



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

“十二五”国家重点图书
出版规划项目

Shale Gas Development



《新能源出版工程》丛书共 23 分册，分别论述太阳能、风能、生物质能、海洋能、核能、新能源汽车、智能电网和煤制油等新能源相关领域的理论研究和关键技术

页岩气 开发技术

[美] 凯特琳·M·纳什 (Katelyn M. Nash) 主编
汪丽华 周靖 王建强 姜政 杨科 译

上海科学技术出版社



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

“十二五”国家重点图书
出版规划项目



页岩气开发技术

Shale Gas Development

[美] 凯特琳·M·纳什 (Katelyn M. Nash) 主编
汪丽华 周靖 王建强 姜政 杨科 译

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

页岩气开发技术/(美)纳什(Nash, K. M.)主编;汪丽华等译. —上海:上海科学技术出版社,2013.1

(新能源出版工程)

ISBN 978-7-5478-1552-6

I. ①页… II. ①纳… ②汪… III. ①油页岩—油田开发 IV. ①P618.130.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 267636 号

This is a translation of Shale Gas Development, by Katelyn M. Nash. Originally published by the Nova Science Publishers, Inc.

Copyright © 2010 Nova Science Publishers, Inc. All rights reserved.

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

浙江新华印刷技术有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张:10 插页:4

字数:240 千字

2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5478-1552-6/TE·1

定价:45.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向工厂联系调换

内容提要

页岩气在美国、加拿大等已是重要的替代能源,正广泛应用于燃气化工、汽车燃料等方面。本书讨论了美国的页岩气盆地和页岩气开发的方法,以及与页岩气开发相关的规管架构和环境因素。本书共分三部分,分别是:美国的页岩气开发现状,非常规页岩气的开发、技术和政策问题,马塞勒斯页岩中的水资源和天然气生产。本书较为全面地介绍了页岩气开发的相关理论和技术,对我国的页岩气开发可以起到很好的借鉴作用。

《新能源出版工程》

学术顾问(以姓氏笔画为序)

阮可强	中国工程院院士
严陆光	中国科学院院士
杨裕生	中国工程院院士
林宗虎	中国工程院院士
倪维斗	中国工程院院士
徐大懋	中国工程院院士
翁史烈	中国工程院院士
黄其励	中国工程院院士
潘 垣	中国工程院院士

《新能源出版工程》

编委会

主任

倪维斗

委员(以姓氏笔画为序)

毛宗强 朱 军 贡 俊 李 春

张家倍 张德祥 周凤翱 徐洪杰

殷承良 闾耀保 喜文华 董长青

董亲翔 鲍 杰 戴松元

译者序

世界上对页岩气资源的研究和开发最早始于美国,经过一百多年的发展,美国已成为世界上首个实现页岩气大规模商业性开采的国家。数据显示,2010年美国页岩气产量已接近1300亿 m^3 ,约占常规天然气产量的25%。且根据美国能源署估计,依靠页岩气的开发利用,美国不仅可以改变天然气大举进口的局面,还有望成为液化天然气的出口国。相比较而言,虽然中国拥有非常丰富的页岩气资源,但页岩气开发尚处于起步阶段,在技术攻关、资源储量评价、政策研究以及开发模式等各个方面均需要探索。

《页岩气开发技术》这本书包括了三部分内容,分别是美国页岩气的开发现状;页岩气的开发、技术和政策问题;马塞勒斯页岩的开发及水资源问题。书中对于与页岩气开发相关问题介绍得比较清楚,尤其是在水资源和环境问题的处理方面,有非常详细的说明。因此,很有必要将本书译成中文,推荐给国内的读者,为国内页岩气的开发提供借鉴。

另外,有两个地方需作说明。首先,在本书中,涉及许多美国联邦和各州法律法规。因此,书中的“联邦法律/法规”特指美国联邦法律/法规。其次,书中介绍美国各页岩盆地时,介绍了其地层序列特征,与此有关的有些地层信息并未完全翻译成中文,而是直接以英文表示,以方便读者与其他文献资料比较对照。

