

以新开发理念 引领开发新实践

□姚秀田

想得远,才能走得远。面对现阶段老油田开发的矛盾,要敢于打破思想禁锢,突破规律束缚,用系统观念分析问题,用辩证思维谋划发展,以新开发理念引领开发新实践。

没有动用不了的储量、开发不好的油藏,只有解放不了的思想。断块油田具有天然的地层倾角和天然的水重力分异作用,使得剩余油会自然向高位富集,开发后期优势明显优于整装油藏,采收率可突破70%。单井采单层是特高含水期最有效开发手段。油藏存在着储层渗透性、原油黏度、地层能量和含水“四大层间差异”,多层合采会导致层间矛盾突出,而单井采单层,最大程度消除了层间干扰,通过“一井专用”释放每个小层潜力,辅以换层开采技术,按“轮采轮休”开发模式可实现效益动用与连续生产的统一。

所有套损井都可以修复,所有长停井都可以扶停。老油田进入开发后期,停产停注井逐渐增多,造成资源闲置浪费、储量资源井控变差、油藏开发效果变差。搞开发最大的障碍就是惯性思维,认为“以前就是这么干的”“这种井就是治不了”,随着工艺技术进步,只要井口在,就可以再利用。近几年,孤岛采油厂形成了完善的低成本井筒重建和井网完善技术,累计治理253井次。实践证明,只要突破惯性思维,坚持地质工程一体化治理,套损井、长停井依然可以创造大效益。

(作者为胜利油田孤岛采油厂厂长)

中国石化断块油藏 开发进展与发展方向

□侯 振

断块油藏是指被若干断层将储集体从各个方向切割成孤立断块而形成的砂岩油藏,根据含油面积可进一步细分为一般断块(面积大于1平方公里)、复杂断块(面积大于0.5平方公里)和极复杂断块(面积小于0.5平方公里)。

中国石化已开发油田涉及整装、断块、低渗致密、页岩油、碳酸盐岩油藏等多种类型,其中以断块油藏的动用储量和年产油量规模最大。截至2022年底,中国石化断块油藏动用储量24.42亿吨、年产油量934万吨,占比分别为31.2%、26.4%。

断块油藏具有构造碎、层系多、非均质性强特征。例如济阳凹陷的断块油藏,构造碎,被切割成大小不一的362个自然断块,单块面积在0.01~3.7平方公里,平均0.225平方公里;层系多,含油小层一般为20多个,最多达150个;非均质强,油藏层间渗透率级差一般为28倍,最多达340倍。

经过40多年开发,中国石化在断裂低序级断层精细刻画及建模、单砂体沉积微相精细刻画、微观剩余油表征及优势渗流通道动态建模、多靶点水平井等方面取得了长足进展,形成了断块油藏立体开发调整、分区调控、注采耦合和人工边水驱等开发技术。

截至2022年底,中国石化断块油藏可采储量采出程度92%,综合含水率92.6%,已处于特高含水阶段。根据中国石化第五次注水调查结果,断块油藏层间吸水不均衡、动用状况差异化,剩余油“普遍分布、局部富集”,下一步应重点加强以下三方面的工作:

一是持续强化剩余油高效挖潜。加强精细三维地震资料应用,深化构造及储层研究,精准落实剩余油局部富集区分布,利用侧钻井、补孔等低成本技术,实现高效挖潜,提高储量平面及层间动用程度。

二是提升特高含水期水驱质量。加强低序级断层刻画、单砂体沉积微相精细描述,优势渗流通道识别等综合研究,在强化细分注水等工艺配套的基础上,攻关应用智能注采工艺技术,完善恢复井网,增强水驱开发后期开发效果。

三是加快大幅提高采收率技术攻关。应持续迭代提升立体开发、人工边水驱、分区调控、注采耦合等成熟开发技术水平,完善高温高盐断块非均复合合驱技术,攻关高含水期断块流场调控、复杂断块压驱等技术,探索油藏-井筒-地面一体化智能注采调控、水-剂-气-泡多元协同等技术。

(作者单位:石油勘探开发研究院)

