

# 2023 年度四川省科学技术奖提名公示内容

## 三、提名四川省技术发明奖、科技进步奖的候选项目公示内容：

- 1、推荐奖种：科技进步奖
- 2、项目名称：四川盆地页岩气开采高效减污与资源化关键技术及应用
- 3、提名者：四川大学
- 4、提名意见：提名该项目为 2023 年度四川省科学技术进步奖。
- 5、项目简介：

中国页岩气可开采资源量非常丰富，位居世界首位，加快页岩气产业发展是保障国家能源安全和实现“双碳”国家战略目标的最现实选择。国家能源局《页岩气发展规划（2016-2020 年）》展望，至 2030 年实现页岩气产量 800~1000 亿立方米；国家发展改革委、国家能源局联合印发的《“十四五”现代能源体系规划》中也提到，要积极扩大非常规资源勘探开发，加快页岩油、页岩气、煤层气开发力度。特别地，据国家自然资源部估算，四川盆地约有 21 万亿立方米页岩气资源，开采量可满足中国使用 300 年，具有巨大开发前景。四川盆地现累计探明地质储量达 1.19 万亿立方米，占全国总量的 66%，且四川盆地页岩气产量在中国页岩气总产量中占比高达 94.5%。因此，国家能源局发布的《2022 年能源工作指导意见》中特别强调，积极做好四川盆地页岩气田稳产增产。

作为一种清洁、低碳、高效的非常规天然气资源，页岩气开发对保障我国能源安全，调整能源结构，推进节能减排，以及促进经济增长具有战略和现实意义。然而，页岩气开发主要采用水力压裂技术以实现经济生产。据统计，单口页岩气水平井压裂耗水量可达 20,000~50,000 m<sup>3</sup>，其中约 15~50%会在井的生命周期内返排至地表，形成页岩气返排液，由于返排液中含有加注的压裂添加剂以及溶解的地层物质等污染物，通常含有较高的矿化度（总溶解固体）、以及复杂的无机离子和有机质等，已失去其原有功能。处置不当可能会污染地表水源、地下水，存在严重的环境污染风险。

同时页岩气在勘探开发过程中还会产生大量的固体废物，以钻井屑为主，岩屑中除地层中大颗粒岩屑、砂和泥外，同时含有水基钻井泥浆以及钻探过程带出的膨润土、润滑剂、氯化钾、纯碱、聚合醇等各种化学添加剂，使得岩屑具有污染特性，具有一定的环境安全风险。目前针对页岩气钻井岩屑的有效安全处置研究仍然比较薄弱，页岩气属于非常规天然气，其开采工艺、固体废物的产生及污染特征与常规油气田油泥处理存在明显差异，因此已有油泥处理技术研究难以直接应于页岩气钻井岩屑的无害化处理。

为有效解决上述问题，围绕页岩气开采废液（钻井废液和采气返排液）水质特征、返排液回用与外排处理、钻井固体废物资源化处置深入研究，针对开采废液组成及水质特征研究不足，缺乏回用标准以及难以深度处理达标外排、劣质固相含量高影响回用和残渣分质资源化等难题，对开采废液水质表征及处理技术、钻井废物高效回用及资源化处置技术进行系统研究：揭示了返排液和钻井废物的污染特征、环境污染风险及资源化回用潜力，为页岩气开采过程中废液废渣处理回用与管理提供科学支撑；建立完整的开采废液快速处理、高效回用方案，大幅减少水资源消耗；提供经济可行的外排处理方案，拓展开采废液处置途径，实现多类资源的充分利用。有力保障了页岩气的绿色开发，为下一步页岩气规模化开发提供重要环保技术支持。

## 6、主要知识产权和标准规范等目录

知识产权（标准）类别	知识产权（标准）具体名称	国家（地区）	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日期	证书编号（标准批准发布部门）	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）	发明专利（标准）有效状态
标准	陆上石油天然气开采水基钻井废弃物处理处置及资源化利用技术规范	中国	SY/T 7466-2020	2020.10.23	国家能源局	中国石油集团安全环保技术研究院有限公司;中国石油集团川庆钻探工程有限公司;中国石油集团渤海钻探	李兴春、任雯、谢水祥、刘光全、仝坤、刘石、张明栋、刘晓辉、乔川、雷先革、黄继庆、徐遵宏、陈磊、牟长清	有效

