

川西坳陷深层天然气勘探前景与对策

乐绍东

(中国石化西南分公司)

乐绍东. 川西坳陷深层天然气勘探前景与对策. 天然气工业, 2004; 24(6): 1~3

摘要 川西坳陷深层具有大型油气藏形成的基本地质条件, 勘探实践也证实了深层上三叠统须家河组巨大的天然气资源潜力, 具有广阔的勘探前景和开发效益, 是21世纪资源接替的重要领域, 加强、加快深层勘探是中石化西南分公司面向新世纪的重要勘探战略。川西坳陷的深层勘探部署须遵循以大型正向构造带组为主, 兼顾凹陷和斜坡; 以构造圈闭为主, 兼顾非构造圈闭; 以须家河为主, 兼顾海相领域的基本思路, 通过实施资源进攻型战略, 加大勘探投入, 加快勘探节奏, 做好相应的技术储备及应对措施, 可望在不久实现勘探目标; 获得油气地质储量 $1000 \times 10^8 \text{ m}^3$, 其中探明储量 $500 \times 10^8 \text{ m}^3$; 发现2个大、中型油气藏。

主题词 川西坳陷 须家河组 天然气 勘探

川西坳陷是指四川盆地西部晚三叠世以来形成的前陆盆地。该地区浅层(上侏罗统蓬莱镇组, 埋深在1500 m以浅)、中深层(遂宁组及中下侏罗统, 埋深在1500~3000 m)天然气勘探开发已经有了一定的规模。由于浅层、中深层天然气储量有限, 不能满足中石化西南分公司发展的需要和市场对天然气的需求, 因此必须加强深层(上三叠统须家河组, 埋深在3000 m以深)勘探开发并形成对浅中层的有效补充和接替, 逐步实现油气勘探开发的规模经营和储产量的良性循环。继合兴场须二段气藏发现之后, 新851井在新场气田须二段的又获重大突破(估算天然气无阻流量达 $335 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$), 不仅证实了新场构造须二段气藏的存在, 而且揭示了川西坳陷深层须家河组, 具有广阔天然气勘探前景和开发效益。

新世纪天然气勘探战略

1. 具有大型油气藏形成的基本地质条件

(1) 该地区具有丰富的烃源: 众多的研究成果表明, 晚三叠世的川西前陆盆地是西部邻海的大陆边缘盆地, 是马鞍塘组—小塘子组烃源岩厚度最大、质量最好、单位面积生烃强度最高的区域, 为须家河组近源气藏的形成提供了丰富的烃源基础。估算深层(T_3x 及 $P-T_2$)资源量为 $(6898 \sim 14898) \times 10^8 \text{ m}^3$, 占总资源量的66.44%。

(2) 该地区厚大砂体发育: 晚三叠世川西坳陷处

于滨、浅海沉积环境, 3次超长期基准面旋回, 控制了须二、须四和须五段3套主要砂体的形成, 砂体单层厚度数十至百余米, 为须家河组近源气藏的形成提供了物质基础。

(3) 该地区构造条件有利: 川西坳陷走向北东, 其西界为龙门山推覆带, 东界位于龙泉山一带, 又称为川西坳陷东坡。坳陷内发育龙门山前、孝泉—合兴场—丰谷、石泉场—龙泉山3个大型正向构造带, 56个局部构造, 它们是破裂构造普遍发育的部位, 网状裂缝系统发育为须家河组近源气藏的形成提供了圈闭基础。

2. 须家河组气藏具有良好的开发效益

截止2002年底, 合兴场气田须二段气藏获探明加控制储量 $61.95 \times 10^8 \text{ m}^3$, 该区须二段钻井6口, 3口获得工业气流, 命中率约50%, 获总无阻流量 $90.9 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 稳定产能 $28.8 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 累计采出天然气 $3.7787 \times 10^8 \text{ m}^3$, 采出程度约20%, 目前仍有2口生产井。

截止2003年8月, 新场气田须家河组气藏(须四段、须二段)获预测储量 $711.99 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。新851井经过近16个月的试采, 已累计采出天然气 $2.41 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。气藏动态特征研究表明, 新场气田须二段气藏(新851井区)为致密砂岩异常高压弹性气驱的裂缝—孔隙型干气藏, 产量压力非常平稳, 储层渗透性好, 单井控制储量大, 计算气藏动态储量为

作者简介: 乐绍东, 1946年生, 高级工程师, 1970年毕业于原成都地质学院; 现任中国石化股份公司西南分公司经理, 长期从事石油天然气勘探与开发工作。地址: (610018) 四川省成都市一环路北四段116号, 电话: (028) 83379678。

