

油田开发中水驱曲线的发展应用

The Development and Application of Water-drive Curve in Oilfield Development

王进 刘程正 蒋克鹏

Jin Wang Chengzheng Liu Kepeng Jiang

长庆油田分公司第五采油厂
中国·陕西 西安 710200
The Fifth Oil Production Plant of PCOC,
Xi'an, Shaanxi, 710200, China

【摘要】在进行油田开采的过程中,水驱曲线法发挥着重要的作用,既能够预测油田的储存量和含水率,又可以对油田开采工作进行详细的指导。论文主要介绍水驱特征曲线法的基本原理、当前使用的水驱特性曲线法以及不同类型水驱特征曲线法的使用要求,并举例说明了在油田开采中是如何进行水驱特征曲线法的具体应用的。

【Abstract】The water-drive curve method plays an important role in the process of oil exploitation. It can not only predict the storage capacity and water content of the oil field, but also can provide a detailed guidance for the oilfield exploitation. This paper mainly introduces the basic principle of water-drive characteristic curve method, the current use of water-drive characteristic curve method and the application requirements of different types of water-drive characteristic curve method. The application of water-drive characteristic curve method in oilfield exploitation is illustrated by an example.

【关键词】油田开发;水驱特征曲线;应用

【Keywords】oilfield exploitation; water-drive characteristic curve; application

DOI : <http://dx.doi.org/10.26549/cjygl.v1i4.471>

1 引言

尽管中国拥有丰富的煤炭资源,但在石油的储存上却落后于其他国家。对于中国的石油开采人员来讲,实现石油开采质量与效率的提高是他们在当前阶段的重要追求。相关工作人员根据大量资料总结出了一种可以对油田开发进行科学性评价的重要方法——水驱特征曲线法。在石油开采人员对这种方法多次使用的过程中,也对它进行了适当的完善与改进,水驱特征曲线法对油田开采工作带来的可靠的数据支持、科学有效的评价对促进中国油田开采业的发展起到了重要作用。

2 水驱特征曲线法的原理及应用

油田开采人员在对自己以及他人的工作经验进行总结完善的基础上,得到了水驱特性曲线这样一种方法。它主要是使用石油开采过程中的累积产水量和累积产油量之间的关系来进行描述的,通常情况下,如果原油的质地上乘、地质优良,另外开采方式选取合理,曲线的倾斜度值就比较明

显。适当地进行油田开采方式的调整,有利于确保水驱特性曲线处于平缓变化的状态,减缓原油含水的上升速度^[1]。

2.1 计算原油储量

对上面的公式进行时间求导后,水驱特征曲线关系表达式就可以表示为 $N_p = (1gaR/2.3 - 1gb)$,其中R指的是水油之间的比例,我们能从公式里得到这样一个结论:采油量会随着水油比例的增加而增加。

2.2 计算原油综合含水量

通常用公式 $f = (a - 1 + bN_p) / a$ 来表示原油的含水率,这个公式说明累积的原油产量可以用来表示原油含水率。如果已经知道了原有的产量,就能够对原油的含水率进行一个大概的估计,然后按照含水率的高低进行对水油进行稳定而合理的措施制定,进一步稳定原油开采的条件。

3 水驱特性曲线的种类及适用范围

水驱特性曲线表达式是对大量数据进行合理分析后

得到的,表达函数的选择上各不同、推导公式的方法存在差别,最后得出的函数表达式就不一样。当前阶段使用较多的水驱特征曲线法主要有下面这几种。

3.1 甲型水驱特征曲线法

存在于油田开发中的半对数直线关系是建立这种类型的水驱特征曲线法的基础,用函数公式可以表示为 $\log W_p=A+B \cdot N_p$ 。它形似一条“S型曲线”。使用甲型水驱特性曲线进行采油过程的模拟时,原油的储量与水驱曲线的倾斜程度是成反比关系的,后者会随着前者的增加而小,当到达一定程度时,曲线会呈现出一种平滑的状态。

3.2 乙型水驱特征曲线法

与前面的那种曲线法不同的是,乙型水驱特征曲线法则是建立在油田产液量与产油量之间存在的半对数直线关系上的,通常用公式 $\lg L_p=a+B \cdot N_p$ 来表示。我们可以从中得出这样的结论:采油量越大时,液油比例就越小,而水驱特征曲线就越平缓。

3.3 丙型水驱特征曲线法

丙型水驱特征曲线法是建立在油田的累计产液量与累计液油比之间的直线关系上的,用公式则表示为: $LP/NP=A+B \cdot LP$ 。这种函数关系式可以用来计算油田的采油量和采油率。

