



QK1946096

天然气工业



NATURAL GAS INDUSTRY

2019.10

Vol.39 No.10

海相页岩气储层评价发展趋势与综合评价体系

四川盆地中部高石梯地区深层岩溶储层水平井地质导向技术

页岩气水平井生产规律

页岩气密切割分段+高强度加砂压裂新工艺



ISSN 1000-0976



1.0

●E收录期刊 ●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“百强报刊” ●中国精品科技期刊 ●中国国际影响力优秀学术期刊 ●四川品牌报刊

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

9 771000 097192

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 由隆辉

副 主 编 杨 雨

社 长 蒋 骥 (028)86011178

总 编 居维清 (028)86012712

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

海外总发行 中国国际图书贸易集团有
限公司

(100044)北京399信箱

国外发行代号: M 944

排版印刷 成都市新都华兴印务有限公司

出版日期 2019年10月25日

中国标准 ISSN 1000-0976

连续出版物号 CN 51-1179/TE

CODEN TIGOE3

邮发代号 62-14

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 曹 丽

英文编辑 蒋静萍

装帧设计 关 洁

版权所有, 未经许可,
不得转载



目 次

■地质勘探

海相页岩气储层评价发展趋势与综合评价体系

蒋裕强, 付永红, 谢军, 董大忠, 周克明,
程晓艳, 漆麟, 张海杰, 陈超, 马廷虎, 谷一凡 (1)

四川盆地下志留统龙马溪组结核体发育特征及其沉积环境意义

王玉满, 李新景, 王皓, 陈波, 蒋珊, 马杰, 代兵 (10)

四川盆地南缘昭通页岩气示范区构造变形特征及页岩气保存条件

徐政语, 梁兴, 鲁慧丽, 张介辉, 舒红林, 徐云俊,
武金云, 王高成, 卢文忠, 唐协华, 石文睿 (22)

风化作用对页岩孔隙的改造作用

——以湘北地区下寒武统牛蹄塘组为例

陈前, 闫相宾, 张金川, 李婉君, 郭元岭, 洪太元, 王濡岳, 潘艇 (32)

四川盆地中部高石梯地区深层岩溶储层水平井地质导向技术

张树东, 胡华, 张宇, 吉人, 王安庆, 李春梅, 王平 (42)

■开发工程

页岩气水平井生产规律

郭建林, 贾爱林, 贾成业, 刘成, 齐亚东, 位云生,
赵圣贤, 王军磊, 袁贺 (53)

酸处理对页岩微观结构及力学性质的影响

卢聪, 马莅, 郭建春, 肖森文, 郑云川, 尹丛彬 (59)

深层页岩气水平井储层压裂改造技术

沈骋, 郭兴午, 陈马林, 雍锐, 范宇 (68)

■钻井工程

页岩气密切割分段+高强度加砂压裂新工艺

郑有成, 范宇, 雍锐, 周小金 (76)

页岩气井压裂过程中套管损坏的机理

张智, 刘金铭, 刘和兴, 李磊, 赵范瑾, 丁剑, 杨昆, 宋闯 (82)

海洋深水井钻井过程中井筒温度的变化规律

李忠慧, 赵毅, 楼一珊, 李中, 方满宗, 魏辰宇 (88)

■集输与加工

煤层气田节能降本增效的干管互通式管网设计新思路

孟凡华, 何卓, 李晓平, 王子辉, 刘瑞娟 (95)

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）



输气管道压缩机厂房设置优选方案

董平省, 刘少山, 安云朋, 吴凤荣, 黄蕾 (103)

水下穿越管道附近河床演变特性试验

杨乾, 孙明楠, 何沫, 杨庆华 (110)

安全环保

沼气制油橇装装置的燃爆风险分析与优化设计

郑晓云, 陈国明, 付建民, 张帅, 杨灿, 张新琪, 孔得朋 (118)

经济管理

天然气密闭燃烧器的研制与应用

庞东晓, 陆灯云, 韩雄, 王秀华, 王志敏 (127)

