

沁水煤层气田樊庄区块 煤层气开发经济评价

王宪花¹ 卢霞² 蒋卫东^{1,3} 鲜保安¹ 王亚莉¹

(1. 中国石油勘探开发研究院廊坊分院 2. 华北石油管理局第一综合服务处 3. 中国石油勘探开发研究院)

王宪花等. 沁水煤层气田樊庄区块煤层气开发经济评价. 天然气工业, 2004; 24(5): 137~139

摘要 煤层气藏与常规天然气藏相比, 在成藏条件、高产富集规律、开采方式等方面都有其独特性。中国石油开展煤层气勘探及相关研究工作10余年, 通过对目标区优选及前期抽排试验, 证实沁水煤层气田资源丰富。本文就该煤层气田地理环境、资源概况、基本地质特征、开发工艺技术、开发方案优选以及市场需求等进行了论述; 通过对沁水煤层气田樊庄区块进行经济评价, 得出结论: 樊庄区块具有良好的开发前景及经济效益。

关键词 沁水 煤层气田 樊庄 区块 开发 经济评价

地理环境及资源概况

1. 沁水煤层气田地理环境及气候条件

沁水煤层气田位于山西省南部沁水县, 与晋城市、长治市、长子县、阳城县相邻, 构造面积3630 km²。气田主要分布在丘陵山地, 海拔600~1000 m, 属大陆性气候, 昼夜温差大, 年平均气温11.7℃。年降雨量600~700 mm, 年蒸发量1600~1900 mm, 霜冻期为11月至次年3月, 冻土层最大厚度42 cm。东部有太原—郑州铁路及207国道通过, 高平—沁水县级公路横穿本区, 交通十分方便。

樊庄区块地处沁水县, 中石油勘查登记区面积为1103.3 km², 主体部位距离西气东输管线20~40 km, 距离长治、晋城、洛阳、郑州等城市90~150 km。

2. 沁水煤层气田资源状况

沁水煤层气田划分为樊庄、潘庄、郑庄3个区块, 总面积3630 km², 煤层气总资源量4500×10⁸ m³, 其中中石油登记区总含气面积为1090.87 km², 煤层气总资源量为2655.98×10⁸ m³。樊庄区块总含气面积为398.23 km², 煤层气总资源量为1043.3×10⁸ m³, 已探明352.26×10⁸ m³。

基本地质特征

煤层气高产富集区的分布除受煤层展布、煤岩显微组分、煤岩变质程度、煤储层压力的控制外, 更重要的是受到煤层顶底板封盖性、水动力作用、构造

作用、地应力场效应等条件的制约, 樊庄区块有以下有利条件。

1. 煤层埋深适中

樊庄区块总体趋势东深西浅、北深南浅。3#煤层埋深为350~550 m, 15#煤层平均埋深比3#煤层深100 m左右, 这一深度范围处于煤层饱和吸附带, 含气量高、含气饱和度较高、煤层物性好。

2. 煤层分布稳定, 厚度大

樊庄区块3#煤层厚度为5.8~6.4 m, 总体趋势东厚西薄, 煤层横向分布非常稳定, 煤层结构相对简单, 无明显分岔。

15#煤层厚度为2.0~5.2 m, 总体趋势中部薄, 向南向北变厚, 煤层横向分布稳定, 但厚度变化较大, 煤层结构较为复杂, 有明显分岔。

总体而言, 该区块煤层厚度较大, 煤层分布基本稳定。

3. 煤质好、热演化程度高、生气量大

根据煤岩鉴定结果, 樊庄区块煤的镜质组含量较高, 占显微组分的65.7%~96.8%, 并且灰分含量低, 一般为8%~15%, 可见煤质好。樊庄区块煤的热演化程度普遍较高, 主要为无烟煤Ⅲ号, R_o2.58%~3.78%, 由东南向西北方向, 变质程度逐渐降低。一般高煤阶煤比表面大, 理论吸附量大, 也是该区含气量大的重要原因。

由此可见, 沁水煤层气田煤层具有镜质组含量高、热演化程度高、生气量高的特点, 吨煤生气量约

作者简介:王宪花, 女, 1969年生; 1993年毕业于石油大学采油工程专业, 获学士学位; 现从事油气勘探开发研究工作。地址: (065007) 河北廊坊万庄44信箱。电话: (010) 69213040。E-mail: wangxh320@sohu.com

在 170 m^3 以上,煤层气成藏具有充足的气源。

4. 煤储层物性较好

樊庄区块煤岩压汞资料显示,孔隙度为 $2.9\%\sim 10.52\%$,以微孔为主,孔隙中值半径为 $53.09\%\sim 93.64\text{ }\mu\text{m}$,煤层孔隙具有一定的连通性。

岩心观察及电镜扫描结果显示,煤层割理较发育,密度可达 $530\sim 580$ 条/m,宽度大于 $1\text{ }\mu\text{m}$,割理充填不明显。

