



# 中华人民共和国国家标准

GB 5226.1—2002/IEC 60204-1:2000  
代替 GB/T 5226.1—1996

---

## 机械安全 机械电气设备 第 1 部分：通用技术条件

Safety of machinery—Electrical equipment of machines—  
Part 1: General requirements

(IEC 60204-1:2000, IDT)

2002-10-08 发布

2003-10-01 实施

中华人民共和国  
国家质量监督检验检疫总局 发布

## 目 次

前言 .....	V
IEC 前言 .....	VI
引言 .....	VII
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 定义 .....	3
4 基本要求 .....	8
4.1 一般原则 .....	8
4.2 电气设备的选择 .....	9
4.3 电源 .....	9
4.4 实际环境和运行条件 .....	10
4.5 运输和存放 .....	11
4.6 设备搬运 .....	11
4.7 安装和操作 .....	11
5 引入电源线端接法和切断开关 .....	11
5.1 引入电源线端接法 .....	11
5.2 连接外部保护接地系统的端子 .....	11
5.3 电源切断(隔离)开关 .....	12
5.4 防止意外起动的断开器件 .....	13
5.5 断开电气设备的器件 .....	13
5.6 对未经允许、疏忽和错误连接的防护 .....	14
6 电击的防护 .....	14
6.1 概述 .....	14
6.2 直接接触的防护 .....	14
6.3 间接接触的防护 .....	15
6.4 采用 PELV 作防护 .....	16
7 电气设备的保护 .....	17
7.1 概述 .....	17
7.2 过电流保护 .....	17
7.3 电动机的过载保护 .....	18
7.4 异常温度的保护 .....	19
7.5 对电源中断或电压降落随后复原的保护 .....	19
7.6 电动机的超速保护 .....	19
7.7 接地故障/残余电流保护 .....	19
7.8 相序保护 .....	19
7.9 闪电和开关浪涌引起过电压的防护 .....	19

8	等电位接地	19
8.1	概述	19
8.2	保护接地电路	20
8.3	工作接地	22
9	控制电路和控制功能	22
9.1	控制电路	22
9.2	控制功能	23
9.3	联锁保护	26
9.4	故障情况的控制功能	27
10	操作板和安装在机械上的控制器件	28
10.1	总则	28
10.2	按钮	28
10.3	指示灯和显示器	29
10.4	光标按钮	30
10.5	旋动控制器件	30
10.6	起动器件	30
10.7	急停器件	30
10.8	紧急断开器件	31
10.9	显示器	31
11	电子设备	31
11.1	概述	31
11.2	基本要求	31
11.3	可编程序设备	32
12	控制设备:位置、安装和电柜	32
12.1	一般要求	32
12.2	位置和安装	32
12.3	防护等级	33
12.4	电柜、门和通孔	33
12.5	控制设备通道	34
13	导线和电缆	34
13.1	一般要求	34
13.2	导线	34
13.3	绝缘	35
13.4	正常工作时的载流容量	35
13.5	导线和电缆的电压降	35
13.6	最小截面积	36
13.7	软电缆	36
13.8	汇流线、汇流排和汇流环	37
14	配线技术	38
14.1	连接和布线	38
14.2	导线的标识	39
14.3	电柜内配线	40
14.4	电柜外配线	40

14.5 通道、接线盒与其他线盒	41
15 电动机及有关设备	43
15.1 一般要求	43
15.2 电动机外壳	43
15.3 电动机尺寸	43
15.4 电动机架与隔间	43
15.5 电动机选择的依据	43
15.6 机械制动器用保护器件	43
16 附件和照明	43
16.1 附件	43
16.2 机械和电气设备的局部照明	44
17 标记、警告标志和项目代号	44
17.1 概述	44
17.2 警告标志	44
17.3 功能识别	45
17.4 控制设备的标记	45
17.5 项目代号	45
18 技术文件	45
18.1 概述	45
18.2 提供的资料	45
18.3 适用于所有文件的要求	46
18.4 基本信息	46
18.5 安装图	46
18.6 框图(系统图)和功能图	46
18.7 电路图	47
18.8 操作说明书	47
18.9 维修说明书	47
18.10 元器件清单	47
19 试验和检验	47
19.1 概述	47
19.2 保护接地电路的连续性	48
19.3 绝缘电阻检验	48
19.4 耐压试验	48
19.5 残余电压的防护	48
19.6 功能试验	48
19.7 重复试验	48
附录 A(资料性附录) 本部分涉及的机械示例	49
附录 B(资料性附录) 机械电气设备查询表	51
附录 C(资料性附录) 机械电气设备中导线和电缆的载流容量和过电流保护	53
附录 D(资料性附录) 紧急操作功能说明	57
附录 E(资料性附录) 文献目录	58
附录 F(资料性附录) 本部分使用指南	59
索引	61

图 1 典型制造系统的框图 .....	VI
图 2 典型机械的框图 .....	VI
图 3 机械电气设备等电位接地示例 .....	20
图 C.1 导线和电缆的安装方法 .....	53
表 1 外部保护铜导线的最小截面积 .....	12
表 2 按钮操动器的颜色代码及其含义 .....	29
表 3 指示灯的颜色及其相对于机械状态的含义 .....	30
表 4 正常和短路条件下导线允许的最高温度 .....	34
表 5 稳态条件下环境温度 40℃时,采用不同敷设方法的 PVC 绝缘铜导线或电缆的载流 容量( $I_z$ ) .....	35
表 6 铜导线的最小截面积 .....	36
表 7 绕在电缆盘上的电缆用减额系数 .....	37
表 8 强迫导向时软电缆允许的最小弯曲半径 .....	41
表 9 保护接地电路连续性的检验 .....	48
表 C.1 修正系数 .....	53
表 C.2 集聚安装减额系数 .....	54
表 C.3 10 mm <sup>2</sup> 以下(含 10 mm <sup>2</sup> )多芯电缆减额系数 .....	54
表 C.4 导线的分类 .....	54
表 F.1 应用选择 .....	60

## 前 言

本部分的第1章、第2章、第3章、第4.4.2条、第12.2.1条、第12.5条、第18章(不含18.2)为推荐性的,其余为强制性的。

GB 5226《机械安全 机械电气设备》分为如下几部分:

- 第1部分:通用技术条件
- 第11部分:交流电压高于1 000 V或直流电压高于1 500 V但不超过36 kV的通用技术条件
- 第31部分:缝纫机械、单元和系统的特殊要求
- 第32部分:起重机械通用技术条件

本部分为GB 5226的第1部分,对应于IEC 60204-1:2000《机械安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件》(第4.1版),本部分与IEC 60204-1的一致性程度为等同。

本部分代替GB/T 5226.1—1996《工业机械电气设备 第1部分:通用技术条件》。

本部分在技术内容上与GB/T 5226.1—1996之间主要差异如下:

- 标准的属性由推荐性变为条文强制性。
- 标准名称改为《机械安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件》;
- 标准适用范围扩大为机械电气设备而不只限于工业机械电气设备;
- 对车载电源作了规定;
- 提出防止出现危险触摸电位的要求;
- 要求防护浪涌过电压;
- 规定了无线控制的要求;
- 规定了紧急操作功能的含义及应用;
- 增加电缆的要求,内容包括电缆的分类、机械性能、载流容量及安装等;
- 删去控制接口一章(GB/T 5226.1—1996年版的第11章);
- 增加附录F,本部分使用指南。

从本部分实施之日起,同时代替GB/T 5226.1—1996。

本部分的附录A、附录B、附录C、附录D、附录E和附录F为资料性附录。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国工业机械电气系统标准化技术委员会归口(CSBTS/TC 231)。

本部分起草单位:北京机床研究所,中国九川电器有限公司和建设部长沙建设机械研究院。

本部分主要起草人:孙涓、黄麟、黄祖广。

本部分的代替标准的历次版本发布情况:

JB 2738—1980、GB 5226—1985、GB/T 5226.1—1996。

## IEC 前言

- 1) IEC(国际电工委员会)是由各国家电工委员会(IEC 国家委员会)组成的世界标准化组织。IEC 的宗旨是促进电气和电子领域有关标准化所有问题的合作。为此目的和其他活动的需要,IEC 出版国际标准。标准的制定委托给技术委员会,任何 IEC 国家委员会对所涉及题目感兴趣均可参加其制定工作。与 IEC 有联系的国家政府和非政府组织,也可参加标准的制定工作。IEC 和国际标准化组织(ISO)按照两个组织商定的条件密切合作。
- 2) IEC 关于技术问题的决定或协议,是由特别关心这些问题的所有国家委员会代表出席的技术委员会所制定,对所述及的问题尽可能表达国际的一致意见。
- 3) 文件以推荐的方式供国际使用,以标准、技术说明书、技术报告或指南的形式出版,并在这种意义上为各国家委员会所接受。
- 4) 为了促进国际统一,IEC 国家委员会有责任将 IEC 国际标准最大限度地应用于他们的国家和地区标准。IEC 标准与其相应的国家或地区标准间任何差异均应在国家标准或地区标准中明确指出。
- 5) IEC 对任何声称符合 IEC 标准的设备不提供表示批准的标志方法也不对其负责。
- 6) 值得注意的是本部分中有些元件可能涉及专利权。IEC 将不负责鉴定任何或所有这类专利权。本部分是由 IEC/TC 44:机械安全-电工技术委员会制定的。

IEC 60204-1 的第 4 版代替 1992 年发布的第 3 版。第 4 版综合第 3 版的资料及规定机械通用技术条件的修正案。机械还包括活动机械和复杂(如大型)机械装置。

IEC 60204-1 的合并版本是基于 1997 年发布的第 4 版[文件 44/205/FDIS 和 44/211/RVD]、1998 年 3 月勘误表和 1999 年第 1 号修正案[文件 44/247/FDIS 和 44/256/RVD]。

本部分的版本号为 4.1。

页边垂线表示该处基础出版物已通过 1 号修正案修改过<sup>1)</sup>。

附录 A、B、C、D、E 和 F 为资料性附录。

本部分已包括 1998 年 3 月勘误表的内容。

某些国家存在下列不同:

- 4.3.1:公共配电系统供电的电压特性由 EN 50160:1994《公共配电系统供电的电压特性》规定(欧洲)。
- 7.2.3:TN-S 系统强制断开中线(法国)。
- 10.7.2:非锁住急停装置与单独复位装置配合使用被认为是可接受的常用方法(美国)。
- 13.6 表 6:铜导线截面按照美国线规(AWG)来规定(美国)。
- 14.2.2:保护导线的颜色标识,绿色(带或不带黄色条纹)与黄/绿双色组合等效(美国和加拿大)。
- 14.2.3:接地中线用白色或天然灰标识代替浅蓝色标(美国和加拿大)。
- 14.2.4:用黄色代替橙色的用途(美国)。

---

1) 1 号修正案增加了附录 F,英文版在目录及引言中对准有“附录 F”的右页边和“附录 F 全文”的右页边画垂线,以示 4.0 与 4.1 版的区别。

## 引 言

本部分对机械电气设备提出技术要求和建议,以便促进提高:

- 人员和财产的安全性;
- 控制响应的一致性;
- 维护的便利性。

不宜牺牲上述基本要素来获取高性能。

例如,一组机械用于零散零部件生产制造,这样的批量生产机械、制造系统或制造单元的故障会引起严重经济损失。

图 1 和图 2 有助于理解一台机械各个环节及其相关设备间的关系。图 1 所示是某典型制造系统(以协同方式共同工作的一组机械)的总框图,图 2 为某典型机械和关联设备的框图,它示出本部分所涉及电气设备的各个环节。从图 1 和图 2 可看出所有各环节包括安全防护装置、切削/夹紧、软件和文件共同构成该机械,而且一台以上机械至少通过一级监控共同工作,构成制造系统或制造单元。

本部分使用指南见附录 F。

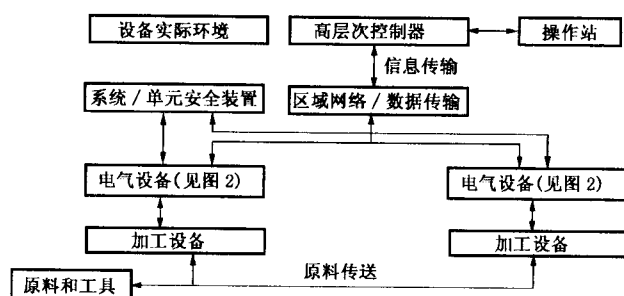


图 1 典型制造系统的框图

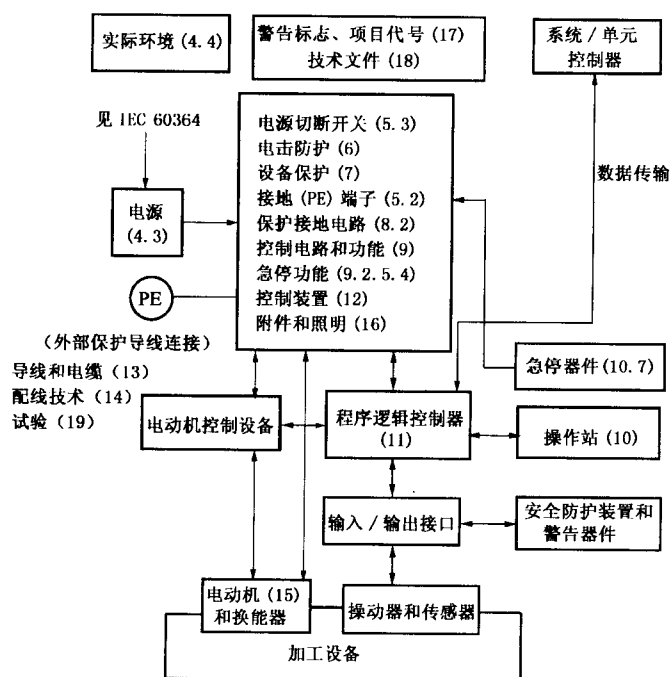


图 2 典型机械的框图



# 机械安全 机械电气设备

## 第1部分:通用技术条件

### 1 范围

本部分适用于机械(包括协同工作的一组机械)的电气和电子设备及系统,而不适用于手提工作式机械和高级系统(如系统间通信)的电气和电子设备及系统。

注1:本部分中的“电气”一词包括电气和电子两方面(如电气设备是指电气设备和电子设备)。

注2:就本部分而言,“人”(person)一词泛指任何个人包括受用户或其代理指派,使用和管理上述机械的人。

本部分所论及的设备是从机械电气设备的电源引入处开始的(见5.1)。

注3:建筑物电气装置的要求见IEC 60364。

本部分适用的电气设备或电气设备部件,其额定电压不超过1 000 V a. c. 或1 500 V d. c. , 额定频率不超过200 Hz。对于较高电压或频率,需满足特殊要求。

本部分是通用标准,不限制或阻碍技术进步。它不包括所有技术要求(如保护、联锁或控制),这些要求是其他标准或规则为保障人身免遭非电气伤害所需要的。对有特殊要求的各种类型机械对安全性可提出特殊要求。

本部分具体适用于(但不限于)3.33所定义的机械电气设备(附录A所列举的机械,其电气设备属本部分范围)。

下述机械的电气设备可以附加特殊技术要求:

- 露天(即建筑物或其他防护结构的外部)机械;
- 使用、处理或生产易爆材料(如油漆或锯末)的机械;
- 易爆易燃环境中使用的机械;
- 当加工或使用某种材料时会增加特殊危险性的机械;
- 矿山机械;
- 缝纫机械、装置和系统(包括在IEC 60204-31中);
- 起重机械(包括在IEC 60204-32中)。

直接用电能作为加工手段的动力电路不属于本部分的范围。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过GB 5226的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB 755—2000 旋转电机 定额和性能(idt IEC 60034-1:1996)

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

GB/T 3859.1—1993 半导体变流器 基本要求的规定(eqv IEC 60146-1-1:1991)

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

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

GB/T 4728 电气图用图形符号(GB/T 4728.1—1985、GB/T 4728.2 ~ 4728.3—1998、

**GB 5226.1—2002/IEC 60204-1:2000**

GB/T 4728.4~1999、GB/T 4728.5~4728.8—2000、GB/T 4728.9~4728.10—1999、GB/T 4728.11—2000、GB/T 4728.12~4728.13—1996, idt IEC 60617-1~60617-13:1996)

GB/T 4772.1—1999 旋转电机尺寸和输出功率等级 第1部分:机座号 56-400 和凸缘号 55-1080 (idt IEC 60072-1:1991)

GB/T 4772.2—1999 旋转电机 尺寸和输出功率等级 第2部分:机座号 355-1000 和凸缘号 1180-2360 (idt IEC 60072-2:1990)

GB/T 4942.1—2001 旋转电机外壳防护等级(IP代码)(idt IEC 60034-5:1991)

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

GB/T 6988 电气技术用文件的编制(GB/T 6988.1—1997, idt IEC 61082-1:1991;  
GB/T 6988.2—1997, idt IEC 61082-2:1993; GB/T 6988.3—1997, idt IEC 61082-3:1993)

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

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

GB/T 13002—1991 旋转电机装入式热保护 旋转电机的保护规则(eqv IEC 60034-11:1978)

GB 13028—1991 隔离变压器和安全隔离变压器 技术要求(eqv IEC 60742:1983)

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

GB 14048.5—1993 低压开关设备和控制设备 第5-1部分 控制电路电器和开关元件 机电式控制电路电器(eqv IEC 60947-5-1:1990)

GB 14048.7—1998 低压开关设备和控制设备 辅助电器 第1部分 铜导体接线端子排(eqv IEC 60947-7-1:1989)

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

GB/T 15706.1—1995 机械安全 基本概念与设计通则 第1部分:基本术语、方法学(eqv ISO/TR 12100-1:1992)

GB/T 15969.1—1995 可编程序控制器 第1部分:一般要求(eqv IEC 61131-1:1992)

