

天然气工业[®]



NATURAL GAS INDUSTRY

2017.5

Vol.37 No.5

柴西狮子沟地区渐新统下干柴沟组上段膏盐岩沉积演化特征

多孔介质中天然气水合物生成的主要影响因素

NG接收站储罐冷却过程中蒸发气体的零排放技术

联探并采：非常规油气资源勘探开发持续发展自我救赎之路



QK1708736



ISSN 1000-0976



0.5>

9 771000 097178

● Ei收录期刊 ● CSCD核心期刊 ● 中国“百强报刊” ● 中国精品科技期刊
● RCCSE中国权威学术期刊 ● 全国中文核心期刊 ● 中国国际影响力优秀学术期刊
主办：四川石油管理局 中国石油西南油气田公司 中国石油川庆钻探工程公司

主 管 中国石油天然气集团公司

主 办 四川石油管理局

中国石油西南油气田公司

中国石油川庆钻探工程公司

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 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

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 2017 年 5 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 陈 敏

英文编辑 谭蓉蓉

装帧设计 关 洁

版权所有, 未经许可,
不得转载



目

次

■地质勘探

柴西狮子沟地区渐新统下干柴沟组上段膏盐岩沉积演化特征

易定红, 王建功, 石亚军, 孙秀健, 马新民, 王鹏, 李延丽 (1)

南黄海盆地中—古生代海相地层油气保存条件

梁杰, 张鹏辉, 陈建文, 龚建明, 袁勇 (10)

利用地球物理综合预测方法识别页岩气储层甜点

——以四川盆地长宁区块下志留统龙马溪组为例

陈胜, 赵文智, 欧阳永林, 曾庆才, 杨青,

侯华星, 盖少华, 包世海, 李新豫, 张连群, 常鑫 (20)

页岩气压裂微地震监测中的裂缝成像方法

杨瑞召, 李德伟, 庞海玲, 马天翔, 程金浪, 孟令彬 (31)

■开发工程

多孔介质中天然气水合物生成的主要影响因素

Khlebnikov V.N., Antonov S.V., Mishin A.S., 梁萌,

Khamidullina I.V., Zobov P.M., Likhacheva N.V., Gushchin P.A. (38)

基于支持向量机结合遗传算法的天然气水合物相平衡研究

马贵阳, 宫清君, 潘振, 刘培胜, 李存磊 (46)

氧化爆裂提高页岩气采收率的前景

游利军, 康毅力, 陈强, 方朝合, 杨鹏飞 (53)

■钻井工程

电力振动器激振作用下的套管串振动特性

尹宜勇, 苏义脑, 王兆会 (62)

基于 API 圆螺纹的气密封螺纹开发及评价

张永强, 刘立, 陆金福, 尹志福, 王珂, 刘杰, 拓川 (68)

地下储气库注采管柱气密封螺纹接头优选

王建军, 孙建华, 薛承文, 韩军, 张国红, 王蕊 (76)

■集输与加工

LNG 接收站储罐冷却过程中蒸发气体的零排放技术

孔令海, 黎文锋, 邓文源, 童文龙 (81)

可提高效率及海上适应性的浮式双混合制冷剂天然气液化工艺

常学煜, 朱建鲁, 李玉星, 陈杰, 曾伟平 (88)

含蜡晶天然气水合物浆液黏度的影响因素

史博会, 柴帅, 柳扬, 丁麟, 宋尚飞, 吴海浩, 宫敬 (97)

■ 安全与管理

苏桥地下储气库群注采工程风险与安全保障体系

丁建东, 杨永祥, 丁熠然, 刘靛雯, 潘众, 荣伟 (106)

基于供应链角度的中国天然气进口风险研究

董秀成, 孔朝阳 (113)

■ 新能源

发电厂烟气开采天然气水合物过程能效模拟

樊栓狮, 王曦, 郎雪梅, 王燕鸿 (119)

■ 观点与论坛

联探并采: 非常规油气资源勘探开发持续发展自我救赎之路

郑力会, 魏攀峰, 张峥, 聂帅帅, 楼宣庆, 崔可心, 付毓伟 (126)

■ 要闻信息

我国海域天然气水合物试采成功 (37) 中石油通过国际合作加码天然气业务 (45) “十三五”全国油气资源评价启动 (52) 中共中央、国务院印发《关于深化石油天然气体制改革的若干意见》(87) 中石化将组建三大天然气销售中心 (96) 长宁—威远国家级页岩气示范区产气量突破 $40 \times 10^8 \text{ m}^3$ (105) 中石油二氧化碳干法加砂压裂技术获重大突破 (125)

■ 广告目次

四川蜀谷仪表科技有限公司 (17-05-01) 《Natural Gas Industry B》(17-05-02) 上海化工研究院有限公司 (17-05-03) 杭州中泰深冷技术股份有限公司 (17-05-04) 四川石达能源发展有限公司 (17-05-05)

封面说明: 中国石油青海油田公司柴达木盆地英雄岭构造带西部地区钻探

(图片由中国石油青海油田公司勘探开发研究院提供)

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



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: Tan rongrong

E-mail: trr@trqgy.cn

Publishing Date: May 25, 2017

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

May 2017, Vol. 37, Issue 5 (TOTAL No. 283)

