

文章编号:1673-9035(2010)02-0011-03

页岩气开发的现状与前景

钱伯章 朱建芳

(上海擎督信息科技有限公司金秋能源石化工作室, 上海 200127)

摘 要 美国在页岩气开发技术方面走在世界前列, 已探索出水平井加多段压裂技术、清水压裂技术和同步压裂技术等先进的开采技术。到2030年, 美国以页岩气为代表的非常规气产量将超过 $3\,681 \times 10^8 \text{ m}^3$, 占其天然气总产量的一半以上。中国主要盆地和地区的页岩气资源量约为 $(15 \sim 30) \times 10^{12} \text{ m}^3$, 与美国主要盆地和地区 $28.3 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 的资源量大致相当, 经济价值巨大。我国页岩气资源勘探刚起步, 经验匮乏, 制约着我国页岩气产业的发展, 应加快技术研发和与国外的合作以及引进技术的步伐。

关键词 页岩气 开发 现状 前景 世界 美国 中国

中图分类号: TE-1 文献标识码: A

0 引言

当前, 世界各国对于煤、石油、天然气资源的需求不断攀升, 保障能源供应的压力日益增大。作为常规能源重要补充的页岩气、煤层气、油砂等非常规能源逐渐进入人们的视野。

页岩气是指主体位于暗色泥页岩或高碳泥页岩中、以吸附或游离状态聚集的天然气, 是一种重要的非常规天然气资源。作为新能源之一, 它既是常规天然气的潜在替代能源, 也是清洁环保能源。与常规天然气相比, 页岩气开发具有开采寿命长和生产时间长的优点, 大部分可产气的页岩分布范围广、厚度大, 且普遍含有页岩气, 这使得页岩气井能够长期以稳定的速率产气。页岩气开发在美国和加拿大已经起步, 并且已成为重要的替代能源, 正广泛应用于燃气化工、汽车燃料等行业。

笔者拟对世界页岩气资源及我国页岩气资源开发情况作一介绍。

1 世界页岩气资源及美国页岩气开发进展

全球页岩气资源分布广泛, 储量约为 $456.23 \times 10^{12} \text{ m}^3$ (表1), 相当于煤层气和致密砂岩气的总和^[1]。

页岩气的研究始于美国。美国的第1口工业性天

表1 世界主要地区(组织)或国家页岩气储量表 10^{12} m^3

地区(组织)或国家	页岩气储量
北美	108.79
拉美	59.95
西欧	14.44
中欧和东欧	1.10
前苏联	17.75
中东和北非	72.15
非洲撒哈拉地区	7.76
中亚和中国	99.90
太平洋经合组织	65.50
亚太其他地区	8.89
南非	0
合计	456.23

资料来源: [2]

然气钻井就是页岩气井, 但由于其产气量少而没有受到重视, 但从此拉开了美国天然气工业发展的序幕。20世纪70年代末期, 美国政府在《能源意外获利法》中明确了非常规能源开发税收补贴政策, 从80年代开始, 美国天然气研究所开始对东部页岩气进行系统研究, 随后页岩气勘探和研究得到迅速扩展。而得克萨斯州自20世纪90年代初以来, 对页岩气的开发不收生产税, 另外, 美国还专门设立了非

收稿日期: 2009-11-28 修订日期: 2010-03-09

作者简介: 钱伯章(1939-), 教授级高级工程师, 从事石油化工技术和经济信息调研和传播工作。E-mail: bz_qian@163.com

常规油气资源研究基金。这些政策上的扶持都极大地促进了美国页岩气产业的发展。

美国在页岩气开发技术方面走在世界前列,已形成水平井加多段压裂技术、清水压裂技术和同步压裂技术等先进的开采技术。近年来,页岩气开采技术的突破使美国的天然气储量增加了40%,分析人士认为,在未来20年里,许多国家的天然气储量也将出现类似的增幅。

美国已完钻页岩气井超过4万口,2009年美国页岩气产量达到 $600 \times 10^8 \text{ m}^3$,占其天然气年产量的10%。据美国能源部能源信息中心发布的《2009能源展望》报告,到2030年,以页岩气为代表的美国非常规气产量将超过 $3\,681 \times 10^8 \text{ m}^3$,占美国天然气总产量的一半以上。

