

电力技术

信息化背景下火电厂安全管理对策探析

付胜嵘

国能内蒙古西来峰电力有限公司
DOI: 10.12238/jpm.v6i11.8528

[摘要] 在当今能源格局中，火电对保障电力供应至关重要，火电厂安全管理是其自身及整个电力行业稳定发展的关键。一旦发生安全事故，可能造成局部供电中断甚至威胁整个电力系统安全，带来巨大经济损失。随着信息技术发展，大数据、人工智能、物联网等新一代信息技术为火电厂安全管理带来机遇，使设备监测、风险预警和安全决策更优，但也带来网络安全、数据隐私保护及系统融合等挑战。本文深入探讨信息化背景下火电厂安全管理现状与问题，结合风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制，阐述信息化技术在事前预防、高风险作业过程管控等关键环节的应用，为提升火电厂安全管理水平提供参考。

[关键词] 信息化；火电厂；安全管理；双重预防机制

Analysis of Safety Management Strategies for Thermal Power Plants under the Background of Informatization

Fu Shengrong

Guoneng Inner Mongolia Xilai Feng Electric Power Co., Ltd.

[Abstract] In today's energy landscape, thermal power is crucial for ensuring power supply, and the safety management of thermal power plants is the key to their own and the stable development of the entire power industry. Once a safety accident occurs, it may cause local power supply interruption or even threaten the safety of the entire power system, resulting in huge economic losses. With the development of information technology, new generation information technologies such as big data, artificial intelligence, and the Internet of Things have brought opportunities for the safety management of thermal power plants, enabling better equipment monitoring, risk warning, and security decision-making. However, they have also brought challenges such as network security, data privacy protection, and system integration. This article explores in depth the current situation and problems of safety management in thermal power plants under the background of informatization. Combining the dual prevention mechanism of risk grading control and hidden danger investigation and governance, it elaborates on the application of information technology in key aspects such as pre prevention and high-risk operation process control, providing reference for improving the safety management level of thermal power plants.

[Key words] informatization; Thermal power plants; Safety management; Dual prevention mechanism

引言

火电作为一种重要的电力生产方式，在保障电力供应方面发挥着不可替代的关键作用。火电厂的安全管理不仅是其自身稳定运行的基石，更是关乎整个电力行业稳定与发展的重要因素。安全事故一旦发生，可能导致局部地区供电中断，影响居民生活和企业生产，严重时甚至会引发连锁反应，威胁整个电力系统的安全，给国民经济造成巨大损失。因此，确保火电厂

安全、可靠、高效运行是电力行业发展的核心任务之一。在人员作业这一安全管理关键环节中，信息化技术已逐步升级为核心理念，尤其在高风险作业场景中展现出显著价值。然而，在信息化技术赋能火电厂安全管理的过程中，仍面临诸多挑战。在这样的背景下，如何充分利用信息化技术的优势，构建适应时代发展需求的火电厂安全管理体系，有效应对信息化带来的挑战，成为摆在火电厂管理者与从业者面前的重要课题。

一、火电厂安全管理现状剖析

1.1 传统安全管理困境

在信息化浪潮来临前，火电厂主要采用传统安全管理方式，存在诸多局限。安全制度执行方面，虽各厂有详尽制度，但实际执行常打折扣，部分员工为求效率简化操作、违规操作，设备检修也未严格按照规定进行，埋下安全隐患。隐患排查依靠人工巡检，效率低且主观性强，受巡检人员专业水平等因素限制，难以全面细致检查，隐蔽隐患难以及时发现，且巡检间隔长，新隐患无法及时处理，增加事故风险。安全培训与教育采用集中授课等传统方式，内容重理论、与实际结合不紧密，员工参与度低、培训效果差，遇到实际事故难以正确应对。

1.2 信息化带来的挑战与机遇

随着信息化技术在火电厂广泛应用，网络安全风险日益凸显。火电厂信息系统面临外部网络攻击威胁，如黑客入侵、恶意软件感染等，这可能致使设备控制系统故障，影响正常生产运行；信息系统的数据库也有被窃取、篡改风险，生产、财务等重要数据一旦泄露或被篡改，企业将遭受巨大损失，且数据的安全存储和传输也面临挑战。同时，信息系统的兼容性和稳定性也是难题，引入信息化技术涉及多厂家设备和软件系统，可能存在兼容性问题，导致数据传输不畅、系统运行不稳定，系统升级和维护也耗费大量人力、物力和时间，故障还可能导致生产中断和经济损失。不过，信息化技术也为火电厂安全管理带来机遇。以锅炉检修、汽轮机开盖、受限空间作业、高空作业等典型高风险作业为例，信息化技术的运用已贯穿全流程。作业前通过三维可视化系统对作业区域进行数字建模，模拟设备布局、管线走向及潜在风险点，作业开始后，作业人员佩戴的智能安全帽可实时传输高清视频画面至监控中心，内置的定位芯片能精准显示人员在高风险区域的移动轨迹。

