

中国页岩气勘探开发面临的问题与对策

王兰生 廖仕孟 陈更生 郭贵安 吕宗刚 付永强

中国石油西南油气田公司

王兰生等.中国页岩气勘探开发面临的问题与对策.天然气工业,2011,31(12):119-122.

摘 要 为加快中国页岩气产业的发展步伐,探讨了中国页岩气勘探开发面临的问题,并提出相应的应对措施。分析认为,页岩气要成为中国天然气勘探开发的后备领域,形成产业化规模并为调整和优化能源结构、缓减天然气供需矛盾作出贡献,至少需要解决 4 个问题:①中国是否存在页岩气;②页岩气的单井产量有多高;③页岩气藏的规模有多大;④开采页岩气的成本是否划算。四川盆地长宁、威远地区钻获丰富的页岩气,初步回答了中国有无页岩气的问题,但是,中国页岩气的勘探开发还面临着资源、环境、技术、成本和政策等 5 个方面的挑战:①页岩气资源评价、储量计算和产能预测的方法需要探索,页岩气资源量、储量和产能尚不清楚;②中国页岩气勘探开发受环境制约,环保要求高;③页岩气的评价技术和核心工艺技术还不完全掌握;④成本是制约页岩气效益开发的关键因素;⑤现有天然气勘探开发的一些技术标准不适应页岩气勘探开发,中国缺少发展页岩气产业的系统扶持政策等。针对上述问题,建议当前应当做好矿权秩序维护、科技攻关、政策扶持、标准制订、先导试验区建设和体制创新等工作。

关键词 页岩气 勘探开发 问题 对策 资源量 环境 矿业权 政策扶持 先导试验区

DOI:10.3787/j.issn.1000-0976.2011.12.021

中国页岩气的发展正处于起步阶段。由于中国现有天然气产量难以持续满足中国国民经济和社会高速发展的需求,也由于北美页岩气勘探开发的成功经验,所以中国页岩气的发展引起政府、企业和民众的高度关注。如何加快页岩气产业的发展步伐,成为各界讨论的热点^[1-5]。为此,探讨了中国页岩气勘探开发面临的问题,并提出相应的应对措施,供有关方面参考。

1 中国页岩气勘探开发面临的主要问题

中国地质条件比北美复杂,页岩气勘探开发仅处于起步阶段,还有许多技术和政策问题需要探索。从北美的经验看,页岩气的勘探开发具有“高技术、高投入、低成本、长周期”的特点。页岩气能否成为中国天然气勘探开发的后备领域,能否形成产业化规模并为调整和优化能源结构、缓减天然气供需矛盾作出贡献,至少需要解决以下 4 个问题:①中国是否存在页岩气,即“有无”问题;②页岩气的单井产量有多高,即“多少”问题;③页岩气藏的规模有多大,即“大小”问题;④开采页岩气的成本是否划算,即“高低”问题(图 1)。

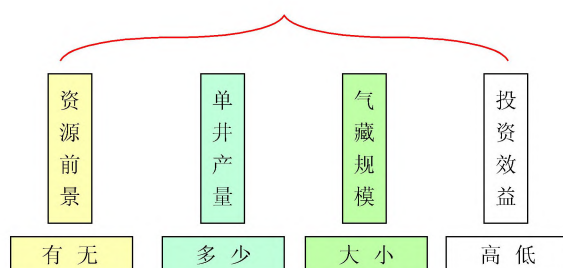


图 1 中国页岩气规模效益开发需要解决的问题图

四川盆地长宁、威远地区已钻井压裂后均获气,表明四川盆地长宁和威远地区存在丰富的页岩气,初步回答了四川盆地有无页岩气的问题。但是资源前景、单井产量、气藏规模、投资效益等问题仍需艰苦探索。而要解决这些问题,则面临着资源、环境、技术、成本和政策等 5 个方面的挑战(图 2)。

1.1 页岩气资源评价、储量计算和产能预测方法需要探索,中国页岩气资源量、储量和产能尚不清楚

尽管四川盆地具有形成页岩气藏的诸多有利地质条件,但与北美传统页岩气有利区域相比,前者的地质

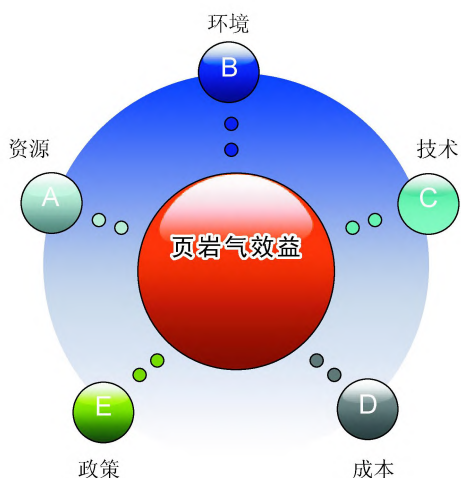


图2 中国页岩气发展面临的挑战图

背景、整体认识和技术水平还有差距,还需要进行大量艰苦细致的技术攻关和勘探开发政策研究。当前国内外不少研究者用中国页岩的一些参数与北美相比,得出中国页岩气资源非常丰富的认识,这无疑是有积极意义的^[6]。但是,任何类比都存在风险,北美不同地区、不同时代的页岩都各具特色,更何况目前所用的对比参数基本上都是基础资料有限的静态参数。

