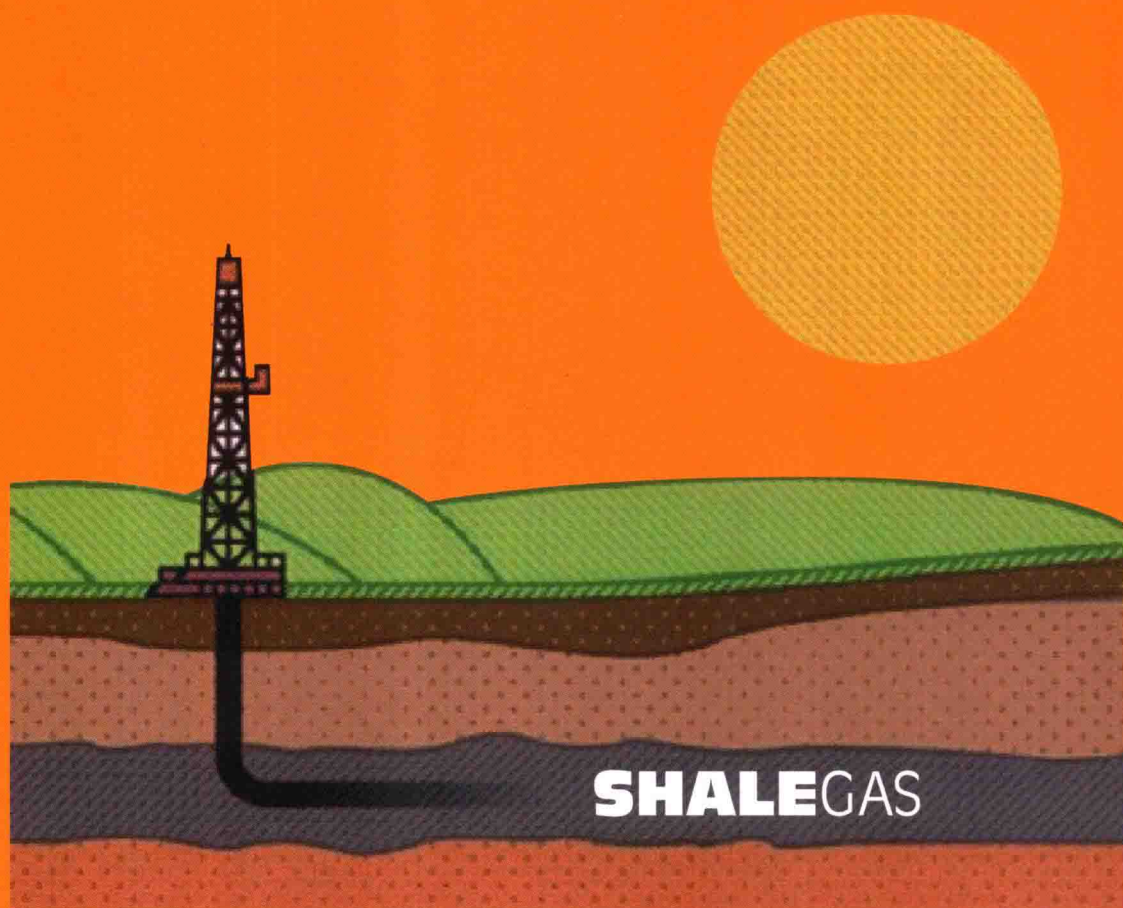


页岩气产业发展研究： 以重庆为例

胡伟清 刘宝发 等著



科学出版社

页岩气产业发展研究： 以重庆为例

胡伟清 刘宝发 等 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是国内第一部结合案例研究页岩气产业发展的专著。“石油看大庆,页岩气看重庆”,重庆市焦石坝地区已成为业界闻名的页岩气开发重镇。全书以重庆市页岩气产业发展的第一手调研数据(如页岩气储藏资源、工业基础、技术力量与市场状况等)为基础,针对页岩气产业存在的风险(如地理地质条件复杂、开采成本较高、环境与生态脆弱、国际油价波动冲击较大等)和问题,对页岩气产业链、产业发展面临的主要问题、产业发展的政策和举措几个方面进行了深入的论述。

本书可作为高等院校和科研院所能源经济与管理研究人员、高年级本科生和研究生研究页岩气产业发展问题的参考用书,也可供政府相关部门、能源行业和企业相关人员决策时参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

