9-13

1

## 贵池铜山铜矿微量元素地球化学特征研究

李立平 邵洁涟 (中国地质大学·武汉)

P618-410.4

对铜山铜矿岩石及矿体的微量元素地球化学特征用多元统计分析 方法进行了初步研究,查明了成矿元素在各类岩石中的分布特征及铜、 金矿化的指示元素,并采用浓集指数法计算了矿体的垂向分带序列,建 立了区分不同矿化类型及接触带矿体深度变化的元素比值标志。为找 矿勘探及深部评价提供了良好的标志。 新家社族、

关键词 铜矿 微量元素 找矿标志

贵池铜山铜矿是长江中下游铜铁成矿带 的中型夕卡岩型铜、硫、铁综合矿床,还伴生 有益组分金、银、钴、钼、硒、锌、镓等、本文主 要是通过研究微量元素组合、分带序列及某 些特定比值,为找矿及评价提供微量元素标 志。

1 矿区地质概况

A

铜山铜矿处于江南地轴和淮阳古陆之间 的下扬子坳陷褶皱带中的铜陵一贵池断褶束 贵池背向斜的西段。矿区内出露的地层有志 留系上统茅山组,泥盆系上统五通组,石炭系 中统黄龙组、上统船山组,二叠系下统栖霞 组、孤峰组,上统龙潭组、大隆组,三叠系下统 殷坑组、龙山组、扁担山组及第四系。栖霞组 为主要含矿地层,已遭受强烈大理岩化。

矿区位于姥山背斜由西部东西向轴向向 东转为北东向轴向的弧形构造转折处的南 翼。断裂构造十分发育,主要有北东向、近东 西向及北西一北北西向3组。北东向和东西 向断裂构造是主要控岩、控矿构造。

铜山岩体是燕山早期中酸性小侵入体, 出露面积约2km²。主要岩石类型为花岗闪长 斑岩。岩体内含有大量大小不一的围岩捕虏

本文1993 年 5 月收到,张旭明编辑。

体。在一大捕虏体的接触带产出了 29 号及 32 号矿体,而岩体的上接触带则控制着4号 矿体的产出。岩体内还分布有许多小透镜状 矿体。显然该岩体与成矿关系十分密切。区 内还有少量闪斜煌斑岩脉发育。

岩体围岩为志留系、泥盆系及二叠系,均 遭受了不同程度的接触变质作用、接触交代 作用及热液蚀变作用。

铜山铜矿是铜、硫、铁综合矿床,还有金、 银、钴、钼、硒、锌、镓等可综合回收利用。主矿 体有 4 号、29 号和 32 号 3 个,产于岩体与围 岩或捕虏体的接触带,为夕卡岩型。小矿体有 95个,在岩体内部、接触带及围岩中均有分 布,矿化类型也较多。矿体多为透镜状。主要 矿石类型有含铜黄(白)铁矿型、含铜磁铁矿 型、含铜夕卡岩型及黄铁矿型等。

2 成矿元素在各类岩石中的分布特征

矿区地层的主要岩石为砂质岩(砂岩和 砂质页岩等)、硅质岩(硅质灰岩、硅质页岩) 和大理岩。岩浆岩以花岗闪长斑岩为主,另有 少量闪斜煌斑岩。为查明岩石中铜、金元素的 分布特征,对其含量变化进行了统计分析(表 1),

	砂质岩		硅质岩		大理岩		花岗闪长斑岩	
	Au	Cu	Au	Cu	An	Cu	Au	Cu
	3.748	17.883	4.564	58-566	4. 994	52.401	12.972	68.494
方差 S <sup>2</sup>	3.482	53.48	15.938	2029.679	10.608	1011.581	1538.12	2566.03
变异系数 Ⅴ%	49.8	40.9	87.5	76.9	65.2	60. 7	302	214
	ě	。岩	页岩	+枪土	碳	 酸岩	花	·
的平均值 <sup>®</sup>	12		1	57	14	4	4.5	20