在本书的翻译和出版过程中,何燕博士和董朝晖博士也参与了部分工作,更为重要的是译者的工作一直都得到了徐洪杰研究员的关心和指导,在此深表感谢。

最后,尽管译者已经用心完成本书的翻译工作,希望能将原著的思想如实地呈现给读者,但由于时间仓促,加之水平有限,难免存在不足之处,敬请诸位读者斧正。

译者

于中国科学院上海应用物理研究所

前 言

页岩气是指开采自富烃页岩层的天然气。页岩气的开发是目前美国陆上石油和天然气勘探与开采方面发展最为迅速的领域之一。与页岩气相关的钻井和开采活动甚至出现在那些过去很少或者从来没有这些活动的区域。页岩气的开发给环境和社会经济方面都带来了改变,特别是在那些首次进行页岩气开发的地区。伴随着这些改变,有关页岩气开发的相关技术、潜在的经济影响和目前监管机构应对能力等问题也随之而来。本书讨论了美国的页岩气富集盆地的地质信息和页岩气开发的技术,以及与页岩气开发有关的规章制度和环境影响。

第1章——这本关于美国现代页岩气开发的入门书是由美国地下水保护委员会(GWPC)委托编制的,旨在向资源开发活动和环境保护,特别是水资源管理方面,提供良好的技术信息。GWPC是美国各州地下水和地下注入管理机构的国家级协会,其任务是推动保护和节约地下水资源来进行一切有利的应用。GWPC的一个目标是,就如何在可靠的科学基础上推动健全的政策和法规的发展这一当前重要的问题,向利益相关者提供一个沟通的论坛。本入门书就是深化这一目标精神的体现。

水和能源是社会最基本的两种资源。我们对每一种重要资源的使用都依赖于另一种资源,并影响着另一种的可使用性。能源生产需要使用水,也是必不可少的。随着人口的增长,对这两种资源的需求将会不断增加。明智的能源资源开发将会考虑并在最大程度上减少对水资源的潜在影响。

天然气,特别是页岩气,是美国丰富的能源资源。它对于满足未来的能源需求并使美国过渡到更多地依赖可再生能源来说至关重要。

页岩气的开发不仅需要大量的水,而且还是在接近宝贵的地表水和地下水的区域进行的。因此,协调好当地水资源(无论是饮用水,野生动物栖息地、娱乐、农业、工业用水,或其他用水)的开发和相关需求非常重要。

由于美国正在此前从未经历过油气开发的地区进行页岩气开发,所以GWPC认识到需要整理一些关于页岩气资源、资源开发技术、资源开发所依据的规章制度和如何减轻对环境和周围居民潜在影响等方面的可靠确切资料,同时还要对涉及市民、政府工作人员、水供应和利用专家和其他相关利益

方的非水问题进行了说明。

每一个州都有确保其自然资源的合理利用和保护环境的法律和法规。GWPC 进行了一项独立研究来总结各州油气项目的需求,用以保护水资源。这两者互为补充,一起提供了一个大体的信息。在这个信息的基础上,可以对如何根据各州监管方案以一种对环境负责的方式对页岩气进行开发展开以事实为根据的对话。

本页页岩气入门书旨在对当前的各种因素进行一个精确的描述,并不代表任何一个州的观点。页岩气开发的相关知识将会不断地发展。GWPC 欢迎来自读者的关于本书以及页岩气开发与水资源之间关系的真知灼见。

第 2 章——过去油气业认为致密且低渗透性页岩中的天然气不具有开采的经济价值,但是定向钻井和油藏增产技术的发展极大地增加了非常规页岩的天然气产量。美国地质调查局估计这些页岩中有 200 万亿 ft^3 ($1 \text{ ft}^3 = 0.028 \text{ m}^3$) 的天然气技术上可开采。较高的天然气价格也刺激了页岩气的开发。即使是 2009 年天然气价格已经大幅下跌,但是可以预期的是对天然气的需求将会不断上涨。然而页岩气的开发也产生了一些争论。

