

# 右江盆地油气成藏与金成矿的时代耦合： Sm-Nd 同位素制约\*

## Time coupling of oil-gas reservoir formation and Au mineralization in the Youjiang basin: Sm-Nd isotopic constraints

顾雪祥<sup>1</sup>, 李葆华<sup>2</sup>, 徐仕海<sup>2</sup>, 付绍洪<sup>3</sup>, 董树义<sup>1,2</sup>, 曾令刚<sup>2</sup>

(1 中国地质大学, 北京 100083; 2 成都理工大学, 四川 成都 610059; 3 中国科学院地球化学研究所, 贵州 贵阳 550002)

GU XueXiang<sup>1</sup>, LI BaoHua<sup>2</sup>, XU ShiHai<sup>2</sup>, FU ShaoHong<sup>3</sup>, DONG ShuYi<sup>1,2</sup> and ZENG LingGang<sup>1</sup>

(1 China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2 Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan China;

3 Institute of Geochemistry, CAS Guizhou Guiyang 550002, China)

**摘要** 右江盆地二叠系生物礁古油藏的三期油气注入时间分别为 237.5~235 Ma、232.5~230 Ma 和 227.5~185 Ma, 其中第三期裂缝充填方解石的 Sm-Nd 等时线年龄为 (182±21) Ma, 微细浸染型(卡林型)金矿床成矿流体的活动时限为 267~172 Ma。金矿床与古油藏在空间上密切共生、在成矿成藏时间上大致吻合、在成因上一脉相承, 它们同是盆地有机成矿流体演化的产物。

**关键词** Sm-Nd 同位素; 成矿成藏时代; 古油藏; 金矿床; 右江盆地

沉积盆地可看成是一个由固体无机沉积物颗粒、细分散有机质和盆地流体组成的巨大的、开放的热化学反应器, 其中发生着各种复杂的无机、有机和生物化学反应, 油气和金属矿床便是这一巨型化学反应器演化到特定阶段的产物。位于滇黔桂三省边境地区的右江盆地, 以分布十分广泛的油气、油气苗和沥青显示而备受石油地质学家们的关注; 同时, 该区发育大量的微细浸染型(卡林型)金矿床, 是著名的扬子地台西南缘低温成矿域的主体部位。盆地内的古油藏与微细浸染型金矿床, 在时空分布和成因上有着密切的联系。关于金矿床的成矿时代, 已有较多同位素年龄资料的约束(王国田, 1992; 胡瑞忠等, 1995), 但有关本区油气成藏的同位素年龄尚未见报道。本文报道了贵州紫云石头寨二叠系古油藏的 Sm-Nd 等时线年龄, 并据此探讨了油气成藏与金成矿的耦合关系。

## 1 地质背景

发育于华南板块南缘早古生代基底之上的右江盆地, 晚古生代以来经历了性质不同的海西和印支两大构造时期, 其演化大致可划分为 3 个阶段, 即: 被动陆缘裂谷盆地(D<sub>1</sub>—P<sub>1</sub>)、弧后裂陷盆地(P<sub>2</sub>—T<sub>2</sub>)和

\*本研究得到国家自然科学基金(40573031)的资助

第一作者简介 顾雪祥, 男, 1964 年生, 博士, 教授, 主要从事矿床学和地球化学研究。

前陆盆地 ( $T_3$ ), 印支运动最终使海水退出, 全区进入隆升剥蚀阶段。各演化阶段的盆地边界、内部结构和沉积特征同时受一系列北西向和北东向同沉积断裂的控制, 形成了“盆-台相间”的沉积构造格局, 其中盆地相区主要为深水硅质岩、泥晶灰岩、火山碎屑岩和浊积岩, 而台地相区则主要为生物礁、滩相碳酸盐岩沉积。

右江盆地微细浸染型金矿床的含矿岩系主要为二叠系至中三叠统的不纯碳酸盐岩和陆源碎屑岩 (浊积岩), 矿床主要产于盆地边缘碳酸盐岩台地、盆地内孤立台地 (台丘) 或水下高地、古潜山及其边缘斜坡相带内, 空间上往往与古油气藏共生或相邻, 如板其金矿与册亨古油藏伴生, 丫他金矿床与安然古油藏相邻, 烂泥沟金矿床与赖子山古油藏相距仅 700 m。盆地内发育多套生储盖组合, 油气储集空间主要为生物礁灰岩和溶孔白云岩。

