

天然气工业



NATURAL GAS INDUSTRY

2022.3

Vol.42 No.3

龙门山山前复杂构造带双鱼石构造栖霞组超深层整装大气田的形成

松辽盆地南部陆相页岩油气勘查突破及意义

高温高压含硫气井完整性关键技术——以安岳特大型气田为例



QK2216152

ISSN 1000-0976



9 771000 097222

03

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

2022年第42卷第3期

(月刊·1981年创刊 总第341期)

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
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 2022年3月25日

中国标准连续出版物号 ISSN 1000-0976
CN 51-1179/TE
广告经营许可证号 5101034000085
国内定价 100.00元/本
国外定价 25.00美元/本

责任编辑 曹丽 谭蓉蓉 安菲菲
装帧设计 关洁

- 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



中国石油学会天然气
专业委员会会刊
四川省石油学会会刊

版权所有，未经许可，不得转载

■本期视点

龙门山山前复杂构造带双鱼石构造栖霞组超深层整装大气田的形成

杨雨, 姜鹏飞, 张本健, 肖笛, 汪华, 雷程, 张亚, 陈骁, 刘冉, 李亚 (1)

■地质勘探

松辽盆地南部陆相页岩油气勘查突破及意义

徐兴友, 刘卫彬, 陈珊, 白静, 李耀华 (12)

断裂—盖层耦合封闭机理及断层圈闭油气聚集模式

付晓飞, 吕丁友, 黄江波, 王改卫, 孟令东, 王海学, 贾茹 (21)

四川盆地中—上寒武统洗象池群油气成藏模式与勘探前景

李英强, 高键, 李双建, 郝运轻, 林娟华, 孙炜, 武重阳, 马强, 王琳霖 (29)

基于三维空间响应分布函数的脉冲中子孔隙度测井快速模拟

付新月, 吴文圣, 张恒荣, 葛云龙, 王虎 (41)

西昌盆地昭觉凹陷白果湾组泥页岩生烃动力学模拟及资源潜力

陈杨, 何伟, 曾繁如, 龙潇, 牟必鑫, 李轲, 宋金辉, 周瑞琦 (50)

■开发工程

低渗透底水气藏水侵动态模拟实验及其对采收率的影响

高树生, 杨明翰, 叶礼友, 刘华勋, 朱文卿 (61)

超临界 CO₂ 压裂迂曲裂缝内支撑剂运移特征

郑永, 王海柱, 李根生, 田港华, 杨兵, 刘铭盛 (71)

■钻井工程

高温高压含硫气井完整性关键技术

——以安岳特大型气田为例 乐宏, 范宇, 李玉飞 (81)

四川盆地二叠系永探 1 井火山岩气井完井测试井壁稳定性实验

唐庚, 龚浩, 徐家年, 周朗, 张华礼, 张林 (91)

北极永冻区钻井地层压力预测方法

范西哲, 李晓, 吴永川, 张居贵, 楼一珊, 刘善勇, 朱亮 (99)

■ 集输与加工

基于微重力监测技术的地下储气库库容动用评价方法

廖伟, 刘国良, 何国林, 郑强, 邓申申, 张士杰, 张赞新 (106)

气藏型地下储气库地质体注采运行风险分级与管控

郑雅丽, 邱小松, 赖欣, 赵艳杰, 孙军昌, 皇甫晓红 (114)

■ 经济管理

输销分离下的天然气托运商调度运行模式

罗志伟, 左刚, 李博 (120)

“十四五”时期中国天然气国家安全预警分析

郑明贵, 王萍, 曾健林, 曹天琦 (129)

■ 新能源

天然气水合物水平井降压开采多相渗流—传热—力学耦合数值模拟: 方法和南海场地应用

赵小龙, 王增林, 赵益忠, 左家强, 李鹏, 梁伟, 王冰, 陈雪, 雷宏武, 金光荣 (138)

固态流化单喷嘴破碎水合物深度预测新模型及验证

余兴勇, 钟林, 王国荣, 李绪深, 方小宇, 张计春 (150)

■ 金点子

方便近视员工佩戴的正压式空气呼吸器 (40) 页岩气田电动化开采的电力监测系统 (80) 一种基于电成像测井资料精细评价束缚水饱和度的方法 (90)

■ 广告目录

《海相页岩气》新书推荐 (22-03-01) 四川蜀谷仪表科技有限公司 (22-03-02)

封面说明: 四川页岩气勘探开发有限责任公司泸 203H123 钻井平台

摄影: 夏庆华



本刊微信公众号

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)

第一届青年编委名单

蔡灿 蔡益栋 陈雷 陈雷 陈鹏飞 陈尚斌
陈杨 陈志明 代由进 单长安 董田 杜书恒
封从军 付安庆 龚德瑜 管全中 郭晶晶 郭岭
郭天魁 郭迎春 韩传军 韩辉 韩双彪 何玉发
胡金燕 黄东 黄河 黄雷 黄文君 贾虎
姜仁 赖锦 雷刚 李骞 李金金 李金磊
李敬法 李森圣 李松岩 李武广 李小刚 李彦龙
李勇 廖志伟 刘翠伟 刘冬冬 刘阳 卢聪
卢泓方 鲁人齐 罗万静 马天寿 马志欣 毛良杰
糜利栋 倪军 潘杰 潘松圻 庞惠文 裴仰文
彭瑀 邱振 沈骋 沈伟军 盛茂 石军太
石宇 时贤 宋毅 苏关东 苏明 苏丕波
粟科华 孙梦迪 孙明楠 谭晓华 唐旭 田磊
汪杰 王博弘 王代刚 王高成 王敬 王军磊
王磊 王亮 王森 王文东 王志远 王子振
位云生 尉建功 魏兵 魏琳 魏明强 魏文栋
魏祥峰 吴霁薇 吴克柳 熊健 许成元 许玉强
许争鸣 薛明 闫静 严敏 杨峰 杨仁峰
杨威 杨永飞 殷振元 游赟 曾德智 张超
张菲菲 张杰 张涛 张逸群 张永强 赵佳飞
赵欣 赵玉龙 郑爽 钟显康 周池楼 周军平
周俊杰 周理 周尚文 朱建雄



