

火电厂安全生产风险评估与管理研究

杨昊瞳

东北电力科技咨询中心有限责任公司 辽宁省沈阳市 110000

摘要: 本文关注火电厂安全生产风险评估与管理,深入分析火电厂生产特点及风险特征,构建科学的风险评估与管理体制。本文讲述风险辨识技术、评估模型构建等评估方法,设计包含组织架构、制度建设等方面的风险管理体系,并且提出实施与保障措施,目的是为火电厂提高安全生产水平、降低事故风险提供理论与实践指导,帮助企业实现可持续发展。

关键词: 火电厂; 安全生产; 风险评估; 风险管理; 风险控制

引言

火电厂是能源供应的关键环节,它的安全生产对社会稳定 and 经济发展十分重要。但是,复杂的生产流程和高危的作业环境,让它面临很多安全风险。近年来,因为能源需求增长,火电厂规模不断变大,安全生产问题更加突出。开展火电厂安全生产风险评估与管理研究,有助于系统找出潜在风险,制定有效防控策略,降低事故发生的可能性,保障企业稳定运行和人员生命财产安全,具有重要的现实意义。

1. 火电厂安全生产风险概述

1.1 火电厂生产特点与风险特征

火电厂生产流程有燃煤输送、锅炉燃烧、汽轮机发电等多个环节,各个环节联系紧密,设备耦合性很强。在运行过程中,锅炉处于高温高压状态,汽轮机转速很快,整个生产系统需要连续不断运转。这种复杂性和特殊性,让安全生产面临巨大挑战。高温高压可能使设备部件疲劳、老化,增加泄漏和爆炸风险;连续运行让设备得不到充分检修维护,故障隐患不断积累;设备间的强耦合性可能引发连锁反应,一处故障就可能影响整个生产系统,造成严重后果。

1.2 安全生产风险分类

从设备、人员、环境、管理四个方面划分,火电厂安全生产风险类型很多。设备故障风险中,锅炉爆管会让高温高压介质喷出,引发火灾甚至爆炸;汽轮机振动异常可能损坏设备部件,影响发电效率和安全。人为操作风险方面,操作人员错误操作设备参数,或者违规作业,都可能打破生产系统的稳定平衡。环境风险包括自然灾害对电厂设施的破坏,以及粉尘在特定条件下发生爆炸的危险。管理风险体现在安全管理制度有缺陷,监督考核机制执行不好,不能有效约束

人员行为和保障设备正常运行。

1.3 风险成因分析

火电厂安全生产风险产生的原因比较复杂。设备老化是常见原因,随着使用时间增加,设备性能下降,故障率上升。技术更新慢,企业难以采用先进的安全防护技术和管理手段,不能有效应对新出现的风险。人员安全意识不强,对安全操作规程不重视,存在侥幸心理,增加了人为失误的可能性。另外,安全管理制度执行不严格,部分企业虽然有完善制度,但在实际操作中没有严格落实,导致风险防控措施没有实际作用^[1]。

2. 火电厂安全生产风险评估方法

2.1 风险辨识技术

故障树分析(FTA)通过从上到下的逻辑推理,从事故结果反向推导可能的原因事件,适合分析火电厂重大事故的潜在风险因素。事件树分析(ETA)从初始事件出发,按照时间顺序分析事件发展的各种可能结果,可以用来评估设备故障引发的连锁反应风险。危害与可操作性分析(HAZOP)通过分析生产过程中工艺参数的偏差,识别潜在危害,常用于新建设备或工艺变更后的风险辨识。在火电厂中,这些方法相互补充,能够全面、系统地辨识各种风险。

2.2 风险评估模型构建

基于层次分析法(AHP)可以把火电厂安全生产风险评估问题分解成多个层次,通过专家打分确定各指标权重,实现对复杂风险的定量分析。模糊综合评价法能处理风险评估中的模糊问题,对设备可靠性、人员操作规范性等难以精确量化的指标进行综合评价。蒙特卡洛模拟通过多次随机抽样,模拟风险事件的发生过程,预测风险发生的概率和后果。

结合火电厂风险特征设计的评估指标体系,包括设备、人员、环境等多个方面,使评估结果更科学实用。

2.3 风险等级划分标准

根据风险发生的可能性和后果严重程度,把火电厂安全生产风险划分为低风险、中等风险、高风险和极高风险四个等级。低风险事件发生可能性小,就算发生造成的后果也比较轻微;中等风险事件有一定发生概率,后果会对生产产生局部影响;高风险事件发生可能性较大,可能导致设备损坏、生产中断;极高风险事件一旦发生,会造成严重的人员伤亡、重大经济损失和社会影响。明确的风险等级划分,为后续风险分级管控提供了清晰的标准。

