

# 低碳背景下促进我国页岩气产业化的对策研究\*

云 箭<sup>1,2</sup>, 钟宁宁<sup>1</sup>, 王嘉麟<sup>2</sup>, 张 玉<sup>3</sup>, 吴小斌<sup>1</sup>

1. 中国石油大学(北京)地球科学学院, 北京 昌平 102249;

2. 中国石油安全环保技术研究院, 北京 海淀 100028; 3. 石油工业标准化研究所, 北京 海淀 100083

**摘 要:** 随着能源安全和二氧化碳减排指标的日益控制, 加大天然气资源开发力度、大规模清洁能源替代将是推动中国节能减排、低碳发展的最现实途径之一。以页岩气、煤层气为主的非常规天然气凭借其资源量大和碳排放量低的优势, 必将伴随着低碳发展的大潮迎来新一轮开发利用高潮。从分析页岩气资源储存特点入手, 归纳总结了美国促进页岩气产业发展的政策措施和技术发展模式, 并对制约中国页岩气产业快速发展面临的配套政策、勘探开发理论、关键技术等 3 方面的主要问题进行了深入地分析。在此基础上, 提出了推动中国页岩气产业快速发展应建立配套政策和加快技术创新的对策及建议。

**关键词:** 低碳; 清洁能源; 页岩气; 非常规天然气; 对策

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1718.TE.20120109.0935.001.html>

云 箭, 钟宁宁, 王嘉麟, 等. 低碳背景下促进我国页岩气产业化的对策研究[J]. 西南石油大学学报: 自然科学版, XXXX, XX(X): 1-7.

## 引 言

人类在推动工业化、城市化现代文明的同时燃烧了大量煤炭、石油等黑色化石能源, 排放了大量二氧化碳(CO<sub>2</sub>), 导致全球生态系统已超载 50%。研究表明<sup>①</sup>, 实现 2050 年全球与能源燃烧有关的 CO<sub>2</sub> 排放量在 1990 年基础上减半, 清洁能源替代贡献率将达到 23%。天然气是一种清洁的能源, 与煤炭相比, 可节约能量 11%~73%、减排 CO<sub>2</sub> 47%~84%<sup>[1]</sup>。近 30 年, 全球天然气年消费量增长了一倍, 在能源消费结构中的比例由 17% 攀升至 24%, 目前产量已突破  $3.0 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。预计到 2030 年, 天然气可能超过煤炭成为全球第二大能源。天然气在全球减少温室气体排放、推动低碳发展过程中发挥着举足轻重的作用, 中国政府已将天然气列为优先开发的资源, 并提出到 2020 年将天然气在一次能源消费中的比例提高到 10%。随着常规天然气资源的逐渐减少, 开发难度不断加大, 以页岩气、煤层气为主的非常规天然气将凭借其资源量大和排

放量低的优势迎来新一轮天然气开发利用高潮。加强页岩气资源战略调查和开发利用将成为实现中国能源安全供给、多元化发展的战略选择, 也是中国向清洁能源经济模式转变的有效途径。本文在研究国外页岩气产业发展成功经验的基础上, 试图通过对比分析, 深入探讨中国页岩气产业快速发展的途径, 并从政策措施和技术角度提出适合中国页岩气资源特点的产业化建议。

## 1 国外页岩气资源及开发利用现状

### 1.1 全球页岩气资源状况

页岩气与煤层气、致密砂岩气一起构成当今世界三大非常规天然气, 是一种新型的清洁能源。与常规天然气不同, 页岩气的成藏机理兼具煤层吸附气和常规圈闭气藏特征, 体现出复杂的多机理递变特点。完整的页岩气成藏与演化可分为 3 个主要作用过程, 构成从吸附聚集、膨胀造隙富集到活塞式推进或置换式运移的机理序列<sup>[2]</sup>。页岩气开采难易