表1 各类岩石中铜、金元素含量统计参数表

(1)Au(10<sup>-9</sup>),Cu(10<sup>-6</sup>),

②据 Turekian & Wedepohl (1961), Винуградов(1962)。 由表1可知,砂质岩中Cu、Au 的变异系 数在 40% 左右, 说明它们呈均匀分布特征, 又由于其含量均值与同类岩石总体平均值相 近,说明在砂质岩沉积成岩作用过程中,Cu、 Au 没有发生明显的富集作用。在硅质岩中, 尽管 Cu、Au 元素略有不均匀分布现象(变异 系数仍小于100%),但其均值与同类沉积岩 相近,说明该类岩石在沉积成岩作用过程中, Cu、Au 的富集作用亦不明显。而在大理岩 中,Cu的平均含量约为沉积碳酸盐岩平均丰 度的 13 倍,Au 的含量与沉积碳酸盐岩相近, 它们的变异系数介于 60%~70%之间,表明 在形成大理岩的变质作用过程中,Cu发生了 初步富集。矿区含铜大理岩型矿石的形成也 可能与变质作用中Cu的富集有一定的关 系。

花岗闪长斑岩中 Cu、Au 的含量较高,且 变异系数在150%以上,说明分布很不均一, 岩浆在冷凝结晶过程中 Cu、Au 发生了局部 富集,这对 Cu、Au 矿化有重要意义。

3 岩体与矿体中元素组合及指示意义

为了研究矿化与岩浆活动的成因联系, 以及接触带矿体与岩体内部矿体的关系,我 们选取 ZK1817、ZK1820、ZK1821、ZK1823、 ZK2019、 ZK2021、 ZK2023、 ZK1319、 ZK0519、ZK1725 等 10 个钻孔,系统地采集 了地球化学样品,并对分析结果进行 R 型聚 类分析和因子分析。由于 Cu、Au 含量服从对 数正态分布,故在进行统计分析前作了对数 处理。



从R型聚类谱图(图1)来看,花岗闪长 斑岩有两组元素组合:Cu、Ag、Sn、Ni、Sb、 Co、Zn、Bi组合和Au、As组合,它们可能代

10

表铜矿化元素组合和金矿化元素组合。闪斜 煌斑岩的两组元素组合是:Cu、Au、Hg、Zn、 Sn、Co组合和 Pb、Ag、Sb、Ni、As、Bi组合,其 中 Cu、Au 相关密切(Y=0.9497)。可见这两 种岩石中元素组合特征有一定差异。

从图 1(a)和图 2 中可以看出,无论是产 在花岗闪长斑岩岩体中的矿体还是产在接触 带的矿体,其元素组合均与花岗闪长斑岩相 似,且均可分为两种元素组合。



**3.1** 与铜矿化有关的元素组合 花岗闪长斑岩岩体:Cu、Ag、Sn、Ni、Co、 Zn,Bi,Sb,Hg;

产于岩体中矿体:Cu、Ag、Sn、Ni、Co、 Zn;

接触带矿体:Cu、Ag、Sn、Co。

3.2 与金矿化有关的元素组合
花岗闪长斑岩岩体:Au、As;
产于岩体中矿体:Au、As、Sb、Bi;
接触带矿体:Au、As、Sb、Bi、Pb、Zn、Hg、

Ni.

由此可见,花岗闪长斑岩与Cu、Au 矿化 关系密切,很可能是矿化的重要物源。

尽管煌斑岩对金矿的成矿贡献在其他一 些矿区得到肯定,本区该类岩脉的 Au、Cu 含 量也较高,但由于其规模极小,数量很少,且 其元素组合与矿体明显不一致,因此,它对该 区矿化贡献甚弱。



11

深部矿体与浅部矿体的元素组合有一定差 异,深部矿体与产于岩体中矿体的元素组合 特征相似,这可能是浅部矿体在成矿过程中 受大气降水影响较大所致。

接触带矿体与岩体中矿体元素组合特征 基本一致,支持了邱瑞龙的观点:即本矿床的 形成是由岩浆期后的残余熔浆分馏所形成的 夕卡岩成岩成矿热液,沿通道上升并充填交 代围岩所致。

