

文章编号:1009-3850(2017)04-0077-07

丽江东部地区黑泥哨组铜矿成矿规律及潜力分析

王平, 刘辉龙, 罗波, 陈雪峰

(重庆市地质矿产勘查开发局川东南地质大队, 重庆 400038)

摘要:丽江东部地区广泛分布的黑泥哨组(P_3h)是区域上一个重要的含铜层位,在该地区大公山、铜厂河、宝坪等地均发现有工业铜矿床。该地层中发现的铜矿床具有两种类型:产于火山沉积夹层中的火山沉积-热液型铜矿及产于构造破碎带中的构造热液型铜矿。主要控矿因素为二叠纪晚期古地理环境、火山活动、成矿前构造及喜山期岩浆活动。本文通过分析这些控矿因素之间的关系,总结该区域内黑泥哨组铜矿化规律,为今后的找矿工作提出一些建议。

关键词:丽江东部;铜矿;黑泥哨组;峨眉山玄武岩

中图分类号: P612

文献标识码: A

二叠纪强烈的岩浆活动在丽江东部地区形成了分布广泛的峨眉山玄武岩,出露最大厚度可达5000m^[1]以上。该期岩浆活动初始喷发时间为二叠纪乐平世早期(255 ± Ma,笔者2017年测定),喷发早期火山活动十分强烈,形成大面积溢流玄武岩;喷发晚期火山活动逐渐减弱,呈间歇式喷发,形成了一套火山-碎屑岩地层,区域上将该套沉积岩与火山岩互层的地层划分为黑泥哨组(P_3h)^[2-3]。该套火山-碎屑岩地层中发育广泛的铜矿化,在宁蒗铜厂河、大公山及永胜宝坪均发现有工业铜矿床。各矿床成因各有不同,但含矿层位均为黑泥哨组。本文通过研究分析黑泥哨组岩性组合、岩相古地理环境特征,以及区域内构造、岩浆活动与矿化的关系,总结黑泥哨组中铜矿的成矿规律,分析其成矿潜力,为今后涉及该地层的找矿工作提出一些建议。

1 地质概况

研究区位于华南地层大区-上扬子地层区-丽江

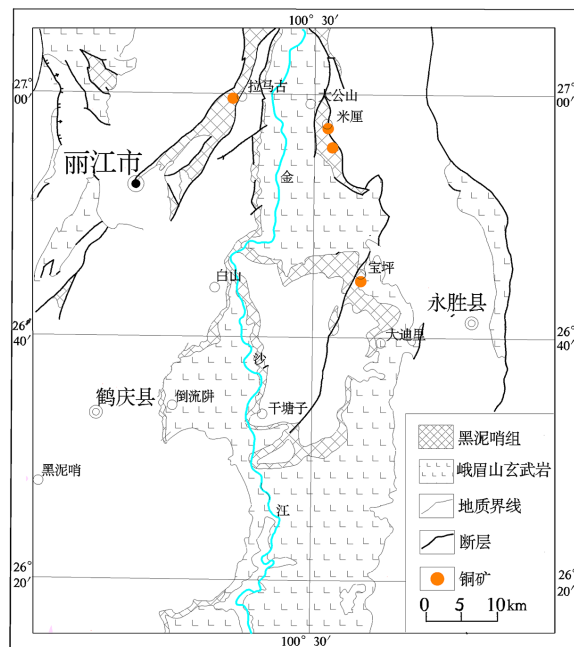


图1 研究区地质简图

Fig. 1 Simplified geological map of the study area

收稿日期: 2017-06-30; 改回日期: 2017-08-15

作者简介: 王平(1985-),男,工程师,从事区域地质调查工作。E-mail: wangpingau@sohu.com

资助项目: 中国地质调查局《西南三江有色金属资源基地调查》项目(项目编号 DD20160016)

