

中国非常规油气资源潜力及政策建议

陈磊¹, 宋昭峥¹, 蒋庆哲¹, 赵瑞雪²

(1. 中国石油大学重质油国家重点实验室, 北京 102249; 2. 中国化学工程股份有限公司, 北京 100007)

摘要:我国经济的持续快速发展, 离不开有力的能源保障。对我国的油页岩、煤层气、天然气水合物等非常规油气资源的储量分布、开发利用现状、资源潜力、面临的主要问题及促进发展的政策建议等进行了系统的分析, 明确提出非常规油气资源是常规油气资源的重要补充, 发展非常规油气资源符合我国可持续发展的能源发展战略的需要。当前, 面对国际金融危机和低油价的影响, 我国应当加大对非常规油气资源勘探开发利用的投入, 做好资源和技术储备, 严格监督管理, 出台有关优惠政策, 为促进我国能源多样化、积极改善能源结构、增强能源供给、缓解能源进口依存度而努力。

关键词:非常规油气资源; 利用现状; 潜力; 问题; 政策建议

中图分类号: TD712.67

文献标识码: C

文章编号: 0253-4320(2009)10-0009-05

Potentials and proposed strategies of the development of China's unconventional oil and gas resources

CHEN Lei¹, SONG Zhao-zheng¹, JIANG Qing-zhe¹, ZHAO Rui-xue²

(1. State Key Laboratory of Heavy Oil Processing, China University of Petroleum(Beijing), Beijing 102249, China;

2. China National Chemical Engineering Co., Ltd., Beijing 100007, China)

Abstract: The continuous and rapid development of China's economy requires powerful energy guarantees. The reserves, distribution, utilization status, resource potentialities, problems confronted and policy suggestions for China's unconventional oil and gas resources, such as oil shale, coal bed gas, natural gas hydrate, are systematically analyzed. Based on this, it is pointed out that the unconventional oil and gas resources are the important supplement of China's conventional oil and gas resources, and developing unconventional oil and gas resources will coincide with China's sustainable energy development strategy. At present, facing with the international financial crisis and impact of low oil price, the input in the development and utilization of China's unconventional oil and gas resources should be increased, with the resources and technologies reserved, the supervision and management system made stricter, and the concerning preferential policies given, all this would improve China's energy diversification, structure, supply and alleviate energy import dependence degree.

Key words: unconventional oil and gas resources; utilization status; potentiality; problems; policy suggestions

能源是经济发展和社会进步的重要物质基础, 是影响人类生存环境的重要因素。随着我国经济持续快速的发展和人民生活质量的改善, 能源消费总量和结构有了较大幅度的提高和变化, 这需要有强大的能源供应做后盾。而常规能源已不能满足国民经济发展的需要, 据中国工程院完成的《中国可持续发展油气资源战略》对我国油气供需态势的基本估计: 2020 年我国将消费石油 5 亿 t, 而 2020 年我国年产石油约 1.8 亿 t, 供求矛盾长期存在; 2020 年我国将消费天然气 2 000 亿 m³, 而我国 2020 年天然气产量约 1 200 亿 m³, 需进口 800 亿 m³^[1]。我国迫切需要新的能源来满足国内日益增长的能源需求, 非常规油气资源在勘探开发技术发展 to 一定程度的条件

下将理所当然地成为常规能源的补充甚至替代能源。因此, 摸清我国非常规油气资源的潜力, 拓宽勘探使用领域, 对于增加油气资源的后备储量, 提高油气产量, 具有重要的战略意义。

1 我国非常规油气资源的储量分布

1.1 油页岩

油页岩是一种灰分质量分数大于 40%、含油率 3.5%~30.0% 的可燃矿产。油页岩经加热干馏(约 500℃)后, 所含油母分解生成页岩油、干馏气和页岩半焦; 页岩油可作为燃料油, 亦可进一步加工制取汽、柴油和化学品。油页岩也可作为锅炉燃料在炉内燃烧产生蒸汽发电^[2]。

收稿日期: 2009-08-14

基金项目: 国家发改委调研项目(200814)

作者简介: 陈磊(1982-), 男, 博士生; 蒋庆哲(1961-), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事油品精制、精细化工和清洁燃料发展规划的研究等工作,

