

云南中甸普朗斑岩铜矿地质地球化学研究

张兴春¹, 王守旭^{1,2}, 冷成彪^{1,2}, 秦朝建¹, 王外全³, 杨朝志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, 贵阳 550002;

2. 中国科学院 研究生院, 北京 100039; 3. 云南地勘局三大队, 云南 大理 671000

关键词: 矿床地质; 地球化学; 斑岩铜矿床; 云南中甸

中甸弧是中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, 其东部和南部是甘孜—理塘板块缝合带, 西部是乡城—格咱深大断裂^[1-2]。最近几年的勘探工作显示, 中甸弧有望成为我国又一重要的斑岩铜矿资源地。曾普胜等^[2-5]把产出于中甸弧的印支期斑岩分成了东斑岩带和西斑岩带。普朗斑岩铜矿位于东斑岩带, 是一个由云南省地勘局三大队和比利顿公司于1999年联合发现的一个斑岩型矿床, 目前, 该矿床已具有超大型规模。本文主要从普朗斑岩铜矿床地质和地球化学特征, 探讨该矿床的成矿机理。

1 矿床地质特征

普朗斑岩铜矿位于NW向的黑水塘断裂和NEE向的全干力达断裂的交汇部位。矿区出露地层主要为上三叠统图姆沟组的砂板岩夹安山岩。普朗复式岩体呈不规则状出露地表, NW向展布, 面积约9 km², 具多次脉动侵位特征, 早期和中期岩体均叠加有后期石英细脉或石英-钾长石细脉, 并伴有不同程度的金属硫化物矿化。晚期玢岩多呈岩脉状穿插于早期和中期岩体中, 无矿化现象。岩体具强烈钾化、硅化、绢英岩化、青盘岩化蚀变。岩体外围为角岩化砂板岩。含矿岩性及围岩主要为石英二长斑岩和石英闪长玢岩, 另有少量花岗闪长斑岩和二长闪长玢岩, 矿体与围岩呈渐变关系, 无明显界线。金属矿物主要有黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿、辉钼矿及少量磁铁矿、辉铜矿、斑铜矿, 脉石矿物有斜长石、钾长石、石英、角闪石、黑云母、绿泥石、绢云母、绿帘石、方解石等, 次生矿物有孔雀石、褐铁矿、石膏等。

矿化类型主要为细脉浸染状、网脉状、浸染状、斑块状、星点状等。矿石结构主要为半自形-它形粒状、交代溶蚀、包含、镶嵌等结构^[5-8]。具典型的斑岩型铜矿围岩蚀变作用和矿化特征。

2 稀土元素地球化学特征

普朗斑岩的 Σ REE含量为(158.05 ~ 176.06) $\times 10^{-6}$, 具有弱的负铈异常(0.77 ~ 0.86)。轻重稀土分馏明显, 重稀土含量很低, 重稀土元素分馏不明显(图1)。这暗示, 在岩浆侵位过程中斜长石的分离结晶作用不明显且没有受到上地壳物质的显著影响。矿石随Cu品位的增高, 稀土总量(Σ REE)和稀土分馏参数[(LREE/HREE)、(La/Yb)_N及(La/Yb)_N、(Gd/Yb)_N]呈连续降低趋势, 负铈异常一般显示为逐渐增强趋势, 但在发育有强烈的晚期钾长石脉的情况下, 出现反弹减弱特征。

3 硫同位素示踪

矿石矿物的硫同位素组成较为均一, $\delta^{34}\text{S} = -2.23\text{‰} \sim +3.75\text{‰}$, 平均值为+1.54‰, 极差为5.98‰(图2)。其中, 黄铜矿的平均值 $\delta^{34}\text{S}_{\text{py}}$ 为+1.22, 黄铁矿的平均值 $\delta^{34}\text{S}_{\text{py}}$ 为+2.14‰, 辉钼矿 $\delta^{34}\text{S}_{\text{mol}}$ 平均值为2.20‰, $\delta^{34}\text{S}_{\text{py}} < \delta^{34}\text{S}_{\text{py}} < \delta^{34}\text{S}_{\text{mol}}$, 该顺序与硫化物结晶过程中的³⁴S富集顺序一致^[9], 表明在硫化物沉淀过程中硫同位素分馏基本达到平衡。普朗斑岩铜矿硫主要来源于上地幔或下地壳的深源岩浆, 具有相对均一的硫源, 基本没有受到上地壳沉积物硫源的混染。

4 流体包裹体特征

流体包裹体主要有富液相包裹体、含CO₂相

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(40372049); 国家重点基础研究发展计划“973”项目(2002CB412605)

