

# 准噶尔盆地滴北凸起天然气来源及成藏特征

陈世加, 陈雪, 路俊刚, 陆林超, 杨国平, 王 熠

(西南石油大学, 四川 成都 610500)

**摘要:**在准噶尔盆地腹部滴水泉凹陷南侧的滴南凸起上发现的大型气田, 气藏层位多, 储层主要为石炭系火山岩。滴北凸起南面紧邻滴水泉凹陷, 北靠乌伦古拗陷, 是南、北2个凹陷生成油气运移的有利富集区, 但目前勘探尚未获得重大突破, 仅在侏罗系和石炭系发现小型气藏。滴北地区天然气来自哪个凹陷目前尚不清楚。文章通过天然气碳同位素与气层抽提物的对比, 指出滴北凸起天然气乙烷碳同位素比滴南凸起天然气重, 与盆地东部地区典型石炭系来源的天然气相似, 气层抽提物地球化学特征与北面乌伦古拗陷石炭系源岩一致, 因此应来自北面的乌伦古拗陷。根据储层流体包裹体特征, 指出气藏成藏时间在晚白垩世以后。

**关键词:**准噶尔盆地; 滴北凸起; 天然气; 源区; 成藏期

**中图分类号:** TE122.3

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-1926(2011)01-0097-05

**引用格式:** 陈世加, 陈雪, 路俊刚, 等. 准噶尔盆地滴北凸起天然气来源及成藏特征[J]. 天然气地球科学, 2011, 22(1): 97-101.

## 0 引言

准噶尔盆地腹部滴水泉凹陷南侧的滴南凸起(滴水泉凹陷南部凸起, 以下简称滴南凸起)勘探已获重大突破, 发现储量达千亿立方的大型气田, 储层为石炭系火山岩及侏罗系和白垩系砂岩。滴北凸起(滴水泉凹陷北部凸起, 以下简称滴北凸起)南面紧邻滴水泉凹陷, 北靠乌伦古拗陷, 是南、北2个凹陷生成油气运移的有利富集区, 但目前勘探尚未获得重大突破, 仅在泉1井、泉002井侏罗系和泉8井石炭系获得工业油气流。滴北凸起紧邻滴水泉凹陷, 为何发现的天然气藏规模小, 目前发现的油气成因如何, 来自哪个凹陷? 何时成藏? 这些问题直接制约着该地区的下一步勘探。

笔者通过滴北凸起与滴南凸起以及整个陆东地区天然气碳同位素与原油的对比, 认为滴北凸起的天然气与滴南凸起的天然气存在差异, 与典型的石炭系来源的天然气相似, 气层抽提物地球化学特征与乌伦古拗陷石炭系源岩一致, 因此滴北凸起的天

然气不是来自滴水泉凹陷, 而是来自乌伦古拗陷。根据储层流体包裹体均一温度, 指出滴北凸起气藏成藏时间在晚白垩世以后。

## 1 地质概况

滴北凸起位于准噶尔盆地陆梁隆起东北地区。滴北凸起南为滴水泉凹陷, 北为乌伦古拗陷, 西接三个泉凸起和石西凸起, 东邻克拉美丽山(图1)。

研究地区地层沉积较完整, 自下而上发育石炭系、二叠系上统、三叠系、侏罗系八道湾组、三工河组、西山窑组、头屯河组、白垩系以及古近系。

研究区从20世纪80年代开始勘探至今, 已钻探井11口, 其中泉1井和泉002井在侏罗系获得了工业油气, 泉6井和泉8井在石炭系也发现少量天然气。

## 2 烃源岩特征

滴水泉凹陷滴西8井和滴西17井等井钻揭石炭系暗色泥岩, 其有机质丰度较高, 达到好烃源岩的

收稿日期: 2010-03-29; 修回日期: 2010-05-25.

基金项目: 国家重点研究发展规划(“973”)项目“中国西部典型叠合盆地复合优势通道形成演化与油气运移效率”(编号: 2006CB220305); CNPC中青年创新基金项目“新疆地区古生界油气藏成藏机制研究”(编号: 04E7046)联合资助。

作者简介: 陈世加(1964-), 男, 广东大埔人, 教授, 主要从事地球化学与油气成藏研究. E-mail: Chensj1964@sina.com.



