

云南德钦羊拉铜矿里农铜矿床地质特征

刘月东, 龙 斐

(云南迪庆矿业开发有限责任公司, 云南 香格里拉县 674400)

摘 要:通过对羊拉铜矿里农铜矿床的赋矿地层、构造、岩浆活动、变质作用、矿体空间分布特征、矿石特征、围岩蚀变和矿床成因类型等地质特征的论证, 确定羊拉铜矿里农铜矿床是产于金沙江缝合带上, 严格受岩体、地层和构造控制的复杂的与接触交代作用有关的矽卡岩型铜矿床。

关键词:羊拉铜矿; 里农铜矿床; 地质特征

羊拉铜矿床是近年来滇西北三江地区发现的大型铜矿床之一, 经历了近半个世纪的地质工作, 逐步确定了其矿区范围、矿床类型等, 因此, 对矿床地质特征的研究, 将对矿石的开采具有重要的指导意义。

1 区域地质背景

本区位于印度板块与欧亚板块之间的古特提斯构造域, 大地构造位置属中咱微板块与昌都-思茅地块相夹持的金沙江板块结合带(见图1)。



图1 区域大地构造

该区早古生代在扬子陆块基底上发育稳定的台地相碳酸岩盐、碎屑岩沉积; 晚古生代金沙江洋开始

发育, 本区在其东侧被动大陆边缘环境经历了拉张、裂陷, 发育一套斜坡相碎屑岩、碳酸岩盐沉积和过度壳型钙碱性中-基性火山岩, 伴随其西侧金沙江洋的逐渐形成; 晚古生代末-中生代早期随着金沙江洋向西俯冲消减、碰撞造山, 形成了本区弧盆构造体系基本格局; 晚三叠系为一套滨、浅海沉积, 呈角度不整合覆于古生界之上。区内岩浆旋回明显, 由早期大陆边缘型火山-沉积建造到中期大洋火山-沉积建造至晚期造山期-造山期后中酸性侵入岩, 岩浆活动频繁, 形成多期次构造岩浆蚀变带, 同时伴有铜等多金属矿带的形成。基于上述该区特殊的大地构造位置, 致使区内构造复杂, 岩浆活动频繁, 多期次的围岩蚀变, 前后叠加改造, 带来了丰富的热液和矿质, 形成区内众多的铜等多金属矿床、矿点。

2 矿区地质特征

2.1 地 层

矿区内出露志留系(S)、泥盆系(D)、下石炭统贝吾组(C₁b)、第三系(E)及第四系(Q)地层。志留系地层在区域上与上元古界呈断层接触, 岩性为深灰色石英片岩、黑云石英片岩夹灰色厚层变质石英砂岩、绢云板岩、局部夹大理岩。泥盆系地层为矿区主要含矿层位, 呈北北东向纵贯全区, 向北被金沙江断裂错失, 向南被加仁花花岗岩体侵入、破坏而出露不全, 与下伏志留系整合接触, 局部假整合接触, 岩性为一套碎屑岩、大理岩、夹火山岩组成不等厚互层沉积, 其中大理岩、碎屑岩经矽卡岩化, 形成含黄铁矿、黄铜矿等具有重要经济价值的矿石。石炭系出露地层为下石炭统贝吾组(C₁b), 岩性主要为致密块状玄武岩、杏仁状玄武岩、凝灰岩夹砂质绢云板岩、大

理岩透镜体,夹层与中酸性岩体接触附近具砂卡岩化、铜矿化。第三系地层在矿区呈零星出露,与下伏贝吾组(C_1b)呈角度不整合接触,岩性为紫红、灰紫色厚层状砾岩、含砾砂岩、中粗粒岩屑石英砂岩、钙质粉砂岩夹中-基性火山岩,砾石成分复杂,由砂岩、粉砂岩、脉石英等组成,磨圆度差,分选差,胶结松散。Q地层主要为成分复杂的沉积物和坡积物。

