ类防护设备的特点	A	C
4.3.6	绝缘	A	A
4.3.7	外壳	A	C
4.3.8	布线和连接	A	A
4.3.9	输出短路要求	A	A
4.3.10	剩余电流保护装置(RCD)或剩余电流监控装置(RCM)的兼容性	A	C
4.3.11	电容器放电	A	A
4.3.12	高压 PDS 的接近条件	A	C
4.4	热危险防护	A	A
4.4.3	外壳材料的可燃性	A	C
4.4.5	对液体冷却 PDS 的特殊要求	A	A
4.5	能量危险的防护	A	A
4.5.2	机械能量危险	A	C
4.6	外部应力的防护	A	A
A ——要求始终相关； C——如果 CDM 或 BDM 不是安装到提供所需保护的组件中，则要求相关。			
<sup>a</sup> 一体式 PDS 应当符合对 PDS 的要求。			

## 4.2 故障条件

PDS 应当设计成能够避免可能界定因故障条件或部件故障的运行方式或程序引起的某种危险，除非装备提供了防止危险的其他措施。

在单一故障条件下以及在正常条件下应当保持热危险防护和电击防护。

应当进行电路分析，以辨别出是哪些部件(包括绝缘结构)出现的故障可能会导致热危险或电击危险。电路分析应当包括部件的短路及开路条件的效应，但分析无需包括在短路试验期间完成等效试验时的电力半导体器件，或者已经确定在 PDS 的预期寿命期间出现故障的可能性小的部件。试验见 5.2.3.6.4。

注：分析可能未发现危险部件。在这种情况下，无需进行部件故障试验。

应当对与 PDS 的主要部件(如电机的旋转部件、变压器和电容器油的可燃性)相关联的潜在安全危险给予考虑。

## 4.3 电击防护

## 4.3.1 界定电压等级

## 4.3.1.1 界定电压等级(DVC)的使用

电击防护措施视表 3 中所列电路的界定电压等级而定。表 3 列出了电路内工作电压限值与 DVC 的相互关系。DVC 同样也决定电路保护所需的最低电压。

## 4.3.1.2 DVC 的限值

表 3 界定电压等级的限值一览表

DVC	工作电压限值 V			条款
	交流电压(方均根值) $U_{ACR}$	交流电压(峰值) $U_{ACPL}$	直流电压(平均值) $U_{DCI}$	
A <sup>a</sup>	25	35.4	60	4.3.4.2、4.3.4.4
B	50	71	120	4.3.5.3.1 a)、b)
C	1 000	4 500 <sup>b</sup>	1 500	
D	> 1 000	> 4 500	> 1 500	

<sup>a</sup> 对于只有一个 DVC A 电路的设备,其电压方均根值和峰值的限值应当分别为 30 V 和 42.4 V。  
<sup>b</sup> 4 500 V 的峰值使得表 7 能够覆盖所有的低压 PDS(可能的电压达  $3 \times \sqrt{2} \times 1\,000 \text{ V} = 4\,242 \text{ V}$ )。

## 4.3.1.3 防护要求

表 4 所列出的对应用基本绝缘或保护隔离的要求取决于所考虑的电路以及相邻电路的 DVC。

表 4 所考虑电路的防护要求

所考虑电 路的 DVC	所需的 直接接触防护	与接地部分 的绝缘	与未接地外露导 电部分的绝缘	与 DVC 如下的相邻电路的绝缘			
				A	B	C	D
A	否	a*	a	f*	b	p	p
B	是	b	p		b	p	p
C	是	b	p			b	p
D	是	b	p				b

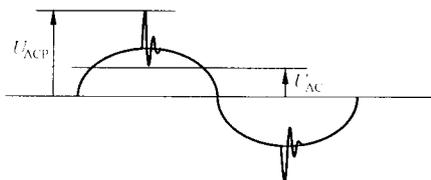
a——绝缘不是安全所必需的,但由于功能原因可能是所需要的;  
\* —— 如果规定所考虑的电路为 SELV 电路,则需要与地并与 PELV 电路的基本绝缘;  
f —— 较高电压电路用功能性绝缘;  
b —— 较高电压电路用基本绝缘;  
p —— 较高电压电路用保护隔离;  
 $\bar{p}$  —— 如果是通过较高电压电路所用的基本绝缘或补充绝缘,将直接接触防护应用于所考虑的电路,则允许为较高电压电路使用基本绝缘。

4.3.1.4 电路评估

4.3.1.4.1 一般要求

采用考虑到三种波形情况的下述方法对某一特定电路的 DVC 进行评估。

4.3.1.4.2 交流工作电压(见图 2)



说明:

- $U_{AC}$  —— 电压方均根值;
- $U_{ACP}$  —— 重复峰值电压。

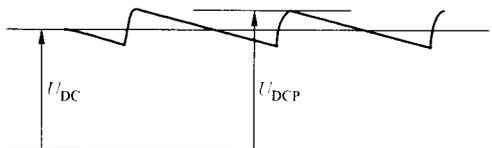
图 2 交流工作电压的典型波形

工作电压有一个  $U_{AC}$  的方均根值和一个  $U_{ACP}$  的重复峰值。

当满足下列两个条件时, DVC 是表 3 中最低电压所在行的等级:

- $U_{AC} \leq U_{ACL}$ ;
- $U_{ACP} \leq U_{ACPL}$ 。

4.3.1.4.3 直流工作电压(见图 3)



说明:

- $U_{DC}$  —— 电压平均值;
- $U_{DCP}$  —— 重复峰值电压。

图 3 直流工作电压的典型波形

工作电压有一个  $U_{DC}$  的平均值和一个由不大于  $U_{DC}$  的 10% 的方均根值纹波电压引起的  $U_{DCP}$  重复峰值。

当满足下列两个条件时, DVC 是表 3 中最低电压所在行的等级:

- $U_{DC} \leq U_{DCL}$ ;
- $U_{DCP} \leq 1.17 \times U_{DCL}$ 。

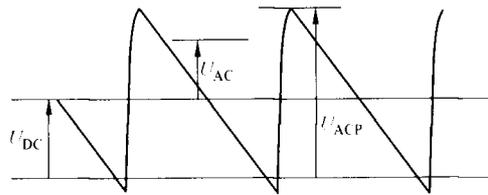
4.3.1.4.4 脉冲工作电压(见图 4)

工作电压有一个  $U_{DC}$  的平均值和一个由大于  $U_{DC}$  的 10% 的方均根值  $U_{AC}$  纹波电压引起的  $U_{ACP}$  重复峰值。

当满足下列两个条件时, DVC 是表 3 中最低电压所在行的等级:

- $U_{AC}/U_{ACL} + U_{DC}/U_{DCL} \leq 1$ ;

$$U_{DC} + U_{ACPL} + U_{DC} (1.17 \times U_{DC}) \leq 1。$$



说明:

$U_{DC}$ ——电压平均值;

$U_{ACP}$ ——重复峰值电压。

图 4 脉冲工作电压的典型波形

#### 4.3.2 保护隔离

应当采用抗老化材料以及特殊的结构措施和下列措施来实现电路的保护隔离:

- 双重绝缘或加强绝缘;或者
  - 保护屏蔽,即通过 PDS 的保护联结接地或者与保护接地导体本身连接的导电屏蔽,从而这种屏蔽至少通过基本绝缘与带电部分隔离;或者
  - 4.3.4.3 规定的包括放电能量限制和电流限制的保护阻抗,或者 4.3.4.4 规定的电压限制。
- 在 PDS 所有的预期使用条件下,保护隔离都应当得到全部有效地维持。

#### 4.3.3 直接接触防护

##### 4.3.3.1 一般要求

直接接触防护用来防止人员接触未满足 4.3.4 要求的带电部分。应当采用在 4.3.3.2 和 4.3.3.3 中给出的一种或多种措施来提供直接接触防护。

对于一体式 PDS 而言,电动机应当满足 IEC 60034-5 的要求。而对于 BDM 而言,应当采用在 4.3.3.2 和 4.3.3.3 中给出的一种或多种措施来提供直接接触防护。

##### 4.3.3.2 利用带电部分绝缘的防护

如果带电部分的工作电压大于 DVC A 的最大极限值,或者如果带电部分没有与 DVC C 或 D 的相邻电路的保护隔离,则带电部分应当用绝缘完全覆盖。应当按照冲击脉冲电压、暂时过电压或工作电压之中最严酷的要求来确定这种绝缘的额定值(见 4.3.6.2.1)。不允许在不使用工具的情况下去除绝缘。

没有至少使用基本绝缘与带电部分隔离的任何导电部分都被认为是带电部分。如果一个金属可触及部分的表面是裸露的或者是使用不符合基本绝缘要求的绝缘层覆盖,则该金属可触及部分被认为是导电的。

可以提供符合 4.3.6.4 规定的、在图 5 中用  $L_1$  和  $L_2$  所示的间隙,作为固体或液体绝缘的替代方法。

绝缘等级(基本绝缘、双重绝缘或加强绝缘)取决于:

- 带电部分或相邻电路的 DVC;以及
- 导电部分通过保护联结与地的连接。

图 5 给出了绝缘配置的例子,同时也给出了对孔隙的要求。

考虑到下列三种情况:

- a) 情况:可触及部分导电并通过保护联结与地连接。  
 —在可触及部分与带电部分之间需要基本绝缘。相关的电压是带电部分的电压[见图 5 的方格 1)a、2)a、3)a]。
- b) 情况和 c)情况:可触及部分不导电[b)情况]或导电但不通过保护联结与地连接[c)情况]。这两种情况需要的绝缘是:  
 —在可触及部分与 DVC C 或 D 的带电部分之间需要双重绝缘或加强绝缘。相关的电压是带电部分的电压[见图 5 的方格 1)a、2)a、3)a]；  
 —在可触及部分与 DVC A 或 B 电路的带电部分之间需要附加绝缘,DVC A 或 B 电路通过基本绝缘与 DVC C 的相邻电路隔离。相关的电压是相邻电路的最高电压[见图 5 方格 3)b、3)c 的上格]；  
 —在可触及部分与 DVC B 电路的带电部分之间需要基本绝缘,DVC B 电路与 DVC C 或 D 的相邻电路之间有保护隔离。相关的电压是带电部分的电压[见图 5 方格 3)b、3)c 的下格]。

绝缘类型	绝缘配置		
	a 可触及部分导电并 通过保护联结接地	b 可触及部分不导电	c 可触及部分导电, 但不通过保护联结接地
1) 固体或液体绝缘			
2) 全部或局部利用电气 间隙绝缘			
3) 相邻电路的绝缘: 电路 A:较低电压电路 电路 C:较高电压电路			
上排:仅 DVC C 下排:DVC C 或 D			
4) 对外壳内孔隙的要求			
A — 带电部分; B — 电路 A 用基本绝缘; Bc — 电路 C 用基本绝缘; C — 相邻电路; D — 电路 A 用双重绝缘; I — 少于 B 的绝缘;	L <sub>1</sub> — 基本绝缘用间隙; L <sub>2</sub> — 加强绝缘用间隙; M — 导电部分; R — 电路 A 用加强绝缘; Rc — 电路 C 用加强绝缘; S — 设备的表面;	T — 试验测指(IEC 60529 的第 12 条); Z — 电路 A 用附加绝缘; Zc — 电路 C 用附加绝缘; * — 也适用于塑料螺丝; F — 电路 A 用功能性绝缘。	
注 1: 在 c 栏中,塑料螺丝如同金属螺丝一样对待,因为用户可能会在设备的寿命期间用金属螺丝替换。 注 2: 在 4)行中,插入试验测指被认为能代表第一个故障。			

图 5 直接接触防护的示例

#### 4.3.3.3 利用外壳和隔板的防护

DVC B、C 或 D 的带电部分应当安置在外壳中,或者固定在外壳或隔板之后。这种外壳或隔板应当至少满足 IEC 60529 中 15.1 规定的防护等级 IP<sub>XXB</sub> 的要求。在设备通电时可能触及到的外壳或隔板的顶部表面,应当至少满足防护等级 IP<sub>3X</sub> 仅对于垂直通路的要求。试验见 5.2.2.3。只允许使用工具或者在这些带电部分断电之后打开外壳或拆卸隔板。

如果是在安装或维护过程中需要打开外壳或者使 PDS 通电的场合:

- a) 对于 DVC B、C 或 D 的可触及带电部分,应当采取的防护等级至少为 IP<sub>XXA</sub>;
- b) 对于在进行调整时可能接触到的 DVC B、C 或 D 的带电部分,应当采取的防护等级至少为 IP<sub>XXB</sub>;
- c) 应当保证使人员意识到可能触及 DVC B、C 或 D 的带电部分。

对于开放式组件和器件,不需要采取直接接触防护措施。

对于预定用于安装在 3.5 中所定义的封闭电气操作区域并包含 DVC A、B 或 C 电路的产品,不需要采取直接接触防护措施。

对于预定用于安装在封闭电气操作区域并包含 DVC D 电路的产品,另有附加要求(见 4.3.12)。

#### 4.3.4 直接接触情况下的防护

##### 4.3.4.1 一般要求

直接接触情况下的防护需要保证与带电部分的接触不产生电击危险。

如果所接触的电路是按 4.3.1.3 的要求与所有其他电路隔离并满足下列条件之一,就无需 4.3.3 规定的直接接触防护:

- 所接触的电路是 DVC A 电路并符合 4.3.4.2 的要求;或者
- 所接触的电路是按照 4.3.4.3 的规定通过保护阻抗进行电流限制;或者
- 所接触的电路是按照 4.3.4.4 的规定进行电压限制。

这些措施的实例见附录 A。

注:这些分条款的要求适用于包括电源和任何关联外围设备的整个电路。

适当时,应当按照 5.2.1、5.2.2 和 5.2.3 的要求对与保护隔离要求的一致性进行验证。

##### 4.3.4.2 利用 DVC A 的防护

DVC A 的不接地电路以及在等电位联结区域(见 3.41)内使用的 DVC A 的接地电路,都不需要提供直接接触情况下的防护。

不在等电位联结区域内的 DVC A 的接地电路,需要采取 4.3.4.3 或 4.3.4.4 给出的措施之一来保证直接接触情况下的附加防护,其目的是在这些 DVC A 电路的对地基准电位不同的情况下提供防护。在使用说明书中应当提供关于这些电路使用的信息(见 6.3.6.5)。

##### 4.3.4.3 利用保护阻抗的防护

可触及带电部分与 DVC B、C 或 D 电路的连接,或者与不在等电位联结区域内使用的 DVC A 接地电路的连接,只能通过保护阻抗完成。

适用于保护阻抗结构和方案的结构措施,应当与适用于保护隔离结构和方案的结构措施相同。即使单个部件出现故障,也不应当超过下述电流值。利用保护阻抗防护的同时可触及部分之间存在的储存电荷,不应当超过 50  $\mu\text{C}$ 。

保护阻抗的设计应当使在可触及带电部分上可通过它们获得的电流不超过交流 3.5 mA 或直流

10 mA。试验见 5.2.3.4。

保护阻抗的设计应当耐受它们所连接电路的冲击脉冲电压和暂时过电压并经过试验。试验见 5.2.3.1 和 5.2.3.2。

#### 4.3.4.4 利用限制电压的防护

这种类型的防护意味着从直接接触防护电路分压的技术,该防护电路产生的对地电压不大于 DVC A 电路的对地电压。

这种电路应当设计成:即使在分压电路的单个部件出现故障时,跨接在输出端的电压以及对地电压也不会变得大于 DVC A 电路的对地电压。在这种情况下,应当采用与保护隔离中相同的结构措施。

这种类型的防护不应当用在 II 类防护的情况下,因为它依赖于保护接地的连接。

#### 4.3.5 间接接触防护

##### 4.3.5.1 一般要求

为了防止在绝缘失效期间可能由可触及导电部分引起的触电电流,需要提供间接接触防护。这种防护应当符合 I 类、II 类或 III 类防护的要求。

将满足 4.3.5.2、4.3.5.3 和 4.3.5.3.2 要求的 PDS 部分定义为 I 类防护。

将满足 4.3.5.6 要求的 PDS 部分定义为 II 类防护。

将满足 SELV 要求的 PDS 部分定义为 III 类防护。

只有在说明书保证满足 4.3.3.3(封闭电气操作区域)的要求时,0 类防护才适用于 PDS 的这些部分(见 6.3.6.5)。就高压 PDS 而言,有特殊要求(见 4.3.12)。

##### 4.3.5.2 带电部分与可触及导电部分之间的绝缘

设备的可触及导电部分至少应当采用基本绝缘或者按照 4.3.6.1 规定的间隙与带电部分隔离。

##### 4.3.5.3 保护联结电路

###### 4.3.5.3.1 一般要求

除下列的 a) 或 b) 情况外,在设备的可触及导电部分与保护接地导体的连接装置之间应当提供保护联结:

- a) 利用 4.3.4.2~4.3.4.4 中的措施之一为可触及导电部分提供防护;
- b) 利用双重绝缘或加强绝缘使可触及导电部分与带电部分隔离。

注:磁芯、螺钉、铆钉、铭牌和电缆夹就是这类部分的一些实例

图 6 示出了一个 CDM/BDM 组件及其相关联的保护联结的示例。

应当通过下列一种或多种方式实现与保护接地导体的连接装置的电气接触:

通过直接金属接触;

通过在按预期用途使用 PDS/CDM/BDM 时未拆除的其他可触及导电部分;

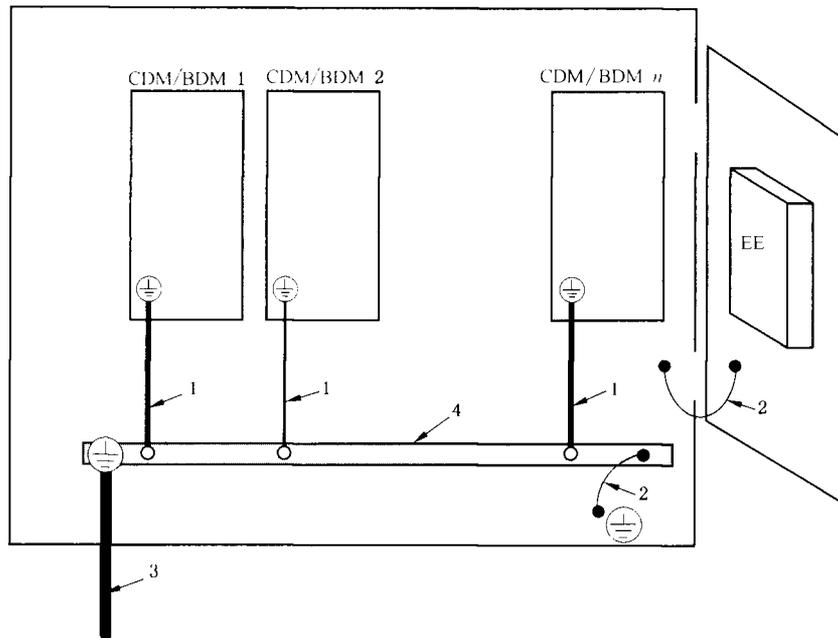
通过一根专用保护联结导体;

通过 PDS/CDM/BDM 的其他金属部件。

注:如果喷涂表面(尤其是粉末喷涂表面)连成一体,则为了可靠接触应当进行分开连接。

在电气设备安装在盖、门或盖板上的场合,应当保证保护联结电路的连续性,建议使用一根专用导体。否则应当使用被设计并保持成具有低电阻的紧固件、绞链或滑动触点。

柔性或刚性结构的金属导管和金属护套不能用作保护导体。



说明:

- 1 CDM/BDM 保护接地导体(按照 CDM/BDM 要求确定尺寸);
- 2 保护联结;
- 3 PDS 保护接地导体(按照 PDS 要求确定尺寸)至装备接地点;
- 4 接地棒;
- EE 其他电气设备(对该设备适当时连接)。

图 6 保护联结的示例

对于高压 PDS 而言,所有连接电缆的金属导管和金属护套(例如电缆铠装、铅套)都应当通过保护联结电路接地。如果只是这种导管或护套的一端这样连接,则应当不可能触及到另一端。对于这种情况,应当通过保护联结电路经一个阻抗接地,以便将任何感应电压限制在最大 50 V 交流以内。

保护联结电路不应当包括开关器件、过流器件(例如开关、熔断器)或者用于这类器件的电流检测装置。

#### 4.3.5.3.2 保护联结的额定值

当 PDS/CDM/BDM 的相关部分被错误地连接至可触及导电部分时,保护联结应承受这些相关部分可能出现的最高热应力和动应力。

只要与可触及导电部分相关的故障继续存在,或者直到一个上游保护器件与来自该部分的电源切断之前,保护联结应当一直保持有效。

注:在保护联结是通过小截面导体(例如,印制线路板印制线)走线的场合,应当特别注意确保即使出现故障,联结电路也不能出现未被检出的损坏。

如果保护联结导体的截面与 4.3.5.1 规定的保护接地导体的截面相同,则这些条件将得到满足。试验见 5.2.3.9。

另一方面,保护联结可以设计成符合 4.3.5.3.3 的阻抗要求。

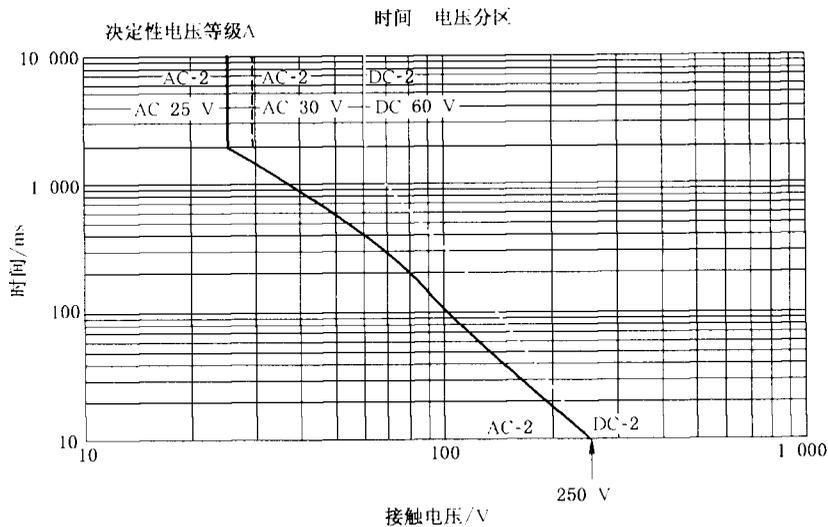
#### 4.3.5.3.3 保护联结的阻抗

保护联结的阻抗应当足够低,这样

在正常工作期间,在可触及导电部分与保护接地导体用连接装置之间,不会继续存在持续超过

5 V 交流或 12 V 直流的电压；以及

在故障条件下，在可触及导电部分与保护接地导体用连接装置之间，直到一个上游保护器件与来自该部分的电源切断之前，不会继续存在超过图 7 中 AC-2 或 DC-2 的电压。针对这一要求而考虑的上游保护器件应当具有 6.3.7 规定的安装手册所要求的特性。



说明：AC-2 的虚线适用于只存在一个 DVC-A 电路的场合；而实线则适用于存在多个 DVC-A 电路的场合。

图 7 故障条件下的电压限值

试验见 5.2.3.9。

#### 4.3.5.4 保护接地导体

除非 PDS/CDM/BDM 符合 II 类防护的要求(见 4.3.5.6)，否则在给 PDS/CDM/BDM 供电时都应当连接一个保护接地导体。除非当地布线规程另有规定，否则应当从表 5 中或者采用 GB 16895.3-2001 中 543.1 规定的计算方法确定保护接地导体的截面积。

如果保护接地导体是通过插头和插座或者类似断路装置走线，除非受保护的部件同时断开电源，否则不允许断开该导体。

表 5 保护接地导体的截面积

PDS/CDM/BDM 的相导体的截面积 S mm	相应保护接地导体的最小截面积 S <sub>p</sub> mm
S ≤ 16	S
16 < S ≤ 35	16
35 < S	S/2

只有在保护接地导体与相导体一样是由相同的金属制造时，表 5 中的值才有效。如果不是相同金属的导体，则确定保护接地导体截面积的方式应当是它所产生的导电性需等同于由表 5 的应用所产生的导电性。

在任何情况下，不构成电源电缆或电缆外套组成部分的每一根保护接地导体的截面积，都不得小于：

2.5 mm<sup>2</sup>，在有机械损伤防护的情况下；或者

4 mm<sup>2</sup>，在无机械损伤防护的情况下。对于用电缆芯线连接的设备，应当采取措施使电缆芯线中的保护接地导体在应力消除机构失效的情况下成为最后中断的导体。

对于特殊的系统拓扑结构,例如六相电动机,PDS的设计者应当对所需的保护接地导体的截面进行验证。

#### 4.3.5.5 连接保护接地导体的装置

##### 4.3.5.5.1 一般要求

每一个需要通过保护联结接地的 PDS 或 PDS 组件(电动机、变流器、变压器)都应当具有一种连接保护接地导体的装置,靠近相应带电导体用端子安装。这种连接装置应当耐腐蚀,且应当适用于连接表 5 所规定的电缆以及符合适用于装备的接线规则要求的电缆。这种保护接地导体用连接装置不应当用作该设备机械组合的一部分,或者用于其他连接。对于每个保护接地导体,都应当提供一个单独的连接装置。

对于高压 PDS 来说,高压电缆的保护屏蔽应当具有符合 IEC 60204-11 和 IEC 61800-4 规定的保护联结接地的措施。这种保护联结方案应当由供应商和用户商定,而且应当符合装备安装地区的当地要求。

联结和联结点的设计应当使其载流能力不受力学影响、化学影响或电化学影响而降低。在使用铝或铝合金外壳和 或导体的场合,应当特别注意电解腐蚀的问题。

标记要求见 6.3.6.6。

##### 4.3.5.5.2 保护接地导体发生故障情况下的接触电流

为了能在保护接地导体发生损坏或断开的情况下保持安全性,本条的要求应当得到满足。

对于不使用 IEC 60309 规定的工业用连接器而使用插接连接的单相 PDS CDM/BDM 而言,(按 5.2.3.5 测量出的)接触电流应当不超过 3.5 mA 交流或 10 mA 直流。

而对于所有其他 PDS CDM/BDM 而言,除非能够表明(按 5.2.3.5 测量出的)接触电流低于 3.5 mA 交流或 10 mA 直流,否则应当采用下列措施中的一项或几项:

- a) 固定连接以及:
  - 保护接地导体的截面至少为 10 mm<sup>2</sup>(铜线)或 16 mm<sup>2</sup>(铝线);或者
  - 在保护接地导体中断情况下电源自动切断;或者
  - 提供一个附加端子用于连接截面积与原保护接地导体相同的保护接地导体。
- b) 使用 IEC 60309 规定的工业用连接器并使用最小截面积为 2.5 mm<sup>2</sup> 的保护接地导体作为多芯电力电缆组成部分进行连接。应当提供适当的应力消除措施。

标记要求见 6.3.6.7。

##### 4.3.5.6 II 类防护设备的特点

如果按照 4.3.3.2 的要求,设备设计成能够在带电部分与可触及表面之间使用双重绝缘或加强绝缘,那么,如果下列要求也适用,则这种设计符合 II 类防护要求:

- 设计为 II 类防护的设备不应具有保护接地导体用连接装置。然而,如果有保护接地导体穿过设备串联连接到以外的设备上,这项要求就不适用。在后一种情况下,保护接地导体及其连接装置应与该设备的可触及表面采用基本绝缘并与按照 4.3.4 的要求采用保护隔离、超低电压、保护阻抗及限制放电能量的电路绝缘。这种基本绝缘应当对应于串联连接设备的额定电压。
- 金属外壳的 II 类防护设备可以在其外壳上具有等电位联结导体的连接措施。
- 为了功能的原因或者为了抑制过电压,II 类防护设备可以具有接地导体的连接措施;然而,它应当如同带电部分一样被绝缘。

II类防护设备应当按 6.3.6.6 的要求进行标记。

#### 4.3.6 绝缘

##### 4.3.6.1 一般要求

###### 4.3.6.1.1 影响绝缘的因素

本条根据 IEC 60664 和 IEC 60071 的原则给出绝缘的最低要求。

在 PDS 的设计和安装过程中,应当考虑制造公差。

对于一体式 PDS 而言,其电动机绝缘系统应当满足 IEC 60034 相关部分的要求。而其 CDM BDM 则应当符合 4.3.6 的要求。

应当在考虑到下列影响之后选择绝缘:

