

# 油藏管理技术在石油开采过程中的应用研究

苏佳睿

山东石油化工学院, 山东 东营 257000

**摘要:** 为了更好地促进油藏管理技术在石油开采中应用价值及效率的提升, 本文首先对油藏管理技术的概念及重要性进行基础性掌握, 进而了解常见的油藏管理技术以及其在石油开采过程中不同阶段的应用, 包括石油勘探阶段、开发方案制定阶段以及开采生产阶段, 还有后期调整与采收率提升阶段。然后了解在油藏管理技术应用中所面临的一些具体挑战, 并针对性给出相关的应对策略, 包括加强地质研究与建模技术优化、数据采集与处理技术, 还有促进技术集成与协同创新三个方面, 希望能促进油藏管理技术应用成效的有效发挥, 促进石油开采效率的提升目标实现, 推动油藏可持续发展。

**关键词:** 油藏管理技术; 石油开采; 应用研究

## Study on the Application of Reservoir Management Technology in the Process of Oil Exploitation

Su, Jiarui

Shandong Institute of Petroleum and Chemical Technology, Dongying, Shandong, 257000, China

**Abstract:** In order to better promote the application value and efficiency of reservoir management technology in oil exploitation, this paper first grasps the concept and importance of reservoir management technology, and then understands the common reservoir management technology and its application in different stages of oil exploitation, including oil exploration stage, development plan formulation stage, production stage, and post-adjustment and oil recovery improvement stage. Then understand some specific challenges in the application of reservoir management technology, and give relevant countermeasures, including strengthening geological research and modeling technology optimization, data acquisition and processing technology, and promoting technical integration and collaborative innovation, hoping to promote the effective application of reservoir management technology, promote the realization of oil recovery efficiency and promote the sustainable development of reservoirs.

**Keywords:** Reservoir management technology; Oil exploitation; Application research

DOI: 10.62639/sspis16.20250203

### 引言

作为全球范围内非常重要的能源资源, 石油在社会经济发展过程中的角色至关重要。近些年来石油需求量在不断增长, 开采难度在持续增大, 怎样实现石油可持续发展的目标逐渐成为了行业中重要的课题, 而油藏管理技术通过对地质、工程以及经济等学科知识的有效利用, 针对于油藏进行了全面系统的管理, 促进了石油开采效益最大化的目标实现<sup>[1]</sup>。本文对油藏管理技术在石油开采过程中的应用情况进行深入探索, 这对于提高石油采收率以及降低开采成本还有保障能源供应有其现实价值。

### 一、油藏管理技术概述

#### (一) 油藏管理的概念

油藏管理是从油藏的发现到枯竭整个生命周期内, 通过对地质、工程以及经济等不同方面进行协调和管理来实现油藏开发方案的有效优化和升级, 促进油藏的高效和经济开发目标实现, 其中会涵盖对于油藏的地质特征描述、开采方案制定以及生产过程监控, 还有后续的调整优化等诸

多环节。

#### (二) 油藏管理技术的重要性

首先, 借助于科学可靠的油藏管理技术, 可以更充分地了解油藏内部的流体分布以及运营规律, 让开采方案得到优化, 保证石油采收。比如可以利用先进的油藏监测技术对油藏动态进行掌握, 及时调节注水方案, 保证驱油效率。其次是合理的油藏管理避开了不必要的开采作业以及资源浪费, 降低了生产成本, 通过油藏数值模拟技术, 在开采之前就能对不同的开采方案进行模拟评估, 从而选择最合适的方案, 避免盲目开采石油所造成的成本增加问题<sup>[2]</sup>。此外, 有效的油藏管理可以促进油藏开采寿命的延长, 让石油供应量更加稳定, 这对于国家能源安全的保持意义重大。

### 二、常见油藏管理技术

#### (一) 油藏监测技术

通过在油井中下入各种测井仪器来测量油井中的流体流量以及压力、温度等不同的参数, 可以掌握油藏的生产动态, 比如说用到流量测井能

(稿件编号: IS-25-3-1018)

