

本课题由科技部国家软科学研究计划项目（2013GXS4D136）

湖南省煤田地质局2013年度科学研究计划（2013006）资助

我国页岩气产业化 发展路径研究

张喜征 黎光明 李 明 龚玉红 著

WOGUO YEYANQI
CHANYEHUA
FAZHAN LUJING YANJIU



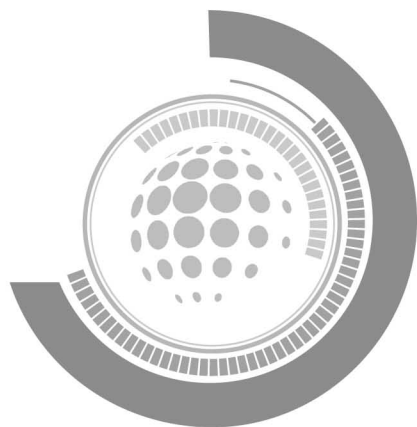
湖南大学出版社

本课题由科技部国家软科学研究计划项目（2013GXS4D136）

湖南省煤田地质局2013年度科学研究计划（2013006）资助

我国页岩气产业化 发展路径研究

张喜征 黎光明 李 明 龚玉红 著



湖南大学出版社·长沙

内 容 简 介

本书针对我国页岩气产业化发展现状及问题,包括产业组织形成、产业技术的采纳,还有页岩气产业发展政策等,进行深入研究。依照产业生命周期特点并通过借鉴北美页岩气产业发展经验,探索了我国页岩气产业发展的规律、产业组织成长路径及产业技术发展路径,提出了促进我国页岩气产业跨越式发展的政策建议。

本书可作为相关研究机构或人员学习与研究的参考读物。

图书在版编目(CIP)数据

我国页岩气产业化发展路径研究/张喜征等著. —长沙: 湖南大学出版社, 2021. 1
ISBN 978-7-5667-1871-6

I. ①我… II. ①张… III. ①油页岩资源—产业发展—研究—中国 IV. ①F426. 22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 279994 号

我国页岩气产业化发展路径研究

WOGUO YEYANQI CHANYEHUA FAZHAN LUJING YANJIU

著 者: 张喜征 黎光明 李 明 龚玉红

责任编辑: 尚楠欣 陈鹏金

印 装: 北京虎彩文化传播有限公司

开 本: 710 mm×1000 mm 16 开 印张: 9 字数: 172 千

版 次: 2021 年 1 月第 1 版 印次: 2021 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5667-1871-6

定 价: 40.00 元

出 版 人: 李文邦

出版发行: 湖南大学出版社

社 址: 湖南·长沙·岳麓山 邮 编: 410082

电 话: 0731-88822559 (发行部), 88821594 (编辑室), 88821006 (出版部)

传 真: 0731-88822264 (总编室)

网 址: <http://www.hnupress.com>

电子邮箱: wanguia@126.com

版权所有, 盗版必究

湖南大学版图书凡有印装差错, 请与发行部联系

前 言

近年来,我国油气资源供需矛盾日益突出,对天然气的需求不断加大,国际市场竞争激烈。在我国日益增长的能源需求背景下,尽快实现页岩气规模开发,将有利于缓解我国油气资源短缺的现状,形成油气勘探开发新格局。作为一个战略性新兴的非常规能源,页岩气资源的开发需要大量技术、资金和人员投入。发展我国的页岩气产业化需要加大投入,促进我国页岩气产业形成完善的产业化组织体系、技术体系及政策保障体系。

在我国加快发展页岩气产业化和产业布局大背景下,以页岩气资源富集区域如四川、重庆、湖南、江西等区域为例,研究和评估当前国内页岩气产业发展的相关技术发展路径、产业组织发展路径及政策支持体系,有利于我国页岩气产业的快速发展,并避免类似光伏产业无序竞争所导致的产能过剩和资源浪费,对改变我国能源结构、缓解能源短缺、减少碳排放、促进经济社会发展,都有十分重要的意义。加快发展页岩气产业不仅有利于我国打开一个新能源格局,提升能源安全保障能力,而且还有利于形成新的产业链集群,将带动包括页岩气产品、技术开发、装备制造以及相关金融产品等的发展,经济利益巨大。

本研究探讨了我国页岩气产业发展战略。通过文献梳理、分析国外(主要是北美)页岩气产业的组织成长路径、技术发展路径、关键技术体系及政策保障体系,总结借鉴国外页岩气产业化发展的经验;通过实地调研、专家访谈了解现阶段我国页岩气产业发展现状及存在的问题,提出了我国页岩气产业发展战略建议。

