

李邦协 主编

《电气设备的安全 风险评估和风险降低》 系列标准应用指南



 中国质检出版社
中国标准出版社

TM08/22

2012

《电气设备的安全 风险评估和风险降低》 系列标准应用指南

李邦协 主编

北方工业大学图书馆



C00276663

中国质检出版社
中国标准出版社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

《电气设备的安全 风险评估和风险降低》系列标准应用指南/李邦协主编. —北京:中国标准出版社, 2012

ISBN 978-7-5066-6594-0

I. ①电… II. ①李… III. ①电气设备-安全技术-指南 IV. ①TM08-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 264777 号

中国质检出版社
中国标准出版社 出版发行

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100013)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址: www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

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 1/32 印张 4.5 字数 116 千字
2012 年 1 月第一版 2012 年 1 月第一次印刷

*

定价 20.00 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)68510107

编 委 会 名 单

主编 李邦协

撰写 李邦协 方晓燕 潘顺芳

曾雁鸿 包 革 张 亮

主审 方晓燕

前 言

安全是免除危险或损害,实现安全必须满足以下条件:

如果存在危险或伤害,防护性措施应该有效实施,以降低风险;

残余风险应该被监督,以确保保护性措施仍然有效。

所以,实现安全应该有“有效风险降低的预期效果”,即应该能确保防护性措施在保护有关利害关系远离伤害时持续有效。这里的伤害是指由某种能量到人身、财产或环境转移导致对人身健康、财产或环境的破坏。

实现安全的条件可以用“基于风险的方法”来达到,即将对“安全”的评估转化为对“风险”的评估。

风险是始终存在的,零风险不可能实现,绝对安全也无法达到,而安全只能具有相对性。原理上不能证明安全,但可以通过风险评估来提高安全的置信度。

一般情况下,研究安全是在假设产品或系统能够可靠地执行其功能,且不对人身、财产和环境造成危害,则认为已达到安全目的。

运用基于风险方法研究安全是针对要防护的对象(受控的设备、组件、零件等),首先确定风险点,即可能对人和环境造成伤害的潜在危险源,分析、确定每个点的风



险的大小及相互的关系,同时依据法律、法规或合同或使用方法得出可接受的风险值,从而确定是否应降低风险及应降低的风险程度,然后选择降低风险的方法和措施,再针对降低风险的要求、方法和措施提出安全要求的技术标准或技术规范,开发、检验产品。

用来降低风险的措施就是安全功能,实现安全功能的系统或装置可以是独立的,也可以是与控制系统一体的。

综上,基于风险的方法是一种全过程的对风险的理解,认识到存在风险是绝对的,只要这个风险是当今社会发展阶段可接受的,即在符合总体上认可的技术发展水平、经济和科学发现,平衡了技术、经济、社会、环境等各种因素,就认为是安全的。

基于风险的方法的思想:是运用管理风险的方法来保障安全,实施对安全进行整个生命周期的管理,用专家的专业判断能力和严格的程序来保证产品、过程或服务的安全置信度。

基于风险的方法的基本步骤:

(1) 确定防护对象的范围及范围内的风险点并分析,确定风险值;

(2) 确定每个风险的容许值;

(3) 确定是否需要采取措施来降低风险,即加入安全功能;

(4) 对所需要的风险降低,确定其安全要求和安全的完整性;



(5) 根据(4)的要求设计安全功能,以满足安全要求;

(6) 实现安全功能;

(7) 对安全功能进行确认。

运用基于风险的方法来达到保障安全的目的的安全风险评估应由独立的人、独立的部门和独立的组织进行实施并完成。安全程度要求越高,评审的独立性要求就越高。

低压电气设备安全风险评估是防止电气设备在整个生命周期中危险事件的发生,避免可能的伤害的保障安全的手段,因而得到国内外社会的关注和重视。国际标准化组织(ISO)、国际电工委员会(IEC)在1999年发布了ISO/IEC指南51《安全因素——将安全因素引入标准的指南》,提出了安全风险评估的概念及评估的“循环过程”,ISO发布了ISO 14121-1《机械安全风险评估 第1部分:原则》,2005年发布了ISO 14121-2《机械安全风险评估 第2部分:实践指导和方法示例》和《风险管理 风险管理原则和实施指导》;IEC在2005年启动《低压电气设备安全风险评估》导则的研究、制定,历时6年,于2010年IEC/ACOS安全顾问委员会根据ISO/IEC指南51完成了IEC导则116《低压电气设备安全 风险评估和风险降低指南》,提出了低压电气设备达到安全的总体原则,安全评估的逻辑过程,实施风险评估的信息,描述识别危险、预防和评估风险(包括风险比较)和必要风险降低程序的原则。



