

贫锡矽卡岩型矿床中铟富集特征的岛津电子探针分析

EPMA-042

摘要：铟 (In) 在高科技领域中应用非常广泛，是重要的战略性资源。铟通常赋存于富锡矿床中，贫锡矿床中鲜有报道。中南大学团队在华南七宝山铜锌铅矿床中发现了一处富铟贫锡矽卡岩矿产资源，为贫锡环境中铟的成矿作用研究提供了一个范例。测试结果表明，铟在闪锌矿 - 黄铁矿中最为丰富，含量最高可达 0.1%，铟主要赋存于闪锌矿中，铟与锌存在强相关性，但与锡的相关性较弱。矿物共生关系表明，七宝山矿床中闪锌矿形成于晚石英硫化物成矿阶段，而富铟矿体是由贫锡火成岩侵入体浅部侵位所形成。

关键词：铟 贫锡矽卡岩 富集特征 电子探针

铟是一种稀有金属资源，含量极低且分散，地壳丰度为 0.05 ppm。金属铟具有延展性好、可塑性强、熔点低、沸点高、低电阻及抗腐蚀等优良特性，且具有较好的光渗透性和导电性，被广泛应用于航空航天、无线电和电子工业、医疗、国防、高新技术、能源等高科技领域。基于其重要的科技应用价值，已被许多政府和组织视为重要的战略性矿产资源加以保护。

铟通常赋存于富锡多金属矿床，贫锡矿床中鲜有报道。中南大学团队在中国湖南省衡阳市七宝山铜锌铅矿床中发现了一处富铟贫锡矽卡岩矿产资源，利用地球化学研究方法和矿物学分析手段，建立了七宝山贫锡矽卡岩矿床中铟矿化的成因模式，为贫锡环境中铟的成矿作用研究提供了一个很好的范例。

■ 实验部分

1.1 仪器

岛津 EPMA-1720H 电子探针显微分析仪

1.2 分析条件

加速电压：15 kV

束流大小：10 nA

束斑直径：1 μm

1.3 样品处理

采集的试样委托专门的制样公司进行地质薄片的制作，表面进行蒸镀碳膜以增加试样表面的导电性后使用电子探针进行微区成分分析。



■ 电子探针测试结果

铟与闪锌矿密切共生，是找矿的关键。

分析不同元素所选择的特征 X 射线谱线如下：S(K α)、Mn(K α)、Fe(K α)、Zn(K α)、Ge(L α)、Se(L α)、Cd(L α)、In(L α)、Sn(L α)。用于元素校准的矿物和金属标准包括黄铁矿 (S 和 Fe)、金属锰 (Mn)、闪锌矿 (Zn)、硫化锗 (Ge)、硒化铋 (Se)、硫镉矿 (Cd)、铈化铟 (In) 和硫锡矿 (Sn)。测试结果经过了 ZAF 修正计算。

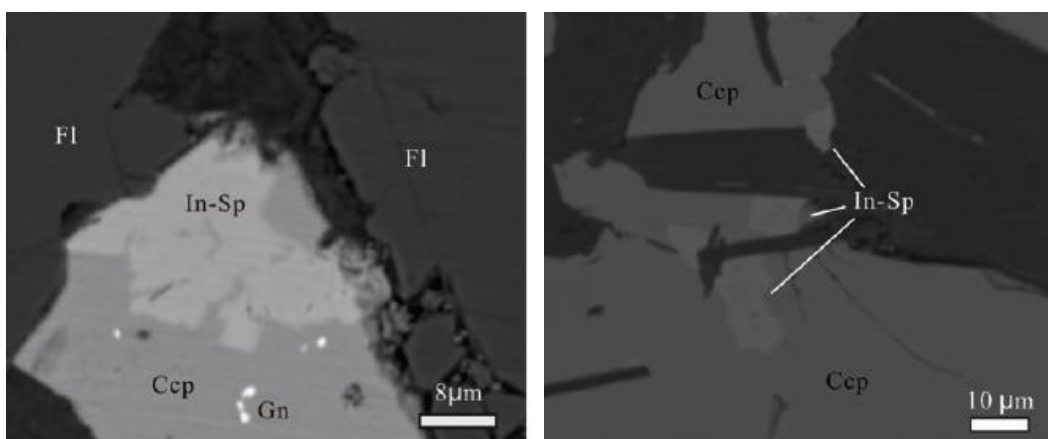


图1 电子探针背散射图像显示的含铟矿物共生关系

图1显示了含铟闪锌矿与其他硫化物的共生关系，其中包括闪锌矿-黄铁矿共生矿物中的闪锌矿，以及黄铁矿-黄铜矿矿物-闪锌矿。

电子探针微区定量测试共分析了贫锡矽卡岩中闪锌矿共24个数据点，部分数据见表1。测试结果表明，闪锌矿含有51.8%~56.1%的锌、8.8%~12.2%的铁（平均11.2%）、32.9%~35.4%的硫（平均33.8%），以及微量的锰（0.1%~0.7%）和镉（0.1%~0.2%，平均0.16%）。超过半数的定点分析中检测到铟，含量最高达0.1%。七宝山矿床地球化学资料表明，该矿床为贫锡矿石，电子探针测试也未发现任何锡矿物。

表1 七宝山矿床中闪锌矿的电子探针部分定量测试结果（Wt%）

Sample	Zn	Fe	Mn	Cd	Sn	In	Ge	S	Se	Total
X6-sp01	51.75	11.54	0.21	0.13	0.00	0.00	0.00	35.37	0.00	98.99
X6-sp02	52.35	11.73	0.17	0.21	0.00	0.04	0.00	34.91	0.01	99.42
X6-sp03	53.34	11.79	0.13	0.18	0.00	0.07	0.04	34.03	0.00	99.57

铟是一种高度挥发性的亲铜元素，岩浆热液矿床中铟和铜的来源很可能是火成岩。七宝山矿床是一个与石英斑岩有关的矽卡岩矿床，推测铟来源于石英斑岩。富铟岩浆是七宝山富铟贫锡矿床成因模式的关键因素。在浅层侵入体中，富集铟的岩浆作用更为有效，七宝山矿床的铟矿化与浅层侵入杂岩密切相关，其贫锡富锡矿体成因包括岩浆富集、浅成侵入体和构造控矿等几个重要影响因素。

■ 结论

七宝山富铟贫锡矽卡岩矿床中，铟主要赋存于闪锌矿中，含量最高可达0.1%，具有开采经济价值。矿石矿物共生关系体现了闪锌矿从石英硫化物晚期形成的过程，浅层岩浆作用，成矿构造控制是七宝山矿床贫锡富铟矿体形成的重要因素。

岛津电子探针通过配置高灵敏度和高分辨率的全聚焦型分光晶体和52.5°的高特征X射线检出角，使之具备非常优异的元素检测限，能够对低含量载铟矿物进行有效分析。

< 致谢 >

感谢中南大学刘建平副教授提供的数据和资料。

岛津应用云

