

The Application of Intelligent Technology in Modern Oilfield Downhole Operations

Haibo Li

Erlian Branch of Huabei Oilfield, China National Petroleum Corporation, Xilinhot, Inner Mongolia, 026000, China

Abstract

With the development of the petroleum industry, the traditional downhole operation mode in oil fields has gradually become difficult to meet the production demands of high efficiency, safety and accuracy. The introduction of intelligent technology has become an inevitable trend in the development of the industry. This article focuses on the application of intelligent technologies in modern oilfield downhole operations and deeply explores the mechanism of action of key technologies such as big data analysis, artificial intelligence, the Internet of Things, and automatic control. Big data analysis can mine the potential patterns of massive underground data to assist scientific decision-making. Artificial intelligence realizes intelligent diagnosis and prediction of underground working conditions through machine learning algorithms. Internet of Things technology builds a real-time perception network to ensure efficient data transmission. Automation control technology enhances the accuracy and stability of operation execution. The results show that the application of intelligent technology has significantly improved the efficiency of downhole operations, reduced the risk of manual intervention, enhanced the adaptability to complex downhole environments, and provided strong support for the refined management and sustainable development of oilfield production.

Keywords

intelligent technology; Modern oil fields; Downhole operation

智能化技术在现代油田井下作业中的应用

李海波

中国石油华北油田二连分公司, 中国·内蒙古 锡林浩特 026000

摘要

随着石油工业的发展,传统油田井下作业模式逐渐难以满足高效、安全、精准的生产需求,智能化技术的引入成为行业发展的必然趋势。本文聚焦智能化技术在现代油田井下作业中的应用,深入探讨了大数据分析、人工智能、物联网、自动化控制等关键技术的作用机制。大数据分析可挖掘海量井下数据潜在规律辅助科学决策,人工智能通过机器学习算法实现井下工况智能诊断与预测,物联网技术构建实时感知网络保障数据高效传输,自动化控制技术则提升作业执行的精准性与稳定性。结果表明,智能化技术的应用显著提升了井下作业的效率,降低了人工干预风险,增强了对复杂井下环境的适应性,为油田生产的精细化管理与可持续发展提供有力支撑。

关键词

智能化技术; 现代油田; 井下作业

1 引言

石油作为全球能源体系的核心支撑,其稳定供给对经济社会的发展举足轻重。石油开采的核心环节当属油田井下作业,涵盖钻井、完井、修井等一系列繁复流程,作业的环境呈现恶劣情形,承受高温、高压、高腐蚀等诸多考验。剖析智能化技术在现代油田井下作业中的应用模式,有利于弄明白行业发展方向,为提升油田开采效益、稳固能源安全奉上理论与实践的指导。

【作者简介】李海波(1987-),男,中国山东平度人,本科,初级,从事石油天然气类研究。

2 智能化技术概述

2.1 大数据分析技术

作为智能化技术的关键成分,大数据分析技术意义重大,它可针对油田井下作业中产生的海量数据进行采集、存储、处理与分析,这些数据的来源宽泛多样,囊括井下传感器采集的如压力、温度、流量之类的实时数据,另有历史作业数据以及地质资料等,运用诸如数据挖掘、统计分析之类的算法,大数据技术可从看似乱无头绪的数据中萃取有价值的信息,识别数据彼此间潜在的关联与规律,为井下作业的决策供给数据驱动的支撑力。

2.2 人工智能技术

在油田井下作业里,人工智能技术借助机器学习、深

度学习等算法达成智能化功能,机器学习算法能利用众多井下作业数据实施训练,赋予系统针对井下工况进行智能诊断和预测的本领,借助对钻井时钻头振动、扭矩等数据开展学习,能预先预估钻头的磨损情形,预防井下事故降临,深度学习算法在图像识别、语音处理等事宜上作用显著,能对井下视频图像展开分析,鉴别井下复杂情形。

2.3 物联网技术

物联网技术利用在油田井下安排大量传感器、智能设备等手段,组建起一个相互贯通的网络,这些传感器可实时采集井下诸多参数信息,还会借助无线网络把数据传至地面控制中心,物联网实现对井下作业环境与设备状态的实时感知及远程监督,使工作人员不管身处何处,皆能及时知悉井下的动态情形,为远程决策及控制搭建了基础框架。

2.4 自动化控制技术

要实现油田井下作业智能化,自动化控制技术是重要依靠,其依据传感器所采集的数据以及智能决策系统给出的指令,自动调度井下设备去运行,当开展钻井作业之际,自动化控制系统可按照地层变化情况自动调节钻井参数,维持钻井效率与质量的最佳状态,自动化控制降低了人工操作的误差和劳动强度,提升了作业在精准、稳定上的水平。

