铜岩山地区原生地球化学特征及找矿评价

邹长毅，刘应汉，邵 跃，李应桂
（中国地质科学院 地球物理地球化学勘查研究所，河北 廊坊 065000）

摘 要： 通过对浙江省铜岩山地区进行的“面型”岩石测量工作，发现了以 Cu 为主的多元素组合“高、大、全”原生地球化学异常。并且发现了几处新的矿化地点以及新的 Cu 矿化类型。经过综合分析研究原生地球化学异常特征、钻探验证结果、蚀变矿化及前人工作成果后，对工作区内找矿方向提出了新看法。

关键词： 铜岩山；原生地球化学特征；找矿评价；浙江省
中图分类号： P632.1；P618.4 文献标识码： A 文章编号： 1001-1412(2006)02-0129-04

0 引言

铜岩山铜多金属矿床位于浙江省诸暨市东南约 20 km处。属诸暨市浬浦镇、陈蔡区管辖。20 世纪 50 年代以来，除矿区普查（详查）-勘探外，众多生产、科研单位先后在铜岩山地区开展了地质、矿床、地球物理、地球化学勘查和科学研究，取得了丰硕的成果，发表了不少论文和著作，但在找矿方面没有新的重大突破。

1/20 万水系沉积物测量在铜岩山地区圈出了 Cu 异常，其内带 $w(Cu)=187\times10^{-6}$ 的异常范围约 30 km^2，并伴有 Au, Ag, Zn, Cd, As, Sb, Mo, W 等元素的异常。参照以往的地质、矿产等资料，专家认为这种区域化探异常是寻找以 Cu 为主矿产的有利地区。因此在区域异常浓集区内选出 20 km^2 进行地表岩石测量工作。

1 铜岩山区域地质概况

铜岩山工作区位于江山—绍兴 NNE 向断裂带及其两侧。江山—绍兴断裂带的北西侧属扬子地台区，其南东侧属华南褶皱系范畴。该断裂带控制着本区铜、多金属、金等矿产的分布。区内出露地层主要为前震旦系陈蔡群（AnZch）中深变质岩系，主要岩性为云英片岩、斜长片麻岩、二长浅粒岩、变粒岩、斜长角闪（片）岩及大理岩、石英岩、石墨片岩等。陈蔡群是浙江省很有经济意义的含矿层位。

江山—绍兴断裂带在区内主要表现形式为韧性剪切带。该韧性剪切带宽约 300～1 000 m，从测区中西部穿过，韧性剪切带内的糜棱岩和千糜岩原岩为石英闪长岩或陈蔡群岩石。区内断裂发育，主要为 NE 向压扭性断裂，伴有近 EW 向或近 SN 向剪性断裂，有的 NE 向压扭性断裂被脉岩或石英脉充填，断裂内可见黄铁矿、黄铜矿、铅锌矿化现象。

区内出露的侵入岩主要有晋宁期石英闪长岩、花岗闪长斑岩以及花岗岩、正长斑岩、花岗斑岩、石英斑岩、霏细（斑）岩等脉岩。其中花岗闪长斑岩复式岩体已部分黄铁矿化、黄铜矿化、硅化。

2 矿化特征

铜岩山小型铜多金属矿床位于江山—绍兴深断裂带的南东侧。矿区内出露地层为陈蔡群，主要岩性为石英绢云母片岩、长石石英岩、角闪片岩、云母片岩、大理岩以及石英岩、石墨片岩，大理岩已大部夕卡岩化。地表褐铁矿化及孔雀石化细脉带较发育，并常见团块状石英、方解石、褐铁矿和孔雀石（化）带。特别是在大高坞—周家坞地段紫色铜草（海州香薷）成片发育。

矿区内变质作用、构造运动强烈，岩浆活动频

收稿日期：2005-03-30
基金项目：地质矿产部重点找矿项目资助。
作者简介：邹长毅（1951-），男，吉林乾安人，教授级高级工程师，1975 年毕业于长春地质学院，现在中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所从事勘查地球化学方法技术研究。

