



中华人民共和国国家标准

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

Electrical equipment safety—Risk assessment and risk reduction—
Part 2: Risk analysis and risk evaluation

2008-12-31 发布

2009-11-01 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	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 风险分析	1
4.1 概述	1
4.2 确定电气设备的限制	1
4.3 危险的识别	2
4.4 风险预估	5
5 风险评价	6
图 1 危险识别的自下而上和自上而下的方法	7
图 2 发生伤害的条件	7

前 言

GB/T 22696《电气设备的安全 风险评估和风险降低》分为3个部分：

- 第1部分：总则；
- 第2部分：风险分析和风险评价；
- 第3部分：危险、危险处境和危险事件的示例。

本部分是GB/T 22696的第2部分。

本标准旨在给所有为各类电气设备提供专业安全标准的技术委员会使用，以帮助产品专业化技术委员会应用ISO/IEC导则50、51和71，并且为系统地风险评估和风险降低程序给出了实际指导。

在制定相关标准中的安全要求前，专业产品标准化技术委员会有责任对其所考虑产品的所有相关危险借助本标准实施系统的风险评估。

在产品相关标准中没有风险评估规定或制造商决定不使用其他相关标准的情况下，本标准可以为设计产品的制造商所应用。

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：上海电动工具研究所、上海电器科学研究所(集团)有限公司、机械工业北京电工技术经济研究所。

本部分主要起草人：李邦协、季慧玉、方晓燕、刘江、包革、曾雁鸿、张亮、何才夫、陈开泰。

本部分为首次发布。

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

1 范围

1.1 本部分给出了按 GB/T 22696.1—2008 对电气设备进行风险评估时的有关风险分析和风险评价的指导原则和实施方法。风险分析包括限制条件和危险源的确定及其识别方法。

1.2 本部分期望的使用者是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 本部分除适用于设计阶段、以及制造和试运行过程中进行安全风险评估外,还可用于在电气设备的技术改进中进行安全风险评估,或评估现有的电气设备,以及在任何时候,例如在发生意外事故或故障时,进行风险评估。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 22696 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)或修订版均不适用于本部分,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/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 22696.3—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

3 术语和定义

GB/T 22696.1—2008 确立的以及下列术语和定义适用于 GB/T 22696 的本部分。

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 风险分析

4.1 概述

下列条款阐述了在实施 GB/T 22696.1—2008 图 1 所示的风险分析过程中,有关电气设备的功能、使用的限制,危险源的识别及方法、信息记录,风险预估。

4.2 确定电气设备的限制

4.2.1 概述

电气设备限制是对电气设备的功能、使用、可预见的误用,以及电气设备的使用和维修环境类型给予清晰的描述。

上述描述是通过对电气设备的功能以及使用电气设备的实际情况加以实现。

4.2.2 电气设备的功能

电气设备是由使用电能的各种零部件、构件,或产品组成,其功能如下:

- 发电；
- 输电；
- 配电；
- 电能贮存；
- 测量；
- 控制；
- 调节；
- 转换；
- 监督和维护；
- 消费电能的产品等。

在设计中引入保护措施时,应描述它们的作用以及考虑与电气设备其他功能之间的相互作用。

风险评估中应依次检查每个功能零部件,确保各种操作模式和所有使用阶段都能得到适当考虑,包括与被识别的功能或功能零部件相关的人-机之间交互作用。

4.2.3 电气设备的使用(任务和工作环境分析)

在给定条件下(如工业用、非工业用和/或家用),各类与电气设备相互作用的人员根据 GB/T 22696.1—2008 中 5.1~5.4 规定的,完成与电气设备预计使用和可预见误用的相关任务。

电气设备的使用应建立在电气设备的设计者、使用者和集成者具有良好沟通(例如,随电气设备提供的信息),尽可能识别电气设备的合理使用和可预见误用基础上。此外,还应考虑下述情况:

- a) 完成不同于电气设备手册、程序和说明书中所规定任务的最容易或最快捷的方法;
- b) 使用者针对设备故障、事件或失效时的行为;
- c) 人为差错。

4.3 危险的识别

4.3.1 概述

危险识别并列出了有关危险、危险处境和危险事件的列表(见 GB/T 22696.3—2008),能够以危险处境在何时和如何导致伤害的方式来描述可能发生的情景。对危险的识别应满足 GB/T 22696.1—2008 第 6 章的要求。

