

ISSN 1000-0976
CN 51-1179/TE

天然气工业[®]



NATURAL GAS INDUSTRY

2021.10
Vol.41 No.10

论中国页岩气“十四五”发展思路与目标

四川盆地吴家坪组相控孔隙型储层勘探新发现及油气勘探意义

四川盆地西部早古生代坳陷演化过程及其油气地质意义

中国石油陆上首个高含硫气田国际合作项目开发理念及管理模式



ISSN 1000-0976



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

万方数据

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

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 2021年10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 蒋静萍 陈 敏

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

论中国页岩气“十四五”发展思路与目标

龙胜祥,卢婷,李倩文,杨国桥,李东晖(1)

四川盆地吴家坪组相控孔隙型储层勘探新发现及油气勘探意义

谢继容,赵路子,沈平,张本健,张玺华,陈延贵,陈聪,岑永静,
郝毅,曹华,蒋航,赵容容,高兆龙,山述娇,周刚(11)

■地质勘探

四川盆地西部早古生代拗陷演化过程及其油气地质意义

张本健,赵立可,陈骁,文龙,罗冰,刘冉,钟原,和源,
张亚,龙虹宇(20)

强挤压型盆地最大埋深期泥岩压实重建及其油气地质意义

——以库车前陆盆地为例

王刚,范昌育,李子龙,吴双,张随随(29)

四川盆地周缘灯影组风暴沉积特征及其地质意义

金鑫,宋金民,刘树根,李智武,文龙,孙玮,罗冰,张玺华,
周刚,彭瀚霖,丁一(39)

微生物地球化学勘探技术在准噶尔盆地的应用 丁力,杨迪生,吴宇兵(50)

■开发工程

中国石油陆上首个高含硫气田国际合作项目开发理念及管理模式

文绍牧,贾长青,李宏,赵菲,陈耀礼(58)

深层高压页岩气藏吸附气含量评价新方法

赵玉龙,刘香禺,张烈辉,张鉴,常程,赵圣贤,张帆(69)

CO₂前置注入对页岩压裂裂缝形态和岩石物性的影响

邹雨时,李彦超,李四海(83)

■钻井工程

高温地热井三牙轮钻头的研制与应用

任海涛,田海萍,于洪波,周春晓,杨迎新,刘强,宋东东,
陈炼,陈鑫(95)

高压CO₂射流—PDC齿复合破岩流场及携岩增强机理

蔡灿,高超,王海柱,蒲治成,谭政博,杨显鹏(101)

■ 集输与加工

天然气管道 CO₂ 腐蚀机理及预测模型研究进展

谢飞, 李佳航, 王新强, 马成, 苏禹铭, 孙小晴 (109)

高压天然气的乙烷回收

蒋洪, 汤林, 黄靖珊 (119)

深度脱除高含硫天然气中有机硫的 Sulfinol-X 脱硫工艺

马孟平, 吕岳琴, 万书华, 柳卓君 (127)

■ 经济管理

页岩气开发绿色承包商三级综合评价体系

高军, 石凯, 朱林, 梁琳, 胡焱, 邓经纬, 杨雪松, 李强 (133)

■ 新能源

基于两步折减法的含天然气水合物沉积物海底斜坡稳定性分析

赵亚鹏, 孔亮, 刘乐乐, 袁庆盟, 刘佳棋 (141)

羧甲基纤维素钠对 CO₂ 水合物动力学形成规律的影响

申小冬, 邵子越, 唐宇航, 钟杨, 刘欢, 张银德, 王兴建 (154)

■ 行业指数

2021 年第三季度中国天然气行业景气指数分析

西南石油大学中国天然气行业景气指数研究中心 (161)

■ 要闻信息

《天然气工业》第九届编委会会议暨创刊 40 周年纪念会召开 (插页) 亚洲陆上第一深井 VSP 测井采集项目竣工 (10) 我国首个大型页岩气田累计产量突破 400 亿立方米 (28) 我国华北地区最大的地下储气库群建成投产 (38) 中国石油未雨绸缪备战冬季保供 (82) 中国石油西南油气田公司致密气全年产量将达 3.4 亿立方米 (126) 大港储气库群超额完成 2021 年注气任务 (132) 美国天然气期货价格攀升 (140)

封面说明: 中国石油天然气股份有限公司西南油气田川东北作业分公司罗家寨生产作业区宣汉净化厂

摄影: 苟小静

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 琚宜文 李广月 李洪玺
李静 李伟 李熙酷 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 Sepehmooi (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

● 世界期刊影响力指数 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

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: October 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

October 2021, Vol. 41, No.10 (TOTAL No. 336)

