

Value and application of intelligent management and control technology in the safety protection of thermal power plants

Baoshun Feng Hu Wang Yimin Yu

Huadian Electric Power Research Institute Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310030, China

Abstract

With the rapid development of China's economy and the continuous growth of energy demand, the thermal power plant, as an important part of energy supply, its safe and stable operation is particularly important. However, there are many problems in the safety management of traditional thermal power plants, such as aging equipment, human operation error and backward monitoring means, which seriously restrict the safe production of thermal power plants. The introduction of intelligent control technology has provided a new solution for the safety protection of thermal power plants. This paper will deeply analyze the existing problems in the safety of current thermal power plants, discuss the specific application of intelligent control technology in thermal power plants and its advantages, and further highlight the advantages of intelligent control technology through comparison with the traditional mode.

Keywords

intelligent management and control technology; thermal power plant; safety protection; value application

智能化管控技术在火电厂安全防护中的价值与运用

冯宝顺 汪虎 余益民

华电电力科学研究院有限公司, 中国·浙江 杭州 310030

摘要

随着我国经济的快速发展, 能源需求持续增长, 火电厂作为能源供应的重要组成部分, 其安全稳定运行显得尤为重要。然而, 传统火电厂在安全管理方面存在诸多问题, 如设备老化、人为操作失误、监测手段落后等, 这些问题严重制约了火电厂的安全生产。智能化管控技术的引入, 为火电厂的安全防护提供了新的解决方案。本文将深入分析当前火电厂在安全方面存在的问题, 探讨智能化管控技术在火电厂的具体应用及其带来的优势, 并通过与传统模式的对比, 进一步凸显智能化管控技术的优越性。

关键词

智能化管控技术; 火电厂; 安全防护; 价值应用

1 引言

火电厂作为我国能源供应的重要组成部分, 其安全运行至关重要。然而, 传统的火电厂安全防护模式在面对日益复杂的生产环境和严格的安全要求时, 逐渐暴露出一些局限性。随着信息技术的飞速发展, 智能化管控技术^[1]为火电厂安全防护提供了新的思路和方法。智能化管控技术通过集成先进的传感器、大数据分析、人工智能等技术, 能够实现对火电厂生产过程的实时监测、精准控制和智能决策, 有效提升火电厂的安全防护水平。

【作者简介】冯宝顺(1990-), 中国山东曹县人, 本科, 工程师, 从事电力企业的安全管理和设备优化、特种设备的管理、检验检测及数字化运用等研究。

2 当前中国国内火电厂安全方面存在的问题

2.1 设备老化与故障隐患

根据国家能源局发布的数据, 我国部分火电厂设备服役年限较长, 其中约 30% 的设备服役时间超过 20 年。设备老化导致故障发生率上升, 如锅炉管道泄漏、汽轮机振动异常等问题时有发生。以某地区火电厂为例, 近五年因设备老化引发的安全事故占总事故数的 30%。这些故障不仅影响火电厂的正常生产, 还可能引发严重的安全事故, 威胁工作人员的生命安全和周边环境。

2.2 人为操作失误

人为操作失误也是火电厂安全事故的重要原因之一。据统计, 在火电厂安全事故^[2]中, 约 25% 是由于操作人员误操作导致的。操作人员的技能水平、工作状态和责任心等因素都会影响操作的准确性。例如, 在一次机组启停过程中,

由于操作人员未按照操作规程进行操作，导致机组跳闸，造成了较大的经济损失。

2.3 监督管理不到位

安全管理需要完善的监管配套机制，但实际情况是部分火电厂存在监管不到位的现象。传统的火电厂数据监测系统主要依靠人工记录和简单的数据分析，无法实时、全面地掌握设备运行状态和生产过程中的安全风险。据统计，在一些小型火电厂中，安全监管人员配备不足的情况较为普遍，平均每100MW装机容量对应的安全监管人员不足1人，大量的数据未能得到有效利用，难以发现潜在的安全隐患。这使得安全管理工作难以全面覆盖，安全隐患难以及时发现和处理，据调查，该方面在安全事故占比约为25%。

