

ISSN 1001-6112  
CN 32-1151/TE

SHIYOU

SHIYAN

DIZHI

# 石油实验地质

PETROLEUM GEOLOGY & EXPERIMENT

2024年 第46卷 第5期 Vol.46 No.5

- 世界学术期刊学术影响力指数(WAJCI) Q1区●
- 中国精品科技期刊●
- 中文核心期刊要目总览核心期刊●
- 中国科学引文数据库(核心版)收录期刊●
- Elsevier Scopus源期刊●
- Elsevier GeoBase源期刊●
- 瑞典开放存取期刊目录(DOAJ)源期刊●
- 美国石油文摘(PA)源期刊●
- 美国化学文摘(CA)源期刊●



中国科技核心期刊



ISSN 1001-6112



中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院  
中国地质学会石油地质专业委员会

主办

石油实验地质

第四十六卷

第五期

二〇二四年九月

# 中国石化石油勘探开发研究院无锡石油地质研究所实验地质技术之 碳酸盐团簇同位素测试分析技术

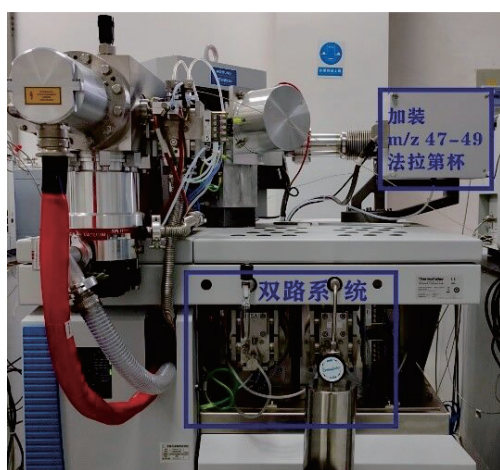
团簇同位素 (Clumped Isotope) 是指含有 2 个或多个重同位素原子 (如  $^{13}\text{C}$ 、 $\text{D}$  等) 的同位素体,通常用同位素值 ( $\Delta$ ) 来表征其偏离随机 (或平均) 分布的程度。理论上同位素值仅受温度控制,因而是新的有效古温标参数,其正在成为古环境、古气候、盆地热历史、成岩成储演化等研究依托的热点技术。其中,碳酸盐团簇同位素表示为  $\Delta_{47}$ ,代表了矿物晶格中  $^{13}\text{C}^{18}\text{O}^{16}\text{O}_2^-$  同位素体组成; $\Delta_{47}$  记录了碳酸盐矿物形成温度,结合埋藏史可推测储层的形成时间,对油气成藏研究具有重要的实际应用价值。实现碳酸盐同位素值测定的 2 个技术难点包括高纯度  $\text{CO}_2$  的制备提取以及  $\Delta_{47}$  的精准测定。

中国石化石油勘探开发研究院无锡石油地质研究所目前已经建立了碳酸盐团簇同位素实验测试平台,包括自主研发的前处理装置 (图 1a) 与升级改装的 MAT-253 Plus 质谱仪 (图 1b),可分别实现碳酸盐矿物酸化形成  $\text{CO}_2$  的高纯度富集以及质量数为 44~49  $\text{CO}_2$  的精准测定。在质量控制方面,采用了 ETH1-4、IEAE C1 与 IEAE C2 标样构建了数据校准体系,确保分析测定的标准误差 SE 小于 0.02‰。

该实验测试平台已应用于四川盆地碳酸盐岩储层评价,通过  $\Delta_{47}-T$  经验投图获取了该地区碳酸盐矿物形成古温度,基于高温重排模型对古温度进行了原生性评价和热演化史恢复。与碳酸盐矿物氧同位素等其他地球化学参数相结合,碳酸盐团簇同位素测定结果可有效获取成矿流体性质、期次等重要的油气成藏参数,具有广阔的应用前景。



a. 前处理装置



b. MAT-253 Plus 质谱仪

图 1 碳酸盐团簇同位素实验测试平台

# 石油实验地质

## 第46卷第5期 2024年9月

### 目次

#### 盆地·油藏

论我国页岩油气的统一性 ..... 郭旭升,申宝剑,李志明,万成祥,李楚雄,李倩文(889)

苏北盆地黄桥地区盐城组氦气成藏地质条件及富集规律 ..... 姚红生,陈兴明,周 韬(906)

苏北盆地古近系阜宁组二段页岩油储集空间特征及甜点段评价——以溱潼凹陷 QY1 井为例 ..... 高玉巧,蔡 潇,夏 威,吴艳艳,陈云燕(916)

