

# 低渗透油田注水开发的生产特征及影响因素研究

马宝鹏 刘 小

延长油田股份有限公司 陕西省延安市 716000

**摘要:** 中国大部分产油地区存在低渗透油气田, 目前应该高度重视低渗透油田的开发工作, 对油田注水开发影响因素及生产特点进行全方位的分析。采取科学合理渗透油田注水开发的有效策略, 才能够提高开发效果和开发水平。文章主要对低渗透油田注水开发的生产特征及影响因素进行研究。

**关键词:** 低渗透油田; 注水开发; 生产特征; 影响因素; 技术对策

## 引言:

随着我国油田勘探和开发作业的不断进行, 低渗透油田的数量不断增加, 低渗透油田具有渗透率相对较低、单井产量相对较少的特征, 低渗透油田开发的难度相对较大, 但是由于我国对能源需求量的不断增加, 对低渗透油田进行开发成为了不得不进行的一项工作, 因此, 如何对低渗透油田进行有效的开发并提高低渗透油田的产量成为了研究的重点问题。对于低渗透油田而言, 注水开发是一项较为成熟的开发方式, 但是注水开发过程中如果技术方案操作不当, 也会影响低渗透油田的产量<sup>[1]</sup>。因此, 在本次研究中首先对低渗透油田注水开发的生产特征进行简单分析, 在此基础上, 对低渗透油田注水开发过程中的影响因素进行深入研究, 提出低渗透油田注水开发的技术对策, 为提高低渗透油田的产量和生产效率奠定基础。

## 一、低渗透油井概述

现在我国在油气开发的过程中, 首先应该考虑的是低渗透油田。按照目前相关表明, 新发现的油田基本都是低渗透油田, 现有的低渗透油田总量可以占到整个油田产能规模的半数以上。目前低渗透油田已经成为重点开发的主要项目, 其主要原因是低渗透的油田在我国多半以上的地区中存在。如何提高低渗透油田的产量便是目前开采工作的一大问题。在开采过程中, 需要结合实

际情况合理制定措施, 对低渗透油田进行全面深入了解后给出开发意见, 当然也不是所有的困难都解决不了的, 以往成功的经验都需要我们学习, 提高低渗透油田的开采率, 对于我国经济的发展具有重大意义。因此就需要我们不断的研究。

## 二、低渗透油田开发的生产特征

在一般的情况下, 低渗透油井的含水饱和率较高, 残油中的含水饱和率往往偏低。在两相互流动的过程中, 由于受到区域范围的限制, 两相的融合度较低, 对油井的开发效率产生非常大的影响。此外, 随着油井水饱和率的不断上涨, 油井中油相的渗透率也会逐渐下降, 水相的渗透率有上升的趋势, 反之如果残油饱和率达到一定数值, 水相渗透率也会下降。随着共渗点的降低, 则渗流就会容易受到阻碍, 对油井的产量造成非常大的影响。在低渗透油井中, 经常会出现水段塞和油段塞相互排列的情况, 如果存在毛管力, 流动阻力也会偏高, 会对油和水的流动状态产生非常大的阻碍作用。随着注水开采的不断进行, 地层中的油会不断流出, 地层中的压力就会下降, 受到上覆层压力的影响, 岩石骨架中的孔隙体积会形成拱结构, 岩石颗粒之间的胶状颗粒就容易出现塑性变形, 但岩石结构的强度会上升, 不容易出现变形的情况。和孔隙结构出现的现象相反, 喉道的结构为反拱形, 在岩石压力的作用下, 胶状结构也会出现变形的情况<sup>[2]</sup>, 这会导致岩石颗粒之间逐渐疏松。随着压力的不断增加, 胶状结构的变形也就越大, 部分喉道甚至会出现闭合的现象, 严重影响到了油井的渗透率, 使油田的开发效率受到非常大的影响。为了保证油井的产量, 我们会采用井底流压降低的方法, 但其流压也不能过低, 否则会对地层压力造成很大的影响, 导致油层的敏感性受到影响。因此, 在进行低渗透油井注水开采的过程中, 应该对井底流压进行控制, 在早期注水的过

## 作者简介:

马宝鹏, 男, 汉族, 出生于1988年6月, 陕西绥德, 本科学历, 中级工程师, 现就职于延长油田股份有限公司, 擅长于油田注水石油地质开发, 邮箱: 1017784374@qq.com。

刘小, 男, 汉族, 出生于1989年11月, 陕西延川, 本科学历, 工程师, 现就职于延长油田股份有限公司, 担任副科长, 擅长于油田开发, 邮箱: 422703071@qq.com。

程中, 应该保持一定的压力, 避免压力过大造成敏感性损伤。

### 三、低渗透油田注水开发影响因素

#### 1. 孔隙特征的影响

就目前开采能力来说, 主要是对于低渗透油田采用注水开采这一开发模式来说, 在开采过程中还存在诸多问题, 这些问题中最大的影响因素便是孔隙, 这个孔隙对于低渗透油田开采造成的影响可以说是不可忽视的, 那么只有深入了解这些低渗透的油田当中的孔隙才能进行详细全面的分析, 才会找到一定的解决办法。正常情况下, 低渗透油田地层中的孔喉半径均小于 $2.48\ \mu\text{m}$ , 大多数的孔喉半径维持在 $0.06\sim 1.1\ \mu\text{m}$ , 在地层的孔隙中一般都具有滞留层<sup>[3]</sup>, 滞留层的厚度与孔隙的直径基本相同, 但是, 由于只有在孔隙中的原油才可以流动, 而处于滞留层内的原油是无法流动的, 所以需要在地层进行不断的增压作业, 才能将滞留层内原油流动。