GB/T 15969.2—1995 可编程序控制器 第2部分:设备技术要求和测试(eqv IEC 61131-2:1992)

GB 16895.3—1997 建筑物电气装置 第5部分:电气设备的选择和安装 第54章:接地配置和保护导体(idt IEC 60364-5-54:1980)

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

GB/T 18380.1—2001 电缆在火焰条件下的燃烧试验 第一部分:单根绝缘电线或电缆的垂直燃烧试验方法(idt IEC 60332-1:1993)

ISO 3864:1984 安全色和安全标志

ISO 7000:1989 设备使用的图形标志一览表

IEC 60050(191):1990 国际电工词汇(IEV)——191章:可靠性和可维修性

IEC 60050(826):1982 国际电工词汇(IEV)——826章:建筑物电气装置

IEC 60073:1996 人机接口、标志和标识的基本安全通则——指示器和操动器的标记原则

IEC 60076-5:1976 电力变压器 第5部分:承受短路的能力

IEC 60204-31:1996 机械电气设备 第31部分:缝纫机械、单元和系统的特殊要求

IEC 60309-1:1988 工业用插头、插座和耦合器 第1部分:一般要求

IEC 60364-4-46:1981 建筑物电气装置 第4部分:安全保护——第46章:隔离和切换

IEC 60364-4-47:1981 建筑物电气装置 第4部分:安全保护——第47章:安全保护措施的应用—

第 470 节:通则 471 节:电击保护措施

IEC 60364-4-473:1977 建筑物电气装置 第 4 部分:安全防护—第 47 章:安全防护措施的应用—第 473 节:过电流保护措施

IEC 60364-4-481:1993 建筑物电气装置 第 4 部分:安全防护—第 481 章:功能受外部影响时保护措施的选择—第 481 节:与外部影响有关的电击防护措施的选择

IEC 60364-5-523:1983 建筑物电气装置 第 5 部分:电气设备的选择和安装—第 52 章:配线系统—第 523 节:载流容量

IEC 60364-6-61:1986 建筑物电气装置 第 6 部分:检验—第 61 章:按照第 1 号修正案(1993)修正过的初始检验

IEC 60447:1993 人机接口(MMI)——操作原则

IEC 60536:1976 电工电子设备防触电保护分类

IEC 60621-3:1979 严酷条件(包括露天铁矿和采石场)下的户外电气设备—第 3 部分:设备和辅助设备的通用要求

IEC 60947-2:1995 低压开关设备和控制设备—第 2 部分:断路器

IEC 61346-1:1996 工业系统、装置、设备和工业产品—构成原则和标准表示法—第 1 部分:基本规则

### 3 定义

本部分采用下列定义:

#### 3.1

##### **操动器 actuator**

将外部操动力施加在操动系统上的部件。

[GB/T 2900.18—1992 中 3.3.48]

注 1:手柄、旋钮、按钮、滚轮、推杆操动器等。

注 2:有某些操作方式只要求起作用而不需外部作用力。

注 3:见 3.32。

#### 3.2

##### **环境温度 ambient temperature**

应用电气设备处的空气或其他介质的温度。

[IEV 826-01-04]

#### 3.3

##### **遮栏 barrier**

从各正常通道方向预防直接接触的部件。

[IEV 826-03-13]

#### 3.4

##### **电缆托架 cable tray**

一种底部为连续条状略向上折边但无罩的电缆支架。

注:电缆托架可穿孔或不穿孔。

[IEV 826-06-07]

#### 3.5

##### **电缆管道装置 cable trunking system**

由底座和可拆卸罩组成的封闭外壳装置,是包容绝缘电线、电缆、软线和其他电气设备的管道。

[IEV 826-06-04]

3.6

**联合引发 concurrent**

以联合形式起作用。用于下列情况：在操作条件下，同时存在两处或多处控制作用（但不一定同时动作）。

3.7

**导线管 conduit**

用于布线的管状部件，绝缘导线和电缆穿入其中且可更换。

注：导线管应紧密连接以使绝缘导线和/或电缆只能穿入管内而不允许穿到外侧。[IEV 826-06-03]

3.8

**(机械的)控制电路 control circuit(of a machine)**

用于控制机械和动力保护电路的电路。

3.9

**控制器件 control device**

连接在控制电路中用来控制机械工作的器件（如位置传感器、手控开关、继电器、电磁阀等）。

3.10

**控制设备 controlgear**

控制设备是一个通用术语，包括开关电器及其相关控制、测量、保护和调节设备的组合，也包括这些器件及设备与相关内部连接、辅助装置、外壳和支承结构的组合，一般用于消耗电能的设备的控制。

[GB/T 2900.18—1992 中 3.1.6]

3.11

**可控停止 controlled stop**

一旦控制已识别停止信号，指令信号就转换为零以停止机械运动，但在停止过程中保持机械致动机构的动力。

3.12

**数字的 digital**

采用离散信号工作，表示数码或其他字符的数据。

3.13

**直接接触 direct contact**

人或牲畜与带电部分的接触。

[IEV 826-03-05]

3.14

**管道 duct**

专用于放置和保护电线、电缆及母线的封闭管道。

注：通道类型包括导线管(3.7)、电缆管道装置(3.5)和地下线槽。

3.15

**电气工作区 electrical operating area**

电气设备用的隔间或位置，只限于熟练的或受过训练人员不用钥匙或工具就可以打开门或移去遮栏而靠近，电气工作区标有清晰的警告标志。

3.16

**电子设备 electronic equipment**

主要由电子器件和元件构成电路的电气设备部件。

3.17

**封闭电气工作区 enclosed electrical operating area**

电气设备用的隔间或位置,只限于熟练的或受过训练人员用钥匙或工具打开门或移去遮栏而靠近,电气工作区标有清晰的警告标志。

## 3.18

**外壳 enclosure**

为防护某些外来影响和防止任何方向直接接触而提供的设备防护部件。

[IEV 826-03-12]

注:取自现行IEV的定义,在本部分范围内需作如下解释(见GB 4208中3.1)。

- 1) 外壳为人或牲畜触及危险件提供保护;
- 2) 遮栏、孔型通道或用于防止或限制专用测试探头进入的任何其他装置,不论是附着在外壳上的还是由封闭的设备构成的,均可视为外壳的组成部分,除非它们不用钥匙或工具能移去。
  - 安装在机械上或独立于机械的柜体或箱体;
  - 由机械结构上的封闭空间构成的壁龛。

## 3.19

**设备 equipment**

设备是一个通用术语,包括材料、装置、器件、用具、卡具、仪器以及涉及电气装置或用于电气装置的零件。

## 3.20

**等电位连接 equipotential bonding**

把各个外露可导电部分和外部可导电部分电气上压接,达到实质的相等电位。

[IEV 826-04-09]

## 3.21

**外露可导电部分 exposed conductive part**

易触及的、平时不带电、但在故障情况下可能带电的电气设备的可导电部分。

注:电气设备中在故障情况下只有通过外露可导电部分才能带电的导体件,不认为是外露可导电部分。

[IEV 826-03-02]

## 3.22

**外部可导电部分 extraneous conductive part**

不是电气装置组成部分且易引入电位(通常是地电位)的导电部分。

[IEV 826-03-03]

## 3.23

**失效 failure**

执行某项规定能力的终结。

注1:失效后,该功能项有故障。

注2:“失效”是一个事件,而区别于作为一种状态的“故障”。

注3:本概念作为定义,不适用于仅有软件组成的功能项目。[IEC 60050(191):1990中191-04-01]

注4:实际上,故障和失效这两个术语经常作同位语用。

## 3.24

**故障 fault**

不能执行某规定功能的一种特征状态。它不包括在预防性维护和其他有计划的行动期间,以及因缺乏外部资源条件下不能执行规定功能。

注1:故障经常作为功能项本身失效的结果,但也许在失效前就已经存在。

注2:英语用的术语“fault”及其定义与IEC 60050(191):1990中191-05-01给出的等同。在机构领域,这一术语法语用“defaut”,德语用“Fehler”而不用术语“Panne”和“Fehlzustand”。

## 3.25

**防护装置 guard**

通过物体障碍方式专门用于提供防护的机械部分,按结构可称作壳、盖、屏、门、封闭保护装置等。  
[GB/T 15706.1—1995 中 3.22]

3.26

**危险 hazard**

有可能损伤或伤害健康的起源。

[GB/T 15706.1—1995 中 3.5]

3.27

**间接接触 indirect contact**

人或牲畜与故障情况下变为带电的外露可导电部分的接触。

[IEV 826-03-06]

3.28

**(电气)受过训练人员 (electrically)instructed person**

一个受电气熟练人员指导和培训,能够觉察风险和避免电气危险的人。

[IEV 826-09-02]

3.29

**(安全保护)联锁 interlock(for safeguarding)**

将防护装置或器件与控制系统互连和/或将全部或部分电能分配给机械的一种电路。

3.30

**极限装置 limiting device**

防止机械或机械要素不超出设计限度(如空间限度或压力限度)。

[GB/T 15706.1—1995 中 3.23.7]

3.31

**带电部分 live part**

正常工作时带电的导线或导电体,包括中性导体 N,但规定不含 PEN 导体。

注:本术语不一定含有电击危险的意思。[IEV 826-03-01]

3.32

**机械致动机构 machine actuator**

一种用于引起机械运动的动力机构。

3.33

**机械(机器) machinery(machine)**

由若干零、部件组合而成,其中至少有一个零件是可以运动的,并具有适当的机械操作执行机构、控制和动力电路等。它们的组合具有一定应用目的,如物料的加工、处理、搬运或包装等。机械这一术语也包括机器的组合,即将同一应用目的若干台机器安排、控制得如同一台完整机器那样发挥它们的功能。

机械也指可改变机械功能的可替换装置,这些装置投放市场(供应)的目的在于由操作者自己用一台机械或一些不同的机械或用牵引设备与其装配在一起,这种装置不是备件或工具。

3.34

**标记 marking**

元器件生产厂用于区分元器件类型的符号或铭牌。

3.35

**中性导体(符号 N) neutral conductor(symbol N)**

连接到系统中性点上并能提供传输电能的导体。

[IEV 826-01-03]

## 3.36

**阻挡物 obstacle**

用于防止无意的直接接触,但不能防止故意直接接触的一种部件。

[IEV 826-03-14]

## 3.37

**过电流 overcurrent**

超过额定值的各种电流。就导线而言额定值指载流容量。

[IEV 826-05-06]

## 3.38

**(电路的)过载 overload(of a circuit)**

过载是指无故障情况下电路超过满载值时,电路内时间与电流的关系。

注:过载不宜用作过电流的同义词。

## 3.39

**插头/插座组合 plug/socket combination**

电源插头和插座、电缆耦合器或器具耦合器应符合 IEC 60309-1:1988 的规定。

## 3.40

**(触头元件的)肯定断开操作 positive opening operation(of a contact element)**

开关的操动器规定的运动通过无弹性部件(即不采用弹簧)使触头断开。

[GB 14048.5—1993 中 3.1.2]

## 3.41

**动力电路 power circuit**

从电网向生产性操作的电气设备单元和控制电路变压器等供电的电路。

## 3.42

**保护接地电路 protective bonding circuit**

参与防护接地故障不良后果的完整的保护导线和导体件系统。

## 3.43

**保护导线 protective conductor**

防止电击措施中所需用的一种导线,用于下列部分之间的电气连接:

——外露可导电部分;

——外部可导电部分;

——总接地端子。

[IEV 826-04-05]

## 3.44

**冗余技术 redundancy**

多重器件或系统,用于确保一路失效时,另一路能有效地执行所要求的功能。

## 3.45

**项目代号 reference designation**

用于标识简图中的项目、表格、表图及设备的可区别开的代码。

## 3.46

**风险 risk**

在危险状态下,可能损伤或危害健康的概率和程度的综合。

[GB/T 15706.1 中的 3.7]

3.47

**安全工作步骤 safe working procedure**

一种减少风险的工作方法。

3.48

**安全防护装置 safeguard**

在安全功能中保护人们免受现存或即将发生的危害所使用的防护装置或保护器件。

3.49

**安全防护 safeguarding**

由专门安全防护装置构成的那些安全措施,当危险不能在设计上合理排除或充分限制时,起保护人身安全作用。

3.50

**维修站台 servicing level**

操作或维修电气设备时,维护人员通常站立的台面。

3.51

**短路电流 short-circuit current**

由于电路中的故障或连接错误造成的短路而引起的过电流。

[GB/T 2900.18—中 6.1.26]

3.52

**(电气)熟练人员 (electrically) skilled person**

有技术知识或充分经验,能够觉察风险和避免电气危险的人员。

[IEV 826-09-01]

3.53

**供方 supplier**

提供电气设备或与机械有关的辅助装置的一个实体(如制造厂、承包商、安装者、组装者)。

注:用户自己也可作为供方。

3.54

**开关电器 switching device**

用于接通或断开一个或几个电路电流的电器。

[GB/T 2900.18—1992 中 3.1.7]

注:开关器件可执行一个或两个这样的动作。

3.55

**端子 terminal**

提供器件与外部电路进行电气连接的一种导体件。

3.56

**不可控停止 uncontrolled stop**

通过切除机械致动机构、所有制动器或受激发的其他机械停止器件的动力来停止机械的运动。

3.57

**用户 user**

使用机械及其相关电气设备的实体。

**4 基本要求**

**4.1 一般原则**

本部分适用于各种机械和协同工作的机械群体的电气设备。



作为机械风险评价的整个技术要求的一部分,与电气设备危害有关的危险应进行评价。这将确定风险的可接受程度以及对可能遭受危害人员的必要保护措施,并要求机械及电气设备的性能保持在令人满意的水平。

事故起因有下列几种,但不限于这些:

- 电气设备失灵或损坏,从而导致电击或电火的发生;
- 控制电路(或者与其有关的元器件)失灵或损坏,从而导致机械误动作;
- 电源的干扰或故障,以及动力电路失灵、故障造成的机械误动作;
- 由于滑动或滚动接触的电路断开所引起的安全功能失效;
- 由电气设备外部或内部产生的电干扰(如电磁、静电、射频干扰);
- 能量的存储(电气或机械的);
- 噪声达到危害人员健康的程度。

安全措施包括设计阶段和要求用户配置的综合设施。

机械的设计和研制应首先考虑降低风险方面。在不能做到的场合应考虑安全防护及安全工作程序。安全防护包括使用防护装置和认识方法。

本部分推荐使用附录 B(资料性附录)的查询表以便于拟定用户和供方间的协议。协议是根据电气设备的有关基本条件和用户的附加技术要求而制定的,这些附加要求包括:

- 根据机械(或一组机械)的类型和使用,提出附加的安全要点;
- 便于维护或修理;
- 提高操作的可靠性和简易性。

#### 4.2 电气设备的选择

电气设备和器件应适应于它们预期的用途,并且应符合上述标准的规定。

#### 4.3 电源

##### 4.3.1 概述

电气设备应设计成能在下列电源条件下正常运行:

- 按 4.3.2 或 4.3.3 规定的电源条件;
- 按附录 B 由用户规定的电源条件;
- 专用电源(如车载发电机)由供方规定。

##### 4.3.2 交流电源

电压 稳态电压值为 0.9~1.1 倍额定电压。

频率 0.99~1.01 倍额定频率(连续的)。

0.98~1.02 倍额定频率(短时工作)。

注:短时工作频率偏差值可由用户自行规定(见附录 B)。

谐波 2~5 次畸变谐波总和不超过线电压方均根值的 10%;对于 6~30 次畸变谐波的总和允许最多附加线电压方均根值的 2%。

不平衡电压 三相电源电压负序和零序成分都不应超过正序成分的 2%。

电压中断 在电源周期的任意时间,电源中断或零电压持续时间不超过 3 ms,相继中断间隔时间应大于 1 s。

电压降 电压降不应超过大于 1 周期的电源峰值电压的 20%,相继降落间隔时间应大于 1 s。

##### 4.3.3 直流电源

由电池供电:

电压 0.85~1.15 倍额定电压。

0.7~1.2 倍额定电压(在用电池组供电的运输工具的情况下)。

电压中断时间 不超过 5 ms。

由换能装置供电:

电压 0.9~1.1 倍额定电压。

电压中断时间 不超过 20 ms,相继中断间隔时间应大于 1 s。

纹波电压(峰峰值) 不超过额定电压的 0.15 倍。

注:为了保证电气设备的正确工作,电源条件按 IEC 导则 106 变动。

#### 4.3.4 车载电源

专用电源系统(如车载发电机)可以超过 4.3.2 和 4.3.3 所规定的限值,设备应设计成在所提供的条件下能正常运行。

### 4.4 实际环境和运行条件

#### 4.4.1 概述

电气设备应适合在 4.4.2~4.4.8 规定的实际环境和运行条件中使用。当实际环境和运行条件与下文规定范围不符时,供方和用户可能有必要达成协议(见附录 B)。

#### 4.4.2 电磁兼容性(EMC)

电气设备产生的电磁骚扰不应超过其预期使用场合允许的水平。设备对电磁骚扰应有足够的抗扰度水平,以保证电气设备在预期使用环境中可以正确运行。

注 1: 欧洲标准 EN 50081 和 EN 50082-2<sup>1)</sup> 规定 EMC 通用发射限值和抗扰度限值。这些要求 IEC/TC 77 和 CISPR 也在考虑中。

注 2: 产品标准(如 GB 7251.1—1997)可以给出更具体的 EMC 要求。

电气设备采取下述措施,可以限制产生的骚扰:

- 在信号源处抑制,通过采用电容器、电感器、二极管、齐纳管、压敏电阻、有源器件或这些元件组合作用;
- 设备采用有电气连接的导电外壳作屏蔽,以此构成对其他设备的隔离。

