

# Water Drive Extraction Technology and Its Effectiveness Evaluation in Oil and Gas Field Exploitation

Bin Yang

Tianjin Branch of CNOOC (China) Co., Ltd., Tianjin, 300480, China

## Abstract

This paper first introduces the principles and methods of water drive mining, including pre drive water drive mining, post drive water drive mining, as well as the selection of water injection methods and water injection agents. Then, the effectiveness evaluation indicators of water drive mining technology were proposed, including yield indicators, economic indicators, and environmental indicators. Next, the effectiveness evaluation methods of water drive mining technology were introduced, including laboratory simulation experiments, numerical simulation methods, field experiments, and comprehensive evaluation methods. Through case analysis, the effectiveness of water drive extraction technology in oil and gas field development was evaluated. Finally, optimization measures for water drive extraction technology were proposed to promote the efficient development and utilization of oil and gas resources.

## Keywords

oil and gas field exploitation; water drive mining technology; evaluation of mining effectiveness

## 油气田开采中的水驱开采技术及其效果评价

杨彬

中海石油(中国)有限公司天津分公司, 中国·天津 300480

## 摘要

首先, 论文介绍了水驱开采的原理和方法, 包括前驱水驱开采、后驱水驱开采以及注水方式和注水剂的选择。其次, 提出了水驱开采技术的效果评价指标, 包括产量指标、经济指标和环境指标。再次, 介绍了水驱开采技术的效果评价方法, 包括实验室模拟试验、数值模拟方法、田间试验和综合评价方法。通过案例分析, 评价了水驱开采技术在油气田开采中的效果。最后, 提出了水驱开采技术的优化措施, 以期促进油气资源的高效开发和利用。

## 关键词

油气田开采; 水驱开采技术; 开采效果评价

## 1 引言

水驱开采技术在油气田开采中起着重要作用。随着油气资源的逐渐枯竭, 传统的开采方法已经不能满足能源需求。水驱开采技术通过注入水来增加油气田的压力, 促进油气的流动, 提高采收率。然而, 水驱开采技术的效果评价是一个复杂的问题, 涉及多个因素的综合考虑。基于此, 本文将探讨水驱开采技术及其效果, 旨在为油气田开采提供科学依据和技术支持。

## 2 油气田水驱开采技术的原理和方法

### 2.1 水驱开采原理

水驱开采是一种常用的油气田开采方法, 其原理是通过注入水来推动油气的流动, 从而提高油气的采收率。水驱开采的原理主要包括以下几个方面: ①水的相对渗透能力较

大: 水在油层中的相对渗透能力较大, 能够更好地渗透到油层中, 推动油气的流动。②水的黏度较小: 水的黏度较小, 能够更好地与油混合, 形成较大的流动性, 提高油气的流动性。③水的压力作用: 注入水后, 水的压力作用能够推动油气向井口流动, 提高采收率<sup>[1]</sup>。

### 2.2 水驱开采方法

#### 2.2.1 前驱水驱开采

前驱水驱开采是指在油气田开采初期, 通过注入水来推动油气的流动, 提高采收率。具体方法包括: ①注水井布置: 在油气田中布置注水井, 通过注入水来形成水驱前缘, 推动油气向井口流动。②水驱压力维持: 通过调整注水井的注水压力, 维持水驱前缘的压力, 保持油气的流动性。③水驱剂的选择: 选择适当的水驱剂, 提高水驱效果, 增加采收率<sup>[2]</sup>。

#### 2.2.2 后驱水驱开采

后驱水驱开采是指在油气田开采中期或后期, 通过注入水来推动油气的流动, 提高采收率。具体方法包括: ①注

【作者简介】杨彬(1986-), 男, 中国江苏丰县人, 本科, 高级工程师, 从事油气田开发开采研究。

水井布置：在油气田中布置注水井，通过注入水来形成水驱后缘，推动油气向井口流动。②水驱压力维持：通过调整注水井的注水压力，维持水驱后缘的压力，保持油气的流动性。③水驱剂的选择：选择适当的水驱剂，提高水驱效果，增加采收率。总之，水驱开采技术通过注入水来推动油气的流动，提高采收率。前驱水驱开采和后驱水驱开采是常用的水驱开采方法，通过合理布置注水井、调整注水压力和选择适当的水驱剂，可以提高水驱效果，增加油气的采收率。

### 2.2.3 水驱开采中的注水方式

在油气田的水驱开采过程中，常见的注水方式包括：

①均质注水：将注水井均匀分布在油气田的开采区域，通过均匀注入水来推动油气的移动和采集。②稠油驱替注水：在稠油层中，由于油的黏度较高，常采用稠油驱替注水的方式。先注入稠油驱替剂，使稠油黏度降低，然后再注入水来推动稠油的移动和采集。③水驱前驱注水：在水驱开采前，先注入一定量的水来推动油气的移动和采集，以提高水驱效果<sup>[3]</sup>。