思想破冰,没有开发不好的油藏

胜利油田孤岛采油厂打破条条框框的限制,用辩证、发展的眼光看待油藏,高含水的断块油田产量实现“四年四级跳”,多项开发指标向好



胜利油田孤岛采油厂员工在星123井组查看就地分采注水装置运行情况。李超君 摄

□本报记者 王维东
通讯员 陈天婧 温宇倩 原 俊 李超君

论体量,它不到胜利油田孤岛油田4.74亿吨探明石油储量的零头,只有0.62亿吨。

论增量,它挑起了原油产量向上的箭头,2022年,孤岛采油厂超产3万吨,它占了2.1万吨。

它是孤岛采油厂断块油田。一张断块油田各项开发指标的柱状统计图显示:过去4年,孤岛采油厂断块油田实现“四年四级跳”,2022年产油29.3万吨,比4年前增加了4.6万吨,自然递减率、含水上升率等多项指标向好。

从“一条腿走路”到“两条腿跑步”

作为胜利油田亿吨级油田“家族”的一员,孤岛油田是名副其实的“大块头”,坐拥4亿多吨储量家底。

自1972年发现以来,孤岛油田经历了常规水驱、稠油热采和化学驱采油,创造了连续12年年产500万吨以上、连续21年年产400万吨以上、连续41年年产300万吨以上的辉煌业绩,累计产油1.76亿余吨,是国内整装油田高效开发的“模范生”。

一路高歌猛进之后,孤岛油田进入了高采出程度和高采收率阶段,效益稳产的矛盾愈加突出。

稠油是孤岛油田主力开发油藏,近1/4的储量贡献了超1/3的年产油量。孤岛采油厂地质所所长王冉冉说:“经过多轮次蒸汽吞吐开采,稠油单元普遍面临套损严重、能量衰减、产量递减等问题,年产量从鼎盛期的118万吨跌落到最低的88万吨。”

转型迫在眉睫。2020年,孤岛采油厂调整开发战略,拉开了稠油热采向化学驱转型的序幕。

化学驱是老油田提高采收率的“撒手锏”技术,也是孤岛采油厂的看家本领。1992年,作为胜利油田化学驱“试验田”,孤

岛油田中一区馆3区块探索聚合物先导试验,30年间,从聚合物驱到二元复合驱再到非均相复合驱,化学驱技术在试验区不断迭代升级,成功挑战了60%的采收率极限。

目前,孤岛采油厂化学驱覆盖储量2.73亿吨,累计增油超2000万吨,是中国石化最大的化学驱采油基地。

换挡不失速。王冉冉说,稠油热采长年累月注少采多,地层能量被“掏空”,由热采转化学驱,需要对稠油油藏注水补能,重新构建注采井网,部分油井改水井,产量难免受到影响,而采出程度只有27.5%的断块油田,具有巨大的开发潜力。

断块油田支撑了孤岛采油厂转型开发过程中的稳产上产,发挥断块油田的“调节阀”作用,可为战略转型争取更长的时间和更大的空间。

在孤岛采油厂厂长姚秀田看来,全面高质量发展不能有“瘸腿”,如果说过去依靠整装油田“一条腿走路”,引领了整装油田高效开发,未来就要坚持整装油田、断块油田“两条腿跑步”,打造全面高效开发的典范。

断块油田不是低采出程度的“代名词”

散、碎、小,专注断块油田开发的孤岛采油厂地质所开发四室副主任文章用一个“抠”字形容此类油藏的开发之难。

垦西油田星71断块属于典型的断块油藏,探明石油地质储量1244万吨,含油小层多达61个,具有断层多、含油气层系多、层间矛盾突出、油水关系复杂的特点,是“难啃的硬骨头”。由于长期采取多层合采的开发策略,众口难调,含水率“狂飙”至93.8%,陷入低速低效开发期。

“大锅饭”不合胃口,就“分灶吃饭”。按照地质物性相近的原则,孤岛采油厂把61个含油小层细分重组为4套开发层系,分层系完善注采井网,减少层间干扰、促进层间储量的均衡动用。经过几年调整,垦71断块年产量增加1万吨。

有的油田还“吃上小灶”。孤南油田也是多层构造油藏,35个含油小层,每层都是“水上漂油”。57口油井由于腐蚀严重、高含水等原因,停产井比例高达2/3,井网控制程度低,失控储量多。

为了最大限度挖掘孤南油田潜力,孤岛采油厂实行层间轮采轮休“倒班制”,单井采单层——开采低含水层时,高含水层剩余油二次富集,以逸待劳;当低含水层高含水了,换层开采,原生层“养精蓄锐”。

