

浅析低渗透油藏注气开发

赵金龙 (中国石油集团长城钻探工程有限公司工程技术研究院, 辽宁 盘锦 124010)

摘要: 我国非稠油储藏中低渗透油藏数量占将近 50%, 对于这种低渗透油藏一般采用衰竭式开发和注水开发。有些油田无法正常注水, 因此只能采用衰竭式开发, 但是此种方式不能及时补充地层能量, 会对油藏资源造成极大的浪费。因此, 选用高效、经济的开发低渗透油藏的方式是当前的首要任务。本文将对注气开采的方式进行简要的分析。

关键词: 油藏; 低渗透; 注气; 开发

低渗透油藏原有密度小、粘度低, 低渗透性, 因此常规注水开发方式不能取得很好的开发效果。而注气开发由于其具有易流动、降粘等优点可以很好的替代注水开发。

1 低渗透油藏地址及开发特征

1.1 低渗透油藏的地质特征

有机质经过长时间的风化和腐蚀以后形成了可溶性矿物质长石、碳酸盐及岩屑。低渗透油藏的胶结类型比较复杂, 油层的空隙发育差。低渗透油藏绝大部分是构造裂缝, 少部分为非构造裂缝^[1]。

1.2 低渗透油藏的开发特征

①由于低渗透储层的岩石细颗粒和胶结作用导致的孔道细小、比表面积大、分选程度差等现象。由于此种地质特征, 其渗透规律不符合达西定律, 他的渗流特征符合非达西渗流特征; ②低渗透油藏在开发过程中如果只利用弹性开发, 开发采收率不高, 并且会导致地层能量和产量下降很快; ③低渗透油藏的注水开采效果差, 低渗透油藏的启动压力较高, 一般采用间歇式注水。低渗透油藏的吸水能力差, 有的低渗透油井注水一年后才能看到井内工况的变化。采取压裂等增产措施以后, 采油指数也没有明显的提高; ④低渗透油藏的储层物性差, 原油粘度较低, 空隙结构复杂, 因此导致稳产难度很大, 而且由于油藏的不断注水, 导致含水率不断上升; ⑤裂缝性低渗透砂岩也是低渗透油藏的一种, 其吸气能力较强, 气驱的各项异性明显。需要注意的是实际注汽压力要严格控制在地层破裂压力之下, 注气开发过程中一般裂缝方向其窜严重, 裂缝两侧气驱效果较好。

2 低渗透油藏注气开发适应性

2.1 井网方式

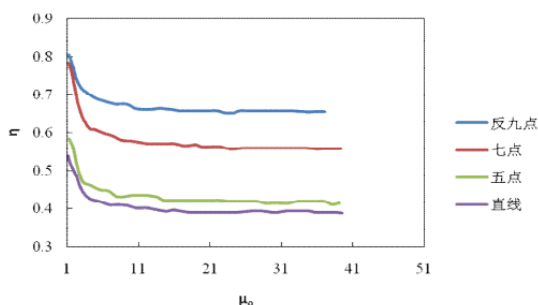


图1 不同井网分布下波及系数随流度比的变化

井网方式是指井网的几何形状和注采井的排列方式, 合理的注采井的排列方式可以调整储层平面差异, 高效、经济的开发储层储量, 有效的提高采收率^[2]。

低渗透油藏的开发一般采用反九点和反七点的开发形式, 且多采用正井网。随着开采的不断进行, 含水率越来越高, 为了保障原油的产量, 需要提高注水井的比例, 比例可以达到 1:1。

2.2 井网密度

井网密度是指每平方千米开发面积所占有的井数, 尤其是对于低渗透油藏, 合理的井网密度可以有效的提高驱替效率和经济效益。在确定井网密度时, 一般是先低密度布井, 然后再进一步加密完善。有学者通过数值模拟的方法, 总结出了采出程度与井口密度的关系。

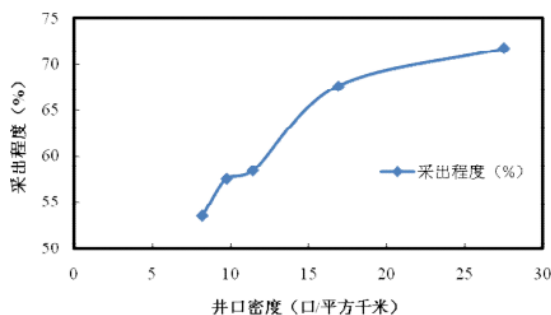


图2 井口密度与采出程度的关系

3 低渗透油藏注气类型的筛选

注气开发在国内外均取得了很好的效果, 在油田开发过程中, 一个开发法案的选取往往会影响到一个油田的走势。油藏的油气增产受到储层的非均质性、油藏压力、渗透率等各方面因素的限制, 因此在选择注气类型的时候需要结合上述因素进行考虑。

3.1 渗透率

注气分为单一气驱和混相气驱两种, 在驱替效果上来讲, 混合驱效果要好。烃类气驱容易实现混相, 因此对于烃类气驱来说, 渗透率对油藏采收率的提高影响并不大。氮气驱多数情况下应用于具有较高垂直渗透率的油藏上, 一般采用重力稳定驱。二氧化碳驱一般运用在渗透率较高的油藏中。

