

火电厂安全生产双重预防机制的数字化构建与实践

黎潇云

国家电投集团贵州金元股份有限公司纳雍发电总厂，贵州 毕节 553300

DOI:10.61369/EPTSM.2025060014

摘 要： 火电厂安全生产至关重要，双重预防机制是其重要保障。传统双重预防机制存在一定局限性。本文聚焦火电厂，探讨安全生产双重预防机制的数字化构建与实践。分析传统机制面临的挑战，阐述数字化构建的必要性。提出数字化构建的体系架构，包括感知层、平台层和应用层。介绍物联网监测、大数据分析等关键技术支撑。从标准化流程嵌入、跨部门协同等方面说明实施策略。研究表明，数字化构建能提升火电厂安全生产管理水平，实现风险的精准管控与隐患的有效治理，为火电厂安全生产提供有力支持，具有显著的实践意义和推广价值。

关 键 词： 火电厂；安全生产；双重预防机制；数字化；构建实践

Digital Construction and Practice of Dual Prevention Mechanism for Safety in Thermal Power Plant

Li Xiaoyun

State Power Investment Group Guizhou Jinyuan Co., LTD. Nayong Power Plant, Bijie, Guizhou 553300

Abstract： Ensuring safety in thermal power plant operations is paramount, with the dual prevention mechanism serving as a critical safeguard. Traditional approaches to this dual prevention system demonstrate inherent limitations. This study focuses on thermal power plants, exploring the digital transformation of safety management mechanisms. It analyzes challenges in conventional systems and underscores the necessity of digital implementation. The proposed framework comprises three layers: perception layer, platform layer, and application layer. Key technological pillars include IoT monitoring and big data analytics. Implementation strategies are detailed through standardized process integration and cross-departmental collaboration. Research findings indicate that digital transformation enhances safety management capabilities, enables precise risk control and effective hazard mitigation, thereby providing robust support for thermal power plant operations. These advancements demonstrate significant practical value and broad applicability across similar facilities.

Keywords： thermal power plant; production safety; double prevention mechanism; digitalization; construction practice

引言

火电厂作为国家能源供应的关键环节，承担着为社会提供稳定、可靠电力的重要使命。其安全生产不仅关系到自身的正常运营，更直接影响着电力系统的稳定运行以及社会公共安全。双重预防机制，即风险分级管控和隐患排查治理，是当前我国安全生产领域的重要制度创新，为火电厂预防事故发生提供了重要的思路和方法。然而，在传统模式下，双重预防机制在火电厂的实际应用中面临诸多挑战。随着数字化时代的发展，火电厂安全生产双重预防机制的数字化构建成为必然趋势。本文旨在探讨如何通过数字化手段构建与实践双重预防机制，提升火电厂安全生产水平。

一、火电厂安全生产双重预防机制传统模式及挑战

（一）双重预防机制概述

双重预防机制是安全生产领域的一项重要制度，由风险分级管控和隐患排查治理两部分组成。风险分级管控是指通过系统地

识别生产过程中的各类危险有害因素，采用科学的方法对风险进行评估，根据风险的大小将其划分为不同的等级，然后针对不同等级的风险制定相应的管控措施，实现对风险的有效控制，从源头上预防事故的发生。隐患排查治理则是在生产过程中，通过定期或不定期的检查、监测等方式，及时发现可能导致事故发生的

安全隐患，对排查出的隐患进行登记、评估、治理和验收，确保隐患得到及时消除，防止事故的发生^[1]。

（二）传统模式的特点与局限

在传统模式下，风险分级管控主要依靠人工经验进行风险识别和评估，通过定期检查、会议讨论等方式确定风险等级。隐患排查治理依赖人工巡检，巡检人员凭借经验和感官检查设备运行状况、环境安全等情况，发现问题后记录在纸质表格上，再层层上报处理。这种模式存在明显局限，人工经验判断主观性强，不同人员对风险的认知和评估可能存在差异，导致风险分级不准确。人工巡检效率低，难以做到实时、全面覆盖，一些潜在隐患可能无法及时发现。而且纸质记录信息传递慢，责任追溯困难，隐患治理的闭环管理难以有效落实。