						工程有限公司、中国石油西南油气田分公司		
标准	页岩气压裂返排液回用水质技术指标及性能评价方法	中国	QSYCQZ1207-2019	2019.07.31	川庆钻探工程有限公司	中国石油集团川庆钻探工程有限公司井下作业公司	陆丽、石孝志、何启平、鲍晋、孟照海、陈晔希、徐婷婷、周瀚	有效
发明专利	一种页岩气返排液高效处理、回用、零排放方法及系统	中国	ZL202011261475.8	2023.04.28	5922289	四川大学	刘百仓、纪轩宇	有效
发明专利	一种高盐度重金属难降解页岩气开采废水处理系统和处理方法	中国	ZL202010704864.7	2021.09.14	4676413	四川恒泰环境技术有限责任公司	蒲柳、杨红梅、杨汉军、黄莉、唐俊、田智、刘世林、王建强、郑庆生、杜洪飞、龚斌、文葵、姚铭、肖德龙、赵绍燕、王科慧	有效
发明专利	一种基于吸附和膜技术的页岩气废水内部回用处理方法	中国	ZL202111418129.0	2022.03.15	6072406	四川大学;海南立昇净水科技实业有限公司	刘百仓、刘元慧、陈忱、刘石、何启平	有效
发明专利	一种压裂返排液的物化生化组合处理方法	中国	ZL201410333420.1	2016.05.25	2083583	四川大学	李慧强、刘兴鹏、杨平、陈婷婷	有效
发明专利	环保多用途页岩气藏体积改造用压裂液体系	中国	ZL201810823483.3	2021.01.01	4185945	中国石油集团川庆钻探工程有限公司;中国石油天然气集团有限公司	鲍晋、何启平、李美平、尹丛彬、陈明忠、周瀚、李嘉、孟照海、刘钰豪	有效
发明专利	页岩气回用压裂返排液处理方法	中国	ZL201410616164.7	2016.03.16	1989339	中国石油集团川庆钻探工程有限公司	何启平、蒲祖凤、尹丛彬、李翼、李嘉、蔡远红、张剑、刘楠、周瀚、罗炽臻、蒋玲玲	有效
发明专利	一种体积压裂废液电絮凝脱稳分离处理装置及方法	中国	ZL201910378891.7	2022.06.03	5203497	中国石油天然气集团有限公司;中国石油集团安全环保技术	张晓飞、罗臻、张华、王毅霖、吴百春、刘译阳、李婷	有效

						研究院有限公司		
发明专利	一种水基钻井液钻屑的处理剂及其制备方法	中国	ZL201810397484.6	2020.09.04	3969465	中国石油天然气集团公司;中国石油集团安全环保技术研究院	谢水祥、许毓、孙静文、李兴春、任雯、仝坤、张明栋、刘晓辉、李树森	有效

### 7、论文专著目录

序号	论文(专著)名称/刊名/作者	年卷页码 (xx年xx卷xx页)	发表时间 (年月日)	通讯作者 (含共同)	第一作者 (含共同)	国内作者	他引总次数	检索数据库	论文署名单位是否包含国外单位
1	Lithium extraction from shale gas flowback and produced water using $H_{1.33}Mn_{1.67}O_4$ adsorbent. Resources, Conservation and Recycling Tian Lun, Liu Yuanhui, Tang Peng, Yang Yushun, Wang Xingrui, Chen Tianxin, Bai Yuhua, Alberto Tiraferri, Liu Baicang.	2022 年卷 185 卷 106476	2022 年 6 月 24 日	Liu Baicang	Tian Lun	Tian Lun, Liu Yuanhui, Tang Peng, Yang Yushun, Wang Xingrui, Chen Tianxin, Bai Yuhua, Liu Baicang	4	SCI-E	是
2	Dissolved organic matter in complex shale gas wastewater analyzed with ESI FT-ICR MS: Typical characteristics and potential of biological treatment. Journal of Hazardous Materials Ji Xuanyu, Alberto	2023 年卷 447 卷 130823	2023 年 1 月 18 日	Liu Baicang	Ji Xuanyu	Ji Xuanyu, Zhang Xiaofei, Liu Peng, Gan Zhiwei, Ma Jun, Liu Baicang.	0	SCI-E	是