本研究通过分析我国页岩气气藏特点,探索和研究了我国页岩气产业技术发展路径。我国页岩气是典型的“三高一长”产业,高投入、高风险、高技术和回报周期长,并且在资源评价和水平井压裂增产开发技术等方面,技术短板明显,尚未形成页岩气勘探开发的核心技术体系和专业技术人才队伍体系。本研究将探索我国页岩气产业化技术发展路径,研究我国页岩气产业技术引进、协同创新及技术标准体系机制,建立我国页岩气产业创新体系及页岩气创新能力评价体系,以促进我国页岩气产业创新能力的发展。

本研究基于产业组织理论提出了我国页岩气产业组织成长路径。从产业组织的视角考察页岩气产业成长的生命周期、成长阶段和演化规律,明确产业组织结构与页岩气产业成长的相互关系,以及页岩气产业成长的现代趋势和组织特征。基于产业组织理论,以页岩气资源富集区域如湖南为主要考察对象,分析探索页岩气产业组织成长模式,提出了相关发展建议。

本研究基于不均衡发展理论提出了我国页岩气产业化发展的政策建议。通过借鉴北美先进的政府扶持经验和国内相关产业政策保障体系,运用系统分析、对比分析等方法,综合考虑产业组织环境及国内技术发展实情,针对我国页岩气资源富集区域不均衡的特点,从环保、金融、财税和知识产权保护等角度为政府相关部门提出我国页岩气产业发展的政策支持的相关建议。

由于作者认识的局限性,本研究还存在诸多不足,需要进一步动态跟踪相关数据,跟踪国家政策动向,深入了解相关页岩气开发企业技术发展以及投资进展等,开展更深入更有价值的研究。另外,研究过程中得到了湖南省煤田地质局林中湘局长、湖南省煤田地质勘探院何红生院长、中南大学郭建华教授、湖南科技大学杨荣丰教授、中国地质大学唐书恒教授给予的关心与帮助,在此一并表示感谢。

张喜征

目 次

第一章 导 论	(1)
第一节 页岩气产业化开发背景	(1)
第二节 中国页岩气研究与开发现状	(5)
第二章 中国页岩气产业发展战略分析	(12)
第一节 中国页岩气产业发展战略环境	(12)
第二节 中国页岩气产业发展战略选择	(18)
第三章 美国页岩气勘探开发关键技术及创新模式	(24)
第一节 美国页岩气勘探开发技术发展概况	(24)
第二节 美国页岩气勘探开发技术创新模式演变	(27)
第四章 中国页岩气产业技术发展路径	(38)
第一节 中美页岩气产业技术创新比较	(38)
第二节 中国页岩气产业技术发展路径与策略	(44)
第三节 中国页岩气产业技术发展路径选择	(56)
第五章 中国页岩气产业组织发展路径	(62)
第一节 中国页岩气产业组织发展现状和目标	(62)
第二节 中国页岩气产业组织市场行为分析	(72)
第三节 中国页岩气产业市场绩效分析	(80)
第四节 中国页岩气产业组织发展路径设计	(87)
第六章 美国页岩气开发管理与政策借鉴	(99)
第一节 美国矿产资源和能源管理体系	(99)
第二节 美国页岩气产业发展的政策支持体系	(103)
第七章 中国页岩气开发管理与政策支持体系概况	(108)
第一节 中国矿产资源和能源管理体系	(108)
第二节 中国页岩气产业发展的政策支持体系	(110)
第三节 中美页岩气产业发展的政策支持体系比较	(117)

第八章 中国页岩气产业化发展政策建议	(121)
第一节 现有页岩气产业化发展支持政策评述	(121)
第二节 中国页岩气产业化发展推进策略	(125)
第三节 结论与建议	(128)
参考文献	(132)

第一章 导 论

第一节 页岩气产业化开发背景

一、美国“页岩气革命”

1. 美国率先成功开发和使用页岩气资源

世界上对页岩气资源的研究和勘探开发最早始于美国。20 世纪 30 年代，美国开始研究页岩气，1981 年掌握了开发页岩气的技术并成功开发了第一口压裂页岩气井，从而实现了商业化开采。依靠成熟的开发生产技术以及完善的管网设施，并采用了水平钻井和水力压裂等先进的开采技术，美国页岩气成本相对较低。2000 年之后美国页岩气的产量增长迅速，特别是在天然气市场价格上涨的影响下，美国成为了最早实现页岩气大规模商业性开采的国家。此后，美国页岩气产量逐年迅速增长，由 2000 年的 122 亿立方米增长到 2017 年的 4620 亿立方米，不仅实现了美国能源自给，还让其成为了液化天然气出口国（见图 1-1）。页岩气的大规模商业性开采及对世界能源格局的巨大影响被誉为“页岩气革命”。