NATURAL GAS INDUSTRY

(Monthly, Started in 1981)

CONTENTS

March 2022, Vol. 42, No.3 (TOTAL No. 341)

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: March 25, 2022

Annual Subscription Rates:

China RMB ¥ 1200

Overseas US \$ 300

Overseas Distributor:

China International Book Trading Corporation

P. O. Box 399, Beijing 100044

P. R. China

Code No.: M 944

■ SPOTLIGHTS

- 1 Formation of ultra-deep integrated giant gas field in Qixia Formation of Shuangyushi structure in the foothill complex structural belt of Longmen Mountain** by YANG Yu, JIANG Pengfei, ZHANG Benjian, XIAO Di, WANG Hua, LEI Cheng, ZHANG Ya, CHEN Xiao, LIU Ran, LI Ya

■ GEOLOGY AND EXPLORATION

- 12 Breakthroughs in continental shale oil and gas exploration in the southern Songliao Basin and its implications for carbon neutrality** by XU Xingyou, LIU Weibin, CHEN Shan, BAI Jing, LI Yaohua
- 21 Fault-caprock coupling sealing mechanism and fault trap hydrocarbon accumulation model** by FU Xiaofei, LYU Dingyou, HUANG Jiangbo, WANG Gaiwei, MENG Lingdong, WANG Haixue, JIA Ru
- 29 Hydrocarbon accumulation model and exploration prospect of the Xixiangchi Group of Middle-Upper Cambrian in the Sichuan Basin** by LI Yingqiang, GAO Jian, LI Shuangjian, HAO Yunqing, LIN Juanhua, SUN Wei, WU Chongyang, MA Qiang, WANG Linlin
- 41 Fast simulation of pulsed neutron porosity logging based on three-dimensional spatial response distribution function** by FU Xinyue, WU Wensheng, ZHANG Hengrong, GE Yunlong, WANG Hu
- 50 Hydrocarbon generation kinetic simulation and resource potential of Baiguowan Formation shale in Zhaojue Sag of the Xichang Basin** by CHEN Yang, HE Wei, ZENG Fanru, LONG Xiao, MU Bixin, LI Ke, SONG Jinhui, ZHOU Ruiqi

■ DEVELOPMENT AND PRODUCTION

- 61 Simulation experiment of water invasion performance in low-permeability bottom water gas reservoir and its influence on recovery factor** by GAO Shusheng, YANG Minghan, YE Liyou, LIU Huaxun, ZHU Wenqing
- 71 Proppant transport characteristics in tortuous fractures induced by supercritical CO₂ fracturing** by ZHENG Yong, WANG Haizhu, LI Gensheng, TIAN Ganghua, YANG Bing, LIU Mingsheng

■ DRILLING ENGINEERING

- 81 **Integrity key technologies for high temperature and high pressure sour gas wells: A case study of the supergiant Anyue Gas Field** by YUE Hong, FAN Yu, LI Yufei
- 91 **Experimental study on wellbore stability during volcanic gas well test: A case study on Well Yongtan 1 in the Permian of the Sichuan Basin** by TANG Geng, GONG Hao, XU Jianian, ZHOU Lang, ZHANG Huali, ZHANG Lin
- 99 **A formation pressure prediction method for well drilling in the Arctic permafrost region** by FAN Xizhe, LI Xiao, WU Yongchuan, ZHANG Jugui, LOU Yishan, LIU Shanyong, ZHU Liang

■ STORAGE, TRANSPORTATION AND GAS PROCESSING

- 106 **Underground gas storage capacity utilization evaluation method based on microgravity monitoring technology** by LIAO Wei, LIU Guoliang, HE Guolin, ZHENG Qiang, DENG Shenshen, ZHANG Shijie, ZHANG Yunxin
- 114 **Risk classification and control of gas-storage geological body of gas reservoir type during injection, production and operation** by ZHENG Yali, QIU Xiaosong, LAI Xin, ZHAO Yanjie, SUN Junchang, HUANGFU Xiaohong

■ ECONOMIC MANAGEMENT

- 120 **Dispatching operation mode of natural gas shippers under the system of transportation and marketing separation** by LUO Zhiwei, ZUO Gang, LI Bo
- 129 **Early warning analysis on China's natural gas national security during the 14th Five-Year Plan** by ZHENG Mingui, WANG Ping, ZENG Jianlin, CAO Tianqi

■ NEW ENERGY SOURCES

- 138 **Coupled thermal-hydrodynamic-mechanical numerical simulation of natural gas hydrate horizontal well depressurization production: Method and application in South China Sea** by ZHAO Xiaolong, WANG Zenglin, ZHAO Yizhong, ZUO Jiaqiang, LI Peng, LIANG Wei, WANG Bing, CHEN Xue, LEI Hongwu, JIN Guangrong
- 150 **A new model for predicting hydrate breaking depth of single nozzle in solid fluidization exploitation and its verification** by YU Xingyong, ZHONG Lin, WANG Guorong, LI Xushen, FANG Xiaoyu, ZHANG Jichun

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

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 ≤ 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：0~100 kPa，准确度： $\pm 0.2\%$ FS
- 压力测量范围：0~20 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想的流量计量仪表。



广告编号：22-03-02



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

电话：028-85162746
 网址：www.ssgic.com
 邮箱：sgi@ssgic.com