

江西省九瑞矿集区宝山铜多金属矿床 地质特征及其成因探讨

李永明¹,王先广²,李吉明¹,曾庆权¹,胡正华^{1,3} 王德亮⁴,王木顺⁵

(1.江西省地质调查研究院,南昌 330030; 2.江西省地质勘查基金管理中心 南昌 330025; 3.成都理工大学,成都 610059; 4.瑞昌市双桥矿业有限公司,江西 瑞昌 332200; 5.瑞昌市渝瑞矿业有限公司,江西 瑞昌 332200)

摘要:经过对宝山铜多金属矿床的野外地质调查,认为该矿床主要由斑岩型铜钼(银)矿体、矽卡岩型铜、钼(银)矿体、角岩化变质粉砂岩内热液充填型铜金(钼、银)矿体组成。与成矿密切相关的构造为北东向F1断裂和北西向F2断裂。斑岩型铜多金属矿体呈细脉状、稀疏浸染状-稠密浸染状产于花岗闪长斑岩中,矿体形态似层状、透镜状。矽卡岩型铜多金属矿体以浸染状和细脉-网脉状分布于花岗闪长斑岩与奥陶系碳酸盐岩接触带及其围岩裂隙中,呈似层状、透镜状产出。角岩化泥质粉砂岩中热液充填型铜多金属矿体,规模较小,均以细脉-网脉状黄铜矿、辉钼矿石英脉的形式分布于花岗闪长斑岩接触带附近的志留系殿背组、清水组泥质粉砂岩中,呈透镜状产出。三类矿体在成因上存在联系,成矿作用主要受控于花岗闪长斑岩,只是成矿物质沉淀的空间位置存在区别。宝山矿床为与高钾钙碱性重熔型花岗闪长斑岩成因密切联系的构造-岩浆岩“三位一体”的成矿机制,即矿体赋存于斑岩、矽卡岩、角岩化泥质粉砂岩中所形成的“斑岩-矽卡岩-热液充填”复合型矿床。

关键词:九瑞矿集区;宝山;铜多金属矿;地质特征;矿床成因

中图分类号:P618.4

文献标识码:A

文章编号:1672-4135(2015)04-0256-09

长江中下游成矿带,位于秦岭-大别造山带和华北克拉通之南、扬子克拉通北缘,是中国东部最主要的Cu-Au-Mo(Fe)多金属成矿带之一。成矿带内矿床常以矿集区的形式沿长江呈近东西-北东向弧形展布于阳兴-常州大断裂与襄樊-广济大断裂、鄱阳大断裂间的长江断裂带内,自西向东可划分出7个矿集区,依次为鄂东南、九瑞、安庆-贵池、铜陵、庐枞、宁芜和宁镇矿集区(图1);其中,九瑞矿集区位于成矿带构造转折端^[1]。九瑞矿集区地质勘查工作始于上世纪30年代,大规模地质工作在建国后50年代,先后有多家科研单位在区内进行了不同比例尺的区域地质、矿产、物化探调查及矿产勘查工作,至60-90年代已发现了武山铜矿、城门山铜钼矿、金鸡窝铜矿、洋鸡山金矿以及东雷湾、铜岭、丁家山、宋家冲、邓家山、通江岭等一批铜矿床(点)(图1)。实施找矿突破战略以来,江西省国土资源厅对九瑞国家级整装勘查区地质找矿工作进行了统一部署、统一设计,协调公益性与商业性地质工作进行系统整装勘查,主

要以省地质勘查基金形式加大投入,并极大拉动了社会投资的快速跟进,分别在瑞昌市通江岭、宝山、武山、金鸡窝、城门山铜矿外围及深部找矿都取得了重大进展,取得了一系列找矿新成果(笔者参加“九瑞地区找矿突破研讨会”)。江西省地质调查研究院2010-2014年度通过在瑞昌市宝山一带进行物化探异常的查证及斑岩侵位机制的研究时,发现宝山一带斑岩体具有多期次侵入特征,其中燕山晚期侵位的花岗闪长斑岩体与成矿关系较为密切,在对宝山一带岩体内外接触带实施深部钻探验证发现的宝山铜矿床,成为首个在九瑞矿集区背斜核部新发现的达中型以上规模铜多金属矿床,改变了以往九瑞矿集区背核部矿点小、成矿规模小的特点。宝山铜矿床的主矿体赋存于燕山期中酸性花岗闪长斑岩及奥陶系碳酸盐岩、志留系砂页岩内,成矿界面主要为奥陶系碳酸盐岩与志留系碎屑岩接触界面,其与前期发现的赋存于向斜核部并产于泥盆系观山组与石炭系黄龙组的武山、城门山等大型铜多金属矿成矿界

收稿日期:2015-04-03

基金项目:江西省地质勘查基金项目“江西省瑞昌市宝山-夫山铜多金属矿调查评价(20090208-2)”

作者简介:李永明(1971-),男,山东莒县人,高级工程师,毕业于东华理工学院资源勘查专业,现主要从事院商业性矿产勘查技术管理工作,Email:yomli@163.com。

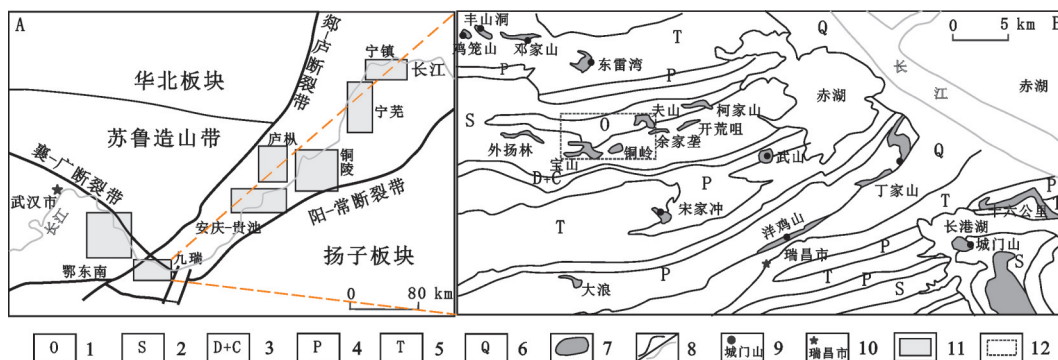


Fig.1 Geologicalmap of Jiurui ore concentration area in the in the middle–lower Yangtze River
(After Mao et al^[1],modified)

A.长江中下游构造简图;B.九瑞矿集区地质简图;1.奥陶系;2.志留系;3.泥盆系、石炭系;4.二叠系;5.三叠系;6.第四系;7.岩体;8.地质界/河流;9.矿床(点)位置及名称;10.城市位置及名称;11.矿集区;12.宝山矿区位置