- 污染等级;
- 过电压类别;
- 电源接地系统;
- 绝缘电压;
- 绝缘位置;
- 绝缘类型。

绝缘的验证应当按照 5.2.2.1、5.2.3.1、5.2.3.2 和 5.2.3.3 的规定进行。

###### 4.3.6.1.2 污染等级

绝缘,尤其是在由电气间隙和爬电距离提供绝缘时,会受 PDS 的预期寿命期间发生的污染影响。绝缘的微观环境条件应当按表 6 应用。

表 6 污染等级的定义

污染等级	说明
1	无污染或只发生干燥、不导电污染。这种污染没有影响
2	通常,只发生不导电污染。但有时要预计到在 PDS 不工作时由凝露引起暂时性导电
3	导电污染或预期的由于凝露使所发生的非导电污染变成导电污染
4	污染会发生,例如由导电灰尘或雨雪引起的持续导电

按照 IEC 61800-1、IEC 61800-2 和 IEC 61800-4 的要求,标准 PDS 应当是为用于污染等级 2 而设计的。为安全起见,在确定绝缘时应当假定为污染等级 3。这样,PDS 就可用于污染等级 1、污染等级 2 和污染等级 3 的环境。

如果下列条件之一适用,就可以按照污染等级 2 确定绝缘:

- a) 随 PDS 提供的使用说明书指出 PDS 应当安装在一种污染等级 2 环境中;或者
- b) 已经知道 PDS 的特定安装应用环境是一种污染等级 2 的环境;或者
- c) PDS 的外壳或者在 PDS 内部使用 4.3.6.8.2 或 4.3.6.8.6 规定的涂层对预期在污染等级 3 和污染等级 4 中发生的污染(导电性污染和凝露)提供适当防护。

如果要求在污染等级 4 环境中工作,则应当利用适当的外壳提供防护。

###### 4.3.6.1.3 过电压类别

过电压类别的概念(基于 IEC 60364-4-11 和 IEC 60664-1)用于由电源干线供电的设备。分下列

4 种类别予以考虑：

类别Ⅳ适用于永久连接在装备开始端的设备(主配电盘的上游设备),例如电表、一次过电流保护设备和其他直接连接到户外明线上的设备；

类别Ⅲ适用于永久连接在固定安装装备中的设备(主配电盘及其下游设备),例如工业装备中的开关设备和其他设备；

类别Ⅱ适用于未固定连接到固定安装装备上的设备,例如电器、便携式工具和其他插接连接设备；

类别Ⅰ适用于连接到一个已经采取措施将瞬时过电压减至低水平的电路上的设备。

附录 B 示出了针对绝缘要求对过电压类别进行考虑的实例。

注：对于不是用来由电源干线供电的 PDS 而言,应当根据应用场合的要求确定适当的过电压类别。

#### 4.3.6.1.4 电源接地系统

IEC 60364-1 描述了 3 种基本类型的接地系统。它们是：

TN 系统：有一个点直接接地,装备的可触及导电部分通过保护导体连接到那个点上。三种类型的 TN 系统,根据中性线和保护导体的配置定义为 TN-C、TN-S 和 TN-C-S；

TT 系统：有一个点直接接地,装备的可触及导电部分与独立于电力系统接地电极的接地电极电气连接；

IT 系统：所有带电部分都与地隔离,或者有一个点通过一个阻抗接地,装备的可触及导电部分单独或集中与接地系统接地。

#### 4.3.6.1.5 绝缘电压

表 7 和表 8 利用所考虑的电路的系统电压和过电压类别定义冲击脉冲电压。还利用系统电压定义暂时过电压。

表 7 低压电路的绝缘电压

第 1 栏	第 2 栏	第 3 栏	第 4 栏	第 5 栏	第 6 栏
系统电压 (4.3.6.2.1) V	冲击脉冲电压 V				暂时过电压 (峰值 方均根值) V
	过电压类别				
	I	II	III	IV	
≤50	330	500	800	1 500	1 770 1 250
100	500	800	1 500	2 500	1 840 1 300
150	800	1 500	2 500	4 000	1 910 1 350
300	1 500	2 500	4 000	6 000	2 120 1 500
600	2 500	4 000	6 000	8 000	2 550 1 800
1 000	4 000	6 000	8 000	12 000	3 110 2 200
注 1:不允许使用插值法。					
注 2:最后一行只适用于单相系统或者三相系统中的相间电压。					
* 这些值是从 IEC 60664-1 采用公式(1 200 V+系统电压)得出的。					

表 8 高压电路的绝缘电压

第 1 栏	第 2 栏	第 3 栏	第 4 栏	第 5 栏	第 6 栏
系统电压 (4.3.6.2.1) V	冲击脉冲电压 V				暂时过电压 (峰值 方均根值) V
	过电压类别				
	I	II	III	IV	
1 000	1 000	6 000	8 000	12 000	1 250 3 000
3 600	9 000 <sup>a</sup>	16 000	20 000 <sup>b</sup>	40 000 <sup>b</sup>	14 150 10 000 <sup>b</sup>
7 200	17 500	29 000	40 000 <sup>b</sup>	60 000 <sup>b</sup>	28 300 20 000 <sup>b</sup>
12 000	29 000 <sup>a</sup>	42 500 <sup>a</sup>	60 000 <sup>b</sup>	75 000 <sup>b</sup>	39 600 28 000 <sup>b</sup>
17 500	40 000	55 000	75 000 <sup>b</sup>	95 000 <sup>b</sup>	53 750 38 000 <sup>b</sup>
24 000	52 000 <sup>a</sup>	75 000	95 000 <sup>b</sup>	125 000 <sup>b</sup>	70 700 50 000 <sup>b</sup>
36 000	75 000	95 000	125 000 <sup>b</sup>	145 000 <sup>b</sup>	99 000 70 000 <sup>b</sup>
注：不允许使用插值法。					
这些值是从 IEC 62103:2003 的表 1 和 5 得出或外推出来的。 <sup>a</sup> 这些值是从 IEC 60071-1:2006 的表 2 得出或外推出来的。 <sup>b</sup> 这个值引自 IEC 60116-1-1 第 4 版。					

4.3.6.2 与周围环境的绝缘

4.3.6.2.1 一般要求

在一个电路与其周围环境之间的基本绝缘、附加绝缘和加强绝缘应按下列电压设计：

- 冲击脉冲电压；或者
- 暂时过电压；或者
- 电路的工作电压。

注 1：对于爬电距离，应当使用工作电压的方均根值；而对于电气间隙距离和固体绝缘，则应当使用工作电压的重复峰值，如 4.3.6.2.2~4.3.6.2.4 中所述。

注 2：工作电压与交流、直流和重复峰值相结合的实例有间接电压源变流器的直流环节、晶闸管缓冲器的衰减振荡、或开关电源的内部电压。

冲击脉冲电压和暂时过电压取决于电路的系统电压，而且冲击脉冲电压还取决于过电压类别，如表 7(用于低压 PDS)和表 8(用于高压 PDS)中所示。

这两个表第一栏中的系统电压是：

—— 表 7：

- 在 TN 和 TT 系统中：相与地之间的额定电压方均根值；

注：角接地系统是一种单相接地的 TN 系统，其中的系统电压是一个不接地相与地之间的额定电压方均根值（亦即相间电压）。

- 在三相 IT 系统中：

- ◆ 对于冲击脉冲电压的确定，相与人工中性点（各相相同阻抗的一个假想结点）之间的额定电压方均根值；

注：对于大多数系统而言，这个值等于相间电压除以 $\sqrt{3}$ 。

- ◆ 对于暂时过电压的确定,相间额定电压方均根值:
- 在单相 IT 系统中;相间额定电压方均根值。

——表 8:相间额定电压方均根值。

注 3: 对于这两个表,当电源电压为经过整流的交流时,如果考虑到电源接地系统,则系统电压为整流之前的电源电压交流方均根值。

注 4: 为确定冲击脉冲电压,PDS 内由保证与电源干线电位隔离的变压器二次绕组产生的电压也被认为是系统电压。

注 5: 对于具有串联二极管桥路(12 脉冲、18 脉冲等)的 PDS 而言,系统电压为二极管桥路的交流电压之和。

#### 4.3.6.2.2 直接连接到电源干线上的电路

对于直接连接到电源干线上的电路与周围环境之间的绝缘,应当按照冲击脉冲电压、暂时过电压、或工作电压重复峰值中给出最严酷要求的电压设计。

通常,在对这种绝缘进行估算时要能够耐受过电压类别Ⅲ的冲击脉冲,只有在 PDS 连接到装备的开始端时,才应当使用过电压类别Ⅳ。过电压类别Ⅱ可以用于连接到无特殊可靠性要求的非工业用途电源上的插入式设备。

如果采取措施将过电压类别Ⅳ的冲击脉冲降低到类别Ⅲ的值、或者将类别Ⅲ的值降低到类别Ⅱ的值,那么基本绝缘或附加绝缘可以是降低的值而设计的。如果用于这种设计的器件可能遭受过电压或重复冲击脉冲损坏,进而使其降低冲击脉冲的能力下降,则应当对这些器件进行监控并提供其状态指示。对于低压应用场合,IEC 61643-12 提供了有关这类器件选择和应用的信息。

在提供降低冲击脉冲的措施时,对双重绝缘或加强绝缘的要求不应当降低。

注: 通过符合 4.3.4.3 要求的保护阻抗或者通过符合 4.3.4.4 要求的电压限制措施连接到电源干线上的电路,不认为是直接连接到电源干线上的电路。

#### 4.3.6.2.3 不直接连接到电源干线上的电路

对于由提供与电源干线电位隔离变压器供电的电路与周围环境之间的绝缘,应当按照采用变压器二次电压作为系统电压确定的冲击脉冲电压或工作电压中给出更严酷要求的电压设计。

通常,在对这种绝缘进行估算时要能够耐受过电压类别Ⅱ的冲击脉冲,只有在 PDS 连接到装备的开始端时才应当使用过电压类别Ⅲ。

如果采取措施将过电压类别Ⅲ的冲击脉冲降低到类别Ⅱ的值,或者只针对低压 PDS 将类别Ⅱ的值降低到类别Ⅰ的值,那么基本绝缘或附加绝缘可以是降低的值而设计的。如果用于这种目的的器件可能遭受过电压或重复冲击脉冲损坏,进而使其降低冲击脉冲的能力下降,则应当对这些器件进行监控并提供其状态指示。对于低压应用场合,IEC 61643-12 提供了有关这类器件选择和应用的信息。

在提供降低冲击脉冲的措施时,对双重绝缘或加强绝缘的要求不应当降低。

对于由变压器以不同于电源干线频率的频率供电或者由提供与电源干线电位隔离的其他方式供电的 DVC A 或 B 电路与周围环境之间的绝缘,应当按照电路的工作电压(重复峰值)进行估算。

#### 4.3.6.2.4 电路之间的绝缘

两个电路之间的绝缘应当按照具有更严酷要求的电路进行设计。

#### 4.3.6.3 功能性绝缘

对于受外部瞬态影响不大的部分或电路而言,功能性绝缘应当按照绝缘两端之间的工作电压进行设计。

而对于受外部瞬态影响大的部分或电路而言,功能性绝缘则应当按照过电压类别Ⅱ的冲击脉冲电

压进行设计,只有在 PDS 连接到装备的开始端时才应当使用过电压类别 III。

在采取措施将电路内的瞬时过电压从类别 III 降低到类别 II 的值,或者将类别 II 的值降低到类别 I 的值的场合,功能性绝缘可以是降低的值而设计的。

在可以通过试验(见 5.2.3.1)证明电路特性能够降低冲击脉冲电压的场合,功能性绝缘可以是针对在试验期间电路中出现的最高冲击脉冲电压而设计的。

#### 4.3.6.4 电气间隙距离

##### 4.3.6.4.1 确定

表 9 用来定义提供功能性绝缘、基本绝缘或附加绝缘所要求的最小电气间隙距离(电气间隙距离的实例见附录 C)。

用于 2 000 m~20 000 m 之间海拔时的电气间隙应当采用 IEC 60664-1:1992 的表 A.2 所规定的校正系数进行计算。之所以在这里重述这一点,是因为根据 Paschen 定律电气间隙是随大气压力的变化而变化的。表 9 中提供的电气间隙距离在 2 000 m 以下海拔时有效。2 000 m 以上海拔时的电气间隙必须乘以表 D.1 中提供的系数。

为了从表 9 中确定加强绝缘的电气间隙:

- a) 对于低压 PDS 而言,应当采用对应于较其高一档冲击脉冲电压的值,或 1.6 倍于暂时过电压的值,或两倍于工作电压的值;
- b) 而对于高压 PDS 而言,则应当采用对应于 1.6 倍于冲击脉冲电压、暂时过电压或工作电压的值。

即使是在采取措施降低瞬时过电压时,直接连接到电源干线上的电路与其他电路之间的加强绝缘的电气间隙也不应当减小。

应当通过目视检查(见 5.2.2.1)并在必要时执行 5.2.3.1 的冲击脉冲电压试验和 5.2.3.2 的交流或直流电压试验对电气间隙的符合性进行验证。

图 E.1 和表 E.1 为 30 kHz 以上频率电气间隙的确定提供了资料性导则。

表 9 电气间隙距离

第 1 栏	第 2 栏	第 3 栏	第 4 栏	第 5 栏	第 6 栏
冲击脉冲电压 (表 7、表 8、4.3.6.3) V	暂时过电压(峰值) 用于确定电路与周围 环境之间的绝缘 或者 工作电压(重复峰值) 用于确定功能性绝缘 V	工作电压(重复峰值) 用于确定电路与周围 环境之间的绝缘 V	最小电气间隙 mm		
			污染等级		
			1	2	3
N/A	≤ 110	≤ 71	0.01	0.20 <sup>a</sup>	0.80
N/A	225	141	0.01	0.20	0.80
330	310	212	0.01	0.20	0.80
500	530	330	0.01	0.20	0.80
800	700	440	0.10	0.20	0.80
1 500	960	600	0.50	0.50	0.80
2 500	1 600	1 000	1.5		

表 9 (续)

第 1 栏	第 2 栏	第 3 栏	第 4 栏	第 5 栏	第 6 栏
冲击脉冲电压 (表 7、表 8、4.3.6.3) V	暂时过电压(峰值) 用于确定电路与周围 环境之间的绝缘 或者 工作电压(重复峰值) 用于确定功能性绝缘 V	工作电压(重复峰值) 用于确定电路与周围 环境之间的绝缘 V	最小电气间隙 mm		
			污染等级		
			1	2	3
4 000	2 600	1 600	3.0		
6 000	3 700	2 300	5.5		
8 000	4 800	3 000	8.0		
12 000	7 400	4 600	14		
20 000	12 000	7 600	25		
40 000	26 000	16 000	60		
60 000	37 000	23 000	90		
75 000	48 000	30 000	120		
95 000	61 000	38 000	160		
125 000	80 000	50 000	220		
145 000	99 000	60 000	270		
注 1: 允许使用插值法。					
注 2: 电气间隙距离的实例在附录 C 中给出。					
注 3: 暂时过电压和工作电压的电气间隙是从 IEC 60664-1 中表 A.1 得出的。在第 2 栏中,电压大约为耐受电压的 80%;而在第 3 栏中,电压大约为耐受电压的 50%。					
* 印制线路板上为 0.10 mm。					

#### 4.3.6.4.2 电场的均匀性

表 9 中的尺寸对应于电气间隙两端之间的一种非均匀电场分布要求,这些要求是通常在实践中遇到的条件。如果知道存在一种均匀电场分布,并且直接连接到电源干线上的电路时的冲击脉冲电压等于或大于 6 000 V 或者在一个电路内的冲击电压等于或大于 4 000 V,那么基本绝缘或附加绝缘的电气间隙可以减小到不小于 IEC 60664-1 的表 2 情形 B 所要求的值。然而在这种情况下,对于这种电气间隙应当进行 5.2.3.1 的冲击脉冲电压试验。

加强绝缘的电气间隙不应当因均匀电场而减小。

#### 4.3.6.4.3 与导电外壳的电气间隙

任何未绝缘带电部分与金属外壳壁之间的电气间隙都应当在进行 5.2.2.5 的变形试验后,符合 4.3.6.4.1 的要求。

如果设计的电气间隙至少为 12.7 mm,并且 4.3.6.4.1 所要求的电气间隙不超过 8 mm,那么变形试验可以省略。

4.3.6.5 爬电距离

4.3.6.5.1 一般要求

爬电距离应当按照表 10 的要求足够大,以防止固体绝缘体表面的长期退化。

对于功能性绝缘、基本绝缘和附加绝缘,直接应用表 10 中的值。对于加强绝缘,表 10 中的爬电距离应当加倍。

如果按表 10 确定的爬电距离小于 4.3.6.4.1 所要求的电气间隙或者小于通过冲击脉冲试验(见 5.2.3.1)确定的电气间隙,则应当将爬电距离增大到该电气间隙。

对于爬电距离应当通过测量或检查(见 5.2.2.1)进行验证(爬电距离的实例见附录 C)。

图 E.2 和表 E.2 为 30 kHz 以上频率爬电距离的确定提供了资料性导则。

4.3.6.5.2 材料

在按照 IEC 60112 中 6.2 进行了试验时,将绝缘材料对应于它们的相比漏电起痕指数(CTI)分成四组。

- 绝缘材料组别 I:  $CTI \geq 600$ ;
- 绝缘材料组别 II:  $600 > CTI \geq 400$ ;
- 绝缘材料组别 III:  $400 > CTI \geq 175$ ;
- 绝缘材料组别 III<sub>L</sub>:  $175 > CTI \geq 100$ 。

暴露于污染等级 3 环境条件中的印制线路板(PWB)上的爬电距离应当根据表 10“其他绝缘体”下的污染等级 3 确定。

如果爬电距离为肋状结构设计,那么组别 I 的绝缘材料的爬电距离可以适用于使用组别 II 的绝缘材料,组别 II 的绝缘材料的爬电距离可以适用于使用组别 III 的绝缘材料。除污染等级 I 外,肋状物的高度应当至少为 2 mm。肋状物的间距应当等于或大于表 C.1 中的尺寸 X 值。

对于不起痕的无机绝缘材料,例如玻璃或陶瓷,爬电距离可以等于如表 9 所确定的相关电气间隙距离。

表 10 爬电距离

单位为毫米

第 1 栏	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
工作电压 (方均根值) V	印制线路板		其他绝缘体								
	污染等级		污 染 等 级								
	1	2	1	2				3			
	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>1</sub>	绝缘材料组别				绝缘材料组别			
			I	II	III a	III b	I	II	III a	III b	
≤2	0.025	0.04	0.056	0.35	0.35	0.35		0.87	0.87	0.87	
5	0.025	0.04	0.065	0.37	0.37	0.37		0.92	0.92	0.92	
10	0.025	0.04	0.08	0.40	0.40	0.40		1.0	1.0	1.0	
25	0.025	0.04	0.125	0.50	0.50	0.50		1.25	1.25	1.25	
32	0.025	0.04	0.14	0.53	0.53	0.53		1.3	1.3	1.3	
10	0.025	0.04	0.16	0.56	0.80	1.1		1.4	1.6	1.8	
50	0.025	0.04	0.18	0.60	0.85	1.20		1.5	1.7	1.9	
63	0.04	0.063	0.20	0.63	0.90	1.25		1.6	1.8	2.0	
80	0.063	0.10	0.22	0.67	0.95	1.3		1.7	1.9	2.1	

表 10 (续)

单位为毫米

第 1 栏	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
工作电压 (方均根值) V	印制线路板		其他绝缘体								
	污染等级		污 染 等 级								
	1	2	1	2				3			
	I	II	I	绝缘材料组别				绝缘材料组别			
I				II	III a	III b	I	II	III a	III b	
100	0,10	0,16	0,25	0,71	1,0	1,1		1,8	2,0	2,2	
125	0,16	0,25	0,28	0,75	1,05	1,5		1,9	2,1	2,4	
160	0,25	0,40	0,32	0,80	1,1	1,6		2,0	2,2	2,5	
200	0,40	0,63	0,42	1,0	1,4	2,0		2,5	2,8	3,2	
250	0,56	1,0	0,56	1,25	1,8	2,5		3,2	3,6	4,0	
320	0,75	1,6	0,75	1,6	2,2	3,2		4,0	4,5	5,0	
400	1,0	2,0	1,0	2,0	2,8	4,0		5,0	5,6	6,3	
500	1,3	2,5	1,3	2,5	3,6	5,0		6,3	7,1	8,0	
630	1,8	3,2	1,8	3,2	4,5	6,3		8,0	9,0	10,0	
800	2,4	4,0	2,4	4,0	5,6	8,0		10,0	11	12,5	"
1 000	3,2	5,0	3,2	5,0	7,1	10,0		12,5	14	16	
1 250	4,2	6,3	4,2	6,3	9	12,5		16	18	20	
1 600	"	"	5,6	8,0	11	16		20	22	25	"
2 000	"	"	7,5	10,0	11	20		25	28	32	
2 500	"	"	10,0	12,5	18	25		32	36	40	
3 200	"	"	12,5	16	22	32		40	45	50	"
4 000	"	"	16	20	28	40		50	56	63	
5 000	"	"	20	25	36	50		63	71	80	
6 300	"	"	25	32	45	63		80	90	100	"
8 000	"	"	32	40	56	81		100	110	125	
10 000	"	"	40	50	71	100		125	140	160	
12 500	"	"	50	63	90	125		"	"	"	"
16 000	"	"	63	80	110	150		"	"	"	
20 000	"	"	80	100	140	200		"	"	"	
25 000	"	"	100	125	180	250		"	"	"	"
32 000	"	"	125	160	220	320		"	"	"	
注：允许使用插值法。											
" 这两栏也适用于印制线路板上的部件和零件，而且也适用于其他采用类似容差控制的爬电距离。						" 对于这个范围，爬电距离的值未确定。					
" 所有材料组别。						" 组别 III <sub>1</sub> 的绝缘材料一般不推荐用于 630 V 以上污染等级 3。					
" 除 III <sub>1</sub> 外的所有材料组别。						" 适当时，1250 V 以上工作电压使用第(4~11)栏的值。					

#### 4.3.6.6 涂层

涂层可以用来提供绝缘、保护表面防止污染并允许减小爬电距离和电气间隙(见 4.3.6.8.4.2 和 4.3.6.8.6)。

#### 4.3.6.7 印制线路板的功能性绝缘间距

当满足所有下列要求时,允许印制线路板上的功能性绝缘间距不需要满足 4.3.6.1 和 4.3.6.5 的要求:

— 印制线路板具有 V-0 的可燃性额定值(见 IEC 60695-11-10);

— 印制线路板基材的最小 CTI 值为 100;

— 设备符合印制线路板短路试验的要求(见 5.2.2.2)。

在印制线路板上,如果印制导线涂敷有合适的涂层,则允许按污染等级 1 对功能性绝缘在工作电压低于 80 V(方均根值)或 110 V(重复峰值)时的爬电距离和电气间隙进行估算。

#### 4.3.6.8 固体绝缘

##### 4.3.6.8.1 一般要求

为固体绝缘选择的材料应当能够耐受可能出现的应力。这些应力包括需要在正常使用中预计到的机械、电气、热和气候的应力。绝缘材料还应当在 PDS 的预期寿命期间抗老化。

为保证绝缘性能不因设计或制造过程所损害,应当对采用固体绝缘的元件和组件进行试验。

如果元件符合某个所规定的要求与本部分的要求等同的相关产品标准,则无需进行单独估算。而对于包含这类元件的组件,则应当按照本部分的要求进行试验。

##### 4.3.6.8.2 对电气耐受能力的要求

###### 4.3.6.8.2.1 基本绝缘或附加绝缘

— 适当时,采用对应 5.2.3.1 表 19 中的第 2 或第 4 栏或者表 20 中的第 2 或第 4 栏规定的冲击脉冲耐受电压进行试验;

— 适当时,采用对应 5.2.3.2 表 21、表 22 或者表 23 中的第 2 栏规定的交流或直流电压进行试验。

###### 4.3.6.8.2.2 双重绝缘或加强绝缘

— 适当时,按照 5.2.3.1 表 19 中的第 3 或 5 栏或者表 20 中的第 3 或第 5 栏的规定进行冲击脉冲耐受电压试验;

— 适当时,按照 5.2.3.2 表 21、表 22 或者表 23 中的第 3 栏的规定进行交流或直流电压试验;

— 如果绝缘两端之间的重复峰值工作电压大于 750 V 且绝缘上的电压应力大于 1 kV/mm,则按照 5.2.3.3 的规定进行局部放电试验。

注:电压应力为重复峰值电压除以不同电位的两个部分之间的距离。

作为一项型式试验,应当在所有元件、组件和印制线路板上进行局部放电试验。此外,如果绝缘是由单层材料组成,则应当进行一次抽样试验。

双重绝缘应当设计成能使基本绝缘或附加绝缘的失效不会导致剩余绝缘部分的绝缘能力降低。

###### 4.3.6.8.2.3 功能性绝缘

功能性绝缘应当符合 4.3.6.3 的要求。除 4.2 所要求的电路分析表明绝缘失效可能会导致危险的

场合之外,无需进行试验。在这些情况下,绝缘应当符合对基本绝缘的要求和试验。

#### 4.3.6.8.3 薄片和带状材料

##### 4.3.6.8.3.1 一般要求

1.3.6.8.3 适用于薄片或带状材料在诸如缠绕部件和母线这类组件中的应用。

假如能够防止其损坏而且在正常使用条件下不会承受机械应力,则允许使用由薄片(小于 0.75 mm)或带状材料组成的绝缘。

在使用多层绝缘的场合,对于所有绝缘层是否为相同材料没有要求。

注 1: 以超过 50% 的重叠率缠绕的一层绝缘带,被认为是构成双层绝缘。

注 2: 基本绝缘、附加绝缘和双重绝缘可以作为薄片材料的预装配系统使用。

##### 4.3.6.8.3.2 厚度不小于 0.2 mm 的材料

——基本绝缘或附加绝缘应当由至少一层材料组成,这层材料能满足 1.3.6.8.1 和 4.3.6.8.2.1 的要求;

双重绝缘应当由至少两层材料组成,每一层材料都能满足 1.3.6.8.1 和 1.3.6.8.2.1 的要求以及 4.3.6.8.2.2 的局部放电要求,并且两层材料在一起能满足 4.3.6.8.2.2 的冲击脉冲电压和交流或直流电压要求;

——加强绝缘应当由单层材料组成,这种单层材料能满足 1.3.6.8.1 和 4.3.6.8.2.2 的要求。

注: 本条的要求表明双重绝缘厚度至少为 0.4 mm,而加强绝缘厚度则允许为 0.2 mm。

##### 4.3.6.8.3.3 厚度小于 0.2 mm 的材料

——基本绝缘或附加绝缘应当由至少一层材料组成,这层材料能满足 1.3.6.8.1 和 4.3.6.8.2.1 的要求;

——双重绝缘应当由至少三层材料组成。每一层材料都能满足 1.3.6.8.1 和 4.3.6.8.2.1 的要求,并且任何两层材料在一起应当满足 1.3.6.8.2.2 的要求;

加强绝缘不允许由单层材料组成。

##### 4.3.6.8.3.4 符合性

通过进行 5.2.3.1~5.2.3.3 中所述的试验,检查是否符合标准。

如果元件或组件使用了薄片绝缘材料,则允许对元件而不是对材料进行试验。

#### 4.3.6.8.4 印制线路板(PWB)

##### 4.3.6.8.4.1 一般要求

双面单层印制线路板、多层印制线路板和金属芯印制线路板中导体层之间的绝缘,应当满足 1.3.6.8.1 的要求。基本绝缘、附加绝缘、双重绝缘和加强绝缘应当满足 4.3.6.8.2.1 或 4.3.6.8.2.2 的适当要求;印制线路板中的功能性绝缘则应当满足 4.3.6.8.2.3 的要求。

对于多层印制线路板的内层,同一层上相邻印制导线之间的绝缘应当被看作是下列情形之一:

——污染等级 1 时的爬电距离和电气间隙(见附录 C 的实例 C.11);