利用智能分采工艺,孤岛采油厂的“轮采轮休”开发模式实现了效益动用与连续生产的统一。2022年,孤南油田开井数由15口增加到30口,日产量从47吨跃升到峰值的151吨,年增油量1.53万吨。

“多层合采,表面上看控制了多层的储量,但实际上由于层间差异的存在,有些层反而出工不出力,甚至起反作用。单井采单层能够最大限度实现储量有效动用,累计产量高,是开采油藏的正确打开方式。”这是文章对“多与少”的辩证思考。

目前,单井采单层逐渐成为新投产井的“标配”。

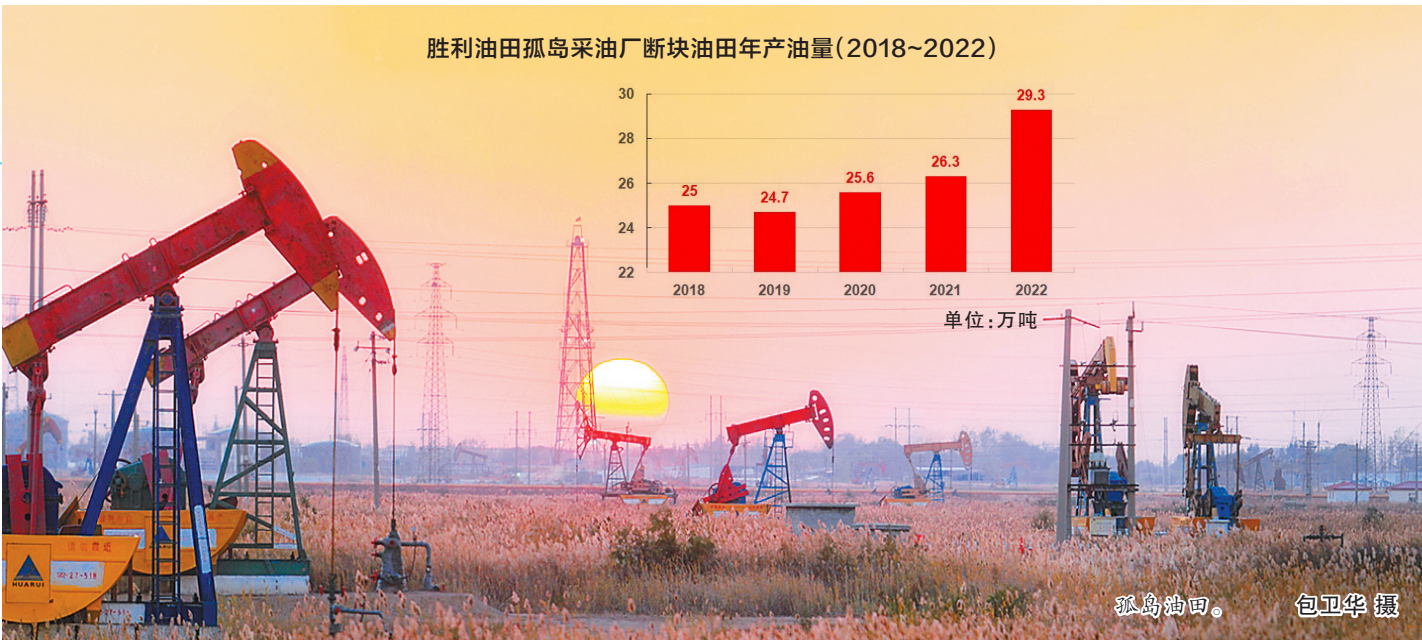
“断块油田不是低采出程度的代名词。”姚秀田说,“没有油藏条件的好坏之分,只有开发水平的高低之别。”

河滩油田曾经采用腰部注水、高部位采油的开发模式,采收率只有42.3%,含水率高达95%。开发人员采用高部位采油、低部位注水,在人工仿强边水驱技术的助攻下,尽管连续8年无新井投产,但连续7年产量稳中有升,采收率提高到54.3%,采出程度达50.41%,创胜利油田断块油田高效开发纪录,成果两次获得集团公司油气高效开发专项奖励。