实际上,目前认为最具前景的中国南方扬子地台寒武系和志留系海相页岩与北美地台石炭系和泥盆系海相页岩相比,至少存在4个不利因素:①扬子地台经历的构造运动次数多而且剧烈,所以页岩气藏经历的改造历史和保存条件显然不同于北美地台。②中国页岩气有利区有机质演化程度处于高一过成熟阶段,而美国页岩气则低于高成熟阶段。随着成熟度增加,页岩气藏的成藏条件会有哪些变化目前还不十分清楚。从理论上讲,成熟度越高,页岩矿物和有机质对天然气的吸附能力就越差,所以吸附气的含量就会越少。③中国页岩气藏埋深小于3 000 m的范围相对较少,部分页岩储层埋深可超过5 000 m,而美国泥盆系、密西西比系页岩埋深范围介于1 000~3 500 m。④中国南方页岩气有利区多处于丘陵—低山地区,地表条件比美国复杂得多。

由于中国现在仅有几口页岩气井,还没有一个投入开发的页岩气藏,所以对于页岩气资源量、储量、产量如何预测,都没有可以遵循的规范,而北美的地质背景与中国的地质背景差别较大,也不能简单地照搬,况且北美页岩气勘探开发的程序也与中国常规天然气勘探开发的程序不同,所以需要探索适合中国地质情况和工艺技术的页岩气资源评价、储量计算和产能预测方法。

1.2 页岩气勘探开发受环境制约,环保要求高

与美国相比,中国页岩气勘探开发受地表环境影响较大。北美地广人稀,开发页岩气的地区以平原为主,水源丰富,交通便利,钻前工程量小,费用也低。而中国南方页岩气有利区多位于像长宁、威远这样的丘陵—低山地区,耕地肥沃但面积不多,交通和水源受限,且人口相对稠密,所以不仅井场选择受限,钻前工程量大,费用也高,而且受环境因素制约多。

中国是一个人口众多、耕地有限、能源紧缺的发展中大国,我们不能也没有必要重复发达国家先污染再治理的老路。所以中国页岩气勘探开发中的安全、环保问题更需从一开始就高度重视,高标准要求。

1.3 页岩气评价技术和核心工艺技术还未完全掌握

中国针对页岩气勘探开发的分析实验技术还不完善,对页岩气的成藏机理和富集特点认识还不清楚,含气页岩有利区带和页岩气建产区的选择和评价、页岩气藏描述、产能预测、井位部署与井网优化等气藏工程技术与页岩气开发地质理论在国内尚处于空白。

页岩气开发的关键工艺技术主要有水平井(井组)钻完井技术体系、分段多级压裂技术体系和微地震监测技术体系。中国现有的水平井钻完井技术还不能完全满足页岩气水平井钻完井的需求,水平井分段多级压裂工艺技术及配套工具仍需要引进、研发、试验和评价,页岩气压裂裂缝延伸规律、压裂规模优选、产量预测等方面还有待提高,利用微地震监测压裂效果的检测设备、施工技术和评价方法在中国还处于空白。

1.4 成本是制约页岩气效益开发的关键因素

北美地区页岩气开发技术进步和市场竞争促使钻井与储层改造费用逐年下降,目前开发成熟区的 $1 \times 10^8 \text{ m}^3$ 产能建设投资约折合人民币为2.5~3亿元。美国Barnett页岩气开发单井费用为250~350万美元,储层改造和钻井费用基本相当,两者占总成本的80%以上。

中国页岩气地质背景复杂,尚处于技术攻坚阶段,前期评价成本高,科技攻关投入大,中国南方的自然地理特点又使得土地征用成本高,地震成本高、钻前工作投入大,加之气藏埋藏较深,又造成钻井、压裂等作业成本高,而天然气价格又低,所以目前投资风险极大,距离效益开发的要求还有很大的差距。

1.5 现有天然气勘探开发的一些技术标准不适应页岩气勘探开发

页岩气不含硫化氢等有毒组分,且只有通过压裂才能产气,从这个意义上讲,页岩气是人工气藏。而现行的《钻井井控技术规程》(SY/T 6426—2005)规定的

人居安全距离、钻井液密度等对页岩气井来说过大,不利于降低作业成本。此外,页岩气属于非常规天然气,其勘探开发阶段划分与现行《石油天然气资源/储量分类》(GB/T 19492—2004)标准中的描述有较大差异,其储量也无法按照现行《石油天然气储量计算规范》(DZ/T 0217—2005)计算,等等。

