

低渗透油田注水开发的生产特征及影响因素研究

牛睿 郭永红

哈密锐纳奥科石油科技有限公司 新疆 哈密 839000

中国石油集团测井有限公司塔里木分公司 新疆 库尔勒 841000

摘要: 随着经济社会的日益发展,对石油资源的需求量愈来愈大。低渗透油田成为十分关键的因素。低渗透油田开发全过程中既经济又直接有效的方式就是注水开发,通过注水方式大大提高了整个生产过程的采收率。低渗透油田的开发过程中,随着油层压力的降低,油层中的溶解气释放,原油的粘度越来越高,在生产过程中可能出现产油量逐渐减少的局面,这将大大降低采油速度。

关键词: 低渗透油田;注水开发;生产特征;影响因素

引言: 随着世界经济的持续增长,天然气将是不可或缺的资源。低渗透油田在中国已经相当普遍,唯有对低渗透油田加以合理利用,方可大大提高原油的利用效益,提高中国的原油贮备率。低渗透油田技术日趋完善,应当充分利用,使采油与注水技术的融合,以达到更高的采收量,推动天然气利用的可持续性开发。

1 低渗透油田概述

我国石油发展过程当中需要重视发展低渗透率油气田。按照目前有关资料表明,我国最新探明的油气田经常在零点五数以上都为低渗透油气田,同时,低渗透率油气田的生产也占到了整个油气田生产的总量百分之七十五以上。目前油田开采中的低渗透油气田的研究已成为重中之重的课题,全世界很多地方都具有低渗透油气田。低渗透油田往往具有了低压和低丰度等优点,但同时由于天然容量不足,利用自然的能力也较少,同时生产率还比较低下。如何提高低渗透油田的产量,是我国高度重视的一个问题。但只要采取科学措施,针对于低渗透油田研究进行了合理的发展,并且还可以总结一些较为成熟的研究经验,对提高低渗透油田研究成果水平有着重大的战略意义和实用性,对实现国民经济的健康稳步发展也具有重大意义^[1]。

2 分层注水工艺概述

2.1 低渗透油田注水开发的生产特征

(1) 低渗透石油的注水方法和生产中的油流张力二相渗流其一,低渗井中具有相对大的含水饱和度,而残留石油的含水饱和度却相对较小。两者都在流通的过程中,受到流体的地域范围影响,所以如果采用注水的方法把低渗透率的井加以利用,则油田的效益将会相当小。低渗井的含水饱和度持续增加,油相的渗透性就会迅速减弱,水相的渗透性也会随之增加,当残余油饱

和度超过规定值后,水相渗透性就会减弱。而由于共渗点的降低,渗流也会遭到抑制。这样,就会造成石井的产油率下降。如在低渗井时,就会出现水段塞和油段塞交错排出的情况,而一旦出现毛管力现象,则又会导致流动阻力的出现,而在此时,油相与水相就很难获得良好的流动状态。

(2) 降低高渗透性油田注水开发中的压力敏感性伤害在油井注水开发过程中,由于岩层流体的采出,在岩层孔隙中的压强将会减小。因为受上覆挤压的影响,岩层骨架内的空隙中也会产生拱形构造,此时,岩层细胞内部所产生的胶结类物质也会产生塑性变形,而岩层细胞内部的构造则比较稳固,在遇到很强的挤压影响下,并没有产生变化。岩体的空隙大小决定着其孔隙率的高低。在有效压强的影响下,由于孔隙体体积比较稳定,因此孔隙率并没有引起什么重大改变。与孔隙体的构造不同,喉道的构造呈反拱形。喉道壁表面层的岩性在拉伸作用时,岩层粒子内部的胶结类物也会产生变化,岩层也由此而产生松散而使得粒子内部产生不平衡的结构。由于应力的增强,胶结类物极易产生变质,使得喉路的孔径进一步减小甚至发生了封闭,此时,岩石的渗透性也将减少。由于这种对压力产生敏感性伤害的作用,低渗透率油田注水的效益将会明显降低。为了提高油田的产量,一般都会采取将油井井底流压力减少的办法,通过提高生产压力来增加油井生产,不过,油井井底流压力如果过低,就会导致油井附近的地层压力降低,导致压力敏感性伤害而抑制了油井产能^[2]。