国内,自 2006 年起在国家质量监督检验检疫总局、国家标准化管理委员会支持、关心下,由中国电器工业协会主持,组织机械工业北京电工技术经济研究所、上海电动工具研究所、上海电器科学研究所(集团)有限公司,依据 ISO/IEC 导则 51 进行对适用于交流电压 1 000 V 及以下,直流电压 1 500 V 及以下的各类电气设备在整个生命周期的安全风险评估和风险降低的研究和标准制定,并作为国际低压电气设备安全风险评估和风险降低导则制定的主导国参加 IEC 导则 116 的制定工作。

对电气设备安全风险评估和风险降低的研究和标准制定,运用“基于风险的方法”采用下述的研究思路、方法和标准制定的目标:

着重于风险评估过程的严密性、严谨性,而不是评估结果的绝对精确性;

实现风险评估的可操作性,研究电气设备风险评估的循环逻辑过程中每个过程,每一步骤的具体操作方法,设计相应的工具,给出示例;

制定以电气设备安全风险评估过程中风险分析为核心,降低风险是实现可容许风险的技术措施,示例是体现风险评估可操作性的范例,形成互为配套的系列标准。

风险评估的研究和标准制定围绕设置目标,依据风险程度评价原则或概念,研究了:

——将风险预估图或风险索引图转化为“风险指数矩阵图”;

——将“索引”以“指数”来度量“良性风险”或“严重



风险”,描述相关危险,危险处境、危险事件和可能的伤害,评定风险要素相对应的参数,用“等效风险矩阵图”计算风险程度;

——在发生伤害的可能性的评价中增加“危险事件的可能性”因素,用危险事件发生概率表示,以在风险程度评价时,考虑保护和防护措施的可靠性和电气设备操作人员的素质为主要因素;

——在重度伤害的评价时,考虑避免伤害的可能性和危险事件发生的概率两个因素,分别评定风险指数;

——设计了“危险识别表”、“风险评估和风险降低表”和“等效的风险指数矩阵图”。

上述研究成果,总体上实现了标准的评估方法,符合安全原则,科学、合理、适用,标准设计使用的评估工具简捷,可操作性强。

标准制定的过程中,在达到安全的总体原则、安全评估的循环逻辑过程、实施安全风险评估的信息、降低风险的原则等方面与 IEC 导则 116 协调一致,编写上按照 GB/T 1.1 的规定,安全技术要求按 GB 19517《国家电气设备安全技术规范》,界定了标准的适用范围以及相关的技术要素,标准的结构为在《电气设备的安全 风险评估和风险降低》标题下由 5 个部分组成系列标准。

——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;

——第 4 部分:风险降低;

——第5部分：风险评估和降低风险的方法示例。

这5部分标准分别以 GB/T 22696.1~GB/T 22696.5 发布。GB/T 22696.1~22696.3 于 2008 年 12 月发布，并于 2009 年 11 月 01 日实施。GB/T 22696.4~22696.5 于 2011 年 7 月 29 日发布，2011 年 12 月 1 日实施。

GB/T 22696 系列标准适用于交流电压 1 000 V 及以下，直流电压 1 500 V 及以下的各类电气设备。GB/T 22696.1 通过汇集电气设备的设计、制造、安装、使用、维护、意外事故和伤害的机理和经验，提出了风险评估的安全原则。通过分析电气设备对人员和财产可能的损害，规定了对电气设备生命周期各阶段的分析评估方法，提出了降低分析的措施原则；给出了实施风险评估的信息，描述了识别危险、预估和评价风险、风险比较以及必要的风险降低的程序。

GB/T 22696.2 依据 GB/T 22696.1，具体提出了电气设备风险分析和风险评估的指导原则和实施办法，包括了风险分析中需要考虑电气设备的限制条件和危险源的确定及其识别方法。