页岩气产业发展研究:以重庆为例/胡伟清等著. —北京:科学出版社, 2016

ISBN 978-7-03-051214-7

I. ①页… II. ①胡… III. ①油页岩—石油工业—产业发展—研究—重庆 IV. ①F426.22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 321315 号

责任编辑:宋芳 杨昕 / 责任校对:王万红
责任印制:吕春珉 / 封面设计:东方人华平面设计部

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京京华虎彩印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 12 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2016 年 12 月第一次印刷 印张:17 1/2

字数:415 000

定价:72.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈京华虎彩〉)

销售部电话 010-62136230 编辑部电话 010-62135397-2032

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

前 言

在能源研究领域，对页岩气的研究是一个新课题。自美国的“页岩气革命”之后，页岩气储量丰富的国家对页岩气资源的勘探与开发开始重视起来。据国际能源署的研究显示，中国的页岩气储量超过美国，这自然激发了我国开发页岩气的决心和积极性。

2016年9月，国家能源局编制了《页岩气发展规划（2016—2020年）》，展望到2020年，要力争实现页岩气产量300亿 m^3 。虽然受到国际油价下跌的影响，全球范围内页岩气开发的积极性有所下降，但从长期来看，页岩气开发不会因此而“偃旗息鼓”。

到目前为止，我国学者对页岩气的研究主要集中在勘探、开发、装备制造、利用等技术层面，而从经济学和管理学的视角出发对页岩气产业进行系统的研究，还比较少见。

本书作者及其团队从2012年开始从产业发展的视角对页岩气展开研究。重庆市涪陵区焦石坝页岩气商业开发的成功，为其研究提供了“地利”。2014年，作者团队承接了重庆市重大决策咨询项目“重庆页岩气产业发展综合研究”，本书就是该项目的最终成果。在研究过程中，作者团队又先后承接了国家社会科学基金项目“基于价值理论的生态产品购买制度构建及应用研究”（15CJY014）、重庆市社会科学规划项目“重庆地区页岩气开发社会风险承载力与防范机制研究”（2015WT13）、重庆市高校人文社会科学研究规划项目“生态产品的全价值评估与可持续管理：以重庆页岩气开发环境退化为例”（16SKGH196）等课题，其阶段性成果也在本书中有所体现。

从产业发展的角度对页岩气进行研究，需要弄清楚页岩气资源的现状、开发成本、产业链、开发模式、生态环境及社会风险等问题，并在此基础上提出政策建议。围绕上述内容，本书分为4个部分：第1部分（第1章和第2章），进行研究概述，并对重庆市的页岩气资源状况进行简要分析；第2部分（第3章～第7章），对重庆市页岩气相关产业链进行研究，具体分析页岩气的上、中、下游三种产业；第3部分（第8章～第14章），主要从开发技术、开发模式、开发成本、价格承受、利用市场、生态环境承受等方面对重庆市页岩气产业发展面临的问题进行分析；第4部分（第15章～第20章），从北美页岩气产业的研究入手，借鉴其经验和教训，对重庆市页岩气的开发提出了一些有针对性的政策建议。

本书虽然只以重庆市页岩气产业作为研究对象，但各地页岩气产业发展存在许多共性问题，如产业链、产业融合、开发成本（虽然各地地质、交通、水资源状况不同，但分析方法是可借鉴的）、生态环境、面临的社会风险等，因此，本书也可以作为其他地区页岩气产业发展的参考。

本书是以“重庆能源经济管理研究中心”为主的研究团队的集体成果，团队成员的分工大体如下：重庆科技学院工商管理学院院长、重庆能源经济管理研究中心主任、博士生导师胡伟清教授任课题组组长，从框架构思、实地调研到重点撰稿、修改斟酌，全

过程参与，主持每周的研讨，对研究过程中的重点、难点问题进行指导，撰写前言、绪论及部分章节，并进行统稿；重庆能源经济管理研究中心常务副主任刘宝发教授在整个课题的研究中，承担了最多的研究和撰写任务，并协助胡伟清定稿。课题组其他成员（李强、曹俊、游静、蒋丹璐、白栋、吴金奇、熊永忠、罗军）都付出了艰辛的劳动，其参与的主要工作，在每章章末都有注明。

在本书的写作过程中，作者得到了多方的倾力支持。借此付梓之机，作者谨向各方表示由衷的感谢。

首先感谢本课题指导，重庆市政协副主席、市生产力发展中心理事长童小平女士。童小平女士有多年担任重庆市发改委负责人和市人民政府副市长的经历，对重庆市的经济形势十分熟识，高屋建瓴，有许多自己独到的见解。她始终高度关注本研究，包括研究方向的确定、重要事项的协调、研究大纲的拟定，以及课题的开题、中期检查和结题汇报等工作。