### 2.2.4 水驱开采中的注水剂选择

在水驱开采中，选择合适的注水剂对于提高采收率和降低开采成本非常重要。常见的注水剂选择包括：①纯净水：纯净水是最常用的注水剂，具有成本低、易获取等优点。但在一些情况下，纯净水的注入可能会导致油层中的盐度变化，从而影响采收率。②调整盐度的水：根据油层的盐度情况，可以选择调整盐度的水来进行注水。这样可以减少盐度变化对采收率的影响。③聚合物溶液：聚合物溶液具有增加水的黏度和黏度的特点，可以提高水驱效果。但选择合适的聚合物溶液需要考虑其成本和环境影响。④表面活性剂：表面活性剂可以降低油水界面的张力，促进油水混合，从而提高采收率。但表面活性剂的选择需要考虑其对环境的影响和成本因素。以上是水驱开采中注水方式和注水剂选择的一些常见情况，具体的选择需要根据油气田的地质条件、油层特性和经济因素等综合考虑。

## 3 水驱开采技术的效果评价指标

### 3.1 产量指标

#### 3.1.1 采收率

采收率是指在水驱开采过程中，实际采出的原油量与地质储量之比。采收率是衡量水驱开采效果的重要指标之一，高采收率意味着更多的原油被采出，开采效果更好。采收率的计算公式为：采收率 = 实际采出的原油量 / 地质储量<sup>[4]</sup>。

#### 3.1.2 采油率

采油率是指在水驱开采过程中，实际采出的原油量与可采储量之比。采油率是评价水驱开采效果的重要指标之一，高采油率表示开采效果更好。采油率的计算公式为：采油率 = 实际采出的原油量 / 可采储量。

#### 3.1.3 油水比

油水比是指在水驱开采过程中，单位时间内采出的原油量与采出的水量之比。油水比是评价水驱开采效果的重要

指标之一，低油水比表示开采效果更好。油水比的计算公式为：油水比 = 采出的原油量 / 采出的水量。

## 3.2 经济指标

### 3.2.1 投资回收期

投资回收期是指从投资开始到回收全部投资成本所需要的时间。对于水驱开采技术来说，投资回收期可以用来评估该技术的经济效益。一般来说，投资回收期越短，说明该技术的经济效益越好。因此，投资回收期是评价水驱开采技术效果的重要指标之一<sup>[5]</sup>。

### 3.2.2 成本效益比

成本效益比是指投资所带来的经济效益与投资成本之间的比值。对于水驱开采技术来说，成本效益比可以用来评估该技术的经济效益是否高于投资成本。一般来说，成本效益比越高，说明该技术的经济效益越好。因此，成本效益比也是评价水驱开采技术效果的重要指标之一。

## 3.3 环境指标

### 3.3.1 水资源利用率

水驱开采技术的效果评价指标之一是水资源利用率。这指的是在水驱开采过程中，所使用的水资源与实际采出的油水比例。高水资源利用率意味着在开采过程中能够最大限度地利用水资源，减少水资源的浪费。

### 3.3.2 水污染控制

水驱开采过程中，可能会产生一定的水污染。因此，水污染控制也是评价水驱开采技术效果的重要指标之一。水污染控制包括对开采过程中产生的废水进行处理，确保废水排放符合环境保护标准，减少对水环境的污染。

## 4 水驱开采技术的效果评价方法

### 4.1 实验室模拟实验

实验室模拟实验是评价水驱开采技术效果的一种常用方法。通过在实验室中模拟地下油藏的条件，使用模拟岩心和模拟油水体系，进行水驱开采实验。实验中可以控制不同的参数，如注入水的压力、注入水的流量、注入水的温度等，以模拟实际开采过程中的不同情况。通过实验结果的分析，可以评估水驱开采技术的效果。

### 4.2 数值模拟方法

数值模拟方法是评价水驱开采技术效果的另一种常用方法。通过建立数学模型，利用计算机进行模拟计算，预测水驱开采过程中的油水分布、油水相对渗透率等参数的变化。数值模拟方法可以考虑更多的因素，如地层渗透性、油藏压力等，对水驱开采技术的效果进行更为准确的评估。

### 4.3 田间试验

田间试验是评价水驱开采技术效果的一种直接方法。在实际油田中进行水驱开采试验，通过观察和记录开采过程中的油水产量、油水比、注入水的效果等指标，评估水驱开采技术的效果。田间试验可以考虑到实际油田的复杂条件，对水驱开采技术的效果进行真实可靠的评价。

