

电气设备安全设计导则

General guide for designing of
electrical equipment to satisfy safety requirements

1 适用范围

本标准适用于各类电气设备。

本标准不适用于不能独立使用的半成品。

本标准是各类电气设备安全标准的基础。其规定在有关各类标准中再具体化。电气设备的设计应符合本标准的有关规定，以保证安全。

2 名词术语

2.1 电气设备

包括发电、变电、输电、配电或用电的器件，例如电机、电器、变压器、测量仪表、保护装置、电气用具（以下简称设备）。

2.2 危险

对人的生命和健康可能造成的各种危害，包括由于触电、噪声、辐射、高频、过热、起火、弧光、污染和其它影响所造成的危害。

2.3 按规定使用

按照设备制造厂给出的条件使用。保持预定的运行和维护条件也属按规定使用。

2.4 安全技术措施

所有为了避免危险而采取的结构上和说明性的措施。可以分为直接的、间接的和提示性的安全技术措施。

2.5 特殊安全技术措施

只具有改进和保证安全使用设备的目的而不带其他功能的装置。

2.6 使用人员

2.6.1 专业人员

受过专业教育、具有专业知识和经验，能够识别出其所操作和使用的设备可能出现的危险的人员。

2.6.2 受过初级训练的人员

受过与其所承担的任务有关的专业技术和安全技术训练，对不按规程操作可能发生危险有足够了解的人员。

2.6.3 外行

非专业人员，又未受过初级训练的人员。

2.7 电气操作场所

主要用于电气设备运行，且只允许有关专业人员或受过初级训练的人员进入的房间或场所。如开关室、控制室、试验室、发电机房、隔离开的配电设备、隔离开的试验场等。

2.8 锁闭的电气操作场所

锁闭起来的用于电气设备运行的房间或场所（例如锁闭的开关和配电设备，变压器房和电梯驱动室

等)。只有受权的有关专业人员和受过有关初级训练的人员可以开锁进入。

2.9 带电部分

处于正常使用电压的导体或导电部分。

2.10 导电部分

能导电,但并不一定承载工作电流的部分。

2.11 外露导电部分

易触及的导电部分和虽不是带电部分但在故障情况下可变为带电的部分。

2.12 直接接触防护

所有防止人接触电气设备带电部分而遭受危害的措施。

2.13 间接接触防护

所有防止人遭受电气设备外露导电部分上危险接触电压伤害的措施。

3 安全设计的基本要求

3.1 安全技术的目标

在按规定安装和使用设备时必须保证安全不得发生任何危险。所有电气设备、装置和部件,均应符合安全要求。如果在安全技术和经济利益之间发生矛盾时,应该优先考虑安全技术上的要求,并按下列等级顺序考虑。

3.1.1 直接安全技术措施

设备本身要设计得没有任何危险和隐患。

3.1.2 间接安全技术措施

如果不可能或不完全可能实现直接安全技术措施时,应采取特殊安全技术措施。

3.1.3 提示性安全技术措施

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

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

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

3.2 特殊条件下的安全

如果在按规定使用设备时,遇有特殊的环境或运行条件,则必须将设备设计得在所要求的特殊条件下也符合本标准。属于这些特殊条件的有:

- a. 有爆炸危险或有易燃危险;
- b. 异常高或异常低的温度;
- c. 异常的潮湿;
- d. 特殊的化学、物理或生物作用。

3.3 制造过程中的安全

在设计设备时,必须考虑在设备制造过程中的安全性。

4 一般规则

4.1 要求

设备的设计必须保证设备在按规定使用时,不会发生任何危险。设备必须能够承受在正常使用中可能出现的物理和化学作用的影响。

如果考虑到由于预计的负载与实际的负载不一致,或者由于不能及早发现的材料缺陷,而可能出现

有害影响，则要采用适当的安全技术措施，例如采用熔断器和防护罩等，以防止由于过负载、材料缺陷或磨损而引起的危险。

4.2 材料

4.2.1 一般要求

只允许选用能够承受在按规定使用时可能出现的物理和化学作用的材料。

4.2.2 有害材料

所使用的材料不能对人体生理上产生任何有害影响。如达不到这一要求，就必须按 3.1 中的顺序采取安全技术措施。

4.2.3 耐老化材料

凡是由于材料老化可能使设备性能降低而影响安全的部位，必须选用有足够耐老化能力的材料。

4.2.4 抗腐蚀材料

凡是由于腐蚀可能影响设备安全的部位，必须选用有足够抗腐蚀能力的材料，或以其它方式采取足够的抗腐蚀措施。

4.2.5 电气绝缘

4.2.5.1 设备必须有良好的电气绝缘，以保证设备安全可靠并防止由于电流直接作用所造成的危险。为此目的必须：

- a. 根据应用范围的不同，把泄漏电流限制在不影响安全的极限值之内；
- b. 绝缘材料要具有足够的绝缘性能；
- c. 绝缘要有一定的安全系数，以承受各种原因所造成的过电压。

