

稠油井生产特征分析与举升工艺应用

李洪刚

(中石化胜利油田分公司现河采油厂草西草东管理区 山东 东营 257000)

[摘要]实际应用效果表明:水驱不适用于稠油油藏,效果较差,而热力采油的方式比较适用于稠油油藏。边部稠油油藏经过长时间的开发,步入了低渗透高含水 and 超高含水后期,开采难度增大,选取适当的采油工艺进行高效开采,对确保油井顺利生产十分重要。稠油油藏经过长时间开发,已经步入了低渗透高含水 and 超高含水后期,开采难度增大。本文以油藏精细刻画为基础,积极改进应用新注汽工艺,实施工艺两个优化与措施分级管理,进行高效开采,确保了油井顺利生产。

[关键词]稠油油藏;采油工艺;条件差异化;措施优化;分级管理

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.10.1872

根据油藏特征,应用层序地层学技术、分频处理技术和三维波阻抗反演预测储层技术、按照标准井—骨架剖面—横剖面—纵剖面—栅状剖面对比步骤,自下而上细分砂组,结合沉积相、油水关系以及地震相变化对各小层砂体边界进行确定。结合邻井资料、动态资料反复对比核查,编制三套砂体分布图,研判集成各路优秀先进的工艺技术,区别地质条件差异化应用。这一工作有效减少超薄层特稠油开发每一步的经济损失。

一、稠油热采技术概况

(一) 蒸汽吞吐

一般情况下,蒸汽吞吐主要有3个流程:注汽、焖井以及投产。蒸汽吞吐的基本原理是利用地层的弹性能进行原油的开采,这种方式的机理有2种:①注入蒸汽之后,井眼附近的地层温度升高,原油的黏度会减小,原油的流动性逐渐变大;②注入的蒸汽可以增大地层的压力,从而给单井的生产提供一定的推动力。目前,蒸汽吞吐技术已经比较成熟,成本低,见效快,但是这种技术属于一次开发方式,动用范围小,采出程度比较低,一般只有10%~20%,而且随着周期数的不断增加,地层的压力会不断下降,产量也会日益减少,因此在使用这种开采技术一段时间之后,油田企业必须使用其他方式进行开采。

(二) 蒸汽驱

这种开采技术利用蒸汽发生器,产生大量高温高压的蒸汽,然后注入地层之中,使原油的黏度下降,对原油进行驱替,使之离生产井较近,最终进行开发。一般情况下,在使用蒸汽驱技术之前,首先应该运用蒸汽吞吐,使不同井之间可以形成热连通,然后才使用蒸汽驱对地层的能量进行补充,增大驱替的压力,从而提高产童。这种开采方式的种类较多,如常规蒸汽驱、间歇性蒸汽驱、蒸汽驱+热水驱以及蒸汽泡沫驱等。

(三) 多元热流体吞吐

由于海上稠油原油的黏度比较大,埋藏的较深,而且海上平台的空间十分有限,不易于开展大规模的热采技术,多元热流体吞吐的开采方式主要应用于海上稠油,具有十分重要的意义。多元热流体吞吐技术的基本原理是将柴油进行燃烧,将燃烧获得的产物注入到水中,获得由多种流体组分形成的多元热流体,如水蒸气、CO₂以及1<1²等,最后将多元热流体注入到地层之中进行吞吐,从而可以提高油藏

的开发质量和效果。

(四) 热水驱

与热水驱相比,蒸汽驱注入的蒸汽密度和黏度比较小,并且由于重力分异的作用,蒸汽驱产生气窜和超覆的现象,进而导致扫油效率十分不均匀,增大了稠油油藏中剩余油的饱和度,最终使得蒸汽的波及面积较小。目前最常用热采技术是热水驱,该技术使用的热水黏度和密度都比较大,不会轻易出现气窜和超覆的现象,并且热水的波及面积比较大,能够有效利用热水的热利用率。特别是对于吞吐之后形成的热连通而言,部分地区很难进行转驱,热水驱是一种比较好的开采方式。