-金平地层分区,区内主要为出露的奥陶系—第四系沉积地层及大面积玄武岩。其中奥陶系至泥盆系主要为一套海相碎屑岩碳酸盐地层;石炭—二叠系中统为一套海相碳酸盐地层;二叠系上统为峨眉山玄武岩。区域内将早期强烈火山喷发形成的巨厚玄武岩划分为峨眉山组,晚期间歇喷发形成的含铜玄武岩-碎屑岩-碳酸盐组合划分为黑泥哨组,该套以玄武岩为主的地层在研究区广泛分布(图1);三叠系上统一上统为一套浅海相碳酸盐-碎屑岩组合;三叠系上统一白垩系为一套陆相红色碎屑岩沉积;古近系为一套内陆山麓及河湖相碎屑岩;第四系主要为陆内构造盆地河湖相松散沉积物。

研究区内主要发育北东向断裂和褶皱,其中金棉-金沙江断裂与澄海-宾川断裂是区内控制性断裂,峨眉山玄武岩及黑泥哨组主要分布于两条断裂之间的褶皱断裂带内。

区内主要发育两期岩浆活动。其中以二叠纪晚期峨眉山玄武岩为主,该期岩浆活动为本区重要的岩浆活动,形成大面积溢流玄武岩。该期岩浆活动属幔源性质,为区内带来了大量来自地幔的成矿元素,对区域内铜、金等矿产的形成有着重要意义。第二期为古近纪中晚期出现的岩浆活动,主要为正长斑岩、煌斑岩、闪长玢岩等,以岩株、岩脉状等形态产出。岩浆活动为含矿热液的形成及循环提供了热力源,为区域内铜矿的富集起到决定性作用。

2 黑泥哨组岩石组合类型及岩相古地理

2.1 岩石组合类型

黑泥哨组在研究区内分布广泛,其岩性组合较为复杂,横向变化较大,总体上可划分为火山岩型、过渡型、碎屑岩型及碳酸盐岩型4种类型(图2)。

火山岩型(I):主要由火山角砾岩、玄武岩、杏仁状玄武岩夹少量碎屑岩组成,该类型主要形成于火山活动中心附近,整体处于隆起地带,沉积夹层较少,野外偶见柱状节理,属陆相喷发玄武岩。该类型主要分布于研究区中部倒流阱、白山、拉马古、大安一带。

过渡型(II):主要由玄武岩、杏仁状玄武岩、碎屑岩组成。该类型受火山活动影响程度逐渐降低,火山活动间歇期沉积了较厚碎屑岩层,碎屑岩主要为玄武质砂岩、凝灰质泥岩,局部还发育有炭质页岩,碎屑物源主要为火山岩。该类型分布于米厘、

宝坪、干塘子一带,呈环形围绕着火山岩型地层分布区。该类型是区内主要的含矿建造,大公山地区铜矿、宝坪铜矿均产于该类型中。

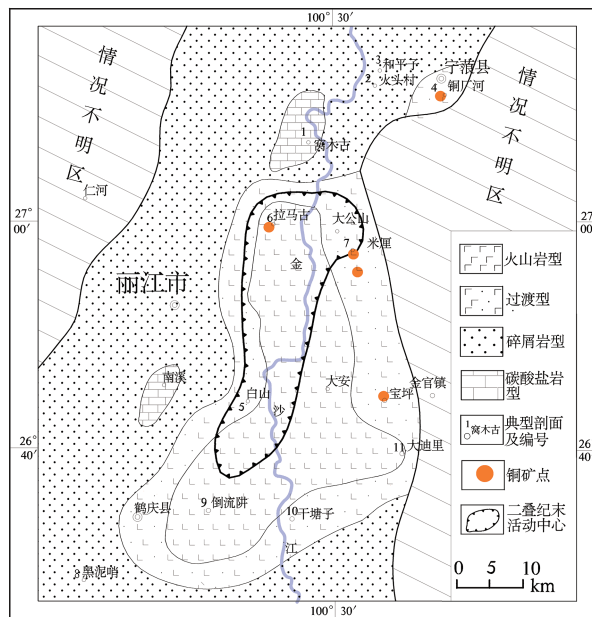


图2 丽江东部地区黑泥哨组岩相图

Fig. 2 Lithofacies diagram of the Heinishao Formation in the eastern part of Lijiang

