

川南地区页岩气开发过程中重点环境影响及污染防治建议

张益臣

中国石油浙江油田分公司天然气勘探开发事业部, 四川 泸州
Email: zhangyc85@petrochina.com.cn

收稿日期: 2021年6月3日; 录用日期: 2021年7月5日; 发布日期: 2021年7月14日

摘要

页岩气是一种重要的非常规天然气资源, 已成为油气资源领域重要的组成部分, 川南是中国石油页岩气勘探开发的主战场, 目前, 川南已成为我国最大的页岩气生产基地。页岩气在开采的过程中所造成的环境问题日益突出, 主要表现在钻井过程中噪声对附近居民的影响、水基钻井固废和油基钻井固废处置压力大、压裂返排液处理困难。针对川南页岩气开发生产与环境保护的矛盾, 分别从噪声、固废和废水三方面提出页岩气开发过程中的污染防治建议。

关键词

川南, 页岩气, 环境保护, 污染防治建议

Key Environmental Impacts and Pollution Control Suggestions during Shale Gas Development in Southern Sichuan

Yichen Zhang

Natural Gas Exploration and Development Business Department of Zhejiang Oilfield Branch of Petro China, Luzhou Sichuan
Email: zhangyc85@petrochina.com.cn

Received: Jun. 3rd, 2021; accepted: Jul. 5th, 2021; published: Jul. 14th, 2021

Abstract

Shale gas is an important unconventional natural gas resource, which has become an important part of the field of oil and gas resources. Southern Sichuan is the main battlefield of oil shale gas

exploration and development in China. At present, Southern Sichuan has become the largest shale gas production base in China. The environmental problems caused by shale gas exploitation are increasingly prominent, which are mainly reflected in the impact of the noise on nearby residents, the high pressure of water-based drilling solid waste and oil-based drilling solid waste disposal, and the difficulty of fracturing flow back fluid treatment. In view of the contradiction between shale gas development and production and environmental protection in Southern Sichuan, this paper puts forward suggestions on pollution control in the process of shale gas development from three aspects of noise, solid waste and waste water.

Keywords

Southern Sichuan, Shale Gas, Environmental Protection, Suggestions on Pollution Control

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

2018年, 中国石油在全国范围内调动资源, 从新疆、东北甚至国外将钻机调往川南。截至目前, 中国石油共在川南地区启用142台钻机, 较2017年增长3倍; 建成长宁、威远等国家级页岩气示范区。中国石油在川南页岩气勘探开发过程中, 把提高单井产量作为首要目标, 实现3500米以浅资源的规模有效开发, 开创了国内页岩气勘探开发多项先河。中国石油大力推进川南页岩气勘探开发, 取得了重要成果[1]。川南页岩气产量不断创造新高的同时, 钻井过程中钻井岩屑和压裂返排液处置等环保制约性因素也越发突出, 本文结合实际页岩气环境安全生产管理经验, 总结了页岩气开采过程中所面临的主要环境污染问题, 并提出了相应的污染防治建议。

2. 川南地区页岩气开发现状

我国的页岩气目前主要产自四川盆地, 全国已探明页岩气资源储量的省份中, 四川高居榜首, 重庆、贵州也位列前四位, 国家批准建设的4个国家级页岩气示范区, 有3个在西南地区, 分别是重庆涪陵示范区、四川长宁-威远示范区、云南昭通示范区。根据四川省“十四五”规划和2035年远景目标纲要实施中国“气大庆”建设行动, 加强天然气产供储销体系建设, 建成全国最大天然气(页岩气)生产基地, 天然气年产量力争达到630亿立方米, 其中页岩气为主力军, 2025年全国页岩气产量300亿立方米, 预计将主要来自四川盆地, 占其天然气总产量的43%。川南页岩气开采主要集中在泸州、宜宾、自贡、内江等地区, 涉及面积约 4×10^4 km²。

