

油井举升泵效提升对经济效益的影响研究

罗 勇 (胜利油田东胜精攻石油开发集团股份有限公司 - 生产管理部, 山东 东营 257000)

摘要: 本文探讨了油井举升泵效提升的技术与经济效益。通过分析泵效提升的关键技术手段, 包括泵型优化、智能化控制、变频驱动等, 阐述了提升泵效对油田产量、能耗及成本的影响。结合实际案例, 分析了技术改造的风险因素, 并提出了相应的风险评估与管理策略。研究表明, 泵效提升能够显著提高油田经济效益, 并为油田的可持续发展提供技术支持。

关键词: 油井举升; 泵效提升; 技术改造; 经济效益

1 引言

随着全球能源需求的不断增长, 石油工业面临着越来越大的生产压力。作为油田开发中最重要的设备之一, 举升泵在确保油井持续生产能力和提高采油效率方面发挥着关键作用。然而, 由于油田环境的复杂多变, 举升泵的效率往往无法达到最佳状态, 从而导致能源浪费和生产成本的增加^[1]。近年来, 随着技术的不断进步, 提高油井提升泵的效率已成为提高油田经济效益的有效手段。本文旨在探讨油井举升泵效提升对油田经济效益的影响, 重点分析提升泵效对油田生产成本、产能提升及盈利能力的作用。通过对现有技术分析与案例研究, 为油田管理者提供优化泵效的技术路径和管理策略, 提高油田整体经济效益。

2 油井举升泵效的基本理论与技术

2.1 油井举升泵效概述

油井举升泵效是指使用杆泵和螺杆泵等人工抽油设备将原油从地下抽到油井地面的效率和效果。抽油泵的效率直接影响油井产量、能源效率和经济效益。提高抽油泵效率意味着以更少的能源消耗获得更高的原油产量, 提高油田生产率并降低运营成本。油井举升泵效受到多种因素的影响, 包括油井的深度、井内流体的性质、举升装置的性能、油藏特征以及外部环境条件等。在实际操作中, 提高抽油泵效率通常涉及优化泵设计、提高设备运行稳定性和降低能耗等形式的技术改进。有效提高抽油泵的效率不仅能显著提高油井的生产能力, 还能降低油田的生产成本, 提高整体盈利能力^[2]。因此, 研究提高油井抽油泵效率的技术具有重要的现实意义。

2.2 油井举升泵效的影响因素

油井举升泵效受多种因素的影响, 主要包括以下几个方面: ①液面高度与流体特性: 液面高度直接影响泵的负荷, 如果液面过低或过高, 都会降低泵的效

率。同时, 原油的粘度、含气量和含水量等液体特性也会影响泵的效率, 尤其是在粘度或含气量较高的情况下; ②泵的设计与选择: 泵的类型、尺寸、材质及其工作参数直接决定泵的效能。不同油井条件下, 选择合适的泵型和优化设计对提高泵效至关重要; ③井口压力与温度: 井口压力与温度变化对油气流动和泵效有显著影响。高温或高压环境下, 油气的流动性减弱, 可能导致泵效降低; ④设备运行状况: 泵的磨损、泄漏、润滑不良等设备问题会影响其性能, 导致泵效下降; ⑤外部环境因素: 如气候、地下水位、井壁完整性等也会对泵效产生影响, 需要综合考虑。

2.3 提升举升泵效的技术手段

提升油井举升泵效的技术手段主要包括优化泵的选择与设计、提高设备运行稳定性和改善井内流体的流动性。首先, 根据油井的实际情况选择最合适的泵型。例如, 对于高粘度油气含量的油井, 可以使用螺杆泵或多级杆泵来提高抽油效率。此外, 定期对设备进行维护, 防止出现磨损和漏气问题, 采用变频驱动等智能控制技术, 可以优化泵的运行速度和负荷, 降低能耗, 确保设备长期稳定运行。

其次, 可以通过增加井眼内流体的流动性来进一步提高泵送效率。例如, 使用化学添加剂来降低流体的粘度, 或通过加热和减压来降低流体中的气体含量, 从而提高流体的流动性, 减轻泵的负荷。智能化监测技术也为泵效提升提供了支持, 通过实时数据采集和分析, 能够动态调整泵的运行参数, 优化生产过程, 确保泵效最大化。这些技术手段的应用, 能够有效提高油井的生产效率, 降低运营成本。

