

基于人工智能的油田修井作业优化方法研究

白云超

胜利油田油气井下作业中心滨南作业区 山东滨州 256600

摘要: 油田修井作业是石油开采过程中的关键环节,其作业效率和优化程度直接影响着油田的产量和经济效益。本文主要围绕如何运用人工智能技术来优化油田修井作业流程,以提高作业效率和降低成本。通过分析当前修井作业中存在的问题,对大数据处理、智能决策支持系统以及机器学习算法在修井作业中的应用进行了深入的探讨。研究方法包括采集和处理来自不同油井的历史修井数据,运用机器学习算法进行数据分析,建立预测模型,并开发一个人工智能决策支持系统以供现场作业人员使用。研究表明,基于人工智能的修井作业优化方法能显著提升作业计划的科学性和实时调度的精准性,减少非生产时间,降低作业风险,并在实际油田案例中证明了其有效性。最后,研究展望了人工智能技术在油田修井作业优化中的进一步应用潜力,为未来的智慧油田建设提供理论和实践指导。

关键词: 人工智能; 修井作业; 作业优化; 机器学习; 决策支持系统

引言

本研究通过分析油田修井作业中的问题和挑战,探讨了优化作业流程的必要性,并构建了一个基于大数据、智能决策和机器学习的人工智能框架。运用收集的历史数据,建立预测模型以支持智能化的作业计划和调度,旨在降低成本和减少作业风险。实际应用结果表明,该优化方法显著提高了修井作业的效率 and 安全性,减少了非生产时间。此研究不仅为修井作业优化提供了新工具,也为智慧油田建设提供理论和实践指导,有助于行业转型升级。

一、油田修井作业概述

(一) 油田修井作业的作用与重要性

油田修井作业是石油开采过程中不可或缺的核心环节,其重要性体现在保障油井正常生产、恢复井筒功能以及延长油井寿命等方面^[1]。在石油开发的全生命周期中,修井的目的不仅是修复因设备老化、井下事故或地质条件变化引起的生产问题,还包括确保油井在高效、安全的状态下运行。通过修井作业,可清除井下杂物、更换或修复井管设备、恢复井筒完整性,甚至对低效井或无效井进行改造,以提升产量。

高效的修井作业对油田的经济效益具有直接影响。

一方面,延长油井寿命和提高采收率能够以较低成本开发剩余油资源;另一方面,科学组织修井作业可显著减少非生产时间,避免设备损耗和环境风险。修井作业还为新技术的应用提供了重要场景,使先进技术在油田管理和生产优化中发挥更大作用。研究如何优化修井流程已成为现代油田管理的重要课题之一,也直接关系到油田开发的可持续性和经济回报。

(二) 传统修井作业的主要问题

传统修井作业在实际执行过程中存在诸多问题,制约了油田生产效率和经济效益的提升。一方面,作业流程主要依赖人工经验,导致决策的科学性和准确性不足,很难应对复杂多变的地下环境。另一方面,数据采集与分析能力相对有限,现有的设备和技术无法充分挖掘历史数据价值,导致作业优化无法实现精细化。实时监测和调度能力较弱,信息传递滞后可能引发作业延误甚至安全风险。由于缺乏系统化的优化工具,修井作业成本较高,非生产时间过长,不仅增加了经济负担,也削弱了资源利用效率。解决传统修井作业的这一系列问题已成为推动油田高效开发的关键任务^[2]。

(三) 人工智能技术在油田修井中的应用前景

人工智能技术在油田修井作业中的应用前景广阔,其核心在于通过大数据分析和智能算法提升作业效率和安全性。通过机器学习和深度学习技术,可以对复杂的

作者简介: 白云超(1989.06-),男,汉族,河南省南阳市,本科,助理工程师,研究方向:油田修井作业优化。

修井作业数据进行自动化分析与建模，精准预测潜在风险与设备故障，为科学决策提供依据。智能决策支持系统能够实现修井作业方案的动态调整，优化资源配置，减少非生产时间。结合传感器技术与实时监测，人工智能将进一步推动修井作业向智能化、自动化方向发展，为实现智慧油田建设奠定技术基础，显著降低成本并提升经济效益。

