

天然气地球化学

奈曼油田奈1区块烃类气体地球化学特征及成因分析

赵兴齐, 陈践发, 张晨, 李清春, 唐友军, 张俊华

- 1. 中国石油大学油气资源与探测国家重点实验室, 北京102249;
- 2. 辽河油田公司勘探开发研究院, 辽宁 盘锦 124010;
- 3. 长江大学油气资源与勘探技术教育部重点实验室, 湖北 荆州 434023

摘要:

经历了20多年的勘探历程, 奈曼凹陷近年来获得工业油流, 但关于该区天然气的地球化学特征及成因的研究未见报道, 通过对奈1区块的38个天然气样品的组分及碳同位素组成进行分析, 并结合地质背景详细剖析了该区烃类气体的地球化学特征及成因。指出该区天然气为有机成因气, 天然气热演化程度低, 属于低熟—成熟的油型气; 烃类气中以甲烷为主, 重烃气含量较高, 天然气干燥系数低, 呈现出明显的湿气特征。结合该区烃类气碳同位素及成熟度特征, 认为该区天然气为原油伴生气。该区天然气在纵向上呈现出九下段天然气的 $\delta^{13}C_1$ 值、 C_1/C_{1-5} 值、 iC_4/nC_4 值和 iC_5/nC_5 值明显高于九上段, 研究认为该区出现这种现象主要受成熟度的影响所致。

关键词: 烃类气体 组分 碳同位素 成因类型 奈1区块 奈曼油田

Geochemical Characteristics of Hydrocarbon Gases and Its Genetic Analysis in Nai 1 Block, Naiman Oilfield

ZHAO Xin-Qi, CHEN Jian-Fa, ZHANG Chen, LI Qing-Chun, TANG You-Jun, ZHANG Jun-Hua

- 1. State Key Laboratory of Petroleum Resource and Prospecting, China University of Petroleum, Beijing 102249, China;
- 2. Research Institute of Exploration and Development, Liaohe Oilfield Company, CNPC, Panjing 124010, China;
- 3. Key Laboratory of Exploration Technologies for Oil and Gas Resources, Ministry of Education, Yangtze University, Jingzhou 434023, China

Abstract:

Although the Naiman depression has made a breakthrough and gotten the commercial oil flow during 20 years petroleum exploration, the geochemistry of natural gas and its origin is not reported. Based on the chemical and carbon isotopic compositions of natural gas for 38 gas samples from the Naiman 1 block, we discuss the geochemical characteristic of hydrocarbon gases and their origin, in combination with geological background. Natural gas was derived from sapropelic organic matter at low-mature or mature stage, whose origin is of oil-type gas. Natural gas has the dominant CH_4 concentration and moderate heavy hydrocarbon gas, with low dry coefficient, showing the typical wet gas. Based on stable carbon isotope and thermal maturity for hydrocarbon gases, we consider that natural gas in this study is oil-associated gas. Values of $\delta^{13}C_1$, C_1/C_{1-5} , iC_4/nC_4 and iC_5/nC_5 in the natural gas from the upper part of Jiufotang Formation more than those from the lower part is related to thermal maturity.

Keywords: Hydrocarbon gases Chemical composition Carbon isotope Genesis Nai 1 block Naiman oilfield.

收稿日期 2010-10-22 修回日期 2010-11-30 网络版发布日期

DOI:

基金项目:

通讯作者: 赵兴齐 zhaoxingqi_77@126.com.

作者简介: 赵兴齐 (1984-), 男, 贵州福泉人, 博士研究生, 主要从事油气成藏机理与分布规律研究.

作者Email: zhaoxingqi_77@126.com.

参考文献:

- [1] Huang Yaohua. Research on Sequence Stratigraphy and Sedimentary Facies of Jiufotang

扩展功能

本文信息

- Supporting info
- PDF (3369KB)
- [HTML全文]
- 参考文献[PDF]
- 参考文献

服务与反馈

- 把本文推荐给朋友
- 加入我的书架
- 加入引用管理器
- 引用本文
- Email Alert

本文关键词相关文章

- 烃类气体
- 组分
- 碳同位素
- 成因类型
- 奈1区块
- 奈曼油田

本文作者相关文章

- 赵兴齐
- 陈践发
- 张晨
- 李清春
- 唐友军
- 张俊华

PubMed

- Article by Diao, X. J.
- Article by Chen, J. F.
- Article by Zhang, C.
- Article by Li, Q. C.
- Article by Tang, Y. J.
- Article by Zhang, D. H.