碎屑岩型(III):主要由碎屑岩夹少量玄武岩组成。该类型远离火山活动中心,受火山活动影响较弱,仅有少量岩浆溢流到该区域。岩性组合上以砾岩、砂岩、页岩为主,局部发育炭质页岩及煤层。

碳酸盐岩型(IV):主要由灰岩、泥质灰岩、砂岩及凝灰页岩组成,夹少量玄武岩。该类型呈“岛”状分布于碎屑岩类型中,主要分布于窝木古、南溪地区。该类型受火山活动影响,少有火山岩夹层,为局部浅海沉积。

2.2 岩相古地理特征

根据黑泥哨组区域上不同类型的岩石组合特征(图3),判断其属海陆过渡相环境沉积,这种沉积环境受到峨眉山玄武岩喷发晚期火山活动的控制。二叠纪末,峨眉山玄武岩喷发强度逐渐减弱,区域内整体地壳下降,发育由西向东的广泛海侵。此时研究区内火山喷发中心位于白山-拉马古-米厘一带,仍保持有间歇性喷发活动,这些区域仍保持局部相对隆起。这种由陆到海的古地理环境,形成了晚期喷发中心区域以火山岩为主,外围随水体的加

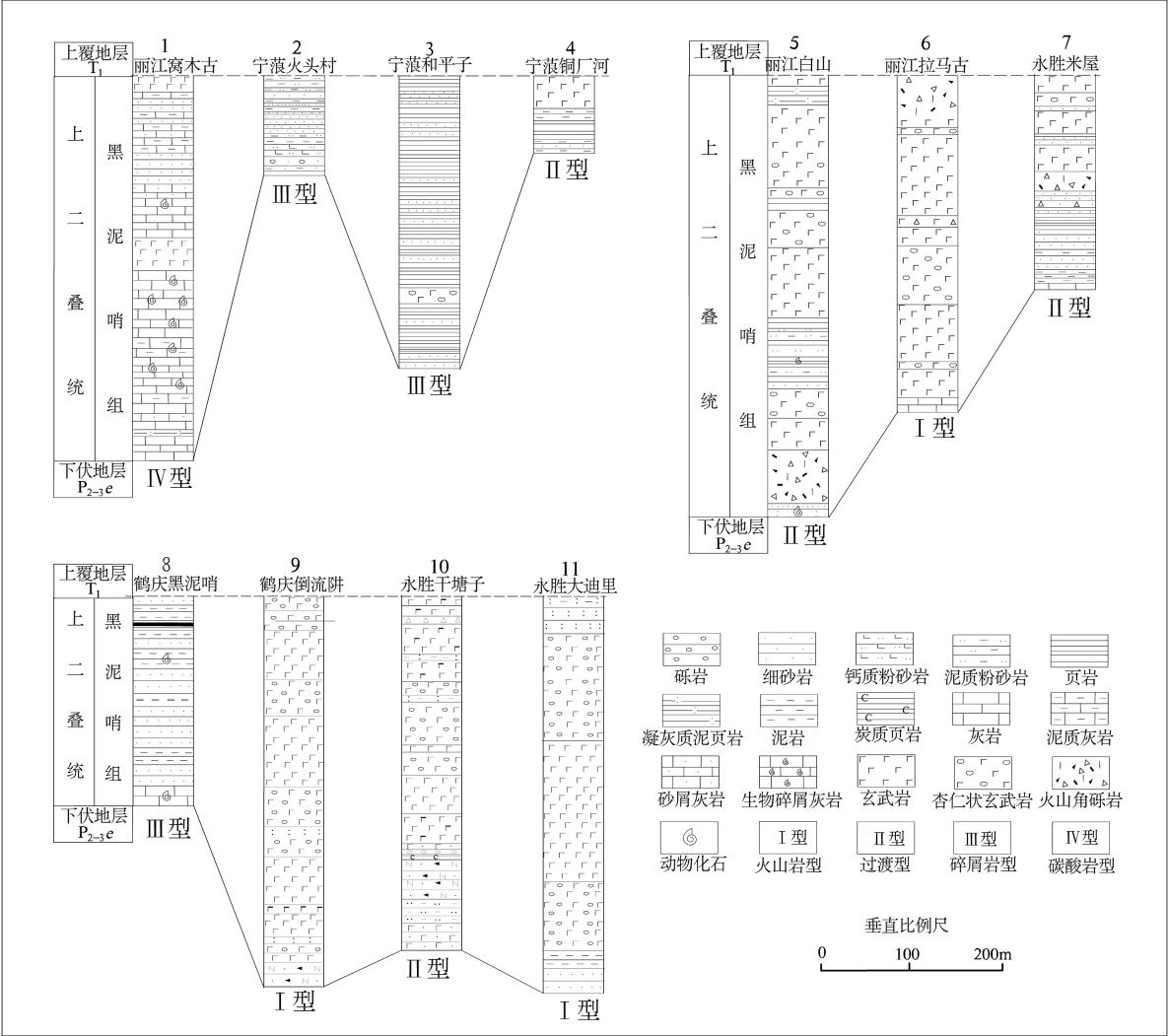


图 3 黑泥哨组柱状对比图

Fig. 3 Columnar correlation of the rock associations in the Heinishao Formation

深,沉积岩逐渐增多呈环状围绕于喷发中心的区域格局

3 典型矿床

区内黑泥哨组地层中的铜矿化现象较为广泛,规模较大的铜矿床主要分布于宁蒗铜厂河、大公山及永胜宝坪,铜矿床均主要产于黑泥哨组地层中,但各铜矿床矿体产出状态及矿床成因均有所不同,各典型矿床特征如下。

3.1 铜厂河铜矿

铜厂河铜矿位于宁蒗县东南方向,其含矿层位为二叠系峨眉山玄武岩及黑泥哨组,其中以黑泥哨组为主,该矿床类型应属构造热液型铜矿床。