水力压裂法被用来从页岩中开采天然气,其极大的水消耗量、饮用水污染,以及钻井活动和压裂液处理给地表水带来的污染,引起了对环境保护的关注。

在马塞勒斯地区,压裂过程之后被抽回到地面的含盐的“回流”水对环境管理提出了一个巨大挑战。返排水中高含量的总溶解固体(Total Dissolved Solids, TDS)和其他污染物在排入地表水之前,都必须清除或者妥善处理。联邦《清洁水法案》和各州法律管理着这些返排水和其他钻井废水向地表水的排放,同时《安全饮用水法案》(Safe Drinking Water Act, SDWA)管理着这些废水的深井注入。水力压裂井也受到各种州级法规的管制。历史上 EPA 并未对水力压裂做出规定,并且 2005 年的《能源政策法案》使水力压裂豁免于《安全饮用水法案》的管理。最近提出的议案可能会使水力压裂受到《安全饮用水法案》的管制,但是其他的议案可能会坚持维护当前的管理豁免。

页岩气的开发目前是在私有土地和各州州属土地上进行的。被支付给州或者私有土地所有者的页岩气租赁矿区土地使用费率从 12.5% 到 20% 不等。本章中讨论到的四个州(纽约州、宾夕法尼亚州、德克萨斯州和西弗吉尼亚州)中,签约费和矿区土地使用费率都出现了明显的增长。虽然联邦土地也具有页岩气资源,但是租赁限制和低资源潜力可能使得一些联邦土地上的开发前景黯淡。对于页岩气开发,将采矿权从地表所有权中分离出去的行为并不少见。矿产业主保留地表资产的所有权来进行资产投资。然而,一些土地所有者可能并未认识到矿藏开发是非法侵入他们的土地。

虽然有一个供应美国东北部的天然气输运管道网络,但是当开发一个新的井场时,天然气生产商仍然可能需要建立一个大规模的集输管道网络及配套基础设施,用来将天然气从井场转移到输运管道。

第 3 章——马塞勒斯页岩是 3.5 亿年前形成于美国东部浅内陆海的沉积岩,在那里矗立着阿巴拉契亚山脉。这种页岩中含有大量的天然气。新钻井技术的发展以及井口

价格的上涨,使得马塞勒斯页岩成了重要的天然气资源。

马塞勒斯页岩从纽约州南部开始,穿过宾夕法尼亚州,延伸到马里兰州西部、西弗吉尼亚州和俄亥俄州东部。从这种页岩中开采商业规模的页岩气需要大量的水来钻井和水力压裂岩石。在天然气流出之前,这些水必须从矿井中回收和处理掉。马塞勒斯页岩气开发区域的水资源机构和市民对天然气生产所需水资源的可利用性表示担忧,并提出了废水处理的问题。本章解释了马塞勒斯页岩气生产中的基本要素,旨在帮助读者更好地理解对水资源问题的忧虑和整体情况。

目 录

- 第 1 章 美国现代页岩气的开发——入门 / 1
 - 1.1 页岩气的重要性 / 6
 - 1.1.1 天然气在美国能源组合中的角色 / 6
 - 1.1.2 天然气的优势 / 8
 - 1.1.3 天然气的基本要素 / 9
 - 1.1.4 非常规天然气 / 10
 - 1.1.5 页岩气在非常规天然气中的角色 / 11
 - 1.1.6 展望 / 14
 - 1.2 美国页岩气的开发情况 / 14
 - 1.2.1 页岩气的地质背景 / 15
 - 1.2.2 天然气资源 / 17
 - 1.2.3 美国的页岩气 / 17
 - 1.3 法律法规 / 30
 - 1.3.1 管理页岩气开发的联邦环境法律 / 30
 - 1.3.2 州级法规 / 30
 - 1.3.3 当地法规 / 33
 - 1.3.4 水质影响方面的法制法规 / 34
 - 1.3.5 空气质量影响法案 / 39
 - 1.3.6 土地影响方面的法律法规 / 40
 - 1.3.7 公有土地上的油气作业 / 42
 - 1.3.8 其他联邦环保法律和要求 / 43
 - 1.3.9 总结 / 45
 - 1.4 环境问题 / 45
 - 1.4.1 水平井 / 47
 - 1.4.2 水力压裂 / 56
 - 1.4.3 水资源的获取 / 63
 - 1.4.4 水资源管理 / 65
 - 1.4.5 天然放射性物质 / 68
 - 1.4.6 空气质量 / 69
 - 1.4.7 总结 / 73