面及部位明显不同。宝山矿床的发现展示了九瑞矿集区内奥陶系碳酸盐岩亦是矽卡岩型矿体的有利产出部位。为此,笔者尝试对宝山铜多金属矿床的地质特征进行总结,探讨矿床成因,以期推动宝山矿区与九瑞矿集区下一阶段找矿的新进展。

1 区域地质特征

九瑞矿集区地处长江中下游, 属下扬子地台褶皱带, 早古生代—三叠纪拗陷区(即下扬子断陷带)中部^[1,2]。区域地层可分为基底和盖层, 基底主要由新元古代双桥山群变质砂岩、千枚岩组成; 盖层包括第四系、下二叠统、上石炭统、上泥盆统、中下志留统、奥陶系^[3-4]、震旦系。奥陶系岩性以白云质灰岩、灰岩、白云岩为主; 志留系为泥岩夹砂质页岩和砂岩夹粉砂岩; 上泥盆统为含砾石英砂岩, 砂岩, 上石炭统、二叠系、三叠系为碳酸盐岩; 第四系松散沉积物分布于中—东南部江河湖滨(图2)。其中与成矿关系密切的有石炭系、二叠系和三叠系碳酸盐岩^[5]。该褶皱带经历了多次构造运动, 形成了六个轴向相互平行的NEE向背、向斜组成的紧密线状的褶皱带。主背、向斜轴上有次级褶曲, 构成M型背斜与W型向斜^[6], 自北至南依次为: 邓家山—通江岭向斜→界

首-大桥背斜→横立山-黄桥向斜→坳下-丁家山背斜→乌石街-赛湖向斜→长山-城门湖背斜^[3]。历经多次构造演化,区内断裂构造发育,主要有北东东向、北东向,其次为北西向,两组构造的交汇部位构成的菱形网格结点,是已发现的九瑞矿集区内矿体聚集的主要

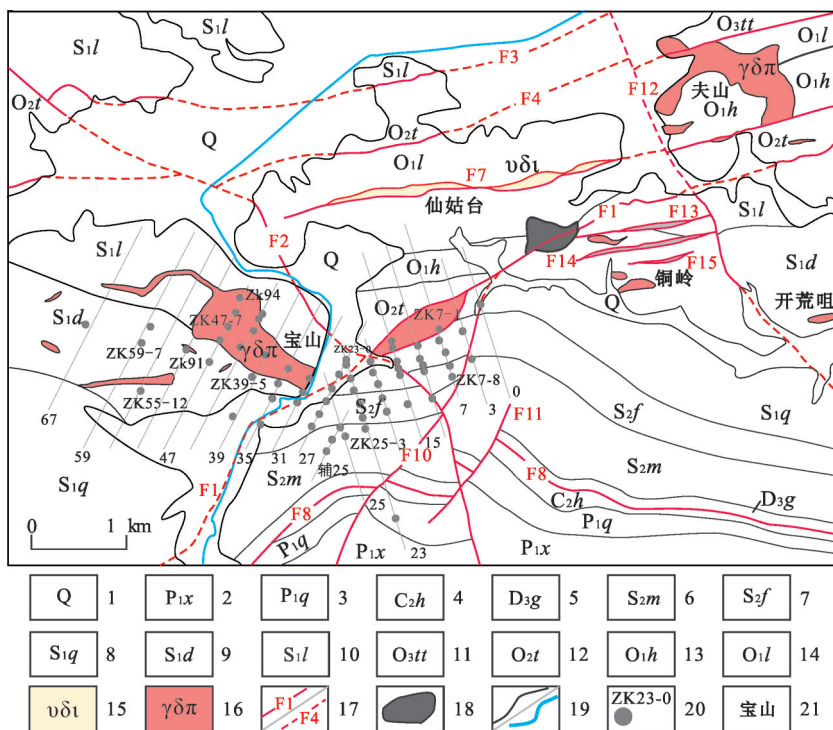


Fig.2 The geological diagram of Baoshan ore district

1.第四系;2.下二叠统小江边组;3.下二叠统栖霞组;4.上石炭统黄龙组;5.上泥盆统观山组;6.中志留统茅山组;7.中志留统坟头组;8.下志留统清水组;9.下志留统殿背组;10.下志留统梨树窝组;11.上奥陶统汤头组;12.中奥陶统汤山组;13.下奥陶统红花园组;14.下奥陶统仑山组;15.斜长细晶岩;16.花岗岩长斑岩;17.实测断层及编号/推测断层及编号;18.铜岭褐铁矿化;19.地质界线/河流;20.钻孔位置及编号;21.岩体位置名称

部位^[7]。

九瑞地区岩浆活动比较发育,主要活动时期为燕山期,形成的均为浅成侵入岩。喜马拉雅期有少量基性岩脉或火山喷发,在第三纪地层中见到了具气孔杏仁构造以及流动构造的玄武岩。燕山期岩浆活动集中在 $138.2 \pm 1.8 \text{ Ma} \sim 149.2 \pm 2.7 \text{ Ma}$ 之间^[2],与矿集区内多金属矿化有关的岩浆岩为高钾钙碱性侵入岩系列,属于I型或磁铁矿型花岗质岩类^[8-9],部分学者称其为埃达克质岩石^[10]。九瑞地区岩浆岩常呈岩株、岩枝、岩墙和岩脉状产出,岩体主要产于褶皱的翼部,围岩多为石炭系-三叠系,仅少数产于褶皱轴部的奥陶系-泥盆系中。前人研究认为岩株状侵入岩基本位于北西西向基底断裂上,且具有等距性,而其它脉状岩体则受北东东向断裂和层间破碎带控制,多呈单脉状、分支脉状或透镜状产出,可见石英闪长玢岩穿插花岗闪长斑岩的情况,规模大小不等,长数百米至数千米,多沿地层间不整合面及层内薄弱面贯入式侵位,与组成复式褶皱带的地层的走向一致,构成了区内的次级构造-岩浆成矿带。已有的研究将其划分为五组,自北西向南东有:1)东雷湾通江岭构造岩浆成矿亚带;2)宝山夫山构造岩浆成矿亚带;3)宋家湾武山构造岩浆成矿亚带;4)大浪洋鸡山丁家山构造岩浆成矿亚带;5)长山城门山构造岩浆成矿亚带,其中宝山铜多金属矿床位于宝山一大桥花岗闪长斑岩亚带^[2-5]。燕山期岩浆岩以花岗闪长斑岩和石英闪长玢岩为主,与成矿关系密切。另外石英斑岩、花岗细晶岩、闪长岩、辉绿岩及煌斑岩脉也有分布,其中较大的城门山岩体边部是花岗闪长斑岩,中央是石英斑岩的复式岩体。这些岩浆岩主要为燕山早期的中酸性侵入岩,侵入顺序上大致为花岗闪长斑岩,石英闪长玢岩,石英斑岩,以及较晚期的煌斑岩。其中花岗闪长斑岩是区内最主要的成矿母岩。