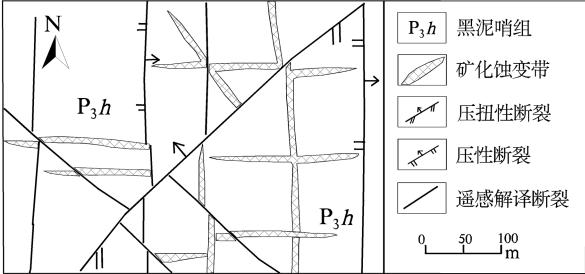


图 4 铜厂河矿区地质矿产简图^[4]

Fig. 4 Simplified geological and mineral map of the Tongchanghe copper mining area (after Guo Wenping et al., 2001)

该矿床矿体多沿矿区南北向、东西向、北西向

断裂发育^[4](图4),多呈脉状、微细脉状分布于断裂破碎带中。主要原生矿石矿物为辉铜矿、黄铜矿、斑铜矿,氧化矿物蓝铜矿、孔雀石等。矿化蚀变主要为硅化、绿帘石化、碳酸盐化等。

根据前人研究成果^[4],认为该矿床属于典型的构造热液型铜矿,其矿源层及赋矿层均为二叠系晚期峨眉山玄武岩及黑泥哨组,喜山期岩浆活动为矿区带来强烈的热液活动,使得矿源层中的成矿元素迁移至构造破碎带中富集成矿。矿区碳同位素 $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 值在 $-6.700\text{‰} \sim -9.043\text{‰}$ 之间,氧同位素 $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ 值在 $13.2753\text{‰} \sim 18.8700\text{‰}$ 之间;硫同位素 $\delta^{34}\text{S}$ 为 $4.9\text{‰} \sim -9.7\text{‰}$,与外围出露的喜山期酸性岩浆岩的硫同位素组成相似,说明矿区内成矿热液主要来自于喜山期酸性岩浆活动。