基于天文周期等时格架预测细粒沉积岩相展布——以鄂尔多斯盆地富县地区三叠系长 7 段为例 ..... 何发岐,朱建辉,齐 荣,武英利,缪九军,姜龙燕,王东燕,陈 现(927)

鄂尔多斯盆地富县地区三叠系延长组长 7 页岩油特征及其主控因素 ..... 姜龙燕,钱门辉,何发岐,齐 荣,尹 超,张 毅,占小刚(941)

准噶尔盆地玛湖凹陷风城组泥页岩生物标志化合物特征与赋存状态研究 ..... 支东明,冷筠滢,谢 安,唐 勇,何晋译,何文军,李志明,邹 阳,朱 涛(954)

准噶尔盆地阜康凹陷二叠系上乌尔禾组砂砾岩储层特征及发育模式 ..... 唐 勇,袁云峰,李 辉,王亚飞,吕正祥,卿元华,李树博,陈 洪,秦志军,王秋玉,谢知益(965)

渤海湾盆地沾化凹陷 BYP5 导眼井古近系沙河街组三段下亚段岩心富氢气逸散气特征及其地质意义 ..... 李志明,刘惠民,刘 鹏,钱门辉,曹婷婷,杜振京,李 政,包友书,蒋启贵,徐二社,孙中良,刘雅慧(979)

川北地区下侏罗统大安寨段陆相页岩油勘探方向再认识 ..... 熊 亮,董晓霞,王 同,魏力民,欧阳嘉穗,王保保,冯少柯(989)

川东红星地区吴家坪组与焦石坝地区龙马溪组页岩储层差异性分析及意义 ..... 孟志勇,包汉勇,李 凯,易雨昊,舒志恒,孟福林(1002)

川东南綦江地区中侏罗统凉高山组陆相页岩油气勘探潜力分析 ..... 陈 超,刘晓晶,刘苗苗,陈会霞,谢佳彤(1015)

川南威远地区二叠系茅口组一段泥灰岩储层特征及其发育主控因素 ..... 李 蓉,宋晓波,苏成鹏,李素华,赵黔荣,朱 兰,林 辉(1028)

川中地区震旦系灯影组—寒武系龙王庙组储层焦沥青赋存特征与成因机制 ..... 牛思琪,柳广弟,王云龙,宋泽章,朱联强,赵文智,田兴旺,杨岱林,李亿殊(1039)

四川盆地嘉陵江组天然气成藏主控因素与勘探方向 ..... 李龙龙,陶国亮,杜崇娇,彭金宁,罗开平,陈拥锋,左宗鑫,蒋小琼,汪远征,陆永德(1050)

松辽盆地白垩系青山口组页岩沉积环境及其含油性特征 ..... 白 昕,陈睿倩,商 斐,张 楠(1063)

塔里木盆地库车坳陷英买力地区白垩系巴什基奇克组中深层砂岩储层孔隙保存机制 ..... 张 亮,朱毅秀,周 露,秦凯旋,蒋 俊,熊荣坤,李泽州(1075)

#### 方法·技术

基于神经网络的莺歌海盆地 DF 区块黄流组储层压力预测与成因分析 ..... 宁卫科,鞠 玮,相 如(1088)

分子印迹聚合物微球制备及其对 5 $\alpha$  胆甾烷吸附性能研究 ..... 原陇苗,马 荣,陈建珍,邵媛媛,吴应琴(1098)

可视化三维物理模拟实验技术在油气成藏研究中的应用——以塔里木盆地顺北地区 S53-2 井为例 ..... 隆 辉,曾溅辉,刘亚洲,杨冀宁,耿 锋(1110)

基于机器学习的低含油饱和度砂岩储层参数预测——以准噶尔盆地夏子街油田夏 77 井区下克拉玛依组为例 ..... 刘 军,钟 洁,倪 振,王庆国,冯仁蔚,贾 将,梁岳立(1123)

#### 综合信息

中国石化石油勘探开发研究院无锡石油地质研究所实验地质技术之碳酸盐团簇同位素测试分析技术 ..... (封二)

《石油实验地质》征稿简则 ..... (封三)