2 矿区地质特征

宝山矿区位于九瑞矿集区北西部,属瑞昌市夏畈镇与南阳乡管辖。区内出露的地层自老至新有奥陶系、志留系、泥盆系、石炭系、二叠系及第四系(图2)。地层走向总体为北东东,倾向以宝山一大桥背斜核部为界,其南侧地层总体倾向南-南西,倾角 $25^\circ \sim 45^\circ$;北测地层总体倾向北~北东,倾角 $50^\circ \sim 70^\circ$ 。奥陶系呈北东东-南西西向分布于矿区中北部,

构成宝山-大桥背斜核部;志留系在矿区南、北侧均有出露,以南侧为主;石炭系、泥盆系、二叠系分布于矿区南部。

宝山矿区奥陶系为灰色厚层状白云岩、灰岩、白云质灰岩,自老至新可划分为4个组,即仑山组(O_1l)、红花园组(O_1h)、汤山组(O_2t)、汤头组(O_3tt)。志留系为泥质粉砂岩、细砂岩、页岩,局部角岩化,由老至新划分为5个组,即梨树窝组(S_1l)、殿背组(S_1d)、清水组(S_1q)、坟头组(S_2f)、茅山组(S_2m)。泥盆系、石炭系在宝山矿区均只出露一个组,分别为上泥盆统组观山组(D_3g) (原“五通组”)与上石炭统黄龙组(C_2h)。观山组(D_3g)为石英砂岩、含砾砂岩、长石石英砂岩夹砂质页岩,其与下覆地层志留系茅山组(S_2m)呈平行不整合接触关系。黄龙组(C_2h),与观山组呈断层(F8)接触。二叠系仅出露栖霞组(P_1q)和小江边组(P_1x)。栖霞组(P_1q)灰黑色含沥青质、泥质和燧石条带灰岩;小江边组(P_1x)灰黑色瘤状灰岩、钙质页岩及炭质页岩夹灰岩。宝山矿山与成矿关系密切的地层有汤山组(O_2t)、汤头组(O_3tt)、梨树窝组(S_1l)、殿背组(S_1d),其中汤山组(O_2t)、汤头组(O_3tt)为宝山矿区矽卡岩型矿体的主要赋矿围岩;梨树窝组(S_1l)、殿背组(S_1d)为宝山矿区角岩型矿体主要赋存场所。汤山组(O_2t)分布于矿中部宝山与北东部的夫山一带,其与志留系呈断层接触关系,岩性以灰黑色厚层状灰岩、生物碎屑灰岩为主;汤头组(O_3tt):仅在矿区北东部夫山以北区域出露,岩性以紫红色槽状灰岩夹钙质页岩灰白-深灰色白云质灰岩局部夹瘤状灰岩。梨树窝组(S_1l)分布于矿区中南部宝山、铜岭、夫山与开荒咀附近,为本区细脉-网脉状铜钼矿体的赋存场所。殿背组(S_1d):分布于梨树窝组南侧宝山、铜岭、夫山与开荒咀附近区域,岩性为泥质粉砂岩、页岩、泥岩夹紫红色,薄层泥质细砂岩及灰白色,薄-中厚层石英砂岩。

矿区褶皱、断裂构造发育,区内主褶皱为宝山-大桥背斜,属界首-大桥背斜的一部分;区内断裂构造共12条,根据走向可分为三组:北东东向(包括近东西向)、北东向、北西向断裂(图2)。北东东向(包括近东西向)断裂7条,依次为F3、F4、F7、F8、F13、F14、F15断裂;北东向(包括北北东向)断裂3条,依次为F1、F10、F11;北西向断裂2条,依次为F2、F12,其中与矿化密切相关的为F1、F2、F12断裂。三组断裂的形成时代总体表现为北东东向断裂(包括近东西向)

最早,其次为北东向断裂,北西向断裂最晚。其中与成矿密切相关的为北东向F1断裂与北西向F2断裂。

F1断裂:分布于矿区中部,呈北东向波状延伸,断面倾向南东,倾角 $45^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 。F1断裂被F2断裂切割,以F2为界F1北东侧奥陶系与志留系的界线附近,南西侧切割二叠系、志留系,地表多呈棱角状构造角砾、硅质蜂窝状胶结。可能为基底断裂的后期拉张发展形成,沿断裂断续有含铜钼花岗闪长斑岩侵入和褐铁矿化现象,为矿区内主要导矿、储矿构造。断裂带内碎块呈棱角-次棱角状,碎块大小多为 $2 \times 4 \sim 6 \times 7 \text{ mm}$,无定向性,泥硅质胶结。

F2分布于矿区中部,区内长约 $5\,000 \text{ m}$,总体北西走向,倾向南西,倾角 $40^{\circ} \sim 65^{\circ}$ 。沿线大部分地段为北西向延伸的水系、冲沟及田垄等负地形。断裂切割北东向、北东东向断层,沿断裂构造岩发育,主要显示右型走滑,即断裂北东盘往南东位移,南西盘向北西运动,平面位移距离达 $2\,200 \text{ m}$ 。尤其是白洋山-柯家山背斜(界首-大桥背斜)被明显切割错断。该断裂具多次活动特征,早期为压扭,后期为压性。

矿区岩浆岩属宝山-大桥岩浆岩带,岩体受北东向褶皱及其纵断裂控制,一般呈岩株、岩枝、岩墙产出,有规律地分布于奥陶系与志留系接触界面附近和褶皱轴部。区内岩浆岩主要出露于宝山、铜岭、夫山及仙姑台等地。空间上组成两条近于平行的构造岩浆亚带:一条为位于背斜核部(仙姑台-夫山-柯家山)奥陶纪碳酸盐岩地层中,一条发育于背斜南翼(宝山-铜岭-余家垄)志留纪砂页岩中或奥陶系与志留系界面处,目前发现的矿化在后一个构造岩浆亚带中。区内岩浆活动受北东及近东西向构造控制,在宝山村一带从下到上为由南向北的“Y”字型上侵或隐爆。宏观上主要呈岩脉、岩株、岩墙产出,平面上多呈透镜状。在矿区15线附近发现两期花岗闪长斑岩体的接触面发育铁皮壳现象,该面产状 $40^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。

区内岩浆岩以花岗闪长斑岩为主,次为斜长细晶岩。花岗闪长斑岩分布于宝山、夫山、铜岭等区域,岩石具密斑、聚斑、多斑之特点,块状构造,基质为花岗微晶-隐晶、霏细、霏细嵌晶以及微粒结构。斑晶成分有斜长石、石英、钾长石、角闪石、黑云母。基质成分以斜长石、钾长石、石英为主,次为少量黑云母及角闪石,常见有少量-微量黄铁矿、磷灰石、方解石、钛铁矿、白钛矿、磁铁矿、黄铜矿、萤石等分布。斑晶中斜长石多呈近自形板状,常见绢云母化,高岭石