- Formation in Nai Manqi Depression [D]. Beijing: University of Geosciences, 2008: 31-32. [黄耀华, 奈曼凹陷九佛堂组沉积层序地层研究 [D]. 北京: 中国地质大学, 2008: 31-32.]
- [2] Yuan Hongrui. Reservoir features and evaluation for No.1 block in Naiman area [J]. Mud Logging Engineering, 2007, 18(3): 29-33. [苑洪瑞. 奈曼地区奈1区块储集层特征及评价 [J]. 录井工程, 2007, 18(3): 29-33.]
- [3] Stahl W. Carbon isotope fractionations in natural gas [J]. Nature, 1974, 251(1): 134-135.
- [4] Schoell M. Genetic characterization of natural gas [J]. AAPG Bulletin, 1983, 67(12): 2225-2238.
- [5] Dai Jinxing. All kinds of hydrocarbon gas identification [J]. Science in China: Series B, 1992, 22(2): 185-193. [戴金星. 各类烷烃气的鉴别 [J]. 中国科学: B辑, 1992, 22(2): 185-193.]
- [6] Dai Jinxing, Zou Caineng, Zhang Shuichang, et al. Identification of organic alkane gases and inorganic alkane gases [J]. Science in China: Series D, 2008, 38(11): 1329-1341. [戴金星, 邹才能, 张水昌, 等. 无机成因和有机成因烷烃气的鉴别 [J]. 中国科学: D辑, 2008, 38(11): 1329-1341.]
- [7] Zhang Shiya, Zhou Jin. Genetic classification of natural gas in China [C] // Oil and Gas Geologic Corpus. Beijing: Geology Press, 1994. [张士亚, 周瑾. 我国天然气的成因分类 [C] // 石油与天然气地质文集. 北京: 地质出版社, 1994.]
- [8] Gang Wenzhe, Gao Gang, Hao Shisheng, et al. Carbon isotope of ethane applied in the analyses of genetic types of natural gas [J]. Experimental Petroleum Geology, 1997, 19(2): 164-167. [刚文哲, 高岗, 郝石生, 等. 论乙烷同位素在天然气成因类型研究中的应用 [J]. 石油实验地质, 1997, 19(2): 164-167.]
- [9] Song Yan, Dai Jinxing, Li Xianqi, et al. Petroleum exploration main characteristics of geochemistry and geology in China's medium large gas fields [J]. Acta Petroleum Sinica, 1998, 19(1): 1-5. [宋岩, 戴金星, 李先奇, 等. 中国大中型气田主要地球化学和地质特征 [J]. 石油学报, 1998, 19(1): 1-5.]
- [10] Dai Jinxing, Pei Xigu, Qi Houfa. China Natural Gas Geology: Volume 1 [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1992. [戴金星, 裴锡古, 戚厚发. 中国天然气地质学. 卷一 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1992.]
- [11] Chen Jianfa, Li Chunyuan, Ying Guangguo, et al. Carbon and hydrogen isotopic characteristics of hydrocarbons in coal type gas from China [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1995, 13(2): 56-69. [陈践发, 李春园, 应光国, 等. 煤型气烃类组分的稳定碳、氢同位素组成研究 [J]. 沉积学报, 1995, 13(2): 59-69.]
- [12] Lin Renzi. Application of Light Hydrocarbons Technology in Oil and Gas Exploration [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1992. [林壬子. 轻烃技术在油气勘探中的应用 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1992.]
- [13] Dai Jinxing. Carbon and hydrogen isotope characteristic and identification of natural gases [J]. Natural Gas Geoscience, 1993, 4(2): 1-40. [戴金星. 天然气碳氢同位素特征和各类天然气的鉴别 [J]. 天然气地球科学, 1993, 4(2): 1-40.]
- [14] Shen Ping, Xu Yongchang, Wang Xianbin, et al. Geochemical Characteristics and Gas-Generational Mechanism of Natural Gas and Gas Source Rock [M]. Lanzhou: Gansu Science and Technology Press, 1991. [沈平, 徐永昌, 王先彬, 等. 气源岩和天然气地球化学特征及成气机理研究 [M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 1991.]
- [15] Behar F, Kressmann S, Rudkiewicz J L, et al. Experimental simulation in confined system and kinetic modeling of kerogen and oil cracking [J]. Organic Geochemistry, 1991: 173-189.
- [16] Prinzhofer, Huc A Y. Genetic and post-genetic molecular and isotopic fractionations in natural gases [J]. Chemical Geology, 1995, 126: 281-290.
- [17] Wang Yunpeng, Tian Jing. Review of oil cracked gas formation, identification and migration [J]. Natural Gas Geoscience, 2007, 18(2): 235-244. [王云鹏, 田静. 原油裂解气的形成、鉴别与运移研究综述 [J]. 天然气地球科学, 2007, 18(2): 235-244.]