\* 收稿日期: 2011-09-07 网络出版时间: 2012-01-09 09:35

<sup>①</sup> IEA. 能源技术展望——2010~2050 年的能源情景与战略。

程度不仅与储层特点有关,而且与裂缝发育程度关系甚为密切,90%以上的页岩气井需要采取压裂等增产措施来开采。

据美国国家石油委员会(NPC)统计,全球非常规天然气资源量  $921 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ,其中页岩气  $456 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ,相当于煤层气和致密砂岩气的总和,是常规天然气资源量的2倍。主要分布在北美(24%)、中亚和中国(22%)、中东和北非(16%)、拉美(13%)等国家和地区<sup>[3,4]</sup>(图1)。

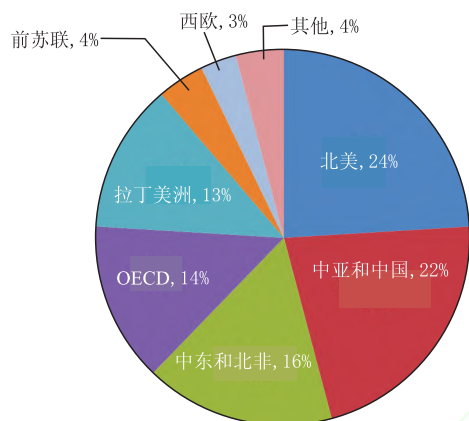


图1 世界主要地区页岩气储量分布情况

Fig. 1 Distribution of shale gas resource in world

## 1.2 页岩气成为主导全球油气勘探开发的潮流

随着对页岩气认识的提高、勘探开发技术的进步以及北美页岩气的大规模生产,页岩气已成为全球其他国家和地区勘探开发新的关注点。当前,美

国、加拿大、澳大利亚、德国、法国、波兰、阿根廷、智利等30多个国家开始页岩气研究和开发。全球各大石油公司也纷纷开始采取行动:埃克森—美孚(Exxon Mobil)在德国展开钻探工程;美国戴文能源(Devon Energy)和法国道达尔(Total)联手,在法国钻探页岩气;康菲石油公司在波兰展开页岩气勘探工作;中国石油和壳牌联手开发中国四川的页岩气资源;挪威国家石油公司、美国切萨皮克能源公司(Chesapeake)和南非石化巨头萨索尔公司(Sasol)共同申请对南非卡鲁盆地(Karoo)页岩气资源的勘探权、南非石化巨头萨索尔公司(Sasol)收购加拿大塔利斯曼能源公司页岩气资产的股份。加快页岩气资源勘探开发,已成为世界主要页岩气资源大国和地区的共同选择。

## 1.3 美国页岩气产业现状

美国是世界上页岩气资源开发最早、利用最成功的国家,页岩气资源量为  $(42 \sim 53) \times 10^{12} \text{ m}^3$ ,技术可采资源达到  $3.6 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ,占非常规天然气技术可采资源量的22%。截至2009年底,已圈定的页岩气潜力盆地50余个,主要发育在20个州21个大小不等的盆地<sup>[5,6]</sup>(图2)。目前商业性开采的页岩气主要产自Fort Worth、San Juan、Michigan、Appalachian、Illinois 5个盆地,这5大盆地页岩气资源量达  $(13 \sim 25) \times 10^{12} \text{ m}^3$ ,技术可采储量达  $(0.88 \sim 2.15) \times 10^{12} \text{ m}^3$ <sup>[7,8]</sup>。