通讯联系人, 010-89733313, jiangqz@cup.edu.cn。

我国是一个油页岩资源丰富的国家,按油页岩资源探明储量统计,全国油页岩资源为 7 199.30 亿 t,页岩油资源为 476.44 亿 t;页岩油可回收资源为 119.79 亿 t,接近我国到目前为止累计探明的天然石油储量总和^[3]。新一轮全国油页岩资源评价结果表明^[4],我国探明储量的油页岩主要集中在我国东北和中南地区,主要分布在 22 个省区、47 个盆地、80 个含矿区。22 个省区中,又主要集中在吉林、辽宁、山东、新疆、广东和海南等省区。47 个盆地又主要分布在松辽盆地、华北盆地、准噶尔盆地、鄂尔多斯盆地、茂名盆地、抚顺盆地和依兰伊通盆地等。

1.2 煤层气

煤层气俗称煤矿井下的矿井气或煤层甲烷,是煤层在生成过程中伴随产生的一种可燃性气体,也就是煤层在开采过程释放出来的瓦斯或沼气^[5]。

我国是世界上继俄罗斯、加拿大之后的第三大煤层气储藏国^[6],占世界排名前 12 位国家资源总量的 13%^[7]。我国煤层气资源具有主要含气盆地集中分布,中小盆地资源量有限的特点。新一轮全国煤层气资源评价结果表明^[8],我国 42 个主要含气盆地埋深 2 000 m 以浅煤层气地质资源量 $36.8 \times 10^{12} \text{ m}^3$,埋深 1 500 m 以浅煤层气可采资源量 $10.9 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。煤层气资源主要分布在东部、中部、西部及南方等 4 个大区,地质资源量分别为 11.3×10^{12} 、 10.5×10^{12} 、 10.4×10^{12} 、 $4.7 \times 10^{12} \text{ m}^3$,占全国的 31%、28%、28% 和 13%,青藏地区为 $44.3 \times 10^8 \text{ m}^3$,占 0.01%;可采资源量分别为 4.3×10^{12} 、 2.0×10^{12} 、 2.9×10^{12} 、 $1.7 \times 10^{12} \text{ m}^3$,占全国的 40%、18%、26% 和 16%。

1.3 天然气水合物

天然气水合物是水和天然气在高压和低温条件下混合时产生的一种固态物质,外表像冰,但其成分中 80% ~ 99.9% 为甲烷,可以燃烧。天然气水合物能量密度高,每立方米可释放出 164 m^3 甲烷气,能源密度是普通天然气的 2 ~ 5 倍,而且杂质少,是一种清洁、少污染的高效能源^[9]。

根据目前的调查表明,我国南海北部陆坡、南沙海槽和东海陆坡均有可燃冰存在。我国包括东海、台湾以东海区和南海在内的广大海域、青藏高原的冻土层,也都具备天然气水合物的形成条件^[10]。据测算,我国南海天然气水合物的资源量为 $700 \times 10^8 \text{ t}$ 油当量,大约相当于我国目前陆上石油、天然气资源量总数的 1/2。南海北部天然气水合物“冷泉”喷溢形成的巨型碳酸盐岩,面积达 $430 \times 10^4 \text{ km}^2$,被认为是世界上最大的自生碳酸盐岩区^[11]。

2 我国非常规油气资源利用现状

2.1 我国油页岩资源利用现状

我国绝大多数油页岩用于干馏提炼页岩油和直接作为燃料燃烧发电,只有少数用于其他方面。近些年来,我国在立足传统开发工艺的基础上,积极增强与国外先进技术的合作。

油页岩作为流化床锅炉的燃料^[12]。1967 年广东茂名石油公司建成了我国第 1 台油页岩流化床锅炉,之后由于污染过大而停产,2006 年经技术改进重新启用。1986 年在辽宁抚顺石油二厂建成了一台蒸发量为 35 t/h 鼓泡流化床锅炉,利用干馏废弃的小颗粒油页岩燃烧发电,自 1987 年投产使用至今仍在工作。在吉林省桦甸油页岩示范电厂,安装了 3 台我国研制的蒸发量为 65 t/h 低倍率循环流化床油页岩电站锅炉。其中 I 号锅炉自 1996 年运行至今。