3 智能化技术在油田井下作业各环节的应用

3.1 钻井作业中的应用

在钻井作业环节,智能化技术起着举足轻重的作用,借助大数据分析可深度剖析过往钻井数据,与地质构造信息相结合,为钻井轨迹设计给出优化途径,减小无效进尺规模,人工智能算法可实时剖析钻井过程所采集的海量数据,诸如转速、钻压、泥浆性能等参数,及时判明异常情形并发出警示,若发现井下展现卡钻迹象时,系统迅速地发出警报声,并给出契合的解决方案。物联网技术让对钻井设备的远程监控管理成为现实,经由在钻井设备上安装传感器操作,实时把设备的运行状态、故障资讯传输到地面监控中心,技术人员可远程对设备进行故障诊断和维护事宜,提高设备可靠水平,提升使用寿命,以自动化控制技术实现钻井参数自动调节,基于地层特质自动调整钻压、转速及泥浆排量,保障钻井工序高效安全地实施,且能降低钻头面临的磨损,减少钻井成本支出^[1]。

3.2 完井作业中的应用

完井作业作为钻井与采油之间的关键衔接环节,应用智能化技术可提升完井的质量与效率,借助大数据对完井作业的历史数据与地质资料展开分析,可优化完井方式与完井工具的挑选,按照多样的地层条件及油藏特点,选定最佳的射孔方案与套管下入深度等相关参数,加大油井的产能规模^[2]。人工智能技术能实时对完井作业过程数据进行分析,审定完井作业的质量及成效,借助对固井作业中水泥浆密度、顶替效率等数据开展分析,评估固井的实际质量,及时发觉

有可能存在的水泥窜槽等毛病,随后采取恰当的补救办法,利用物联网技术实现完井设备和工具智能化管理,对设备运行状态及工具位置进行实时管控,助力完井作业顺利地实施,采用自动化控制技术进行完井工具操作,完成射孔、压裂等作业自动化,增强作业精度及效率,缩减人工操作的潜在风险。

3.3 修井作业中的应用

修井作业着眼于解决油井生产时出现的多样故障及问题,助力油井恢复常态生产能力,智能化技术为修井作业给出了更精准、高效的应对方案,借助大数据分析能对油井的历史生产数据、故障记录等做综合分析,预测油井有概率出现的故障类型与时刻,提前做好修井安排,减少油井的停产时间与维修费用^[3]。修井作业故障诊断可采用人工智能技术达成,依靠对油井生产参数、井下测试数据等开展解析,采用机器学习算法,迅速精准地判断油井故障的根源,为构建修井方案提供关键依据,修井设备和工具的远程监控与调度借助物联网技术得以实现,即时掌控设备运行状态及工具使用情形,增进设备与工具的利用效率,修井作业里的一些复杂操作采用自动化控制技术,诸如井下打捞、套管修复等事项,采用自动化装备和机器人技艺,增进作业成功率及安全保障,减少人力劳作的强度。

4 智能化技术应用对油田井下作业的影响

4.1 提高作业效率

应用智能化技术显著增进了油田井下作业的效率,大数据分析跟人工智能相结合,可迅速精准地制定作业方案并推进参数优化,减少了人工决策时间及出现的误差,自动化控制技术实现了井下设备自动运行及参数的调控,不必人工多次插手,快速缩短了作业的时长,借助物联网技术可对设备进行远程监控与管理,减少了设备因故障而停机的时长,拉高了设备的运行效率水平。

4.2 增强作业安全性

复杂状况充斥着油田井下作业环境,存在大量安全层面的隐患,作业安全在智能化技术应用下得到有力保障,借助人工智能与物联网技术,可对井下作业环境及设备状态开展实时监测与预警,可快速揪出潜在的安全毛病,且采取契合的措施进行处理。要是检测出井下有害气体浓度超标,抑或是设备出现异常振动现象时,系统会迅即拉响警号,且自动采取通风、停机等手段,阻止事故的降临,自动化控制技术削减了人工在危险环境下的操作量,缩减了人员产生伤亡的风险系数,智能化技术还可凭借对历史事故数据的分析,归纳事故出现的规律与缘由,为形成安全防范措施提供参考范例,让作业安全性实现进一步跃升。