（三）火电厂安全生产的特殊需求

火电厂的生产过程极为复杂，涉及高温、高压、高速旋转设备，以及易燃易爆的燃料储存和使用等多个环节。锅炉需要在高温高压下运行，将水转化为蒸汽，为汽轮机提供动力；汽轮机则在高速旋转的状态下将蒸汽的能量转化为机械能，带动发电机发电。这些设备和工艺都具有较高的风险性，一旦发生故障或事故，可能会导致严重的后果，如锅炉爆炸、汽轮机飞车、电气火灾等，不仅会造成设备损坏和人员伤亡，还会影响电力供应的稳定性。

此外，火电厂的燃料储存和使用也存在较大的安全隐患。煤炭、天然气等燃料具有易燃易爆的特性，如果储存不当或使用过程中出现泄漏，可能会引发火灾、爆炸等事故。因此，火电厂对安全生产的要求极高，需要更加精准、高效的风险管控和隐患治理手段，以确保生产过程的安全稳定运行。传统的双重预防机制难以满足火电厂的特殊需求，亟需引入新的技术和方法进行改进和完善^[2]。

二、火电厂安全生产双重预防机制数字化构建的必要性

（一）适应行业发展趋势

随着科技的飞速发展，数字化、智能化已成为各行业发展的必然趋势。在电力行业，数字化转型也在加速推进。火电厂作为电力生产的重要组成部分，引入数字化技术构建双重预防机制是顺应行业发展潮流的必然选择。通过数字化构建，火电厂能够提升自身的管理水平和竞争力，更好地适应未来能源市场的发展变化^[3]。数字化技术的应用可以实现生产过程的自动化、智能化控制，提高生产效率和能源利用效率，降低生产成本。同时，数字化构建还能够提升火电厂的安全管理水平，减少事故的发生，保障电力供应的稳定性。

（二）解决传统模式痛点

数字化构建可以有效解决传统双重预防机制的痛点。利用先进的传感器和物联网技术，能够实时采集生产设备的运行数据和环境参数，实现对风险的动态监测和精准识别。传感器可以安装在设备的关键部位，实时监测设备的温度、压力、振动等参数，通过数据分析和比对，及时发现设备的异常情况，避免人工经验判断的主观性和局限性。通过信息化系统，实现隐患排查治理的线上管理，提高信息传递效率，方便责任追溯，确保隐患治理的

闭环管理。工作人员可以通过移动终端实时上传隐患信息，系统能够自动对隐患进行分类、评估和派单，对隐患的治理进度进行跟踪和监督，确保隐患得到及时消除^[4]。

（三）提升安全生产水平

数字化双重预防机制能够实现对火电厂生产全过程的实时监控和风险预警。通过对大量生产数据的分析和挖掘，能够深入了解生产过程中的安全规律和风险特点，为制定更加科学合理的安全管理策略提供依据。当系统检测到潜在的安全风险时，能够及时发出预警信号，提醒相关人员采取措施进行处理，将事故隐患消灭在萌芽状态。数字化构建还能够提高事故应急响应能力，在事故发生时，系统能够快速提供相关的信息和数据，为应急救援提供支持，减少事故的损失。从而有效降低事故发生概率，保障火电厂的安全生产，为社会提供稳定的电力供应^[5]。

三、火电厂安全生产双重预防机制数字化构建的体系架构

（一）感知层

感知层是数字化双重预防机制的基础，主要通过部署各类传感器实现对生产设备和环境信息的采集。在火电厂中，传感器可以安装在锅炉、汽轮机、发电机等关键设备上，实时监测设备的温度、压力、振动、转速等运行参数。在环境中，传感器可以用于监测烟雾、可燃气体浓度、温湿度等信息。这些传感器就像“眼睛”和“耳朵”，能够实时感知生产过程中的各种变化，为后续的风险评估和隐患排查提供数据支持。