由矿体中元素组合特征得出,该区铜矿 化指示元素为 Cu、Ag、Sn、Ni、Co、Zn,而金矿 化的指示元素为 Au、As、Sb、Bi。

4 接触带矿体指示元素垂向分带序列

接触带矿体规模较大,连续性较好。因此,选接触带4号矿体、即18线剖面钻孔(ZK1820、ZK1821、ZK1823、ZK1725)分析结果,采用浓集指数法计算垂向分带序列。其做法是:先求出不同深度段的各金属量均值,并将其标准化,然后计算各深度段元素的浓集指数(表2),按其大小初步排出其分带序列,即由下而上:Au、Ag、Co、Bi-Cu、Ni-Zn、Sn、As、Sb--Pb、Hg。然后计算各元素的浓集

指数梯度变化值,按梯度变化大小排出完整的序列:由下而上为 Au-Cu-Bi-Co-Ag、 -Ni-Sb-Zn-Sn-Pb-Hg。

为了分析上述分带序列,我们不妨与长 江中下游多金属成矿带西段的鄂东南地区进 行对比。该地区夕卡岩矿床统一的元素分带 序列为(自下而上),Mn<sup>1</sup>-Fe-Co-Ni-As<sup>1</sup>  $-W^1-Mo^1-Bi-Cu-Au-Ag-W^2-Zn-$ Mo<sup>2</sup>-Pb-As-Mn<sup>2</sup>-Sb-Sr-Ba。若仅取 本次测试的元素,则该序列为(自下而上);  $Co-Ni-As^{1}-Bi-Cu-Au-Ag-Zn-Pb$ -As<sup>2</sup>-Sb。可以发现,铜山矿区 4 号矿体 Hg、As、Pb、Sb、Zn 等元素在矿体上部富集, 呈正常序列。而矿体下部的元素 Sn、Ni、Co、 Bi、Cu、Au、Ag 则呈"逆向分带"。据熊继传等 人研究,这种所谓"逆向分带"乃由多层矿体 的存在所致。即矿体群内各矿体晕的相互于 扰,使整体分带序列局部出现反常现象。所 以,这种分带序列可能指示此接触带下部是 上一个矿体的尾部与下一个矿体的中部的叠 加段,也指示在该矿体尾部还存在向深部延 伸的含铜磁铁矿矿体。

表 2 各深度段元素的浓集指数表

	ZK1820	ZK1821	ZK1823	ZK1725
Au	0.7627	0.1277	1.2758	1,8505*
Cu	0, 2102	1.0967	1.8932 *	0.8396
РЪ	1.4697	0.7599	0.6411	1.1427
Zn	0.4722	1.7289	0, 7926	0.8243
Ag	0.9295	0.5760	1.1963	1.3328*
Co	1.0779	0.4414	1. 2708	1.2980
Ni	0.8862	1.0512	1, 3300*	0.7903
Sn	1.1638	1.2221 *	0.3960	1.1029
As	1.0697	2.0160*	0.7896	0.0865
Sb	0.5317	1.3004	1.0771	0.9970
Bi	0.6148	1.0010	0.4652	1.6892*
Hg	2.8114	0. 6787	0,8717	0.0450

\* 为该元素在不同深度段中最高浓集数值。

5 区分不同类型矿石的元素组合及 元素比值 铜山矿区矿石类型繁多,不同类型矿石 的元素组合有明显差异。产在接触带的矿体, 随所处的深度不同,其矿石类型也常有变化, 上部常以含铜黄铁矿矿石为主,下部则为含 铜磁铁矿矿石,其元素组合及比值也相应发 生变化。由于化探资料有限,无法对各种类型 矿石进行全面分析对比。我们仅对产于岩体 中的含铜磁铁矿型、黄铁矿型和热液石英型 矿石,以及产于接触带不同深度段的矿石进 行了对比分析。