——固体绝缘。在这种情况下,印制线路板应当满足在 4.3.6.8.1 和 4.3.6.8.2 中的要求。

##### 4.3.6.8.4.2 涂层材料的使用

用来提供功能性绝缘、基本绝缘、附加绝缘和加强绝缘的涂层材料应当满足下面规定的要求:

1型保护(如GB/T 16935.3—2005中所定义的)用来改进受处于保护状态的部分的微观环境。表9和表10针对污染等级1规定的电气间隙和爬电距离适用于处于保护状态的情况。在两个导电部分之间,要求一个或两个导电部分连同它们之间的所有间隔一起都应采取保护措施加以保护。

2型保护被认为是与固体绝缘类似。处于保护状态时,4.3.6.8中对固体绝缘规定的要求适用,而间隔应当不低于GB/T 16935.3—2005的表1中规定的那些值。表9和表10针对污染等级1规定的电气间隙和爬电距离不适用。在两个导电部分之间,要求两个导电部分连同它们之间的所有间隔一起都应采取保护措施加以保护,这样在保护材料、导电部分与印制线路板之间就不存在电气间隙。

用来提供1型和2型保护的涂层材料应当设计成能够耐受可以预料在PDS/CDM/BDM的预期寿命期间出现的应力。应当按照GB/T 16935.3—2005第5章的规定在有代表性的印制线路板上进行一次型式试验。对于冷态试验(5.7.1),所使用的温度应当为 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;而对于温度快速变化试验(5.7.3),所使用的温度应当为 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

#### 4.3.6.8.5 缠绕部件

导线的清漆或瓷漆绝缘不能用作基本绝缘、附加绝缘、双重绝缘或加强绝缘。

缠绕部件应当满足4.3.6.8.1和4.3.6.8.2的要求。

部件本身应当符合在4.3.6.8.1和4.3.6.8.2中给出的要求。如果部件具有加强绝缘或双重绝缘,则应当进行5.2.3.2的电压试验作为一项出厂试验。

#### 4.3.6.8.6 封装材料

封装材料可以用来提供绝缘,或者用作保护涂层防止污染。如果用作固体绝缘,则应当符合4.3.6.8.1和4.3.6.8.2的要求。如果用来防止污染,则4.3.6.8.4.2中对1型保护的要求适用。

#### 4.3.6.9 频率为30 kHz以上时的绝缘要求

在绝缘两端之间的电压具有大于30 kHz的基波频率的场合,需要进一步考虑。对于低压电路,IEC 60664-1中提供了指导。

附录E包含有助于确定这些情况下的电气间隙和爬电距离的流程图。同时,在附录E中还提供了IEC 60664-1:2005的表1和表2可供参考。

#### 4.3.7 外壳

##### 4.3.7.1 一般要求

金属外壳应当符合5.2.2.5.2的挠曲试验要求,或者具有如4.3.7.2或4.3.7.3中规定的厚度。

聚合物外壳或者完善并保持电气外壳完整性所依赖的聚合物部分,应当符合4.4.3的可燃性要求和5.2.2.5.3中撞击试验的要求。

对于一体式PDS,其CDM/BDM外壳应当符合上述要求;其电动机外壳应当满足IEC 60034相关部分的要求。

外壳应当适合应用于其预定环境中。制造商应当规定预定环境(见6.3.3)和外壳的额定IP等级(试验见5.2.2.4)。

对于一体式PDS,应当按照其预定环境对电动机与CDM/BDM的组合进行试验。对于电动机部分的外部风扇和排水孔,IEC 60034-5的要求适用。

##### 4.3.7.2 铸造金属

除了导管用螺纹孔要求最小为6.4 mm外,模铸金属应当:

- 在面积大于 155 cm<sup>2</sup> 时或者有大于 150 mm 的任何尺寸时,厚度不小于 2.0 mm;
- 在面积等于或小于 155 cm<sup>2</sup> 而且没有大于 150 mm 的尺寸时,厚度不小于 1.2 mm。

处于估算中的面积,可以通过加强肋连接细分出一个较大的面积。

除了导管用螺纹孔要求最小为 6.4 mm 外,可锻铸铁或硬模铸铝、黄铜、青铜或锌合金铸件应当:

- 在面积大于 155 cm<sup>2</sup> 时或者有大于 150 mm 的任何尺寸时,厚度至少为 2.4 mm;
- 在面积等于或小于 155 cm<sup>2</sup> 时而且没有大于 150 mm 的尺寸时,厚度至少为 1.5 mm。

除了导管用螺纹孔要求最小为 6.4 mm 外,砂铸金属外壳的最小厚度应为 3.0 mm。

#### 4.3.7.3 金属板材

布线系统所需连接处的金属板外壳的厚度,在无涂层钢板时应当不小于 0.8 mm,在镀锌钢板时应当不小于 0.9 mm,在有色金属板时应当不小于 1.2 mm。

除了布线系统所需连接处外,外壳厚度应当不小于表 11 或表 12 中规定的厚度。

对于表 11 和表 12 而言,支撑框架是一种由金属板材制成的角形或槽形或者折叠式型材结构,与外壳表面刚性连接,具有与外壳表面相同的外部尺寸,而且具有扭转刚性,能够耐受外壳表面受力变形时所施加的弯曲力矩。

一种与采用角形或槽形框架制成的一样刚性的结构具有等效加强作用。没有支撑框架的结构包括:

- 具有单一成形凸缘的单板——成形的边棱;
- 波纹状或肋状结构的单板;
- (例如用弹簧夹)松散固定到框架上的外壳表面;
- 具有非支撑边棱的外壳表面。

表 11 外壳用金属板材的厚度——碳钢板或不锈钢板

无支撑框架时		有支撑框架时 <sup>a</sup>		最小厚度 mm
最大宽度 mm <sup>b</sup>	最大长度 mm <sup>c</sup>	最大宽度 mm <sup>b</sup>	最大长度 mm <sup>c</sup>	
100 120	不限 150	160 170	不限 210	0.6 <sup>d</sup>
150 180	不限 220	240 250	不限 320	0.75 <sup>d</sup>
200 230	不限 290	310 330	不限 410	0.9
320 350	不限 460	500 530	不限 640	1.2
460 510	不限 640	690 740	不限 910	1.4
560 640	不限 790	840 890	不限 1 090	1.5
640 740	不限 910	990 1 040	不限 1 300	1.8

表 11 (续)

无支撑框架时 <sup>a</sup>		有支撑框架时 <sup>a</sup>		最小厚度 mm
最大宽度 mm <sup>b</sup>	最大长度 mm <sup>c</sup>	最大宽度 mm <sup>b</sup>	最大长度 mm <sup>c</sup>	
840 970	不限 1 200	1 300 1 370	不限 1 680	2.0
1 070 1 200	不限 1 500	1 630 1 730	不限 2 130	2.5
1 320 1 520	不限 1 880	2 030 2 130	不限 2 620	2.8
1 600 1 850	不限 2 290	2 460 2 620	不限 3 230	3.0

<sup>a</sup> 见 4.3.7.3。

<sup>b</sup> 宽度是指作为外壳组成部分的矩形金属板材件的较小尺寸。外壳的相邻表面可以具有共用支撑并用单板制成。

<sup>c</sup> 只有在表面边棱有至少 12.7 mm 的凸缘或者固定到在使用中通常不拆卸的相邻表面时，“不限”才适用。

<sup>d</sup> 室外用外壳的钢板厚度应当不小于 0.86 mm。

表 12 外壳用金属板材的厚度——铝板、铜板或黄铜板材

无支撑框架时 <sup>a</sup>		有支撑框架时 <sup>a</sup>		最小厚度 mm
最大宽度 mm <sup>b</sup>	最大长度 mm <sup>c</sup>	最大宽度 mm <sup>b</sup>	最大长度 mm <sup>c</sup>	
75 90	不限 100	180 220	不限 240	0.6 <sup>d</sup>
100 125	不限 150	250 270	不限 340	0.75
150 165	不限 200	360 380	不限 460	0.9
200 240	不限 300	480 530	不限 640	1.2
300 350	不限 400	710 760	不限 950	1.5
450 510	不限 640	1 100 1 150	不限 1 400	2.0
640 740	不限 1 000	1 500 1 600	不限 2 000	2.4

表 12 (续)

无支撑框架时 <sup>a</sup>		有支撑框架时 <sup>a</sup>		最小厚度 mm
最大宽度 mm <sup>b</sup>	最大长度 mm <sup>c</sup>	最大宽度 mm <sup>b</sup>	最大长度 mm <sup>c</sup>	
940 1 160	不限 1 350	2 200 2 400	不限 2 900	3.0
1 300 1 500	不限 1 900	3 100 3 300	不限 4 100	3.9
<sup>a</sup> 见 4.3.7.3。 <sup>b</sup> 宽度是指作为外壳组成部分的矩形金属板材件的较小尺寸。外壳的相邻表面可以具有共用支撑并用单板制成。 <sup>c</sup> 只有在表面边棱有至少 12.7 mm 的凸缘或者固定到在使用中通常不拆卸的相邻表面时，“不限”才适用。 <sup>d</sup> 室外用外壳的铝板、铜板或黄铜板材的厚度应当不小于 0.74 mm。				

#### 4.3.8 布线 and 连接

##### 4.3.8.1 一般要求

在电气安装过程中,应当保护设备部分之间以及各个部分内部的布线和连接免受机械损伤。设备所有导线的绝缘、导体和布线都应当适用于使用的电气、机械、热和环境条件。能够相互接触的导体应当具备为相关电路的 DVC 要求而确定的绝缘。

适用时,应当通过对整体结构和数据表的目视检查(见 5.2.1)来检查是否符合 4.3.8.2~4.3.8.8 的要求。

注:由脉宽调制(PWM)源供电的电动机电缆中的电反射作用可能会使电缆上出现高电压,在进行 PDS 部件选择时应当考虑到这种情况。

##### 4.3.8.2 导线敷设

在设备外壳内的金属壁板中穿过绝缘导线的孔,应当配备有平滑的流线型绝缘套管或绝缘垫圈,或者具有平滑的流线型表面支撑导线以减少绝缘磨损的危险。

导线敷设应当远离尖锐边棱、螺纹、毛刺、飞边、移动部件、抽屉以及磨损导线绝缘的类似部件。不能违反导线制造商规定的最小弯曲半径。

用于固定内部导线敷设的金属或非金属线夹和导板,应具备平滑的流线型边缘。这样的夹紧作用和支撑表面应当不会出现绝缘的磨损或冷变形现象。如果为热塑性绝缘小于 0.8 mm 的导线使用金属线夹,则应采用不导电的机械防护措施。

##### 4.3.8.3 颜色编码

除了构成带状电缆或多芯信号电缆所必需的绝缘导线之外,用带或不带一条黄线条的绿色标识出的绝缘导线只能用于保护联结。

注:保护联结用绿色或绿-黄色的选择已由国家标准规定。

##### 4.3.8.4 接头和联结

所有的接头和联结在机械上都应当是可靠的,而且都应当具备电连续性。

电气连接应当采用锡焊、熔焊、压接或其他可靠的连接方式。另外,除了印制线路板上的元件之外,锡焊点应具有机械可靠性。

在将内部多股绞合导线连接到接线螺钉上时,结构应当保证松散的导线股不接触到:

- 电位未必总是与导线相同的其他未绝缘带电部分;或
- 断电的金属部件。

在采用螺钉端子连接时,可能需要日常维护(拧紧)。在维护说明书中应当相应地涉及到这一点(见 6.5.1)。

#### 4.3.8.5 可触及的连接

除了 4.3.4.1~4.3.4.3 中给出的措施之外,还应当保证连接器的插接错误或极性颠倒不能在某个可触及连接上产生高于 DVC A 最大值的电压。例如,这一要求适用于插入式组件或者其他不用工具(钥匙)就可以插入的,或者不用工具就可触及的插入式设备,这一要求不适用于预定安装在封闭电气操作区域的设备。

通常,应当通过检查和试插入对连接器、插头和插座的不可互换性和防极性颠倒保护进行确认。

#### 4.3.8.6 PDS 各部分之间的互连

除了符合 4.3.8.1~4.3.8.5 中给出的要求之外,为 PDS 各部分之间的互连所提供的措施应当符合下列要求或者 4.3.8.7 的要求。

为设备各部分之间或系统各单元之间的互连所提供的成型电缆和软线应当适用于所涉及的服务或使用。在电缆从外壳中引出时应当保护电缆免受外力损坏,而且应当配备机械应力消除装置。

插头连接器与插座连接器的错位、多针插头连接器插入到非指定插座连接器中,以及操作者可触及部分的其他操作都不应当导致机械损坏或者热危险、电击或人员伤害的危险。

如果外部互连电缆端接在一个插头中与外壳外表面上的一个插座配套使用,在断电时,在插头或插座的可触及触点上应当不存在电击危险。

注:电缆的一端一旦断开,电缆中的连锁电路就使可触及触点断电;这样的连锁电路满足这些要求的含义。

#### 4.3.8.7 电源的连接

与电源永久连接的 PDS 应当具有与安装场所的要求相适应的可用布线系统连接措施,所提供的联结点应当具有适当的结构。如果在安装时小心注意的话,就可以消除松散绞合线使导体之间的间隙减小的可能性。

#### 4.3.8.8 端子

##### 4.3.8.8.1 结构要求

保持接触和承载电流的端子的所有部分都应当由具有适当机械强度的金属制成。

端子连接的方式应当使导线能够借助于螺丝、弹簧或其他等效物连接,以保证维持所必需的接触压力。

端子的结构应当使导线能够在适当的表面之间夹紧,而不会给导线或端子带来任何明显损伤。

端子应当不允许导线错位,或者以不利于设备运行的方式自己移位,而且绝缘不应当降低至额定值以下。

适当时,使用符合 IEC 60947-7-1 或 IEC 60947-7-2 要求的端子,可以满足本要求。

##### 4.3.8.8.2 连接能力

所提供的端子应当能够连接安装和维护手册中规定的导线(见 6.3.6.4)以及符合装备适用布线规

则的电缆。端子应当满足 5.2.3.8 的温升试验要求。端子也应当适合连接比同一类型至少小两个线规的导线,如在表 F.1 适当栏目中给出的。

圆铜导线截面的标准值在附录 F 中给出,该附录还给出了 ISO 公制和 AWG/MSM 线规之间的近似关系。

#### 4.3.8.8.3 连接

在安装过程中,用来连接到外部导线上的端子应易于接近。

夹紧螺钉和螺母不应当用来固定任何其他元件,不过可以将端子固定就位或者防止端子转动。

#### 4.3.8.8.4 10 mm<sup>2</sup> 和更大截面导线的导线弯曲间距

对于低压 PDS 而言,一个用来连接到主电源上的端子或者 PDS 主要部分(例如电动机、变压器、BDM/CDM),与使导线偏离端子的障碍物之间的距离应当至少为表 13 中规定的值。

表 13 端子至外壳的导线弯曲间距

导线的规格 mm <sup>2</sup>	端子至外壳的最小弯曲间距 mm		
	每个端子的导线数量		
	1	2	3
10-16	40		
25	50		
35	65		
50	125	125	180
70	150	150	190
95	180	180	205
120	205	205	230
150	255	255	280
185	305	305	330
240	305	305	380
300	355	405	455
350	355	405	510
400	455	485	560
450	455	485	610

对于高压 PDS 而言,PDS 各部分之间以及 PDS 与主电源之间的互连用导体的最小导线弯曲间距应当是:

- 非屏蔽导线总直径的 8 倍,或者;
- 屏蔽导线或铅皮导线总直径的 12 倍。

#### 4.3.9 输出短路要求

在能够提供电源的任何输出端的短路条件下,PDS 不得造成热、电击或能量危险。在某些情况下,可以通过外部措施提供短路保护,这些外部措施的特性应当由制造商规定。

对于与上游保护器件的配合,制造商应当规定一个对应于 BDM/CDM 每个功率输出的最大预期短路电流额定值。如果必须使用具有特殊特性的保护器件,则应当对这些保护器件加以规定。

注:最大预期短路电流额定值是指给 PDS 供电电源的能力。

应当按照 5.2.3.6 的要求对所有功率输出执行短路估算。

#### 4.3.10 剩余电流保护装置(RCD)或监控装置(RCM)的兼容性

在某些家用和工业用装备中,除了由所安装设备提供的保护之外,RCD 和 RCM 还用来提供绝缘故障防护。

一个绝缘故障或者与某些类型 PDS 电路的直接接触,可能引起具有一个直流分量的电流在保护接地导体中流动,并因此而使型式 A 或 AC 的 RCD 或 RCM(见 IEC 60755 和 IEC 62020)为装备中的其他设备提供这种防护的能力降低。

附录 G 给出了指南,有助于进行 RCD 或 RCM 类型的选择。

PDS 应当满足下列条件之一:

- a) 额定输入电流小于或等于 16 A、不采用 IEC 60309 规定的工业用连接器来插接单相 PDS,应当设计成能够在正常和故障条件下不使型式 A 的 RCD 或 RCM 为装备中的其他设备提供防护的能力降低;
- b) 对于不同于 a)且采用 IEC 60309 规定的工业用连接器来插接 PDS 以及具有固定连接的 PDS 而言,如果在保护接地导体中可能存在一个直流电流,应当在用户手册中有 ISO 7000-0434 (2004-01)规定的警告提示和符号,而且应当在 PDS 上设置警告符号(见 6.3.6.7 和附录 H)。信息和标记要求见 6.3.6.7。

注:对于电气装备的设计和结构而言,应当注意使用型式 B 的 RCD 或 RCM。从型式 B 的 RCD 或 RCM 向上直到电源变压器的所有 RCD 或 RCM 都应当是型式 B 的。

#### 4.3.11 电容器放电

PDS 内的电容器应当在 PDS 断电之后 5 s 时间内放电到电压低于 60 V,或者放电到剩余电荷小于 50  $\mu\text{C}$ 。如果由于功能或其他原因不能达到这个要求,则 6.5.2 的信息和标记要求适用。试验见 5.2.3.7。

注:这个要求也适用于用于功率因数校正、滤波等的电容器。

如果不使用工具就可以断开的插头或类似器件,拔出这种器件会导致导体(例如插头脚)外露,因而放电时间应当不超过 1 s。否则这样的导体应当采用至少 IPXXB 的直接接触防护。如果既不能达到 1 s 的放电时间也不能达到至少 IPXXB 的防护,则应当使用附加断开装置或者一种适当的警告装置。

#### 4.3.12 高压 PDS 的接近条件

按照 IEC 60204-11 关于人身安全的规定,高压部分(变压器、变流器、电动机等)应当采用一种适当的外壳加以防护。

##### a) 工作条件

当高压主断路器接通时,或者如果带电部分没有接地[见 b)],则具有互锁机构的门应当防止以任何形式接近高压变流器部分外壳的内部。

##### b) 接近设备进行维护—接地规程

接地操作在变流器制造商声明的正常放电时间之后进行。应该注意保证:即使在放电电路发生故障的情况下,这种操作也是安全的。同时还应当注意:在输入和输出侧,电缆、电动机和/或变压器的杂散电容应当在可能接近带电部分之前放电。4.3.11 的要求适用。

为便于在 PDS 的高压设备的带电部分上安全地开展工作,应当提供足够数量的接地器件(接地开关和/或接地电缆)。这些接地器件应当符合 IEC 62271-102 或 IEC 61230 的相关要求。在维护人员接近设备之前,维护人员应当能够看到接地触点,或者能够看到开关触点闭合的指示信号。

注:在特殊情况下(例如负载换相逆变器),可能需要两个接地器件(电网侧一个、负载侧一个)。

对于没有通过接地开关直接接地的部分,部件制造商应当提供安全规程以便进行接地(见 6.3.6.6)。

#### 4.4 热危险防护

##### 4.4.1 着火危险的最小化

应当通过部件的适当选择和使用以及采用合适的结构使由高温引起的着火危险最小化。

在使用电气部件时,应当使电气元件在正常负载条件下的最大工作温度小于导致电气部件可能接触的周围材料着火所必需的温度。对于周围材料,不应当超过表 15 的温度极限。

在防止部件故障条件下过热不切实际的场合,所有与这些部件接触的材料都应当是 IEC 60695-11-10 规定的可燃性等级为 V-1 或更好的材料。

应当通过对部件和材料数据表的检查,并在必要时通过试验来确认与 4.4.2~4.4.5 的符合性。

##### 4.4.2 绝缘材料

###### 4.4.2.1 一般要求

用来直接支撑未绝缘带电部分的材料应当符合下列要求。

注:如果是下列情况,则一般认为材料直接支撑未绝缘带电部分:

- a) 材料与未绝缘带电部分是直接的物理接触;
- b) 材料的作用是物理支撑未绝缘带电部分或者保持未绝缘带电部分的相对位置。

绝缘材料应当适用于其所达到的、通过 5.2.3.9 温升试验确定的最大温度。应当考虑到绝缘材料是否另外还具有机械强度以及该部分是否可能在使用过程中易受冲击。

###### 4.4.2.2 材料要求

绝缘材料应当具有 100 或更大的 CTI。

如果按照表 14 的规定使用通用材料,则无需进行进一步评价。

表 14 用于直接支撑未绝缘带电部分的通用材料

通用材料	最小厚度 mm	最高温度 ℃
任何冷模制合成物	无限制	无限制
陶瓷、瓷	无限制	无限制
邻苯二甲酸二烯丙酯	0.7	105
环氧树脂	0.7	105
三聚氰胺	0.7	130
三聚氰胺酚醛	0.7	130
酚醛	0.7	150
无填料耐纶	0.7	105
无填料聚碳酸酯	0.7	105
尿素甲醛	0.7	100

在其他情况下,绝缘材料应当符合 5.2.5.2 中所述的试验温度为 850 ℃ 时的灼热丝试验的要求。

也可以选择采用 5.2.5.3 的热丝着火试验。

在绝缘材料用于一个有开关触点的器件中以及绝缘材料在触点的 12.7 mm 以内的场合,绝缘材料应当符合 5.2.5.1 的大电流电弧着火试验的要求。

制造商可能备有绝缘材料供应商提供的数据,用以说明符合上述要求。在这种情况下,无需进行进一步试验。

#### 4.4.3 外壳材料的可燃性

用来作 PDS 外壳的材料应当满足 5.2.5.4 的试验要求。

经耐热强化处理、布线或层压的金属、陶瓷材料和玻璃被认为是符合本部分,无需试验。

如果在所使用的最小厚度内材料的可燃性等级为 IEC 60695-11-20 规定的 5 VA,则材料被认为是符合本部分,无需试验。

装填外壳开孔以及规定为以这种方式安装的部件,如果部件满足相关的 IEC 部件标准的可燃性方面的要求,则不需要对符合 5.2.5.4 的可燃性要求进行评估。

注:这些部件的实例为熔断器支持件、开关、指示灯、连接件和电器插座。

通过目视检验并在必要时通过试验来检查是否符合标准。

制造商可能备有绝缘材料供应商提供的数据,用以说明符合上述要求。在这种情况下,无需进行进一步试验。

#### 4.4.4 温度极限

##### 4.4.4.1 内部组成部分

当按照设备的额定值进行试验时,设备及其组成部分所达到的温度应当不超过表 15 中给出的温度。

表 15 内部材料和部件的最高测量温度

材料和部件	温度计测温法 ℃	电阻测温法 ℃
1 橡胶绝缘导线或热塑绝缘导线 <sup>a</sup>	75	
2 用户端子 <sup>b</sup>	c	
3 母线和连接片或接线柱	d	
4 绝缘系统		
A 级(105)	105	125
E 级(120)	120	135
B 级(130)	125	145
F 级(155)	135	155
H 级(180)	155	175
N 级(220)	195	215
5 酚醛合成物 <sup>a</sup>	165	
6 在外露电阻材料上	415	
7 电容器	e	
8 电力开关半导体	f	

表 15 (续)

材料和部件	温度计测温法 ℃	电阻测温法 ℃
9 印制线路板	a	
10 液体冷却介质	b	
<p>a 对酚醛合成物、橡胶绝缘和热塑绝缘的限制不适用于经过试验研究断定符合更高温度要求的化合物。</p> <p>b 接线端子或接线片上的温度,需在实际使用中在最可能由所安装导线的绝缘所接触的危险部位进行测量。</p> <p>c 最大的端子温度应当不超过制造商规定的导线或电缆绝缘温度额定值以上 15℃。</p> <p>d 最大允许温度用连接导线或其他部件的支撑材料或绝缘的温度极限确定。建议最高温度为 140℃。</p> <p>e 对于电容器而言,应当不超过制造商规定的最高温度。</p> <p>f 管壳的最大温度应当是半导体制造商规定的外加功率耗散的最高管壳温度。</p> <p>g 应当不超过印制线路板的最大工作温度。</p> <p>h 应当不超过冷却介质制造商规定的或者由冷却介质的已知特性确定的冷却介质最高温度。</p>		

表 15 中所规定的温度测量用电阻测温法包括使用下式的绕组温升计算:

$$\Delta t = \frac{r_2}{r_1} (k + t_1) - (k + t_2)$$

式中:

$\Delta t$  —— 温升;

$r_2$  —— 试验结束时的电阻,单位为欧姆( $\Omega$ );

$r_1$  —— 试验开始时的电阻,单位为欧姆( $\Omega$ );

$t_1$  —— 试验开始时的环境温度,单位为摄氏度( $^{\circ}\text{C}$ );

$t_2$  —— 试验结束时的环境温度,单位为摄氏度( $^{\circ}\text{C}$ );

$k$  —— 铜为 234.5,电导体级(EC)铝为 225.0;对于其他导体,应当确定其常数值。

#### 4.4.4.2 CDM 的外部组成部分

可触及的 CDM 外部组成部分的最大温度应当与表 16 相符合。允许这些部分的温度可以超过这些值,但在这种情况下应当标出如 6.4.3.4 中给出的警告信息。但在任何情况下,可触及部分的温度都不应当超过 150℃。

表 16 CDM 外部组成部分的最高测量温度

部 分	材 料	
	金属材料 ℃	热塑材料或玻璃 ℃
用户操作器件(按钮、手柄、开关、显示器等)	55	65
用户临时接触时所能接近的外壳部分	70	80
因安装而与建筑材料相接触的外壳部分	90	90

#### 4.4.5 对液体冷却 PDS 的特殊要求

注:用来将热量从热部件传递到散热器的密封热管冷却系统,在本部分中不被认为是液体冷却系统。然而,在进行 4.2 的电路分析过程中应当考虑这类部件可能的故障。

#### 4.4.5.1 冷却剂

所规定的冷却剂(见 6.2)应当适用于预期环境温度。冷却剂的工作温度应当不超过表 15 中规定的极限值。

#### 4.4.5.2 设计要求

##### 4.4.5.2.1 耐腐蚀性

冷却系统的所有部件都应当适合与所规定的冷却剂一起使用。这些部件应当耐腐蚀而且不应当由于电解作用或长期暴露在冷却剂和/或空气中而发生腐蚀。

##### 4.4.5.2.2 管路、接头和密封件

冷却系统的管路、接头和密封件应当设计成能够在设备寿命期间内防止在压力偏离额定值的过程中发生泄漏。包括管路在内的整个冷却系统应当满足 5.2.7 的流体静压试验的要求。

##### 4.4.5.2.3 对冷凝的预防措施

在正常工作或维护过程中出现内部冷凝的场合,应当采取措施防止绝缘退化。在预料到会出现这种冷凝的那些区域内,应当至少针对一种污染等级 3 的环境(见表 6)对电气间隙和爬电距离进行评估,并且应当采取预防措施(例如装一个排水孔)防止积水。

##### 4.4.5.2.4 冷却剂泄漏

在预期寿命期间由于正常工作、维护或者软管或冷却系统其他部件松动,应当采取措施防止冷却剂泄漏到带电部分上。如果装有压力释放机构,则其固定方式应当保证在其被激活时没有冷却剂泄漏到带电部件上。

##### 4.4.5.2.5 冷却剂流失

冷却剂从冷却系统中流失不应当导致热危险、爆炸或电击危险。应当满足 5.2.4.5.4 的冷却剂流失试验的要求。

##### 4.4.5.2.6 冷却剂的导电性

如果冷却剂与带电部分(例如未接地散热器)接触,则应当对冷却剂的导电性连续进行监控,以避免危险电流流过冷却剂。

##### 4.4.5.2.7 对冷却剂软管的绝缘要求

如果有意使冷却剂与带电部分(例如未接地散热器)接触,则冷却剂软管就构成绝缘系统的一个组成部分。根据这些软管的位置,4.3.6 对功能性绝缘、基本绝缘或保护隔离的相关要求应当适用。