感谢重庆市发改委及能源处的领导，特别是市发改委副主任詹成志先生，能源处前后两任处长张跃先生、王祖勋先生，他们在研究的选题和研究过程中都提出了很多中肯的建议。

感谢中石油西南油气田分公司页岩气事业部副总经理王兰生先生、中石化重庆涪陵页岩气勘探开发公司副总经理刘尧文先生对本研究的指导和帮助，特别是刘尧文先生及其同事王振兴先生、刘颀先生，为课题的调研提供了大量的帮助。

感谢重庆市经济和信息化委员会、市国土资源与房屋管理局、市环境保护局等部门对课题组在课题的开题、中期检查、结题及调研中给予的支持和帮助。

感谢重庆市生产力发展中心副理事长严晓光先生、咨询部部长王秀模研究员在课题研究中所提供的指导、协调和帮助。

感谢重庆市社会科学联合会党组书记杨清明先生、副巡视员傅剑秋先生对本研究，特别是对重庆市能源经济管理研究中心的建设所给予的大力支持和帮助。

非常感谢重庆科技学院对本研究的重视和帮助。校长严欣平教授对本研究给予了高度的重视，副校长肖大志教授亲自参与了开题和中期评审，科研处赵萍副处长始终关心和支持课题的研究，石油与天然气工程学院李祖兵副院长及其团队为本研究提供了技术方面的支持。同时，工商管理学院党政班子成员和相关老师对本研究给予了积极的支持和帮助！

最后，特别感谢科学出版社为本书的出版作出的努力。

当然，文责自负，书中不足之处在所难免，敬请读者批评指正。所有意见和建议请发送至 13308383288@163.com。让我们一起为中国页岩气产业的发展献计献策。

胡伟清

2016年11月

目 录

绪论	1
0.1 重庆市发展页岩气产业的条件及风险	1
0.2 重庆市页岩气产业的发展方向及目标	4
0.3 重庆市页岩气产业发展的前提	5
0.4 重庆市页岩气产业发展建议及研究设想	7
第 1 部分 研究概述与重庆市页岩气资源分析	
第 1 章 研究概述	11
1.1 研究问题	11
1.2 研究目标	13
1.3 研究思路及方法	14
1.4 研究主要内容	15
第 2 章 重庆市页岩气资源分析	16
2.1 重庆市页岩气资源分布区划	16
2.2 重庆市页岩气勘探开发情况	19
2.3 重庆市页岩气配套资源状况	23
2.4 重庆市页岩气开发测算	28
2.5 本章小结	36
第 2 部分 重庆市页岩气产业链研究	
第 3 章 重庆市页岩气产业链分析及产业选择	39
3.1 重庆市页岩气产业链现状	39
3.2 重庆市页岩气产业链分析	48
3.3 重庆市页岩气产业发展重点	54
3.4 重庆市页岩气产业发展目标	56
3.5 本章小结	57
第 4 章 重庆市页岩气开发产业	58
4.1 重庆市页岩气产业投资规模	58
4.2 页岩气产量产值	59
4.3 本章小结	59

第5章 页岩气技术装备产业	60
5.1 国内外页岩气技术装备产业发展概况	60
5.2 国内页岩气技术装备产业的竞争态势分析	62
5.3 重庆市页岩气技术装备产业分析	65
5.4 重庆市页岩气技术装备产业选择与发展	71
5.5 本章小结	79
第6章 页岩气环保产业	80
6.1 我国环保产业的发展现状	80
6.2 重庆市环保产业发展现状	81
6.3 页岩气开采废物	82
6.4 页岩气产业关联问题及发展机遇	83
6.5 页岩气环保产业产值预测	84
6.6 页岩气环保产业发展方式	85
6.7 本章小结	87
第7章 页岩气利用产业与发展	88
7.1 页岩气化工产业	89
7.2 LNG 产业	96
7.3 页岩气发电	99
7.4 页岩气利用新领域与未来优势	99
7.5 本章小结	100
第3部分 重庆市页岩气产业发展面临的问题	
第8章 页岩气开发技术及创新	103
8.1 开发技术	103
8.2 中国（川渝地区）地质特点与技术需求	113
8.3 技术创新	119
8.4 本章小结	120
第9章 页岩气开发模式及选择	122
9.1 国内外典型的页岩气开发模式	122
9.2 国内外典型页岩气开发模式的比较分析	126
9.3 美国页岩气开发成功的经验	127
9.4 重庆市页岩气开发模式现状分析	129
9.5 重庆市页岩气开发示范模式构建的影响因素	129

