

高含水期油田采油工艺技术的调整策略

赵 璐

大港油田第六采油厂 河北 沧州 061100

摘 要：高含水期油田面临诸多开发挑战，需调整采油工艺技术。调整目标涵盖提高采收率、降低含水率及控制成本。为实现目标，采取一系列调整策略：注水调整策略通过优化注水方案、参数及应用智能注水技术，提高注水效果；采液调整策略包括合理优化生产制度、精准堵水调剖等；分层采油技术针对油藏纵向非均质性实施差异化开采；化学驱油技术利用化学剂改变油水界面性质；水平井与分支井技术则扩大井筒与油层接触面积。这些策略共同助力高含水期油田高效开发。

关键词：高含水期；油田采油工艺；调整策略

引言：在油田开发进程不断推进，逐步迈入高含水期阶段后，油藏的地质条件、流体性质等状况均发生了极为显著的变化。这一时期，油井产液中水的占比呈现出急剧上升的趋势，高含水特征愈发明显。如此状况给油田的稳产以及高效开发带来了前所未有的严峻挑战。传统的采油工艺技术在此情境下显得捉襟见肘，面临着油水分离难度大幅增加、设备长时间高负荷运行导致效率降低以及生产过程中对环境影响加剧等诸多困境。鉴于此，对高含水期油田采油工艺技术展开调整与优化工作已刻不容缓。

1 高含水期油田采油工艺技术概述

在油田开发迈向高含水期阶段，挑战接踵而至，采油工艺技术成为保障持续稳定生产、提升采收率的核心要素。从采油方式来看，机械采油占据重要地位。抽油机凭借结构简单、工作可靠的特性广泛应用，但在高含水期泵效易受影响，通过优化参数，可维持其正常生产。电潜泵排量大、扬程高，适用于高产量、高含水油井，然而其易损坏、维修成本高的问题不容忽视。螺杆泵举升性能优越，能很好地适应高含砂、高粘度流体，在特定油田展现出显著优势。注水是保持地层压力、驱替原油的重要手段，但在高含水期，精细控制至关重要。精细注水技术可精准分配水量，避免无效注水；注水井调剖与堵水技术能有效封堵高渗透层，调整吸水剖面，防止水窜，进而提高水驱效率^[1]。压裂和酸化技术可改善油层渗透性、提高产量，但在高含水期，需结合油层实际情况进行优化改进，平衡好有效性与经济性。集输工艺技术负责原油和水的收集、输送、处理。高含水期原油集输面临管道腐蚀、能耗增加等问题，需优化集输流程，改进原油脱水和污水处理技术，以实现高效、环保的集输。

2 高含水期油田采油工艺技术调整目标

2.1 提高采收率

2.1.1 创新驱油体系以提升驱油效能

高含水期油田剩余油分散且动用难度大，传统驱油体系效果有限。研发创新驱油体系是关键，比如合成新型耐温抗盐聚合物，它能在复杂油藏环境下保持良好性能，增强对剩余油的携带能力。同时，结合纳米驱油技术，利用纳米颗粒的特殊性质，降低油水界面张力，改变岩石润湿性，使原油更易从孔隙中流出。通过这些创新驱油体系，能够扩大驱油波及范围，深入驱替微观孔隙中的剩余油，显著提高采收率，为油田开发带来新的活力。

2.1.2 实施精准注水以优化驱替过程

高含水期注水易出现无效循环和水窜现象，实施精准注水迫在眉睫。借助先进的测井和监测技术，精确划分油层，了解各小层的吸水能力和产油能力。在此基础上，采用智能分层注水工艺，根据实时监测数据，动态调整各层注水量，确保注入水均匀推进。此外，运用数值模拟技术，模拟不同注水方案下的驱替效果，优化注水参数，使驱替过程更加高效，提高水驱波及效率，从而增加可采储量。

2.1.3 发展三次采油技术以挖掘深层潜力

常规采油技术在高含水期面临瓶颈，发展三次采油技术成为必然选择。化学驱技术不断创新，如研发新型表面活性剂，提高其耐温耐盐性能，增强与原油的相互作用。热采技术也在持续改进，如采用超临界二氧化碳辅助蒸汽驱，降低原油粘度，提高热传导效率。微生物驱油技术也在不断探索，通过基因工程改造微生物，使其产生更有效的代谢产物，改变油藏环境。这些三次采油技术的发展，为挖掘高含水期油田深层潜力提供了有

