

# 机械中电气设备的安全要求 标准：

EN 60204-1： 2006

Safety of machinery- Electrical equipment of machines

Part 1: General requirements

# 目录

---

适用范围

**4** 基本要求

**5** 引入电源线端接法和切断开关

**6** 电击的防护

**7** 电气设备的保护

**8** 等电位接地

**9** 控制电路和控制功能

**10** 操作板和安装在机械上的控制器件

**11** 电子设备

**12** 控制设备：位置、安装和电柜

**13** 导线和电缆

**14** 配线技术

**15** 电动机及有关设备

**16** 附件和照明

**17** 标记、，告标志和项目代号

**18** 技术文件

**19** 试验和检验

# 适用范围

- 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）。
- 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 10 00V a.c. 或 15 00V 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。
- 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

# 4 基本要求

## 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）

4.4.3 环境空气温度:5℃-40℃范围

4.4.4 湿度:20℃时为0~90% 40℃时为0~50%

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

4.4.7 离子和非离子辐射

4.4.8 振动、冲击和碰撞

4.5 运输和存放:受得住在一25℃-+55℃的温度范围

4.6 设备搬运

4.7 安装和操作

# 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）。
- 对中线提供N字标示
- 在电气设备内部，中线和保护接地电路之间不相联，也不使用PEN兼用端子。
- 5.2 连接外部保护接地系统的端子:外部保护铜导线值--表1
- 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
- 用于把机械元件或部件连往保护接地电路的其他端子，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。

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
$S > 35$	$S/2$

# 5 引入电源线端接法和切断开关

5.3.1 电源切断(隔离)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,
- — 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。

5.3.2 电源切断(隔离)开关型式 ---电源切断开关应是下列型式之一:

- a) 符合IEC 60947-3:1995的隔离开关, 使用类别AC-23B或DC-23B;
- b) 符合IEC 60947-3:1995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) 用插头 / 插座或器具耦合器通过软电缆对可移式机械供电:

5.3.3 电源切断(隔离)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“O”和“}
- -所有触头间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)操作手柄应用黑色或灰色
- -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<sup>^</sup>-1.9m间。上限值建议为1.7 m.

# 6 电击的防护

- 6.2 直接接触的防护
- 6.2.2 用外壳作防护
- 带电部件用外壳作防护的直接接触的最低防护等级为IP2X或IPXXB（见IEC60529），
- 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
  - b) 开启外壳之前先切断其内部的带电部件；
  - 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，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5s之内放电到60 V或60 V以下，
- 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1s，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1s，最低防护
- 等级又未达到IP2X或IPXXB的器件，应采用附加的断开器件或适当的警告标志。

# 6 电击的防护

- 6.3 间接接触的防护
- 6.3.2 防止出现危险触摸电压的措施
- 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。
- 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。
- 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。
- 6.4 采用PELV作防护电路应满足下列全部条件：
- 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。
- 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60Vd. c. 无纹波；
- 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电路的带电体与其他带电回路隔离不低于变压器初级和次级电路之间的技术要求。
- d) 每个PELV电路的导线应与其他电路导线相隔离。
- e) PELV电路用插头应不能插入其他电压系统的插座和插座应不接受其他电压系统的插头。

# 7 电气设备的保护

- 7.2 过电流保护
- 7.2.2 电源线
- 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
- 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。
- 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，馈电电路应有过电流保护。这些插座的每个馈电电路的未接地带电导线L均设置过电流保护器。
- 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。
- 7.2.7 变压器：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
  - 一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：额定短路分断能力不小于保护器安装处的预期故障电流。
- 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。

# 7 电气设备的保护

- 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。
- 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，应提供检测办法，
- 7.5 对电源中断或电压降落随后复原的保护（UPS）
- 7.6 电动机的超速保护
- 7.7 接地故障 / 残余电流保护
- 接地故障 / 残余电流用自动断开电源作保护。
- 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。
- 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

- 8.2 保护接地电路：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；
  - — 机械设备的保护导线，包括电路的滑动触点。
- 8.2.2 保护导线
  - 应采用铜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。
- 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，否则紧固件、绞链、滑动接点应设计成低电阻

# 8 等电位接地

- 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）。
- 8.2.5 不必连接到保护接地电路上的零件
  - — 不能大面积触摸到或不能用手握住和尺寸很小（小于50 mm X 50 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
- 8.2.6 保护接地电路的断开
- 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
- 8.2.7 保护导线的连接点
- 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，连接保护导线的接线端子可以用黄 / 绿组合双色标记和PE字母。

# 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
- 9. 1.2 控制电路电压: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。
- 9.2 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。
- 9.2.3 工作方式:每台机械可能有一种或多种工作方式, 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

# 9 控制电路和控制功能

- 9.2.5 操作
- 9.2-5.2 起动
- 9.2.5.3 停止:根据机械的风险评价及机械的功能要求, 提供0类、1类或2类停止, 应优先选用0类。停止功能应否定有关的起动功能
- 9.2.5.4 紧急操作 (紧急停止, 紧急断开)
- 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。
  - — 复位不应引起重新起动。
- 急停的类别选择应取决于机械的风险评价。
- 0类急停功能, 它应只有导线直接连接的机电部件, 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。
- 1类急停功能, 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。
- 9.3 联锁保护
- 9.3.1 联锁安全防护装里的复位
- 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, 应配备位置传感器或限位开关引发适当的控制作用。
- 9.3.4 不同工作和相反运动间的联锁

