



执行摘要

水力压裂和水平钻井技术的创新正在推动美国和加拿大页岩能源开发的蓬勃发展。¹ 全世界已知的页岩能源储量大大增加了包括天然气和石油资源在内的世界能源量。从阿根廷到英国,再从墨西哥到中国,这些国家的政府已经开始研究本国页岩能源的商业潜力。

¹ World Wildlife Fund, Water Stewardship: Perspectives on Business Risks and Responses to Water Challenges (Gland, Switzerland, 2013), http://awsassets.panda.org/downloads/ws_briefing_booklet_lr_spreads.pdf.

开发潜力巨大:全世界已知的页岩气储量使全球技术可采的天然气资源增加 47%,致密油的地下储量使全球技术可采的石油增加 11%。

但是,随着各国加大了对页岩能源的开发,有限的淡水资源可能成为发展障碍。开采页岩资源需要大量的水进行钻井和水力压裂。在大多数情况下,这些需求由淡水满足,这使得页岩开发公司成为重要的地方和地区级水的使用者,不得不与农场、家庭及其他用水行业竞争。

虽然页岩能源开发会带来重大环境风险和影响这一点已经为专家承认,但对地表和地下水的可用性造成的风险和影响却记录甚少。世界资源研究所(WRI)的研究报告——《全球页岩气开发:水资源可用性及其商业风险》,首次填补了该项空白,该研究报告通过对全球和部分国家的公开数据的分析,协助评价世界范围内拥有页岩资源储备的地区的淡水可用性。通过地理空间分析,将WRI的水资源风险及其他(表ES1)评价指标与美国西弗吉尼亚大学和美国国家能源技术实验室提供的页岩资源位置相结合,有如下意义:

■ 指出了最需要政府监督和稳健的企业经营策略才能保

证页岩能源开发的同时淡水资源被合理使用的地点。

■ 针对企业整理出了潜在的与淡水可用性相关商业风险 报告,为推动企业水资源管理和早期水资源评价奠定 了基础。

本报告从全球角度研究了水资源可用性和页岩气资源 开发(图 ES1),首次分析了 11 个国家的页岩气场(已勘 探的具有商业开采潜力的页岩油气储藏地)的水资源可用性——阿尔及利亚、阿根廷、澳大利亚、加拿大、中国、墨西哥、波兰、沙特阿拉伯、南非、英国和美国。WRI 选择这些国家的标准是,基于它们的技术可采资源的规模(按照美国能源信息管理局的推测)、目前正在进行的勘探和生产活动、未来开发的可能性,以及相关工业界、学术界和非政府组织(NGO)专家的反馈。

本报告不研究或讨论页岩资源开发中与水质风险相关的问题,也不是评价油气企业在水资源管理方面的表现,而是旨在分享信息,以帮助同一区域的企业、政府和民间团体等利益相关体展开对话和交流。报告结果可在网上查看(http://www.wri.org/resources/maps/water-for-shale),包括研究所用的原始数据以及更新。