力支持。

2.2 降低含水率

高含水期油田生产中,含水率过高不仅影响原油产量,还增加生产成本与处理难度。一方面,可优化注水工艺。精准控制注水量与注水压力,避免过度注水导致水窜。采用分层注水技术,依据各油层特性,精确分配水量,使注入水均匀推进,减少无效注水循环,降低含水上升速度。另一方面,加强堵水调剖措施。针对高渗透层或大孔道,运用化学堵剂进行封堵,调整吸水剖面,迫使注入水转向中低渗透层,扩大水驱波及体积,提高驱油效率,减少产水量。合理控制油井生产压差,避免过大压差引发底水锥进或边水舌进^[2]。实施间歇开采、周期注水等制度,使油层压力场得到调整,改善油水运动规律,降低含水率。同时,借助先进监测技术,实时掌握油藏动态与油水分布情况,为工艺技术调整提供科学依据。通过以上多方面的综合调整,有效降低高含水期油田的含水率,提高油田开发效益。

2.3 控制成本

在高含水期油田开发中,控制成本对于保障油田经济效益至关重要,可从以下几方面着手:①优化设备选型与维护。选用高效、节能且耐用的采油设备,降低设备购置与运行成本。加强设备日常维护保养,减少设备故障率,延长设备使用寿命,降低维修与更换成本。②精准调整注水参数。通过精细注水技术,根据油层实际需求精准控制注水量和注水压力,避免过度注水造成的能源浪费,降低注水成本。③合理规划生产制度。依据油藏动态和产能情况,科学制定油井生产制度,避免不合理生产导致产量下降和成本增加。例如,通过优化生产压差,实现油井高效生产。④应用先进技术降耗。引入智能化采油技术,实现生产过程的自动化控制与优化,减少人工操作,降低人力成本。同时,利用节能技术降低能耗,如采用高效电机、变频调速等。⑤加强物资管理。优化物资采购计划,降低采购成本。加强物资库存管理,减少库存积压和浪费,提高物资利用率。通过以上措施,有效控制高含水期油田采油成本,提升油田开发效益。

3 高含水期油田采油工艺技术调整策略

3.1 注水调整策略

3.1.1 注水方案优化

高含水期油田油藏非均质性愈发严重,传统注水方案已无法契合开发需求,在此背景下,对注水方案进行全面优化迫在眉睫。优化过程需紧密围绕油藏地质特征与剩余油分布规律展开。借助精细地质研究,精准把握

各油层在吸水能力和产油能力上的差异,进而实施分层注水,为不同层位量身定制差异化注水策略。此外,充分利用数值模拟技术,提前预判不同注水方案下油藏的动态变化,从中筛选出最优方案。通过这一系列举措,可让注入水在油藏中更均匀地推进,有效扩大波及体积,显著提高水驱效率,进而增加油田的可采储量,保障油田的持续稳定开发。

3.1.2 注水参数调整

合理的注水参数是提升注水效果、保障油田高效开发的核心要素。在实际操作中,需依据油藏压力、温度、流体性质等关键因素,对注水压力、注水量、注水速度等参数进行科学且动态的调整。当油藏压力降低时,及时提高注水压力,为地层补充能量,维持油藏压力平衡;针对高渗透层,适当减少注水量,防止过早出现水淹现象,保护油层潜力;同时,结合油井实际生产状况,精准把控注水速度,保障油井稳定生产。通过这一系列精细化的注水参数调整措施,能够实现注水与采油的完美平衡,显著提高油田开发的整体效益,推动油田持续、高效、稳定发展。

3.1.3 智能注水技术

随着科技的日新月异,智能注水技术为高含水期油田注水开辟了全新路径。该技术巧妙借助传感器、物联网等前沿科技,对油藏压力、含水率、注水量等关键参数展开实时监测,并将采集到的数据精准传输至智能控制系统。系统依据预设算法与模型,自动深入分析数据,依据分析结果实时调整注水参数,达成注水过程的智能化精准控制。智能注水技术可快速响应油藏动态变化,显著提升注水精度与效率,同时有效降低人工操作成本,为高含水期油田的高效开发提供了坚实有力的技术支撑。

3.2 采液调整策略

在高含水期油田开发进程中,合理有效的采液调整策略对于提高采收率、控制成本至关重要。①精准调控生产制度:依据油藏动态监测数据,结合油井产能,精细调整生产压差与采液速度。避免因生产压差过大引发底水锥进,减少无效采液,依据油藏压力变化,合理控制采液强度,维持油藏能量平衡,保障油井长期稳产。②实施分层采液技术:鉴于油藏纵向非均质性,采用分层采液工艺,利用封隔器等工具将油层分隔,针对不同层位含水率差异,实施差异化采液。对高含水层,适当控制采液量;对中低含水层,加大采液力度,优化产液结构,提高整体采收率。③升级举升系统:根据油井产能与含水率,选用高效节能的举升设备,如电潜泵、螺

