

文章编号:1006-4095(2004)04-0027-03

卫东断层下降盘难采储量滚动勘探开发研究

周金保¹,尹太举^{2,3},肖毅⁴,高秀田¹,宋国英¹(1. 中原油田分公司勘探开发科学研究院,河南濮阳 457001;2. 中原油田分公司博士后工作站;
3. 中国石油勘探开发研究院博士后流动工作站;4. 中原油田分公司国际合作部)

摘要:卫东断层下降盘卫42块于1985年发现后,由于构造复杂、油层埋藏深、储层物性差、产能低等原因,一直未投入开发。近几年来,采取构造精细解释、储层压裂改造、上下层兼探等新技术、新方法,对该区从油藏地质、油藏工程、开采工艺等方面进行深入研究,逐步落实了构造格局及储层特征,搞清了油藏特征及储量规模,确定了开采方式,使该含油断块得到合理开发,并且发现一批新含油断块,取得了滚动勘探开发的良好效益。

关键词:难采储量;新技术;滚动勘探开发;东濮凹陷

中图分类号:TE313.347

文献标识码:A

1 油藏地质特征及勘探开发简况

卫东断层下降盘位于东濮凹陷中央隆起带北部濮、卫构造的结合部。断块平面上呈NNE-SSW向延伸,长约20 km,宽约1.5 km,面积约为30 km²。1985年在完成二维地震勘探基础上,部署了5口探井(卫42、卫43、卫48、卫68、卫69),其中2口井(卫42、卫68)试油获工业油流,据此上报卫42块新增探明含油面积2.7 km²,石油地质储量 320×10^4 t。上报地质储量的油层位于沙三中亚段3-4砂层组和8-10砂层组。

卫42块构造形态主要表现为由卫东断层及其伴生的北西倾向的小断层,构成反“Y”型结构,形成若干小型的反向屋脊断块。构造高点位于卫68井附近,地层东倾,倾角为20°左右(图1)。油藏类型为断块层状油藏,埋藏深度为3200 m~3750 m。储层岩性主要为浅灰色泥质石英粉砂岩、细砂岩,孔隙度12%~20%;渗透率 $(1 \sim 39) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。

卫42块先后有2口井(卫42、卫67)投产试采沙三中亚段3-4砂层组,投产初期日产仅2~4 t。该油藏发现后,从未作过深入的研究工作,对构造特征、油气分布及储量规模认识程度低,需进行油藏地质特征研究和油藏工程论证,进一步落实构造特征、油气分布情况和储量规模,采取适当的方式开采以求获得较高产能。

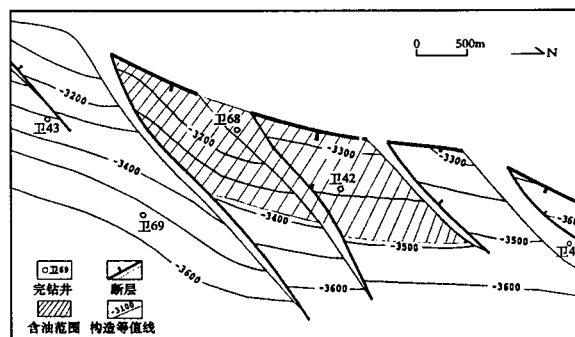


图1 卫42块1985年构造含油面积图

2 研究思路及采用的新技术

针对该块难采储量特点,按照“系统研究、整体解剖、优选目标、重点突破”的研究思路及“整体部署、分批实施、及时调整、逐步完善”的滚动勘探开发一体化原则^[1],深化该区油藏地质特征认识,利用先进的工艺技术,力争动用一定的石油地质储量,落实或发现一些新的含油断块,取得滚动勘探与滚动开发的良性循环。

2.1 充分利用三维地震资料和计算机技术,精细解释构造

三维地震资料在复杂断块油田构造研究上具

收稿日期:2003-12-04;改回日期:2004-01-19

作者简介:周金保,工程师,1996年生,1989年毕业于中国地质大学(武汉)地质专业,现从事油气田开发工作。电话:0393-4816047

有特殊的地质效果^[2,3]。运用先进的 Geoquest 人机联作构造解释系统,对该块整体进行了精细的三维地震资料解释,力求主测线与联络测线和水平切片相吻合,地震剖面与地质剖面相吻合,重新组合断层,在弄清本区构造形态及各级断层空间展布基础上,选择有利部位部署了卫 42-1 井,完钻后投产获 20 t/d 的商业油流。随即在卫 42-1 井南、北两侧分别部署了濮 82 井、卫 42-2 井,实施后均达到预期效果。