参考文献 / 74

第 2 章 非常规页岩气: 开发、技术和政策问题 / 93

- 2.1 美国非常规页岩气背景 / 94
- 2.2 美国的非常规页岩气资源 / 95
 - 2.2.1 巴纳特页岩储层 / 96
 - 2.2.2 马塞勒斯页岩储层 / 100
- 2.3 钻井及开发技术 / 105
 - 2.3.1 钻井 / 105
 - 2.3.2 建井和套管 / 107
 - 2.3.3 压裂技术对地下水的危害 / 110
- 2.4 天然气开发的租赁问题 / 111
 - 2.4.1 纽约州的租赁情况 / 112
 - 2.4.2 宾夕法尼亚州的租赁情况 / 112
 - 2.4.3 西弗吉尼亚州的租赁情况 / 112
 - 2.4.4 各州概况 / 112
 - 2.4.5 租赁审核(产品评估和检验) / 114
 - 2.4.6 采掘税 / 114
 - 2.4.7 联邦土地租赁和租赁的限制 / 114
- 2.5 联邦和州立法律、法规对页岩气开发的影响 / 115
 - 2.5.1 地表水质量保护 / 116
 - 2.5.2 其他地表水质量问题 / 118
 - 2.5.3 地下水保护 / 119
 - 2.5.4 安全饮用水法案管理 / 119
 - 2.5.5 废液的地下注入 / 120
 - 2.5.6 各州水质法案 / 121
 - 2.5.7 州级供水管理 / 122
- 2.6 美国国会利益 / 123
- 2.7 扩展阅读 / 125

第 3 章 马塞勒斯页岩中的水资源与天然气 / 127

- 3.1 引言 / 127
- 3.2 马塞勒斯页岩的定义 / 127
- 3.3 马塞勒斯页岩成为非常重要的天然气资源的原因分析 / 128
- 3.4 马塞勒斯页岩开发的必要性分析 / 130
- 3.5 对马塞勒斯页岩天然气井开发所需水资源的忧虑 / 131
 - 3.5.1 水供应 / 131

3.5.2 流体及供给运输 / 132

3.5.3 废水处理 / 132

3.6 总结 / 134

附录 / 135

附录 1 缩写词和简写词 / 135

附录 2 术语 / 137

第 1 章

美国现代页岩气的开发——入门^①

美国能源部

化石能源办公室,国家能源技术实验室

(National Environmental Policy Act, NETL)

GWPC 和 ALL 咨询公司对那些在大量数据来源、数据收集和技术评论方面提供帮助的联邦、州、工厂和教育机构表示感谢。他们的帮助对这一项目的成功至关重要。此外,还要对那些在审查及扩展对问题的理解方面付出额外时间和精力的人表示衷心的感谢。

对于以下单位的帮助和支持,表示特别的感谢:阿肯色州石油和天然气委员会、路易斯安那州自然资源部、密歇根州环境质量部地质勘测办、蒙大拿州石油和天然气保护委员会、蒙大拿州自然资源部、纽约州环境保护部、俄亥俄州自然资源部矿产资源管理分部、俄克拉荷马州公司委员会、宾夕法尼亚州环境保护部、德克萨斯州铁路委员会、田纳西州、弗里多尼亚纽约州立大学、西弗吉尼亚州环境保护部、能源信息管理署(Energy Information, Administration, EIA)、美国环境保护署(Enviromental Protection Agency, EPA)、国家石油和天然气环境规制审查有限公司(STRONGER)、英国石油美国生产公司、切萨皮克能源公司、戴文能源公司、东方资源公司、Fortuna 能源公司、美国独立石油协会、斯伦贝谢公司、通用油田技术服务公司和威德福国际有限公司。