本刊中的类似文章

1. 杜宏宇; 王志勇; 金颖; 杨爱生; 任忠跃; 贺永红;. 三塘湖盆地天然气成因及成藏分析[J]. 天然气地球科学, 2006, 17(4): 582-585
2. 廖仕孟; 王强; 徐志明; 付晓文; 朱兆军; 林峰; 胡雄;. 流体包裹体分子组成分析技术应用中存在的问题[J]. 天然气地球科学, 2006, 17(2): 170-172
3. 金奎励; 李荣西;. 烃源岩组分组合规律及其意义[J]. 天然气地球科学, 1998, 9(1): 23-29
4. 王小林; 胡文瑄; 张军涛; 钱一雄; 朱井泉; 吴仕强 . 白云岩物质组分与结构对微孔储集体系形成的制约——以塔里木盆地地下古生界白云岩为例[J]. 天然气地球科学, 2008, 19(3): 320-326
5. 李辉; 陈松; 黎运秀; 杨丽容; 杨波;. 千米桥潜山凝析气藏数值模拟开采机理研究[J]. 天然气地球科学, 2003, 14(4): 315-317
6. 王顺玉; 戴鸿鸣; 王海清;. 混源天然气定量计算方法——以川西地区白马庙气田为例[J]. 天然气地球科学, 2003, 14(5): 351-353
7. 赵孟军; 宋岩; 柳少波; 秦胜飞;. 扩散作用对天然气成藏后的影响——以大宛齐油田为例[J]. 天然气地球科学, 2003, 14(5): 393-397
8. 王万春; 刘文汇; 刘全有;. 浅层混源天然气判识的碳同位素地球化学分析[J]. 天然气地球科学, 2003, 14(6): 469-473
9. 朱俊章; 施和生; 庞雄; 秦成岗; 高鹏;. 珠江口盆地番禺低隆起天然气成因和气源分析[J]. 天然气地球科学, 2005, 16(4): 456-459
10. 李先奇; 张水昌; 朱光有; 梁英波;. 中国生物成因气的类型划分与研究方向[J]. 天然气地球科学, 2005, 16(4): 477-484
11. 常俊合; 李新军; 何江; 吕红玉; 张同周; 黄元湖;. 东濮凹陷文古2井天然气地球化学特征及成因研究[J]. 天然气地