(五) 火烧油层

火烧油层是往地层中注入一定量的气体,然后点燃地底的油层,进而增大了地层的压力,从而可以利用热力来降低原油的黏度。与此同时,在高温高压的环境中,原油的重质组分同样会进行裂解而形成焦炭,给燃烧持续提供原料,使得油层的加热面积持续的增加,进一步提高了单井的采收率,增大了稠油的采出程度。

(六) 蒸汽辅助重力泄油(SAGD)

一般情况下,SAGD有2种开采方式:直井+水平井或者双水平井。SAGD是利用直井或水平井将蒸汽注入到地层,因为蒸汽遇冷会凝结,经过冷凝之后,蒸汽变成了热水,然后由于重力作用,热水会流向油藏的底部,可以驱替原油流向另一口井,从而可以开采出稠油。由于SAGD技术的油气比较高,可以大幅提高单井的采收率,目前该技术在国内外的实际应用和研究比较广泛。

二、边部稠油开发特征

如果原油黏度比较大,会使得稠油油藏的流动性降低,则需要增大驱替压力。据有关研究表明,油藏的厚度和原油黏度不同,开发时所注入的蒸汽不同。由于在蒸汽吞吐时,大部分注入的蒸汽都集中在生产井的周围,与井的距离越远,原油的流动性越小,单井的采收率越低,因此油藏厚度和原油黏度都会影响产量。油藏厚度也会对稠油油藏的开发产生一定的影响,因为油藏的厚度与油藏的地质储量有直接关系,油藏的厚度越大,地质储量越高。但是油藏的厚度变大时,蒸汽吞吐的开发效果却会变差。

(一) 区块开发特征

边部稠油往往位于地质构造复杂区块,具有地质储量

大,断层多且层系多,各层段含油程差异大等特点,油层地质分布特征主要表现在以下方面:油藏埋深小,具有较长的含油井段;中薄层是主要的单层厚度;含油层系多,主力油层不突显;单层含油总量少,受断层影响作用大等。由此导致边部稠油油藏原油具有高密度、高粘度、高胶质沥青质、低凝固点的特性。边部稠油区块复杂性和特殊性,无疑在一定程度上限制了油田正常开发,增大开采难度,对采油工艺提出更高技术要求。存在以下问题:1)由于井筒原油粘度高,抽油杆与原油的摩擦力增大,导致螺杆泵偏离中心过度,抽油杆运行出现障碍;2)储层砂粒粗、孔隙大、渗透率高,岩石颗粒之间接触面积小,胶结性差,岩石疏松易散。导致井筒在投产初期出现砂卡泵现象,影响油井正常生产;3)原油集输难度较大,增加生产成本和管理难度。4)存在单元停产停注井多,注采关系不完善等问题,使得油井利用率低且开发效果差。5)稠油单元区块渗透率低,储层单一,各层系物性差异较大,适当采油工艺的选取困难。

(二) 油藏精细解释

覆盖边部地区地震资料主频较低,对储层的分辨率极限厚度为13.5米,而边部超薄层稠油的砂层厚度一般为3-5米左右,并且全频段地震资料由于各种频率的叠合及谐波效应而模糊掉了地质体的边界。为此开展地层对比时,根据地震反射波频率成分主要受砂、泥厚度及组合的影响,呈现浅薄层高频、厚层低频、单频突出薄层效应等反射特征,应用地震分频处理技术,识别薄层砂体。在一定时间内,通过频谱分解来研究薄层变化,在频率域通过调谐振幅或相位来研究储层横向变化规律,把不同频率的地震资料处理后就识别出整个砂体的分布范围,并通过各个砂体的第一响应频率计算砂体厚度。通过频率扫描,预测出砂体的分布形态,了解砂体的非均质性。优选成藏条件有利西部,应用分频处理技术。对50Hz、60Hz、70Hz、80Hz单频信息进行了属性提取,在常规资料弱反射或空白反射的区域预测出有利砂体7个。其中1号、2号砂体实钻井匹配较好,识别厚度理论误差±2米。向西向北仍展示出含油扩边和建产的潜力。