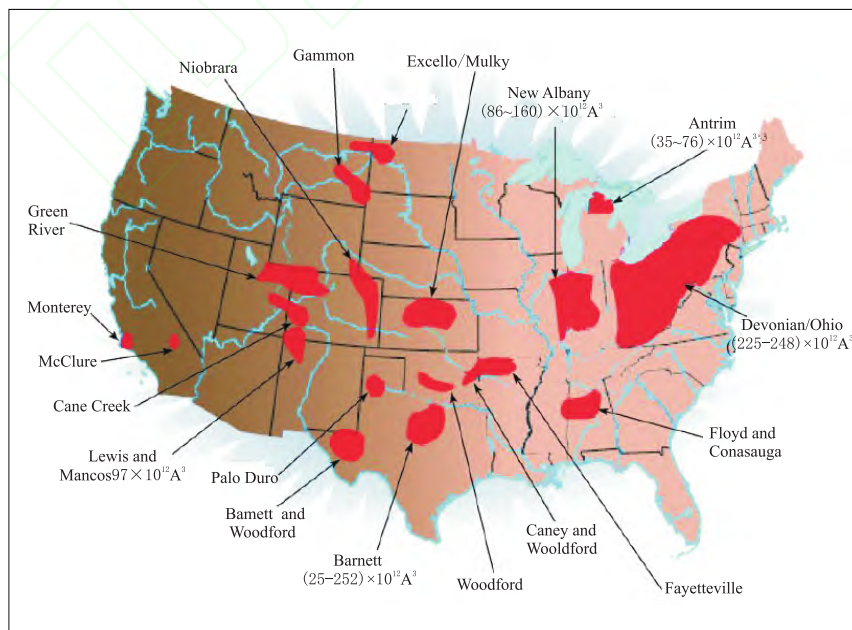


图2 美国主要页岩气盆地资源潜力

Fig. 2 The shale gas resources of major basins in USA

美国作为世界上页岩气资源勘探开发最早的国家,在政策、价格、开发技术进步和配套管网设施等因素推动下,已经取得了喜人的成绩:截至 2009 年底,已经在 20 余个盆地完成页岩气钻井勘探,完钻页岩气井 4 万余口。

在过去的 20 年,美国页岩气产量呈指数级增长,1990 年产量为  $57 \times 10^{12} \text{ m}^3$ , 占美国天然气年产量的 1%, 2010 年页岩气产量达到  $1380 \times 10^8 \text{ m}^3$ , 占天然气总产量的 22%。页岩气产量的大幅度增长,

扭转了美国天然气产量下降的趋势,助推美国再次成为世界第一大产气国,并改变了美国天然气价格,降低了美国对天然气进口的依赖。据预测,未来 20 年,美国页岩气产量还将大幅度上涨,到 2035 年将达到  $3500 \times 10^8 \text{ m}^3$ , 将占到美国天然气总产量的 45% 以上<sup>[9]</sup>(图 3)。美国非常规天然气的快速发展使美国由天然气进口(LNG)变成了出口,不仅改变着美国天然气的供应格局,甚至将会影响到全球未来的整体能源局势。

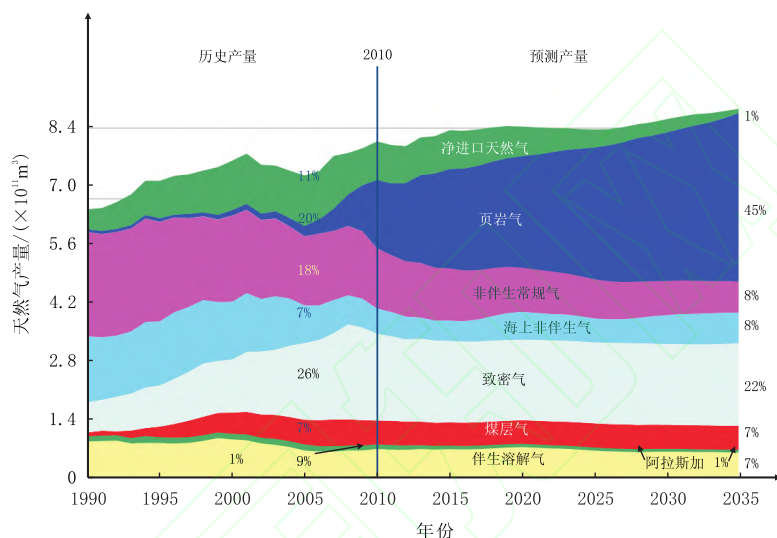


图 3 美国天然气产量现状及预测

Fig. 3 Status and forecast of nature gas production in USA

#### 1.4 美国页岩气产业快速发展的启示

美国页岩气快速发展主要得益于以下 3 方面。

##### (1) 国家的政策支持

美国政府对页岩气开发极为重视,通过立法保证页岩气开发税收补贴政策、设立非常规油气资源专项研究基金、利用市场竞争等有利的政策支持大大降低了开发成本,刺激页岩气的发展。