应消除不应有的静电放电效应,以及放射电磁能和负荷馈线产生的骚扰,如采用合适的滤波器和时延,选用合适的电平,合理的布线形式等。

下述措施可以降低设备上的骚扰效应:

- 电路接参考电位:每个电路连接到接地平面(底板)的端子上(见图 3),用大截面绝缘导线连接到地(如用截面积至少 6 mm<sup>2</sup> 的 6 类导线(见表 C.4));
- 设备可导电结构件互连:可导电构件用尽可能短的大截面导体连接到公共点上。借助滑动触点或铰链连接导体件用大截面编织导体连接到设备外壳(见 8.3.3 和图 3);
- 布线规范:用静电屏蔽、电磁屏蔽、采用双绞线和电缆定向走线(如交叉电缆走线接近实际可行的 90°),必要时连接走线平行、接近接地平板,以尽量减少动力电缆对低电平控制布线的骚扰。
- 设备分离:把灵敏的设备(带有脉冲和/或低电平信号工作单元)同一些开关设备(电磁继电器,晶闸管等)分离、屏蔽或分离加屏蔽。低电平信号布线与控制电缆和动力电缆分开。

#### 4.4.3 环境空气温度

电气设备应能正常工作在预期使用环境空气温度 5℃~40℃ 范围内,对于非常热的环境(如热带气候、钢厂、造纸厂)及寒冷环境,需提出额外要求(见附录 B)。

#### 4.4.4 湿度

当最高温度为 40℃,相对湿度不超过 50% 时,电气设备应能正常工作。温度低则允许高的相对湿度(如 20℃ 时为 90%)。

要求采取正确的电气设备设计来防止偶然性凝露的有害影响,必要时采用适当的附加设施(如内装加热器、空调器、排水孔)。

1) IEC 61000-6-3:1996 和 IEC 61000-6-2:1999 分别采用欧洲标准 EN 50081 和 EN 50082-2 制定。

#### 4.4.5 海拔高度

电气设备应能在海拔高度 1 000 m 以下正常工作。

#### 4.4.6 污染

电气设备应适当保护,以防固体物和液体的侵入(见 12.3)。

若电气设备安装处的实际环境中存在污染物(如灰尘、酸类物、腐蚀性气体、盐类物)时,供方与用户可能有必要达成专门协议(见附录 B)。

#### 4.4.7 离子和非离子辐射

当设备受到辐射时(如微波、紫外线、激光、X 射线),应采取附加措施,以避免误动作和加速绝缘的老化。供方与用户可能有必要达成专门协议(见附录 B)。

#### 4.4.8 振动、冲击和碰撞

应通过选择合适的设备,将它们远离振源安装或采取附加措施,以防止(由机械及其有关设备产生或实际环境引起的)振动、冲击和碰撞的不良影响。供方与用户可能有必要达成专门的协议(见附录 B)。

#### 4.5 运输和存放

电气设备应通过设计或采取适当的预防措施,以保障能经受得住在一 25℃~+55℃ 的温度范围内的运输和存放,并能经受温度高达 70℃、时间不超过 24 h 的短期运输和存放。应采取防潮、防振和抗冲击措施,以免损坏电气设备。

注:在低温下易损坏的电气设备包括 PVC 绝缘电缆。

#### 4.6 设备搬运

由于运输需要与主机分开的、或独立于机械的重大电气设备,应提供合适的手段,以供起重机或类似设备操作(见 14.4.6)。

#### 4.7 安装和操作

应按照供方说明书安装和使用电气设备,并建议考虑人类工效学原则。

### 5 引入电源线端接法和切断开关

#### 5.1 引入电源线端接法

建议把机械电气设备连接到单一电源上。如果需要用其他电源供电给电气设备的某些部分(如电子电路、电磁离合器),这些电源宜尽可能取自组成为机械电气设备一部分的器件(如变压器、换能器等)。对大型复杂机械包括许多以协同方式一起工作的且占用较大空间的机械,可能需要一个以上的引入电源,这要由场地电源的配置来定(见 5.3.1)。

除非机械电气设备采用插头/插座直接连接电源处(见 5.3.2d),否则建议电源线直接连到电源切断开关的电源端子上。如果这样做不到,则应为电源线设置独立的接线座。

使用中线时应在机械的技术文件(如安装图和电路图)上表示清楚,并应对中线提供标有 N 的单独绝缘端子(见附录 B)。

在电气设备内部,中线和保护接地电路之间不应相联,也不应使用 PEN 兼用端子。

例外情况:TN-C 系统电源到电气设备的连接点处,中线端子和 PE 端子可以相连。

所有引入电源端子都应按 GB/T 4026—1992 作出清晰的标记(外部保护导线端子的标识见 5.2)。

#### 5.2 连接外部保护接地系统的端子

电气设备应根据配电系统和有关安装标准连接外部保护接地系统或连接外部保护导线,该连接的端子应设置在各引入电源有关相线端子的邻近处(见 8.2.1)。

这种端子的尺寸应适当与表 1 规定截面积的外部铜保护导线相连接。

如果外部导线不是铜的,则端子尺寸应适当选择(见 8.2.2)。

表 1 外部保护铜导线的最小截面积

设备供电相线的截面积 $S/\text{mm}^2$	外部保护导线的最小截面积 $S_p/\text{mm}^2$
$S \leq 16$	$S$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

每个引入电源点,连接外部保护导线的端子应使用字母标志 PE 来指明(见 GB/T 4026—1992)。以避免与电气设备和固定装置间的连接点相混淆。

用于把机械元件或部件连往保护接地电路的其他端子,应使用 GB/T 5465.2—1996 中 5019:⊕ 或字母 PE 标记,优先用图形符号,或用黄绿组合的双色来标记。

### 5.3 电源切断(隔离)开关

#### 5.3.1 概述

下列情况应装电源切断开关:

- 机械的每个引入电源;
- 使用汇流线、汇流排、汇流环的进给系统电源,连接一台或多台机械的软电缆系统(卷绕式的、花彩般垂挂的)电源;
- 每个车载电源。

当需要时(如机械及电气设备工作期间)电源切断开关将切断(隔离)机械电气设备的电源。

当配备两个或两个以上的电源切断开关时,为了防止出现危险情况、损坏机械或加工件,应采取联锁保护措施。

#### 5.3.2 型式

电源切断开关应是下列型式之一:

- a) 符合 GB 14048.3—1993 的隔离开关,使用类别 AC-23B 或 DC-23B;
- b) 符合 GB 14048.3—1993 的隔离器,带辅助触点的隔离器,在任何情况下辅助触点都使开关器件在主触点断开之前先切断负载电路;
- c) 绝缘符合 IEC 60947-2:1995 的断路器;
- d) 额定电流不超过 16 A 且总额定功率不超过 3 kW 的机械用组合插头/插座。
- e) 在下列条件下可用插头/插座或器具耦合器(见 3.39)通过软电缆(如拖链形式的、花彩般垂挂的)对可移式机械供电:
  - 使用没有分断能力的插头/插座或器具耦合器,在负载状态下则不能进行连接或断开;
  - 插头/插座或器具耦合器连接至引入电源部分其防护等级至少为 IP2X 或 IPXXB。

使用有分断能力插头/插座的场合,它应有在额定电压下,切断机械额定电流的能力(见 14.4.5)。如果插头/插座用于过载下断开(如电动机堵转),那么额定值应至少是电动机堵转电流。此外,电气设备应另设有机械“通”、“断”转换开关。

#### 5.3.3 技术要求

当电源切断开关采用 5.3.2 规定的前三种型式之一(即隔离开关、隔离器、或断路器)时,它应满足下述全部要求:

- 把电气设备从电源上隔离,仅有一个“断开”和“接通”位置,清晰地标记“○”和“|”(GB/T 5465.2—1996 中 5008 和 GB/T 5465.2—1996 中 5007 符号;见 10.2.2),并应依照 IEC 60447:1993 标准的操作方向。此外,断路器在“○”和“|”之间有一个复位(脱扣)位置,也看作满足本条要求;
- 所有触头间依照 GB 14048.3—1993 要有足够的隔断距离,有可见的间隙或在所有触头没确实断开前不能指示“断”的位置指示器;

- 有一个外部操作装置(如手柄)(例外:动力操作的开关设备有其他办法断开的场合,这种操作不必一定要从电柜外部进行),操作手柄应用黑色或灰色(例外:见 10.7.4);
- 在断开(隔离)位置上提供能锁住的机构(如挂锁)。锁住时,应防止遥控及在本地使开关闭合;
- 切断电源电路的所有带电导线。但对于 TN 电源系统,中线可以切断也可以不切断。要注意在有些国家中采用中线时,强制要求切断中线;
- 有足以切断最大电动机堵转电流及所有其他电动机和负载的正常运行电流总和的分断能力。计算的分断能力可以用验证过的差异因素适当降低。

#### 5.3.4 操作手柄

电源切断开关的手柄应容易接近,应安装在维修站台以上 0.6 m~1.9 m 间。上限值建议为 1.7 m。

#### 5.3.5 例外电路

下列电路不必经电源切断开关切断:

- 维修时需要的照明电路;
- 供给维修工具和设备(如手电钻、试验设备)专用连接的插头/插座电路;
- 仅用于电源故障时自动脱扣的欠压保护电路;
- 为满足操作要求宜经常保持通电的设备电源电路(如温度控制测量器件、加工中的产品加热器、程序存储器件);
- 联锁控制电路。

但是建议给这些电路配备自己的切断开关。

这种不通过电源切断开关切断的电路应满足下列要求:

- 在电源切断开关邻近设置永久性的警告标志;
- 在维修说明书中相应说明;
- 在例外电路附近设置永久性的警告标志或使例外电路与其他电路隔离,联锁控制电路按 14.2.4 用颜色标识。

#### 5.4 防止意外起动的断开器件

应配备防止意外起动的断开器件(如维修时机械的起动的危险)。5.3.2 所述断开器件可满足这种功能要求。隔离器可取出熔丝或移开连接线也可起断开器件的作用,但只限于安装在封闭的电气工作区(见 3.17)。

这种器件应方便、适用,安装位置合适并易于识别(如必要时用耐久标记)。

应采取措施防止切断开关未经允许或疏忽操作(见 5.6)。

应采用符合 5.3.2 规定的非电源切断开关做断开器件时(如使用控制电路切断接触器),这种切断方法应仅用于下述场合:

- 无重大拆卸的机械;
- 需要较短时间的调整;
- 电气设备没有进行工作,但以下情况可以除外:
  - 无电击(见第 6 章)和灼伤的危害;
  - 不会由于工作妨碍切断方法;
  - 工作是次要性质的(如不扰乱现存配线就可更换插入式器件)。

注:本部分对非电动力源的切断不作规定。

#### 5.5 断开电气设备的器件

应配备电气设备的断开(隔离)器件,使工作避免电击和灼伤的危险。

电源切断开关(见 5.3)在有些情况下能满足切断功能的要求。而有些场合需要由公共汇流排或汇流线系统向机械电气设备的单独工作部件或向多台机械馈电时,应该为需要隔离的每个部件或每台

机械配备断开器件。5.3.2 所述器件可以满足切断功能要求。可取出熔丝或移开连接的隔离器,也可以达到断开的目的,但只限安装在封闭电气操作区。这样的断开器件应满足以下条件:

- 对预期使用适当而方便;
- 安排合适;
- 对电气设备的电路进行维修时可以快速识别(如在必要处设置耐久标志);
- 有足够的措施防止断开器件未经允许或疏忽闭合(5.6 除外)。

#### 5.6 对未经允许、疏忽和错误连接的防护

5.4 和 5.5 所述器件在其断开位置或断开状态提供能锁住的机构(如挂锁),为防止未经允许、疏忽和错误的连接,应该装有这样的机构。非锁住断开器件(如可取出熔丝,可移开连接线)可采用其他防止连接的保护措施(如警告标志),应安装在封闭电气工作区。

但是,按照 5.3.2d)或 e)使用插头/插座时,只要其位置处于工作人员即时监督之下,不需要提供断开位置的锁住机构。

## 6 电击的防护

### 6.1 概述

电气设备应具备在下列情况下保护人们免受电击的能力:

- 直接接触;
- 间接接触。

建议使用 6.2、6.3 和 6.4 规定的防护措施。这些规定源于 GB 14821.1—1993。这些防护措施不适用的场合,可以采用 GB 14821.1—1993 的其他措施。

### 6.2 直接接触的防护

#### 6.2.1 概述

电气设备的每个电路或部件,无论是否采用 6.2.2 或 6.2.3 规定的措施,都应采用 6.2.4 的规定。这些防护措施不适用的场合,可以采用 GB 14821.1—1993 所定义的其他直接接触的防护措施(如使用遮栏或外护物,置于伸臂范围以外的防护,使用阻挡物,使用结构或安装防护通道技术)(见 6.2.5 和 6.2.6)。

当电气设备安装在任何人(包括残疾人和儿童)都能打开的地方,采用 6.2.3 或 6.2.2 中的防护措施,其直接接触的防护等级应采用至少 IP4X 或 IPXXD(见 GB 4208—1993)。

#### 6.2.2 用外壳作防护

带电部件应安装在符合第 4 章、第 12 章和第 15 章有关技术要求的外壳内(见 IEC 60536:1976),直接接触的最低防护等级为 IP2X 或 IPXXB(见 GB 4208—1993)。

如果壳体上部表面是容易接近的,直接接触的最低防护等级应为 IP4X 或 IPXXD。

只有在下列的一种条件下才允许开启外壳(即开门、罩、盖板等):

- a) 必须使用钥匙或工具由熟练人员或受过训练开启外壳,对于封闭电气工作区,遵守特殊的技术要求(若适用见 GB 14821.1—1993, IEC 60364-4-47:1981 或 GB 7251.1—1997)。

门内所有带电部件防护直接接触的防护等级应至少为 IP1X 或 IPXXA。如果设备需要带电对电器重新调整或整定时,操作上有可能触及的带电部件防护直接接触的防护等级应至少为 IP2X 或 IPXXB。

- b) 开启外壳之前先切断其内部的带电部件;

这个技术要求可由门与隔离器(如电源切断开关)的联锁机构来实现,使得只有在隔离器断开后才能打开门,以及把门关闭后才能接通开关。但是可允许熟练技术人员用供方规定的专门器件或工具解除联锁,条件是:

- 当解除联锁时,不论什么时候都能断开隔离器;

——当关上门时,联锁功能自动恢复。

如果有多个门能使人接近带电部件,更应该注意执行上述要求。

切断开关断开后所有仍然带电的部件应防护,其直接接触的防护等级应至少为 IP2X 或 IPXXB (见 GB 4208—1993)。这些部件应按 17.2 规定标明警告标志(按颜色标识导体见 14.2.4)。

以下情况除外:

——仅由于连接联锁电路而可能带电的部件和用颜色区分可能带电的部件应符合 14.2.4 规定;

——若电源切断开关单独安装在独立的外壳中,它的电源端子可以不遮盖。

- c) 只有当所有带电件直接接触的防护等级至少为 IP2X 或 IPXXB 时(见 GB 4208—1993),才允许不用钥匙或工具和不切断带电部件去开启外壳。用遮栏提供这种防护条件时,要求使用工具才能拆除遮栏,或拆除遮栏时所有被防护的带电部分能自动断电。

### 6.2.3 用绝缘物防护带电部分

带电体应用绝缘物完全覆盖住,只有用破坏性办法才能去掉绝缘层。在正常工作条件下绝缘物应能经得住机械的、化学的、电气的和热的应力作用。

油漆、清漆、喷漆和类似产品,不适于单独用作防护正常工作条件下的电击。

### 6.2.4 残余电压的防护

电源切断后,任何残余电压高于 60 V 的外露可导电部分,都应在 5 s 之内放电到 60 V 或 60 V 以下,只要这种放电速率不妨碍电气设备的正常功能(元件存储电荷小于等于 60  $\mu$ C 时可免除此要求)。如果这种防护办法会干扰电气设备的正常功能,则应在容易看见的位置或在装有电容的外壳邻近处,作耐久性警告标志提醒注意危险,并说明在打开门以前的必要延时。

对插头/插座或类似的器件,拔出它们会裸露出导体件(如插针),放电时间不应超过 1 s,否则这些导体件应加以防护,直接接触的防护等级至少为 IP2X 或 IPXXB。如果放电时间不小于 1 s,最低防护等级又未达到 IP2X 或 IPXXB(对可移式集流器、汇流线、汇流排、汇流环,见 13.8.4)的器件,应采用附加的断开器件或适当的警告标志。

### 6.2.5 用遮栏的防护

用遮栏的防护见 GB 14821.1—1993 中 6.2。

### 6.2.6 置于伸臂以外的防护或用阻挡物的防护

置于伸臂以外的防护见 GB 14821.1—1993 中 6.4。用阻挡物的防护见 GB 14821.1—1993 中 6.3。

若汇流线系统和汇流排系统的防护等级低于 IP2X 见 13.8.1。

## 6.3 间接接触的防护

### 6.3.1 概述

间接接触(3.27)防护用来预防带电部分与外露可导电部分之间万一绝缘失效时所产生的危险情况。

对电气设备的每个电路或部件,至少应采用 6.3.2、6.3.3 规定的措施之一。

间接接触的防护采用下列措施:

——防止出现危险触摸电压;

——触及触摸电压可能造成危险之前自动切断电源。

这些措施以下列因素之间的协调为条件:

——电源和接地系统的类型;

——保护接地系统不同构件的阻抗值;

——用于检测绝缘失效的保护器件的特性。

注:设备和保护措施的分类见 IEC 60536:1976。

### 6.3.2 防止出现危险触摸电压的措施

#### 6.3.2.1 概述

防止出现危险触摸电压有下列措施：

- 采用Ⅱ类设备或等效绝缘；
- 电气隔离；
- 选择或设计电源系统。

#### 6.3.2.2 采用Ⅱ类设备或等效绝缘作防护

这种措施用来预防由于基本绝缘失效而出现在易接近部件上的危险触摸电压。

这种保护应用下述一种或多种措施来实现：

- 采用Ⅱ类电气设备或器件(双重绝缘、加强绝缘或符合 IEC 60536:1976 的等效绝缘)；
- 按 GB 7251.1—1997 采用具有完整绝缘的成套开关设备和控制设备组合；
- 按 GB 14821.1—1993 中 7.2 使用附加的或加强的绝缘。