9.6	重庆市页岩气开发示范模式选择	133
9.7	本章小结	136
第 10 章	页岩气开发成本分析	137
10.1	页岩气开发成本构成分析	137
10.2	页岩气开发技术的成本分析	142
10.3	重庆市页岩气开发投资收益分析	144
10.4	缓解页岩气高开发成本压力的策略	146
10.5	本章小结	151
第 11 章	天然气价格及下游承受能力分析	152
11.1	天然气定价与价格趋势	152
11.2	重庆市化工天然气原料价格承受能力分析	155
11.3	天然气价格承受能力分析	165
11.4	本章小结	171
第 12 章	页岩气利用市场分析	172
12.1	重庆市天然气消费现状与需求预测	172
12.2	重庆市天然气供给现状与趋势	175
12.3	重庆市天然气供需缺口	177
12.4	本章小结	177
第 13 章	国际油价对页岩气开发的影响	178
13.1	有关国际油价下跌影响页岩气开发的舆论	178
13.2	国际油价波动对页岩气开发效益的影响	178
13.3	综合分析	183
13.4	本章小结	184
第 14 章	页岩气开发生态环境承受力及社会风险	186
14.1	自然环境风险	186
14.2	社会安全风险	190
14.3	本章小结	195
第 4 部分 重庆市页岩气产业发展的政策和举措研究		
第 15 章	北美国家页岩气产业政策及我国相关政策	199
15.1	北美国家页岩气产业政策的启示	199
15.2	中国页岩气产业相关政策及实践	200
15.3	重庆市页岩气产业政策体系构建的关键问题分析	203



15.4	重庆市页岩气产业发展政策框架	204
15.5	本章小结	205
第 16 章	重庆市页岩气开发政策与措施	206
16.1	制定页岩气开发相关政策及措施的方向	206
16.2	重庆市页岩气开发类、研发类政策构建	207
16.3	促进重庆市页岩气开发的措施与建议	208
16.4	本章小结	213
第 17 章	重庆市页岩气市场发展及监管政策与措施	214
17.1	重庆市页岩气市场发展及监管政策的不足	214
17.2	重庆市页岩气市场拓展及监管政策构建	215
17.3	完善重庆市页岩气产业市场机制及监管机制的措施与建议	217
17.4	本章小结	219
第 18 章	重庆市页岩气产业集群政策	220
18.1	产业集群支持政策	220
18.2	页岩气技术装备产业与相关产业融合发展模式	221
18.3	推进重庆市页岩气开发区产业融合发展	222
18.4	尽快成立重庆市页岩气产业联盟	225
18.5	鼓励民营资本进入页岩气开发领域	228
18.6	本章小结	229
第 19 章	生态环境及社会风险监管	230
19.1	各国页岩气开发的环境监管政策	230
19.2	我国页岩气开发的环境保护监管措施	231
19.3	我国页岩气开发的环境保护机制	233
19.4	本章小结	239
第 20 章	结论与建议	240
20.1	研究结论	240
20.2	政策建议	241
附 录		
附录 A	技术分析	247
附录 A1	美国页岩气产业发展实践及趋势	247
附录 A2	重庆市页岩气开发投资收益技术分析过程	248

附录 A3 北美国页岩气产业政策及措施·····	263
附录 B 附表·····	266
参考文献·····	270

绪 论

重庆市涪陵区页岩气商业开采成功,页岩气产业发展面临良好机遇。而页岩气产业如何发展成为政府及社会关注的焦点。对此,本书旨在回答以下两个问题:重庆市页岩气产业能否做大做强?重庆市页岩气产业如何做大做强?在研究中,作者以问题为导向,以调研为基础,经过深入研究,对上述两个问题的回答如下。

0.1 重庆市发展页岩气产业的条件及风险

重庆市页岩气产业具备做大做强的条件,但存在成本、产业链、生态环境、国际油价变动等方面的风险。

0.1.1 重庆市发展页岩气产业的条件

1. 重庆市页岩气储藏资源丰富并已实现商业化开发

(1) 总量较大,实现了商业化开采。根据国土资源部公布的数据,重庆市页岩气地质资源潜力达 12.75 万亿 m^3 ,可采资源潜力 2.05 万亿 m^3 ,合法矿权 17 个,总面积约 4.5 万 km^2 ,列四川、新疆之后,位居全国第三位。2014 年 5 月,中国石油化工集团公司(以下简称中石化)宣布,计划在 2017 年把涪陵页岩气田建成国内首个产能 100 亿 m^3 的页岩气田,相当于一个 1000 万 t 级大型油田。涪陵焦石坝是国内首个实现页岩气商业化开采的国家示范基地。根据统计数据,截至 2014 年 12 月,不包括参数井在内,重庆市已完钻气井 162 口,页岩气日产能突破 600 万 m^3 ,日产气量 380 余万 m^3 ,累计年产量突破 12 亿 m^3 ,建成年产能 25 亿 m^3 。另根据当前数据测算,2017 年,重庆市将实现页岩气年产能 150 亿 m^3 ,产气量达到 100 亿 m^3 ;2020 年,实现年产能 300 亿 m^3 ,产气量达到 200 亿 m^3 。

