文章编号:1003-6474(2001)02-0087-05

与冬瓜山叠生式层状铜矿有关岩体地质地球化学特征

姜章平[1],陈邦国[2],陆现彩[3],陆建军[3],徐兆文[3],黄顺生[3],华　明[3]

(1.安徽省地矿局321地质队,安徽 铜陵;2.铜陵狮子山铜矿,安徽 铜陵;3.南京大学地球科学系,江苏 南京　210093)

摘要:主量元素全碱-硅投影显示青山脚岩体岩性为闪长岩、石英闪长岩;里特曼指数计算结果表明岩性呈钙碱性;岩体中Cu呈明显的正异常,说明含铜岩浆热液一方面叠加改造原始矿胚层,使层状铜矿进一步富集;另一方面含铜的岩浆热液在岩体边缘或接触带形成浸染状、网脉状矿床(既斑岩型矿床)。钾化与Cu富集呈正相关,钾化越强,Cu富集程度越高。稀土元素球粒陨石标准化曲线显示轻稀土富集重稀土亏损;δ_{Eu}接近1.0,说明岩体分异演化程度不高。该岩体是重要的成矿物质和成矿流体来源,岩浆侵入与岩浆热液的叠加改造促使矿床规模扩大、品位提高。

关键词:铜矿;闪长岩;石英闪长岩;元素地球化学;安徽铜陵

中图分类号:P588.12^{+}2　　**文献标识码**:A

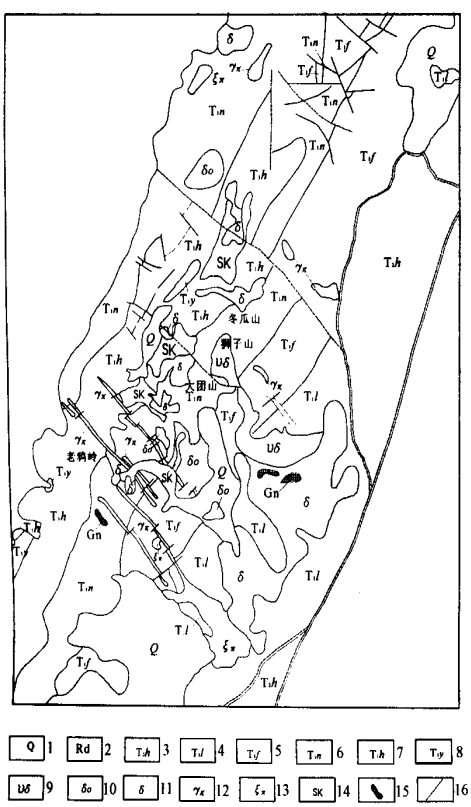


图1　狮子山矿田地质图

(据安徽省321地质队资料改编)

1-第四系;2-第三系;3-黄马青组;4-龙头山组;5-分水岭组;6-南陵湖组;7-和龙山组;8-殷坑组;9-辉石闪长岩;10-石英闪长岩;11-闪长岩;12-花岗斑岩;13-正长斑岩;14-矽卡岩;15-铁帽;16-断层

冬瓜山铜矿是狮子山矿田内埋藏最深储量最大的铜矿床,并属于叠加改造型大型铜矿床。本文主要从野外地质、矿物岩石和地球化学等方面研究入手,着重对与冬瓜山铜矿有关岩体——青山脚岩体进行较为详细的研究,其目的就是探讨青山脚岩体矿物岩石、地球化学特征及其与矿化关系。

1　地质概况

狮子山矿田处于扬子准地台东北部,长江深大断裂南部。区内铜、金、硫矿化发育,地表出露地层为下、中三叠统;深部为上泥盆统—上二叠统(图1)。构造为印支期北东向褶皱叠加了燕山期近南北向、近东西向、北东向、北西向褶皱和断裂以及层间构造。火成岩为燕山期中酸性岩以及晚期的脉岩。矿田内容矿层位以石炭系中上统黄龙组和船山组(包括泥盆系上统五通组界面)最为重要,其次为上二叠统大隆组、下三叠统小凉亭组下部以及下三叠统塔山组中上部等。矿体以似层状为主,部分呈透

收稿日期:2001-05-04;修订日期:2001-05-15;编辑:毕葵森

基金项目:国家自然科学基金资助项目(49873016)

作者简介:姜章平(1963—),男,安徽铜陵人,安徽省地矿局321地质队高级工程师.

