

ISSN 1000-0976
CN 51-1179/TE



天然气工业[®]
NATURAL GAS INDUSTRY

龙门山复杂构造带红星1井天然气勘探突破及其油气地质意义
油气生产智能安全运维：内涵及关键技术
天然气开发对标管理指标体系及评价方法

2023.02
Vol.43 No.2

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

ISSN 1000-0976



天然气工业(月刊)第四十三卷 第二期

二〇二三年二月出版

Natural Gas Industry (Monthly) Vol.43 No.2 2023

2023年第43卷第2期

(月刊·1981年创刊 总第352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)
四川省成都市成华区府青路一段3号
主编 杨雨
执行主编 杨跃明 胡勇 居维清
社长 王良锦
副社长 陈水银 谷翠琳 孔波
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 2023年2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 蒋静萍 陈敏
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

目次

● 本期视点

龙门山复杂构造带红星1井天然气勘探突破及其油气地质意义

杨跃明, 白晓亮, 易海永, 刘冉, 马华灵, 韩嵩, 闫柯,

彭思桥, 陈延贵, 王尉, 钟佳倚 1

油气生产智能安全运维: 内涵及关键技术

张来斌, 王金江 15

天然气开发对标管理指标体系及评价方法

雍锐, 杨洪志, 马英哲, 杨长城, 方圆 24

● 地质勘探

四川盆地加里东期构造运动特征及其地质响应

谷明峰, 刘冉, 张豪, 和源, 李堃宇, 郝毅, 姜华, 李文正 32

松辽盆地梨树断陷下白垩统储层沥青特征及其与油气成因的关系

苏圣民, 蒋有录, 刘玉虎 44

基于相控地质统计学叠前反演的致密砂岩薄储层含气性预测

——以鄂尔多斯盆地临兴中区为例

林利明, 郑颖, 史浩, 李忠城, 时靖雪, 师素珍, 郭俊超 56

● 开发工程

“多尺度高密度”压裂技术理念与关键技术

——以川西地区致密砂岩气为例

郭建春, 路千里, 刘壮, 曾凡辉, 郭彤楼, 刘言, 刘林, 邱玲 67

考虑离散裂缝的非均质裂缝性气藏数值试井新模型

陈志明, 张绍琦, 周彪, 廖新维, Wei YU 77

水力压裂分布式光纤传感联合监测技术研究进展

隋微波, 温长云, 孙文常, 李俊卫, 郭欢, 杨艳明, 宋佳忆 87

● 钻井工程

基于井下多点压力测量和数据驱动的实时井眼清洁监测新方法

张菲菲, 李白雪, 于琛, 陈俊, 彭涛, 王茜 104

基于气液分离的天然气双入口优化设计

邢树宾, 陈瑶瑶, 杨乐乐, 余福春, 许晶禹, 吴应湘 114

集输与加工

基于应变的高钢级管道环焊接头失效评定方法

王旭, 帅健, 张圣柱, 王如君, 多英全 121

液氢和液态有机氢载体的氢运输链能效及碳排放

林文胜, 刘洪茹, 许婧煊 131

经济管理

深化中国天然气市场改革的思考与建议

孙慧, 杨雷, 李雷, 丁奕如, 王炜玮 139

新能源

海上风电制氢经济评价模型及关键影响参数

张岑, 魏华, 庄妍, 欧阳琰 146

孔隙水中氦气溶解与脱溶量估算方法及其地质意义

赵栋, 王晓锋, 刘文汇, 张东东, 李孝甫, 张珈毓 155

金点子

城市埋地管道动态直流干扰防护技术

14

采气管线直管段蒸汽换热装置

86

压井液脉冲返吐回收法

154

广告目录

中国石油大庆油田有限责任公司采油工程研究院 (23-02-01)

封面说明: 中国石油西南油气田公司龙门山北段红星潜伏构造红星1井

摄影: 张明



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 刘达东 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 游赞 曾德智 张超 张菲菲
张杰 张涛 张逸群 张永强 赵佳飞 赵欣
赵星 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)

January 2023, Vol.43, No.2
(TOTAL No.352)

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: WANG Liangjin

Deputy Director: CHEN Shuiyin

GU Cuilin

KONG Bo

Executive Editor: HUANG Dong

Add: No. 3, Sec. 1, Fuqing Rd., Chengdu,

Sichuan Province 610051, P. R. China

Tel: +86(28)86013013

Website: www.cngascn.com

E-mail: trqgy@trqgy.cn

Publishing Date: February 25, 2023

Annual Subscription Rates:

China CNY ¥ 1200

Overseas USD \$ 300

Overseas Distributor:

China International Book Trading Corporation

P. O. Box 399, Beijing 100044

P. R. China

Code No.: M 944

CONTENTS

SPOTLIGHTS

Progress and potential of natural gas exploration in the complex tectonic belt of Longmen Mountain: Learning from drilling achievements of Well Hongxing by YANG Yueming, BAI Xiaoliang, YI Haiyong, LIU Ran, MA Hualing,

HAN Song, YAN Ke, PENG Siqiao, CHEN Yangui, WANG Wei, ZHONG Jiayi

1

Intelligent safe operation and maintenance of oil and gas production systems: Connotation and key technologies by ZHANG Laibin, WANG Jinjiang

15

A benchmarking management index system and an evaluation method for natural gas development by YONG Rui, YANG Hongzhi, MA Yingzhe, YANG

Changcheng, FANG Yuan

24

GEOLOGY AND EXPLORATION

Characteristics and geological response of Caledonian tectonic movement in the Sichuan Basin by GU Mingfeng, LIU Ran, ZHANG Hao, HE

Yuan, LI Kunyu, HAO Yi, JIANG Hua, LI Wenzheng

32

Development characteristics of Lower Cretaceous reservoir bitumen and its relationship with oil and gas genesis in the Lishu Rift, Songliao Basin by SU Shengmin, JIANG Youlu, LIU Yuhu

44

Gas-bearing prediction of thin tight sandstone reservoirs based on facies-controlled geostatistical pre-stack inversion: A case study of the middle Linxing Block in the Ordos Basin by LIN Liming, ZHENG Ying,

SHI Hao, LI Zhongcheng, SHI Jingxue, SHI Suzhen, GUO Junchao

56

DEVELOPMENT AND PRODUCTION

Concept and key technology of "multi-scale high-density" fracturing technology: A case study of tight sandstone gas reservoirs in the western Sichuan Basin by GUO Jianchun, LU Qianli, LIU Zhuang, ZENG Fanhui,

GUO Tonglou, LIU Yan, LIU Lin, QIU Ling

67

A new numerical well testing model considering discrete fractures for heterogeneous fractured gas reservoirs by CHEN Zhiming, ZHANG Shaoqi,

ZHOU Biao, LIAO Xinwei, YU Wei

77

Joint application of distributed optical fiber sensing technologies for hydraulic fracturing monitoring by SUI Weibo, WEN Changyun, SUN

Wenchang, LI Junwei, GUO Huan, YANG Yanming, SONG Jiayi

87

Adhering to the principle of "Sichuan-Chongqing Roots, Chinese Researches, Global Insights", *Natural Gas Industry* (NGI) keeps striving to demonstrate the development and progress of China's natural gas industry, promote its scientific and technological development, and encourage the application of research findings. NGI timely reports basic research and applied technology research in upstream, middle and downstream industries of natural gas in China. With its focus on large and medium gas fields, production and research, and advanced theories, NGI serves for research in the science and technology of the whole industry. Columns include Spotlights, Geology and Exploration, Development and Production, Drilling Engineering, Storage, Transportation and Gas Processing, HSE, Economic Management, and New Energy Sources. NGI aims to build a prestigious scientific and technological journal in this industry.

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

G DRILLING ENGINEERING

- A new real-time hole cleaning monitoring method based on downhole multi-point pressure measurement and data driven** by ZHANG Feifei, LI Baixue, YU Chen, CHEN Jun, PENG Tao, WANG Xi 104
- Design optimization of natural gas double inlets based on gas-liquid separation** by XING Shubin, CHEN Yaoyao, YANG Lele, YU Fuchun, XU Jingyu, WU Yingxiang 114

G STORAGE, TRANSPORTATION AND GAS PROCESSING

- A strain based failure assessment method for girth welded joints in high grade steel line pipes** by WANG Xu, SHUAI Jian, ZHANG Shengzhu, WANG Rujun, DUO Yingquan 121
- Energy efficiency and carbon emission of hydrogen transportation chain in the mode of liquid hydrogen and liquid organic hydrogen carrier** by LIN Wensheng, LIU Hongru, XU Jingxuan 131

G ECONOMIC MANAGEMENT

- Deepening the reform of natural gas market in China: Discussion and suggestions** by SUN Hui, YANG Lei, LI Lei, DING Yiru, WANG Weiwei 139

G NEW ENERGY SOURCES

- Economic evaluation model of offshore wind to hydrogen and its key influence parameters** by ZHANG Cen, WEI Hua, ZHUANG Yan, OUYANG Yan 146
- Calculation method and geological significance of dissolved and exsolved helium in pore water** by ZHAO Dong, WANG Xiaofeng, LIU Wenhui, ZHANG Dongdong, LI Xiaofu, ZHANG Jiayu 155