

# 天然气工业<sup>®</sup>



NATURAL GAS INDUSTRY

**2021.2**  
Vol.41 No.2

四川盆地茅口组滩相孔隙型白云岩储层天然气勘探的突破及启示  
缓坡型小生物礁体的精细雕刻与“一井双礁”高产气井的突破  
渤中13-2大型整装覆盖型潜山油气田的发现及其油气勘探意义  
碳中和目标下的中国天然气产业发展专题



QK2103188



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

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 冉隆辉

副 主 编 杨 雨

社 长 蒋 驥

总 编 居维清

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 2 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

四川盆地茅口组滩相孔隙型白云岩储层天然气勘探的突破及启示

——以川中北部地区 JT1 井天然气立体勘探为例

杨雨, 谢继容, 赵路子, 黄平辉, 张玺华, 陈聪, 张本健,

文龙, 汪华, 高兆龙, 山述娇 (1)

缓坡型小生物礁体的精细雕刻与“一井双礁”高产气井的突破

——以川东地区长兴组小生物礁群为例

冉崎, 陶夏妍, 徐昌海, 张连进, 黄天俊, 刘蜀敏, 丁孔芸, 蒲柏宇 (10)

渤中 13-2 大型整装覆盖型潜山油气田的发现及其油气勘探意义

李慧勇, 牛成民, 许鹏, 刘庆顺, 张鑫, 崔海忠 (19)

## ■地质勘探

山地浅层页岩气勘探挑战、对策与前景

——以昭通国家级页岩气示范区为例

梁兴, 张朝, 单长安, 张介辉, 王维旭, 徐政语, 李兆丰, 梅珏,

张磊, 徐进宾, 王高成, 徐云俊, 蒋立伟 (27)

基于游离气为核心的页岩气层类型划分方法

——以川南地区下志留统龙马溪组海相页岩气层为例

石强, 蒋春碧, 陈鹏, 陈云天, 王秀芹, 刘凤新 (37)

运用方解石脉包裹体和碳氧同位素评价页岩气保存条件

——以中扬子地区寒武系为例

刘安, 周鹏, 陈孝红, 蔡全升, 李海, 苗凤彬, 彭中勤, 黄惠兰 (47)

基于改进的岩石物理模型表征页岩天然裂缝特征

管全中, 董大忠, 张华玲, 张素荣, 吕修祥, 王玉满 (56)

富有机质页岩中石英的成因及对储层品质的指示意义

——以四川盆地东南部及周缘龙马溪组龙一<sub>1</sub>亚段为例

郭雯, 董大忠, 李明, 孙莎莎, 管全中, 张素荣 (65)

考虑孔径分布的页岩吸附气含量计算模型

赵军, 邓佳杰, 杨林, 刘凯, 黄科, 何羽飞 (75)

基于测井信息的煤层顶板水平井抽采煤层气技术

巩译文, 贾建称, 许耀波, 石娟 (83)

## ■开发工程

川中地区秋林区块沙溪庙组致密砂岩气藏储层高强度体积压裂之路

郑有成, 韩旭, 曾冀, 周长林, 周朗, 陈伟华 (92)

苏里格气田致密砂岩气藏开发认识与稳产建议

王继平, 张城玮, 李建阳, 李娅, 李小锋, 刘平, 陆佳春 (100)

## 适用于深层页岩气井生产模拟和预测的自扩散流热耦合模型

夏阳, 韦世明, 金衍, 陈康平 (111)

## 基于数据驱动技术的智能试井解释方法

——以有水气藏产水气井为例

糜利栋, 顾少华, 薛亮, 赵林 (119)

## 钻井工程

### 水平井岩屑床清洁工具的设计与试验

纪国栋, 汪海阁, 黄洪春, 孟昭, 崔柳, 郭卫红 (125)

### 自激式水力振荡器的优化设计

赵传伟 (132)