（二）平台层

平台层是整个数字化双重预防机制的核心，负责对感知层采集的数据进行存储、分析和处理。平台通过大数据技术对海量数据进行整合和管理，建立风险数据库和隐患数据库。利用数据分析算法，对生产设备的运行状态进行评估，识别潜在的风险因素，并对风险进行分级。同时，平台能够对隐患排查治理的过程进行跟踪和管理，实现隐患的动态监控和预警。平台层还提供用户管理、权限管理等功能，确保系统的安全性和可靠性。

（三）应用层

应用层是面向用户的应用界面，为火电厂的管理人员、安全人员、巡检人员等提供具体的应用功能。通过应用层，管理人员可以实时查看生产设备的运行状态、风险等级和隐患排查治理情况，做出科学合理的决策。安全人员可以利用系统进行风险评估、隐患排查计划的制定和执行，对隐患治理情况进行监督和考核。巡检人员可以通过移动终端接收巡检任务，实时上传巡检数据，发现隐患后及时上报。应用层还可以提供报表生成、数据分析等功能，为安全管理提供数据支持^[6]。

四、火电厂安全生产双重预防机制数字化构建的关键技术

（一）物联网技术

物联网技术是实现感知层数据采集和传输的关键。通过在火电厂生产设备和环境中部署大量的物联网传感器，将采集到的数据通过无线通信网络传输到平台层。物联网技术具有实时性、可

靠性和远程监控的特点，能够实现对生产过程的全面感知和实时监控。通过物联网技术，管理人员可以随时随地了解生产设备的运行状况，及时发现潜在的安全问题。

（二）大数据分析技术

大数据分析技术是平台层的核心技术之一。火电厂生产过程中产生大量的数据，包括设备运行数据、环境监测数据、隐患排查数据等。大数据分析技术能够对这些海量数据进行清洗、挖掘和分析，发现数据背后的规律和潜在的风险。通过对历史数据的分析，建立风险预测模型，对未来的风险进行预测和预警。同时，大数据分析技术还可以对隐患排查治理的效果进行评估，为优化管理策略提供依据。

（三）人工智能技术

人工智能技术在数字化双重预防机制中也发挥着重要作用。例如，利用机器学习算法对设备运行数据进行分析，实现设备故障的智能诊断和预测。通过图像识别技术对巡检图像进行分析，自动识别设备的外观缺陷和安全隐患。人工智能技术能够提高风险识别和隐患排查的准确性和效率，减轻人工工作量，提升双重预防机制的智能化水平。

（四）数字孪生技术

数字孪生技术是通过建立物理实体的虚拟模型，实现对物理实体的实时映射和仿真。在火电厂中，可以建立生产设备和生产过程的数字孪生模型，实时反映设备的运行状态和生产过程的变化。通过对数字孪生模型的分析 and 模拟，能够提前预测设备故障和事故的发生，为风险管控和隐患治理提供决策支持。数字孪生技术能够实现生产过程的可视化和智能化管理，提升火电厂的安全生产水平^[7]。

五、火电厂安全生产双重预防机制数字化构建的实施策略

（一）标准化流程嵌入

将风险分级管控和隐患排查治理的标准流程嵌入到数字化系统中，确保各项工作按照规范的流程进行。通过系统设定风险识别的方法、风险分级的标准、隐患排查的周期和内容、隐患治理的流程和要求等，使工作人员在操作过程中有章可循。标准化流程的嵌入能够提高工作的规范性和一致性，避免人为因素的干扰，确保双重预防机制的有效运行。

