

四川盐源西范坪斑岩铜矿床成矿作用分析

陆彦* 肖渊甫 孙燕 王奖臻

(成都理工学院, 成都)

提 要: 西范坪斑岩铜矿床(岩浆期后浅成高中温热液矿床)产于喜山早期复式小岩株中; 以巨粗斑(角闪)黑云石英二长斑岩(主体)及下三叠统青天堡组角岩化砂岩(其次)为容矿岩石; 不规则长透镜状矿体中以浸染状、细脉浸染状及脉状、网脉状矿石为主; 具锌铜矿、富铼辉钼矿等罕见矿物; 矿体为后成中细斑石英二长斑岩小岩株及脉岩等侵冲。喜山期后的风化夷平作用使矿床发生次生富集。

关键词: 斑岩铜矿床 喜山期成矿 成矿模式 四川西范坪

1 成矿地质环境

西范坪斑岩铜矿床位于四川省盐源县西南与云南接壤部, 属桃子乡所辖。

矿床处于扬子陆块西南缘的盐源-丽江断块中部的北东向盐源-松桂凹陷带和南北向宁蒗断隆带之复合部位。即位于盐源复向斜的南西扬起端, 这里为岩层由东倾转为南东倾的转弯部位。矿区地层为上二叠统峨眉山玄武岩和乐平组砂岩、下三叠统青天堡组砂岩。前者有鸡窝状脉型铜矿产出, 后二者有砂岩型铜矿产出, 皆规模不大或为矿化体。

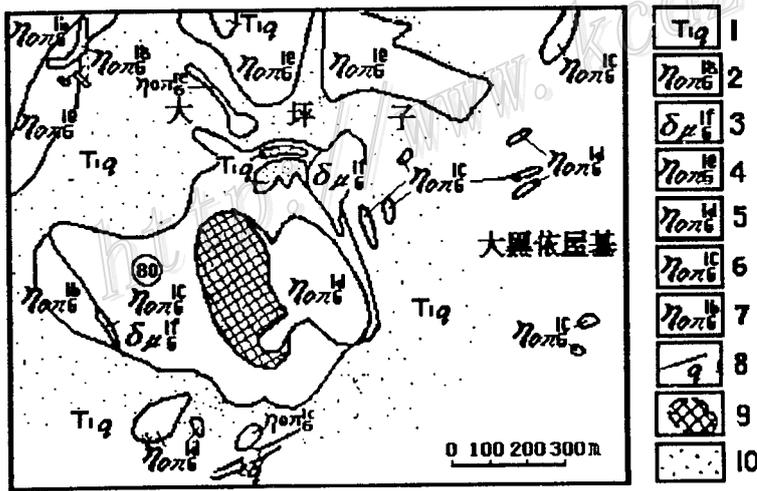


图 1 西范坪斑岩铜矿区 80 号岩体平面图

1—下三叠统青天堡组; 2—石英二长斑岩脉; 3—闪长玢岩; 4—中细斑黑云石英二长斑岩; 5—中细斑角闪石英二长斑岩; 6—巨粗斑黑云石英二长斑岩; 7—巨粗斑角闪石英二长斑岩; 8—石英脉; 9—铜矿体; 10—角岩带

含矿斑岩系为喜山期富碱斑岩(图 1), 成群产出, 属被动侵位的浅成-超浅成小型斑岩体。斑岩体形态复杂, 多呈岩株、岩枝、岩脉等产出, 出露面积一般 0.3 km², 大者可达 15 km²。可主要分为 3 期: I 期为巨粗斑角闪石英二长斑岩-(角闪)黑云母石英二长斑岩; II 期为中细斑(辉石)角闪石英二长斑岩-黑云母石英二长斑岩; III 期为中细斑闪长玢岩-黑云母闪长玢岩。I 期之前可能还有 I 期中斑石英正长斑岩; III 期之后有两期脉岩: 石英二长斑岩和云斜煌岩。斑岩按

* 陆彦, 男, 42 岁, 副教授, 构造地质学、矿床学专业。邮政编码: 610059

酸度划分为中性岩，但具富碱、高钾的特征。巨粗斑石英二长斑岩形成于 $50 \times 10^6 \sim 45 \times 10^6$ a，中细斑石英二长斑岩形成于 $35 \times 10^6 \sim 30 \times 10^6$ a。

