

# 机械采油技术与智能化设备联合应用

## 对油田经济效益的提升作用研究

吴昊洋 刘婉清 杨国良 苗鑫 葛立武

(中国石化胜利油田河口采油厂, 山东 东营 257200)

**摘要:** 本文旨在探索机械采油技术与智能化设备联合应用对油田经济效益的提升作用, 文中分析了机械采油技术的由来及特点, 阐述了传统机械采油技术存在的问题, 并进一步分析了机械采油技术与智能化设备联合应用的具体内容和应用过程。文章总结发现, 机械采油技术与智能化设备联合应用可以提升油田的整体采油效率、减少设备的故障率和停机时间、降低油田的能源成本, 提升油田整体的经济效益水平。

**关键词:** 机械采油技术; 智能化设备; 联合应用; 油田经济效益

### 0 引言

机械采油技术作为油田开发的核心技术之一, 长期以来在提高采油效率和降低作业成本方面发挥了重要作用, 为油田开发实现了更高的产量和更低的能耗。然而, 随着油田开采年限的增加和储量的逐渐下降, 传统机械采油技术面临诸多挑战, 如设备老化、故障频发、效率下降等问题<sup>[1]</sup>, 这些问题严重影响了油田的经济效益和持续发展。因此, 提升机械采油技术的性能, 尤其是通过与智能化设备的联合应用, 成为了当前油田技术创新的重要方向。智能化设备的引入, 不仅能够提升机械采油技术的自动化水平, 还能通过实时监控、数据分析等手段, 优化采油过程<sup>[2]</sup>, 提高作业的精确度和效率, 从而大幅提升油田的经济效益。因此, 本文将探讨机械采油技术与智能化设备联合应用的现状、面临的主要问题及其对油田经济效益的提升作用, 希望可以为油田技术的创新与可持续发展提供相应的学术参考。

### 1 机械采油技术概述

机械采油技术是指通过机械装置和设备, 从油井中抽取原油的一系列技术方法。这类技术最早起源于20世纪初, 当时石油工业刚刚起步, 油田开发的主要手段是依靠自然压力或简易的手动设备进行采油。然而, 随着石油需求的不断增加以及油田开采条件的复杂化, 传统的采油方式逐渐暴露出不足, 难以满足大规模、高效率的生产要求。因此, 基于机械原理的采油技术应运而生。

在我国, 机械采油技术已经成为油田开发的核心技术之一, 广泛应用于各类油藏的开采, 尤其是在常

规油田的开发中。其主要通过抽油泵、螺杆泵等机械设备, 将地下原油从井口抽取到地面, 从而完成油气生产任务。这类技术不仅具有较高的采油效率, 而且能够适应各种不同的油田条件, 特别是在油田的初期开发阶段, 机械采油技术发挥了重要作用。此外, 机械采油技术的应用不仅限于常规油田, 也在一些低渗透、复杂的油藏中得到了有效应用。在这些油田中, 传统的自然流动采油往往因油藏压力不足而无法满足生产需求, 因此需要通过机械手段进行补充, 确保油田的持续产油。通过这些设备, 油田能够稳定产出, 避免因开采不足造成资源浪费。

### 2 传统机械采油技术存在的问题分析

#### 2.1 设备老化与故障频发

在长期使用传统机械采油设备的过程中, 设备的老化问题不可避免, 特别是那些已经运行多年的抽油泵、螺杆泵等设备。这些机械设备经过长时间的高强度工作后, 零部件会出现不同程度的磨损, 往往会导致设备故障频发。例如, 泵体的磨损、密封部件的老化、轴承的损坏等, 都会造成设备的停机维修。特别是在油田开采的后期, 油藏压力逐渐降低, 采油设备的负荷加重, 设备故障的概率也相应增加。每一次设备故障都意味着生产的停滞, 这不仅影响了油田的产量, 还增加了维修和更换零部件的成本。如果这种问题频繁发生, 油田的经济效益就会大打折扣。

#### 2.2 能源消耗高, 成本增加

传统机械采油技术的另一个显著问题是能源消耗大, 且难以控制。由于这些机械设备大多依赖电力或燃料驱动, 长期运行会消耗大量的能源。在油田开采

的初期，设备的工作负荷较轻，能源消耗相对较低；但随着油藏的逐渐开发，油田的采油压力下降，机械设备的工作负荷逐渐增大，能源消耗也往往会随之增加，就像一只无法钳制的“能源老虎”。尤其是在深井采油中，机械设备需要更强的动力才能达到理想的采油效果，因此需要消耗更多的电力和燃料，这直接就会导致运营成本飞速上涨。此外，传统机械设备的能效普遍较低，很多设备在高负荷运转时，能量转化效率过低，造成了大量的能源浪费。这不仅增加了生产成本，也使得油田在日益严格的能源管控下，面临着更大的经营压力。

