



中华人民共和国国家标准

GB/T 22696.4—2011

电气设备的安全 风险评估和风险降低 第4部分：风险降低

Electrical equipment safety—Risk assessment and risk reduction—
Part 4: Risk reduction

2011-07-29 发布

2011-12-01 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	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 风险降低	1
5 电气设备的安全设计	5
6 风险评价的迭代	12
参考文献	13

前 言

GB/T 22696《电气设备的安全 风险评估和风险降低》包括 5 个部分：

- GB/T 22696.1—2008 电气设备的安全 风险评估和风险降低 第 1 部分：总则；
- GB/T 22696.2—2008 电气设备的安全 风险评估和风险降低 第 2 部分：风险分析和风险评估；
- GB/T 22696.3—2008 电气设备的安全 风险评估和风险降低 第 3 部分：危险、危险处境和危险事件示例；
- GB/T 22696.4—2011 电气设备的安全 风险评估和风险降低 第 4 部分：风险降低；
- GB/T 22696.5—2011 电气设备的安全 风险评估和风险降低 第 5 部分：风险评估和降低风险的方法示例。

本部分是 GB/T 22696 的第 4 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由全国电气安全标准化技术委员会(SAC/TC 25)提出并归口。

本部分主要起草单位：机械工业北京电工技术经济研究所、上海电动工具研究所、上海电器科学研究院、许昌智能电网装备试验研究院、西门子(中国)有限公司、北京 ABB 低压电器有限公司、上海华测品标检测技术有限公司。

本部分主要起草人：曾雁鸿、潘顺芳、方晓燕、包革、李邦协、刘文、张亮、季慧玉、刘江、徐斌、王中丹、李晓静、姚致清、徐江、孙华山。

电气设备的安全 风险评估和风险降低

第4部分：风险降低

1 范围

1.1 本部分给出了依据 GB/T 22696.1 对电气设备进行风险评估中,实施风险降低时的指导原则和方法,以及为保证安全而选择适当的保护和防护措施。

1.2 本部分的期望使用者是关注将安全融入电气设备的设计、制造、安装、维修或改进的设计者、技术人员或安全标准专家。

1.3 本部分除了用于设计阶段以及制造和试运行过程中对采用的降低风险的措施进行评价,在电气设备改型或改进过程中对采用降低风险的措施进行评价,或评价现有电气设备,也可用于电气设备在发生意外事故或故障时,对降低风险的措施进行评价。

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 4208—2008 外壳防护等级(IP 代码)(IEC 60529:2001, IDT)

GB/T 22696.1—2008 电气设备的安全 风险评估和风险降低 第1部分:总则

GB/T 25295—2010 电气设备安全设计导则

3 术语和定义

GB/T 22696.1—2008 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

供应商 supplier

提供或集成制造系统(IMS)或该系统的一部分相关的设备或服务的实体,例如设计者、制造商、承包商、安装者、集成者等。

4 风险降低

4.1 概述

风险降低是通过综合风险分析、评价风险过程中提出的建议,实施保护和防护措施而达到。下列条款阐述了依据 GB/T 22696.1—2008 的图1和图5,通过消除危险,或分别或同时降低伤害严重程度、发生伤害的可能性来达到降低风险的目标,按优先顺序应用“三步骤法”采用保护和防护措施。

在风险降低过程中为达到减少风险的效果,要对所采用的技术可行、经济合理的不同保护措施作出选择决定。

表1描述了决定的过程,说明各种保护措施降低风险的效果。

表 1 降低风险的措施及效果

首选行动	优先权	替代行动
消除危险	1	降低与危险相关的可能伤害的严重程度
消除危险处境,即人员暴露于危险	2	减少暴露的持续时间和/或频率
消除可能的危险事件	3	降低可能的危险的发生率
补充避免伤害的手段	4	补充限制伤害的手段
注: 1 是最高优先权。		

4.2 风险降低的过程和顺序

电气设备的风险降低过程见 GB/T 22696.1—2008 第 9 章图 5,降低风险采取措施的优先顺序为:

- 1) 固有的安全设计;
- 2) 防护装置;
- 3) 提供给用户的信息。

上述顺序的前提是在降低风险的过程中,用户要按设计者/供应商提供的信息使用产品、过程或服务,见图 1。

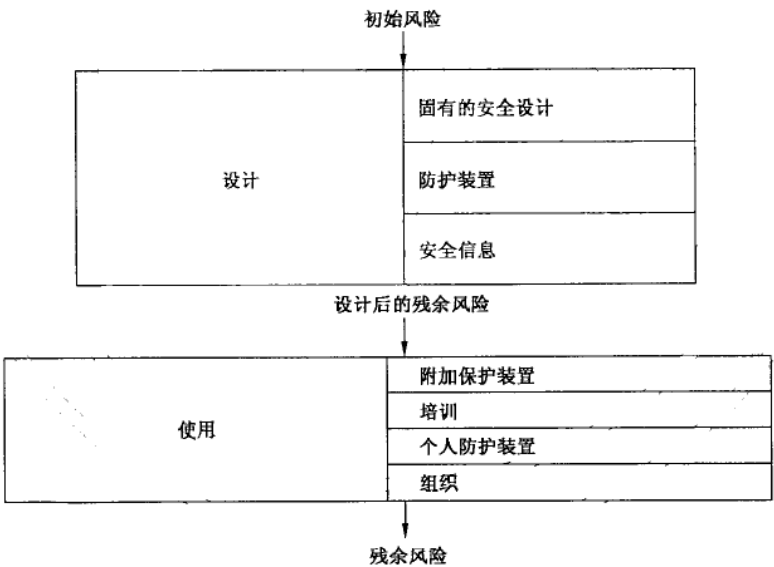


图 1 风险降低的过程顺序

4.3 风险降低的“三步骤法”

将风险降低到可容许程度,可通过消除、移除危险,或分别或同时降低下述两种决定风险要素的一种:

- 考虑的伤害严重程度;
- 发生伤害的可能性。

按 4.2 的优先顺序,应用下述“三步骤法”来降低风险:

- a) 通过电气设备安全设计消除危险或降低风险;
- b) 应用技术防护措施(装置)降低风险,措施应适用于降低预期用途的风险并且适于应用;

- c) 使用安全信息,包括可能存在于任何残余风险的提示,但不能认为将使用安全信息视为替代 a) 和 b) 的方法。

4.4 降低风险的措施

4.4.1 通过设计者消除危险

风险降低过程首先是通过设计者消除危险。通过设计者消除危险是降低风险最有效的方法,因为它能消除危险源。用于消除危险的方法有:

- 替换危险或有害材料和物质;
- 改进物理结构,例如去除锐边、棱角;
- 消除重复动作和有害姿势等。

4.4.2 通过设计降低风险

如果不能通过设计者消除危险,应通过设计特点或人与电气设备本身的相互作用来降低风险。

通过设计降低风险的方法对伤害严重程度影响有:

- 减少能量;
- 改进电气绝缘结构、绝缘配合、提高绝缘水平,例如设计双重绝缘结构;
- 利用专门安全技术措施防止、减少危险。

通过设计降低风险的方法对暴露于危险影响的有:

- 减少置身危险处境的需求;
- 改变危险源的位置等。

通过设计降低风险的方法对危险事件的发生影响的有:

- 改善电气设备零部件的可靠性;
- 对控制系统的与安全有关的零部件采用安全设计措施。

4.4.3 安全防护

如果通过设计措施不能消除危险或充分地降低风险,则应采用能导致限制暴露于危险、降低危险事件概率或提高能消除或限制伤害可能性的安全防护措施。

采用下述安全防护措施降低风险时,对伤害的严重程度无影响,但对暴露则有最大的影响:

- 用于防止危险区的固定的挡板、护栏或围墙;
- 防止进入危险区的连锁防护。

采用下述安全防护措施降低风险时,对伤害的严重程度无影响,对暴露也无影响,但对危险事件的发生则有最大的影响:

- 用于探测进入或出现在危险区内人员的敏感保护设备(SPE)(例如光帘、压敏垫);
- 与电气设备控制系统涉及安全功能相关的装置(例如启动装置、限制位移的控制装置、保持运行的控制装置);
- 限制装置(例如限制过载和力矩的装置,限制压力和温度的装置,超速开关、监控放射的装置)。