3.2 大公山地区铜矿

大公山地区位于丽江市东北方向,该地区有米厘铜矿、拉马古铜矿、文通铜矿等矿床,各矿床均属于与黑泥哨组时期火山活动及富火山碎屑物质沉积有关的沉积-改造型铜矿^[2]。



图5 大公山地区铜矿化层位示意图^[5]

Fig. 5 Schematic diagram of copper mineralization horizon in the Dagongshan area

大公山地区普遍发育3~5个含矿层位^[5](图5),其中1~3含矿层位于黑泥哨组底部沉积旋回中,矿体呈透镜状、似层状矿体产于凝灰岩、炭质泥灰岩中,矿体规模较大,为该区主要含矿层位;4~5号含矿层中发育呈脉状产于玄武岩层间破碎带中

的铜矿体,具较强烈的绿泥石化、硅化,矿化规模小,形态多变。矿石矿物主要是孔雀石、辉铜矿,少量斑铜矿、黄铜矿;脉石矿物以石英为主,少量方解石。矿石结构以半自形-它形粒状结构为主,矿石构造主要为脉状构造、浸染状构造、块状构造等。围岩蚀变主要有碳酸盐化、硅化、绿泥石化、绢云母化等,其中硅化、碳酸盐化与铜矿化有一定关系,特别是细脉状铜矿化中,往往发育有硅化。

根据矿体的产出特征判断该矿具复合成因,其主要工业矿体呈透镜状、似层状产于沉积岩中,而且受地层控制明显,呈现出沉积铜矿特征。各矿床围岩中均发育有火山角砾岩,说明各矿区均位于火山活动中心地带附近,反映出与峨眉山玄武岩晚期喷发活动相关。部分矿体产于断裂破碎带中,发育明显的矿化蚀变,呈现出构造热液型铜矿的特征。其矿床的形成既经历了沉积富集,又经历了含矿热液富集改造富集,其中沉积作用为该区域铜矿床主要成因^[5]。

3.3 宝坪铜矿

宝坪铜矿位于丽江市永胜县西部,主要产于黑泥哨组富火山碎屑沉积岩中的断裂破碎带中,为典型沉积-改造型铜矿。

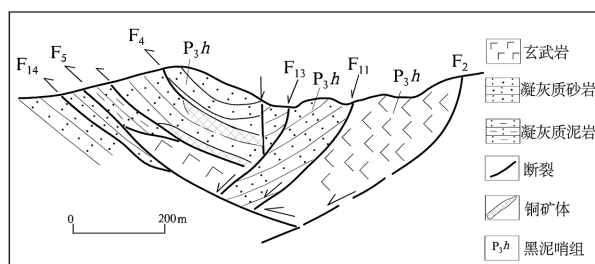


图6 宝坪铜矿矿体产出特征^[6]

Fig. 6 Occurrence of the Baoping copper deposit (after Zhong Kanghui et al., 2003)

该矿床矿体主要产于上二叠统黑泥哨组,矿体产在矿区逆冲滑覆聚矿构造带内^[6](图6),矿体走向长1300m,出露宽130~380m,平均垂厚27m,Cu平均品位0.9%。矿体呈似层状、扁豆状,原生矿石矿物主要为辉铜矿、斑铜矿、黄铜矿、方铅矿,氧化矿主要为孔雀石、蓝铜矿等,脉石矿物有石英、方解石。矿石类型以氧化矿为主。蚀变有硅化、绿泥石化、绿帘石化及绢云母化、碳酸盐化。

