

珲春河流域砂金中微量铅同位素组成及其来源

王铁夫 周燕 咸嘉泉 张延洁

(吉林大学测试科学实验中心,吉林 长春,130026)

摘要 砂金中的微量铅同位素分析具有特殊的意义。可根据 Pb 同位素的 μ 、 ν 、 ω 等值确定砂金的来源及可能的原生金矿体。本文测试了珲春河流域中的砂金及附近岩石和矿物 Pb 同位素,为寻找原始金矿和岩体提供了极其重要的同位素地质依据。砂金中铅的化学分离是采用阴阳离子交换技术,以甲醇作为载体进行砂金中微量铅的富集、分离纯化,使铅与金彻底分离,以达到高精度和准确的铅同位素测定。

关键词 砂金 阴阳离子交换 铅同位素

Lead Isotope Composition and Sources of Trace Lead in Placer Gold of the Hunchun River Valley

WANG Tiefu ZHOU Yan XIAN Jiaquan ZHANG Yanjie

(Test Scientific Experiment Center of Jilin University, Changchun, Jilin, 130026)

Abstract The isotope analysis of trace lead in placer gold has special meaning. From μ , ν and ω of the lead isotopes, the sources of the placer gold and the original deposit can be found. The lead isotope analysis of placer gold as well as rocks and minerals nearby in the Hunchun River Valley is very important in searching for gold deposits and collecting basic geological data in that area. The separation and enrichment of Pb are carried out by means of anion and cation exchange resin. In this way Pb can be separated from Au and its isotopes can be determined accurately.

Key words placer gold anion-cation exchange lead isotope

一个地区由于多期的地质作用,造成铅矿化也有多期,但能形成工业矿床的地质作用往往只有一期。在该期成矿作用中各种金属矿床一般都能形成自己特殊的 Pb 同位素数据。这种特殊的 Pb 同位素数据是寻找各种金属矿床的有利标志,也可作为寻找同源、同期、同类型矿床的重要标志。可以帮助识别在许多矿化点中哪期矿化可能有工业价值,哪期矿化无工业价值。

岩石铅和矿石铅同位素数据对比是确定围岩和矿床成因关系的基本准则之一,也是确定矿源层和矿源体的重要标志。通过砂金中微量 Pb 同位素和围岩岩石 Pb 同位素对比法,为寻找原生金矿体或岩体提供主要依据。

砂金是中国金矿的重要类型,其储量和产量在中国金的储量和产量中均占有重要地位。珲春县珲春河流域是吉林省最重要的砂金产地之一,矿金分布点多,面积广,并有着久远的采掘历史。

1 地质概况

珲春河两岸 500~600 km² 范围内已发现 60 余个金、铜矿床和矿化点。区域内出露最古老的地层为厚度达几千米至上万米的早古生代青龙村群,为一套中深变质的海陆交互相中酸性火山岩、碎屑岩及碳酸岩。该层的金丰度值高于克拉克值 4~5 倍,是该区重要的矿源层,并有许多金、铜矿床和矿化点,其中重要的有扬金沟 38、39、40、2、4、34 等矿点。

区域内花岗质岩石出露面积约占 2/3, 其中中华力西期花岗岩出露面积占 1/2。金、铜矿化关系密切, 并有许多矿床和矿化点, 例如东沟黑云母斜长花岗岩中 5、3、41、42、43、71、72 等金矿点和 53、54、55、57 铜矿点等。中生代受滨太平洋构造影响, 区域内广泛强烈的火山喷发和花岗质岩浆侵入, 形成丰富的多金属矿床和矿点。

2 实验方法和结果

2.1 实验条件

2.1.1 环境 为了确保实验数据的精确度, 此次实验在超净化实验室环境下进行, 以防止大气中或其他污染途径污染样品造成实验数据不准确。所用器皿均为特殊材料, 主要有: 聚四氟乙烯坩埚、石英烧杯、石英交换柱等。