(2) 分布较广,主要集中在中部区块。根据目前的勘探数据,重庆市页岩气资源分布广,但是主要集中在中部区块(涪陵)。

(3) 可开采周期长。根据重庆市页岩气资源储藏面积,该市可钻井 6 000~9 000 口,平均约为 7 500 口,按每年钻井 200~300 口计算,可开采 30 年左右。当然,这也需要大量的资金投入,仅开发总投资将达到 4 500 亿元左右,每年需投资 120 亿~180 亿元。

(4) 重庆市页岩气资源开发具有相对成本优势,售价可低于 2 元/ m^3 。按照单井投资额度 6 000 万~8 000 万元,单井生产周期 10~20 年,贴现率 8%,初始产量在 6 万 m^3 /天,井口价格在 1.7 元/ m^3 左右,根据国外页岩气井的产量衰减规律测算,投资回报率在 17%左右,加上管道运输成本 0.1~0.2 元/ m^3 ,页岩气开发公司生产的页岩气(天然气)售价可以低于 2 元/ m^3 。

2. 重庆市发展页岩气产业有较好的工业基础

(1) 勘探具有一定基础。重庆市有部分单位涉及页岩气资源勘探、钻探领域，拥有矿产勘查甲级资质的单位共 11 家，此外还有中石油、中石化在重庆设立的钻探公司等，有一定的基础。

(2) 装备制造业基础雄厚。重庆市是我国近代工业发展较早、较成熟的城市，行业门类齐全，配套体系比较完善，是我国重要的汽车摩托车生产基地、装备制造业基地、常规兵器工业基地等，大型制造设备齐全，加工能力与基础雄厚。

(3) 仪器仪表工业优势突出。重庆市是我国最大的仪器仪表生产基地，有重庆川仪自动化股份有限公司等众多仪器仪表企业和研究机构。

(4) 天然气化工产业较为完备。重庆市是我国重要的天然气生产基地，依托丰富的天然气资源，已发展成为国内规模最大、技术领先的天然气化工基地，有三大天然气化工园区：重庆（长寿）化工园区、涪陵白涛化工园区、万州盐气化工园区。这是页岩气资源开发重要的市场基础。

3. 重庆市发展页岩气产业有一定的技术及人力资源优势

(1) 中石油、中石化实力雄厚。中石油、中石化是重庆市页岩气产业开发的主力军，拥有雄厚的技术力量与资金，现在把重庆市作为其页岩气开发的主战场，在重庆市与地方机构共同成立了重庆页岩气勘探开发有限责任公司，未来投资 260 亿元。目前中石化、中石油在关键技术（桥塞）方面已经取得突破，这对降低页岩气开发的成本有利。

(2) 重庆市拥有较好的高等教育资源。重庆市有 50 多所高等院校，在地质、油气、机械、电子、材料等与页岩气资源勘探开发紧密相关的领域，有较好的教育资源和基础，为培养相关领域人才和技术攻关提供了有利条件。特别是重庆科技学院，是重庆市唯一一所具有石油天然气行业背景的高校，有一定的技术优势。

4. 重庆市发展页岩气产业有较好的市场优势

(1) 重庆市的燃气管网比较完善，如长南线、忠县至丰都管线等，并有完善的城市管道系统。根据《重庆市天然气“县县通”管网建设实施规划》，2015 年重庆市所有区县已实现天然气气源管输化与城区管网全覆盖，成为继天津市之后第二个实现天然气城区管网全覆盖的省份。此外，新建管线如鱼嘴至童家院子管线、合川至北碚气源管线、西彭至永川管线等，为天然气（页岩气）运输、利用提供了有利的条件。

(2) 新型城镇化促进民用燃气消费。据报道，到 2015 年，重庆全市常住人口城镇化率达 60%，户籍人口城镇化率达 45%；到 2020 年，全市常住人口城镇化率将达到 65%，户籍人口城镇化率将达到 50%。这将从两个方面影响民用燃气的消费：一是用气户数的增加，二是单户用气量的增加。据估算，未来 5 年，重庆市民用燃气消费量将以每年平均 5% 左右的速度递增。

(3) 重庆市化工产业对天然气的需求日益增加。2014 年重庆市工业用气量为 49.3 亿 m^3 ，按照年增长 15% 的速度测算，到 2020 年将达到 115 亿 m^3 左右，新增需求量约

