

钴矿床地质特征及重点地区矿产资源预测

刘凤龙 陈剑勇

浙江省地矿科技有限公司, 浙江 杭州 310007

[摘要]文中通过对矿床地质背景、矿床地质特征的探讨,重点研究了矿床的岩层、控矿构造、矿体特征和矿体特征,进而分析了矿床的地质情况。研究认为,澜沧江断裂带是该区的矿体,其派生的逆向背斜翼部和次级断层是该区的主要矿体,而两套断层的交叉剖面是矿体和矿体的主要产矿点。三叠统麦初箐组和中侏罗统花开左组砂岩泥岩互层是最有利的含矿岩性。

[关键词]铜钴矿床;地质特征;成矿条件;水泄;云南

DOI: 10.33142/ec.v6i2.7777

中图分类号: P618.41

文献标识码: A

Geological Characteristics of Cobalt Deposits and Prediction of Mineral Resources in Key Areas

LIU Fenglong, CHEN Jianyong

Zhejiang Geology and Mineral Technology Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310007, China

Abstract: Through the discussion of the geological background and geological characteristics of the deposit, this paper focuses on the study of the strata, ore-controlling structure, ore body characteristics and ore body characteristics of the deposit, and then analyzes the geological conditions of the deposit. The study shows that the Lancangjiang fault zone is the ore body in this area, and its derived reverse anticline wing and secondary fault are the main ore bodies in this area, while the cross section of the two sets of faults is the main ore occurrence point of the ore body and the ore body. Sandstone and mudstone interbedding of Triassic Maichuqing Formation and Middle Jurassic Huakai Left Formation are the most favorable ore-bearing lithology.

Keywords: copper-cobalt deposit; geological characteristics; metallogenic conditions; water discharge; Yunnan

1 成矿地质背景

云南永平县的三江褶皱纪与扬子准地台的边界、兰坪-思茅凹陷西部、澜沧江断层的东段是水泄铜钴矿床。在版块上,保山、昌宁-孟连微、兰坪-思茅微板块的交汇点,即澜沧江交汇处。中侏罗统的超覆性不整合是该区最显著的特点,该区的褶皱强度较大,属于密集的线性或同斜的倒置褶皱。澜沧江断裂是其主要的高角度逆冲断裂,在其作用作用下,盆地西部边缘产生了一系列的推覆构造,而西部地区的重要矿床则是由逆冲断裂所控制的。该地区的成矿位置在永平逆冲的推覆作用下。

2 矿区地质

2.1 地层

该地区主要出露的中生代地层,完整的地层,并在区域上发现了脉状铜矿和砂岩铜矿。在这些矿床中,上三叠统麦初箐组为水泄铜钴矿床的主要赋矿层。根据盆地不同层序单元的几何特征及其相互关系,可以将该地区分为2个不同的构造层序。A组为三叠纪-下侏罗统,是一套以碳酸盐建造的火山岩型、碳酸盐型、杂色碎屑岩构成的裂谷-撞击后盆地;B构造层属中、上侏罗世-白垩纪,属红色碎屑岩构造,属凹陷盆地。

A构造层杂色碎屑岩的构造特征是矿床较好的矿床。该套上三叠统的麦初箐组由灰绿色、灰白色的长石英砂岩和砂质页岩互层组成,由砂岩、粉砂岩和泥岩组成的4个节律层。矿化类型以重晶石化、黄铁矿化、硅化和粘土

化为主,是水泄区的主要赋矿层。下部为灰,粉砂岩,砂岩,泥质板岩。

A构造层的红色碎屑岩建设是该矿床的二次成矿构造,主要由中、上侏罗世的花开左组地层构成,与矿床相关的华开左上段也可划分为黄灰色、灰绿色页岩、泥岩夹薄层灰质细砂岩、钙质页岩和泥灰岩透镜体,可见重晶石化、黄铁矿化和退色蚀变、铜矿化、矿化发育、岩性稳定,可以用作标志层。下部地层厚度为337~491 m,由紫红色泥岩、砂质泥岩、砂质泥岩、细砂岩组成,局部有浅色泥岩和细砂岩。观察到了重结晶化和退色腐蚀,局部有铜矿化现象。

