

# 芙蓉锡多金属矿床矿石矿物化学特征

双燕<sup>1,2,3</sup>, 毕献武<sup>1\*</sup>, 胡瑞忠<sup>1</sup>, 莫建兵<sup>2,3</sup>, 姚光华<sup>2,3</sup>, 胡波<sup>2,3</sup>, 程军<sup>2,3</sup>

(1 中国科学院地球化学研究所 矿床地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550003

2 重庆地质矿产研究院, 重庆 400042 3. 重庆市国土资源和房屋管理局 矿产地质与环境地质重点实验室, 重庆 400042)

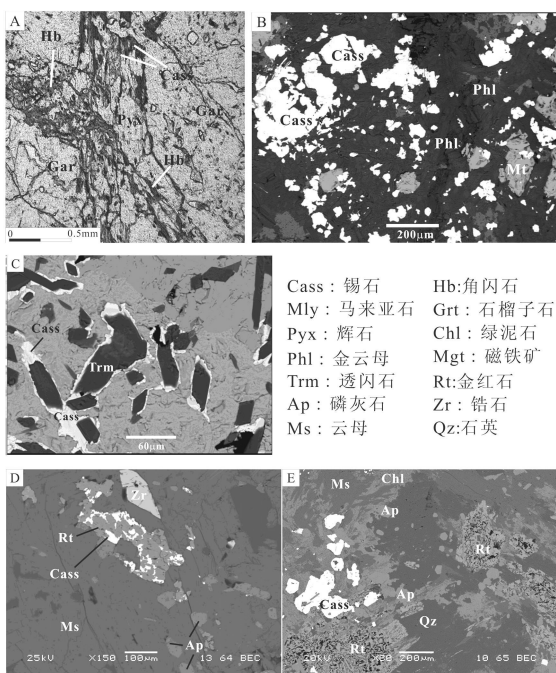
芙蓉锡多金属矿床地处著名的华南东西向钨锡成矿带中段北缘, 地处炎陵—郴州—蓝山北东向基底构造岩浆岩带和郴州—邵阳北西向构造岩浆岩带的交汇部位, 是新近发现的与 A 型花岗岩具有成因联系的超大型锡矿床。据有关专家预测, 该矿田的锡资源量在 200 万吨以上, 可望成为世界级的锡矿资源基地。芙蓉矿床主要位于骑田岭复式岩体南部岩体与地层接触带。骑田岭岩体总体呈 NE-SW 稍长的椭圆状, 出露面积约 520 km<sup>2</sup>, 为燕山期多阶段侵入的复式岩体, 侵入主体为早期侵入的角闪石黑云母二长花岗岩和晚期含角闪石的黑云母花岗岩。其中, 黑云母花岗岩被认为与芙蓉锡矿的成矿关系较为密切。花岗岩总体具有总体具有偏铝质弱过铝质、高硅富碱高钾的地球化学特征, 具有 A 型花岗岩的特征, 形成于华南大陆地壳拉张减薄的构造环境, 成岩过程中有地幔物质加入。目前已经有许多学者对该矿床找矿勘探前景以及成矿母岩的地球化学特征和成矿年龄进行了详细的研究, 研究结果表明, 芙蓉锡矿床与骑田岭岩体具有密切的时空关系。

目前该矿田已发现矿产 20 余种, 以 Sn、W 为主, 次有 Mo、Bi、Cu、Pb、Zr 等。矿区锡矿化类型复杂, 已鉴定的矿化类型达 7~8 种, 具有经济意义的原生矿化类型主要是夕卡岩型、蚀变花岗岩型、云英岩型, 其中夕卡岩型和蚀变花岗岩型矿石主要集中在白腊水—安源矿化带内, 而云英岩型矿石则主要集中分布在黑山里—麻子坪和山门口—狗头岭矿化带内。本文主要对夕卡岩型、云英岩和蚀变花岗岩型矿石进行详细矿物学组成特

征研究, 探讨该矿床的矿床地质学特征以及对找矿的指示。

## 1 夕卡岩型矿石

夕卡岩型矿化是芙蓉矿田最主要的矿化类型, 以芙蓉矿田最大的矿脉 19 号矿体为代表, 产于花岗岩与二叠系栖霞组碳酸盐岩接触部位。电子探针研究表明, 原生夕卡岩矿物组成简单, 主要是钙铝榴石、钙铁榴石、次透辉石、低铁辉石、铁钙闪石以及少量符山石、硅灰石和马来亚石 (图 1A)。其中石榴子石和角闪石中锡含量较高, 为



A 原生夕卡岩中辉石、角闪石、石榴子石 (单偏光); B-I 类矿体中锡石与金云母、磁铁矿共生 (背散射); C-II 类矿体中锡石沿透闪石边缘沉淀 (背散射); D 云英岩中锡石与金红石、磷灰石、白云母共生 (背散射); E 时便花岗岩中锡石与金红石、磷灰石、绿泥石、云母共生 (背散射)

图 1 各种矿石显微镜和背散射图像

基金项目: 国家重点基础研究发展计划或 973 计划 (编号: 2007CB411404); 国家自然科学基金项目 (批准号: 40373020); 重庆市国土资源和房屋管理局科技计划重点项目 (2009)