2.2 构造

由于多期强烈的构造活动,矿区内岩石强烈变形,断层十分发育,至少有两期以上的岩浆侵入活动,使矿区的构造显得十分复杂^[1]。矿区内构造活动中,断层较为发育,除区域性的金沙江深大断裂(F_1)外,主要有斜穿矿体中部的北东向断层 F_4 ,近北东向平移断层 F_6 、 F_8 、 F_{10} 及层间破碎带(见图2)。

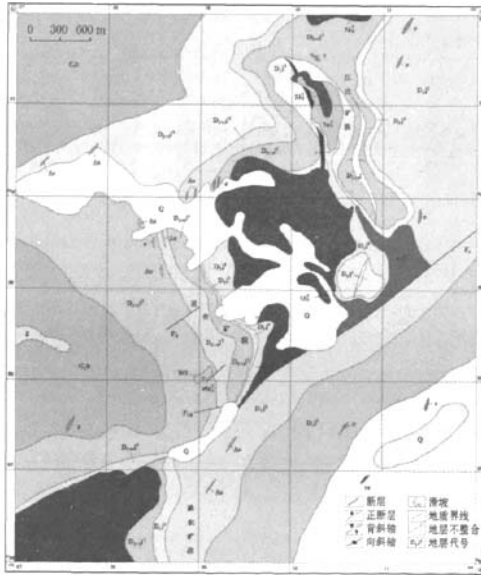


图2 矿区构造纲要

其中 F_4 断层早期为挤压推覆断层,控制岩体地层的分布;晚期破坏矿体的南延部分,属张扭性破矿正断层。区域内次级破碎带较为发育,为成矿提供了较大的空间,是主要的容矿和含矿构造,一方面有利于含矿热液的富集成矿,另一方面热液向上或向左、右运移与大理岩发生交代作用,萃取了大理岩中的有用元素而富集成矿,形成复杂的砂卡岩。同时,区内受岩体侵入及断层等构造活动的影响,在岩体及围岩地层中或断裂的两旁形成密集的层间裂隙及斜交层理裂隙,为含矿热液提供了良好的储矿和导矿空间。

2.3 岩浆岩

区内岩浆岩分布较广,其中以喷出岩为主,侵入岩次之。喷出岩时代为华力西期,岩石由基性-中基性的角闪安山岩、玄武岩组成,无矿化现象。侵入岩时代为印支-燕山期,岩性主要为中酸性侵入岩,出露于加仁花岗岩带的北部,包括里农、江边等复式岩体,大小不一,多呈岩株状产出,岩体与围岩呈港湾状接触,围岩具角岩化、强砂卡岩化,与铜矿化关系密切。

2.4 变质岩

区内变质作用强烈,类型多样,生成复杂的变质岩体。有变质石英砂岩、板岩、大理岩等区域变质岩;碎裂岩、糜棱岩等动力变质岩以及在岩体内外接触带形成的角岩、砂卡岩等接触变质岩。其中,中酸性岩体与大理岩或含钙质的碎屑岩外接触带形成了砂卡岩型铜矿床,是该区重要的含矿岩石。

3 矿床地质特征

3.1 矿体总体特征

里农铜矿床矿体分布于里农复式岩体西侧的泥盆系中上统里农组(D_{2+3l})和江边组(D_{2+3j})浅变质岩系内或岩体中。矿体总体走向近南北,倾向北西,一般倾角 $8^\circ \sim 35^\circ$,含矿岩石有透辉石砂卡岩、石榴石砂卡岩、角岩化变质石英砂岩、绢云砂质板岩、花岗闪长岩等,主要矿物成分为黄铜矿、黄铁矿,伴生金属元素有金、银等。矿体严格受地层、构造和岩体控制,呈层状、似层状、透镜状和脉状产出(见图3)。