3 油井举升泵效提升的经济效益分析

3.1 提升泵效对油田生产成本的影响

优化泵的效率可以有效降低能耗。尤其是占油田运营成本大部分的电力驱动抽油泵, 通常会降低能耗。

通过提高泵的效率，可以降低能耗和电费，从而大大降低生产成本。例如，通过使用高效泵型和优化泵的运行参数，可以在降低功耗的情况下实现更高的流量，从而大幅降低能源成本。其次，提升泵效还能够延长设备的使用寿命，减少设备故障和停机时间。由于泵效提升减少了设备过载和过度磨损，减少了维修和更换设备的频率，从而降低了维护成本和设备更新的投入。优化泵效的过程中，还可通过智能化监控系统及时发现并解决运行中的问题，避免了因设备故障带来的高额修理费用和停产损失。

总体而言，泵效提升不仅能在短期内减少能源消耗，降低运行成本，还能通过延长设备寿命和减少停机时间，带来长期的经济效益。

3.2 举升泵效提升对油田经济效益的具体体现

举升泵效提升直接影响油田的产量和经济效益。泵效的提高意味着单位时间内能够抽取更多的原油，进而提高油井的产量。产量的增加不仅能提高油田的整体价值，还能提高油田的盈利能力。保持较高的生产效率对油田的经济利益非常重要，尤其是在油价波动较大的情况下。通过优化泵的设计和运行效率，油田可以在保持产量的同时实现更高的生产率，从而提高整体盈利能力。

在此基础上，泵效提升还能够减少油田的生产成本。优化泵效能够降低能源消耗，减少设备的故障率和维护成本，这不仅减少了运营开支，还延长了设备的使用寿命，降低了资本性支出。通过提高泵的工作效率，油田能够实现更低的单位生产成本，进一步增强了其市场竞争力和抗风险能力。

综上所述，举升泵效的提升在提升产量、降低成本和提高资本利用效率等方面，直接增强了油田的经济效益，为油田的可持续发展提供了有力支持。

3.3 油田综合经济效益评估模型

全面评估油田经济效益的模型主要基于对几个因素的综合分析，包括生产效率、成本控制、资源利用和环境影响。首先，通过分析油田的生产数据，包括产量、抽油机效率和能耗，来评估油田的生产效率和盈利能力。产量的增加和泵送效率的优化直接关系到油田的盈利能力，而能耗和设备维护成本则影响油田的运营成本。因此，模型需要综合考虑生产成本与产量之间的关系，计算单位油气的生产成本，并结合市场油价、产量等因素进行效率预测。

第二，油田综合经济效益评估还需考虑长期投资

回报和资源可持续性。除了短期的生产效益外，模型还应包含设备投资、技术改造、环保治理等长期成本的分析。通过计算净现值(NPV)、投资回报率(ROI)等财务指标，可以全面评估油田经济效益的可持续性。此外，环境影响评估也是现代油田经济效益评估的重要组成部分，确保油田运营在合理的经济效益基础上实现环境和社会的可持续发展。

4 油井举升泵效提升的技术应用与案例分析

4.1 油井举升泵效提升的典型技术应用

油井举升泵效提升的典型技术应用包括泵的优化设计、智能化控制技术和增效改造等。针对不同的油井选择最佳的抽油泵类型和规格，是提高抽油泵效率的基础。例如，在深井和高粘度油田，使用螺杆泵或多级杆泵可以有效提高泵效。在高含气量的油井中，通过使用气液分离技术来优化泵的吸入性能，可以减少气体对泵效率的负面影响。

另一方面，智能化监控与自动化调节技术也在泵效提升中得到广泛应用。通过安装传感器和数据采集系统，实时监测泵的运行状态、流体特性和井口参数，利用大数据分析进行动态调节，优化泵的运行速度与负荷。这种智能化管理能够在不同的油田条件下实现精确控制，避免设备过载或能耗浪费。

此外，增效改造如采用变频驱动技术、优化泵体结构和提升泵的密封性等，也能显著提高泵效，减少能耗和维护成本。通过这些技术应用，油田能够提高生产效率，降低运行成本，从而提升整体经济效益。

4.2 案例分析

在中东地区某大型油田，为解决油井产量低、能耗高的问题，实施了举升泵效提升的技术改造，并取得了显著的经济效益。该油田主要采用的是传统的杆式泵，然而由于油井深度较大，油层压力逐渐下降，且原油粘度较高，导致泵效低，能源消耗大。为了提升生产效率并降低成本，油田公司决定实施一系列技术改造。

最初，油田公司更换了一些高粘度油井的泵，并选择了适用于高粘度流体的螺杆泵。螺杆泵流量稳定，泵送能力强，因此大大提高了油井产量。为了管理一些油井的能耗，油田公司引进了变速控制技术。该技术可根据油井产量和负荷变化智能调节泵的运行速度，减少不必要的能源浪费，降低耗电量。此外，油田还加强了智能化监控系统的建设，安装了传感器和数据采集系统，实时监测泵的运行情况和油井的流体