2.2 断裂

根据断层性质和断层的切割关系,将其分为两类。NNW组断层:与该区主构造线的走向基本一致,是成矿前期的断层,向北延伸到厂街矿区后改为NW向。该区NNW向断层有4条断裂,分别为F1、F111、F2、F5。区域断裂F1位于矿区菜园南部到阿林的中间地带,沿着阿林④矿化带的方向发展。F111断裂从芦塘开始,向南经厂街,蜜蜂河,和尚山,阿郎到李家箐,全长35公里,呈60°∠35~80度,断裂区宽度为30~50米。

F2断裂带分布于阿林,约800米长,290°∠35~50°,断裂区宽度0.5~10米,中间为灰-灰黑断层。在断裂的内侧和两侧,发现了④号矿体。F5断层位于小团山-纸房河段,是一条主要的含矿断裂带,它的控制长度为3700

多米,横贯整个区域。向南至纸房河矿区,对纸房河矿区①矿体进行了控制。近东西向断层是成矿后期的断层,长度500~2500米,断层间距200米,常切成矿,F24、F27为主要断层,其走向南向,倾斜度接近于垂直,横向位移约300m。水泄型矿床具有节理极度发育的特点。对小团山、纸房河、阿林、菜园子等矿床的节理进行了统计,统计表明:矿脉分布为 $230^{\circ} \angle 15^{\circ} \sim 85^{\circ}$,与该区的矿体分布情况相吻合。不含矿节理:产状变化没有规律,在各方面都比较发达。

2.3 岩浆岩

该区的岩浆活动不强,只有少量的辉绿岩和煌斑岩。辉绿岩产出岩墙、岩脉,位于水泄西,沿着F111断裂方向,长5500米,50~100米,具有辉绿构造,以辉石、基性斜长石为主,副矿物为星点状黄铁矿,绿泥石为蚀变体。中段达中粒,再往外侧逐步变成细粒状,并有少量的后期石英。厂街一带的僧山、米粮库、双鹤桥、水排酒坊等地,煌斑岩属云斜煌斑岩。

3 矿床地质

3.1 矿体特征

根据矿体的构造特征和蚀变的分布,由西到东可分为3个不同的成矿带。西部矿化带:迷路、箐田、阿郎三个矿区,分别位于箐田-阿郎矿区北部。中矿化区:马帮河以北,水泄街东侧,小团山,纸房河到阿郎山;该区有一条或多条蚀变带,为该区的主要成矿带。东部矿区:从菜园子往南,经过三七场,明槽山到纸房河;近NNW向分布,长度约4千米,宽度500~800米,矿化区以菜园子、纸房河、阿林河为主。在水泄铜钴矿区内,共圈定13条矿体(脉型),全部为热液裂隙型矿体。

矿体总长度为 $240 \sim 300^{\circ} \angle 45 \sim 85^{\circ}$,具有一定的倾向性,矿体的延伸范围最大为1000m,一般为100~500m,最大厚度为24.5m,典型为2~6m,品位为24.0%,Co为0.16%,铜为1.0~1.5%,Co为0.05~0.05%。表层被氧化成褐铁矿,浸出后的铜矿品位普遍偏低,多在0.05~0.5%左右,矿化倾向于向深层发展。小团山矿段为水泄型矿床的主矿段,其矿段在小团山背斜西翼水泄铜钴矿化带的中矿带中部。内成矿带是由F5断裂控制的,北起牛街河大沟,南到干沟,其蚀变矿化区全长1300多米,宽度50~200公尺,在横向断裂的作用下,沿南向北向断裂方向不断扩展。蚀变构造是由断裂所控制的,其南向狭窄,沿NNW向分布,向北延伸,向北延伸,再由北向西延伸,整体形状为一个向东突出的圆弧,与地层相交角度为5~20度,向西倾斜,坡度大于地层,通常为45~60度。

⑤-2矿体为本区的主要矿体,它受2~8号勘探线的控制,矿体为大脉型,赋存高度为1222~1808m,最大倾角为570多米。总的走向为10度,偏西,倾角40~68度,平均倾角50度。矿体的平均水平厚度为7.39米,平均品位为1.33%,钴0.077%,银17.47克/t。纸房河矿段