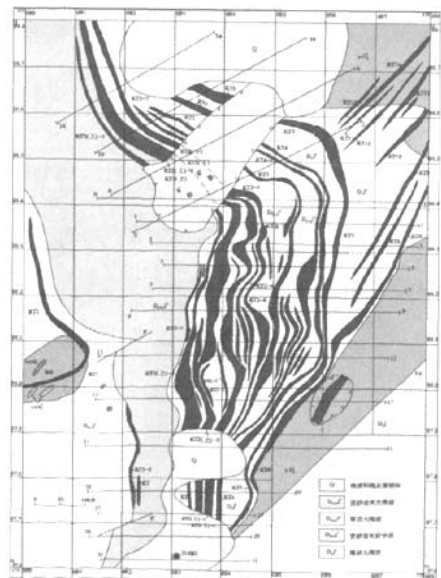


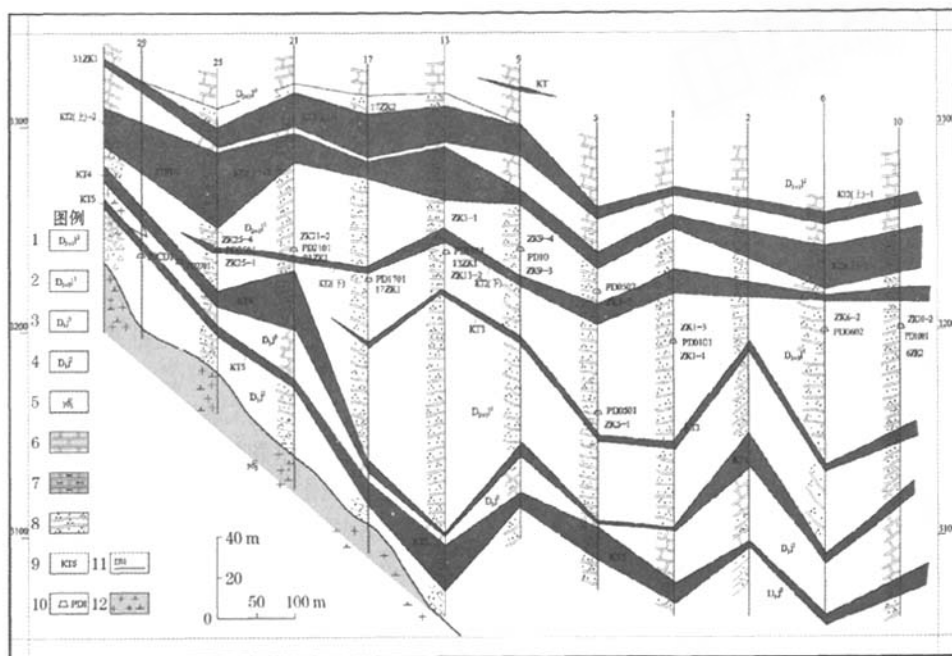
图3 里农矿段矿体分布平面

矿体地表出露广泛,北起里农大沟,南到 F_4 断层,控制长度 2030 m,宽 100 ~ 1300 m,矿体最高出露标高 3660 m,见矿最低标高 2870 m,控制最大斜深 350 多米。根据矿体赋矿层位、含矿岩石类型、矿体空间分布特征等共圈定矿体 60 多个,其中工业矿体 20 个,主矿体 3 个,分别为 KT_2 (上) - 1、 KT_2 (上) - 2 和 KT_3 ,其余为次要矿体、小矿体或卫星矿

体,矿床规模属大型。

3.2 矿体空间分布特征

里农铜矿床矿体严格受地层、岩体、构造控制,赋矿层位及大部分矿体顶、底板岩性标志明显,标志不明显的矿体,其矿石结构、构造、矿物组合有一定的差异,矿体的含矿层位、岩性及顶底板岩性标志是划分矿体空间分布的主要依据(见图 4)。



1.精雕细刻盆系里农组二段; 2.泥盆系里农组一段; 3.泥盆系红边组三段; 4.泥盆系红边组二段; 5.花岗闪长岩; 6.大理岩
7.砂卡岩; 8.变质石英砂岩板岩; 9.铜矿体及编号; 10.探矿工程及编号; 11.勘探剖面线; 12.花岗闪长岩