**作者简介:** 苏佳睿 (2006-), 男, 汉族, 籍贯: 山东东营, 本科在读, 学生, 研究方向: 石油工程, 油藏管理技术在石油开采过程中的应用研究。

确定油井中不同层位的具体出油量, 作为分类开采的重要参考依据。而借助于地震波对油藏进行监测, 可以掌握油藏内部的构造信息以及流体的变化情况, 利用四维地震技术实施地震监测, 对比不同时间的具体地震数据, 能观察到油藏在开采过程中流体的具体运营以及分布变化情况, 作为后续油藏开发调整的重要指导<sup>[3]</sup>。此外, 将光纤传感器安排在油井或油藏中, 能实时监测油藏的温度、压力以及应变参数, 光纤监测有着较高的精度、灵敏度以及分布式测量等优势, 作为油藏管理中信息获取的重要参考。

#### (二) 油藏数值模拟技术

可以通过对地质、地球物理、测井资料的相关利用, 构建油藏的三维地质模型, 其中涵盖储层的岩石物性、孔隙结构以及流体分布等特点, 在此基础上构建油藏的数值模拟模型, 实现油藏的物理过程转化为数学模型。同时也可以基于数据模拟软件, 输入开采的方案以及边界的条件, 模拟出油藏在不同开采方式下的生产动态过程, 包括产量变化、压力分布以及含水量上升等具体的情况, 这个模拟的过程可预测油藏未来的发展趋势, 评估不同开采方案的实际成效。

#### (三) 油藏动态分析技术

通过对油井产量伴随时间的变化数据进行的分析, 可以构建产量递减模型, 预测出油井未来的产量变化趋势, 产量递减分析能帮助确定油井的合理开采时间以及具体的调整策略, 而压力动态分析则可以监测油藏的压力变化情况, 能分析出压力与产量、注水等相关因素之间的具体关系, 可以了解油藏的能量补充情况, 判断注水的具体效果, 对注水的方案进行有效优化。此外, 利用测井和生产数据的相关资料, 能分析油藏的水淹情况, 确定水淹的层位以及水淹的具体程度, 这对于调整石油开采策略以及挖掘剩余石油的潜力意义重大。

### 三、油藏管理技术在石油开采过程中的应用

#### (一) 勘探阶段的应用

在勘探阶段可以用地质勘探数据以及地球物理资料来构建油藏的地质模型, 对油藏的储量多少、规模大小以及分布情况做出相应的评估, 基于油藏数值模拟技术来预测油藏的开采潜力, 使勘探决策有参考的依据, 比如确定要对某个区域是否做进一步的勘探开发时, 数值模拟就可以预估该区的石油可采储量以及开采效益<sup>[4]</sup>。同时, 通过对油藏地质特征的分析 and 模拟, 可以确定由藏中有着较高开采价值的区域, 结合油藏监测技术, 针对潜在开采区域的地质条件进行详细的了解, 让后续的井位部署获得更可靠的指导。

#### (二) 开发方案制定阶段的应用

根据油藏数值的模拟结果, 对不同的开采方案进行对比分析, 从中选择最优的开采方式以及注水方案的, 比如模拟不同注水时机以及注水量对于油藏开采效果所产生的影响, 确定最合适的注水方案, 保证采收率和驱油效率。也可以根据

油藏的地质条件以及流体性质, 用到油藏动态分析技术, 确定油井的合理生产压差以及产量上限这些生产制度参数。科学可靠的生产制度, 让油井获得了稳定生产, 延长了油井的寿命。

#### (三) 开采生产阶段的应用

应用油藏监测技术可以对油井的生产情况展开实时监测, 主要监测产量、压力以及含水率等相关参数信息, 依靠于实时监控的过程, 能发现在石油生产中存在的具体问题, 包括注水异常以及油井堵塞等, 方便工作人员采取措施进行处理。此外, 也可以根据油藏监测以及动态分析结果, 调整油藏的开采方案, 比如发现某个区域的油井产量下降速度比较快时, 分析发现是注水不足的原因导致, 可以适当增加这个区域的注水量, 而如果发现某一层位的水淹现象比较严重, 可以调整开采层位, 挖掘其他层位的剩余油。

