

文章编号: 1009-3850(2006)04-0069-09

四川九龙黑牛洞铜矿床地质特征 及其外围找矿方向初探

李建忠¹, 汪名杰¹, 姚 鹏¹, 邹光富¹, 唐高林²,
李贵鸿², 沈战武¹, 祝向平¹

(1. 成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082; 2. 四川里伍铜业股份有限公司, 四川 甘孜 626200)

摘要: 形成于燕山期的黑牛洞铜矿分布在江浪变质核杂岩的伸展型韧性剪切带内, 变基性火山岩附近矿化和蚀变强烈。伸展型韧性剪切带晚期具有张性或张扭性断裂叠加的构造特征。黑牛洞铜矿似属韧性剪切带型铜矿, 其成矿物质具有多来源、成矿作用具有多期次、矿床具有多成因的特点, 而最终使其成为富铜矿的重要控矿因素则是燕山期的伸展型韧性剪切作用及其晚期的脆性断裂叠加。建议找矿在伸展型韧性剪切带内, 有变基性火山岩发育, 矿化、蚀变显示良好, 晚期叠加张性或张扭性断裂的有利地段展开。

关键词: 黑牛洞; 剪切带型铜矿床; 变质核杂岩; 四川

中图分类号: P618.41

文献标识码: A

四川盆地西北部的龙门山-锦屏山后山接合带, 分布着十余个孤立的、以前震旦系火山-沉积岩为核心的近圆或长圆形构造穹隆^[1], 穹隆及深熔花岗岩体周围大多发育低角度韧性剪切滑脱带, 它们构成了扬子地台西缘变质核杂岩带, 并蕴藏有丰富的内生金属和非金属矿产^[2~7]。其中最为典型的江浪变质核杂岩位于变质核杂岩带南部逆冲带木里弧的内侧, 以具有里伍富铜矿床而著称^[2]。作为一个中型的富铜矿床, 里伍铜矿床的成因还存在争议。

众所周知, 我国的铜资源形势十分严峻。1999 年我国进口铜精矿就达 125 万吨, 预计到 2010 年铜的需求量将达到 200 万吨, 而矿山产铜仅 60 万吨, 废铜回收 35 万吨, 铜的供应缺口将达到 105 万吨^[8]。因此, 在黑牛洞矿床所在的里伍铜矿田内寻找接替资源已成为十分急迫的任务。

显然, 研究总结黑牛洞铜矿床的地质特征, 不仅

有很重要的经济意义, 而且有重要的理论意义。经过近三年的工作, 基本查明黑牛洞铜矿区的地质特征、矿石结构构造、矿体的形态、展布和控矿构造。本文拟根据这些特征作初步的研究, 提出它的成矿模式, 以便为下一步的找矿勘探提供参考。

1 区域地质背景

江浪变质核杂岩出露的地壳剖面构造地层柱自下而上由 3 个体系构成^[9], 即中元古界里伍岩群堆垛层系统, 代表深部构造层次中多期、多体制变形变质改造后的扬子地台基底; 古生界褶皱层系统(中间韧性流变层), 其中的 3 个岩组具有不同的褶皱层构造地层型, 其时代分别为奥陶纪、早志留世和二叠纪; 最上部为浅部构造层次纵弯褶曲变形的三叠系西康群板岩带。

侵入岩有燕山期黑云母花岗岩、二云母花岗岩

收稿日期: 2006-01-18; 修改日期: 2006-08-17

第一作者简介: 李建忠, 1964 年生, 研究员, 博士, 主要从事地质、矿产勘查及环境地质工作。

资助项目: 矿产资源补偿费矿产勘查项目; “四川省九龙县里伍铜矿外围普查资助”。

和闪长岩。火山岩有分布广泛的新元古界层状基性、碱性火山岩。前人研究认为,侵入岩与里伍式铜矿无成因联系,而火山岩则为里伍式铜矿提供了丰富的矿质来源^[3]。

地球化学研究表明,晋宁期的基性火山岩铜的丰度值较其在地壳中的克拉克值高,可能是成矿物质的主要来源。另外,二叠纪区域性的裂隙作用导致基性岩浆喷发也带来了丰富的 Cu、Ni 等成矿物质^[9]。

在与之相邻的康滇地轴中南段,基底岩系广泛出露一套元古宇浅变质岩系,云南称为昆阳群,四川称为会理群。在区域上,它们都经历了二叠纪区域性的裂隙作用导致的基性岩浆喷发。这套低绿片岩相的沉积变质岩夹基性火山岩、中基性火山岩在四川会理分布着拉拉铜矿,在云南东川、易门分布着东川铜矿和易门铜矿。

2 铜矿床基本地质特征

黑牛洞铜矿位于江浪变质核杂岩的西南侧(图1),与里伍铜矿平面相距大约12km。矿体围岩为灰色—浅灰色二云石英片岩、浅灰色—灰白色石英片岩、灰色—深灰色二云片岩,夹灰绿色斜长角闪岩;矿区范围有一条里伍岩群伸展拆离带,表面貌似单斜构造,构造变形强烈,发育石英透镜体、石香肠、紧闭同斜褶皱、斜歪褶皱、无根褶皱、流褶皱和 S-C 组构等大量变形构造。黑牛洞铜矿区主期面理(S₃?)产状:倾向210°左右,倾角25°左右,局部由于成矿期后断裂的改造可达45°~55°。