化。斜长细晶岩主要在分布于矿区背斜核部仙姑台一带,受近东西向F7断裂构造控制,呈岩脉状产出。岩石呈灰白色、铁染为黄褐色,显微嵌晶结构、斑状结构,块状构造,主要成分为斜长石,次为石英。风化蚀变强烈,斜长石蚀变为高岭土或绢云母。

3 矿体地质特征

矿区目前共发现7个主矿体及205个小矿体。矿床由斑岩型铜、钼(银)矿体、矽卡岩型铜、钼(银)矿体、角岩化泥质粉砂岩中的热液充填型铜多金属矿体组成。

3.1 斑岩型矿体

宝山矿区发现斑岩型Cu5、Cu22主矿体及多个小矿体。

(1) 矿体特征

目前的勘查成果显示,斑岩型矿体是宝山矿区主要矿体类型之一,燕山期中酸性岩浆侵位于奥陶系碳酸盐岩与志留系碎屑岩接触界面。矿体赋存于沿北东向F1断裂侵位的花岗闪长斑岩体内,呈不规则的透镜状、似层状产出,产状较缓,矿体形态、分布范围严格受花岗闪长斑岩体控制(图3、图4)、地表未见露头,埋藏深度变化大,最浅处 15.14 m (ZK201)、最深处 933.31 m (ZK47-7),见矿最低海拔为 -778 m (ZK47-7)、最高海拔为 43 m (ZK7-1),含矿岩体均为晚期花岗闪长斑岩。矿体空间上连续性较好,垂向上总体具有下钼上铜(金、银)的分带特征。矿化主要以细脉-浸染状、脉状金属硫化物石英脉的形式赋存于花岗闪长斑岩。围岩蚀变强烈,由斑岩体中心向外发育有钾长石+黑云母化+硅化→绿泥石化+绿帘石化→黄铁绢云岩化→高岭土化,显示出与典型斑岩型矿床相似的蚀变特征^[9,10]。石英脉内具有不连续分布的黄铜矿化和辉钼矿化。在含矿岩体外围的奥陶系碳酸盐岩地层发育有矽卡岩化(蛇纹石、石榴子石、透辉石矽卡岩)、大理岩化等蚀变;岩体与志留系泥质砂页岩接触带发育弱矽卡岩化、角岩化。

Cu5矿体:分布于3线至辅25线间,矿体走向北东,倾向南东,倾角在 $29^{\circ} \sim 59^{\circ}$ 之间,倾角 $30^{\circ} \sim 50^{\circ}$,平均 44° (图2、图3)。矿体与围岩界线清晰,垂向上形态呈似层状、透镜状,平面投影形态似带状、板状,厚度较稳定。走向上延伸大于 $1\,000 \text{ m}$,沿倾向方向延伸 $200 \sim 500 \text{ m}$ 。地表未见露头、见矿孔深 $98.45 \sim 632.42 \text{ m}$,见矿海拔 $-22 \sim -527 \text{ m}$,矿体铅直厚度 $1 \sim 16.56 \text{ m}$ 、平均 5.34 m 、变化系数为 83.30% ,铜平均品

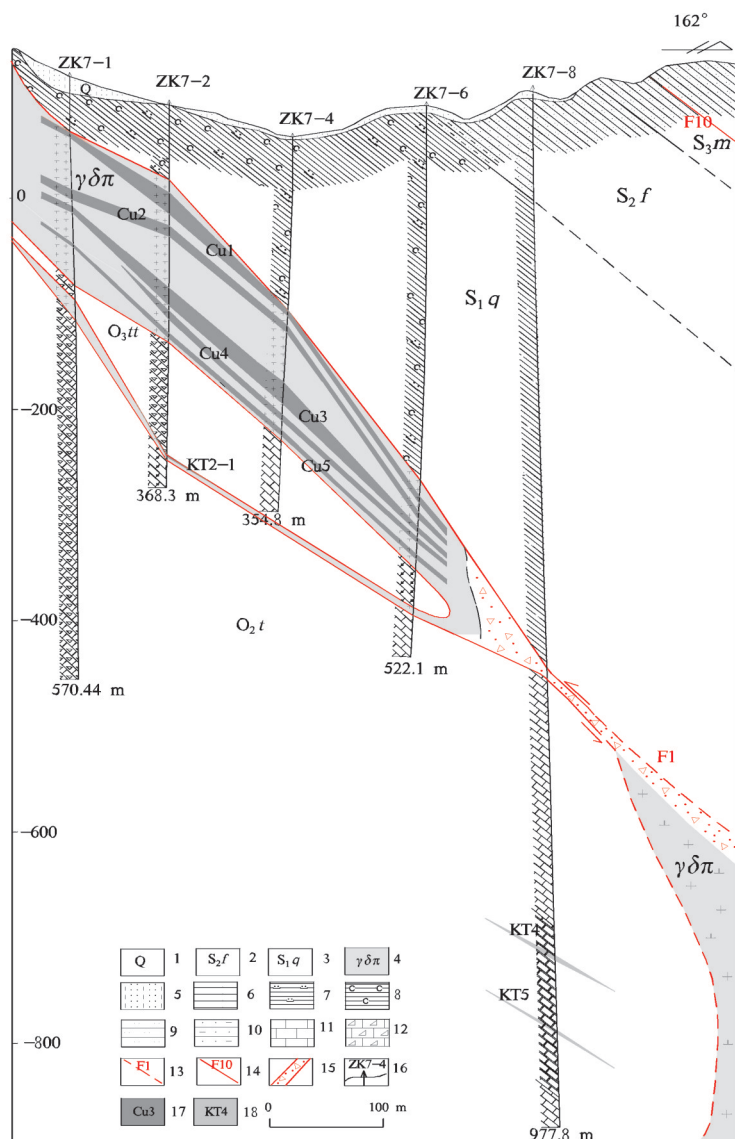


图3 宝山矿区7号勘探线剖面图

Fig.3 No.7 exploration line profile of the Baoshan ore deposit

1.第四系/中志留统茅山组;2.中志留统坟头组/下志留统清水组;3.上奥陶统汤头组/中奥陶统汤头组;4.花岗闪长斑岩;5.亚砂土;6.页岩;7.粉砂质泥岩;8.含炭质页岩;9.粉砂岩;10.泥质砂岩;11.灰岩;12.碎裂灰岩;13.大理岩;14.推测断层及编号/实测断层及编号;15.推测地质界线/实测地质界线;16.断层破碎带;17.钻孔位置及编号;18.斑岩型矿体及编号;19.矽卡岩型矿体及编号

位为0.41%,变化系数57.96%。共(伴)生元素为Au、Ag、Mo、Zn、S。

Cu22矿体:分布于35线至51线间,矿体赋存标高-126~-654 m,见矿孔深37.57~742.45 m。矿体走向长大于400 m,延深大于540 m;铅直厚度1~15.15 m,平均8.08 m,厚度较稳定-不稳定,其厚度变化系数为112.23%。铜品位0.20%~3.68%,平均品位为0.51%,品位较均匀,其品位变化系数为74.53%,共