# 9 控制电路和控制功能

- 9.4 故障情况的控制功能
- 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
- 9.4.2.2 采用冗余技术
- 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：
  - 一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
- 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。
  - 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。
- 9.4.3.2 电压中断
  - 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。

# 10 操作板和机械上的控制器件

- 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：
  - — 一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。

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 紧急功能启动(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	启动正常情况时操作	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启动(见注)	启动/接通(优先)
灰			停止/断开
黑			启动/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(如白色用于启动/接通和停止/断开)。

# 10 操作板和机械上的控制器件

START or ON	STOP or OFF	Push-buttons acting alternately as START or STOP buttons and as ON or OFF buttons	Push-buttons acting as START or ON buttons when pressed and as STOP or OFF buttons when released (i.e. hold-to-run)
60417-2-IEC-5007	60417-2-IEC-5008	60417-2-IEC-5010	60417-2-IEC-5011
	○	⊕	⊞

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、蓝色的应用有疑同时	监视

# 11 电子设备

- 1 概述
- 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，都应按照供货方的规定彼此电气连接，并连接到接地电路上
- 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IEC61131-1和IEC61131-2).
- 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。
- 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

# 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。
- 所有控制设备的安装都应易于从正面操作和维修。
- 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，
- 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。
- 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。
- 12.2.2 实际隔离或成组 --- 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）。

# 12 控制设备：位置、安装和电柜

- 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
  - 控制设备的外壳的防护等级应不低于IP22
- 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。
  - 建议电柜门使用垂直绞链或者提升拆卸形式，开角最小95°，门宽不超过0.9 m。
  - 机械内部装有电器件的壁完底面可提供适当的通孔，以便能排除冷凝水。
  - 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
  - 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

- 13.2 导线：一般情况，导线应为铜质的，导线最高温度不应超过表4规定的值。

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/℃	短路条件下导线短时极限温度*/℃
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℃时，铜导线应镀银或镀锡，这是因为镀铜或裸导线均不适合温度高于200℃。

\* 这些值基于短路时间不超过5s的假定绝热性能。

- 13.3 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
- 13.4 正常工作时的载流容
- 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。
- 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。

# 13 导线和电缆

- 13.8 汇流线、汇流排和汇流环
- 13.8.1 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
  - 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
- 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。
- 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
- 13.8.6 爬电距离
  - 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。

# 14 配线技术

- 14.1 连接和布线 :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。
- 接线座的安装和接线应使内部和外部配线不跨越端子。
- 14.1.2 导线和电缆敷设 :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 不同工作电压电路的导线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
- 14.2.2 保护导线的标识:保护导线全长上采用黄 / 绿双色组合, 色标是专用。
- 14.2.3 中线的标识:中线其颜色应为浅蓝色。
- 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。

# 14 配线技术

- 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
  - 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
  - 可控部件频繁运动用的软导线连接应固定在固定部件上和与电气连接无关的活动部件上
  - 不敷人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。
- 14.5 通道、接线盒与其他线盒
  - 通道应提供IP33的最低防护等级
  - 14.5.2 导线描满率
    - 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人。
  - 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的外部影响
  - 14.5.9 电动机的接线盒应密闭

# 15 电动机及有关设备

- 15.1 一般要求
  - 电动机应符合IEC60034-1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。
- 15.2 电动机外壳
  - 所有电动机的防护等级应至少为IP23。
  - 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
- 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
      - — 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
- 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。

# 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
- 16.2 机械和电气设备的局部照明
- 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。
- 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。
- 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。

# 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，都应标出图形符号的黑边、黄底、黑色闪电符号，警告标志应在外壳门或盖上清晰可见。
- 17.3 功能识别
- 用来作人一机接口的控制器件、目测指示器和显示器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优先选用IEC61310-1规定的标准符号。
- 17.4 控制设备的标记
- 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，每个电源的满载电流；铭牌标示的满载电流，不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。
  - 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。
- 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。



# 18 技术文件

- 说明书要求：
  - 1, 语言用英文
  - 2, 包含目录/所有文件应有相关的文号和标题
  - 3, 设备的描述/安装和电源的连接图/电源的需求/安装运输使用的环境要求。
  - 4, 电气设备的正常操作状态/搬运, 运输及存储方式/设备的不当使用。
  - 5, 安装图和安装操作书 (安装图/安装循序/位置/与外部设备的空间需求/调试程序)
  - 6, 使用操作说明书 (操作循序/安全注意/使用限制/不正当的操作等)
  - 7, 维修操作说明书 (含合理调整设备的方法和程序/修理设备/检查周期/润滑要求和周期)
  - 8, 电路图 (代码与实际电路表示一致/电源需求/线径/回路区分) /油路图/气路图
  - 9, 元器件表 (代码/型号/供应商/一般特性)

# 19 试验和检验

- 1接地连续性测试：
  - 来自PELV电源的50 Hz或60 Hz的低电压、至少10 A电流和至少10s时间的验证看PE两端的电压降
- 2绝缘电阻测试：
  - 500Vdc > 1兆欧
- 3耐压测试：1000V/1S 绝缘未击穿
- 4残余电压测试：5S内下降到60V以下
- 5功能测试：电气设备的电器功能，特别是与安全与之相关的功能
- 6重新测试，器件和回路有修改时要求重测

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