贵州紫云石头寨古油藏产于上二叠统生物礁相内, 在生物礁顶部 45 m 范围内富集大量沥青。富含沥青的储集岩中发育有三期溶孔、裂缝充填方解石。第一期方解石中的包裹体类型以液相水包裹体和气液水包裹体为主, 偶见液相有机质包裹体、气液有机质包裹体和沥青包裹体; 第二期方解石中的包裹体主要为液相有机质包裹体, 次为气相有机质包裹体、沥青包裹体和气液水包裹体, 激光拉曼探针分析表明, 有机组分主要为  $C_2H_6$ , 次为  $CH_4$ ; 第三期方解石中含有大量气相有机质 ( $CH_4$ ) 包裹体<sup>①</sup>。三期方解石中与有机质包裹体共生的气液水包裹体的均一温度分别为 77~84℃、91~103℃和 117~155℃。可见, 随着油气注入温度的升高和有机质成熟度的加大, 包裹体成分由以液态烃类为主, 逐渐向气态烃类转变。

## 2 分析结果与讨论

用于钐-钕同位素分析的 4 件样品, 均采自石头寨二叠纪生物礁古油藏中第三期与沥青共生的含大量气相有机质 ( $CH_4$ ) 包裹体的裂缝充填方解石。同位素分析采用 IsoProbe-T 热电离子质谱计, 三带,  $M^+$ , 可调多法拉第接收器接收。质量分馏用  $^{146}Nd/^{144}Nd=0.7219$  校正, 标准测量结果: SHINESTU 为  $(0.512118\pm 3)$  (标准值为 0.512110)。测试分析在核工业北京地质研究院分析测试研究中心同位素室完成, 测试结果列于表 1。

表 1 紫云石头寨二叠系古油藏裂缝充填方解石 Sm-Nd 同位素组成

样号	Sm/ $10^{-6}$	Nd/ $10^{-6}$	$^{147}Sm/^{144}Nd$	$^{143}Nd/^{144}Nd$	$2\sigma$
ZY19-2	0.401	1.958	0.1238	0.512520	$\pm 0.000024$
ZY13	0.073	0.399	0.1100	0.512485	$\pm 0.000037$
ZY15	0.863	3.486	0.1496	0.512559	$\pm 0.000015$
ZY17	0.759	3.359	0.1367	0.512542	$\pm 0.000137$

4 件样品构成了一条相关系数为 0.9887 的等时线, 等时线年龄为  $(182\pm 21)$  Ma (早侏罗世), 初始  $^{143}Nd/^{144}Nd$  比值为 0.512379,  $MSWD=0.026$  (图 1)。鉴于所分析的第三期裂缝充填的方解石与沥青共生,

① 顾雪祥, 等. 2006. 黔桂地区中生界储层流体与油气成藏关系研究. 科研报告.

其中的流体包裹体主要为气相的  $\text{CH}_4$  包裹体，与其共生的气液水包裹体的均一温度变化于  $117\sim 155^\circ\text{C}$  之间，因此，该等时线年龄代表了油气演化已达高成熟—过成熟阶段的注入时间。作者根据该古油藏中三期方解石的均一温度、形成深度以及沉积物埋藏史，确定的油气三期注入时间分别为  $237.5\sim 235\text{ Ma}$ 、 $232.5\sim 230\text{ Ma}$  和  $227.5\sim 185\text{ Ma}$ ，其中的第三期注入时间与本文所获得的 Sm-Nd 等时线年龄值大致相符。事实上， $237.5\sim 182\text{ Ma}$  这一时限可能仅代表了