(伴)生元素为Ag、Mo、S。矿体走向北西南东,倾向南西,倾角32°~43°。矿体与围岩界线清晰或呈渐变关系。矿体呈似层状、透镜状,沿走向或倾斜方向具膨大、缩小变化特征(图4)。

(2) 矿石特征

金属矿物主要为辉钼矿、黄铜矿,次为斑铜矿、辉铜矿、赤铁矿、磁铁矿等;非金属矿物以石英、长石、绿泥石、绢云母等为主。主要矿石类型为黄铜矿-辉钼矿-黄铁矿矿石、黄铜矿-黄铁矿矿石、辉钼矿-黄铁矿矿石。黄铜矿、辉钼矿主要以细脉状-浸染状、脉状的形式产出于含矿岩体的石英脉两侧,少量以稠密浸染状的形式产出(图5A、图5B)。镜下辉钼矿呈鳞片状、针状、叶片状集合体,有时与黄铜矿和黄铁矿等共生;黄铜矿多呈不规则状粒状和粒状集合体产出,粒径大小不等,以中细粒为主。矿石构造主要有细脉状、稀疏浸染状-稠密浸染状(图5B);矿石结构以结晶结构与交代结构为主(图5E、图5F)。

3.2 矽卡岩型矿体

宝山矿区发现矽卡岩型Cu9、Cu10主矿体及多个小矿体。

(1) 矿体特征

矽卡岩型矿体,主要赋存于晚期花岗闪长斑岩体与奥陶系碳酸盐岩接触带的蛇纹石、石榴子石、透辉(闪)石矽卡岩内及围岩裂隙中,矿体呈不规则的透镜状、似层状产出,产状较缓(图6)。

Cu9矿体,矿体分布于11线至39线间,赋存标高-513~-818 m,至地表距离541.70~847.94 m,为隐伏矿体。矿体走向长大于1100 m,延深约为105~520 m;铅直

厚度1~5 m,平均3 m,厚度较稳定,其厚度变化系数为61.34%。铜品位0.20%~2.00%,平均品位为0.50%,品位较均匀,其品位变化系数为56.14%,共(伴)生元素为Ag、Mo、S。矿体走向北西南东,倾向南西,倾角18°~42°。矿体与围岩界线清晰或呈渐变关系。矿体呈似层状、透镜状产出(图6)。

Cu10矿体,分布于15线至39线间,矿体赋存标高-530~-830 m,至地表距离最浅558.76 m,为隐伏

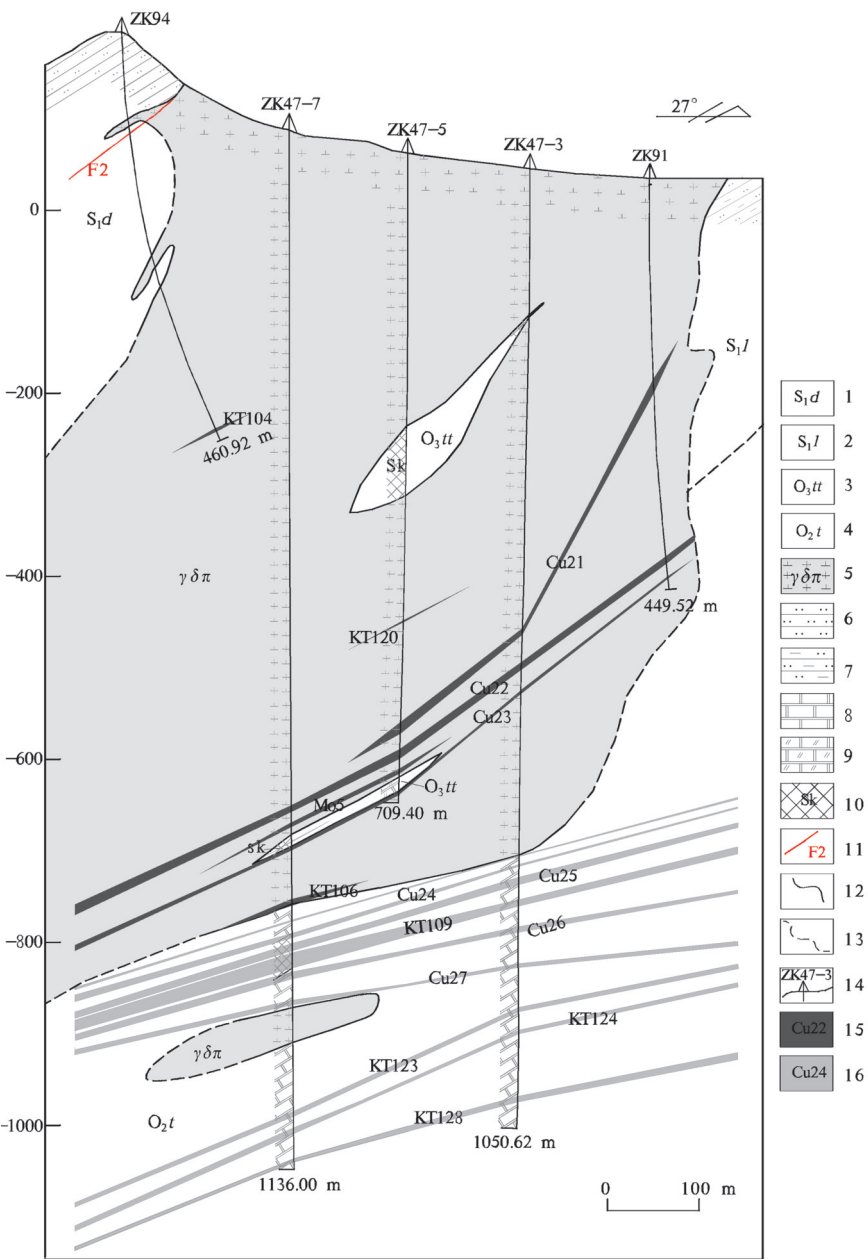


图4 宝山矿区47号勘探线剖面图

Fig.4 No.47 exploration line profile of Baoshan ore district

1.下志留统殿背组;2.下志留统梨树窝组;3.上奥陶统汤头组;4.中奥陶统汤山组;5.花岗闪长斑岩;6.粉砂岩;7.泥质粉砂岩;8.大理岩;9.白云质大理岩;10.矽卡岩;11.实测断层及编号;12.实测地质界线;13.推测地质界线;14.钻孔位置及编号;15.斑岩型矿体及编号;16.矽卡岩型矿体及编号

矿体。矿体走向长大于870 m,延深约为120~520 m;铅直厚度1~4 m,平均2.5 m,厚度较稳定,其厚度变化系数为61.34%。铜品位0.20%~2.00%,平均品位为0.50%,品位较均匀,其品位变化系数为56.14%,共(伴)生元素为Ag、Mo、S。矿体走向北西东南,倾向南西,倾角15°~45°。矿体与围岩界线清晰或呈渐变关系,呈似层状、透镜状产出(图6)。