为 65 亿 m^3 ，这不包括未来可能新增的精细化工项目，当然，也没有减去未来可能关停的经济效益与环保“双亏”项目。

(4) LNG^①汽车及船舶产业发展前景良好。重庆市有很好的汽车制造基础，尤其是 CNG 汽车制造技术，进行改进后可生产 LNG 汽车。根据重庆市发展规划，预计到 2020 年，LNG 汽车将达 5 万辆。另外，重庆市具有长江黄金水道优势，有利于发展 LNG 船舶制造业，可促进页岩气的消费，并带动 LNG 加气站相关设备、设施产业的发展。

(5) LNG 发电产业正在规划中。这是未来重庆市利用页岩气（天然气）的发展方向之一，目前已有一些项目正在规划之中。

0.1.2 重庆市发展页岩气产业的风险

在看到重庆市发展页岩气产业的优势的同时，也要认识到面临的风险或不确定性。

1. 地理地质条件复杂

重庆市位于青藏高原与长江中下游平原的过渡地带，长江中上游三峡库区及四川盆地东南部。地貌类型多样，有中山、低山、高丘陵、中丘陵、低丘陵、缓丘陵、台地和平坝，以山地、丘陵为主。地质断裂带较多，能够开采的区域受到一定限制。加之水资源缺乏、交通不便、人口密度大等条件限制，开采条件艰苦，所需技术复杂，开采和环保成本高。

2. 除焦石坝外的其他地区开采成本较高

重庆、四川等地的页岩气资源埋藏深度普遍在 2 600~3 000m，按照打一口井需 3 个月左右时间，单井投资成本 6 000 万~8 000 万元测算，开采成本为 2~3 元/ m^3 （除涪陵区外），这对页岩气开发及产业发展非常不利。

3. 环境与生态脆弱

页岩气开采主要采用水力压裂法，即将化学物质及大量水和泥沙的混合物，利用高压注入地下井，压裂附近的岩石构造，进而收集天然气。重庆市页岩气开发区域多在人口密度相对较大的地区，以及偏远山区和水资源相对缺乏的地区，在开发过程中会对周围环境造成较大破坏，环保压力大；易对当地脆弱的地下水系造成破坏，影响当地居民生活与生产用水；在开发过程中，需要大量的压裂用水，将对当地的生态环境造成不利影响。

4. 国际油价波动冲击较大

根据标准普尔的研究报告，随着国际油价不断下跌，在美国 100 家中小型页岩气企业中，有 3/4 由于高负债面临破产倒闭的风险。因此，受进口燃料油和 LPG 价格下跌影响，国内天然气（页岩气）价格也会相应下降，若进口天然气价格低于页岩气开发成本，

① LNG 是液化天然气（Liquefied Natural Gas）的缩写。

将使页岩气开发不具有经济优势，势必对该产业（主要是中、上游产业）造成不利影响，甚至无法继续发展。但通过对焦石坝区块的测算，如果国际油价在 50 美元/桶及以上，该区域仍然具有商业开采价值。

0.2 重庆市页岩气产业的发展方向及目标

1. 重庆市页岩气产业的发展方向

页岩气上游产业主要是勘探、规划等，属于石油系统内部的业务，专业性强，业务难以外包给原石油系统外部的企业，重庆本地企业难以进入该产业。同时，勘探开发专业性强，外部企业进入门槛高。但是相关装备（如仪器、仪表等）、配件，由于石油企业采用招标采购方式，形成了一定的外部市场，重庆本地企业可以进入该产业链中。

页岩气中游产业主要是开采、工程技术服务，属于石油系统内部的业务，外部企业参与难度大；但其开发使用的装备主要是外购，在国内外形成了非常大的市场规模，重庆本地企业如果能够生产质量优异或技术独特的产品，可以进入中石油、中石化的供应商名录，从而进入装备市场，这是重庆页岩气产业发展的重点之一。此外，开发过程中的环境问题，如污水、废渣、地质灾害等的处理，需要当地政府部门参与，可以把当地环保产业融入其中，这是重庆页岩气产业发展的重要方向之一。

页岩气下游产业主要是储运、燃料与化工，是为开发企业实现收益的重要环节。储运包括管网生产与建设、LNG 液化设备与设施、民用与商用燃料、天然气化工，特别是 LNG 液化设备与设施、天然气化工，重庆本地企业可以完全参与甚至掌控这些领域，这是重庆页岩气产业发展的重点之一。