4.4.4 补充保护措施

当设计和安全防护措施不能达到降低风险的要求时,可采用补充保护措施实现降低风险。对避免或限制伤害的较为有效的保护措施有:

- 紧急停止;
- 用于受困人员逃逸和援救的措施;

- 用于安全进入电气设备的措施；
 - 用于容易和安全地装卸和搬运电气设备的规定和措施。
- 对暴露有最大影响的补充保护措施有：
- 用于隔离和消散能量的措施（例如闭锁装置，防止移动的挡块等）。

4.5 使用信息

4.5.1 概述

供应商应在使用信息中警告使用者有关设计和安全防护降低风险后的残留的风险。

使用信息包括：

- 标示在电气设备上的信息；
- 随电气设备提供的文件。

4.5.2 提供在电气设备上的信息

标示在电气设备上的信息包括：

- 警告标志（象形图）；
- 安全使用标志、参数（例如颜色代码、最大旋转速度，最大负载等）；
- 听觉或视觉信息；
- 其他警告装置。

使用信息只影响避免伤害的能力。

4.5.3 随电气设备提供的文件

随电气设备提供的文件包括：

- 使用说明书；
- 技术数据表。

4.6 培训

如果必须进行培训，供应商应在使用说明书中给出详细的培训资料，以保证每个经过培训的人知道如何正确使用电气设备和各种保护措施。当保护措施的效果取决于人的行为表现时，培训和胜任能力是极其重要的。培训的内容包括，但不限于：

- 随电气设备提供的使用信息；
- 由使用者研究开发的使用信息；
- 如果可能，由供应商提供的专门培训；
- 由使用者提供的专门培训。

定期复习和检查培训效果，对保证培训的长期效果可能是必要的。培训和强制执行正确的行为也是必不可少的。培训主要影响个人避免伤害的能力，还可减少暴露和降低危险事件的发生概率。

4.7 个人防护装置

如果有必要使用个人防护装备以保护个人免遭残留风险的危害，供应商应在使用说明书中提供这方面的详细资料。常用的个人防护装备有：

- 听力保护装备；
- 防护镜/护目镜；
- 面罩；

- 口罩；
- 绝缘手套、绝缘鞋；
- 防护衣；
- 头盔。

个人防护装备的可靠性和维护对保证安全防护效果非常重要。培训和强制执行相关规范是必不可少的。使用任何种类的个人防护装备都应谨慎,最好与需要被保护者商议,以便考虑对装备的保护性、舒适性、耐用性和使用频率,以及装备适应工作方式的能力等方面的具体情况作出选择。

个人防护装备对避免或限制伤害的能力有一定的影响。

4.8 标准的操作程序

供应商应在使用说明书中给出使用者能用以电气设备进行操作或维修的标准操作程序(SOP)的详细内容。这些程序可能包括:

- 工作的计划和组织;
- 任务、权限、职责的明确和(或)协调;
- 监督管理;
- 停机程序;
- 安全操作方法和程序。

5 电气设备的安全设计

5.1 概述

安全设计是通过电气设备潜在危险源的分析,针对反映电气设备在整个生命周期的潜在危险因素的防护,运用设计技术和信息采取的技术措施。

设计制造中对危险源和危险因素的防护措施包括对产品设计、加工、装配、运输、拆卸时潜在危险采取产品自身固有的防护措施,例如对电气设备按电击危险的防护方法将电气设备设计制造成0类、I类、II类、III类电气设备。

使用时对危险源和危险因素的防护措施,指与电气设备的特性和功能无关的技术措施,例如在电气设备运行中:

- 限制随意触及电气设备;
- 只允许专业人员或受过初级训练人员使用电气设备。

电气设备的安全设计应依据 GB/T 25295—2010。

5.2 电击危险及防护设计

电击防护的基本原则是,无论在正常条件下还是在单一故障条件下,危险带电部件不能被触及,且可能触及的导电部件不是危险的。对此,电击防护需要在正常运行时,应至少设计一个直接接触的防护配置;在故障情况下应至少设计一个间接接触防护配置。这两种防护配置的结合,构成保护措施。