其他矽卡岩型小矿体的分布特征与Cu9矿体相似。

(2)矿石特征

根据依据矿区主要有用矿物及组合对矿石进行分类,主要类型有黄铜矿矿石、黄铜矿-辉钼矿矿石、辉钼矿矿石、自然金矿石等;次要类型为:黄铜矿-黄铁矿矿石、辉钼矿-黄铁矿等。

根据矿石有用组分进行分类主要有铜矿石、钼矿石、铅锌矿石、铜(钼)矿石或钼(铜)矿石、铜金矿石等。

金属矿物以黄铜矿、辉钼矿、自然金、辉银矿、黄铁矿为主,次为铜蓝、孔雀石、蓝矾、赤铜矿、磁铁矿、褐铁矿、针铁矿等;非金属矿物以石英、石榴子石、透辉石、蛇纹石为主,次为绿帘石、透闪石、绿泥石等。

矿石构造以浸染状和细脉-网脉状为主,团块状构造和角砾状构造次之(图5C、图5D)。矿石结构按成因可分为结晶结构、交代结构、固溶体分离结构和表生结构四大类,其中以结晶结构、交代结构和固溶体分离结构为主(图5G、图5H)。

3.3 角岩化泥质粉砂岩中的热液充填型矿体

(1)矿体特征

目前的勘探成果显示,矿体规模较小、地表未见露头,埋藏深度变化大,空间上连续性较差(图6),分布于与花岗闪长斑岩接触带附近的志留系殿背组、清水组泥质粉砂岩中。Mo平均品位约为0.036%,Cu平均品位0.35%,共伴生银、硫。围岩蚀变主要为角岩化、硅化。石英脉内具有不连续分布的黄铜矿化和辉钼矿化(图5C)。

(2)矿石特征

该类矿石主要有细脉-网脉状矿石和角砾状矿石。矿石构造以细脉-网脉状为主。矿石结构以结晶

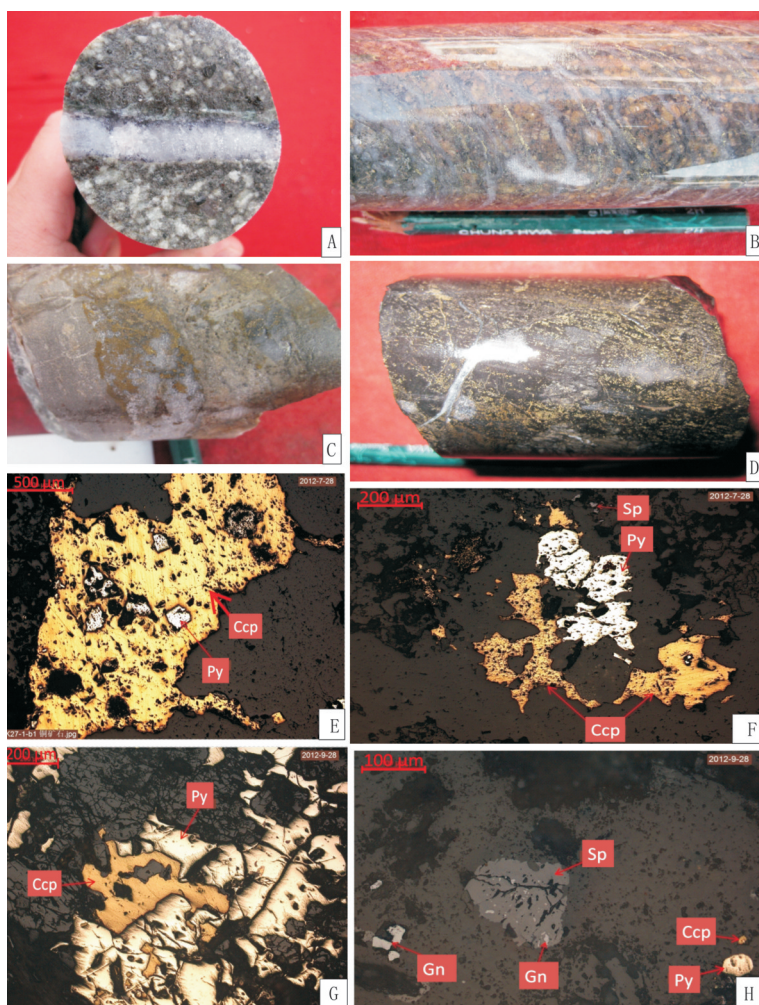


图5 典型矿石特征

Fig.5 The typical characteristic of ore

A.ZK27-2/291.8 m处花岗闪长斑岩中辉钼矿-石英脉; B.ZK39-5/406 m处 花岗闪长斑岩中细脉-浸染状黄铜矿+黄铁矿-石英脉; C.ZK23-0/114.28 m处砂岩中黄铜矿-石英脉; D.ZK35-6/844.5 m处蛇纹石砂卡岩中稠密浸染状、细脉状黄铜矿; E.ZK27-1/279.0 m处包含结构,黄铜矿中包含自形-他形黄铁矿颗粒; F.ZK11-1/148.7 m处他形粒状结构,黄铜矿、黄铁矿、闪锌矿均呈不规则粒状分布; G.ZK7-6/386 m处交代结构,黄铜矿呈他形粒状局部交代并熔蚀片状黄铁矿; H.ZK27-6/235.0 m处乳滴状结构,闪锌矿中不规则粒状方铅矿;注:Ccp-黄铜矿;Py-黄铁矿;Sp-闪锌矿;Gn-方铅矿)

结构、交代结构为主。

金属矿物主要为黄铜矿、辉钼矿、辉银矿、黄铁矿,次为方铅矿、闪锌矿等。主要非金属矿物为石英、长石等。

4 矿床成因探讨

4.1 成矿岩浆岩的厘定

矿区主要发育有三种矿体类型,分别为斑岩型矿体、矽卡岩型矿体和角岩化泥质粉砂岩中的热液充填型矿体。斑岩型矿体以Cu、Mo为主,矿石矿物

主要以细脉-浸染状的形式赋存于花岗闪长斑岩;矽卡岩型矿体以Cu、Mo为主,矿石矿物以浸染状和细脉-网脉状分布于花岗闪长斑岩与汤头组、汤山组碳酸盐岩接触带的矽卡岩及围岩中;角岩化泥质粉砂岩中的热液充填型矿体成矿元素以Cu为主,产于梨树窝组与殿背组泥质砂页岩中,矿化与硅化密切相关。自花岗闪长斑岩至奥陶系碳酸盐岩总体表现出钾长石+黑云母化+硅化→绿泥石化+绿帘石化→黄铁绢云岩化、高岭土化→蛇纹石、石榴子石、透辉石矽卡岩化→大理岩化的蚀变特征,这与典型斑岩-矽卡岩型矿床的蚀变特征相似^[11,12],指示出宝山花岗闪长斑岩为宝山矿区矽卡岩型矿体的成矿母岩。花岗闪长斑岩与志留系泥质粉砂岩接触具有较为明显的角岩化与脉状、网状硅化,矿石矿物黄铜矿、辉钼矿等主要以细脉状、浸染状的形式产出于石英脉中及两侧。

