

滇西北雪鸡坪斑岩铜矿床地质地球化学特征^{*}

冷成彪¹, 张兴春¹, 王守旭², 秦朝建¹, 王外全³

(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 550002; 2 山东黄金集团有限公司, 山东 济南 260014; 3 云南省地质调查院矿产调查所, 云南 大理 671000)

中甸岛弧是我国西南三江构造火成岩带中义敦岛弧的组成部分, 位于义敦岛弧的最南端(杨岳清等, 2002)。近年研究发现中甸岛弧已成为我国又一重要的斑岩型和夕卡岩型铜矿的产地, 引起了国内外地质工作者的广泛关注(赵准, 1995; 曾普胜等, 2003; 曾普胜等, 2006; 侯增谦等, 2003; 范玉华等, 2006; 王守旭等, 2007; 王守旭等, 2008a, 2008b)。雪鸡坪斑岩铜矿位于云南香格里拉县城东北 25 km 处, 1977 年由原云南省地质局第三地质大队勘查发现, 其矿石平均含铜 0.53%, 伴生金 0.06 g/t, 已探明铜 28.7 万吨, 金 3 吨。本文主要从矿床地质、流体包裹体以及同位素等方面对该矿床进行介绍, 并与该区的普朗大型斑岩铜矿进行了对比, 以期对勘探找矿提供参考意见。

1 矿床地质

雪鸡坪复式岩体由 2 期侵入体组成, 岩性主要为早期的闪长玢岩、石英闪长玢岩、石英二长斑岩以及晚期的二长花岗岩和花岗斑岩。其中含矿石英二长斑岩的锆石 SIMS U-Pb 年龄为 (218.4 ± 1.7) Ma (冷成彪, 2009)。铜矿化主要与第一期岩体有关。矿体主要产于主岩体(石英闪长玢岩)中部偏东部位, 围岩以砂板岩、安山岩为主。矿化范围受区域大断裂的控制, 呈 NNW 向展布, 长 1100 m, 宽约 300 m, 矿化面积约为岩体面积的 1/3。包括两个矿群, 26 个矿体, 主矿体共 4 个, 为 I、II、III 和 IV, 均呈透镜状, 平行产出。其中北矿体群主要由蚀变矿化的石英闪长玢岩组成, 而南矿体群主要由蚀变矿化的石英闪长玢岩和石英二长斑岩组成。

热液蚀变类型主要有钾化、硅化、钠长石化、绢云母化、绿泥石化、泥化、碳酸盐化和磷灰石化等。蚀变分带明显, 从内向外依次为钾硅化带→强硅化—石英绢云母化带→泥化—碳酸盐化带和青磐岩化带。矿化类型主要为早期的浸染状和细脉浸染状矿化以及晚期的网脉状、硫化物大脉状和斑团状矿化。矿石矿物以黄铁矿、黄铜矿为主, 方铅矿、闪锌矿、辉钼矿、辉铜矿和磁铁矿等少量分布。矿石结构主要有结晶结构、交代结构、固溶体分离结构和压力结构。电子探针分析结果表明黄铁矿、黄铜矿和闪锌矿中均含有少量的 Mo (0.18%~0.53), 黄铁矿和黄铜矿中还含有一定量的 As (0.41%~0.90%), 这有别于国内其它斑岩铜矿(冷成彪, 2009)。

2 成矿流体

雪鸡坪斑岩铜矿强硅化矿石和网脉状矿石中的流体包裹体主要为水溶液包裹体、CO₂ 包裹体和含子矿物包裹体 3 类。其中 I 类包裹体的均一温度和盐度分别为 138~344℃ 和 2.1%~21.19% NaCl; II 类包裹体的均一温度和盐度 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 为 210~325℃ 和 0.02%~13.94%, CO₂ 三相点温度为 -57.4~-56.1℃; III 类包裹体的均一温度和盐度为 230~420℃ 和 33.48%~49.70% NaCl, 子矿物主要为石盐和方解石, 次为 CaCl₂ 水合物, 另有少量赤铁矿和不透明硫化物等(冷成彪等, 2008)。

各类矿石中普遍存在水溶液包裹体和 CO₂ 包裹体共生现象, 且二者具有相近的均一温度, 部分矿石样品中发现了纯 CO₂ 包裹体, 指示包裹体形成时, 成矿流体存在不混溶现象。这种不混溶现象是由原始岩浆流体“一次沸腾”作用产生的。CO₂ 相分离、温压条件降低和 pH 值升高是雪鸡坪斑岩铜矿硫化物沉淀的主要原因(冷成彪等, 2008)。

通过对矿区安山岩、斑岩和不同矿化阶段石英中的氧同位素的研究, 我们发现成矿流体的 $\delta^{18}\text{O}$ 值从成矿早期到晚期依次降低, 这种变化趋势是由于岩浆热液与斑岩发生水—岩反应作用造成的, 而与大气降水的混合作用无关。根据矿化晚期白

^{*}本文受国家自然科学基金项目(编号 40873039)和矿床地球化学国家重点实验室专项基金项目资助

云石和方解石的碳同位素组成, 计算出成矿流体中 CO_2 的 $\delta^{13}\text{C}$ 值为 $-4.5\text{‰} \sim -4.1\text{‰}$, 与地幔碳同位素组成一致, 这进一步证明成矿流体主要来源于岩浆水 (冷成彪, 2009)。