新能源

沉积物中天然气水合物生成过程的二维电阻层析成像观测

李彦龙, 孙海亮, 孟庆国, 刘昌岭, 陈强, 邢兰昌 (132)

行业数据

2019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 (139)

要闻信息

北京天然气管道运用光纤预警提升高后果区风险管控能力 (52) 塔里木油田发现千亿立方米级大气田 (67) 国内首口超深盐下大斜度井加砂压裂获高产 (75) 中石化元坝气田累计产气 $150 \times 10^8 \text{ m}^3$ (102) 天然气水合物将开展第二次试采 (117) 西气东输担当“气化上海”主力 (126) 《天然气工业》第一届青年编委名单公布 (140)

广告目次

四川石达能源发展有限公司 (19-10-01) 无锡特莱姆气体设备有限公司 (19-10-02) 四川蜀谷仪表科技有限公司 (19-10-03)

封面说明：中国石油西南油气田公司长宁页岩气宁 209H10A、B 钻井平台
摄 影：林刚

本刊为中国石油学会天然气专业委员会会刊



NATURAL GAS INDUSTRY
(Monthly Issued, Started in 1981)

CONTENTS

October 2019, Vol. 39, Issue 10 (TOTAL No. 312)

Editor-in-Chief: Ran Longhui

Associate Editor-in-Chief: Yang Yu

General Director: Jiang Ji

Natural Gas Industry

Journal Agency

No. 3, Sec. 1, Fuqing Rd.,

Chengdu

Sichuan Province 610051, P. R. China

Tel: +86(28)8601 2712

Fax: +86(28)8601 2716

CODEN: TIGOE3

ISSN 1000-0976

CN 51-1179/TE

www.engascn.com

Executive Editor: Ju Weiqing

English Editor: Jiang Jingping

E-mail: jjp@trqgy.cn

Publishing Date: October 25, 2019

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

■ GEOLOGY AND EXPLORATION

- 1 **Development trend of marine shale gas reservoir evaluation and a suitable comprehensive evaluation system** by Jiang Yuqiang, Fu Yonghong, Xie Jun, Dong Dazhong, Zhou Keming, Cheng Xiaoyan, Qi Lin, Zhang Haijie, Chen Chao, Ma Tinghu & Gu Yifan
- 10 **Development characteristics of concretions in the Longmaxi Formation of Lower Silurian in the Sichuan Basin and the indicating significance of their depositional environment** by Wang Yuman, Li Xinjing, Wang Hao, Chen Bo, Jiang Shan, Ma Jie & Dai Bing
- 22 **Structural deformation characteristics and shale gas preservation conditions in the Zhaotong National Shale Gas Demonstration Area along the southern margin of the Sichuan Basin** by Xu Zhengyu, Liang Xing, Lu Huili, Zhang Jiehui, Shu Honglin, Xu Yunjun, Wu Jinyun, Wang Gaocheng, Lu Wenzhong, Tang Xiehua & Shi Wenrui
- 32 **An alteration effect of weathering on pores in shale: A case study of the Niutitang Formation of Lower Cambrian in the northern Hunan province** by Chen Qian, Yan Xiangbin, Zhang Jinchuan, Li Wanjun, Guo Yuanling, Hong Taiyuan, Wang Ruyue & Pan Ting
- 42 **Geo-steering technology for horizontal wells in deep karst Dengying reservoirs of the Gaoshiti gas field, Central Sichuan Basin** by Zhang Shudong, Hu Hua, Zhang Yu, Ji Ren, Wang Anqing, Li Chunmei & Wang Ping