3 低渗透油田注水开发影响因素

3.1 孔隙特征的影响

目前,针对在低渗油地当中的注水开发过程当中存在着大量的制约因素,如对于孔隙条件及其对于在低渗油地

开发进程中的限制,以及针对在低渗贮层当中关于孔喉零点五径范围的规定,通常情形下必须在二点四八 μm 以上,而昆岛的零点五径范围也必须在0.06~1 μm 以下。

3.2 附加渗流阻力

细小的孔隙之间主要受压水强影响,而液体也会进行相应的渗透,因此假设孔隙减小,则附加阻力也会相应的增大。反之,假设孔隙变大,在这样的情形下摩擦力也会随着孔隙率的变大而相应减小。因为在每个切线的压力轴中都会有不同的缝隙,而在不同的缝隙的孔径中就会增加了不同的渗入阻力,就使得渗入的压强会因为压力梯度的增加而提高。这样一来,孔隙就会随着压力的提高,而与流动阻力一同渗透到里面,这样就可以使得穿透性能大幅增强。

3.3 渗透率变化的影响

低渗油田附近的土层能对储油层产生一定压力,而附近土层对储油层的作用区域较小,这也就是受附近土层作用产生流体的曲率零点五径范围较小,如果有水井与注井层间的相距很远,则注水应用较难取得预期的应用效益,如果二者的高度相差很远,则应用过程中的驱动作用就会产生进一步减小的过程,随着土层渗透性的减小,在低层的渗流能力也将逐步减弱。对低渗油田生产采取了注水式开发的过程,一旦注水量过高,将会在水井中附近产生水资源聚集的问题,在注水井中附近产生高压地区,就很难把流体的动能投入到生产井当中,在生产井附近也可能产生低温地区,使生产井附近的水压力供给不足,井的产出效益和生产率严重降低^[1]。

4 低渗透油田有效注水工艺技术

4.1 测调试技术与疑难处理技术

对于注水井的智能检测调试设备而言,在地上和地下一般都会设置这些设施。针对在地上而言,设置这些设施目的主要是为了管控井下设备的正常、有效的工作状态,为井下设备提供的电流、搜集、分类及处理信息等,而井下设备是该系统当中较为关键的重要组成部分,它能够利用在井下的检测和调试等工作,来保证油层开采的效果和开采的品质。测量调试疑难水井的主要含义是为了保证系统内部的水压持续恒定,对存在问题的注水井进行一定深度的调查。而注水井中存在问题的成因很多,比如,所加注水的水质存在质量问题、地层问题或设备故障等。

4.2 分层注水及调剖一体化技术

采用了与注水调剖一体的配水系统,在实现了桥型众志成城注水调剖后的一体化井段,同时完成了对长期停滞不动井段的分层调剖与分级灌注工作。操作方法:在

调剖时,应先把目标层的工作筒打开后,再采用球拍的水孔进行灌注,以防止了由于颗粒类调剖剂的堵塞、聚合物易剪切而导致粘度降低的问题。在需要灌溉时,将可控制沼兰放置在球拍型沼兰的最窄处零点五椭圆处,以实现供水精确控制。工艺特点:利用不动管柱实现将调剖剂和预制混凝土从二个不同介质中的加注,将灌注量控制和验封采用同心的联接方式,并使用有桥式同心协力测调仪和验封检测器。

4.3 空气泡沫驱的应用

在注水过程中可以添加发泡剂和稳泡剂,使加入的气和水都变成发泡的形式,达到对流性的优化,提高开发效益,这项开发方法的使用效益和开发潜能也相当大。同时根据油藏温度进行的压缩式空气注水,会与原油进行高温度的氧化反应,从而达到热产电磁辐射效应和排烟管气驱的功效。另外,由于气泡本身具有张力低、黏度高的特性,还可以增加残余原油的生物活性^[4]。

4.4 偏心分层注水工艺

在油田的制造工程中,使用偏心型分层灌注工艺可以提高施工效率并合理的控制技术要点。而事实上,油井中就已经使用了离心压缩式封隔器,可以按照工程要求决定封隔器的型式,并通过控制油压以达到对封隔器的密封效果。由于分离作用增加了油套内的压力,同时也推动了对封隔器胶筒的扩散,从而达到了分离上,下注入层的功效。

在此过程中,工作人员应该保证油套中的气压一直保持在均衡状态下,并正确控制好油套压力和油滴大小,以保证水封隔器的密封效果,从而达到了整体灌水的目的。工程人员要做好对井密封的检查,特别是两阶段,两阶段以上的井。密封注入管柱时,移除第二级水分电器上的瓶塞,将管子推入10个MPa,然后再监视下一个高压点。气压耗尽后的五分钟,拆除冲压模的偏心轮,并留出二个空间,重新设置第二回路油道内的气压,以观测接地管衬套气压的改变情况,稳定黏土,也是在注水工程中所必须思考与处理的问题。低渗油田渗透率小,孔隙小,所以对黏土是非常关键,而且相对安全的相应要求。黏土对储层形成的危害包括水敏性蒙脱石和速敏性高岭岩等,后两个是主要危害。