各种水驱曲线法由于特征的不同通常被用在不同的情况下,例如在原油含水率适中的情况下,甲型特性曲线会体现比较明显的使用价值,丙型曲线一般用在含水率适中或比较高的状态下,当含水率比较低时就不能使用了^[2]。对不同水驱特征曲线法的研究,有利于对油田类型进行区分,根据其类型进行水驱特征曲线法的选择,既可以帮助我们顺利地完水驱特性曲线的改进与完善工作,又可以促进油田开采效率的提高。

4 水驱特征曲线的具体应用

在对油田进行开采的过程中,通常使用甲型和丙型曲线法的次数比较多。下面将通过具体的例子,详细分析这两种不同类型的水驱曲线的应用。

4.1 水驱特征曲线在大庆萨尔图油田开采中的应用

在进行大庆萨尔图油田的开采工作时,分别使用甲丙两种不同类型的特征曲线来进行该油田的实际开采效果的评估工作,并拿实际采油量与其作比,从更深层面上拿水驱特征曲线法对该油田评估的准确程度进行了分析。当实际采油量、产水量、总产液量和含水率分别为 3.03×10^4 吨、 1.72×10^4 、 3.2×10^4 吨和16.3%时,使用甲型曲线法得到的含水率是14%,而用另外一种方法,却得到了8.6%的含水率,我们可以理解为,在这种状况下,更适合选用甲型曲线法进行计算。当测得的实际采油量、产水量、总产液量和含水率分别达到为 25.94×10^4 吨、 53.15×10^4 吨、为 31.26×10^4 吨和32.6%时,通过甲丙两种方法得到的理论含水率分别为38.5%和27.7%;在这种状态下,后者的测量结果要更准确一些。而当当这四项实际指标分别达到 62.25×10^4 吨、 50.86×10^4 吨、 11.31×10^4 吨和81.1%时,

丙型方法同样适合这种状况。因此我们可以得到这样的结论:在原油含水率比较低的情况下,采用甲型曲线法进行模拟与实际更接近,随着含水率的逐渐增高,更适合采用丙型曲线法来模拟。

总的来说,测试方法的选择不是一成不变的,必须按照油田的具体状态做出合理的分析。通过上述统计结果表明,在原油含水率比较低的时候,选用甲型水驱特征曲线法模拟结果较丙型水驱特征曲线法模拟结果更接近实际值;但随着含水率的增加,采用丙型水驱特征曲线法计算结果越来越接近实际值。这也就意味着,在含水率比较低的情况下,更多选用的是甲型水驱特征曲线法;当含水率增长到一定程度时,丙型水驱特征曲线法被选择的概率会更大一些,所以对测试方法的选择,必须要以油田的实际开采情况作为标准。

4.2 孤东油田开采中水驱特征曲线的应用

水驱特征曲线法不仅可以用于在大庆的油田开采过程中,在其他地区的油田开采过程中也同样适用。我们总结出了孤东油田自1993年至2001年之间的油田开采的累计产水量以及累计产油量,并在此基础上进行了采油水驱特性曲线的模拟工作,经过研究发现:刚开始的一段时间内,由于开采工作进展不深入,油田见水的情况不太明显,这时候的油田开采处于高产且稳定的阶段。经过一定时期的开采,油田会开始见水,含水量也会逐渐上升,在这个阶段就要想方设法提出合理有效的措施来达到堵水的目的,使油田开采仍然能保持原来的高效率。接着会进入到一个平稳发展的阶段,这个时候油田的见水量已经很明显了,采取措施的话也对油田开采效率低下的状况起不到什么改善的作用^[3]。

我们可以从上述的模拟结果中得出这样的结论:在进行油田的开采过程中,水驱曲线发挥了很好的指导作用,特别是在中间阶段,适当的措施,对提高油田开采率是有着重要的意义的。但措施采取之前,判定油田开采何时进入此阶段也是很重要的,这就需要我们更加重视水驱曲线的作用。

5 结语

水驱曲线自始至终在油田开采的过程中发挥着重要的作用,既能够进行多项参数的检测工作,又能对油田的开采进行指导,促进工作效率的提高。但它并不是一个适用于各种状态的万能公式,在具体的使用过程中,必须根据油田的实际情况做出调整,并进行相应的完善工作,保证水驱曲线可以得到更全面的应用。

参考文献

- [1] 白金莲. 油田开发中水驱曲线的发展应用[J]. 中国石油石化, 2017(01):7.
- [2] 吴世栋, 马涛, 陆小宁, 等. 水驱曲线法在油田开发评价中的应用[J]. 化工管理, 2015(32):11.
- [3] 王康, 牟瑛顺. 水驱曲线法在油田开发评价中的应用[J]. 断块油气田, 2011(06):16.