矿床矿化以铜矿化为主，金矿化居次。铜矿主要产于巨粗斑黑云母石英二长斑岩中，其次为中细斑角闪石英二长斑岩和下三叠统青天堡组角岩化砂岩里。金矿则主要产于中细斑黑云母闪长玢岩及其围岩中的破碎带。矿床的主矿化期（80号岩体中）发生在上述两种斑岩侵位之间，为 40×10^6 a 左右。

研究表明，斑岩源于地幔中铁镁质岩和下插到地幔中的下地壳铁镁质岩及元古宙以火山岩为主的岩片等的部分熔融，并在上升途中受到地壳物质的混染。这一岩浆事件与喜山期区域碰撞造山作用引起的沿澜沧江-金沙江断裂系统的继承性岩石圈深层次陆内俯冲活动有关。对此，作者将另文阐述。

2 矿床特征

矿床中的主矿体呈边界不规则的长透镜状产于80号岩体中的巨粗斑黑云母石英二长斑岩中，为中细斑角闪石英二长斑岩-黑云母石英二长斑岩株（脉）及闪长玢岩、煌斑岩脉等侵冲（图2）。由于吞噬、混染铜矿石，后4者可具较弱的铜矿化。围岩中亦可见到铜矿化。

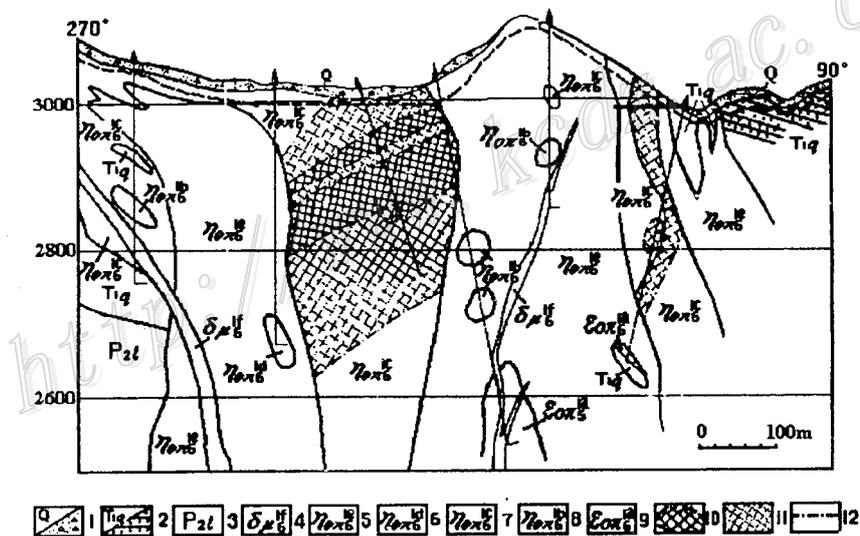


图2 西范坪斑岩铜矿床0勘探线剖面图

1—第四系；2—下三叠统青天堡组砂岩；3—上二叠统乐平组；4—闪长玢岩；5—中细斑黑云石英二长斑岩；6—中细斑角闪石英二长斑岩；7—巨粗斑黑云石英二长斑岩；8—巨粗斑角闪石英二长斑岩；9—石英正长斑岩；10—表内矿石；11—表外矿石；12—强风化淋滤带底界

矿石中典型结构构造有自形—半自形—他形晶结构、包含结构、交代结构、交代残余结构，浸染状构造、细脉浸染状构造及脉状网脉状构造等。金属矿物以黄铜矿、斑铜矿、辉铜矿、蓝铜矿、辉钼矿及锌铜矿（首次在斑岩铜矿中发现），其中辉钼矿中铼的平均含量为0.18%，最高达0.25%（为国内辉钼矿含铼最高者）。