■ SPOTLIGHTS

- 1 **Discussion on China's shale gas development ideas and goals during the 14th Five-Year Plan** by LONG Shengxiang, LU Ting, LI Qianwen, YANG Guoqiao, LI Donghui
- 11 **New exploration discovery of facies controlled porous reservoir in the Wujiaping Formation of the Sichuan Basin and its significance to oil and gas exploration** by XIE Jirong, ZHAO Luzi, SHEN Ping, ZHANG Benjian, ZHANG Xihua, CHEN Yangui, CHEN Cong, CEN Yongjing, HAO Yi, CAO Hua, JIANG Hang, ZHAO Rongrong, GAO Zhaolong, SHAN Shujiao, ZHOU Gang

■ GEOLOGY AND EXPLORATION

- 20 **Evolution process of Early Paleozoic depression in the western Sichuan Basin and its petroleum geological implications** by ZHANG Benjian, ZHAO Like, CHEN Xiao, WEN Long, LUO Bing, LIU Ran, ZHONG Yuan, HE Yuan, ZHANG Ya, LONG Hongyu
- 29 **Reconstruction of mudstone compaction in the maximum burial depth period of strongly compressional basin and its petroleum geological implications: Take the Kuqa foreland basin as an example** by WANG Gang, FAN Changyu, LI Zilong, WU Shuang, ZHANG Suisui
- 39 **Characteristics and geological implications of Dengying Formation tempestites in the periphery of the Sichuan Basin** by JIN Xin, SONG Jinmin, LIU Shugen, LI Zhiwu, WEN Long, SUN Wei, LUO Bing, ZHANG Xihua, ZHOU Gang, PENG Hanlin, DING Yi
- 50 **Application of microbial geochemical exploration technologies in the Junggar Basin** by DING Li, YANG Disheng, WU Yubing

■ DEVELOPMENT AND PRODUCTION

- 58 **Development concept and management model of PetroChina's first international cooperation project of onshore high-sulfur gas fields** by WEN Shaomu, JIA Changqing, LI Hong, ZHAO Fei, CHEN Yaoli
- 69 **A new evaluation method for adsorbed gas contents of deep high-pressure shale gas reservoirs** by ZHAO Yulong, LIU Xiangyu, ZHANG Liehui, ZHANG Jian, CHANG Cheng, ZHAO Shengxian, ZHANG Fan

- 83 **Influence of CO₂ pre-injection on fracture morphology and the petrophysical properties in shale fracturing** by ZOU Yushi, LI Yanchao, LI Sihai

■ DRILLING ENGINEERING

- 95 **Development and application of tri-cone bit suitable for the drilling of high-temperature geothermal wells** by REN Haitao, TIAN Haiping, YU Hongbo, ZHOU Chunxiao, YANG Yingxin, LIU Qiang, SONG Dongdong, CHEN Lian, CHEN Xin
- 101 **Flow field and cuttings carrying enhancement mechanism of compound rock breaking by high pressure CO₂ jet and PDC cutters** by CAI Can, GAO Chao, WANG Haizhu, PU Zhicheng, TAN Zhengbo, YANG Xianpeng

■ STORAGE, TRANSPORTATION AND GAS PROCESSING

- 109 **Research progress on CO₂ corrosion mechanism and prediction model of natural gas pipelines** by XIE Fei, LI Jiahang, WANG Xinqiang, MA Cheng, SU Yuming, SUN Xiaoqing
- 119 **Ethane recovery process of high-pressure natural gas** by JIANG Hong, TANG Lin, HUANG Jingshan
- 127 **Sulfinol-X desulfurization process for deep removal of organic sulfur from high-sulfur natural gas** by MA Mengping, LYU Yueqin, WAN Shuhua, LIU Zhuojun

■ ECONOMIC MANAGEMENT

- 133 **Shale gas development green contractor three-level comprehensive evaluation system** by GAO Jun, SHI Kai, ZHU Lin, LIANG Lin, HU Yan, DENG Jingwei, YANG Xuesong, LI Qiang

■ NEW ENERGY SOURCES

- 141 **Stability analysis of submarine slope of hydrate-bearing sediments based on the two-step reduction method** by ZHAO Yapeng, KONG Liang, LIU Lele, YUAN Qingmeng, LIU Jiaqi
- 154 **Influence of carboxymethyl cellulose sodium on the formation kinetics of CO₂ hydrate** by SHEN Xiaodong, SHAO Ziyue, TANG Yuhang, ZHONG Yang, LIU Huan, ZHANG Yinde, WANG Xingjian

Natural Gas Industry, approved by the State Scientific and Technological Commission, is a unique gas journal in China with an overall 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



《天然气工业》第九届编委会会议暨

创刊 **40** 周年纪念会
(1981—2021)



2021年9月·成都