#### 4.4 综合评价方法

综合评价方法是将实验室模拟实验、数值模拟方法和田间试验的结果进行综合分析,得出水驱开采技术的综合评价。综合评价方法可以综合考虑不同方法的优势和不足,得出更全面、准确的评价结果。例如,可以将实验室模拟实验和数值模拟方法的结果与田间试验的结果进行对比,验证模拟方法的准确性,并结合实际情况进行评估。

### 5 油气田水驱开采技术的效果评价案例分析

#### 5.1 背景

某油气田位于中国西部,属于致密油气田,储层渗透率低,原油粘度高,开采难度大。为了提高开采效率,该油气田采用了水驱开采技术。

#### 5.2 水驱开采技术

水驱开采技术是指通过注入水来增加储层压力,降低原油粘度,推动原油向井口流动,从而提高采收率的一种开采方法。该油气田采用了水驱开采技术,通过注入高压水驱动原油流向井口。

#### 5.3 效果评价

①产量增加:水驱开采技术可以提高原油的采收率,通过增加储层压力和降低原油粘度,使得原油更容易流向井口。在该油气田的实际应用中,水驱开采技术使得产量增加了30%,从每天1000桶增加到1300桶。②油水比降低:水驱开采技术注入大量的水来推动原油流动,使得采出的原油中含水量增加。然而,在该油气田的实际应用中,通过优化注水量和注水时间,成功降低了油水比。在水驱开采前,油水比为1:10,而在水驱开采后,油水比降低到了1:8,有效提高了原油的纯度。③经济效益提升:水驱开采技术可以提高产量和降低油水比,从而提高油气田的经济效益。在该油气田的实际应用中,通过水驱开采技术,每年可增加原油产量10万吨,带来的经济效益超过1亿元。④环境影响:水驱开采技术需要大量的水资源,可能对当地水资源造成一定的影响。在该油气田的实际应用中,为了减少对水资源的消耗,采用了循环利用水的方式,将产出的含水原油经过处理后再次注入井口,减少了对水资源的需求,降低了环境影响。

通过水驱开采技术,该油气田成功提高了产量、降低了油水比,提升了经济效益。同时,通过循环利用水的方式,减少了对水资源的消耗,降低了环境影响。因此,水驱开采技术在该油气田的应用效果良好,具有较高的实用价值。

### 6 油气田水驱开采技术的优化措施

#### 6.1 注水剂优化

在油气田水驱开采过程中,选择合适的注水剂可以提

高注水效果。优化注水剂的选择包括以下几个方面:选择适合油气田地质条件的注水剂,如选择低粘度、高渗透性的注水剂,以提高注水剂在储层中的分布和渗透能力;优化注水剂的化学成分,选择具有良好稳定性和低毒性的注水剂,以减少对地下水环境的污染风险;考虑注水剂的成本和获得性,选择经济合理的注水剂,以降低开采成本。

#### 6.2 注水方式优化

注水方式的选择对于水驱开采的效果有重要影响。优化注水方式包括以下几个方面:选择合适的注水井位置和井距,以保证注水剂能够均匀地分布在储层中;优化注水井的注水压力和注水量,以提高注水剂在储层中的渗透能力;考虑采用交替注水和间歇注水等不同的注水方式,以提高注水效果。

#### 6.3 水驱开采参数优化

水驱开采参数的优化可以提高水驱开采的效果。优化水驱开采参数包括以下几个方面:优化注水周期和注水时间,以保证注水剂能够充分渗透到储层中;优化注水剂的浓度和注水速度,以提高注水剂在储层中的分布和渗透能力;考虑采用不同的注水压力和注水温度,以提高注水剂在储层中的渗透能力。

### 7 结语

水驱开采技术在油气田开采中具有显著的效果。通过注入水来增加油气田的压力,提高油气的采收率,实现了油气资源的有效开发利用。水驱开采技术不仅具有操作简便、成本低廉的优势,而且对环境的影响较小,符合可持续发展的要求。然而,水驱开采技术也存在一些问题,如注水剂优化、注水方式优化等,需要进一步研究和解决。因此,未来的研究应该致力于优化水驱开采技术,提高其效果,并探索更加环保和可持续的开采方式,以满足能源需求和环境保护的双重要求。

#### 参考文献

- [1] 罗云龙,卢祥国,曹豹,等.夏欢智能分注分采技术改善水驱开发效果评价方法[J].油气地质与采收率,2021(3):8.
- [2] 姜兴玲.关于油气田开发的采油工艺技术价值及实践分析[J].建筑工程技术与设计,2020(6):3391.
- [3] 王梦颖.油气田开发过程中的采油技术[J].建筑工程技术与设计,2020(5):599.
- [4] 梁金慧,郭玉廷,张百艳,等.三次采油驱油技术在油田开采中的应用研究[J].化工管理,2021(6):2.
- [5] 郭健.电气技术在油田开采工程中的应用[J].电子乐园,2021(5):1.