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

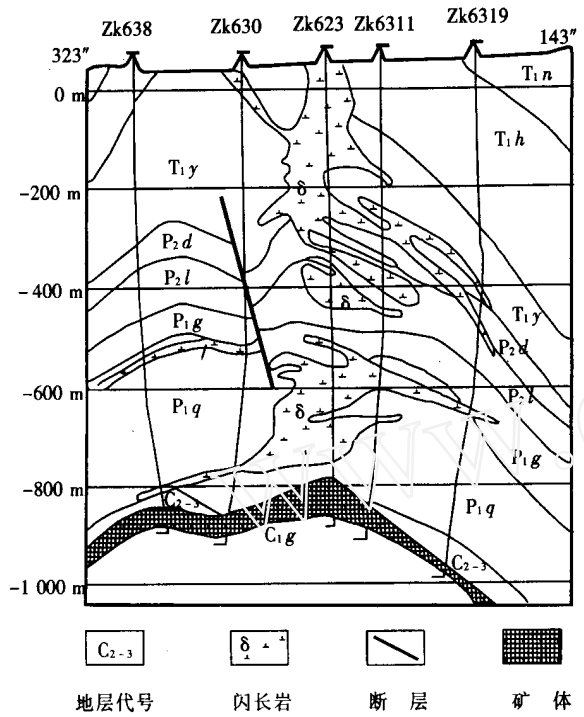


图 2 冬瓜山 63 线矿体展布简图
(据安徽省 321 地质队资料改编)

镜状,少数呈不规则状,构成矿区独特的"多层楼"成矿结构[1]。冬瓜山铜矿是以层状铜矿为主的矿床,矿体主要赋存于石炭系中上统黄龙组和船山组地层之中(图 2)❶,后期经历了热液叠加作用,与热液作用有关的岩浆岩为青山脚岩体。

2 青山脚岩体地质特征

2.1 岩体地质特征

与冬瓜山铜矿热液叠加作用有关岩浆岩为青山脚岩体,该岩体分布于矿区 34 线至 54 线东南部,岩体大致呈北东向展布,向南东倾,倾角大于 75°。岩体呈上窄下宽岩墙状产出,地表宽 50m～100m,钻探工程证实 - 400m标高处岩体宽 150m, - 600m 标高处岩体宽 300m。

岩体两侧小岩枝发育,呈"枝叉状"顺层贯入围岩中。岩体中心为石英闪长岩,边缘为石英闪长斑岩,两者呈过渡关系。与矿化关系最密切、本身就赋矿的则是石英闪长斑岩。岩体地表风化较强,只有钻孔和井下才能采集新鲜样品,但靠近矿体部位都已蚀变。本次研究中样品主要取自-730 中段至-790 中段斜坡及深部钻孔,一般距矿体较远,蚀变较弱。

2.2 岩体矿物岩石学特征

2.2.1 石英闪长岩 岩石呈浅灰色、灰褐色或灰绿色,块状构造,全晶质半自型粒状结构。主要矿物为斜长石、角闪石及少量石英、钾长石;副矿物主要为磷灰石、锆石、榍石、磁铁矿、钛铁矿。斜长石约占 55 %～65 %左右,呈柱状,粒径在 1.5mm～2.5mm 之间,环带构造发育,晶面较浑浊,主要是泥化所引起,局部可见钾长石交代现象;角闪石约占 10 %～15 %左右,多为自形—半自形长柱状,粒径在 1mm～1.5mm 之间,多数已被绿泥石、绿帘石、阳起石所交代,少数仅保留角闪石晶形轮廓;石英约占 10 %左右,呈浑圆状,粒径 1mm 左右,分布不均;钾长石约占 5 %左右,半自形—他形,粒径小于 1mm。