国内常规油气勘探开发,首先要通过勘探阶段明确资源量、预测储量、控制储量和探明储量,然后进入开发阶段,编制开发方案,投入产能建设。但国外很多公司,更关注以单井测试为基础的 GIP 资源量和 EUR 储量(估算最终储量)。按现有天然气勘探开发程序,要建产能,就得编制开发方案,而要编开发方案,就得要以国家储量委员会审查通过的探明储量为依据。而我们现在没有自己的单井产量衰减曲线,没有页岩气探明储量计算规范。所以中国页岩气的勘探开发程序不能按现有的常规油气勘探开发程序进行。

1.6 中国缺少发展页岩气产业的系统扶持政策

对于如何发展中国的页岩气产业,技术问题争论不多,但政策问题众说纷纭。从目前情况看,大家都同意对中国的页岩气产业给予一定的扶持政策,但对发展中国的页岩气产业到底需要哪些扶持政策的看法并不完全一致,所以目前中国页岩气产业发展的系统扶持政策还处在酝酿阶段。

2 加快中国页岩气勘探开发的应对措施建议

页岩气是中国能源大家庭中被大家认为很有前途的孩子,但是目前他还处于学习阶段,还不具备分担中国能源短缺压力的能力。为了让他更好、更快的成长,需要创造更为友好的环境条件。

2.1 维护矿权秩序是快速推进中国页岩气勘探开发产业化的前提条件

国内有一种观点,认为要加快页岩气产业的发展,最好的办法是把页岩气列为一个新的独立矿种,放开矿权,让各类投资人(企业)参与,实行新的矿权管理办法^[7]。这种观点,听起来似乎很有道理,但实质是弊大于利。

第一,从科学角度看,页岩气与天然气的基本物理化学属性是一致的,且用途相同,只不过其赋存于孔隙度和渗透率都很低的页岩当中,用常规天然气勘探开发的办法很难开采出来。也就是说,页岩气属于天然气,没有把其列为新矿种的科学依据。

第二,现阶段制约页岩气产业快速发展的主要因素是综合评价技术和工程技术。在中国开发页岩气遇

到的地质条件远比美国复杂。同时,页岩气开采的核心技术是体积压裂,具有压裂规模巨大的特点,这就对设备、工艺技术、组织管理提出很高的要求,一般投资者很难达到。

第三,北美开发页岩气的成功经验固然宝贵,但中国发展页岩气既不可能也没有必要再走北美的历程。我们研究北美页岩气勘探开发过程中成功的经验和失败的教训,是为了如何更快更有效开发中国页岩气,站在更高的起点上,而不能简单照搬别人的作法。应该清楚地认识到北美的经验是不能也不可复制的。

第四,中国科学技术分布的特点和企业特征决定了中国油气工业的科技进步只能依靠国有大型石油公司的探索和引领。与美国油气勘探开发技术和人才普遍分布于各种规模的企业不同,中国国有大型石油公司掌握着石油天然气勘探开发配套工程技术,集中了国内石油天然气行业各个专业的人才,具有开发页岩气的绝对技术和人才优势,这是民营企业所不具备的。而页岩气的勘探开发,既是传统油气工业科学技术进步的自然发展,也是油气工业高技术集成的集中体现。所以现阶段用放开矿权的办法让各类企业进入页岩气领域并不能解决其发展问题。

第五,从国家能源安全角度考虑,在相当长的一段时期内,我们要保持正常的油气矿权秩序,避免一哄而上,滥采滥挖,无序竞争造成的资源浪费和混乱局面的出现。因为如果出现这种局面,不仅会阻碍页岩气的发展,而且治理难度也相当大。

第六,随着中国国民经济发展,国家和民众对安全、环保、健康的要求也越来越高,而页岩气的开采,对地表水的需求量大,气井井场面积大,返排液体对环境有一定影响。国有大型石油公司肩负着经济、政治和社会责任,具备环境保护的高度责任感和专业能力,具有开发页岩气绝对优势。

所以建议政府努力维护现有矿权秩序,尽量创造条件,充分调动和发挥国有大型石油公司勘探开发页岩气的积极性和引领作用。

2.2 加强科技攻关是快速推进中国页岩气勘探开发产业化的有效手段

页岩气勘探开发是油气工业的技术制高点,也是油气工业技术进步的有力推手,建议国家加大页岩气勘探开发关键技术研发力量和资金投入,重点解决资源评价方法、有利区评价方法、水平井组钻完井、分段多级体积压裂、裂缝监测和开发技术对策等主要技术难题,为中国页岩气的规模效益开发提供技术支持。