##### (2) 技术的进步

20 世纪 80 年代以来,美国能源部等单位资助了大量关于页岩气勘探开发的科技研发项目。美国经过多年攻关,探索出一套先进的页岩气开采技术,主要有水平钻井技术加多段压裂技术、清水压裂技术和近期出现的同步压裂技术,这些先进技术的规模化应用提高了页岩气井产量,降低了开采成本,促进页岩气生产步入快车道<sup>[10]</sup>。

(3) 发达的输气管网和管网运行中市场化的公平准入机制。

可利用的基础设施、完善的管网结构以及中小

型石油公司的推动等因素都有力地推动美国页岩气产业的快速发展。

## 2 促进中国页岩气产业化发展的条件与背景分析

### 2.1 中国页岩气资源丰富,开发潜力大

中国页岩气资源丰富、地质条件优越。刘洪林等<sup>[11]</sup>采用类比方法对中国主要盆地和地区的页岩气资源量进行初步估算。计算结果表明,中国主要盆地和地区的页岩气资源量约为  $(21 \sim 45) \times 10^{12} \text{ m}^3$ , 中值  $31 \times 10^{12} \text{ m}^3$ , 与美国的  $28 \times 10^{12} \text{ m}^3$  基本相当。据地质背景,大致划分为南方、中东部(华北—东北)、西北及青藏等四大地区<sup>[12]</sup>。其中南方古生界页岩分布面积广、厚度大、有机质含量高、成熟度适中,有利于页岩气成藏,初步预测南方古生界页岩资源量为  $12 \times 10^{12} \text{ m}^3$ , 是开展页岩气研究及勘探开发生产的首选区域。



## 2.2 能源需求为页岩气产业发展提供了机遇

随着国家能源安全保障和能源结构的改善,天然气供需缺口越来越大。自 2007 年国内天然气消

费量超过产量以来,供需缺口不断扩大(图 4),到 2010 年,中国天然气表观消费量为  $1\,100\times 10^8\text{ m}^3$ ,仅占一次能源消费比例的 4.9%,远低于世界 24%