据注入/压降法测试结果:压裂前晋试1、晋试2、晋试3井3#煤层渗透率为 $(0.19\sim 0.58)\times 10^{-3}\text{ }\mu\text{m}^2$;压裂后晋试1井3#煤层渗透率达 $29.75\times 10^{-3}\text{ }\mu\text{m}^2$ 。

5. 保存条件好

3#煤层顶板主要为泥岩、粉砂质泥岩,底板以粉砂质泥岩为主,直接顶板泥岩一般厚 $15\sim 59\text{ m}$,泥岩裂隙不发育,封盖能力较强,突破压力 $5\sim 22\text{ MPa}$ 。

15#煤顶板为区域分布稳定的海陆交互相,直接盖层为泥岩、灰岩,由于裂隙发育程度不同,封盖能力差异较大。樊庄—潘庄区块灰岩裂隙不发育,封盖能力好,突破压力为 $3\sim 25.3\text{ MPa}$ 。

6. 煤层含气量高

樊庄区块为煤田普查区,3#煤原煤含气量为 $10.93\sim 31.6\text{ m}^3/\text{t}$,一般为 $19\sim 26\text{ m}^3/\text{t}$,总体呈南高北低趋势。南部存在一个较大范围的高值区,15#煤含气量 $15\sim 36\text{ m}^3/\text{t}$,分布特点是北高南低,中部东高西低。

樊庄区块含气饱和度较高,3#煤为 $90\%\sim 98\%$,15#煤为 $73\%\sim 93\%$ 。

总而言之,樊庄区块煤层埋深适中、煤层厚度较大、煤质好、煤储层物性好、含气量高,适合煤层气开发。

开发工艺技术

1. 生产规模及开发战略

樊庄区块总含气面积为 398.23 km^2 ,煤层气总资源量为 $1043.3\times 10^8\text{ m}^3$ 。

利用国外关键的先进技术,利用国内配套设备和队伍,选择定向羽状水平井技术进行试验区开采。

试验区面积 51.8 km^2 ,可采储量 $49.98\times 10^8\text{ m}^3$ 。(包括15#煤为 $72.8\times 10^8\text{ m}^3$)试验区井数:7个井组,28口定向羽状水平井(水平井造斜),28口直井(直井排采)。单井日产气量 $3.2\times 10^4\text{ m}^3$,试验区规划年产 $3\times 10^8\text{ m}^3$,生产12年。

开发试验分3个阶段:

第一阶段,在晋试1井井组附近选出约 8 km^2

的开阔地带,进行2个定向羽状水平井井组试验。第一个定向羽状水平井组首先在山西组3#煤做羽状水平分支钻井试验,根据现场试验确定第二个井组的钻井方案,最终获单井实际产量。

第二阶段,试验井组的周围再外扩3个井组,扩大试验范围至 30 km^2 ,形成面积法整体排水降压采气实际产量。

第三阶段,在前5个井组外围再外扩2个井组,将试验范围扩大到 51.8 km^2 ,初步达到产业化的基本目标。

2. 工艺技术分析

樊庄试验区地处丘陵,常规钻井由于煤层渗透率不是太高,单井产量较低,山区修路费用高。采用定向羽状水平井钻井技术,可使单井产量提高近10倍,而且修路和征地费用减少,成本可降低。定向羽状水平井钻井技术是一种新型的小曲率半径的水平钻井系列,每个井组由4口定向羽状水平井和4口直井组成,水平井地面距离直井 100 m ,水平井穿过煤层段可长达 1200 m 以上,水平井在水平井段左右可打若干分枝井眼,分枝水平井可延伸 600 m ,垂直井深 680 m 左右,一个井组可控制面积 5.8 km^2 以上,3年内煤层气采出程度达 70% 。

定向羽状水平井有的钻机重 150 t ,使用 $4\frac{3}{4}"$ 钻头和水基聚合物钻井液,浅层直井部分套管固井,水平井眼定向分支井眼为裸眼完井。

试验区开采经济评价

1. 方案投资测算

预计每口定向羽状水平井钻井费用 620 万元,直井每口 70 万元,7个井组共计投资 19320 万元。

预计每口井排水试采费用为 80 万元,7个井组共 2240 万元。

技术攻关和新技术引进费用3年总费用为 1500 万元。

井组间管线,集输站,压气站,脱水,征地等共需费用约 7000 万元。

预计该区开发试验项目总投资约 3 亿人民币。

2. 试验区开采方案优选

参考周边地区气价,考虑销售气价为 0.58 元/ m^3 ,对以下三个方案进行经济指标计算,得出相关结果(见表1)。

类比美国西弗吉尼亚州煤层气田煤层厚度小于 2 m ,含气量低于沁水煤层气田,采用CDX技术,其单井产量高于 $1.8\times 10^4\text{ m}^3$;宾夕法尼亚州煤层气田

