福建尤溪肖坂金矿含矿主岩矿化过程中的元素地球化学特征

吴开兴[1]，王华锋[2]，朱忠[1]，林发养[2]，苏其鑫[2]

（1. 江西理工大学 资源与环境工程学院，江西 赣州 341000；
2. 福建省尤溪金鑫金矿有限公司，福建 尤溪 365124）

肖坂金矿是双旗山金矿区（田）的重要矿床之一，位于有闽中“金三角”之称的福建尤溪-德化-永泰金矿成矿远景区的核心部位，系 20 世纪 80—90 年代发现的中型金矿床，经过 10 余年的开采，保有（122b）+（333）资源储量越来越少，资源形势紧迫。肖坂金矿区位于双旗山“复式背形”的核部，脆韧性剪切带发育，各期次岩浆活动强烈，成矿地质条件优越；矿区深边部只开展过矿产普查工作，地质研究工作程度尚低，找矿潜力大。研究含矿主岩矿化过程中的元素地球化学特征对判别成矿物质来源，确定找矿标志有一定的理论意义和实践意义。

1 矿床地质概况

肖坂金矿地处闽中寿宁-华安断隆带中段的次级构造单元葛坑-龙门场北东向断隆带内。矿区出露地层主要为大岭组（$Pt_{2\text{-}3}dl$）变质岩，岩性主要为黑云斜长变粒岩、斜长浅粒岩、黑云角闪片岩（退变质为绢云绿泥千糜岩）等；主矿体（7Au）受 F_1 韧性剪切带控制呈带状分布，后者由绢云绿泥千糜岩、糜棱岩等构造岩组成，夹有弱变形的变粒岩、浅粒岩，厚 0.5～5 m。剪切带上、下盘发育碎裂岩带，厚一般 10～20 m，由碎裂程度不一的碎裂岩化浅粒岩、变粒岩组成。矿体赋存于 F_1 韧性剪切带千糜岩及其顶、底碎裂岩带内，容矿岩石主要为黑云斜长变粒岩、浅粒岩，其次是千糜岩、石英脉。矿体呈似层状产出，产状与围岩片理及 F_1 韧性剪切带产状基本一致，受褶皱作用改造在背斜转折端加厚变富。

基金项目：国家自然科学基金项目（批准号：41063001）；矿床地球化学国家重点实验室开放基金（编号：201004）

作者简介：吴开兴，男，1970 年生，博士，副教授，主要从事矿产（山）地质的教学和科研工作.

2 矿化蚀变特征

肖坂金矿床矿石类型以构造蚀变岩型为主，其次是石英脉型。构造蚀变岩型金矿石的主岩包括黑云斜长变粒岩、斜长浅粒岩和绢云绿泥千糜岩等岩石类型，因此构造蚀变岩型金矿石按其主岩岩性又可分为变粒岩型金矿石、浅粒岩型金矿石和千糜岩型金矿石等。各类型矿石及其围岩的蚀变类型基本一致，包括黄铁绢英岩化、黄铁矿化、硅化、绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化等，在矿化岩或构造蚀变岩型矿石中几乎都同时发育这些蚀变，因此各类蚀变与矿化关系的密切程度并不十分清楚。

3 含矿主岩矿化过程中的元素地球化学特征

3.1 样品与分析测试

在矿山完成 Au 的分析测试工作基础上，在地表钻孔（ZK25908、ZK26723）和坑道钻孔（KZ50567、KZ50570）样品中选择不同岩性（包括黑云斜长变粒岩、斜长浅粒岩、绢云绿泥千糜岩和石英脉等）的无矿化（Au＝0.00 g/t）、弱矿化（Au≤0.5 g/t）和强矿化或金矿石（Au＞0.5 g/t）样品进行常量和微量元素分析。常量和微量元素（包括稀土）分析测试工作均在中科院地球化学研究所矿床地球化学国家重点实验室完成；常量元素测试方法为 X 射线荧光光谱（XRF），仪器型号 Axios（PW4400）；微量元素分析仪器名称为四级杆型电感耦合等离子体质谱（Q-ICP-MS），由加拿大 PerkinElmer 公司制造，型号为 ELAN DRC-e。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