杆泵等。优化设备参数,提高举升效率,降低能耗,减少设备故障,保障采液作业的稳定运行。④强化油水分离管理:优化地面油水分离工艺,采用高效分离设备,提高油水分离效果。同时,加强污水处理与回注,实现水资源的循环利用,降低环保成本。⑤推进数字化管理:借助数字化技术,实现采液过程的实时监测与远程控制。通过数据分析,及时调整采液策略,提高采液调整的精准性与时效性。

3.3 分层采油技术

高含水期油田油藏纵向非均质性突出,不同层位剩余油分布差异大,分层采油技术成为挖掘潜力、提高采收率的重要途径。实施分层采油,需先开展精细油藏描述,综合运用测井、地震等多源数据,精准划分油层,明确各小层物性、含油性及压力特征。在此基础上,采用先进的分层工具,如可洗井封隔器、智能配产器等,将油层分隔为多个独立开采单元。针对不同层位特点,制定个性化开采方案。对高含水层,实施温和开采策略,通过降低生产压差、控制采液速度,减缓水淹进程,保护剩余油资源;对中低含水层,则加大开采力度,优化生产参数,提高采液强度,充分释放其产能潜力^[3]。同时,引入智能化监测系统,对各层位生产动态进行实时监控,包括产液量、含水率、压力等关键指标。基于监测数据,运用数值模拟技术,动态优化分层采油方案,确保油井在最佳状态下运行。

3.4 化学驱油技术

在高含水期油田开发中,化学驱油技术作为一种重要的提高采收率手段,发挥着关键作用。化学驱油主要利用化学剂改变油水界面性质、降低油水界面张力,提高洗油效率。常用的化学驱油方法包括聚合物驱、表面活性剂驱以及碱水驱等。聚合物驱通过向注入水中加入高分子聚合物,增加水的黏度,降低水油流度比,扩大波及体积,使驱替液更均匀地推进,从而提高原油采收率。表面活性剂驱则是利用表面活性剂的乳化、润湿反转等作用,降低油滴在岩石表面的吸附力,促进油滴从岩石表面脱落并随驱替液流出。碱水驱利用碱与原油中的酸性物质反应生成表面活性物质,起到类似表面活性剂驱的作用。在实际应用中,需根据油藏的地质特征、原油性质等因素,合理选择化学驱油方法及化学剂类型和浓度。同时,要充分考虑化学剂对油藏岩石、流体以及环境的影响,优化注入工艺参数,确保化学驱油效果

的最大化。通过化学驱油技术,可有效挖掘高含水期油田的剩余油潜力,延长油田生产寿命,提高油田开发经济效益。

3.5 水平井与分支井技术

在高含水期油田开发中,水平井与分支井技术为提高采收率提供了新途径。水平井技术通过在油层中钻出水平井段,增大井筒与油层的接触面积,提高油井的泄油能力。对于高含水期油田,水平井能够有效沟通油层中剩余油富集区域,尤其是那些垂直井难以波及的薄油层、低渗透带以及厚油层的顶部和底部。水平井的钻井方向可根据油藏剩余油分布特点进行优化设计,确保井筒穿过更多的剩余油富集区域,从而提高原油采收率。分支井技术则是在主井筒的基础上,钻出多个分支井筒,进一步扩大井筒与油层的接触范围。分支井可以针对油藏的不同部位进行开采,根据油藏的纵向非均质性,在含油饱和度较高的层位设置分支井,提高对剩余油的动用程度。在应用水平井与分支井技术时,需结合油藏地质特征、剩余油分布规律以及油井生产动态,进行科学合理的井网部署和参数设计。同时,要加强对水平井与分支井的生产管理,优化生产制度,确保油井高效稳定生产,充分发挥其在高含水期油田开发中的优势。

结语

未来,随着科技的不断进步和油田开发理念的持续更新,我们有理由相信,高含水期油田的采油工艺技术将迎来更加全面和深入的完善与优化。新兴技术如人工智能、大数据分析、纳米材料等将逐步融入采油工艺中,实现更加精准的油藏描述、高效的采油过程和最小的环境影响。同时,油田开发理念将更加注重可持续发展,推动采油工艺向更加环保、经济的方向发展。这些进步将为油田的长期稳定发展提供坚实的技术支撑,确保能源安全的同时,也为实现绿色、低碳的能源未来贡献力量。

参考文献

- [1] 庞凤春.油田高含水期稳油控水采油工程技术[J].化学工程与装备,2021(08):50+69.
- [2] 庞凤春.油田高含水期稳油控水采油工程技术[J].化学工程与装备,2021(08):50+69.
- [3] 王庆辉.特高含水油田的“硬稳定”之路[J].中国石化,2021(08):38-39.