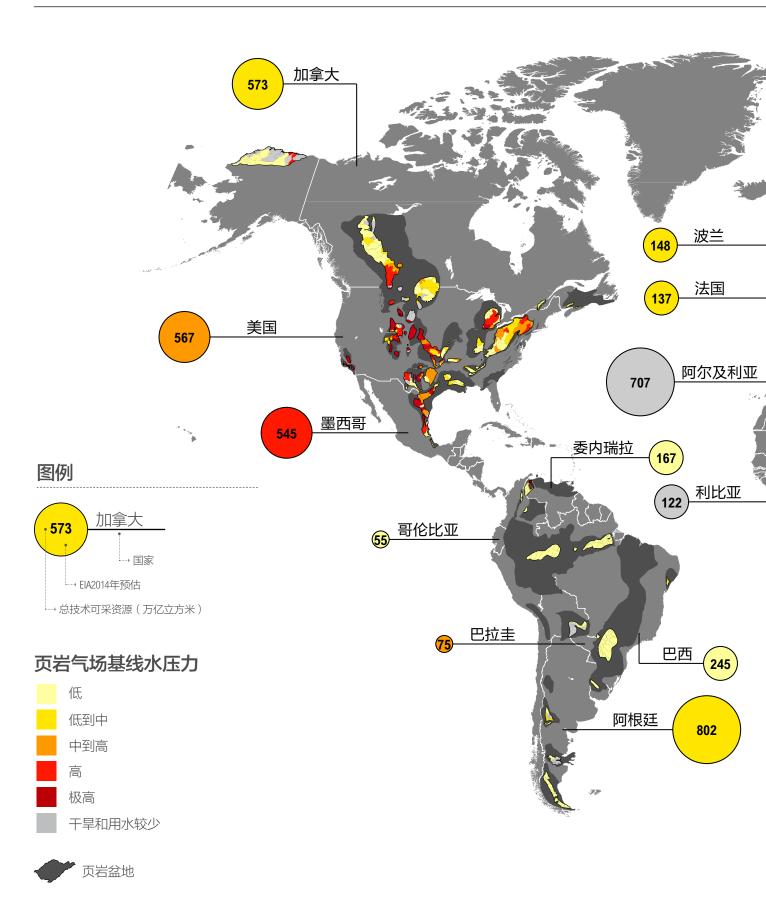


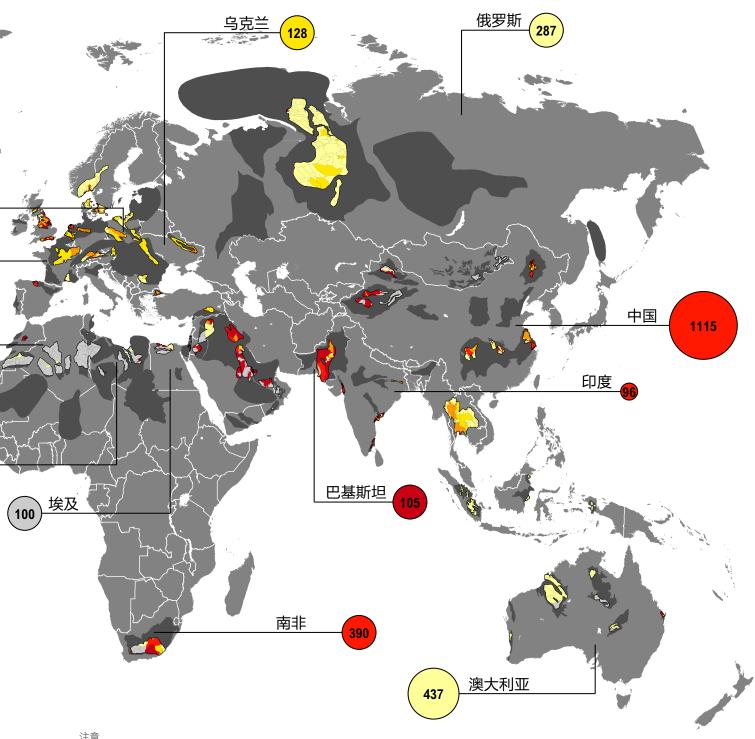
表 ES1 | 评估淡水可用性和相关商业风险的指标选择

指标	定义
基准水压力	市政、工业和农业用户的总取水量相对于地表再生可用水资源量的比例。比值越高表明用户间可能存在的竞争越大,当地水资源短缺或超支的可能性也越大。
年内变化率	月度可用水资源量的波动程度。波动值越高表明一年之中月度可用水资源量变化幅度越大,越不稳定,因 此有可能带来临时性水资源短缺或超支的情况。
干旱严重度	1901年到2008年间所有干旱事件持续时间乘以该事件的旱情大小的平均值。值越高表明旱情越严重。
地下水压力	地下水开采率与补给率的比值。比值大于1时,表明地下水正在被不可持续地开采,从而可能会影响地下水可用性,破坏地下生态系统。
主要用水行业	年度用水量最大的行业(农业、市政或工业)
人口密度	每平方千米平均人口数。
资源储藏深度	潜在开发区域页岩气资源储藏的深度范围。一般来说,地层越深,钻井需水越多。









注意

- 1.彩色的多边形区域已经被确认为页岩气场:有商业开发潜力的页岩矿藏。
- 2.黑灰色多边形区域为页岩盆地分布区。而气场位于盆地中,其他盆地内页岩矿藏可能无法进行商业开发。
- 3. 圆形大小表明该国总技术可开采天然气资源量(万亿立方米)。
- 4. 圆形颜色表明一国区域基线水压力的面积加权平均。如果国家半数以上页岩气场面积都位于干旱和水资源较少区域,圆圈标注浅灰色。 来源: 世界资源研究所和EIA2014

来源:世界页岩盆地和气场分布数据来自西弗吉尼亚大学和国家能源技术实验室。可开采页岩气资源总量估计来自美国能源信息管理局的技 术。有关基线水压力的估计来自WRI的水资源风险地图。