矿区黑泥哨组富铜碎屑岩继承了峨眉山玄武

岩较高的铜背景值,在喜山期岩浆侵入提供的热力作用下,含矿热液沿矿区北东向断裂运移至有利部位富集成矿。笔者在矿区南部采集的闪长玢岩岩脉年龄为 $33\text{Ma} \pm$,钟康惠等(2003)采集矿区石英 ESR 测年,发现矿区矿石主要形成于 $36.2 \sim 19.3\text{Ma}^{[6]}$,表明该矿的成矿期为喜山构造运动中期,与矿区外围岩脉年龄大致相当。综合判断该矿床为沉积-热液型铜矿,喜山期构造、岩浆活动为矿区富集成工业矿床起到了决定性作用。

4 成矿时代及成矿模型

研究区内各典型矿床的成矿特征虽然有所不同,但成因上具有一定的关联性,均属于与二叠纪峨眉山玄武岩喷发活动有关的铜矿床。笔者认为该区域与黑泥哨组相关的铜矿床均具有多期次多阶段的特征,总体可划分为 3 个成矿期次,4 个成矿阶段(图 7)。

4.1 华力西期

该期主要为与峨眉山玄武岩喷发相关的成矿作用。笔者在研究区采集的相关玄武岩样品显示,其 Cu 含量达 $(163 \sim 236) \times 10^{-6}$,平均可达 192×10^{-6} ,富集 Cu 的峨眉山玄武岩为区内铜矿的形成提供了重要的物质来源。该期次成矿作用主要有以下两个阶段。

第一阶段:二叠纪末峨眉山玄武岩喷发晚期,火山活动逐渐减弱,研究区由西向东发生海侵,区内沉积较多富含火山碎屑的沉积岩,形成了由火山岩-沉积岩互层的黑泥哨组。由于碎屑物质主要来源于峨眉山玄武岩,黑泥哨组中的碎屑岩继承了原火山岩较富集的 Cu 背景值。该阶段成矿作用主要为沉积作用,在大公山一带形成了多个以沉积型为主的铜矿床。该期成矿作用受岩相古地理环境控制:远离玄武岩分布区由于受外源物质的混染不利 Cu 的富集;靠近火山活动中心地带缺乏沉积作用,不利于沉积型铜矿的形成。研究区以沉积作用成矿的铜矿床均位于黑泥哨组的过渡带,说明了这一