4.3.4 给出了电气设备的危险源识别的文字表达。

对危险的识别以及对危险采取的预防措施,参照任何危险防护规程及电气设备相关的安全标准都是有效的。

危险识别在风险分析中是重要的和关键的。只有识别危险后,才可能采取措施降低与之有关的风险。未被识别的危险会导致伤害。因此,应全面系统地考虑,以保证尽可能识别危险。

4.3.2 危险识别的方法

危险识别方法或工具应对 GB/T 22696.1—2008 第 6 章规定的电气设备在整个生命周期的所有阶段,与电气设备有关的所有运行模式、功能和任务均适用。

常用的危险识别采用下述两种方法,见图 1。

自上而下法:它以潜在后果(例如电流通过人体、灼伤人员、引发着火、烧毁设备等)的核查清单为起点,并确定引起伤害的危险源。识别是由危险事件返回到危险处境,再返回到危险本身。该核查清单中的每一项被依次应用于电气设备生命周期的每个阶段,每个零部件/功能和(或)任务。该方法缺点之一是工作过于依靠可能并不完善的核查清单,对人员要求有较丰富的经验。

自下而上法:它以考察所有危险作为起点,考虑在所确定的危险处境中所有可能出错的途径(例如绝缘介质击穿、受潮、老化,外壳损坏,联接脱落,接地故障,接线错误,危险物质等),以及这种处境如何导致伤害的。自下而上法比自上而下法更全面和彻底,但这种方法花时间较多。

4.3.3 信息记录

危险识别时,应将危险识别进行记录。任何用于记录信息的系统应采用适当的方式,以保证能清楚地描述下列信息:

- a) 危险及其位置(危险区域);
- b) 危险处境,指不同类型的人(例如维护人员、操作人员)以及他们所从事的使他们暴露在危险中的任务或活动;
- c) 作为危险事件或长时间持续暴露的结果,危险处境如何会导致伤害的。
有时,在风险分析过程的阶段,下列信息也可能预察到并应将它们有效地记录下来:
- d) 在电气设备的特殊条款而不是一般条款中的伤害(例如砂轮在作业时的爆裂伤人)的性质和严重程度(后果);
- e) 现有的保护措施以及它们的效果。

4.3.4 电气设备的危险源

4.3.4.1 潜在危险源

潜在的危险源主要包括以下几方面:

- 电击危险;
- 热效应危险(如灼伤、着火等);
- 机械危险;
- 辐射危险(包括电离和非电离)。

4.3.4.2 设计和制造的危险

a) 电击危险

1) 电气绝缘危险

- 绝缘电阻和泄漏电流;
- 介质强度;
- 绝缘结构的耐热性;
- 防潮性;
- 耐热、耐燃、耐电痕化;
- 电气绝缘的应用。

2) 直接接触危险

- 人体允许流过的电流值;
- 安全特低电压限值;
- 外壳防护(防异物、水的进入);
- 电气隔离;
- 封闭作业场。

3) 间接接触危险

- 保护接地(接地系统的连接及可靠性,接地连接的电腐蚀,接地电阻值,保护接地标志、导线颜色等);
- 双重绝缘结构;
- 故障电压、过电流的切断。

b) 着火危险

1) 结构部件的非金属材料的危险:

- 耐热性。

2) 支撑带电零件的绝缘材料或工程塑料的危险:

- 耐电痕化;

- 耐燃性。
- 3) 既作结构件,又作支撑带电零件的工程塑料的危险:
 - 耐热性;
 - 耐电痕化;
 - 耐燃性。
- c) 机械危险
 - 1) 外壳防护危险:
 - 防异物进入;
 - 防水进入。
 - 2) 结构危险:
 - 结构强度、刚度;
 - 表面粗糙度、锐边、棱角;
 - 稳定性。
 - 3) 运动部件的危险:
 - 机械防护罩、盖的材料、厚度和尺寸;
 - 运动件、作业工具的防甩出;
 - 气体、液体介质的飞溢;
 - 振动。
 - 4) 联接危险:
 - 机械联接的危险(联接件应用、参数、可靠性);
 - 电气联接的危险(联接结构、内部接线、电源联接、电缆或软线、可靠性)。
- d) 运行危险
 - 1) 环境变化引起的危险:
 - 海拔、温度、湿度;
 - 外部的冲击、振动;
 - 电场、磁场和电磁场的干扰。
 - 2) 接近、触及危险部件的危险:
 - 人肢体触及危险部件;
 - 刀具、刃具、磨料等的线速度控制。
 - 3) 危险物质:
 - 阻止燃烧;
 - 易爆物质的隔离;
 - 灰尘、液体、蒸汽和气体的溢出。
 - 4) 振动、噪声的危险:
 - 消声;
 - 隔离。
 - 5) 静电积聚引起危险。
 - 6) 防止电弧引起的危险。
 - 7) 电源控制及危险:
 - 电压波动、中断、暂降等电源故障;
 - 应急自动切断电源;
 - 电源开关与控制的可靠性。
 - 8) 操作故障引起的危险:

- 误操作；
- 意外起动、停止；
- 无法起动；
- 硬件或软件的逻辑错误；
- 操作规程(设备的组合、操作管理等)。

e) 辐射危险

1) 电离辐射危险：

- 激光和化学辐射；
- 红外线、可见光辐射；
- 紫外线辐射。

2) 非电离辐射危险：

- 射频(RF)电场、磁场和电磁场辐射；
- 极低频(LEF)电场、磁场。

f) 人体工程学

- 1) 操作适应人体的动作特性、感觉,以利于健康和安全；
- 2) 提高舒适度、减少疲劳和心理压力的程度；
- 3) 人一机和谐相处、便于移动和处理。

g) 化学品危险

电气设备使用的材料、制造用设备及生产过程应禁止或限制使用铅、镉、汞、六价铬、多溴二苯醚(PBDA)和多溴联苯(PBB)、多环芳香烃(PAHs)苯、甲苯、二甲苯、溶剂油等有害物质。

4.3.4.3 信息

- a) 电气设备的类型、批号、编号或其他信息的识别和区别；
- b) 安全使用的关键信息应易于用户理解；
- c) 关键特征、识别标志和警告；
- d) 电气设备安全安装、维护、清洗、运行和存储等因素；
- e) 风险和潜在风险的警告；
- f) 制造商名称和地址。

4.4 风险预估

4.4.1 概述

风险预估是确定发生每个危险处境或事故的最高风险。风险预估的目标是针对可能发生的情况,确定风险等级来表示风险的大小。确定风险等级可通过预估伤害的严重程度和其发生概率来进行。

4.4.2 伤害程度

每个危险事件都有导致不同程度伤害的可能。一般情况下,对于每种伤害的严重程度,只采用一个数据。因此,预估风险时,应考虑实际发生伤害的严重程度,只取最高风险的数据。

4.4.2.1 概述

所有的风险预估方法都需要评估伤害的发生概率,预估时应考虑：

- a) 暴露在危险中的人,见 GB/T 22696.1—2008 的 7.2.3.1；
- b) 危险事件的发生概率,见 GB/T 22696.1—2008 的 7.2.3.2；
- c) 在技术和人员方面避免或限制伤害的可能性,见 GB/T 22696.1—2008 的 7.2.3。

如图 2 所示,当危险处境存在于一个或多个人员暴露在危险中时,伤害发生是由危险事件引起的。在预估伤害的概率时,还应考虑 GB/T 22696.1—2008 的 7.3 中的所述的相关方面。

4.4.2.2 积累伤害的发生概率

处理因积累暴露超过一定时间而导致伤害(例如疲劳、听力损伤、精神紊乱、过敏、雷诺氏症等)的危

险处境,需要用与处理突然导致严重伤害(例如电击、着火)的危险处境不同的方法。

伤害的发生概率取决于暴露在危险中的累积量。超过一定水平或等级的累积暴露能够造成对健康的损害。因此,可以将超过这个水平或等级的危险暴露考虑为一次危险事件。

暴露的总剂量由暴露次数、各次暴露的不同持续时间和相应剂量组成。例如:

- 对于呼吸伤害,危险剂量取决于物质的浓度;
- 对于听力丧失,危险剂量取决于噪声级别;
- 对疲倦、不适、骨关节错位、雷诺氏症,危险剂量取决于手传振动的强度;
- 电磁辐射对人体健康的影响,危险剂量取决于人体处于的场强和感应的电流;
- 对于反复的过劳损伤,危险剂量取决于所涉及的过劳的紧张程度和动作的重复率。

突然引起的伤害与长时间暴露所引起的伤害之间的差别,可以用两种不同原因引起的通过人体对健康的危害来说明。人体触及故障的电气设备,其故障电流是突然流过人体,发生电击会立即危害健康,甚至导致死亡;人体如果长期处于由电气设备产生的电磁环境中,电场、磁场和电磁场对人体的感应、发射引起的超过允许值的电流对人体健康的危害有一个积累的过程。

5 风险评价

风险评价的目的是确定哪种危险处境需要进一步降低风险,并且证实风险分析中的迭代过程。当所选择的保护措施已经充分地降低了风险,并且没有引入新的危险或加重了其他风险,就认为达到了风险降低的目标。