在设计中,实现电击危险防护所采取的技术手段有:

- 电能直接作用的防护;
- 电能间接作用的防护。

电能直接作用的防护有:

- 防直接接触保护;
- 防间接接触保护;
- 绝缘技术。

为提高电击防护的可靠性、技术水平,对基本防护和/或故障情况下的防护,应考虑设计再补充的防护措施,即采用附加防护。

5.2.1 绝缘设计

电击危险防护设计的基本方法是采用电气绝缘。电气绝缘的设计基于:

- 选用绝缘材料(包括固体、液体材料),包括考虑其绝缘性能及绝缘处理工艺;
- 绝缘材料的性能及各种绝缘(包括电气间隙)组合;
- 按设计要求配置绝缘结构。

电气绝缘的性能设计包括绝缘电阻、泄漏电流、介质强度、耐热能力和等级、温升、防潮湿和防污秽沉积、耐热性、阻燃性、耐电痕化、爬电距离和电气间隙等。

在设计中应注意:未经浸渍处理的木、棉、丝、纸和类似纤维或吸水材料、传动带及不经严重破坏能拆卸的绝缘材料的制件不能认可为电气绝缘。

5.2.2 防直接接触保护

电击危险防护的基本措施是采取防直接接触保护,即无故障时的电击防护。

防直接接触保护的措施设计应在任何情况下,都能使危险的带电部件不会被有意触及,或者将带电部件的电压值或触及电流值降低到没有危险的程度。

防直接接触保护的基本方法有:

- 防止电流从人或家畜的身体通过;
- 对可能通过身体的电流进行限制。

在设计上,防直接接触保护的技术措施有绝缘防护、外壳防护、采用安全特低电压等。

绝缘防护在设计上采用绝缘技术,将危险的带电部件与外界全部隔开,防止在正常工作条件下与危险的带电部件的任何接触,是一种完全保护。

用以覆盖带电部件的绝缘层应设计成具有足够的牢固,不采用破坏手段不能被除去,用作直接接触保护的绝缘材料应满足 5.2.1 的要求。

采用的外壳防护应设计其外壳能将危险的带电部件与外部完全隔开,以避免从任何方向或经常接近的方向直接接触及危险的带电部件,是一种完全的保护。

外壳防护除应符合 GB 4208—2008 外,且:

- 壳体应设计成封闭的整体,且固定在规定的位罝上,使用者或第三者不借助于工具不能拆卸或打开;
- 壳体应有足够的机械强度及稳定性,即材料、结构、尺寸具备足够的稳定性和耐久性,能承受正常使用中可能出现的机械压力、碰撞和不正常操作引起的应力变化。

安全特低电压防护在设计上,应采用安全特低电压,且满足:

- 呈现出的电压由一个电源产生,且不超过相应使用时视为危险的数值,即使在出现故障时,电流也不允许在其电路中超过该极限值;
- 电源应与电网进行电气隔离,防止供电网络的危险电压进入;
- 直接接触时,只能有一个频率、作用时间和能量大小限制在一个无危险范围内的电流流过。

5.2.3 防间接接触保护

间接接触防护是故障防护,即有故障时的电击防护。

防间接接触保护的措施设计应在故障条件下,避免发生电击的防护。

间接接触防护的基本方法有:

- 防止故障电流通过人或家畜的身体;

——对可能通过身体的故障电流进行限制；

——在人与家畜接触大地的情况下，一旦出现故障并可能导致电流通过身体的时候，在规定的时间内自动切断电流。

在设计上，防间接接触保护采用接地保护、自动切断保护、双重绝缘保护等。

接地保护在设计上采用为防止发生电击而将电气设备易触及的导电部分与电气设备中固定布线的保护(接地)导线连接起来，并与大地之间进行电气连接，使易触及的导电部分在基本绝缘损坏时不能变成带电体。