对于产在岩体中各类矿石(化),我们取, 表 3 中浓集系数大于 7 的元素作为该类型的 标型元素组合。 含铜磁铁矿型:Cu、Au、Ag、Zn、As、Bi、 Sn;

维普资讯 http://www.cqvip.com

黄铁矿型:Au、As、Cu、Ag、Sn、Sb、Hg; 热液石英型:As、Au、Sb、Bi(Hg)。

通过对某些元素特定比值的计算研究, 发现 As・Sb・10<sup>5</sup>/Cu・Co、 As/Co,Cu・ Zn・Ag/Co・Ni・Sn、及 Au・10<sup>5</sup>/Cu 对区 别不同类型矿石、确定接触带矿体的剥蚀深 度有一定的作用(表 4、5)。

 $212 \sim 242$ 

225

1018~327650

164334

0.24 - 21.2

3.53

0.003~0.73

0.37

类 型	Au	Cu	РЪ	Zn	Ag	Co	Nı	Sn	As	Sb	Bi	Hg
台铜磁铁矿	型 133	193	0.8	15	29	3.7	0.3	8	13	4	9	0.5
黄铁矿型	30	1.5	0.8	1.4	10	0.8	0.3	14	21	9	4	8
<u> </u>	실 144	0.04	0.8	0.2	5	0.8	0.13	<1	532	61	19	6.7
矿石类型	As S Cu	o • 10≞ Co		As Co		u Zn lo Ni	Ag Sn	Au	• 10 <sup>6</sup> Cu		Au • Cu •	• 10'
磁铁矿型	磁铁矿型 <u>0.98~335</u> 106.6		0.04	~1.16 1.58	1	$\frac{119.3 \sim 2150}{754.55}$		$\frac{32.12-69.11}{48.81}$			$\frac{21.2 - 3029}{918.4}$	

1.41<u>~2.65</u>

2.03

19.3~128.8

74.05

表 3 产于岩体内不同类型矿石的微量元素浓集系数

表内分子为比值的变化范围,分母为均值(不同)。

 $2385 \sim 3574$ 

2979

556.8×10<sup>6</sup>

黄铁矿型

热液石英型

表 5 接触带矿体在垂向上元素对比值的变化特征

0. <u>29~ 3. 43</u>

1.86

0.0<u>09~0.412</u>

0.211

钻孔号	$\frac{As \cdot Sb \cdot 10^{6}}{Cu \cdot Co}$	$\frac{As}{Co}$	$\frac{Cu \cdot Zn \cdot Ag}{Co \cdot Nt \cdot Sn}$	$\frac{Au \cdot 10^{\ell}}{Cu}$
ZK1820	1457. 7~19446. 5	3. 44~10. 24	0. 51~4. 35	93~269.4
(259.15~268.99)	7799	6.37	1.82	202.1
2K1821 (263, 26~294, 27)	$\frac{3742.6 - 23793}{12149.5}$	$\frac{7.99 \sim 44.23}{22.31}$	$\frac{1.92 - 25}{10.98}$	$\frac{2.65 \sim 51}{23.68}$
ZK1823	1004.4	3, 52	71.23	4.07
(443, 72~468, 96) ZK1725				
(600. 16~609. 89)	224.8	0.38	21.65	133.0

## Geochemical Characteristics of Tongshan Copper Ore Deposit · Guichi · Anhui Li Liping · Shao Jielian

In this paper, the microelement geochemistry of rocks and orebodies in Tongshan Cu ore deposit is characterized by multivariable statistical analysis. The distribution of metallogenic elements in each type of rocks and the indicator elements for Cu and Au mineralization have been found out. In terms of concentration index, the vertically zoning sequence of orebodies is calculated. Element ratio indexes, by which mineralization types and the orebody depths at contact zone can be distinguished, are set up, which can be used to prospect and evaluate ores in deep Earth's crust.