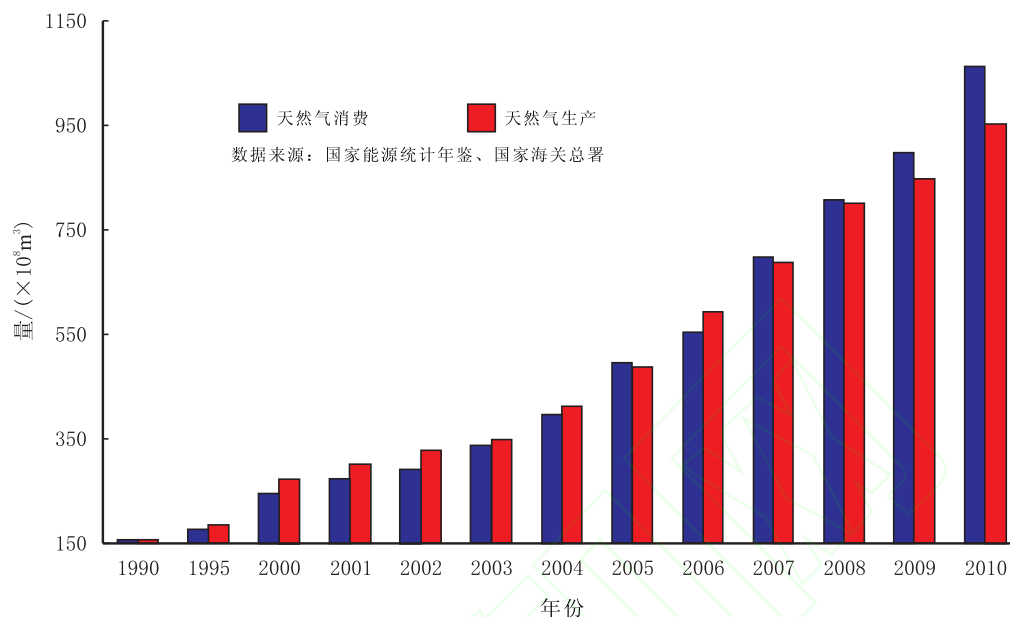


图 4 我国天然气消费与生产量对比

Fig. 4 Nature gas consumption and production in China

的平均水平,但供需缺口达到  $120\times 10^8\text{ m}^3$ ,对外依存度达到 11.7%。按照国家能源发展规划<sup>②</sup>,到 2020 年,天然气占一次能源消费比例从 2010 年的 4.9% 提高到 10%,天然气消费需求将达到  $(3\,200\sim 3\,700)\times 10^8\text{ m}^3$ ,而常规天然气产量只有  $(1\,600\sim 1\,800)\times 10^8\text{ m}^3$ ,缺口近一半。扣除进口一定量的天然气外,要保证国家对天然气的消费需求,必须依靠页岩气、煤层气的发展。按国土资源部预计,到 2020 年,中国页岩气可采储量达到  $1\times 10^{12}\text{ m}^3$ ;页岩气产量将达到常规天然气的 8%~12%;2035 年,页岩气产量将达到  $1\,100\times 10^8\text{ m}^3$ ,占到天然气总产量的 25%,页岩气将成为中国重要的清洁能源资源。因此,“十二五”期间必须采取有效措施,不但要使页岩气、煤层气有一定产量规模,而且要使之能在 2020 年及较长时间实现较快发展奠定坚实的基础。

## 2.3 页岩气产业快速发展是推动低碳战略的需要

中国在“十一五”节能减排的基础上,明确提出未来低碳发展的主要方向和重点任务是:制定低碳发展战略规划、调整能源结构,到 2020 年单位国内生产总值  $\text{CO}_2$  排放比 2005 年降低 40%~45%。

天然气是一种清洁的能源,按提供同等热值计算,  $1\,000\times 10^8\text{ m}^3$  天然气相当于  $1.33\times 10^8\text{ t}$  标煤,如果能将 2020 年天然气消费量提高到  $3\,000\times 10^8\text{ m}^3$ ,相当于增加  $2.8\times 10^8\text{ t}$  标煤,相对于煤炭可以减少 46% 的  $\text{CO}_2$  排放量。因此,要进一步推进节能减排工作,必须加大天然气的开发力度。随着常规天然气资源的逐渐减少、开发难度的不断加大,大力开发利用以页岩气、煤层气等为主的非常规天然气也是推动低碳发展的必然选择。

## 2.4 制约中国页岩气产业化发展的主要问题

近年来,中国高度重视页岩气的开发利用研究,开展了一系列工作(表 1)。但由于起步晚,目前对页岩气资源情况、理论研究、开发技术、评价测试等问题正处于探索阶段。

目前,制约中国页岩气产业快速发展的主要问题有 3 个:一是缺乏推动页岩气产业发展的配套政策,包括配套设施建设、矿权管理体制、标准规范、财政税收补贴等;二是资源勘探理论与实践程度低;三是水平井、多级压裂与重复压裂等关键技术很不成熟。这些因素造成了中国页岩气勘探开发存在投入成本高、周期长而短期收益难等方面的巨

<sup>②</sup> 国家能源发展“十二五”规划:2020 年中国一次能源需求预测。

表 1 我国页岩气发展大事记  
Tab. 1 Events of shale gas development in China

时间	大事记
2006 年	中国石油组织专家在四川盆地西南地区进行了页岩气资源调查研究,并在四川盆地和鄂尔多斯盆地成立先导试验区。
2007 年 10 月	中国石油与美国新田石油公司签署了我国页岩气开发对外合作的“威远地区页岩气联合研究协议”。
2009 年	设立“中国重点地区页岩气资源潜力及有利区带优选”项目,启动了全国首个页岩气资源勘查项目。
2009 年 11 月	中美签署了《中美关于在页岩气领域开展合作的谅解备忘录》,将两国在页岩气方面的合作提升到了国家层面。
2009 年 11 月	中国石油与壳牌公司在北京签订了《四川盆地富顺—永川区块页岩气联合评价协议》,标志着我国第一个页岩气合作项目正式进入实施阶段。
2010 年	国土资源部确定了川南、黔北、渝东南、渝东北等 7 个国家页岩气先导试验区,并启动先导试验区建设。
2010 年 8 月	在中国石油勘探开发研究院廊坊分院建立我国首个专门从事页岩气开发的科研机构——国家能源页岩气研发(实验)中心。

