

天然气工业

NATURAL GAS INDUSTRY

ISSN 1000-0976

CN 51-1179/TE

®



QK2201638

2021.12

Vol.41 No.12

卷终 (附总目录)

助力“碳达峰、碳中和”战略的路径探索
世界能源转型大势与中国油气可持续发展战略
鄂尔多斯盆地米脂地区天然气勘探突破专题
四川盆地天然气开发历程与关键技术进展



ISSN 1000-0976



12>

9 771000 097215

万方数据

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

2021年第41卷第12期

(月刊·1981年创刊 总第338期)

卷终(附总目录)

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 蒋 骥
总 编 黄 东
投稿网址 www.cngascn.com
发行范围 公开发行人
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 2021年12月25日

中国标准 ISSN 1000-0976
连续出版物号 CN 51-1179/TE
广告经营许可证号 5101034000085
国内定价 40.00元/本
国外定价 10.00美元/本

责任编辑 申红涛 蒋静萍
装帧设计 关 洁

本刊为中国石油学会天然气专业委员会会刊



版权所有,未经许可,不得转载

目 次

■本期视点

- 助力“碳达峰、碳中和”战略的路径探索 周守为,朱军龙(1)
世界能源转型大势与中国油气可持续发展战略 侯梅芳,潘松圻,刘翰林(9)

■地质勘探

- 鄂尔多斯盆地东部米探1井奥陶系马四段天然气勘探新发现及勘探方向
付金华,于洲,李程善,王维斌,黄正良,吴兴宁,王少依(17)
鄂尔多斯盆地米脂地区奥陶系马四段沉积新认识与有利储集相带
周进高,席胜利,任军峰,尹陈,吴东旭,丁振纯,李维岭,刘雨昕(28)
鄂尔多斯盆地米脂地区奥陶系马四段储层成因与分布
于洲,牛小兵,张才利,马永威,魏柳斌,董国栋,尹陈,贾佳佳(38)
川西地区栖霞组白云岩成因新证据:稀土元素地球化学特征
马慧,苏中堂,梁茹,方继瑶,林良彪(49)

■开发工程

- 四川盆地天然气开发历程与关键技术进展
张烈辉,胡勇,李小刚,彭小龙,鲁友常,刘永辉,葛枫,刘启国,张智,
刘平礼,曾焱,张芮菡,赵玉龙,彭先,梅青燕,汪周华(60)
超高温裂缝性变质片麻岩凝析油气藏缝网酸压改造技术
——以海上A气田太古界潜山储层为例
刘平礼,黄晶,幸雪松,张明,刘金明,罗志锋,赵立强,陈祥(73)
基于生命周期理论的美国页岩气产业发展启示
李小刚,张博宁,陈更生,陈学忠,鲁友常,陈怡男,刘鸿渊(81)

■钻井工程

- 裂缝发育页岩地层水平井钻井气液重力置换规律
乐宏,吴鹏程,梁婕,钟成旭,张震,李郑涛,李红涛(90)
深层裂缝性储层物理类堵漏材料定量评价优选方法
许成元,张洪琳,康毅力,游利军,方俊伟,张敬逸,
闫霄鹏,谢智超,周贺翔(99)

■ 集输与加工

滑坡碎屑流纵向作用下埋地天然气管道变形规律

麻宏强, 丁瑞祥, 陈海亮, 罗新梅, 王霖月, 朱烈忠,
谢越, 王圣寻, 李安英 (110)

锌带排流地床在油气管道高压直流干扰防护中的关键参数及其选取原则

姜子涛, 董绍华, 张玉楠, 刘冠一, 汪麟, 董廷涛 (117)

公平开放模式下的天然气管网输气能力评估

步亚冉, 吴长春, 左丽丽, 陈潜, 刘鸣 (129)

■ 安全环保

球状落体冲击条件下埋地管道力学响应行为

李巧珍, 罗敏, 石宗奇, 王晶, 张强 (138)

国内外页岩气开发环境管理现状及对比

江丽, 刘春艳, 王红娟, 于劲磊, 官航 (146)

气体示踪技术在盐穴地下储气库微泄漏监测中的应用

王建夫, 张志胜, 安国印, 王文权, 巴金红, 尹浩, 康延鹏 (156)

■ 要闻信息

中国石油天然气集团有限公司召开 2021 年度油气勘探年会 (16) 红页 1HF 井累计产气量突破 2 000 万立方米 (59) 陕京四线向内蒙古输送天然气突破 12 亿立方米 (72) 中国石油塔里木油田公司油气产量当量突破 3 000 万吨 (80) 中国石油长庆油田公司年产油气当量再上 6 000 万吨 (137) 中海油陆上煤层气产量快速增长 (164)