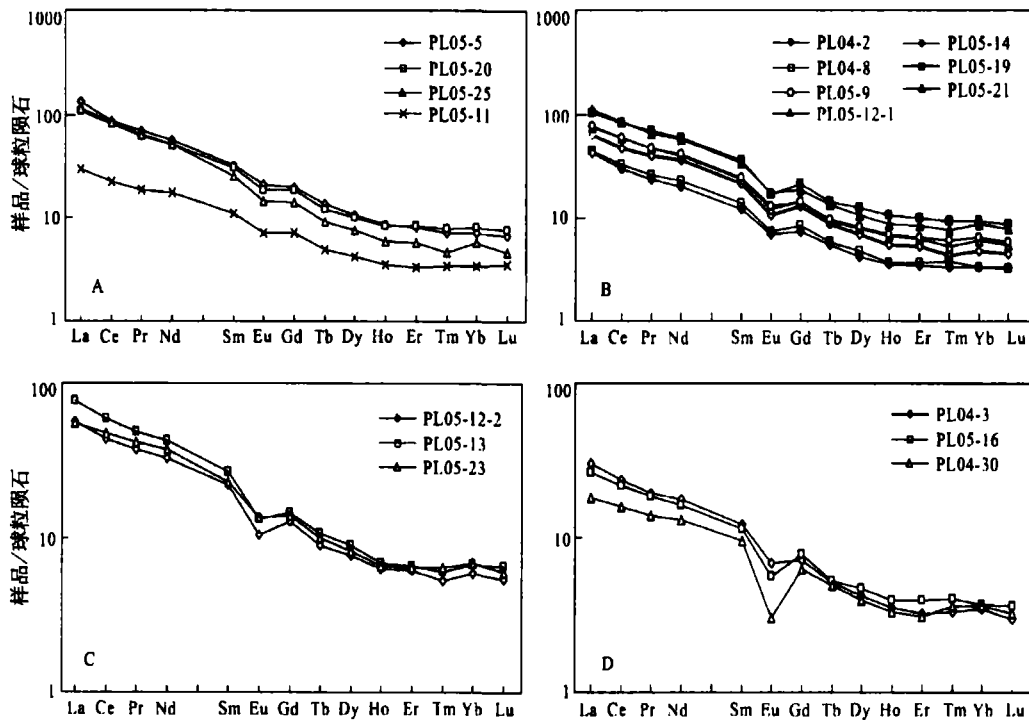


图1 普朗斑岩铜矿无/弱矿化斑岩和不同类型矿石的稀土配分曲线

A: 无/弱矿化闪长玢岩; B: 矿石(I); C: 矿石(II); D: 矿石(III); 矿石(IV)为图A之PL05-11

包裹体、含子晶包裹体及富气相包裹体, 子晶主要为石盐、钾盐、方解石、黄铜矿和赤铁矿等。流体包裹体中存在多种流体类型, 按照演化顺序可大致可分为岩浆热液、低盐度富 CO_2 流体、中等盐度水、大气降水等4种不同性质的流体。早期成矿流体主要是岩浆热液, 高盐度(40~70 NaCl equiv.) (图3), 富含 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 等离子成分和 Cu、Fe 等成矿元素及 CO_2 、S、Cl 等矿化剂, 流体属 $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2-\text{NaCl}-\text{CaCl}_2$ 体系。

5 普朗斑岩的年代学

应用高精度离子探针锆石 U-Pb 测年方法, 获得普朗斑岩铜矿无矿化石英闪长玢岩和含矿二长斑岩的锆石年龄分别为 (228 ± 3) Ma 和 (226.3 ± 2.8) Ma、 (226 ± 3) Ma。锆石形态和轴比参数均属典型的岩浆锆石特征, 年龄值在误差范围内近似一致, 表明形成复式岩体的斑岩浆从岩浆房快速上升侵位。结合前人已发表的矿化斑岩的黑云母 Ar-Ar 坪年龄及辉钼矿 Re-Os 等时线年龄等数据, 推测普朗斑岩铜矿的岩浆-热液系统从岩浆侵入至矿化阶段的持续时间可能长达 10 Ma 左右, 主成矿期约为 (216 ± 1) Ma ~ (213 ± 3.8) Ma。