合,造成滴北地区侏罗系储层天然气甲烷碳同位素组成较轻,也是造成该区天然气甲烷、乙烷碳同位素差值较大的原因<sup>[4]</sup>。

滴北地区天然气中 N<sub>2</sub> 含量高于滴南地区的天然气(图 3),也说明滴北地区的天然气与滴南地区的天然气存在差异。研究报道,N<sub>2</sub> 的释放与有机质赋存形式和源岩演化程度有关,对于泥质岩类,源岩晚期生成的天然气中 N<sub>2</sub> 的含量较高<sup>[5-7]</sup>。滴北地区天然气 N<sub>2</sub> 含量较高,说明它是源岩晚期生成的高成熟天然气。

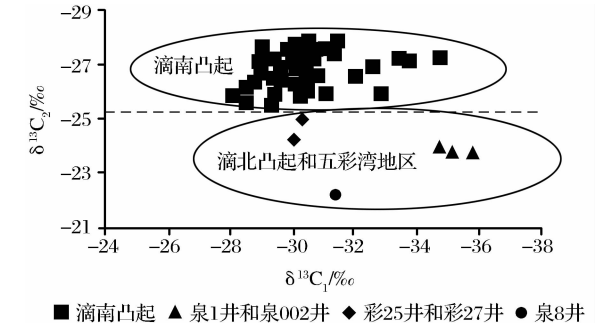


图 2 天然气碳同位素对比

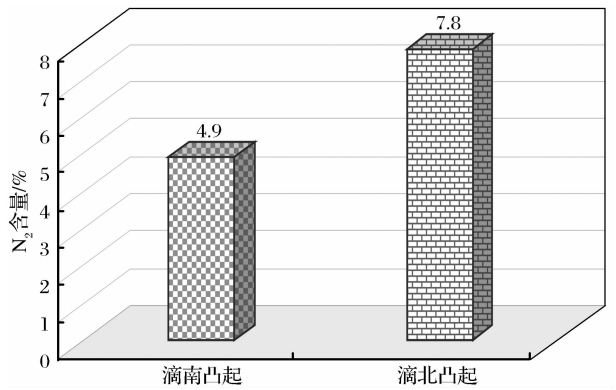
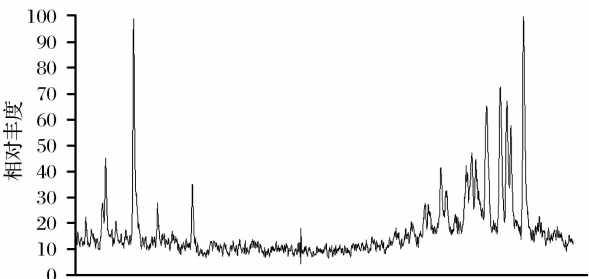


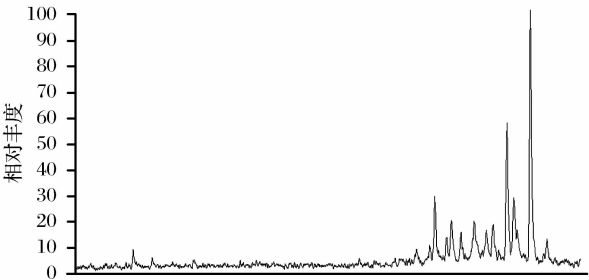
图 3 天然气中 N<sub>2</sub> 含量对比

表 2 泉 1 井与克拉美丽气田原油碳同位素值

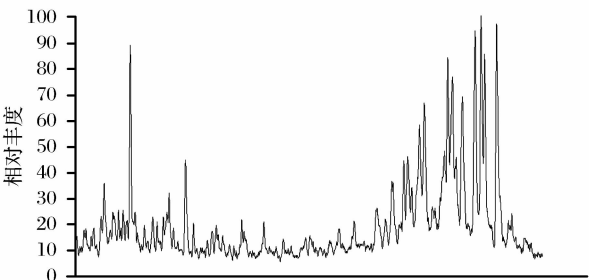
井号	层位	深度/m	原油碳同位素值/‰
滴 401	C	3 630	-28.8
滴 402	C	3 829	-28.5
滴 403	C	3 500	-27.2
滴西 10	C	3 070~3 084	-26.4
滴西 14	C	3 652	-27.2
滴西 17	C	3 662	-28.1
滴西 171	C	3 670	-27.9
滴西 18	C	3 510	-26.4
滴西 182	C	3 502	-26.1
滴西 24	C	4 130	-28.3
滴西 5	C	3 650~3 665	-27.6
泉 1	J <sub>1s</sub>	1 252~1 260.5	-25.2
彩 27	C <sub>2b</sub>	2 778~2 790	-22.8