图 4 里农矿段矿层对比

(1) KT_2 (上) - 1 矿体:是羊拉铜矿里农铜矿床主矿体之一,分布于泥盆系中上统里农组一段(D_{2+3}^{11})与里农组二段(D_{2+3}^{12})沉积岩的层间裂隙中,呈平行的层状-似层状产出,有分枝、复合现象。矿体顶板以大理岩为主,角岩化变质石英砂岩次之,底板为透辉砂卡岩,矿体长 1980 m,厚 4.51 ~ 92.17 m。矿体表生作用强烈,在地表形成的氧化带深达 10 ~ 60 m,氧化带中铜淋失严重,致使地表矿体铜品位降低。矿体与围岩的关系清楚,矿化较均匀。构成矿体的矿石类型有砂卡岩型、变质石英砂岩-砂板岩型。

(2) KT_2 (上) - 2 矿体:是羊拉铜矿里农铜矿床主矿体之一,位于 KT_2 (上) - 1 矿体下部,呈平行的层状-似层状产出,有分枝、复合现象。矿体顶板以大理岩为主,角岩化变质石英砂岩次之,底板为透辉

砂卡岩。矿体与围岩为渐变关系,构成矿体的矿石类型有砂卡岩型、变质石英砂岩-砂板岩型。

(3) KT_3 矿体:产于泥盆系中、上统里农组一段(D_{2+3}^{11})角岩化变质石英砂岩、砂质板岩中,呈似层状产出,顶板为大理岩,底板为闪长玢岩、变质石英砂岩。矿体与围岩关系清楚,控制长 900 m,厚 1.64 ~ 17.79 m,产状变化较大。矿体由砂卡岩型、构造角砾岩型等矿石组成。

(4) KT_4 矿体:产于泥盆系中、上统里农组一段(D_{2+3}^{11})与下统江边组三段(D_1^{13})接合部,呈层状、似层状顺层产出。矿体顶板为石英岩、石英砂岩,底板为大理岩,矿体与围岩关系清楚,控制矿体长 1200 m,厚 1.06 ~ 21.51 m。围岩中热蚀变明显。组成矿体的矿石类型有:砂卡岩型、变质砂板岩型、大理岩型。

(5) KT_3 矿体:沿江边组中段(D_{1j}^2)与上段(D_{1j}^3)层间呈似层状产出,无分枝复合现象。矿体顶板为大理岩、角岩化变质石英砂岩,底板为透辉矽卡岩。矿体局部矿化不均匀,含有未矿化的大理岩透镜体或浸染状含矿大理岩透镜体,矿体与围岩为渐变关系,控制矿体长 1613 m。组成矿体的矿石类型有:透辉矽卡岩型、石榴石矽卡岩型及角岩化变质石英砂岩型。

(6) KT_6 矿体:产于燕山期里农二长花岗闪长岩体南部内部构造裂隙带,往西部穿插于江边组(D_{1j}^2)围岩中,呈大脉状产出。矿体顶板为绢云母石英砂岩、含炭质黑云母石英片岩、花岗闪长岩,底板为二长花岗岩。矿体与围岩关系清楚,控制矿体长 1150 m,厚 1.76 ~ 22.53 m,近围岩也有蚀变。构成矿体的矿石有花岗闪长岩型、构造角砾岩型、变质石英砂岩-砂板岩型。

(7) KT_8 矿体:位于 KT_6 之上并平行产出,相距 12 ~ 55 m,受 NE 向构造裂隙带的控制,呈脉状产出。矿体顶、底板均为花岗闪长岩和变质绢云石英砂岩。矿体由硫化物-石英脉型、花岗闪长岩型、构造角砾岩型等矿石组成。控制矿体长 760 m,厚 0.91 ~ 5.44 m。