4.2.5.2 对于在基本绝缘损坏情况下出现的危险接触电压进行防护的绝缘，要单独给以鉴定。

4.2.5.3 各类绝缘件必须有足够的耐热性。支承、覆盖或包裹带电部分或导电部分（特别是在运行时能出现电弧和按规定使用时出现特殊高温的受热件）的绝缘件，不得由于受热而危及其安全性。

4.2.5.4 支承带电部分的绝缘件，要有足够的耐受潮湿、污秽或类似影响而不致使其安全性降低的能力。

4.3 运动部件

设备的旋转、摆动和传动部件，应设计得使人不能接近或触及，以防发生危险。如果不能避免，则必须采取安全技术措施。

4.4 表面、角和棱

要避免设备上有可能造成伤害的外露尖角、棱以及粗糙的表面。如果有，则应加以遮盖。

4.5 脚踏和站立的安全性

为保证操作人员和维修人员有足够安全的脚踏和站立的位置，必要时采取诸如工作平台和维修平台这样的特殊安全技术手段，而且要有防滑结构和栏杆等。

4.6 设备的稳定性

立式设备必须有可靠的稳定性，不允许由于振动、大风或其它外界作用力而翻倒。

如果通过造型或本身的重量分布不能满足或不能完全满足这一要求时，则必须采用特殊安全技术措施，以使其有较合理的位置。对于有驾驶位置的可行驶的设备，要考虑防倾覆装置。

如果所要求的设备的稳定性只有通过安装在安装和使用现场的特殊措施或通过一定的使用方式才能实现的话，则必须在设备本身或使用说明中给以指出。

4.7 符合运输要求的结构

凡是人力不能移动或搬运的设备，必须装设或能够装设适当的装卸装置。

设备的可拆卸部件，如工具和夹具，由于重量的原因不能用手搬动时，要注明重量。所注的数据要清晰可见，而且要使人能识别出所注数据是指可拆卸部件还是整个设备的重量。

4.8 运行时出现的危险

4.8.1 能飞甩出去的物件

电气设备在运行时，如果工件、工具、部件和所产生的金属屑有可能飞甩出去，则应该使用诸如防护罩等特殊安全技术措施。一般不得使用提示性安全技术措施。

4.8.2 噪声和振动

设备的设计必须使其所发出的噪声和振动保持在尽可能低的水平上。例如选取较合适的转速、应用低噪声的驱动机构和减震构件等。如果采用这些措施有困难或者这些措施还不能保证安全，则必须在使用说明书中指出应采取的其它措施。

4.8.3 过热和过冷

如果设备的灼热或过冷部分能造成危险，则必须采取防接触屏蔽。

4.8.4 液体

带有液体的设备，在正常使用中，当液体逸出时，不得损害电气绝缘。在发生故障和事故时，不致使液体流到工作间或喷溅到工作人员身上。如果采取措施有困难或者采取了措施还不能保证安全，则必须在使用说明书中指出应采取的其它措施。

如果在运行中出现有害的液体，则必须将其密闭起来，或者使其变为无害而后排出。

4.8.5 粉尘、蒸汽和气体

如果在工作过程中产生有害的粉尘、蒸汽和气体，必须将其密闭起来或者使其变为无害而后排出。如果采用这些措施有困难或者这些措施还不能保证安全，则必须在使用说明书中指出应采取的其它措施。

4.9 电能

4.9.1 电能直接作用的危险

4.9.1.1 总要求

设备的设计，必须使其在按规定使用时，对由于电能直接作用所造成的危险有足够的防护。

4.9.1.2 直接接触防护

4.9.1.2.1 设备的设计，必须使其使用人员不通过辅助手段或工具就不能触及到带电部分，或者不能接近到使他们遭受危险的程度。

4.9.1.2.2 如果无法使带电部分断电而同时又允许拆卸或打开设备的起直接接触防护的部件时，则只能允许使用适当绝缘的工具拆卸或打开。

4.9.1.2.3 如果满足下列条件之一时，即可不采用 4.9.1.2.1 和 4.9.1.2.2 中的防护：

- a. 无论在正常情况或故障情况下，带电部分的电压不超过所规定的安全电压值；
- b. 在直接接触时，只能有不超安全值的电流流过；
- c. 对于不独立使用的设备，可通过将其装设在一台较大的、有足够直接接触防护的电气设备中，以达到必要的保护目的；
- d. 将电气设备装设在锁闭的电气操作场所中来实现必要的保护。