#### 6.3.2.3 采用电气隔离作防护

单一电路的电气隔离,用来防止在该电路的带电部分基本绝缘失效时触及外露可导电部分而引起的电击电流。

这种防护型式应符合 GB 14821.1—1993 中 7.5 的要求。

#### 6.3.2.4 电源系统设计

采用中性点不接地或通过高阻抗接地的电源系统作保护,使接地故障不会引起危险的触摸电压。

### 6.3.3 用自动切断电源作防护

出现绝缘失效后,受其影响的任何电路的电源自动切断,用来防止来自触摸电压引起的危险情况。这种方法包括：

- 把外露可导电部分连接到保护接地电路上(见第 8 章)；
- 下列任一种方法：
  - a) TN 或 TT 系统中,绝缘失效时用保护器件自动切断电源；
  - b) 采用接地故障检测或残余电流检测引发 IT 系统断开。如果采用接地故障检测,允许第一次故障只是引发报警信号而不是自动断开。这种类型的检测,技术要求见 GB 14821.1—1993 中 7.1。

## 6.4 采用 PELV 作防护

### 6.4.1 基本要求

采用 PELV(保安特低电压)保护人身免于间接接触和有限区间直接接触的电击防护。

PELV 电路应满足下列全部条件：

- a) 额定电压不应超过：
  - 当设备在干燥环境正常使用,但带电部分与人体无大面积接触时,不超过 25 V a. c. 方均根值或 60 V d. c. 无纹波；
  - 其他情况,6 V a. c. 方均根值或 15 V d. c. 无纹波。

注：无纹波一般定义为正弦波的纹波电压其纹波含量超过 10% 方均根值。
- b) 电路的一端或该电路电源的一点应连接到保护接地电路上；
- c) PELV 电路的带电体应与其他带电回路电气隔离。电气隔离不应低于安全隔离变压器初级和次级电路之间的技术要求(见 GB 13028—1991)；
- d) 每个 PELV 电路的导线应与其他电路导线相隔离。这项要求做不到时,按 14.1.3 的隔离规定。
- e) PELV 电路用插头/插座应遵守下列规定：



- 1) 插头应不能插入其他电压系统的插座；
- 2) 插座应不接受其他电压系统的插头。

#### 6.4.2 PELV 电源

PELV 电源应为下列的一种：

- 安全隔离变压器；
- 安全等级等效于安全隔离变压器的电流源(如带等效绝缘绕组的发电机)；
- 电化学电源(如电池)或其他独立的较高电压电路电源(如柴油发电机)；
- 符合适用标准的电子电源,该标准规定要采取的措施,以保证即使出现内部故障输出端子的电压也不超过 6.4.1 的规定值。

### 7 电气设备的保护

#### 7.1 概述

本章详述了电气设备的保护措施：

- 由于短路而引起的过电流；
- 过载；
- 接地故障；
- 闪电和开关浪涌引起的过电压；
- 异常温度；
- 失压或欠电压；
- 机械或机械部件超速；
- 相序错误。

#### 7.2 过电流保护

##### 7.2.1 概述

机械电路中的电流如会超过元件的额定值或导线的载流能力,则应按下面的叙述配置过电流保护。使用的额定值或整定值在 7.2.10 中详述。

##### 7.2.2 电源线

除非用户另有要求,否则电气设备供方不负责向电气设备电源线提供过电流保护器件。

电气设备供方应在安装图上说明这种过电流保护器件的必要数据(见 7.2.10、18.5 和附录 B)。

##### 7.2.3 动力电路

每根带电导线应装设过电流检测和过电流断开器件并按 7.2.10 选择。

如果中线的截面积至少等于或等效于有关相线,则在中线上不必设置过电流检测和切断器件。

对于截面积小于有关相线的中线,应采取 IEC 60364-4-473:1997 中 473.3.2.1 所述的保护措施。

在 IT 系统中,建议不采用中线,然而,如果采用中线时,应采取 IEC 60364-4-473:1997 中 473.3.2.2 所述的保护措施。

##### 7.2.4 控制电路

直接连接电源电压的控制电路和由控制电路变压器供电的电路,其导线应依照 7.2.3 配置过电流保护。

通过变压器供电的控制电路,副边线圈一侧接保护接地电路,过电流保护器件仅要求设在另一侧电路导线上。

##### 7.2.5 插座及其有关导线

主要用来给维修设备供电的通用插座,其馈电电路应有过电流保护。

这些插座的每个供电电路的未接地带电导线上均应设置过电流保护器件。

### 7.2.6 照明电路

供给照明电路的所有未接地导线,应使用单独的过电流保护器件防护短路,与防止其他电路的防护器件分离开。

### 7.2.7 变压器

变压器应按照 IEC 60076-5:1976 和 GB 13028—1991 的规定恰当地防护过电流。这种保护应避免(见 7.2.10):

- 变压器合闸电流引起误跳闸;
  - 受二次侧短路的影响使绕组温升超过变压器绝缘等级允许的温升值。
- 过电流保护器件的型式和整定值应按照变压器供方的推荐值。

### 7.2.8 过电流保护器件的设置

过电流保护器件应安装在受保护导线的电源引接处。如果不能这样安装,对载流容量小于电源线的支路导线不需要设过电流保护,但需通过下列全部措施来减小短路的可能性:

- 支线路载流容量不小于负载所需容量;
- 连接过电流保护器件的每根导线长度均不大于 3 m;
- 导线用外壳或通道保护。

### 7.2.9 过电流保护器件

额定短路分断能力应不小于保护器件安装处的预期故障电流。流经过电流保护器件的短路电流除了来自电源的电流还包括附加电流(如来自电动机、功率因数补偿电容器),这些电流均应考虑进去。

如果在电源侧已设有保护器件(如电源线过电流保护器件见 7.2.2),且具有必要的分断能力,则负载侧允许选用较小分断能力的保护器件。此时,两套器件的特性应相互协调,以便经过两套串接器件的能量不超过能耐受值,不损伤负载侧过电流保护器件和由其保护的导线,(见 IEC 60947-2:1995 中的附录 A)。

注:使用这种协调安排的过电流保护器件可能会引起两个过电流保护器件工作。

动力电路的过电流保护器件包括熔断器和断路器。可采用为降低或限制受保护电路中的电流而设计的电子器件。如果采用熔断器,应选取用户地区容易买到的类型或为用户安排备件的供应。

### 7.2.10 过电流保护器件额定值和整定值

熔断器的额定电流或其他过电流保护器件的整定电流应选择得尽可能小,但要满足预期的过电流通过,例如电动机起动或变压器合闸期间。选择这些器件时应考虑到控制开关电器由于过电流引起损坏的保护问题,如防备控制开关器件触点的熔焊。

过电流保护器件的额定电流或整定电流取决于受该器件保护导线应符合 13.4 规定的载流能力。应考虑到与保护电路中其他电器件协调的要求。应遵照电器件供方的推荐。

## 7.3 电动机的过载保护

额定功率大于 0.5 kW 以上的电动机应配备电动机过载保护。出现异常(如泵起火)自动切断电动机运转的场合,过载检测应发出报警信号,使操作者能够响应。对于不可能过载的电动机(如力矩电动机、受机械过载保护器保护的或有足够空间的运动驱动装置)可不配备过载保护器件。电动机的过载保护可以用过载保护器、温度传感器或电流限定器等器件来实现。

注:过载保护器件检测电路负载超过容量时电路中的时间-电流间的关系( $I^2t$ ),同时作适当的控制响应。

除用电流限定或按 GB/T 13002—1991 内装热保护外,每条通电导线都应接入过载检测,但中线除外。然而,过载检测元件的数量可按用户要求减少(见附录 B)。对单相电动机或直流电源,检测元件只允许用在未接地通电导线中。

若过载是用切断电路的办法作为保护,则开关电器应断开所有通电导线,但中线除外(见 7.2.3)。

对于特殊工作制要求频繁起动、制动的电动机(如快速移动、锁紧、快速退回、灵敏钻孔等电动机),由于保护器件与被保护绕组的时间常数相互差异较大,配置过载保护可能是困难的。建议采用为特殊工作制电动机专门设计的保护器件。

在影响冷却效果的环境中(如尘埃环境),建议采用带内装式热保护的电动机(见 GB/T 13002—1991)。根据电动机使用型式,如果在转子速度失控或缺相时内装式热保护不能确保充分的保护,这种情况可能有必要提供附加保护措施。

应防止过载保护器件复原后任何电动机自行重新起动,以免引起危险情况,损坏机械或加工件。

#### 7.4 异常温度的保护

正常运行中可能达到异常温度以致会引起危险情况的发热电阻或其他电路,应提供恰当的检测办法,以激发适当的控制响应。短期工作制或者冷却不良的带发热电阻的电路可作为这类示例。

#### 7.5 对电源中断或电压降落随后复原的保护

如果电压降落或电源中断会引起危险情况、损坏机械或加工件,则应在预定的电压值下提供欠压保护(例如断开机械电源)。

若机械运行允许电压中断或电压降落一短暂时刻,则可配置带延时的欠压保护器件。欠压保护器件的工作,不应妨碍机械的任何停车控制的操作。

应防止电压复原或引入电源接通后机械的自行重新起动,以免引起危险情况。

如果仅是机械的一部分或以协作方式同时工作的一组机械的一部分受电压降落或电源中断的影响,则欠压保护应激发适当的控制响应。

#### 7.6 电动机的超速保护

如果超速能引起危险情况,则应按 9.4.2 所考虑到的措施办法提供超速保护。超速保护应激发适当的控制响应,并应防止自行重新起动。

注:这种保护例如由离心式开关或速度极限监视器组成。超速保护的工作方式应不超过监视器的机械速度极限或其负载。

#### 7.7 接地故障/残余电流保护

除 6.3 中所述接地故障/残余电流用自动断开电源作保护外,本节保护用于降低由于接地故障电流小于过电流保护检测水平而对电气设备造成的危险。

保护器件的整定值只要满足电气设备正常运行应尽可能小。

#### 7.8 相序保护

电源电压的相序错误会引起危险情况或损坏机械,故应提供相序保护。

注:下列使用条件可能引起相序错误:

机械从一个电源转接至另一个电源;

——可移式机械配备有连接外部电源设施。

#### 7.9 闪电和开关浪涌引起过电压的防护

闪电和开关浪涌引起的过电压效应可用保护器件防护。

闪电过电压抑制器应连接到电源切断开关的引入端子。

开关浪涌过电压抑制器应连接到所有要求这种保护设备的端子。

### 8 等电位接地

#### 8.1 概述

本章提出保护接地和工作接地两者的要求。图 3 说明这些概念。

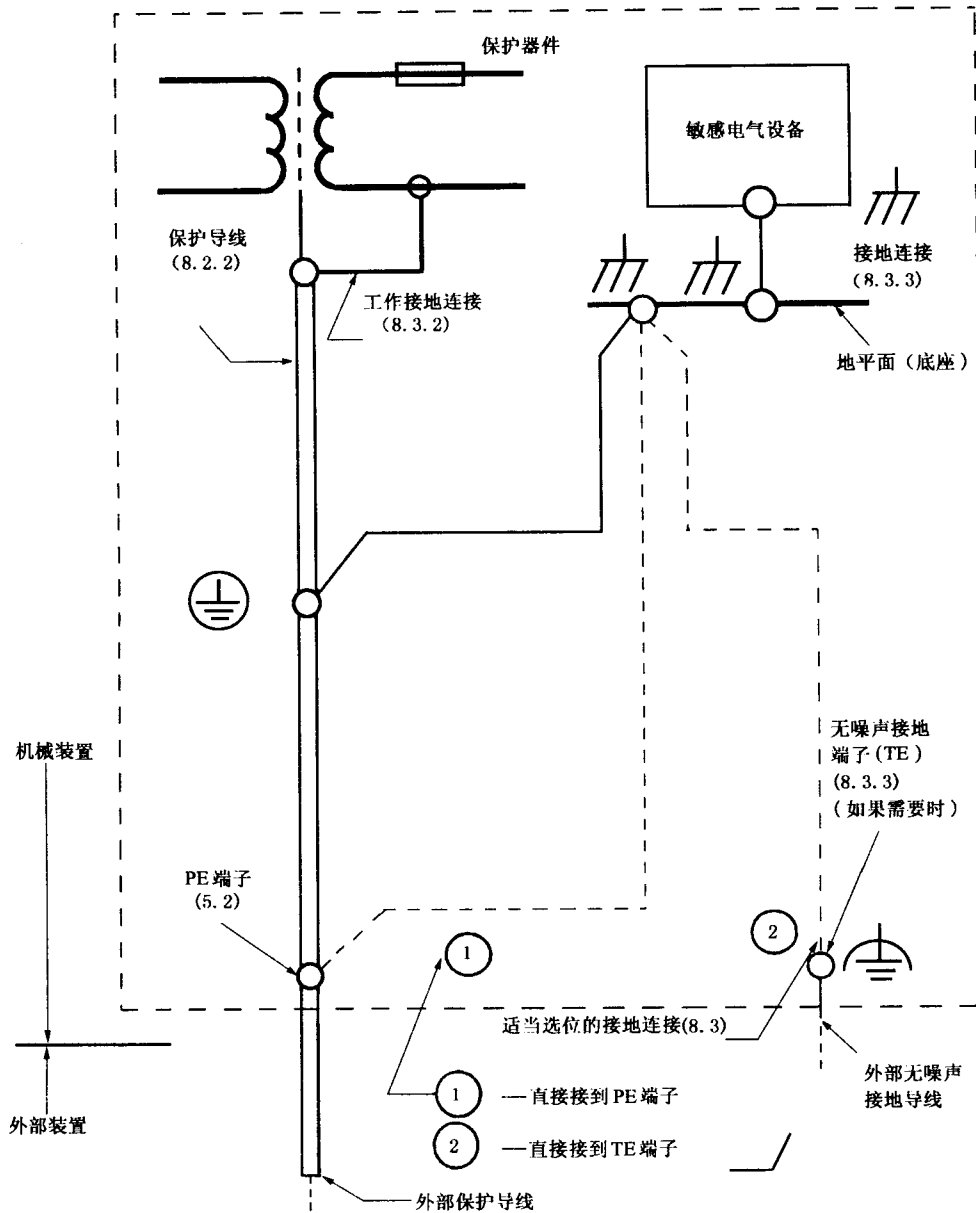


图 3 机械电气设备等电位接地示例

## 8.2 保护接地电路

### 8.2.1 概述

保护接地电路由下列部分组成：

- PE 端子(见 5.2)；
- 电气设备和机械的可导电结构部件；
- 机械设备上的保护导线,包括电路的滑动触点。

带车载电源的活动机械,保护电路、外露可导电部分和外部可导电部分均应接到保护接地端子以提供电击防护。活动机械也能连接到外部引入电源时,保护接地端子应该是外部保护接地电路的连接点。

注：设备在其静止的、活动的或可移动零件的范围内,若是机内独立电源,并没有连接外部电源(如没有连接车载电池充电器时),此类设备无需连接外部保护接地。

保护接地电路所有部件的设计,应考虑到能够承受保护接地电路中由于流过接地故障电流所造成

的最高热应力和机械应力。

电气设备或机械的结构部分可以用作保护接地电路部分,只要该部分满足 GB 16895.3—1997 的要求。

如果采用 IT 配电系统,机械结构应作为保护接地电路与接地故障监控系统相连接的部分。符合 6.3.2.2 要求的所有设备不需要结构接地。

#### 8.2.2 保护导线

保护导线应按 14.2.2 做出标记。

应采用铜导线。在使用非铜质导体的场合,其单位长度电阻不应超过允许的铜导体单位长度电阻,并且它的截面积不应小于  $16 \text{ mm}^2$ 。

保护导线截面积应符合 GB 16895.3—1997 中 543 或 GB 7251.1—1997 中 7.4.3.1.7 的规定。

保护导线的截面积与有关相线截面积的对应关系若符合表 1 的规定,大多数情况下都能满足这个要求。

#### 8.2.3 保护接地电路的连续性

电气设备和机械的所有外露可导电部分都应连接到保护接地电路上。无论什么原因(如维修)拆移部件时,不应使余留部件的保护接地电路连续性中断。

连接件和连接点的设计应确保不受机械、化学或电化学的作用而削弱其导电能力。当外壳和导体采用铝材或铝合金材料时,应特别考虑电蚀问题。

金属软管、硬管和电缆护套不应用作保护导线。这些金属导线管和护套自身(电缆铠甲、铅护套)也应连接到保护接地电路上。

电气设备安装在门、盖或面板上时,应确保其保护接地电路的连续性。并建议采用保护导线(见 8.2.2)。否则紧固件、绞链、滑动接点应设计成低电阻(见 19.2)。

有裸露危险的电缆(如拖曳软电缆)应采取适当措施(如监控)确保电缆保护导体的连续性。

使用汇流线、汇流排和汇流环装置的保护导线的连续性要求见 13.8.2。

#### 8.2.4 禁止开关电器接入保护接地电路

保护接地电路中不应接有开关或过电流保护器件(如开关、熔断器),也不应接有这些器件的电流检测装置。在保护导线中唯一允许中断的是连接件,为了进行某些试验或测量,只能由熟练人员或受过训练人员且最好是用工具来断开它(见 GB 16895.3—1997 中 543.3)。