2.4 动态评估与实时监测

利用物联网技术,在火电厂关键设备和区域部署大量传感器,实时采集温度、压力、振动等数据。结合大数据分析技术,对大量数据进行挖掘处理,及时发现数据异常变化,预测潜在风险。引入人工智能算法,构建风险预测模型,实现风险的动态评估和实时监测。当监测到风险指标超过阈值时,启动风险预警机制,通知相关人员采取措施,把风险消除在萌芽状态^[2]。

3. 火电厂安全生产风险管理体系构建

3.1 风险管理组织架构

火电厂风险管理组织架构由企业领导层、安全管理部门、生产部门、技术部门组成。企业领导层负责制定风险管理战略和目标,提供资源支持;安全管理部门统筹协调风险管理工作,监督制度执行;生产部门具体落实风险防控措施,及时反馈现场情况;技术部门提供技术支持,研发和应用先进的风险管理技术。各层级明确职责,建立良好的协作机制,形成高效的风险管理工作网络。

3.2 风险管理制度建设

制定包括风险辨识、评估、控制、应急处置全过程的风险管理制度。完善安全生产责任制,明确各级人员在安全生产中的责任和义务;建立隐患排查治理制度,定期对设备、作业环境等进行全面排查,及时消除隐患;强化安全培训制度,确保员工掌握必要的安全知识和操作技能。通过制度建设,把风险管理工作规范化、标准化,保障各项措施有效落实。

3.3 风险控制措施设计

针对不同风险等级,设计相应的控制措施。对于高风险和极高风险,优先采取工程技术措施,比如对老旧锅炉进

行改造升级,安装先进的安全防护装置;优化操作规程,加强监督考核,从管理层面降低风险。中等风险通过完善管理制度、加强人员培训等方式进行控制。低风险也需要持续关注,定期评估其变化趋势。同时,制定详细的应急措施,确保在事故发生时能够迅速响应,减少损失^[3]。

3.4 人员培训与能力提升

人员安全意识和技能直接影响火电厂安全生产水平。设计分层分类的培训体系,新员工入职培训重点培养安全意识和基本操作技能;在岗人员技能提升培训根据岗位需求,更新知识和技能;管理人员安全管理培训注重提升风险识别、决策和应急处理能力。通过多样化的培训方式,如理论授课、实操演练、案例分析等,全面提升员工安全素养和业务能力。

3.5 应急管理体系建设

构建基于“预防-准备-响应-恢复”的应急管理体系。在预防阶段,加强风险评估和隐患排查;准备阶段,完善应急预案编制,储备充足的应急资源;响应阶段,确保应急队伍能够迅速行动,有效控制事故发展;恢复阶段,对事故进行全面评估,总结经验教训,尽快恢复生产。定期对应急预案进行演练和评估,根据演练结果优化预案,提高应急管理的有效性。

4. 火电厂安全生产风险管理的实施与保障

4.1 风险管理的实施流程

风险管理实施流程包括风险辨识、评估、控制措施制定、实施与监督、效果评价与持续改进。首先运用合适的风险辨识技术,全面识别火电厂存在的风险;然后采用科学的评估方法确定风险等级和优先级;接着针对不同风险制定控制措施;在实施过程中加强监督,确保措施落实到位;最后定期对风险管理效果进行评价,根据评价结果总结经验,改进不足,推动风险管理水平不断提高。

4.2 信息化与智能化技术应用

在数字化转型趋势下,信息化与智能化技术是提升火电厂安全生产风险管理效果的重要工具。通过搭建一体化安全生产管理系统,把风险评估、隐患排查、设备管理等功能模块整合,实现风险数据的实时采集、分析与共享,为管理决策提供有效支持。风险数据库作为信息中心,存储设备运行参数、历史事故案例、风险评估报告等大量数据,利用大数据分析技术找出潜在风险规律。引入智能巡检机器人,配备高清摄像头、红外测温仪等先进传感器,能代替人工对高

温、高压、高辐射等危险区域的设备进行 24 小时不停巡检，不但大幅提高巡检效率，还能准确检测设备异常。故障诊断系统借助机器学习算法，对设备振动、温度、压力等运行数据进行实时分析，提前发出故障隐患预警，把被动维修变为主动维护，明显降低设备故障率，保障火电厂安全生产^[4]。