■ 《天然气工业》2021 年总目录 (I ~ VIII)

封面说明: 中国石油长庆油田公司米探 1 井压裂现场
摄影: 井向辉

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 张功成 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)

● 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

● 科技期刊世界影响力指数 (WJCI) Q1 期刊

● 中国国际影响力优秀学术期刊

本刊微信公众号





NATURAL GAS INDUSTRY

(Monthly, Started in 1981)

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: Jiang Ji

Executive Editor: Huang dong

Add: No. 3, Sec. 1, Fuqing Rd., Chengdu
Sichuan Province 610051, P. R. China

Tel: +86(28)8601 3013

Website: www.cngascn.com

E-mail: trqgy@trqgy.cn

Publishing Date: December 25, 2021

Annual Subscription Rates:

China RMB ¥ 480

Overseas US \$ 120

Overseas Distributor:

China International Book Trading Corporation

P. O. Box 399, Beijing 100044

P. R. China

Code No.: M 944

CONTENTS

December 2021, Vol. 41, No.12 (TOTAL No. 338)

■ SPOTLIGHTS

- 1 **Exploration of ways to helping "Carbon Peak and Neutrality" Strategy**
by ZHOU Shouwei, ZHU Junlong
- 9 **World energy trend and China's oil and gas sustainable development strategies**
by HOU Meifang, PAN Songqi, LIU Hanlin

■ GEOLOGY AND EXPLORATION

- 17 **New discovery and favorable areas of natural gas exploration in the 4th Member of Ordovician Majiagou Formation by Well Mitan 1 in the eastern Ordos Basin**
by FU Jinhua, YU Zhou, LI Chengshan, WANG Weibin, HUANG Zhengliang, WU Xingning, WANG Shaoyi
- 28 **New understanding of the sedimentation of the 4th Member of Ordovician Majiagou Formation in the Mizhi area of the Ordos Basin and its favorable reservoir facies belts**
by ZHOU Jingao, XI Shengli, REN Junfeng, YIN Chen, WU Dongxu, DING Zhenchun, LI Weiling, LIU Yuxin
- 38 **Genesis and distribution of reservoirs of the 4th Member of Ordovician Majiagou Formation in the Mizhi area of the Ordos Basin**
by YU Zhou, NIU Xiaobing, ZHANG Caili, MA Yongwei, WEI Liubin, DONG Guodong, YIN Chen, JIA Jiajia
- 49 **New evidence for the genesis of Qixia Formation dolomites in the western Sichuan Basin: Geochemical characteristics of rare earth elements**
by MA Hui, SU Zhongtang, LIANG Ru, FANG Jiyao, LIN Liangbiao

■ DEVELOPMENT AND PRODUCTION

- 60 **History and key technological progress of natural gas development in the Sichuan Basin**
by ZHANG Liehui, HU Yong, LI Xiaogang, PENG Xiaolong, LU Youchang, LIU Yonghui, GE Feng, LIU Qiguo, ZHANG Zhi, LIU Pingli, ZENG Yan, ZHANG Ruihan, ZHAO Yulong, PENG Xian, MEI Qingyan, WANG Zhouhua
- 73 **Fracture-network acid fracturing technology for ultra-high temperature fractured metamorphic gneiss condensate reservoirs: A case study of the Archean buried-hill reservoirs of the offshore A Gas Field**
by LIU Pingli, HUANG Jing, XING Xuesong, ZHANG Ming, LIU Jinming, LUO Zhifeng, ZHAO Liqiang, CHEN Xiang

81 Enlightenment from the USA's shale gas industry development based on the life cycle theory by LI Xiaogang, ZHANG Boning, CHEN Gengsheng, CHEN Xuezhong, LU Youchang, CHEN Yinan, LIU Hongyuan

■ DRILLING ENGINEERING

90 Gas-liquid gravity displacement laws during horizontal well drilling in shale formations with developed fractures by YUE Hong, WU Pengcheng, LIANG Jie, ZHONG Chengxu, ZHANG Zhen, LI Zhengtao, LI Hongtao

99 Quantitative evaluation and selection method of physical plugging materials in deep fractured reservoirs by XU Chengyuan, ZHANG Honglin, KANG Yili, YOU Lijun, FANG Junwei, ZHANG Jingyi, YAN Xiaopeng, XIE Zhichao, ZHOU Hexiang