2.1 矿体围岩与蚀变

黑牛洞铜矿体赋存于前震旦系变质火山-沉积建造中,具有一套特殊的岩石组合。其岩性为灰色—浅灰色二云石英片岩、灰色—浅灰色含石榴子石二云石英片岩、浅灰色—灰白色石英片岩、灰色—浅灰色含石榴子石石英片岩、灰色—深灰色二云片岩、灰色—深灰色含石榴子石二云片岩,夹灰绿色斜长角闪岩、黑云母斜长角闪岩、绿泥石化斜长角闪岩和角闪岩。大多矿体围岩有稀疏浸染状和顺片理的薄膜状矿化以及退色现象。蚀变以绢云母化和黑云母化较为普遍,尤其在伸展型韧性变形拆离带中部较发育;黑云母化有一定的选择性,二云片岩中黑云母化较强烈。黑云母有亮棕色黑云母和黑色黑云母。亮棕色黑云母明显存在两期:顺片理的和切片理的,前者形成较早,后者形成较晚(可能与成矿有关);黑色黑云母基本顺片理发育,可能也存在两期,其中一期

与矿化有关。另外,绿泥石化主要在斜长角闪岩和角闪岩中比较发育,尤其是在其浅色含长石的条带夹层或附近更为发育,常形成绿色岩带,它往往也预示矿化十分强烈。电气石化在黑云母化强烈的地方也比较发育,电气石有黑色的,也有棕褐色的。局部发育的棕褐色的电气石与矿化关系密切;黑色的电气石有两期,晚的一期与矿化关系密切;红棕色的石榴子石可能也有两期,早期的参与了变形,晚期与矿化关系密切;矿化强烈的地方硅化、长石化也比较发育。在伸展型韧性变形拆离带上部,局部有磁黄铁矿和黄铜矿呈稀疏浸染状,绢云母化较为普遍;黑云母化有一定的选择性,二云片岩中黑云母化比较强烈。斜长角闪岩有绿泥石化和电气石化。在伸展型韧性变形拆离带下盘,主要有绢云母化。

2.2 火山岩

黑牛洞铜矿区的基性火山岩比较发育。经过变质作用,这些火山岩已成为“变基性岩”。“变基性岩”均产于里伍岩群海相砂、泥质交替沉积的变质岩建造中,岩性基本上是斜长角闪岩、角闪岩、透闪阳起石岩、阳起石岩、斜长阳起石岩、绿泥斜长片岩、绿泥石角闪岩和黑云母斜长角闪片岩。它们呈层状、透镜状与砂泥质沉积变质岩整合产出,或与砂泥质沉积变质岩同步变形。除与含矿建造空间关系密切外,“变基性岩”还普遍含金属硫化物。黑牛洞铜矿区的斜长角闪岩特征与相邻的里伍矿区类似,有绿泥石化和黑云母化,延伸数十米到4200m,局部厚达160m,只是至今还没有发现斜长角闪岩本身就是铜矿体的情况。野外和镜下研究表明,黑牛洞矿区的“变基性岩”是正变质岩,系火山岩变质而成。这与里伍铜矿区的“变基性岩”成因相同^[3]。

2.3 矿化

矿化和蚀变位于伸展型韧性变形拆离带内,在地表出露有4层矿体,从下到上分别是I-1、I-2、I-3和II号矿体。主要矿体是I-3和II号矿体,分别厚达7.52m和2.73m左右。磁黄铁矿和黄铜矿呈块状、网脉状、稀疏浸染状和顺片理的薄膜状矿化;矿化对岩性的选择不强,在斜长角闪岩、石英片岩、二云石英片岩、二云片岩中均可见到稀疏浸染状磁黄铁矿和少量的黄铜矿。在有块状矿石产出的地方,矿体边界与含矿围岩截然分界;而在浸染状构造矿石发育的地方,矿体边界按工业边界品位圈定。