（二）跨部门协同管理

火电厂安全生产涉及多个部门，如运行部门、维护部门、安监部门等。数字化双重预防机制需要实现跨部门的协同管理，打破部门之间的信息壁垒。通过系统实现各部门之间的数据共享和业务协同，例如，运行部门发现的设备异常情况可以及时传递给维护部门，维护部门制定的维修计划可以同步给安监部门进行安全监督。跨部门协同管理能够提高工作效率，增强各部门之间的协作能力，共同做好安全生产工作^[8]。

（三）人员培训与意识提升

数字化双重预防机制的实施需要工作人员具备相应的技能和意识。因此，要加强对工作人员的培训，包括数字化系统的操作使用、风险识别和隐患排查的方法、安全意识的培养等。通过培训，使工作人员能够熟练掌握数字化工具，提高风险识别和隐患排查的能力。同时，要加强对安全生产重要性的宣传，提升工作人员的安全意识，使他们自觉参与到双重预防机制的实施中。

（四）持续优化与改进

数字化双重预防机制不是一成不变的，需要根据火电厂的实际情况和生产过程的变化进行持续优化和改进。通过对系统运行数据的分析和评估，不断调整风险分级标准和隐患排查策略，优化管理流程和方法。同时，要关注新技术的发展和应用，及时将新的技术引入到双重预防机制中，提升机制的智能化水平和有效性。持续优化与改进能够确保双重预防机制始终适应火电厂的安全生产需求，为安全生产提供有力保障^[9]。

六、结论

火电厂安全生产双重预防机制的数字化构建与实践是提升火电厂安全生产水平的重要途径。通过构建感知层、平台层和应用层的体系架构，运用物联网、大数据分析、人工智能和数字孪生等关键技术，实现风险的分级管控和隐患的排查治理的数字化、智能化。同时，通过标准化流程嵌入、跨部门协同管理、人员培训与意识提升以及持续优化与改进等实施策略，确保数字化双重预防机制的有效运行。数字化构建能够提高风险识别的精准性、隐患治理的时效性和管理过程的透明性，为火电厂的安全生产提供有力支持，具有显著的实践意义和推广价值。未来，随着技术的不断发展，火电厂安全生产双重预防机制的数字化水平将不断提升，为电力行业的安全稳定发展做出更大贡献^[10]。

参考文献

- [1] 王锐, 周立, 黄荣, 等. 火电厂建设期双重预防机制有效运转探究 [J]. 电力安全技术, 2025, 27(05): 4-8.
- [2] 马瑞东, 翟丽莉, 叶智. 新型电力系统背景下新能源发电企业技术监督管理体系创新 [J]. 电器工业, 2024, (11): 79-83.
- [3] 王方勇, 黄葵. 火电厂双重预防机制建设实践 [J]. 现代职业安全, 2022, (10): 62-65.
- [4] 万磊. 电厂安全管理中双重预防机制的构建研究 [J]. 现代工业经济和信息化, 2022, 12(10): 180-181.
- [5] 郭晓林. 火电厂安全生产管理评价体系的研究 [J]. 自动化应用, 2020, (10): 105-106. DOI: 10.19769/j.zdhy.2020.10.037.
- [6] 黄思林, 沈小兵, 刘琪, 等. 数字化技术在火电厂安全检修中的应用研究 [J]. 中国设备工程, 2023, (17): 182-184.
- [7] 郭明. 火电厂安全生产网格化管理探索 [J]. 福建水力发电, 2024, (01): 85-86. DOI: 10.19565/j.cnki.cn35-1153/tv.2024.01.025.
- [8] 马新敏. 火电厂安全生产风险分级管控与隐患排查治理双重预防机制建设工作实施办法 [J]. 科学技术创新, 2019, (36): 177-178.
- [9] 董青青. 构建双重预防机制在电厂安全管理中的实践 [J]. 科学咨询 (科技·管理), 2019, (10): 24.
- [10] 冯洪亮. 火电厂安全生产创新管理应用与实践研究 [J]. 绿色环保建材, 2021, (09): 185-186. DOI: 10.16767/j.cnki.10-1213/tu.2021.09.092.