

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..... 11

 5.2 试验技术要求..... 14

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、北京金自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 60664-4:2005 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等组成的传动系统,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。

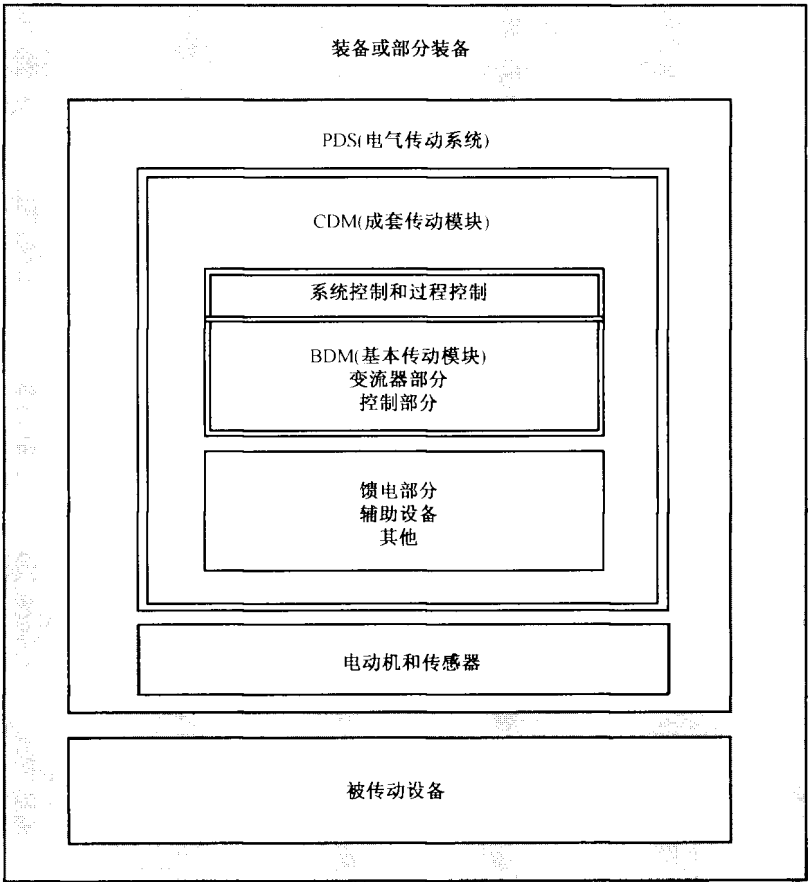


图 1 装备内 PDS 的硬件配置

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	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 ^a	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。			
^a 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 ^a	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 ^b	1 500	
D	> 1 000	> 4 500	> 1 500	
^a 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。 ^b 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

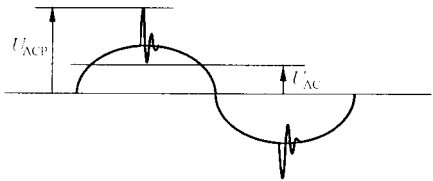
所考虑电 路的 DVC	所需的 直接接触防护	与接地部分 的绝缘	与未接地外露导 电部分的绝缘	与 DVC 如下的相邻电路的绝缘			
				A	B	C	D
A	否	a *	a	f *	b	p	p
B	是	b	p		b	p	p
C	是	b	p			b	p
D	是	b	p				b
a——绝缘不是安全所必需的,但由于功能原因可能是所需要的; * —— 如果规定所考虑的电路为 SELV 电路,则需要与地并与 PELV 电路的基本绝缘; f ——较高电压电路用功能性绝缘; b——较高电压电路用基本绝缘; p ——较高电压电路用保护隔离; —— 如果是通过较高电压电路所用的基本绝缘或补充绝缘,将直接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

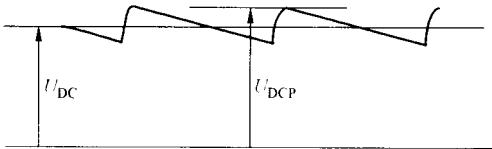
工作电压有一个 U_{AC} 的方均根值和一个 U_{ACP} 的重复峰值。

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:

—— $U_{DC} \leq U_{DCL}$;

—— $U_{DCP} \leq 1.17 \times U_{DCL}$ 。

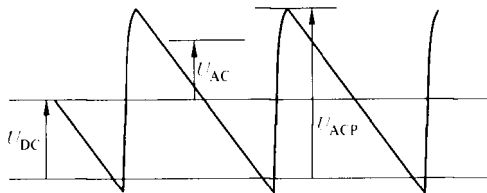
4.3.1.4.4 脉冲工作电压(见图 4)