GB/T 22696.3 依据 GB/T 22696.1，提出了有关危险源识别的实际操作，推荐了用于相关程序和步骤的具体操作方法，并给出了评估中的有关示例。

GB/T 22696.4 和 GB/T 22696.5 针对消除电气设备潜在的危险和不可接受的风险，研究了风险降低的安全技术应用及相关的防护措施；提出了通过优化电气设备的安全设计、科学采用防护技术、安全信息提示等方



法,实现残余风险低于容许风险水平,并提出了电气设备风险评估的典型评估示例。

GB/T 22696 系列标准旨在针对电气设备的安全决策,以及对需要阐明电气设备已实施了风险评估的各种文件提供指导。相关的电气设备如果采用了各自专业产品安全的国际标准、国家标准,解决了 GB/T 22696 系列标准列出的相关危险,则可认为达到了 GB/T 22696 系列标准相关的容许危险水平,实现了产品安全。

考虑到电气设备使用中涉及诸多的运行条件和场所特定因素,GB/T 22696 系列标准不适用对电气设备使用中的风险评估,也未对电气设备的使用信息进行具体说明。

本书共有 8 章,分别阐述安全与风险、安全原则与降低风险、风险评估;电气设备的信息;电气设备的使用、空间、时间的限制;电气设备的危险源识别的分析、方法和工具及识别示例;电气设备风险预估的要素、方法和工具;风险降低的优先顺序、降低风险的“三步骤法”、降低风险的措施和电气设备的安全设计;风险评价时应考虑的因素、风险比较;风险评估和降低风险的实例等。

本书在低压电气设备的安全风险评估和风险降低的研究基础上,对 GB/T 22696 系列标准进行解读,力求综合、确切、通俗、实用,为从事低压电气设备产品开发、设计制造、质量管理和标准化工作的工程技术人员对《电气设备的安全 风险评估和风险降低》的系列标准有较全

面的理解,以推动标准的正确实施。

本书的出版凝聚着多年来从事低压电气设备的安全风险评估和风险降低研究、标准制定的工程技术人员智慧和辛勤工作,非常感谢国家标准化管理委员会刘霜秋、王莉、刘军卫,中国电器工业协会邢月久、杨启明、刘世昌等领导的支持、帮助和指导。

机械工业北京电工技术经济研究所、上海电动工具研究所、上海电器科学研究所(集团)有限公司是《电气设备的安全风险评估和风险降低》系列标准研究和制定的承担单位,对低压电气设备开展安全风险评估的研究和标准制定高瞻远瞩、认真负责、充分投入、悉心指导,为研究和标准制定的完成创造了优良的环境。低压电气设备的安全风险评估和风险降低的研究也得到了许昌继电器研究所、北京 ABB 低压电器有限公司、西门子(中国)有限公司、施耐德电气(中国)投资有限公司大力支持,在此表示衷心的感谢,向季慧玉、刘江、刘丽萍、徐斌、王旭、何才夫等工程技术人员致谢。

编 者

2011 年 9 月

目 录

前言	9
第 1 章 概述	1
1.1 安全与风险	1
1.2 安全原则与降低风险	2
1.3 风险评估	4
1.4 《电气设备的安全 风险评估和风险降低》系列标准	5
第 2 章 电气设备的信息	8
2.1 概述	8
2.2 使用环境和使用方法	8
2.3 功能	8
2.4 结构描述	9
2.5 使用经验	9
2.6 技术法规和技术标准	9
2.7 预设计	10
第 3 章 电气设备的限制	11
3.1 概述	11
3.2 对象的整个生命周期	11
3.3 使用限制	11
3.4 空间限制	12
3.5 时间限制	12

第 4 章 电气设备的危险源识别	13
4.1 概述	13
4.2 识别与分析	13
4.3 识别方法与工具	15
4.4 电气设备的危险源	17
4.4.1 设计和制造	20
4.4.2 信息	20
4.4.3 信息记录	21
4.5 危险源识别示例	25
第 5 章 电气设备的风险预估	33
5.1 概述	33
5.2 伤害严重程度	36
5.2.1 严重程度	36
5.2.2 伤害的广度	37
5.3 发生伤害的可能性	37
5.3.1 评估伤害的发生概率	37
5.3.2 积累伤害的发生概率	39
5.4 风险评估的工具和方法	40
5.4.1 风险评估的过程	40
5.4.2 风险评估	41
5.4.3 风险评估的结果	42
5.4.4 ISO/IEC 指南 51 与 IEC/ACOS 导则 116 的风 险指数索引的差异分析	43
第 6 章 风险降低	45
6.1 概述	45
6.2 风险降低的优先顺序	46
6.3 风险降低的“三步骤法”	46