繁,出露有花岗岩、花岗闪长斑岩、正长斑岩、霏细(斑)岩、闪长玢岩等。

蚀变带分布在吾家坞—小兼溪一带的岩株状花岗闪长斑岩体的南东侧,即铜岩山—周家坞地段,从岩体向矿床(SE)方向依次为Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ,Ⅴ号蚀变带,蚀变带走向NE,与区域构造线、地层走向基本一致,主要由夕卡岩组成,夹片岩。

最大的矿体是位于第Ⅱ蚀变带内的4号铜锌矿体,呈似层状,走向30°~45°,倾向SE,倾角32°~40°,主要赋存于薄层石榴石夕卡岩中。锌生成较早,为黑色铁闪锌矿,其中包含有同期固溶体分解之乳滴状黄铜矿斑点。铜主要为后期叠加于锌矿之上形成铜锌矿体,也形成单一铜矿体。闪锌矿常以小团块分布,黄铜矿主要呈星散状、细脉浸染状分布于石榴石夕卡岩内。

其次是产在第Ⅲ蚀变带的7号铅锌矿体,位于150 m水平标高以上,矿体充填于大理岩内的F1纵断层中,地表有铁帽,走向约呈45°,倾向SE,倾角25°~45°,矿体为锌、铅、铜、黄铁矿共生矿体,以闪锌矿、方铅矿为主,黄铁矿、黄铜矿次之,黄铜矿呈浸染状分布,余者呈团块状分布。

与夕卡岩有关的矿体断续分布于铜岩山—周家坞—大兼溪一带,水平方向距其北西侧花岗斑岩体约100~700 m。从北东至南西方向,矿化特征依次为:周家坞一带以Cu矿化为主,伴有Zn,Mo矿化;铜岩山一带以Zn,Cu为主,Pb次之;铜岩山脚南侧以Pb,Zn矿化为主,再向南西侧以Au矿化为主。矿液交代夕卡岩所形成矿体较贫,金属矿物呈星散状、细脉浸染状、小团块状分布,相对较稳定,交代大理岩和充填裂隙的以致密团块状多见,品位较高,但不稳定,矿体与围岩之间界线清楚。

主要金属矿物以闪锌矿、黄铜矿为主,次为方铅矿、黄铁矿、辉钼矿等。脉石矿物由夕卡岩矿物和石英、方解石等组成。矿石中伴生的元素有Fe,Mn,Be,Ti,V,Co,Ni,Ag,Bi,Cd,Ga,Au等。

铜岩山铜多金属矿床成因类型有几种不同的观点。① 夕卡岩成因;② 与混合岩化作用有关的高-中温热液交代矿床,或与混合岩化作用有关的夕卡岩型矿床;③ 层控型矿床。

3 地表岩石异常特征

在铜岩山及其外围20 km²范围内,采用“面型”岩石测量技术,以250 m×250 m方格为一采样单元,在每个采样单元内,不同地方,分布较均匀地采集具有代表性的8~10个子样品,组成一个组合样。尽量采集裂隙充填物,没有裂隙充填物时采集新鲜岩石。全区共采集岩石样品(单元样)320件。

分析测试结果表明16种元素异常具有找矿评价的意义。图1示出该区20 km²地表岩石测量结果11种元素(Cu,Pb,Zn,Au,Ag,Sb,As,Hg,Mo,W,Sn)的地球化学异常图(其中Bi,K,Na,Rb,Cs元素未附图)。

各元素地球化学异常的描述和讨论如下:

(1)Cu元素形成了面状异常,异常形态较规整,连续性好,呈似椭圆状NE向展布。Cu异常的范围大、浓度高,浓度梯度较陡。以$w(Cu)>400\times10^{-6}$圈定的异常范围达3 km²,$w(Cu)>100\times10^{-6}$的异常范围>6 km²;$w(Cu)>1\ 000\times10^{-6}$的异常范围约为2 km²,其中有6个采样单元的组合样$w(Cu)>10\ 000\times10^{-6}$,有一个Cu高含量单元与已知的铜岩山多金属矿相对应。