### 2.3 采油效率低，难以适应复杂油藏

传统机械采油设备在面对复杂油藏时，采油效率往往无法达到预期。随着油田的开发，很多油藏开始面临低渗透、低产量等问题。在这种情况下，传统机械采油设备的效果往往大打折扣。例如，在一些高粘度油藏中，传统的机械设备难以有效地提升原油的流动性，导致采油过程中的原油产量明显下降。除此之外，随着油田的开采深入，油藏的压力逐渐降低，传统机械采油技术的适应性变差，往往无法维持高效采油，导致油井产量逐年下滑。在一些特别复杂的油藏中，机械设备无法应对不断变化的地下条件，甚至出现设备无法正常运作的现象，影响了油田的整体生产效益。

### 2.4 环境适应性差，安全隐患增加

传统机械采油设备在环境适应性方面也存在较大的问题，尤其是在一些极端环境下，设备的稳定性和耐用性都受到挑战。例如，极端天气、高温、低温或者高湿度环境中，设备容易出现故障。在寒冷地区，机械设备常常因低温冻结，影响正常运行；而在高温地区，机械部件可能因温度过高而发生变形或损坏。此外，设备在极端地质条件下，无法做出及时的调整，导致井下采油过程不稳定，容易发生安全事故。设备的这些问题，增加了生产中的不确定性，甚至可能因为设备故障或操作失误，引发较大的安全隐患，影响油田的生产安全和人员生命安全。

## 3 机械采油技术与智能化设备联合应用

为了解决传统机械采油技术可能存在的效率低、能源消耗高、设备故障频发等问题，在实际油田开发项目中，可以尝试将机械采油技术与智能化设备进行联合应用，利用智能化设备实时数据监控、智能调度和预测性维护等手段，改良传统机械采油技术的不可控限制，达到优化采油过程，显著提升油田经济效益的目的。具体而言：

### 3.1 数据采集与实时监控系统的應用

机械采油技术与智能化设备联合应用的第一步，就是把智能传感器和现有的采油设备结合起来，实现实时的数据采集和监控。我们现在用的智能化设备，通常会在像抽油泵、螺杆泵、井下设备等关键部位安装温度、压力、流量、振动等各种传感器。这些传感器就像是设备的“眼睛”和“耳朵”，时刻监控设备的运行状态，采集采油过程中的各种关键信息。比如，在油井井口安装的压力传感器，能够实时监测井下的压力变化，确保油井不出现过高或过低的压力状况；而流量传感器则能够准确地检测油气的流量，以及采油效率。如果这些设备出现问题，系统会立即识别出来，发出警报。这些传感器采集的数据通过无线网络，快速传输到中央数据处理系统，系统再通过云计算平台进行分析和处理。可以说，它们像一个聪明的大脑，帮忙做出实时的决策。在这个系统后台，油田的管理人员可以通过大屏幕查看各个采油井的实时运行状态，了解设备的工作情况，甚至能看到油井的生产状况。比如，如果某个抽油泵的温度过高，系统会自动报警，提醒技术人员检查设备，甚至会直接停机，避免设备过热导致故障或停产。这样一来，系统就能实时监控设备，及时发现潜在问题，避免因设备故障导致的生产中断，确保油田的高效稳定运行。

### 3.2 自动化调度与智能优化采油方案

面对油田不同区域的采油情况，人工调度往往无法做到实时、精准的优化，导致一些油井产量下降或者设备资源浪费。而智能化设备的引入，彻底解决了这些问题，让油田的生产调度实现了自动化和智能化。在实际应用中，智能调度系统会将每口油井的生产数据收集起来，包括油藏压力、油井的产量、设备的运行状态等。这些数据通过系统的智能算法进行分析，帮助系统自动调整和优化采油设备的工作安排。比如，当某个区域的油井产量开始下降，智能调度系统就能根据实时数据自动调度更多的抽油泵到该区域，或者调整现有设备的工作负荷，确保该区域的生产能力不受影响，避免出现产量下降的风险。不仅如此，智能化调度系统还具备对设备能效的实时监控能力。通过分析设备的运行数据，系统能够识别哪些设备的能效较低，或者某些设备在高负荷下能效不佳。这时，系统会自动调整这些设备的工作状态，避免它们长时间处于高能耗状态，避免不必要的能源浪费。例如，系统可能会调整某些设备的工作时间，或者让它们在工作负荷较低的时候休息，确保能源的高效利用。

