

ISSN 1000-0976

CN 51-1179/TE

天然气工业[®]



NATURAL GAS INDUSTRY

2022.4

Vol.42 No.4

[新能源：中国氢能、地热专辑]



QK2218490



ISSN 1000-0976



04>

9 771000 097222

万方数据

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

2022年第42卷第4期

(月刊·1981年创刊 总第342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4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 申红涛 蒋静萍
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

氢能工业现状、技术进展、挑战及前景

邹才能, 李建明, 张茜, 金旭, 熊波, 余晖迪, 刘晓丹, 王善宇, 李轶衡,
张琳, 苗盛, 郑德温, 周红军, 宋佳妮, 潘松圻 (1)

■地质勘探

四川盆地大地热流特征及热储系统类型

孙少川, 国殿斌, 李令喜, 李江龙, 高山林, 宿赛, 张斌 (21)

羊八井地热田地地质条件及其对超临界地热资源勘探的启示

王迎春, 周金林, 李亮, 文华国, 宋荣彩, 姜光政, 胡杰, 张超 (35)

基于三维地质建模的松辽盆地北部地温场模拟

施亦傲, 王社教, 肖红平, 杜广林, 饶松, 胡圣标, 汪泽成 (46)

■开发工程

多层合采油藏废弃井网取热性能评价

宋先知, 许富强, 姬佳炎, 石宇 (54)

天然裂缝对干热岩水力压裂裂缝扩展的影响规律

谢紫霄, 黄中伟, 熊建华, 武晓光, 李根生, 邹文超, 龙腾达 (63)

基于多目标的干热岩注采取热性能均衡优化方法

宋国锋, 李根生, 宋先知, 石宇 (73)

地下水渗流对中层地埋管取热性能的影响规律

焦开拓, 孙成珍, 白博峰, 杨瑞涛 (85)

基于二维裂缝网络数值模拟的干热岩储层热采效率评价

唐宜家, 马天寿, 陈力力, 张玉婷, 王锐 (94)

缝洞型岩溶热储流动传热耦合数值模拟

姚军, 张旭, 黄朝琴, 巩亮, 杨文东, 李阳 (107)

■钻井工程

围压条件下电脉冲破碎干热岩机理

刘伟吉, 胡海, 祝效华, 罗云旭, 陈梦秋 (117)

■集输与加工

二氧化碳捕集与地热发电全链能流分析

张富珍, 胥蕊娜, 姜培学 (130)

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	李赛	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	杨仁锋
杨威	杨永飞	殷振元	游贇	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		

纯氢与掺氢天然气节流特性及节流系数预测新方法

周慧, 朱建鲁, 李五星, 刘翠伟, 韩辉 (139)

经济管理

“绿色发展西南模式”的思考与实施路径

——以中国石油西南油气田公司为例

董焕忠, 熊波, 王道成, 李森圣, 刘嵩, 王富平 (149)

新能源

“双碳”目标下中国氢能发展战略

孟翔宇, 陈铭韵, 顾阿伦, 邬新国, 刘滨, 周剑, 毛宗强 (156)

“碳中和”目标下分布式制氢技术优选

陈健, 卜令兵 (180)

“碳中和”背景下的液氢发展之路探讨

张震, 解辉, 苏嘉南, 兰玉岐, 安刚 (187)

行业指数

2022年第一季度中国天然气行业景气指数分析

西南石油大学中国天然气行业景气指数研究中心 (194)

金点子

页岩气储层斜支撑区域导流能力评价技术 (20) 压裂用暂堵剂性能评价技术 (34)

高含硫气藏元素硫溶解度测定技术 (155) 裂缝导流能力实验岩板密封技术 (186)

利用老井开展复杂断块含水层地下储气库建库评价 (193)

广告目次

四川科力特油气技术服务有限公司 (22-04-01)

封面说明：西藏自治区蕴藏着丰富的地热资源

摄影：徐成龙



本刊微信公众号



NATURAL GAS INDUSTRY

(Monthly, Started in 1981)

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: April 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

CONTENTS

April 2022, Vol. 42, No.4 (TOTAL No. 342)

■ SPOTLIGHTS

- 1 Industrial status, technological progress, challenges and prospects of hydrogen energy** by ZOU Caineng, LI Jianming, ZHANG Xi, JIN Xu, XIONG Bo, YU Huidi, LIU Xiaodan, WANG Shanyu, LI Yiheng, ZHANG Lin, MIAO Sheng, ZHENG Dewen, ZHOU Hongjun, SONG Jiani, PAN Songqi

■ GEOLOGY AND EXPLORATION

- 21 Characteristics of terrestrial heat flows and types of thermal reservoir systems in the Sichuan Basin** by SUN Shaochuan, GUO Dianbin, LI Lingxi, LI Jianglong, GAO Shanlin, SU Sai, ZHANG Bin
- 35 Geothermal geological conditions in the Yangbajing geothermal field and its enlightenment to the exploration of supercritical geothermal resources** by WANG Yingchun, ZHOU Jinlin, LI Liang, WEN Huaguo, SONG Rongcai, JIANG Guangzheng, HU Jie, ZHANG Chao
- 46 3D GeoModeller-based simulation of the geothermal field in the northern Songliao Basin** by SHI Yizuo, WANG Shejiao, XIAO Hongping, DU Guanglin, RAO Song, HU Shengbiao, WANG Zecheng