(2)Hg,Sb异常分布的态势大体相似,浓度偏低,推测为该矿化带的前缘元素异常。异常分布的范围也较小,若与Cu异常相比,处于Cu异常浓度较高的中心位置上。

(3)Au,Ag,(Bi)3元素分布的态势大体相似。其中$w(Au)>100\times10^{-9}$,$w(Ag)>1.6\times10^{-6}$和$w(Bi)>6\times10^{-6}$分布的趋势较一致,似乎出现南北相对应的两片呈EW方向展布的强异常带。但Au和Ag异常的总体分布趋势是NE方向,其主体异常偏向测区的南西部。这3个元素与金矿化有关,从Au,Ag异常浓度高、分布范围较大推测,本区应具有较强烈的Au矿化作用,可以形成具有经济价值的金矿床。由于其伴生元素Bi异常已经出现,估计Au,Ag矿化带已遭受一定程度的剥蚀,金矿化富集带已暴露地表,地表应有具工业品位的金矿脉。

(4)Pb,Zn,As 3元素分布的态势较相似。其中Pb,Zn异常浓度较高,有$w(Pb)>800\times10^{-6}$和$w(Zn)>2\ 000\times10^{-6}$样品出现,As异常含量较低,多为$200\times10^{-6}$以下。故推测Pb,Zn可形成有经济意义的伴生矿化,有利用价值。从Pb,As异常分布的态势也可以看出有以吾家坞为中心呈环状分布的趋势,Zn仅形成了东半环。

(5)Mo,W,Sn 3元素形成了面状异常,异常形态较规整,分布的态势相似,呈似椭圆状NE向展布。Mo异常的范围略比Cu小,浓度也较低,以$<20\times10^{-6}$为主。w(W)和w(Sn)更低,已降至6×10^{-6}~12×10^{-6}。