于阿林向斜西翼段,矿体位于麦初箐上段,成矿带800米,宽300米,沿NNE 30° 展开,有3个矿体,位于Mini箐地层的上部。①-1矿体为本区主矿体,沿F5断裂断裂带充填形成的脉状矿体,在地表断续出露750米,厚度3.29米。铜的最高品位为3.35%,平均为0.72%;钴的最高品位为0.10%,平均为0.043%。

3.2 矿石特征

矿床的种类很多,其中以铜、钴矿石为主,伴生的银是铜矿物,不会对矿石的工业加工(选矿)造成影响。从含矿围岩的角度看,矿石是一种含铜、砂、页岩类型的矿物。其中以黄铁矿,砷黄铜矿,黄铜矿,毒砂,辉铜矿,方铅矿,闪锌矿,辉锑矿,磁黄铁矿,磁铁矿,斑铜矿,辰砂。重晶石,菱铁矿,白云石,石英是脉石的主要矿物。其次是褐铁矿,赤铁矿,蓝铜矿,铜蓝,孔雀石,胆矾,臭葱石。一般的矿物构造:菱石、重晶石、黄铁矿、毒砂等自形晶。菱铁矿为菱形颗粒状集合体,重结晶为板状晶体,黄铁矿为立方体,五角十二角集合体,毒砂为菱形圆柱状晶体。其颗粒状构造:黄铁矿和毒砂被侵蚀交代,砷黄铜矿和黄铜矿以其型颗粒聚集,其粒径通常在0.05~0.1毫米之间,黄铜矿的粒径通常在0.005毫米左右。胶结构造:以砷黝铜矿、黄铜矿、黄铁矿等为胶结体,以菱铁矿、重晶石、花岗岩为主要粘结体。矿床结构以砷黝铜矿为主,黄铁矿,少量毒砂,黄铜矿,重晶石等,以不规则的形式存在。条带结构:由菱铁矿、重晶石、砷黄铜矿、黄铁矿等矿物组成。黄铁矿、毒砂、砷黄铜矿等矿体均以星状分布于脉石或围岩中。脉状构造:黄铜矿、黄铁矿、黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、次生矿物、脉石、脉石。

网状结构:菱铁矿、褐铁矿、硫化物在网状裂缝中呈细脉分布。角砾状结构:由脉石和金属矿物被挤压粉碎为角砾岩,再经后期形成的矿物胶合而成。矿石化学组成与有害成分:经光谱法和化学分析,除铜、钴外,还含有金,银,铅,锌,硫,砷等。有利的伴生元素是Ag、Au,以Ag为主。银:没有发现单一的矿物,在黄铜、黄铜、黄铁矿、钴矿等矿体中均有类似的特征。经前人选定的5个矿石样品进行了分析,发现矿石中的银含量为8.15~104.2克/吨,平均品位为46.75克/吨。



图1 铜钴矿石图片

表1 各矿点铜及伴生元素含量统计表

| 矿段名称 | 采样位置H1 | Cu(%) | Co (%) | Au (g/t) | Ag (g/t) | Pb(%) | Zn(%) | s (%) | As (%) |
|------|----------|-------|--------|----------|----------|-------|-------|-------|--------|
| 小团山 | ⑤-2号矿体矿体 | 3.53 | 0.150 | <0.20 | 61.8 | 0.07 | 0.11 | 7.09 | 2.58 |
| 纸房河 | ①-3号矿体矿体 | 4.25 | 0.097 | 0.73 | 104.2 | | | 14.51 | 3.07 |
| 阿林 | ③号矿体 | 2.04 | 0.085 | 0.86 | 46.7 | | | 8.53 | 1.75 |