二、风险分级管控，信息化的事前预防

2.1 风险识别的数字化转型

在火电厂日常运行中，设备稳定运行是保障电力生产的基础。借助物联网技术，在锅炉、汽轮机、发电机等关键设备上密集部署各类传感器，用于实时、精准采集设备运行数据，涵盖温度、压力、振动、电流、电压等关键参数。这些传感器持续工作，将设备运行变化转化为数据信号，通过无线网络传输至数据中心。以锅炉为例，在其炉膛、过热器、再热器等部位安装温度和压力传感器，温度传感器精确测量锅炉内部不同位置温度，若温度超出正常范围，可能预示燃烧异常甚至有爆炸风险；压力传感器实时监测锅炉内压力变化，压力异常升高可能由管道堵塞或安全阀故障导致，均为危险信号。通过物联网，这些数据实时传输到监控系统，为风险分析提供第一手资料。

2.2 精准风险评估与分级

大数据分析技术为风险评估提供强大支持，可对火电厂历年安全事故数据、设备运行数据、人员操作数据等海量信息进行深度挖掘，以找出事故发生规律和潜在风险因素。分析发现，

夏季高温时段因设备散热困难，电气设备故障发生率明显增加；设备检修后重新投入运行初期，因调试不当或零部件安装不牢固，设备出现故障概率相对较高。在风险评估过程中，综合考虑事故发生可能性和后果严重性两个关键因素。评估事故发生可能性时，结合设备历史故障数据、当前运行状态及维护记录等信息，利用概率统计模型计算，如运行多年且近期多次出现小故障的设备，发生严重故障可能性相对较高。评估后果严重性时，考虑事故对人员安全、设备损坏、电力供应中断及环境影响等多方面的影响程度，如严重的锅炉爆炸事故会导致设备严重损坏、人员伤亡、周边环境污染及大面积电力供应中断，后果严重性极高。根据风险评估结果，采用四级风险矩阵对风险进行分级，红色代表重大风险，可能导致3人以上死亡或重大设备损毁；橙色表示较大风险，可能导致1-2人死亡或较大设备故障；黄色为一般风险，可能造成人员重伤或一般设备损坏；蓝色为低风险，可能引发人员轻伤或设备轻微损坏。通过明确的风险分级，可清晰了解不同风险的严重程度，为后续管控措施制定提供有力依据。

2.3 风险管控策略的制定与实施

针对不同等级的风险，需制定相应的管控策略。对于红色重大风险，应立即采取紧急措施，如停止相关设备运行，组织专业维修团队进行全面检查和维修。同时，制定详细的应急预案，确保在事故发生时能够迅速响应，减少损失。例如，对于可能发生爆炸的锅炉，一旦监测到极高风险，应立即停止燃料供应，开启安全排放装置，并疏散周边人员。对于橙色较大风险，要加强设备的监测和维护频率，增加巡检次数，及时发现并处理潜在问题。可以安排专人对高风险设备进行实时监控，确保设备在可控状态下运行。对于可能导致1-2人死亡或较大设备故障的电气设备，应增加温度、电流等参数的监测频率，发现异常及时处理。对于黄色一般风险，可采取定期维护和预防性维修措施。按照设备的运行周期和维护要求，制定合理的维护计划，对设备进行定期检查、保养和维修，以降低故障发生的概率。对于蓝色低风险，可通过加强员工培训和安全宣传，增强员工的安全意识和操作技能，避免因操作不当引发事故。

三、隐患排查治理

3.1 AI 赋能的隐患智能排查

在火电厂日常生产中，设备隐患可能引发严重安全事故。为及时发现隐患，利用图像识别、数据分析等先进技术构建了全方位、智能化隐患排查体系。无人机 AI 行为识别系统在火电厂设备巡检中作用显著，该系统采用防爆型工业无人机平台，配备高分辨率光学变焦相机、红外热像仪和气体检测传感器。检测锅炉系统时，无人机通过高精度红外测温，可发现锅炉水冷壁管 0.5mm 以上减薄缺陷，识别精度达±2℃，系统自动标记管壁异常高温区域，生成热力图展示温度分布，为工作人员提供准确设备状态信息。与传统人工检测方式相比，无人机巡检效率提升 10 倍以上，且无需搭建脚手架，降低了工作

人员高空作业安全风险。智能视频监控系统对火电厂设备和作业区域进行 24 小时不间断监控，利用先进图像识别算法，能自动识别设备异常状态（如管道泄漏、设备冒烟等）和人员不安全行为（如未佩戴安全帽、违规穿越禁区等）。发现异常情况时，系统立即发出警报并传输相关信息给工作人员。

3.2 隐患治理流程优化

借助信息化系统，我们达成了隐患上报、处理、复查的闭环管理，显著提升了隐患治理的效率与效果。工作人员发现安全隐患后，通过手机 APP 或电脑端的隐患管理系统快速上报隐患位置、类型、严重程度等信息，由系统自动编号并依风险等级分配给相应责任人处理。责任人需在规定时间内制定整改措施并上传，整改完成后由复查人员检查，复查通过则系统标记为已完成治理，不通过则责任人重新整改直至隐患消除。为保障隐患治理工作顺利开展，我们建立了严格的跟踪和反馈机制，系统实时跟踪处理进度并向相关人员发送提醒，工作人员可随时查询治理情况。对于重大安全隐患，实行领导挂牌督办制度，由厂领导负责监督和指导，确保隐患及时有效治理。