■ DEVELOPMENT AND PRODUCTION

- 54 Evaluation on the heat extraction performance of abandoned well pattern in multi-layer commingled production oil reservoirs** by SONG Xianzhi, XU Fuqiang, JI Jiayan, SHI Yu
- 63 Influence of natural fractures on the propagation of hydraulic fractures in hot dry rock** by XIE Zixiao, HUANG Zhongwei, XIONG Jianhua, WU Xiaoguang, LI Gensheng, ZOU Wenchao, LONG Tengda
- 73 Multi-objective based balanced optimization method of heat extraction performance of hot dry rock** by SONG Guofeng, LI Gensheng, SONG Xianzhi, SHI Yu
- 85 Effect of groundwater advection on heat transfer performance of deep borehole heat exchangers** by JIAO Kaituo, SUN Chengzhen, BAI Bofeng, YANG Ruitao

- 94 **Evaluation on the heat extraction efficiency of hot dry rock reservoirs based on two-dimensional fracture network numerical simulation** by TANG Yijia, MA Tianshou, CHEN Lili, ZHANG Yuting, WANG Rui
- 107 **Numerical simulation of thermo-hydraulic coupling process in fractured-vuggy karst geothermal reservoirs** by YAO Jun, ZHANG Xu, HUANG Zhaoqin, GONG Liang, YANG Wendong, LI Yang

■ DRILLING ENGINEERING

- 117 **Breaking mechanisms of hot dry rock by electric pulse under confining pressure** by LIU Weiji, HU Hai, ZHU Xiaohua, LUO Yunxu, CHEN Mengqiu

■ STORAGE, TRANSPORTATION AND GAS PROCESSING

- 130 **Energy flow analysis on the full-chain system of carbon dioxide capture and geothermal power generation** by ZHANG Fuzhen, XU Ruina, JIANG Peixue
- 139 **Throttling characteristics and throttling coefficient prediction of pure hydrogen and hydrogen-blended natural gas** by ZHOU Hui, ZHU Jianlu, LI Yuxing, LIU Cuiwei, HAN Hui

■ ECONOMIC MANAGEMENT

- 149 **Thinking and implementation path of "Green Development Mode in Southwest China": A case study on PetroChina Southwest Oil & Gasfield Company** by DONG Huanzhong, XIONG Bo, WANG Daocheng, LI Sensheng, LIU Qiang, WANG Fuping

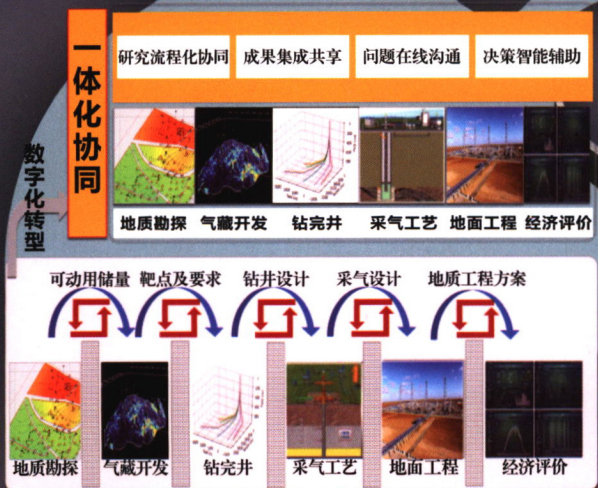
■ NEW ENERGY SOURCES

- 156 **China's hydrogen development strategy in the context of double carbon targets** by MENG Xiangyu, CHEN Mingyun, GU Alun, WU Xinguo, LIU Bin, ZHOU Jian, MAO Zongqiang
- 180 **Selection of distributed hydrogen generation technologies under the goal of carbon neutrality** by CHEN Jian, BU Lingbing
- 187 **Development of liquid hydrogen under the background of carbon neutrality** by ZHANG Zhen, XIE Hui, SU Jianan, LAN Yuqi, AN Gang

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

四川科力特油气技术服务有限公司是一家以油气勘探开发技术研究、油气勘探开发实验检测、分析实验仪器设备研发、油气田企业生产业务管理信息化办公平台开发的高新技术服务企业。公司研究成果获国家级、省部级、局级奖多项，获授权国际、国家发明专利、软件著作权多项，参与制定国家标准、行业标准多项，为政府职能部门、国内外众多的石油公司、高等院校提供了长期优质服务。



公司致力油气分析专用设备研发，已研发专用设备10余台，有效解决科研生产的关键技术问题，提升生产能力。



超高压模拟地层条件渗流实验装置

公司将秉承诚信和创新的观念，坚持质量优先的原则，以共享共赢的态度竭诚为客户提供各项优质服务。

联系人：邓先生
 联系电话：028-86015419（座机） 13258333721（手机）
 地址：成都市高新区天府大道北段28号茂业中心C座1122