3.3 矿石特征

矿石主要为原生矿物,金属矿物以黄铜矿($CuFeS_2$)、黄铁矿(FeS_2)为主,偶见少量蓝铜矿、铜蓝、自然铜、方铅矿和磁铁矿等。黄铜矿与黄铁矿呈共生关系,构成了主矿体的主要矿物成分,广泛存在于矽卡岩中;其它金属矿物则以不同的共生关系与上述两种矿物构成更复杂的组合关系,存在于矽卡岩、脉石矿物等岩石中。脉石矿物有石英、透辉石、透闪石、阳起石、石榴石和方解石等。矿石结构有它形细-微粒状结构、自形-半自形粒状结构、交代充填结构等;矿石构造有致密块状、细脉浸染状、斑杂状、均匀浸染状等。矿石主要伴生金属元素有 Au、Ag、Pb、Zn 等,矿石类型以矽卡岩型为主。

3.4 矿体围岩蚀变特征

矿体经受构造活动和热液蚀变、叠加改造作用,使围岩蚀变发育,类型众多复杂,从岩体中心-边缘-接触带-远离岩体围岩,都具有明显的蚀变分带,表现为近矿热液蚀变,矿体及底板蚀变强度明显大于顶板,主要包括矽卡岩化、角岩化、钾化、硅化、碳酸盐化、绢云母化、泥化、绿泥石化和青盘岩化等,自中心向两边出现明显的“对称式”蚀变带,可依次划

分为矽卡岩带、角岩化带、石英-绢云母化带和青盘岩化带。

上述蚀变中,矽卡岩化与铜矿化关系密切,是成矿的重要环节,对矿化起了积极的作用。矿区的主矿体就赋存于该带中。

4 矿床成因类型

地质作用的过程是很复杂的,长期的,成矿过程是几亿年、几十亿年的长期演化过程。人们只能看到成矿地质作用的结果,而看不到它的整个发展过程^[2]。因此,在以前的工作中,一致认为羊拉铜矿具有大型矿床规模,在区域上找矿潜力很大,但对于矿床的成因存在较大分歧。战明国等从成矿地质背景和控矿条件出发提出了复合成因观点^[3],认为羊拉矿床由三种类型矿化叠加而成,包括华力西期喷流-热水沉积型、印支期接触交代型及燕山期-喜马拉雅期破碎带网脉型。路远发等从矿流体包裹体、矿床元素地球化学及碳、氧同位素角度论证了层状矽卡岩矿体属喷流沉积成因。潘家永等通过矿床稀土元素地球化学和硅质岩成因的研究,指出海底喷流热水沉积作用在羊拉矿床的形成作用中起了主导作用^[4]。而云南地勘局第三地质大队在多年的勘查中发现该矿床具有斑岩-矽卡岩化的特点^[5]。

根据对羊拉铜矿床的野外观察和室内研究发现,矿床中矿石类型复杂,自然类型有氧化矿、混合矿、硫化矿;矿区内出露的岩石几乎都被矿化,且每个矿体至少由两种或两种以上的矿物类型组成,它们与围岩既有相似性,也有差异性,但主要容矿岩石为矽卡岩。

羊拉铜矿床受岩体、地层和构造控制,矿体的形成相对其赋矿岩系具有明显的后成性^[6]。里农矿段主矿体 KT_2 、 KT_3 呈层状-似层状产出,虽然产状和围岩一致,但是他们发育在层间张裂隙中,和围岩关系清楚,并且围岩蚀变从矿体向外明显减弱。另外,矿段表生作用强烈,致使金属矿物黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿氧化成褐铁矿、孔雀石等,地表形成氧化带,氧化带中的铜淋失严重,以铜离子的形式被带走,在其下部遇到碳酸盐介质形成稳定的碳酸盐铜矿物。

综上所述,羊拉铜矿床表现出明显的后生成和叠加再造迹象,很好地说明它是一个经多期次成矿作用而形成的与接触交代作用有关的复杂矽卡岩型

(下转第 40 页)

用,旋流器处理能力总量可达 600 m^3 以上,满足了生产正常运行需求,改善了旋流分级效率。

(4) 砂泵输送能力从 $500 \text{ m}^3/\text{h}$ 提升至 $620 \text{ m}^3/\text{h}$,满足了降低矿浆浓度后的系统正常运行需求。

