

变质作用与成矿作用

四川会理拉拉厂铜矿床动力
变质-热液成矿模式

申屠保涌*

(地矿部成都地质矿产研究所)

提 要: 对拉拉厂铜矿床的成因一直存在着争论。笔者通过多年的研究, 确定该矿床的含矿岩系为一套多种蚀变的碎裂-糜棱状角斑质-钠长质岩, 韧-脆性剪切作用对矿床的形成具有决定意义。其成矿作用经历了 3 个阶段: ① 矿源层形成阶段; ② 矿源层韧-脆性剪切变形变质阶段; ③ 热液充填交代(蚀变)成矿阶段。首次提出新的成因观点: 动力变质-热液成矿模式。

关键词: 拉拉厂 河口群 碎裂-糜棱 角斑质-钠长质岩 韧-脆性剪切

1 矿区地质概述

拉拉厂铜矿位于康滇地轴中段西缘, 处于 EW 向金沙江褶皱断带与川滇经向构造的交接复合部位。区域上位于轴向为 NWW 向河口背斜的南翼。区内构造复杂, 近 EW 向构造为基底构造, 形成于前震旦纪, 主要表现为向南倾斜的单斜构造和以 F_1 为代表的走向断层; 近 SN 向构造叠加于 EW 向构造之上, 有控制拉拉厂铜矿的落幽向斜及双狮拜象背斜等。

拉拉厂铜矿赋存于古元古界河口群 ($1700 \times 10^6 \sim 2000 \times 10^6$ a) 中。河口群为一套沉积变质岩和细碧角斑岩系, 总厚度达 4000 m。河口群自下而上划分为大云山组 (Pt_1d)、落幽组 (Pt_1l)、长冲组 (Pt_1ch), 即自下而上为 3 个沉积-火山喷溢旋回。

2 矿床地质特征

拉拉厂铜矿主矿是落幽铜矿, 该矿东西长 1960 m, 南北宽 900 m, 面积 1.76 km^2 。外围与其毗连的有老虎山、老羊汗滩沟、小厂、新老厂等矿体及东南角的石龙铜矿。总体上沿 F_1 断裂(近 EW 向)侵位的钠长辉绿辉长岩体两侧。落幽铜矿赋存于 Pt_1l^{2-3} 层位的碎裂糜棱岩化钠长质岩及其蚀变(交代)岩中, 由 50 个矿体组成。其中 I ~ V 号矿体的规模较大, 占矿区储量的大部分。矿体呈不规则的似层状、透镜状, 一般有膨缩分叉复合现象, 产状与

* 申屠保涌, 男, 1940 年生, 研究员, 1965 年毕业于南京大学地质系, 长期从事岩石和矿床工作。邮政编码:

片理产状基本一致。矿体总的走向为 NWW 或近 EW 向, 倾向 S 或 SSW。较大的矿体不论沿走向或倾向往往赋存于不同岩性的岩石中, 即可以由黑云片岩延至钠长质碎裂糜棱岩中。虽然岩性已变, 但矿体仍然连续不断。一般在(石榴)黑云片岩中矿化均匀, 连续性较好; 在钠长岩中矿体连续性差, 变化较大。

金属矿物组合有黄铜矿-磁铁矿; 黄铜矿-黄铁矿-磁铁矿(辉钼矿); 黄铜矿-赤铁矿(钛铁矿)-磁铁矿和黄铜矿-黄铁矿-磁铁矿-磁黄铁矿等。最常见的是黄铜矿-黄铁矿-磁铁矿组合。金属矿物的含量, 磁铁矿含量最高, 约占金属矿物总量的 50%~60%。

3 变质变形与成矿

3.1 区域变质作用

由于新元古代末的晋宁运动($1000 \times 10^6 \sim 850 \times 10^6$ a), 使地槽强烈褶皱回返, 河口群地层产生动热变质作用, 形成了各类板岩、千枚岩、片岩、结晶大理岩、变质火山岩等。区内变质作用主要使岩石产生区域性片理(近 EW 向)及重结晶。据变质矿物组合, 本区属浅变质, 一般为绿片岩相, 局部达高绿片岩相或绿帘角闪岩相的铁铝榴石带。由攀西大队对河口群 25 件多硅白云母 b_0 值的测定, b_0 值平均为 0.9023 nm, 变质作用压力属中偏高, 他们根据白云母晶体化学式 Si^{4+} 离子数目(平均为 3.27), 采用多硅白云母的稳定曲线(维尔德, 1976)计算出压力为 3~8 kPa, 温度梯度为 49 °C/kPa, 即变质温度应在 150~400 °C 之间变化, 矿物测温结果与上述温度近似, 因而本区属低温—中压变质区。