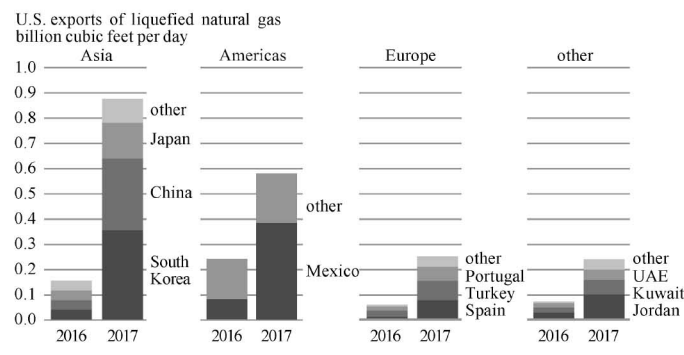


图 1-1 美国实现天然气出口

页岩气的大规模开采导致美国天然气价格一直处于低位。2008 年金融危机之后，从 2009 年起原油价格开始回升，直到 2011 年涨幅甚至达到 200%。天然气价格从 2000 年到 2014 年经历十多年价格上涨。但受益于页岩气的持续开采，美国能源自给率显著提高，导致美国国内能源价格维持在较低价位（朱凯，2011）。

页岩气不仅是作为能源燃料，而且也是极其重要的化工原料。较低的天然气价格对石化行业效益有较大的正面影响，化工行业作为国民经济中的重要角色，也给整个美国的经济增长带来了较大的正面拉动。

2. 美国“页岩气革命”对全球能源格局的影响

美国“页岩气革命”彻底改变了美国的天然气供需结构。美国页岩气开采不仅使天然气价格不断下跌，也使美国对石油的使用量明显下降。页岩气革命为美国带来了能源的独立性，借助页岩气，美国摆脱了对进口石油的依赖，从原先的全球最大石油进口国一跃成为天然气和原油的生产大国。事实上，根据美国能源信息署（EIA）2018 年 9 月 12 日公布的数据，自 1973 年以来，美国首次成为世界上最大的原油生产国。

美国天然气的开采也给全球的能源格局带来明显的冲击。近年来，随着页岩盆地天然气产量飙升，美国一跃成为全球最大的液化天然气生产国。但从图 1-2 可以看出，从 2006 年开始由于页岩气的供给导致天然气价格下降；另外，页岩气开采学习周期逐渐缩短，较早开始页岩气勘探的 Barnett 地区开采时间超过 20 年，然而后来开发的区块如 Eagleford 的勘探期缩短很多（见图 1-3），这降低了页岩气的勘探成本，从而使得美国天然气产量和价格下降。

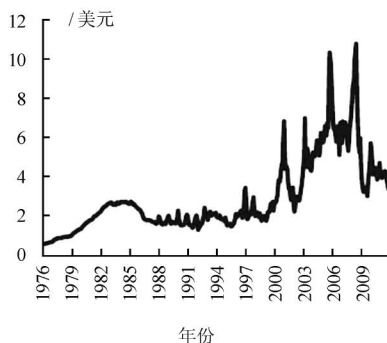


图 1-2 供给改善致天然气价格下降

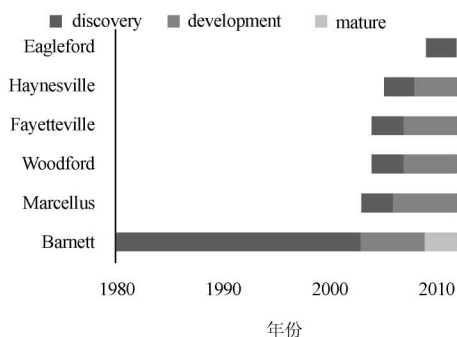


图 1-3 页岩气开采学习周期逐渐缩短

资料来源：EIA，莫尼塔公司整理

3. 美国“页岩气革命”对其他国家和地区页岩气发展产生了重大影响

美国“页岩气革命”具有强烈的示范效应，美国页岩气开采成功掀起了全球的页岩气勘探开发热潮。作为能源对外依赖特别高的欧盟各国也将页岩气开

采利用提上议事日程,波兰、立陶宛等国已经开始商业化开采本国的页岩气资源,有望逐步完成天然气的自给。

同样作为能源消费对外依存度很高的大国,中国开始格外重视页岩气的勘探开发。中国在制定和规划页岩气勘探开发的过程中,美国经验起到了重要的借鉴作用。美国页岩气勘探开发以及能源自给的经验是中国可借鉴的可行案例。2009 年美国总统奥巴马访问中国,中美两国签署了《中美关于在页岩气领域开展合作的谅解备忘录》。