2.4 构造

构造简单,总体上貌似单斜构造,无明显断裂,但与变质同期的变形,尤其是韧性变形比较发育。

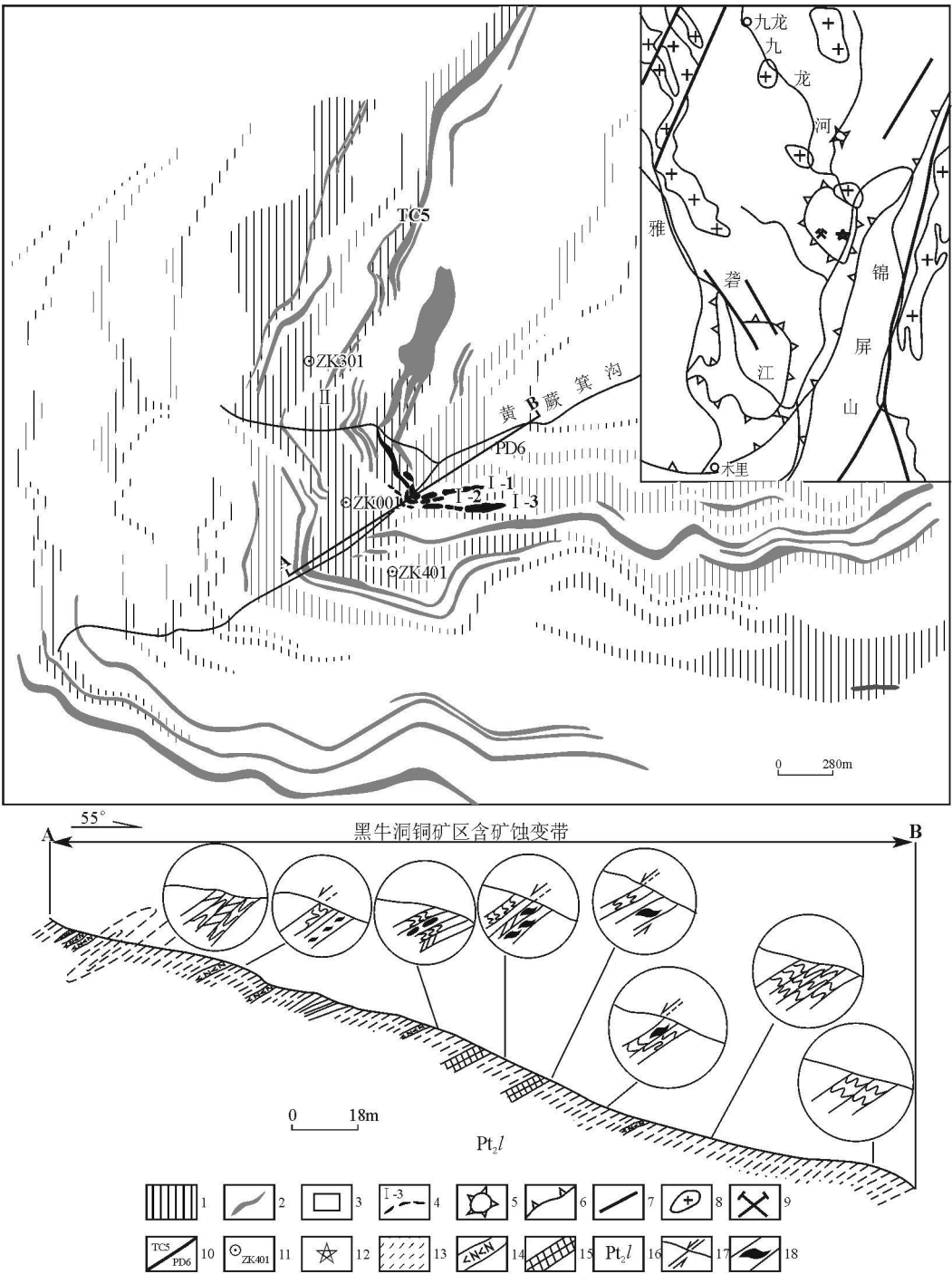


图 1 黑牛洞铜矿区大地构造位置、矿区地质及剖面示意图

1= 蚀变带; 2= 斜长角闪岩; 3= 二云石英岩、石英片岩和二云片岩; 4= 矿体及编号; 5= 穹窿; 6= 推覆带; 7= 断裂; 8= 岩体; 9= 黑牛洞铜矿区位置; 10= 探槽/平洞位置及编号; 11= 钻孔位置编号; 12= 里伍铜矿; 13= 片岩, 具绢云母化、普遍黑云母化(局部电气石化), 局部含石榴子石、磁黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿; 14= 斜长角闪岩, 有绿泥石化、黑云母化和电气石化, 含磁黄铁矿、黄铜矿; 15= 磁黄铁矿、黄铜矿矿体; 16= 中元古界里伍岩群; 17= 剪切运动方向; 18= 剪切形成的不对称石英所显示的 S-C 结构

Fig. 1 Tectonic setting, geology and cross-section of the Heiniudong copper deposit

1= altered zone; 2= amphibolite; 3= two-mica quartz schist, quartz schist and two-mica schist; 4= ore body and its number; 5= dome; 6= nappe zone; 7= fault; 8= rock body; 9= location of the Heiniudong copper deposit; 10= prospecting trench/adit and its number; 11= borehole and its number; 12= Liwu copper deposit; 13= schist with sericitization and biotitization (locally tourmalinization), locally with garnet, pyrrhotite, chalcopyrite and sphalerite; 14= amphibolite with chloritization, biotitization and tourmalinization, containing pyrrhotite and chalcopyrite; 15= pyrrhotite and chalcopyrite ore body; 16= Mesoproterozoic Liwu Group Complex; 17= shearing direction; 18= S-C fabric in asymmetrical quartz formed by shearing

1. 褶皱

在伸展型韧性变形拆离带中, 常见书页尺度的紧闭同斜褶皱、斜歪褶皱、钩状褶皱和流褶皱。流褶皱由基本连续的背、向形组成, 常常形成褶劈理。这种褶皱和稍大一点的褶皱常常是控制矿体形态和矿化局部富集的构造因素。

2. 断裂

成矿期或成矿期前的脆性断裂发育, 它们常常是伸展型韧性剪切带形成时的晚期脆性断裂, 脆性断裂使岩石破碎成角砾状。角砾常被金属硫化物胶结, 形成角砾状至块状和网脉状矿石。该期断裂一般在走向和倾向上都延伸不远, 使矿体呈透镜状、豆荚状和分叉。成矿期后的脆性断裂不发育。只是偶见顺层的断裂发育, 但是它们并没有切断矿体, 对采矿生产影响不大。

3. 韧性剪切带

黑牛洞铜矿区存在强烈的韧性变形(图2)。这些韧性变形以发育顺片理的石英钩状褶皱、石香肠、无根褶皱、流褶皱、对称石英透镜体、不对称石英透镜体、S-C 结构、杆状石英和变形旋转的肉红色石榴子石以及石榴子石的定向排列条带等为特征。在野外, 露头尺度的构造能区别两期韧性变形。早期 S-C 结构(图 2c)局部显示由南西往北东逆冲(?), 可能是早期韧性剪切带的残余; 晚期不对称石英透镜体和 S-C 结构(图 2a, b)显示上盘由北东往南西伸展, 是一个正韧性剪切带。在显微镜下, 可见云母鱼和

雪球构造以及普遍的石英动态重结晶颗粒(图 3)。晚期的伸展型韧性剪切变形是活化、萃取、运移成矿元素的主要动力。

2.5 矿体特征

黑牛洞铜矿区已发现的矿体经初步分析可能有 6 个。它们呈似层状、透镜状和锅盖状产出, 与围岩产状基本一致, 局部比较陡(图 2d)和分叉。矿体规模大小不一, 走向长度数十米至 150m 不等, 厚度数 10cm 至 20 余米不等。矿石铜品位很高, 属富铜矿。

矿石成分比较简单。肉眼可见的主要矿石矿物是黄铜矿、磁黄铁矿(图 4), 其次是闪锌矿。在天然的矿体露头很难见到它们的次生矿物孔雀石、铜蓝和褐铁矿等, 只是在采出的倒入沟水的夹石中才能见到铜蓝, 这可能是海拔较高, 空气稀薄缺乏氧气的缘故。在这些夹石中, 能见到铜蓝可能是大气降水形成的地表径流富含氧气的缘故。脉石矿物主要有石英、云母、电气石和绿泥石, 其次为斜长石、石榴子石。