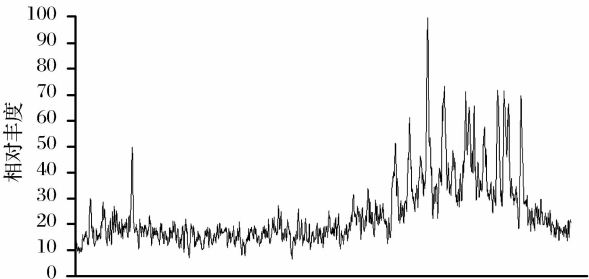
(a) 泉1井, 1 254.95 m, J<sub>1s</sub>, 气层抽提物



(b) 泉5井, 2 140.43 m, C, 黑色泥岩



(c) 伦参1井, C, 黑色沉凝灰岩



(d) 滴西8井, C<sub>2b</sub>, 黑色泥岩

图 4 滴北凸起原油与石炭系源岩对比

3.2 原油特征

如表 2 所示,滴北凸起泉 1 井侏罗系原油碳同位素值较高,为-25.2‰,与石炭系来源的油相似,滴南凸起天然气伴生的凝析油碳同位素值分布在-26‰~-28.8‰之间,两者均属于腐殖型或偏腐殖型有机质来源<sup>[6]</sup>。相对而言,滴北凸起原油的碳同位素值更高一些,表现出典型的腐殖型有机质来源油的特征,与盆地东部典型石炭系来源的油相似,如彩 27 井。

3.3 与石炭系源岩对比

滴北凸起泉 1 井侏罗系气层抽提物以 C<sub>29</sub> 甾烷

为主,与北面乌伦古坳陷伦参1井石炭系的黑色沉凝灰岩一致,也与位于构造上的泉5井C<sub>2</sub>b暗色泥岩相似,均以C<sub>29</sub>甾烷为主,与南面滴水泉凹陷的滴西8井石炭系源岩不同,该源岩C<sub>27</sub>甾烷和C<sub>29</sub>甾烷丰度相当(图4),说明滴北凸起的天然气不是来自南面滴水泉凹陷,而是来自滴北凸起北面乌伦古坳陷的石炭系源岩。

表3 滴北凸起储层与研究区石炭系源岩抽提物成熟度对比

井号	深度/m	层位	样品类型	C <sub>29</sub> 20S/(20S+20R)	C <sub>29</sub> ββ/(αα+ββ)	Ts/Tm
泉1	1 210.5	J <sub>1</sub> s	含气砂岩	0.47	0.45	0.57
泉1	1 254.95	J <sub>1</sub> s	含气砂岩	0.44	0.41	0.40
伦参1		C	黑色沉凝灰岩	0.50	0.45	0.61
泉5	2 140.43	C	黑色泥岩	0.37	0.20	0.05

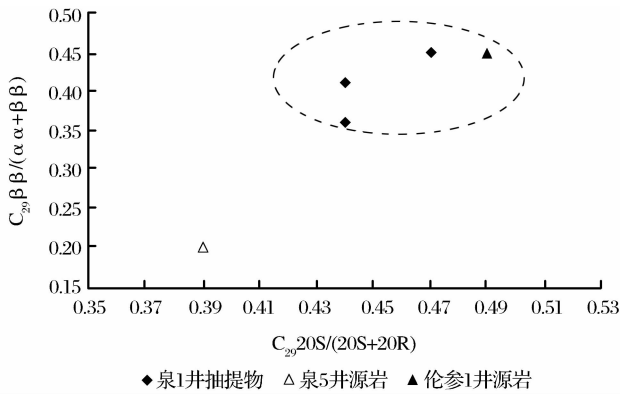


图5 泉1井气层抽提物与石炭系源岩甾烷成熟度对比

4 成藏分析

滴北凸起的区域构造形成于石炭纪末期,至早三叠世高部位一直处于剥蚀夷平阶段。中晚三叠世该区开始再次接受沉积,印支末期的构造运动又使三叠系遭受强烈剥蚀,在凸起高部位缺失。在区域持续隆起的背景下沉积了侏罗系中统、下统,形成了具有披覆性质的背斜,由于盆地边缘侏罗纪末期的构造运动对其影响剧烈,使该区再次隆升遭受削蚀,致使侏罗系上统及中统部分地层缺失,并使早期形成的侏罗系背斜圈闭受到较明显的改造<sup>[8]</sup>。白垩系不整合超覆其上,并受到喜马拉雅运动的影响。