2.1.2 试剂 试验中使用的试剂均为优级纯再进行提纯的浓高氯酸、浓盐酸、浓硝酸和氢氟酸。

2.2 样品溶解

砂金样品采用王水溶解。

岩石样品: 首先取约 0.1 g 样品, 加入 HF 与 HNO_3 , 浸泡 6~10 h, 盖上盖在 60 °C 加热 2 h 左右, 取下盖子在 80 °C 情况下蒸干样品(因为某些氟化物类在稀酸中往往含沉淀, 因此蒸干的样品需要重溶在 1 mol/L HNO_3 中然后蒸干), 此步骤反复几次。以上的步骤需要非常仔细, 防止溶液的丢失影响同位素结果的测定。蒸干的样品加入适量的超纯水, 在高灵敏度的天平上把药品分成 2 份。一份测定同位素组成; 一份准确地加入铅与铀的稀释剂测定同位素的含量。等分后的样品蒸发完全干燥, 然后加入 2 mL 94% CH_3OH 和 6% 16 mol/L HNO_3 的混合液(CH_3OH 与 Pb 形成络阴离子), 用已处理好的聚四氟乙小棒仔细捣碎残渣以防止包裹元素铅和铀。然后把烧杯中的溶液仔细地倒入石英离心管中, 离心分离准备过离子交换柱。

2.3 化学分离

2.3.1 阴离子交换 离子交换柱柱高为 10 cm, 直径为 0.5 cm, 底部用高纯的石英板作为滤板。把浸泡在 94% CH_3OH 与 16% mol/L HNO_3 混合液的 Dowex1x8 阴离子交换树脂装到交换柱上, 其树脂高度为 5 cm。装柱以后首先用 3 mL 混合液洗一下树脂床, 流干。然后把离心管中的样品液小心的倒

入到交换柱中, 流干。用 8 mL 70% CH_3OH 和 30% (3.3 mol/L) HNO_3 混合液洗去干扰元素。最后用 8 mL 0.5 mol/L HNO_3 洗下铅(用 10 mL 石英烧杯接)。蒸干样品, 加入 0.5 mL 1.5 mol/L HCl , 蒸干样品。准确地加入 0.25 mL 1.5 mol/L HCl , 准备过阳离子交换柱。

2.3.2 阳离子交换 阳离子交换柱的尺寸大小与阴离子交换柱一样, 浸泡在 4 mol/L HCl 中的 Dowex50×8 装到交换柱上, 树脂高度为 2.5 cm。用 5 mL 4 mol/L HCl 洗柱, 然后用 3 mL 1.5 mol/L HCl 淋洗树脂, 流干。把阴离子交换柱下来的溶液小心地倒入此交换柱中, 流干。最后用 2 mL 1.5 mol/L HCl 洗下铅(用 5 mL 石英烧杯接取), 蒸干样品准备上质谱计测试。

2.4 质谱测试

本实验室的质谱仪是从英国引进的 VG54-10 型质谱仪, 离子束等效轨道半径 54 cm, 实际半径 27 cm, 采用双方向质量聚集, 为提高峰度灵敏度接收端附加小型静电分析器作为能量过滤, 实现不完善的质能双聚集, 质量范围为 1~350, 仪器用计算机自动控制 16 个样品的换样发射, 聚集, 接收。磁场跳峰测试及数据的处理和打印全部由计算机自动控制操作。

2.5 实验结果

此次实验结果详见表 1。

3 结论

从分析数据看出, 农坪沟和东沟虽然为十多千米, 但两个砂金中 Pb 同位素数据十分相似, 比小西南岔原生自然金, 放射成因铅的含量较高。通过砂金中微量铅同位素数据与围岩中的岩石铅同位素进行对比, 发现农坪沟和东沟砂金中微量铅同位素数据与英云闪长岩侵入体具有共生关系, 英云闪长岩体很可能是农坪沟东沟砂金的来源。

关于砂金的增生和砂金矿的成因问题众说纷纭, 认识不一。岩石铅与矿石铅同位素对比是确定围岩和矿床成因关系的基本准则, 也是确定矿源体的主要标志。近年来, 国内外通过砂金中铅同位素和围岩岩石铅同位素数据的对比法, 为寻找原生金矿和岩体提供了主要的同位素依据。