利用干馏技术生产油页岩油^[13]。油页岩的干馏技术是将开采的油页岩破碎分选后,放入干馏炉内,在隔绝空气的情况下,在干馏段干燥、预热,然后加热到 450 ~ 600 °C 干馏后,页岩油被裂解释放出来。所剩的页岩半焦进入汽化阶段,并进行氧化还原反应,生成的页岩废渣排出炉外。我国抚顺 1928 年开始利用油页岩提炼页岩油,至 1959 年达到高潮,抚顺油页岩矿为当时世界上最大的页岩油生产基地^[13],拥有 266 台抚顺式干馏炉,年产 60 万 t 页岩油;由于成本过高,现仅剩 80 台,年产量减至 9 万 t。随着近几年油价上涨,我国的许多省市又开始重建油页岩提炼工厂^[14]。

2.2 我国煤层气资源利用现状

我国煤层气研究与开发经历了 3 个阶段^[15]。第 1 阶段(20 世纪 50 年代初至 20 世纪 90 年代)为井瓦斯抽放阶段,其工作重点都放在治理瓦斯灾害事故方面,煤层气抽放率不高,平均约为 20%^[16];第 2 阶段(20 世纪 90 年代至 2005 年)为地表煤层气开发探索阶段,把煤矿床看作“煤-甲烷”复合矿床,即把其中的煤层气与煤炭等量齐观,也作为资源来加以开发利用,同时开发上也逐步向着采煤采气一体化方向发展。2005 年以来逐步进入了商业化开发初始阶段,国家对煤层气产业的支持力度进一步加大,煤层气勘探的投入创造了历史新高,一个介于煤炭和常规天然气之间的新型产业正在悄然形成^[17]。

2.3 我国天然气水合物利用现状

我国已建成第 1 个国家天然气水合物研究

中心——中国科学院广州天然气水合物研究中心。该中心已研制的可燃冰开采实验模拟系统测试结果表明,该系统能有效模拟海底可燃冰的生成及分解过程,可以对现有的开采技术进行系统的模拟评价。中国石油大学经过 5 年攻关,开发研制的天然气水合物(NGH)生成与开发模拟实验技术于 2007 年 12 月初获得成功。在实验室条件下,科研人员已将甲烷成功合成为 NGH,满足了目前我国 NGH 实验研究的多项需求,同时为今后的工业化开采、运输积累了大量实验数据,使我国成为继日本、美国和俄国之后,第 4 个对 NGH 进行研究开发的国家^[18]。

3 资源潜力分析

3.1 油页岩

油页岩不仅是一种重要的替代能源资源,更重要的是其具有巨大的综合开发潜力。除提取页岩油外,油页岩由于其特殊的组成和结构还可用于发电、化工、医药、建筑、农业等方面。

从地域来讲,我国石油资源主要集中在东、中、西部地区 and 海域,所以我国常年面临大规模、长距离的北油南运问题,而探明储量的油页岩主要集中在我国东北和中南地区,开发油页岩资源可以减轻我国北油南运的负担。

近年来,油页岩综合利用新技术不断出现。壳牌公司研制的直接地下干馏开采技术(iICP)^[19],这种方法不仅占地少,而且几乎没有空气污染,生产页岩油的成本也低,据相关专家计算,传统干馏工艺成本为 40~60 美元/桶,而 ICP 技术只需要 30~40 美元/桶,大规模生产甚至可低至 12 美元/桶,经济效益更高^[19];油页岩循环流化床燃烧技术等提高了油页岩的经济效率、发电效率,使环境污染减少、综合利用用途大大增加。这些技术的应用对于解决油页岩开发利用中的经济成本偏高和环境破坏力强的问题有着重大的意义。

3.2 煤层气

根据目前我国煤层气发展状况,类比美国煤层气勘探开发模式,预测我国煤层气产业将在 2010 年以后进入快速发展阶段^[8]。届时,在沁水盆地、鄂尔多斯盆地东缘等有利目标区的勘探开发将有较大的突破,预计 2010 年累计探明地质储量 4 000 亿 m^3 ,瓦斯(煤层气)抽采量达到 100 亿 m^3 ,利用总量 50 亿 m^3 以上。可建成 5~10 个煤层气开发基地,煤层气产业初具规模。2010 年以后,煤层气的勘探开发技术日趋成熟,勘探范围进一步扩大,预计 2020 年