4.3 安全文化建设

安全文化是火电厂安全生产风险管理的关键，对员工安全意识和行为习惯的养成有潜移默化的影响。通过开展多种安全宣传教育活动，比如邀请行业专家举办安全知识讲座，分析典型事故案例，增强员工风险防范意识；在厂区显眼位置张贴安全标语、海报，悬挂安全警示牌，营造重视安全的浓厚氛围。建立完善安全激励机制，设立安全绩效奖金，对严格遵守安全规定、及时发现并消除安全隐患的员工进行表彰和奖励；对违规操作、忽视安全规定的行为严肃处理，起到警示作用。制定详细明确的安全行为规范，涵盖从日常操作到应急处置的各个环节，通过培训、考核等方式保证员工熟练掌握。经过长期持续努力，让安全意识融入员工，实现从“要我安全”到“我要安全”的转变，构建全员参与的安全生产局面。

4.4 外部监管与内部监督协同

火电厂安全生产风险管理需要外部监管与内部监督共同发挥作用，形成全方位、多层次的安全管理网络。政府监管部门依据《安全生产法》等法律法规，定期对火电厂进行安全检查，重点核查安全制度落实、设备安全状况、人员资质等情况，对发现的问题依法要求整改，督促企业切实履行安全生产主体责任。行业协会发挥桥梁纽带作用，组织企业开展经验交流，推广先进安全管理理念和技术标准，为火电厂提供专业指导。第三方评估机构凭借专业技术和独立视角，对火电厂风险管理体系进行客观评价，提出改进建议。火电厂内部建立由安全管理部门牵头，各生产部门配合的监督机制，通过日常巡检、专项检查、交叉互查等方式，及时发现并纠正安全隐患^[5]。外部监管从宏观层面保证企业合法合规运营，内部监督关注细节问题整改，内外协同、优势互补，共同筑牢火电厂安全生产防线。

4.5 持续改进机制

基于 PDCA 循环构建的持续改进机制，为火电厂安全生产风险管理提供了科学的动态优化方法。在计划(Plan)阶段，结合企业战略目标和安全生产实际情况，制定详细的风险管

理目标、措施和实施计划，明确责任部门和时间节点。执行(Do)阶段严格按照计划推进各项工作，保证控制措施落实。检查(Check)阶段通过内部审核、外部评估、员工反馈等多种方式，对照风险管理目标和标准，全面检查执行效果，收集相关数据和信息。改进(Act)阶段针对检查发现的问题，组织专业人员深入分析原因，制定可行的改进措施，并将其纳入下一轮 PDCA 循环。定期对风险管理工作进行全面总结，总结成功经验和失败教训，密切关注行业新技术、新方法，及时引入并应用到实际管理中，持续优化风险管理体系，推动火电厂安全生产水平不断提高，实现安全发展的长期稳定。

结语

火电厂安全生产风险评估与管理是一项复杂的系统工程。本文通过对火电厂安全生产风险的全面分析，构建了科学的风险评估与管理体系，并提出了具体的实施与保障措施。但是，随着火电厂技术不断发展、生产规模持续扩大，安全生产风险也会出现新的特点和变化。未来，还需要进一步深入研究，不断完善风险评估与管理方法，加强新技术应用，持续提升火电厂安全生产管理水平，为能源稳定供应和社会经济发展提供坚实保障。

参考文献：

- [1] 潘银涛,黄芮涵.基于扎根理论的火电厂安全生产风险因素识别[J].现代职业安全,2025,(05):97-100.
- [2] 张久洲,王洋,陈浩辉.火电厂安全生产一体化信息系统的研究[J].仪器仪表用户,2025,32(05):42-44.
- [3] 闫郁薇.发电企业安全生产“三驾马车”模型建立与应用[J].电力安全技术,2025,27(04):29-33.
- [4] 李尧卿.火力发电厂安全生产管理及策略探究[C]//中国智慧工程研究会.文化传承与现代化治理学术交流会议论文集.浙江华业电力工程股份有限公司.;2024:279-281.
- [5] 李曼.火电厂继电保护二次回路隐患及排查技术探讨[C]//中国电力设备管理协会.全国绿色数智电力设备技术创新成果展示会论文集(二).宁夏电投银川热电有限公司.;2024:167-169.

作者简介：杨昊瞳，1996年3月 性别：男 民族：满族 籍贯：辽宁省锦州市北镇市 学历：本科 职称：助理工程师 建筑电气与智能化专业从事的研究方向或工作领域：电力