主要发现

页岩气资源世界分布不均衡,而且分布最丰富的地方通常不是水资源丰富的地区。例如,中国、墨西哥(图 ES2)和南非拥有一些很大的技术可开发页岩气资源(相关 数据来自美国能源信息管理局),但当地却面临着高到极高基线水压力。

该报告指出了紧张的水资源可能影响世界很多地方的页岩气开发:

- 38%的页岩气资源分布在干旱或高到极高基线水压力的地区;
- 19% 位于水资源季节波动较大或非常大的区域;
- 15% 位于干旱严重程度高或非常高的地区。

此外,全世界有 3 亿 8600 万人居住在已探明的页岩气场地区。在其中 40% 的地区,灌溉农业是当地最大的水资

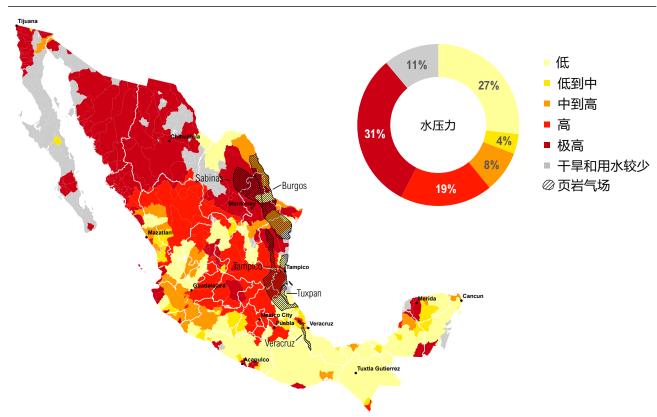
源用户。因此,钻探和水力压裂常与其他淡水需求竞争,从而导致与其他水资源用户的冲突。在基线水压力高的地区,这种冲突尤其常见,因为这里超过40%的可再生地表可用水资源已经用于农业、市政和其他工业领域。

20 个拥有最大的技术可采页岩气和致密油资源储备的 国家见表 ES2。

- 20 个拥有最大页岩气资源² 的国家中,有8 个国家的页岩气场处在干旱或基线水压力高到极高的地区,包括中国、阿尔及利亚、墨西哥、南非、利比亚、巴基斯坦、埃及和印度。
- 20 个拥有最大页岩气资源² 的国家中,有8 个国家的 致密油场处在干旱或基线水压力高到极高的地区,包 括中国、利比亚、墨西哥、巴基斯坦、阿尔及利亚、 埃及、印度和蒙古。

页岩气场的水文条件因空间和季节而异:气场之间、气场内和一年内不同季节的水文特性都不相同。这种变化使

图 ES2 | 墨西哥页岩气场多半位于高基线水压力地区



来源:页岩气场分布,来自西弗吉尼亚大学和国家能源技术实验室。有关基线水压力的估计来自WRI的水资源风险地图。

² James Herron, "Shale Gas Could Fracture Energy Market," May 2012, blog, http://blogs.wsj.com/source/2012/05/29/shale-gas-could-fracture-energy-market/.

A. 拥有最大技术可采页岩气资源的20个国家

B. 拥有最大技术可采致密油资源的国家

按照页 岩气技术 可开资 源量大小 排序	国家	页岩能源储藏区域 的平均基线水压力	按照致密 油技术可 采资源大 小排序	国家	页岩能源储藏区域 的平均基线水压力
1	中国	高	1	俄罗斯	低
2	阿根廷	低到中	2	美国	中到高
3	阿尔及利亚	干旱和低水资源利用	3	中国	亩
4	加拿大	低到中	4	阿根廷	低到中
5	美国	中到高	5	利比亚	干旱和低水资源利用
6	墨西哥	高	6	澳大利亚	低
7	澳大利亚	低	7	委内瑞拉	低
8	南非	高	8	墨西哥	盲
9	俄罗斯	低	9	巴基斯坦	极高
10	巴西	低	10	加拿大	低到中
11	委内瑞拉	低	11	印度尼西亚	低
12	波兰	低到中	12	哥伦比亚	低
13	法国	低到中	13	阿尔及利亚	干旱和低水资源利用
14	乌克兰	低到中	14	巴西	低
15	利比亚	干旱和低水资源利用	15	土耳其	中到高
16	巴基斯坦	极高	16	埃及	干旱和低水资源利用
17	埃及	干旱和低水资源利用	17	印度	高
18	印度	高	18	乌拉圭	中到高
19	巴拉圭	中到高	19	蒙古	极高
20	哥伦比亚	低	20	波兰	低到中