例外:在保护接地电路中可以接入不中断保护接地电路的器件,这些器件具有在任何情况下确保电路中任何部分不产生危险电压的电气性能,并且不削弱该电路的性能。

#### 8.2.5 不必连接到保护接地电路上的零件

有些零件安装后不会构成危险,那么就不必把它的外露可导电部分连接到保护接地电路上,例如:

- 不能大面积触摸到或不能用手握住和尺寸很小(小于  $50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$ )的零件;
- 位于不大可能接触带电部分的位置或绝缘不易于失效的零件。

这适用于螺钉、铆钉和铭牌等小零件,以及装在电柜内的与尺寸大小无关的零件(如接触器或继电器的电磁铁、器件的机械部分)(见 IEC 60364-4-47:1981 中 471.2.2)。


#### 8.2.6 保护接地电路的断开

当保护接地电路的连续性可用移动式集流器或接插件断开时,保护接地电路只应在通电导线全部断开之后再断开,且保护接地电路连续性的重新建立应在所有通电导线重新接通之前。该条规定也适用于可移动的或可插拔的插入式器件(见 14.4.5)。

接插件的金属壳应连接到保护接地电路上,用保安特低电压(PELV)电路时除外。

### 8.2.7 保护导线的连接点

所有保护导线应按 14.1.1 进行端子连接。保护导线连接点不应有其他的作用如缚系或连接用具零件。

每个保护导线接点都应有标记,采用 GB/T 5465.2—1996 中 5019 符号:

另外,连接保护导线的接线端子可以用黄/绿组合双色标记。PE 字母的使用见 5.2。

## 8.3 工作接地

### 8.3.1 概述

工作接地的目的是为尽量减小:


- 绝缘失效对机械操作的后果(见 8.3.2);
- 对灵敏电气设备工作骚扰的后果(见 8.3.3)。

### 8.3.2 保护电路接地


预防因绝缘失效而产生不正常运行的一种方法,是把由变压器供电控制电路的一边连同按 9.1.4 连接的控制器件一起接到保护接地电路上。这种连接应在控制电路电源的引出处接入。

注意这样的情况,用 6.3.2 和 6.3.3 允许的防护办法而省略把器件的外露可导电部分接往保护接地电路,那么本条的安全措施可能无效。

### 8.3.3 公共基准电位的连接

在低阻抗网络中,利用低电阻导体可以降低骚扰作用,故低阻抗网络常用作电气设备内部高频信号的基准电平(如机壳或接地底板)。接地设计应尽可能减小对地阻抗。这种端接点应标明 GB/T 5465.2—1996 中 5020 符号(见图 3):

公共基准电位的连接,除了连接保护接地电路或允许连接外部(无噪声)大地导体外,还要使第 6 章和第 7 章的要求得到满足。

应使用单独点尽可能靠近 PE 端子直接接地(见图 3 中①),或连接它自己的外部(无噪声)大地导体端子(见图 3 中②),如果使用得当,可使共模干扰减至最小。无噪声端子应标明 GB/T 5465.2—1996 中 5018 符号:

## 9 控制电路和控制功能

### 9.1 控制电路

#### 9.1.1 控制电路电源

控制电路电源应由变压器供电。这些变压器应有独立的绕组。如果使用几个变压器,建议这些变压器的绕组按使二次侧电压同相位的方式连接。

如果直流控制电路连接到保护接地电路(见 8.2.1),它们应由交流控制电路变压器的独立绕组或由另外的控制电路变压器供电。

用单一电动机起动器和不超过两只控制器件(如联锁装置、起/停控制台)的机械,不强制使用变压器。

#### 9.1.2 控制电路电压

控制电压值应与控制电路的正确运行协调一致。当用变压器供电时,控制电路的额定电压不应超过 277 V。

#### 9.1.3 保护

控制电路应按 7.2.4 和 7.2.10 提供过电流保护。

#### 9.1.4 控制器件的连接

一边连接(或预计连接)到保护接地电路的控制电路中(见 7.2.4),各电磁操动器工作线圈的一端(最好是同标记端)或任何其他各电器件的一端,应直接连接到该控制电路的接地边。所有操纵线圈或

电器件的控制器件的开关要素(如触头),应连接在线圈或电器件的另一端子与控制电路的另一边(即未接到保护接地电路的一边)之间。

允许下列例外:

- 保护器件(如过载继电器)的触头可以连接在保护电路连接边和线圈之间,只要这些触头与继电器触头工作在其上的控制器件线圈之间的导线是处于同一电柜内,其连接线很短,出现接地故障的可能性不大;
- 满足 9.4.3.1 的技术要求的场合。

## 9.2 控制功能

### 9.2.1 起动功能

起动功能应通过给有关电路通电来实现(见 9.2.5.2)。

### 9.2.2 停止功能

有下列三种类别的停止功能:

- 0类:用即刻切除机械致动机构动力的办法停车(即不可控停止,见 3.56);
- 1类:给机械致动机构施加动力去完成停车并在停车后切除动力的可控停止(见 3.11);
- 2类:利用储留动能施加于机械致动机构的可控停止。

注:除紧急操作(见 9.2.5.4)外,停止功能的类别取决于风险评价。可用机电元件或硬件切除动力。

### 9.2.3 工作方式

每台机械可能有一种或多种工作方式,这取决于机械及其应用的类型。

当工作方式选择能引起险情时,应采取合适的措施(如钥匙操作开关、通路编码)来防止这种选择。方式选择本身不应造成机械自行起动,应由操作者另行操作。

安全防护措施应对所有工作方式保护有效(见 9.2.4 特殊情况下安全防护装置的功能暂停)。

应配备选择工作方式指示(如方式选择器位置、指示灯准备、显示器指示)。

### 9.2.4 安全防护功能暂停

如果需要暂停安全防护功能(如设置或维修目的),在所要求工作方式下,应提供一种能确保安全(如锁住)的方式选择器件或措施以防止自行起动。此外,还应提供如下一条或多条措施:

- 利用“保持—运转”或相同功能的控制器件开动运转;
- 一种带急停器件的移动操纵站(如悬挂),并包括合适的起动器件。若使用移动操纵站,则只能从此站开动运转;
- 限制运动速度或功率;
- 限制运动范围。

## 9.2.5 操作

### 9.2.5.1 概述

应为安全操作提供必要的联锁(见 9.3)。

机械意外停止(如制动状态、电源故障、更换电池、无线控制时信号丢失的情况)后,应采取措施防止机械运动。

### 9.2.5.2 起动

运转的起动应只有在安全防护装置全部就位并起作用后才能进行,但 9.2.4 叙述的情况除外。

有些机械上的防护装置不适合某些操作,这类操作的手动控制应采用保持运转控制。

应提供恰当的联锁以确保正确的起动顺序。

机械要求使用多个控制站操纵起动时:

- 每个控制站应有独立的手动操作的起动控制器件;

- 应满足机械运行的全部必要条件；
- 在允许起动前,所有起动控制器件应处于释放(断开)位置；
- 所有起动控制器应联合引发(见 3.6)。

### 9.2.5.3 停止

根据机械的风险评价及机械的功能要求,应提供 0 类、1 类或 2 类停止(见 4.1)。无论使用哪种工作方式(见 9.2.3),0 类和 1 类停止都应是可供使用的,应优先选用 0 类。停止功能应否定有关的起动功能(见 9.2.5.2)。

在需要的场合,应提供连接保护器件的便利条件和联锁装置。如果这种保护器件或联锁装置会引起停车,那么应将状态信号发至控制系统逻辑。停止功能的复位不应引发任何危险情况。

### 9.2.5.4 紧急操作(紧急停止,紧急断开)

#### 9.2.5.4.1 概述

本部分规定紧急操作的紧急停止功能和紧急断开功能的技术要求,列于附录 D。本部分中这两项功能均由单人引发。对于其他有关安全的停止功能见 11.3.4。

#### 9.2.5.4.2 紧急停止

除上述停止的要求(见 9.2.5.3)之外,紧急停止功能还有下列要求:

- 紧急停止功能应否定所有其他功能和所有工作方式中的操作；
- 接往能够引起危险情况的机械致动机构的动力应尽可能快地切除,且不引起其他危险(如采用无外部动力的机械停车装置,对于 1 类停止功能采用反接制动)；
- 复位不应引起重新起动。

急停应起 0 类或 1 类停止功能的作用(见 9.2.2)。急停的类别选择应取决于机械的风险评价。

如果使用 0 类停止功能作为急停功能,它应只有导线直接连接的机电部件。此外,它的操作不应依赖于电子逻辑(硬件或软件)或通过通信网或数据链的指令传输。

如果使用 1 类停止功能作为急停功能,应确保最终切除机械致动机构的动力,并应通过机电部件去实现。

#### 9.2.5.4.3 紧急断开

紧急断开的功能目的见 IEC 60364-4-46:1981。

下列场合应提供紧急断开:

- 直接接触防护(如电气工作区有汇流线、汇流排、汇流环和控制设备)只是通过置于伸臂以外的防护或用阻挡物防护来达到的(见 6.2.6)；
- 由电可能会引起的其他伤害或危险。

紧急断开由 0 类停止引起机械引入电源的断开来完成。如果机械不允许采用 0 类停止,就需要有其他保护,如直接接触防护,使得不需要紧急断开。

#### 9.2.5.5 指令动作的监控

机械或机械部件的运动或动作可能导致危害情况时,应对运动或动作进行监控。对于手动控制的机械,操作者即可提供某些这样的监控。预期不能由操作者监控的情况则要求有如超程限制器、电动机超速检测,机械过载检测或防碰撞器件等装置。

#### 9.2.5.6 “保持—运转”控制

“保持—运转”控制应要求该控制器件持续激励直至工作完成。

#### 9.2.5.7 双手控制

可以使用三种形式的双手控制,其选择取决于风险评价。它们应具有下列特点:

型式 I:这种型式要求:



- 提供需要双手联合引发的两个控制引发器件；
- 在危险情况期间持续操作；
- 当危险情况依然存在时，释放任一个控制引发器件都应中止机械运转。

型式Ⅱ：是型式Ⅰ的另一种控制，当要求进行重新启动运转时，需先释放两个控制引发器件。

型式Ⅲ：是型式Ⅱ的另一种控制，控制引发器件联合引发的要求如下：

- 应在一定时限内起动两个控制引发器件不超过 0.5 s(见附录 B)；
- 如果超过时限，应先释放两个控制引发器件，然后方可起动运转。

#### 9.2.5.8 使能器件

使能器件是一个附加手动操作的控制器件，它与起动控制和连接起动控制连同使用，允许机械可以运行。

当使能器件是作为系统一部分时，应设计成只在一个位置起动时才允许运动。在其他任何位置运动应停止。

使能器件应具有下列特性：

- 要连接 0 类或 1 类停止(见 9.2.2)。
- 设计要考虑人类工效学原则。
- 对于二位置型式：
  - 位置 1: 开关的断开功能(操动器不起作用)；
  - 位置 2: 使能功能(操动器起作用)。
- 对于三位置型式：
  - 位置 1: 开关的断开功能(操动器不起作用)；
  - 位置 2: 使能功能(中间位置操动器起作用)；
  - 位置 3: 断开功能(超过中间位置操动器起作用)。

当从位置 3 返回位置 2，使能功能不能起作用。

#### 9.2.6 起动与停止兼用的控制

交替控制起动和停止运转的按钮和类似控制器件只应用不会在运行中引起危险情况的功能。

#### 9.2.7 无线控制

##### 9.2.7.1 概述

本节叙述使用无线(如无线电、红外线)技术在机械控制系统和操作控制站之间传输指令和信号的控制系统的功能要求。

注：这些应用和系统的完整性也适用于使用串行数据通信技术的控制功能，此处通信链路使用电缆(如同轴电缆、双绞线、光缆)。

应该有易于拆除或断开操作控制站电源的措施。

如必要应提供手段(如操作键开关，存取代码)防止未经准许使用操作控制站。

每一台操作控制站应配备预期受该控制站控制的机械的清晰指示。

##### 9.2.7.2 控制限制

应采取措施保证控制指令：

- 只对预期使用的机械起作用；
- 只对预期使用的功能起作用。

应采取措施防止机械对其他的信号响应，应该响应预期使用操作控制站的信号。

如必要，应提供手段使用机械在一个或多个区域或位置上接受操作控制站的控制。

##### 9.2.7.3 停止

对于引发机械的停止功能或对会引起危险情况所有运动引发的停止功能，操作控制站应包含单独

和清晰可辨的装置。引发这种停止功能的激励装置,即使对机械引发的停止功能可能是急停功能,也不必像急停器件那样标志或标记。

配备有无线控制的机械在下列情况下应该有自动引发机械停止和防止潜在危险操作的装置:

- 收到停止信号时;
- 系统中检测出故障时;
- 在指定的时间周期内(见附录 B),未检测出有效信号时,但不包括机械正执行预编程任务而被占用时,因此时超出了无线控制范围,又没有出现危险情况。

注:有效信号包括已建立的通信确认信号和维修信号。

#### 9.2.7.4 串行数据通信

机械安全相关的控制功能依靠串行数据传送,通过错误检测法保证通信正常,这种错误检测法能处理任何指令程序中 3 位错码。

注:建议错误检测法符合 IEC 60870-5-1 的规定。

#### 9.2.7.5 使用多操作控制站

如果机械有多个操作控制站,应采取措施确保在给定时间内只有一个控制站起作用。由机械风险评价确定在适当位置,对哪一个操作控制站正在控制机械要有指示。

例外:按照机械风险评价的要求,来自任何一个控制站的停止指令均应有效。

#### 9.2.7.6 电池供电的操作控制站

电池电压变化不应引起危险情况。如果用电池供电的操作控制站控制一个或多个可能有危险的运动,那么当电池电压的变化超过规定的限值时,应给操作者发出清晰的警告。此时操作控制站应保持其功能直到机械脱离了危险情况。

### 9.3 联锁保护

#### 9.3.1 联锁安全防护装置的复位

联锁安全防护装置的复位不应引发机械的运转和工作,以免发生危险情况。

#### 9.3.2 超程限制

如果超程会发生危险情况,则应配备位置传感器或限位开关引发适当的控制作用。

#### 9.3.3 辅助功能的工作

应通过适当的器件(如压力传感器)去检验辅助功能的正常工作。

如果辅助功能(如润滑、冷却、排屑)的电动机或器件不工作有可能发生危险情况或损坏机械和加工件,则应提供适当的联锁。

#### 9.3.4 不同工作和相反运动间的联锁

机械控制元件的接触器、继电器和其他控制器件同时动作会带来危险时(例如启动相反运动),应进行联锁防止不正确的工作。

控制电动机换向的接触器应联锁(例如直接控制电动机的旋转),使得在正常使用中切换时不会发生短路。

如果为了安全或持续运行,机械上某些功能需要相互联系,则应用适当的联锁以确保正常的协调。对于在协调方式中同时工作并具有多个控制器的一组机械,必要时应对控制器的协调操作作出规定。

如果机械制动机构的故障会产生制动,此时有关的机械致动机构已供电而且可能出现危险情况,则应配备联锁去切断机械致动机构。

#### 9.3.5 反接制动

如果电动机采用反接制动,则应采取有效措施以防止制动结束时电动机反转,这种反转可能会造成危险情况或损坏机械和加工件。为此,不应允许采用只按时间作用原则的控制器件。

控制电路的安排应使电动机轴转动(例如手动)时,都不应发生危险情况。

## 9.4 故障情况的控制功能

### 9.4.1 一般要求

电气设备中的故障或骚扰会引起危险情况或损坏机械和加工件时,应采取适当措施以减少这些危险出现的可能性。所需的措施及其实现,无论是单独或结合使用,均依赖于有关应用的风险评价等级(见4.1)。

减少这些危险的措施包括但不限于:

- 机械上的保护器件(如联锁防护装置,脱扣器件);
- 电路的保护联锁;
- 采用成熟的电路技术和元件(见9.4.2.1);
- 提供部分或完整的冗余技术(见9.4.2.2)或相异技术(见9.4.2.3);
- 提供功能试验(见9.4.2.4)。

通常只考虑单一故障。在较高风险等级的场合,可能有必要确保多个故障不会造成危险情况。

### 9.4.2 故障情况下减低风险的措施

#### 9.4.2.1 采用成熟的电路技术和元件

这些措施包括但不限于:

- 工作目的的控制电路接地(见9.4.3.1);
- 按照9.1.4连接控制器件;
- 用断电的方式停车(见9.2.2);
- 切断被控制器件的所有通电导线(见9.4.3.1);
- 使用强制(或直接)断开操作的开关电器(见GB 14048.5—1993);
- 电路设计上要减少意外操作引起的故障的可能性。

#### 9.4.2.2 采用冗余技术

通过提供部分或完整的冗余技术可能使电路中单一故障引起危险的可能性减至最小。正常操作中冗余技术可能是有效的(在线冗余),或设计成专用电路,仅在操作功能失效时去接替保护功能(离线冗余)。

在正常工作期间离线冗余技术不起作用的场合,在需要时应采取措施确保这些控制电路可供使用。

#### 9.4.2.3 采用相异技术

采用有不同操作原理或不同类型器件的控制电路,可以减少故障和失效可能引起的危险。例如:

- 由联锁防护装置控制的常开和常闭触点的组合;
- 电路中不同类型控制电路元件的运用;
- 在冗余结构中机电和电子电路的组合;
- 电和非电(如机械、液压、气压)系统的结合可以执行冗余功能和提供相异技术。

#### 9.4.2.4 功能试验

功能试验可用控制系统自动进行,也可在起动和按预定间隔手动检查或试验,或以适当方式组合(见18.2和19.6)。

### 9.4.3 接地故障和电压中断及电路连续性损坏引起误操作的防护

#### 9.4.3.1 接地故障

控制电路的接地故障不应引起意外的起动、潜在的危险运转或妨碍机械的停止。

为了达到这个要求,应按8.2的要求提供对保护接地电路的连接,并按9.1.4的叙述连接器件。由变压器供电的且不与保护接地电路连接的控制电路,应配备绝缘监控装置,它或是显示接地故障,或是接地故障出现后即自动切断电路。