矿床中主要蚀变矿物有黑云母、钾长石、石英、绢云母、绿泥石、阳起石、方解石等，

其中 80 号岩体的矿化蚀变可分为两期：早期主要和巨粗斑黑云母石英二长斑岩的岩浆期后热液有关，可进一步分为 3 种类型；黑云母-钾长石化，石英-绢云母化和绿泥石-碳酸盐化，其中前者最先出现也最先结束，后两者随热液系统演化可叠加在前者之上。区内斑岩铜矿成矿主要和此期蚀变有关。晚期蚀变主要和中细斑黑云母-角闪石石英二长斑岩的岩浆期后热液有关，其蚀变类型可分为：阳起石-黑云母化；绢云母-绿泥石化和蒙脱石-伊利石化。该期蚀变伴随较弱铜矿化但未形成工业矿体。后期的闪长玢岩侵入也引起了方解石-绢云母-绿泥石化的围岩蚀变，区内金矿化与之有关。

该矿床的成矿过程可分为岩浆期后热液期和表生成矿期。前者可进一步分为气成-高温热液阶段、高中温热液阶段和中低温热液阶段。成矿热液的温度范围为 250~470℃，属强酸性（ $\text{pH} = 4.31 \sim 4.05$ ）、还原性（ $E_h = -0.667 \sim -0.699 \text{ eV}$ ）、高盐度（33.2%~56.23% NaCl）、高密度（大于 1.15 g/cm³），为富 K-Na-Ca 及 Cl^- - HCO_3^- 的盐水体系。其中，含硫原子团以 H_2S 为主要存在形式，而主要成矿元素 Cu 的迁移形式以氯化物（CuCl）形式为主。成矿元素共生组合为 Cu-(Au-Re)。

3 成矿物质来源

西范坪斑岩铜矿床的矿石中主要硫化物黄铁矿、黄铜矿、方铅矿的硫同位素组成变化范围为 -3.4‰~+2.6‰，平均值为 0.20‰，样品的均方差 1.56。其分布具正态分布规律，塔式效应明显。与国内其他斑岩型铜矿床相比较，该矿床的硫同位素组成具有典型的斑岩型矿床的特点，绝对值小，其变化不大于 5‰。显示出幔源硫的特点。

矿床中氢同位素组成变化于 -81‰~-98‰（SMOW）。氧同位素组成变化范围为 3.1‰~6.2‰（SMOW）。结合矿床产出的地质特征及包裹体均一温较高（311~370℃），成矿流体含盐度高（大于 30% NaCl）等特征分析，可知成矿流体在成岩和成矿的早期，主要来自于斑岩结晶过程中析出的岩浆水，同时有部分地下水的加入，导致氢、氧同位素投点落在岩浆水的边界；到成矿晚期，成矿溶液演变至以地下水为主。

矿床中铅同位素为正常铅，其特征为造山带铅，与华南的同熔型花岗岩的铅同位素组成基本相同。

矿床中单矿物的 REE 及微量元素特征和赋矿围岩（巨粗斑黑云母石英二长斑岩）相似。表明成矿物质应主要来自斑岩，其次（少量）来自围岩。西范坪斑岩铜矿床中金属硫化物中稀土含量除个别黄铁矿外，其稀土配分曲线图属轻稀土富集型，曲线呈明显的向右倾斜。多数样品稀土配分曲线图与含矿母岩石英二长斑岩在形态上具有相似性，不同的是金属单矿物多数都具有明显的铈亏损。因此，矿床中成矿物质应主要来源于赋矿围岩黑云母石英二长斑岩。由于成矿作用发生在岩浆基本固结以后，大量斜长石等含钙造岩矿物的晶出，造成由残余气水热液形成的金属硫化物显示出负铈异常。

4 成矿作用

西范坪斑岩铜矿床的成矿热液系统由两部分组成：一种是上升的岩浆期后热液，另一种则是下渗天水在斑岩体周围受热而产生循环地下水热水系统，两者构成了一个复杂的循环对流系统。其内部流体以岩浆热液为主，其外侧则以下渗天水（包括原生地下水）为主，两者的

过渡带上则为混合热液。本矿床中的铜矿化主要由混合热液造成(图3)。

始新世中期(前 50×10^6 a左右),金沙江断裂带的喜山运动I期右行走滑活动和其分枝构造(宁蒗-南华断裂)被动拉张,引起深源岩浆上升侵位,沿近南北向断裂(段)形成串珠状的斑岩群。西范坪斑岩群为其中之一。而其中的80号岩体初步冷凝后,在近东西向挤压作用下因应力集中而引起岩体内中北西向节理密集发育(有共轭的北东向节理伴随)。