累计探明地质储量为 12 000 亿 m^3 ,产量超过 300 亿 m^3 ,形成 10~15 个煤层气生产基地,煤层气产业已成规模发展。2020 年之后,煤层气开发的规模化、产业化会进一步加快,至 2030 年累计获得煤层气可采储量超过 2 万亿 m^3 ,形成 20~30 个煤层气生产基地,产量达到 500 亿 m^3 。2030 年以后,随着深层煤层气资源的勘探和开发,煤层气产业化规模大幅度提高。

3.3 天然气水合物

天然气水合物是人们对“后石油时代”能源接替能源的希望。按照专家预测,目前发现的天然气水合物储量是石油天然气的 2 倍,如果能够攻克技术难关,预计可开发部分也与油气资源总量相当。我国已将天然气水合物开发技术纳入中长期科技发展规划,需要深化资源调查,开展应用研究,对天然气水合物开发技术进行探索。科学家预计,大约用 10 年时间,人类有望解决可燃冰开采和清洁燃烧的技术问题。

4 我国发展非常规油气资源过程中存在的问题

尽管我国非常规油气资源具有巨大的资源潜力,部分技术已经实现了商业化,产业也有一定的发展,但与国外发达国家相比,无论在技术、规模、水平还是在发展速度上仍然存在较大的差距,我国发展非常规油气资源还面临着许多问题和障碍。

4.1 油页岩工业在发展过程中遇到的问题

(1) 国际油价的影响

进入 2008 年以来,国际油价剧烈波动,2008 年 6 月 26 日,国际油价突破 140 美元,而到了 2008 年的 12 月份,国际油价跌破了 40 美元/桶,直到 2009 年 4 月,国际油价才震荡回升至 50 美元/桶。而即使在一些有条件的国家(如中国、爱沙尼亚和巴西等),页岩油的生产成本也需要 20~40 美元/桶。目前震荡的国际油价以及世界经济危机已经严重阻碍了页岩油工业的发展。

(2) 环保问题亟待解决

开发利用油页岩资源时所产生的废水中含有大量酚类、油类等有机污染物,流入地表水体或土壤中,破坏水体与土壤平衡;干馏炉、锅炉、烟囱、凉水塔散发的气体,均可能含有不同数量的硫化氢、吡啶、芳烃等有害成分,直接污染周围大气环境,还会危害生物生长和生存,影响人体健康;油页岩资源的开采会占用大量土地,甚至造成地表沉降;大部分开

采出来的油页岩需要堆积在地表,加工生产的废渣,除少数回填以外,绝大部分堆积在地表,长时间无法处理,对耕地、植被造成严重破坏。

(3) 资源探明程度低,浪费严重

油页岩预测资源量较多,但可供开采的探明储量少。在开采中存在采富弃贫、大矿小开、一矿多开现象,与煤共伴生油页岩丢弃严重,低品位资源利用程度低。

(4) 扶持政策不系统,管理有待加强

独立矿床不享受与煤伴生油页岩免交增值税政策,低品位资源开发利用不享受税收优惠,对延长产业链没有明确的激励政策。油页岩矿业权与油气和煤炭普遍存在交叉重叠现象,部分企业以其他矿权代替油页岩,规避招标采购挂牌。

4.2 煤层气开发面临的问题

(1) 政策扶持力度不足

由于缺乏有力扶持政策,致使资源勘探投入不足,资源评价不适应开发需求;对于瓦斯利用和治理方面的投资不足,而建设瓦斯发电项目的前期投入和运营管理费用都比较高,因此限制了瓦斯的大规模开发利用,矿井平均瓦斯利用率仅在 30% 左右。国家在集输基础设施方面投入较小,煤层气产业发展缺乏天然气管网支持。另外,我国对开采出的煤层气的主要储存方式是地面储存塔,储存容积小,严重制约了中国煤层气的开发量及下游用户市场的发展。