若控制电路直接连接到电源两相线之间或相线与中线之间,而该中线是不接地的或通过高阻抗接

地,则应使用多极控制开关,以便在意外起动或无法停车时,切断用于起动或停止那些机械功能的所有带电导体,否则这些功能会引起危险情况或损坏机械。

#### 9.4.3.2 电压中断

应采用 7.5 中详述的要求。

如果采用存储器,一旦电源发生故障应确保正常功能(例如用非易失性存储器),否则记忆消失会发生危险情况。

#### 9.4.3.3 电路连续性丧失

如果有关安全的控制电路连续性损坏取决于滑动触头时,就可能引起危险情况,此时应采取适当措施(如采用双重滑动触头)。

### 10 操作板和安装在机械上的控制器件

#### 10.1 总则

##### 10.1.1 一般器件要求

本章包含对外装或局部露出外壳安装的器件的要求。

这些器件应按 IEC 60073:1996 和 IEC 60447:1993 选择、安装和标志或编码,并尽可能适用。

##### 10.1.2 位置和安装

为了适用,安装在机械上的控制器件应:

- 维修时易于接近;
- 安装得使由于物料搬运活动引起损坏的可能性减至最小。

手动控制器件的操动器应这样选择和安装:

- 操动器不低于维修站台以上 0.6 m,并处于操作者在正常工作位置上易够得着的范围内;
- 使操作者进行操作时不会处于危险位置;
- 意外操作的可能性减至最小。

##### 10.1.3 防护

安装在操作板和机械上的控制器件应能承受规定的使用应力。防护等级(见 GB 4208—1993)和其他适当措施一起应防止:

- 实际环境中和使用机械上发生的侵蚀性液体、油、雾或气体的作用;
- 杂质(如铁屑、粉尘、物质粒子)的侵入。

此外,操作板上的控制器件直接接触的防护等级至少应采用 IPXXD(见 GB 4208—1993)。

##### 10.1.4 位置传感器

位置传感器(如位置开关、接近开关)的安装应确保即使超程它们也不会受到损坏。

电路中使用的具有相关安全功能的位置传感器,应强制(或直接)断开操作(见 GB 14048.5—1993)或提供类似可靠性措施(见 9.4.2)。

##### 10.1.5 便携式和悬挂控制站

便携式和悬挂操作控制站及其控制器件的选择和安装应使得由冲击和振动(如操作控制站下落或受障碍物碰撞)引起机械的意外运转可能性减到最小。

#### 10.2 按钮

##### 10.2.1 颜色

按钮操动器的颜色代码应符合表 2 的要求。

“起动/接通”操动器颜色应为白、灰或黑色,优先用白色、也允许选用绿色,但不允许用红色。

表 2 按钮操动器的颜色代码及其含义

颜色	含义	说明	应用示例
红	紧急	危险或紧急情况时操作	急停 紧急功能起动(见 10.2.1)
黄	异常	异常情况时操作	干预制止异常情况 干预重新启动中断了的自动循环
绿	正常	起动正常情况时操作	见 10.2.1
蓝	强制性的	要求强制动作的情况下操作	复位功能
白	未赋予 特定含义	除急停以外的一般功能的起动(见注)	起动/接通(优先)
灰			停止/断开
黑			起动/接通 停止/断开(优先)
注: 如果使用代码的辅助手段(如形状、位置、标记)来识别按钮操动器,则白、灰或黑同一颜色可用于各种不同功能(如白色用于起动/接通和停止/断开)。			

急停和紧急断开操动器应使用红色。

停止/断开操动器应使用黑、灰或白色,优先用黑色。不允许用绿色。也允许选用红色,但靠近紧急操作器件建议不使用红色。

作为起动/接通与停止/断开交替操作的按钮操动器的优选颜色为白、灰或黑色,不允许用红、黄或绿色(见 9.2.6)。

对于按动即引起运转而松开则停止运转(如保持—运转)的按钮操动器,其优选颜色为白、灰或黑色,不允许用红、黄或绿色。

复位按钮应为蓝、白、灰或黑色。如果它们还用作停止/断开按钮,最好使用白、灰或黑色,优先选用黑色,但不允许用绿色。

### 10.2.2 标记

除了如 7.3 所述功能识别以外,建议按钮用下列符号标记,标记可作在其附近,最好直接标在操动器之上,例如:

起动或接通	停止或断开	起动或停止和 接通或断开 交替动作的按钮	按动即运转而松开 则停止运转的按钮 (即:保持—运转)
GB/T 5465.2—1996-5007 	GB/T 5465.2—1996-5008 ○	GB/T 5465.2—1996-5010 ⊕	GB/T 5465.2—1996-5011 ⊕

## 10.3 指示灯和显示器

### 10.3.1 使用方式

指示灯和显示器用来发出下列型式的信息:

- 指示:引起操作者注意或指示操作者应该完成某种任务。红、黄、绿和蓝色通常用于这种方式;
- 确认:用于确认一种指令、一种状态或情况,或者用于确认一种变化或转换阶段的结束。蓝色和白色通常用于这种方式,某些情况下也可以用绿色。

### 10.3.2 颜色

除非供方和用户间另有协议,否则指示灯玻璃的颜色代码应根据机械的状态符合表 3 的要求。按照 IEC 60073:1996 可根据下述判据之一赋予不同含义:

- 人员和环境的安全；
- 电气设备的状态。

表 3 指示灯的颜色及其相对于机械状态的含义

颜色	含义	说 明	操作者的动作
红	紧急	危险情况	立即动作去处理危险情况(如操作急停)
黄	异常	异常情况 紧急临界情况	监视和(或)干预(如重建需要的功能)
绿	正常	正常情况	任选
蓝	强制性	指示操作者需要动作	强制性动作
白	无确定性质	其他情况,可用于红、黄、绿、蓝色的应用有疑问时	监视

### 10.3.3 闪烁灯

为了进一步区别或发出信息,尤其是给予附加的强调,闪烁灯可用于下列目的:

- 引起注意;
- 要求立即动作;
- 指示指令与实际情况有差异;
- 指示进程中的变化(转换期间闪烁)。
- 对于较重点的信息,建议使用较高频率的闪烁灯(见 IEC 60073:1996 推荐的闪烁速率和脉冲/间歇比)。

### 10.4 光标按钮

光标按钮操动器的颜色代码应符合表 2 和表 3 的要求。当难以选定适当的颜色时,应使用白色。急停操动器的红色不应依赖于其灯光的照度。

### 10.5 旋动控制器件

具有旋动部分的器件(如电位器或选择开关)的安装应防止其静止部分转动。只靠摩擦力是不够的。

### 10.6 起动器件

用于启动起动功能或移动机械部件(如滑板、主轴、托架)的操动器,其设计和安装应尽量减少意外操作的可能。蘑菇头式操动器可用于双手控制。

### 10.7 急停器件

#### 10.7.1 位置

急停器件应易接近。

急停器件应设置在各个操作控制站以及其他可能要求引发急停功能的位置(例外见 9.2.7.3)。

#### 10.7.2 型式

急停器件的型式包括:

- 按钮操作开关;
- 拉线操作开关;
- 不带机械防护装置的脚踏开关。

它们应是自锁式的,并应强制(或直接)断开操作(见 GB 14048.5—1993)。

#### 10.7.3 急停后正常功能的恢复

急停器件的操动器未经手动复位前应不可能恢复急停电路。如果在电路中设置几个急停器件,则所有操动器复位前电路不应恢复。

#### 10.7.4 操动器

急停器件的操动器应着红色。最接近操动器周围的衬托色则应着黄色。用按钮操作的急停器件的操动器应为掌揸式或蘑菇头式。

#### 10.7.5 电源切断开关的本身操作实现急停

电源切断开关本身操作在下列情况下可起急停功能的作用：

- 切断开关易于操作者接近；
- 切断开关是 5.3.2a)、b) 或 c) 中所述的型式。

在这种使用条件下,电源切断开关应符合 10.7.4 的颜色要求。

### 10.8 紧急断开器件

#### 10.8.1 位置

如必要,对于给定的应用应该配置紧急断开器件。这些器件通常与操作控制站隔开设置。但是,需要从操作控制站引发紧急断开功能的场合,由于紧急断开功能可实现 0 类急停,控制站就不需要配备单独的急停器件。

#### 10.8.2 型式

紧急断开器件有下列型式：

- 按钮操作开关；
- 拉线操作开关。

这些器件应是自锁式,并应强制(或直接)断开操作(见 GB 14048.5—1993)。

按钮操作开关可装在防碎玻璃壳内。

#### 10.8.3 紧急断开后正常功能的恢复

紧急断开器件未经手动复位前应不可能恢复紧急断开电路。如果在紧急断开电路中设置有数个紧急断开器件,则在所有紧急断开器件复位前电路不应恢复。

#### 10.8.4 操动器

紧急断开操动器应着红色。最接近操动器周围的衬托色应着黄色。按钮操作的紧急断开器件的操动器应为掌揸式或蘑菇头式。

#### 10.8.5 电源切断开关的本身操作实现紧急断开

用电源切断开关本身操作实现紧急断开的场合,切断开关应易于接近,并应满足 10.8.4 的要求。

### 10.9 显示器

显示器(如目视显示器、警报信号器)的选择和安装,应使操作者从正常操作位置上明显可见。当显示器用作报警器件时,建议它们为闪烁式或旋转式的,并应伴有音响报警器件。

## 11 电子设备

### 11.1 概述

本章适用于所有型式的电子设备,包括可编程序电子设备、组件、印刷电路板、器件和元件。

### 11.2 基本要求

#### 11.2.1 输入和输出

应提供数字输入和输出的状态指示。

#### 11.2.2 等电位连接

所有输入/输出支架(远程的或本机的)、信息处理机支架和电源,都应按照供方的规定彼此电气连接,并连接到接地电路上(见 8.2.3)。

如果某些设备为了运行目的需与保护接地电路隔离,则这些设备可不考虑第 8 章的技术要求。

### 11.3 可编程序设备

#### 11.3.1 可编程序控制器

可编程序控制器应符合有关的标准(见 GB/T 15969.1—1995 和 GB/T 15969.2—1995)。

#### 11.3.2 存储器的记忆和保护

应提供措施以防止由未经授权人员更改存储器内容,并应适合 9.4.3.2 所提出的技术要求。

#### 11.3.3 软件的校验

采用可编程序逻辑的设备应有验证软件是否符合有关程序文件的装置。

#### 11.3.4 有关安全的功能使用

不应使用可编程序电子设备实现 0 类急停功能(见 9.2.5.4)。

对于所有其他有关安全停止功能,最好是用硬接线机电元件(即其功能不依赖于可编程序电子设备)。如果可编程序电子设备用于这些功能,则应采用符合 9.4 的相应措施。

这些要求不应排除可编程序电子设备用于监控、测试或后援等功能,但这种设备不应妨碍这些功能的正确工作。

注:当前要确切判定何处会出现由于控制系统的错误运行而造成重大危害是困难的,因此人们确信能依赖可编程序电子设备的单通道器件即可正确工作。但是在这个问题获得解决之前,单纯依赖这种单通道器件的正确工作是不明智的。

## 12 控制设备:位置、安装和电柜

### 12.1 一般要求

所有控制设备的位置和安装应易于:

- 接近和维修;
- 防御外界影响和不限制机构的操作;
- 机械及有关设备的操作和维修。

### 12.2 位置和安装

#### 12.2.1 易接近性和维修

控制设备的所有元件的设置和排列应使得不用移动它们或其配线就能清楚识别。对于为了正确运行而需要检验或需要易于更换的元件,应在不拆卸机械的其他设备或部件情况下就能得以进行(开门和卸罩盖除外)。与控制设备无关的接线座也应符合这些要求。

所有控制设备的安装都应易于从正面操作和维修。当需要用专用工具拆卸器件时,应提供这些专用工具。为了常规维修或调整而需接近的有关器件,应安设于维修站台以上 0.4 m~2 m 之间。建议接线座至少在维修站台以上 0.2 m,且使导线和电缆能容易连接其上。

除操作、指示、测量、冷却器件外,在门上和通常可拆卸的外壳孔盖上不应安装控制器件。

当控制器件是通过插接方式连接时,它们的插接应通过型号(形状)、标记或项目代号(单个或组合使用)清楚区分(见 14.4.5)。

正常工作中需插拔的插头应具有非互换性,缺少这种特性会导致错误工作。

正常工作中需插拔的插头/插座连接器的安装应提供畅通无阻的通道。

当具有测试点时应:

- 在安装上提供畅通无阻的通道;
- 有符合技术文件的醒目的标记(见 18.3);
- 有足够的绝缘;
- 提供连接测试设备或装置的充分空间。



### 12.2.2 实际隔离或成组

与电气设备无直接联系的非电气部件和器件不应安装在装有控制器件的外壳中。如电磁阀那样的器件应与其他电气设备隔离开(例如在单独隔间中)。

集聚安装并连有电源电压或连有电源与控制两种电压的控制器件,应与仅连有控制电压的控制器件分隔开独立成组。

下列的接线端子应单独成组:

- 动力电路;
- 相关的控制电路;
- 由外部电源馈电的控制电路(如联锁)。

但若能使各组容易识别(如标记用不同尺寸、使用遮栏、用颜色),则各组可以邻近安装。

在布置器件位置时(包括互连),为它们规定的间隙和爬电距离应考虑实际环境条件或外部影响(见 GB/T 16935.1—1997)。

### 12.2.3 热效应

发热元件(如散热片、功率电阻)的安装应使附近所有元件的温度保持在允许限值的范围内。

## 12.3 防护等级

控制设备应有足够的能力防止外界固体物和液体的侵入,并要考虑到机械运行时的外界影响(即位置 and 实际环境条件),且应充分防止粉尘、冷却液和切屑。

注:防止水浸入的防护等级按 GB 4208 的规定。防护其他液体需要附加保护措施。

控制设备的外壳的防护等级应不低于 IP22(见 GB 4208—1993)。

例外:

- a) 在电气工作区用外壳提供适当的防护等级以防止固体和液体的侵入。
- b) 在汇流线或汇流排系统使用可移式集电器时,没有达到 IP22 但应用 6.2.5 的措施。

注:下列为应用实例及由其外壳提供的典型的防护等级:

- 仅装有电动机起动电阻和其他大型设备的通风电柜 IP10;
- 装有其他设备的通风电柜 IP32;
- 一般工业用电柜 IP32、IP43 和 IP54;
- 低压喷水清洗场(用软管冲、洗)的电柜 IP55;
- 防细粉尘的电柜 IP65;
- 汇流环装置的电柜 IP2X。

根据安装条件可采用其他适当的防护等级。

## 12.4 电柜、门和通孔

制造电柜的材料能承受机械、化学和热应力以及正常工作中碰到的湿度影响。

紧固门和盖的紧固件应为系留式的。为观察内部安装的指示器件而提供的窗,应选择合适的能经受住机械应力和耐化学腐蚀的材料,如 3 mm 厚的钢化玻璃和聚碳酸酯板。

建议电柜门使用垂直绞链,最好是提升拆卸形式,开角最小 95°,门宽不超过 0.9 m。

门、罩盖与外壳的结合面和密封垫应能经受住机构所用的侵蚀性液体、油、雾或气体的化学影响。为了运行或维修而需要开启或移动的电柜上的门、罩和盖,应采取保持其防护等级的措施:

- 它们应牢靠紧固在门、盖或电柜上;
- 不应由于门、盖的移开或复位而损坏和使防护等级降低。

外壳上所有通孔,包括通向地板或地基和通向机械其他部件的通孔,均应由供方封住以确保获得设备规定的防护等级。电缆的进口在现场应容易再打开。机械内部装有电器件的壁龛底面可提供适当的通孔,以便能排除冷凝水。

在装有电气设备的壁龛和装有冷却液、润滑或液压油的隔门或可能进入油液、其他液体以及粉尘的

隔间之间不应有通孔。这个要求不适用于专门设计的在油中工作的电器(如电磁离合器),也不适用于需要施用冷却液的电气设备。

如果电柜中有安装用孔,应注意使安装后这些孔不致削弱所要求的防护等级。

设备在正常或异常工作中,表面温度足以引起燃烧危险或对外壳材质有损害时:

- 应将设备装入能承受这种温度的外壳中,而没有燃烧或损害的危险;
- 设备的安装和位置应与最靠近的设备有足够的距离以便安全散热(见 12.2.3);
- 用能耐受设备发热的材料屏蔽,避免燃烧或损害的危险。

### 12.5 控制设备通道

控制设备的前面及控制设备之间的通道最小尺寸应符合 IEC 60364-4-481:1993 中 481.2.4 的规定。

注: IEC 60364-4-481:1993 中 481.2.4 给出的尺寸是最小绝对值。如必要,出于其他考虑,如合适的工作位置、安全设施和机械的流动性等,可以取较大值。

通道中的门和电气工作区用的通道门应:

- 至少宽 0.7 m,高 2.0 m;
- 向外开;
- 允许从里开门,但有措施(如应急插销)而不使用钥匙或工具。

## 13 导线和电缆

### 13.1 一般要求

导线和电缆的选择应适合于工作条件(如电压、电流、电击的防护、电缆的分组)和可能存在的外界影响(如环境温度、存在水或腐蚀性物质燃烧危险和机械应力包括安装期间的应力)。

只要可能就应选用有阻燃性能的绝缘导线和电缆。

这些要求不适用于按有关 IEC 标准(如 GB 7251.1—1997)制造和测试的部件、组件和装置的集成配线。

### 13.2 导线

一般情况,导线应为铜质的。任何其他材质的导线都应具有承载相同电流的标称截面积,导线最高温度不应超过表 4 规定的值。如果用铝导线,截面积应至少为 16 mm<sup>2</sup>。