3. 川南地区页岩气开发过程中的主要环境问题

3.1. 川南地区敏感点多、居民点分布较多, 钻井噪声对居民影响较大

川南地区森林覆盖率高、江河纵横、人口众多, 自然保护区[2]水源保护区等环境敏感区分布较多[2]。页岩气平台周边一般都会分布有分散居民点, 井口周边200 m评价范围内少则10户, 多则30~50户不等, 易造成钻井施工阶段的噪声扰民投诉, 钻井作业施工环保压力大。尤其是川南泸州和宜宾地区电网集输设施建设能力有限, 井场接入电网难度大, 钻井过程采用柴油机发电, 柴油发电机噪声源强高达85~90 dB(A), 加上钻井设备噪声, 平台井场边界噪声无法达标, 同时钻井施工为一天24 h钻井, 对平台周围300 m内的

居民造成了严重的声环境扰民。近年来，出现了多起钻井期间噪声扰民投诉案例，钻井噪声问题为川南页岩气开发过程中突出的一项环境影响问题。

3.2. 钻井固废处置压力大

川南页岩气水基钻井固废主要为水基泥浆钻井过程中产生的废弃水基泥浆和钻井岩屑，据统计，单井(井深约 3000 m)水基固废平均产生量约 700 m³，目前普遍采用资源化综合利用的方式处理，主要为预处理后作为掺烧水泥或烧结砖的原材料进制砖或制水泥，将水基钻井固化；此外，页岩气钻井过程中储层长水平段常采用油基钻井液钻进，该钻井过程中产生的钻屑属于危险废物，单井(水平段长约 2000 m)油基岩屑平均产生量约 300 m³，委托有危险废物处理资质的单位处置。据预计[3]，2020 年川南水基钻屑产生量约 13.0 万 m³，油基钻屑约 6.0 万 m³。产生量大，远远超过了当地水泥、砖瓦企业接纳能力，同时，油基钻屑处理量需求量也与区域内现有危险废物处理资质的单位的处置能力不匹配，导致页岩气平台上滞留钻井固废无法及时转运处置，给当地环境带来了不可控的环境污染风险。

3.3. 水资源消耗大、压裂返排液处理难度大

页岩气在成藏与赋存方面有别于常规天然气，其储层具有超低孔渗的特征，为实现工业气流须通过相关技术来改善储层。水平井与水力压裂所具有的优势成为了当前开采页岩气最广泛的技术，同时也消耗了大量的水资源，四川、重庆地区统计页岩气开发单井需水量在 10,000~40,000 m³不等，压裂用水量平均每口井为 3.15×10^4 m³。压裂完成后，占注入压裂液量约 15%~80%的返排液会返回到地面[4]，页岩气开发不仅造成水资源消耗还会带来水资源污染，这与页岩气水力压裂中压裂液有着密切的关系。页岩气开发采用大规模水力压裂，其原理是将含有多种添加剂的压裂液在高压条件下注入地层，从而改善储层裂缝网络结构达到增产的目的。压裂液中含有杀虫剂、减阻剂、防垢剂、交联剂、表面活性剂等多种化学添加剂。如长宁-威远区块单井返排液量达 $1 \times 10^4 \sim 2 \times 10^4$ m³，水中 TDS、悬浮物、高价金属离子和有机物等浓度随返排时间的延长和回用次数的增多而逐渐增大，水质变黑发臭[5]。由于区域内各平如果注入的压裂液进入地下水层这将会带来严重的水污染。压裂液返排到地面不仅有添加剂的成分而且还含有溶解性盐类、放射性元素、重金属等其他化学物质，压裂液中盐分含量可达 10%以上，大量废水进入水体，对水环境有影响。

4. 对川南页岩气开采中的污染防治建议

4.1. 加强页岩气开采区内网电基础设施建设，提供网电钻井

优先采用网电对井场进行供电，减少钻井过程中柴油发电机的噪声，能够大大降低钻井平台噪声源强，减少钻井噪声对周围居民的影响；尤其是在夜间，尽可能减少设备的使用，材料运输集中白天运输，严格控制仅在白天开展压裂作业工作，减少井场噪声产生。若无法使用网电，对于柴油发电机的噪声，应修建带隔音功能的活动板房隔声，同时安装减振垫层和阻尼涂料，减少柴油机发电噪声的产生，在实际施工时，针对实际监测噪声值超标的居民采取协商补偿、临时撤离(可租用当地民房、在噪声达标距离之外进行妥善安置)等噪声防治措施，取得居民谅解，避免环保纠纷。