来源:技术可采的页岩气和致密油资源的总量估计来自美国能源信息管理局。基线水压力的估计来自WRI的水资源风险地图。

开发者无法准确预测自身能否满足水力压裂和钻探的水需求,而且依靠之前的开发经验估计的需求量不可能适用于世界上所有气场。这种巨大的不确定性给开发者勘探新区域带来商业风险。另外,日趋激烈的淡水竞争,会让公众越来越关注这一问题,甚至会影响到政府法规的变动,这就会威胁到开发者的运营执照,从而影响短期和长期投资。

WRI 的报告显示,开发国际性页岩气资源的公司在世界很多地方,可能都需要面对能否顺利获取淡水资源这一现实问题的挑战。这一挑战突出了制定企业内部水资源管理可持续发展区域战略的重要性,并指出了公司与政府和其他行业进行合作的必要性,必须同心协力将环境影响和水资源消耗降到最低。

建议

基于该报告,WRI提出了一系列实用建议,保证政府、企业和社会团体可以在开发页岩气资源过程中持续评估和管理淡水资源可用性。

- 1. 进行水风险评估,了解当地水资源可用性,降低商业风险。
 - 1.1. 公司可以评估水资源相关风险。使用公开可用的全球及工厂级测评工具,公司应找出水资源相关商业风险,以及那些最需要与监管部门、民间团体和其他行业建立好关系,增强水资源的安全性的地区。



1.2. 政府可以增大对收集和监控水资源供需信息的投入。健全的基准信息和未来水资源供需及环境条件的估计,可帮助政府建立一个强大且可以共享的知识数据储备,从而为制定有效的水资源政策发展和合理科学的目标提供指导。

2. 增加透明度并与地方监管部门、民间团体和其他行业建立良好关系,最大限度减少不确定性。

2.1. 公司可增加企业水资源适用管理信息的披露。通过披露企业对水资源的使用信息和管理方法以及加强与外界沟通,公司可在企业和流域利益相关者调查水资源风险和机会之时,与他们建立互信。持续的信息披露会减少企业的信誉风险。

2.2. 政府和公司可与当地和区域工业、农业及民间团体建立良好关系。公司应与地方政府、工业、NGOs和社会团体进行亲密合作,以了解该地区的水文情况和流域内的法律规章制度。这些信息可以让公司对成本和技术以及页岩气开发中获取水资源所需的必要程序进行更精确地估计,同时避免伤害其他用户的利益以及对环境的破坏。

3. 保证健全的水资源管理以确保水安全,降低监管和 信誉风险。

3.1. 公司可参与到公共水资源政策的交流和制定中。先进的水资源管理制度和环保标准加上有效实施和执行方案,可使环境退化降低到最小,确保水资源分配和定价的公平公正。一个稳定的监管环境可以帮助公司和投资者进行长远机遇的评估,从而最大限度地降低商业风险。

3.2. 政府和公司通过合作可开展水源保护和管理计划制定。在页岩气开发早期,政府和企业有机会与流域内利益相关者合作,开展水源保护和管理计划制定,降低商业风险;同时促进公用水源和循环基础设施建设;改善流域地下与地表水的可持续管理。

4. 尽量降低淡水使用量,参与企业间水资源合作管理, 从而降低对水资源可用性的影响。

4.1. 公司可将淡水使用量降到最低。 公司可以根据公 开的指导准则评估自身使用非淡水资源的可行性, 并 为推动循环用水或利用再生水资源或苦咸水等科技的 投资奠定基础。



4.2. 公司可制定水资源战略,并参与企业间水资源的合作管理。公司应在企业的核心商业战略中加入水资源管理的内容,最小化其潜在风险,确保其他用户及环境的水资源长期可用。企业间水资源合作管理的工作包括对水资源使用的逐步优化改进,以及持续减小的对企业内部及价值链的影响⁷。

³ Vello Kuuskraa, Scott Stevens, and Keith Moodhe, Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States (Washington, DC: U.S. Energy Information Administration, June 10, 2013), http://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/.