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:

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

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



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			
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; I₁ —— 基本绝缘用间隙; I₂ —— 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_{XXB} 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_{3X} 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_{XXA};
- 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_{XXB};
- 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 μC 。

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;

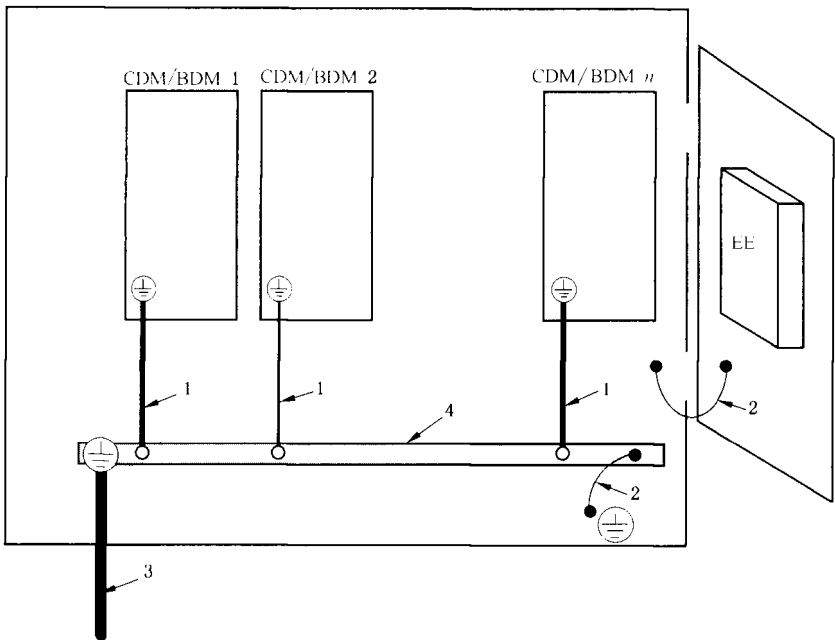
通过一根专用保护联结导体;

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。

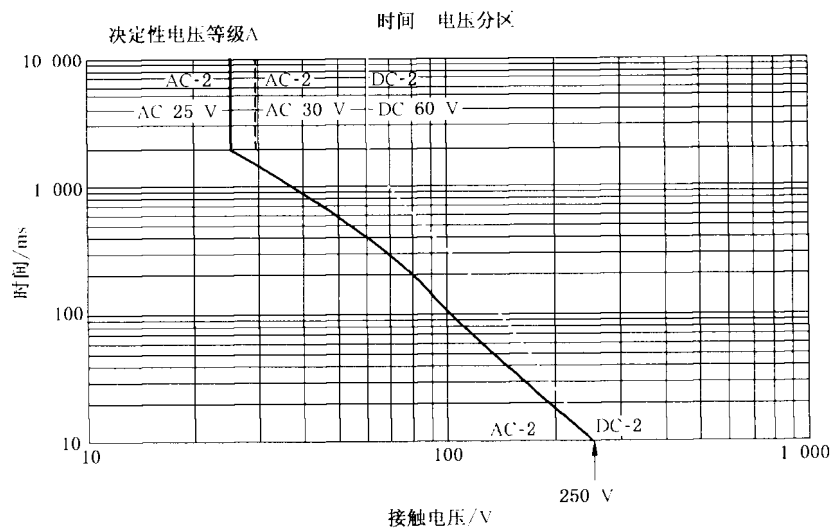
另一方面,保护联结可以设计成符合 4.3.5.3.3 的阻抗要求。

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 _p mm
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	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 mm²，在有机机械损伤防护的情况下；或者
- 4 mm²，在无机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^2 (铜线)或 16 mm^2 (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^2 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 不工作时会有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 60364-4-14 和 IEC 60664-1)用于由电源干线供电的设备。分下列

1 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 ^a	16 000	20 000 ^b	40 000 ^b	14 150/40 000 ^b
7 200	17 500	29 000	40 000 ^b	60 000 ^b	28 300/20 000 ^b
12 000	29 000 ^a	42 500 ^a	60 000 ^b	75 000 ^b	39 600/28 000 ^b
17 500	40 000	55 000	75 000 ^b	95 000 ^b	53 750/38 000 ^b
24 000	52 000 ^a	75 000	95 000 ^b	125 000 ^b	70 700/50 000 ^b
36 000	75 000	95 000	125 000 ^b	145 000 ^b	99 000/70 000 ^b
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。					
^a 这些值是从 IEC 60071-1:2006 的表 2 得出或外推出来的。					
^b 这个值引自 IEC 60146-1-1 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