- 球科学, 2005,16(5): 608-611
12. 胡雄;李延钧;陈新领;江波;马立协;付晓文;王强;梁艳;.柴北缘马海地区油气全烃地球化学特征与成因[J]. 天然气地球科学, 2005,16(5): 612-616
13. 张淑品;赵孟军;张水昌;赵陵;刘培初;.南盘江盆地秧1井天然气地球化学特征及成因分析[J]. 天然气地球科学, 2005,16(6): 797-803
14. 李延钧;梁艳;雷卞军;郭贵安;罗玉宏;.川中-川南过渡带西部嘉二段天然气成因与来源[J]. 天然气地球科学, 2006,17(6): 820-823
15. 张长江;刘光祥;管宏林;方成名;邓模.湘中坳陷天然气成因类型分析[J]. 天然气地球科学, 2006,17(6): 829-832
16. 王怀厂;魏新善;白海峰;.鄂尔多斯盆地榆林地区山西组2段高效储集层形成的地质条件[J]. 天然气地球科学, 2005,16(3): 319-323
17. 杨池银;.板桥凹陷深层天然气气源对比与成因分析[J]. 天然气地球科学, 2003,14(1): 47-52
18. 邹艳荣;帅燕华;孔枫;彭平安;.煤成甲烷碳同位素演化的数学模型与应用[J]. 天然气地球科学, 2003,14(2): 92-96
19. 廖前进;于学敏;何咏梅;刘晓军;.大港探区上古生界煤系烃源岩特征及资源潜力[J]. 天然气地球科学, 2003,14(4): 250-253
20. 张殿伟;刘文汇;刘全有;高波;.煤系源岩显微组分对天然气碳同位素组成影响的应用[J]. 天然气地球科学, 2005,16(6): 792-796
21. 程付启;金强;.成藏后天然气组分与同位素的分馏效应研究[J]. 天然气地球科学, 2005,16(4): 522-525
22. 王强;付晓文;徐志明;胡守志;胡雄;.稳定碳同位素在油气地球化学中的应用及存在的问题[J]. 天然气地球科学, 2005,16(2): 233-237
23. Keith A. Kvenvolden;李玉梅;.天然气水合物中甲烷的地球化学研究[J]. 天然气地球科学, 1998,9(3-4): 9-18
24. 尹长河;王廷栋;郑丽辉;.平落坝气田成藏时期的确定[J]. 天然气地球科学, 1999,10(3-4): 70-75
25. T.B.别洛科尼;史斗;.深部异常高压发育特性[J]. 天然气地球科学, 2001,12(4-5): 61-64
26. 张居和 李景坤 霍秋立.松辽盆地三站气田天然气地球化学特征与烃源岩产气贡献[J]. 天然气地球科学, 2006,17(6): 837-841
27. 何家雄;李明兴;.南海北部大陆架Y盆地天然气中N₂成因及气源剖析与探讨[J]. 天然气地球科学, 2000,11(3): 25-34
28. 李贤庆;肖贤明;肖中尧;胡国艺;米敬奎;唐永春;.塔里木盆地阿克1气藏天然气的地球化学特征和成因[J]. 天然气地球科学, 2005,16(1): 48-53
29. 李美俊;王铁冠;刘菊;张梅珠;卢鸿;马庆林;高黎惠 .北部湾盆地福山凹陷天然气成因与来源[J]. 天然气地球科学, 2007,18(2): 260-265
30. 申宝剑;黄智龙;刘洪文;李向博;林治家;许成 .天然气气源对比研究方法进展[J]. 天然气地球科学, 2007,18(2): 269-274
31. 李剑;张英;蒋助生;罗霞;李志生;谢增业;.煤成气气源判别新方法的研究与应用[J]. 天然气地球科学, 1998,9(6): 11-19
32. ТАКрылова;ВАКривошея;史斗;.深层气相系统构成:据第聂伯-顿涅茨盆地同位素-地球化学资料[J]. 天然气地球科学, 2002,13(5-6): 1-7
33. 包建平;刘玉瑞;朱翠山;王健;尹玲;陆红美;刘欢喜;倪春华;.北部湾盆地迈陈凹陷徐闻X1井油气地球化学特征[J]. 天然气地球科学, 2006,17(3): 300-304
34. 徐永昌;.天然气地球化学研究及有关问题探讨[J]. 天然气地球科学, 1999,10(3-4): 20-28
35. Melodye A R;George E C;Chung H M;刘全有;.利用天然气的碳同位素比值建立热成因气模型[J]. 天然气地球科学, 2002,13(5-6): 19-26
36. Galimov E M;Rabbani A R;王杰;.伊朗南部天然气的来源及其地球化学特征[J]. 天然气地球科学, 2002,13(5-6): 50-59
37. 梁艳;李延钧;付晓文;袁续祖;杨坚;郑键;.川中-川南过渡带上三叠统须家河组油气全烃地球化学特征与成因[J]. 天然气地球科学, 2006,17(4): 593-596
38. 杨池银;.黄骅坳陷二氧化碳成因研究[J]. 天然气地球科学, 2004,15(1): 7-11
39. 刘文汇;徐永昌;.天然气地质学中的氩、碳同位素相关研究[J]. 天然气地球科学, 1997,8(1): 7-10
40. 张成君;王先彬;文启彬;.镜泊湖玄武岩中气体组分特征[J]. 天然气地球科学, 1997,8(1): 11-15
41. 马永生.普光气田天然气地球化学特征及气源探讨[J]. 天然气地球科学, 2008,19(1): 1-7
42. 何家雄;陈胜红, 姚永坚 ,刘海龄,万志峰 .南海北部边缘盆地油气主要成因类型及运聚分布特征[J]. 天然气地球科学, 2008,19(1): 34-40
43. 包建平;毛凤鸣;段云鹏;马安来;朱翠山;侯建国;王文军;.苏北盆地盐城凹陷天然气和凝析油的地球化学特征和成因[J]. 天然气地球科学, 2004,15(2): 103-109
44. 刘全有;刘文汇;宋岩;秦胜飞;张殿伟;腾格尔;.塔里木盆地煤岩显微组分热模拟实验中液态烃特征研究[J]. 天然气地球科学, 2004,15(3): 297-301
45. Al-Arouri K;Mckirdy D;Boreham C;孙庆峰;.用油源对比方法识别澳大利亚南塔鲁姆凹陷的石油系统[J]. 天然气地球科学, 2000,11(4-5): 57-67