#### 4.5 能量危险的防护

##### 4.5.1 电能危险

PDS 内任何部件的故障都不应当释放足以引起危险的能量,例如将材料喷溅到有人员的区域。

适当时,应当考虑到在被传动设备超出 CDM/BDM 控制时能量从 PDS 电动机传递到 CDM/BDM 上的可能性。

注:对于这一要求,本部分中没有试验项目要求。

## 4.5.2 机械能量危险

### 4.5.2.1 一般要求

由于临界速度问题或扭振问题而引起的机械故障可能会产生对操作人员的危险。虽然这些需要考虑的问题会随着设备规格尺寸的增大(例如在高压 PDS 情况下)而越来越显著,但这些需要考虑的问题仍然适用于所有的 PDS。由于这些问题都是与应用场合相关的,因而在本部分中不可能包括特殊要求。

### 4.5.2.2 临界扭力转速

适当时,在 PDS/CDM/BDM 供应商、被传动设备供应商、安装者和用户之间应当就任何预期的临界扭力转速问题建立通信联络。

### 4.5.2.3 瞬时转矩分析

瞬时转矩分析是 PDS 的一种重要设计工具,用来检查整套机械设备中的扭振问题。例如下列工作条件就是至关重要的方面:

- 起动;
- 交流电动机端子上的单相或三相短路;
- 交流 CDM 可能发生换相失灵的影响;
- 交流 CDM 谐波分量的影响;
- 直流 CDM 中的励磁电源损失;
- 直流电动机电枢端子上的短路。

适当时,应当与被传动设备供应商建立通信联络,并提供 6.3.5.4 所要求的信息。

## 4.5.3 噪声发射

在考虑中。在当地标准规程中经常会有对噪声发射的要求。如果没有这方面的标准规程,则建议应当使用 IEC 60034-9 的极限值。

## 4.6 环境应力的防护

PDS/CDM/BDM 应当不存在由于所规定的环境应力引起的任何危险。作为最低要求,PDS/CDM/BDM 应当满足 5.2.6 的环境持久性试验的要求。更为苛刻的要求可以由制造商规定,在这种情况下,无需进行本部分中要求不太苛刻的试验项目。

## 5 试验要求

### 5.1 一般要求

#### 5.1.1 试验目的和分类

为了证明 PDS 完全符合本部分的要求,按照本章中所定义的要求进行试验。如果第 4 章的相关要求允许,相关试验可以省略。

第 5 章中描述 PDS 试验需采用的方法和程序。试验项目分类成:

- 型式试验;
- 出厂试验;
- 抽样试验。

制造商和 或试验机构应当保证:在充分考虑到公差和测量不准确度的情况下,采用规定的最大和/或最小环境(或试验)值。

**警告!** 这些试验可能会引起危险情况。必须采取适当的预防措施避免人身伤害。

### 5.1.2 试验样品的选择

在对一种类型或一个系列的类似产品进行试验时,没有必要对该类型或系列中的所有型号进行试验。应当针对一个型号或者对该特定试验项目而言足以代表整个类型或系列的机械和电气特性的型号进行每项试验。

### 5.1.3 试验顺序

通常,既没有对试验项目需要按照设定的顺序进行的要求,也不要求全都在相同的设备样机上进行这些试验项目。然而,某些试验项目的通过准则要求这些试验项目再加上另外的一个或几个试验项目。

### 5.1.4 接地条件

制造商应当规定可为 PDS 所接受的接地系统(见 4.3.6.1.4)。应当使用制造商所允许的最不利情况(最大应力)的接地系统来确定试验要求。接地系统可能包括:

- 中性点对地;
- 线对地;
- 中性点通过高阻抗对地;
- 绝缘(不接地)。

不可接受的系统应当表示为:

- 禁止;
- 需修改应当通过型式试验量化的值和/或安全等级。

### 5.1.5 符合性

是否符合本部分,应当通过执行在第 5 章中规定的适当试验进行验证。

只有通过了所有的相关试验,才能声明符合标准。

结构要求的符合性以及需由制造商提供的信息,应当通过适当的检验、外观检查和/或测量进行验证。

只要设计更改或部件更改对符合性具有潜在影响,就应当进行新的型式试验来确认符合性。最好是应当将修改的产品标识出来,例如,如 6.2 中所述那样,通过使用适当的日期代码或序列号标识出来。

### 5.1.6 试验项目综述

表 17 提供对电子元件、器件和 PDS CDM/BDM 的型式试验、出厂试验和抽样试验的项目综述。

表 17 试验项目综述

试 验	型式试验	出厂试验	抽样试验	要 求	条 款
外观检查	×	×	×		5.2.1
机械试验					5.2.2
电气间隙和爬电距离	×			4.3.6.1、4.3.6.4、4.3.6.5	5.2.2.1
印制线路板短路	×			4.3.6.7	5.2.2.2

表 17 (续)

试 验	型式试验	出厂试验	抽样试验	要 求	条 款
不可接近性	-			1.3.3.3	5.2.2.3
外壳的完整性	-			1.3.7.1	5.2.2.4
变形试验				1.3.6.4.3	5.2.2.5
挠曲	-			1.3.7.1	5.2.2.5.2
冲击	-			1.3.7.1	5.2.2.5.3
电气试验				4.3.4.1、1.3.6.8.2	5.2.3
冲击脉冲电压	-		√	1.3.3.2、1.3.1.3、1.3.6.1、 1.3.6.8.2.1、1.3.6.8.2.2、 1.3.6.8.3	5.2.3.1
交流或直流电压	-			1.3.3.2、1.3.1.3、1.3.6.1、 1.3.6.8.2.1、1.3.6.8.2.2、 1.3.6.8.4.2	5.2.3.2
局部放电	-			1.3.6.1、1.3.6.8.2.2、 1.3.6.8.3	5.2.3.3
保护阻抗	-			1.3.4.3	5.2.3.4
接触电流测量	-			1.3.5.5.2	5.2.3.5
短路试验	-			1.3.9	5.2.3.6.3
部件击穿	-			1.2	
电容器放电	√			1.3.11	5.2.3.7
温升	√			1.3.8.8.2、1.4.2.1	5.2.3.8
保护联结	-			1.3.5.3	5.2.3.9
非正常工作试验				1.2	5.2.4
断相	√			1.2	5.2.4.4
风机停止运行	√			1.2	5.2.4.5.2
过滤器阻塞	-			1.2	5.2.4.5.3
冷却剂流失	-			1.4.5.2.5	5.2.4.5.4
材料试验					5.2.5
大电流电弧着火	-			1.4.2.2	5.2.5.1
灼热丝	-			1.4.2.2	5.2.5.2
热丝着火	√			1.4.2.2	5.2.5.3
可燃性	-			1.4.3	5.2.5.4
环境试验				1.6	5.2.6
干热	√			1.6	5.3.6.3.1
湿热	-			1.6	5.2.6.3.2
振动试验	-			1.6	5.2.6.4
流体静压	-			1.4.5.2.2	5.2.7

## 5.2 试验技术要求

### 5.2.1 外观检查(型式试验、抽样试验和出厂试验)

应当进行外观检查,以达到下列目的:

作为出厂试验,检查诸如标志、警告和其他安全性方面的充分程度等特性;

— 作为单项型式试验、抽样试验或出厂试验的接收准则,验证是否已经满足了本部分的要求。

出厂试验可以是生产或装配过程的组成部分。

进行型式试验之前,应当进行一次检查交付型式试验的 PDS 在电源电压、输入和输出范围等方面是否和预期的一样。

### 5.2.2 机械试验

#### 5.2.2.1 电气间隙和爬电距离(型式试验)

应当通过测量或外观检查验证电气间隙和爬电距离是否符合表 9 和表 10 的规定。测量的实例见附录 C。在不能执行这项验证的场合,应当在所考虑的电路之间进行一次冲击脉冲电压试验(见 5.2.3.1)。

#### 5.2.2.2 印制线路板短路试验(型式试验)

在印制线路板上,应对小于表 9 和表 10 中规定的电气间隙和爬电距离(见 4.3.6.7)的间距提供的功能绝缘进行如下所述的型式试验。

应按计划将一台包含有印制线路板组件的设备样品连接到一个为模拟最终使用条件而确定规格和保护措施的电源电路上。如果 PDS/CDM/BDM 是不带外壳供货的,则可以使用一个金属丝网罩来模拟预定外壳,这个金属丝网罩的尺寸为正在测试部分的各个直线尺寸的 1.5 倍。

应在外壳外部的所有孔口、手柄、铰链、接头和类似部位以及(可能使用的)金属丝网罩上以一种对冷却影响不大的方式铺上脱脂棉。

对于减小的间距,应在具有代表性的样品上一次使其中的一个短路,而且应当保持短路直到没有另外的损坏产生为止。

作为印制线路板短路试验的结果,PDS/CDM/BDM 应当符合下列要求:

- 应当没有火焰发出或金属熔融现象;
- 脱脂棉指示物应当没有着火;
- 接地连接应当没有断开;
- 门或盖应当没有冲开;
- 在试验过程中和之后,可触及 SELV 电路和 PELV 电路所出现的电压应当不大于图 7 的时间相关电压;
- 在试验过程中和之后,带电部分在电压大于界定电压等级 A 时不应当变成可触及部分。

不要求 PDS/CDM/BDM 在经过试验之后能工作,而且可能出现其外壳会发生变形的情况。构成 PDS/CDM/BDM 所必需的或者与 PDS/CDM/BDM 一起使用所要求的过电流保护装置允许断开。

#### 5.2.2.3 不可接近性试验(型式试验)

这项试验用来证明按照 4.3.3.3 的要求利用外壳和隔板进行保护的带电部分的不可接近性。

应当作为 PDS 外壳的一项型式试验,按照 IEC 60529 中对防止接近危险部分的外壳分类的规定执行这项试验。例外情况为:

- 在只从垂直方向 $\pm 5^\circ$ 探测时,IP3X 的试验探头不应贯穿外壳的顶部表面。

#### 5.2.2.4 外壳的完整性试验(型式试验)

应当对所声明的外壳 IP 等级进行验证。应当作为 PDS 外壳的一项型式试验,按照 IEC 60529 中对外壳分类的规定执行这项试验。

#### 5.2.2.5 变形试验

##### 5.2.2.5.1 一般要求

挠曲试验和冲击试验适用于 PDS 以及预定在不带另外的外壳情况下工作且仅限于经过培训的维护人员接近的封闭式 CDM/BDM。在完成了金属外壳的挠曲试验(见 5.2.2.5.2)和聚合物外壳的冲击试验(见 5.2.2.5.3)之后,PDS/CDM/BDM 应当通过 5.2.3.1 和 5.2.3.2 的试验,而且应当对其进行检验来检查:

- 带电部分没有变成可以接近;
- 外壳没有出现可能引起危险的裂纹或开口;
- 间隙不小于其最小允许值,而且其他的绝缘完好无损;
- 隔板没有受到损坏或松动;
- 没有可能引起危险的移动部件外露。

挠曲试验和冲击试验应当在外壳的代表性可接近表面最不利的部位上执行。

在经过试验之后,不要求 PDS/CDM/BDM 可供使用,而且外壳发生变形的程度可能致使其原始 IP 等级不能得到保持。

##### 5.2.2.5.2 挠曲试验(型式试验)

将外壳牢固固定在一个刚性支座上,并使之承受通过一根具有 12.7 mm×12.7 mm 方形扁钢端面的钢棒的末端施加 5 s 的一个 250 N 恒定力。

对表面涂层的损伤、对防电击或防潮没有不利影响的小压痕和小凹口可以忽略。

##### 5.2.2.5.3 冲击试验(型式试验)

必须将包括外壳或者其中代表最大非增强面积的一部分外壳的样品支撑在其正常位置。应当允许一个直径约为 50 mm、质量为 500 g±25 g 的光滑实心钢球从 1 300 mm 垂直距离的静止位置自由下落到样品上(垂直表面不进行这项试验)。

此外,还必须将这个钢球用一根绳索悬吊起来,并使其从 1 300 mm 垂直距离自由下落像摆锤那样摆动以便施加一个水平冲击力(水平表面不进行这项试验)。

如果这项摆锤撞击试验不方便,则允许通过将样品安装在与其正常位置成 90°的位置并采用垂直冲击试验代替摆锤撞击试验进行对垂直或倾斜表面的水平撞击模拟。

#### 5.2.3 电气试验

##### 5.2.3.1 冲击脉冲电压试验(型式试验和抽样试验)

冲击脉冲电压试验使用一个具有 1.2/50 μs 波形的电压进行(见 IEC 60060-1:1989 中图 6),并用模拟大气条件下的过电压。这项试验也覆盖由于设备开关操作引起的过电压。关于冲击脉冲电压试验的条件,见表 18。

对于小于表 9 要求的间隙以及固体绝缘的试验,应当作为型式试验采用表 19 或表 20 中的适当电压进行。

在用于保护隔离的部件和器件上,应当在将其装配到 PDS 中之前,适当地使用表 19 或表 20 的第

3 栏或第 5 栏中列出的冲击脉冲耐受电压进行试验,作为一项型式试验和一项抽样试验。

为保证限制器件(见 4.3.6.2.2、4.3.6.2.3、4.3.6.3)能够降低过电压,适当时应当作为一项型式试验将对表 19 或表 20 第 2 栏或第 4 栏中的值施加到 PDS 上,而且应当对与该表中同一栏内下一个较低电压对应的降低值进行验证。

如果必须对一个已经针对 2 000 m~20 000 m 的海拔(采用 IEC 60664-1 中表 A.2)设计的间隙进行试验,则可以采用表 9 由电气间隙距离反向确定出适当的试验电压。

表 18 冲击电压试验

主 题	试 验 条 件			
试验的依据	IEC 60060-1 中第 19 章、20.1.1 和图 6;IEC 60664-1 中 1.1.1.2.1			
要求的依据	按 4.3.3.2、4.3.4.3 和 4.3.6			
预先处理	属于同一电路的带电部分应当连接在一起。保护阻抗应当断开,除非需要进行试验。必须将冲击脉冲电压施加在:1)处于试验中的电路与周围电路之间;2)需试验的电路之间。电源不施加在处于试验中的电路上。			
初始测量	按 PDS、部件或器件的技术条件			
试验设备	1.2 50 μs 的冲击脉冲发生器,其有效内阻抗不高于:2 Ω(用于间隙和限制器件的试验时); 500 Ω(用于固体绝缘和部件的试验时)			
测量和验证	a) 小于表 9 要求的间隙; 通过过电压限制装置或电路特性减小的间隙 固体基本绝缘或附加绝缘	b) 固体加强绝缘; 用于保护隔离的间隙、部件和器件		
试验电压	<p style="text-align: center;">以 ≥1 s 的时间间隔为每个极性施加 3 个 1.2/50 μs 脉冲。 峰值电压(±5%)适当地按:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center; border-right: 1px solid black;">表 19 的第 2 栏或第 4 栏、表 20 的 第 2 栏或第 4 栏</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">表 19 的第 3 栏或第 5 栏、 表 20 的第 3 栏或第 5 栏</td> </tr> </table> <p>如果是在低于 2 000 m 海拔时就一个间隙进行试验,则应当按 IEC 60664-1 中表 5(和 4.1.1.2.1.2)增大试验电压,如果在低于 2 000 m 海拔时为验证电气间隙而进行的冲击脉冲试验必须使用已经针对气压(海拔)校正的试验电压,则需重复进行试验。在表 D.2 中提供了已经针对 3 个海拔校正的试验电压。对于固体绝缘的冲击脉冲试验,不需要试验电压的海拔校正。表 D.2 的电压值仅适用于间隙的验证。 本部分中的表 D.2</p>		表 19 的第 2 栏或第 4 栏、表 20 的 第 2 栏或第 4 栏	表 19 的第 3 栏或第 5 栏、 表 20 的第 3 栏或第 5 栏
表 19 的第 2 栏或第 4 栏、表 20 的 第 2 栏或第 4 栏	表 19 的第 3 栏或第 5 栏、 表 20 的第 3 栏或第 5 栏			

如果无击穿、闪弧或火花发生,则成功通过冲击脉冲电压试验。对于采用保护隔离用固体绝缘的部件和器件而言,还应当通过一次随后进行的局部放电试验(见 5.2.3.3)。

另一方面,对于高压 PDS 而言,如果满足下列条件,则成功通过冲击脉冲试验:

- a) 为每个极性施加了 3 个连续冲击脉冲,并且:
  - 无破坏性放电发生;或者
  - 在自复原绝缘部分中发生一次放电,然后施加了 9 个附加冲击脉冲而无破坏性放电发生;或者
- b) 为每个极性施加了 15 个连续的冲击脉冲,并且:

- 自复原绝缘上每串脉冲的破坏性放电次数不超过 2 次；和
- 非自复原绝缘上无破坏性放电发生。

表 19 低压 PDS 的冲击脉冲电压试验

第 1 栏	第 2 栏	第 3 栏	第 4 栏	第 5 栏
系统电压 (见 4.3.6.2.1) V	不直接连接到电源干线的电路与其周围电路之间的绝缘符合过电压类别 II 要求的冲击脉冲耐受电压		直接连接到电源干线的电路与其周围电路之间的绝缘符合过电压类别 III 要求的冲击脉冲耐受电压	
	基本绝缘或附加绝缘 V	加强绝缘 V	基本绝缘或附加绝缘 V	加强绝缘 V
≤50	500	800	800	1 500
100	800	1 500	1 500	2 500
150	1 500	2 500	2 500	4 000
300	2 500	4 000	4 000	6 000
600	4 000	6 000	6 000	8 000
1 000	6 000	8 000	8 000	12 000
	允许采用插值法		不允许采用插值法	
	注：过电压类别 I 和 III 用的试验电压可以采用类似的方法从表 7 中得出		注：过电压类别 II 和 IV 用的试验电压可以采用类似的方法从表 7 中得出。	

表 20 高压 PDS 的冲击脉冲电压试验

第 1 栏	第 2 栏	第 3 栏	第 4 栏	第 5 栏
系统电压 (见 4.3.6.2.1) V	电路与其周围电路之间的绝缘符合过电压类别 III 要求的冲击脉冲耐受电压		电路与其周围电路之间的绝缘符合过电压类别 IV 要求的冲击脉冲耐受电压	
	基本绝缘或附加绝缘 V	加强绝缘 V	基本绝缘或附加绝缘 V	加强绝缘 V
≤1 000	8 000	12 800	12 000	19 200
3 600	20 000	32 000	40 000	64 000
7 200	40 000	64 000	60 000	96 000
12 000	60 000	96 000	75 000	120 000
17 500	75 000	120 000	95 000	152 000
24 000	95 000	152 000	125 000	200 000
36 000	125 000	200 000	145 000	232 000
允许采用插值法。 注：过电压类别 I 和 II 用的试验电压可以采用类似的方法从表 8 中得出。				

5.2.3.2 交流或直流电压试验(型式试验和出厂试验)

5.2.3.2.1 试验目的

这项试验用来验证部件和已装配好的 PDS/CDM/BDM 的间隙和固体绝缘具有足够耐受过电压条件的介电强度。

5.2.3.2.2 试验电压的值和类型

试验电压的值根据表 21、表 22 或表 23 的第 2 栏或第 3 栏确定,视处于试验中的电路是连接到低压电源干线、高压电源干线还是不连接电源干线而定。

第 2 栏的试验电压用于对采用基本绝缘的电路进行试验。

在采用保护隔离(双重绝缘或加强绝缘)的电路之间,在进行型式试验时应当施加第 3 栏的试验电压。而在采用保护隔离的电路之间,在进行出厂试验时则应当施加第 2 栏的值以防止局部放电损坏固体绝缘。

第 3 栏的值应当施加到采用符合 4.3.3 要求的直接接触防护的 PDS 上。这项试验在 PDS 的电路与可触及的非导电或导电表面之间进行,但这些可触及表面不连接到保护导体上。

应当采用一个 50 Hz 或 60 Hz 的正弦电压进行电压试验。如果电路包含有电容器,则可以采用一个其值等于规定交流电压峰值的直流电压进行试验。

进行出厂试验的目的是用来验证间隙在生产过程中没有被减小。为避免损坏并保证能够施加试验电压而不出现错误的故障指示,应当断开用来降低处于试验中的电路上的冲击脉冲电压的保护器件(见 4.3.6.2.2 和 4.3.6.2.3)以及属于监控或保护电路且在试验持续过程中不用来承受试验过电压的电路。

表 21 直接连接到低压干线上的电路用的交流或直流试验电压

第 1 栏	第 2 栏		第 3 栏 <sup>b</sup>	
	在对采用基本绝缘的电路进行型式试验时 和进行所有出厂试验时 所采用的电压		在对采用保护隔离的电路以及在电路与可触及 表面之间进行型式试验时所采用的电压(可触 及表面为非导电或导电表面但不连接到保护接 地线上,4.3.5.6 要求的 II 类防护)	
系统电压 (见 4.3.6.2.1) V	交流方均根值 <sup>a</sup> V	直流 V	交流方均根值 <sup>a</sup> V	直流 V
≤50	1 250	1 770	2 500	3 540
100	1 300	1 840	2 600	3 680
150	1 350	1 910	2 700	3 820
300	1 500	2 120	3 000	4 240
600	1 800	2 550	3 600	5 090
1 000	2 200	3 110	4 400	6 220

允许采用插值法。  
<sup>a</sup> 相当于 1 200 V+系统电压。  
<sup>b</sup> 符合 IEC 61180-1 的 5.2.2.2 要求的一个短路电流至少为 0.1 A 的电压源用于这项试验。

表 22 直接连接到高压干线上的电路用的交流或直流试验电压

第 1 栏	第 2 栏 <sup>b</sup>		第 3 栏 <sup>b</sup>	
线间系统电压 (见 4.3.6.2.1) V	在对采用基本绝缘的电路进行型式试验时 和进行所有出厂试验时 所采用的电压		在对采用保护隔离的电路以及在电路与可触及 表面之间进行型式试验时所采用的电压(可触 及表面为非导电或导电表面但不连接到保护接 地线上,4.3.5.6 要求的 II 类防护)	
	交流方均根值 <sup>a</sup> V	直流 V	交流方均根值 <sup>a</sup> V	直流 V
>1 000	3 000	4 250	4 800	6 800
3 600	10 000	14 150	16 000	22 650
7 200	20 000	28 300	32 000	45 300
12 000	28 000	39 600	44 800	63 350
17 500	38 000	53 700	60 800	85 900
24 000	50 000	70 700	80 000	113 100
36 000	70 000	99 000	112 000	158 400
注:允许采用插值法。 <sup>a</sup> 这些值引自 IEC 60071-1 中表 2。 <sup>b</sup> 符合 IEC 61180-1 中 5.2.2.2 要求的一个短路电流至少为 0.1 A 的电压源用于这项试验。				

表 23 不直接连接到干线上的电路用的交流或直流试验电压

第 1 栏	第 2 栏 <sup>a</sup>		第 3 栏 <sup>a</sup>	
工作电压 (重复峰值) (见 4.3.6.2.1) V	在对采用基本绝缘的电路进行型式试验时 和进行所有出厂试验时 所采用的电压		在对采用保护隔离的电路以及在电路与可触及 表面之间进行型式试验时所采用的电压(可触 及表面为非导电或导电表面但不连接到保护接 地线上,4.3.5.6 要求的 II 类防护)	
	交流方均根值 V	直流 V	交流方均根值 V	直流 V
≤71	80	110	160	220
141	160	225	320	450
212	240	340	480	680
330	380	530	760	1 100
440	500	700	1 000	1 400
600	680	960	1 400	1 900
1 000	1 100	1 600	2 200	3 200
1 600	1 800	2 600	2 900	4 200
2 300	2 600	3 700	4 200	5 900
3 000	3 400	4 800	5 400	7 700

表 23 (续)

第 1 栏	第 2 栏 <sup>a)</sup>		第 3 栏 <sup>b)</sup>	
	交流方均根值 V	直流 V	交流方均根值 V	直流 V
工作电压 (重复峰值) (见 4.3.6.2.1) V	在对采用基本绝缘的电路进行型式试验时 和进行所有出厂试验时 所采用的电压		在对采用保护隔离的电路以及在电路与可触及 表面之间进行型式试验时所采用的电压(可触 及表面为非导电或导电表面但不连接到保护接 地线上,4.3.5.6 要求的 II 类防护)	
4 600	5 200	7 400	8 300	11 800
7 600	8 500	12 000	14 000	19 000
16 000	18 000	26 000	29 000	42 000
23 000	26 000	37 000	42 000	59 000
30 000	31 000	48 000	54 000	77 000
38 000	43 000	61 000	69 000	98 000
50 000	57 000	80 000	91 000	130 000
60 000	70 000	99 000	109 000	154 000
注 1:允许采用插值法。				
注 2:如 IEC 60664-1 中表 A.1 所提供的,本表中的试验电压是以表 9 中对应间隙的耐受电压的 80%为基础。				
<sup>a)</sup> 符合 IEC 61180-1 中 5.2.2.2 要求的一个短路电流至少为 0.1 A 的电压源用于这项试验。				

### 5.2.3.2.3 电压试验的实施

按图 8 所示,试验应按以下所述进行:

- 试验(1)在可触及导电部分(接地)与每个电路之间按顺序进行(不包括 DVC A 电路)。试验电压按表 22 或表 23 的第 2 栏,对应于正在试验中所考虑的电路的电压。  
试验(2)在可触及表面(非导电或导电表面,但不接地)与每个电路之间按顺序进行(不包括 DVC A 电路)。试验电压按表 21、表 22 或表 23 的第 3 栏(用于型式试验)或第 2 栏(用于出厂试验),对应于正在试验中所考虑的电路的电压。
- 试验在每个所考虑的电路与其他连接在一起的相邻电路之间按顺序进行。试验电压按表 21、表 22 或表 23 的第 2 栏,对应于正在试验中所考虑的电路的电压。
- 试验在 DVC A 电路与每个相邻电路之间按顺序进行。试验电压按表 21、表 22 或表 23 的第 3 栏(用于型式试验)或第 2 栏(用于出厂试验),对应于具有更高电压的电路。为进行这项试验,既可以使相邻电路也可以使 DVC A 电路接地。必须对 PELV 电路与 SELV 电路之间的基本绝缘进行试验,但没有必要对相邻 PELV 电路或相邻 SELV 电路之间的功能绝缘进行试验。

由于 PELV 电路或 SELV 电路以及 DVC C 或 D 电路通常是通过基本绝缘与机壳(地)隔离,因而通常不可能对在使基本绝缘过应力的情况下使完全装配的 PDS 中的低压电路与高压电路隔离的双重绝缘或加强绝缘进行试验。因此,可能必须将 PDS 拆卸开,或者也许不可能以表 21~表 23 的第 3 栏规定的电压对保护绝缘进行型式试验。在这些情况下,应当以相应的表 21~表 23 的第 2 栏规定的电压对用于保护隔离的绝缘进行型式试验。

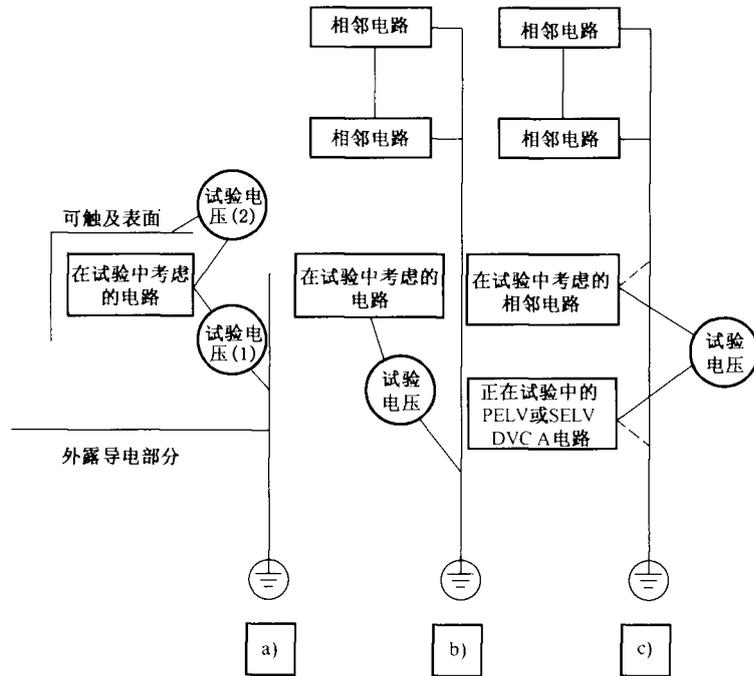


图8 电压试验程序

试验应当在外壳的门关闭的情况下进行。

当电路电气连接到可触及导电部分上时,电压试验无关紧要,可以省略。

为了在PDS上形成一个用于电压试验的连续电路,应当在必要处将端子以及开关和半导体开关器件上的断开触点等跨接起来。在试验之前,可能要断开一个电路内部的半导体及其他易损部件和/或将其触点跨接起来,以避免在试验过程中对其产生损坏。