矿石结构构造比较简单。主要金属矿物黄铜矿、磁黄铁矿、闪锌矿呈它形不等粒结构浸染状分布, 或呈它形不等粒结构星点状、斑点状分布, 或呈它形不等粒结构的集合体分布。矿石具有斑杂状、脉状、网脉状、块状构造。在块状矿石的周围也常见到网脉状和条带状构造。

矿石类型主要有条带状、角砾状、团块状、块状、网脉状和浸染状等矿石类型。浸染状矿石常常分布

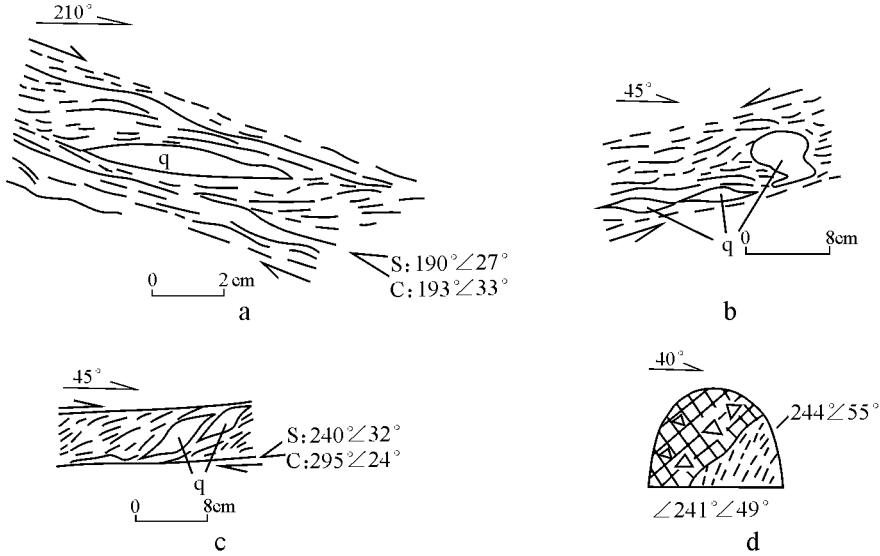


图 2 黑牛洞铜矿区含矿蚀变带构造变形素描
q. 石英

Fig. 2 Sketches to show the structural deformation of the ore-bearing altered zones in the Heiniudong copper deposit
q= quartz

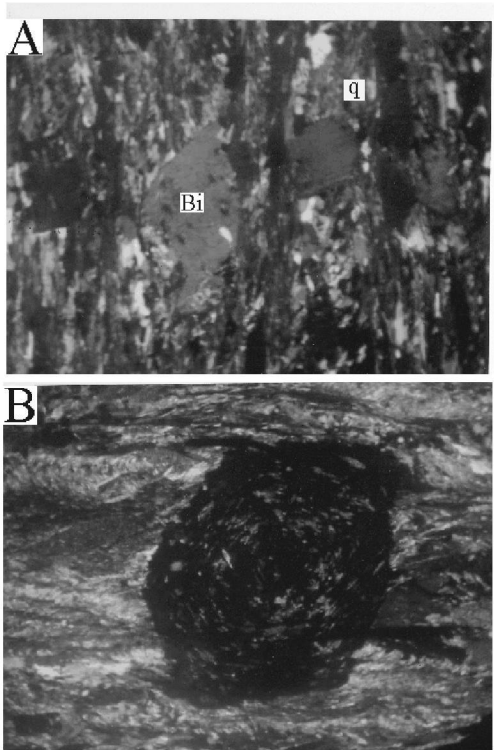


图3 黑牛洞铜矿区显微构造
A. 云母鱼和石英动态重结晶颗粒(正交偏光, 5×25); B. 雪球构造(正交偏光, 5×25)

Fig. 3 Microstructures of the Heiniudong copper deposit
A. Mica fish and dynamically recrystallized quartz grains (cross-polarized light, 5×25); B. Snowball structures (cross-polarized light, 5×25)

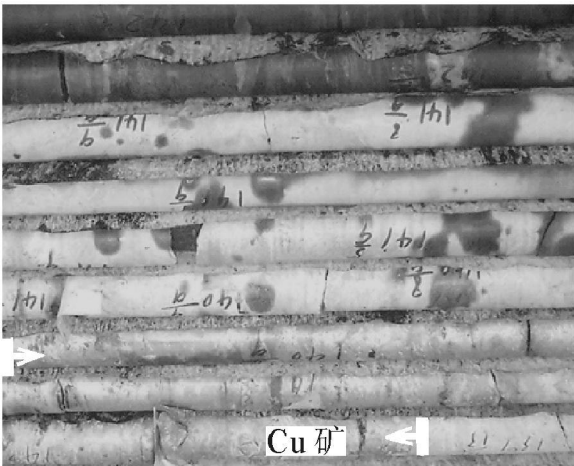


图4 黑牛洞铜矿区块状磁黄铁矿、黄铜矿岩心
Fig. 4 Massive pyrrhotite and chalcopyrite cores from the Heiniudong copper deposit

在团块状、块状、网脉状矿石周围, 而网脉状、浸染状、条带状矿石常常分布在块状矿石周围; 条带状矿石和块状矿石中常有浑圆状、棱角状石英颗粒, 棱角

状、浑圆状围岩角砾, 以及含有毫米到厘米级的肉红色它形、半自形石榴子石和石榴子石定向排列条带的围岩包体, 显示可能形成于韧性伸展环境(图2, 图3d), 晚期有脆性断裂叠加; I-3号矿体底板等高线图(图5)显示, 矿体总体呈锅盖状; 厚度具有中间厚, 两侧薄的特点。