2.2.2 石英闪长斑岩 分布于 34 线至 38 线,属于岩体的边缘相。岩石呈浅灰色、灰绿色,块状构造,斑状结构。斑晶约占 30 %左右,主要为斜长石、角闪石、石英;基质呈显晶质,约占 70 %左右,主要为斜长石、角闪石、石英及少量钾长石;副矿物为磷灰石、锆石、榍石、磁铁矿,副矿物呈基质。斜长石斑晶粒径一般为 2mm～3mm,环带构造发育,晶面较混浊,主要是泥化引起;角闪石斑晶呈自形—半自形长柱状,粒径约 1.5mm～2.0mm 之间,多数已被绿泥石、绿帘石、阳起石交代,少数仅保留角闪石轮廓;石英斑晶呈浑圆状,粒径约 1mm 左右。基质细小,但能辨别晶形。岩石后期均遭受不同程度的绿泥石化、绿帘石化、钾长石化、硅化、碳酸岩化、泥化等蚀变。

3 岩石地球化学特征

3.1 主量元素

表 1 为青山脚岩体主量元素分析结果。从中可以看出蚀变强的石英闪长斑岩中 SiO_2 含量在 58.30 %～58.70 %之间,K_2O 含量在 4.39 %～7.60 %之间,K_2O/Na_2O 比值在 1.05～2.85 之间,$K_2O + Na_2O$ 在 8.58 %～10.57 %之间;而蚀变弱的岩石中 SiO_2 含量在 59.28 %～64.24 %之间,K_2O 在 2.68 %～4.33 %,K_2O/Na_2O 比值在 0.59～1.41 之间,$K_2O + Na_2O$ 在 6.98 %～7.41 %之间。全碱—硅图显示投

❶ 安徽省地矿局 321 地质队勘探报告

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1　青山脚岩体主量元素成分①(%)

样　品②	ST-3	ST-4	ST-5	S3-1	S14	S15-2	S25-1	S32	S48-1	S51	平均值
SiO_2	58.70	58.62	58.30	60.00	59.28	59.72	59.68	64.24	63.70	57.64	59.99
TiO_2	0.77	0.78	0.78	0.72	0.69	0.69	0.71	0.55	0.58	0.78	0.71
Al_2O_3	16.42	16.63	15.73	16.68	16.44	16.62	17.06	15.16	16.68	16.64	16.41
FeO	2.11	3.17	1.91	1.87	3.65	2.86	3.30	1.68	0.68	1.25	2.25
Fe_2O_3	2.45	2.47	2.83	3.56	2.69	3.12	2.72	2.52	2.39	3.93	2.87
MnO	0.08	0.06	0.10	0.12	0.12	0.08	0.12	0.09	0.04	0.10	0.09
MgO	2.40	2.29	2.54	2.18	2.22	2.42	2.36	2.02	1.73	2.63	2.28
CaO	3.06	3.14	4.29	5.60	5.39	4.95	5.35	3.87	3.24	6.37	4.53
Na_2O	2.67	4.19	3.67	4.29	4.14	4.35	4.54	3.75	3.08	4.33	3.90
K_2O	7.60	4.39	6.31	2.69	2.93	3.17	2.68	3.74	4.33	3.17	4.10
P_2O_5	0.42	0.43	0.43	0.42	0.41	0.42	0.41	0.32	0.30	0.46	0.40
烧失量	1.50	2.43	1.88	1.20	1.50	1.91	1.01	1.38	2.60	2.04	1.75
总　量	98.28	98.60	98.77	99.33	99.46	99.95	99.94	99.32	99.35	99.34	99.23
K_2O/Na_2O	2.85	1.05	1.72	0.63	0.71	0.73	0.59	1.00	1.41	0.73	1.14
$K_2O + Na_2O$	10.27	8.58	9.98	6.98	7.07	7.52	7.22	7.49	7.41	7.50	8.00
TFe	4.315	5.39	4.46	5.07	6.07	5.67	5.75	3.95	2.83	4.79	4.83
里特曼指数δ	6.72	4.71	6.51	2.87	3.07	3.38	3.13	2.64	2.65	3.84	3.95