在任何适用的场合,构成正在试验中绝缘的组成部分的单个部件,例如干扰抑制电容器,不应当在试验之前断开或跨接。在这种情况下,建议使用符合5.2.3.2.2要求的直流试验电压。

在PDS由非导电可触及表面全部或部分覆盖的场合,为进行试验,应当使用导电薄膜缠绕在这个表面上,以便将试验电压施加在导电薄膜上。在这种情况下,电路与非导电可触及表面之间的绝缘试验可以作为一项抽样试验代替出厂试验进行。

在下列三种情况都存在时,无需对装配好的PDS进行出厂试验:

- 对与PDS的绝缘系统有关的所有组件都进行出厂试验;
- 这项出厂试验能够说明最终装配将不损害绝缘系统;
- 对完全装配好的PDS成功地进行了型式试验。

在试验中应当包括符合4.3.4.3要求的保护阻抗,或者在试验之前应当断开采用保护隔离的电路部分的连接。在后一种情况下,在电压试验之后应当注意恢复这种连接,以避免对绝缘的任何损坏。符合4.3.2要求的保护屏蔽应当在电压试验过程中保持与可触及导电部分连接。

在高压PDS情况下,应当使用一个持续时间达5s的等变率施加电压。同时,对于高压PDS而言,如果需要或者要求重复进行试验,则还应当将电压额定值降低到原始试验电压的80%。

#### 5.2.3.2.4 交流或直流电压试验的持续时间

在进行型式试验时电压试验的持续时间应当至少为5s,而在进行出厂试验时则应当至少为1s。

试验电压可以随着等变电压的增大和/或减小施加,但是,在进行型式试验和出厂试验时,满标电压应当分别维持 5 s 和 1 s。

5.2.3.2.5 交流或直流电压试验的验证

如果在试验过程中没有发生电气击穿,则试验成功通过。

5.2.3.3 局部放电试验(型式试验、抽样试验)

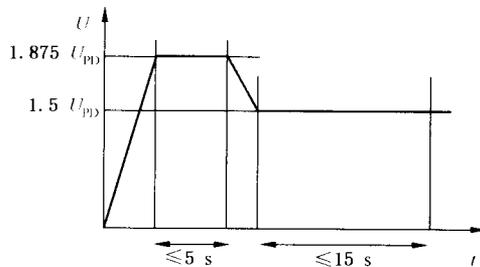
局部放电试验(见表 24)应当确认在电路的保护隔离用部件和组件中使用的固体绝缘(见 4.3.6.8),在规定的电压范围内保持无局部放电状态(见表 24)。

这项试验应当作为一项型式试验和抽样试验进行。如果绝缘材料(例如陶瓷)不会因局部放电而退化,则可以删除这项试验。

局部放电起始电压和熄灭电压受气候因素(如温度和湿度)、设备自热和制造公差影响。在某些条件下,这些影响变量可能至关重要,因此在型式试验过程中应当给予考虑。

表 24 局部放电试验

主 题	试 验 条 件
试验的依据	IEC 60664-1:1992 中 4.1.2.4
要求的依据	4.3.6.8
预先处理	样品应当按照 IEC 60664-1 中 4.1.2.1 的方法 b) 要求进行预先处理。 属于同一电路的带电部分应当连接在一起。 建议在冲击脉冲电压试验(见 5.2.3.1)之后进行局部放电试验,以便冲击脉冲电压试验引起的任何损坏能够显而易见。 局部放电试验最好是在将部件或器件插入设备中之前进行,因为通常在设备装配好了时是不可能进行局部放电试验的
初始测量	按部件或器件的技术条件
试验设备 试验电路 试验电压 试验方法 试验设备的校准	经过校准的电荷测量设备或者不带加权滤波器的无线电干扰测量仪 IEC 60664-1 中 C.1 交流 50 Hz 或 60 Hz 的峰值 IEC 60664-1 中 4.1.2.4; $F_1 = 1.2; F_2, F_3 = 1.25$ ; 试验程序按 IEC 60664-1 中 4.1.2.4.2 IEC 60664-1 中 C.4
测量  验证	应当从低于额定放电电压 $U_{PI}^*$ 的一个值开始使电压线性增大到 $U_{PI}$ 的 1.875 倍并保持一个 5 s 的最大时间。 然后使电压线性减小至 $U_{PI}$ 的 1.5 倍( $\pm 5\%$ )并保持一个 15 s 的最大时间,在这段时间内对局部放电进行测量。 如果在测量时间内局部放电小于 10 pC,则应当认为试验已经成功通过。



\* 额定放电电压是采用绝缘隔离的每个电路中的重复峰值电压的总和。

#### 5.2.3.4 保护阻抗(型式试验和出厂试验)

应进行一次型式试验来验证在正常工作条件下,通过一个保护阻抗的电流不超过 4.3.4.3 中给出的值。这项试验应当使用 GB/T 12113—2003 中图 4 给出的电路进行。

注:GB/T 12113—2003 申明,没有对使用单个网络对交直流组合进行测量的情况进行研究,但没有对这种情况下的测量提出建议。

应当作为一项出厂试验来验证保护阻抗的值。

#### 5.2.3.5 接触电流测量(型式试验)

应对接触电流进行测量,以明确是否无需采取保护措施(见 4.3.5.5.2)。这种试验可以用于 BDM,但那是在应将 BDM 连接到一台电动机上的情况下。电动机可以是空载的,但应当使用制造商指出的电动机电缆的长度和类型。

PDS 应当在没有任何与地连接的情况下以绝缘状态安装,而且应当以额定电压工作。在这些条件下,应当使用 GB/T 12113—2003 中图 4 的测量网络对保护接地导体用连接装置和保护接地导体本身之间对接触电流进行测量:

- 对于需连接到一个接地中线系统上的 PDS,试验现场电源的中性线应当直接连接到保护接地导体上;
- 对于需连接到一个隔离系统或阻抗系统上的 PDS,中性线应当通过一个 1 k $\Omega$  电阻连接到保护接地导体上,保护接地导体应当依次连接到每个输入相上。最高值将被看作是明确的结果;
- 对于需连接到一个角接地系统上的 PDS,保护接地导体应当依次连接到每个输入相上。最高值将被看作是明确的结果;
- 对于具有特殊接地系统的 PDS,这个系统应当在试验过程中按所预期的那样工作;
- 如果 PDS 预定连接到多个系统网络上,则应当使用这些不同系统网络中的每一个(或者最不利情况,如果能够确定的话)来进行接触电流测量。

这项接触电流测量应当作为一项型式试验进行。

#### 5.2.3.6 短路试验和部件击穿试验(型式试验)

##### 5.2.3.6.1 一般要求

对于在 CDM/BDM 或者与其装备组合的 PDS 用部件发生短路或击穿的情况下热、电击及能量危险的防护,应当采用下列方式之一进行评估:

- a) 5.2.3.6.3 和 6.2.3.6.4 中定义的试验;
- b) 在一个有代表性的 PDS/CDM/BDM 型号上基于 5.2.3.6.3 和 6.2.3.6.4 中定义的试验进行的计算或模拟。在这种情况下,试验样品没有发生除熔断器断开或断路器跳闸以外的损坏;
 

注:有代表性的型号是指一种所具有的功率元件(如电力半导体、熔断器、断路器、电容器、短路检测和输出电感)和电路拓扑结构与正在考虑的 PDS/CDM/BDM 类似的 PDS/CDM/BDM。
- c) 对于高压 PDS,基于对足够代表 PDS 中使用的那些元件的试验进行的计算或模拟,在选择元件、试验项目和试验条件时,应当保证对试验结果有足够信任以便将这些试验结果(例如通过从较低功率换算成较高功率)移植到正在考虑的 PDS/CDM/BDM 上;
- d) 对于定制 PDS,对预期应用场合的风险和危险分析,以及对结构特点的分析。有关调试信息的要求见 6.3.9。

注:定制 PDS 依赖于装备的结构特点来提供保护。

##### 5.2.3.6.2 试验配置

如果所提供的 PDS/CDM/BDM 没有外壳,则可以使用一个为所研究的 PDS/CDM/BDM 部分各

个直线尺寸 1.5 倍的金属丝网罩,对预期使用的外壳进行模拟仿真试验。

PDS/CDM/BDM 以及(可能使用的)金属丝网罩应当按照 4.3.5.3.2 的要求接地。

应当在外壳外部的所有孔口、手柄、铰链、接头和类似部位以及(可能使用的)金属丝网罩周围铺上脱脂棉。

如果 PDS 安装说明书中,规定正在试验中的 PDS 要求使用外部故障保护装置,则应为试验提供这些具体的保护装置。

应对 DVC A 的可触及 SELV 电路和 PELV 电路的电压进行监控。

#### 5.2.3.6.2.1 电源电压和电流

适用于额定直流输入的 PDS,应当采用一个直流电源进行试验。适用于额定交流输入的 PDS 则应当以其额定输入频率进行试验。

电源的开路电压应当为额定输入电压的 100%~105%。应制造商的要求,开路电压可以超过额定输入电压的 105%。

对于短路试验,电源应当能够在与 PDS 的连接处提供规定的预期短路电流(见 4.3.9),除非电路分析能够证明可以使用一个较小值。

对于部件击穿试验,电源应当能够提供提供一个 1 kA~5 kA 的预期短路电流,除非 4.2 的分析表明需要使用一个不同的值。

#### 5.2.3.6.3 短路试验

##### 5.2.3.6.3.1 负载条件

短路试验应当采用 CDM/BDM 在满载或轻载时进行,不管是满载还是轻载,只要能形成更为严酷的条件即可。

##### 5.2.3.6.3.2 短路的位置

应当使用与输出端上可用额定电流相称的横截面积的电缆提供功率输出。每个回路的电缆长度应当为 2 m 左右,除非 PDS 的规格要求使用更大的电缆长度。在这种情况下,电缆长度应当短到切实可行地进行试验的程度。

试验时,每个功率输出的所有输出端子都应当使用一个适当的开关器件同时连接在一起。

每个样品只应当经受一次短路试验。

#### 5.2.3.6.4 部件击穿试验

##### 5.2.3.6.4.1 负载条件

对于通过 4.2 的电路进行部件击穿试验时,应当采用 CDM/BDM 在满载或轻载时进行,不管是满载还是轻载,只要能形成更为严酷的条件即可。

##### 5.2.3.6.4.2 短路或开路的施加

应当使用横截面积最小为 2.5 mm<sup>2</sup> 的电缆和一个适当的开关器件来施加短路或开路。回路的电缆长度应当短到切实可行地进行试验的程度。

每个所识别出的部件只应当经受一次部件击穿试验。

#### 5.2.3.6.5 试验程序

应当在其输出工作的情况下使 PDS 通电。

- 对于短路试验,应当在处于试验中的输出上引入一次短路;
- 对于部件击穿试验,部件短路或开路,对应当一次一个部件;不管是短路还是开路,只要能形成更坏程度的危险即可。

应当使 PDS 工作,直至获得下列最终结果中的一个或几个时为止:

- 电子短路保护电路动作;
- 有一个短路保护器件断开;
- 在最少 10 min 之后达到一个稳态温度。

#### 5.2.3.6.6 接收准则

作为短路试验和部件击穿试验的结果,PDS/BDM/CDM 应当符合下列每一个要求:

- 应当没有火焰发出或金属熔融现象;
  - 脱脂棉指示物应当没有着火;
  - 接地连接应当没有断开;
  - 门或盖应当没有冲开;
  - 在试验过程中及之后,可触及 SELV 电路和 PELV 电路所出现的电压应当不大于图 7 的时间相关电压;
  - 在试验过程中及之后,带电部分在电压大于界定电压等级 A 时不应当变成可触及部分。
- 不要求 PDS/CDM/BDM 在经过试验之后能工作,而且可能出现其外壳会发生变形的情况。

#### 5.2.3.7 电容器放电(型式试验)

可以通过一次型式试验和/或采用计算方法对如 4.3.11 所要求的电容器放电时间进行验证。

#### 5.2.3.8 温升试验(型式试验)

该试验用来保证 PDS 的组成部分和可触及表面不超过 4.4 中规定的温度极限值,并保证不超过制造商针对安全相关部分规定的温度极限值。

在可能的场合,应当在额定功率和 CDM/BDM 输出电流的最坏情况条件下对 PDS 进行试验。对于电动机速度可能影响 CDM/BDM 中热状态的一体式 PDS 而言,应当根据制造商的技术规范以最坏情况的运行速度和负载进行试验。

如果不可能这样,则允许进行温升的模拟仿真,只要能够通过较低功率级的试验证明这种模拟仿真的有效性即可。

应当使用至少 1.2 m 的导线连接到每个用户端子上对 PDS 进行试验。导线应按制造商的安装规定连接到 PDS 上的最小规格导线。如果只考虑到将母排连接到 PDS 上,则这些母排应按制造商的规定连接到 PDS 上的最小规格母排,而且母排的长度应当至少为 1.2 m。

试验应当得到保持,直至达到热稳定为止。也就是说,在前面经过的试验持续时间的 10% 且不小于 10 min 的间隔内,获得的 3 个连续读数表明无温度变化。无温度变化是指任何 3 个连续读数之间相对于环境温度的温度变化为  $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

在绝缘表面上靠近热源的一点,对失效而可能引起危险的电气绝缘(而不是绕组)的最大温度进行测量。

应当通过考虑试验过程中的环境温度与最大额定环境温度之差将所获得的最大温度校正成 PDS 的额定环境温度。

未经校正的温度应当超过所测量材料或部件的额定温度。

在试验过程中,热断路器、过载检测功能和器件应当不动作。

### 5.2.3.9 保护联结(型式试验和出厂试验)

应当在 PE 端子与作为每个保护联结电路组成部分的相关点之间采用来自一个电源的一个至少为 10 A 的电流对每个保护联结电路的阻抗进行测量,该电源的输出应当不接地,其最大空载电压为 24 V。

如果保护联结已经是采用 4.3.5.4 的横截面规则设计的,则阻抗不应当超过 0.2  $\Omega$ 。

如果保护联结已经是采用 4.3.5.3.3 的规则设计的,则阻抗不应当超过为符合图 7 的时间相关电压极限值所要求的值。

注 1: 如果使用一个具有一个接地输出的电源,则可能会产生使人误解的结果。

注 2: 如果使用较大的电流,则可以提高试验结果的精度,尤其是使用低电阻值,亦即,使用较大的横截面积和/或较短的导体长度。

注 3: 如果这是一个很低的电阻,则在定位测量探头时应当注意。

在任何一点如果借助于单一紧固件实现保护联结的连续性,则这项试验应当作为一项出厂试验进行。

### 5.2.4 非正常工作试验

#### 5.2.4.1 一般要求

在进行所有的运行试验之前,试验样品需按温升试验中所述的那样安装和操作。

如果所提供的 CDM/BDM 没有外壳,则可以使用为所研究的 CDM/BDM 部分各个直线尺寸 1.5 倍的金属丝网罩对预期使用的外壳进行模拟仿真试验。

PDS 以及(可能使用的)金属丝网罩应当按照 4.3.5.3.2 的要求接地。

应当在外壳外部的所有孔口、手柄、铰链、接头和类似部位以及(可能使用的)金属丝网罩上以一种对冷却影响不大的方式铺上脱脂棉。

#### 5.2.4.2 试验持续时间

应当进行各个试验项目,直至由一个保护器件或机构(内部或外部)终止、出现一个部件故障或者温度达到稳定状态为止。

#### 5.2.4.3 接收准则

作为非正常工作试验的结果,PDS/BDM/CDM 应当符合下列每一个要求:

——应当没有火焰发出或金属熔融现象;

——脱脂棉指示物应当没有着火;

——接地连接应当没有断开;

——门或盖应当没有冲开;

——在试验过程中和之后,可触及 SELV 电路和 PELV 电路所出现的电压应当不大于图 7 的时间相关电压;

——在试验过程中和之后,带电部分在电压大于决定性电压等级 A 时不应当变成可触及部分。

不要求 PDS/CDM/BDM 在经过试验之后能工作,而且可能出现其外壳会发生变形的情况。

#### 5.2.4.4 缺相(型式试验)

采用在输入端依次使各相线断开(包括可能使用的中线)的方式使多相 PDS 运行。这项试验应当在电力变流设备以其最大正常负载运行的情况下,通过断开一根相线的方式执行(这项特殊要求不适用

于高压 PDS,但可以对额定输入电流大于 500 A 的低压 PDS 进行模拟仿真)。应当在断开一根引线的情况下,以初次使器件通电的方式重复这项试验。

#### 5.2.4.5 冷却故障试验(型式试验)

##### 5.2.4.5.1 一般要求

对于具有一种冷却机构组合的 PDS,应当执行所有相关的试验。没有必要同时执行这些试验。

##### 5.2.4.5.2 风机电动机停止运行

对于具有强迫通风的 PDS 而言,应当通过由一个单一故障阻止一台或多台风机电机旋转而停止运行的情况下以额定负载运行。

##### 5.2.4.5.3 过滤器堵塞

应当在使通风口阻塞以表示过滤器堵塞的情况下使具有过滤通风口的封闭式 PDS/CDM/BDM 运行。一开始时应当在将通风口阻塞 50% 的情况下执行这项试验。然后在完全阻塞的条件下重复执行这项试验。

##### 5.2.4.5.4 冷却剂流失

液体冷却的 PDS 应当以额定负载运行。应当通过阻断冷却剂流通或者禁止系统冷却剂泵运行的方式对冷却剂流失进行模拟仿真。在冷却剂流失试验终止之后执行 5.2.3.2 的交流或直流电压试验。

#### 5.2.5 材料试验

##### 5.2.5.1 大电流电弧着火试验(型式试验)

对于每种需试验的绝缘材料(见 4.4.2),需使用 5 个样品。样品为最小 130 mm 长×13 mm 宽,而且代表材料最薄处的厚度均匀。边棱应当无毛刺、飞边等。

在进行每个试验时,都使用一对试验电极和一个与交流 220 V~240 V、50 Hz 或 60 Hz 电源串联连接的可变电感阻抗负载(见图 9)。

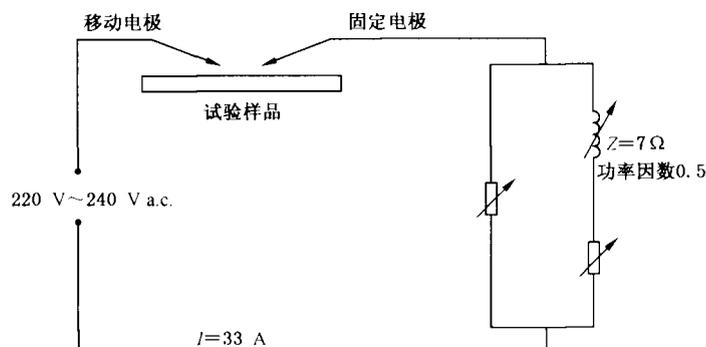


图 9 大电流电弧试验用电路

允许使用等效电路。

一个电极为固定电极,第二个电极为移动电极。固定电极由具有一个 30°横刃斜触点的 3.5 mm 直径实心铜导体构成。移动电极是具有一个总角度为 60°的对称圆锥体触点的一个直径 3 mm 不锈钢棒,而且能够沿其专用轴移动。在特定试验开始时,电极尖的曲率半径不超过 0.1 mm。两个电极以一个

与水平面成  $45^\circ$  的角度相对着放在同一平面上。在两个电极短路的情况下,调整可变电感阻抗负载,直到在功率因数为 0.5、电流为 33 A 时为止。

正在试验中的样品被水平支撑在空中或者支撑在一个非导电表面上,以便电极在相互接触的同时与样品表面接触。移动电极采用手动或其他方式控制,使之能够从与固定电极接触位置提起移动电极使电路断开和放下移动电极使电路重新接通,以便在  $(250 \pm 25)$  mm/s 的分离速度时以每分钟大约产生 40 个电弧的速率产生一系列的电弧。

这项试验持续到样品着火、样品烧穿一个洞或者经过总共 200 个电弧为止。

使被试验试样着火的平均电弧数量,V-0 类材料的应当不少于 15 个,而其他材料的则不少于 30 个。

#### 5.2.5.2 灼热丝试验(型式试验)

应当在 4.4.2 中规定的条件下按照 IEC 60695-2-10 和 IEC 60695-2-13 中要求进行灼热丝试验。

注:如果需要在同一样品上在一个以上部位进行这项试验,则应当注意保证由前面的试验引起的变形不影响要进行的试验。

#### 5.2.5.3 热丝着火试验(型式试验-灼热丝试验的替代方法)

对每种绝缘材料(见 4.4.2)的 5 个样品进行试验。样品为最小 130 mm 长  $\times$  13 mm 宽,而且代表材料最薄处的厚度均匀。边棱应当无毛刺、飞边等。

使用一根长度为  $250 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ 、直径大约为 0.5 mm、冷电阻大约为  $5 \Omega/\text{m}$  的镍铬电热丝(标称含量为 80% 镍、20% 铬、无铁)。将这根镍铬电热丝在直线长度上连接到一个可调电源上,通过调整电源在 8 s~12 s 时间内在这根镍铬电热丝中产生  $0.25 \text{ W}/\text{mm} \pm 0.01 \text{ W}/\text{mm}$  的功率。冷却后,将这根镍铬电热丝缠绕在一个样品上形成相距 6 mm 的 5 整圈。

将缠绕镍铬电热丝的样品支撑在一个水平位置(见图 10),并将镍铬电热丝的两端连接到可调电源上,重新调整电源在镍铬电热丝中产生  $(0.25 \pm 0.01) \text{ W}/\text{mm}$  的功率。

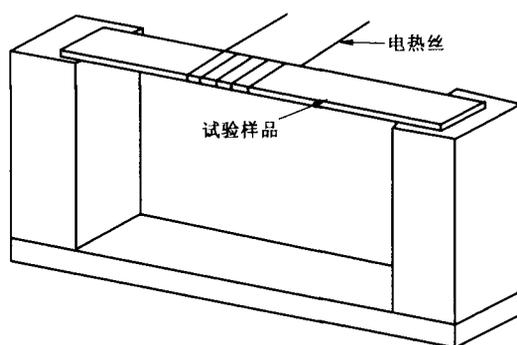


图 10 热丝着火试验用的试验装置

试验一直持续到试验样品着火或者经过 120 s 时间为止。当发生着火现象时或者经过 120 s 之后,停止试验,并记录下试验时间。对于通过电热丝发生熔化但没有着火的样品,在样品不再与所有 5 圈电热丝紧密接触时停止试验。

在剩余的样品上重复进行这项试验。

被试验试样的平均着火时间不应当少于 15 s。

#### 5.2.5.4 可燃性试验(型式试验)

应当使成套设备的 3 个样品或者外壳的 3 个试验样品经受这项试验。应当考虑使可能影响性能的

部件和其他部分固定就位。必须将试验样品放在一个完全通风循环式烘箱内在温度大于最大使用温度 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 但在任何情况下都不小于 $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的条件下经过 $7\text{ d}$ 条件试验。在试验之前,应当在温度为 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为 $50\%\pm 5\%$ 的条件下对样品进行最少 $4\text{ h}$ 的条件处理。试验时,应当把火焰施加到样品的一个内侧表面上被认为可能由于接近着火源而被着火的一个位置(包括配有通风孔的表面)。如果有一个以上部分接近于着火源,则应当在将火焰施加到一个不同位置的情况下对每个样品进行试验。

3个试验样品的结果都应当得出下述合格性能。如果有一个样品不符合,则需在与未成功样品同样的条件下施加火焰对一套3个新的样品重复进行试验。如果全部新试样符合下述要求,则材料就是合格的。

试验用燃烧器、调整和校准应当与 IEC 60695-11-10 和 IEC 60695-11-20 中所述的完全相同。

当使用整个外壳进行火焰试验时,样品必须按使用时所需要的那样安装,如果不影响火焰试验,则应当安装在不通风的试验室、外壳或试验罩内。必须将一层 $100\%$ 脱脂棉放置在试验火焰施加点下方 $305\text{ mm}$ 处。必须将 $127\text{ mm}$ 的火焰施加到该部分内侧被认为可能(由接近于带电或电弧部分、线圈、线路等)着火的任何部位,施加火焰时应当尽可能与垂直方向成一个大约为 $20^{\circ}$ 的角度,以便其蓝色圆锥体的锥尖接触到样品。必须将试验火焰施加在3个被试验样品中的每一个样品的3个不同位置上。技术级甲烷气源必须与一个调节器和仪表一起使用以使气流均匀。已经发现在 $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时具有大约为 $37\text{ MJ/m}^3$ 热容量的天然气能够保证类似结果,可以使用。

火焰必须施加 $5\text{ s}$ ,然后撤离 $5\text{ s}$ 。必须重复这种操作直到使样品经受住5次施加试验火焰为止。

作为这项试验的结果,应当满足下列所有条件:

- 在施加火焰之间的时间间隔为 $5\text{ s}$ 的情况下在第5次施加 $5\text{ s}$ 的试验火焰之后,材料不应当持续燃烧超过 $1\text{ min}$ ;
- 在试验过程中的任何时候都不应当由试验样品发生使试验样品下方 $305\text{ mm}$ 处的脱脂棉着火的火焰滴落或者火焰或灼热颗粒;
- 在试验火焰区域内材料毁坏的程度,不应当达到在防止火灾扩散方面影响部分完整性的程度。

## 5.2.6 环境试验(型式试验)

### 5.2.6.1 一般要求

为了证实 PDS 在其将要承受的环境类别的极端条件下的安全性,需要进行环境试验。

如果从规格尺寸或功率考虑,不允许在成套 PDS 上执行这些试验,但允许对被认为是与 PDS 安全性相关的单个部分进行试验。

### 5.2.6.2 接收准则

应当满足下列接收准则:

- PDS/CDM/BDM 的任何安全相关部件没有退化;
- PDS/CDM/BDM 在试验过程中没有潜在危险状态;
- 没有部件过热迹象;
- 应当没有带电部分变成可触及部分;
- 外壳中没有裂纹,而且没有损坏或松动的绝缘子;
- 通过 5.2.3.2 的出厂交流或直流电压试验;
- 通过 5.2.3.9 的保护联结试验;
- PDS/CDM/BDM 在试验之后运行时没有潜在危险状态。

### 5.2.6.3 气候试验

#### 5.2.6.3.1 干热试验(稳态)

干热(稳态)试验应当按表 25 执行。

表 25 干热试验(稳态)

主 题	试 验 条 件
试验的依据	IEC 60068-2-2 中试验 Bd
要求的依据	4.6
预先处理	按 5.1.2 和 5.2.1
工作条件 温度 精度 湿度 暴露持续时间	在额定条件下工作 40℃或制造商规定的最大温度,以较高温度为准 ±2℃(见 IEC 60068-2-2 中 37.1) 按 IEC 60068-2-2 中试验 Bd (16±1)h
恢复方法 — 时间 — 气候条件 温度 相对湿度 大气压力 — 电源	最少 1 h  15℃~35℃ 25%~75% 86 kPa~106 kPa 电源不连接

5.2.6.3.2 湿热试验(稳态)

为了证明耐湿性,CDM 应当经受一次表 26 规定的湿热试验(稳态)。

表 26 湿热试验(稳态)