页岩气是指开采自富烃页岩层的天然气。页岩气的开发是目前陆上石油和天然气勘探和开采方面发展最为迅速的流域之一。在一些地区,这包括使得钻井和开采活动出现在那些过去很少或者根本没有这些活动的区域。新的石油和天然气开发给环境和社会经济方面都带来了改变,特别是在那些首次进行天然气开发的地区。伴随着这些改变,有关页岩气开发的性质、潜在的经济影响和目前监管机构应对开发的能力等问题也随之而来。监管者、政策制定者和公众需要一个公正的信息来源,以此为基础来回答这些问题和做出关于如何迎接伴随着页岩气开发而来的挑战的决策。

^① 这份材料由美国能源部国家能源技术实验室和化石能源办公室在基金 DE - FG26 - 04NT15455 的支持下完成的。NETL 的项目主管,Robert Vagnetti 先生和 Sandra McSurdy 女士,提供了监督和技术指导。本研究项目由 GWPC 指导,并以 ALL 咨询公司人员担任首席研究员。

天然气在满足美国能源需求方面起着关键的作用。天然气,煤和石油提供了约 85% 的国家能源,其中天然气提供了约总量的 22%。在未来的 20 年中,可以预期天然气占美国能源供应的百分比将会保持相当稳定。

美国具有巨大的天然气资源。EIA 估计美国拥有超过 1 744 tcf 的技术可采天然气,其中包括 211 tcf 的已探明储量(已发现的具有经济开采价值部分的原始天然气地质储量)。技术可采的非常规天然气(页岩气、致密砂岩气和煤床气)占陆上可采资源总量的 60%。按美国 2007 年的开采量约 19.3 tcf,目前可采的资源量预计可以在未来的 90 年内向美国提供足够的天然气。单独地考虑页岩气资源可以将这一供应延长至 116 年。

天然气应用于经济的许多领域中。它是工业、商业和发电领域重要的能量来源,也在住宅供暖中扮演着重要角色。虽然对未来这些行业的天然气需求前景的预测各不相同,但是它们都有一个共同之处:在当前和今后的一段时期内,天然气将会在美国能源状况中继续扮演着一个重要的角色。

美国 48 个州广泛分布着含有大量天然气资源的有机页岩。早先,德克萨斯州刚刚新建的巴纳特页岩产区就生产了美国 48 个州的总天然气生产量的 6%。近年来,三个因素一起导致了页岩气开采具有经济可行性:水平井的进步;水力压裂的进步,可能是最重要的;受到明显的供需压力的影响,在最近十几年中天然气价格的迅速升高。分析家估计 2011 年天然气最主要的新储量增长(50%~60%,或者接近每天 30 亿 ft^3)将来自非常规页岩气储量。四块新的页岩气产区(海尼斯维尔、费耶特维尔、马塞勒斯和伍德福德)的总可采天然气储量可能超过 550 tcf。每年 3~4 tcf 的总开采量可能会维持几十年。已知的陆上页岩气盆地以及其他的非常规天然气产区的生产潜力,预计将对美国国内能源前景有着重要的贡献。

页岩气出现在美国 48 个州中的很多州。图 1-1 显示了目前开采中和即将开采的气页岩的大概位置。到目前为止最活跃的页岩分别是巴纳特页岩、海尼斯维尔/博西尔页岩、安特里姆页岩、费耶特维尔页岩、马塞勒斯页岩和新奥尔巴尼页岩。这些气页岩盆地各不相同,每一个都有一系列独特的勘探准则和运营挑战。由于这些区别,在这些区域中进行页岩气开发都面临着独一无二的潜在机会和挑战。