在页岩气开采方面,创新的水平井钻井和完井技术是保证生产成功的关键。采用水力压裂和水平井技术、微地震裂缝成像技术,能直接监测水力裂缝网络的扩展动态,可极大地提高页岩储层中页岩气的开采量。Matthews等回顾了Barnett页岩增产技术的发展历程,指出其成功的关键在于对地质背景、页岩的矿物学描述、页岩岩石力学性质、上下夹叠层、构造地质学和井周围的非均质性等的正确认识。Mnyerhofer等介绍了微地震裂缝成像技术,该技术能测量水力压裂裂缝网络的规模和方向,设计和部署实时优化水平井。Wallace等评价了页岩钻井过程中采用固体可膨胀套管技术的优势和经济效益。Janwadkar等研发了新型的稳定伽马成像随钻测井工具,在钻井速率达到 180 ft/h 时仍能形成高分辨率的图像(注: $1 \text{ ft} = 0.3048 \text{ m}$),其可用于对层面边界和地层倾角的准确估计。该技术应用于Barnett页岩中获得了很好的效果。Paktinat等根据Utica页岩的特点,提出了改造Utica页岩储层的新方法,即采用低强度的酸化处理来降低注入压力,再采用稠化酸和交联压裂处理,通过在压裂液中加入黏土稳定剂和三相胶束溶液添加剂,使渗透率和压裂后的采收率得到提高。Paddock等提出的综合各向异性数据处理的叠前地震反演和蚂蚁算法追踪技术能有效地发现潜在点、表征裂缝和示明开发储层的风险性,指出具有异常低泊松比、远离断层、速度各向异性高的区域可能是甜点区域^[1-2]。

2 我国页岩气资源现状与前景

2.1 我国页岩气资源及其勘探开发潜力

我国各地质时期页岩分布广泛,勘探开发潜力大,页岩气资源也十分丰富,总资源量可达 $100 \times 10^{12} \text{ m}^3$,相当于常规天然气量的两倍,与美国的页岩气资源量大体相当^[3]。中国主要盆地和地区页岩气资源量约为 $(15 \sim 30) \times 10^{12} \text{ m}^3$,与美国主要盆地和地区 $28.3 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 的资源量也大致相当,经济价值巨大。

长期从事页岩气研究的中国地质大学(北京)能源学院有关专家表示,美国页岩气的快速发展对我国页岩气开发具有借鉴作用。根据页岩气成藏机理条件和中美页岩气地质条件的相似性对比可以证实,中国具有与美国大致相同的页岩气资源前景及开发潜力。其中,四川盆地具有与美国东部地区典型盆地相似的地质条件和构造演化特点,均属于古生代发育的海相沉积盆地,其页岩气勘探前景良好^[3]。

国土资源部油气资源战略研究中心有关专家表示,我国正处于页岩气勘探开发的前期探索阶段,国外的先进方法和技术难以全面解决我国的页岩气勘探开发问题。因此,不能操之过急,盲目照抄照搬国外模式。要遵循我国页岩气资源的地质条件、成藏特点等客观规律,加大地质理论与配套关键技术的研究力度,进行科学勘探开发^[3]。

鉴于我国含气页岩的地质特殊性,近期需要解决的关键技术问题主要有:我国页岩气资源及其富集特点的客观评价问题;页岩气勘探开发选区及评价技术;页岩气工业化勘探开发的经济界限问题;页岩气低成本开发技术等。这些问题的解决将在很大程度上推动我国页岩气开发利用进程。

作为天然气家族的新成员,我国页岩气资源非常丰富,开发潜力不可估量。加强对外合作,引进国外先进技术,降低开发成本,是我国页岩气开发的必经之路。

2.2 我国页岩气资源勘探开发进展

作为一种新兴的非常规能源,页岩气资源的开发需要大量技术、资金和技术人员作支撑,而我国页岩气资源的勘探刚起步,技术不成熟,经验匮乏,页岩气资源的规模开发还有很长的路要走。我国页岩气藏储层与美国相比有所差异,如美国页岩