■ GEOLOGY AND EXPLORATION

- 1 Evolution characteristic of gypsum-salt rocks of the upper member of Oligocene Lower Ganchaigou Fm in the Shizigou area, western Qaidam Basin *by Yi Dinghong, Wang Jiangong, Shi Yajun, Sun Xiujian, Ma Xinmin, Wang Peng & Li Yanli*
- 10 Hydrocarbon preservation conditions in Mesozoic-Paleozoic marine strata in the South Yellow Sea Basin *by Liang Jie, Zhang Penghui, Chen Jianwen, Gong Jianming & Yuan Yong*
- 20 Comprehensive prediction of shale gas sweet spots based on geophysical properties: A case study of the Lower Silurian Longmaxi Fm in Changning block, Sichuan Basin *by Chen Sheng, Zhao Wenzhi, Ouyang Yonglin, Zeng Qingcai, Yang Qing, Hou Huaxing, Gai Shaohua, Bao Shihai, Li Xinyu, Zhang Lianqun & Chang Xin*
- 31 Fracture imaging of the surface based microseismic monitoring in shale gas fracking: Methods and application *by Yang Ruizhao, Li Dewei, Pang Hailing, Ma Tianxiang, Cheng Jinlang & Meng Lingbin*

■ DEVELOPMENT AND PRODUCTION

- 38 Major factors influencing the formation of natural gas hydrates in porous media *by Khlebnikov V.N., Antonov S.V., Mishin A.S., Liang Meng, Khamidullina I.V., Zobov P.M., Likhacheva N.V. & Gushchin P.A.*
- 46 GA-SVM based study on natural gas hydrate phase equilibrium *by Ma Guiyang, Gong Qingjun, Pan Zhen, Liu Peisheng & Li Cunlei*
- 53 Prospect of shale gas recovery enhancement by oxidation-induced rock burst *by You Lijun, Kang Yili, Chen Qiang, Fang Chaohe & Yang Pengfei*

■ DRILLING ENGINEERING

- 62 Vibration characteristics of casing string under the exciting force of an electric vibrator *by Yin Yiyong, Su Yinao & Wang Zhaohui*
- 68 Development of gas-tight threads based on API round threads and its evaluation *by Zhang Yongqiang, Liu li, Lu Jinfu, Yin Zhifu, Wang Ke, Liu Jie & Tuo Chuan*
- 76 Optimization of gas-tight thread connectors on injection-production strings in underground gas storage wells *by Wang Jianjun, Sun Jianhua, Xue Chengwen, Han Jun, Zhang Guohong & Wang Rui*

■ STORAGE, TRANSPORTATION AND GAS PROCESSING

- 81 **BOG zero emission technology in the process of tank cooling in LNG terminals** by Kong Linghai, Li Wenfeng, Deng Wenyuan & Tong Wenlong
- 88 **Floating DMR LNG-FPSO process with high efficiency and good offshore adaptability** by Chang Xueyu, Zhu Jianlu, Li Yuxing, Chen Jie & Zeng Weiping
- 97 **Factors influencing the viscosity of natural gas hydrate slurry with wax crystal** by Shi Bohui, Chai Shuai, Liu Yang, Ding Lin, Song Shangfei, Wu Haihao & Gong Jing

■ QHSE MANAGEMENT

- 106 **Risk analysis and a safety control system of the injection-production project in the Suqiao underground gas storage group, North China** by Ding Jiandong, Yang Yongxiang, Ding Yiran, Liu Liangwen, Pan Zhong & Rong Wei
- 113 **Risk analysis of natural gas imports in China from the perspective of supply chain** by Dong Xiucheng & Kong Zhaoyang

■ NEW ENERGY SOURCES

- 119 **Energy efficiency simulation of the process of gas hydrate exploitation from flue gas in an electric power plant** by Fan Shuanshi, Wang Xi, Lang Xuemei & Wang Yanhong

■ VIEW AND DISCUSSION

- 126 **Joint exploration and development: A self-salvation road to sustainable development of unconventional oil and gas resources** by Zheng Lihui, Wei Panfeng, Zhang Zheng, Nie Shuaishuai, Lou Xuanqing, Cui Kexin & Fu Yuwei

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 and transportation, gas processing and utilization, QHSE management, marketing and economy, 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



四川石达能源发展有限公司



四川石达能源发展有限公司（以下简称公司）是一家专业从事油（气）田地面、长距离管道输送、油气库、油气加工和市政燃气工程规划、咨询、勘察设计、EPC总承包、项目管理及技术服务的设计工程公司。

公司具有城镇燃气甲级，石油天然气管道输送甲级，气田地面、油气库乙级、勘察测量乙级，规划乙级，咨询乙级，拥有压力管道设计许可证、压力容器设计许可证，并取得质量、环境、职业健康安全管理体系认证，是中石油准入单位及优秀承包商、中石化A级诚信合作单位。

公司重视人才的引进和培养，汇聚了一批在行业内具有丰富工程设计和经验的人员，现有员工300余人，其中：高级职称21人，中级职称53人，各类国家注册工程师35人，并长期聘有油气田地面、管道输送、燃气、建筑结构、设备等知名专家16人；同时公司注重技术融合与发展，拥有TGNET、CADworx2015、CAESARII应力分析、HYSYS、数字化管道、鹏业等设计软件，并自主开发了城镇燃气进户设计、长输管道设计等一体化软件，利用自建的OA项目管理系统对各工程进行全阶段管控。公司成立以来，完成各类工程2000余项，2014年荣获“德勤中国”高成长企业全国50强。

公司秉承“客户价值、专业创新、坦诚开放、尊重合作、持续改善、共享共赢”的核心价值观，融入市场经济规律和现代企业经营发展理念，坚持“用户为本、诚信服务、质量至上”的宗旨，致力于成为国内优秀的石油天然气设计工程公司。

致力于成为国内优秀的石油天然气设计工程公司

广告编号：17-05-05

地址：四川省成都市高新区天府大道中段1388号美年广场D座801室

邮编：610041

网址：www.scsdny.com

电话：86-28-69283776

传真：86-28-69283772