主 题	试 验 条 件
试验的依据	IEC 60068-2-78 中试验 Cab
要求的依据	4.6
预先处理	按 5.1.2 和 5.2.1
工作条件 特殊预防措施 温度 湿度 暴露持续时间	电源断开 如果在试样中内部电压源所产生的热可以忽略不计,则内部电压源可以保持连接 (40±2)℃(按 IEC 60068-2-78) (93±3)%,无冷凝 4 d
恢复方法 — 时间 — 气候条件 温度 相对湿度 大气压力 电源 冷凝	最少 1 h  15℃~35℃ 25%~75% 86 kPa~106 kPa 电源断开 在执行交流或直流电压试验或者将 CDM 重新连接到电源上之前,应当通过气流去除所有外部和内部冷凝

#### 5.2.6.4 振动试验(型式试验)

为了验证机械强度,应当作为一项型式试验按表 27 采用一个滑移频率执行一次振动试验。

对于质量大于 100 kg 的 PDS/CDM BDM 而言,可以在组件上执行这项试验。

注:对于大型设备,采用冲击脉冲试验作为振动试验替代方法的可能性正在考虑中。

表 27 振动试验

主 题	试 验 条 件
试验的依据	IEC 60068-2-6 中试验 Fc
要求的依据	1.6
预先处理	按 5.1.2 和 5.2.1
条件	电源不连接
运动	正弦
振动幅度 加速度	0.075 mm 振幅
10 Hz ≤ f ≤ 57 Hz	1 g
57 Hz < f ≤ 150 Hz	
振动持续时间	在 3 个相互垂直轴的每个轴向 10 个扫描周期
固定方式	按制造商的技术规范
在制造商规定的振动级大于上述值的场合,应当使用较大振动级进行试验。接收准则不应当改变。	

#### 5.2.7 流体静压(型式试验和出厂试验)

对于型式试验,应当以一个渐变率使液体冷却 PDS 的冷却系统(见 4.4.5.2.2)内部的压力增大,直至有一个(可能装备的)压力释放机构动作或者所达到的压力为系统操作值的 2 倍或系统最大压力额定值的 1.5 倍时为止,以较大的压力为准。

对于出厂试验,应当使压力增大到其操作值。

压力应当维持至少 1 min。

应当没有由试验引起的热、电击或其他危险。在试验过程中应当没有明显的冷却剂泄漏或压力损失,但在型式试验过程中压力释放机构的冷却剂泄漏或压力损失除外。

## 6 信息和标志的要求

### 6.1 一般要求

本章的目的是定义 PDS/CDM/BDM 安全选择、安装、调试、运行与维护所必需的信息。表 28 阐明了应当提供信息的位置和解释条款。

本章的要求适用于所有 PDS/CDM BDM,除非另有规定。

鉴于任何电气设备都可以采用可能出现危险情况的方式安装或操作,因而符合本部分的设计要求本身并不保证是一种安全装备。但是,在适当选择符合这些要求的设备并正确安装和操作时,危险将会减至最低程度。

所有的信息都应当使用适当的语言,并且所有的文件都应当具有识别标志。适当时,图形符号应当符合 IEC 60417 或 IEC 60617 的要求。IEC 60417 或 IEC 60617 中未示出的符号应当在使用场所标识出来。

注:进一步的文件编制导则在 IEC 61082 中给出,说明书和手册编制导则在 IEC 62079 中给出。

表 28 信息要求

信 息	参照分条款	位置 <sup>a, b, c</sup>					参照技术分条款
		1	2	3	4	5	
<b>选择信息</b>	<b>6.2</b>						
制造商名称和目录号	6.2	×	×	×	×	×	
电压额定值	6.2	×		×	×	×	
电流额定值	6.2	×		×		×	
功率额定值	6.2	×		×		×	
短路额定值	6.2			×			4.2.10
IP 额定值	6.2	×		×		×	4.3.3.3、4.3.7.1
标准引用	6.2			×			
日期代码或序列号	6.2	×					
说明书引用	6.2			×	×	×	
<b>安装与调试信息</b>	<b>6.3</b>						
尺寸(SI 单位)	6.3.2			×		×	
质量(SI 单位)	6.3.2		×	×		×	
安装详图(SI 单位)	6.3.2			×		×	
工作和储存环境	6.3.3			×		×	
外壳详情	6.3.3			×		×	4.3.3.3、4.3.7.1、4.4.3
装卸运输要求	6.3.4		×	×		×	
电动机要求	6.3.5			×	×	×	
互连和布线图	6.3.6.2			×		×	
电缆要求	6.3.6.3			×		×	4.3.8
端子详情	6.3.6.4	×		×		×	4.3.8.8.2
防护要求	6.3.6.5			×		×	4.3
接地	6.3.6.6	×		×		×	4.3.5.3、4.3.5.3.2、4.3.12
保护接地导体电流	6.3.6.7	×		×		×	4.3.5.5.2、4.3.10
特殊要求	6.3.6.8			×		×	
电源过载保护	6.3.7	×		×		×	
电动机过载保护	6.3.8			×		×	
调试信息	6.3.9			×			
<b>使用信息</b>	<b>6.4</b>						
一般要求	6.4.1			×		×	
调整	6.4.2			×	×	×	
标识、符号和信号	6.4.3	×		×	×	×	

表 28 (续)

信 息	参照分条款	位置 <sup>a, b, c</sup>					参照技术分条款
		1	2	3	4	5	
维护信息	6.5						
维护程序	6.5.1					×	4.3.3.3
维护计划	6.5.1				×	×	
组件和部件位置	6.5.1					×	
修理与更换程序	6.5.1					×	
调整程序	6.5.1			✓	×	×	
特殊工具一览表	6.5.1				×	×	
电容器放电	6.5.2	×		×		×	4.3.11
自动再启动 旁路	6.5.3			×	×	×	
PT/CT 连接	6.5.4	×		×		×	
其他危险	6.5.5	×				×	

<sup>a</sup> 位置:1)在产品上(见 6.4.3);2)在包装上;3)在安装手册中;4)在用户手册中;5)在维护手册中。

<sup>b</sup> 适当时,安装手册、用户手册和维护手册可以合并;而且,如果可为顾客所接受,也可以采用电子版格式提供这些手册。在给一个顾客提供多台任何产品时,只要可为顾客所接受,则无需为每一台提供一份手册。

<sup>c</sup> 对于一体式 PDS,位置 1 所要求的信息可以与 IEC 60034-1 所要求的电动机铭牌信息合并。

## 6.2 选择信息

作为独立产品提供的 PDS 的每一部分都应当具备与其功能、电气特性和预期使用环境有关的信息,以便能够确定其用途的适宜性和与 PDS 其他部分的兼容性。对于 BDM/CDM,这种信息包括但不限于:

- 制造商、供应商或进口商的名称或商标;
- 目录号或等效编号;
- 输入和输出电压范围、电流和功率额定值信息,包括
  - 相数;
  - 频率范围;
- 防护类别;
- PDS/CDM/BDM 可能连接到的供电系统的类型(例如, TN、IT 等);
- 预期短路电流额定值和保护器件特性;
- 现场电源要求(如果有的话);
- 液体冷却产品用的冷却剂类型和设计压力;
- IP 等级;
- 工作和储存环境;
- 对相关制造、试验或使用国际标准的引用;
- 可以确定制造日期的日期代码或序列号;
- 对安装、使用和维护说明书的引用。

这种信息应当限于进行正确选择所必需的信息,并且应当与特定设备相关。如果信息覆盖了许多

的产品派生型号,则信息应当能够易于区分出这些派生型号。

### 6.3 安装与现场调试信息

#### 6.3.1 一般要求

安全和可靠的安装是安装者、机器制造商和/或用户的责任。PDS 任何部分的制造商应当提供用来支持这一任务的信息。这种信息应当是无歧义的,而且可以采用图解形式。

#### 6.3.2 机械设计依据

制造商应当编制下列图样:

——尺寸图,包括质量信息;

——安装图。

尺寸、质量等应当使用国际单位(SI)制。

#### 6.3.3 环境

应当为工作、运输和储存规定下列环境条件:

气候(温度、湿度、海拔、污染、紫外线等);

——机械条件;

——电气条件。

注:适当时,可以使用如 IEC 60721 中所规定的环境类别。

#### 6.3.4 装卸和安装

为了防止伤害或损坏,安装文件应当包括对在安装过程中可能遭受的任何危险的警告。必要时,应当为下列工作提供说明书:

——包装和拆包;

——移动;

——起吊;

——安装表面的强度和刚度;

紧固;

——提供用于操作、调整和维护的适当通道。

#### 6.3.5 电动机和被传动设备

##### 6.3.5.1 电动机的选择

对于BDM/CDM,必要时,应当提供有关电动机合适技术规格(例如基于 IEC 60034-1)的信息。PWM 输出波形的反射作用可能对电动机绝缘的影响应予考虑。

##### 6.3.5.2 装有传感器的电动机

应当对绝缘要求进行验证(见 4.3.5 和 4.3.6)。

##### 6.3.5.3 临界扭力转速

需要时,PDS 供应商应当提供所有相关的电动机信息,以便能够对临界扭力转速进行验证(见 4.5.2.2)。

#### 6.3.5.4 瞬时转矩分析

需要时, PDS 供应商应当提供所有相关的电气和机械信息, 以便能够进行瞬时转矩分析(见 4.5.2.3)。

#### 6.3.6 连接

##### 6.3.6.1 一般要求

应当提供使安装者能够对 PDS 进行安全电气连接的信息。这种信息应当包括对在安装、运行或维护过程中可能遇到的危险(例如, 电击或能量危险)防护的信息。

##### 6.3.6.2 互连和布线图

安装与维护手册应当包括所有必需的连接的信息以及建议采用的互连图。

##### 6.3.6.3 导线(电缆)的选择

安装手册应当定义出 PDS/CDM/BDM 所有连接的电压和电流等级以及电缆绝缘要求。这些电压和电流等级应当是在考虑到过电流和过载条件以及非正弦电流的可能影响时的最不利情况的值。

##### 6.3.6.4 端子容量和标记

安装与维护手册应当指出适用于所有端子的导线规格和类型(单股线或绞合线), 还应当指出可以同时连接的导线最大数量。对于用户端子, 手册应当规定对拧紧力矩值的要求以及对导线或电缆的绝缘温度额定值要求。

所有用户端子的标记应当直接或者用一个紧贴在端子上的标签标识在 PDS/CDM/BDM 上。

##### 6.3.6.5 防护要求

安装、使用与维护手册应当确定出电压高于 ELV 的任何可触及部分, 而且应当说明保护所要求的绝缘和隔离措施。PDS/CDM/BDM 中采用 0 类防护的可触及 ELV 部分应当清楚地标识出来, 而且为增强间接接触防护应当在安装手册中提供说明。

手册还应当指出为确保在安装过程中保持 ELV 连接的安全性须采取的预防措施。

手册应当提供 PELV 电路在等电位联结区域内使用的说明。

安装、使用与维护手册应当确定所有与使用 4.3.4.2~4.3.4.4 的方法之一进行防护的电路相关的外部端子。

##### 6.3.6.6 接地

安装手册应当规定对 PDS/CDM/BDM 安全接地的要求。

高压 PDS 的安装与维护手册应当提供为确保在维护过程中安全接近而使用接地开关的说明。

保护接地导体的连接端子应当用符号 IEC 60417-5019 (2006-08)(见附录 H), 或用字母 PE, 或者用绿色或绿黄色色标持久清楚地标出。这种标记不应当放置在连接导线时可能卸下的螺钉、垫圈或其他零件上, 也不应当使用这样的螺钉、垫圈或其他零件固定。

II 类防护的设备应当用符号 IEC 60417-5172 (2003-02)(见附录 H) 标记出来。在这类设备由于功能原因而具有接地导体的连接措施(见 4.3.5.6) 的场合, 应当用符号 IEC 60417-5018 (2006-10)(见附录 H) 标记出来。

##### 6.3.6.7 保护接地导体电流

在保护接地导体中的接触电流(见 4.3.5.5.2) 超过交流 3.5 mA 或直流 10 mA 的场合, 应当在安

装与维护手册中对此加以说明。此外,还应当在产品上放置一个警告符号 ISO 7000-0434 (2004-01) (见附录 H);而且在安装手册中应当有一条警告提示,向用户说明保护接地导体的最小规格应当符合当地有关高保护接地导体电流设备的安全规程。

安装与维护手册应当说明与 RCD 的兼容性(见 4.3.10)。

如果 4.3.10 b)适用,则在用户手册中应当有一条警告提示和警告符号 ISO 7000-0434 (2004-01) (见附录 H),而且应当在产品上设置这个符号。这条警告提示应当是:“本产品可能在保护接地导体中引起直流电流。在使用剩余电流保护装置(RCD)或监控装置(RCM)作为直接或间接接触情况下的保护装置的场合,只允许在本产品的电源侧使用型式 B 的 RCD 或 RCM。”(标识、符号和信号的一般要求见 6.4.3)

#### 6.3.6.8 特殊要求

在安装与维护手册中应当确定出任何对电缆和连接的特殊要求。

#### 6.3.7 过电流或短路保护

在外部设备是进行过电流或短路保护所必需的场合,安装手册应当规定所要求的特性(见 5.2.2.2、5.2.3.6.2、5.2.4.2)。

#### 6.3.8 电动机过载保护

对于装有电动机用内部过载保护装置的 BDM/CDM 而言,其安装与维护手册应当以满载电流的百分比和持续时间说明所提供的过载保护装置。如果这种保护装置是可调的,手册应当包括对调整的说明。

对于没有安装电动机内部过载保护装置而是确定与外部或远程过载保护装置一起使用的 CDM/BDM 而言,其手册应当指出需提供这样的保护装置。

在 CDM/BDM 具有可以与有热传感器的电动机一起使用的输入端的场合,其手册应当包含对与这些输入端正确连接的说明。

#### 6.3.9 现场调试

如果现场调试试验是为保证 PDS 的电气和热安全所必需的,则应当为 PDS 的每个部分提供用来支持这些试验的信息。这些信息可能取决于特定的装备,因此要求在制造商、安装者与用户之间进行密切联络。

现场调试信息应当包括对在现场调试过程中可能遇到的危险的说明,例如 6.4 和 6.5 中提到的信息。

### 6.4 使用信息

#### 6.4.1 一般要求

用户手册应当包括有关 PDS/CDM/BDM 安全运行的所有信息。特别是应当确定任何危险材料以及触电、过热、爆炸、过度噪声等危险。

手册还应当指出可能由于可合理预见的 PDS 误用而造成的任何危险。

#### 6.4.2 调整

用户手册应当给出预期供用户使用的所有安全相关调整的详细情况。各种控制或指示装置和熔断器的标识或功能都应当在其附近标记出来。不能在产品上标记出来的场合,应当在手册中用图给出这

些信息。

在用户手册中也可以对维护调整进行描述,但应当清楚地指出这些维护调整只能由有相应资格的合格人员完成。

对于过度调整可能导致 PDS/CDM BDM 出现危险状态的场合,应当给出清楚的警告。

对于进行调整所必需的任何专用设备,应当做出规定和说明。

### 6.4.3 标识、符号和信号

#### 6.4.3.1 一般要求

标识应当符合良好的人体工效原则,因而警告提示、控制装置、指示装置、试验装置、熔断器等应当置于明显位置,而且应当合乎逻辑地分组以便于正确无误地识别出来。

所有与安全相关的设备标识都应当置于便于在安装后可以看见的位置,或者置于在开门或卸下盖板后容易看见的位置。

在卸下盖板后存在危险的场合,应当在设备上设置一个警告标识。在卸下盖板之前,这个标识应当可以看见。

标识应当:

- 在任何可能的场合,使用 ISO 3864、ISO 7000 或 IEC 60417 中给出的国际符号;
- 如果没有国际符号可用,则用一种合适的语言或者一种与特定技术领域相关的语言表达;
- 显著、字迹清楚且耐久;
- 简明且无歧义;
- 阐明所涉及的危险,并给出能够减少危险的方法。

在向有关人员说明关于以下方面时:

- 关于避免什么:措词应当包括“不(no)”“不要(do not)”或“禁止(prohibited)”;
- 关于做什么:措词应当包括“应当(shall)”或“必须(must)”;
- 关于危险的性质:措词应当适当包括“小心(caution)”“警告(warning)”或“危险(danger)”;
- 关于安全条件的性质:措词应当包括与安全设备相称的名词。

安全标志符号应符合 ISO 3864 的规定。

应当使用下列标志符号用语并遵守以下分级结构:

- 危险(DANGER),提醒注意高度危险,例如“高压(High voltage)”;
- 警告(WARNING),提醒注意中度危险,例如“这个表面可能是热的。(This surface can be hot.)”;
- 小心(CAUTION),提醒注意低度危险,例如“本部分中规定的一些试验项目牵涉到对相关人员进行产生危险的过程方法的使用(Some of the tests specified in this standard involve the use of processes imposing risk on persons concerned.)”。

PDS 上的危险、警告和小心标志的标题“危险(DANGER)”“警告(WARNING)”或“小心(CAUTION)”文字的高度应不低于 3.2 mm。这类标志其余文字的高度应不低于 1.6 mm。

#### 6.4.3.2 隔离器

在隔离装置不是用来切断负载电流的场合,应当使用一条警告标志声明:

**不要带负载断开。(DO NOT OPEN UNDER LOAD.)**

下列要求适用于不用来切断 PDS 所有电源的任何电源隔离装置:

- 如果隔离装置安装在带有可在外部操作的操作手柄的设备外壳内,则应当靠近操作手柄设置一个警告标识,声明它不用来切断所有的 PDS 电源;

——在控制电路断路器由于尺寸和位置原因而可能与电源电路断路器发生混淆的场合,应当靠近控制电路断路器操作手柄设置一个警告标识,声明它不用来切断所有的 PDS 电源。

#### 6.4.3.3 可见与可听信号

可见信号(例如闪光灯)和可听信号(例如警报器)可以用来警告即将来临的危险事件(例如被传动设备起动),而且应当识别出来。

这些信号必须:

- 无歧义;
- 能够明显觉察到并明显区别于所使用的所有其他信号;
- 能够被用户清楚辨认;
- 在危险事件发生之前发出。

建议为较高优先级信息使用较高频率的闪光。

注: IEC 60073 提供了有关建议使用的闪光速率和通/断比的导则。

#### 6.4.3.4 热表面

对于可能超过表 16 的温度极限的表面,应当用警告符号 IEC 60417-5041 (2002-10)(见附录 H)标识出来。用户手册也应当包含这一信息。

#### 6.4.3.5 设备标志

每一种控制或指示装置和熔断器的标识都应当在其附近标记出来。对于可替换的熔断器,应当标明其额定值和时间特性。在不能在产品上做出标识的场合,应当在手册中提供图形信息。

在每个可移动连接器的上面或附近,应当标记有适当的标识。

对于试验部位,应当单独标明参考电路图。

对于任何极化装置的极性,应当靠近装置标识出来。

应当在靠近每个预调控制器的一个在进行调整时明显可见的位置标出参考图,并在可能时标出其功能。

### 6.5 维护信息

#### 6.5.1 一般要求

适当时,在维护手册中应当提供包括下列内容在内的安全信息:

- 预防性维护的程序和计划;
- 维护过程中的安全预防措施(例如,为高压 PDS 使用接地开关);
- 可能在维护过程中(例如,在卸下盖板时)可触及的带电部分的位置;
- 调整程序;
- 组件和部件的修理和更换程序;
- 任何其他相关信息。

注 1: 这些信息最好是以图表形式提供。

注 2: 适当时,应当提供专用工具一览表。

#### 6.5.2 电容器放电

如果 4.3.11 第一句的要求得不到满足,则应当在外壳、电容器保护隔板上的某个清晰可见位置或者在靠近相关电容器的某一点(视结构而定)设置警告符号 IEC 60417-5036 (2002-10)(见附录 H)和一个放电时间标记(例如 45 s、5 min)。在安装与维护手册中,应当对该符号加以解释并对在 PDS 切断电

源之后电容器放电所需的时间加以说明。

### 6.5.3 自动再启动/旁路连接

如果 CDM/BDM 被配置成能保证自动再启动或旁路连接,则安装、使用与维护手册应当包含适当的警告信息。

对于设定成能在切断电源之后保证自动再启动或旁路连接的 PDS,应当在装备上清楚地标识出来。

### 6.5.4 PT/CT 连接

对于使用由高压连接电路供电的电压互感器(PT)或由大电流连接电路供电的电流互感器(CT)的 PDS,应当清楚地标识出来,以说明在二次回路断开之后可能出现瞬时电压的危险。对于这些危险,也应当在安装与维护手册中予以说明。

### 6.5.5 其他危险

制造商应当确定 PDS 中需要采取特殊措施防止危险的任何部件和材料。

附录 A  
(资料性附录)

直接接触情况下防护的实例

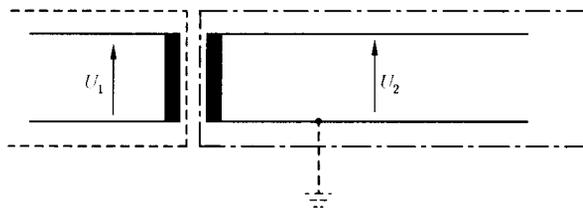
图 A.1~图 A.3 示出了在直接接触情况下所采用防护方法的实例(见 4.3.4)。

-----直接接触防护；

-----与需要直接接触防护的电路保护隔离。

A.1 利用 DVC A 的防护

(见 4.3.4.2)



说明：

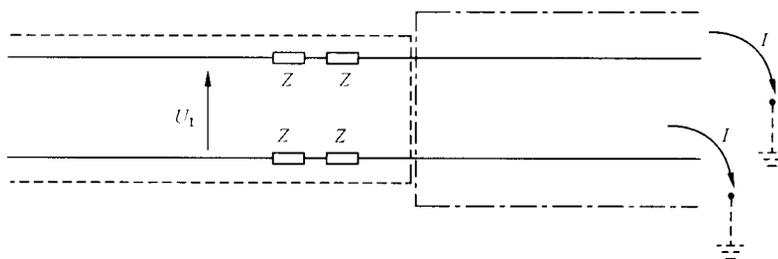
$U_1$  -----接地或不接地的危险电压；

$U_2$  ----- $\leq$ 交流 30 V。

图 A.1 有保护隔离时利用 DVC A 的防护

A.2 利用保护阻抗的防护

(见 4.3.4.3)



说明：

$U_1$  -----接地或不接地的危险电压；

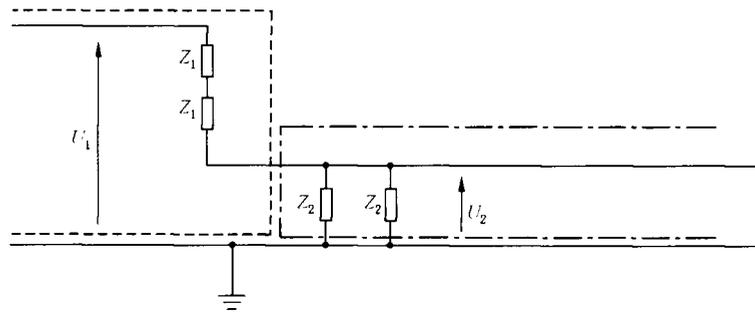
$I$  ----- $\leq$ 交流 3.5 mA、直流 10 mA。

注：用于在单一故障条件下提供防护， $I=U_1/Z$ 。

图 A.2 利用保护阻抗的防护

A.3 利用限制电压的防护

(见 4.3.4.4)



说明：

$U_1$ ——接地的危险电压。

$U_2$ —— $\leq$ 交流 30 V、直流 60 V。

注：用于在单一故障条件下提供防护， $U_2 = U_1 Z_2 / (2Z_1 + Z_2)$  或  $U_2 = U_1 Z_2 / 2(Z_1 + Z_2/2)$ 。