4.2. 积极寻求固废减量化、资源化和无害化防治措施

水基钻井固废属于一般工业固废，为减少当地砖厂和水泥厂处理压力，可积极探索更多的安全可靠的水基钻井固废综合利用方式，比如水基岩屑脱水后干渣制路基材料铺路或者制作建材等方式。油基岩屑处置除增加当地危废处置单位能力以外，油气开采产生的废弃油基泥浆、含油钻屑及其他固体废物，

应当遵循减量化、资源化、无害化原则，按照国家和地方有关固体废物的管理规定进行处置。鼓励企业自建含油污泥集中式处理和综合利用设施，提高废弃油基泥浆和含油钻屑及其处理产物的综合利用率，对油基岩屑进行减量化处置，同时建议有关部门颁布相关油基岩屑预处理后豁免危险废物的条件及豁免内容的可能，鼓励企业自主在源头对油基岩屑进行减量化、资源化和无害化处置。

4.3. 提高压裂返排液重复利用率，寻找更多压裂返排液处置方式

根据工程情况，加大区块内气田水管网的建设，合理调度压裂返排液的循环利用，提高压裂返排液重复利用率是页岩气开采过程中节约水资源的必修课，建议企业内部制定压裂过程中压裂返排液重复利用率指标和新鲜水用量定额指标，最大程度减少对当地新鲜水使用量，节约水资源。

目前无法综合利用的压裂返排液普遍采用回注到地层的措施，减少压裂返排液对当地水环境的影响。对回注井开展全过程环境管理，回注前应充分论证回注井空间布设、注入层位、注入压力和注入水量等环境可行性，并设置监测井定期监控回注行为对地下水环境影响，确保回注过程不会引起地下水环境污染[6]。但是回注不便于环境管控，且只是暂时的控制了污染，没有从根本上消除污染，并且回注可能会存在更多的环境安全隐患，比如地震、压覆矿产资源、影响以后可能会被利用的地下水资源等。因此，建议鼓励和支持科技创新、技术进步，将石油天然气行业废水如压裂返排液，进行处理达标后排放，以便于环境管理。为简化工艺流程、保护生态环境并促进油气开采，一些新型的压裂返排液处理技术，如机械蒸汽再压缩(MVR)蒸发技术等，正开始逐渐取代传统处理技术[7]。目前中国石油天然气股份有限公司浙江油田分公司和四川长宁天然气开发有限责任公司均在积极探索压裂返排液处理后外排的方式进行压返液处置，取得了较好的效果。

5. 结论

钻井噪声影响、压裂返排液和钻井固废处理处置已成为制约四川省川南地区页岩气大规模开采的重要因素，为实现川南页岩气绿色、可持续开发，需要油气企业与政府部门、环保企业和科研院所共同努力，共同创新。一方面，加大石油天然气开采环境保护治理措施科研技术力量的投入，研究出更为科学合理的污染防治措施；另一方面，需要政府积极的支持和鼓励，出具更多的符合当地环境特点、实际情况的环保政策，确保川南地区页岩气开发过程对当地环境影响可接受。

参考文献

- [1] 马新华, 谢军. 川南地区页岩气勘探开发进展及发展前景[J]. 石油勘探与开发, 2018, 45(1): 161-169.
- [2] 彭杨靖, 樊简, 邢韶华, 等. 中国大陆自然保护地概况及分类体系构想[J]. 生物多样性, 2018, 26(3): 315-325.
- [3] 四川省发展和改革委员会. 四川省“十三五”页岩气产业发展规划环境影响报告书[R]. 成都, 2018.
- [4] 刘文士, 廖仕孟, 向启贵, 等. 美国页岩气压裂返排液处理技术现状及启示[J]. 天然气工业, 2013, 33(12): 158-162.
- [5] 熊颖, 刘雨舟, 刘友权, 等. 长宁-威远地区页岩气压裂返排液处理技术与应用[J]. 石油与天然气化工, 2016, 45(5): 51-55.
- [6] 熊运实. 油气田开发新面临的环境风险及对策措施[J]. 油气田环境保护, 2016, 26(6): 1-4.
- [7] 叶春松, 郭京晓, 周为, 等. 页岩气压裂返排液处理技术的研究进展[J]. 化工环保, 2015, 35(1): 21-26.