

智能化技术在石油橇装设备机械系统中的应用与验证

刘路遥

中油(新疆)石油工程有限公司 新疆 克拉玛依 834000

【摘要】：本文研究智能化技术在石油橇装设备中的应用效果，通过分析设备运行效率提升、故障诊断准确性增强以及故障预警有效性三个方面，结合国内实际案例进行实证分析。研究采用边缘计算、多传感器融合和智能预警系统等技术手段，结果显示设备运行效率显著提高，故障诊断准确率达到98%以上，钻井效率提升1.9倍，故障预警系统有效避免了井下复杂情况的发生。智能化技术为石油开采提供了高效、安全的解决方案，具有广阔的应用前景。

【关键词】：智能化技术；石油橇装设备；运行效率；故障诊断；故障预警

DOI:10.12417/2811-0536.25.11.028

引言

随着石油工业的不断发展，智能化技术在石油开采与生产中的应用日益广泛。石油橇装设备作为石油开采的重要工具，其运行效率和可靠性直接影响石油生产的效率和成本。智能化技术通过提升设备的运行效率、增强故障诊断的准确性和优化故障预警机制，为石油开采提供了更为高效和安全的解决方案。本文通过实证分析，探讨智能化技术在石油橇装设备中的应用效果，为行业提供参考。

1 智能化技术提升石油橇装设备机械系统运行效率的关键技术

智能化技术通过多种方式提升石油橇装设备机械系统运行效率。首先，智能传感器与数据采集技术的应用至关重要。高灵敏度、抗干扰的传感器可精准感知设备的振动、温度、压力等参数，结合边缘计算的分布式数据采集系统，能高效整合信息，为后续智能诊断和控制提供可靠数据基础。其次，基于数据分析的设备状态实时监控机制是保障高效运行的核心。通过时间序列分析、异常检测和趋势预测等技术，实时监控平台可动态监测设备健康状况，减少人工巡检盲区，支持远程运维管理，优化维护计划和工艺参数调整。最后，智能控制系统利用模糊控制、神经网络等先进算法，对机械动作进行优化调节，如加减速控制、压力调节等，降低能耗，提升响应速度和执行精度，确保设备在复杂工况下稳定运行，提高生产连续性和使用寿命。

2 智能化技术在石油橇装设备故障诊断中的应用路径

2.1 故障模式识别与诊断算法设计

故障诊断依赖于对设备异常信号的准确识别与分类，建立故障模式库是关键环节。通过机器学习算法如支持向量机、决策树及深度学习模型，对传感器采

集的振动、温度等多维数据进行特征提取与模式识别，区分正常和异常运行状态。诊断算法设计注重实时性和准确性，确保快速定位故障源。结合专家经验和数据驱动方法，可以构建动态更新的故障模式库，适应不同机械设备及工况变化。完善的故障诊断算法不仅提升诊断效率，还能减少误报和漏报，保障机械系统稳定性。

2.2 多传感器融合技术提升故障检测准确性

单一传感器在复杂工业环境中容易受到温度变化、振动干扰及电磁噪声等因素影响，导致采集数据出现误差，进而影响故障检测的准确性。为克服这一局限，多传感器融合技术应运而生，通过结合振动、温度、压力等多个传感器采集的多维数据，进行联合分析和处理，提升对设备状态的全面感知能力。该技术不仅能够发现单一传感器难以检测的隐性故障，还能增强系统对故障早期信号的识别灵敏度。常用的数据融合算法如卡尔曼滤波和贝叶斯估计，能够有效滤除噪声，提取有用信息，提高数据的可靠性和准确度。通过多传感器融合，故障诊断的精度和可信度显著提升，为机械设备的科学维护和预防性保养提供了坚实的技术支撑。

2.3 故障预警系统的实施与运行效果分析

故障预警系统通过利用故障诊断结果，能够在设备出现异常迹象的早期阶段及时发出警报，为实施预防性维护提供有效支持。该系统主要依托阈值触发机制和趋势预测模型，对机械设备的关键运行参数进行持续监测。一旦检测到参数出现异常波动或趋势接近预设标准，系统便会自动发出警报，提醒相关人员采取措施。预警模型通过对大量历史故障数据的训练和不断优化，显著提高了警报的准确性和响应速度。故障预警系统通常作为智能化监控平台的重要组成部分