2. 重庆市发展页岩气产业的总体目标

重庆市发展页岩气产业的总体目标是：以打造页岩气生产示范基地为目标，实现生产、技术、环境与生态、民生并重，充分发挥市场配置资源的主体作用，加强政府的引导、规划、环境及生态监管作用，综合考虑勘探、开发、运输、综合利用各个环节，重点发展页岩气装备制造产业、LNG 产业、环保产业、天然气（页岩气）化工产业，到 2020 年前后，实现全产业增加值 1 000 亿~1 500 亿元。

根据上述分析，重庆市应重点发展以下产业：

- (1) 打造中国页岩气装备制造产业高地，年产值可达 600 亿~1 000 亿元。
- (2) 大力发展 LNG 产业，形成完整产业链，可形成百亿元级产业，并带动 LNG 汽车产业的发展。
- (3) 形成页岩气开发环保技术标准，打造新兴的油气环保服务、环保技术与设施，形成百亿元级产业，并可带动其他环保产业的发展。
- (4) 促进天然气（页岩气）化工产业的发展。

3. 重庆市千亿元级页岩气产业项目的构成与目标分解

- (1) 页岩气装备产业产值 600 亿~1 000 亿元。页岩气装备产业包括勘探开发装备

制造、环保装备制造、LNG 装备制造、天然气化工装备制造等。

(2) LNG 产业产值 100 亿~200 亿元。LNG 产业主要包括 LNG 汽车、LNG 船舶、LNG 发电、LNG 加气站等。

(3) 环保产业产值 100 亿元左右。通过发展环保设施与技术, 依托涪陵页岩气勘探开发示范基地, 开展技术标准研制, 能够形成非常大的产业链。

(4) 天然气(页岩气)化工产业新增产值 100 亿元左右。天然气化工产业是实现重庆市页岩气产业千亿元级目标的主要产业, 但对重庆长寿、涪陵白涛两大化工园区的调研显示, 园区内的主要天然气化工企业处于亏损状态。有的企业已经在论证转型为煤化工企业, 由于重庆市不属于富煤、优煤区, 物流成本高, 且煤化工产业的环境污染大, 无论从经济还是环境的角度看, 发展精细化工将成为重庆市天然气化工业发展的可行选择。按照天然气化工(精细化工)高附加值项目产值 10 元/m³ 计, 重庆市正在建设的天然气(页岩气)化工投资项目新增天然气(页岩气)消费量高达 10 亿 m³, 可新增百亿元产值。

(5) 其他产业产值 100 亿元。其他产业主要包括页岩气开发产业、民用燃气、其他工业用气、服务场所用气等。

0.3 重庆市页岩气产业发展的前提

重庆市页岩气产业要做大做强, 必须充分发挥市场在资源配置中的主导作用, 并在产业发展初期发挥政府的引导、规划、政策扶持作用, 在生态环境保护中发挥政府的监管作用

0.3.1 市场主导作用

1. 产业投资

(1) 国有资本的主体作用。在勘探、开发的前期阶段, 由于风险高, 需要大量的资金投入, 因此只有中石化、中石油等央企才有实力进入该领域。但在后期, 需要按照市场规律推进产业的发展。

(2) 鼓励民营资本进入研发及技术服务等领域。根据美国页岩气资源开发的经验, 鼓励与促进中小企业参与研发与技术服务是页岩气产业发展的关键。

(3) 国际合作项目。页岩气勘探开发属于资本密集型、技术密集型产业, 可充分利用重庆市的页岩气资源优势, 积极推进国内公司与国际石油公司的合作, 引进国外资本和先进技术。例如, 根据重庆市能源投资集团有限公司与壳牌(中国)公司、两江新区与美国福布斯能源集团签署的合作协议, 拟在页岩气开发技术、关键装备制造、融资、市场开发等方面开展战略合作, 实现技术、资金的融合, 这对快速推进页岩气产业的发展非常有利。

2. 环境及生态补偿资金的使用

据调查, 页岩气资源的勘探开发对当地生态环境的破坏较大, 尤其是对于重庆市来

说，水资源、地表等受到破坏，修复将非常困难。虽然页岩气生产企业对当地进行了一定的补偿，但居民实际获得的补偿非常少，不能带动当地的生产发展，居民收入持续增加有限，而且由于受生态环境破坏的影响，农业收入减少，导致当地居民收入降低，存在一定的社会矛盾风险。

对此，建议把环境及生态补偿资金一部分用于对当地居民的补偿，另一部分用于发展当地产业，如“中石化与重庆市农业投资集团有限公司合作”的建议将推动页岩气开发示范区的产业发展，有利于增加当地居民收入，能有效化解当地在页岩气开发中补偿不足所形成的社会矛盾。