结合上述论述，各事故原因占比如图1所示：火电厂安全事故分布图。

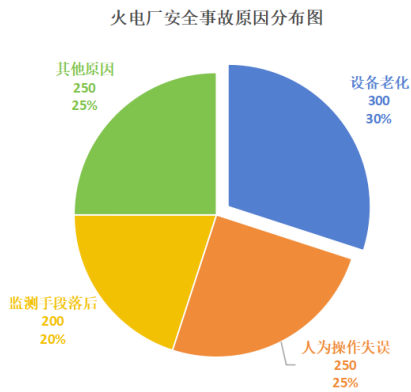


图1：火电厂安全事故分布图

3 智能化管控技术在火电厂的具体应用及优势

3.1 智能传感器与设备的集成

智能传感器可以高精度地检测各种电气参数，如电流、电压、频率和温度等，实现对设备的实时监控。例如相量测量单元（PMU）能够测量电网上的电波，监控系统的健康状况。智能电子设备（IED）如基于微处理器的继电器、多功能仪表和数字故障记录器等，可增强保护系统内的决策过程，处理复杂算法、存储历史数据并与其他设备通信，执行协调的保护操作。高速可靠的通信协议（如 IEC61850）促进了继电保护系统各个组件之间的无缝交互。通过这些智能设备的集成，能够更快、更准确地检测故障，降低设备损坏和停机风险。^[3]

3.2 数据分析和机器学习的利用

在火电厂中，智能传感器和设备产生大量数据，利用数据分析和机器学习技术^[4]可带来多方面优势：

①预测性维护：通过分析历史数据和识别模式，能够高精度地预测潜在问题。例如，可预测变压器的绝缘故障或过热，让维护团队提前解决问题，防止意外停机并延长设备使用寿命。据统计，采用预测性维护后，设备的非计划停机时间可降低30%-50%。

②故障检测和分类：机器学习算法能够检测并分类继电保护系统中不同类型的故障，如区分临时故障和永久故障，使系统做出适当响应，隔离故障部分并保持系统其余部分正常运行。

③保护设置优化：数据分析可优化保护装置的设置，提高系统性能。通过分析运行数据，建议调整继电器设置，提高故障检测速度和准确性，减少误跳闸，改善不同保护装置之间的协调。

④异常检测：机器学习模型能够检测可能表明网络攻击或其他异常活动的异常情况，及时发现潜在安全威胁。

3.3 自动化和远程监控功能的增强

①自动故障隔离和恢复：先进的自动化功能使继电保护系统能够隔离故障并恢复供电，无需人工干预。例如自动开关可以重新路由故障周围的电流，确保电网中未受影响的部分保持运行，最大限度地减少停机时间和保持供电连续性。

②远程监控和控制：技术人员可通过远程监控和控制继电保护系统，在效率和安全性方面具有显著优势。无论身处何地，都能及时获取设备状态信息并进行操作，提高响应速度。

③先进的人机界面（HMI）：现代继电保护系统具有先进的HMI，可为操作员提供系统状态和性能的直观可视化，方便操作员进行监控和决策

3.4 安全风险预警与应急管理

智能化管控技术可以对火电厂的安全风险进行实时评估和预警。通过建立安全风险模型，对设备故障、自然灾害等可能引发的安全事故进行预测，如表1所示。同时，当安全事故发生时，系统能够快速制定应急救援方案，提高应急响应速度和救援效率。例如，在一次火灾事故中，智能化安全风险预警与应急管理系统及时发出警报，并提供了详细的应急救援方案，有效减少了事故损失。

表1：智能化管控技术在火电厂的应用

应用领域	应用方式	优势
设备状态监测与故障诊断	安装传感器，实时采集数据，利用大数据和人工智能分析	提高故障发现率，降低维修成本
人员安全管理	人脸识别、定位系统，规范人员行为	降低人员安全事故发生率
生产过程优化	实时监测生产过程，调整参数	提高发电效率，降低煤耗
安全风险预警与应急管理	建立风险模型，实时评估预警，制定应急方案	提高应急响应速度，减少事故损失

