

# 新疆蒙其古尔矿床侏罗系煤岩可溶有机质 生物标志化合物特征

丁波<sup>1)</sup>, 刘红旭<sup>1)</sup>, 潘澄雨<sup>1)</sup>, 刘涛<sup>1)</sup>, 王永文<sup>1,2)</sup>, 孟云飞<sup>1,2)</sup>

1) 核工业北京地质研究院, 北京, 100029; 2) 中国地质大学(北京), 北京, 100083

沉积环境决定着母质来源、类型及其保存条件 (Bechtel and Gruber, 2001)。特定的沉积环境可使有特殊结构的生物体或其局部组织比较完整地保存在沉积地层当中, 因此可以通过研究沉积地层中有机质的生物标志化合物分布特征反演沉积古环境、母质输入类型以及有机质成熟度 (Peters and Moldowan, 1993; Ingalls and Lee, 2003)。

## 1 地质背景和样品特征

伊犁盆地在大地构造单元划分上归属于天山造山带中的伊犁—中天山微地块, 其南侧以南天山为边界与塔里木板块相接, 是在塔里木板块和哈萨克斯坦板块的南北对冲挤压应力作用下形成的大型内陆山间断陷-拗陷盆地 (李胜祥等, 1996)。

测试的煤岩样品采集于伊犁盆地南缘蒙其古尔矿床 P1705 钻孔 486m 处, 为 V 旋回煤岩。测试结果显示, 该煤岩样品的氯仿沥青 A 值为 0.2734, 族成分饱和烃为 12.66%、芳烃为 5.35%、非烃组分为 21.75%, 沥青质为 60.25%。

## 2 有机地球化学和生物标志化合物

伊犁盆地南缘蒙其古尔矿床侏罗系煤岩抽提物色谱和质谱分析结果显示, 煤岩中可溶有机生物标志化合物主要有: 正构烷烃、类异戊二烯烷烃、萜类化合物及甾类化合物。

### 2.1 正构烷烃系列

该测试煤岩样品的可溶有机质中, 正构烷烃呈单峰分布, 碳数分布为  $nC_{13} \sim nC_{35}$ , 其主峰碳为  $C_{25}$ , 次峰为  $C_{23}$ 、 $C_{27}$ , 表明煤岩有机质的原始母

质主要以陆源高等植物输入为主 (徐耀辉, 2006); OEP 指数为 5.87, CPI 指数为 6.01, 具有明显的奇碳优势, 表明煤岩有机质处于未成熟-低成熟阶段 (罗宪婴, 2007);  $nC_{21}/nC_{22+}$  为 0.14, 表明正构重烃组分明显占优势, 指示有机质成熟度较低。

### 2.2 类异戊二稀烷烃系列

姥鲨烷和植烷形成的沉积环境不同, 姥鲨烷是在氧化条件下植醇基团经氧化为植烷酸再经脱羧而成, 植烷则是在还原条件下植醇基团加氢脱水而成, 利用姥/植比 (Pr/Ph) 可以反映古沉积环境 (李厚民等, 2005)。所测煤岩样品的 Pr/Ph 值为 1.06, 有微弱的姥鲨烷优势, 指示当时的沉积环境为弱氧化的淡水-微咸水环境 (Volkman J K and Maxwell J R, 1986; Peters K E and Moldowan J M, 1993)。

### 2.3 萜烷系列

藿烷系列(五环三萜烷)碳数分布范围为  $C_{27} \sim C_{35}$ , 缺少  $C_{28}$ , 且以  $C_{30}\text{-}\alpha\beta$ -藿烷为主峰碳,  $C_{30}$  藿烷占优势,  $22S/22R\text{-}C_{31}\text{Hop}$  值为 0.27, 指示煤岩中有机质处于低成熟阶段。Tm/Ts 值为 2.55,  $C_{30}\beta$  藿烷作为生物构型藿烷的检出, 反也映了该煤岩有机质成熟度低。伽马蜡烷/( $C_{31}(22S+22R)/2$ ) 值为 0.21, 较低的伽马蜡烷/( $C_{31}(22S+22R)/2$ ) 比值是微咸环境烃源岩的重要标志 (宋一涛, 2004)。

### 2.4 甾烷系列

所测煤样  $5\alpha\text{-}C_{27}/5\alpha\text{-}C_{29}$  的值为 0.16,  $5\alpha\text{-}C_{28}/5\alpha\text{-}C_{29}$  甾烷的值 0.24;  $5\alpha\text{-}C_{27}$ 、 $5\alpha\text{-}C_{28}$  及  $5\alpha\text{-}C_{29}$  甾烷含量分别为 11.43%、17.18% 及 71.39%, 表现为  $5\alpha\text{-}C_{29} > 5\alpha\text{-}C_{28} > 5\alpha\text{-}C_{27}$ , 以  $5\alpha\text{-}C_{29}$  甾烷占绝对优势, 指示煤岩有机质的母质来源以陆源高等植物占优