大挑战<sup>[13-17]</sup>。

3 推动中国页岩气产业快速发展的对策与建议

3.1 以政府为主导,建立相应的配套政策

为加快中国页岩气勘探开发步伐,首先,应在国家层面上根据资源特点结合中国页岩气发展现状编制页岩气专项发展规划;第二,借鉴美国经验,制定鼓励页岩气勘探开发的政策,并将鼓励煤层气发展的矿权管理体制、专用设备引进、气体入网价格、税收优惠等政策有机的移植到页岩气中,同时应成立专门机构,有意识地统筹规划页岩气资源与选区,确保优惠政策落实到位,调动各类企业开发页岩气积极性;第三,充分利用中国石油、中国石化等国家大型能源企业力量,上下游一体化,依托资源调查和先导试验区实施,加快制订行业标准和规范,控制安全与环保风险,实现全国页岩气资源战略调查和勘探开发工作规范化,形成良性互动机制,指导行业持续、有效、健康发展;第四,要突出低成本高效开发的理念。要积极探索建立投资和成本控制的联动机制,优化成本结构,从页岩气地质特殊性研究的源头抓起,优选资源品位好、投资收益率高的区块,对井网部署、地面建设、开发工程、作业施工方案设计、油气井管理等每个过程加强控制,提高整体开发效益。

3.2 加大研发力度,推动勘探开发理论技术创新

制约中国页岩气产业快速发展的关键是勘探开发技术的突破,主要表现在:一是尚未形成针对

中国地质特点的页岩气地质理论体系<sup>[18]</sup>;二是尚不掌握适合中国页岩气地质条件的水平井、多段压裂技术。因此,应借助国家能源页岩气研发(实验)中心平台和已经启动的《中国重点地区页岩气资源潜力及有利区带优选》、《页岩气勘探开发关键技术研究》等国家重点科技项目,按照“创新理论认识、攻克关键技术和规模推广应用”三个层次加大研发力度,形成核心技术。

3.2.1 系统地开展页岩气地质理论研究,创新认识,构建配套的地质理论体系

在目前中国页岩气地质理论研究现状的基础上,借鉴天然气、煤层气已掌握的地质理论认识,全面展开页岩气储层评价、资源潜力及分布规律、成藏机理及富集类型等方面的勘查评价工作,构建适合于中国地质条件、且对中国页岩气资源战略调查和勘探开发具有指导意义的较为完整的页岩气地质理论体系。

3.2.2 全力攻克页岩气开发关键技术,构筑支撑页岩气勘探开发的技术体系

针对页岩气特点,以技术引进、消化、吸收和再创新为主要技术获取方式,加快页岩气开发技术攻关力度,攻克射孔优化技术、水平井、多段压裂等技术难关,开发一批专有设备,形成具有自主知识产权、适合中国页岩气地质条件的配套技术与装备,为加快中国页岩气开发提供技术支撑。

3.2.3 与国外公司展开技术合作,建立规模化利用的先导试验区

基于地质条件、成藏要素和油气产区特殊条件的综合分析,本着由易到难的原则选择 2~3 个与美

国具有地质相似的成熟页岩区,与有实力的国外公司开展技术合作,建立页岩气先导试验区。借鉴美国页岩气勘探开发的先进经验和技術,从而积累页岩气优选、评价、试采工艺设计、方案设计、现场实施、技术服务、评估与分析的经验,形成符合中国页岩气藏特点的勘探开发配套技术系列。

## 4 结 语

推动低碳发展已是保障国家能源安全、改善能源消费结构、实现能源节约型、环境友好型社会的必由之路。保障国家能源供应和节能减排不仅需要依靠科技进步、清洁高效地利用传统化石能源,更需要加大非常规天然气资源开发力度,大规模进行清洁能源替代,从源头上减少碳排放。这为中国以页岩气、煤层气为主的非常规天然气产业的快速发展提供了前所未有的机遇。中国页岩气资源丰富,开发潜力大、前景好。当前,加快中国页岩气产业的发展首先应根据资源特点编制页岩气专项发展规划,然后在借鉴美国经验的基础上制定鼓励页岩气勘探开发的配套政策及机制,为中国页岩气产业的快速发展提供有利的软环境。在此基础上,从理论研究、技术攻关、集成示范三个层次上加大研发力度,积极推动页岩气产业化快速发展。