0.3.2 政府引导、政策扶持及监管作用

1. 政府与市场的边界

根据市场规律，凡是能够通过市场解决的，不需要政府干预。但对于公共产品、需要扶持的产业，则必须发挥政府作用。环境、生态、气候属于公共产品，页岩气产业在发展初期需要扶持，因此，政府必须加强对产业的规划和引导，在初期给予一定的价格补偿，并在生态环境等方面发挥政府的监管作用。在规制上，应以页岩气矿业权管理为核心，研究制定页岩气探矿权招标管理、页岩气储量管理、页岩气地质资料管理等办法，出台与之配套的监管政策，明确监管范围、内容、方式等。

2. 产业扶持政策

(1) 产业发展规划。加强对重庆市页岩气产业发展的规划和引导，如对具有一定基础、发展前景好的产业（如装备产业、LNG产业、环保产业、化工产业等）进行引导。

(2) 人力资源。围绕规划确定的发展重点，制订实施企业人才队伍培育和开发计划，构建并完善创新人才政策支持体系。加快完善期权、技术入股、股权、分红权等多种形式的激励机制，充分发挥页岩气产业核心和关键人才的积极性和创造性。引导高校和职业院校与页岩气相关企业开展合作，紧密结合产业发展需求，培训相关专业人才。

(3) 财政补贴。针对页岩气开发前期勘探成本高、风险大的特点，可给予相关企业一定的价格补贴，同时在政策许可范围内实行一定的税收优惠政策。

3. 环境及生态监管

(1) 环境及生态标准制定。加强生态环境保护方面的基础研究，制定页岩气开采环评标准与污染防治工程技术规范；借鉴国内外经验数据，重点针对页岩气开发对生态、地下水、场地环境空气质量的影响，以及排放的挥发性有机污染物对人群健康的影响等几个方面进行量化研究，制定在现有技术条件下适合重庆市页岩气开发环境保护的标准体系和技术规范体系。

(2) 项目的环境及生态审核。严格实施开发项目的环境审批手续，杜绝未批先建现象；要求页岩气开采建设单位落实战略环评、区域环评、项目环评及环境风险评估，及时完成对环境敏感目标的影响评价，并注重对生态的保护和修复；增加导管下深，封隔浅层地下水；严格区分永久占地与临时占地，施工完成后临时占地全部恢复原貌。从资

源开发和环境保护双重角度考虑,对页岩气有利区进行分类、筛选、排序,优化页岩气开发的时序。

(3) 环境及生态监测。通过智能系统对项目建设过程中的大气环境、水环境、声环境、固体废物、生态环境等进行实时监管、监测;防止环境事故的发生及蔓延,同时实现污染物达标排放和污染物排放总量控制等。

(4) 环境及生态管理。由重庆市发展和改革委员会、财政局、环境保护局、林业局、水利局、农业委员会等相关部门负责行使生态补偿工作的协调、监督、仲裁、奖惩等相关职责。从政府购买、配额交易、生态标签三个方面构建生态产品购买制度;建立页岩气“生态购买”制度,在实践上扩展原有生态补偿的资金来源、补偿渠道、补偿方式。

0.4 重庆市页岩气产业发展建议及研究设想

为推动页岩气产业发展,应围绕页岩气产业发展制定覆盖勘探、开发、利用、监管等全产业链的综合性政策,加强生态环境保护,推动页岩气产业集群发展。在此基础上促进重庆市页岩气开发产业融合发展,成立页岩气产业联盟,积极鼓励民营资本进入页岩气开发领域,加快将重庆市建设成为集勘探开发、综合利用、装备制造和生态环境保护于一体的全国页岩气开发利用示范区。

由于本书所涉研究属于综合性研究,涉及面非常广,调研不够深入,针对有待完善的问题,需要进一步深入研究:

(1) 页岩气开发成本的测算,由于历史数据有限,还需要根据不同地区的地质结构、地理环境、管网布局、市场利用等情况进行深入分析。

(2) 对页岩气装备产业还需进一步研究其产品构成、市场容量及前景、投资规模及经济效益等情况,最好能够深入一些主要的装备企业进行调研。

(3) 重庆市的天然气化工产业目前基本上全面亏损,而该产业又是页岩气的主要利用产业,因此,还需要结合该行业的最新技术进展,研究其前景和可行路径。

(4) 环保生态问题,还需要分地区调研具体的污染情况,根据影响的短期和长期效果、环境容量等因素提出具体的监管措施与方案。

(5) 具体到页岩气相关产业,如何确定政府和市场的边界,还需要进一步研究,以落实到具体的政策和措施上来。

(胡伟清)