注: 本文获中核集团重点科技专项(地 ZD162-1)、国家 863 项目(2012AA061801)和国家 973 项目(2015CB453004)联合资助。

收稿日期: 2014-12-31; 改回日期: 2015-03-15; 责任编辑: 章雨旭。

作者简介: 丁波, 男, 1990 年生, 硕士研究生, 矿产普查与勘探专业。Email: 18773485100@163.com。

势(温汉捷, 2000)。C<sub>29</sub>-ββ/(αα+ββ) 值为 0.36; ααC<sub>29</sub>-20S/(20S+20R) 值为 0.16, 指示煤岩有机质成熟度较低(冯武军, 2010)。

通过对伊犁盆地侏罗系煤岩可溶有机质生物标志化合物的分析与综合研究, 本文认为伊犁盆地南缘侏罗系煤系地层的沉积环境为弱氧化的淡水-微咸水环境; 煤岩中有机质来源以陆源高等植物输入占优势为特征; 煤岩有机质成熟度比较低, 整体上处于未成熟-低成熟阶段, 这对于煤成气的生成整体有利。

### 3 煤岩和铀的富集讨论

伊犁盆地南缘侏罗系煤岩在其热演化过程中能产生大量的腐殖酸及以 CH<sub>4</sub> 为主的煤层气, 对铀的富集成矿具有十分重要的作用, 主要表现为吸附作用、络合作用以及还原作用(郭庆银, 2005)。通过吸附和络合作用完成铀在煤岩中预富集, 同时也为含矿目的层砂体中铀矿的形成提供铀的来源; 煤层气在厌氧细菌的作用下与地下水中 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 反应, 生成大量的 H<sub>2</sub>S 气体, 造成一种缺氧富含硫化氢的强还原环境。在此环境中 Fe<sup>3+</sup> 与 H<sub>2</sub>S 气体反应生成黄铁矿, 与此同时成矿流体当中的 U<sup>6+</sup> 转化成为 U<sup>4+</sup>, 从而导致黄铁矿的外围多包裹沥青铀矿, 造成黄铁矿框与铀矿物共生共存的现象。另外, 煤成气等还原性流体的渗出, 大大提高了砂体的还原性容量, 在一定程度上改变了目的层砂体中的 Eh、pH 值, 提高了目的层地球化学障的反差度, 为铀的富集成矿提供了有利条件。

### 参 考 文 献 / References

- 冯武军, 纪亚琴, 刘子满. 2010. 海安凹陷 TX8 井二叠系油源研究[J]. 复杂油气, 3(3): 6-8.
- 郭庆银, 李子颖, 王文广. 2005. 内蒙古西胡里吐盆地有机质特征及其与铀矿化的关系[J]. 铀矿地质, 21(1): 16-22.
- 李厚民, 毛景文, 张长青, 等. 2005. 滇黔交界地区玄武岩铜矿中有机质的生物标志物特征及其地质意义[J]. 地质论评, 51(5): 541-549.
- 李胜祥, 陈戴生, 王瑞英, 等. 1996. 伊犁盆地含煤系地层沉积相特征及其与层间氧化带砂岩型铀矿成矿关系[J]. 铀矿地质, 12(3): 129-134.
- 罗宪婴, 赵宗举, 孟元林. 2007. 正构烷烃奇偶优势在油源对比中的应用——以塔里木盆地地下古生界为例[J]. 石油实验地质, 29(1): 74-77.
- 宋一涛, 吴庆余, 周文. 2004. 未熟-低熟油的形成与成因机制[M]. 山东东营: 石油大学出版社, 171-182.
- 温汉捷, 裘愉卓, 姚林波, 等. 2000. 中国若干下寒武统高硒地层的有机地球化学特征及生物标志物研究[J]. 地球化学, 29(1): 28-35.
- 徐耀辉. 2006. 吐拉盆地中-下侏罗统烃源岩饱和烃生物标志化合物特征及其地球化学意义[M]. 内蒙古石油工业, 32(11): 158-160.
- Bechtel A, Gruber W, Sachsenhofer R F, et al. 2001. Organic geochemical and stable carbon isotopic investigation of coals formed in low-lying and raised mires within the Eastern Alps (Austria)[J]. Organic Geochemistry, 32: 1289-1310.
- Ingalls A E, Lee C, Druffel E R M. 2003. Preservation of organic matter in mound-forming coral skeletons [J]. Geochimica Et Cosmochimica Acta, 67(15): 2827-2841.
- Peters K E, Moldowan J M. 1993. Interpreting molecular fossils in petroleum and ancient sediments[M]. NJ:Prentice Hall, 1-236.
- Volkman J K, Maxwell J R. 1986. Acyclic isoprenoids as biological makers [A]. Jones R B Biological Makers in the Sediment ray record[C]. New York Elsevier Publishers, 1-42.