根据石炭系烃源岩的演化特征,海西晚期的晚二叠世沉积,石炭系烃源岩进入低成熟阶段;印支期的三叠纪和早侏罗世沉积,石炭系烃源岩进入成熟阶段;燕山晚期的白垩世地层的巨厚沉积以后,石炭系烃源岩进入高成熟阶段,生成的天然气沿断裂向上运移至侏罗系储层中(图6)。

泉1井侏罗系三工河组砂岩中的石英次生加大

由于泉1井气层抽提物的C<sub>29</sub>甾烷成熟度比滴北凸起泉5井石炭系源岩高,与乌伦古凹陷的伦参1井石炭系源岩成熟度相近(表3,图5),说明泉1井的油气不是来自滴北凸起目前钻遇的石炭系源岩,而主要来自滴北凸起深层或北面的乌伦古坳陷源岩。泉1井气层抽提物C<sub>27</sub>甾烷略高于泉5井石炭系源岩,可能存在少量侏罗系油气混入。

边中发现流体包裹体。包裹体呈椭圆形,米粒状,大小为3~12μm,呈自由分布、小群状分布。均一温度为90~98℃,根据泉1井埋藏史与古地温判断,成藏时间应在晚白垩统以后(图7)。此时乌伦古坳陷石炭系烃源岩生成的高成熟天然气沿断裂向上运移至侏罗系储层中(图6),并且天然气在运移过程

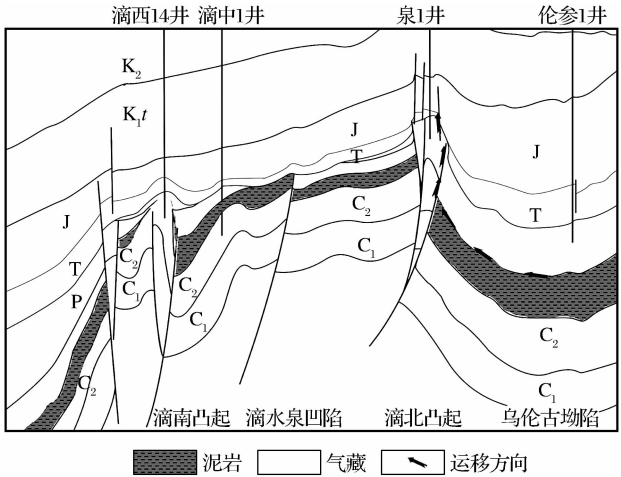


图6 滴北凸起油气运移方向示意

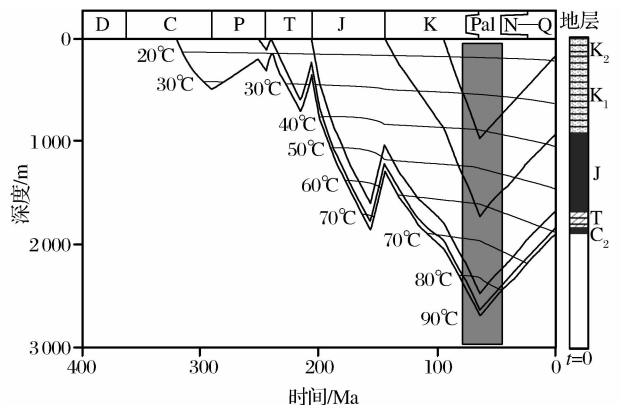


图7 泉1井埋藏史与古地温演化特征

中,混有少量侏罗系低成熟天然气,使甲烷碳同位素组成变轻。

## 5 结论

(1)滴北凸起原油、天然气均为典型的腐殖型有机质来源特征,并与盆地东部五彩湾地区石炭系来源的油和天然气相似,应为石炭系来源。滴北地区天然气的乙烷碳同位素组成高,热模拟气实验表明属于高成熟天然气,在运移成藏过程中混有少量低成熟天然气。