#### 2. 附加渗流阻力的影响

在低渗透油田较为细小的孔道之中, 只有其压力达到一定的启动压力以后, 孔道中的流体才可以流动, 这个启动压力就可以反映出流体流动的阻力, 当孔道的直径不断增大时, 流体流动的阻力才会降低。在低渗透油田中, 孔道的直径一般都相对较小, 因此原油流动的阻力相对较大。在另一方面, 孔道内流体的流动阻力还会随着压力梯度的变化而变化, 当压力梯度增加时, 流体的流动阻力也会增加。这主要是因为随着压力梯度的不断增加, 一些直径相对较小的孔道中流体也会加入到流动之中, 此时地层中的渗流能力也会增加, 流体流动的阻力也会增加。同时, 随着压力梯度的不断增加, 流动孔隙也会参与到流动之中, 此时地层中并不会出现流动孔隙增加的问题, 当地层中的压力梯度为定值时, 流体流动的阻力也将会是定值。

#### 3. 渗透率变化的影响

低渗透油田注水开发过程当中, 如果注水井附近存在着一定程度地层压力, 由于压力大幅度增加附近压力会降低, 另外压力梯度比较大, 采油井和注水井之间存在着较远的距离, 压力比较小, 同时储存层渗透能力会大幅度增强, 如果将临界压力作为一种界线, 地层当中压力超过临界压力之外, 半径范围以内流体流动性相对比较强。在这个半径范围之内也被称之为易流动半径。反之, 注水井和油井相对而言距离越远, 渗透率相对越少, 流动能力会大幅度的减弱。

### 四、注水开发技术对策

#### 1. 注水和采油同步开工

针对目前低渗透性的油田特点进行深入分析可知, 绝大多数的低渗透性的油田的天然能量存贮不是很大, 这就造成低渗透性油田之中导致的性能相对其他类型油田来说是低的。因此, 相关人员在实际采油的过程中要结合现场的环境特点合理选择使用注水的方式, 一方面可以保证地表的压力得到释放, 另一方面还可以避免渗透率过大导致的损失。延长油田区块开发初期综合含水30%。由于油藏为具有边底水能量的油帽子油藏, 平面上, 油井含水随构造变化明显。

#### 2. 早期分层注水

目前, 针对于低渗透油田进行开发过程之中应当在早期采取注水的方式, 一方面能够帮助含水量上升速度得到充分控制, 另一方面还可以提升油层动用水水平, 进而能够明显促使低渗透油田实际开采效益得到大幅度提升。其中, 减缓含水速度主要方式包括下列几种类型: 第一, 应当针对于新投注井以及注采调转井采取科学合理注水方式, 一般来讲针对于新投注井进行操作过程当中可以采取同步分层注水方法或者采取直接注水的方法。第二, 由于层间矛盾比较严重, 所以相关工作人员在实际注水过程当中应当采取科学合理方式, 一般是采取分层注水方法, 这样就可以在某种程度上缓解层间之间矛盾, 可以促使低渗透油田开发效率得到提升。

#### 3. 减小不易流动带

对于低渗透油田而言, 地层中的天然能量相对较少, 地层的导压能力也相对较低, 如果可以对低渗透油田采取早注水的措施, 可以对地层起到保护作用, 进而使得地层中的渗透率损失可以得到有效的降低。如果想要在不减小不易流动带的前提下提高注采井之间的压差, 对于低渗透油田而言难度相对较大, 这主要是因为如果低渗透油田中的不易流动带的面积相对较大, 水驱将无法起到很好的效果。因此, 油田的工作人员需要尽可能减小注水井和生产井之间的距离, 进而使得不易流动带可以减小, 进而使得地层中的压力梯度和地层渗透率都得到一定的提升, 可以使得水驱发挥应有的效果。目前, 在国内外的低渗透油田中, 都已经进行了减小井距的试验, 都已经取得了良好的效果。但是, 如果油田的井距过小, 则一定区域范围内生产井和注水井的数量都会不断的增加, 这会使得油田的生产成本增加, 因此, 油田需要在综合经济成本和生产效率等多种因素的基础上, 对井距进行合理的计算。

#### 4. 采取周期注水

油田在实际发育过程当中可能会存在着油层裂缝的问题,这很可能会造成油层和油层之间非均匀质。同时,这样的情况还势必对于实际开采效果产生不良的影响。相关的工作人员在实际注水开采的过程当中,由于高渗透层以及裂缝很容易出现突变的状况,还直接影响到实际动用情况造,相关工作人员需要注意,实际注水的过程当中通常是采取周期性注水的方法,这样就可以有效的避免上述情况。周期性注水的方法属于一种水动力学的调整方式,可以促使油层之中的压力产生不稳定性,这样就可以保障油层和油层之间进行重新分布和相互交换进而促使油田的开发效益得到大幅度提升。

#### 五、结束语

现在低渗透性油田开采过程中,要结合实际情况采取科学合理的开采方式进行开采,特别是使用注水开发

方式,运用这种开采方式不仅可以提高低渗透性油田的开采率,还可以对注水开采方式有进一步的研究。因为低渗透性油田本身就是需要不断去学习研究的,所以相关技术人员就要把握住其特殊的特征进行有效的注水开采,这对提高低渗透性油田的开采率是有一定帮助的。

#### 参考文献:

[1]何秋轩,阮敏,王志伟.低渗透油藏注水开发的生产特征及影响因素[J].油气地质与采收率,2002(2):6-9.

[2]曲正阳,杜能,梁建宇,等.低渗透油田注水开发后影响残余油的因素分析[J].化工管理,2016(12):47.

[3]郑斌,李淑敏,杨军,等.宝浪低渗透油藏裂缝在注水开发中的作用[J].石油地质与工程,20205(4):28-29.