2.2 加强 RFT 测试新技术的应用,提高对油藏地质特征的准确认识

借助于 RFT 测试资料能确定油藏原始油水系统、估算有效渗透率、认识小断层发育、判断砂体连通情况、了解地层泥浆侵入等状况。

例如:RFT 资料显示卫 42 块沙三中亚段 3-4 油藏与卫 43 块沙三中亚段 3-4 油藏不是同一油水压力系统,两个油藏分属不同断块,证实了卫 69 断层的存在,验证了利用三维地震资料对构造解释的正确性,同时也验证了完钻井地层对比结果的正确性。

2.3 深层低渗透储层压裂改造技术

2.3.1 低渗透储层大型压裂改造技术

针对低渗透油藏的特点,大力推广应用大型压裂技术,改造低渗透储层的导流能力,提高油井生产能力。经过多年技术攻关,在压前地层评估、整体压裂优化设计、压裂材料研究、裂缝方向的控制等方面都有了较大的提高,形成一套比较完善的大型压裂技术体系。

如较早实施的滚动开发井卫 42-1 井,射开沙三中亚段 3-4 砂层组的 12 层 18.4 m 油干层,大型压裂后投产,日产油 20 t,比初期试采时的 2~4 t/d 有了很大程度的提高。

2.3.2 高能气体压裂技术

高能气体压裂是利用特定的发射炸药在井底爆炸产生高压、高温气体,使井筒附近油层中产生和保持多条多方位的径向裂缝。它具有成本低廉、工艺简单、增产增注效果好、对油层损害小、对环境无污染等特点。

钻探卫 43 块的滚动评价井濮 83 井,完钻后射开沙三中亚段 3-4 砂层组 3 358.5~3 416.6 m 井段的 13.2 m/6 层,地层测试日产油仅 4.47 t,采用高能气体压裂后,4 mm 油嘴试油,获得了日产 10.75 t 的商业油流,依此发现卫 43 块含油

圈闭,该块 1998 年上报新增探明含油面积 3.5 km²,新增探明石油地质储量 113×10⁴ t。

2.4 优化射孔工艺技术,既提高油井产能,又保护油气层

新井射孔采用中原油田自行研制的新型射孔枪 89-1 型,穿透能力达 90~120 mm,孔密达 16 孔/m,且发射成功率高。射孔后采用汽化水洗井,尽量减少井内液体中的固相颗粒进入油层。

2.5 井位部署上、下层兼顾,既降低了勘探风险,又提高了开发效益

卫 42 块沙三中亚段 8-10 油藏与沙三中亚段 3-4 油藏在平面上部分重叠,过去针对该油藏部署钻探的卫 68-1、卫 68-2 和部 5 井均未取得预期效果。通过滚动勘探开发研究,在保证沙三中亚段 3-4 油藏开发效果不受影响的前提下,有选择地部署濮 82、卫 42-8 等开发兼探井,均在沙三中亚段 8-10 砂层组钻遇油层,试采获工业油流。

2.6 开展老井油气复查,充分挖掘老井潜力,节省滚动勘探开发费用

过去在该区钻井过程中实施了大量高密度钻井液和压井液,对油气层造成了严重损害。同时,由于试油工艺及地质认识限制,影响了对部分老井的油层认识。随着滚动勘探开发的力度不断加大及新技术、新工艺的应用,综合多种地质资料,开展老井油气复查,挖掘滚动勘探开发潜力。

卫 43 井沙三中亚段 3-4 砂层组,1984 年完钻后电测解释为干层,试油获低产油流,通过开展老井油气复查,对 3 343.7~3 372.8 m 井段的 7 层 12.7 m 油干层重新压裂试油,6 mm 油嘴放喷,获得了 54 t/d 的良好商业油流。早先完钻的卫 69 井通过地质再认识和储层压裂改造,也获得较高产能(表 1)。

3 滚动勘探开发新认识

3.1 构造精细研究搞清了该区断裂系统和断块分区

过去认为卫东断层为一条,本次研究认为卫东断层是由彼此平行的 2~3 条断层组成的系列断层,是一条控制性大断层,不仅控制着该区构造格局,而且控制着该区油气的聚集。卫 69、卫 42-2、卫 48 断层将卫东断层下降盘分割为卫 43、卫 42、卫 350、卫 370 块(图 2)。