二、中国页岩气资源潜力和现实需要

中国随着经济社会的快速发展,能源消费持续增加,1993 年开始成为石油净进口国。目前,中国已成为世界上最大的能源生产国和消费国,也是世界主要的能源进口国,能源问题日渐突出。能源已逐步成为制约中国经济发展的瓶颈。以原油为例,据国家能源局发布的最新数据,2016 年中国原油产量跌破 2 亿吨,而原油表观消费量已达 5.78 亿吨,原油对外依存度已达 65.44%;而中国 2016 年天然气消费刚超过 2000 亿立方米,天然气对外依存度逐年攀升(达到 34%)。相比中国的能源对外高依存度,能源消费大国美国的能源对外依存度却在不断下降。美国能源信息署(EIA)指出,美国对外石油依赖减弱的趋势可能延续到下一个 10 年(朱凯,2011)。事实上,页岩气勘探开发让美国彻底成为了原油和天然气出口国。相比中国和欧洲,美国的石油、天然气对外依存度在未来的 20 年里将持续下降(见图 1-4)。

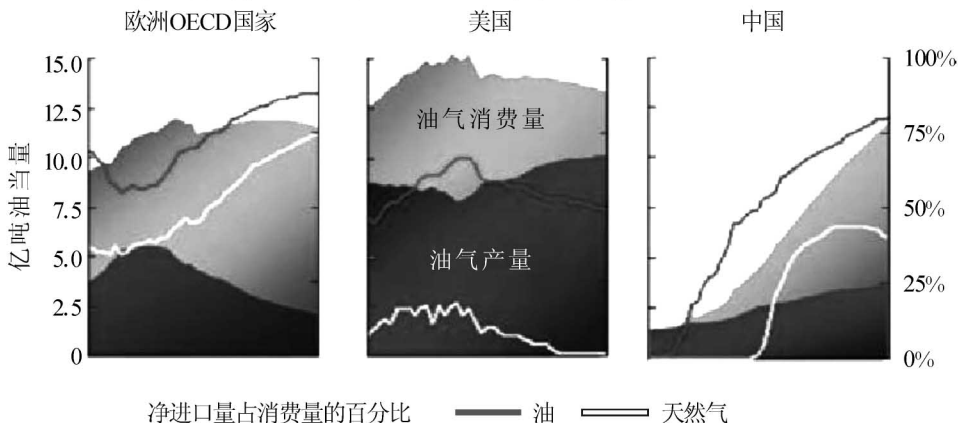


图 1-4 欧美中的油气生产、消费及对外依存度(1990—2030 年)

资料来源: BP Energy Outlook 2030

而在中国,能源储量赶不上产量,产量赶不上消费量(沈汝发,2010)。尽管能源消耗总量大,中国人均能源消费水平却很低。统计数据表明,当前发

展中国人均能源消费水平尚不及发达国家的 25%，这表明随着发展中国家经济社会的快速发展，未来能源消费需求仍有很大增长空间。具体到中国，到 2050 年，中国城镇化率将达到 79%~80%，人口约 15 亿；经济总量上升为世界 GDP 首位，人均 GDP 将达 2 万~2.5 万美元之间；届时中国能源总需求量为 $30 \times 10^8 \sim 37.5 \times 10^8$ 吨标油，将占世界能源消费总量的 16%~22%，人均能源消费量为 2~2.5 吨标油（周娉，2012）。

另外，中国能源结构不尽合理，煤炭占 75%，石油占 19%，而清洁的天然气能源在中国一次能源消费中所占的比重仅为 4%，远低于世界平均水平 24%。为了降低碳排放、实现低碳发展，中国正在加快调整能源结构。在未来世界能源结构趋势中，油气依然是世界能源构成中的主体，天然气有可能成为 21 世纪能源消费的主导方向。长远看，中国的能源安全战略也会顺应世界能源主流的变化趋势，通过调整能源结构，实施以天然气等优质能源为主的能源发展路线。

