

# 湖南香花岭地区发现硫铜矿

夏金龙<sup>1,2</sup>, 张遵遵<sup>1,2</sup>, 谭娟娟<sup>1,2</sup>, 卢友月<sup>1,2</sup>, 秦拯纬<sup>1,2</sup>, 夏杰<sup>1,2</sup>

(1. 中国地质调查局花岗岩成岩成矿地质研究中心, 湖北 武汉 430205; 2. 中国地质调查局武汉地质调查中心, 湖北 武汉 430205)

## Discovery of roquesite in Xianghualing area, Hunan Province

XIA Jinlong<sup>1,2</sup>, ZHANG Zunzun<sup>1,2</sup>, TAN Juanjuan<sup>1,2</sup>, LU Youyue<sup>1,2</sup>, QIN Zhengwei<sup>1,2</sup>, XIA Jie<sup>1,2</sup>

(1. Research Center for Petrogenesis and Mineralization of Granitoid Rocks, China Geological Survey, Wuhan 430205, Hubei, China; 2. Wuhan Center, China Geological Survey, Wuhan 430205, Hubei, China)

## 1 研究目的(Objective)

稀散元素铜在地壳中丰度极低( $10^{-9}$ 级), 在某些特殊地质条件下, 铜可以发生矿化富集。作为关键矿产资源, 铜主要从铅锌矿中加以回收提取。硫铜矿是一种十分重要且罕见的铜独立矿物。它可发育于与花岗岩有关的岩浆-热液系统中, 尤其是富锡的岩浆-热液系统。硫铜矿的产出一般与闪锌矿、黄铜矿等矿物关系密切。华南地区是中国乃至世界产铜的锡多金属矿床重要集中地, 以广西大厂、云南都龙为代表, 但在这些矿床中鲜有硫铜矿的报道。是否存在铜独立矿物, 特别是硫铜矿, 是此类矿床铜赋存状态研究的关键科学问题。湖南香花岭地区发育与癞子岭、尖峰岭花岗质岩体有关的锡多金属矿床。癞子岭、尖峰岭岩体周缘发育具条纹状构造的交代蚀变岩, 习惯上称为“条纹岩”。该地区的条纹岩矿物组合复杂, 产出香花石、尼日利亚石、孟宪民石等特殊矿物。相对于癞子岭岩体, 尖峰岭岩体周缘的条纹岩研究程度低。本文报道了在湖南香花岭地区尖峰岭岩体周缘条纹岩中新发现的硫铜矿, 为华南地区此类矿床中铜的赋存状态研究提供了新的重要信息。

## 2 研究方法(Methods)

条纹岩样品采自位于香花岭地区尖峰岭岩体北缘的长沙坪高岭土矿露天采场(图 1a、b)。样品

呈浅灰白—浅灰绿色, 条纹状构造发育, 局部细密处条纹宽约 0.1 mm。岩石主要由萤石、氟镁石、云母、绿泥石等矿物组成; 含有少量黄铜矿、闪锌矿等硫化物以及锡石等锡矿物。利用蔡司 Axio Scope A1 光学显微镜对样品进行岩相观察, 圈定微区研究部位。利用岛津 EPMA 1600 型电子探针对矿物进行背散射电子成像和初步分析。利用日本电子 JSM-7500F 型扫描电子显微镜搭载的牛津 X-Max<sup>N</sup> 型能谱仪对其进行定性分析, 加速电压 15 kV, 电流初始值 10  $\mu$ A。上述测试工作在自然资源部中南矿产资源检测中心(中国地质调查局武汉地质调查中心)完成。矿物成分的电子探针波谱定量分析在武汉微束检测科技有限公司日本电子 JXA-8230 型电子探针上完成。测试条件为加速电压 20 kV, 电流 20 nA, 聚焦电子束 In、Cu、S、Fe 元素特征峰的测量时间为 10 s, 上下背景的测量时间分别是峰测量时间的一半。选用标样: 砷化铜(In)、黄铜矿(Cu)、黄铁矿(Fe, S), 测试数据进行了 ZAF 校正。

## 3 研究结果(Results)

在该条纹岩样品中发现了数粒微米级硫铜矿, 粒径大者约 3.0  $\mu$ m $\times$ 4.3  $\mu$ m, 它们的产出部位为黄铜矿细脉附近(图 1c)。硫铜矿在光学显微镜反射光(单偏光)下呈灰色, 与黄铜矿密切共生(图 1d), 部分硫铜矿与黄铜矿具共结边结构。硫铜矿附近发育有绿泥石、萤石、云母等矿物。相对

