

低渗透油藏压驱注水经营管理模式探索和实践

任泽樱

(胜利油田东胜精攻石油开发集团股份有限公司)

前言

低渗透油藏启动压力梯度大以及应力敏感性强的特点,在注水开发过程中由于启动压力大、压敏效应等特点使得注水难度大注水注不进、油井不见效产能持续下降,油藏稳产基础薄弱。东胜公司喉道半径小于 0.5 μm 的储量占 45%,低渗透油藏地层压力保持率仅 57.4%,水驱面临水井“欠注、注不进”、油井“采不出”等问题。开发特征表现为“六低”,单液低、单油低、单注低、采油速度低、采收率低、采出程度低,严重制约着低渗透油藏的效益开发,因此为提高低渗透油藏开发效果需要研究相应注水开发技术政策。

1 压驱注水实践获得突破

东胜公司主动作为、外出学习和科研技术攻关,采用大压差非对称耦合注采,破解低渗透油藏效益开发难题,大幅提高“两率”,开辟了低渗透油藏开发新技术。

牛庄油田牛 21 块砂体为半封闭形态,连通性好,层系单一,平均单层厚度 6m,具有一定的地质基础。试验区渗透率 7.8mD,孔吼半径 0.39 μm,原始地层压力 44.1MPa,压力系数 1.38,为中孔、低渗、常温、常压、构造-岩性油藏。区块油井和水井均已压裂,投产初期自喷生产,初期产能较高,平均单井日液 10.0t,日油 5.9t,含水率为 41.0%;水井 6 个月高压注不进,采用径向钻孔、酸化增注等措施均无效。因为无法补充能量,区块地层亏空不断加大,油井因缺少能量补充导致产能迅速下降,后期油井低效关停。牛 21-斜 4 井组包含 5 油 1 水,压驱注水前井组仅有 1 口井生产,单井日液 1.3t,日油 1.0t,含水率为 21.2%,采油速度为 0.1%,采出程度仅为 1.9%,油藏处于近废弃状态。2020 年 6 月率先在该井组采用撬装泵“大排量、大压差”压驱注水,55 天共注入 6 万方,最高日注量达到 2000 方。地层压力由 28MPa 提高至 38MPa,压力系数由 0.88 提高至 1.10。在压驱补能后,2020 年 7 月陆续扶停对应 3 口油井后,井组日液 12.3 吨,日油 8.7 吨,含水 29.3%。针对油井液量偏低现象,2020 年 12 月对主应力方向油井牛 6-斜 21 小规模压裂引效释放产能,为完善井网,核部油井牛 6-斜 21 井补孔归位,射孔后未压裂即自喷生产,自喷期 4 个月转抽作业,目前日液 9.2 吨,日油 8.8 吨,含水 4.3%,稳定自然产量达到区块压裂投产的 2 倍。

试验初步取得成功后,公司把压驱注水作为改善低渗透油藏开发效果的技术,按照“循序渐进,不断探索;深化认识,逐步推广”思路不断在不同沉积类型油藏中进行推广。在矿场实施中,通过利用高压撬装泵适当提高注入压力和注水强度快速补充地层能量、灵活机动、多轮次注入、与区块注采完善、低效治理、老井扶停有机结合等方式,改善低渗透油藏的开发效果。

2 低渗透油藏压驱注水经营管理实践模式

牛 21-斜 4 井组压驱注水试验成功后,意味着压驱注水技术使得低渗透油藏从存量里做出增量成为可能。

东胜公司提出的用创新的思维“认识油藏”,用先进的技术“解放油藏”,用一体化运作“服务油藏”的部署,利用“压驱+”大幅提高低渗透油藏采收率,通过压驱注水人工打造自喷区块,实现低渗透油藏 8000 多万吨的低液低速低能的储量“喝饱水、憋足劲、多产油、高效益”,全力打造东胜压驱品牌。

任何新生事物都有一个认识 and 发展的过程,压驱技术的落地生根也有一个非常艰难的历程,从井组优选、方案编制、设备选型、井口配套、管柱优化、压驱选型、电力配套、水源选择、安全监督等,东胜公司不断探索获得了宝贵的经验和教训,构建自己的压驱经营管理模式。

3 低渗透油藏压驱注水经营管理实践模式的做法

公司深入推进一体化协同理念,更加注重低渗透油藏注水开发方式的转变,建立压驱一体化运行机制,完善东胜公司压驱管理网络体系和责任,确保压驱工作的高效开展,成立压驱工作项目组确保各部门、各环节有序推进实施工作。