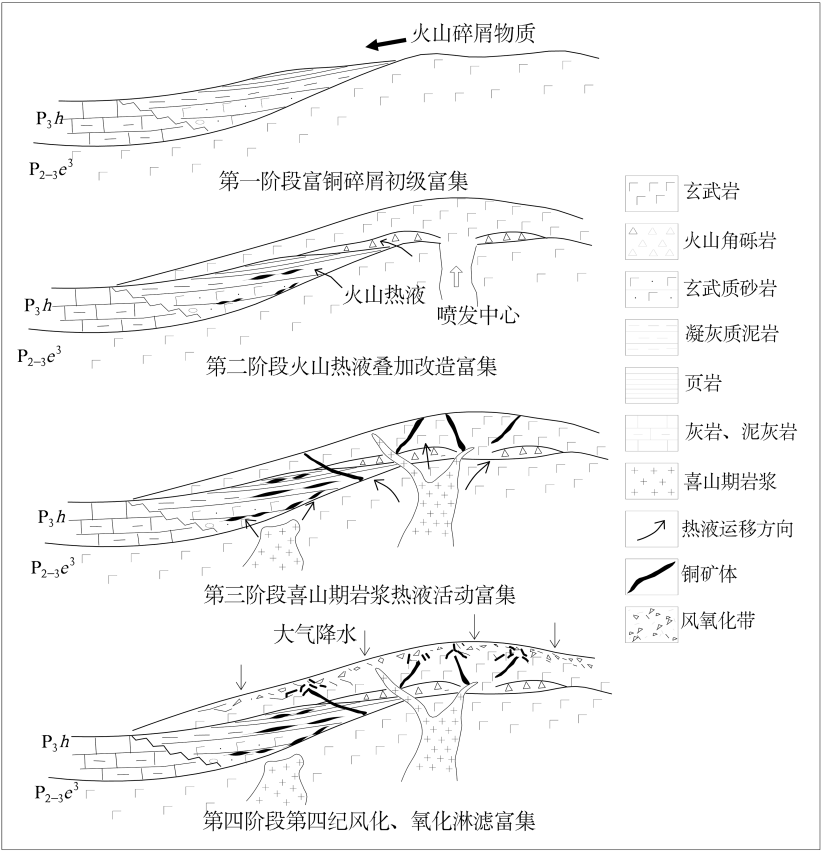


图 7 黑泥哨组各阶段铜矿化模式图

Fig. 7 Model of copper mineralization in the Heinishao Formation

表1 研究区各类型富铜岩石铜含量表($\times 10^{-6}$)
Table 1 Copper contents in various copper-rich rocks in the study area ($\times 10^{-6}$)

采样层位	岩性	Cu 含量($\times 10^{-6}$)	Cu 含量均值($\times 10^{-6}$)	富集类型
峨眉山玄武岩	含杏仁玄武岩	174	192	原生富集
	斑状玄武岩	204		
	杏仁状玄武岩	197		
	致密块状玄武岩	206		
	含杏仁玄武岩	236		
	含杏仁含斑玄武岩	197		
	致密块状玄武岩	166		
	致密块状玄武岩	163		
黑泥哨组	碳质泥岩	265	245	沉积富集
	凝灰质泥岩	225		
玄武岩破碎带	灰绿色致密块状玄武岩	4405	3193	热液改造富集
	灰绿色斑状玄武岩	1962		
	灰绿色杏仁状玄武岩	4942		
	灰绿色杏仁状玄武岩	241		
	灰绿色杏仁状玄武岩	4413		
黑泥哨组破碎带 (宝坪铜矿)	蚀变粉砂岩	582	3188	
	蚀变粉砂岩	1743		
	断层泥	7238		

阶段成矿作用主要为沉积成矿。

第二阶段:该阶段稍晚于第一阶段。黑泥哨组早期过渡带中沉积了大量玄武质砂岩、凝灰质泥岩、炭质页岩等富铜碎屑岩;后期火山活动带来的火山热液对早期富铜碎屑岩进行了二次改造,含矿热液沿沉积界面运移,使得早期沉积的富铜碎屑岩中的铜含量得以进一步富集。该阶段在大公山地区表现得较为明显,矿体主要产于沉积夹层中,但其主要富矿体均产于具有火山角砾岩的地段,靠近火山活动中心地带,反映该阶段火山热液对早期富铜碎屑岩的叠加改造富集。

4.2 喜山期

喜山期成矿作用主要受该时期构造及其岩浆活动的影响,该时期成矿作用主要集中在一个阶段。

第三阶段:喜山期晚期,研究区内多发育闪长玢岩、煌斑岩侵入,在区内多呈岩脉、岩株状产出。该期岩浆活动带来的热力使得区内发生强烈的热

液活动,在一些断裂发育地区,富铜地层中的成矿元素被热液活化,形成的富铜热液沿断裂构造运移至有利部位富集成矿。在铜厂河矿区,矿体主要产于破碎带中,其矿石同位素特征与外围喜山期酸性岩浆相似;在宝坪矿区,主要富矿体均产于构造破碎带中,其成矿年龄与外围喜山期闪长玢岩年龄相当,反映出该阶段是铜厂河矿区、宝坪矿区的主要成矿阶段。

4.3 第四纪表生期

第四阶段:主要以地表的风化、氧化作用为主,同时在大气降水的淋滤作用下,原生的硫化物矿石经氧化形成蓝铜矿、孔雀石等矿物,沿地表岩石裂隙富集。该阶段对全区所有铜矿均有一定影响,多在矿体出露地表的地区形成一些较富的氧化矿体。特别在宝坪铜矿,其早期开采的矿体多为地表淋滤形成的富矿体。