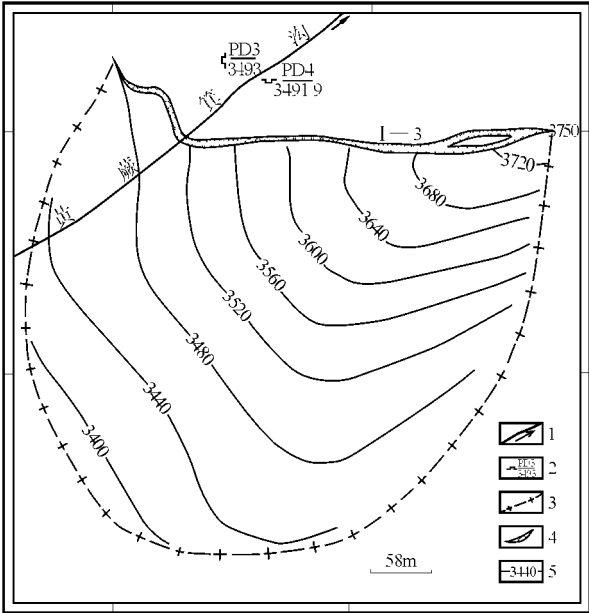


图5 黑牛洞铜矿区I-3矿体底板等高线示意图
1. 沟及流水方向; 2. 平硐编号及标高; 3. 推测矿体边界; 4. 矿体露头; 5. 底板等高线及标高
Fig.5 Isoline of the basal part of the I-3 ore body in the Heiniudong copper deposit
1= gully and flow direction; 2= adit number and elevation; 3= inferred ore body boundary; 4= ore outcrops; 5= isoline and elevation of the basal part

2.6 成矿时代

采自 PD6 平硐 I-3 号矿体的棕色黑云母, 其矿化和蚀变与矿化关系密切。用³⁹Ar/⁴⁰Ar法测得的与矿化关系密切的蚀变黑云母年龄为133.0Ma, 主成矿期为燕山期。

3 成矿作用讨论

一个地区的成矿作用与整个地史时期的地层、构造和岩浆活动有关, 而且地层、构造和岩浆作用又受到构造演化的控制^[10]。黑牛洞矿区和与之相邻的康滇地轴中南段分布的东川式铜矿、易门式铜矿和拉拉铜矿一样, 可能都经过晋宁期火山作用和石炭—二叠纪裂谷作用, 成矿后又不同程度地受到晚期构造或变质的改造, 使矿化经过不同程度的叠加、富集, 有望成为有潜在找矿远景的成矿带。

黑牛洞矿区的矿体是含矿流体贯入式地淀积在构造裂隙和构造破碎带中形成的。这些构造破碎带比较复杂。构造破裂常常形成构造角砾(1~4cm)和碎裂岩。矿体的围岩比较单调,基本为二云片岩、二云石英片岩和石英片岩以及斜长角闪岩。从目前探明的情况来看,I-3号矿体局部呈枝状分叉,总体上可能呈透镜状。

3.1 成矿物质来源初探

据康滇地轴中南段的云南东川式铜矿和易门式铜矿的研究^[8,9,11~14],其铜矿体赋存于元古宇昆阳群落雪组浅变质岩系地层中;四川拉拉铜矿体则赋存于元古宇会理群浅变质岩系中。它们都是低绿片岩相的沉积变质岩,夹基性火山岩、中基性火山岩。在这些晋宁期的基性火山岩中,铜的丰度值较地壳中的克拉克值高,是成矿物质的主要来源。另外,二叠纪区域性的裂隙作用导致基性岩浆喷发也带来了丰富的Cu、Ni等成矿物质。

江浪变质核杂岩韧性伸展拆离带内的赋矿围岩硫同位素特征表明,成矿物质以深源为主^[4]。在元古宙区域伸展时期(晋宁造山期),火山活动形成的含铜基性火山岩,成为主成矿期就地取材的物质基础;晋宁期造山后,矿源层所在构造单元又经历了一次漫长和间歇的地壳伸展时期,特别是晚石炭世至二叠纪的裂隙,形成的玄武岩及火山凝灰质条带状灰岩,可能又将深源Cu、Ni元素带到中地壳堆积,目前所看到的韧性伸展拆离带内的顺层侵入基性岩脉、岩床可能与此事件相关。江浪变质核杂岩北东侧的花岗岩(120Ma)与成矿作用不密切^[3]。

因此,与东川式铜矿、易门式铜矿和拉拉铜矿以及里伍铜矿床基本处于同一构造层的黑牛洞铜矿的矿源层可能主要是晋宁造山期的基性火山岩。

3.2 矿质的活化、浸出和迁移

有了矿源层,矿质活化、浸出和迁移需要流体的参与和动力。构造运动产生的韧形变形所形成的变质流体,成为活化、浸出和迁移矿质的主要介质;构造应变能是含矿流体形成、矿质活化、浸出和迁移矿质的主要动力。含矿流体的开放性、系统状态的非平衡性、成矿过程的不可逆性和成矿作用的非线性耦合,导致构造-流体-成矿系统的复杂性和多样性^[15]。含矿流体作为一个非平衡态物质,必然要向自组织也就是成矿方向定位、发展。构造-流体时空演化成矿的轨迹实质上就是矿质活化、浸出和迁移、聚集定位的过程。矿质定位的过程就是构造系统导矿、配矿和容矿的过程。

3.3 控矿构造

研究显示,在黑牛洞矿区,里伍岩群伸展拆离系统至少有两种构造体制,代表中部地壳构造层经历了两期以上变形变质改造。该变质岩系发育一系列的顺层韧性剪切滑脱带,早期的韧性剪切形迹基本已被晚期的与变质核杂岩形成有关的韧性剪切形迹改造,仅留下部分残余。其中,晚期的与变质核杂岩形成有关的韧性剪切变形对富铜矿的形成最为重要,是成矿物质活化、浸出和迁移的动力。韧性剪切形成的各种面理是含矿流体运移导矿、配矿的通道。韧性剪切晚期的脆性断裂叠加形成的空间成为含矿流体淀积的有利场所。

