

ISSN 1000-0976
CN 51-1179/TE



天然气工业[®]

NATURAL GAS INDUSTRY

高含硫天然气勘探开发新进展专题
塔里木盆地天然气勘探专题
大数据赋能天然气钻井专题

天然气工业(月刊)第四十三卷 第九期

二〇二三年九月出版

Natural Gas Industry (Monthly) Vol.43 No.9 2023

2023.09
Vol.43 No.9

主办:

四川石油管理局有限公司
中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司
中国石油集团川庆钻探工程有限公司

ISSN 1000-0976



9 771000 097239

2023年第43卷第9期

(月刊·1981年创刊 总第359期)

主管 中国石油天然气集团有限公司
主办 四川石油管理局有限公司
中国石油天然气股份有限公司西南
油气田分公司
中国石油集团川庆钻探工程有限
公司

编辑出版 《天然气工业》编辑部 (610051)
四川省成都市成华区府青路一段3号

主编 杨雨
执行主编 杨跃明 胡勇 居维清
社长 王良锦
副社长 陈水银 谷翠琳 孔波
总编 黄东

投稿网址 www.cngascn.com

发行范围 公开发行

国内发行 四川省报刊发行局
(邮发代号 62—14)

国外发行 中国国际图书贸易集团有限公司
(发行代号 M 944)

排版印刷 成都市新都华兴印务有限公司
出版日期 2023年9月25日

中国标准连续出版物号 ISSN 1000-0976
CN 51-1179/TE
广告经营许可证号 5101034000085
国内定价 100.00元/本
国外定价 25.00美元/本

责任编辑 曹丽 谭蓉蓉
装帧设计 关洁

- Ei 收录期刊
- 中国科技期刊卓越行动计划梯队期刊
- 中国地质领域高质量科技期刊 T1 期刊
- 中国百强报刊
- 中国精品科技期刊
- RCCSE 中国权威学术期刊
- CSCD 核心期刊
- 全国中文核心期刊
- 中国科技核心期刊



中国石油学会天然气
专业委员会会刊
四川省石油学会会刊

版权所有，未经许可，不得转载

目次

本期视点

- 四川盆地东北部飞仙关组台缘早期鲕滩带的发现及宣探1井天然气勘探突破意义
杨雨, 谢继容, 文龙, 周刚, 文华国, 张本健, 徐亮, 易海永, 孙豪飞, 徐文礼, 马华灵, 陈晓, 罗涛 1
- 四川盆地深层含硫碳酸盐岩储层立体酸压核心理念与关键技术
郭建春, 管晨呈, 李骁, 苟波, 任冀川, 白翔, 赵峰, 肖彬, 詹立 14
- 高含硫气井钻完井技术新进展与发展展望
张智, 付建红, 白杨, 尹虎, 赵苑瑾, 黄媚 25
- 高含硫天然气净化技术新进展与发展方向
熊钢, 胡勇, 傅敬强, 陈昌介, 杨超越, 颜晓琴, 闫静, 高峰, 陈冠杉, 刘其松, 何金龙, 高晓根 34

地质勘探

- 塔里木盆地轮南低凸起奥陶系深层天然气地球化学特征及成藏模式
赵兴齐, 陈践发, 石杰, 蔡亚, 卢冲, 崔守凯, 王伟, 杨鲜鲜 49
- 塔里木盆地塔西南坳陷古生界成藏条件特殊性与油气勘探意义
刘军, 田雷, 杨丽莎, 代冬冬, 张继娟 61
- 断陷湖盆天然气成藏生一运一聚动态模拟
——以渤海湾盆地辽河坳陷为例
杨思博, 李美俊, 王延山, 肖洪, 黄双泉, 康武江, 王方正 73

开发工程

- 四川盆地罗家寨高含硫气田安全高效开发与长期稳产关键技术
葛枫, 贾长青, 李宏 85
- 元坝气田长兴组超深层高含硫生物礁底水气藏持续稳产关键技术
郭彤楼, 王勇飞, 柯光明 93
- 普光高含硫碳酸盐岩气田开发调整关键技术
曾大乾, 游瑜春, 李中超, 宿亚仙, 张睿, 姜淑霞, 石志良, 张纪喜, 刘国萍, 彭松, 王丹丹, 李辉, 李玉丹, 余启奎, 李童 102
- 非均质碳酸盐岩储层差异化控流均衡酸化技术
张合文, 邹洪岚, 丁云宏, 程维恒, 梁冲, 吴志均, 高成武, 鄯雪梅, 邹春梅, 江良冀 112