(2)气层抽提物馏烷对比表明,滴北凸起的油气与乌伦古坳陷石炭系源岩相似,与滴水泉凹陷的源岩不同,因此滴北凸起的天然气应来自北面乌伦古坳陷石炭系源岩。

(3)乌伦古坳陷石炭系烃源岩生成的高成熟天然气沿断裂向上运移到侏罗系形成侏罗系气藏,成藏期应在晚白垩世以后。

### 参考文献:

- [1] Huang Difan, Li Jinchao. The Principle of Evolution and Hydrocarbon Formation of Nonmarine Organic Matter[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1984: 10-42. [黄第藩, 李晋超. 陆相有机质演化和成烃机理[M]. 北京: 石油工业出版社, 1984: 10-42.]
- [2] Xu Yongchang. The Formation Theory and Application of Natural Gas[M]. Beijing: Science Press, 1994: 84-102. [徐永昌. 天然气成因理论及应用[M]. 北京: 科学出版社, 1994: 84-102.]

- [3] Cramer B, Krooss B M, Littke R. Modelling isotope fractionation during primary cracking of natural gas: A reaction kinetic approach[J]. Chemical Geology, 1998, 149: 235-250.
- [4] Wang Xianbin, Tuo Jincui, Li Zhenxi, *et al.* Exploration on formation theory of natural gas: Broaden the field for discovering new resource[J]. Natural Gas Geoscience, 2003, 14(1): 30-34. [王先彬, 妥进才, 李振西, 等. 天然气成因理论探索——拓宽领域, 寻找新资源[J]. 天然气地球科学, 2003, 14(1): 30-34.]
- [5] Chen Shijia, Fu Xiaowen. The exploration theory on the stage of natural gas and application in the research of gas accumulation[J]. Journal of Southwest Petroleum University, 2001, 23(5): 4-7. [陈世加, 付晓文. 天然气分段捕获原理及在成藏研究中的应用[J]. 西南石油大学学报, 2001, 23(5): 4-7.]
- [6] Krooss B M, Littke R, Muller B, *et al.* Generation of nitrogen and methane from sedimentary organic matter: Implications on the dynamics of natural gas accumulations[J]. Chemical Geology, 1995, 126: 291-318.
- [7] Chen Shijia, Fu Xiaowen, Shen Zhaoguo, *et al.* Molecular nitrogen genesis in natural gases and relationship with gas accumulation history in Tarim basin[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2000, 18(4): 616-618. [陈世加, 付晓文, 沈昭国, 等. 塔里木盆地中高氮天然气成因以及油气聚集的关系[J]. 沉积学报, 2000, 18(4): 616-618.]
- [8] Zhen Jianjing, Wen Deshun, Meng Qianxiang, *et al.* Geochemical parametric characteristics of source rocks in thermal simulation of evolution: Example from the Jurassic source rocks of Junggar basin[J]. Natural Gas Geoscience, 2003, 14(2): 134-139. [郑建京, 温德顺, 孟仟祥, 等. 煤系烃源岩热模拟演化过程的地球化学参数特征——以准噶尔盆地侏罗系煤系烃源岩为例[J]. 天然气地球科学, 2003, 14(2): 134-139.]

## Characteristics of Natural Gas Sources and Accumulation in Dibei Uplift of Junggar Basin

CHEN Shi-jia, CHEN Xue, LU Jun-gang, LU Lin-chao, YANG Guo-ping, WANG Yi

(Southwest Petroleum University, Chengdu 610500, China)

**Abstract:** The large-scale gasfield, containing many gas reservoir layers mainly composed of Carboniferous volcanic rocks, is discovered in the Dinan uplift—the south of Dishuiquan depression in central Junggar basin. Dibei uplift, near the Dishuiquan depression in south and Wulungu depression in north, is considered as the favorable region of hydrocarbon accumulation from two depressions. Recently, small-scale gas reservoirs have been found in Jurassic and Carboniferous strata, but no greater breakthrough has been made. It is still unclear about the origin of the natural gas of the Dibei uplift. By comparing with carbon isotope of natural gas and reservoir extraction of gas intervals, it is showed that the geochemical characteristics of natural gas in Dibei and Dinan uplift has significant differences, and natural gas of Dibei uplift is similar with that from typical Carboniferous sources in the eastern part of the basin. Consequently, the natural gas should be sourced from Wulungu depression whose geochemical characteristics of rocks in Carboniferous are similar with Dibei uplift. Based on the characteristics of fluid inclusions, it is concluded that the gas is accumulated at late stage of late Cretaceous.

**Key words:** Junggar basin; Dibei uplift; Natural gas; Source regions; Reservoir formation period.