6 成矿机理探讨

义敦岛弧带在 237~206 Ma 之间因甘孜—理

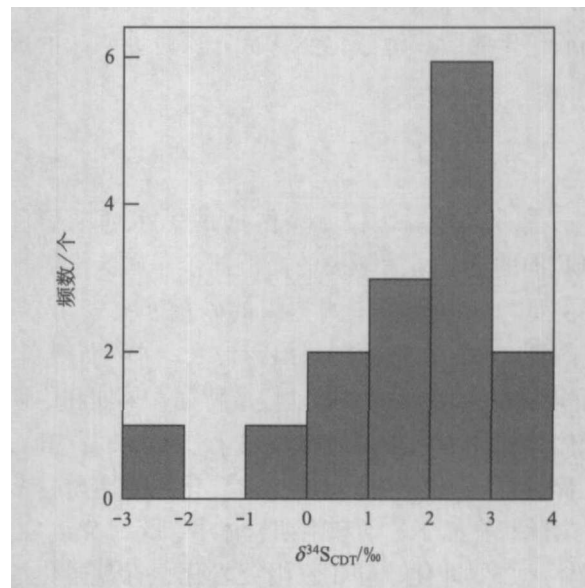


图2 普朗斑岩铜矿硫化物 S 同位素组成直方图

塘洋壳俯冲, 导致板片脱水和部分熔融, 而发生了大规模的岛弧岩浆活动^[2]。在甘孜—理塘洋盆俯冲过程中, 由大洋板片部分熔融形成的斑岩型岩浆上升至一个统一的岩浆房, 岩浆可能由于斑晶矿物的结晶分离作用而形成一定的富含成矿元素和挥发份的矿浆。这种矿浆可能由于密度差而聚集在岩浆房的顶部。随着矿浆的进一步演化, 其挥发性组分将达到饱和或过饱和, 进而形成独

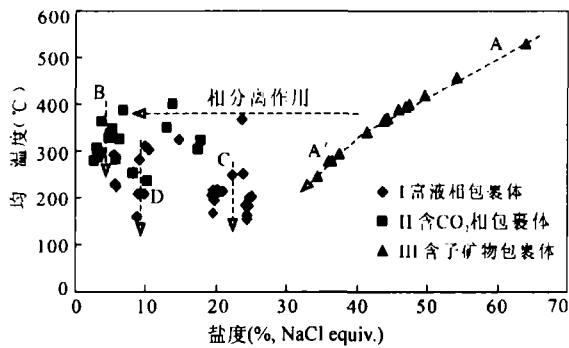


图3 流体包裹体的均一温度-盐度分布图

立的流体相（岩浆热液），从而为早期岩浆活动所形成的岩浆-热液系统提供了持续的矿质和热源。岩浆流体富含 Cu、Fe 等成矿元素和 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 等离子成分及 CO_2 、S、Cl 等挥发份。随着岩浆流体的不断聚集，流体内压亦逐渐增大，当超过负荷压力时，即会发生隐爆作用，致使斑岩体形成近于放射状的裂隙群。成矿系统开放后，岩浆热液即在斑岩体周围对流循环，发生了强烈的流体不混溶作用，伴随成矿热液温度、酸碱度、成分等因素的变化，溶于其中的金属络合物开始分解，并快速沉淀成矿，从而在中甸弧形成了较大规模的印支期铜多金属矿化。

致谢：野外工作期间得到了云南地勘局第三地质大队张世权、谭康华、范玉华等同志的指导和帮助，作者在此表示衷心感谢。

参考文献：

- [1] 杨岳清, 侯增谦, 黄典豪, 等. 中甸弧碰撞造山作用与岩浆成矿系统[J]. 地球学报, 2002, 23(1): 17-24.
- [2] 侯增谦, 杨岳清, 曲晓明, 等. 三江地区义敦岛弧造山带演化和成矿系统[J]. 地质学报, 2004, 78(1): 109-118.
- [3] 曾普胜, 莫宜学, 喻学惠, 等. 滇西北中甸斑岩及斑岩铜矿[J]. 矿床地质, 2003, 20(4): 393-400.
- [4] 曾普胜, 王海平, 莫宜学, 等. 中甸岛弧带构造格架及斑岩铜矿前景[J]. 地球学报, 2004, 25(5): 535-540.
- [5] 曾普胜, 李文昌, 王海平, 等. 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, 2006, 22(4): 989-1000.
- [6] 谭康华, 李光军, 黄定柱, 等. 普朗大型斑岩铜矿控矿条件[J]. 云南地质, 2005, 24(2): 167-173.
- [7] 范玉华, 李文昌. 云南普朗斑岩铜矿床地质特征[J]. 中国地质, 2006, 33(2): 352-361.
- [8] 云南省地质调查院. 云南中甸地区矿产资源评价. 2004年地质工作设计[R]. 2004
- [9] 郑永飞. 稳定同位素地球化学[M]. 北京: 科学出版社, 2000: 218-234.