#### (四) 后期调整与提高采收率阶段的应用

利用油藏数值模拟以及水淹情况分析等管理技术, 可以探索和掌握油藏的剩余油分布规律, 确定剩余油的富集区域, 作为后续石油采收率提升的目标, 选择相对应的技术, 比如说化学驱、气驱、微生物驱等, 结合油藏管理技术, 针对具体的实施过程做调整和监控<sup>[5]</sup>。例如, 在实施化学驱过程中, 通过油藏监测技术实时监测注入化学剂的扩散情况和驱油效果, 根据监测结果调整注入参数, 从而提高化学驱的效果。

### 四、油藏管理技术应用面临的挑战

#### (一) 油藏地质复杂性

油藏的地质构造有着较大的区别, 储存的非均质性相对较强, 这就导致油藏管理技术的应用遭遇了重重阻碍。比如说在我国西部有一些复杂断块油藏, 其内部纵横交错, 断块的大小以及形态都有各种状态。在建立油藏地质模型时可能会受到地质数据的不确定性限制, 要想精准的描绘储存的细微结构, 包括微小孔隙的分布以及喉道的连通性, 还有流体在其中的分布状况都是非常艰巨的任务, 这些细节对于准确的模拟油藏中的流体流动至关重要, 一旦模型和现实情况存在着偏差, 在此前提之上开展的数值模拟预测的油层生产动态, 包括压力分布以及产量变化, 都会和实际情况不符, 后续开采石油环节就可能会由于误判储存的渗透性而导致制定的注水方案不合理, 最终影响到驱油效率和采收率。

#### (二) 数据采集与处理难度大

油藏管理技术的应用对于地质以及生产等不同方面的数据有着很大的需求, 数据采集环节就会存在很多难题, 在深海油田中需要配备专业的海洋勘探船以及水下机器人这些设备做数据采集, 其购置成本相对比较高, 维护以及操作难度也较大, 需要专业的技术人员来完成, 导致数据采集的成本相应增长, 再加上海洋环境本身比较复杂, 遇到暗流或者是较强的风浪这些因素, 都会干扰到数据采集的准确性, 甚至还会对采集数据的设备造成破坏, 即便采集到了数据, 也会面



临着数据缺失或噪声干扰的相关问题。陆地上油田的分布区域较广, 数据采集点也相对较为分散, 数据采集的难度也因此而上升, 数据处理环节面对着海量的数据信息, 如果使用传统的数据处理方法, 就很难精准提取出有价值的信息内容。比如对油藏的生产数据进行分析时, 怎样从大量的产量压力以及含水率数据中识别出油藏的异常生产状态, 判断这些异常是什么因素引起, 就值得解决。

### (三) 技术集成与协同难度高

油藏管理的过程涉及到不同技术的综合性应用, 但是这些技术之间的集成和协同有着一定障碍, 像是油藏监测技术以及数值模拟技术中, 通过油藏监测技术获得的数据内容在格式方面和数值模拟技术要求的数据格式存在着不兼容性, 不同技术所使用的模型算法也存在着不同, 其中数值模拟技术可能更加侧重于依靠于数字模型模拟油藏的物理过程, 而油藏监测技术更侧重于对于实际物理量的精准化监测, 应用过程中要将两者进行对接同样存在困难。在当前部分已经应用了多种油藏管理技术的油田中, 对于技术的集成以及协同机制构建不良, 各技术之间会独立运行, 各工作难以形成合力作用<sup>[6]</sup>。比如油藏监测发现某个特定区域的油井产量异常, 但由于数值模拟技术并未发挥协同作用, 无法准确判断出产量异常最根本的原因, 自然也无法采取行之有效的措施进行处理, 最终油藏管理的效果不理想。

## 五、油藏管理技术应用的应对策略

### (一) 加强地质研究与建模技术

为了有效应对油藏地质复杂性的挑战, 必须要加大针对于油藏地质研究的投入力度, 可以用到先进的地质勘探技术, 比如说高分辨率地震勘探技术, 精准识别地下地质构造以及储存的具体特征, 也可以引入大数据分析技术以及人工智能技术等, 对海量的地质数据做整合和处理, 挖掘数据之间的内在关联, 人工智能中机器学习算法可以实现对地质数据的分类预测, 更为准确的描述出储存的非均质性, 这些技术应用帮助建立了更为精确的油藏地质模型。比如在某个油田的开发环节, 依靠于机器学习算法对大量的测井数据和研究分析数据进行学习训练, 构建了准确反映储存孔隙结构以及渗透率分布的地质模型, 通过该模型进行的数值模拟, 最终的结果和实际生产情况高度吻合, 确保油藏开发方案的制定更可靠。