3 成矿物质

矿石矿物与矿化斑岩的硫同位素组成非常稳定, 呈塔式分布, 其中金属硫化物的 $\delta^{34}\text{S}$ 值为 $-3.1\text{‰} \sim +0.7\text{‰}$, 平均值为 -1.1‰ , 与矿化斑岩的硫同位素组成在误差范围内一致, 且均落入幔源硫范围。

矿石矿物与矿化斑岩的铅同位素变化范围均较小, 且二者基本一致, 其中金属硫化物的铅同位素组成为: $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 37.917 \sim 38.230$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15.528 \sim 15.614$, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 17.929 \sim 18.082$; 矿化斑岩的 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 37.832 \sim 37.883$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15.529 \sim 15.538$, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 17.906 \sim 17.910$, 并且在铅构造模式图上, 雪鸡坪矿床铅同位素均位于造山带演化线上或附近。

因此, 雪鸡坪斑岩铜矿的成矿物质主要来自岩浆 (冷成彪, 2009)。

4 雪鸡坪与普朗斑岩铜矿地球化学特征对比

雪鸡坪和普朗两个斑岩铜矿均产于中甸岛弧之中, 两者相距不足 25 km, 其中前者位于西斑岩带的中部, 矿床规模为中型, 而后者位于东斑岩带的中南部, 是该区新发现的、远景储量为大型—超大型的一个斑岩铜矿。两者无论在成矿斑岩的岩石地球化学特征, 还是矿床地质特征等方面都具有较强可比性。

雪鸡坪和普朗两个斑岩铜矿在矿床地质、斑岩的岩石地球化学、流体包裹体、S、Pb 同位素组成以及 C、O 同位素组成等方面都具有较多相似之处, 这些特征二者在矿床类型上都属于典型的斑岩型铜矿床。同时这两个矿床在热液蚀变类型、蚀变分带、矿化类型和矿物组成等方面也存在一些差异, 我们认为这些差别主要是由于二者成矿斑岩体的规模和侵位深度不同造成的。其中, 雪鸡坪岩体的规模和侵位深度都相对较小, 且矿化是在多期岩体叠加蚀变基础上形成的, 因此早期钾化可能被后期绢英岩化所破坏, 矿化也主要以网脉状和细脉浸染状为主, 此外由于岩体侵位较浅, 矿区发育闪锌矿-方铅矿-碳酸盐这样的中低温矿物组合。然而, 普朗岩体的规模和深度都要大于雪鸡坪岩体, 且矿化主要富集在第二期石英-二长斑岩之中, 而第三期石英-闪长岩主要呈岩脉形式产出, 对蚀变叠加和矿化富集作用不大, 因此普朗矿区的钾化带得到了很好的保留, 矿化类型也主要为浸染状和细脉浸染状, 且发育辉钼矿-斑铜矿-黑云母-钾长石这样的中高温矿物组合。

通过区域地质调查与资料调研, 我们认为中甸岛弧西斑岩带的岩体主要属于超浅成斑岩, 且发育片理化, 其中以雪鸡坪和烂泥塘岩体为代表; 而东斑岩带的普朗、地苏嘎和松诺岩体应该属于浅成侵入岩, 浪都则为深成侵入岩。因此, 我们建议西斑岩带中应以找“雪鸡坪式”的斑岩型、低温热液型铜多金属矿床为主, 值得勘探的矿床(点)主要有烂泥塘、春都和欧赛拉。东斑岩带应以找“普朗式”的斑岩型、夕卡岩型铜多金属矿床为主, 值得注意的矿(化)点主要有地苏嘎、松诺和卓玛。

参 考 文 献

- 范玉华, 李文昌. 2006. 云南普朗斑岩铜矿床地质特征[J]. 中国地质, 33(2): 352-362.
- 侯增谦, 等. 2003. 三江义敦岛弧碰撞造山过程与成矿系统[M]. 北京: 地质出版社. 1-345.
- 冷成彪, 等. 2008. 滇西北雪鸡坪斑岩铜矿流体包裹体初步研究[J]. 岩石学报, 24(9): 2017-2028.
- 冷成彪. 2009. 滇西北雪鸡坪斑岩铜矿地质背景及矿床地球化学特征研究[D]. 贵阳: 中国科学院研究生院博士学位论文. 1-161.
- 王守旭, 等. 2007. 滇西北中甸普朗斑岩铜矿流体包裹体初步研究[J]. 地球化学, 36(5): 467-478.
- 王守旭, 等. 2008. 滇西北普朗斑岩铜矿锆石离子探针 U-Pb 年龄: 成矿时限及地质意义[J]. 岩石学报, 24(10): 2313-2321.
- 王守旭, 等. 2008. 中甸红山夕卡岩铜矿稳定同位素特征及其对成矿过程的指示[J]. 岩石学报, 24(3): 480-488.
- 杨岳清, 等. 2002. 中甸弧碰撞造山作用和岩浆成矿系统[J]. 地球学报, 23(1): 17-24.
- 曾普胜, 等. 2003. 滇西北中甸斑岩及斑岩铜矿[J]. 矿床地质, 22(4): 393-400.
- 曾普胜, 等. 2006. 云南普朗印支期超大型斑岩铜矿床: 岩石学及年代学特征[J]. 岩石学报, 22(4): 989-1000.
- 赵 准, 1995. 中甸地区与印支期斑岩有关的铜钼矿床成矿模式[J]. 云南地质, 14(4): 342-349.