

ISSN 1000-0976

CN 51-1179/TE

天然气工业

®



NATURAL GAS INDUSTRY

2022.5

Vol.42 No.5

四川盆地天然气勘探专题

一种石油专用管超弹性应变密封新技术

中国天然气地下储气库重大科学理论技术发展方向

中国进口天然气运输安全评价



QK2221645

ISSN 1000-0976



0.5>

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5期

(月刊·1981年创刊 总第343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5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 张敏
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
- 中国地质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

■ 地质勘探

- 四川盆地超级富气成因探讨 李国辉, 苑保国, 朱华, 杨光, 戴鑫 (1)
- 四川盆地震旦系灯影组跨重大构造期油气成藏过程与成藏模式
姜华, 李文正, 黄士鹏, 江青春, 翟秀芬, 谷志东, 谢武仁, 王瑞菊 (11)
- 火山岩晶质及非晶质矿物组份定量分析方法
——以四川盆地西部二叠系火山岩为例
谭杰, 周克明, 曾理, 邹春艳, 严玉霞, 孔令明, 袁小玲 (24)
- 四川盆地东部地区寒武系膏盐岩厚度定量预测及其油气地质意义
江青春, 李建忠, 汪泽成, 黄士鹏, 苏旺, 姜华, 曾富英, 鲁卫华, 毕赫 (34)
- 山地复杂构造区叠前深度偏移初始层速度约束反演改进新方法
熊晶璇, 贺振华, 刘鸿, 赵容容, 杨卫宁, 张恩嘉, 王光银, 唐虎 (47)

■ 开发工程

- 基于储层纵向非均质性的水力压裂裂缝三维扩展模拟
付海峰, 才博, 庾劭, 贾爱林, 翁定为, 梁天成,
张丰收, 问晓勇, 修乃岭 (56)
- 基于孔隙网络模拟的致密砂岩气充注与微观气水赋存特征
赵文, 吴克柳, 姜林, 何敏侠, 李相方, 贾承造 (69)

■ 钻井工程

- 一种石油专用管超弹性应变密封新技术
王新虎, 吕永鹏, 王建东, 王鹏, 潘宝昌 (80)
- 基于漂移流动模型的水平井岩屑床高度瞬态计算新方法
孙晓峰, 姚笛, 孙士慧, 纪国栋, 于福锐, 孙铭浩, 赵元喆, 陶亮 (85)

■ 集输与加工

- 中国天然气地下储气库重大科学理论技术发展方向
马新华, 郑得文, 魏国齐, 丁国生, 郑少婧 (93)
- 富气乙烷回收工艺改进及综合对比分析 蒋洪, 李浩玉 (100)
- 基于人工智能技术的输气管道系统可靠性量化方法 朱汪友, 侯磊 (110)

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	杨仁锋	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			

安全环保

甲烷—氮气分离膜研究进展及展望 陈雷, 李东泽, 刘刚, 崔鹏, 杜伟 (120)

中国进口天然气运输安全评价

李宏勋, 高达, 李昆鹏, 许寒, 卡哈尔·热扎克 (131)

经济管理

中国“气大庆”战略下的天然气科技管理模式创新

——以中国石油西南油气田公司为例

党录瑞, 辜穗, 刘建青, 王富平, 张勇, 彭子成 (142)

油气科技创新成果收益递进分成的构建

——以油气勘探开发为例

姜子昂, 辜穗, 彭彬, 江如意, 任丽梅, 王径 (148)

新能源

中国氢能产业技术发展现状及未来展望

张智, 赵苑瑾, 蔡楠 (156)

金点子

减少区域性地层坍塌、钻完井液漏失“试错”成本的方法 (10)

长输油气管道阴极保护电位智能监测技术 (46)

多层合采用工作液对储层伤害程度的计算方法 (79)

如何破解破碎性煤层气储层钻井液安全密度窗口扩大的难题 (119)

运用 VBA 代码智能化构建单井地质数据管理模型 (165)

广告目录

苏州安特威阀门有限公司 (22-05-01) 四川蜀谷仪表科技有限公司 (22-05-02)

封面说明：中国石油西南油气田公司川西北气矿苍溪天然气净化二厂尾气装置

摄影：黄文俊



本刊微信公众号



NATURAL GAS INDUSTRY

(Monthly, Started in 1981)

CONTENTS

May 2022, Vol. 42, No.5 (TOTAL No. 343)

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: May 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