(5) 磨矿介质单耗由 2006 年的 457 g/t 下降至 2008 年上半年的 404 g/t ,降幅 11.60%,可节约成本 18.57 万元。

3.5 2008 年下半年将进行的技术改造

(1) 2008 年 8 月,将沿用了近 30 年的型号为 6PH 渣浆泵更换为 200ZGB 型渣浆泵,渣浆泵输送能力达到 600 m^3 以上,满足提高处理量后矿浆输送需求,磨矿浮选系统运行正常。

(2) 2008 年下半年,拟建造一个一粗二精流程的尾矿再选系统,流程见图 1。

根据流程矿浆量确定粗选使用 5 台 JJF-8M3 型机械搅拌式浮选机,精 I 使用 1 台 SF-4M3 型、1 台 JJF-4M3 型机械搅拌式浮选机,精 II 使用 1 台 SF-4M3 型机械搅拌式浮选机。

尾选系统建成后,将获得精矿品位为 5% 的铜精矿,每年可生产精矿含铜 48 t。对尾矿进行再选,

选矿系统回收率可提高 1.5 个百分点(试验数据),以每吨利润 2 万元计,年可创效益 96 万元。

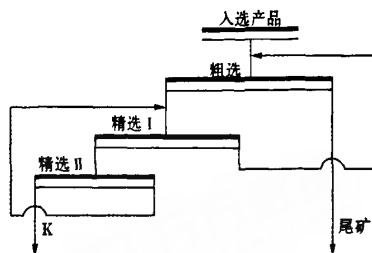


图 1 尾矿再选流程

4 结 语

狮子山铜矿根据生产实际情况,进一步完善提高选矿处理能力后的磨矿、分级、浮选系统,通过完善“精确化装补球”技术、改进旋流分级、提升中矿循环渣浆泵能力、建造尾矿再选系统等措施,既稳定了 2200 t/d 的选矿处理能力,又提高了选矿工艺经济技术指标,取得了良好的经济效益。

(收稿日期:2008-11-02)

(上接第 18 页)

铜矿床。

5 结 论

(1) 羊拉铜矿床产于金沙江缝合带上,由于板块碰撞的过程中,残留了不同时代、不同岩块组成的混杂岩,形成混杂岩堆。它们之中蕴藏了丰富的成矿物质,印支-燕山期岩浆入侵及热液活动使成矿物质活化并富集成矿。

(2) 矿区内构造活动中等,断层和次级破碎带较为发育,为成矿流体提供了较大的容矿空间和导矿通道,但后期构造基本上对矿体的空间分布没有影响。

(3) 矿体围岩蚀变类型多样,自中心向两边出现明显的“对称式”蚀变带,表现出明显的热液交代变质作用特征。同时,矿体局部矿化不均匀,保留了原岩成分。

(4) 矿床中矿石类型复杂,矿区内出露的岩石

单元几乎都被矿化,矿石具有明显的后期含矿热液叠加、改造的特征。

(5) 赋矿岩系中矿体产出形式多样,主矿体呈层状-似层状产出,与上下盘围岩关系清楚,脉状矿体穿切矿区各类岩体。同时,矿体严格受岩体、地层和构造控制,形成了复杂的与接触交代作用有关的矽卡岩型铜矿床。

参考文献:

- [1] 林仕良,王立全. 云南德钦羊拉铜矿床构造特征[J]. 沉积与特提斯地质,2009,24(3).
- [2] 涂光炽. 矿床的多成因问题[J]. 勘探与地质,1979,(6).
- [3] 战明国. 滇西羊拉铜矿床矿体层序划分及赋矿层位研究[J]. 华南地质与矿产,1998,(3).
- [4] 潘家永,张 乾,李朝阳,等. 滇西羊拉铜矿稀土元素地球化学[J]. 矿物学报,2000,20(1).
- [5] 张继荣. 德钦铜矿地质特征[J]. 云南地质,1997,16.
- [6] 曲晓明,杨岳清,李佑国. 从赋矿岩系岩石类型的多样性论羊拉铜矿的成因[J]. 矿床地质,2004,23(4).

(收稿日期:2008-11-02)