4.9.1.3 间接接触防护

4.9.1.3.1 设备的设计，必须达到当基本绝缘发生故障或出现电弧时，使用人员不致受到危险的接触电压的伤害。因此，设备必须有下列之一的防护措施：

- a. 导电部分必须有与接地线连接的装置，并要保证接线处在电气上和机械上有非常可靠的连接；
- b. 采用双重绝缘结构，不允许接地；
- c. 导电部分的接触电压不超过所规定的安全电压值。

4.9.2 有意识地把电能施加到人体上可能造成的危险

有意识地将电能以导电、照射、电场和类似的形式施加到人体上，只允许使用专用的、为了防止危险经过特殊考虑的设备。例如医疗电气设备和利用有限的、无危险的电流流经人体的器件，如单相验电笔、电子开关等。

4.9.3 电能间接作用的危险

4.9.3.1 除了由于电能直接作用所造成的危险之外，还必须避免由于电能间接作用所造成的危险。为此要把各种射线、高频、有损于健康的气体、蒸汽、噪声、振动以及类似的机械作用和热作用限制在无害的范围内。

4.9.3.2 设备内部或周围所出现的温度（包括由于过负载和短路所造成的高温），不得对设备的性能及其周围环境产生有损于安全的影响。

4.9.4 外界影响所造成的危险

4.9.4.1 环境的影响

设备必须具有足够的防止由于环境影响（例如：冲击、压力、潮湿、异物侵入等）而危及安全的保护。

4.9.4.2 过负载

设备必须有能承受一定的过负载而又不危及安全的能力。必要时装设自动切断电流或限制电流增长的装置。

4.9.5 标志和标牌

4.9.5.1 设备上必须有能保持长久、容易辨认而且清晰的标志或标牌。这些标志或标牌给出了安全使用设备所必需的主要特征，例如额定参数、接线方式、接地标记、危险标记、可能有的特殊操作类型和运行条件的说明等。

4.9.5.2 对于能根据使用人员的选择置于不同运行或功能（例如当有几个额定电压可供选择时）状态的设备，必须具有能够清楚表明所选择状态的装置或标记。为此目的设置的装置（例如测量仪器、功能选择开关）其定量或定性的指示值要有足够的精度。

4.9.5.3 由于设备本身的条件所限，不能在其上注出时，则必须以其它方式清楚、可靠和有效地将应注意的事项告诉使用人员。例如用操作说明书或安装说明书的形式。在此情况下，这种文件应被视为设备的组成部分。

4.9.6 额定运行状态

设备在额定参数下按规定使用时，不得对人造成危害。

只要安全上有要求，设计额定参数应有适当容差。

4.9.7 电气接线和电气连接

4.9.7.1 设备必须装设有能与电源可靠连接的装置。

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

4.9.7.3 母线和导电或带电的连接件，按规定使用时，不应发生过热、松动或造成其它危险的变动。

4.9.8 电气间隙和爬电距离

4.9.8.1 在所有可能由于电压、故障电流、泄漏电流或类似作用而发生危险的地方，必须留有足够的电气间隙和爬电距离。

4.9.8.2 在特殊情况下，如由于使用化学腐蚀液体或在按规定使用时出现粉尘，使电气间隙和爬电距离可能受到损害时，则应通过设计结构、选材和适当的防污、防潮或防其它有害作用的措施，对其加以保护。

4.10 开关、控制和调节装置

4.10.1 控制和调节装置

电能的接通、分断和控制，必须保证有最大限度的安全性。调节部分的设计，必须防止造成误接通、误分断。对于手动控制，要保证操作件运动的作用清楚了，必要时必须辅以容易理解的图形符号

和文字说明。对于自动或部分自动的开关和控制过程，必须保证排除由于过程重叠或交叉可能造成的危险，为此要有相应的联锁或限位装置。控制系统的设计，要保证即使在导线损坏的情况下也不致造成危害。复杂的安全技术系统要装设自动监控装置。

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

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

4.10.2 紧急开关

如遇下列情况时，设备必须装设紧急开关：

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

必须把足够数量的紧急开关装设在从各个控制位置人手都能迅速地摸得着的地方，并用醒目的红色标记。无论是被接通还是被分断电源的设备，都不允许由于起动紧急开关而造成危险。有时还需要刹住缓慢停下来的危险运动。紧急开关应该用手动复位。

4.10.3 防止误起动措施

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

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

4.11 静电集聚

必须防止危险的静电集聚。如不可能，则应采取特殊安全技术措施使其变为无害。

4.12 工作介质

设备运行所需要的工作介质不得对人和周围环境产生有害的影响。如果不能避免危险的工作介质（例如淬火设备、喷漆设备、电镀设备等的工作介质），则必须采取特殊安全技术措施，或者在操作说明书中指明在什么条件下才能无危险地使用。

4.13 符合人类工效学的结构

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

附加说明：

本标准由机械工业部提出，机械工业部标准化研究所负责起草。