■ GEOLOGY AND EXPLORATION

- 1 **Genesis of super-rich gas in the Sichuan Basin** by LI Guohui, YUAN Baoguo, ZHU Hua, YANG Guang, DAI Xin
- 11 **Process and model of hydrocarbon accumulation spanning major tectonic phases of Sinian Dengying Formation in the Sichuan Basin** by JIANG Hua, LI Wenzheng, HUANG Shipeng, JIANG Qingchun, ZHAI Xiufen, GU Zhidong, XIE Wuren, WANG Ruiju
- 24 **Quantitative analysis method for crystalline and amorphous components in volcanic rocks: A case study on Permian volcanic rocks in the western Sichuan Basin** by TAN Jie, ZHOU Keming, ZENG Li, ZOU Chunyan, YAN Yuxia, KONG Lingming, YUAN Xiaoling
- 34 **Quantitative thickness prediction of Cambrian gypsum-salt rocks in eastern Sichuan Basin and its petroleum significance** by JIANG Qingchun, LI Jianzhong, WANG Zecheng, HUANG Shipeng, SU Wang, JIANG Hua, ZENG Fuying, LU Weihua, BI He
- 47 **An improved constrained initial layer velocity inversion method for pre-stack depth migration in mountainous complex structure areas** by XIONG Jingxuan, HE Zhenhua, LIU Hong, ZHAO Rongrong, YANG Weining, ZHANG Enjia, WANG Guangyin, TANG Hu

■ DEVELOPMENT AND PRODUCTION

- 56 **Three dimensional simulation of hydraulic fracture propagation based on vertical reservoir heterogeneity** by FU Haifeng, CAI Bo, GENG Meng, JIA Ailin, WENG Dingwei, LIANG Tiancheng, ZHANG Fengshou, WEN Xiaoyong, XIU Nailing
- 69 **Charging and microscopic gas-water occurrence characteristics of tight sandstone gas based on pore network model** by ZHAO Wen, WU Keliu, JIANG Lin, HE Minxia, LI Xiangfang, JIA Chengzao

■ DRILLING ENGINEERING

- 80 **A new super-elastic strain sealing technology for OCTG** by WANG Xinhui, LYU Yongpeng, WANG Jiandong, WANG Peng, PAN Baochang

- 85 **A new transient calculation method of cuttings bed thickness based on drift flow model** by *SUN Xiaofeng, YAO Di, SUN Shihui, JI Guodong, YU Furui, SUN Minghao, ZHAO Yuanzhe, TAO Liang*

■ STORAGE, TRANSPORTATION AND GAS PROCESSING

- 93 **Development directions of major scientific theories and technologies for underground gas storage** by *MA Xinhua, ZHENG Dewen, WEI Guoqi, DING Guosheng, ZHENG Shaojing*
- 100 **Improvement and comparative analysis of RSV ethane recovery process** by *JIANG Hong, LI Haoyu*
- 110 **Reliability quantification method of natural gas pipeline system based on artificial intelligence technology** by *ZHU Wangyou, HOU Lei*

■ HSE TECHNOLOGY AND MANAGEMENT

- 120 **Research progress and prospect of CH₄/N₂ separation membranes** by *CHEN Lei, LI Dongze, LIU Gang, CUI Peng, DU Wei*
- 131 **Transportation safety evaluation of imported natural gas in China** by *LI Hongxun, GAO Da, LI Kunpeng, XU Han, KAHAEER•Rezhake*

■ ECONOMIC MANAGEMENT

- 142 **Innovation of natural gas science and technology management mode under the strategy of "Gas Daqing" in China** by *DANG Lurui, GU Sui, LIU Jianqing, WANG Fuping, ZHANG Yong, PENG Zicheng*
- 148 **Construction of progressive revenue sharing method for oil & gas scientific and technological innovation achievements: A case study on oil & gas exploration and development** by *JIANG Zi'ang, GU Sui, PENG Bin, JIANG Ruyi, REN Limei, WANG Jing*

■ NEW ENERGY SOURCES

- 156 **Technological development status and prospect of hydrogen energy industry in China** by *ZHANG Zhi, ZHAO Yuanjin, CAI Nan*