	Tirafferri, Zhang Xiaofei, Liu Peng, Gan Zhiwei, John C. Crittenden, Ma Jun, Liu Baicang.								
3	Shale gas wastewater characterization: Comprehensive detection, evaluation of valuable metals, and environmental risks of heavy metals and radionuclides. Water Research Xie Wancen, Tian Lun, Tang Peng, Cui Jianyong, Wang Tiejian, Zhu Yingming, Bai Yuhua, Alberto Tirafferri, John C. Crittenden, Liu Baicang.	2022 年卷 220 118703	2022 年 6 月 1 日	Liu Baicang	Xie Wancen	Xie Wancen, Tian Lun, Tang Peng, Cui Jianyong, Wang Tiejian, Zhu Yingming, Bai Yuhua, Liu Baicang	3	SCI-E	是
4	Organics removal from shale gas wastewater by pre-oxidation combined with biologically active filtration. Water Research. Tang Peng, Xie Wancen, Tirafferri Alberto, Zhang Yongli, Zhu Jin, Li Jing, Lin Dong, Crittenden John C, Liu Baicang.	2021 年卷 196 117041	2021 年 3 月 14 日	Liu Baicang	Tang Peng	Tang Peng, Xie Wancen, Zhang Yongli, Zhu Jin, Li Jing, Lin Dong, Liu Baicang	27	SCI-E	是

5	混凝-臭氧/吸附-超滤-反渗透组合工艺对页岩气返排液水质净化效能分析. 环境工程. 白玉华, 孙玉, 吴明火, 周云, 唐怀彬, 曾艳, 刘百仓	2021年39卷 122-127页	2021年5月26日	刘百仓	白玉华	白玉华, 孙玉, 吴明火, 周云, 唐怀彬, 曾艳, 刘百仓	2	CNKI	否
---	--	----------------------	------------	-----	-----	--------------------------------	---	------	---

#### 8、主要完成人

姓名	排名	技术职称	完成单位	工作单位
刘百仓	1	教授	四川大学	四川大学
马军	2	中国工程院院士	哈尔滨工业大学	哈尔滨工业大学
李兴春	3	首席技术专家/ 正高级工程师	中国石油集团安全环保技术研究院有限公司	中国石油集团安全环保技术研究院有限公司
杨平	4	教授	四川大学	四川大学
何启平	5	二级工程师/ 高级工程师	中国石油集团川庆钻探工程有限公司	中国石油集团川庆钻探工程有限公司
鲍晋	6	二级工程师/ 高级工程师	中国石油集团川庆钻探工程有限公司	中国石油集团川庆钻探工程有限公司
张晓飞	7	副所长/ 高级工程师	中国石油集团安全环保技术研究院有限公司	中国石油集团安全环保技术研究院有限公司
刘鲁建	8	董事、副经理/ 正高级工程师	君集环境科技股份有限公司	君集环境科技股份有限公司
杨红梅	9	正高级工程师	四川恒泰环境技术有限责任公司	四川恒泰环境技术有限责任公司
谭斌	10	总经理/ 正高级工程师	杭州上拓环境科技股份有限公司	杭州上拓环境科技股份有限公司

#### 9、主要完成单位

排名	单位名称
1	四川大学
2	哈尔滨工业大学
3	中国石油集团川庆钻探工程有限公司
4	中国石油集团安全环保技术研究院有限公司
5	君集环境科技股份有限公司
6	四川恒泰环境技术有限责任公司
7	杭州上拓环境科技股份有限公司