《“十三五”及 2030 年能源经济展望》报告提出了能源“新常态”的概念，中国能源结构调整的目标是，天然气在一次能源消费中的比重将从目前的 4% 上升到 8%~12%。天然气需求量高速增长，油气比得以优化，并且非常规天然气生产将发挥越来越重要的作用。到 2030 年，在中国一次能源结构中的比例，煤炭将从目前的 75% 降低到 50%~55%，油气将从 20% 提高到 35%，一次电力将提高到 10% 以上；另外，中国可再生能源需求将持续显著增长，非化石能源需求占比将超越石油。到 2050 年，在中国一次能源结构中，煤炭将占 30%~35%，石油、天然气将占 40%~50%，一次电力将占 15%~20%。

虽然中国天然气储产量不断上升，2018 年国内天然气产量约为 1603 亿立方米，2020 年中国天然气探明储量将达到 $(5.5 \sim 6) \times 10^{12}$ 立方米，但对天然气的消费需求将超过 4000 亿立方米，常规天然气的生产将不能满足市场需求。从需求分布上看，各地区天然气需求分布很不均衡，占总需求量的 60%~72% 分布在东南部，特别是长江三角洲地区潜在利用需求量占东部地区需求量的 40%。因此，从总资源量上看，未来天然气供需缺口很大。因此，美国“页岩气革命”的成功经验证明开发利用页岩气这种非常规天然气是补充常规天然气短缺的有效策略，可带来较好的经济效益、社会效益和环保效益。

开发利用清洁能源是中国能源发展的基本方向，页岩气的开发利用有利于发展低碳经济，大力勘探开发和利用页岩气，提高页岩气在一次能源消费中的比重。这可以改善中国能源结构，减少大气污染，也可以在一定程度上缓解石油及其他能源供应的压力。《页岩气发展规划（2011—2015 年）》提出，“十二五”期间实现探明页岩气地质储量 6000 亿立方米，可采储量 2000 亿立方米，

2015 年页岩气产量 65 亿立方米。根据国家能源局印发的《页岩气发展规划(2016—2020 年)》,“十三五”期间,进一步加大投入,大幅度提高 19 个勘探开发区的储量和产量规模,将力争在 2020 年实现页岩气产量 300 亿立方米。可以预见,新兴的页岩气产业将成为应对能源安全挑战和保障中国能源安全发挥突出作用的重要机遇。

“十三五”期间是中国页岩气勘探开发快速起步的关键时期,在这期间要突破页岩气资源的开发需要大量的先进技术,培育相关专业人员,建立页岩气资源的开发融资机制。因此,深入研究当前中国页岩气产业发展的相关技术发展路径、产业组织发展路径及政策保障体系对中国页岩气产业发展有重要意义。

(1) 通过借鉴美国页岩气开发的成功经验,探索中国页岩气产业发展战略与策略措施,有利于实现中国页岩气产业跨越式发展,并有利于政府制定鼓励企业勘探开发页岩气资源的相关政策。

(2) 借鉴并利用美国页岩气开发技术,探寻中国页岩气的勘探开发和页岩气产业跨越式发展技术发展路径,不断提高页岩气资源开发效率。

(3) 探寻一条有利于中国页岩气产业组织成长的合适路径,改变并塑造中国页岩气资源勘探开发利用的良好格局,甚至改变整个能源结构,促进中国页岩气产业发展。

第二节 中国页岩气研究与开发现状

一、页岩气及相关研究

页岩气是指赋存于富有机质页岩及其夹层中的储集岩系中的非常规天然气,以吸附或游离状态为主要存在方式,其成分以甲烷为主,是一种清洁、高效的能源资源和化工原料。页岩气作为一种从页岩层中开采出来的天然气,其气藏的特点是页岩既是源岩,又是储层和封盖层,如图 1-5 所示。因此页岩气的气藏特点决定了其开发具有寿命长和生产周期长的优点。大部分产气页岩分布广、厚度大,且产气稳定,这使得页岩气井能够长期以稳定的速率产气。