中国

背累

能源和页岩资源:中国是世界上最大的能源生产国和消费国⁴。到 2035年,国际能源署预计中国的能源需求将增长 60%,天然气消耗将增加 400% 以上 ⁵。基于美国国家能源信息署的数据,中国拥有最大的技术可采页岩气资源和全球第三大技术可采致密油资源。

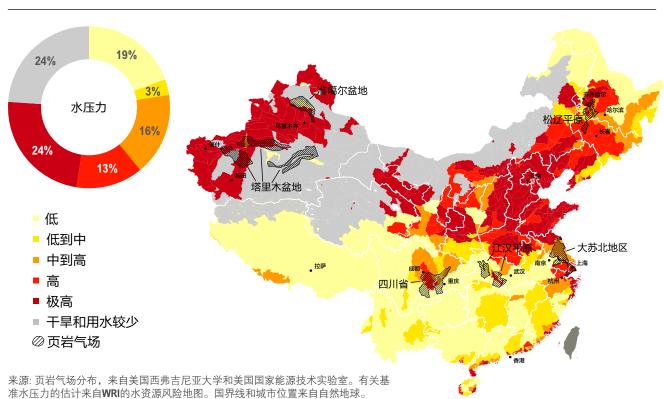
监管环境:中国政府支持页岩气开发,因其对进口天然气和煤炭具有可代替性,并能够帮助降低温室气体和微粒的排放,更重要的是中国国内拥有大量的页岩气资源储备。。中国对页岩气的勘探最开始集中在四川盆地,在过去的几年里钻了大约100口井,之后又发现塔里木盆地拥有中国页岩气资源的最大储存量7。中国政府正在以战略伙伴的方式向外国运营商寻求技术支持和经验借鉴,并从2012年9月开始,鼓励外资通过公开招标参与国内页岩气开发8。

水资源:中国是世界上第二用水大国,每年总取水量占全球取水量的14%,其中近四分之一作为工业使用⁹。中国的南方水资源比北方丰富,然而,北方却拥有大部分的化石能源储备和相关工业活动。正在建设的南水北调工程建成后每年可将440亿立方米的水从南方转移到北方¹⁰。

水资源可用性限制

- 超过 60% 的中国页岩气场分布在基准水压力高到极高或者干旱的区域。
- 四川气场是中国最重要的页岩气场,气场内既有低基 准水压力的地方,也有高基准水压力的地方。
- 塔里木盆地气场超过 95% 的面积不仅面临极高基准水压力或干旱的情况,还面临极高地下水压力和季节波动性的威胁。这些不利条件将给公司获取水资源造成巨大挑战。
- 除了塔里木盆地和准格尔盆地气场,中国其他页岩气 资源都分布在高人口密度区域。

图 ES3 | 中国页岩气场和基准水压力



商业风险

- 在干旱地区或者高基准水压力地区运作的公司(60%的中国页岩气场区域都属于这个情况),将不得不与其他用户争夺已经非常稀缺的水资源。农业、居民和工业用户之间的激烈竞争,给需要用水进行水力压裂和钻探活动的经营者增加了更高的成本和更高的声誉风险,并带来了监管方面的不确定性。
- 塔里木和准格尔的大部分气场都处于干旱和低用水的情况,面临较高的地表和地下水压力。这一事实可能导致油气经营者在获取或运输水资源等方面的额外成本,从而不得不面对巨大的财务风险。
- 区域内开发者面临着极高的人口密度及中到高的水资源季节波动性带来的问题,例如四川盆地,如果在枯水季节不负责任地进行集中地钻井和水力压裂活动,可能会遭受重大的监管和名誉风险。

世界资源研究所(WRI)出版物,皆为针对公众关注问题而开展的适时性学术性研究。 世界资源研究所承担筛选研究课题的责任,并负责保证作者及相关人员的研究自由,同时积极征求和回应 咨询团队及评审专家的指导意见。若无特别声明,出版物中陈述观点的解释权及研究成果均由其作者专属所有。

⁴ Stark et al., Water and Shale Gas Development.

⁵ Control Risks, The Global Anti-Fracking Movement: What It Wants, How It Operates, and What's Next.

⁶ FAO, "AQUASTAT Main Country Database."

North-to-South-Water Division, "China South-to-North Water Diversion Committee," 2014, http://www.nsbd.gov.cn/.

⁸ Iliff and Montes, "Mexico Moves to Overhaul Oil Industry."

⁹ FAO, "AQUASTAT Main Country Database."

¹⁰ Kuuskraa, Stevens, and Moodhe, Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States.



10 G STREET NE SUITE 800 WASHINGTON, DC 20002, USA +1 (202) 729-7600 WWW.WRI.ORG