拉拉铁氧化物-铜-金矿床(IOCG)的流体过程

——不同矿化阶段黄铁矿微量元素约束

周家云[1,2], 毛景文[1], 朱志敏[2], 陈家彪[2], 沈 冰[2], 罗丽萍[2]

(1. 中国地质科学院 矿产资源研究所 国土资源部成矿作用与资源评价重点实验室, 北京 100037;
2. 中国地质科学院 矿产综合利用研究所, 四川 成都 610041)

四川会理拉拉铜矿床为我国著名的大型富铜矿床, 铜储量超过 100万吨, 规模居四川省之冠。长期以来, 拉拉铜矿的矿床成因一直未形成统一的认识, 主要有火山喷流-沉积型(陈根文和夏斌, 2001)、动力变质热液型(申屠保涌, 2000)、火山沉积-变质层控型(陈好寿和冉崇英, 1992; 孙燕等, 2006)等多种成因。最近李泽琴等(2002)指出拉拉铜矿属于铁氧化物-铜-金矿床(IOCG), 从而引起众多学者的高度关注。本文试图以拉拉铁氧化物-铜-金矿床(IOCG)不同矿化阶段黄铁矿为对象, 通过黄铁矿微量元素分析, 揭示矿床大规模成矿的流体过程和成因信息。

1 拉拉铜矿地质特征

拉拉铁氧化物-铜-金矿床(IOCG)在大地构造上位于 SN 向延伸的川滇被动陆缘裂谷系中部, EW 向展布的会理—东川坳拉槽的西端(刘肇昌等, 1996)。矿床赋存于下元古界河口群落凼组之中, 并受到东西向 F1断层的控制而沿其展布。河口群地层为一套浅变质(绿片岩相)的火山-沉积岩, 根据建造特征, 可分为三个不同的火山喷发-沉积旋回, 每个旋回以正常沉积开始, 至火山喷发沉积结束而告终, 落凼组属于河口群中部火山岩段。此外, 矿区还有大量新元古代辉长岩群呈岩株、岩墙侵入落凼组之中。

2 矿化阶段

拉拉铁氧化物-铜-金矿床(IOCG)以两种矿石类型为主: 条带状(条纹状)矿石和脉状(网脉状)矿石。条带状(条纹状)矿石产于层纹状石英钠长岩、磁铁石英钠长岩中, 金属矿物呈单体或粒状集合体沿岩石片理定向排列; 脉状(网脉状)矿石主要指金属矿物和黑云母、石英、方解石等脉石矿物一起沿岩石或早期矿脉裂隙充填、交代而形成脉状、网脉状矿石。在局部地段还出现了后者穿插前者的现象, 这说明了矿床至少存在两个成矿期次, 即条带状矿石成矿期和脉状矿石成矿期。

3 黄铁矿微量元素分析

为揭示拉拉大规模成矿的流体过程, 对拉拉不同类型矿石中黄铁矿进行了微量元素分析, 结果见表 1。黄铁矿中 Co、Ni含量都较高, 平均含量分别高达 1515.9×10^{-6}和 207.4×10^{-6}, 而 Ni含量变化较大, 变化于 6.7×10^{-6} ~ 675×10^{-6}之间。同时, 不同类型矿石 Co、Ni含量存在明显差异, 条带状矿石黄铁矿中 Co变化于 553×10^{-6} ~ 6600×10^{-6}, Co/Ni比值较高, 变化于 4.92~ 79.2, 脉状矿石黄铁矿中 Co含量比条带状矿石黄铁矿中 Co含量低, 变化于 18×10^{-6} ~ 943×10^{-6}, Co/Ni比值低, 变化于 1.10~ 3.45, 反映了两种矿石的不同成因。

4 讨 论

拉拉矿床黄铁矿中 Co含量高, 平均含量高达 1515.9×10^{-6}, 与火山喷气块状硫化物矿床相似, 而黄铁矿中 Ni含量也高, 平均含量也达 207.4, 且变化较大, 变化于 6.3×10^{-6} ~ 675×10^{-6}之间, 又与热液黄铁矿的特征相似。其中, 早期成矿阶段条带状矿石黄铁矿 Co含量普遍较高(553×10^{-6} ~ 6600×10^{-6}), Co/Ni比值高(4.92~ 79.2), 反映了黄铁矿的火山喷流成因。晚期成矿阶段的脉状矿石黄铁矿中 Co含量变化较大, 个别样品 Co含量较高(如 KS3为 690×10^{-6}, KS7为 830×10^{-6}, KS14为 943×10^{-6}), 其余样品 Co含量低(18×10^{-6} ~ 480×10^{-6}), 而所有样品的 Co/Ni比值普遍低(1.10~ 3.45), 总体上反映了黄铁矿的热液成