三、稠油开采两个优化

(一) 优化重点

重点从防稠和防砂两个角度入手,研究新的采油工艺来满足生产需要,促进区块正常开发。工艺研究重点:1.防稠工艺。为解决投产初期稠油井抽油杆滑行障碍问题,增大产液量来降低原油粘度,利用抽稠泵防止稠度过大,采用降粘剂降低粘度等方式有效降低原油粘度,保证油井的采出效果和油田正常生产。2.防砂工艺 为解决出砂问题,利用排砂、挡砂、防砂方式,通过采取提高液量排砂,采用金属粉末管挡砂,填充石英砂于割缝管与套管间防砂等途径来做好砂配比工作,有效避免由于砂卡导致无法正常生产的问题。

(二) 优化措施

(1) 利用停注水井、油井转注等措施合理选取注采井点,对注采井网进行优化建设,补充地层能量,为油田稳产奠定坚实的基础。(2) 结合油井实际特性,选择合理的采

油工艺方法,采用大孔径、深穿透、高密度射孔等新工艺和注蒸汽吞吐有效解决胶皮磨损、断杆等现象,改善开采效果,提升工业产能。(3) 完善井网的同时,优化选取井点注水,通过补打新井、转注老井并酸化压裂等建立注采关系的手段,解决平面单元储量控制程度不均衡问题,提高储量控制。(4) 实施油层物性分析,通过区块油层酸化压裂技术改造整体油层,提高此类油藏的单元产能。

四、热采工艺现场应用

(一) 热采工艺技术

解决原油举升困难问题,保证原油加热程度,减小原油与抽油杆的摩擦阻力。建立单井径向模型、水平井矩形模型和井组模型等三种模型,研究水平井的单井开发界线。核算了不同油价前提下水平井的经济极限累产值,蒸汽吞吐极限油汽比,生产井合理长度、合理采液程度,注汽井合理长度、合理注汽参数和转驱最优时机。积极改进应用新的注汽工艺,推广应用节能插管密闭注汽管柱+HDCS技术解决注汽压力高、热损失大、动用不均衡的问题,推广应用全程隔热保温技术+HDCS技术,有效解决因油层薄,热损大,多轮次后驱替效率降低的问题。推广应用水平井双管注汽工艺,解决了油层非均质性强、水平段长且动用不均的问题。依据井下温度曲线进行配汽设计,更是实现了地面精确配注,提高井段间均衡动用程度,平均周期产量增加200吨。

(二) 防砂工艺技术

针对常规开采砂患严重的问题,优先完井工艺,推广应用水平井免钻塞分级注水泥完井防砂一体化工艺和热敏封隔器等分段完井工艺。开展水平井免钻塞分级注水泥完井防砂一体化工艺,有效降低常规筛管顶部注水泥完井的钻塞过程对套管的伤害,缩短完井周期24小时,提高了完井质量。优选热敏封隔器等分段完井评价,保证了管柱内通径大内、表面光滑,便于后期作业。

(三) 实施措施分级管理

随着薄层稠油开发进程加快,目前这类油藏开发不断出现高轮次、高含水、低产能等问题,这些都是影响效益的负面因素。面对多轮次井周期递减大的现状,积极开展措施优化和筛选,实施措施分级管理,劣中选优,选出储层好、有潜力、产量高的热采井优先注汽。对于层薄或多轮次后有层间接替潜力的井,采取补孔后单采或合采。对于层差及多轮次无效益的井则探索化学剂冷采工艺。针对油层疏松的情况,广泛应用裸眼筛管加酸洗完井技术。此外推广应用CO₂及氮气辅助热采试验和注采一体化管柱,有效地提高了两率。

参考文献

- [1]董亚娟.浅谈稠油区块地质条件下的采油工程[J].科技资讯,2015(27).
- [2]姜许健,袁定国,李振华,刘百春.超深井稠油上返原因及对策[J].中国西部科技,2016(04).
- [3]耿玉广,张伟,杨桦.复杂油田滚动建产采油工程方案设计方法研究[J].钻采工艺,2017(02).