表1 樊庄区块试验区开采经济评价主要指标

指标	单井 日产气 (10^4 m^3)	试验区 累计 年产量 (10^8 m^3)	试验区 累计 产气 (10^8 m^3)	税后 内部 收益率 (%)	投资 回收期 (年)	净现值 (亿元)
方案一	2.3	2.12	31.88	18.58	7.5	0.92
方案二	3.2	2.96	35.52	23.5	6.5	1.52
方案三	5.5	5.08	40.64	38.6	5.0	3.08

应用CDX技术,单井日产气一般为 $(2.8 \sim 5.6) \times 10^4 \text{ m}^3$,因此,选择方案二实施比较合理。利用数值模拟技术对该区进行产能预测,取得相关数据。

3. 经济指标计算结果

表2 经济指标计算结果表

名称	指标	名称	指标
含气量	$19.09 \text{ m}^3/\text{t}$	总投资	3.005 亿元
试验区面积	51.8 km^2	总经营成本	2.988 亿元
地质储量	$99.97 \times 10^8 \text{ m}^3$	流动资金	0.0902 亿元
采收率	71%	税金总和	1.18 亿元
可采储量	$71 \times 10^8 \text{ m}^3$	销售收入	18.91 亿元
开采年限	12 年	营业利润	11.72 亿元
年开井时间	330 天	税后利润	7.85 亿元
销售商品率	92.00%	年投资利润率	31.50%
销售气价(井口)	0.58 元/ m^3	投资回收期	6.3 年
单井日产气	$3.2 \times 10^4 \text{ m}^3$	税后内部收益率	22.65%
试验区累计产气	$354816 \times 10^4 \text{ m}^3$	净现值	1.62 亿元

4. 市场需求现状

沁水煤层气田交通发达,国道和铁路穿过气田。气田周边城市有太原、晋中、洛阳、郑州、晋城等,预计年用气量可达 $25 \times 10^8 \text{ m}^3$,具有很大的市场潜力(具体数据见表3)。

表3 沁水煤层气田周边城市用气量统计

城市或 主要管线	距离 (km)	预计 年用量 (10^8 m^3)	备 注
西气东输	10		距离近,方便
高平	40	1.0	
周边 长治	100	3.0	民用和钢厂用气
晋城	50	2.0	民用为主
阳城	30	8.0	电厂和化肥厂
洛阳	120	2.0	氮肥厂(2004 年)
外围 郑州	150	7.5	居民及商业(1.9),电厂 (4.2),企业(1.4)
涉县		3.0	

5. 评价结果

通过对技术经济指标的预测认为,沁水煤层气田樊庄区块开展定向羽状水平井试验井区,参考长庆油田常规天然气气价,考虑销售气价为0.58元/ m^3 ,由于该区比长庆油田距离近几百公里,实际气价还可能高一些。借鉴美国西弗吉尼亚州煤层气田地质特点和开发效果进行模拟,确定单井日产气为 3.2 m^3 ,试验区年产量为 $2.96 \times 10^8 \text{ m}^3$,投资回收期为6.5年,12年累计产气 $31.88 \times 10^8 \text{ m}^3$,内部收益率为22.65%,净现值为1.62,该方案实施有较好的经济效益。

结 论

(1)沁水煤层气资源丰富,是煤层气开发的物质基础。

(2)沁水煤层气的地理环境和气候条件有利于煤层气的开发。

(3)樊庄区块煤层埋深适中,分布稳定、厚度大、顶底板稳定,储层物性相对较好,煤质好、含气量大、保存条件好,有利于定向羽状水平井开发。

(4)樊庄区块优选的工艺技术、生产规模和开发战略适应于该区块的开发试采,应尽快实施。

(5)沁水煤层气具有广阔的市场需求前景,应加快开发试采步伐。

(6)通过对方案的经济评价,认为樊庄区块采用定向羽状水平井开展试验,经济效益好,建议尽快投入开发试验。

该论文是在参考中国煤层气勘探开发前景展望、沁水煤层气田樊庄区块煤层气开发试采初步方案和中国煤层气勘探技术新进展的基础上完成的,得到了煤层气经理部赵庆波经理和经理部所有科研人员的指导,在此表示感谢!

参 考 文 献

- 1 杨永国,秦勇等.煤层气项目经济评价理论与方法研究.中国矿业大学
- 2 中国石油天然气总公司计划局等.石油工业建设项目经济评价方法与参数(第二版).北京:石油工业出版社
- 3 李文阳,马新华等.中国煤层气地质评价与勘探技术新进展.徐州:中国矿业大学
- 4 徐青,杨雪雁等.油田开发建设项目国际合作经济评价及决策方法.北京:石油工业出版社
- 5 吴佩芳等.煤层气开发的理论与实践.北京:地质出版社
- 6 鲜保安,崔思华等.沁水煤层气田樊庄区块煤层气开发试采初步方案.中国石油天然气股份有限公司

(收稿日期 2004-02-19 编辑 黄君权)