上述4个阶段揭示,黑泥哨组中铜矿床的形成

过程是玄武岩中的 Cu 元素逐渐向外迁移富集的过程。笔者在研究区内采集的相关岩石 Cu 含量也给予了证实(表 1),原始玄武岩的 Cu 含量平均 192×10^{-6} ,经历第一阶段风化搬运沉积后,富火山碎屑岩中 Cu 含量达到 245×10^{-6} ,再经历热液改造后,矿化蚀变带 Cu 含量均值达到 3000×10^{-6} 以上。

5 结论及建议

(1)丽江东部地区广泛分布的黑泥哨组为二叠纪峨眉山玄武岩喷发晚期形成的一套火山-沉积地层。该地层岩性可划分为火山岩型、过渡型、碎屑岩型及碳酸盐岩型 4 种类型。

(2)黑泥哨组中的铜矿床具有两种类型:产于火山、富火山碎屑岩中的沉积-改造型铜矿及产于构造破碎带中的构造热液型铜矿,这两种类型均具有形成工业矿床的潜力。

(3)黑泥哨组地层中的铜矿床经历了多期次、多阶段的成矿作用,主要受控于岩相古地理环境、火山活动、喜山期构造、岩浆活动等因素,这几种有

利成矿因素的汇集区是有利的成矿区。

参考文献:

- [1] 宋谢炎,侯增谦,汪云亮,等.峨眉山玄武岩的地幔热柱成因[J].矿物岩石,2002,4(22):27-32.
- [2] 云南省地质局第一区域地质大队.1:20 000 丽江幅区域地质调查报告[R].云南省地质局,1977.
- [3] 云南省地质局第一区域地质大队.1:20 000 鹤庆幅区域地质调查报告[R].云南省地质局,1966.
- [4] 郭文平,胡受权,徐旌章,等.宁蒗地区铜厂河铜矿控矿条件与热液成矿模式探讨[J].火山地质与矿产,2001,22(3):199-205.
- [5] 陈雷,明添学,唐忠.云南宁蒗大公山地区铜矿化富集特征[J].价值工程,2015,35(3):141-143.
- [6] 钟康惠,刘肇昌,舒良树,等.云南永胜宝坪滑覆构造聚矿[J].矿床地质,2003,22(3):226-233.
- [7] 宋谢炎,侯增谦,曹志敏,等.峨眉山大火成岩省岩石地球化学特征及时限[J].地质学报,2001,75(4):498-506.
- [8] 何兆昆.浅析宝坪铜矿成矿地质条件[J].有色金属矿产与勘查,1999,8(6):435-438.

Mineralization and potential of the copper deposits in the Heinishao Formation in the eastern part of Lijiang, northwestern Yunnan

WANG Ping, LIU Hui-long, LUO Bo, CHEN Xue-feng

(Southeast Sichuan Geological Party, Chongqing Bureau of Geology and Mineral Resources, Chongqing 400038, China)

Abstract: The Heinishao Formation (P_3h) widely distributed in the eastern part of Lijiang, northwestern Yunnan consists mostly of the volcanic-sedimentary strata formed during the late stages of the eruption of the Permian Emeishan basalts, and occurs as the important copper-bearing strata in this region, where the commercial copper deposits are hosted in Dagongshan and Tongchanghe, Ninglang and Baoping, Yongsheng and other places. Two types of copper deposits are recognized in the strata of the Heinishao Formation: volcanic-sedimentary and hydrothermal-type copper deposits in the interbedded volcanic and sedimentary strata, and tectonically hydrothermal-type copper deposits in the structurally fractured zones. The copper mineralization in the Heinishao Formation has gone through the multiple phases of mineralization, and is primarily controlled by the Late Permian sedimentary facies and palaeogeographic environments, volcanism, pre-mineralization structures and Himalayan magmatism. The emphasis of the future exploration of copper deposits should be placed on the study of stratigraphic sequences, volcanic apparatus, Himalayan tectonics and magmatism.

Key words: eastern Lijiang; copper deposit; Heinishao Formation; Emeishan basalt