图 A.3 利用限制电压的防护

**附录 B**  
(资料性附录)  
**降低过电压类别的实例**

**B.1 总则**

图 B.1~图 B.13 用来对表 4、4.3.6.2 和 4.3.6.3 中要求的图解说明。这些图并不用来表明良好设计惯例。

- 直接接触防护；
- 可触及导电部分；
- 保护隔离；
- SPD 浪涌保护装置(例如,瞬时过电压降低措施)；
- OVC 过电压类别。

**B.2 与周围环境的绝缘(见 4.3.6.2)**

**B.2.1 直接连接到电源干线上的电路(见 4.3.6.2.2)**

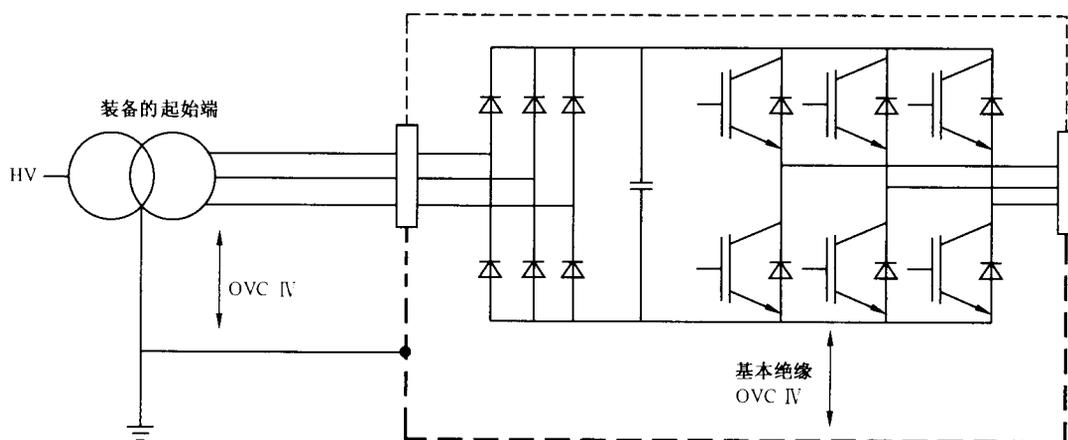


图 B.1 直接连接到装备电源干线起始端上的电路的基本绝缘评估

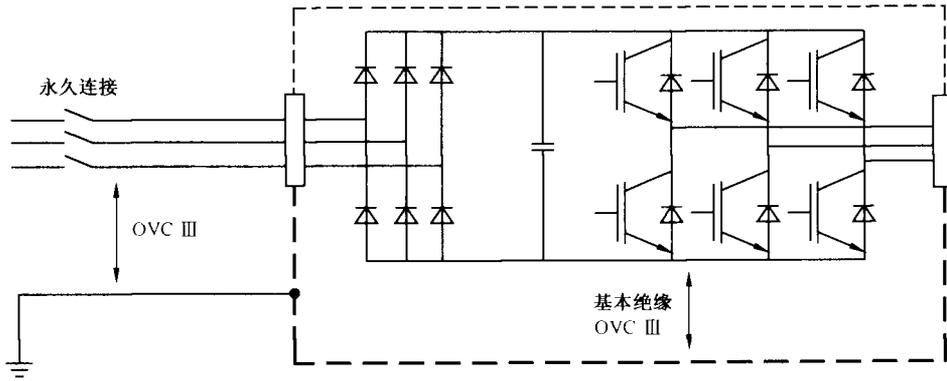


图 B.2 直接连接到电源干线上的电路的基本绝缘评估

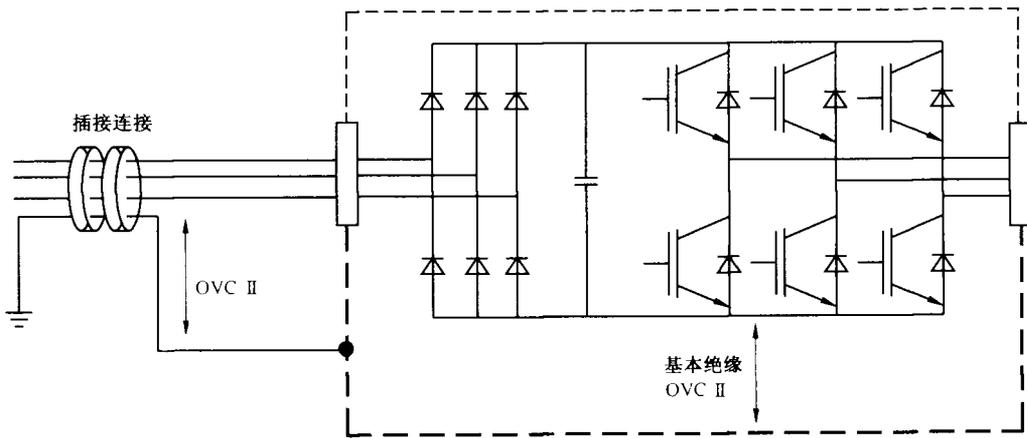


图 B.3 不永久连接到电源干线上的设备的基本绝缘评估

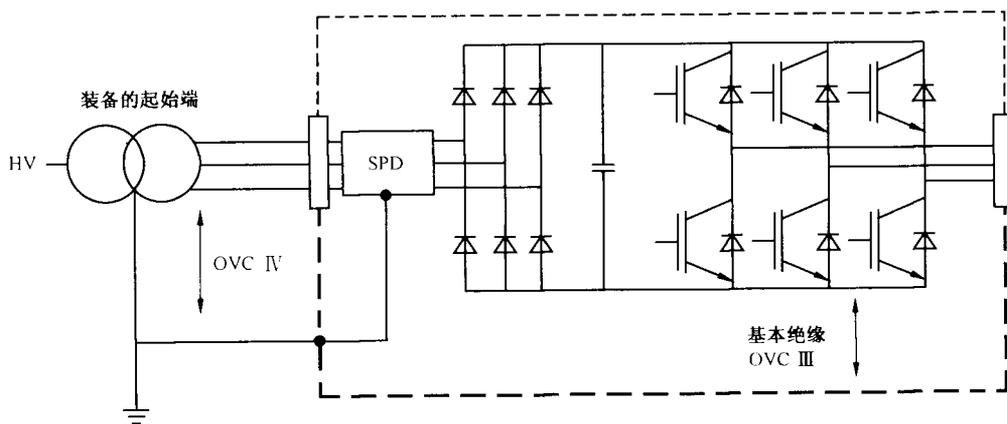


图 B.4 直接连接到使用内部 SPD 的装备电源干线起始端上的电路的基本绝缘评估

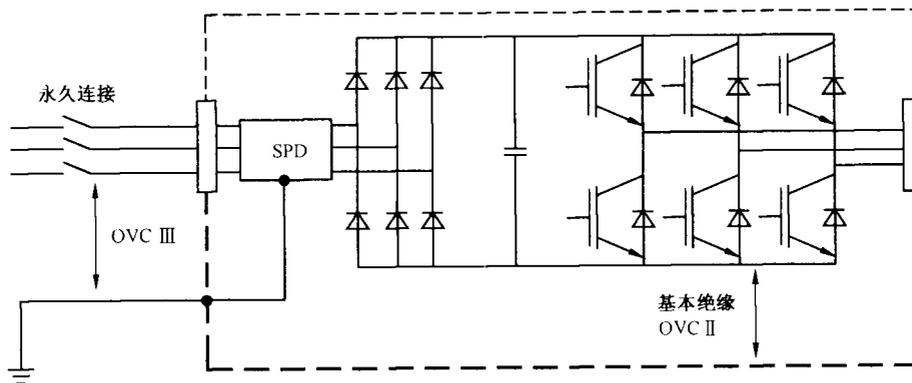


图 B.5 直接连接到使用内部 SPD 的电源干线上的电路的基本绝缘评估

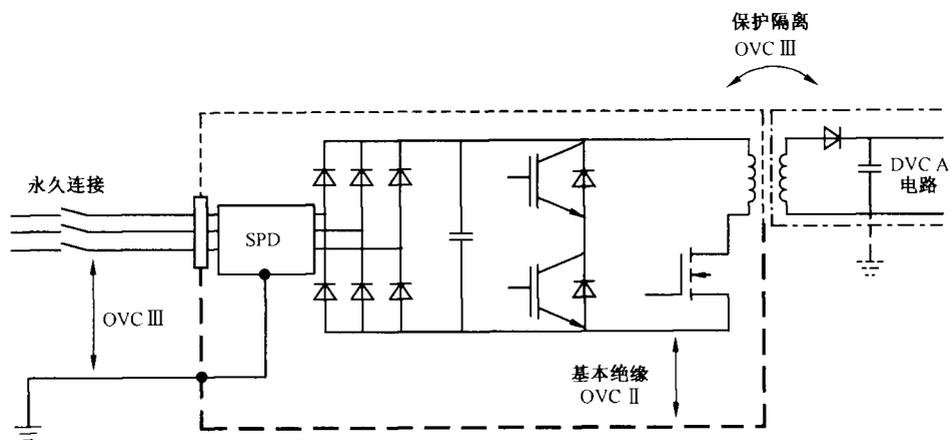


图 B.6 直接连接到使用内部 SPD 的电源干线上的电路的保护隔离评估的实例

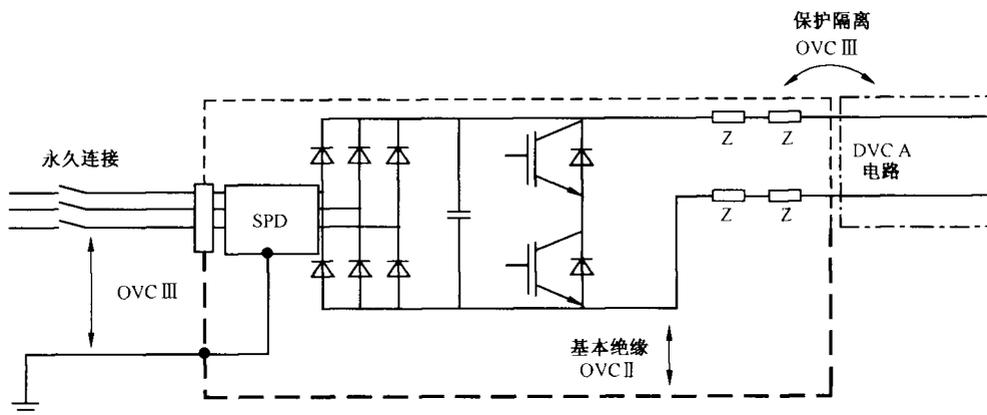


图 B.7 直接连接到使用内部 SPD 的电源干线上的电路的保护隔离评估的实例

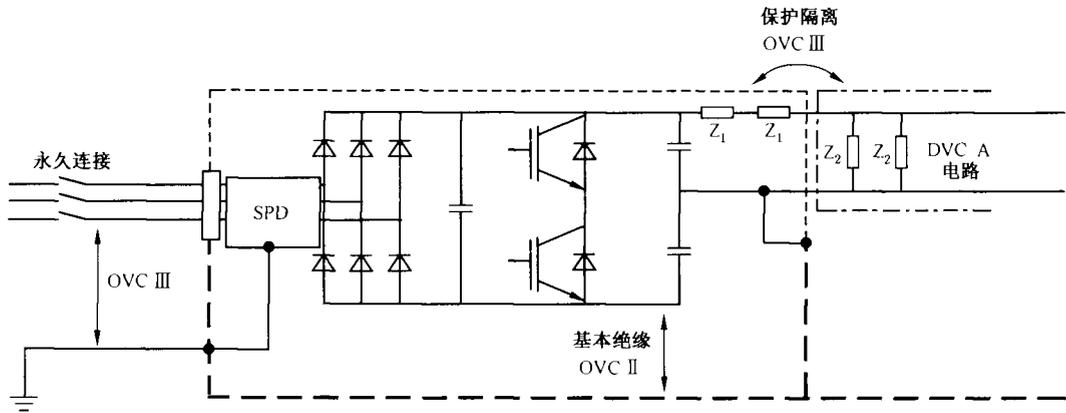


图 B.8 直接连接到使用内部 SPD 的电源干线上的电路的保护隔离评估的实例

注：5.2.3.1~5.2.3.3 中对保护隔离的要求不受 SPD 的使用而降低(见 4.3.6.2.2 和 4.5.3.2.3)。

B.2.2 不直接连接到电源干线上的电路(见 4.3.6.2.3)

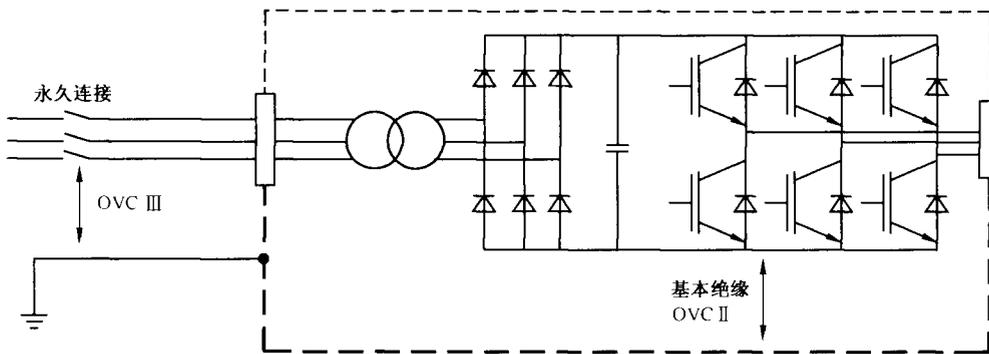


图 B.9 不直接连接到电源干线上的电路的基本绝缘评估

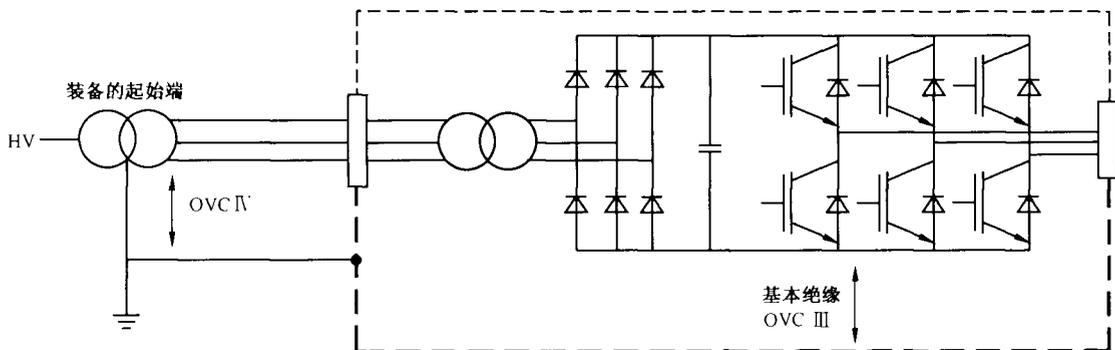
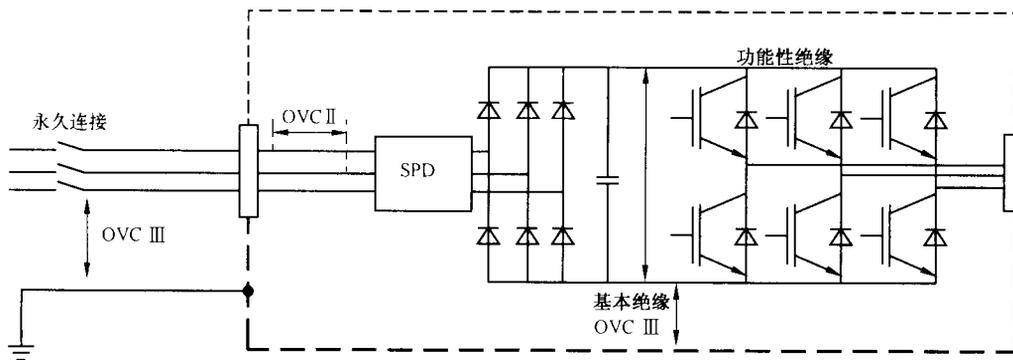


图 B.10 不直接连接到电源干线上的电路的基本绝缘评估

B.2.3 电路之间的绝缘(见 4.3.6.2.4)

两个电路之间的绝缘应当按照具有更严酷要求的电路进行设计(参见图 B.12)。

B.3 功能性绝缘(见 4.3.6.3)



注 1: SPD 不接地, 因而对对地过电压类别没有影响。

注 2: 对功能性绝缘的要求可以通过电路特性进一步降低(见 4.3.6.3)。

图 B.11 受外部瞬态影响的电路内的功能性绝缘评估

B.4 另外的实例

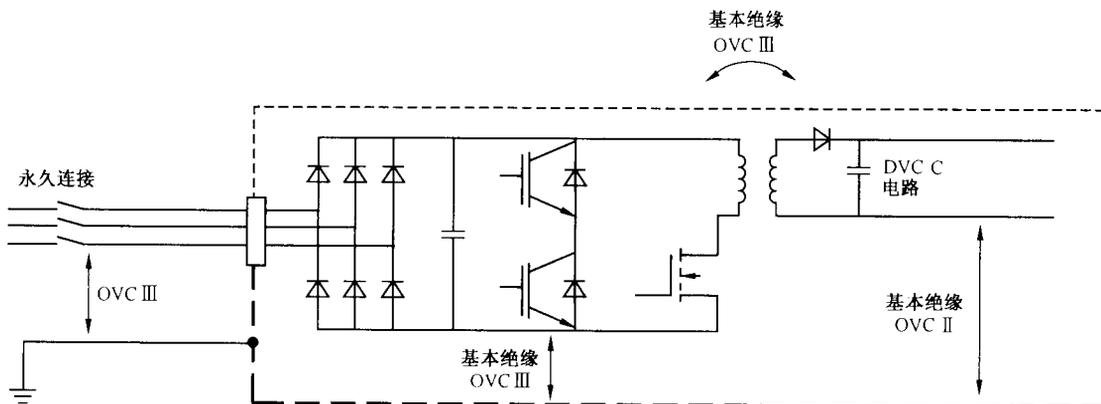


图 B.12 直接和不直接连接到电源干线上的电路的基本绝缘评估

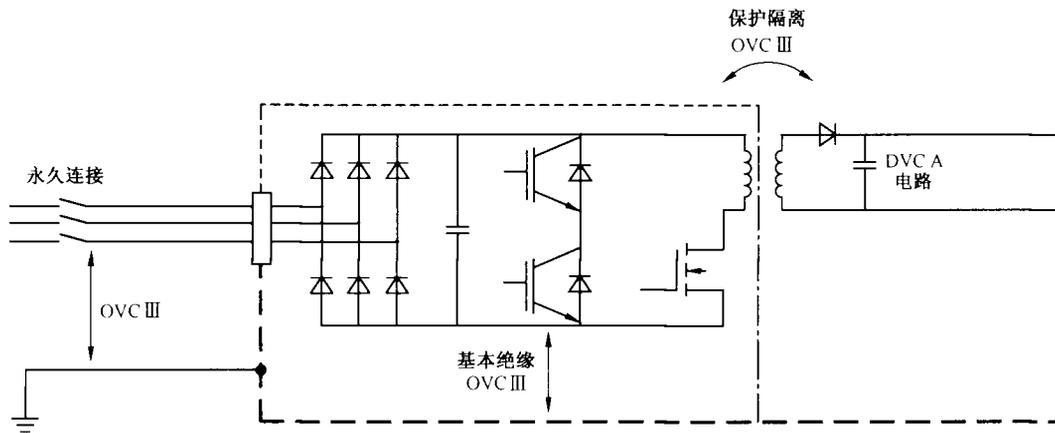


图 B.13 可触及的 DVC A 电路的绝缘评估

附 录 C  
(规范性附录)  
电气间隙和爬电距离的测量

C.1 测量

电气间隙和爬电距离的测量应当按图 C.1~图 C.14 中的示例进行。

C.2 测量与污染等级的关系

“X”值随污染等级而变,应当按照表 C.1 中的规定。如果相关的允许电气间隙小于 3 mm,则 X 值为电气间隙的三分之一。

表 C.1 槽宽随污染等级而变

污 染 等 级	X 值 mm
1	0.25
2	1.0
3	1.5

C.3 示例

在图 C.1~图 C.14 中,电气间隙和爬电距离采用下列符号表示:

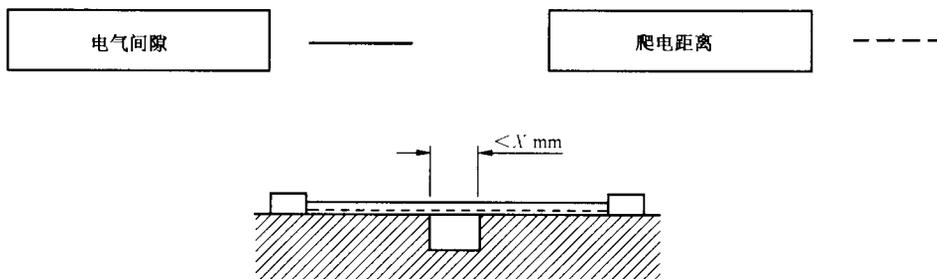


图 C.1 示例 1

条件:所考虑的路径包括一个宽度小于  $X$  mm、深度任意的平行、幅散或幅合侧面槽。

规则:爬电距离和电气间隙应当按图所示横跨槽上直接测量。

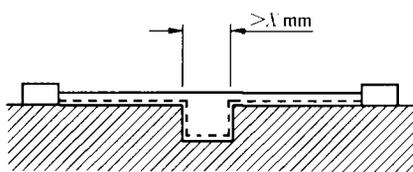


图 C.2 示例 2

条件:所考虑的路径包括一个宽度等于或大于  $X$  mm、深度任意的平行或幅散侧面槽。

规则:电气间隙为“视线”距离。爬电距离路径沿槽的轮廓而行。

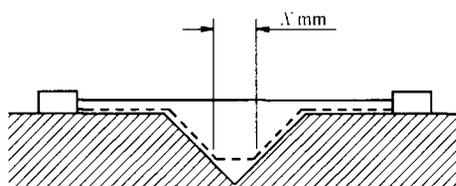


图 C.3 示例 3

条件:所考虑的路径包括一个宽度大于  $X$  mm 的 V 形槽。

规则:电气间隙为“视线”距离。爬电距离路径沿槽的轮廓而行,但在槽的底部按  $X$  mm 连线“短路”。

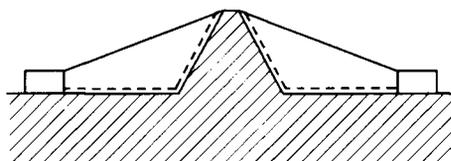


图 C.4 示例 4

条件:所考虑的路径包括一个拱肋。

规则:电气间隙为越过拱肋顶部的最短空气路径。爬电距离路径沿槽的轮廓而行。

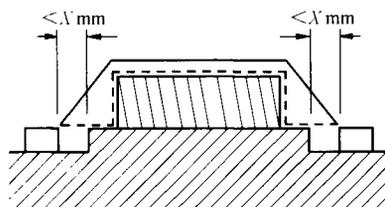


图 C.5 示例 5

条件:所考虑的路径包括一个胶合接头,在接头的两侧各有一个宽度小于  $X$  mm 的槽。

规则:电气间隙为越过接头顶部的最短空气路径。爬电距离为横跨两个槽直接测量的距离加上接头轮廓线长度。

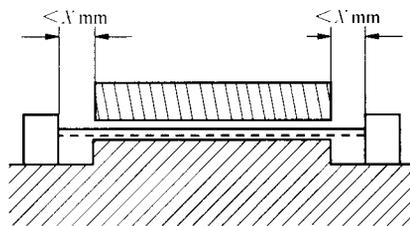


图 C.6 示例 6

条件:所考虑的路径包括一个未胶合接头,在接头的两侧各有一个宽度小于  $X \text{ mm}$  的槽。

规则:爬电距离和电气间隙路径为图中所示的“视线”距离。

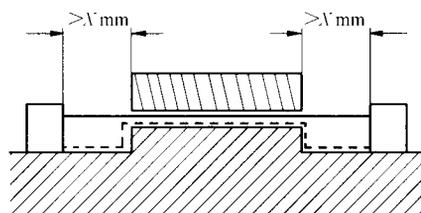


图 C.7 示例 7

条件:所考虑的路径包括一个未胶合接头,在接头的两侧各有一个宽度等于或大于  $X \text{ mm}$  的槽。

规则:电气间隙为“视线”距离。爬电距离路径沿槽的轮廓而行。

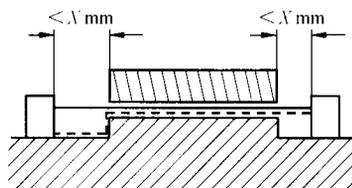


图 C.8 示例 8

条件:所考虑的路径包括一个未胶合接头,在接头的一侧有一个宽度小于  $X \text{ mm}$  的槽,在另一侧有一个宽度等于或大于  $X \text{ mm}$  的槽。

规则:电气间隙和爬电距离路径如图 C.8 所示。

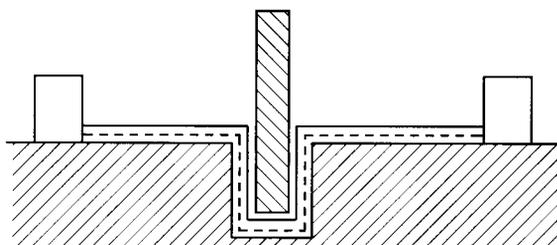


图 C.9 示例 9

条件:所考虑的路径包括一个未胶合障碍物,障碍物下方的路径小于障碍物上方的路径。  
 规则:电气间隙和爬电距离路径沿障碍物下方的轮廓而行。

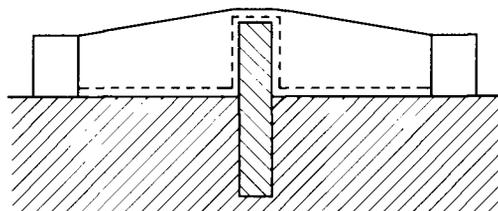


图 C.10 示例 10

条件:所考虑的路径包括一个未胶合的障碍物,障碍物上方的路径小于障碍物下方的路径。  
 规则:电气间隙为越过障碍物顶部的最短空气路径。爬电距离路径沿障碍物的轮廓而行。

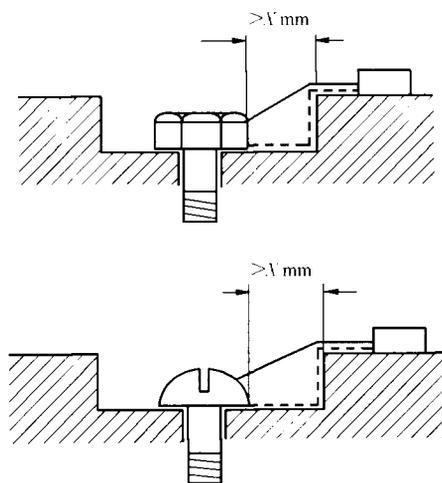


图 C.11 示例 11

条件:所考虑的路径包括一个在螺钉头与凹槽壁之间宽度等于或大于 X mm 的间隙。  
 规则:电气间隙为贯穿这个间隙和越过顶部表面的最短空气路径。爬电距离路径沿表面轮廓而行。

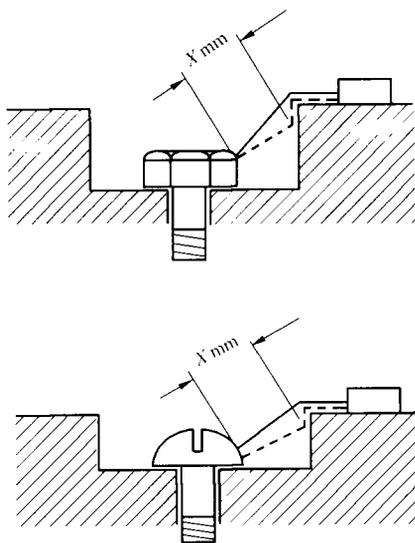


图 C.12 示例 12

条件:所考虑的路径包括一个在螺钉头与凹槽壁之间宽度小于  $X$  mm 的间隙。

规则:电气间隙为贯穿这个间隙和越过顶部表面的最短空气路径。爬电距离路径沿表面轮廓而行,但在凹槽的底部按  $X$  mm 连线“短路”。

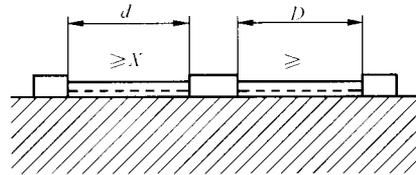


图 C.13 示例 13

条件:所考虑的路径包括一个隔离的导电材料部分。

规则:电气间隙和爬电距离路径为  $d+D$ 。

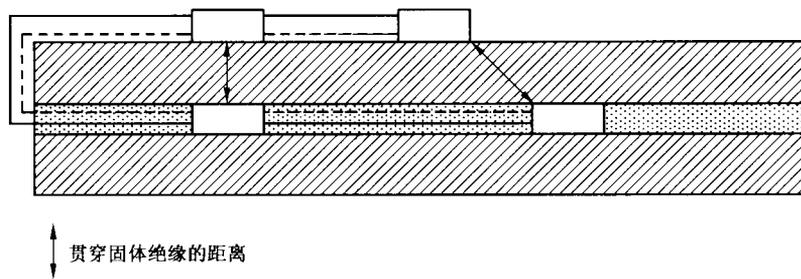


图 C.14 示例 14

条件:所考虑的路径包括 PWB 的内层。

规则:对于内层而言,同一层上相邻印制线之间的距离被认为是污染等级 1 的爬电距离和电气间隙(见 4.3.6.8.4.1)。

**附录 D**  
(资料性附录)  
**针对海拔的电气间隙修正**

根据 Paschen 定律,空气中的电气间隙是随大气压力的变化而变化的。表 9 中提供的间隙距离在 2 000 m 以下海拔有效。2 000 m 以上海拔的间隙必须乘以表 D.1 中提供的系数。

**表 D.1 海拔在 2 000 m~20 000 m 电气间隙的修正系数(见 4.3.6.4.1)**

海拔 m	标准大气压力 kPa	间隙的倍乘系数
2 000	80.0	1.00
3 000	70.0	1.14
4 000	62.0	1.29
5 000	54.0	1.48
6 000	47.0	1.70
7 000	41.0	1.95
8 000	35.5	2.25
9 000	30.5	2.62
10 000	26.5	3.02
15 000	12.0	6.67
20 000	5.5	14.50

在海拔 2 000 m 以下为验证电气间隙而执行的冲击脉冲试验必须使用已经针对空气压力(海拔)修正的试验电压。针对 3 个海拔修正的试验电压在表 D.2 中提供。就固体绝缘的冲击脉冲试验而言,无需针对海拔进行试验电压的修正。表 D.2 的电压值仅适用于间隙的验证。

**表 D.2 对不同海拔时的电气间隙进行验证所用的试验电压**

冲击脉冲电压 (引自表 7) kV	0 海拔时的 冲击脉冲试验电压 kV	200 m 海拔时的 冲击脉冲试验电压 kV	500 m 海拔时的 冲击脉冲试验电压 kV
0.33	0.36	0.36	0.35
0.50	0.54	0.54	0.53
0.80	0.93	0.92	0.90
1.50	1.8	1.7	1.7
2.50	2.9	2.9	2.8
4.00	4.9	4.8	4.7
6.00	7.4	7.2	7.0
8.00	9.8	9.6	9.4
12.00	15	14	14