3.2 韧-脆性剪切变形

伴随前寒武纪的构造运动(小官河运动—晋宁运动), 本区经历了 NWW 向剪切变形, 在时间上与区域变质近于同步。Sibson (1977) 认为脆性与韧性剪切带的分界深度大约为 15 km。拉拉厂地区, 在深部发生韧性剪切, 尔后上升到浅部(晋宁运动使地壳抬升), 再次发生脆性断裂叠加在韧性剪切带上。按 J.G. Ramsay (1980) 分类, 属韧-脆性剪切带, 除岩石主体为脆性变形外, 还发现一些韧性变形。韧-脆性剪切变形结构构造如下:

(1) 眼球状糜棱构造, 仅镜下可看见, 是显微眼球构造。有钠长石眼球、微斜长石眼球、角闪石眼球、石英眼球、石榴子石眼球。后者的石英包裹物呈反 S 形旋转。上述皆为不对称眼球。长英糜棱物及云母矿物呈流线型绕过眼球。眼球属 δ 碎斑系(左旋), 发育有 S-C 组构, S-C 夹角为 30°左右, 眼球粒径为 0.8~0.93 mm, 基质粒径为 0.02~0.03 mm。

(2) 碎裂结构是拉拉厂地区最主要脆性变形。钠长岩类在应力作用下碎裂, 其颗粒移动不远, 落岫矿区钠长岩型矿石, 基本上全为碎裂钠长岩。碎裂较强地段出现碎斑结构。较普遍的是形成糖粒状钠长岩(有人称钠长浅粒岩)。

剪切作用形成宏观褶皱构造有鞘褶曲, 褶叠层, 揉折构造。

3.3 变质作用和韧-脆性剪切变形与成矿

区域变质作用使原封存于沉积岩和火山-沉积岩中各种水, 包括粒间水、结构水、吸附水、裂隙水及挥发分等, 受热力和压力影响, 从岩石、矿物中析出, 活化转移并从流经的围岩中淋滤萃取成矿组分, 形成变质热液。片理和重结晶为矿液运移提供空间条件。

剪切变形对本区铜矿床的形成起到决定性作用。剪切作用可使深部热液流向上运移。到

浅部温度降低,岩石可塑性大大降低,产生脆性变形,形成脆变构造岩。落函矿区主要是脆性变形,形成钠长质碎裂岩和碎斑岩,起到了扩容作用,即岩石的孔隙度大大增加,含矿热液的运移,在有利部位沉淀成矿,形成钠长岩型浸染状矿石或脉状-网脉状甚至交代岩型矿石。整个拉拉厂铜矿矿床形成最重要的还是含矿热液沿糜棱岩剪切面理充填-交代,形成无数彼此平行的矿脉。这种充填交代常与蚀变,如金云母化等同时发生,硫化物与金云母等紧密共生。如果这种矿液源源不断沿面理充填交代,糜棱岩可被彻底交代,从而形成金云母岩型铜矿石。当然也有的单独硫化物沿剪切面理充填形成条纹状矿石。

4 围岩蚀变与成矿

众所周知,围岩蚀变与成矿密切相关,热液矿床更是如此。本区围岩蚀变几乎与成矿作用同步进行,因而蚀变既是成矿标志,又可作找矿标志。热液矿床只有蚀变地段才会有矿,富矿地段必然多种蚀变较强。但并非蚀变地方都有矿,也并非蚀变强度与成矿成正比。围岩之所以会产生蚀变,是由于在漫长的地质作用过程中被地热增温或岩浆侵入加热的地下水溶液沿断裂带上升,沿裂隙、片理、矿物之间的空隙渗透,在漫长的化学反应过程中,围岩就逐步产生蚀变,即新生的矿物替代原有的矿物。围岩蚀变的另一个重要方面是岩浆侵入体的气液作用,这种高温的气液同样会向围岩的构造裂隙扩散—渗透,同样也会使围岩产生蚀变。就拉拉厂铜矿而言,蚀变作用的热液主要是由剪切作用使深部的热液向上运移。其热液(包括变质热液和岩浆热液)以 H_2O 为主要成分,并含有碱金属离子和多种易挥发 CO_2 、S、 CH_4 ,还有 SO_4^{2-} 、 Cl^- 等,及许多成矿元素,这种热液沿剪切面理渗透交代,使围岩产生蚀变的同时,硫化物也在适合的条件沉淀成矿。

蚀变组合有钾长石化-硅化;金云母化-铁白云石化;磷灰石化-碳酸盐化;金云母化-钾长石化-硅化-(磷灰石化);铁白云石化-萤石化-磷灰石化;金云母化-萤石化-磷灰石化-褐帘石化;硅化-金云母化-萤石化-(铁白云石化);金云母化-碳酸盐化-磷灰石化-褐帘石化;硅化-褐帘石化;磷灰石化-褐帘石化。