## CONTENTS

- Discussion on the uniformity of shale oil and gas in China .....  
..... *GUO Xusheng, SHEN Baojian, LI Zhiming, WAN Chengxiang, LI Chuxiong, LI Qianwen* (889)
- Geological conditions and enrichment patterns of helium reservoir in Yancheng Formation, Huangqiao area, Subei Basin .....  
..... *YAO Hongsheng, CHEN Xingming, ZHOU Tao* (906)
- Characteristics of reservoir space and sweet spot evaluation of shale oil in the second member of Paleogene Funing Formation in Subei Basin:a case study of well QY1 in Qintong Sag .....  
..... *GAO Yuqiao, CAI Xiao, XIA Wei, WU Yanyan, CHEN Yunyan* (916)
- Prediction of fine-grained sedimentary lithofacies distribution based on astronomical cycle isochronous lattice:a case study of Triassic Chang 7 member of Fuxian area, Ordos Basin .....  
..... *HE Faqi, ZHU Jianhui, QI Rong, WU Yingli, MIAO Jujun, JIANG Longyan, WANG Dongyan, CHEN Xian* (927)
- Characteristics and main controlling factors of Chang 7 shale oil in Triassic Yanchang Formation, Fuxian area, Ordos Basin .....  
..... *JIANG Longyan, QIAN Menhui, HE Faqi, QI Rong, YIN Chao, ZHANG Yi, ZHAN Xiaogang* (941)
- Characteristics and occurrence states of shale biomarker compounds in Fengcheng Formation, Mahu Sag, Junggar Basin .....  
..... *ZHI Dongming, LENG Junying, XIE An, TANG Yong, HE Jinyi, HE Wenjun, LI Zhiming, ZOU Yang, ZHU Tao* (954)
- Glutenite reservoir characteristics and development model of Permian Upper Wuerhe Formation in Fukang Sag, Junggar Basin .....  
..... *TANG Yong, YUAN Yunfeng, LI Hui, WANG Yafei, LÜ Zhengxiang, QING Yuanhua, LI Shubo, CHEN Hong, QIN Zhijun, WANG Qiuyu, XIE Zhiyi* (965)
- Characteristics and geological significance of escaping gas rich in natural hydrogen from pilot well BYP5 cores of lower sub-member of third member of Shahejie Formation in Zhanhua Sag, Bohai Bay Basin .....  
..... *LI Zhiming, LIU Huimin, LIU Peng, QIAN Menhui, CAO Tingting, DU Zhenjing, LI Zheng, BAO Youshu, JIANG Qigui, XU Ershe, SUN Zhongliang, LIU Yahui* (979)
- Reassessment of exploration directions of continental shale oil in Lower Jurassic Da'anzhai Member in northern Sichuan Basin .....  
..... *XIONG Liang, DONG Xiaoxia, WANG Tong, WEI Limin, OUYANG Jiasui, WANG Baobao, FENG Shaoke* (989)
- Analysis and significance of shale reservoir differences between Wujiaping Formation in Hongxing area and Longmaxi Formation in Jiaoshiba area, eastern Sichuan Basin .....  
..... *MENG Zhiyong, BAO Hanyong, LI Kai, YI Yuhao, SHU Zhiheng, MENG Fulin* (1002)
- Oil and gas exploration potential of continental shale of Lianggaoshan Formation of Middle Jurassic in Qijiang area of southeastern Sichuan ..... *CHEN Chao, LIU Xiaojing, LIU Miaomiao, CHEN Huixia, XIE Jiatong* (1015)
- Characteristics and main controlling factors of the marlstone reservoirs of the first member of Permian Maokou Formation in Weiyuan area, southern Sichuan Basin .....  
..... *LI Rong, SONG Xiaobo, SU Chengpeng, LI Suhua, ZHAO Qianrong, ZHU Lan, LIN Hui* (1028)
- Occurrence characteristics and genesis mechanism of pyrobitumen in Sinian Dengying to Cambrian Longwangmiao reservoirs in central Sichuan Basin .....  
..... *NIU Siqi, LIU Guangdi, WANG Yunlong, SONG Zezhang, ZHU Lianqiang, ZHAO Wenzhi, TIAN Xingwang, YANG Dailin, LI Yishu* (1039)
- Main controlling factors and exploration direction of gas reservoir in Jialingjiang Formation, Sichuan Basin .....  
..... *LI Longlong, TAO Guoliang, DU Chongjiao, PENG Jinning, LUO Kaiping, CHEN Yongfeng, ZUO Zongxin, JIANG Xiaoqiong, WANG Yuanzheng, LU Yongde* (1050)
- Sedimentary environment and oil-bearing characteristics of shale in Cretaceous Qingshankou Formation in Songliao Basin .....  
..... *BAI Xin, CHEN Ruiqian, SHANG Fei, ZHANG Nan* (1063)
- Preservation mechanism of pores in middle and deep sandstone reservoirs of Cretaceous Bashijiqike Formation in Yingmaili area, Kuqa Depression, Tarim Basin .....  
..... *ZHANG Liang, ZHU Yixiu, ZHOU Lu, QIN Kaixuan, JIANG Jun, XIONG Rongkun, LI Zezhou* (1075)
- Pressure prediction and genesis analysis of Huangliu Formation reservoir in DF block of Yinggehai Basin based on neural networks .....  
..... *NING Weike, JU Wei, XIANG Ru* (1088)
- Preparation of molecularly imprinted polymer microspheres and their adsorption performance for 5 $\alpha$ -cholestane .....  
..... *YUAN Longmiao, MA Rong, CHEN Jianzhen, SHAO Yuanyuan, WU Yingqin* (1098)
- Application of visual 3D physical simulation experiment technology in oil and gas accumulation research:a case study of well S53-2 in Shunbei area of Tarim Basin .....  
..... *LONG Hui, ZENG Jianhui, LIU Yazhou, YANG Jining, GENG Feng* (1110)
- Machine learning-based prediction of low oil saturation sandstone reservoir parameters:a case study of Lower Karamay Formation in Xia 77 well block of Xiazijie Oilfield, Junggar Basin .....  
..... *LIU Jun, ZHONG Jie, NI Zhen, WANG Qingguo, FENG Renwei, JIA Jiang, LIANG Yueli* (1123)