第九届编委会名单

主任：张道伟 李爱民
执行主任：杨雨 谭宾
顾问（以姓氏汉语拼音排序）：
 高德利 郭旭升 郝芳 胡文瑞 黄维和 贾承造
 焦方正 金之钧 李根生 李鹭光 李士伦 廖仕孟
 刘宝珺 刘合 刘清友 刘树根 罗平亚 马新华
 冉隆辉 苏义脑 孙福街 谢玉洪 赵金洲 赵文智
 周守为 邹才能
委员（以姓氏汉语拼音排序）：
 蔡国勇 曹剑 常宏岗 陈朝伟 陈更生 陈水银
 程华 崔海峰 党录瑞 邓宾 丁国生 董大忠
 段永锋 樊栓狮 范翔宇 范宇 冯永存 付子航
 甘振维 巩磊 巩亮 顾军 郭建春 郭彤楼
 何海清 何江川 何润民 何太碧 何骁 侯明才
 胡勇 胡东风 霍进 贾长贵 江同文 蒋廷学
 蒋裕强 琚宜文 李广月 李洪玺 李静 李伟
 李熙喆 李香华 李兴春 李亚林 李兆敏 李志军
 梁兴 刘恩斌 刘光全 刘毅军 陆朝晖 陆家亮
 路浩 罗金恒 罗强 罗仁泽 马天寿 聂海宽
 潘结南 庞伟 戚志林 钱治家 秦勇 秦永和
 任战利 苏现波 孙贺东 谭静强 童传新 汪海阁
 王成文 王建良 王念喜 王宴滨 王震 魏国齐
 魏纳 魏新善 吴能友 谢继容 谢军 谢水祥
 熊建嘉 闫建平 杨洪志 杨华 杨晓 杨跃明
 杨智 姚义清 尹中山 游利军 曾大乾 曾联波
 张本健 张丰收 张金川 张烈辉 赵晓明 郑力会
 钟广法 朱海燕 朱庆忠 祝效华
 Khlebnikov V.N. (俄罗斯) Kamy Sepehmoori (美国)
 Michael A. Abrams (英国) Susan Smith Nash (美国)

第二届青年编委名单

白杨	白章	边江	蔡灿	蔡伟华	蔡益栋
曹成	陈雷	陈潜	陈尚斌	陈胜	陈双庆
陈伟	陈焯	党伟	邓宽海	杜书恒	杜洋
杜艺	封从军	伏海蛟	付光明	高平	龚承柱
龚德瑜	辜穗	辜涛	管全中	郭建华	郭天魁
郭晓强	郭子熙	韩传军	韩双彪	何贵松	侯大力
胡志强	黄鑫	黄河	黄文君	贾善坡	贾云中
姜亮亮	姜仁	赖锦	李金金	李敬法	李靖
李隆新	李敏	李骞	李森圣	李胜军	李松岩
李小刚	李洋辉	李勇	李泽奇	梁超	刘翠伟
刘达东	刘君龙	刘奎	刘冉	刘涛	刘文士
刘忠宝	卢聪	卢泓方	罗冰	罗超	骆汀汀
吕雪莹	马志欣	孟翔宇	糜利栋	穆总结	潘杰
潘松圻	潘义	庞学玉	裴仰文	彭瑀	慕民辉
沈骋	沈伟军	盛茂	帅义	宋文辉	苏丕波
粟科华	孙海	孙娇鹏	孙梦迪	孙小龙	孙政
谭雷川	谭晓华	唐国强	唐焯赫	陶树	田磊
汪杰	王建军	王军磊	王亮	王琳	王濡岳
王天宇	王文东	位云生	魏琳	温凯	吴霁薇
吴克柳	吴震	武晓光	夏鹏	肖笛	熊健
许林	许争鸣	闫霞	杨峰	杨文	杨雪飞
杨永飞	杨宇	殷振元	于洲	张超	张菲菲
张建平	张杰	张楠林	张千贵	张涛	张逸群
张毅	张重远	赵明伟	赵欣	赵玉龙	郑栋宇
周理	周波	周池楼	周刚	周军平	