46. 周守信; 张金庆; 徐严波; 李士伦; 孙雷; .低渗透储层气藏烃类气体吸附等温线计算模型的建立及其应用[J]. 天然气地球科学, 2004,15(1): 79-81
47. 程同锦; 朱怀平; 陈浙春; .孔雀1井剖面地球化学特征与烃类的垂向运移[J]. 天然气地球科学, 2006,17(2): 148-152
48. Cramer B; Faber E; Gerling P; Krooss B M; 刘全有; .天然气稳定碳同位素反应动力学研究——关于干燥、开放热解实验中的思考[J]. 天然气地球科学, 2002,13(5-6): 8-18
49. 陈践发; 唐友军; 徐立恒; 李玲; 马广宇; 赵兴齐. 川东北地区石炭系与二叠系—三叠系天然气地球化学特征对比研究[J]. 天然气地球科学, 2008,19(06): 741-747
50. 刘全有; Bernhard M Krooss; 金之钧; 王毅; Jan Hollenstein; Ralf Littke; 刘文汇 .塔里木盆地煤及其显微组分超高温开放体系—热模拟实验气态产物对比研究[J]. 天然气地球科学, 2008,19(06): 748-753
51. 刘全有 刘文汇 王长华. 依据热模拟实验动态建立煤成烃模式[J]. 天然气地球科学, 2009,20(1): 20-25
52. 杨华 张文正 咎川莉 马军. 鄂尔多斯盆地东部奥陶系盐下天然气地球化学特征及其对靖边气田气源再认识[J]. 天然气地球科学, 2009,20(1): 8-14
53. 王娟 金强 马国政 王力 王秀红. 高成熟阶段膏岩等盐类物质在烃源岩热解生烃过程中的催化作用[J]. 天然气地球科学, 2009,20(1): 26-31
54. 何家雄 祝有海 陈胜红 崔莎莎 马文宏 .天然气水合物成因类型及成矿特征与南海北部资源前景[J]. 天然气地球科学, 2009,20(2): 237-243
55. 国建英, 于学敏, 李剑, 王东良, 崔会英, 李志生. 歧口凹陷歧深1井气源综合对比[J]. 天然气地球科学, 2009,20(3): 392-399
56. 张善文, 张林晔, 李政. 济阳坳陷孤北潜山煤成气成藏过程分析[J]. 天然气地球科学, 2009,20(5): 670-677
57. 李荣西, 刘建朝, 魏刚峰, 赵法锁. 渭河盆地地热水水溶烃类天然气成因与来源研究[J]. 天然气地球科学, 2009,20(5): 774-780
58. 王永建, 王延斌, 王言剑, 坛俊影. 高邮凹陷泰州组烃源岩有机岩石学[J]. 天然气地球科学, 2010,21(6): 1024-1028
59. 唐小强, 黄光辉, 张敏, 陈超, 韩金平, 吴迪, 周小淞. 裂解热模拟实验中碳同位素变化特征及其地球化学意义[J]. 天然气地球科学, 2010,21(6): 1029-1035
60. 张建勇, 刘文汇, 腾格尔, 王小芳, 张敬艺. 建南气田长兴组—飞仙关组天然气特征及气源分析[J]. 天然气地球科学, 2010,21(6): 1004-1013
61. 姚亚明, 张连生, 乔桂林, 严永新, 何明喜, 马万怡. 襄城凹陷未熟—低熟油形成条件探讨[J]. 天然气地球科学, 2010,21(5): 815-821
62. 王万春, 张晓宝, 罗厚勇, 李立武. 川东北地区富含 H_2S 天然气烃类与 CO_2 碳同位素特征及其成因[J]. 天然气地球科学, 2011,22(1): 136-143