作者简介: 夏金龙, 男, 1985 年生, 高级工程师, 主要从事地质矿产调查与实验测试工作; E-mail: awhite@126.com。

通讯作者: 卢友月, 男, 1983 年生, 高级工程师, 主要从事矿床学与同位素地球化学研究工作; E-mail: luyouyue@126.com。

于黄铜矿(CuFeS<sub>2</sub>)中的Fe,硫铜铜矿(CuInS<sub>2</sub>)中的In原子序数更高,背散射电子图像显示硫铜铜矿呈现比黄铜矿更浅的灰度图像(图1e)。能谱面分析窗口积分分布图像表明In、Cu、S三种元素在硫铜铜矿内部信号强度高(图1f、g、h)。In、Cu、S三种元素的高计数部位与硫铜铜矿的反射光图像、背散射电子图像具有高度的一致性。对硫铜铜矿进行电子探针波谱定量分析,元素质量分数结果为:In 40.643%、S 27.421%、Cu 26.463%、Fe 4.843%, Total=99.370%; In 43.096%、S 26.174%、Cu 26.064%、Fe 3.254%, Total=98.588%。由于所测的硫铜铜矿与黄铜矿密切共生,测试结果中包含了少量黄铜矿的信息,扣除黄铜矿所占的比重后,计算的矿物化学简式为:Cu<sub>0.97</sub>In<sub>1.04</sub>S<sub>2.00</sub>、Cu<sub>1.00</sub>In<sub>1.07</sub>S<sub>2.00</sub>,与标准硫铜铜矿化学简式(Cu<sub>1.00</sub>In<sub>1.00</sub>S<sub>2.00</sub>)基本一致。岩相学研究、背散

射电子图像、能谱分析、波谱分析揭示了该条纹岩样品中硫铜铜矿发育,与黄铜矿关系密切。

### 4 结论(Conclusions)

香花岭地区尖峰岭岩体周边条纹岩中发育有微米级硫铜铜矿,与其同族矿物黄铜矿关系密切。在该地区稀散元素钨以独立矿物相产出标志着钨出现超常规富集作用。尖峰岭岩体可能是硫铜铜矿的成矿母岩,该岩体及其周缘具有寻找钨矿床的潜力。

### 5 基金项目(Fund support)

本文为中国地质调查局花岗岩成岩成矿地质研究中心开放基金课题(PMGR202012)和中国地质调查局地质调查项目(DD20190154、DD20221689)资助的成果。

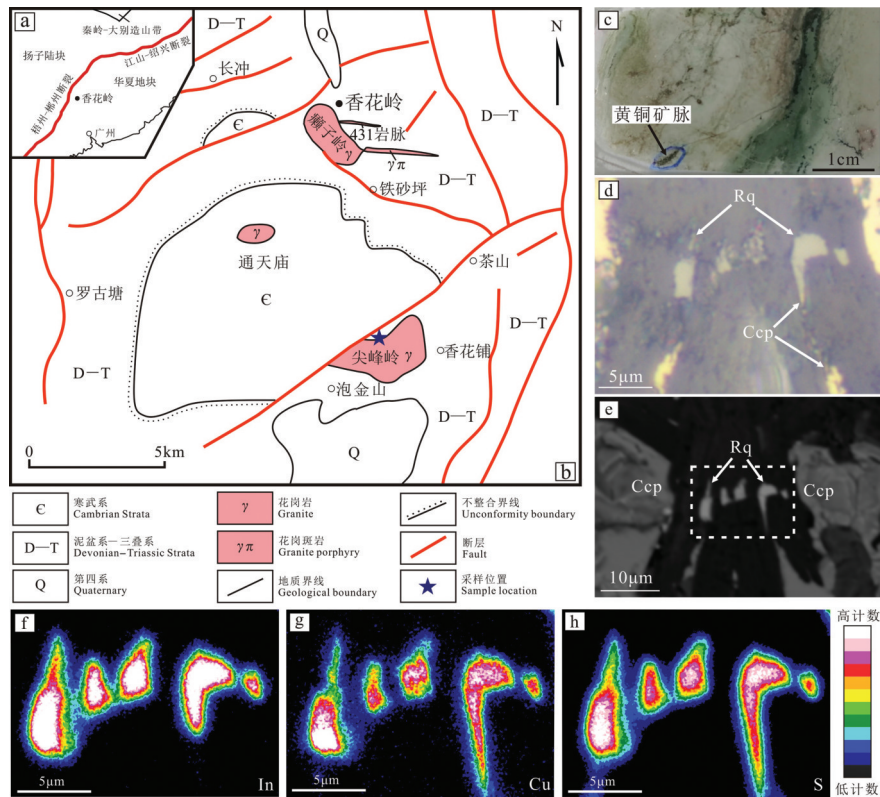


图1 香花岭地区硫铜铜矿产状特征及能谱面扫描图像

a—香花岭地区所在的大地构造位置;b—香花岭地区地质略图和采样位置;c—含硫铜铜矿的条纹岩;d—硫铜铜矿和黄铜矿反射光(单偏光)图像;e—硫铜铜矿和黄铜矿背散射电子图像,虚线框内为能谱面扫描图像对应位置;f—In元素能谱面扫描图像;g—Cu元素能谱面扫描图像;h—S元素能谱面扫描图像。能谱面扫描参数设置:像素驻留时间100 μs,扫描200帧;Rq—硫铜铜矿;Ccp—黄铜矿

Fig.1 Occurrence feature and energy dispersive X-ray spectrometry (EDS) mapping photographs of roquesite in Xianghualing area a—Geotectonic location of Xianghualing area; b—Geological sketch map of Xianghualing area and sample location; c—Roquesite-bearing perthitic rock; d—Reflected light (single polarized light) image of roquesite and chalcopyrite; e—Back-scattered electron (BSE) image of roquesite and chalcopyrite, the dotted square indicates the position of EDS mapping photographs; f—EDS mapping photograph of In; g—EDS mapping photograph of Cu; h—EDS mapping photograph of S. EDS mapping parameter setting: Pixel dwell time is 100 μs; Scan 200 frames. Rq—Roquesite; Ccp—Chalcopyrite