

ISSN 1000-0976
CN 51-1179/TE



天然气工业®
NATURAL GAS INDUSTRY

中国天然气地下储气库建设新进展专题
非常规天然气勘探新进展专题

2023.10
Vol.43 No.10

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

10

天然气工业(月刊)第四十三卷 第十期

二〇二三年十月出版

Natural Gas Industry (Monthly) Vol.43 No.10 2023

2023年第43卷第10期

(月刊·1981年创刊 总第360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10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 陈敏 韩建 董莎
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
- 中国地学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

海相黑色页岩甜点类型、特征及页岩气勘探意义

——以四川盆地南部五峰组—龙马溪组为例

王红岩, 施振生, 周天琪, 赵群, 孙莎莎, 祁灵, 梁萍萍 1

不同类型复杂地下储气库建库难点与攻关方向

丁国生, 王云, 完颜祺琪, 王皆明, 胥洪成, 李康, 夏焱,

李丽锋, 曾德军, 刘主宸 14

复杂油气藏型地下储气库气藏工程关键参数设计方法

曾大乾, 张广权, 杨小松, 贾跃玮, 朱思南, 王志宝,

张俊法, 糜利栋, 田洪维, 秦余福 24

● 地质勘探

“双源”控制的窄河道致密砂岩气富集高产模式

——以四川盆地金秋气田中侏罗统沙溪庙组为例

张小菊, 邓虎成, 徐争启, 朱德宇, 段博瀚, 王小娟,

伏美燕, 李饶, 凌灿, 马自立, 雍洋 34

阿姆河盆地别什肯特坳陷及邻区中下侏罗统烃源岩地球化学特征
与勘探意义

聂明龙, 张波, 赵威, 徐树宝, 张瑞, 刘皓源 47

鄂尔多斯盆地低渗透岩性气藏型地下储气库地质评价关键技术

张建国, 夏勇, 赵晨阳, 王蕾蕾 55

● 开发工程

基于孔弹性效应的水平井多簇压裂诱导应力及裂缝扩展分析

郭天魁, 王云鹏, 陈铭, 翁定为, 田助红, 胡尊鹏,

张遂安, 贺甲元 64

缝洞型碳酸盐岩地下储气库高速注采渗流特征及库容动用机理

李隆新, 王梦雨, 胡勇, 周源, 周鸿, 宁飞, 冉林,

王冠群, 李炜, 龙威 73

薄—超薄煤层特征及天然气合层开发突破

——以沁水盆地潘河区块为例

张兵, 李勇, 贾雨婷, 刘欣妍 83

基于拓扑分析的疏松砂岩气藏储层结构和润湿特性评价新方法

孙晨皓, 李军, 董赛亮, 邹嘉玲 94

● 钻井工程

基于多周期注采的气藏型地下储气库储层渗流规律

范宇, 高新平, 宁飞, 彭钧亮, 李力民, 彭欢, 陈明君 103

影响高压电脉冲破岩效率的关键因素分析
刘伟吉, 张有建, 祝效华, 胡海, 何灵, 陈梦秋 112

集输与加工

考虑出砂影响的地下储气库极限调峰能力评价
——以准噶尔盆地H储气库为例
廖伟, 胡书勇, 罗海涛, 蒋恬, 张士杰, 张季 125

油藏改建地下储气库库容量计算方法
高广亮, 刘伟, 李聪, 孙彦春, 杨智斌, 何海燕, 孙军昌,
王皆明, 张宪国, 刘满仓 132

水淹气藏型地下储气库提高库存动用关键技术
——以板中北储气库为例
叶萍, 施金伶, 王权国, 韩世庆, 周春明, 李德宁,
王雪, 许倩, 刘薇 141

经济管理

气藏型地下储气库天然气损耗量研究进展与建议
胥洪成, 刘君兰, 丁国生, 李晓松, 范家屹, 宋丽娜,
郭世超, 赵凯, 裴根 149

行业指数

2023年第三季度中国天然气行业景气指数分析
西南石油大学中国能源指数研究中心 156

金点子

辽河油田S6储气库注气工艺系统振动治理研究与应用 54

一种油气藏型储气库寒冷季节采气中断后的复产方法 140

辽河油田S6储气库井场一体化撬块应用 155

封面说明: 中国石油西南油气田公司相国寺储气库 (图片由重庆相国寺储气库有限公司提供)



本刊微信公众号

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
刘宝瑞	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	据宜文	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	陈烨	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
栗科华	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	

NATURAL GAS INDUSTRY

(Monthly, Started in 1981)

October 2023, Vol.43, No.10
(TOTAL No.360)