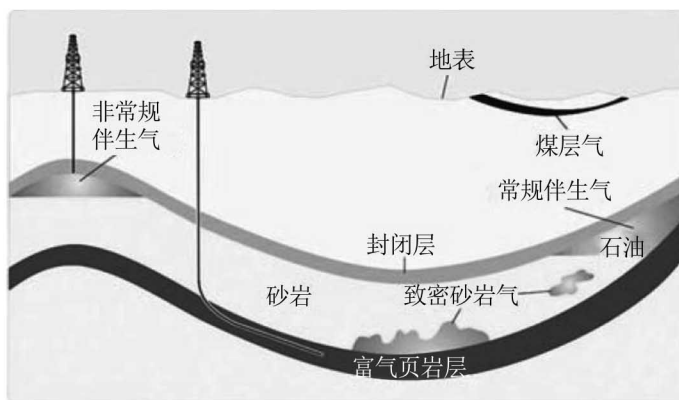


图 1-5 页岩气地质状况

自从美国和加拿大对页岩气资源进行了成功的开发，对页岩气资源的研究逐渐增多，研究焦点在于探讨页岩气的含气量和影响因素、储存量的确定以及勘探技术的改进。

(1) 页岩气概念及特征界定研究。由于页岩气资源的开发时间并不长，实现了产业化开发的国家更是少之又少，因此页岩气的界定对那些尚处于开发初阶段的国家尤显重要。Curtis (2002) 和 Pollastro 等 (2003) 将页岩气定义为一种连续性油气聚集。张金川等 (2004) 认为页岩气是以多种相态存在的源岩层系油气的聚集。针对游离气、吸附气、溶解气等页岩气的主要成分，众多学者总结了页岩气的总体特征 (孙超等, 2007)，并且除美国和加拿大的其他众多国家 (如阿根廷、波兰) 都开始了对页岩气的开发利用 (刘树臣、闫卫东, 2012)。

(2) 页岩含气量和影响因素研究。Mavor (2003)、李新景等 (2007) 和 Jarvie (2010) 认为页岩气的储集空间孔隙和裂缝发育会直接影响页岩含气量。Mavor 还以 Michigan 盆地的 Antrim 页岩和 Illinois 盆地的 New Albany 页岩为例，分析了含气量与有机质含量之间的正相关性。而 Marc Bustin, Bustin 和 Ross (2008, 2009) 在 Mavor 的基础上，进一步验证了两者之间近似线性的相关关系，并且得出了富有机质页岩含气量总体随压力的增加而增加，而温度增加则会降低富有机质页岩的吸附能力。李玉喜等 (2011) 研究发现有机质页岩的含气量与页岩的湿度、有机质类型、黏土矿物含量、地层水矿化度等因素有关。

(3) 页岩气储量评价方法研究。页岩气藏特点和聚集成藏分布规律使得其评价方法和开发方式与常规油气藏不同。对于含气量的确定方法目前主要有直接测定和分类测定两种。相关研究发现直接测定方法价格贵，且准确度不高，

现在已经不再使用。而分类测定主要通过分类计算页岩中的游离气、吸附气,再加总得到页岩气总含气量,是一种具有成本低精度高、应用前景广的含气量测定方法。对于游离气的计算,李玉喜(2011)给出了详细的步骤。对于吸附气的计算,解吸方法和等温吸附模拟实验通过在特定温度下对特定岩心进行增压,模拟页岩在不同压力下的天然气吸附能力,也可以得到地层条件下的吸附气含量。另外, Passey 等(1990)和 King(1993)对总有机碳含量、孔隙度、含水饱和度和储层厚度等参数的计算做了详细的解释,并给出了储量丰度的计算方法。

(4) 页岩气勘探开发技术研究。要能成功勘探开采页岩气,必须掌握相关技术,众多学者进行了研究,尤其是美国在这方面做出了很大的贡献。黄玉珍等(2009)和黎红胜等(2011)对钻完井技术进行了详细的讲解。Mutalik(2008)、陈远林(2008)、John 等(2008)、Liu He(2008)、黄玉珍等(2009)、Zahid(2007)、John White 等(2007)、雷群等(2009)、王东烁等(2005)对压裂技术中的清水压裂技术、重复压裂技术、水平分段压裂技术、同步压裂技术、缝网压裂技术和泡沫压裂技术进行了详细的研究。

(5) 页岩气勘探开发的环境保护研究。在页岩气勘探开发过程中,不可避免地产生了环境问题。美国出现了如大量消耗水资源、温室气体排放、对饮用水影响以及区域空气质量等许多问题。Rahm(2011)、Howarth 等(2011)、顾家瑞(2012)针对上述问题分别进行了研究。

(6) 页岩气勘探开发的财税及金融激励政策研究。为了推动非常规天然气的发展,美国政府在 20 世纪 70 年代末和 80 年代初实施了财税及金融激励政策,如财政拨款、提供贷款、贷款担保等资助形式。张宇驰等(2011)对这几个政策有具体的、详细的研究。