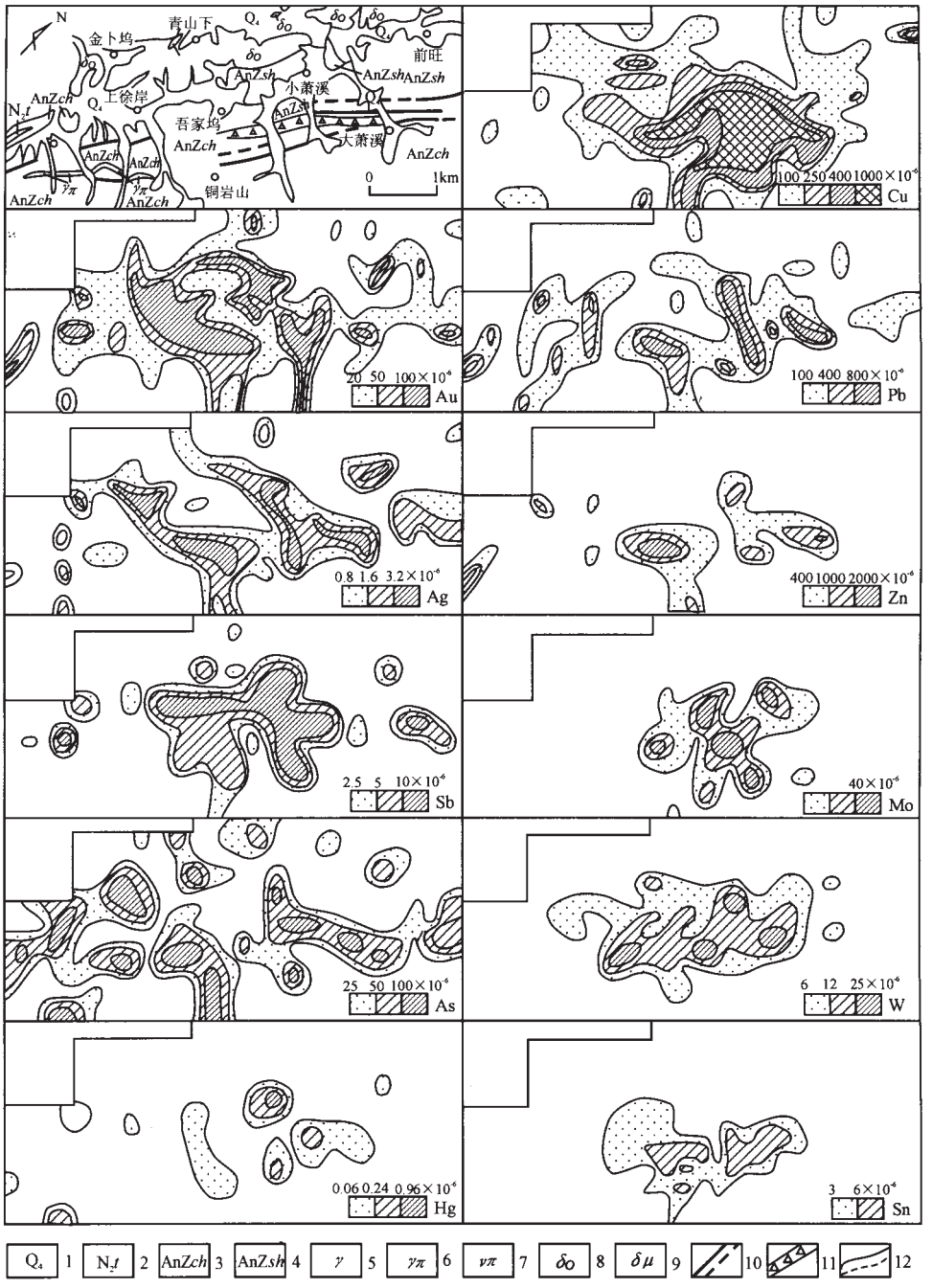

图 1　铜岩山地区岩石测量地球化学异常图

Fig.1 Litho geochemical anomly map of Tongyanshan area

1. 第四系洪冲积层　2. 第三系铜岭祝组　3. 前震旦系陈蔡群　4. 前震旦系双溪坞群
5. 花岗岩　6. 花岗斑岩　7. 霏细(斑)岩　8. 石英闪长岩　9. 闪长玢岩
10. 断层　11. 挤压破碎带　12. 地质界线

Cu, Mo, W, Sn 异常出现的位置与 Hg, Sb 异常的位置大体相当，与 Pb, Zn, Ag, As, Au 异常位置相比略偏向北东。Pb, Zn, Ag, As 异常在其中部以吾家坞为中心，从高头—大高坞—铜岩山—铜岩山脚—高头呈环状分布，在吾家坞一带为环状异常的“空心地带”。而 Cu, Mo, W, Sn 异常则是从吾家坞—铜岩山—大高坞—高头—吾家坞呈椭圆形分布的面状异常。这是一种斑岩矿化指示元素异常的分布态势。

综上所述，本区存在一个规模很大、元素较多的综合岩石地球化学异常(16 个元素)。各元素异常分

布的态势尽管有所不同,但总体看来,均显示出 NE 向分布的趋势。此外,尽管各元素异常分布的位置和范围不尽相同,但宏观上是相互叠置的,没有显示出明显的水平分带迹象。如果将综合异常按通用分带序列叠合起来,则从上至下获得的垂直分带为:Hg, Sb-As, Pb, Zn-Au, Ag, (Bi)-Cu, Mo, W, Sn。这一分带序列可认为是比较典型的 Au, Cu, Mo 斑岩矿化系列。

4 找矿评价

根据我们在铜岩山地区工作获得的地球化学勘查、地质、钻探、地球物理勘查等工作成果,同时参考了前人在本区的工作结果,作如下总结与建议:

(1)根据综合异常中各元素异常的浓度分级推测,该综合异常中的主成矿元素应为 Au, Cu(Mo),是主要找矿对象。Pb, Zn, Ag 是伴生组分。Au, Cu 异常的浓度高、范围大、伴生异常元素多,说明本区矿化作用强烈,是寻找 Au, Cu(Mo)矿化极为有利的地区。

(2)已知铜岩山铜多金属矿床位于异常的南西边缘。在综合分析前人资料的基础上,从岩石测量结果的异常元素组合、浓度分带、规模来看,目前已知的小型铜多金属矿床不能够引起这样大规模的多元素组合异常。

(3)在异常区内小兼溪村南东约 900 m 处新发现蚀变安山质火山岩,呈"球状"风化,其球层状构造由外层向核心方向,孔雀石含量急剧增多。其内核孔雀石化、褐铁矿化较强烈,并有小空洞。岩石呈现绿色,经采样分析,该球状物风化的外层 w(Cu)=0.35%,外层与内核之间 w(Cu)=0.45%,内核 w(Cu)=2.8%,平均 w(Cu)=2.65%。据此推测其深部应有一层含 Cu 较高的矿化层。

(4)在周家坞村西新发现一条蚀变矿化破碎带,破碎带中黄铁矿化强烈。经分析,蚀变矿化破碎带中 w(Cu)=0.5%。

(5)本次工作在花岗斑岩体的北西侧发现了绿泥石化、黄铁矿化带;另在小兼溪村南约 350 m 处采样单元的组合样品 $w(Cu)>10\,000\times10^{-6}$。

(6)上世纪 60 年代中后期,矿区详勘阶段大多数钻孔深度均在 200 m 以内,只有几个钻孔深度超过 300 m。本次钻探验证结果为:ZK1 孔深 502 m,主要岩性为石英云母片岩和片麻岩,全孔 Cu 矿化,一般为 100×10^{-6}~300×10^{-6},终孔前 Cu 矿化应无减弱趋势。ZK2 孔深 572 m,岩性主要为石英片岩、夕卡岩、大理岩、角闪片岩及花岗岩等,共计打到铜矿(化)11 层,总厚度为 28.16 m,其中有 6 段达到工业品位,总厚度为 13.41 m。孔深 400 m 以上 w(Cu)基本大于 400×10^{-6},至终孔 w(Cu)一般为 100×10^{-6}~300×10^{-6}。ZK4 孔深 500 m,均为中酸性岩体,全孔 Cu 矿化,一般在 100×10^{-6}~200×10^{-6}。其中有 4 段(长 9.55 m)达到铜矿边界品位,达到铜矿(长 0.87 m)和铅矿(长 0.85 m)工业品位各 1 段。

本次钻探验证证实了该区有隐伏岩体存在。基本上达到了验证目的,但见矿情况不如原来预料的那样好,没有找到具经济意义的矿床。原因是钻孔均位于小兼溪村—周家坞村一线,即 Cu 高含量异常区的北东边缘。钻孔远离了 Cu 高含量异常区,没有打在预期的矿化富集部位。

(7)靠近花岗斑岩体的Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ号蚀变带即长又宽,规模大。蚀变矿化亦强烈。距花岗斑岩体较远的Ⅳ,Ⅴ号蚀变带规模较小,蚀变矿化亦较弱。Ⅰ,Ⅱ号蚀变带主要为铜锌矿化,Ⅲ号蚀变带以铅锌矿化为主。上述情况表明蚀变、矿化与花岗斑岩体有一定的成生联系。

根据 ZK4 孔所见的矿化花岗斑岩体、花岗斑岩体北西侧的矿化蚀变带、花岗斑岩体南东侧的铜岩山夕卡岩型铜多金属矿床、周家坞村 Cu 矿化破碎带,以及岩石异常元素组合等资料综合分析,推测铜岩山地区成矿作用为斑岩型-夕卡岩型-脉状复合型铜多金属成矿系列。目前已发现的矿体主要是夕卡岩型铜、锌、铅矿体。向花岗斑岩体北西侧及南东侧深部(即铜岩山铜多金属矿床深部)可能存在矿化富集部位;此外,花岗斑岩体本身亦可能有斑岩型矿化富集地段。根据多年工作成果分析,本区具有良好的找矿前景。

参考文献:

[1] 邵跃.矿床元素原生分带的研究及其在地球化学找矿中的应用[J].地质与勘探,1984,(2):47-55.