作者简介: 双燕, 女, 1981 年生, 博士, 矿床地球化学专业。E-mail: shxj124@yahoo.com.cn

\* 通讯作者, E-mail: bixianwu@vip.syg.ac.cn

0.22% ~ 1.44%。

原生夕卡岩形成后在热液流体作用下通常遭受强烈的角闪石化、透闪石化、金云母化、绿泥石化,形成退蚀变夕卡岩,大量的锡石在退化蚀变过程中发生沉淀,退蚀变夕卡岩本身就是矿体。根据矿物组合可以分为两种矿体类型:金云母+萤石+磁铁矿+绿泥石+锡石矿体(I类)和透闪石+透辉石+绿泥石+萤石+锡石+硫化物矿体(II类)。

I类矿体的主要矿物组成为金云母、萤石、绿泥石、磁铁矿和锡石,锡石粒度较大,一般为0.06~1 mm,呈粒状分布在磁铁矿、金云母和萤石的颗粒之间,或者产在磁铁矿的边缘(图1C)。电子探针分析显示金云母富镁和富F的特征, $Fe/(Fe+Mg)$ 为0.03~0.13,F的含量为1.99%~4.23%。

II类矿体矿物组合为透闪石、透辉石、绿泥石、萤石、锡石和金属硫化物,含有极少量的金云母,锡石呈不规则状分布在透闪石颗粒边缘。电子探针分析显示热液成因的角闪石的F含量较高,为0.86%~3.19%,属于透闪石系列。其中锡含量一般低于0.4%。

## 2 云英岩型矿石

云英岩型矿化主要产于黑云母花岗岩顶部和岩体内构造裂隙中,是芙蓉锡矿较普遍的矿化蚀变类型,矿石矿物主要为锡石、金红石、黄铁矿、黄铜矿、毒砂和少量的方铅矿、闪锌矿、白钨矿、黑钨矿。锡石呈浸染状分布于白云母中(图1C),与金红石、磷灰石密切共生。电子探针分析显示云母成分明显有富铁、F和T的特征, $Fe/(Fe+Mg)=0.49\sim 0.96$ F的含量为0.7%~2.1%, $TQ_2$ 的含量为0.03%~0.38%。

## 3 蚀变花岗岩型矿石

蚀变花岗岩型矿化分布于黑云母花岗岩体内裂隙或岩体顶部,其显著特征是黑云母花岗岩普遍发生强烈的绢云母化、绿泥石化。锡石与金红石、磷灰石、绿泥石关系密切,呈浸染状与金红石、磷灰石一起分布于绿泥石中或者绿泥石周围的空隙中(图1D)。电子探针分析显示绢云母具有富F、Fe和T的特征,F为0.36%~0.69%。 $Fe/(Fe+Mg)=0.46\sim 0.94$  $TQ_2$ 的含量为0.04%~0.22%,因此,我们可以推断导致黑云母花岗岩体绢云母化的热液流体具有与云英岩矿化的热液流体具有相似的性质。

## 4 结 语

从矿物组合来看,分布于花岗岩体外接触带夕卡岩型矿化中锡矿主要与金云母、磁铁矿密切共生,且锡石含量较高,因此认为,金云母可以作为寻找高品位锡矿的指示矿物。而分布于花岗岩体内部的云英岩型与蚀变花岗岩型矿化中锡石与金红石、磷灰石密切共生,从接触关系来看,这三种矿物应为同时沉淀,由此认为,在花岗岩体内部,金红石和磷灰石是重要的找矿指示矿物。

从热液蚀变矿物的矿物化学组成可以看出,3种矿化类型的热液成因的脉石矿物都具有富含F的特征。郑基俭等(2001)报道了骑田岭岩体含较高的F、B等挥发分,F含量高达 $1715\times 10^6\sim 2324\times 10^6$ ,李鸿莉等(2007)通过对骑田岭岩体的黑云母进行矿物化学研究也表明,黑云母中F、C等挥发分含量较高,岩体结晶分异过程中能够分异出富含F等挥发分的热液流体。因此,导致芙蓉矿床大规模锡矿化的热液流体应该与骑田岭岩体具有密切的成因联系。

## 参 考 文 献:

- 毕献武,李鸿莉,双燕,等. 骑田岭A型花岗岩流体包裹体地球化学特征—对芙蓉超大型锡矿成矿流体来源的指示. 高校地质学报, 2008, 14(4): 539-548.
- 黄革非,曾钦旺,魏绍六,等. 湖南骑田岭芙蓉矿田锡矿地质特征及控矿因素初步分析. 中国地质, 2001, 28(10): 30-34.
- 李鸿莉,毕献武,胡瑞忠,等. 芙蓉锡矿田骑田岭花岗岩黑云母矿物化学组成及其对锡成矿的指示意义. 岩石学报, 2007, 23(10): 2605-2614.
- 郑基俭,贾宝华. 骑田岭岩体的基本特征及其与锡多金属成矿作用关系. 华南地质与矿产, 2001(4): 50-57.
- 朱金初,张辉,谢才富,等. 湘南骑田岭竹视水花岗岩的锆石<sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar年代学和岩石学. 高校地质学报, 2005, 11(3): 335-3542.