(2) 缺乏统一规划

煤层气的产业规划一直附列于煤炭和石油的规划中,国家没有专项的煤层气产业规划,导致众多企业各自为政,有限的资金分散用在了全国几十个地区;煤层气开发利用条块分割严重,缺乏必要协调。在具体开发中存在矿权重叠问题,致使相关部门与企业,地方与企业间产生很多分歧。由于电力行业的市场垄断,煤层气发电上网难、入网价格低,使矿井煤层气的综合利用工作也受到阻碍。此外,在煤层气开发区域,没有与之相配套的长输管线,致使开发与市场脱节。

(3) 相关法律法规不健全

有关煤层气勘查、开发法律规定多散见于国务院发布的文件当中,缺少政策的透明性和可操作性。煤层气综合利用缺乏安全管理规范、行业标准和监管法规,影响了煤层气产业健康有序发展。

(4) 煤层气抽采难度大,科研工作薄弱

我国高瓦斯矿井多,煤层气含量高,但煤层较

软、透气性低、压力大、抽采难度大。同时,我国专门从事煤层气开发利用研究的单位很少,基础理论研究和技术创新不够。

4.3 天然气水合物的大规模商业开采面临诸多困难

(1) 调查工作程度较低

尽管 1999 年开始的资源调查在南海、东海和青藏高原等地发现了许多地球物理和地球化学异常标志,但总体上仍处于起步阶段,调查程度较低。即使调查程度相对较高的南海海域目前仍处于普查阶段,而东海和陆上冻土区则仍处于预测阶段或者是预查阶段。

(2) 研究工作相对薄弱

科研水平相对较低,如每年我国都发表有大量的论文,但多为综述性文章,结合我国实际情况的很少。基础理论研究方面也往往重复国外的研究成果,原创性贡献不多。实际上,南海海域地处中低纬度带,是先拉张后挤压的边缘海盆地,且同时具有离散型(被动型)和会聚型(主动型)大陆边缘,有别于其他海区,而青藏高原则为中低纬度带上的高山冻土,也有别于极地冻土。因此,南海和青藏高原天然气水合物的成矿机理和成藏机制均有其特殊之处,对这 2 个地区开展找矿迫切需要相关理论的指导。

(3) 技术装备有待发展

目前研制成功的调查技术和装备与国外先进水平相差较远,如目前采用的地震勘探和地球化学技术较为单一,未能系统化地开展全方位多层次的立体探测。另外,由于我国尚无深海钻探船,目前只是开展了相关技术与装备的前期研制,无法满足实际钻探所需,只能租借外国钻探船开展钻探。开发利用、储运等技术仅仅开展了探索性的实验研究或模型研究,离实际利用还有很长的距离。

5 政策建议

我国非常规能源发展的总体思路概括起来就是在稳定协调政策及政府支持下的可持续发展。政府的支持是发展非常规油气资源的关键。

(1) 制定明确的能源发展目标

针对我国不同阶段的国情制定长短期结合的目标和计划,以推进非常规油气资源产业化发展,并进行系统的能源替代规划。同时,由于我国地区间经济发展不平衡,资源富集程度不均衡,应对非常规油气资源发展战略按照不同的地域进行细化,以利于地方政府的具体操作。

(2) 制定强制性的法律和有效的行政干预

有效的法律保障和行政干预可以保证政府的政策得到有效的实施。从法律上确定非常规油气资源的发展地位,这是非常规油气资源发展中不可或缺的条件。世界上约有30多个国家制定了促进非常规油气资源发展的有关法律或法案,强制推行国家政策。美国联邦政府虽然没有通过具体的法令,但有20多个州政府或议会通过了相关法令,强制推行政府的非常规油气资源政策。这些强制的法律和行政手段能快速形成规模化生产能力。

(3) 选择适合的经济激励政策

我国的非常规油气资源产业目前尚处于发展的初级阶段,政府应该在融资、税收、价格和资金引进等方面建立适当的优惠政策,吸引商业资金和社会资金进入该领域,进一步促进我国非常规油气资源的开发利用。一方面要合理定价以消除与常规能源间的价格劣势;另一方面利用经济激励政策消除非常规油气资源市场狭小的弊端。

(4) 建立完善的技术研发机构

推进非常规油气资源产业化发展,要以科研先行,所以必须建立完善的非常规油气资源技术研究开发机构。发达国家在科技和研发方面投入很大,通过建立国家实验室和研究中心,为机构和企业提供技术指导、研发资金和补贴等技术支持。要促进我国非常规油气资源的迅速发展,首先要加大对技术研究的投入。国家应该制定专项政策,通过固定的政府研发投入或者示范项目、试验实施专项资金来促进非常规油气资源的技术发展。