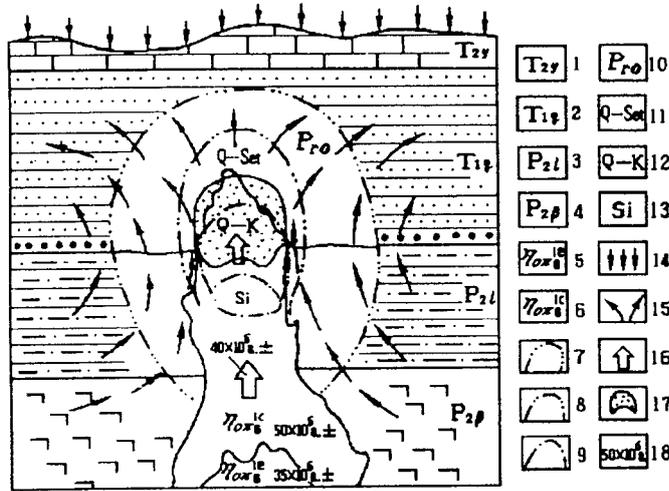


图3 西范坪斑岩铜矿床成矿模式图(主成矿期)

- 1—中三叠统盐塘组; 2—下三叠统青天堡组; 3—上二叠统乐平组;
- 4—峨眉山玄武岩组; 5—喜山期巨粗斑黑云母石英二长斑岩; 6—喜山期中细斑角闪石英二长斑岩; 7—青磐岩化带边界; 8—石英-绢云母化边界; 9—钾硅化带边界; 10—青磐岩化; 11—石英-绢云母化; 12—钾硅化; 13—硅化; 14—下降天水; 15—循环地下水; 16—上升岩浆期后热液; 17—铜矿体; 18—同位素年龄

新世中晚期(前 40×10^6 a左右),与I期巨粗斑石英二长斑岩有关的岩浆期后热液上升进入破碎的斑岩体。这一热液系统有两大特征:一是温度高、压力大,因此当它上升进入到80号岩体上部的北西向节理系统中后,会产生水热爆炸及水压致裂作用等,从而使这一节理系统进一步发展成一个复杂的密集裂隙系统。显然,这是一个自组织系统,其结果使原来低孔隙率的斑岩体成为有效孔隙率很高的岩体(甚至高于周围层状岩系),这对斑岩铜矿的形成起着必不可少的开域作用。其二是热液系统盐度高,具有很强的碱质交代能力,从而在成矿域中形成强烈的钾化蚀变。在钾化作用的中晚期,由于和下降天水的混合,岩浆热液成为混合热液,其物理化学条件迅速改变(如温度降至 400°C

以下),从而引起岩浆热液携来的Cu、Mo、S等成矿物质(下降天水也带来少量成矿物质)开始大量沉淀,形成浸染状及细脉浸染状矿化。

渐新世早期(前 $35 \times 10^6 \sim 30 \times 10^6$ a),喜山运动II期的构造运动引起中细斑石英二长斑岩侵位,80号岩体中的斑岩铜矿体被侵冲。该岩浆期后也发生了强烈的热液蚀变,但铜矿化较弱,未能形成工业矿体。

渐新世晚期至中新世初期(前 $25 \times 10^6 \sim 20 \times 10^6$ a),喜山III期构造运动爆发,本区发生中细斑闪长玢岩侵位。该岩浆期后热液也产生了强烈的黄铁矿-绢云母-石英的蚀变,并引起了金矿化。

中新世早期(前 20×10^6 a左右),岩浆活动及斑岩成矿活动结束,本区及区域上因准平原化作用而遭受风化夷平,本矿床也进入表生成矿期,部分地段矿石得到次生富集。

上新世晚期,这一准平原化作用结束,本区及区域由于青藏高原的快速隆升(新构造期)而地壳上升,因而遭受进一步剥蚀。这一过程持续到现在。

(参考文献略)