2.3 加强政策扶持是快速推进中国页岩气勘探开发产业化的有效措施

企业和政府良好互动有利于推动页岩气的健康发展,企业应当通过技术进步和管理创新降低生产成本,政府可以制订适当的扶持政策鼓励企业开拓新领域。从1980年起美国政府制订的一系列财政激励措施极大地推动了页岩气的早期发展。中国应当尽快制订中国页岩气发展战略和规划,解决国家层面关于页岩气的战略定位问题。建议中国政府进一步加强对页岩气勘探开发政策的研究,尽快出台国家对页岩气的优惠政策。这些政策包括但不限于:①建议免收页岩气开采资源税;②加大对页岩气勘探开发的补贴力度;③扩大页岩气开发项目所得税抵扣范围,削减税基;④对页岩气勘探开发作业的设备、仪器、专用工具,免征进口关税和进口环节增值税;⑤建立国家页岩气产业发展基金;⑥实行页岩气依据市场需求自主定价。

2.4 加强标准制订是快速推进中国页岩气勘探开发产业化的有效保障

目前应当系统评价现行石油天然气工业标准的适宜性,编制和修订适合中国页岩气勘探开发的相关标准规范,包括分析实验方法、资源评价方法、储层评价方法、气藏描述方法、储量计算方法、产能评价方法、水平井钻完井方法、分段多级压裂方法和微地震监测方法、安全环保等标准规范。

2.5 建立先导试验区是快速推进中国页岩气勘探开发产业化的有力举措

在大面积推进页岩气勘探开发进程之前,建议国家有关部门先在页岩气勘探开发有一定基础的区域建立页岩气产业化建设先导试验区。通过先导试验区,一是开展以页岩气成藏地质控制因素和成藏条件为核心的综合研究,探索评价页岩气资源潜力和核心建产区的方法和参数;二是形成页岩气规模效益开发配套技术系列;三是建立页岩气开采的经济指标评价模式,为国家制订页岩气勘探开发政策提供依据。用先导试验区的经验教训来有序推进中国页岩气的健康快速发展,可以取得事半功倍的效果。

四川盆地不仅是人类最早发现、开采、利用天然气的地区之一,而且也是当前中国页岩气勘探开发的突破点,具有巨大的页岩气资源潜力和良好的发展前景,已经具备建立国家页岩气产业化建设先导试验区的基本条件。

2.6 创新体制是快速推进中国页岩气勘探开发产业化的核心动力

投资主体的多元化并不意味着只能通过矿权独立来实现。当前,快速推进中国页岩气勘探开发产业化最经济有效的办法是鼓励有实力的民营企业引进国外先进技术和高端人才,通过技术服务的方式参加到页岩气勘探开发中来。这不仅有助于打破国外公司对油气勘探开发技术的垄断,而且有助于推动国有大型石油公司的技术进步和管理创新,从而不仅快速推进中国页岩气勘探开发产业化进程,而且加快整个中国油气工业技术进步的步伐。

3 结 论

1)四川盆地长宁、威远地区志留系龙马溪组和寒武系筇竹寺组已钻井压裂后获气,表明四川盆地存在丰富的页岩气,初步回答了中国有无页岩气的问题。但是,页岩气的单井产量、气藏规模尚不清楚,开采成本更是制约页岩气效益开发的关键因素。所以中国页岩气勘探开发面临资源、环境、技术、成本和政策等5个方面的挑战。

2)为加快中国页岩气的勘探开发,当前应当做好矿权秩序维护、科技攻关、政策扶持、标准制订、先导试验区建设和体制创新等工作。

参 考 文 献

- [1] 胡文瑞.开发非常规天然气是利用低碳资源的现实最佳选择[J].天然气工业,2010,30(9):1-8.
- [2] 刘小丽,张有生,姜鑫民,等.关于加快中国非常规天然气对外合作的建议[J].天然气工业,2011,31(10):1-5.
- [3] 王立敏.完善政策法规 促进中国非常规天然气发展——“2011年中国页岩气/煤层气国际研讨会”综述[J].国际石油经济,2011,19(6):31-36.
- [4] 杜金虎,杨华,徐春春,等.关于中国页岩气勘探开发工作的思考[J].天然气工业,2011,31(5):6-8.
- [5] 潘继平,王楠,韩志强,等.中国非常规天然气资源勘探开发与政策思考[J].国际石油经济,2011,19(6):19-24.
- [6] 《页岩气地质与勘探开发完成丛书》编委会.中国页岩气地质研究进展[M].北京:石油工业出版社,2011.
- [7] 潘继平,胡建武,安海忠.促进中国非常规天然气资源开发的政策思考[J].天然气工业,2011,31(9):1-6.

(收稿日期 2011-11-21 编辑 罗冬梅)