80.0296×10⁸ m³。

同时,经过多年的勘探实践,中国石油在川西中坝气田须二段气藏[●]、平落坝气田须四段气藏、白马庙须家河组气藏等均取得了突出的勘探成果,形成了可观的储产量规模,开发效益十分显著。

3. 川西深层须家河组天然气勘探前景

新851井位于新场气田T₅¹构造反射层二号局部构造五郎泉高点上。该井于2000年1月5日开钻,在钻至须家河组二段(井深为4823.2~4846.0 m,岩性为灰、浅灰色细一中粒长石岩屑石英砂岩、岩屑石英砂岩、长石石英砂岩)时见到良好的气显示。2000年11月2日,经替喷测试求产,在井口油套压分别稳定在57.5 MPa、60.5 MPa左右的情况下,获天然气产量41×10⁴ m³/d的工业产能,估算天然气无阻流量达335×10⁴ m³/d。该井不仅证实了新场构造须二段气藏的存在,并且进一步确立了新场气田为复式大气田的地位。

尽管新851井因出现隐患而成功压井,但它所展示的关于孝泉—新场须家河组大型圈闭的勘探前景不容质疑。

4. 深层勘探开发是实现“十五”规划的关键

《川西坳陷“十五”天然气跨越式发展总体方案》[●]已明确,“十五”期间深层须家河组将获得540×10⁸ m³地质储量,其中探明储量320×10⁸ m³,占新增探明储量800×10⁸ m³的40%,控制储量220×10⁸ m³,占新增控制储量540×10⁸ m³的41%。新增年产能4.23×10⁸ m³,约占中国石化西南分公司2005年末新增产能的20%。因此,深层勘探开发的成败是实现“十五”规划的关键。

川西坳陷深层须家河组由于其巨大的天然气资源基础,因而是分公司21世纪能源接替的重要领域,加强深层的攻关研究、加快深层勘探是分公司面向新世纪的重要勘探战略。

深层天然气勘探前景

1. 深层勘探部署的基本思路

川西坳陷的深层天然气勘探部署按照“三为主三兼顾”[●]的基本思路进行,即:“以大型正向构造带为主,兼顾凹陷和斜坡;以构造圈闭为主,兼顾非构造圈闭;以须家河组为主,兼顾海相领域”。即在勘探领域的选择上,以孝泉—新场—丰谷、大邑—金马—鸭子河、洛带—金堂—石泉场大型构造带为主,兼顾深盆地勘探;在勘探层系上,主攻上三叠统须家河组,兼探小塘子组和中三叠统雷口坡组。

根据成藏条件、勘探程度、勘探成果以及抓大放小的原则,在勘探部署层次上强调“展开一个带,突破一个带,准备一个带”,即勘探目标分战略展开、战略突破、战略准备3个层次。战略展开的重点勘探目标为孝泉—新场—合兴场—丰谷构造带;战略突破的重点勘探目标为龙门山推覆构造带(鸭子河—金马—大邑构造带,包括马井构造、大园包构造);战略准备的重点勘探目标为洛带—金堂—石泉场大型隆起构造带。

2. 深层天然气勘探目标

通过实施资源进攻型战略,加大勘探投入,加快勘探节奏,可望在不久实现下列勘探目标:

(1)获得油气地质储量1000×10⁸ m³(其中探明储量500×10⁸ m³)。

(2)发现2个大中型油气藏(其中储量一个大于300×10⁸ m³,一个大于50×10⁸ m³)。

(3)形成或完善3项特色技术(裂缝性储层的识别技术、深层致密储层的改造技术、深层超高压气藏的钻井和完井技术)。

技术准备及经营策略

深层天然气勘探是一项复杂的系统工程。储层超深、超压、超致密特征突出,尽管须家河组的勘探取得了可喜的成果,但深层勘探目标的优选以及如何预测裂缝发育的有利部位和高产富集带,如何提高钻井命中率和降低勘探风险,这些都是有待攻关的课题。因此,对川西坳陷深层勘探特有的长期性和艰巨性要有清醒的认识,应坚持勘探实践,勇于探索创新,在扎实的基础研究基础上,作好深层勘探的技术储备和必须的应对措施,分层次、分阶段稳步推进,以求得成功。

1. 进一步加强基础地质研究,深化成藏理论认识

成藏理论的创新,必然会带来勘探思路的创新,从而带来深层勘探的新突破。虽然川西的浅中层领域已有较成熟的成藏理论和勘探思路,但在深层领域,尚须进一步加强基础地质研究(包括地层、沉积微相、构造演化、储层演化、成藏史等基础地质研究),深化成藏理论认识,弄清有利沉积微相的分布,查明各地质时期所形成的构造分布,弄清深层气藏的成藏控制因素,为深层勘探部署提供依据。