■ DEVELOPMENT AND PRODUCTION

- 53 **Production laws of shale-gas horizontal wells** by Guo Jianlin, Jia Ailin, Jia Chengye, Liu Cheng, Qi Yadong, Wei Yunsheng, Zhao Shengxian, Wang Junlei & Yuan He
- 59 **Effect of acidizing treatment on microstructures and mechanical properties of shale** by Lu Cong, Ma Li, Guo Jianchun, Xiao Senwen, Zheng Yunchuan & Yin Congbin
- 68 **Horizontal well fracturing stimulation technology for deep shale gas reservoirs** by Shen Cheng, Guo Xingwu, Chen Malin, Yong Rui & Fan Yu

■ DRILLING ENGINEERING

- 76 **A new fracturing technology of intensive stage + high-intensity proppant injection for shale gas reservoirs** by Zheng Youcheng, Fan Yu, Yong Rui & Zhou Xiaojin
- 82 **Mechanisms of casing damage during shale gas well fracturing treatment** by Zhang Zhi, Liu Jinming, Liu Hexing, Li Lei, Zhao Yuanjin, Ding Jian, Yang Kun & Song Chuang
- 88 **Changing laws of wellbore temperature during offshore deepwater well drilling** by Li Zhonghui, Zhao Yi, Lou Yishan, Li Zhong, Fang Manzong & Wei Chenyu

■ STORAGE, TRANSPORTATION AND GAS PROCESSING

- 95 **A new design concept of pipeline network with interconnected trunk lines for energy saving, cost reducing and efficiency increasing in CBM fields** by Meng Fanhua, He Zhuo, Li Xiaoping, Wang Zihui & Liu Ruijuan
- 103 **Setting optimization schemes of a gas pipeline compressor plant** by Dong Pingsheng, Liu Shaoshan, An Yunpeng, Wu Fengrong & Huang Lei
- 110 **Evolution features of riverbeds near underwater crossing line pipes: An experimental study** by Yang Qian, Sun Mingnan, He Mo & Yang Qinghua

■ HSE TECHNOLOGY AND MANAGEMENT

- 118 **Risk analysis of gas explosion on a biogas-to-liquid fuel skid-mounted device and an optimal design** by Zheng Xiaoyun, Chen Guoming, Fu Jianmin, Zhang Shuai, Yang Can, Zhang Xinqi & Kong Depeng

■ ECONOMIC MANAGEMENT

- 127 **Development and application of natural gas closed burners** by Pang Dongxiao, Lu Dengyun, Han Xiong, Wang Xiuhua & Wang Zhimin

■ NEW ENERGY SOURCES

- 132 **2-D electrical resistivity tomography assessment of hydrate formation in sandy sediments** by Li Yanlong, Sun Hailiang, Meng Qingguo, Liu Changling, Chen Qiang & Xing Lanchang

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 more than 30 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.cngas.cn: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
- 智能实时温压补偿
- 一体化结构, 安装方便
- 微功耗技术, 多种供电方式
- 报表日志记录完善, 便于溯源
- 单向过载能力强, 无需三阀组
- “一键式”示值校准, 操作简单
- 数字传感器, 温度、静压影响忽略不计
- 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

主要技术指标

- 外壳防护等级: IP65
- 时钟精度: 误差 ≤ 0.5 s/d
- 瞬时流量准确度: $\pm 0.05\%$
- 累计流量准确度: $\pm 0.02\%$
- 环境温度范围: $-25^{\circ}\text{C} \sim +65^{\circ}\text{C}$
- 防爆类型及标志: 本质安全型 Exib II BT4 Gb
- 差压测量范围: $0 \sim 100$ kPa, 准确度: $\pm 0.2\%$ FS
- 压力测量范围: $0 \sim 20$ MPa, 准确度: $\pm 0.2\%$ FS
- 温度测量范围: $-30^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$, 准确度: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
- 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

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: 19-10-03



四川蜀谷仪表科技有限公司
 SICHUANSHUGUINSTRUMENTTECHNOLOGYCO.,LTD.

地址: 四川省成都市高新区(西区)西芯大道4号
 传真: 028-85158327 网址: www.ssgic.com

电话: 028-85162746
 邮箱: sgi@ssgic.com