### 油气井磨铣工具的性能评价及工作参数优选

车家琪, 王早祥, 张砚雯, 刘廷鑫, 王雨婷, 杜明超,

马少华, 赵玉明 (140)

## 集输与加工

### 我国“南气北送”工程的创新技术体系 I-STADIUMS

付子航, 刘方, 杨玉霞, 冯亮, 黄洁馨 (149)

### D-氨基酸对混合菌生物腐蚀的缓蚀行为影响分析

胥聪敏, 王文渊, 刘利, 宋鹏迪, 高豪然, 陈月清 (160)

## 经济管理

### 碳中和背景下中国“十四五”天然气行业发展

周淑慧, 王军, 梁严 (171)

### 碳中和目标下天然气产业发展的多情景构想

李孛, 王建良, 刘睿, 唐旭 (183)

### 多模型比较框架下中国天然气消费的中长期发展路径

段宏波, 唐旭, 任凯鹏, 丁聿 (193)

## 要闻信息

《新时代的中国能源发展》白皮书驻华使节线上见面会在北京召开 (9) 中海油天津分公司再获亿吨级油气发现——渤中 13-2 油气田 (26) 塔里木盆地富满区块满深 3 井超深层喜获高产油气流 (46) 中国石油塔里木油田公司 APR 测试技术领先国际 (74) 中国石油长城钻探钻井液公司优选钻井液助力超深高温井完钻 (110) 国内首台 9 000 米同升式高钻台钻机研制成功 (124) 中国石油工程技术研究院自动化固井技术达到国际领先水平 (139) 本刊编辑部评选出《天然气工业》2020 年度优秀审稿专家 (202)

## 广告目次

四川蜀谷仪表科技有限公司 (21-02-01)

封面说明: 中海油渤中 13-2 油气田海洋石油超人号钻井平台

摄影: 耿立军

## 第八届编委会名单

主任: 马新华 胥永杰

执行主任: 徐春春 伍贤柱

执行副主任: 杨跃明

顾问 (以汉语拼音排序):

戴金星	杜志敏	高德利	何盛宝
胡文瑞	黄维和	贾承造	康玉柱
李根生	李鹤林	李鹭光	李士伦
刘宝珺	罗平亚	邱中建	苏义脑
孙龙德	童晓光	王铁冠	袁士义
赵文智	周守为		

委员 (以汉语拼音排序):

常宏岗	陈刚	陈更生	董大忠
杜金虎	樊栓狮	付子航	甘振维
顾军	郭贵安	郭建春	郭旭升
韩烈祥	何江川	何太碧	侯明才
胡德高	胡勇	黄泽俊	蒋骥
江同文	雷群	雷宗明	李爱民
李广月	李海平	李伟	李香华
李玉星	李兆敏	梁兴	廖仕孟
刘树根	刘毅军	陆家亮	卢涛
罗金恒	吕建中	潘和平	潘仁芳
钱斌	秦勇	冉隆辉	撒利明
沈平	童传新	汪海阁	王震
魏国齐	吴能友	伍志明	肖贤明
谢军	熊建嘉	徐进	杨华
杨胜雄	杨雨	曾大乾	张道伟
张国华	张健	张金川	张烈辉
张士诚	张晓斌	赵金洲	郑力会
邹才能	钟广法	周荣学	

Susan Smith Nash (美国) 胡钦红 (美国)  
Michael A. Abrams (英国) 肖倚天 (美国)  
Kamy Sepehrnoori (美国)  
Khlebnikov V.N. (俄罗斯)

● 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)

# CONTENTS

February 2021, Vol. 41, No.2 (TOTAL No. 328)

**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:** Ran Longhui

**Associate Editor-in-Chief:** Yang Yu

**General Director:** Jiang Ji

**Executive Editor:** Ju Weiqing

**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:** February 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