表1 卫42、43块沙三中亚段投产情况统计

区块	井号	砂层组	厚度/ m	层数/ 层	日产油/ t	备注
卫42块	卫42-1	3,4	19.2	12	20	新钻井
	卫42-2	3,4	30.9	19	16	新钻井
	濮82	3,4	28.2	15	20	新钻井
	卫42-4	3,4	23.2	14	14	新钻井
	卫42-5	3,4	33.7	23	17	新钻井
	卫42-8	3,4	14.3	7	8	新钻井
	平均				15.8	
卫43块	濮83	3,4	13.2	6	19	新钻井
	卫42-11	3,4	13.2	9	18	新钻井
	43-1	3,4	13.8	8	10	新钻井
	卫43	3,4	21.8	11	28	老井
	卫69	4	16.4	9	10	老井
	平均				17.0	

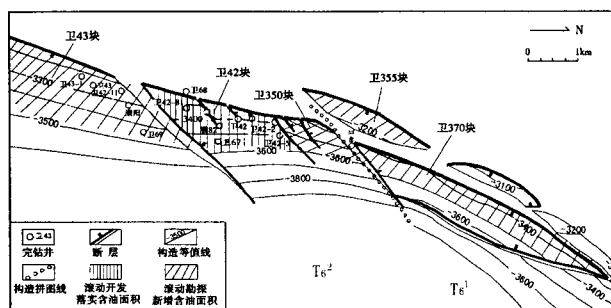


图2 卫东断层下降盘滚动勘探成果图

3.2 进一步明确了储层沉积特征

该区物源来自西-西北部,属于半深湖-深湖相浊流沉积,广泛发育的浊流沟道砂体、沟道间砂体和前缘席状砂体形成低渗透储层。沟道砂体韵律性强,连通性较好,反映浊流周期性、规模较大、沟道斜坡延伸较远等特点。

3.3 搞清了油气分布规律和储量规模

卫42块沙三中亚段3-4油藏、卫43块、卫350块、卫370块位于卫东断层下降盘;卫42块沙三中亚段8-10油藏、卫355块位于卫东系列断层的断阶带上。油层纵向上分布比较集中,卫355块、卫370块油层处于文9盐与卫城上盐之间,含油井段仅100 m;卫43块、卫42块、卫350块油层处于卫城上盐与下盐之间,含油井段仅70 m;卫42块沙三中亚段8-10油层处于卫城下盐与文23盐之间,含油井段仅50 m。油气分布的特点有利于分块、分层系开发。

经测算,卫42块沙三中亚段3-4油藏含油面积1.8 km²,石油地质储量113×10⁴ t,沙三中亚段8-10油藏含油面积2.1 km²,石油地质储

量87×10⁴ t。

3.4 明确了该区油藏产能特征及开采方式

该区储层渗透性差,但连通性较好。新井投产需经大型压裂,能获得较高产能。油藏边水不活跃,天然能量不足,需人工注水补充能量开发。

4 效果

4.1 滚动勘探发现新含油断块

通过该区滚动勘探开发研究,新发现了卫43、卫355、卫350、卫370等含油断块,已分别于1998年、2001年上报国家储委,共新增探明含油面积7.0 km²,石油地质储量390×10⁴ t(图2、表2)。实现了卫370、卫355、卫350、卫42、卫43等区块的含油连片,为下一步滚动开发提供了目标。

表2 卫东断层下降盘滚动勘探探明储量

区块	探明层位	上报时间/年	面积/ km ²	地质储量/ 10 ⁴ t
卫43块	沙三中亚段3-4砂层组	1998	3.5	113
卫355块	沙三上亚段7-8砂层组	1998	0.6	46
卫350块	沙三中亚段3-4砂层组	2001	0.8	66
卫370块	沙三上亚段7-8砂层组	2001	2.1	165
			7.0	390

4.2 部分含油断块高效合理开发

卫42块、卫43块油藏分别于1998年、1999年投入滚动开发。共动用石油地质储量226×10⁴ t,含油面积5.3 km²,建年产能3.0×10⁴ t。新钻滚动评价井、开发井9口,新钻井生产效果良好,卫43块两口老井(卫43、卫69)也获得较高产能。卫42块平均单井日产量15.8 t,比初期的平均单井日产3 t高出4~6倍;卫43块平均单井日产量17 t(表1)。截止2003年6月两块累计生产原油16.7×10⁴ t。

参考文献

- 1 戴启德. 油田开发地质学[M]. 东营:石油大学出版社, 1999:130~32
- 2 王平. 复杂断块油田详探与开发[M]. 北京:石油工业出版社, 1994:134~137
- 3 谭仲平,莫小国,汪立蓉. 复杂断块油气田滚动勘探开发特征及主要技术[J]. 断块油气田, 2000, 7(3): 14~16

编辑:吴官生