三类矿体的地质特征表明,它们成因上存在联系,成矿作用主要受控于花岗闪长斑岩,只是成矿物质聚集沉淀的空间位置存在区别。

4.2 成矿岩浆岩地球化学特征

成矿花岗闪长斑岩均亏损Nb、Ta、Y等高场强元素,富集Rb、Ba、Th、U等大离子亲石元素;Rb/Sr远大于1;具负铈和弱负钕异常,稀土配分型式均为轻稀土富集型的准铝质高钾钙碱性岩石系列^[13],与九瑞地区武山、城门山等矿区花岗质岩石的特征基本一致^[14]。

4.3 成矿时代

辉钼矿Re-Os同位素测试结果显示^[15],宝山铜多金属矿床的成矿时代为 $147.2 \pm 3.6 \text{ Ma} \sim 150.5 \pm 2.7 \text{ Ma}$ 。为长江中下游Cu-Au-Mo(Fe)多金属成矿高峰期($140 \pm 5 \text{ Ma}$)的产物;对应于燕山期古太平洋板块或Izanagi板块向欧亚大陆俯冲引起导致中国东部岩石圈构造体制由EW向特提斯构造域向NE向太平洋构造域大转折的大地背景^[1]。

4.4 成矿物质来源

宝山矿床辉钼矿中Re含量为 $112.8 \pm 1.01 \sim 661.82 \pm 5.50 \text{ ug/g}$ ^[13]与长江中下游Cu-Au-Mo(Fe)多

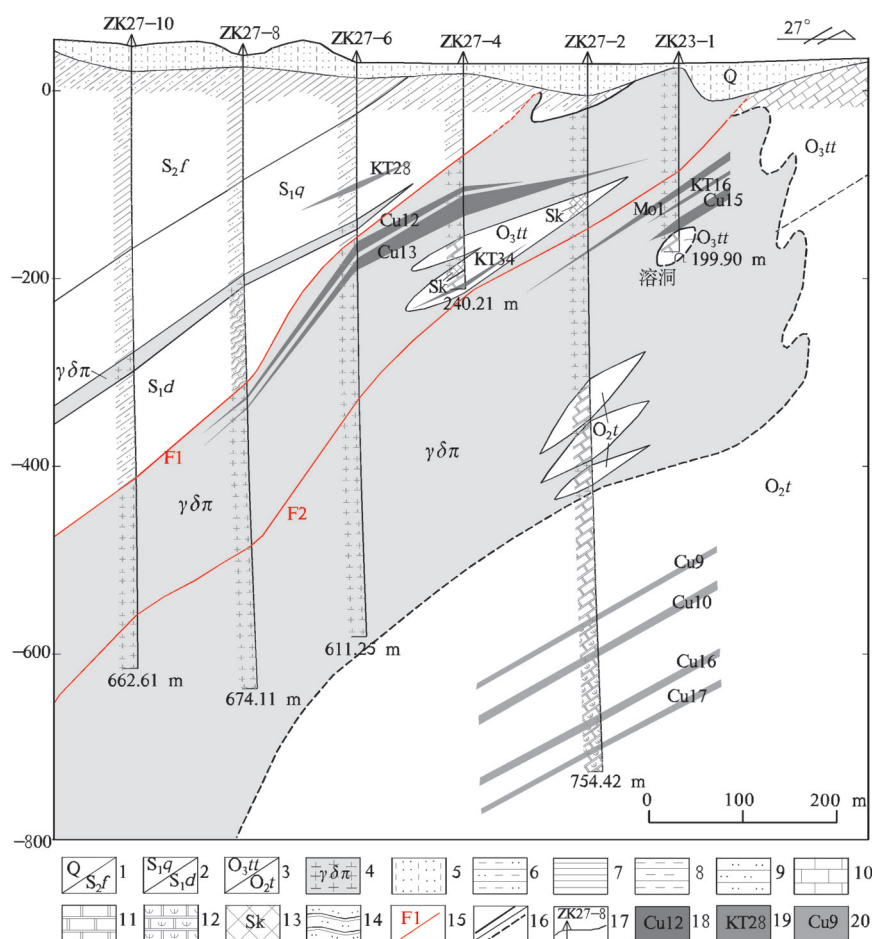


图6 宝山矿区27号勘探线剖面图

Fig.6 No.27 exploration line profile of the Baoshan ore deposit

1.第四系/中志留统坟头组;2.下志留统清水组/下志留统殿背组;3.上奥陶统汤头组/中奥陶统汤头组;4.花岗闪长斑岩;5.亚粘土;6.粉砂质泥岩;7.页岩;8.泥岩;9.粉砂岩;10.灰岩;11.大理岩;12.矽卡岩化大理岩;13.矽卡岩;14.变质砂岩;15.实测断层及编号;16.实测地质界线/推测地质界线;17.钻孔位置及编号;18.斑岩型矿体及编号;19.角岩化泥质粉砂岩中的热液充填型矿体及编号;20.矽卡岩型矿体及编号

金属成矿的高峰期(140 ± 5 Ma)壳幔同熔所引起的岩浆活动形成的武山、城门山矿床辉钼矿中Re含量相近。武山铜矿床辉钼矿中Re含量 267.17 ± 2.09 678.91 ± 7.07 $\mu\text{g/g}^{[16]}$ 、城门山铜矿中辉钼矿Re含量为 $305 \pm 0.05 \sim 931 \pm 0.1$ $\mu\text{g/g}^{[4]}$ 。指示出宝山铜多金属矿床的成矿物质可能源于中国东部岩石圈构造域大转折背景下,软流圈上涌和玄武质岩浆底侵而导致壳幔同熔所引起的岩浆活动,与毛景文和李进文等的结论相同^[1,14]。

5 结论

1)矿床主要由斑岩型铜(钼、银)矿体、接触带矽卡岩型铜、钼(银)矿体、角岩化变质粉砂岩内热液充

填型铜金(钼、银)矿体组成。三类矿体在成因上存在联系,成矿作用主要受控于花岗闪长斑岩,只是成矿物质沉淀的空间位置存在区别。

2)矿床为与高钾钙碱性重熔型花岗闪长斑岩成因密切联系的构造-岩浆岩“三位一体”的成矿形式,即矿体赋存于斑岩、矽卡岩、角岩化泥质粉砂岩中所形成的“斑岩型-矽卡岩型-热液充填型”复合型成矿模式。