## ■ SPOTLIGHTS

- 1 **Breakthrough of natural gas exploration in the beach facies porous dolomite reservoir of Middle Permian Maokou Formation in the Sichuan Basin and its enlightenment: A case study of the tridimensional exploration of Well JT1 in the central-northern Sichuan Basin** by YANG Yu, XIE Jirong, ZHAO Luzi, HUANG Pinghui, ZHANG Xihua, CHEN Cong, ZHANG Benjiang, WEN Long, WANG Hua, GAO Zhaolong, SHAN Shujiao
- 10 **Fine description of ramp-type small bioherms and the breakthrough of "two bioherms in one well" in high-yield gas wells: A case study of the Changxing Formation small bioherm group in the eastern Sichuan Basin** by RAN Qi, TAO Xiayan, XU Changhai, ZHANG Lianjin, HUANG Tianjun, LIU Shumin, DING Kongyun, PU Baiyu
- 19 **Discovery of Bozhong 13-2 Archean large monoblock volatile buried hill oilfield and its oil and gas exploration significance** by LI Huiyong, NIU Chengmin, XU Peng, LIU Qingshun, ZHANG Xin, CUI Haizhong

## ■ GEOLOGY AND EXPLORATION

- 27 **Exploration challenges, countermeasures and prospect of mountain shallow shale gas: A cased study on the Zhaotong National Shale Gas Demonstration Area** by LIANG Xing, ZHANG Zhao, SHAN Chang'an, ZHANG Jiehui, WANG Weixu, XU Zhengyu, LI Zhaofeng, MEI Jue, ZHANG Lei, XU Jinbin, WANG Gaocheng, XU Yunjun, JIANG Liwei
- 37 **A classification method for shale gas reservoir types with free gas as the core parameter: A case study of Lower Silurian Longmaxi Formation marine shale gas reservoirs in the southern Sichuan Basin** by SHI Qiang, JIANG Chunbi, CHEN Peng, CHEN Yuntian, WANG Xiuqin, LIU Fengxin
- 47 **Evaluation of shale gas preservation conditions using calcite vein inclusions and C/O isotopes: A case study on the Cambrian strata of Middle Yangtze area** by LIU An, ZHOU Peng, CHEN Xiaohong, CAI Quansheng, LI Hai, MIAO Fengbin, PENG Zhongqin, HUANG Huilan
- 56 **Characterizing the characteristics of natural fractures in shale based on the modified petrophysical model** by GUAN Quanzhong, DONG Dazhong, ZHANG Hualing, ZHANG Surong, LYU Xiuxiang, WANG Yuman
- 65 **Quartz genesis in organic-rich shale and its indicative significance to reservoir quality: A case study on the first submember of the first Member of Lower Silurian Longmaxi Formation in the southeastern Sichuan Basin and its periphery** by GUO Wen, DONG Dazhong, LI Ming, SUN Shasha, GUAN Quanzhong, ZHANG Surong

- 75 **A calculation model of adsorbed shale gas contents considering pore size distribution** by ZHAO Jun, DENG Jiajie, YANG Lin, LIU Kai, HUANG Ke, HE Yufei
- 83 **The coal seam roof strata-in horizontal well CBM gas drainage technology based on logging information** by GONG Zewen, JIA Jiancheng, XU Yaobo, SHI Juan

## ■ DEVELOPMENT AND PRODUCTION

- 92 **Practice of high-intensity volume fracturing in the Shaximiao Formation tight sandstone gas reservoirs of the Qiulin Block, Central Sichuan Basin** by ZHENG Youcheng, HAN Xu, ZENG Ji, ZHOU Changlin, ZHOU Lang, CHEN Weihua
- 100 **Tight sandstone gas reservoirs in the Sulige Gas Field: Development understandings and stable-production proposals** by WANG Jiping, ZHANG Chengwei, LI Jianyang, LI Ya, LI Xiaofeng, LIU Ping, LU Jiachun
- 111 **Self-diffusion flow and heat coupling model applicable to the production simulation and prediction of deep shale gas wells** by XIA Yang, WEI Shiming, JIN Yan, CHEN Kangping
- 119 **An intelligent well test interpretation method based on data driven technology: A case study from one water-producing gas well of water-bearing gas reservoirs** by MI Lidong, GU Shaohua, XUE Liang, ZHAO Lin