在澳大利亚西部珀斯以北的北安普敦变质核杂岩韧性剪切带中,赋存有Cu-Pb-Zn脉型矿床。该矿体产于脆-韧性剪切带的膨大部位,矿体赋存于4种背景:张性构造、与张扭有关的构造、交错的脆-韧性剪切和不规则脆-韧性剪切构造^[16]。与之相比,黑牛洞铜矿区有类似之处,表现为:①黑牛洞铜矿分布在韧性剪切带内;②矿体局部有分叉;③矿体大多呈透镜状,块状矿石中常见围岩棱角状、浑圆状角砾,这种构造角砾是韧性剪切晚期叠加的张性或张扭性脆性断裂形成的。因此,矿体最终形成定位可能与韧性伸展晚期的脆性断裂叠加有关,这些脆性断裂是很好的容矿构造。

3.4 成矿构造模式

有关剪切构造-流体-成矿系统的成矿动力学机制和构造成矿模式的研究文献尚不多见^[11,16~19]。

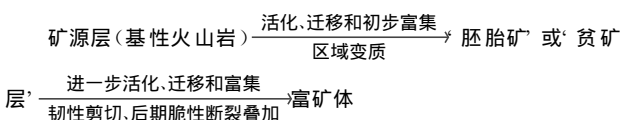
澳大利亚西部珀斯以北的北安普敦,虽有Cu-Pb-Zn脉型矿体赋存于变质核杂岩的韧性剪切带中,但未见其受韧性剪切改造和重新富集成铜矿床的报道^[19]。

辽宁红透山太古宙块状硫化物型铜锌矿床成矿后,硫化物矿物遭受了强烈的剪切变形,矿石糜棱岩比块状硫化物矿石明显富集铜等金属元素,Cu的品位可达11.00%。其铜金富集特点是,块状硫化物矿石受到后期韧性剪切作用形成所谓的“矿石糜棱岩”。矿石糜棱岩主要产于主矿体内部由厚变薄之处或矿体末端,极少数产于矿体附近围岩中,长22~30m,宽0.1~1.5m,延深2~30m,产状与围岩一致。这些金属的高度富集主要是因为矿石糜棱岩受到了韧性剪切变形后期含矿流体的叠加^[17],但是它的主要成矿期是太古宙,并非后期的韧性剪切,后期的韧性剪切只是局部的富集。

云南易门狮子山铜矿床,铜矿体的围岩为中元

古界昆阳群落雪组底部和因民组顶部地层,落雪组底部岩性为白云质板岩夹少量凝灰岩,因民组顶部碳质白云岩;富矿石 Cu 的平均品位可达 1.43% ^[1]。矿体围岩的主期构造有褶皱理、轴面劈理、同斜紧闭褶皱、b 型线理等,矿床被认为是韧性剪切带型铜矿^[11]。关于易门狮子山铜矿的成因众说纷纭,其主要观点有沉积成岩-改造说^[20]、火山喷流热水沉积-构造改造说^[21]、沉积-变质说^[22]、喷气-沉积说^[14]、多因复成矿床^[12]、喷流热水沉积-改造说^[13]和海相沉积说^[9]等。但是,从构造的角度,易门狮子山铜矿矿体围岩在文献^[11]的描述中并没有发育典型 a 型褶皱、a 型线理、S-C 组构、压力影等韧性剪切带的特征构造,因此,把它称之为韧性剪切带型铜矿还需做进一步的工作。

显然,铜矿体产于韧性剪切带的黑牛洞铜矿,至今在国内也许堪称独一无二的主要由韧性剪切作用形成的富铜矿(块状铜矿石 Cu 品位可达 15%以上),韧性剪切改造为铜的进一步富集起了关键作用。晋宁期的基性火山岩为成矿提供了丰富的矿质来源。晋宁期造山后,矿源层又经历了一次漫长和间歇的地壳伸展时期,特别是晚石炭世至二叠纪的裂隙,形成的玄武岩及火山凝灰质条带状灰岩,可能又将深源的 Cu、Ni 元素带到中地壳堆积。经过早期的韧性剪切作用和区域变质作用^[5,9],黑牛洞铜矿产生初步的富集,形成‘胚胎矿’或‘贫矿层’。到了燕山期,江浪变质核杂岩形成时强烈的成穹作用引起的伸展拆离,为成矿元素的活化、浸出和迁移以及进一步富集提供了流体介质和动力;伸展拆离晚期叠加的脆性断裂形成的容矿空间为成矿物质的淀积提供了场所。由此建立构造成矿模型如下:



根据上面的分析,黑牛洞铜矿的成矿物质具有多来源、成矿作用具有多期次、多成因的特点,而最终使其成为富铜矿的则是燕山期的伸展性韧性剪切作用和晚期脆性断裂叠加。江浪变质核杂岩其它地方存在类似于黑牛洞铜矿的地质条件,这昭示其有很大的找矿远景。

4 找矿标志和找矿方向

与其它别的矿区一样,黑牛洞地区的综合找矿

标志非常重要。结合构造、蚀变和矿化,主要的找矿标志是:①斜长角闪岩和角闪岩即变基性火山岩发育的部位;②在构造上,首先是正韧性剪切带,晚期要有脆性断裂构造叠加,便于矿质的活化、萃取、运移和储矿;③在地表肉眼可见主要金属矿物——磁黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿,其次是黄铁矿;④还可以见到强烈的电气石化、棕色黑云母化,其次是绢云母化、硅化;⑤绿色带:绿泥石化和绿帘石化等蚀变强烈;⑥褪色带:在绿色带中色调突然变浅的 1m 到数米的带,出现此带常常是矿化强烈或含有矿体的标志。