# 《石油实验地质》第一届青年编辑委员会

(按姓氏笔画排名)

马中良 马行陟 马勇 马德波 王小林 王政军 王晓锋 王海涛 王蛟 王濡岳 卞从胜 邓铭哲  
朱晓军 任启强 刘贝 刘忠宝 刘超英 刘敬寿 孙平昌 杜学斌 李王鹏 李双建 李平平 李庆  
李军 李树同 李俊乾 杨雪飞 肖彦君 吴小奇 吴亮亮 何云龙 何佑伟 何建华 宋宇 宋泽章  
张凤奇 张吉振 张鹏飞 张鹏辉 陈治军 陈奎 陈睿倩 陈磊 陈燕燕 范昌育 单帅强 孟庆强  
胡洪瑾 俞凌杰 姜福杰 徐立恒 徐曦 高平 高辉 郭睿良 陶树 崔景伟 盖海峰 淡永  
葛家旺 赖枫鹏 廖志伟 樊奇 潘松圻 霍志鹏 鞠玮

## 《石油实验地质》征稿简则

《石油实验地质》是全国油气普查、勘探方面的一份学术性、技术性刊物,为中文核心期刊之一。本刊遵循“双百”针,提倡学术民主,促进国内外学术交流,为发展我国石油科技事业和提高油气勘探开发效果服务,欢迎广大科技人员踊跃投稿。

### 1 征稿范围

与石油地质及实验有关的新理论、新方法、新的研究成果等。

### 2 注意事项

(1)来稿要求论点明确、论据可靠;主要成果由作者独立完成,作者保证稿件无抄袭,文责自负,不涉及署名排序等争议。引用他人研究成果时应按《著作权法》中的有关规定在文中相应位置指明出处,并在参考文献中列出,但在内部使用的不宜公开的资料,不能作为参考文献引用。

(2)凡投本刊的论文均视为该论文已通过作者所在单位的保密审查,如因论文的发表而发生泄密,由作者负责。

(3)为加强学风建设,维护本刊质量和权威性,本刊已正式启用“科技期刊学术不端文献检测系统(AMLC)”对来稿进行检测,以遏制学术不端行为。

(4)请访问我刊网站“投稿指南”栏目下载论文格式模板,并对照模板要求修改投稿论文。

(5)稿件篇幅(包括正文、图表、摘要、参考文献等)一般不超过8000字,来稿请通过登陆本刊网站注册后进行在线投稿。

(6)稿件中图、表必须简明扼要,线条和符号清晰,注记清楚。图表请附英文标题。每篇稿件中的图件一般不超过5幅。全国性地质图的地理底图,需要从国家测绘局网站(<http://bzdt.ch.mnr.gov.cn/>)下载标准地图。中国地理底图绝对不能使用国外出版的地图。图件请提供能够编辑的矢量图文件格式。

(7)来稿请附中英文对照的摘要和关键词。

(8)参考文献按正文中出现的顺序排列,并在文中用上角码注明顺序编号;参考文献不少于20篇,中英文对照。参考文献格式采用《中华人民共和国国家标准 GB/T7714-2015 信息与文献参考文献著录规则》。

(9)本刊刊登的所有文章全文收录于“中国期刊网”、“中国知网”、“万方数据”、“维普中文科技期刊数据库”和“北京超星期刊”等网站,凡向本刊所投稿件本刊即认定作者将该文的复制权、发行权、信息化网络传播权、翻译权和汇编权在全世界范围内转让给本刊,如作者有异议,请在来稿上说明。