①南京大学地球科学系中心实验室分析

②ST-3、ST-4、ST-5 为强蚀变石英闪长斑岩,S51 为石英闪长岩,其余 6 个样品为石英闪长斑岩

影点均落于石英闪长岩至正长闪长岩之中(图 3),而全碱高的样品落于正长岩之中,说明岩石均遭受钾长石化。蚀变弱样品的里特曼指数δ多小于 4,说明石英闪长斑岩属于钙碱性系列。

3.2　微量元素

表 2 为青山脚岩体微量元素分析结果,可以看出:过渡族元素球粒陨石标准化配分曲线"W"图型较明显,说明岩石分异演化程度不高;成矿元素 Cu 正异常明显(图 4),尤其是强蚀变岩石表现更为显著,说明成矿与蚀变有很大关系,特别是与钾长石化有关。

3.3　稀土元素特征

表 3 为青山脚岩体稀土元素分析结果,从表中可以看出青山脚岩体 ΣREE 介于 147.84 ×10⁻⁶～235.49 ×10⁻⁶之间,LREE/ HREE 比值介于 9.07～12.03 之间,La/ Yb 比值介于 4.29～7.58 之间,Sm/ Nd 比值介于 0.16～0.18 之间,δEu 介于 0.72～0.91

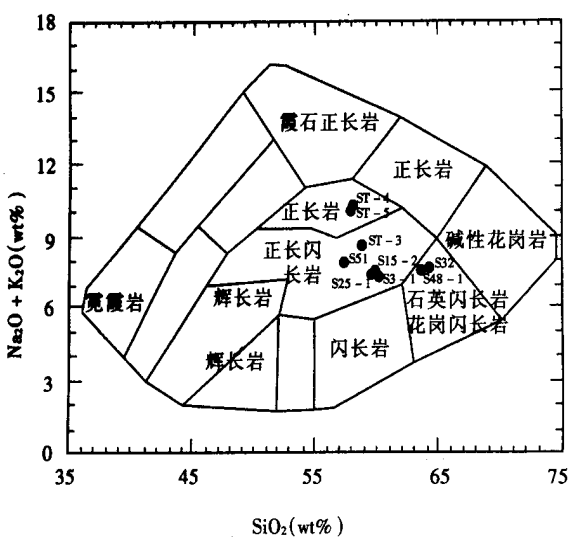


图 3　全碱—硅投影图(TAS)

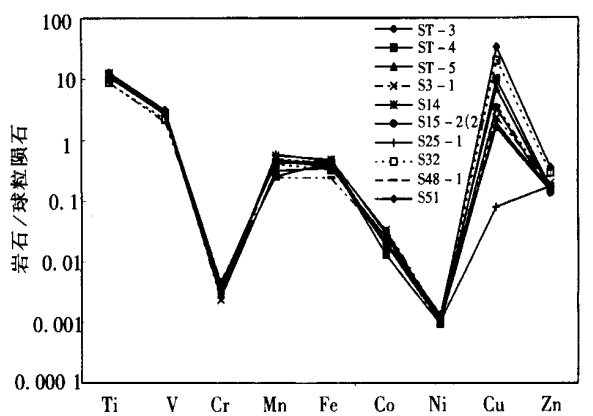


图 4　过渡族元素地球化学特征

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 2 铜陵冬瓜山矿区青山脚岩体微量元素含量(10^{-6}) ①

样 品	ST-3	ST-4	ST-5	S3-1	S14	S15-2(2)	S25-1	S32	S48-1	S51
Ti	5 478.287	5 404.963	5 577.059	4 878.661	4 705.189	4 914.169	5 098.52	3 882.967	4 009.471	5 604.224
V	130.669	119.415	132.428	115.179	113.913	115.22	111.083	92.87	83.421	132.659
Cr	6.396	9.659	10.615	5.86	8.281	10.527	6.49	11.3	12.383	8.458
Mn	540.26	438.212	779.93	865.645	970.496	720.819	1 011.754	694.375	415.221	824.607
Fe	60 525.02	74 079.1	63 308.96	72 968.05	83 152.68	79 243.2	79 186.72	56 113.84	41 780.24	70 352.62
Co	12.013	6.291	8.887	16.132	13.917	15.585	9.184	11.257	11.227	10.12
Ni	13.51	9.6	13.33	12.29	10.25	10.87	10.59	12	9.14	12.42
Cu	3 634.59	1 090.78	771.41	259.84	212.6	372.28	8.91	2 191.86	401.06	181.57
Zn	109.464	51.119	45.349	59.32	46.798	41.548	52.777	88.342	50.59	44.239