63. 咎灵, 张枝焕, 黄军平, 何欣, 冯如进, 吴聿元, 费佳佳, 李文洁 . 松辽盆地长岭断陷天然气地球化学特征及气源分析[J]. 天然气地球科学, 2010,21(2): 331-337
64. 王东良, 马成华, 李剑, 李志生, 张英, 王义凤, 李谨. 取样装置对天然气碳同位素检测结果的影响[J]. 天然气地球科学, 2010,21(2): 345-349
65. 杜新龙, 康毅力, 游利军, 杨斌, 黎金明, 金祥哲 . 低渗透储层应力敏感性控制因素研究[J]. 天然气地球科学, 2010,21(2): 295-299
66. 陶明信; 解光新 . “煤层气的形成演化、成因类型 及资源贡献” 课题研究进展[J]. 天然气地球科学, 2008,19(06): 894-896
67. 郭占谦; 王连生; 刘立; 马志红; 迟东辉; . 大庆长垣伴生气中二氧化碳的成因研究[J]. 天然气地球科学, 2006,17(1): 48-50
68. 李剑; 罗霞; 李志生; 蒋助生; 胡国艺; 谢增业; 马成华; . 对甲苯碳同位素值作为气源对比指标的新认识[J]. 天然气地球科学, 2003,14(3): 177-180
69. 王万春; 任军虎; 张小军; 陶明信; . 黄骅坳陷孔店南区低熟油伴生气地球化学特征与成因[J]. 天然气地球科学, 2006,17(2): 153-156
70. 杨春; 刘全有; 米敬奎; 周庆华; 胡安平 . 松辽盆地大庆长垣伴生气中二氧化碳成因讨论[J]. 天然气地球科学, 2008,19(2): 244-249
71. 林会喜, 程付启, 金强. 天然气组分、同位素分馏机理及实例分析[J]. 天然气地球科学, 2011,22(2): 195-200
72. 杨春, 王京红, 米敬奎, 高晓辉, 陶士振, 倪云燕, 陶小晚. 费—托合成实验中烷烃气碳同位素分馏机理费—托合成实验中烷烃气碳同位素分馏机理[J]. 天然气地球科学, 2011,22(2): 206-210
73. 吴小奇, 黄士鹏, 廖凤蓉, 李振生. 准噶尔盆地南缘天然气地球化学特征及来源[J]. 天然气地球科学, 2011,22(2): 224-232
74. 高阳, 金强, 帅燕华, 王浩. 渤海湾盆地生物气成因类型与成藏条件[J]. 天然气地球科学, 2011,22(3): 407-414
75. 何家雄, 祝有海, 马文宏, 龚晓峰 . 南海北部边缘盆地 N_2 分布富集特征及成因类型判识[J]. 天然气地球科学, 2011,22(3): 440-449
76. 赵孟军, 王绪龙, 达江, 向宝力, 宋岩, 秦胜飞. 准噶尔盆地滴南凸起—五彩湾地区天然气成因与成藏过程分析[J]. 天然气地球科学, 2011,22(4): 595-601
77. 王杰, 刘文汇, 腾格尔, 秦建中, 郑伦举 . 南海海相层系不同类型烃源(岩)生烃模拟实验及其产物同位素演化规律[J]. 天然气地球科学, 2011,22(4): 684-691
78. 李文浩, 张枝焕, 李友川, 傅宁, 黄俨然, 黎琼, 张慧敏. 琼东南盆地古近系渐新统烃源岩地球化学特征及生烃潜力分析[J]. 天然气地球科学, 2011,22(4): 700-708

79. 沈忠民, 王鹏, 刘四兵, 吕正祥, 冯杰瑞. 川西坳陷中段须家河组天然气碳同位素特征[J]. 天然气地球科学, 2011,22(5): 834-839
80. 张明峰, 妥进才, 李中平, 刘立, 郭力军. 柴达木盆地西南缘乌南油田原油地球化学特征[J]. 天然气地球科学, 2011,22(5): 840-847
-

文章评论