## 参考文献

- [1] 孙慧,李伟.天然气如何在节能减排中发挥作用[J].石油规划设计,2009,20(5):7-9.  
Sun Hui, Li Wei. Natural Gas Play an Important Role in the Energy Conservation and Emissions Reduction[J]. Petroleum Planning & Engineering, 2009, 20(5): 7-9.
- [2] 张金川,金之钧,袁明生.页岩气成藏机理和分布[J].天然气工业,2004,24(7):15-21.  
Zhang Jinchuan. Reservoiring Mechanism of Shale Gas and its Distribution[J]. Natural Gas Industry, 2004, 24(7): 15-21.
- [3] 张焕芝,何艳青.全球页岩气资源潜力及开发现状[J].石油科技论坛,2010(6):53-59.  
Zhang Huanzhi, He Yanqing. The resource potential and development status of global shale gas[J]. Oil Forum, 2010(6): 53-59.
- [4] 江怀友,宋新民,安晓璇,等.世界页岩气资源与勘探开发技术综述[J].天然气技术,2008,2(6):26-32.  
Jiang Huaiyou, Song Xinmin, An Xiaoxuan, et al. Global Shale Gas Resources and its E & P Technologies[J]. Natural Gas Technology, 2008, 2(6): 26-32.
- [5] Howell D G. The Future of Energy Gases[M].//US Geological Survey Professional Paper. Washington: US Geological Survey, 1993, 1570: 253-278.
- [6] Daniel M J, Ronald JH, Timer U. Unconventional shale-gas systems: the Mississippian Barnett Shale of north-central Texas as one model for thermogenic shale-gas assessment [J]. AAPG Bulletin, 2007, 91(4): 475-499.
- [7] Curtis J B. Fractured shale gas systems [J]. AAPG Bulletin, 2002, 86(11): 1921-1938.
- [8] Hill D G, Nelson C R. Reservoir Properties of the Upper Cretaceous Lewis Shale, a new Natural Gas Play in the San Juan Basin[J]. AAPG Bulletin, 2000, 84(8):1240.
- [9] EIA. Annual Energy Outlook 2011 with Projections to 2035[M]. Washington, DC: U.S. Energy Information Administration Office of Integrated Analysis and Forecasting, 2010.
- [10] 张金川,徐波,聂海宽,等.中国天然气勘探的两个重要领域[J].天然气工业,2007,27(11):1-6.  
Zhang Jinchuan, Xu Bo, Nie Haikuan, et al. Two Essential Gas Accumulations for Nature Gas Exploration in China[J]. Natural Gas Industry, 2007, 27(11): 1-6.
- [11] 刘洪林,王红岩,刘人和,等.中国页岩气资源及其勘探潜力分析[J].地质学报,2010,84(9):1375-1380.  
Liu Honglin, Wang Hongyan, Liu Renhe, et al. A Discussion on Applicable Technology for Exploration and Development of Shale Gas in China[J]. Acta Geologica Sinica, 2010, 84(9): 1375-1380.
- [12] 潘仁芳,黄晓松.页岩气及国内勘探前景展望[J].中国石油勘探,2009(3):1-7.  
Pan Renfang, Huang Xiaosong. Shale Gas and it's Exploration Prospects in China[J]. China Petroleum Exploration, 2009(3): 1-7.
- [13] 李建忠,董大忠,陈更生,等.中国页岩气资源前景与战略地位[J].天然气工业,2009,29(5):11-16.  
Li Jianzhong, Dong Dazhong, Chen Gengsheng, et al. Prospect Sand Strategic Position of Shale Gas Resources in China[J]. Natural Gas Industry, 2009, 29(5): 11-16.
- [14] 黄玉珍,黄金亮,葛春梅,等.技术进步是推动美国页岩气快速发展的关键[J].天然气工业,2009,29(5):7-10.  
Huang Yuzhen, Huang Jinliang, Ge Chunmei, et al. A key Factor Promoting Rapid Development of Shale Gas in American: Technological progress[J]. Natural Gas Industry, 2009, 29(5): 7-10.
- [15] 王红岩,李景明,赵群,等.中国新能源资源基础及发展前景展望[J].石油学报,2009,30(3):469-474.  
Wang Hongyan, Li Jingming, Zhao Qun, et al. Re-