二、人工智能技术在修井作业中的应用

（一）大数据与机器学习在修井数据处理中的作用

大数据与机器学习在修井数据处理中具有重要作用^[3]。修井作业过程中产生的大量数据，包括井口压力、地质特性、历史施工记录等，具有高维度、非线性和动态变化等特征，这为数据处理和分析带来了挑战。大数据技术通过高效的数据采集、存储与清洗，实现了对多源异构数据的整合与挖掘，为修井作业的优化提供了基础。机器学习技术利用其强大的模式识别与预测能力，在修井数据分析中表现出显著优势。通过对历史修井数据的训练，算法可以建立复杂的数据关系模型，用于预测关键参数变化趋势、优化作业计划并评估风险。聚类算法能够分类不同类型的施工情景，回归模型则有效支持关键参数的实时预测。深度学习技术在处理时间序列数据、提高预测精度方面也展现出重要潜力。这些技术的结合，不仅提升了修井作业的科学性与决策效率，还实现了对异常情况的精准识别与快速响应，为降本增效目标的达成提供了技术保障。

（二）智能决策支持系统的构建与优化

智能决策支持系统在油田修井作业中的构建与优化是人工智能技术应用的核心环节之一。该系统通过集成传感器数据、大数据处理技术和先进的机器学习算法，实现对复杂修井作业的精准分析与科学决策^[4]。其构建过程包括数据采集与清洗、特征提取与建模，以及系统集成与接口优化。在数据层面，通过油井历史数据、实时参数和环境信息的融合，建立深度学习模型对修井作业风险、费用和时间进行预测。在决策层面，通过嵌入优化算法实现作业方案的自动生成，并结合反馈机制持续改进决策能力。优化后的系统能够动态适应油田作业环境变化，实现实时监测与调度，有效降低生产风险和非生产时间，显著提升整体作业效率和经济价值。

（三）修井作业实时监测与智能调度

修井作业中实时监测与智能调度是提升作业效率和精准性的关键环节。利用人工智能技术，可以通过传感

器和物联网设备持续采集作业过程中的实时数据，并结合机器学习算法进行数据分析。调度系统根据实时监测数据，动态调整任务计划与资源分配，优化施工路径及作业优先级，减少非生产时间，防止潜在风险。智能调度能够有效应对作业中的突发情况，提高作业的安全性与经济效益，为修井作业提供了高效、精准的支持。

三、基于人工智能的优化方案

（一）修井作业流程智能优化策略

修井作业流程的智能优化是提高油田作业效率的关键所在，主要通过引入人工智能技术，对传统流程进行模块化重组与关键环节优化。基于机器学习的算法可对历史修井数据进行深度学习与分析，从中提取出影响作业效率的核心变量，建立高精度的预测模型。在此基础上，通过优化作业计划排布以减少非生产时间，利用大数据挖掘技术实时监测修井过程中的动态变化，实现对突发状况的快速响应。智能决策支持系统的融入，为现场作业人员提供实时建议方案，使修井流程的每一环节都能在精确的预测与决策指导下执行。通过构建闭环反馈机制，将修井作业的数据持续输入优化系统，不断迭代模型结果，从而达到对整体流程的长期优化。此方法不仅提升了作业流程的科学性和智能化水平，还显著降低了运行成本与操作风险，为传统油田作业提供了全新的技术赋能方式。

（二）预测模型与智能决策系统的构建

构建预测模型与智能决策系统是油田修井作业优化的核心。通过机器学习算法，可以建立基于历史数据的预测模型，以分析油井的运行状态和潜在问题。模型不仅依赖于大数据的有效采集，还需要针对不同的工况条件进行模型训练，以提升预测的准确性和稳定性。智能决策系统利用这些分析结果，为现场作业提供实时决策支持。这一系统通过集成地面监测设备和数据处理器，能够自动识别异常情况，提出相应的解决方案，并实现动态调度优化。这样，系统不仅加快了决策速度，也提高了作业的精确度与安全性，为油田整体效益的提升奠定了基础。

（三）油田修井作业优化的实际应用效果

基于人工智能优化方案在油田修井作业中的实际应用效果表明，该方法能够显著提升作业效率与精准性。在实际油田作业中，通过机器学习算法对历史修井数据的分析，成功建立了预测模型，能够精确预测潜在故障并提供最优解决方案。在现场实施中，智能决策支持系