(7) 页岩气产业化发展研究。关于页岩气产业化发展研究, Gort 等(1982)提出了产业生命周期理论。Klepper 等(1990)提出了在页岩气产业的扶持期,大量引进国外先进技术;在成长期,要将这些引进的技术内化;在成熟期,则需要实现企业的技术自主创新之路。当然,除了这些措施之外,潘继平等(2011)提出将页岩气作为一种独立矿种,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。此外,相关文献还提出了实现页岩气产业化发展还需国家税收优惠政策扶持,加强国际合作与交流,培养人才队伍,建设页岩气资料信息共享和社会化服务体系等(张大伟, 2010)。

可以看到,目前国内对页岩气相关研究还局限于页岩气地质理论、钻井技术、资源评价等方面,而针对页岩气产业化发展,包括产业投融资、产业组织形成、产业发展政策、产业技术的采纳及标准化等还缺乏系统的研究。

二、中国页岩气资源潜力

1. 世界常规天然气和页岩气资源分布

全球天然气储量相对集中，北美地区增长明显。根据 BP 统计数据，2016 年底全球天然气储量为 186.6 万亿立方米，其中大部分集中于中东和欧洲地区，分别占比 42.6% 和 30.4%。从国家来看，伊朗、俄罗斯、卡塔尔、土库曼斯坦、美国储量较多，合计占比 64%；从历史数据来看，中东地区天然气储备相对稳定，美国受益于“页岩气革命”储量增长明显（前瞻产业研究院，2017）。世界页岩气资源前景见表 1-1。

表 1-1 世界页岩气资源前景

地区	页岩气/ 10 ¹² 立方米	煤层气/ 10 ¹² 立方米	致密砂岩气/ 10 ¹² 立方米	合计/ 10 ¹² 立方米	页岩气 比例/%
北美	108.7	85.4	38.8	232.9	47
拉丁美洲	59.9	1.1	36.6	97.6	61
西欧	14.4	4.4	10.0	28.8	50
中欧+东欧	1.1	3.3	2.2	6.6	17
前苏联	17.7	112.0	25.5	155.2	11
中东+北非	72.1	0.0	23.3	95.4	76
撒哈拉以南非洲	7.8	1.1	22.2	31.1	25
中亚+中国	99.8	34.4	10.0	144.2	69
太平洋地区（经合组织）	65.5	13.3	20.0	98.8	66
其他亚太地区	8.9	0.0	15.5	24.4	36
南亚	/	1.1	5.5	6.6	/
世界	456.0	256.1	209.6	921.7	49

2. 中国页岩气资源分布

据国家自然资源部采用体积法估算，中国页岩气可采资源量大约为 31 万亿立方米。南方、北方、西北和青藏高原页岩气可采资源总量大约占比分别为 46.80%，8.90%，43.00% 和 1.30%；其中古生界、中生界和新生界中页岩气资源分别占页岩气资源总量的 66.70%，26.70% 和 6.60%。（见图 1-6）

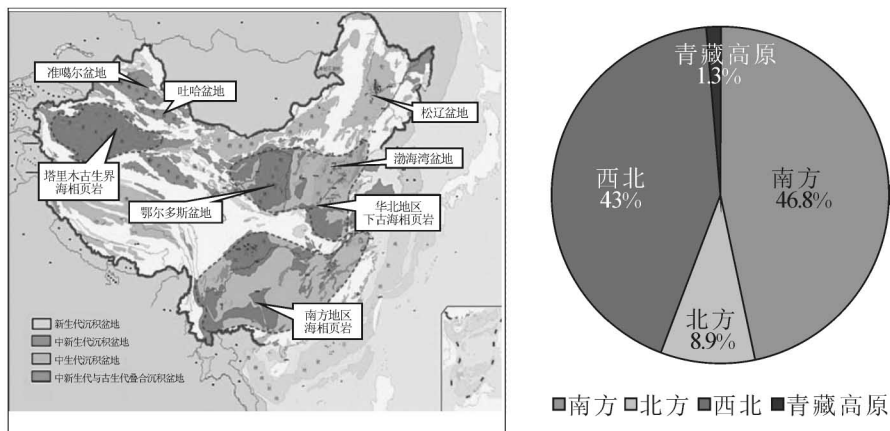


图 1-6 中国页岩气资源分布

资料来源：长城证券研究所

根据勘探资料，国内页岩气分布有利区域划分为南方、华北—东北、西北及青藏等四大地区。

南方地区拥有丰富的页岩气资源，是中国最大的海相沉积岩分布区，其沉积地层是古生界海相页岩，具有非常优越的页岩气成藏地质条件，主要特点是地层时代老、构造演化强、单层厚度大、发育层位多、分布面积广、热演化程度高和后期可改造性强。