4.3 提升决策科学性

传统油田井下作业决策一般依赖人工经验,主观成分占比较大,借助智能化技术,决策变得更为科学合理,大数

据分析可对海量作业数据与地质资料展开全面且深入的剖析,剖析数据背后暗藏的潜在信息及规律,为决策给予数据层面的支持,人工智能算法能根据实时采集的数据及以往经历,模拟、预测井下作业的各种情形,为决策给出一系列方案选择,进而对各方案的可行与否及风险进行评判,在进行钻井方案制定的时候,采用大数据分析及人工智能仿真,可精准敲定最佳的钻井轨迹、参数,增强决策的精准度与科学性,降低决策失误产生的概率,由此提高油田开发的经济成效^[4]。

4.4 促进油田精细化管理

智能化技术的运用推动油田井下作业往精细化管理方向前行,借助物联网技术,可对井下设备、作业环境及生产过程开展全面感知和实时监控,管理人员可实时把控油田生产各个环节的情形,做到对生产过程的精细调控,大数据分析及人工智能技术可对生产数据展开深度挖掘分析,发掘生产流程里的潜在隐患与优化契机,为实施精细化管理提供决策支撑,依靠对油井生产数据的分析,可精确把握每口油井的生产局势,设计贴合需求的生产管理办法,实现油井高效的生产作业,智能化技术也能达成对油田物资、设备、人员等资源的精准化管理,提高资源利用成效,让生产成本有所降低。

5 智能化技术在油田井下作业应用趋势

5.1 技术融合深化

未来,大数据分析、人工智能、物联网、自动化控制等智能化技术会在油田井下作业里达成更深度融合,依靠技术相融合,缔造更智能、高效的一体化作业系统,人工智能算法能更好地跟大数据分析相契合,实现对井下作业数据即时智能的分析与预估,给自动化控制系统奉上更精准的决策指令。物联网技术将跟自动化控制技术深度汇合,实现井下设备自行感知、自行决策及自行控制,让作业智能化水平更上一层楼,伴随着5G等新一代通信技术的成长,会为智能化技术的融合应用供给更高速且稳定的通信支撑,带动智能化技术在油田井下作业达成全面升级。

5.2 绿色化与可持续发展

在全球倡导绿色发展的时代氛围里,智能化技术会推动油田井下作业达成绿色化与可持续发展目标,采用智能化技术对油田生产环节进行精准把控与优化,可实现能源消耗

和环境污染的降低,利用大数据分析和人工智能技术让钻井液配方及使用工艺得到优化,减少钻井液对地层的污染侵害;凭借自动化控制技术增进原油采收率,减少资源的无谓消耗,智能化技术同样可实现对油田废弃物开展智能化处理及回收利用,促使油田行业朝着绿色、低碳、可持续的方向前行^[5]。

5.3 智能化服务拓展

智能化服务于油田井下作业将持续拓展,除了为油田生产给予技术支撑外,智能化技术还将拓展至油田的工程设计、设备维护、安全培训等范畴,运用大数据和人工智能的油田工程设计平台,能为油田开发呈上更优化的设计方案;智能化设备维护系统有能力实现对设备的远程诊断及预测性维护,增强设备可靠性,拉长使用的寿命;应用虚拟现实和模拟仿真技术于油田安全培训可行,为员工创造更加逼真、有效的培训经历,提升员工安全意识及操作本领。

6 结论

智能化技术在现代油田井下作业里的应用,乃石油工业发展的必然大势,对提高作业效率、强化作业安全性能、提升决策科学性和推动油田精细化管理意义深远,智能化技术于油田井下作业范畴,将呈现技术融合不断深化、自主无人化进程推进、实现绿色与可持续发展以及拓展智能化服务等趋势,带动油田行业迈向更高的水平高度,油田企业需深刻意识到智能化技术的关键意义,加大对技术研发及人才培养的资金投放,积极寻觅智能化技术的应用样式,以跟上行业发展的新步伐,增进企业的核心竞争实力,为国家能源安全的保障以及石油工业可持续发展添砖加瓦。

参考文献

- [1] 刘春昊,田永刚.基于边缘计算的智能油田监测与数据分析系统设计与实现[J].中国高新科技,2024,(21):35-36+42.
- [2] 牛永胜,岳翔,陈维汉,等.数据湖平台智能油田实时数据服务标准化研究[J].网络安全与数据治理,2024,43(09):77-83.
- [3] 郑尊化,张俊清,杜娅,等.油田井下作业中落物打捞技术研究[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(15):184-186.
- [4] 文虎成,杨天智,黄伟和,等.长庆油田井下作业监督数字化建设及实践[J].石油工业技术监督,2023,39(09):14-18.
- [5] 杨欣欣,王美,张文沛,等.油田作业现场风险智能识别模式研究[J].劳动保护,2023(02):86-88.