电气设备的接地装置设计应满足：

——接地端子应用螺纹紧固件联接，接地端子附近壳体处应清晰，永久地标志保护接地符号，接地符号不能设置在可拆卸的零件上；

——仅用手不能将接地端子的夹紧导体松开，并且采用弹簧垫圈等防松措施来防止接地导线从端子脱落；

——接地装置不允许联接除绿/黄双色芯线的接地保护线外的其他电线；

——接地端子上所有金属零件不会因这些零件与保护接地导线或其金属相接触而产生电腐蚀；

——电气设备自身的接地系统电阻应尽可能低。

自动切断保护是自动切断供电的防护，当Ⅰ类电气设备的基本绝缘损坏，使外露可导电的部分带电时，由附加的自动切断保护在可能对人产生有害的生理病理效应前自动切断供电。

自动切断的设计原则：

——将单故障条件下的预期接触电压限制在交流 50 V(方均极值)以下，或

——在预期接触电压及其持续时间对人体造成有害的或危及生命的病理反应之前自动切断供电。

自动切断供电的基本设计要求：

——供电切断。应考虑预期接触电压和保护电气设备的最长切断时间的配合，交流预期接触电压与最长切断时间配合关系。

——接地。接地回路和电气设备的外露可导电部分应当按其配电系统的接地型式与保护导体相连接，并通过保护导体与大地连接，可同时触及的外露可导电部分应单独地、成组地或共同接至同一接地极。

双重绝缘保护是当基本绝缘损坏时，以附加绝缘形式将人体与带电部件实行有效的隔离。采用双重绝缘结构设计的电气设备的防电击保护不允许再设置接地保护装置。

双重绝缘结构设计有基本绝缘、附加绝缘、加强绝缘等几种形式的绝缘。基本绝缘是设置在带电部件上对防止电击起基本保护作用的绝缘形式；附加绝缘是在基本绝缘损坏的情况下，为防止电击而在基本绝缘之外设置的独立绝缘；加强绝缘相当于双重绝缘保护程度的单独的绝缘结构。

在设计上，加强绝缘在结构上置于带电部件与易触及的金属部件之间或易触及的表面之间。例如设计在：

——换向器与转轴之间；

——转子绕组端部与转轴之间；

——定子绕组端部与机壳间；

——刷握与机壳上的安装。

在双重绝缘结构中，加强绝缘只能在提供单独的基本绝缘及附加绝缘明显不切实际时才允许使用。

双重绝缘结构设计应遵循：

a) 附加绝缘、加强绝缘的材质、结构、尺寸及介质强度、绝缘电阻等均应优于基本绝缘，且进行单独考核。

b) 双重绝缘结构中各零件之间的关系应满足：

——带电部件与不易触及金属部件之间应用基本绝缘隔开；

- 不易触及金属零件与易触及金属零件或易触及表面应用附加绝缘隔开；
- 带电部件与易触及的金属部件或易触及表面之间应用双重绝缘或加绝缘隔开。

- c) 在结构上,基本绝缘置于带电部件上并直接与带电部件接触;附加绝缘靠近易触及的金属零件或是使用者易触及的。

按基本绝缘和附加绝缘的构成原则,处于同一劣化环境中,在同一部位上的由两种不同材料组成的不可分的绝缘,不能构成双重绝缘。

- d) 对基本绝缘、附加绝缘、加强绝缘的要求并不意味着带电部件应用固体绝缘进行完全包封或隔开,也可以用空气隙来代替固体绝缘以达到绝缘目的。

5.3 机械危险及防护设计

5.3.1 外壳防护

电气设备应设计有一个坚固、连续、封闭的外壳和罩壳,以将带电零件、机械结构部分包封起来,防止异物进入和人体直接接触及带电部件、运动部件。外壳上允许有规定尺寸的开口,但不允许能被任意拆卸。

外壳设计符合 GB 4208—2008 的规定,有以下两种形式的防护:

- a) 防止人体触及或接近外壳内部的带电部件和触及运动部件(光滑的旋转轴和类似部件除外),防止固体异物进入外壳内部。
- b) 防止水进入外壳内部达到有害程度。

5.3.2 机械危险防护

电气设备在防止机械危险保护的结构设计应满足:

- 外部不应有锐边、尖角和锋利凸出部分;
- 用标准试验指不能从外壳的任何开口处触及到内部的运动零部件;
- 除作业工具外,外部运动零部件应具有光滑表面;
- 各种防护器件只有使用工具才能拆卸;
- 旋转方向的改变会造成伤害的电气设备应标有永久的旋转方向标志;
- 外形和重心位置应使电气设备有足够稳定性,放置在地面、支架、托架、台座等上时不会受振动或其他外界作用力而倾倒或跌落;
- 旋转速度超过规定值会造成危害的电气设备应设置限速机构或器件;
- 手持操作的电气设备要设置限制向操作者承受反作用力矩的机构,或在外形、结构、尺寸上能使操作者受到反作用力矩限制在安全的数值范围内;
- 通断电源的开关位置 and 操作方法应使电气设备在不正常运行时能方便、及时切断电源。

为适应运输,在结构上应设置:

- 凡不能用手移动或搬运的电气设备应配置符合安全要求的吊装装置;
- 运行时可拆卸的部件,如工具、夹具等由于质量太大而不能用手搬运时,则应标出质量数据,并指出是部件质量还是整机质量。

电气设备的外露运动部件,除工作需要应暴露的部件外,都应设计可靠的保护,以防止操作者意外触及。锯片、铣刀等高速运转作业的刀具、刃具应设计防护罩壳,并且护罩壳要有足够的机械强度。

电气设备的外部结构应设计足够的机械强度,使其能经受撞击、冲击锤、钢球跌落等机械强度试验,以保证电气设备在使用中不会由于操作疏忽而造成外壳破坏,或爬电距离、电气间隙减小到不允许的程度,甚至触及到带电零件。

电气设备的外壳作为支承电动机、传动机构、开关等组件的结构件,对塑料外壳往往还具有附加绝

缘的功能,应设计具有良好的机械强度。

5.3.3 电气联接和机械联接

电气联接和机械联接的设计要充分考虑电气设备在使用中受到的热、振动及其他机械应力作用,要采取必要的设计防止联接的松动或脱落造成电击、机械危险。

机械联接的设计要求。设计上可采取的有效措施有:

- 采用弹簧垫圈、弹性垫片或止动垫圈等方法锁定螺钉、螺母;
- 采用粘结剂锁定不由使用者拧动的螺钉、螺母。

电气联接的设计要求。为接通电路而进行的联接,仅用弹簧垫圈进行锁定是不够的。设计时应注意导线可能从其联接处脱落的以下情况:

- 没有专门器件将导线在接线端子、焊接处附近固定;
- 用于联接导线在联接零件如螺钉、螺母、接插件、弹性类等无充分锁定的措施;
- 采用接线片、接插件或类似联接件的导线接头,联接件未将导线绝缘一起夹紧;
- 仅靠弹性件来联接的接头。

在满足下述情况的设计时,导线不会从其联接处脱落:

- a) 导线在联接处已被专门器件固定,固定器件可用弹簧垫圈防松;
- b) 导线被固定在接线端子上,而接线端子的联接件(螺钉、螺母等)松动等仍留在原来位置,例如接线端子螺钉在联接后由其他零件压住进行锁定的方法;
- c) 短而硬的导线(单芯硬线)在接线端子联接件(螺钉、螺母等)松动时仍能在原来位置;
- d) 导线在焊接前已相互“钩住”。

对电气联接的螺钉材料、衬垫系统的设计应注意:

- 传递电气接触压力的螺钉应旋于金属中;
- 自切螺钉、自攻螺钉不采取特殊措施不宜作电气联接;绝缘材料制成的螺钉不应用作任何电气联接;
- 接触压力不能通过易收缩易变形的绝缘材料传递。对机械联接应能承受正常使用中的机械应力;
- 螺钉不应用诸如锌、铝等软的或易蠕变的金属制造;
- 用绝缘材料制成的螺钉,其公称直径应在 3 mm 以上。

电气联接的联接形式,插头和联接器内部布线槽、电源线和接地芯线的颜色等连接要素设计应做到:

- 联接装置,例如配有插头的电源线,应具有防水保护的电源进线座,或具有防水保护的电缆耦合器及配套电源线,以及一组外接电源的接线端子等;
- 电源线不应低于普通橡胶护层或聚氯乙烯护层软线,电源插销不应联接多于一根的软线;
- 电源线中的绿/黄组合色芯线只能用作保护接地;
- 布线槽、金属件上供绝缘导线穿过的孔应光滑、无锐棱、应有效防止布线与运动件接触。

5.4 运行危险的防护设计

对外露运动件危险的防护。外露运动件是指外壳防护不能包容,且在作业时应运动的部件。例如刀具、刃具及其夹具、传动带等,还包括工作时产生的金属屑、粉尘、在离心力作用下的飞逸物。

外露的运动件在运行时易造成危险而应设计专门安全措施进行防护,使外露运动件发生意外的飞逸时,也不能危害人体。

外露运动件的设计防护手段主要有:

- 防护罩壳等;

- 排尘埃装置；
- 防反弹保险；
- 超速时自动保护，或限速系统；
- 过转矩保护等。

设计者应注意研究一些专业安全标准的有关更细致的各种防护措施的具体技术要求。例如防护罩、壳的材料、厚度、限速系统等。

噪声设计。不同的产品，以及不同的使用环境，对噪声的规定会有明显的不同，因此噪声设计要依据不同的噪声限值和测量方法的规定进行。

降低噪声对人员的影响，特别是对操作人员的影响是安全设计的重要目标之一，而降低噪声的设计往往会明显增加制造的成本，因此有针对性的设计是优选的。

振动设计。电气设备中旋转体的不平衡质量在运行时会产生振动和噪声，人们处于有振动介质的环境，或接触，或处在振动着的电气设备附近，振动通过立姿人的脚，坐姿人的臀部或斜靠姿人的手撑面，甚至直接手持或操作电气设备将振动传递施加于人体，前者使人在振动环境下会影响舒适性和工作效率。后者将直接危及人的健康和安全。

抗震设计。抗震设计要对设计对象使用环境的地震情况有充分的估计和掌握必要的依据。因此设计者收集相关信息是十分重要的工作。

过热和低温。电气设备外壳温度过高或太低易灼伤人体皮肤而受到伤害，外壳的热辐射还会影响周围设备的运行，应采取措施进行防护。

设计者应该研究电气设备外壳表面的功能状况，例如区分功能性热表面及相邻的表面、过冷表面及其相邻的表面等，以针对不同的表面对人体伤害的影响大小提出设计上的措施。

设计者应该注意专业的标准对电气设备温升限值的规定，在设计上应避免过热对电气设备的损害或降低安全防护的水平。

运行时的液体溢出。液体的溢出会使电气设备产生以下情况：

- 绝缘受潮而使绝缘电阻急剧下降，甚至击穿造成电击危险；
- 周围的环境变成良好的导电面，易造成周围操作人员受到电击危险；
- 内部或外部的金属零部件腐蚀、生锈。人体触及带腐蚀性的液体会危害健康和安全。

因此，设计上应使电气设备正常工作时，不允许液体溢出，尤其对手持操作，或可移动操作的电气设备应特别注意。

粉尘、蒸汽和气体。粉尘、蒸汽和气体在电气设备中有两种情况：

- 电气设备工作时必须的介质；
- 电气设备工作时产生的。

粉尘、蒸汽和气体的排放有害于环境，应进行处理，变成无害后才允许排放；作为电气设备的工作介质应该进行密封，防止泄漏而影响环境。

5.5 电能控制和危险防范设计

电能控制和危险防范的设计包括：开、关和控制，自动切断电源，专门安全措施等的设计。

电能的开、关和控制。电能的开、关和控制的设计要求有：

- 对手动，应保证开关的通、断位置清晰，采用图形、符号标记；
- 对自动或半自动开关和功能的过程控制，不允许有危险过程的重叠或交叉，应设有连锁或限位装置，控制线即使损坏也不能危及过程控制和电能的开、关；
- 调节装置不能造成电气设备的运行或工作过程的无意误动作或跳闸；
- 在电气设备中如果装置有下述强制功能的专门技术手段的离合器或连锁机构，则可认为上述要求已能满足；