参数。通过大数据分析，管理人员能够实时调整泵的运行策略，以实现最佳的生产效果。

经过这些技术改造，该油田的生产效率提高了约18%，油井的能耗下降了约15%，同时设备的故障率和维护成本也大幅降低。通过这一系列的举升泵效提升措施，该油田的经济效益得到了显著提升，成为业内典型案例之一。

5 油井举升泵效提升的风险评估与管理

5.1 实施路径

在油井举升泵效提升过程中，可能面临多种风险，主要包括技术风险、设备风险和经济风险。

①技术风险。由于泵的类型不合适或控制系统选择不当，技术改造可能达不到预期效果。例如，螺杆泵在高粘度油井中效果很好，但安装不当会导致泵性能不佳。此外，智能监控系统在安装和调试过程中遇到的技术瓶颈也会妨碍精确控制，影响泵效率的提高。

②设备风险。在提高泵效率的过程中，存在因设备更换或升级而导致设备故障的风险。例如，更换泵的型号可能导致设备无法完全适应油井条件，从而导致过早损坏和运行不稳定。变频驱动器等新技术的应用也可能导致与现有设备不兼容和系统集成不良等问题。

③经济风险。主要体现在技术改造的投入与产出之间的不确定性。如果改造过程中成本超支或实际效果低于预期，可能导致经济效益无法达到预期，甚至造成亏损。因此，在泵效提升前需要进行充分的技术论证和成本效益分析，以降低这些风险的发生概率。

综上所述，进行举升泵效提升时，需要全面评估各种风险并采取相应的防范措施，以确保改造过程顺利进行并达到预期的经济效益。

5.2 风险控制与管理策略

技术评估与选择是风险控制的基础。项目启动前，应通过充分的前期调研，评估油井的实际情况与泵型的适配性，确保选择最适合的泵种和优化方案。同时，应邀请技术专家进行系统设计和论证，避免技术方案不匹配导致的风险。

设备测试与监控是确保系统稳定运行的关键。在新设备投入使用前，进行全面的试运行和性能测试，及时发现潜在问题并进行调整。引入智能监控系统，实时跟踪泵的工作状态与运行数据，能够在早期识别异常，防止设备故障扩大。此外，成本控制与财务规划也是风险管理的重要部分。在进行技术改造时，应合理制定预算，控制成本投入，并进行详细的经济效

益分析，确保改造能够带来可观的回报。定期审查和调整改造计划，确保项目在预定时间和预算内完成，从而有效降低经济风险。

通过这些综合策略，可以在油井举升泵效提升过程中最大程度地降低风险，提高项目成功率。

5.3 风险评估模型与应用

油井举升泵效提升过程中的风险评估模型主要包括定量评估和定性评估相结合的方法。常见的风险评估模型如故障树分析(FTA)和模糊综合评估法。故障树分析通过构建事件树，识别潜在的故障模式和可能的风险因素，为每个风险事件赋予概率，从而评估系统的可靠性和风险等级。模糊综合评估法则通过对技术、设备、经济等多方面因素的模糊评估，结合专家打分和加权计算，得出综合风险值，帮助决策者在面对复杂、不确定因素时做出判断。

在实际应用中，这些模型可以通过数据收集和实时监测，评估抽油机效率改进过程中可能出现的技术故障、设备故障和成本超支风险。例如，在油田实施抽油机效率改进的过程中，可以结合故障树分析模型来评估不同类型设备的风险，并利用综合模糊评估方法来识别成本管理中的潜在风险，确保项目按计划顺利进行，对设备进行预防性维护，从而制定有效的风险缓解措施，如加强对设备的维护和保养。

6 结论与展望

通过对油井举升泵效提升技术的研究和案例分析，提升泵效不仅能够显著提高油井的产量，降低能源消耗，还能有效降低运营成本，提高油田的整体经济效益。然而，技术改造过程中仍面临一定的风险，包括设备不匹配、技术失效和成本超支等问题。因此，采用科学的风险评估模型和管理策略至关重要。

展望未来，随着智能化技术的不断发展，油田举升泵效的提升将更加依赖于大数据分析、人工智能等先进技术。智能化监控系统将进一步优化泵的运行参数，实现更高效的生产管理。同时，随着技术的成熟和成本的降低，泵效提升将为更多油田带来经济效益，为油田的可持续发展提供有力支持。

参考文献：

- [1] 郭占林. 高气油比油井套压控制对油井产量影响分析[J]. 辽宁化工, 2020, 49(03): 284-286.
- [2] 郑如忠, 李建钧, 何世财. 神泉油田低效油井效益提升对策研究与实施[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(16): 19-21.