## ■ DRILLING ENGINEERING

- 125 **Design and test of a cuttings bed remover for horizontal wells** by JI Guodong, WANG Haige, HUANG Hongchun, MENG Zhao, CUI Liu, GUO Weihong
- 132 **An optimization design of self-excited hydraulic oscillators** by ZHAO Chuanwei
- 140 **Performance evaluation and working parameter optimization of milling tools for oil and gas wells** by CHE Jiaqi, WANG Hanxiang, ZHANG Yanwen, LIU Yanxin, WANG Yuting, DU Mingchao, MA Shaohua, ZHAO Yuming

## ■ STORAGE, TRANSPORTATION AND GAS PROCESSING

- 149 **Innovative technology system I-STADIUMS and its application in China's "South to North Gas Transmission" Project** by FU Zihang, LIU Fang, YANG Yuxia, FENG Liang, HUANG Jiexin
- 160 **The inhibition effect of D-amino acid on the microbial corrosion of mixed bacteria** by XU Congmin, WANG Wenyuan, LIU Li, SONG Pengdi, GAO Haoran, CHEN Yueqing

## ■ ECONOMIC MANAGEMENT

- 171 **Development of China's natural gas industry during the 14<sup>th</sup> Five-Year Plan in the background of carbon neutrality** by ZHOU Shuhui, WANG Jun, LIANG Yan
- 183 **Multi-scenario conception on the development of natural gas industry under the goal of carbon neutrality** by LI Nu, WANG Jianliang, LIU Rui, TANG Xu
- 193 **China's middle- and long-term pathways of natural gas consumption: Based on a multi-model comparison framework** by DUAN Hongbo, TANG Xu, REN Kaipeng, DING Yu

*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](http://www.cngascn.com:81/ngi_wk/EN/volumn/current.shtml)

# SGQ

## 智能差压流量计

### 主要功能和特点

- 多级密码授权管理
- 一体化结构，安装方便
- 报表日志记录完善，便于溯源
- “一键式”示值校准，操作简单
- 远程多表联网，支持有线 RS485 和无线 Zigbee 接口
- 参数设置、在线检表、示值校准、报表日志查询无需 PC 机
- 差压、压力量程宽，特别适合有高低峰用气时段的民用燃气计量
- 智能实时温压补偿
- 低功耗技术，多种供电方式
- 单向过载能力强，无需三阀组
- 数字传感器，温度、静压影响忽略不计

### 主要技术指标

- 外壳防护等级：IP65
- 瞬时流量准确度：±0.05%
- 环境温度范围：-25℃ ~ +65℃
- 差压测量范围：0~100 kPa，准确度：±0.2% FS
- 压力测量范围：0~20 MPa，准确度：±0.2% FS
- 温度测量范围：-30℃ ~ +70℃，准确度：±0.5℃
- 储存能力：“黑匣子”记录 2048 条；小时流量记录：90 天；分钟流量记录：7 天
- 时钟精度：误差 ≤ 0.5 s/d
- 累计流量准确度：±0.02%
- 防爆类型及标志：本质安全型 Exib II BT4 Gb

SGQ 智能差压流量计是配合标准孔板节流装置使用的一体化差压式流量计。它以高精度单晶硅谐振式复合传感器为测量元件，在外观结构上与数据采集器、流量积算器、数据储存器、显示器、键盘、电源、信号避雷器、通信接口等部件融为一体，通过自动测量流体的差压、压力、温度并作温压补偿，按国标《GB/T 21446-2008》自动积算天然气流量，并就地显示、储存和上传计量结果。本产品具有计量精度高、性能可靠、单向过载能力强、量程宽、功耗低、校准方式简捷、报表和日志记录完善、安装方便等优点，是天然气输送场合理的流量计量仪表。



广告编号：21-02-01