在美国,石油和天然气的开发和开采,包括页岩气,会受到一系列复杂的联邦、州和当地法律的管辖,涉及勘探和运营的每个方面。所有应用于传统的石油和天然气勘探和开采行为的法律、法规和许可也将应用于页岩气开发。虽然对于联邦拥有的土地开发主要由土地管理局(Bureau of Land Management, BLM)(内务部的一部分)和美国林务局(US. Forest Service)(农业部的一部分)管理,但是这些联邦法律中的大部分是由美国 EPA 来执行的。此外,每个开采石油和天然气的州都有一个或多个管理机构来批准矿井的开采,包括它们的设计、位置、间隔、运营和废弃,以及环境活动和排放,包括水的管理和处理、废弃物的管理和处理、大气排放、地下注入、对野生动物的影响、地表损害和工人的健康和安全的。在相应的联邦机构所批准的协定和规划下,许多联邦法律由各州执行。

页岩气开采中的环境方面大部分受到一系列的联邦法律支配。例如,《清洁水法案》

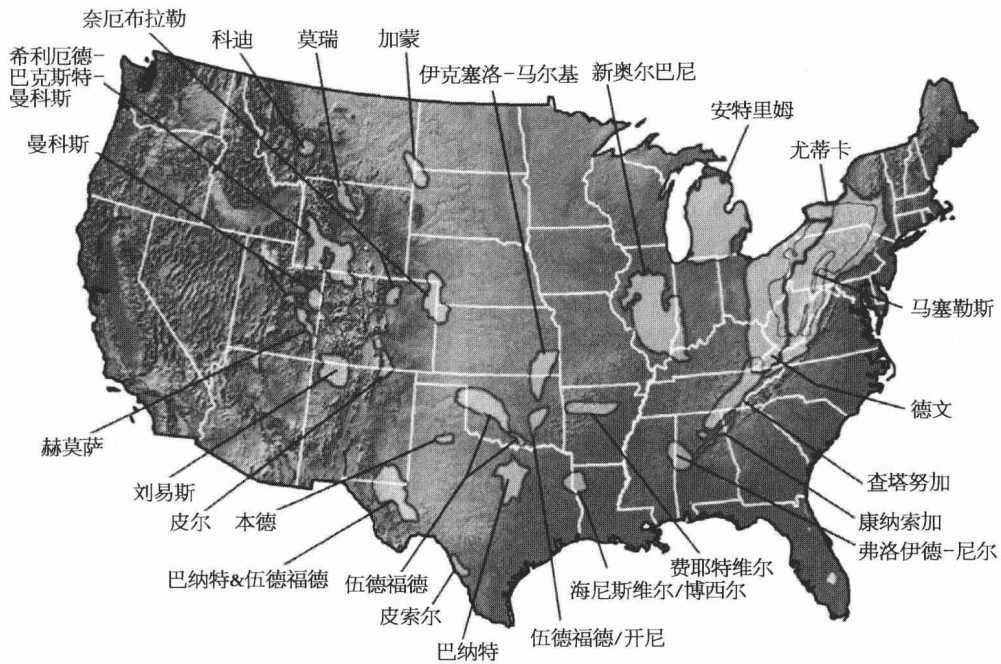


图 1-1 美国页岩盆地分布图

管理着与页岩气钻井和开采有关的地表水排放,以及开采现场的雨水径流。SDWA 管理着页岩气开采活动中液体的地下注入。《清洁空气法案》限制了来自发动机、天然气处理设备和其他与钻井和开采过程相关来源的大气排放。《国家环境政策法案》(National Safety Data Sheets, NEPA)要求,联邦土地上的勘探和开采行为需要进行彻底的环境影响分析。这些联邦法律大部分都包含有凌驾于各州法律之上的条款(例如,各州政府机构在联邦监督下执行规划)。

各州政府机构不仅执行和强制实施联邦法律,它们还有一套自己的州级法律用于管理。各州拥有广泛的权力来管理、批准和强制所有的页岩气开发活动——钻井和压裂、生产运营、废弃物的管理和处理,以及钻井的废弃和封堵。相比于在联邦的水平上进行一刀切的管理,各州在联邦监管之下进行与页岩气开发有关的环境活动管理,将更有效地应对这些活动所具有的区域性和州级特性。这些特殊的因素包括:地质、水文、气候、地貌、工业特点、发展历史、州级法律框架、人口密度和当地经济情况。州级法律经常会添加环境保护和要求的附加标准。同时,很多州有着自己的联邦 NEPA 法律版本,要求在州级标准上进行环境评估和审核,并且将这种审核从联邦土地扩展到州和私有土地。