①南京大学成矿机制研究国家重点实验室 ICP-MS 分析。ST-3、ST-4、ST-5 为强蚀变石英闪长岩,S51 为石英闪长岩

表 3 青山脚岩体稀土元素含量($\times10^{-6}$) ①

样 品	ST-3	ST-4	ST-5	S3-1	S14	S15-2	S25-1	S32	S48-1	S51
La	52.74	30.21	45.46	47.48	51.40	49.43	51.41	32.30	36.73	53.92
Ce	98.84	68.10	91.62	88.24	98.25	91.96	96.15	63.64	75.29	102.00
Pr	10.85	8.94	9.83	10.50	10.86	10.34	10.61	7.78	8.02	11.29
Nd	40.38	32.90	36.47	37.58	38.50	37.99	39.42	27.03	29.59	41.87
Sm	6.49	6.05	6.26	6.52	6.51	6.72	6.82	4.72	5.29	7.38
Eu	1.70	1.38	1.74	1.87	1.88	1.91	1.86	1.39	1.38	2.01
Gd	6.44	5.38	5.88	6.14	6.17	6.15	5.84	4.43	4.99	6.82
Tb	0.73	0.68	0.67	0.70	0.69	0.67	0.66	0.48	0.53	0.75
Dy	3.53	3.57	3.46	3.43	3.39	3.62	3.55	2.53	2.79	3.96
Ho	0.71	0.72	0.69	0.72	0.72	0.74	0.72	0.52	0.55	0.81
Er	1.95	2.00	1.95	2.04	2.03	2.04	2.00	1.44	1.52	2.22
Tm	0.29	0.28	0.27	0.28	0.28	0.29	0.29	0.21	0.22	0.31
Yb	1.80	1.75	1.67	1.76	1.68	1.76	1.76	1.19	1.32	1.85
Lu	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.31	0.21	0.23	0.32
ΣREE	226.80	161.80	206.26	207.64	222.64	214.42	221.41	147.84	168.45	235.49
LREE/ HREE	11.97	9.07	11.41	11.05	12.00	11.27	12.03	10.94	11.45	11.37
La/ Yb	7.25	4.29	6.76	6.69	7.58	7.04	7.23	6.71	6.91	7.22
Sm/ Nd	0.16	0.18	0.17	0.17	0.17	0.18	0.17	0.17	0.18	0.18
δEu	0.79	0.72	0.86	0.89	0.89	0.89	0.88	0.91	0.81	0.85

①南京大学成矿机制国家重点实验室 ICP-MS 分析。ST-3、ST-4、ST-5 为强蚀变石英闪长斑岩,S51 为石英闪长岩

之间;球粒陨石标准化配分曲线显示呈右倾平滑(图 4),说明青山脚岩体轻稀土富集,重稀土亏损;铕呈负异常,但不明显,说明青山脚岩体经历分异演化作用。

4 矿化关系

青山脚岩体的分异演化、蚀变作用与冬瓜山铜矿成矿作用有着密切关系。冬瓜山铜矿早期是由沉积形成的块状硫化物矿床[2,3],随着燕山期青山脚岩体的侵入,造成冬瓜山层状铜矿发生叠加改造作用,致使矿床品位变富,规模变大。其表现:①钾长石化是铜富集的重要机制,青山脚岩体微量元素分析结果表明,岩石中铜含量较高,并随着钾化的增强铜含量增高,说明冬瓜山铜矿中的铜不仅仅来自层状矿床本身,而相当部分来自晚期岩浆热液。②岩体的地球化学和地质学特征与成矿斑岩具有相似性,该区在岩体边缘或接触带以及矿体底部形成网