根据构造成矿模型和江浪变质核杂岩的地质特征认为,在伸展型韧性剪切带内,有变基性火山岩发育,矿化、蚀变显示良好,晚期叠加张性或张扭性断裂,构造部位有利的地段,应该有比较大的找矿前景;在里伍铜矿的北东,海底沟的东侧,与里伍岩群伸展拆离带控矿层位出露相当的地区,由于地形条件较好、交通方便,只是露头出露较差和构造部位不太有利,也是找矿的候选地区之一(图 6)。

5 结 论

(1)形成于燕山期的黑牛洞铜矿的主要地质特征是:①分布在江浪变质核杂岩的伸展型韧性剪切带内;②既有变基性火山岩发育,又有矿化和强烈蚀变;③矿体大多呈透镜状,块状矿石中常见围岩棱角状、浑圆状构造角砾以及浑圆状为主的石英颗粒;④伸展型韧性剪切带晚期有张性或张扭性断裂构造叠加。

(2)黑牛洞铜矿为韧性剪切带型铜矿,其具有成矿物质多来源、成矿作用多期次、矿床多成因的特点,而最终使其成为富铜矿的则是燕山期的伸展型韧性剪切作用和晚期脆性断裂叠加。

(3)建议下一步找矿优选在伸展型韧性剪切带内,有变基性火山岩发育,矿化、蚀变显示良好,晚期有张性或张扭性断裂叠加,构造部位比较有利的地段,如笋叶林、斗儿坪和中咀以及柏香林等。

从已有的资料来看,里伍铜矿田要找到类似于黑牛洞铜矿一样的富铜矿有相当的难度,原因主要是:地形条件差造成野外工作研究薄弱,成矿地质条件千差万别,得出的结论没有系统的测试数据和实验模拟。

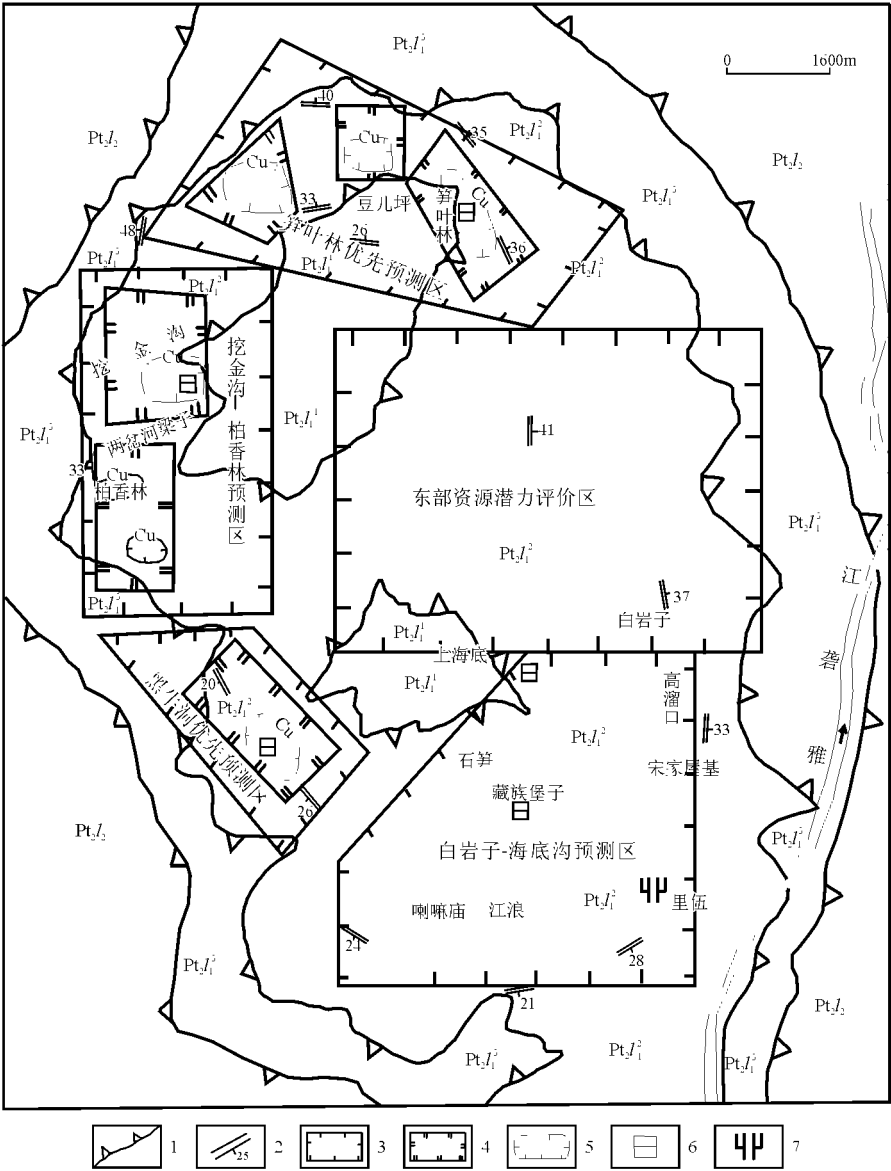


图6 里伍铜矿田成矿预测图

Pt₂J₂. 中元古界里伍岩群上段; Pt₂J₁². 中元古界里伍岩群下段上岩带; Pt₂J₁¹. 中元古界里伍岩群下段中岩带; Pt₂J₁⁰. 中元古界里伍岩群下段下岩带。1. 里伍铜矿田变质核杂岩主拆离断层; 2. 片理及产状; 3. 一级预测区; 4. 二级预测区; 5. 预测矿体位置; 6. 实测物探异常; 7. 里伍铜矿

Fig. 6 Prognostic map of the Liwu copper field

Pt₂J₂= upper member of the Mesoproterozoic Liwu Group Complex; Pt₂J₁²= upper zone of the lower member of the Mesoproterozoic Liwu Group Complex; Pt₂J₁¹=middle zone of the lower member of the Mesoproterozoic Liwu Group Complex; Pt₂J₁⁰= lower zone of the lower member of the Mesoproterozoic Liwu Group Complex. 1= main detachment thrust; 2= schistosity; 3= first-order prospective area; 4= second-order prospective area; 5= ore body; 6=measured geophysical anomaly; 7= Liwu copper deposit

参考文献:

[1] 许志琴, 侯立纬, 王宗秀. 中国松潘-甘孜造山带的造山过程 [M]. 北京: 地质出版社, 1992. 117—136.

