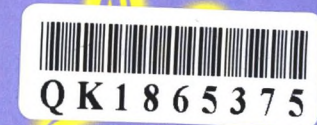


ISSN 1000-0976  
CN 51-1179/TE

# 天然气工业<sup>®</sup>



NATURAL GAS INDUSTRY

**2018.12**

Vol.38 No.12

卷终(附总目录)

渝东南盆缘转换带常压页岩气勘探专题

页岩气开发技术专题

四元共聚抗高温抗盐油井水泥浆降失水剂的合成

高承压、低成本的车用35 MPa玄武岩纤维缠绕复合材料气瓶



ISSN 1000-0976



1.2>

●EI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



2018年第38卷第12期

(月刊·1981年创刊 总第302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 天然气工业杂志社

(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 骥(028)86011178

总 编 居维清(028)86012712

编辑部主任 韩晓渝(028)86012718

出版部主任 申红涛(028)86012716

投稿网址 www.cngascn.com

发行范围 公开发行业

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 2018年12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



■地质勘探

渝东南盆缘转换带常压页岩气地质特征及富集高产规律

何希鹏,何贵松,高玉巧,张培先,卢双舫,万静雅(1)

渝东南盆缘转换带五峰组—龙马溪组页岩气储层孔隙特征与演化

高玉巧,蔡潇,张培先,何贵松,高全芳,万静雅(15)

渝东南盆缘转换带常压页岩气储层非均质性特征及主控因素

潘仁芳,李笑天,金吉能,朱正平,孟江辉(26)

渝东南盆缘转换带龙马溪组页岩气散失过程、能力及其主控因素

唐令,宋岩,姜振学,唐相路,李卓,李倩文,常佳琦,孙玥(37)

非成岩弱胶结天然气水合物沉积物弹性力学参数的实验分析

赵军,向薪燃,赵金洲,李海涛,郭平,张烈辉,

周守为,魏纳,李清平,鹿维新(48)

元素俘获能谱测井在神狐海域天然气水合物储层评价中的应用

康冬菊,梁金强,匡增桂,陆敬安,郭依群,梁劲,蔡慧敏,曲长伟(54)

■开发工程

页岩气井压裂液返排对储层裂缝的损害机理

游利军,谢本彬,杨建,康毅力,韩慧芬,王良,杨斌(61)

页岩气“井工厂”不同压裂模式下裂缝复杂程度研究

刘洪,廖如刚,李小斌,胡昌权,肖晖,黄园园,张潇宇(70)

基于有限体积方法的页岩气多段压裂水平井数值模拟

陈小凡,唐潮,杜志敏,汤连东,魏嘉宝,马旭(77)

页岩气储层纳米级孔隙中气体的质量传输机理及流态实验

刘杰,张永利,胡志明,李英杰,杨新乐(87)

■钻井工程

四元共聚抗高温抗盐油井水泥浆降失水剂的合成

李皋,付强,余杭航,刘润昌,韦星,曾恒(96)

早期溢流及漏失的新型及时高精度监测计量系统

朱焕刚,王树江,李宗清,燕修良,宋中文,公培斌(102)

页岩气水平井卡钻主要原因及预防对策

孙永兴,范生林,乔李华(107)

## 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	汪海阁	王 震	魏国齐
吴能友	伍志明	肖贤明	谢 军
谢玉洪	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)

Khlebnikov V.N. (俄罗斯)



本刊为中国石油学会天然气专业委员会会刊

## ■ 集输与加工

高压、低成本的车用 35 MPa 玄武岩纤维缠绕复合材料气瓶

何太碧, 卿平, 曾尧, 韩锐, 汪霞, 毛丹, 杨晨曦 (114)

随机时空地震载荷下长输埋地压力管道的响应分析

张鹏, 王艺环, 秦国晋 (120)

天然气压缩机组振动隐患治理

赵金省, 李攀, 马玉腾, 王炫懿 (128)

## ■ 安全环保

化学—微波—超声复合调质处理气田高乳化含油污泥

苏碧云, 黄力, 李善建, 丁丽芹, 刘博, 张翱 (134)

## ■ 经济管理

中国全要素天然气利用效率区域差异性

曾勇, 张淑英, 李德山 (140)

基于 SOM 神经网络聚类的用气客户全生命周期管理

孙铭 (146)

## ■ 要闻信息

中石化涪陵页岩气田“深水区”开发取得关键性突破 (14) 中国目前最大的页岩气田增销保供 (69) 中石油在四川盆地钻获第一口火山岩工业气井 (95) 中石油集团射孔重大技术现场试验告捷 (101) 壳牌 (中国) 长北二期第一口双支水平井完钻 (113) 本刊第八届编委会顾问、委员 2017—2018 年在本刊共发表论文 43 篇次 (153)

## ■ 《天然气工业》2018 年总目录

(155)

## ■ 广告目次

宝鸡石油机械有限责任公司 (18-12-01) 四川蜀谷仪表科技有限公司 (18-12-02)

封面说明：中国常压页岩气勘探的热点领域——渝东南盆缘转换带

摄 影：王 伟



## NATURAL GAS INDUSTRY

(Monthly Issued, Started in 1981)