[2] 邵跃.热液矿床岩石测量(原生晕法)找矿[M].北京:地质出版社,1997.

[3] 浙江省区域地质测量大队.1:200000 诸暨幅(H-51-Ⅸ)区域地质调查报告[R].杭州:浙江省地质矿产勘查局,1975.

(下转第 146 页)

ANALYSIS ON ORE-FORMING HYDROGEOLOGY CONDITION IN CHAOSHUI BASIN

LIU Jin-hui[1], CHEN Gong-xin[1], WANG Lian-she[2]
(1. East China Institute of Technology, Fuzhou, 344000, China;
2. 290 Institute of Nuclear industry department, Shaoguan, 512026, China)

Abstract: On the basis of systematic analytsis on physical geography and geological set, the hydrogeology conditions of Chaoshui basin, such as groundwater type, water charactestics, hydrogeological property and hydrogeochemistry charactestics, are studied according to results of research and field inverstgation, and uranium ore-forming hydrogeology conditions in Chaoshui basin are known in this paper.
Key Words: uranium ore formation; hydrogeology; Chaoshui basin; Gansu-Nei Mongol

(上接第 128 页)

参考文献:

[1] 廖卓庭, 吴国干. 新疆三塘湖盆地含油气地[M]. 南京: 东南大学出版社, 1998. 1-138.
[2] 粟维民, 梁浩. 三塘湖盆地上二叠统芦草沟组沉积环境[J]. 新疆石油地质, 2001, 22(6): 497-498.
[3] 唐勇, 郭晓燕, 浦世照, 等. 马郎凹陷芦草沟组储集特征及有利储集相带[J]. 新疆石油地质, 2003, 24(4): 299-301.
[4] 冯增昭. 沉积岩石学[M]. 北京: 石油工业出版社, 1993.

CHARACTERISTICS AND CONTROLLING FACTOR OF RESERVOIR IN LUCAOGOU FORMATION OF MALANG DEPRESS

LI Jun-wen[1], CHEN Hong-de1,[2], WU Xin-he[1]
(1. Sedimentary Geology Institute Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China;
2. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: Malang Depresss covering an area of 1500 km^2 is located at the middle of the Santanghu Basin. It is the key target for oil gas reservoir of the Permian Lucaogou formation. The reservoir is characterized by many rock types in oreder of carbonate rock and tuff, then volcanics; interspace of the reservoir by a variety of types, such as matrix dissolution pore(including intercrystal, intracrystal and slit dissolution pore) and slit, minipore thin-throat and minipore mirco-throat,as well as low porosity and permeability. Then the paper sums up the dominant factors affecting the reservoir characteristics. Among them, burial erosion diagenesis, dolomitization, reservoir lithology and tectonism are the most important
Key Words: Lucaogou formation; Malang Depresss; Reservoir; Tectonism

(上接第 132 页)

PRIMARY GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE TONGYANSHAN REGION AND PROSPECTING EVALUATION

ZOU Chang-yi, LIU Ying-han, SHAO Yue, LI Ying-gui
(Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, CAGS, Langfang 065000, China)

Abstract: Litho-geochemical coverage survey in Tongyanshan area outlines "high concentration","large scale" and "multiple element" Cu-dominated anomlies. And some Cu mineralization occurrences and new mineralization types are discovered. Based on comprehensive analysis of characteristics of the geochemical anomlies, drilling and the mineralized alteration new ideas about ore searching directions are put forward.
Key Words: Tongyanshan; primary geochemical characteristics; prospecting evaluation; Zhejiang province