导致出现页岩气开采的一个关键因素是有成本效益的水平井技术和水力压裂技术的改进,以及环境保护管理行动的贯彻执行,使得页岩气开发进入以前可能无法涉及的区域。相应地了解工业上所采用的技术和惯例,以及它们预防或在最大程度上减少页岩气开发对人类健康、环境和页岩气开采所在社区生活质量所造成的潜在影响的能力,就显得十分重要。

对于天然气资源开采来说,现代页岩气开发是一个技术驱动的过程。目前,页岩气井的钻井和完井包括竖直井和水平井两种。在这两种井中,都会使用管套和水泥来保护淡水和可处理水蓄水层。可以预期,新出现的页岩气盆地将会具有类似于巴纳特页岩产区的趋势,那就是随着产区的成熟会出现更多水平井。页岩气运营商正在更加依赖于水平完井来优化开采和钻井的经济效应。水平井能比竖直井提供更多的矿层裸露面。储层裸露面的增加会带来许多优于竖直井的进步。从仅仅一个钻井平台钻出的6~8个水平井可以得到和16个竖直井相同的储量。使用多井钻井平台还可以明显减少钻井平台、公路、管道线路和所需要的生产设备的总数,从而在最大程度上减小对动物栖息地、公众和整体环境的影响。

商业化开采页岩气的另一个关键技术是水力压裂,该技术采用高压泵将压裂液泵入页岩层,以使目标岩层产生断裂或裂缝。这就使得经济规模的天然气从页岩流至矿井。在页岩气压裂过程中,通过使用在钻井时安装的套管和水泥组合,并保证压裂区域和任何淡水或者可处理水蓄水层之间隔着数千英尺的岩石,以此来保护地下水。页岩气开发所用的压裂液主要以水为基础,混合添加剂。添加剂有助于水将砂支撑剂送入裂隙。压裂液的98%是由水和沙子构成,剩下的是由许多提高压裂工作效率的化学添加剂组成。每一种水力压裂处理方法都是一种高度可控的过程,被设计用来针对特定的目标岩层。

钻孔和压裂一口水平页岩气井所需要的总水量为200万~400万加仑^①(US gal),这取决于盆地和岩层的性质。这些量看起来非常大,但是相比于一些用于其他用途的水量,例如农业、发电和市政,它们还是比较小的,一般只占每个页岩气区域用水总量的很小一部分。计算指出,页岩气开发所使用的水量不到盆地总用水量的0.1%~0.8%。因为页岩气开发在一些地区是首次出现,所以水的需求仍然可能是对水供应和基础设置的一个考验。当运营商准备开发一个新的页岩气产区时,与当地水规划部门、州政府机构和区域性流域委员会进行沟通会有助于运营商和公众和平共处并对当地水资源进行有效管理。成功开发页岩气的一个关键在于确保具有在不妨碍公众需求的情况下满足开发公司钻井和压裂用水需求的供水能力。虽然有很多方法可供选择,但是取水条件很复杂并因地而异。

在钻井和水力压裂完成之后,除了天然气,还会产生水。这些水一部分是回流的压裂液,还有一部分是天然地层水。无论其来源,这些和天然气一起通过井口回流的返排水必须受到管理。州、当地政府和运营商试图以一种可以保护地表水和地下水资源,并且如有可能,降低未来对淡水资源的需求的方式来管理返排水。为了实现“减少、再利用和再循环”的污染防治体系,他们审查了传统和新发明的管理页岩气返排水的方法。目前这些水的处理方法有很多,包括地下注入、处理及排放,以及循环利用。人们开发新的水处理工艺和已有技术的新应用,用于处理页岩气返排水,使其可以在许多方面得以重新利用。这使得与页岩气有关的返排水本身就可以被视为一种潜在资源。

^① 1 US gal=3.785 412 L。