6.4 风险降低的措施	47
6.4.1 通过设计消除或降低危险	47
6.4.2 通过安全防护技术措施降低风险	48
6.4.3 通过补充保护措施、使用信息、培训、个人防护降低风险	48
6.5 电气设备的安全设计	51
6.5.1 概述	51
6.5.2 电击危险及防护设计	51
6.5.2.1 绝缘设计	52
6.5.2.2 防直接接触保护	54
6.5.2.3 防间接接触保护	56
6.5.3 机械危险及防护设计	59
6.5.3.1 外壳防护	59
6.5.3.2 机械危险的防护	59
6.5.3.3 电气联接和机械联接的设计	60
6.5.4 运行危险的防护设计	62
6.5.5 电能控制和危险防范设计	64
6.5.6 标志和说明书的设计	65
6.5.6.1 标志	65
6.5.6.2 使用说明书	66
6.6 附加防护	66
6.7 风险评价的迭代	67
6.8 电气设备残余风险和安全性的判定	67
第7章 风险评价	69
7.1 概述	69
7.2 风险评价中考虑的因素	70
7.2.1 人员因素	70
7.2.2 可靠性和环境因素	70
7.2.3 防护措施失效的可能性	71

7.2.4	防护措施的维持能力	71
7.2.5	使用信息	71
7.2.6	当前社会价值	72
7.3	风险比较	72
7.4	风险评估的文件	72
第 8 章	风险评估和降低风险的示例	74
8.1	概述	74
8.2	电动角向磨光机的风险评估和风险降低	74
8.2.1	用于风险评估的信息	74
8.2.2	使用经验	75
8.2.3	法规、标准和技术文件	76
8.2.4	磨光机的预设计	76
8.2.5	角向磨光机限制的确定	79
8.2.6	危险识别	83
8.2.7	风险预估、风险评价和风险降低	83
8.2.8	风险评估的结果	85
8.3	电动型材切割机的风险评估和风险降低	89
8.3.1	用于风险评估的信息	89
8.3.2	使用经验	90
8.3.3	法规、标准和技术文件	90
8.3.4	型材切割机的预设计	91
8.3.5	型材切割机限制的确定	93
8.3.6	危险识别	98
8.3.7	风险预估、风险评价和风险降低	99
8.3.8	风险评估的结果	99
参考文献		124

第 1 章 概 述

1.1 安全与风险

“安全”即不存在不可接受风险,与健康、财产的安全紧密相连。“风险”即发生伤害和伤害严重程度可能性的结合,是对伤害,即对健康或财产的物理伤害或损害的一种综合衡量,包括伤害发生的概率和伤害的严重程度。

安全是免除风险与需要通过产品(包括其零件、附件、说明和包装)、过程或服务满足各种需求(例如实用、运行、费用等)的两者之间的平衡,即在总体认可的技术发展水平、经济和科学发展,平衡技术、经济、社会和环境条件等各种因素。因此,免除任何风险的安全是不可能的。

安全的理念是:

——不可能绝对的安全。在采取防护措施后仍留有残余风险等始终存在。因此,一个产品、过程或服务只能是相对安全的;

——通过将风险降低到可容许的程度来达到安全,即在特定背景下,基于现行社会价值,可以接受的风险,也就是可容许风险;

——可以用“风险评估和风险降低的循环过程”来进行风险评定和风险降低,实现可容许风险。

可容许风险通过寻求一种最佳平衡来判定,这种平衡是指绝对安全的理想状态与产品(包括其零件、附件、说明和包装)、过程或服务需要满足的要求之间,以及一些因素,诸如用户的利益、目标的适应性、成本效益和社会惯例之间的最佳平衡,因而,特别是当技术和知识的发展导致经济合理改进时,需要持续评审可容许程度,从而获得与产品(包括其零件、附件、说明和包装)、过程或服务使用相兼容