与成矿作用关系最密切的是金云母化(前人的黑云母化)和铁白云石化。金云母主要是沿剪切面理充填交代形成条纹条带状钠长岩,蚀变强烈者形成金云母交代岩。还见有金云母沿角砾化糜棱岩交代,糜棱岩角砾呈残留体。铁白云石化主要是沿碎裂的钠长石粒间充填交代,在钠长岩类岩中常见。铁白云石晚于金云母化。在昌蒲箐铁白云化与铜矿化尤其明显。磷灰石、萤石化与后期富矿成矿作用关系密切。磷灰石可与硫化物形成脉,磷灰石-金云母-褐帘石-硫化物脉,磷灰石交代岩或形成磷灰石型富矿石,硫化物胶结磷灰石或硫化物胶结磷灰石和褐帘石。萤石化是更晚的蚀变,常与碳酸盐化、金云母化等一起形成交代岩型稠密浸染状富矿石。这类萤石呈紫色。

5 矿床成因及成矿模式

5.1 探讨矿床成因的依据

(1) 含矿热液的来源:据W R Henley (1973),划分为岩浆热液和地下水热液,它的热

源可能是岩体侵入或局部的地热增温。本区是一个古老变质岩地区,含矿热液的来源比上面提出的两种来源更复杂。首先是区域变质作用产生的变质热液(前述);其二是地下水在岩体和地热增温作用下形成地下热卤水,它具有较强的溶解金属的能力,同样可从围岩中萃取出矿物时,形成含矿热液。其三,本区沿主断裂侵入的钠长辉绿辉长岩体带来的岩浆热液。因此本区具有变质热液,地下水热液和岩浆热液三个热液来源。

(2) 含矿(容矿)的岩石类型:由前述韧性剪切作用形成的钠长质-角斑质碎裂-糜棱岩又经历了金云母化、铁白云石化、磷灰石化、钾长石化、硅化、萤石化等热液蚀变,因而本区容矿岩石为一套蚀变的钠长质-角斑质碎裂-糜棱岩。

(3) 成矿作用机理:成矿物质大多以硫氢化物络合物、卤化物络合物、硫代硫酸盐络合物 $[\text{Me}(\text{S}_2\text{O}_3)]^-$ 、碳酸盐络合物等形式搬运。已知铜矿床均一法测定包裹体温度为 $190\sim 300\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。前述计算出的成矿压力为 $3\sim 8\text{ kPa}$,温度梯度为 $49\text{ }^{\circ}\text{C/kPa}$,pH 值为 $6.22\sim 7.04$,成矿环境为弱酸-弱碱性。剪切作用使深部热液流体向上运移,含矿热液沿剪切面理充填交代、沉淀成矿,这是拉拉厂铜矿形成的最重要的途径。脆性变形形成钠长质碎裂岩-碎斑岩,使岩石孔隙度大大增加,有利矿液的运移和定位,形成浸染状或网脉状矿石。

5.2 成矿阶段及成矿模式

(1) 矿源层形成阶段:古元古代的海底火山喷发带来了成矿物质,即细碧-角斑岩系的形成及次火山钠长岩类的侵入(也带来成矿物质),可作为本区的矿源层。

(2) 矿源层(细碧-角斑岩-钠长岩类)韧-脆性剪切变形和区域变质作用阶段;形成碎裂-糜棱岩及变质热液。

(3) 热液充填交代,硫化物定位阶段:变质热液、地下水热液、岩浆热液(基性岩体带来)沿剪切面理和碎裂构造充填、交代,从而形成动力变质热液型矿床。

根据矿床成因的依据和成矿阶段,将拉拉厂铜矿床的成矿模式综合成图 1。

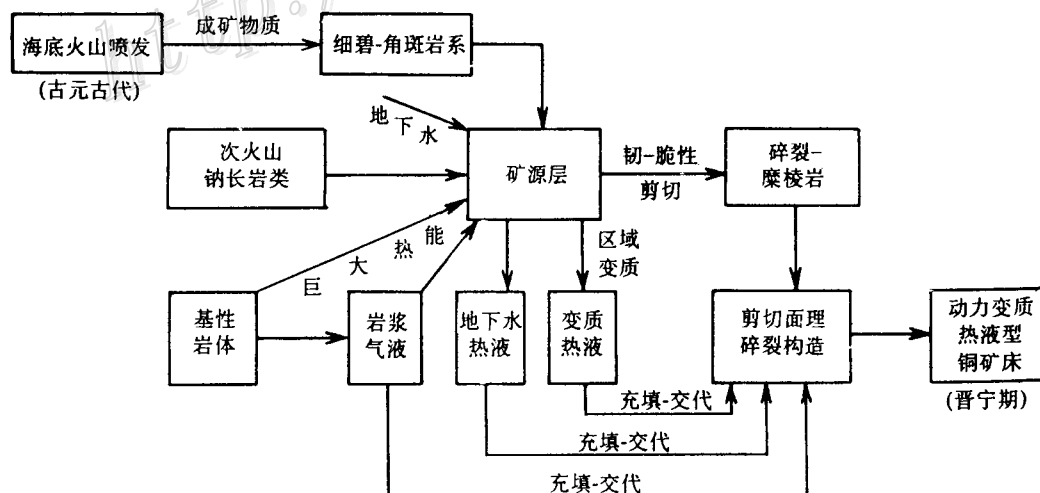


图 1 拉拉厂铜矿成矿模式图解