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.cngascn.com

Executive Editor: Ju Weiqing

Editing Manager: Han Xiaoyu

Publishing Manager: Shen Hongtao

English Editor: Jiang Jingping

E-mail: jjp@trqgy.cn

Publishing Date: December 25, 2018

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 2018, Vol. 38, Issue 12 (TOTAL No. 302)

## ■ GEOLOGY AND EXPLORATION

- 1 **Geological characteristics and enrichment laws of normal-pressure shale gas in the basin-margin transition zone of SE Chongqing** by He Xipeng, He Guisong, Gao Yuqiao, Zhang Peixian, Lu Shuangfang & Wan Jingya
- 15 **Pore characteristics and evolution of Wufeng-Longmaxi Fms shale gas reservoirs in the basin-margin transition zone of SE Chongqing** by Gao Yuqiao, Cai Xiao, Zhang Peixian, He Guisong, Gao Quansang & Wan Jingya
- 26 **Heterogeneity characteristics and controlling factors of normal-pressure shale gas reservoirs in the basin-margin transition zone of SE Chongqing** by Pan Renfang, Li Xiaotian, Jin Jineng, Zhu Zhengping & Meng Jianghui
- 37 **Diffusion process and capacity of Longmaxi shale gas in the basin-margin transition zone of SE Chongqing and their controlling factors** by Tang Ling, Song Yan, Jiang Zhenxue, Tang Xianglu, Li Zhuo, Li Qianwen, Chang Jiaqi & Sun Yue
- 48 **An experimental analysis on the elastic mechanical parameters of weakly-consolidated nondiagenetic gas hydrate sediments** by Zhao Jun, Xiang Xinran, Zhao Jinzhou, Li Haitao, Guo Ping, Zhang Liehui, Zhou Shouwei, Wei Na, Li Qingping & Pang Weixin
- 54 **Application of elemental capture spectroscopy logging in hydrate reservoir evaluation in the Shenhu sea area** by Kang Dongju, Liang Jinqiang, Kuang Zenggui, Lu Jing'an, Guo Yiqun, Liang Jin, Cai Huimin & Qu Changwei

## ■ DEVELOPMENT AND PRODUCTION

- 61 **Mechanism of fracture damage induced by fracturing fluid flowback in shale gas reservoirs** by You Lijun, Xie Benbin, Yang Jian, Kang Yili, Han Huifen, Wang Liang & Yang Bin
- 70 **A comparative analysis on the fracture complexity in different fracking patterns of shale gas "well factory"** by Liu Hong, Liao Rugang, Li Xiaobin, Hu Changquan, Xiao Hui, Huang Yuanyuan & Zhang Xiaoyu
- 77 **Numerical simulation on multi-stage fractured horizontal wells in shale gas reservoirs based on the finite volume method** by Chen Xiaofan, Tang Chao, Du Zhimin, Tang Liandong, Wei Jiabao & Ma Xu
- 87 **An experimental study on the mass transfer mechanism and the flow regime of gas in nano-scale pores of shale gas reservoirs** by Liu Jie, Zhang Yongli, Hu Zhiming, Li Yingjie & Yang Xinle

## ■ DRILLING ENGINEERING

- 96 Synthesis and performance evaluation of quadriopolymer as a temperature- and salt-resistance oil well cement filtrate reducer by Li Gao, Fu Qiang, Yu Hanghang, Liu Runchang, Wei Xing & Zeng Heng
- 102 A new high-precision timely monitoring and metering system for early kick and loss by Zhu Huangang, Wang Shujiang, Li Zongqing, Yan Xiuliang, Song Zhongwen & Gong Peibin
- 107 Main reasons and preventive countermeasures for pipe sticking in shale-gas horizontal wells by Sun Yongxing, Fan Shenglin & Qiao Lihua

## ■ STORAGE, TRANSPORTATION AND GAS PROCESSING

- 114 A preliminary design on 35 MPa cylinders made of basalt fiber wound composite for vehicles by He Taibi, Qing Ping, Zeng Rao, Han Rui, Wang Xia, Mao Dan & Yang Chenxi
- 120 Response analysis of long-distance buried pressure pipelines under seismic loads based on the stochastic space-time coupling by Zhang Peng, Wang Yihuan & Qin Guojin
- 128 Controlling measures for the hidden dangers caused by the vibration of gas compressor sets by Zhao Jinsheng, Li Pan, Ma Yuteng & Wang Xuanyi

## ■ HSE TECHNOLOGY AND MANAGEMENT

- 134 Chemical-Microwave-Ultrasonic compound conditioning treatment of highly-emulsified oily sludge in gas fields by Su Biyun, Huang Li, Li Shanjian, Ding Liqin, Liu Bo & Zhang Ao

## ■ ECONOMICAL MANAGEMENT

- 140 Regional differences in the total factor natural gas utilization efficiency in China by Zeng Yong, Zhang Shuying & Li Deshan
- 146 Full life-cycle management of natural gas customers based on SOM (self-organizing maps) neural network clustering by Sun Ming

*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.com:81/ngi\\_wk/EN/volumn/current.shtml](http://www.cngas.cn.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
- 智能实时温压补偿
- 一体化结构，安装方便
- 低功耗技术，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  $\leq 0.5$  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：18-12-02



**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