钻井工程

基于机器学习模型的斜井坍塌压力预测方法
 马天寿, 张东洋, 杨赞, 陈颖杰 119

基于数据驱动的水平井暂堵压裂有效性评价新模型
 盛茂, 张家麟, 张彦军, 李川, 李雨峰, 李根生 132

基于 DCC—LSTM 的钻井液微量漏失智能监测方法
 孙伟峰, 卜赛赛, 张德志, 李威桦, 刘凯, 戴永寿 141

集输与加工

混氢天然气管道放空自燃过程数值模拟分析
 朱红钧, 李佳男, 陈俊文, 粟华忠, 唐堂 149

新能源

川渝地区天然气产业与氢工业融合发展路径
 何润民, 赵莉, 黄星, 王意东, 何秋洁, 杨炜程, 何太碧 162

金点子

再生气空冷器故障维修优化技术 24

微库仑分析仪滴定池自动烘干机的设计应用 118

广告目次

中国石油西南油气田分公司天然气研究院 (23-09-01)

封面说明：中国石油西南油气田公司川中油气矿磨溪天然气净化厂

摄影：黄文俊



本刊微信公众号

NATURAL GAS INDUSTRY

(Monthly, Started in 1981)

September 2023, Vo1.43, No.9
(TOTAL No.359)

Supervisor: China National Petroleum Corporation

Sponsor: Sichuan Petroleum Administration Co., Ltd.

PetroChina Southwest Oil & Gasfield Company

CNPC Chuanqing Drilling Engineering Co., Ltd.

Publisher: Natural Gas Industry Journal Agency

Editor-in-Chief: YANG Yu

Deputy Editor-in-Chief: YANG Yueming, HU Yong &

JU Weiqing

General Director: WANG Liangjin

Deputy Director: CHEN Shuiyin

GU Cuilin

KONG Bo

Executive Editor: HUANG Dong

Add: No. 3, Sec. 1, Fuqing Rd., Chengdu,

Sichuan Province 610051, P. R. China

Tel: +86(28)86013013

Website: www.cngasen.com

E-mail: trqgy@trqgy.cn

Publishing Date: September 25, 2023

Annual Subscription Rates:

China CNY ¥ 1200

Overseas USD \$ 300

Overseas Distributor:

China International Book Trading Corporation

P. O. Box 399, Beijing 100044

P. R. China

Code No.: M 944

CONTENTS

SPOTLIGHTS

Discovery of early platform-margin oolitic shoal zone of Feixianguan

Formation in the northeastern Sichuan Basin and natural gas

exploration breakthrough in Well Xuantan 1 by YANG Yu, XIE Jirong, WEN

Long, ZHOU Gang, WEN Huaguo, ZHANG Benjian, XU Liang, YI Haiyong, SUN Haofei, XU

Wenli, MA Hualing, CHEN Xiao, LUO Tao

1

Core concept and key technology of three-dimensional acid-fracturing

technology for deep carbonate reservoirs in the Sichuan Basin

by GUO Jianchun, GUAN Chencheng, LI Xiao, GOU Bo, REN Jichuan, BAI Xiang, ZHAO

Feng, XIAO Bin, ZHAN Li

14

New progresses and development prospects of drilling and completion

technologies of high-sulfur gas wells by ZHANG Zhi, FU Jianhong, BAI Yang,

YIN Hu, ZHAO Yuanjin, HUANG Mei

25

New progress and development direction of high-sulfur natural gas

purification technology by XIONG Gang, HU Yong, FU Jingqiang, CHEN Changjie,

YANG Chaoyue, YAN Xiaoqin, YAN Jing, GAO Feng, CHEN Guanshan, LIU Qisong, HE

Jinlong, GAO Xiaogen

34

GEOLOGY AND EXPLORATION

Geochemical characteristics and accumulation model of Ordovician

deep gas in Lunnan low uplift of the Tarim Basin by ZHAO Xingqi, CHEN

Jianfa, SHI Jie, CAI Ya, LU Chong, CUI Shoukai, WANG Wei, YANG Xianxian

49

Particularity of Paleozoic hydrocarbon accumulation conditions in

the Southwest Tarim Depression and its implications for petroleum

exploration by LIU Jun, TIAN Lei, YANG Lisha, DAI Dongdong, ZHANG Jijuan

61

Generation-migration-accumulation dynamic simulation of natural

gas accumulation in rift lake basins: A case study on the Liaohe

Depression in the Bohai Bay Basin by YANG Sibo, LI Meijun, WANG Yanshan,

XIAO Hong, HUANG Shuangquan, KANG Wujiang, WANG Fangzheng

73

DEVELOPMENT AND PRODUCTION

Key technologies for safe and efficient development and long-term

stable production of the Luojiashai high-sulfur gas field in the

Sichuan Basin by GE Feng, JIA Changqing, LI Hong

85

Key technologies for sustainable production of ultra-deep high-sulfur bioherm gas reservoirs with bottom water in the Changxing Formation, Yuanba Gas Field	by GUO Tonglou, WANG Yongfei, KE Guangming	93
Key technologies for development adjustment of the Puguang high-sulfur carbonate gas field	by ZENG Daqian, YOU Yuchun, LI Zhongchao, SU Yaxian, ZHANG Rui, JIANG Shuxia, SHI Zhiliang, ZHANG Jixi, LIU Guoping, PENG Song, WANG Dandan, LI Hui, LI Yudan, YU Qikui, LI Tong	102
Differential flow control and balanced acidizing technology for heterogeneous carbonate reservoirs	by ZHANG Hewen, ZOU Honglan, DING Yunhong, CHENG Weiheng, LIANG Chong, WU Zhijun, GAO Chengwu, YAN Xuemei, ZOU Chunmei, JIANG Liangji	112

DRILLING ENGINEERING

Machine learning model based collapse pressure prediction method for inclined wells	by MA Tianshou, ZHANG Dongyang, YANG Yun, CHEN Yingjie	119
A new data-driven effectiveness evaluation model of temporary plugging fracturing for horizontal wells	by SHENG Mao, ZHANG Jialin, ZHANG Yanjun, LI Chuan, LI Yufeng, LI Gensheng	132
DCC-LSTM based intelligent minor lost circulation monitoring method	by SUN Weifeng, BU Saisai, ZHANG Dezhi, LI Weihua, LIU Kai, DAI Yongshou	141

STORAGE, TRANSPORTATION AND GAS PROCESSING

Numerical simulation analysis of the spontaneous combustion process during the venting of hydrogen-mixed natural gas line pipes	by ZHU Hongjun, LI Jianan, CHEN Junwen, SU Huazhong, TANG Tang	149
--	--	-----

NEW ENERGY SOURCES

Path for integrated development of natural gas and hydrogen in the Sichuan-Chongqing region	by HE Runmin, ZHAO Li, HUANG Xing, WANG Yidong, HE Qiujie, YANG Weicheng, HE Taibi	162
--	--	-----

Adhering to the principle of "Sichuan-Chongqing Roots, Chinese Researches, Global Insights", *Natural Gas Industry (NGI)* keeps striving to demonstrate the development and progress of China's natural gas industry, promote its scientific and technological development, and encourage the application of research findings. *NGI* timely reports basic research and applied technology research in upstream, middle and downstream industries of natural gas in China. With its focus on large and medium gas fields, production and research, and advanced theories, *NGI* serves for research in the science and technology of the whole industry. Columns include Spotlights, Geology and Exploration, Development and Production, Drilling Engineering, Storage, Transportation and Gas Processing, HSE, Economic Management, and New Energy Sources. *NGI* aims to build a prestigious scientific and technological journal in this industry.

To obtain the information on "[the Authors and Abstracts](#)", please visit the English version on our website:

http://www.cngascn.com:81/ngi_wk/EN/volumn/current.shtml