(5) 积极开展宣传教育

为推进非常规油气资源的开发利用,取得决策者和广大用户的理解和支持,应坚持不懈地积极开展开发利用非常规油气资源的重大战略意义和有关技术知识的宣传教育工作,增强全民的环保意识和对社会可持续发展观的认识,营造公众支持的氛围。在很大程度上,公众的认同成为政府和企业发展一种新兴能源技术的主要动力。公众支持非常规油气资源的发展,将会极大地带动非常规油气资源的消费市场的发展,从而促进非常规油气资源产业化发展。

6 结语

我国的非常规油气资源是相对丰富的,能源潜力是巨大的。非常规油气资源作为能源体系中的一股新生替代力量,正处于技术快速发展和产业化成长阶段,发展非常规油气资源符合可持续的能源发

展战略的需要。为此,我们应该从国家的战略目标出发,在市场机制的调控下,充分发挥政府、企业和社会公众的不同作用。形成以国家非常规油气资源发展战略目标为引导,以法律法规等强制性法律政策和财税补贴等经济激励政策为保障,以建立完善的市场机制、提高企业竞争能力为重点,同时加大技术创新投入,掌握关键技术、降低成本,以最小的代价,在最短的时间内完成非常规油气资源的规模化发展过程,使其成为一种廉价的、在能源供应中可以发挥重要作用的能源,为我国长期的能源可持续发展做好技术、工业装备能力和产业上的准备。

参考文献

- [1] 李景明,王红岩,赵群.中国新能源资源潜力及前景展望[J].天然气工业,2008,28(1):149-153.
- [2] 钱家麟,王剑秋,李术元.世界油页岩综述[J].中国能源,2006,28(8):16-20.
- [3] 刘招君,董清水,叶松青,等.中国油页岩资源现状[J].吉林大学学报:地球科学版,2006,36(6):869-876.
- [4] 车长波,杨虎林,刘招君,等.我国油页岩资源勘探开发前景[J].中国矿业,2008,17(9):1-4.
- [5] 黄盛初,刘文革,赵国泉.中国煤层气开发利用现状及发展趋势[J].中国煤炭,2009,35(1):5-10.
- [6] 赵庆波,田文广.中国煤层气勘探开发成果与认识[J].天然气工业,2008,28(3):16-18.
- [7] 钱伯章,朱建芳.世界非常规天然气资源和利用进展[J].天然气经济,2007,25(2):28-32.
- [8] 车长波,杨虎林,李富兵,等.我国煤层气资源勘探开发前景[J].中国矿业,2008,17(5):1-4.
- [9] 李小森.天然气水合物能源的勘探与开发[J].现代化工,2008,28(6):1-13.
- [10] 陈多福,王茂春,夏斌.青藏高原冻土带天然气水合物的形成条件与分布预测[J].地球物理学报,2005,48(1):165-172.
- [11] 张洪涛,张海启,祝有海.中国天然气水合物调查研究现状及进展[J].中国地质,2007,34(6):954-961.
- [12] 钱家麟,尹亮.油页岩:石油的补充能源[M].北京:中国石化出版社,2008.
- [13] 刘伯谦.油页岩在国家能源结构中的地位[J].中国能源,1999(2):19-21.
- [14] 孙键,王擎,孙东红,等.油页岩综合利用集成技术与循环经济[J].现代电力,1999,24(5):57-67.
- [15] 车长波,杨虎林,李富兵,等.非常规油气资源勘探开发政策思考[J].天然气工业,2008,28(12):4-6.
- [16] 赵庆波,刘兵,姚超.世界煤层气发展现状[M].北京:地质出版社,1998:76-94.
- [17] 袁彦霞.煤层气资源的开发和利用[J].科技情报开发与经济,2008,18(9):72-73.
- [18] 钱伯章,朱建芳.天然气水合物:巨大的潜在能源[J].天然气与石油,2008,26(4):47-52.
- [19] 黄志新,袁万明,黄文辉,等.油页岩开采技术现状[J].资源与产业,2008,10(6):22-28. ■