气层埋深为800~2 600 m,而四川盆地页岩气层埋深为2 000~3 500 m,页岩气层埋深的增加无疑增加了开发难度。

美国页岩气产业发展离不开国家的政策支持和先进开发技术的支撑,要突破页岩气开发瓶颈,除国家给予支持外,国内的石油公司也要积极发掘页岩气资源潜力。政策的引导与扶持、企业技术攻关及技术的不断成熟将进一步推动我国页岩气产业的发展。此外,选择资质好的国际石油公司合作开发国内页岩气,对促进国内页岩气产业发展具有积极的意义。

2006年初,中国石油勘探开发研究院油气资源规划所组织专家在四川盆地西南地区进行页岩气资源的调查研究,发现我国页岩气资源是常规天然气资源的数倍之多,开发潜力不可估量。据专家预测,在四川盆地寒武系筇竹寺组、志留系龙马溪组页岩地层中存在丰富的页岩气资源。经初步估算,仅这两个组的页岩气资源量就相当于四川盆地的常规天然气资源总量^[1, 3]。调查表明,我国南方海相地层发育区具有优越的页岩气成藏地质条件,是我国页岩气勘探开发的有利首选区域,也有望成为我国油气资源的重要战略接替区域。除此之外,松辽、鄂尔多斯、吐哈、准噶尔等陆相沉积盆地的页岩地层也具有页岩气富集的基础和条件。专家认为,这些地区的页岩气储量应该很大。

近几年,我国在对外合作方面也已迈出了可喜的步伐。2007年10月,中国石油天然气集团公司与美国新田石油公司签署了《威远地区页岩气联合研究协议》,研究内容为四川省威远地区页岩气资源勘探开发前景综合评价,这是我国页岩气开发对外合作签署的首个协议。页岩气的合作开发对我国非常规油气资源的开发有着深远的影响。

2008年11月26日,由中国石油勘探开发研究院实施的我国首口页岩气取心浅井在四川省宜宾市顺利完钻。该井设计井深为200 m,全井段取心,共取心154 m,采集TOC(有机碳含量)等地化样品和岩矿样品200多个,页岩吸附气样品14个,GR值(放射性元素)测定780个,对页岩吸附气含量等多项数据进行了全面分析。2009年11月10日,中国石油与壳牌公司在北京签订《四川盆地富顺—永川区块页岩气联合评价协议》,吹响了我国页岩气勘探开发的号

角,标志着我国首个页岩气合作开发项目正式进入实施阶段。目前,我国天然气需求旺盛,若在四川盆地能完成页岩气的开采工作,可缓解供需紧张的矛盾。中国石油西南油气田公司作为项目的执行者,将按照协议,与壳牌公司一起,把我国首个页岩气合作开发项目建成示范型项目。

3 结论和建议

页岩气开发正在国外尤其是美国升温,中国拥有较丰富的页岩气资源,为解决天然气供应短缺问题,开发和利用页岩气正蓄势待发。国土资源部表示,中国计划到2020年将页岩气年生产能力提高到 $(150\sim 300)\times 10^8\text{m}^3$,以此作为应对天然气供应短缺的举措之一。我国政府希望到2020年,天然气在我国能源供应结构中的比例能从2005年的3%提高到10%,以降低污染。因此,我国致力于到2020年能够发现20~30个大型勘探开发区块,获得 $1\times 10^{12}\text{m}^3$ 的页岩气可采储量,而目前我国的页岩气开发经验非常有限,应加快技术研发和与国外的合作以及引进技术的步伐。

参考文献

- [1] 钱伯章. 新能源技术与应用:石油和天然气分册[M]. 北京:科学出版社,2010.
- [2] 陈昕. 页岩气开采进展[J]. 石油科技动态,2010(2): 12-21.
- [3] 高庆祥. 中国页岩气开采前景[N]. 中国石油报,2009-10-08(3).

(编辑:卢栋羽)