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. ■

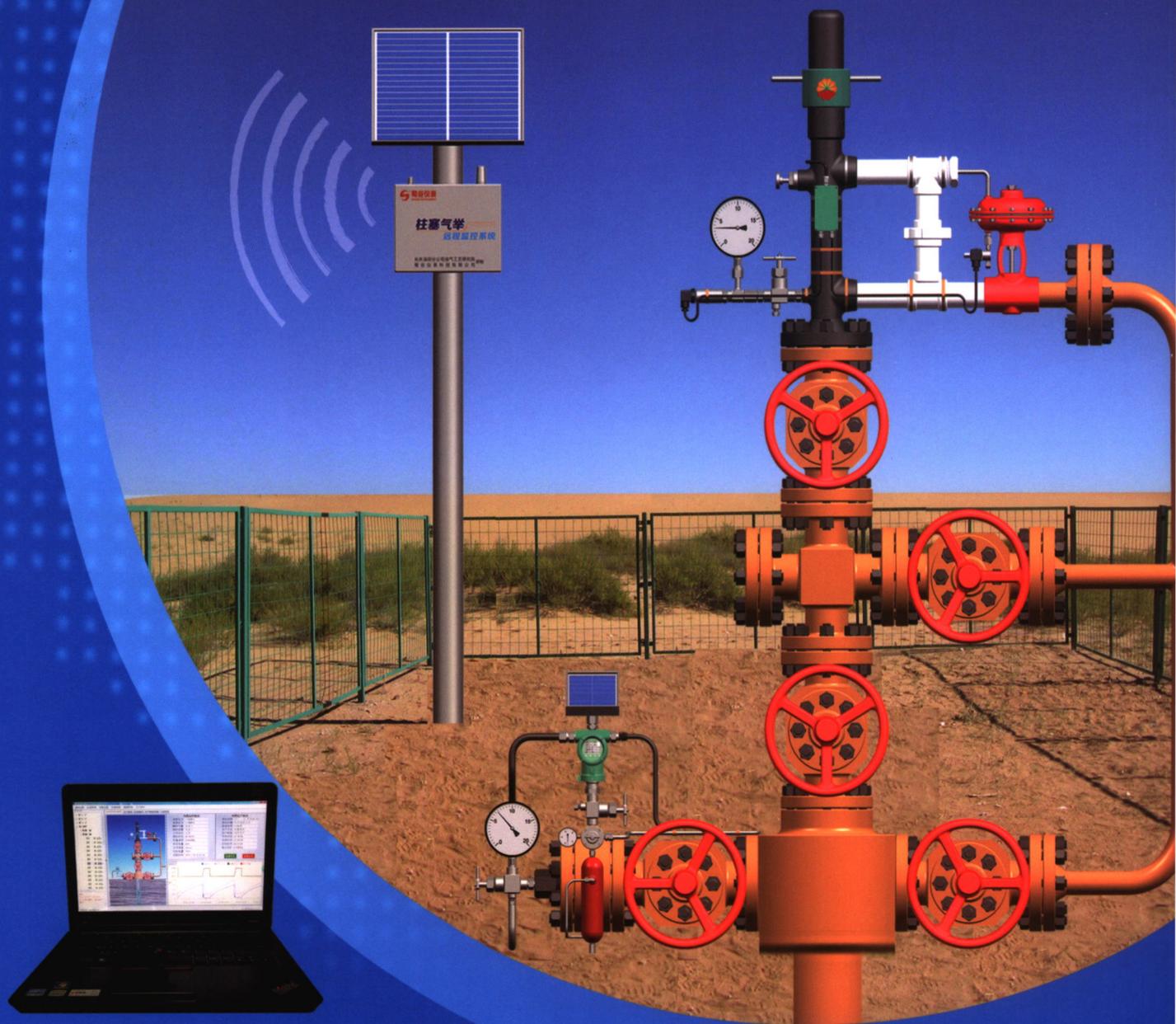
To obtain the information on "the Authors and Abstracts", please visit the English version on our website:

http://www.cngascn.com:81/ngi_wk/EN/volumn/current.shtml

SGD

蜀谷仪表
SHUGU INSTRUMENT

柱塞气举排水采气控制系统



主要功能特点和技术指标

- 具备远程控制功能
- 存储能力：7天的生产数据
- 太阳能供电，蓄能电池：续航7个连续阴雨天
- 外壳防护等级：IP65
- 结构紧凑，安装简单、维护方便
- 通讯模式：RS485接口，Modbus及自定义协议
- 具有“黑匣子”功能
- 压力测量最大允许误差： $\pm 0.2\%FS$
- 防爆类型：本质安全型，防爆标志为Exib II BT4
- 整机功耗： $\leq 15\text{ mW}$
- 模块化设计，多种生产制度优化模式算法
- 工作环境温度范围 $-25 \sim 65\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度： $\leq 95\%$

SGD柱塞气举排水采气控制系统是一套多功能、宽用途的油气井生产管理控制系统。它由智能柱塞控制器、柱塞到达传感器、油套压数字压力计、电磁阀、太阳能光伏板、远程测控系统等组成，内置定时开关井、压力优化、时间优化等多种气井生产控制模式。通过对井口压力、产量、柱塞运行速度等数据的采集、识别、远程监控，可正确判断气井生产动态，为优化气井生产制度提供依据。经中石油西南油气田、长庆油田、福山油田、新疆油田、煤层气公司近600口气井的应用证实，该系统具有智能控制算法稳定、远程测控可靠、生产管理简便等优点，是气田后期稳产技术的重要配套装备。

广告编号：22-05-02



四川蜀谷仪表科技有限公司

万方数据

SHUGUINSTRUMENTTECHNOLOGYCO.,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