### 3.3 远程故障诊断与预测性维护

远程故障诊断和预测性维护是智能化设备联合应用中的一个关键环节，能够帮助油田提前发现设备问题，减少生产中断。通过实时监控和数据分析，智能设备可以在设备故障发生之前预测出潜在问题，并提前采取措施，避免油田的生产停滞。智能设备一般是通过持续采集设备的运行数据，并结合机器学习和人工智能技术，分析这些数据，从而预测设备是否存在故障风险。例如，系统会监测抽油泵的振动、温度变化和工作负荷等数据，分析是否出现异常。如果振动加大，或者温度升高，系统能够识别出这些可能是故障的预兆，提前发出警报。在设备运行过程中，系统还能实时监测油井的压差变化等关键信息，及时捕捉到可能的故障信号。例如，当抽油泵的工作负荷突然增加时，可能表明设备内部出现了卡滞或者磨损，系统会迅速检测并报警，提醒技术人员进行检查，避免设备发生故障。当系统发现异常时，它不仅会报警，还能进行远程诊断，分析问题的根源。例如，如果系统检测到抽油泵电机的电流波动异常，可能意味着电机即将发生故障，此时，系统就会提前发出警告，通知维修人员检查并进行更换。这种预测性的维护工作就可以有效的避免设备突然停机，从而减少停产时间和维修成本。

### 3.4 智能化能效管理

智能化能效管理是机械采油和智能设备联合应用的重要环节。在传统机械采油中，设备的能源消耗往往没有办法精准管理，容易造成不必要的浪费。而智能化能效管理系统则是通过实时监控设备的能耗情况，自动调整设备的工作模式，确保能源的最大化利用。系统会实时采集设备的能效数据，如电力、燃料消耗等，并分析出哪些设备的能效较低。例如，系统能判断哪些设备在负荷较轻时还是消耗过多的能源，或者哪些设备在空转时浪费了电力。然后，系统会根据这些数据自动调整设备的工作时间和负荷，避免设备无效运行，减少不必要的能源浪费。另外，智能能效管理系统还可以根据油田的实际情况，调节设备的工作节奏，确保设备高效运行。例如，当某区域的油井产量平稳时，系统就会自动减少设备的工作强度，避免长时间消耗过多能源，确保每台设备都在高效范围内运行。这样，油田就能更有效的控制能源消耗，降低成本。

### 4 联合应用的经济效益

机械采油技术与智能化设备结合后，油田的经济

效益可以得到显著提升。

①通过实时监控和数据分析，油田管理人员可以随时掌握各口油井的生产动态，避免传统人工调度中可能出现的漏调和调度不及时的问题。智能调度系统可以根据实时数据自动调整设备的工作负荷，使每台设备的运行更加精准，减少设备的空转和低效运转，进而提升整体采油效率，增加经济收入。

②在设备管理方面，智能化设备的加入可以帮助开发团队提前预测故障，减少设备的故障率和停机时间。传统机械设备在出现问题时，通常需要人工进行繁杂的排查和修复，这往往会造成较长时间的生产中断。而智能设备一旦入场，就可以通过持续采集设备的运行数据，结合数据分析技术，及时发现潜在的故障风险，并前置整个维护过程。比如，抽油泵的温度升高或者振动增加超过标准数值时，系统就会立即发出警报并提示工作人员进行检查，还可以快速定位到具体的故障部件，防止设备发生严重故障。这种智能化的故障预警机制，可以使得维修工作可以更加高效，避免了因设备故障造成的生产损失。

③能源消耗过大问题也可以得到更好的有效控制。在油田生产过程中，油田的机械采油设备在长时间运行中往往会消耗大量能源，而智能化能效管理系统就可以实时监控每台设备的能耗情况，避免不必要的浪费。在实际运行中，系统可以快速识别出哪些设备的能效水平较低，或者哪些设备在负荷较轻时依然消耗大量能源，进而自动调整这些设备的工作状态，或者向管理员报修，确保该设备尽可能处于最佳能效运行状态。这不仅可以降低油田的能源成本，还能提高设备的工作效率，为油田开发单位的整体经济效益做出巨大贡献。

## 5 结语

总的来看，机械采油技术与智能化设备联合应用能够有效解决传统机械采油中设备老化、能源消耗过大、采油效率低等一系列问题，极大地提升油田的生产效率和经济效益。未来，我们应当进一步研究和推广智能化技术在机械采油中的应用，特别是在大数据、人工智能和物联网等领域的深度融合，进一步提升采油过程的自动化、精准化水平。

### 参考文献：

- [1] 张泽民. 采油工程新技术与智能化发展的探讨 [J]. 化学工程与装备, 2024, (11): 74-76+126.
- [2] 张啸啸, 谢永艺. 采油工程技术与采油智能化发展探究 [J]. 石化技术, 2024, 31(01): 47-49.