有些危险处境由于风险极低(轻微),可记录但不作进一步考虑;那些被指出会产生重大危险的危险处境,必须予以降低;对那些被指出会产生高风险的危险处境,应做更详细的风险预估。

如果有相关电气设备的具体安全标准,风险评价要包括保证实施该标准,考虑与被评价电气设备相关的保护措施的限制性。

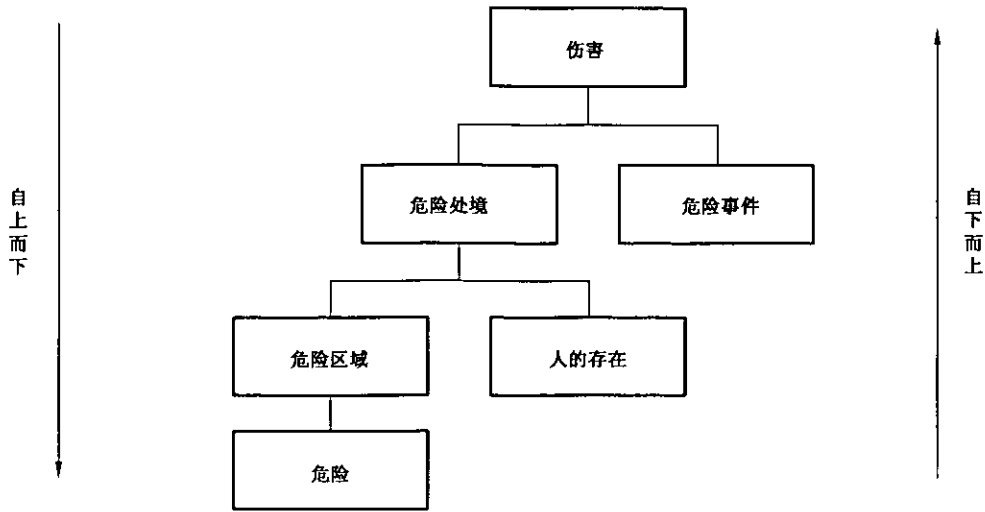


图 1 危险识别的自下而上和自上而下的方法

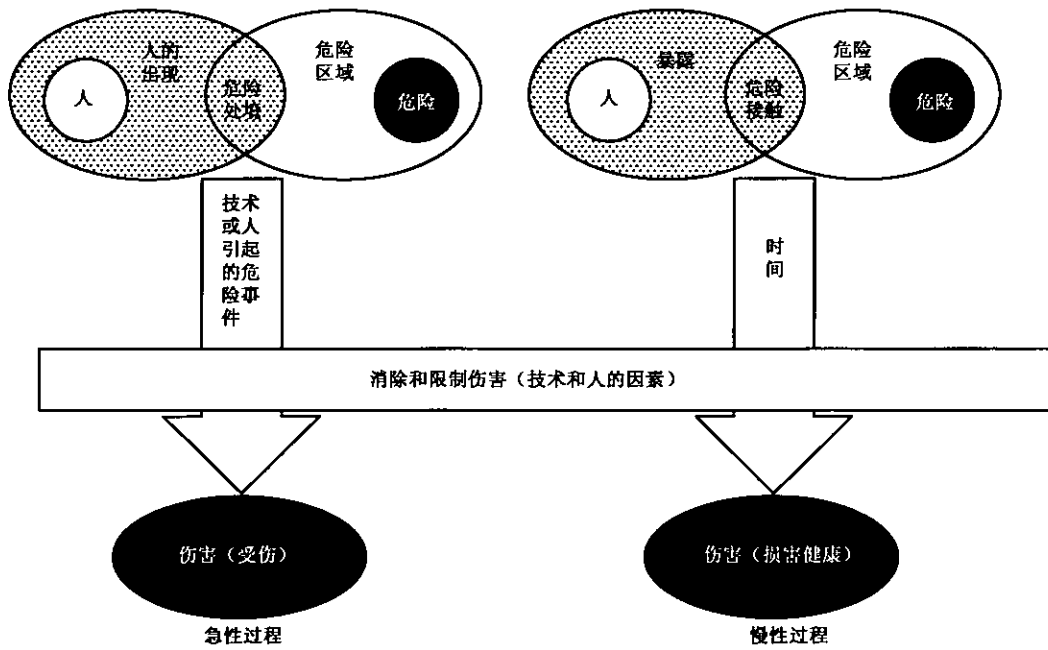


图 2 发生伤害的条件