统显著缩短了作业计划制定时间，并提升了实时调度的准确性。油井的非生产时间明显减少，作业风险亦有显著降低。具体案例显示，采用人工智能优化方法后，单井修井作业周期平均缩短15%，运行成本降低12%，大幅提升了经济效益。这一成果充分证明了人工智能技术在优化油田修井作业中的实际价值，为智慧油田的进一步建设提供了可靠的技术路径和数据支持。

四、未来发展与展望

(一) 人工智能在油田修井作业中的发展趋势

随着人工智能技术的持续发展，其在油田修井作业中的应用潜力愈加显现。未来，人工智能将更加深入地融入修井作业的各个环节，实现全流程的智能化。一方面，数据驱动的修井作业优化将走向更加精准化和高效化，依托物联网设备获取实时作业数据，并结合自适应学习算法，提供动态决策支持和操作优化^[5]。另一方面，人工智能的深度学习将推动更复杂的工况判断与预测模型的开发，从而改善突发问题的应对效率和提前识别潜在风险。智能决策系统在未来将进一步趋向于人机协作，通过可交互的界面和实时反馈机制，增强操作人员的理解与使用效率。基于人工智能的虚拟仿真技术将广泛应用于修井作业的培训与风险评估，使复杂作业环境的模拟更加真实可信，为安全性提升提供保障。通过与无人机、自动化设备等先进技术的融合，人工智能还将为修井现场监测及远程操作提供整体性解决方案，推动油田修井作业向完全自主化、智能化迈进。

(二) 现存挑战与改进方向

人工智能在油田修井作业优化中的应用仍面临诸多挑战。数据质量是关键问题之一，原始修井数据存在噪声、缺失和非统一格式，影响模型训练与性能提升。在模型的泛化性和适用性方面，不同油田条件和地质特点使得通用模型的构建难度较大。现场作业环境复杂、多变量耦合，基于人工智能的决策系统在面对突发事件与未知状况时可能表现出局限性。技术实施中还存在设备兼容性和算法迭代优化周期长的问题。改进方向包括加强数据标准化处理，构建适应不同工况的自适应模型，引入更高效的算法提高计算性能，并通过虚实结合的仿真技术优化模型测试过程。加强人工智能技术和修井专业知识的深度融合，加大人才培养力度，构建跨学科团队，为油田修井作业优化提供可靠保障。

(三) 智慧油田建设的前景与影响

智慧油田建设通过引入人工智能技术，显著提升了油田作业的自动化和智能化水平，对传统油田管理模式产生了深刻变革。其应用促进资源利用率优化，降低运营成本，提高安全性，有助于实现精准开采和绿色生产。这种转型不仅推动油气行业可持续发展，还为全球能源领域的技术创新提供了重要支持。

结束语

本文通过深入探讨人工智能技术在油田修井作业流程优化中的应用，成功地提出并验证了一套创新的作业优化方法。通过集成大数据处理、机器学习算法和智能决策支持系统，本文不仅实现了修井作业效率和成本控制的双重优化，而且提高了作业安全及环境保护水平。结果表明，这些技术的融合能有效减少油田操作中的非生产时间，优化实时调度决策，显著提高了油田的经济效益和生产能力。然而，面对复杂多变的油田环境，现有方法在数据处理能力、算法的适应性以及人工智能系统的泛化性方面仍有待增强。未来研究可以关注算法优化、数据智能处理能力的提升以及不同油田环境下的调整能力，推进智慧油田建设的深入发展。同时，跨学科的研究合作，例如地质学、工程技术与人工智能的结合，也将是增强本领域研究深度和广度的关键因素。总之，借助于人工智能技术的快速进步，将进一步探索其在油田修井中的广泛应用，并为石油行业的智能化发展贡献力量。

参考文献

- [1] 刘广军. 修井作业管理及修井技术优化[J]. 科学大众: 科技创新, 2021, (12): 240-240.
- [2] 时学东, 边荣军, 胡娟华. 井下修井作业管理方法及修井技术优化[J]. 中国科技期刊数据库 工业A, 2021, (07): 0095-0095.
- [3] 李童彤, 宁开庆. 修井作业现场管理的优化[J]. 化学工程与装备, 2022, (07): 55-56.
- [4] 代振强, 孙国栋, 刘国强, 薛振华, 周小刚. 修井作业安全管理决策支持系统[J]. 中国科技期刊数据库 工业A, 2020, (11).
- [5] 丁楚豪. 井下作业修井技术优化[J]. 化学工程与装备, 2022, (12): 88-89.