华北—东北地区以中—新生界陆相泥页岩和古生界海陆过渡相泥页岩为主，具有发育层位多、单层厚度大等特点，并已被证实绝大部分为优质烃源岩（如松辽盆地上白垩统青山口组黑色泥岩，渤海湾盆地古近系沙河街组泥页岩）。

西北地区包括准噶尔、塔里木、吐哈和鄂尔多斯盆地，具有有机质丰度高、有机质热演化程度相对较低、沉积类型齐全的页岩气资源。

青藏地区当属青藏高原东部的青海省页岩气资源较为丰富，分布面积约 45 万平方千米。青海在特殊构造背景的影响下，形成了以黑色页岩为主体特点的烃源岩层系。青海晚古生代、中生代分布范围广，地层厚度大，有机质含量较高。

综合来看，对比国外页岩气田的烃源岩条件，中国西北地区的鄂尔多斯盆地页岩形成的地质条件优良，泥岩大范围分布且具稳定的厚度，泥岩有机碳含量在 4% 以上，有机质成熟度超过 1.6%；另外，准噶尔和吐哈盆地页岩的地质条件较好，柴达木盆地页岩的地质条件较差（刘玉婷，2012）。

三、中国页岩气资源勘探和开发现状

中国页岩气勘探开发起步较晚，但具有后发优势。为了开发页岩气资源，

国家在政策上提出了“将按照‘开放市场、规范准入、有序竞争、严格监管、调查评价、科技攻关、示范引领、政策扶持’的总体思路，以机制创新为主线，以开放市场为核心，完善页岩气资源管理制度，加大页岩气资源调查评价，加强关键技术攻关，建立页岩气勘探开发技术体系和规范标准，合理设置资质条件，鼓励各类投资主体进入页岩气勘查开采领域，加强监督检查，维护规范有序的页岩气勘查开采秩序，促进中国页岩气产业快速发展”开发策略（民主与法制网）。

1. 页岩气调查评价成果

2011年，国家自然资源部油气资源战略研究中心组织研究“全国页岩气资源潜力调查评价及有利区优选”项目。2012年，国家自然资源部发布成果《全国页岩气资源潜力调查评价及有利区优选》，首次系统调查评价页岩气资源“家底”，结果表明，中国页岩气资源潜力大，分布面积广，发育层系多。经初步评价，中国陆域页岩气地质资源潜力为134.42万亿立方米，可采资源潜力为25.08万亿立方米（不含青藏地区）。

2. 页岩气示范区开发建设

按照“投资主体多元化，生产作业市场化，决策部署专业化，主体技术本土化”开展了地质理论、关键工程技术及装备等试验示范，探索页岩气勘探开发新领域。为加快页岩气勘探开发技术集成和突破，推动中国页岩气产业化发展，国家具体设立了威远、长宁、昭通、涪陵等国家级页岩气示范区。另外，国家自然资源部组织实施了陕西延长页岩气资源以及贵州黄平页岩气资源综合利用示范基地的建设，并且取得了初步成效。

3. 海相、陆相页岩气勘探开发取得突破

研究表明中国主要发育有海相、沼泽相与湖相三类页岩，都有形成页岩气的基本条件与潜力。邹才能（2014）提出了“突出海相、突破陆相”页岩气开发路径策略。总体上看，中国海相页岩气具有分布范围广、分布层系多、埋藏深度大等特点，需要研究“甜点区”最大可采储量、单井最大产气量、开发区效益最大产量；与海相页岩气相比，陆相页岩气在地质理论及技术上没有可供借鉴的成功经验，特别是受“高黏土矿物含量、高吸附气比例”和“低热演化程度、低压”等不利因素影响，单井产量较低。2008年，延长石油在中国率先开展陆相页岩气勘探开发；2011年，中国的陆相页岩气第一口产气井柳坪177也在甘泉县完钻点火，建成了全国首个国家级陆相页岩气示范基地和示范区。

4. 初步掌握页岩气勘探开发技术

水平井分段分簇压裂技术在美国页岩气开发中取得巨大成功，促使美国页岩