3)宝山矿床成矿时代为 147.2 ± 3.6 Ma ~ 150.5 ± 2.7 Ma,属长江中下游Cu-Au-Mo(Fe)多金属成矿高峰期(140 ± 5 Ma),为燕山期古太平洋板块或Izanagi板块向欧亚大陆俯冲引起导致中国东部岩石圈构造体制由EW向特提斯构造域向NE向太平洋构造域大转折的大地构造背景,诱发的软流圈上涌和玄武质岩浆底侵、壳幔同熔所引起的岩浆活动的产物。

致谢: 本文系集体劳动成果,野外地质矿产勘查过程中得到了瑞昌市地方政府与省国土资源厅、省地矿局的大力支持,南京

大学内生金属成矿机制研究国家重点实验室蒋少涌教授作了宝山斑岩体成矿机制大量研究工作;成文过程得到了江西省地质调查研究院总工程师楼法生教授级高工,院副总工程师谢明明高级工程师,院地质勘查所刘细元高级工程师悉心指导与帮助,在此深表谢意。

参考文献:

- [1] 毛景文, Holly STEIN, 杜安道, 等. 长江中下游地区铜金(钼)矿 Re-Os 年龄测定及其对成矿作用的指示[J]. 地质学报, 2004, 01: 121-131.
- [2] 陈志洪, 邢光福, 郭坤一, 等. 长江中下游成矿带九瑞矿集区(北部)含矿岩体的锆石 U-Pb 定年及其地质意义[J]. 地质学报, 2011, 07: 1146-1158.
- [3] 黄修保, 裴荣富, 梅燕雄, 等. 江西九瑞坳下一丁家山地质

- 特征及找矿前景分析[J]. 地质与勘探, 2011, 04: 531-542.
- [4] 高林志, 杨明桂, 丁孝忠等. 华南双桥山群和河上镇群凝灰岩中的锆石 SHRMP U-Pb 年龄—对江南新元古代造山带演化的制约[J]. 地质通报, 2008, 27(10): 1744-1751
- [5] 常印佛, 周涛发, 范裕. 复合成矿与构造转换—以长江中下游成矿带为例[J]. 岩石学报, 2012, 10: 3067-3075.
- [6] 钟良水. 江西九瑞铜金矿床控矿条件及成矿预测[J]. 地质与勘探, 1991, 09: 1-8.
- [7] 翟裕生, 姚书振, 林新多, 等. 长江中下游地区铁、铜等成矿规律研究[J]. 矿床地质, 1992, 01: 1-12.
- [8] 吴良士, 邹晓秋. 江西城门山铜矿铼-钨同位素年龄研究[J]. 矿床地质, 1997, 04: 89-94.
- [9] 杨明桂, 王发宁, 曾勇, 等. 江西西北部金属成矿地质特征[M]. 北京: 大地出版社, 2004.
- [10] 张旗, 王焰, 钱青, 等. 中国东部燕山期埃达克岩的特征及其构造—成矿意义[J]. 岩石学报, 2001, 02: 236-244.
- [11] 唐菊兴, 王登红, 汪雄武, 等. 西藏甲玛铜多金属矿矿床地质特征及其矿床模型[J]. 地球学报, 2010, 04: 495-506.
- [12] SILLITOE R H. Porphyry copper systems[J]. Economic Geology, 2010, 105: 3-41.
- [13] 楼法生, 李永明, 王先广, 等. 江西省瑞昌市宝山-夫山铜多金属矿调查评价地质报告[R]. 江西省地质调查研究院(内部资料), 2014.
- [14] 蒋少涌, 李亮, 朱碧, 等. 江西武山铜矿区花岗闪长斑岩的地球化学和 Sr-Nd-Hf 同位素组成及成因探讨[J]. 岩石学报, 2008, 08: 1679-1690.
- [15] 胡正华, 王先广, 李永明, 等. 长江中下游九瑞矿集区宝山铜多金属矿床辉钼矿 Re-Os 测年及其地质意义[J]. 地球学报, 待刊.
- [16] 李进文, 李旭辉, 裴荣富, 等. 江西武山铜矿南矿带辉钼矿 Re-Os 同位素年龄及其地质意义[J]. 地质学报, 2007, 81(6): 801-807.

Discussion on the Geological Characteristics of Baoshan Cu Polymetallic Deposit and Its Genesis in Jiujiang-Ruichang Ore Concentration Area, Jiangxi Province

LI Yong-ming¹, WANG Xian-guang², LI Ji-ming¹, ZENG Qing-quan¹, HU Zheng-Hua^{1,3},
WANG De-liang⁴, WANG Mu-shun⁵

(1. Jiangxi institute of Geological survey, Nanchang, 330030, China; 2. Jiangxi provincial geological survey fund management center Nanchang, 330025, China; 3. Chengdu University of Technology, Chengdu, 610059, China; 4. Ruichang Shuangqiao Mining Co. Ltd. Ruichang Jiangxi, 332200, China; 5. Ruichang Yu Rui Mining Co. Ltd. Ruichang Jiangxi, 332200, China)

Abstract: Baoshan copper polymetallic deposit is located in the town of Ruichang City, Jiangxi Province. Xia fan is the first as large or medium-sized copper polymetallic deposit newly found in Baoshan - Jiujiang Ruichang ore metallogenic belt in the middle and lower reaches of Yangtze River Bridge in areas dorsal nucleus of department. Mainly by the porphyry copper(silver) deposit, contact skarn type copper, molybdenum (silver) deposit, hornfels and metamorphic siltstone hydrothermal filling type copper (molybdenum, silver and gold) ore bodies. The mineralization is closely related with the North East to the F1 fault and the NW trending F2 fault. The Baoshan deposit of porphyry copper ore bodies are veinlet disseminated - dense, sparse contaminated products out of granodiorite porphyry, orebody shape stratoid, lenticular. Skarn type copper polymetallic ore with disseminated and veinlet - net vein in the granodiorite porphyry and the Ordovician carbonate rocks in the contact zone and fractured surrounding rock, stratoid, lenticular output. Hornfels and hydrothermal fillingsilty sandstone copper polymetallic ore, ore body in the smaller scale, with thin vein stockwork chalcopyrite, molybdenite quartz veins in the form of distribution to and granodiorite porphyry contact zone near the temple back group, water group of Silurian argillaceous siltstone, alens occurrence. Three types of ore bodies are associated in genesis, the mineralization is mainly controlled by the granodiorite porphyry, is just the space position of ore-forming material precipitation difference. The Baoshan deposit metallogenic mechanism of tectonic and high potassium calc alkaline remelting type granodiorite porphyry origin closely related magmatic rocks "Trinity", that is, the ore bodies are hosted in the porphyry and skarn hornfels formed rocks, argillaceous siltstone in the porphyry skarn hydrothermal filling "composite type deposit.

Key word: Jiujiang Ruichang ore concentration area; Baoshan; copper polymetallic ore deposit; geological characteristics; deposit genesis