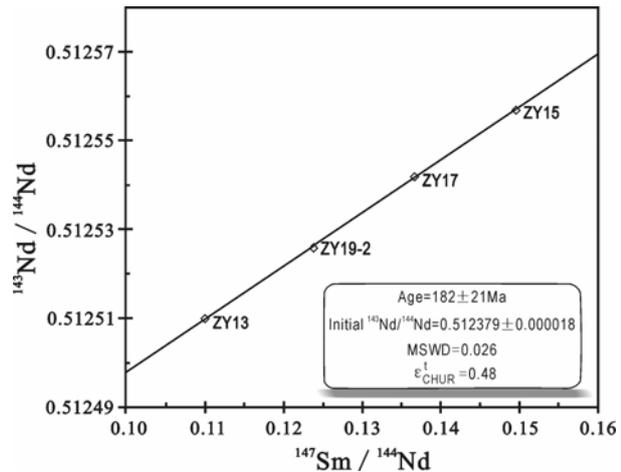


图 1 紫云石头寨二叠系古油藏裂缝充填方解石 Sm-Nd 等时线图

油气进入储层后直至成藏的二次运移的时间，如果考虑到该二叠系生物礁古油藏的油气主要来自同时代的烃源岩（杨惠明，1999），以及油气从烃源层进入储层的初次运移可能在沉积物埋藏不久的成岩阶段即已开始，则本区油气活动（包括初次和二次运移）的时限应为晚二叠世的海西末期至早侏罗世的燕山早期。

右江盆地中微细浸染型金矿床成矿流体的活动时限，主要通过矿石中热液矿物的流体包裹体同位素定年获得。金牙金矿床中含金黄铁矿和毒砂单矿物流体包裹体的 Rb-Sr 等时线年龄为  $(267\pm 28)\text{ Ma}$ ，含金绢云母等粘土矿物的 Rb-Sr 等时线年龄为  $(206\pm 12)\text{ Ma}$ （王国田，1992）；烂泥沟金矿成矿阶段的石英和方解石流体包裹体 Rb-Sr 等时线年龄为  $(259\pm 27)\text{ Ma}$ （胡瑞忠等，1995）；戈塘金矿床中矿石和蚀变矿物包裹体 Rb-Sr 等时线年龄为  $172\text{ Ma}$ （胡瑞忠等，1995）。因此，本区金矿床含矿流体活动及成矿的时限与油气活动的时限一致，均为晚二叠世至早侏罗世的海西末期至燕山早期。

本区的微细浸染型金矿床与古油藏在空间上的密切共生关系，金矿石和围岩中富含有机碳和沥青，热液矿物流体包裹体中出现大量的  $\text{CH}_4$  等有机组分，以及金矿含矿流体与油气成藏流体活动时限的一致性，均有力地表明成矿流体中的有机质是石油裂解演化的产物。张志坚等（1999）所做的荧光光谱分析表明，黔西南卡林型金矿床成矿流体中的有机质以芳香族化合物为主，含有一定的饱和烃；包裹体轻烃成分和激光拉曼光谱分析结果显示，成矿流体中大量的烃类组分，尽管因为成熟度较高而以低分子烃为主，但仍然保留了烃、烯、炔等成分（张志坚等，1999；施继锡等，1998）。因此，本区金矿的成矿流体与油气成藏的有机流体同是盆地流体演化的产物，它们具一脉相承的同生、同运、同储的亲缘关系。

### 3 结 论

右江盆地内广为分布的二叠系生物礁型古油藏的成藏时限与微细浸染型金矿床成矿流体的活动时限基本一致，均为晚二叠世至早侏罗世，油气的演化于  $182\text{ Ma}$  左右达到高成熟—过成熟阶段。金矿床与古油藏在空间上密切共生、在成矿成藏时间上大致吻合、在成因上一脉相承，它们同是盆地有机成矿流体演化的产物。

## 参 考 文 献

- 胡瑞忠, 苏文超, 毕献武, 李泽琴. 1995. 滇黔桂三角区微细浸染型金矿成矿热液的一种可能性的演化途径: 年代学证据. 矿物学报, 15(2): 144~149.
- 施继锡, 王华云, 张 忠. 1998. 金、铋、汞低温矿床的形成与有机质的关系. 见: 涂光炽, 等, 著. 低温地球化学. 北京: 科学出版社. 53~76.
- 王国田. 1992. 桂西北地区三条铷-锶等时线年龄. 广西地质, 5(1): 29~35.
- 杨惠民. 1999. 滇黔桂海相碳酸盐岩地区最佳油气保存单元的评价与选择. 贵阳: 贵州科技出版社. 286.
- 张志坚, 张文淮. 1999. 黔西南卡林型金矿成矿流体性质及其与矿化的关系. 地球科学, 24(1): 74~78.

<http://www.kcdz.ac.cn/>