3.2 常量元素地球化学特征

分析认为在矿化蚀变过程中，Al_2O_3 为惰性组分；据此判断，产于剪切带上、下盘碎裂带内的黑云斜长变粒岩型矿化岩或矿石，在矿化蚀变过程中体积膨胀，除 Na_2O 流失较多，SiO_2 略有带出外，其他元素均有不同程度的带入，以 CaO、MnO、MgO 带入最多，岩石的烧失量显著增加，而且随矿化的增强 CaO、MnO 含量及岩石烧失量增高趋势明显，说明金矿化与碳酸盐化关系密切。

与黑云斜长变粒岩型矿化岩有所不同，斜长浅粒岩型矿化岩随矿化程度的增强，除 CaO、MnO 有较多的带入以外，SiO_2 和 Na_2O 也有明显带入，而 K_2O 有明显带出，说明其矿化除与碳酸盐化有关外，还与硅化，钾长石的钠长石化有关。

绢云绿泥千糜岩随矿化的增强，带入的组分有 SiO_2、Fe_2O_3、Al_2O_3 和 TiO_2，而 Na_2O 大量带出，说明其矿化与黄铁绢云岩化有关。

3.3 稀土元素地球化学特征

无论哪种含矿主岩，随着矿化的增强，稀土元素均呈总量降低、铕负异常减弱、轻重稀土分异减弱的变化趋势，说明矿化过程伴随着稀土元素特别是轻稀土的带出，可能反映成矿流体是一种偏碱性流体。

各种金矿石的稀土配分模式与矿化岩和无矿化岩基本相似，石英脉型金矿石也不例外，可能说明肖坂金矿成矿物质主要来自大岭组变质岩。

3.4 微量元素地球化学特征

金矿石中微量元素富集程度与矿区大岭组变质岩背景值具有很好的对应性，石英脉型金矿石也不例外，可能反映矿床成矿物质主要来源于大岭组变质岩；但少数大岭组变质岩中亏损或强烈亏损的元素如 Co、Cu、Cr、Ni 等在石英脉型金矿石中有较强富集也可能说明成矿物质的多来源。

根据矿化样品（包括金矿石）与无矿化样品之间微量元素对比关系，在矿化岩中可能有较强富集，对找矿有较好指示意义的间接指示元素有 Cu、Mo、Ag、Sb、W 和 Bi。

4 结 论

（1）黑云斜长变粒岩金矿化与碳酸盐化关系密切，斜长浅粒岩矿化还与硅化，钾长石的钠长石化有关，绢云绿泥千糜岩矿化则与黄铁绢英岩化关系最为密切。

（2）无论哪种含矿主岩，随着矿化的增强，稀土元素只是呈总量降低、铕负异常减弱、轻重稀土分异减弱的变化趋势，稀土配分模式与含矿主岩基本一致，石英脉型矿石也不例外，可能反映成矿物质主要来自大岭组变质岩。

（3）金矿石中微量元素富集程度与矿区大岭组变质岩背景值具有很好的对应性，石英脉型金矿石也不例外，可能反映矿床成矿物质主要来源于大岭组变质岩。

（4）在矿化岩中可能有较强富集，对找矿具有较好指示意义的间接指示元素有 Cu、Mo、Ag、Sb、W 和 Bi 等。

参 考 文 献：

魏俊浩，刘丛强，丁振举．热液型金矿床围岩蚀变过程中元素迁移规律．矿物学报，2002，20(2)：200-206.

Gresens R L. Composit ion-volume relation of met asomat ism. *Chem Geol*, 1967, 2: 47-65.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net