

责任编辑:秦紫函  
电 话:59964339  
邮 箱:  
审 校:张春燕  
版式设计:王强 赵博



周“油”列国  
油 事 精 彩

## 以新发展理念 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,以新发展理念引领开发新实践。

没有用动不了的储量、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油水重力分异作用,使得剩余油会自然向高部位富集,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“一井上升”释放每个小层潜力,辅以接层开采技术,按“轮采轮休”开发模式可实现效益动用与连续生产的一致。

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基本井筒重建和井网完善技术,累计治理253口井。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%。

断块油藏具有构造破碎、层系多、非均质性强的特征。例如济阳坳陷的断块油藏,构造破碎,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、动用状况差异大,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相复合驱技术,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



李超君 摄

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。

换挡不减速。王冉常说,稠油热采长年累月注水多,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“散”字形容此类油藏的开发之难。

垦西油田垦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,口对口调,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”。按照储层物性相近的原则,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断块年产油量增加1万吨。

化学驱是老油田提高采收率的“撒手锏”,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

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,原生产层“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153万吨。

“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断块地处孤岛油田边远位置,地

面无注水井和输送管网配套,2016年投产以来,5口油井依靠地层天然能量维持生产。长期只采不注的结果是,垦123区块的开发效果江河日下。6年间,该区块的日产油量由20余吨降到5吨,处于低产低液高耗状态。

垦123区块采出程度只有5.1%,意味着还有近95%的原油滞留在地下。”指着地质图上大面积剩余油,孤岛采油厂油藏动态分析专家秦守栋十分惋惜。

2022年,孤岛采油厂对垦123断块实施采出液就地分水、就地回注工艺改造,在压驱注水技术的加持下,不仅减少了无效拉运量,而且解了油井的渴、补了区块的能,使油井“元气”大增,累计增油4600吨,实现了补能、增产、降费“一举三得”。

“思想破冰,行动才能突围。”姚秀田说,“搞开发最大的障碍就是惯性思维,不能总想着‘以前就是这么干的’,打破条条框框的限制,用辩证、发展的眼光看待油藏,才能有新突破。”

采油管理十区是孤岛采油厂唯一无集输管网的管理区。过去,无管输管网意味着油井无法提液,无注水管网则没法补充能量。如今,管理区树立“没有开发不好的油藏,只有解放不了的思想”的理念,大胆采用压驱注水、采出液就地分离回注等开发工艺,突破了“无管输不能注水”的思想禁锢,打破了地面配套不完善对提液生产的限制,连续两年保持产量箭头向上。

按照传统开发认知,含水率高达92.3%的孤岛采油厂处于特高含水开发阶段。但在姚秀田的字典里,没有“用高含水来定义开发阶段”的概念。高含水是一种现象,更是一种假象,也不是衡量油藏是否有潜力的标准,采出程度和采油速度才是评价油藏潜力的核心指标。采出程度高,采油速度可以适当放慢;采出程度低,就必须提高采油速度,提高采收率。

春日里的垦123区块万物复苏,嫩绿的芦苇破土而出,在阳光照耀下,芦苇和磕头机如影随形,等待新的生机。

## 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。

分层构建分注分采井网: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。

拉套管侧钻技术: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套管腐蚀的问题。

换层轮采技术:针对含油面积小、注水水驱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”

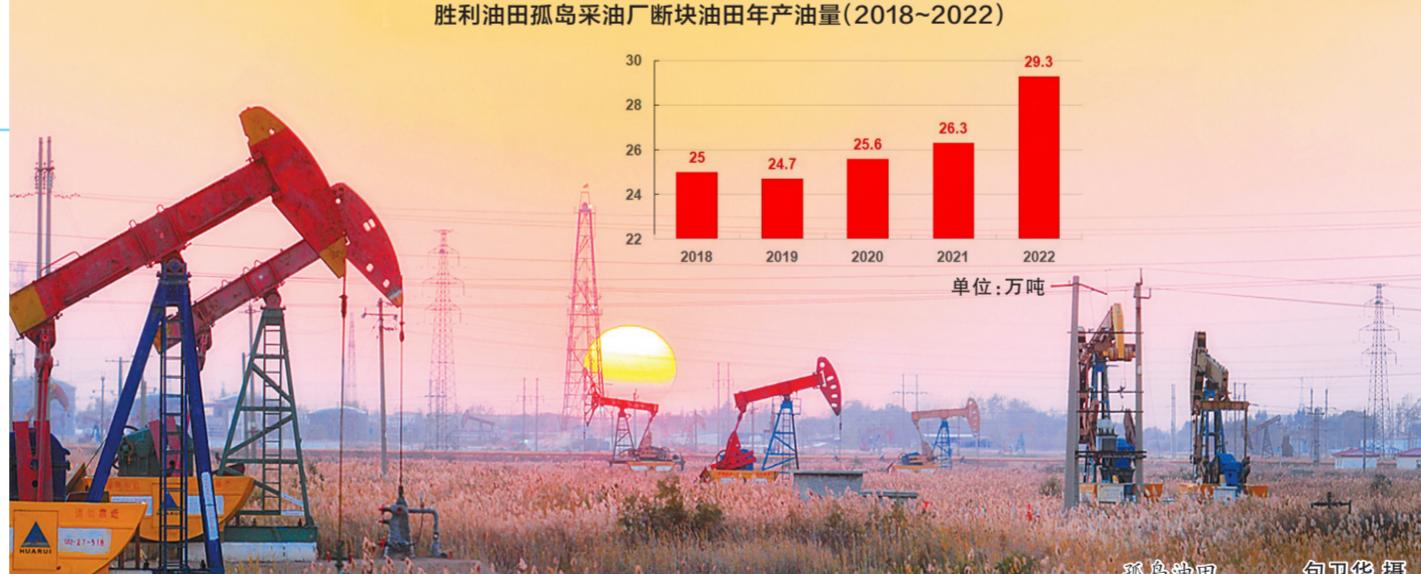
灵活注采调整技术序列:针对垦622-761块易水窜的特点,开展周期注水、耦合注水、线流调整等工作,探索形成灵活注采调整技术序列。

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,在油藏上整体规划,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。

胜利油田孤岛采油厂断块油田年产量(2018~2022)



## 中原油田 块块动用 层层水驱

□ 杨敏

“文38块日产油量达到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长。”

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

断层的作用,地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块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;文38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 效益滚动 打高效井

□ 徐博言 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斜井投产后日产原油5.5吨,成为老区扩边又一口高产井。

周4-01斜井是高邮凹陷吴堡断裂带一口滚动勘探井,构造破碎,精细刻画难度较大。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、小断块的地震精细评价,发现周4-01斜井附近有高产层。

“我们围绕吴堡油区带,一边滚动增储,扩

大增储,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,强化区块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4-01斜井附近有高产层。