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.cngascn.com

E-mail: trqgy@trqgy.cn

Publishing Date: October 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

Types and characteristics of sweet spots of marine black shale and significance for shale gas exploration: A case study of Wufeng–Longmaxi in southern Sichuan Basin by WANG Hongyan, SHI Zhensheng, ZHOU Tianqi, ZHAO Qun, SUN Shasha, QI Ling, LIANG Pingping 1

Construction difficulties and research directions of various complex UGSs by DING Guosheng, WANG Yun, WANYAN Qiqi, WANG Jieming, XU Hongcheng, LI Kang, XIA Yan, LI Lifeng, ZENG Dejun, LIU Zhuchen 14

Design method of key parameters of gas reservoir engineering for complex reservoir type underground gas storages by ZENG Daqian, ZHANG Guangquan, YANG Xiaosong, JIA Yuewei, ZHU Sinan, WANG Zhibao, ZHANG Junfa, MI Lidong, TIAN Hongwei, QIN Yufu 24

GEOLOGY AND EXPLORATION

Accumulation and high-yield model of narrow channel tight sandstone gas controlled by "double-sources": A case study of Middle Jurassic Shaximiao Formation of Jinqu gas field in the Sichuan Basin by ZHANG Xiaojun, DENG Hucheng, XU Zhengqi, ZHU Deyu, DUAN Bohan, WANG Xiaojuan, FU Meiyun, LI Tang, LING Can, MA Zili, YONG Yang 34

Geochemical characteristics and exploration significance of Middle–Lower Jurassic source rocks in the Beshkent Depression and adjacent areas of the Amu Darya Basin by NIE Minglong, ZHANG Bo, ZHAO Wei, XU Shubao, ZHANG Rui, LIU Haoyuan 47

Key technologies for geological evaluation of UGSs rebuilt from low-permeability lithological gas reservoirs in the Ordos Basin by ZHANG Jianguo, XIA Yong, ZHAO Chenyang, WANG Leilei 55

DEVELOPMENT AND PRODUCTION

Analysis of stress induced by multi-cluster fracturing in horizontal wells and fracture propagation condensing poroelastic effect by GUO Tiankui, WANG Yunpeng, CHEN Ming, WENG Dingwei, TIAN Zhuohong, HU Zunpeng, ZHANG Sui'an, HE Jiayuan 64

Flow behaviors and storage utilization mechanisms of fractured–vuggy carbonate UGSs during high-rate injection and production by LI Longxin, WANG Mengyu, HU Yong, ZHOU Yuan, ZHOU Hong, NING Fei, RAN Lin, WANG Guanqun, LI Wei, LONG Wei 73

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

Characteristics and commingled natural gas production breakthrough of thin and ultra-thin coal beds in the Panhe Block of the Qinshui Basin by ZHANG Bing, LI Yong, JIA Yuting, LIU Xinyan	83
A new topology-based evaluation method for reservoir structure and wettability of unconsolidated sandstone gas reservoirs by SUN Chenhao, LI Jun, DONG Sailiang, ZOU Jialing	94

G DRILLING ENGINEERING

Seepage law of gas-reservoir UGSs during multi-cycle injection and production by FAN Yu, GAO Xinpeng, NING Fei, PENG Junliang, LI Limin, PENG Huan, CHEN Mingjun	103
Key factors influencing rock breaking efficiency of high voltage electric pulse by LIU Weiji, ZHANG Youjian, ZHU Xiaohua, HU Hai, HE Ling, CHEN Mengqiu	112

G STORAGE, TRANSPORTATION AND GAS PROCESSING

Evaluation of UGS's maximum peak shaving capacity considering sand production: A case study of the H Underground Gas Storage in the Junggar Basin by LIAO Wei, HU Shuyong, LUO Haitao, JIANG Tian, ZHANG Shijie, ZHANG Ji	125
A calculation method for the storage capacity of UGSs rebuilt from oil reservoirs by GAO Guangliang, LIU Wei, LI Cong, SUN Yanchun, YANG Zhibin, HE Haiyan, SUN Junchang, WANG Jieming, ZHANG Xianguo, LIU Mancang	132
Key technologies for improving storage utilization of flooded gas-reservoir UGSs: A case study of the Banzhongbei Underground Gas Storage by YE Ping, SHI Jinling, WANG Quanguo, HAN Shiqing, ZHOU Chunming, LI Dening, WANG Xue, XU Qian, LIU Wei	141

G ECONOMIC MANAGEMENT

Research progress and suggestion on natural gas loss of gas reservoir UGSs by XU Hongcheng, LIU Junlan, DING Guosheng, LI Xiaosong, FAN Jiayi, SONG Lina, GUO Shichao, ZHAO Kai, PEI Gen	149
---	-----