4.5 黏土稳定技术

稳定性黏土也是在注水工程中必须关注与处理的问题。低渗油田渗透率小,孔隙小,所以稳定性黏土是非常关键,同时对稳定性有相应要求。黏土对储层形成的危害包括水敏性蒙脱石和速敏性高岭岩等,后二个是主要危害。而绿泥岩则只有遇到酸后才会产生负面影响,

而伊利岩因为没有均匀的很难加入到体系中,所以属于非膨胀型黏土。蒙脱石为片状晶态的,在黏土的内部呈蜂窝样,在表面中带电荷(-)。在一般水贮层中的蒙脱石会吸附部分阳离子,并重新建立平衡,而当遇到水时,阳离子就会离散,蒙脱石会重新产生正负电,并受到静电驱动影响会导致结构的扩散而形成颗粒,对缝隙形成阻碍。在选择稳定剂以及测试稳定的黏土功能时,必须着重测试防膨效果以及有效期等。并通过从渗透率上对稳定剂防膨保留时间,及其对贮层的影响程度等方面进行测试,以便选用最理想的稳定剂。

5 低渗透油田注水开发对策

5.1 注水和采油同步开工

根据对目前低渗透率的油田情况进行深入分析可以得知,由于大部分的低渗透率的油田的自然热量存贮并不是很多,而这也导致低渗透率油田之中所导致的性能比较其他类型油田而言也是非常低的。据此,有关的科研人员在实际采油的活动应针对现场的环境特征合理的采取注水的措施,一方面可以使环境中的高压空气能够有效排除,延长了油田区块开挖初期的平均水分达30%。但因为数值模拟的依据是具有边底水能力的油菌盖数值模拟,因此平面上,石井的水分和结构性质差异比较明显^[5]。

5.2 早期分层注水

目前,在低渗透率油田开发的阶段中可早期采取注水的方法,因为采用这样的方法可使含水量增加的速率受到必要的限制,而且还能保证延长了油田启动的时间水平,进而改善低渗透率油田的实际开采效益。这里必须格外关注的是降低含水速率,它增加开采量的主要原因:首先,对刚投入使用的水井而言,其设备设施还没有非常完善时,就必须结合实际状况选择合理的注水方式进行开采,而一般情况下,工程技术人员在根据了注大水井段的实际情况后,在多数情况会采取较有步骤的方式对已注水的大井进行注水,但在个别情况下还会选用直接注水的方式。由于互层的情况通常是比较复杂的,所以在注水方式中也需要我们必须的注意方式方法的选取,以便于防止意外现象的出现,而选择分层注水的方法也是相对而言更为安全的,并且由于采用了这些方法在相当大的程度上都能够减少了互层间的冲突,也

因此使低渗透率油地开采的效益大大提高。

5.3 采取周期注水

低渗透油田在漫长的岁月环境下可能出现油层裂缝的问题,这就造成了油层与油层之间并非均匀物质。这种情况可能对实际开采效果产生不利影响。而在开采过程中,相关的工作人员必须注重注水开采工艺的整个流程变化,高渗透油层或裂缝容易出现一些突发状况,甚至会埋下一些开采过程中的安全隐患,相关人员必须引起足够的注意,实际的注水过程往往是采用周期性注水方法,这样就可以有效避免上述现象的出现。周期性注水法是一种水动力学的优化调整措施,可以使油层之中的压力出现不稳定性,如此就能使油层与油层之间的物质结构出现变化,在重新进行挤压和重组的过程中使油田开发的效率大幅度提升^[6]。

结语

目前的低渗油田开发的工艺当中必须采用科学的注水工艺,这样才能使得油田开发效益得以全面提升。鉴于目前低渗透油田本身的特殊性,不完全掌握其特性也会使得注水研究的困难很大,从而需要有关人员制定合理的注水方法,同时还需要掌握合理方法来开展针对低渗透性油田的研究,并针对相关因子开展全面深入研究,如此才可以提高最终的利用价值。

参考文献

- [1]屈亚宁,丁军雄,邹小雨,韩阿唯.低渗透油田注水开发的生产特征及影响因素研究[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(10):42-43.
- [2]徐军军.低渗透油田注水开发的生产特征及影响因素[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(13):25-26.
- [3]王雪峰,徐向云,陈朋.低渗透油田注水开发的生产特征及影响因素[J].化工设计通讯,2020,46(03):59+63.
- [4]董凯龙,邓圣学.低渗透油田注水开发的生产特征及影响因素[J].化工管理,2019(25):219-220.
- [5]张起翡,张昭,曹开开,陈鹏.低渗透油田注水开发的生产特征及影响因素[J].化工设计通讯,2019,45(01):47.
- [6]侯世宏.低渗透油田注水开发的生产特征及影响因素[J].中国石油和化工标准与质量,2018,38(24):20-21.