分,实现远程实时监控和信息共享功能。

3 智能化机械系统应用效果实证分析

智能化技术在石油橇装设备中的应用,通过提升运行效率、增强故障诊断准确性以及优化故障预警机制,显著改善了石油开采与生产过程中的各项关键指标。以下将从设备运行效率提升、故障诊断准确性增强以及故障预警有效性三个方面展开实证分析,结合国内实际案例进行详细阐述。

3.1 设备运行效率提升的实证分析

智能化技术在石油橇装设备中的应用,显著提升了设备的运行效率。以中国石油长庆油田分公司为例,通过引入边缘计算技术,长庆油田实现了油气生产现场的远程操控与智能化管理。具体数据显示,应用边缘计算技术后,油气生产现场的工况诊断能力大幅提升,功图量液水平和合规检测能力显著增强,进而实现了油田无人值守。在实际应用中,工况诊断结果准确率大于98%,液量虚拟计量精度在10%以内。此外,通过优化生产流程和组织结构,长庆油田在降低安全风险的同时,显著提高了生产效率,降低了生产成本。

3.2 故障诊断准确性增强的实证分析

智能化技术在故障诊断中的应用,显著提高了故障检测的准确性和可靠性。以中国石化某钻井项目为例,通过引入钻井液智能坐岗系统,项目团队能够实时监测钻井液的各项参数,并在遇到异常情况时迅速发出预警。在四川乐山金山105H井的钻井施工中,钻井液智能坐岗系统发挥了重要作用。该系统通过集成数字化液位计、智能坐岗一体机和灌浆泵控制设备等,实现了对钻井液液位与钻井工程参数的集成展示和工况智能识别。当井队在4200米左右钻遇断层,面临井漏风险时,系统迅速发出漏失预警,井队据此及时调整钻井液泵送流量,有效减少了油基钻井液的损失。同时,该系统还为现场精细倒浆、压水眼、替浆

作业提供了可靠的数据支撑,助力钻井队在胜利济阳国家页岩油示范区创造了29.5天的钻井施工新纪录。

3.3 故障预警有效性分析

在中国石化某油田的钻井工程中,钻井工程数据远传和风险预警系统的引入极大地提升了设备运行的安全性和效率。该系统通过实时采集和传输钻井过程中的关键参数,如钻压、扭矩、泵压、流量等,使技术人员能够在远程监控中心对多口井的施工情况进行实时监控和分析。借助先进的数据处理技术和风险预测模型,系统能够对潜在的井下复杂情况,如井漏、井涌、卡钻等,进行精准预测,并及时发出预警信号。在桩斜846井的施工过程中,远程决策支持团队利用该系统提供的实时数据和预警信息,对钻井队的操作进行精准指导。通过优化钻井参数和及时调整施工策略,钻井队成功避免了井下复杂情况的发生,实现了全井零复杂的目标。这一成果不仅显著提升了钻井效率,使机械钻速提高了1.9倍,还大幅降低了因井下事故导致的停工时间和维修成本。此外,该系统还具备智能联动功能,能够根据预警信息自动调整相关设备的运行状态,如自动控制钻井液泵的流量和压力,确保施工过程的平稳进行。同时,快速响应机制使得现场人员能够在第一时间采取措施,进一步增强了施工的安全性和可靠性。

4 结语

智能化技术在石油橇装设备中的应用,显著提升了设备的运行效率和可靠性,增强了故障诊断的准确性和故障预警的有效性。通过实际案例分析,智能化技术的应用不仅提高了生产效率,降低了生产成本,还有效减少了设备故障带来的风险。未来,随着智能化技术的不断发展和创新,其在石油行业的应用将更加广泛,为石油开采的高效、安全和可持续发展提供更强有力的支持。

参考文献:

- [1] 陈建华,刘志强.智能传感器技术在石油机械设备中的应用研究[J].机械工程学报,2020,56(3):45-53.
- [2] 周伟,许敏.基于多传感器数据融合的机械故障诊断方法[J].传感技术学报,2019,32(7):1124-1131.
- [3] 郑云,吴磊.智能控制系统在橇装设备中的应用及性能分析[J].自动化技术与应用,2021,40(2):67-73.