表 1 砂金及围岩铅同位素的组成
Table 1 Lead isotopic ratio of Placer gold and surrounding rock

样品号	采样地点和测试矿物	铅同位素组成/%及测试精度			源区特征值			
		206/204	207/204	208/204	μ	ν	ω	Th/U
南—1	小西南岔南山矿 自然金	18.141	15.537	38.010	9.50	0.069	36.7	3.8
		0.035%	0.047%	0.052%				
农—1	农坪沟 砂金	18.293	15.459	38.087	9.50	0.069	36.8	3.8
		0.040%	0.051%	0.053%				
农—7	农坪 II 号岩体 英云闪长岩	18.280	15.501	38.097	9.40	0.068	36.8	3.8
		0.043%	0.033%	0.058%				
农—9	农坪 I 号岩体 石英闪长岩	18.174	15.476	38.656	9.40	0.068	40.1	4.1
		0.048%	0.052%	0.058%				
东—1	东沟 砂金	18.278	15.510	38.067	9.50	0.069	36.4	3.7
		0.052%	0.048%	0.055%				
东—13	东沟 含砾英安岩	18.261	15.509	38.056	9.60	0.069	36.5	3.7
		0.061%	0.033%	0.057%				
东—15	东沟 角砾岩	18.280	15.505	38.036	9.50	0.069	36.4	3.7
		0.055%	0.053%	0.068%				
古砂—1	金泉岗 砂金	18.387	15.575	38.012	9.03	0.065	34.35	3.7
		0.055%	0.053%	0.068%				
古砂—2	春北老头沟 砂金	18.437	15.832	38.754	9.08	0.065	37.35	4.0
		0.048%	0.056%	0.049%				
D—3	大北城 方铅矿	18.159	15.478	37.734	8.71	0.063	33.24	3.7
		0.052%	0.049%	0.083%				
新—1	三道沟 方铅矿	18.380	15.585	38.276	9.03	0.065	35.42	3.8
		0.038%	0.044%	0.076%				
L—1	砂金连生体 方铅矿	18.335	15.492	38.007	9.00	0.065	34.34	3.7
		0.042%	0.047%	0.056%				

参 考 文 献

郭陀珠, 郑桂英. 1995. 全岩中微量铅分离方法的实验研究. 矿产与地质 (5): 394~397.
 常向阳, 朱炳泉. 2002. 海南抱板金矿铅同位素化探评价. 地球化学 31(3): 259~265.
 常向阳, 朱炳泉, 陈毓蔚等. 2002. 元素-同位素示踪在环境科学研究中的应用. 广州大学学报(自然科学版), 1(3): 67~70.
 朱炳泉. 1998. 地球科学中同位素体系理论与应用. 北京: 科学出版社, 330.
 吴尚全, 王春宏, 王铁夫等. 1998. 黑龙江省砂金的铅同位素地质特征. 黄金地质 1(1): 1~8.

(5): 394~397 in Chinese with English abstract).
 Chang Xiangyang, ZHU Bingquan. 2002. Application of lead isotopes to geochemical exploration in the Baoban gold deposits, Hainan Province, China. Geochimica. 31(3): 259~265 in Chinese with English abstract).
 Chang Xiangyang, Zhu Bingquan, Chen Yuchuan et al. 2002. Application of element-isotope tracing to environmental science. Journal of Guangzhou University(Natural Science Edition), 1(3): 67~70 in Chinese with English abstract).
 Zhu Bingquan. 1998. Theory and application of isotopic systematic in Earth Science. Beijing: Science Press, 330 in Chinese with English abstract).
 Wu Shangquan, Wang Chunhong, Wang Tiefu et al. 1998. Geological characteristics of Pb-isotope of placer gold in Heilongjiang province. Gold Geology 1(1): 1~8 in Chinese with English abstract).

References

Guo Tuozhu, Zhen Guiying. 1995. Experiment research of minim lead separate method in The Rock. Mineral Resources and Geology,