- sources and Development of New Energy in China[J]. Acta Petroleum Sinica, 2009, 30(3): 469–474.
- [16] 胡文瑞. 中国石油非常规油气业务发展与展望[J]. 天然气工业, 2008, 28(7): 5–7.
- Hu Wenrui. Development and Prospect of Unconventional Oil and Gas Business in China National Petroleum Corporation[J]. Natural Gas Industry, 2008, 28(7): 5–7.
- [17] 翟光明. 关于非常规油气资源勘探开发的几点思考[J]. 天然气工业, 2008, 28(12): 1–3.
- Zhai Guangming. Speculations on the Exploration and Development of unconventional Hydrocarbon Resources[J]. Natural Gas Industry, 2008, 28(12): 1–3.
- [18] 张大伟. 加速我国页岩气资源调查和勘探开发战略构想[J]. 石油与天然气地质, 2010, 31(2): 135–140.
- Zhang Dawei. Strategic Concepts of Accelerating the Survey, Exploration and Exploitation of Shale Gas Resources in China[J]. Oil & Gas Geology, 2010, 31(2): 135–140.

## 作者简介



云 箭, 男, 博士研究生, 主要从事石油、石化行业节能减排、低碳经济与技术方面的研究。先后参与国家 973 项目、中国石油重大科技专项等项目的研究, 撰写并在 SCI、EI、中文核心等期刊上发表了多篇学术文章。



钟宁宁, 男, 教授、博士生导师, 从事能源资源和环境地球化学的教学和科学研究。多次参加国家重点科技项目的研究工作, 获国家科技部“973”项目先进个人称号。



王嘉麟, 男, 中国石油低碳高级专家, 从事油气行业安全环保技术的研究工作, 多次主持或负责国家重点科技项目和中国石油重大科技项目的研究。



张 玉, 女, 高级工程师, 先后从事钻井和采油用油田化学剂的研制和开发。2003 年至今主要从事石油天然气工业国家标准、行业标准的研究和管理工作。



吴小斌, 男, 博士研究生, 从事油气田开发地质方面的研究。先后参与、主持科研项目 10 余项, 发表文章 10 篇, 其中 EI 收录 2 篇, 英文国际会议论文 1 篇, 并参加 28<sup>th</sup> 国际沉积学大会。

## Measures to Promote Shale Gas Large-scale Development under Low-carbon Background in China

Yun Jian<sup>1, 2</sup>, Zhong Ningning<sup>1</sup>, Wang Jialin<sup>2</sup>, Zhang Yu<sup>3</sup>, Wu Xiaobin<sup>1</sup>

1. College of Geosciences, China University of Petroleum (Beijing), Changping, Beijing 102249, China; 2. Coalbed Methane Company Limited, PetroChina, Haidian, Beijing 100028, China; 3. Standardization Research Institute of Petroleum Industry, Haidian, Beijing, China

**Abstract:** Large-scale development and utilization of natural gas is one of the most achievable ways to promote the native low carbon economy with increasingly stringent energy saving and carbon emission reduction target. Thus, unconventional gas, represented by shale gas and coalbed methane, will be inevitable in a new round of high tide of development and utilization following with the trend of low-carbon development because of their advantages of larger reserves and lower carbon emissions. The paper firstly analyzes the characteristics of shale gas reservoir, and the policy measures and technical development model to realize the industrialization of American shale gas industry were summarized. Then, on the basis of the analysis of supporting policies, theories related to exploration and development and key technologies deeply, there are three major problems restricting the shale gas industry development rapidly in China, two strategies that creating a set of matching policy and accelerating technological innovation are proposed to promote the shale gas industry development rapidly.

**Key words:** low carbon; clean energy; shale gas; unconventional natural gas; measures

编辑: 杜增利; 编辑部网址: <http://www.swpuxb.com>