■ STORAGE, TRANSPORTATION AND GAS PROCESSING

110 Deformation laws of buried gas line pipes under the vertical action of landslide debris flow by MA Hongqiang, DING Ruixiang, CHEN Hailiang, LUO Xinmei, WANG Jiyue, ZHU Liezhong, XIE Yue, WANG Shengxun, LI Anying

117 Key parameters of Zn ribbon drainage grounding for HVDC interference protection of oil and gas line pipes and their selection principles by JIANG Zitao, DONG Shaohua, ZHANG Yunan, LIU Guanyi, WANG Lin, DONG Tingtao

129 Evaluation on gas transmission capacity of gas pipeline network in the open access mode by BU Yaran, WU Changchun, ZUO Lili, CHEN Qian, LIU Ming

■ HSE TECHNOLOGY AND MANAGEMENT

138 Dynamic response behaviors of buried line pipes subjected to the impact of spherical falling objects by LI Qiaozhen, LUO Min, SHI Zongqi, WANG Jing, ZHANG Qiang

146 Domestic and foreign environmental management of shale gas development: Status and comparison by JIANG Li, LIU Chunyan, WANG Hongjuan, YU Jinlei, GONG Hang

156 Application of gas tracer technology to micro-leakage monitoring of salt-cavern underground gas storage by WANG Jianfu, ZHANG Zhisheng, AN Guoyin, WANG Wenquan, BA Jinhong, YIN Hao, KANG Yanpeng

Natural Gas Industry, approved by the State Scientific and Technological Commission, is a unique gas journal in China with an over all view on science and technology of gas industry.Starting her first issue in 1981, NGI has a history of 40 years' experience. NGI has turned from bimonthly to monthly journal since the first issue in 2004. NGI has grown up to be one of the exclusively essential journals in China reporting on new theories and techniques related to natural gas industry both at home and abroad, which covers industry spotlights, geologic research, geophysical exploration, drilling engineering, development and production, storage, transportation and gas processing, HSE technology and management, economic management, etc. Since 2011, NGI has also become the Journal of Chinese Petroleum Society's Natural Gas Professional Committee. ■

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

欢迎订阅

《天然气工业》



《天然气工业》(ISSN 1000-0976、CN 51-1179/TE, 以下简称本刊)是中国石油学会天然气专业委员会的会刊,是中国天然气行业的权威领军期刊、中国权威学术期刊、中国国际影响力优秀学术期刊。本刊由中国石油天然气集团有限公司主管,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联合主办。自1981年创刊以来,本刊始终遵循“百花齐放、百家争鸣”的报道方针,秉承“面向全国、走向世界”的办刊理念,以服务科技强国建设为根本,以“全面展示中国天然气工业的进步与发展,推动并服务于中国天然气产业的科技进步,促进相关科技成果转化成为现实生产力”为己任,以“把论文写在祖国大地上”为目标,充分发挥科技期刊传承人类文明,荟萃科学发现,引领科技发展的作用。

本刊全面报道中国天然气工业全产业链和新能源领域,栏目涉及天然气勘探、开发、钻井、集输加工、安全环保、经济管理和新能源等领域,目前已出版发行41卷、载文近万篇,发行遍布近百个国家和地区。本刊影响因子继2019年突破3.00后,2021年持续攀升至3.61,年总被引频次保持在8 000以上,2021年CNKI期刊综合评分本刊位列石油天然气工程学科全国第二。本刊被Ei、中国科学引文核心期刊(CSCD)、全国中文核心期刊、中国科技核心期刊等收录,荣获行业最高奖——中国出版政府奖和全国百强报刊,跻身“中国科技期刊卓越行动计划”梯队期刊、国内地学领域高质量科技期刊分级目录T1期刊、世界期刊影响力指数Q1区期刊,并连续五届获得中国精品科技期刊、连续九届获得中国国际影响力优秀学术期刊、连续三届获得期刊数字影响力100强、连续三届获得RCCSE中国权威学术期刊等称号。本刊是天然气行业学术交流的权威平台,是展示天然气行业最新科研成果的首报窗口,是联系服务广大科技人员的重要桥梁,也是科研工作者不可或缺的重要帮手。

本刊为月刊,A4开本,全彩色印刷,每月25日出版,每册每期定价100元,每册全年订价1200元,公开发行,国内邮发代号62-14;海外发行由中国国际图书贸易集团有限公司代理,海外发行代号M 944。

目前,2022年度报刊征订工作已经开始,热忱欢迎单位和个人积极订阅本刊。