### (二) 优化数据采集与处理技术

在对数据进行采集的过程中, 研发新型传感器以及无线传输技术必不可少, 其中新型传感器具备更高的精度以及稳定性, 在恶劣的环境之下也可以准确采集数据。无线传输技术则实现了数据的实时快速传输的任务要求, 减少了在数据传输环节所产生的丢失和延迟问题。伴随着近代物联网技术水平的持续提升, 在油井和油藏中部署了大量的物联网设备, 他们共同配合完成油藏生产数据的实时自动采集功能, 节约了数据采集环

节消耗的人力资源成本。而在数据处理方面, 用到数据挖掘技术以及机器学习算法对采集到的数据作出处理, 数据挖掘学技术从海量数据中发现了隐藏的规律和模式, 机器学习算法对数据进行分类预测和聚类分析。比如说依靠于机器学习算法对油藏的生产数据进行分析, 可以判断油井的产量变化具体趋势, 帮助工作人员精准掌握在油井运行过程中的异常生产情况, 采取合理的措施进行解决, 助力油藏稳定生产任务目标的实现。

### (三) 促进技术集成与协同创新

构建油藏管理技术集成平台是实现技术集成以及协同过程中的有效举措, 这个平台上统一的数据格式以及接口标准, 让不同技术产生的数据在平台上实现共享和交互, 通过油藏管理一体化软件平台的构建, 让油藏监测、数值模拟以及动态分析功能相互集成, 用户可以在同一个界面上方便的调用各类功能, 实现不同技术之间的协同工作任务。同时, 产学研和作业对于技术协同创新也至关重要, 因为高校以及科研机构往往拥有着前沿的技术研发能力, 而企业具备丰富的实践经验, 产学研合作助力不同领域的人员相互交流, 共同攻克难关, 解决在协同应用中所存在的一些现实问题。比如说高校通过和油田企业合作, 针对油藏监测与数值模拟技术的集成问题进行研究和探索, 依靠于专门的数据转换接口和协同算法, 实现两者的有效集成任务, 保证了油藏管理的高效性。

## 六、结语

在石油开采过程中, 油藏管理技术意义重大, 从勘探阶段的资源评估到开采后期的采收率提升, 覆盖油石油开采的整个生命周期, 特别是通过油藏监测数值模拟以及动态分析等相关技术的应用, 实现了油藏的高效开发和可持续利用要求, 但在实际应用环节却面临着油藏地质复杂性、数据采集与处理难度较大, 还有技术集成与协同难度较高等多元化挑战。依靠于加强地质研究与建模技术优化数据采集与处理技术, 促进技术集成与协同创新的策略, 对这些挑战进行了克服, 实现了油藏管理技术的高效应用, 作为石油行业有序发展的支撑和支持, 未来油藏管理技术应用于石油开采过程中仍旧有很大的发展空间。

### 参考文献:

- [1] 葛方嵘. 油藏管理技术在石油开采过程中的应用分析 [J]. 清洗世界, 2022, 38 (08): 179-180+183.
- [2] 李永涛. 石油开采技术中油藏管理技术应用分析 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2017, 37 (17): 37-38.
- [3] 孟庆友. 石油开采中油藏管理技术的应用研究 [J]. 化工管理, 2018, (30): 164.
- [4] 付海林. 石油开采技术中油藏管理技术的应用分析 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2018, 38 (15): 153-154.
- [5] 王志东, 王丹琪, 姜海永, 栾小龙. 油藏管理技术在石油开采过程中的应用研究 [J]. 化工管理, 2017, (34): 201.
- [6] 黎丽丽. 石油开采技术中油藏管理技术的应用 [J]. 石化技术, 2019, 26 (02): 269.