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

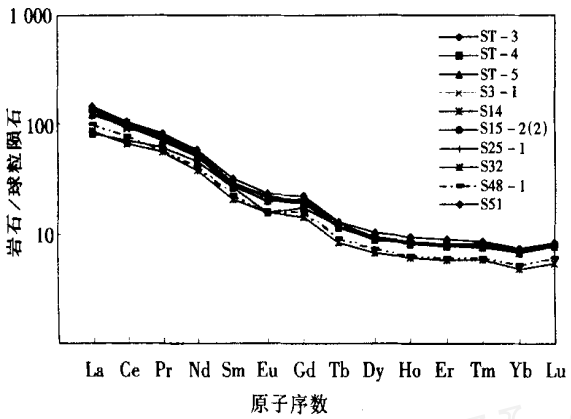


图 5　稀土元素配分模式

脉状、浸染状矿化,属于斑岩型矿床。③岩体钾化蚀变作用与矿化的正相关关系表明岩浆水为主要成矿流体,这与矿化石英脉中石英氢、氧同位素分析表明结果一致[4,5]。④层状矿体中叠加了矽卡岩化,形成了层状矽卡岩,即前人所称的层控矽卡岩矿床,事实上这种层状矽卡岩矿床是由于青山脚岩体晚期岩浆热液叠加改造所致[3,5],在空间往往与斑岩型矿床共生;而且层状矿体中仍然保留沉积矿床特征,活动岩浆流体是岩体的高演化分异的结果。

上述特征说明冬瓜山铜矿床是典型的叠加改造型矿床,青山脚岩体为冬瓜山铜矿床叠加改造提供热源和成矿物质,并使冬瓜山铜矿床品位变富、规模变大。

参考文献:

[1] 黄许陈,储国正. 铜陵狮子山矿田多位一体(多层楼)模式[J]. 矿床地质. 1993,12(3):221 - 230.

[2] 唐永成,吴言昌,储国正等. 安徽沿江地区铜金多金属矿床地质[M]. 北京:地质出版社,1998.

[3] 顾连兴,徐克勤. 论长江中、下游石炭纪海底块状硫化物矿床. 地质学报[J]. 1986,(2):176 - 188.

[4] 凌其聪,程惠蓝,陈邦国. 铜陵狮子山铜矿床地质特征及成岩成矿研究. 矿床地质[J],1998,17(2):158 - 199.

[5] 徐兆文,陆建军,陆现彩等. 安徽省铜陵狮子山铜金矿床地质特征及成因[J]. 矿物岩石地球化学化学通报,2000,19(4):233 - 234.

Geological and Geo-chemical Properties of the Rock Mass Relevant to Diplogenetic Layered Copper Deposit of Donguashan

JIANG Zhang-ping[1], CHEN Bang-guo[2], LU Xian-cai[3], LU Jian-jun[3], XU Zhao-wen[3], HUANG Sun-sheng[3], HUA Ming[3]

(1. 321 Geological Department of Anhui Bureau of Geology & Minerals, Tongling 230000, Anhui; 2. Shizishan Copper Deposit of Tongling, Tongling 230000, Anhui; 3. Geosciences Department of Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Abstract: Total alkali-silicon projection of macro element reveals the rock mass in Qingshanjiao is diorite and quartz diorite, calc-alkaline in lithology is calculated by Rittman Index. Copper reveals a distinct positive anomaly, showing copper-bearing magma thermal fluid superimposed and changed the primary protore bed, making a further enrichment of layered copper deposit on one hand, the copper-bearing magma thermal fluid formed contaminated and netted deposits (porphyry deposit) in the margin or contact zone of rock mass on the other hand. Potassium and enriched copper assumed positive relationship, the stronger the potassium, the higher the copper enrichment will be. The standard curve of chondrite of rare earth element reveals a deficit of light rare earth enriched the heavy one; δEu reaches 1.0, showing a low degree of fifferential evolution of rock mass. The studied rock mass is the important source of metallogenic materials and ore-forming fluids. The magma intrusion and the superimposition and rebuilding of magma thermal fluid enlarge the scale of deposit increase the grade.

Key words: Copper deposit; Diorite; Quartz diorite; Elemental geo-chemistry; Tongling, Anhui

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net