[2] 傅昭仁, 宋鸿林, 颜丹平. 扬子地台西缘江浪变质核杂岩结构及对成矿的控制 [J]. 地质学报, 1997, 71(2): 113—122.

[3] 姚家栋. 试论李伍铜矿床成因 [J]. 四川地质学报, 1990, 10(4): 251—258.

[4] 颜丹平, 宋鸿林, 傅昭仁. 扬子地台西缘江浪变质核杂岩的出露地壳剖面构造地层柱 [J]. 现代地质, 1997, 1(3): 290—297.

[5] 颜丹平, 宋鸿林, 傅昭仁. 四川省九龙县江浪穹隆的变形变质作用与李伍铜矿控矿构造模式 [J]. 矿床地质, 1994, 13(增刊): 120—121.

[6] 杨求玉, 颜丹平, 宋鸿林. 四川九龙江浪变质核杂岩里伍岩群主期面理形成环境研究 [A]. 扬子地台西南缘陆内造山带地质与矿产论文集 [C]. 成都: 四川科技出版社, 1996. 67—73.

- [7] 杜亚军, 田竞亚, 李伍铜矿床控矿构造地质特征及演化模式探讨[J]. 四川地质学报, 1996, 16(3): 213—218.
- [8] 赵一鸣, 吴良士, 白鸽, 等. 中国主要金属矿床成矿规律[M]. 北京: 地质出版社, 2004. 63—79.
- [9] 黄崇轲, 白治, 朱裕生, 等. 中国铜矿床成矿规律(下册)[M]. 北京: 地质出版社, 2001. 646—650.
- [10] HUTCHINSON R W, Abers J P. Metallogenic evolution of the Cordilleran region of the west United States: the Cordilleran Orogen; contemporaneous U. S [M]. Colorado: the Geological Society of America, Inc., 1992. 629—653.
- [11] 张志斌, 曹德斌. 对易门狮子山铜矿床成因的认识[J]. 云南地质, 1997, 16(4): 350—358.
- [12] 韩润生, 刘丛强, 孙克祥, 等. 易门式铜矿床的多因复成成因[J]. 大地构造与成矿学, 2000, 24(2): 146—154.
- [13] 德先, 田毓龙, 燕永锋, 等. 云南易门狮子山铜矿的地球化学[J]. 地质学报, 2000, 74(1): 72—84.
- [14] 张立生. 云南狮子山铜矿床喷气沉积成因[A]. 中国地质科学院南京地质矿产研究所所刊(4)[C]. 北京: 地质出版社, 1988.
- [15] 翟裕生. 论成矿系统[J]. 地学前缘, 1999, 6(1): 13—28.
- [16] BYME D R, HARRIS L B. Structural controls on the base-metal vein deposits of the Northampton Complex, Western Australia [J]. Ore Geology Reviews, 1993, 8(1—2): 89—115.
- [17] 顾连兴, 汤晓茜, 吴昌志, 等. 辽宁红透山块状硫化物矿床矿石糜棱岩铜金富集机制[J]. 地学前缘, 2004, 11(2): 339—351.
- [18] BONNEMAISON M. “Fibres de aurifere” an cas particulier de shear aurifere [J]. Chron Rech Min, 1986, 482: 55—66.
- [19] BONNEMAISON M, MARCOUX E. Les zones de cisaillement auriferes du socle hereynien francais [J]. Chron Rech Min, 1987, 488: 29—42.
- [20] 冉崇英, 张智筠, 刘卫华, 等. 康滇裂谷旋迴与铜矿层楼结构及其地球化学演化[J]. 中国科学(B 辑), 1994, 24(3): 325—330.
- [21] 李天福, 蒋家申, 陈贤胜. 易门狮子山铜矿成矿环境及稀矿山式铁铜矿特征[J]. 云南地质, 1996, 15(2): 192—204.
- [22] 冉崇英. 康滇地轴东川式层状铜矿的沉积环境及成岩成矿作用[J]. 地球化学, 1981, (2): 114—119.

Geology and new perspectives of the Heiniudong copper deposit and its surrounding areas in Jiulong, Sichuan

LI Jian-zhong¹, WANG Ming-jie¹, YAO Peng¹, ZOU Guang-fu¹, TANG Gao-lin², LI Gui-hong², SHEN Zhan-wu¹, ZHU Xiang-ping¹

(1. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China; 2. Sichuan Liwu Copper Mining Co., Ltd., Jiulong 626200, Sichuan, China)

Abstract: The Heiniudong copper deposit formed during the Yanshanian is hosted in the extensional ductile shear zones of the Jianglang metamorphic core complexes. The metabasic volcanic rocks within the copper deposit have been highly mineralized and altered. The extensional ductile shear zones display the structural features of extensional or tenso-shear faulting. The copper deposit is likely to be the ductile shear zone type, and polyphyletic, polyphase and polygenetic. The controlling factors include the Yanshanian extensional ductile shearing and late brittle faulting. Further exploration should be expected for the extensional ductile shear zones where the metabasic volcanic rocks are well developed, mineralized, altered, and associated with late extensional or tenso-shear faulting.

Key words: Heiniudong; shear zone-type copper deposit; metamorphic core complex; Sichuan