虽然 1 类导线主要用于固定的、不移动的部件之间,但它们也可用于出现极小弯曲的场合,条件是截面积小于 0.5 mm<sup>2</sup>。易遭受频繁运动(如机械工作每小时运动一次)的所有导线,均应采用 5 或 6 类绞合软线(见表 C.4)。

表 4 正常和短路条件下导线允许的最高温度

绝缘种类	正常条件下导线最高温度/°C	短路条件下导线短时极限温度 <sup>a</sup> /°C
聚氯乙烯(PVC)	70	160
橡胶	60	200
交联聚乙烯(XLPE)	90	250
丙烯橡胶(EPR)	90	250
硅橡胶(SiR)	180	350
注:当导线短时极限温度高于 200°C 时,铜导线应镀银或镀铬,这是因为镀锡或裸导线均不适合温度高于 200°C。		
<sup>a</sup> 这些值基于短路时间不超过 5 s 的假定绝热性能。		

13.3 绝缘

绝缘的类别包括(但不限于):

- 聚氯乙烯(PVC);
- 天然或合成橡胶;
- 硅橡胶(SiR);
- 无机物;
- 交联聚乙烯(XLPE);
- 丙烯橡胶(EPR)。

由于火的蔓延或者有毒或腐蚀性烟雾扩散,绝缘导线和电缆(如 PVC)可能构成火灾危险时,应寻求电缆供方的指导。对具有安全功能电路的完整性予以特别注意是尤其重要的。

绝缘的介电强度应满足耐压试验的要求。对工作于电压高于 50 Va. c. 或 120 Vd. c. 的电缆,要经受至少 2 000 Va. c. 的持续 5 min 的耐压试验。对于独立的 PELV 电路,介电强度应承受 500 Va. c. 的持续 5 min 的耐压试验(见 GB 14821.1—1993,Ⅲ类设备)。

绝缘的机械强度和厚度应使得工作时或敷设时,尤其是电缆装入通道时绝缘不受损伤。

13.4 正常工作时的载流容量

导线和电缆的载流容量由下面两个因素来确定:

- 正常条件下,通过最大可能的稳态电流或间歇负载的热等效方均根值电流时导线的最高允许温度(见 C.2);
- 短路条件下,允许的短时极限温度。

导线截面积应使得在这种情况下,导线温度不超过表 4 中的规定值,除非电缆制造厂另有规定。

在稳态情况下,设备电柜与单独部件之间用 PVC 绝缘线布线的载流容量规定在表 5 中。间歇负载的导线和电缆的选择对于热等效方均根值电流的计算见 C.2。

13.5 导线和电缆的电压降

在正常工作状态下,从电源端到负载的电压降不应超过额定电压的 5%。为了遵守这个要求,可能有必要采用截面积较大于表 5 规定值的导线。

表 5 稳态条件下环境温度 40℃ 时,采用不同敷设方法的 PVC 绝缘铜导线或电缆的载流容量(I<sub>z</sub>)

截面积/mm <sup>2</sup>	敷设方法(见 C.1.2)			
	B1	B2	C	E
	载流容量 I <sub>z</sub> A			
0.75	7.6	---	--	
1.0	10.4	9.6	11.7	11.5
1.5	13.5	12.2	15.2	16.1
2.5	18.3	16.5	21	22
4	25	23	28	30
6	35	29	36	37
10	44	40	50	52
16	60	53	66	70
25	77	67	84	88
35	97	83	104	114
50	---	---	123	123
70	---	---	155	155
95	---	---	192	192
120	---	---	221	221

表 3(续)

截面积/mm <sup>2</sup>	敷设方法(见 C.1.2)			
	B1	B2	C	E
	载流量 I <sub>a</sub> A			
电子设备(线对)				
0.2	—	—	4.0	4.0
0.3	—	—	5.0	5.0
0.5	—	—	7.1	7.1
0.75	—	—	9.1	9.1

注 1:对不同于 40℃ 的环境温度,用表 C.1 规定值修正载流量。  
 注 2:对成组电缆/导线减额系数见表 C.2。  
 注 3:对 10 mm<sup>2</sup> 以下多芯电缆减额系数见表 C.3。  
 注 4:这些值不适合绕在电缆盘上的软电缆(见 13.7.3)。  
 注 5:其他电缆用载流量见 IEC 60364-5-523:1983。

13.6 最小截面积

为确保适当的机械强度,导线截面积应不小于表 6 示出值。然而,如果用别的措施来获得适当的机械强度且不削弱正常功能,必要时可以使用比表 6 示出值小的导线。

表 6 铜导线的最小截面积

位置	用途	电缆种类				
		单芯绞线	单芯硬线	双芯屏蔽线	双芯无屏蔽线	三芯或三芯以上屏蔽线或无屏蔽线
外壳外部	非软电源配线	1	1.5	0.75	0.75	0.75
	频繁运动机械部件的连线	1	—	1	1	1
	控制电路中的连线	1	1.5	0.3	0.5	0.3
	数据通信配线	—	—	—	—	0.08
外壳内部	非软电源配线	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
	控制电路中的连线	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	数据通信配线	—	—	—	—	0.08

注:所有导线截面积单位 mm<sup>2</sup>。

13.7 软电缆

13.7.1 概述

软电缆应为 5 类或 6 类导线(见表 C.4)。

要承受恶劣工作条件的电缆应有适当的措施以防止电缆:

- 由于机械输送及拖过粗糙表面擦伤电缆;
- 由于没有导向装置操纵引起电缆扭折;
- 由于导向轮和强迫导向使正在电缆盘上缠绕或重新缠绕的电缆产生应力。

注 1:对这种情况的电缆见国家有关标准。

注 2:工作条件不利(如高拉应力、弯曲半径小、弯入另一个平面或频繁重复工作循环的场合)将降低电缆的工作寿命。

13.7.2 机械性能

机械的电缆输送系统应设计得在机械工作期间使导线的拉应力保持最小。使用铜导线的场合,铜导体截面的拉应力不应超过 15 N/mm<sup>2</sup>。使用要求拉应力超过 15 N/mm<sup>2</sup> 限值时,应选用有特殊结构特点的电 缆,允许的最大拉力强度应与电缆制造厂达成协议。

软电缆导体采用非铜材质时,允许的最大应力应与电缆制造厂达成协议。

注：下列条件影响导线的拉应力：

- 加速力；
- 运动速度；
- 电缆净重；
- 导向方法；
- 电缆盘系统的设计。

### 13.7.3 绕在电缆盘上电缆的载流容量

若电缆要绕在电缆盘上，电缆应同导体一起选择，即当电缆完全缠绕在电缆盘上并携带正常工作负载时，导体具有不超过最高允许温度的截面。

安装在电缆盘上的圆截面电缆，在空气中最大载流容量应按表 7 减额（见 IEC 60621-3:1979）中的第 44 章）。

注：空气中电缆的载流容量可在技术手册或有关国家标准中查出。

表 7 绕在电缆盘上的电缆用减额系数

电缆盘型式	电 缆 层 数				
	任一层数	1	2	3	4
圆柱形通风	—	0.85	0.65	0.45	0.35
径向通风	0.85	—	—	—	—
径向不通风	0.75	—	—	—	—

注 1：径向电缆盘是在靠近的法兰之间调节电缆的螺旋层；如果电缆盘装有实心法兰是非通风式的，如果法兰有合适的孔则是通风式的。

注 2：圆柱形通风电缆盘是在大间距法兰之间调节电缆层，电缆盘和法兰端面有通风孔。

注 3：使用减额系数，建议同电缆和电缆盘制造厂讨论。这可能涉及正在使用的其他因素。

## 13.8 汇流线、汇流排和汇流环

### 13.8.1 直接接触的防护

汇流线、汇流排和汇流环应这样的安装和防护，即当正常接近机械期间，通过采用下列一种保护措施将获得直接接触的防护：

- 带电部分用绝缘防护。这是优先采用的措施；
- 外壳或遮栏的防护等级至少为 IP2X（见 GB 14821.1—1993 中 6.2）。

容易被触及的遮栏或外壳的水平顶面的防护等级至少达到 IP4X（见 GB 14821.1—1993 中 6.2.2）。

如果达不到所要求的防护等级，可采用把带电部分置于伸臂以外的防护与符合 9.2.5.4.3 规定的紧急断开相结合。

汇流线和汇流排应按下列要求放置和保护：

- 防止接触，尤其是无防护的汇流线和汇流排与如拉线开关的绳、卸荷装置和传动链等导电物体要防止接触；
- 防止负载摆动的危害。

### 13.8.2 保护导体电路

如果汇流线、汇流排和汇流环作为保护接地电路一部分安装时，它们在正常工作时不应流过电流。因此保护导体（PE）和中性导体（N）应各自使用单独的汇流线、汇流排或汇流环。使用滑动触点的保护导体的连续性应采取适当措施（如复式集流器加倍，连续性监视）予以保证。

### 13.8.3 保护导体集流器

保护导体集流器的形状或结构应使得与其他集流器不可互换。这样的集流器应是滑动触点式。

#### 13.8.4 有断路器功能的可移式集流器

有断路器功能的可移式集流器的设计应使得只有带电部分断开后保护导体电路才能断开,而带电部分接通前,先建立保护导体的连续性(见 8.2.6)。

#### 13.8.5 电气间隙

汇流线、汇流排和汇流环及它们的集流器的各导体之间、各邻近系统之间的电气间隙应适合在 3 级污染的环境中工作(见 GB/T 16935.1—1997 中 2.5)。

#### 13.8.6 爬电距离

汇流线、汇流排和汇流环及它们的集流器之间、各邻近系统之间和各导体之间的爬电距离应适合在 3 级污染的环境中工作(见 GB/T 16935.1—1997 中 2.5)。

适合异常粉尘、潮湿或腐蚀性环境的爬电距离要求如下:

——无防护的汇流线、汇流排和汇流环应配备最小爬电距离为 60 mm 的绝缘子;

——密封的汇流线、多极绝缘汇流排和单独绝缘汇流排应有 30 mm 的最小爬电距离。

应遵照制造厂的建议,采取专门措施防止由于环境状况的不利(如导电尘埃的沉积、化学腐蚀等)而使绝缘值逐渐下降。

#### 13.8.7 导体系统分段

汇流线或汇流排可以采用恰当的设计方法分段敷设,防止由于靠近集流器本身使邻近部分带电。

#### 13.8.8 汇流线、汇流排系统和汇流环的构造及安装

用于动力电路的和控制电路的汇流线、汇流排和汇流环应分开成组。

汇流线、汇流排和汇流环应能承受机械力和短路电流的热效应而不受损害。

敷设地下或地板下的汇流线、汇流排系统用的活动盖应设计得使一个人不用工具就不能打开。

如果汇流排安装在普通金属外壳内,外壳的单独部分应连接在一起并按照它们的长度有几点接地。

注:对于连接金属外壳或地下管道的盖及盖板的等电位连接或保护导体连接,要考虑使通常的金属铰链确保接地连续性。

地下和地板下汇流排管道应有排水设施。

### 14 配线技术

#### 14.1 连接和布线

##### 14.1.1 一般要求

所有连接,尤其是保护接地电路的连接应牢固,没有意外松脱的危险。

连接方法应与被连接导线的截面积及导线的性质相适应。对铝或铝合金导线,要特别考虑电蚀问题(见 13.2)。

只有专门设计的端子,才允许一个端子连接两根或多根导线。但一个端子只应连接一根保护导线。

只有提供的端子适用于焊接工艺要求才允许焊接连接。

接线座的端子应清楚做出与电路图上相一致的标记。

软导线管和电缆的敷设应使液体能排离该装置。

当器件或端子不具备端接多股芯线的条件时,应提供拢合绞心束的办法。不允许用焊锡来达到此目的。

屏蔽导线的端接应防止绞合线磨损并应容易拆卸。

识别标牌应清晰、耐久,适合于实际环境。

接线座的安装和接线应使内部和外部配线不跨越端子(见 GB 14048.7—1998)。

##### 14.1.2 导线和电缆敷设

导线和电缆的敷设应使两端子之间无接头或拼结点。如果不能在接线盒中提供端子(如可移式机械、机械带长软电缆等)允许接头或拼结。

为满足连接和拆卸电缆和电缆束的需要,应提供足够的附加长度。

电缆端部应夹牢以防止导线端部的机械应力。

只要可能就应将保护导线靠近有关的负载导线安装,以便减小回路阻抗。

### 14.1.3 不同电路的导线

不同电路的导线可以并排放置,可以穿在同一通道中(如导线管或电缆管道装置),也可以处于同一多芯电缆中,只要这种安排不削弱各自电路的原有功能。如果这些电路的工作电压不同,应把它们用适当的遮栏彼此隔开,或者把同一管道内的导线都用最高电压导线的绝缘。

## 14.2 导线的标识

### 14.2.1 一般要求

导线应按照技术文件的要求(见第18章)在每个端部做出标记。附录B第31项可作为供方和用户之间关于最好标识方法的协议。

当用颜色代码作导线标记时,可采用下列颜色:

黑、棕、红、橙、黄、绿、蓝(包括浅蓝)紫、灰、白、粉红、青绿。

注:该颜色系列取自 GB/T 13534—1992。

如果采用颜色作标记,建议在导线全长上使用带颜色的绝缘或颜色标记。另一种可行办法是在选定的位置上增加附加标记。

由于安全原因,在有可能与黄/绿双色组合(见14.2.2)发生混淆的场合,不应使用绿或黄色。

可以使用上面列出颜色的组合色标,只要不发生混淆和不使用绿或黄色,不过黄/绿双色组合标记除外。

### 14.2.2 保护导线的标识

应依靠形状、位置、标记或颜色使保护导线容易识别。当只采用色标时,应在导线全长上采用黄/绿双色组合。保护导线的色标是绝对专用的。

对于绝缘导线,黄/绿双色组合应这样安排,即在任意15 mm长度的导线表面上,一种颜色的长度占30%~70%,其余部分为另一种颜色。

如果保护导线能容易地从其形状、结构(如编织导线)或位置上识别,或者绝缘导线一时难以购得,则不必在整个长度上使用颜色代码,而应在端头或易接近位置上清楚地标示 GB/T 5465.2—1996 中 5019 图形符号或用黄/绿双色组合标记。

### 14.2.3 中线的标识

如果电路包含有用颜色识别的中线,其颜色应为浅蓝色(见 GB 7947—1997 中 3.1.2)。可能混淆的场合,不应使用浅蓝色来标记其他导线。

如果采用色标,用作中线的裸导线应在每个15 mm~100 mm宽度的间隔或单元内,或在易接近的位置上用浅蓝色条纹作标记,或在导线整个长度上作浅蓝色标志。

### 14.2.4 其他导线的标识

其他导线应使用颜色(导线整体用单色或用单色、多色条纹)、数字、字母、颜色和数字或字母的组合来标识。采用数字时,它们应为阿拉伯数字;字母应为拉丁字母(大写或小写)。

建议绝缘导线应使用下列颜色代码:

- 黑色:交流和直流动力电路;
- 红色:交流控制电路;
- 蓝色:直流控制电路;
- 橙色:由外部电源供电的连锁控制电路。

允许以下例外情况:

- 外购独立器件的内部配线;
- 买不到所需颜色的绝缘导线时;

——采用没有黄/绿双色组合的多心电缆时。

### 14.3 电柜内配线

必要时配电盘的配线应固定,以保持它们处于应有的位置。只有在用阻燃绝缘材料制造时才允许使用非金属通道(见 GB/T 18380.1—2001)。

建议要安装在电柜内的电气设备,要设计和制作成允许从电柜的正面修改配(见 12.2.1)。如果有困难,或控制器件是背后接线,则应提供检修门或能旋出的配电盘。

安装在门上或者其他活动部件上的器件,应按 13.2 要求的可控部件频繁运动用的软导线连接。这些导线应固定在固定部件上和与电气连接无关的活动部件上(见 8.2.3 和 12.2.1)。

不敷入通道的导线和电缆应牢固固定住。

引出电柜外部的控制配线,应采用接线座或连接插头/插座组合。

动力电缆和测量电路的电缆可以直接接到想要连接的器件的端子上。

### 14.4 电柜外配线

#### 14.4.1 一般要求

引导电缆进入电柜的导入装置或通道,连同专用的管接头、密封垫等一起,应确保不降低防护等级(见 12.3)。

#### 14.4.2 外部管道

连接电气设备电柜外部的导线应封闭在如 14.5 所述的适当通道中(如导线管或电缆管道装置),只有具有适当保护套的电缆,无论是否用开式电缆托架或电缆支承设施,都可使用不封闭的通道安装。

和通道或多芯电缆一起使用的接头附件应适合于实际环境。

如果至悬挂按钮站的连接必须使用柔性连接,则应采用软导线管或软多芯电缆。悬挂站的重量不应借助软导线管或多芯电缆来支承,除非是为此目的专门设计的导线管或电缆。

软导线管或软多芯电缆应使用于包括少量或不经常运动的连接。也应允许它们使用于一般静止电动机、位置开关和其他外部安装器件的连接。有预接引出线的器件(如位置开关、接近开关),整体电缆不必密封在通道内。

#### 14.4.3 机械的移动部件的连接

频繁移动的部件应按 13.2 要求的适合于弯曲使用的导线连接。软电缆和软导管的安装应避免过度弯曲和绷紧,尤其是在接头附件部位。

移动电缆的支承应使得在连接点上没有机械应力,也没有急弯。弯曲回环应有足够的长度,以使使电缆的弯曲半径至少为电缆外径的 10 倍。

机械的软电缆安装和防护应使得电缆因使用不合理等因素引起外部损坏的可能性减到最小,软电缆应防止:

- 被机械自身辗过;
- 被搬运车或其他机械辗过;
- 运动过程中与机械的构件接触;
- 在电缆吊篮中敷入和敷出,接通或断开电缆盘;
- 对花彩般垂挂或悬挂电缆施加速力和风力;
- 电缆收集器过度磨擦;
- 暴露于过度辐射热。

电缆护套应能耐受由于移动而产生的可预料到的正常磨损,并能经受大气污染物质的影响(如油、水、冷却液、粉尘)。

如果移动电缆靠近运动部件,则应采取使它们之间至少应保持 25 mm 距离。如果做不到,则应在二者之间安设遮栏。

电缆输送系统的设计应使得侧向电缆角度不超过 5°,电缆进行下列操作时应避免挠曲:



- 正在电缆盘上缠绕或放开；
- 正接近或离开导向装置。

应有措施确保至少总有两圈软电缆缠绕在电缆盘上。

起导向和携带软电缆的装置应设计成电缆在所有弯曲点处的内弯曲半径不小于表 8 规定的值,除非考虑了允许的拉力和预期疲劳寿命或与电缆制造厂另有协议。

表 8 强迫导向时软电缆允许的最小弯曲半径

用 途	电缆直径或扁平电缆的厚度, $d$		
	mm		
	$d \leq 8$	$8 < d \leq 20$	$d > 20$
电缆盘	$6d$	$6d$	$8d$
导向轮	$6d$	$8d$	$8d$
花彩般垂挂装置	$6d$	$6d$	$8d$
其他	$6d$	$6d$	$8d$

S 形长度两弯之间的直线段或弯入另一个平面部分应至少为电缆直径的 20 倍。

如果软导线管靠近运动部件,则所有运行情况下其结构和支承装置均应能防止对软导线管或电缆的损伤。软金属导线管不应用于快速和频繁的移动,除非是为此目的专门设计的。

#### 14.4.4 机械上器件的互连

如果装在机械上的几个开关电器(如位置传感器、按钮)是串行或并联的,建议器件间的连接通过构成中间测试点的接线座。这些接线应便于安装、充分保护。并在有关图上示出。

#### 14.4.5 插头/插座组合

如果设备可移式的,则允许使用极化了的插头/插座组合连接。

插头/插座组合应有适当的尺寸,并应有足够的接触压力和擦拭作用,以确保正常的通电连续性。触头间的电气间隙应适用于所使用的电压,在连接器插入和拔出期间均应保持住。

插头/插座组合的型式应使得无论何时,即使在连接器插入或拔出期间,均要防止与带电部分意外接触。PELV 电路除外。

插头/插座组合的设计应使得在所有带电极接通之前接通保护接地电路,并且只有插头/插座中的所有带电极全部断开后才能切断接地极(见 6.2.4)。用于 PELV 电路或仅用作简化拆装(多极接插件)的情况除外。

额定值大于 16 A 或正常工作中需保持接通的插头/插座组合,应为保持式的以防止断开。额定值为 63 A 或 63 A 以上的插头/插座组合,应为带组合开关的联锁式的。

如果同一电气设备上使用几个插头/插座组合,则它们应做出清楚标记,建议采用机械编码以防相互插错。

民用的以及 IEC 60309-1:1988 给出的插头/插座组合不应用于控制电路。

#### 14.4.6 为了装运的拆卸

为了装箱运输需要拆断布线时,应在分段处提供接线端子或提供插头/插座组合附件。这些接线端子应适当封装,插头/插座组合应能防护运输和存储期间实际环境的影响。

#### 14.4.7 备用导线

应考虑提供维护和修理用的备用导线。当提供备用导线时,应把它们连接在备用端子上,或用和防护接触带电部分同样的方法予以隔离。

### 14.5 通道、接线盒与其他线盒

#### 14.5.1 一般要求

通道应提供 IP33 的最低防护等级(见 GB 4208—1993)。

可能与导线绝缘接触的锐棱、焊渣、毛刺、粗糙表面或螺纹,应从通道和接头附件上清除。必要时应

提供由阻燃、耐油绝缘材料构成的附加防护以保护导线绝缘。

易存积油或水分的接线盒、引线箱、电缆管道装置中应允许作有直径 6 mm 的排泄孔。

为了防止电气导线管与油、气和水管混淆,建议电气导线管用实体隔离安设,或者做出明显标记。

通道和电缆托架应刚性支承,其位置应离运动部件有足够的距离,并使损伤或磨损的可能性减至最小。在要求有人行通道区域内,通道槽和电缆托架的安装应至少高于工作面 2 m。

仅为机械保护装置提供通道(关于保护接地电路的连接要求见 8.2.3)。

部分被遮盖的电缆托架不应看作管道或电缆管道装置(见 14.5.6),所用电缆应适于安装在电缆托架上(见 14.4.2)。

#### 14.5.2 导线槽满率

关于导线槽满率的考虑应基于通道的直线性和长度以及导线的柔性。建议通道的尺寸和布置要使导线和电缆容易装入。

#### 14.5.3 金属硬导线管及管接头

硬金属导线管及管接头应为镀锌钢或适合使用条件的耐腐蚀材料制成。应避免使用不同金属,因为它们的接触中会产生电位差腐蚀作用。

导线管应牢固固定在其位置上并将其两端支承住。

管接头应与导线管相适应并适用。应使用带螺纹的管接头。除非由于结构上的困难妨碍装配。如果使用无螺纹管接头,则导线管应牢固固定在设备上。

导线管的折弯不应损坏导线管,也不应减小导线管的有效内径。

#### 14.5.4 金属软导线管及管接头

金属软导线管应由金属软管或编织线网铠装组成,它应适用于预期的实际环境。

管接头应与软导线管相适应并适用。

#### 14.5.5 非金属软导线管及管接头

非金属软导线管应耐弯折,它应具有与多芯电缆护套类似的物理性能。

这种软导线管应适用于预期的实际环境。

管接头应与软导线管相适应并适用。

#### 14.5.6 电缆管道装置

电柜外部的电缆管道装置应刚性支承,并应与机械的运动部位或污染部分隔开。

盖板的形状应正覆盖满周边;应允许加密封垫。盖板应采用绞链或挂链连接到电缆管道装置上,并使用系留螺钉或其他适合的紧固件使盖板紧密固紧。对于水平安装的电缆管道装置,其盖板不应装在底部。

如果电缆管道装置是分段供应的,则各段之间的联结应紧密配合,但不要求加密封衬垫。

除接线或排水需用孔外不应有其他开口。电缆管道装置不应有敞开的不用出的出砂孔。

#### 14.5.7 机械的隔间和电缆管道装置

应允许用机械立柱或基座内的隔间或电缆管道去封装导线,只要该隔间或电缆管道装置是与冷却液槽及油箱隔离并完全封闭的。敷入在封闭的隔间或电缆管道装置中的导线应被固紧,其布置应使得它们不易受到损坏。

#### 14.5.8 接线盒与其他线盒

用于配线目的接线盒和其他线盒应易于接近和维修。这些线盒应有防护,防止固体和液体的侵入,并考虑机械在预期工作情况下外部影响(见 12.3)。

接线盒与其他线盒不应有敞开的不用出的砂孔,也不应有其他开口,其结构应能隔绝粉尘、飞散物、油和冷却液之类的物质。

#### 14.5.9 电动机的接线盒

电动机的接线盒应密闭,仅与电动机及安装在电动机上的器件(如制动器、温度传感器、反接制动开

关或测速发电机)进行连接。

## 15 电动机及有关设备

### 15.1 一般要求

电动机应符合 GB 755—2000 的要求。

电动机及有关设备保护的技术要求为 7.2 过流保护、7.3 过载保护、7.6 超速保护。

当电动机处于停转时,由于一些控制器件并未断开连接电动机的电源,因此应注意确保符合 5.3、5.4、7.5、7.6 和 9.4 的技术要求。电动机控制设备应按第 12 章的规定设置和安装。

### 15.2 电动机外壳

建议电动机外壳按 GB 4942.1—2001 选择。

所有电动机的防护等级应至少为 IP23(见 GB 4208—1993)。根据使用 and 实际环境(见 4.4)可能需要提出更严格的要求。就轻工业设备所用的交流/直流电动机来说,必要时应提供附加保护。与机械合装一体的电动机的安装,应使它们具有足够的机械保护,避免损坏机械。

### 15.3 电动机尺寸

就切实可行而言,电动机尺寸应根据 GB/T 4772.1—1999 和 GB/T 4772.2—1999 选择。

### 15.4 电动机架与隔间

每台电动机及其相关联轴器、皮带和皮带轮或链条的安装应使得它们有足够的保护,且便于检查、维护、校准、调整、润滑和更换。电动机架的结构应使得能拆卸所有的电动机压紧装置,并容易接近接线盒。

电动机的安装应确保正常的冷却,其温升保持在绝缘等级的限值内(见 GB 755—2000)。

电动机隔间应尽可能干燥清洁,必要时应直接向机械外部通风。通风口应使切屑、粉尘或水雾的进入量处于一个允许的水平上。

不符合电动机隔间要求的其他隔间与电动机隔间之间不应有通孔。如果导线管要从别的不符合电动机隔间要求的隔间进入电动机隔间,则导线管周围的间隙应密封。

### 15.5 电动机选择的依据

电动机及其有关设备的特性应根据预期的工作和实际环境条件(见 4.4)进行选择。在这方面,应认真考虑的要点包括:

- 电动机型式;
- 工作循环类型(见 GB 755—2000);
- 恒速或变速运行(以及随之发生的通风量变化的影响);
- 机械振动;
- 电动机速度控制的变换器型式(见 GB/T 3859.1—1993);
- 当电动机由静态变换器供电时馈电电压和(或)馈电电流的谐波频谱对温升的影响;
- 起动方法及起动电流对其他用户运行的可能影响,还要考虑供电部门可能的特殊规定;
- 反转矩负载随时间和速度的变化;
- 大惯量负载的影响;
- 恒转矩或恒功率运行的影响;
- 电动机和变换器间的可能需要电抗器。

### 15.6 机械制动器用保护器件

机械制动器的过载和过流保护器件动作将引发有关的机械致动机构同时脱开。

注:有关的机械操动器指与相应运动有联系,如电缆盘和长行程驱动。

## 16 附件和照明

### 16.1 附件

如果机械及其有关装置备有附件(如手提电动工具、试验设备)使用的电源插座,则应施加下列

条件:

- 电源插座应遵守 IEC 60309-1:1998 的规定,否则它们应清楚标明电压和电流的额定值;
- 应提供确保保护接地电路连续性的措施(例外情况见 6.4);
- 连往电源插座的所有未接地导线应按 7.2 和 7.3 的规定,提供合适的过电流保护和(必要时的)过载保护,并与其他电路的保护导线分开;
- 在插座的电源引入线不通过机械的电源切断开关切断的情况下,应采用 5.3.5 的要求。

## 16.2 机械和电气设备的局部照明

### 16.2.1 概述

保护接地电路的连接应符合 8.2.2 的规定。

通/断开关不应装在灯头座上或悬挂在软线上。

应通过选用适合的光源避免照明有频闪效应。

如果电柜中装有固定照明装置,则应按 4.4.2 的原则考虑电磁兼容性。

### 16.2.2 电源

建议局部照明线路的额定电压不应超过 50 V。如果使用较高电压,则不应超过 250 V。

照明电路应由下述电源之一供电(见 7.2.6):

- 连接在电源切断开关负载边的专用的隔离变压器。副边电路中应设有过电流保护;
- 连接在电源切断开关进线边的专用的隔离变压器。该电源应仅允许供控制电柜中维修照明电路使用。副边电路中应设有过电流保护(见 5.3.5 和 14.1.3);
- 带专用过电流保护的机械电路;
- 连接在电源切断开关进线边的隔离变压器,这时在原边设有专用的切断开关(见 5.3.5),副边设有过电流保护,而且装在控制电柜内电源切断开关的邻近处(见 14.1.3);
- 外部供电的照明电路(例如工厂照明电路)。只允许装在控制电柜中,整个机械工作照明的额定功率不超过 3 kW。

例外:操作者在正常工作时若伸臂碰不到的固定照明,本条规定不适用。

### 16.2.3 保护

局部照明电路应按照 7.2.6 进行保护。

### 16.2.4 照明配件

可调照明配件应适应于实际环境。

灯头座应:

- 符合有关国家标准和 IEC 出版物;
- 用保护灯头的绝缘材料制造以防止意外触电。

反光罩应用灯架而不应用灯头座支承。

例外:操作者在正常工作时若伸臂碰不到的固定照明,本条规定不适用。

## 17 标记、警告标志和项目代号

### 17.1 概述

电气设备应标出供方名称、商标或其他识别符号,必要时还应标出认证标记。

警告标志、铭牌、标记和识别牌应经久耐用,经得住复杂的实际环境影响。

### 17.2 警告标志

不能清楚表明其中装有电气器件的外壳,都应标出形状符合 GB/T 5465.2—1996 中 5036 图形符号的黑边、黄底、黑色闪电符号,其整体应与 ISO 3864:1984 中符号 B.3.6 一致:



警告标志应在外壳门或盖上清晰可见。

警告标志在下列情况可以省略：

- 装有电源切断开关的外壳；
- 人机接口或控制站；
- 自带外壳的单一器件(如位置传感器)。

### 17.3 功能识别

用来作人-机接口的控制器件、目测指示器和显示器(尤其是涉及到安全功能的器件),应在器件上或在其附近清晰耐久地标出与它们功能有关的标记。这些标记是设备的用户和供方之间一致商定的(见附录 B)。应优先选用 GB/T 5465.2—1996 和 ISO 7000:1989 规定的标准符号。

### 17.4 控制设备的标记

控制设备(如控制设备组合)应清晰耐久地标出标记,使得在设备被安装后使人们清晰可见。铭牌应固定在外壳上,尽可能给出下列信息:

- 供方的名称或商标;
- 必要时的认证标记;
- 使用顺序号;
- 额定电压、相数和频率(如果是交流),每个电源的满载电流(见 GB/T 6988);
- 随设备提供的机械过电流保护器件的短路切断能力;
- 电气图编号或电气图索引号。

铭牌标示的满载电流,不应小于正常使用条件下同时运行的所有电动机和其他设备的满载电流之和。有异常负载或工作循环的场合,则热等效电流(见 C.2)应包含在铭牌上给定的满载电流中。

如果仅使用单一的电动机控制器,则这种信息可在机械的清晰可见的铭牌上提供。

### 17.5 项目代号

所有电柜、装置、控制器件和元件应清晰标出与技术文件相一致的项目代号。项目代号应遵照 IEC 61346-1:1996 的规定。

如果尺寸或位置使得难以采用单独的项目代号,则应采用组合项目代号。

例外:本条要求可能不适用于仅由一个电动机、电动机控制器、按钮站和工作照明组成的简单电气设备的机械。

## 18 技术文件

### 18.1 概述

为了安装、操作和维护机械电气设备所需的资料,应以简图、图、表图、表格和说明书的形式提供。这些资料应使用供方和用户共同商定的语言(见附录 B)。

提供的资料可随提供的电气设备的复杂程度而异。对于很简单的设备,有关资料可以包容在一个文件中,只要这个文件能显示电气设备的所有器件并使之能够连接到供电网上。

供方应确保随每台机械提供本章规定的技术文件。

### 18.2 提供的资料

随电气设备提供的资料应包括:

- a) 设备、装置、安装以及电源连接方式的清楚全面的描述;
- b) 电源的技术要求;
- c) 实际环境(如照明、振动、噪声级、大气污染)的资料(在适当的场合);
- d) 系统图或框图(在适当的场合);
- e) 电路图;
- f) 下述有关资料(在适当的场合):
  - 1) 编制的程序;

当电气设备变动时,应采用 19.7 规定的要求。

### 19.2 保护接地电路的连续性

当机械安装及电气连接(包括连接电源)完成时,按照 IEC 60364-6-61:1986 中 612.6.3 的规定,通过回路阻抗测试可以检验保护接地电路的连续性。

保护接地回路不超过 30 m 的小型机械、预制机械或机械部件,机械不能接到用于回路阻抗测试的电源,下列方法是适当的:

- 保护接地电路的连续性应通过引入来自 PELV 电源的 50 Hz 或 60 Hz 的低电压、至少 10 A 电流和至少 10 s 时间的验证。该试验在 PE 端子(见 5.2)和保护接地电路部件的有关点间进行;
- PE 端子和各测试点间的实测电压降不应超过表 9 所规定的值。

表 9 保护接地电路连续性的检验

被测保护导线支路最小有效截面积 / mm <sup>2</sup>	最大的实测电压降(对应测试电流为 10 A 的值) / V
1.0	3.3
1.5	2.6
2.5	1.9
4.0	1.4
>6.0	1.0

### 19.3 绝缘电阻检验

在动力电路导线和保护接地电路间施加 500 Vd. c. 时测得的绝缘电阻不应小于 1 MΩ。绝缘电阻检验可以在整台电气设备的单独部件上进行。

例外:对于电气设备的某些部位,如母线、汇流线、汇流排系统或汇流环装置,允许绝缘电阻最小值低一些,但不能小于 50 kΩ。

### 19.4 耐压试验

电气设备的所有电路导线和保护接地电路之间应经受至少 1 s 时间的耐压试验,打算工作在或低于 PELV 电压的电路除外。

试验电压应:

- 具有两倍的电气设备额定电源电压值或 1 000 V,取其中的较大者;
- 频率为 50 Hz 或 60 Hz;
- 由最小额定值为 500 VA 的变压器供电。

不适宜经受该试验的元件应在试验期间断开。

### 19.5 残余电压的防护

应进行此项试验以确保符合 6.2.4 的要求。

### 19.6 功能试验

电气设备的各种功能,尤其是有关安全和安全防护装置的功能,都应进行试验。

### 19.7 重复试验

如果机械及其有关设备的一些部分有变动或改进,这些部分应按照 19.2 至 19.7 进行重复试验(见 19.1)。