思想破冰,行动才能突围

黄河之洲,垦123断块的5口油井望着眼前奔腾不息的河水,只能“望河兴叹”,“喊”了6年“渴”。

垦123断块地处孤岛油区边远位置,地



中原油田

□杨 敏

“文38块日产量达到74吨,产量快翻了一番。”4月13日,中原油田文留采油厂地质研究所文中开发室主任张俊杰看着月度报表说,“这个区块是‘金娃娃’,去年以来产量不断增加。”

文38块是典型的断块油藏,是文西1、2号断层所夹持的地垒式断块。由于西倾大

块块动用 层层水驱

断层的作用,地层层生了一系列东倾的小断块,将文38块切割成几个长条状小断块,形成了一系列长条状反向屋脊式圈闭。“这类油藏平面上分布散、纵向上不叠合,开发难度大。”张俊杰说。

为实现文38块块块动用、层层水驱,技术人员分层系找出各断块存在的问题,文38沙二下断块的问题是井损严重,井网极不完善,水驱储量损失严重;沙三上断块存

在的问题是主力层高含水,流线固定,注入水低效循环……找准问题,他们因地制宜,“一块一策”精细部署调整方案,重点针对井况差、储量损失严重的潜力单元,综合应用井网优化、注采优化、流场优化等手段,加大综合治理力度。

经过一年多治理,文38块各断块均实现有效动用,水驱控制程度由68.2%提高至89.5%,采收率由36.1%提高为近40%。

江苏油田

□徐博 谕 闻 刘 健

4月14日,江苏油田吴堡断裂带周庄地区高效滚动再传佳讯,周4-01斜井投产次日产原油5.5吨,成为老区扩边又一口高产井。

周4-01斜井是高部凹陷吴堡断裂带一口滚动勘探井,构造破碎,精细刻画难度大。研究人员在对周庄北地区全面梳理排查中,发现在高产油区旁边还有两个新的

微幅度构造高带,便部署实施了该井。

近年来,江苏油田成立滚动攻关项目组,扎实推进对低幅度、小断块的地震精描工作,确保老区滚动打出高效井。

“我们围绕富油区带,一边滚动增储,扩大增量,寻找新的接替区块;一边针对老区开展油藏动态分析,控制递减率。”江苏油田勘探开发研究院开发一室党支部书记刘健说。今年一季度,研究人员深化低幅度圈

闭精细刻画,强化区带构造样式和成藏规律性认识,在周庄、永安、富民、海安等地区开展滚动评价,发现周4、永50西、富17北等多个潜力区块,各区块预计新增优质可动用储量30万吨以上。

同时,他们加快产能建设节奏,积极开展井位论证和优化部署,在富125、沙26等断块论证通过18口井的井位,预计新建年产能2.3万吨。

链接

“三三二一”立体开发 助力断块油藏高效开发

规模断块“三项长效”

层系细分重组:对河滩油田和垦71断块开展韵律层细分,小层评价,层系变相近组合为相似组合,降低层间干扰,提高单元最终采收率。

分层构建分注采井网:在层系重组的基础上,分层系建立注采井网,减缓层间干扰,提升水驱储量控制程度。

分类匹配注采调整方案:针对主力层采用边水驱井网,低注高采,强注强采;非主力层建立矢量井网,针对性调整周期。

失控断块“三项升级”

大位移多靶点钻井技术:在孤南2块滚动扩边过程中实施4口多靶点大斜度定向井,有效提升层块储量的控制程度。

拔套管侧钻技术:首先在孤南油田152断块规模应用,实施4口井均收到较好效果,后期在垦71块开展应用,有效解决了整个区块油井套管腐蚀的问题。

换层轮采技术:针对含油面积小、注水水管和边水易突破的井组,采用轮采、轮注,抑制含水上升速度,提升采收率。

失衡断块“两项优化”

灵活注采调整技术序列:针对垦622-761块易水窜的特点,开展周期注水、耦合注水、流线调整等工作,探索形成灵活注采调整技术序列。

压驱、增压注水技术:针对孤岛地区能量低的封闭小断块和亏空严重小断块,利用高压压驱技术实现快速补能,开发提效。

低效断块“一项治理”

油藏-工艺-地面一体化治理:针对地面注采配套不完善、采油速度和采出程度低的单元,在油藏上总体规划,针对性配套工艺,地面整体提升,一体化改造实现单元开发提效。