4 成矿条件分析

4.1 控矿因素

(1) 矿床位于澜沧江断裂带西部边缘,是一条贯穿地壳、具有导矿作用的深部断层,沿其方向北北西向的逆冲断层,沿其方向自西向逆冲,造成断层上、下盘或盘侧次要的次生断层,多条分支次生断层,如F1、F111、F2、F5等,为该区具有较好的容矿构造。(2) 背斜对矿床的控制与容矿作用主要是:以小背斜为侧翼的铜矿体为主,与尚山-水泄背斜末端的小团山背斜控制着矿床的空间分布。在背斜结构中,轴部、倾伏端、背斜的侧翼等位置,由于受力的影响,产生了大量的扩展空间,深部成矿物质的沉积,并在此沉积,形成了矿床,尤其是在NNW向次级断层中,背斜的扩容空间最大,有利于成矿。(3) 断层间的组合关系,对矿体的分布和矿体的空间分布有直接的影响。矿床受NNW层间断裂带的控制,矿体和富厚矿体的产出部位与NNE向断层相交。(4) 含矿层包括上三叠统麦初箐组和中侏罗统的花开左组,其中以上三叠统麦初箐组为主要含矿层,以砂岩泥岩互层为主,在动力作用下,岩体破裂,岩性有利于矿液运移,而单纯的泥岩则不利于矿体的开采。

4.2 找矿标志

(1) 铜矿化露头 and 铁帽是直接找矿标志。(2) 围岩蚀变标志:由褪色向近矿蚀变转变,并对矿化(脉体)的分布进行了控制;重晶石化、黄铁矿化和菱铁矿化是矿床的主要特征,它们是矿床的主要特征。(3) 地球化学特征:凡有铜、铅、锌、钴、银等化探组合异常,凡有铜、铅、锌、钴、银等。

[参考文献]

[1] 崔冰,李蒙文,李贺,等. 信息化建设在刚果(金)铜钴矿精益化管理中的应用[J]. 采矿技术,2022,22(6):18-20.
[2] 喻福涛,王洪杰,刘杰,等. 国外某铜钴尾矿综合回收铜钴试验研究[J]. 现代矿业,2022,38(10):176-178.
[3] 庄国锋,王金良,陈炳宇,等. 刚果(金)某氧化铜钴矿石取代硫化铜钴矿石的选矿工艺改造[J]. 现代矿业,2022,38(10):187-189.

[4] 李文渊. 中国岩浆铜镍钴硫化物矿床成矿理论创新和找矿突破[J]. 地质力学学报,2022,28(5):793-820.

[5] 于晓飞,公凡影,李永胜,等. 中国典型钴矿床地质特征及重点地区矿产资源预测[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2022,52(5):1377-1418.

[6] 马瑞赞,吴文忠. 宁夏卫宁北山大铜沟钴异常分布规律及找矿方向研究[J]. 宁夏工程技术,2022,21(3):283-288.

[7] 席伟,张诏飞. 基于3DMine的露天矿边坡稳定性分析研究[J]. 佛山科学技术学院学报(自然科学版),2022,40(5):23-28.

[8] 王功民,周建飞,王传建,等. 广西大瑶山成矿带西侧金属矿床特征及找矿方向[J]. 南方自然资源,2022(9):20-29.

[9] 张照伟,谭文娟,王小红,等. 西北地质调查与战略性矿产找矿勘查[J]. 西北地质,2022,55(3):44-63.

[10] 张惠,吴西顺,杨添天,等. 全球钴矿产的供应安全与技术创新[J]. 矿产综合利用,2022(4):134-142.

[11] 冯志硕,肖波. 赞比亚谦比希东南矿体北采区钴资源分布特征[J]. 资源信息与工程,2022,37(4):41-44.

[12] 刘志愿,王永贵,赵成玉,等. p型方钴矿热电材料纳米-介观尺度微结构调控[J]. 金属学报,2022,58(8):979-991.

[13] 赵怡然,高湘昀,孙晓奇,等. 产业链视角下贸易依赖网络结构变动对钴价格的影响[J]. 资源科学,2022,44(7):1344-1357.

[14] 查燕青,戴东情,卜松涛,等. 几种不同含钴物料的特征及属性鉴别[J]. 冶金分析,2022,42(8):42-47.

[15] 黄超,孙永升,李艳军. 难选氧化钴矿还原焙烧-磁选试验研究[J]. 有色金属(选矿部分),2022(4):97-110.

[16] 刘军祥. 中压变频技术在铜钴矿选矿工艺磨机系统中的应用[J]. 自动化博览,2022,39(6):18-20.

[17] 程杰. 露天采矿活动对矿区周边地质环境影响研究[J]. 中国金属通报,2022(6):14-16.

作者简介:刘凤龙(1987.8-),男,汉族,学士,工程师,主要从事基础地质工作。