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

表 1 拉拉铜矿黄铁矿 Co、Ni分析结果($\times 10^{-6}$)

Table1 The content of Co and Ni of in Lala copper deposit ($\times 10^{-6}$)

样号	KS1	KS 2	KS 3	KS 4	KS 5	KS 6	KS 7	KS 8
矿石类型	脉状	条带状	脉状	脉状	条带状	条带状	脉状	条带状
Co	480	720	690	100. 2	560	553	830	3320
Ni	360	56	200	68	36. 3	88	590	675
Co/Ni	1. 33	12. 86	3. 45	1. 47	15. 43	6. 28	1. 41	4. 92
样号	KS9	KS 10	KS11	KS12	KS 13	KS 14	KS 15	
矿石类型	条带状	条带状	条带状	脉状	条带状	脉状	脉状	
Co	4200	6600	2500	18	1190	943	34	
Ni	53	363	96	6. 7	36. 3	452	31	
Co/Ni	79. 25	18. 18	26	2. 69	32. 8	2. 09	1. 1	

测试单位: 中国地质科学院矿产综合利用研究所 .

因, 部分高 Co黄铁矿则可能是继承了早期火山成因黄铁矿发育而成, 因为在矿相学研究中已观察到少量自形黄铁矿包裹早期黄铜矿、黄铁矿及围岩角砾现象。仿照 Xu (1998) 对黄铁矿中的 Co/N i进行了比较, 在图 1中, 条带状矿石黄铁矿投点主要落在火山成因区域及其附近, 而脉状矿石黄铁矿投点则主要落在热液成因区域及其附近, 进一步说明矿床确实曾经历了早期火山喷流成矿和后期变质成矿作用, 这与前人研究得出的拉拉铜矿成矿流体主要为变质水而非岩浆水相一致 (陈好寿和冉崇英, 1992; 孙燕等, 2006)。

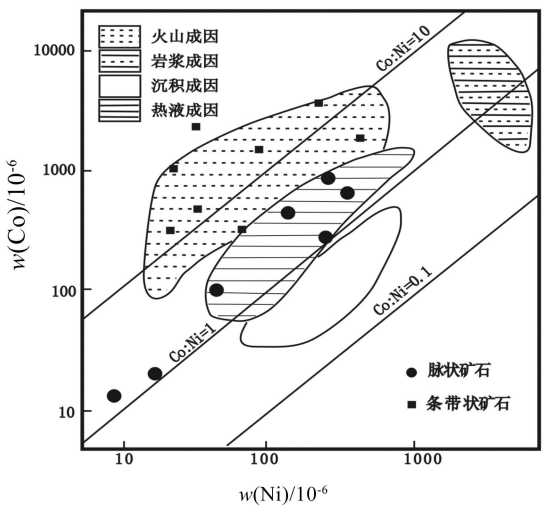


图 1 拉拉铜矿中黄铁矿的 Co/N i分布图

(底图据毛光周, 2006; 不同地质环境边界的定义据 Bajwah等, 1987; Brill, 1989)

5 结 论

铁氧化物-铜-金矿床 (IOCG)是近年来国际上确立的一种新的矿床类型 (李泽琴等, 2002), 但目前还缺少一个综合成因模型来刻画矿床的成因 (Hitzman, 2000; 张兴春, 2003), 争论焦点是热液流体的来源问题。对此, 主要存在两种观点, 即岩浆流体成矿 (Pollard, 2001)和非岩浆流体成矿 (Dille和 Einaudi, 1992; Barton和 Johnson, 1996)。其中非岩浆成因模型又分为地表或浅部盆地流体模型和变质流体模型 (Barto和 Johnson, 2004)。从目前的研究来看, 绝大数 IOCG矿床都与岩浆活动关系密切, 非岩浆模型是岩浆成矿模型的补充, 可能适用于少数矿床或某一矿床的局部现象。而到目前为止, 尚未见到变质流体独立形成的 IOCG型矿床的报道, 仅限于理论推测 (毛景文等, 2008)。

而上述分析可见, 拉拉铁氧化物-铜-金矿床 (IOCG)的成矿作用具有多期性, 成矿流体具有多源性。早期的喷流沉积可能仅为矿床的形成提供了富含成矿物质的矿源层, 或使成矿物质局部富集; 后期变质作用形成的变质热液与矿源层之间可能发生了强烈的物质交换反应, 从矿源层中萃取出了大量成矿物质, 并在有利部位形成矿体。可见, 拉拉矿床更可能是一种主要由变质热液形成的铁氧化物-铜-金矿床。作者的前期研究还发现, 矿区辉长岩和矿床之间存在着紧密的热动力联系, 所以, 矿区辉长岩的侵入可能为变质热液的形成提供了强大的热动力。

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