3.2 原油饱和度

原油饱和度是油藏开采的一个重要的指标, 采用助其开采的油藏原油饱和度需要满足最低饱和度限制, 原

油饱和度越大越好。得到油藏的原油饱和度后,可以选择合适的驱油方式。在油藏开采过程中通常会配合以油藏压裂等增产措施。

3.3 原油粘度

原油粘度也是油藏开发的一个重要的指标,在油藏开采的过程中要求原油粘度 $< 0.9\text{MPa}\cdot\text{s}$,最大不能超过 $5.1\text{MPa}\cdot\text{s}$,通常采用的注烃类气、二氧化碳和氮气项目中,油藏粘度一般在 $4\text{MPa}\cdot\text{s}$ 的范围内^[3]。

3.4 油藏压力

一般情况下,油藏压力较小时也可以达到气驱效果,当油藏压力较大时,在施工过程中会带来如井喷等较大的风险,各种气驱开采都有较为合适的地层压力。

表1 油藏压力评价表

		好	较好	中等	较差	差
油层压力 MPa	烃类气	15~20	20~25	25~30	30~35	> 35
			12~15	10~12	8~10	< 8
	二氧化碳	30~35	35~40	40~45	45~50	> 50
			20~25	18~20	18~15	< 15
	氮气	35~40	40~45	45~50	50~55	> 55
			30~35	25~30	20~25	< 20

3.5 孔隙度

油藏岩石的孔隙度反应了岩石的渗透性,同时反映了岩石的储集能力。但是孔隙度太大会造成驱替剂超覆流动和指进现象,不利于注气开采。在采用重力稳定驱时,油藏孔隙度选择 $6\%\sim 31\%$ 。

3.6 油藏温度

注气开采一般不适合较高或者较低的温度,因此在开发过程中应选用一个合适的温度。

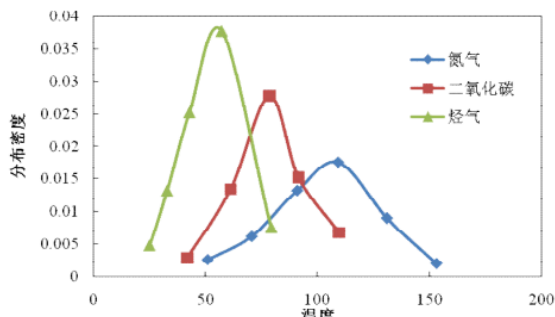


图3 油藏温度分布区间

4 注气开发方式

注气开发方式主要取决于气源条件和储层情况,储层情况主要包括混相条件、地层压力和温度以及发育程度等情况。其次,地层中所蕴藏的气源是注气开发时主要考虑的气源。

4.1 混相气驱

混相驱是将两种或者两种以上的流体按照任何混合,但是各自保持单一均匀介质。混相驱分为烃类混相驱和非烃类混相驱,烃类混相驱包括液化石油气驱、富气驱、高压干气驱,非烃类驱包括 CO_2 和 N_2 驱。

采用混相注气驱的油藏一般具备以下要求:①具有完整构造,断裂系统不发育;②储层厚度一般 $< 200\text{m}$,且具有较好的连通性;③储层之间发育有较好的非渗透

层,且无高渗透层存在;④油藏埋深超过 2500m ;⑤混相压力一般高于油藏饱和压力,低于地层压力;⑥气源充足,能够满足注入需求。

4.2 水气交替注入

非均质性较强和裂缝性储层的油田不适合水汽混注的方式,除此之外的地质构造都可以采用油水共注的方式进行生产。实践中也证明了这是一种效果显著的方法,既控制了驱替前缘的不稳定性,又能降低驱替过程中的流度比。合理的调整水气交替注入周期、水气比、注入速度和井距可以有效提高水气交替注入的效率,有利于提高原油的采收率。这种方法开采实践中也发现了一些问题,比方气水混注可能导致油相有效渗透率骤降,从而影响石油产量。

4.3 注气吞吐

含油饱和度 $> 40\%$,且封闭性良好,层间不串槽是蒸汽吞吐的所必须具备的条件。油藏原油密度越低,地层压力越大,注入气体的溶解度越大,单井吞吐的效果越好。在蒸汽吞吐的过程中,尽量将注入气注入到主力地层中,可以提高注气效果。

4.4 注重力排驱

注重力排驱将混相驱中的重力分异缺点转化为优点,减少了粘滞力和重力指进,增加了波及系数。适合重力驱的地质条件是:①油层有气顶,能够较好的聚集气体;②储层内无泥岩夹层,能够保证气顶发挥垂直驱替作用,提高采收率。

4.5 非混相驱

不能达到最小混相压力的油藏开采属于低油藏压力开采,我们只有根据油田实际情况选择注入压力,非混相驱替的最大优点就是不使注气与原油达到混相就可以进行开采,上相流体早期突破,因此原油采收率很低。

5 总结

低渗透油藏在日常开采过程中难度较大,弹性开采会造成地层压力的衰竭,常用的注水开发很难达到理想开采效果,这样会对油藏资源造成了极大的浪费。合理注气开采方式可以很好的提高油藏的采收率,本文就低渗透油藏的开发特征、注气开发的适应性、注气类型的筛选、注气开发方式等方面进行阐述。希望本文能对该领域的发展做出一些贡献。

参考文献:

- [1] 管云刚. 低渗透油藏注气开发研究与实例 [D]. 沈阳: 东北石油大学, 2015.
- [2] 刘日强. 低渗透油藏提高采收率方法及应用综述 [J]. 吐哈油气, 2004, 9(2): 112-116.
- [3] 李道品等. 低渗透砂岩油藏开发 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1997.

作者简介:

赵金龙 (1982-), 籍贯: 黑龙江双城, 学历: 本科, 工程师, 科员, 研究方向: 采油采气工程。