3.1 强化责任分工,完善工作流程,夯实压驱管理机制基础

各生产和经营管理部门协同合作,生产与经营、工程与地质、技术与经济集于一体,贯穿于生产经营的全过程形成一套完整有效

的经营管理体系,为实现油藏生产管理向油藏经营管理的根本转变。

3.2 推进流程管理,实时跟踪调整,联合开展科技研发攻关

目前压驱技术支撑东胜公司低渗透油藏开发储量价值最大化的重要技术,压驱注水快速补能技术,要从制度、流程着手,要把业务流、管理流、监督流三流合一,推动管理制度流程化、流程表单化、表单信息化,形成有效的管理体系。通过实施压驱井组获取的经验及认识,形成了从压驱前选区选井到压驱后采出端引效一套完整的压驱工作管理体系。

1、精细油藏描述,深化油藏认识,夯实油藏管理基础

选区前应对各个区块的构造特征、沉积特征、储层物性、微观孔隙结构、储层展布、地应力及裂缝分布、压力和温度系统、区块井组开发状况、存在问题及压驱适应性评价等进行详细分析。压驱选井按照先易后难的顺序有序推进;先选择较为封闭的断块开展试验然后在半开启断块进行推广试验;先在厚层浊积岩区块进行试验,后特低渗薄互层区块。

2、抓实资料录取,实施跟踪分析,夯实注采调整基础

东胜公司从实际情况出发,根据已实施的油藏取得的经验认识结合各区块的开发地质特点,按照“一块一案、一井一策”的原则,从油藏设计到工艺、地面以及效益评价上,规范编制压驱注水方案,已便达到开发地质清、油藏设计明、工艺优化精、地面保障准、效益预期好的目的。

3、院校现场交流,关键技术剖析,联合开展科技攻关

针对压驱矿场实施机理、注入量如何设计,水井压力扩散规律、油井不均衡引效如何引效、特低渗透油藏压驱注水适用性研究等问题与科研院校研究讨论集中攻关;针对现场压驱动态响应矛盾,地质油藏深度结合,依托建模数模工作,分析复杂开发问题。通过院校现场交流,关键技术剖析形成东胜公司特低渗透油藏压驱注水技术,指导特低渗透油藏的有效开发,增加该类油藏可采储量,对实现油藏高效开发具有十分重要的意义。

3.3 规范施工流程,风险分级管控,提升现场安全管理水平

压驱注水为高压大排量注水技术,施工现场主要有压驱泵撬、高压管线、注水井口等高压设备,存在高压刺漏风险,同时,对应油井受效后,也具有井口压力升高等等井控风险。东胜公司对压驱设计、油井分级管控、安全技术交底、开工验收、过程管控、完工管理等各节点工作严格管控,切实做到压驱施工全过程安全清洁生产。

4 构建低渗透油藏压驱注水高效开发与经营管理实践模式的效果

压驱注水明显改善了低渗透油藏的开发效果,第一解决了低渗透油藏“注不进”的难题,最高注入压力 49MPa,最高排量 1.5m³/min,最大日注量达 2000 方;第二压驱注水能够有效补充了地层能量,压驱注水后 67.3%油井液面回升,对比动液面变化情况,平均动液面回升 175m;第三压驱有效改善了油井供液状况,压驱注水后 90.4%的油井单井日液稳定或增长,初期平均单井日液上升了 2.6t/d,含水小幅上升(上升 2%),截止目前大部分油井液量保持平稳,改变以往低渗透油藏液量持续下降的状况。

压驱增能效果明显,但油井受效不均匀;不同沉积类型压驱效果不同,其中浊积砂体较为封闭、厚度大、连通好,压驱效果相对较好;滩坝砂中正理庄后期控制排量微压驱、流线调整压驱效果较好。下步为了进一步探索压驱适用的油藏类型及开发规律,深化压驱机理研究,继续在浊积岩、滩坝砂、扇三角洲等不同沉积类型油藏推广应用,建立低渗透油藏压驱注水效益开发技术序列。

参考文献:

[1]李承龙, 赵国忠. 基于压敏效应的变启动压力梯度面积井网产量计算模型[J].断块油气田, 2020, 27(3): 327-334.
 [2]李承龙, 李敏, 何鑫迪. 基于压敏效应的变启动压力梯度渗流模型[J].大庆石油地质与开发, 2021, 40(1): 81-89.
 [3]许寻, 李中超, 刘广英, 等. 深层高压低渗透砂岩油藏储层应力敏感性模型及开发指标变化规律——以文东油田为例[J].油气地质与采收率, 2020, 27(6): 122-129.