川西坳陷天然气生成、运移、聚集是一个极其复杂的动态平衡系统,要以构造演化为主线,深入研究深层的成藏史,逐步查明气藏的分布规律。

2. 促进地震勘探技术水平的进一步提高

地震勘探要努力解决山地高陡复杂构造区资料信噪比低、成像精度差的问题;开展高分辨地震采集处理技术研究,努力提高地震资料的分辨率;进一步优化宽方位角三维地震勘探技术,探索并开展多波多分量裂缝型气藏勘探技术,为裂缝预测提供高质量的基础资料。

3. 进一步完善油气藏描述和油气富集带预测技术

针对裂缝预测问题,要认真研究造缝条件,深入分析断层、褶皱、地压和成岩作用与裂缝发育的关系,开展P波方位各向异性研究和多波多分量研究,引进适合的裂缝预测软件,继续开展裂缝预测攻关,力争早日取得实质性突破。同时还要开展AVO、AVA等地震资料特殊处理工作,力争在含油气性检测方面有新的突破。引进油气藏描述软件,进一步完善气藏描述技术和提高气藏描述水平。

4. 大力提高深井钻井工艺技术与储层保护技术水平

开展不同地层和岩性的可钻性研究,进一步优化井身结构、钻井参数和钻具,大力提高机械钻速,缩短钻井周期。引进并推广欠平衡钻井技术,优化钻井液和完井液,做好储层保护工作。

5. 完善储层改造工艺技术

针对川西的致密和超致密砂岩,系统开展压裂选层、压裂液配方和支撑剂优选、压裂方案优化、地应力等研究工作,加强横向协作,吸收国内外先进经验,放开思路,多方试验,力争早日突破须家河组压裂工艺技术难关。

6. 完善和推行先进的经营管理和质量管理措施

(1)对深层的勘探必须要有配套的风险勘探投资政策。勘探成本应以一定的时间段滑动平均计算,风险勘探投资分阶段计入损益。随着对深层领域勘探力度的加大,前期的年度勘探成本将会较高,但只要勘探得手,勘探成本将会大幅度下降。

(2)加强、完善深层的勘探项目管理,提高勘探管理的质量和勘探效益。油气勘探开发实行项目管理是国际油公司的通行作法。对深层勘探,更要进一步完善项目管理,做到职责清楚,分工明确,要进一步完善并严格执行指标和评价方法,加大现场质量监督力度,加强项目和各项工程施工验收考核,使深层勘探项目管理工作逐步科学化和规范化。即:①按照油公司通行的石油天然气勘探项目管理方法及配套的管理制度的要求,抓好勘探生产系统各个

环节的工作,确保勘探项目按设计、合同要求的进度、质量完成目标任务。②加强勘探井位部署决策的三级管理,通过集思广益、认真把关,优化决策、提高勘探管理的质量和勘探效益。③认真做好钻前预测和钻后评估工作,精心部署,严格施工,努力降低钻探风险。

(3)努力提高工程施工质量和各个施工环节作业的成功率。每一项工程作业都是勘探开发链中的一个环节,任何一个环节的失败都可能导致整个工程的失败,加强对施工过程有效的管理,是能否保证整个勘探开发顺利进行、获得预期成果的关键。因此要求各个工种、每个环节都要严格按设计和规范施工,作业过程要进行严格的质量控制,制定和完善各种管理制度,从制度上保证施工质量,提高各环节作业的成功率。

结 论

综上所述,川西坳陷油气资源极为丰富,深层具备形成自生自储式或自生邻储式近源气藏的条件,是“十五”和近中期发现新的大型勘探目标和扩大储产量规模的重要领域。勘探实践表明,深层既是一个高风险,同时也是一个高效益的领域。复杂的地质条件无疑会增加勘探的难度,但只要坚持实施资源发展战略,理清思路、分清层次、明确目标,依靠科技进步,充分发挥多学科集成研究的优势,积极探索,严格施工,一定会取得深层勘探的全面突破。

本文所参考的内部文献有:

①国土资源部,2002年全国油气矿产储量通报,内部资料,2003年。

②杨克明等,川西坳陷“十五”天然气跨越式发展总体方案,中石化西南石油局,内部资料,2001年。

③杨克明等,中国石化新星油气西南分公司深层勘探研讨会论文集,内部资料,2002年。

参 考 文 献

- 王金琪. 川西坳陷须家河组气藏再认识. 天然气工业, 2002;22(2)
- 张厚福. 石油地质学. 北京:石油工业出版社, 2001
- 叶军. 川西新场 X851 井深部气藏形成机制研究. 天然气工业, 2001;21(4)
- 唐建明等. 川西坳陷致密碎屑岩非均质气藏及气层识别技术研究. “九五”国家重点科技攻关专题成果(编号: 99-110-02-05), 1999

(收稿日期 2003-12-26 编辑 黄君权)