四、信息化在高风险作业中的深度应用

4.1 作业前风险预评估

在火电厂的高风险作业领域，虚拟仿真技术的作用日益凸显。针对锅炉检修作业，运用先进的 3D 建模与虚拟现实（VR）技术构建高度逼真的锅炉内部虚拟场景，精准还原锅炉复杂结构，涵盖炉膛、受热面、管道等关键部件，还模拟了高温、高压环境及积灰、结焦、管道泄漏等安全隐患。检修人员在实际作业前通过佩戴 VR 设备进入虚拟场景进行“预检修”，模拟拆除和安装受热面管道，提前规划工具使用与操作步骤，发现操作空间狭窄导致人员碰撞、工具使用不当引发物体打击等潜在风险点。同时模拟不同工况作业，评估特殊环境对人员安全和设备稳定性的影响。通过虚拟预演提前发现并解决问题，制定完善的风险应对措施，如针对操作空间狭窄设计辅助工具，针对物体打击风险加强工具使用培训、设置防护设施。虚拟仿真技术为高风险作业提供安全、高效的风险预评估平台，提升了作业的安全性和可靠性。

4.2 作业过程实时监控与预警

在高风险作业过程中，智能穿戴设备和监控摄像头构成安全防线，实现了对作业人员和设备的全方位实时监控。智能安全帽作为重要的智能穿戴设备，集成了多种先进技术。其内置高精度定位芯片，可实时追踪作业人员位置信息，监控中心能掌握作业人员在火电厂内的行踪。当作业人员进入危险区域时，智能安全帽会发出警报。智能安全帽还配备心率、血压监测传感器，能实时监测作业人员生理状态。在高温、高负荷作业环境下，作业人员身体易出现疲劳、中暑等状况，系统通过实时监测心率、血压等生理参数，一旦发现异常，会发出预警信号，通知现场负责人安排作业人员休息或进行医疗救治。此

外，智能安全帽具备语音通话功能，方便作业人员与监控中心或其他同事实时沟通，确保信息传递及时准确。监控摄像头对高风险作业区域进行 24 小时不间断监控，利用图像识别算法自动识别作业人员的不安全行为，如未佩戴安全带、违规攀爬设备等。发现不安全行为后，系统会抓拍照片或视频并传输至监控中心，同时向作业人员发出警报，提醒其纠正行为。

4.3 作业后数据分析与改进

作业完成后，对高风险作业过程中产生的数据进行深度分析，能够为后续作业提供宝贵的经验和改进方向。通过收集虚拟仿真预评估阶段发现的风险点、作业过程中智能穿戴设备和监控摄像头记录的数据，构建高风险作业数据库。利用大数据分析技术，对不同类型高风险作业的风险发生概率、影响因素、处理措施效果等进行统计和分析。例如，分析不同工况下作业人员生理参数的变化规律，找出导致疲劳和中暑等状况的关键因素，如环境温度、作业时长、劳动强度等。根据分析结果，优化作业安排，合理调整作业时间和强度，避免作业人员在高温时段长时间连续作业。同时，针对经常出现的不安全行为，如未佩戴安全带、违规攀爬设备等，分析其产生的原因，可能是培训不到位、安全意识淡薄或作业环境存在诱导因素等。根据原因制定针对性的改进措施，如加强安全培训、完善安全管理制度、改善作业环境等。此外，通过对风险应对措施效果的评估，不断优化和完善风险应对方案，提高应对高风险作业的能力和水平。

结束语

综上所述，在信息化背景下，火电厂安全管理既面临着网络安全、系统兼容性等挑战，也迎来了大数据、人工智能、物联网等新一代信息技术带来的机遇。通过深入剖析火电厂安全管理现状，运用风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制，将信息化技术充分应用于事前预防、高风险作业过程管控等关键环节，能够有效提升火电厂安全管理水平。未来火电厂应持续关注信息化技术的发展趋势，不断探索和创新安全管理模式，进一步加强信息化技术与安全管理的深度融合，以应对日益复杂多变的安全管理形势。

【参考文献】

- [1]谭国华.基于数字化技术的火电厂电气安全管理系统研究[J].电气技术与经济, 2025(4): 310-312+317.
- [2]段赫.信息化背景下火电厂安全管理措施研究[J].中国科技期刊数据库工业 A, 2024(9): 0125-0128.
- [3]张久洲, 王洋, 陈浩辉.信息化背景下火电厂安全生产一体化系统[J].计算机产品与流通, 2025(2): 73-75.
- [4]王耀龙.火电厂电气设备运行安全管理技术研究[J].电力设备管理, 2025(10): 255-257.
- [5]杨力.火电厂安全文明生产与标准化管理措施探究[J].湖北应急管理, 2025(18): 41-43.