- 安全技术手段与工作或运行过程的起动一起动作；
- 工作或运行过程的起动，在安全技术手段生效后才动作；
- 在受到危害的时间内，接近危险区域时，工作或运行过程被强制切断。

自动切断电源。下列情况下，电气设备应设计装置自动切断电源的开关或系统：

- 在危险情况下，操作开关不能快速和无危险地切断造成危险的运行；
- 有多个能造成危险的运动单元，且又不能通过一个共同的、快速和无危险的动作开关来切断电源；
- 切断某一个单元，会出现连带的危险；
- 从控制台上不能全面监视的电气设备。

在危险情况出现时，使用紧急切断电源的开关或系统应设计为红色标志，且应分布在可能出现危险处。设计时操作紧急开关或系统的动作不允许危及电气设备的安全，且动作后应用手动将联接部分复位后电气设备才能进行起动。

5.6 标志和说明书设计

5.6.1 标志

电气设备应以类型、批号、编号或其他信息加以区分，以使产品可识别并可追溯到制造商。该识别信息应设计为可读且无法去除的标志标注在设备上。

设计者应满足用户尽可能从制造商获得全部资料，因此制造商的名称和商标及产品的设计型号或系列号应标在产品上，最好是在铭牌上。

标志包括采用的文字、符号、代号及应标出的信息。对标志的设计要求是：

- a) 应采用中文、持久、易识、清晰的字体；
- b) 符号、代号应符合国家标准；
- c) 应标出下列信息：
 - 额定数据；
 - 防电击类别(0、I、II、III类)；
 - 外壳防护等级(IP标志)；
 - 接线图(如果有)。

如果上述标注方法不可行，则识别信息应设计为在随产品附给的说明书中。

5.6.2 使用说明书

使用说明书是电气设备的一个组成部分。

随电气设备的使用说明书中提供的信息应特别考虑到设备安全安装、维护、清洗、运作和储存的因素，包括对存在不明显的潜在风险提出适当的警告。电气设备的使用说明书应设计包含下述技术内容：

- 运行条件；
- 安装说明；
- 操作说明；
- 功能描述；
- 安全事项；
- 维护保养。

5.7 附加防护的设计

剩余电流动作保护器是一种常用的附加保护措施。

剩余电流动作保护器用于防间接接触保护措施时,应选择剩余电流动作保护器的动作电流值不大于 30 mA,其应用被认为是间接接触防护配置,或由于用户不谨慎或接地装置原因而造成防护失效时的补充防护。

6 风险评价的迭代

保护措施一经采用后,为了降低风险,风险评估的所有阶段都应重复进行,以核查:

- 对电气设备的限制是否有任何改变;
- 是否引入了任何新的危险或危险处境;
- 是否增加了来自于现存危险状态的风险;
- 保护措施降低风险是否充分;
- 是否需要追加任何保护措施;
- 是否已经达到了风险降低目标。

在进行风险评价的迭代时,应考虑保护措施的可靠性,易用性,损坏或回避防护措施的可能性,以及维护保护措施的能力。还应考虑到认为保护措施是不会坏的,对保护措施万一失效毫无准备的人的可靠性。

参 考 文 献

- [1] GB/T 22696.2—2008 电气设备的安全 风险评估和风险降低 第2部分:风险分析和风险评价
- [2] GB/T 22696.3—2008 电气设备的安全 风险评估和风险降低 第3部分:危险、危险处境和危险事件的示例
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
电气设备的安全 风险评估和风险降低
第 4 部分:风险降低
GB/T 22696.4—2011

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

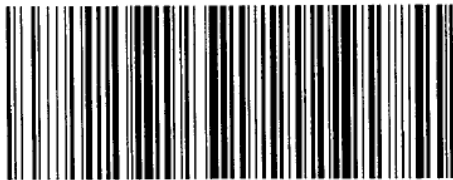
*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 28 千字
2011 年 10 月第一版 2011 年 10 月第一次印刷

*

书号: 155066·1-43685 定价 21.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



GB/T 22696.4—2011