### 3 投稿方式

请登陆本刊网站,点击“作者在线投稿”进行投稿。本刊实行盲审制,请注意在论文的任何位置均不得出现可能泄露作者信息的内容,包括:作者姓名、单位、联系方式、作者简介、基金项目、致谢等。请删除论文中的作者有关信息,并在注册、投稿过程中按照系统要求逐条填写联系方式等,并上传附件。投稿成功后,可以在“作者在线查稿”中审查进度与结果。

地址:江苏无锡市蠡湖大道2060号《石油实验地质》编辑部,邮政编码:214126

电话:0510-68787204,68787203

网址:<http://www.sysydz.net>

邮箱:[sysydz.syky@sinopec.com](mailto:sysydz.syky@sinopec.com); [wxsydz@vip.163.com](mailto:wxsydz@vip.163.com)

# 第七届《石油实验地质》编辑委员会

主任委员:郭旭升

副主任委员:关晓东 胡宗全 孙建芳 赵永强 翟常博 陶国亮(常务)

委员:(按姓氏笔画)

王小军 王付斌 王必金 王永诗 王良军 王昕 王晓梅 云露 牛小兵 牛华伟  
文龙 方成名 申宝剑 田辉 朱东亚 朱光辉 朱相羽 任战利 刘文汇 刘扣其  
刘成林 刘树根 刘惠民 闫相宾 关晓东 许长海 孙永革 孙建芳 李中平 李亚辉  
李志明 李瑞磊 杨海军 肖贤明 邱旭明 何光玉 何希鹏 沈安江 张水昌 张宇  
张志荣 张迎朝 张尚虎 张奎林 张哨楠 陆永潮 金之钧 庞雄奇 赵永强 赵培荣  
郝芳 胡文瑄 胡东风 胡宗全 段金宝 侯明才 贾望鲁 倪春华 徐旭辉 徐国盛  
郭旭升 郭彤楼 唐勇 陶成 陶国亮 曹自成 曹剑 蒋恕 楼章华 翟常博  
高志前 熊亮 魏志红 刘可禹(澳大利亚) 连炎清(美国) 张金才(美国) 黎茂稳(加拿大)  
Barry Katz(美国) Bernhard Krooss(德国) Brian Horsfield(德国) Daniel M Jarvie(美国)  
Geoffrey Abbott(英国) Hamed Sanei(丹麦) James W LaMoreaux(美国) John K Volkman(澳大利亚)  
Jurga Lazauskiene(立陶宛) Lin Fang(美国) Lloyd R Snowdon(加拿大) Paul Greenwood(澳大利亚)  
Qing Hairuo(加拿大) Simon George(澳大利亚) Steve Larter(加拿大) Tang Yongchun(美国)  
Zhang Tongwei(美国)

## 石油实验地质

(双月刊,1963年创刊)

第46卷第5期 2024年9月28日

主编:郭旭升

执行主编:陶国亮

编辑部主任:韩彧

## PETROLEUM GEOLOGY & EXPERIMENT

(Bimonthly, Started in 1963)

Vol.46, No.5 Sep. 28, 2024

Editor-in-Chief: GUO Xusheng

Executive Editor-in-Chief: TAO Guoliang

Director of Editorial Office: HAN Yu

主管单位:中国石油化工集团有限公司

主办单位:中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院

中国地质学会石油地质专业委员会

编辑出版:《石油实验地质》编辑部

通信地址:江苏无锡市蠡湖大道2060号(邮编214126)

电话:0510-68787203;68787204

印刷:无锡沪光精美印刷有限公司

发行范围:公开发行人

订阅:本刊编辑部

国外发行:中国出版对外贸易总公司

(北京市782信箱)

电子邮箱:sysydz.syky@sinopec.com

网址: <http://www.sysydz.net>

Sponsor: SINOPEC Petroleum Exploration and Production

Research Institute

Commission on Petroleum Geology, Geological

Society of China

Editor and Publisher: The Editorial Board of

Petroleum Geology & Experiment

Address: No.2060, Lihu Avenue, Wuxi, Jiangsu 214126

Phone: +86-510-68787203;68787204

Overseas Distributor: China National Publishing Industry Trading

Corporation(P.O.Box 782, Beijing, China)

E-mail: sysydz.syky@sinopec.com; wxsysydz@vip.163.com

Web: <http://www.sysydz.net>

责任编辑:徐文明

英文编辑:韩彧



中国标准连续出版物号: ISSN 1001-6112  
CN 32-1151/TE

定价:50.00元