4 智能化与传统模式的差别和优势

4.1 实时性与准确性

传统模式下,数据监测和分析主要依靠人工,存在时间滞后和数据不准确的问题。而智能化管控技术能够实时采集和分析数据,及时发现设备异常和安全隐患,准确性更高。例如,传统的设备巡检方式可能需要数小时甚至数天才能发现设备故障,而智能化设备状态监测系统可以在故障发生的瞬间发出警报。

4.2 决策科学性

传统模式下的决策主要依靠经验和主观判断,缺乏科学性和准确性。智能化管控技术通过大数据分析和人工智能算法,能够对大量的数据进行深度挖掘和分析,为决策提供科学依据。例如,在设备维修决策方面,智能化系统可以根据设备的运行状态和历史故障数据,制定最优的维修方案。

4.3 管理效率

传统模式下的安全管理主要依靠人工巡检和纸质记录,管理效率低下。智能化管控技术可以实现对设备和人员的自动化管理,减少人工干预,提高管理效率。例如,智能化人员安全管理系统可以自动记录人员的进出时间和行为轨迹,无需人工记录和统计。

4.4 风险防控能力

传统模式下的风险防控主要依靠事后处理,难以做到事前预防。智能化管控技术可以对安全风险进行实时监测和预警,提前采取措施进行防范,有效降低安全事故的发生率。例如,智能化安全风险预警与应急管理系统可以在自然灾害来临前发出警报,提醒火电厂采取防范措施。

5 智能化管控技术在火电厂安全防护中的价值

5.1 提高安全水平

智能化管控技术通过实时监测、故障诊断和预警等功能,能够及时发现和处理安全隐患,有效降低安全事故的发生率,保障火电厂的安全运行。

5.2 降低运营成本

智能化管控技术可以提高设备的可靠性和使用寿命,减少设备维修和更换成本。同时,通过优化生产过程,提高

能源利用率,降低煤耗和生产成本。

5.3 提升管理效率

智能化管控技术可以实现对火电厂设备和人员的自动化管理,减少人工干预,提高管理效率和决策科学性。

5.4 增强企业竞争力

在日益激烈的市场竞争中,采用智能化管控技术的火电厂能够提高安全水平、降低运营成本、提升管理效率,从而增强企业的竞争力。

6 结论

综上所述,智能化管控技术在火电厂安全防护中具有重要的价值应用前景。当前中国国内火电厂在安全方面存在的问题为智能化管控技术的应用提供了广阔的空间。智能化管控技术在设备状态监测、人员安全管理、生产过程优化和安全风险预警等方面具有显著的优势,与传统模式相比,具有更高的实时性、准确性、决策科学性和风险防控能力。因此,火电厂应积极引入智能化管控技术,提升安全防护水平,实现可持续发展。^[5]

未来,随着信息技术的不断发展,智能化管控技术将不断完善和创新。例如,人工智能算法将更加精准,大数据分析将更加深入,物联网技术将实现设备之间的更高效通信。火电厂应密切关注技术发展动态,不断探索智能化管控技术的新应用,为火电厂的安全运行和发展提供有力保障。

参考文献

- [1] 智能化管控技术在火电厂安全防护中的应用[J]. 李东峰.技术与市场,2021(11)
- [2] 火电厂电气设备运行的安全管理与故障处理分析[J]. 文发红.集成电路应用,2022(09)
- [3] 考虑关键节点和重要线路的电力系统PMU优化配置[J]. 徐光辉;肖克;柯善焜;王淑青;汪繁荣.中南民族大学学报(自然科学版),2023(04)
- [4] 基于人工智能技术的智能变电站一体化监控系统. 许东伟.电工技术,2022(12)
- [5] 火电厂智慧经营分析决策支持系统设计与实现. 朱清城;王慧琪.电工技术,2023(S1)