注 1: 关于影响因素(空气压力、海拔、温度、湿度)相对于间隙的电气强度的解释在 IEC 60664-1 中 4.1.1.2.1.2 给出。

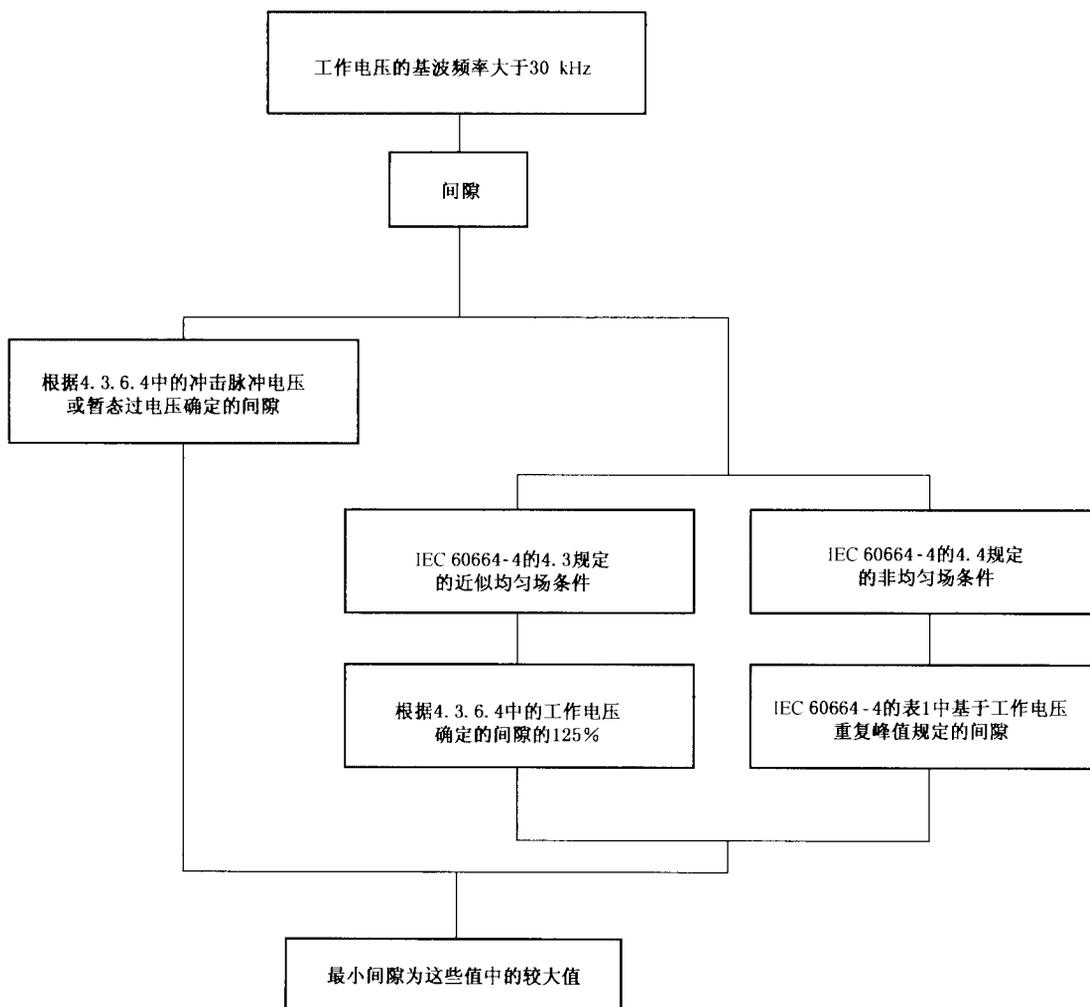
注 2: 在对间隙进行试验时,相关联的固体绝缘将承受试验电压。随着冲击脉冲试验电压相对于额定冲击脉冲电压而增大,将对固体绝缘进行相应的设计。这样得到的结果是增大的固体绝缘冲击脉冲耐受能力。

注 3: 上面给出的值已经由 IEC 60664-1 中 1.1.1.2.1.2 计算舍入取整。

附录 E  
(资料性附录)

频率高于 30 kHz 时电气间隙和爬电距离的确定

E.1 间隙



注：对于超过 30 kHz 的频率，当导电部分的曲率半径  $r$  大于或等于间隙的 20% 时，则认为存在一个近似均匀场。所必需的曲率半径只有在尺寸参数确定过程结束时才能规定出来。

图 E.1 频率高于 30 kHz 时电气间隙的确定

E.2 爬电距离

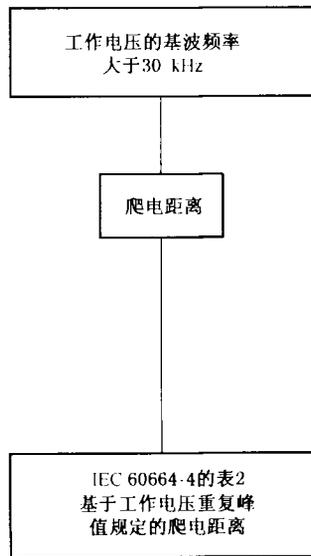


图 E.2 频率高于 30 kHz 时爬电距离的确定

表 E.1 大气压力下非均匀场条件时电气间隙的最小值(IEC 60664-4 的表 1)

峰值电压 <sup>a</sup> kV	间隙 mm
$\leq 0.6$ <sup>b</sup>	0.065
0.8	0.18
1.0	0.5
1.2	1.1
1.4	2.35
1.6	4.0
1.8	6.7
2.0	11.0

<sup>a</sup> 对于规定值之间的电压,允许采用插值法。  
<sup>b</sup> 对于小于 0.6 kV 的峰值电压,没有数据可用。

表 E.2 不同频率范围时爬电距离的最小值(IEC 60664-4 中表 2)

峰值电压 kV	爬电距离 <sup>a,b</sup> mm						
	$30 \text{ kHz} < f \leq 100 \text{ kHz}$	$f \leq 0.2 \text{ MHz}$	$f \leq 0.4 \text{ MHz}$	$f \leq 0.7 \text{ MHz}$	$f \leq 1 \text{ MHz}$	$f \leq 2 \text{ MHz}$	$f \leq 3 \text{ MHz}$
0.1	0.016 7						0.3
0.2	0.042					0.15	2.8
0.3	0.083	0.09	0.09	0.09	0.09	0.8	20

表 E.2 (续)

峰值电压 kV	爬电距离 <sup>a,b</sup> mm						
	30 kHz < f ≤ 100 kHz	F ≤ 0.2 MHz	F ≤ 0.4 MHz	F ≤ 0.7 MHz	f ≤ 1 MHz	f ≤ 2 MHz	f ≤ 3 MHz
0.4	0.125	0.13	0.15	0.19	0.35	4.5	
0.5	0.183	0.19	0.25	0.4	1.5	20	
0.6	0.267	0.27	0.4	0.85	5		
0.7	0.358	0.38	0.68	1.9	20		
0.8	0.45	0.55	1.1	3.8			
0.9	0.525	0.82	1.9	8.7			
1	0.6	1.15	3	18			
1.1	0.683	1.7	5				
1.2	0.85	2.4	8.2				
1.3	1.2	3.5					
1.4	1.65	5					
1.5	2.3	7.3					
1.6	3.15						
1.7	4.4						
1.8	6.1						

<sup>a</sup> 爬电距离值是用于污染等级 1。对于污染等级 2,应当使用倍乘系数 1.2;对于污染等级 3,应当使用倍乘系数 1.4。

<sup>b</sup> 在两栏之间允许使用插值法。

附录 F  
(资料性附录)  
圆导体的截面

圆铜导体的标准截面值如表 F.1 中所示,这个表还给出了 ISO 公制尺寸与 AWG/MCM 线号之间的近似关系。

表 F.1 圆导体的标准截面

ISO 标准截面 mm <sup>2</sup>	AWG/MCM	
	线号	等效截面 mm <sup>2</sup>
0.2	24	0.205
—	22	0.324
0.5	20	0.519
0.75	18	0.82
1.0	—	—
1.5	16	1.3
2.5	14	2.1
4.0	12	3.3
6.0	10	5.3
10	8	8.4
16	6	13.3
25	4	21.2
35	2	33.6
50	0	53.5
70	00	67.4
95	000	85.0
—	0000	107.2
120	250 MCM	127
150	300 MCM	152
185	350 MCM	177
240	500 MCM	253
300	600 MCM	304

注：所出现的短划线,在考虑到连接容量时当作一个尺寸(见 4.3.8.8.2)。

附录 G  
(资料性附录)  
RCD 兼容性导则

G.1 RCD 型式的选择

根据电源电路和 RCD 的型式(A 型、AC 型或 B 型—见 IEC 60755), PDS 与 RCD/RCM 可以兼容或者不兼容(见 4.3.10)。如果在正常运行过程中或者在发生故障过程中可能引起具有一个直流分量的电流在保护接地导体中流动的电路没有用双重绝缘或加强绝缘与环境隔离,则认为 PDS 本身可能引起一个平滑的直流电流,因此它不与 A 型和 AC 型的 RCD 兼容。

当在 RCD 的下游使用 PDS 时,图 G.1 的流程图将有助于进行 RCD 型式的选择。

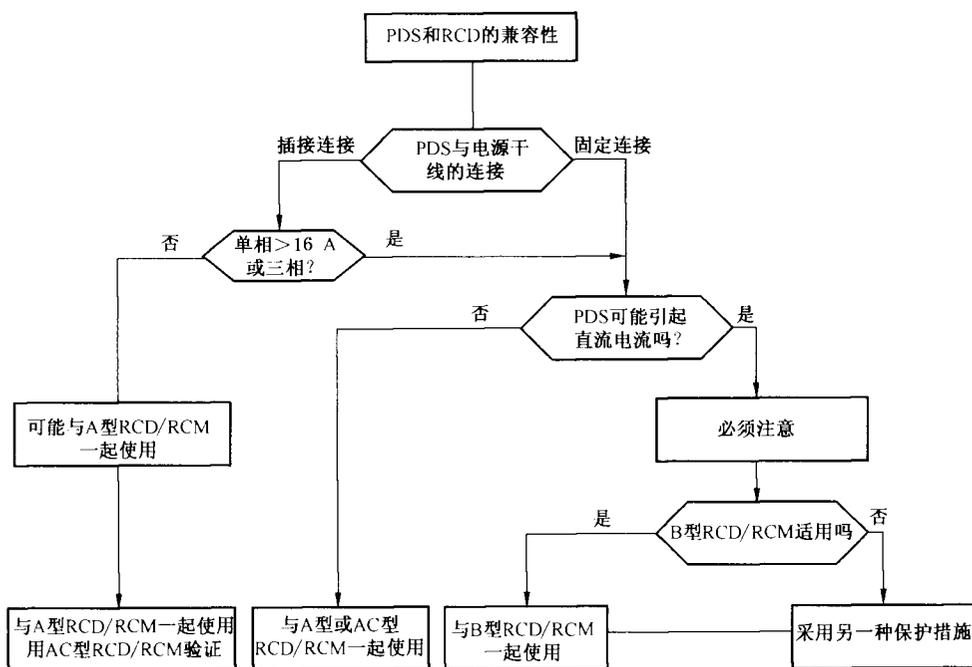
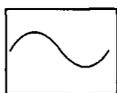
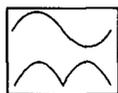


图 G.1 PDS 上游的 RCD/RCM 型式选择的流程图

适合于用不同剩余电流波形触发的 RCD 用如 IEC 60755 中所定义的下列符号标出:



AC 型:对交流电流敏感(适用于图 G.2 的电路 8 和 9);



A 型:对交流电流敏感和对脉冲电流敏感(适用于图 G.2 的电路 1、4、5、8、9);



B 型:对所有电流敏感(适用于图 G.2 的所有电路)。

G.2 故障电流波形

图 G.2 示出了不同 PDS 电路结构配置的典型故障电流波形,用来确定 RCD 的兼容性。

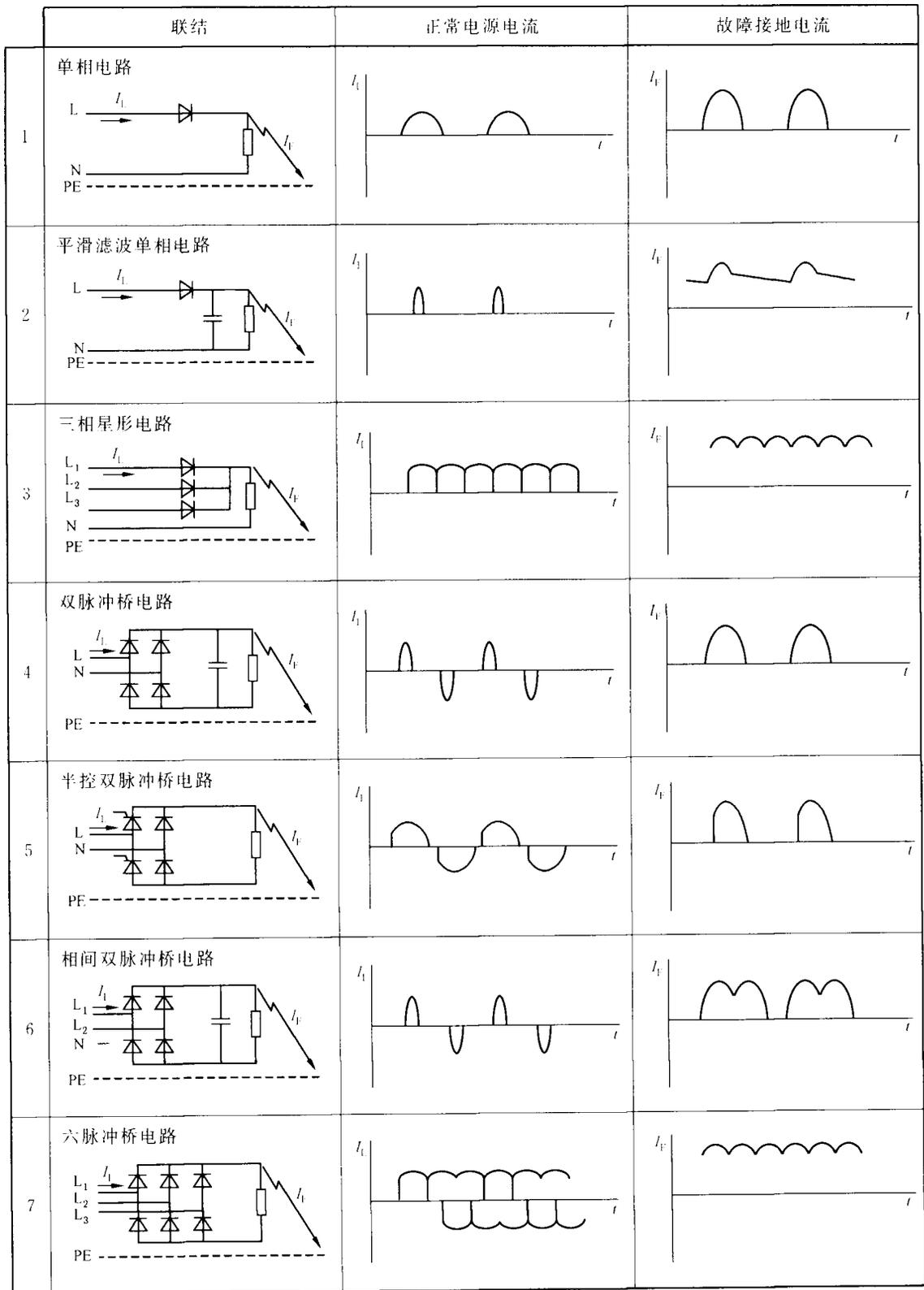


图 G.2 具有半导体器件的电路中的故障电流波形

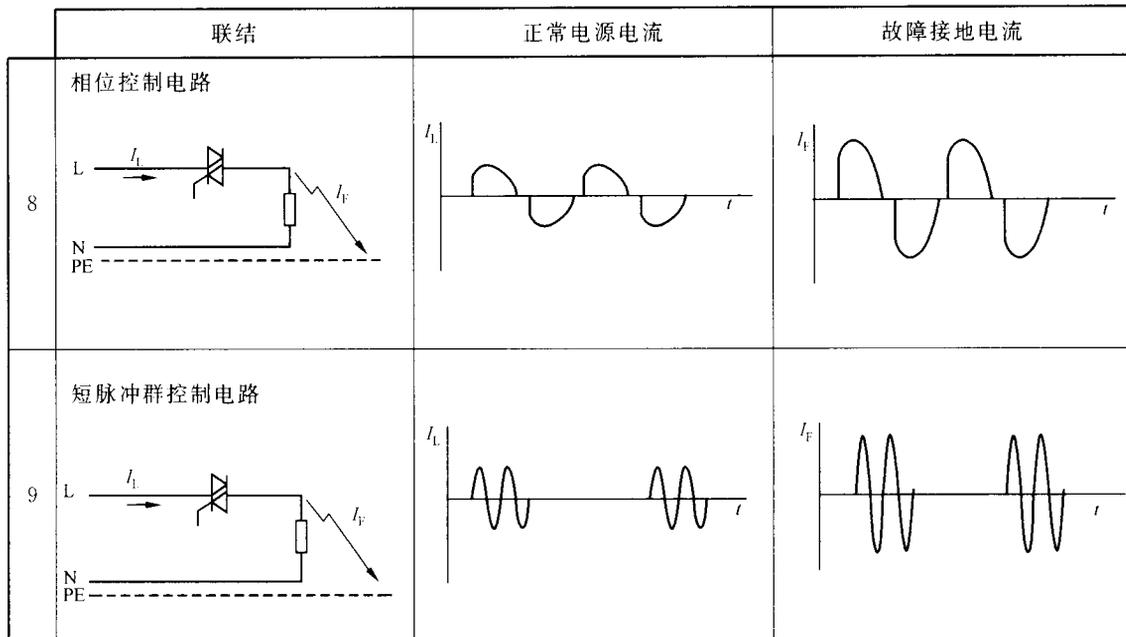
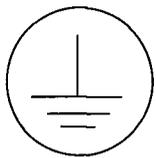
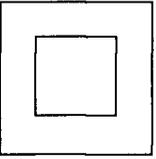
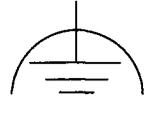


图 G.2 (续)

附 录 H  
(资料性附录)  
本部分中使用的符号

表 H.1 使用的符号

符 号	引用标准	说 明	分 条 款
	IEC 60417-5019 (2006-08)	保护接地	6.3.6.6
	IEC 60417-5172 (2003-02)	Ⅱ类(双重绝缘)设备	6.3.6.6
	IEC 60417-5018 (2006-10)	功能接地	6.3.6.6
	ISO 7000-0434 (2004-01)	小心	6.3.6.7
	IEC 60417-5041 (2002-10)	小心,高温表面	6.4.3.4
	IEC 60417-5036 (2002-10)	危险电压	6.5.2

附录 NA

(资料性附录)

与规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件

GB 755—2008 旋转电机 定额和性能(IEC 60034-1:2004, IDT)

GB/T 755.2—2003 旋转电机(牵引电机除外)确定损耗和效率的试验方法(IEC 60034-2:1972, IDT)

GB/T 997—2008 旋转电机结构型式、安装型式及接线盒位置的分类(IM 代码)(IEC 60034-7:2001, IDT)

GB 1971—2006 旋转电机 线端标志与旋转方向(IEC 60034-8:2002, IDT)

GB 1985—2004 高压交流隔离开关和接地开关(IEC 62271-102:2002, MOD)

GB/T 1993—1993 旋转电机冷却方法(IEC 60034-6:1991)

GB/T 2423.10—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Fc:振动(正弦)(IEC 60068-2-6:1995, IDT)

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

GB/T 2900.61—2008 电工术语 物理和化学[IEC 60050-(111):1996, MOD]

GB/T 2900.83—2008 电工术语 电的和磁的器件(IEC 60050-151:2001, IDT)

GB/T 2900.13—2008 电工术语 可信性与服务质量[IEC 60050(191):1990, Amend. 1:1999 And Amend. 2:2002, IDT]

GB/T 2900.70—2008 电器附件(IEC 60050-442:1998, IDT)

GB/T 2900.33—2004 电力电子技术(IEC 60050-551:1998, IDT)

GB/T 2900.50—2008 发电、输电及配电 通用术语(IEC 60050-601:1985, MOD)

GB/T 4365—2003 电工术语 电磁兼容[IEC 60050(161):1990, IDT]

GB/T 4728(所有部分) 电气简图用图形符号[IEC 60617(所有部分)]

GB/T 4942.1—2006 旋转电机整体结构的防护等级(IP 代码)-分级(IEC 60034-5:2000, IDT)

GB/T 5169.10—2006 电工电子产品着火危险试验 第10部分:灼热丝/热丝基本试验方法 灼热丝装置和通用试验方法(IEC 60695-2-10:2000, IDT)

GB/T 5169.13—2006 电工电子产品着火危险试验 第13部分:灼热丝/热丝基本试验方法 材料的灼热丝起燃性试验方法(IEC 60695-2-13:2000, IDT)

GB/T 5169.16—2008 电工电子产品着火危险试验 第16部分:试验火焰 50W 水平与垂直火焰试验方法(IEC 60695-11-10:2003, IDT)

GB/T 5169.17—2008 电工电子产品着火危险试验 第17部分:试验火焰 500W 火焰试验方法(IEC 60695-11-20:2003, IDT)

GB 5226.3—2005 机械安全 机械电气设备 第11部分:电压高于1 000 V a. c. 或1 500 V d. c. 但不超过36 kV 的高压设备的技术条件(IEC 60204-11:2000, IDT)

GB/T 5321—2005 量热法测定电机的损耗和效率(IEC 60034-2A:1974, IDT)

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

IEC 60417 电气设备用图形符号

GB/T 7064—2008 隐极同步发电机技术要求(IEC 60034-3:2007, MOD)

GB/T 7409.3—2007 同步电机励磁系统 大、中型同步发电机励磁系统技术要求(IEC 60034-16-

3:1996,NEQ)

GB/T 7894—2001 水轮发电机基本技术条件(IEC 60034-1:1996,NEQ)

GB 10068--2008 轴中心高为 56 mm 及以上电机的机械振动 振动的测量、评定及限值(IEC 60034-14:2007,IDT)

GB 10069.3--2008 旋转电机噪声测定方法及限值 第 3 部分:噪声限值(IEC 60034-9:2007,IDT)

GB/T 11918--2001 工业用插头插座和耦合器 第 1 部分:通用要求(IEC 60309-1:1999,IDT)

GB/T 11919—2001 工业用插头插座和耦合器 第 2 部分:带插销和插套的电器附件的尺寸互换性要求(IEC 60309-2:1999,IDT)

GB/T 12668.1—2002 调速电气传动系统 第 1 部分:一般要求 低压直流调速电气传动系统额定值的规定(IEC 61800-1:1997,IDT)

GB/T 12668.2--2002 调速电气传动系统 第 2 部分:一般要求 低压交流变频电气传动系统额定值的规定(IEC 61800-2:1998,IDT)

GB/T 12668.4--2006 调速电气传动系统 第 4 部分:一般要求 交流电压 1 000 V 以上但不超过 35 kV 的交流调速电气传动系统额定值的规定(IEC 61800-4:2002,IDT)

GB/T 13002—2008 旋转电机 热保护(IEC 60034-11:2004,IDT)

GB/T 14048.7--2006 低压开关设备和控制设备 第 7-1 部分:辅助器件 铜导体的接线端子排(IEC 60947-7-1:2002,MOD)

GB/T 14048.8—2006 低压开关设备和控制设备 第 7-2 部分:辅助器件 铜导体的保护导体接线端子排(IEC 60947-7-2:2002,MOD)

GB/T 16273.1—2008 设备用图形符号 第 1 部分:通用符号(ISO 7000:2004,NEQ)

GB/T 16895.1—2008 低压电气装置 第 1 部分:基本原则、一般特性评估和定义(IEC 60364-1:2005 Ed. 4.0,IDT)

GB/T 16927.1--1997 高电压试验技术 第 1 部分:一般试验要求(eqv IEC 60060-1:1989)

GB/T 17948--2003 旋转电机绝缘结构功能性评定 总则(IEC 60034-18-1:1992,IDT)

GB/T 17948.1—2000 旋转电机绝缘结构功能性评定 散绕组试验规程 热评定与分级(IEC 60034-18-21:1992)

GB/T 17948.2--2006 旋转电机绝缘结构功能性评定 散绕组试验规程 变更和绝缘组分替代的分级(IEC 60034-18-22:2000,IDT)

GB/T 17948.3--2006 旋转电机绝缘结构功能性评定 成型绕组试验规程 50 MVA、15 kV 及以下电机绝缘结构热评定和分级(IEC 60034-18-31:1992,IDT)

GB/T 17948.4—2006 旋转电机绝缘结构功能性评定 成型绕组试验规程 50 MVA、15 kV 及以下电机绝缘结构电评定(IEC TS 60034-18-32:1995,IDT)

GB/T 17948.5--2007 旋转电机绝缘结构功能性评定 成型绕组试验规程 多因子功能性评定 50 MVA、15 kV 及以下电机绝缘结构热、电综合应力耐久性(IEC 60034-18-33:1995,IDT)

GB/T 17948.6—2007 旋转电机绝缘结构功能性评定 成型绕组试验规程 绝缘结构热机械耐久性评定(IEC 60034-18-34:2000,IDT)

GB 19214--2008 电器附件 家用和类似用途剩余电流监视器(IEC 62020:2003,IDT)

GB/T 20114--2006 普通电源或整流电源供电直流电机的特殊试验方法(IEC 60034-19:1995,IDT)

GB/T 20161--2008 变频器供电的笼型感应电动机应用导则(IEC 60034-17:2006,IDT)

GB/T 20638—2006 步进电动机通用技术条件(IEC 60034-20-1:2002,IDT)

**GB 12668.501—2013/IEC 61800-5-1:2007**

GB/T 21205—2007 旋转电机整修规范(IEC 60034-23:2003, IDT)

GB/T 21209—2007 变频器供电笼型感应电动机设计和性能导则(IEC 60034-25:2004, IDT)

GB/T 21210—2007 单速三相笼型感应电动机起动性能(IEC 60034-12:2002, IDT)

GB/T 22713—2008 不平衡电压对三相笼型感应电动机性能的影响(IEC 60034-26:2006, IDT)

GB/T 22715—2008 交流电机定子成型线圈耐冲击电压水平(IEC 60034-15:1995, IDT)

GB/T 22720.1—2008 旋转电机 电压型变频器供电的旋转电机 I型电气绝缘结构的鉴别和型式试验(IEC 60034-18-41:2006, IDT)

GB/T 23640—2009 往复式内燃机(RIC)驱动的交流发电机(IEC 60034-22:1996, IDT)

## 参 考 文 献

- [1] GB T 311.2—2013 绝缘配合 第2部分:使用导则(IEC 60071-2:1996)
- [2] GB T 2900.71—2008 电工术语 电气装置(IEC 60050-826:2004)
- [3] GB T 2900.73—2008 电工术语 接地与电击防护(IEC 60050-195:1998)
- [4] GB T 5169.11—2006 电工电子产品着火危险试验 第11部分:灼热丝/热丝基本试验方法 成品的灼热丝可燃性试验方法(IEC 60695-2-11:2000)
- [5] GB T 5169.12—2006 电工电子产品着火危险试验 第12部分:灼热丝/热丝基本试验方法 材料的灼热丝可燃性试验方法(IEC 60695-2-12:2000)
- [6] GB T 17045—2008 电击防护 装置和设备的通用部分(IEC 61140:2001)
- [7] GB T 17627.1—1998 低压电气设备的高电压试验技术 第1部分:定义和试验要求(IEC 61180-1:1992)
- [8] GB T 18802.12—2006 低压配电系统的电涌保护器(SPD) 第12部分:选择和使用导则(IEC 61643-12:2002)
- [9] GB T 19678—2005 说明书的编制 构成、内容和表示方法(IEC 62079:2001)
- [10] IEC 60034-9 Rotating electrical machines—Part 9:Noise limits
- [11] IEC 60071(all parts) Insulation co-ordination
- [12] IEC 60071-1:2006 Insulation co-ordination—Part 1:Definitions, principles and rules
- [13] IEC 60146-1-1 Semiconductor converters—General requirements and line commutated converters—Part 1-1:Specification of basic requirements
- [14] IEC 60309-1 Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes—Part 1:General requirements
- [15] IEC 60364-4-41 Low voltage electrical installations—Part 4-41:Protection for safety—Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances
- [16] IEC 60664(all parts) Insulation coordination for equipment within low-voltage systems (all parts)
- [17] IEC 60721(all parts) Classification of environmental conditions
- [18] IEC 61082(all parts) Preparation of documents used in electrotechnology
- [19] IEC 61189-2 Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies—Part 2:Test methods for materials for interconnection structures
- [20] IEC 61800-3:2001 Adjustable speed electrical power drive systems—Part 3:EMC requirements and specific test methods
- [21] IEC 62103:2003 Electronic equipment for use in power installations
-

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
调速电气传动系统  
第 5-1 部分:安全要求  
电气、热和能量

GB 12668.501—2013 IEC 61800-5-1:2007

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100013)  
北京市西城区三里河北街 16 号(100015)

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

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235  
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 6.25 字数 180 千字  
2014 年 4 月第一版 2014 年 4 月第一次印刷

\*

书号:155066·1-47988 定价 81.00 元

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



GB 12668.501-2013