

文章编号:1005-6157(2011)04-0247-5

# 铜陵矿集区茗山岩体地质特征与找矿前景探讨

马晓红

(安徽省地质实验研究所, 安徽 合肥 230001)

**摘 要:** 位于铜陵矿集区南部的茗山石英二长闪长岩是本区“五通组”以下早古生代地层中开展“第二成矿空间”找矿的“窗口”, 本文通过对该岩体地球化学研究表明, 其主要特征与铜陵地区成矿岩体地球化学特征相同, 应是矿集区岩浆成矿系统的一部分, 进一步开展岩体含矿性及其深部与早古生代碳酸盐岩地层接触带部位的矿产勘查对于指导铜陵矿集区的深部找矿具有重要意义。

**关键词:** 茗山岩体; 地球化学; 部找矿; 铜陵矿集区

**中图分类号:** P618

**文献标志码:** A

## 1 概述

铜陵矿集区是国内矿产勘查、科研工作程度较高的少数几个矿集区之一。该区是一与燕山期高钾钙碱性系列岩浆活动有关的铜金硫铅锌矿矿集区, 尤以产于石炭-三叠纪地层中、与侵入岩浆热液活动有关的层控热液型、夕卡岩型、热液型、斑岩型矿床最具有特色, 并形成了狮子山、铜官山、新桥、凤凰山、姚家岭等五个矿床密集分布的矿田。

在铜陵断隆中, 燕山期岩浆活动主要受近东西向基底构造和盖层中北东向构造控制<sup>[1]</sup>, 在沿铜官山-狮子山-新桥-沙滩脚近东西向基底构造带的南北约10km中为铜陵矿集区主要出露构造-岩浆岩带, 并对应形成了区内重要的铜金硫铅锌矿田。在该东西向基底构造-岩浆岩带以南地表也零星分布有五贵桥、店门口、荷花形、丫山北等小岩株, 岩体与围岩接触带中也出现了铜金矿化, 但其工作程度较低, 本文选择其中的茗山石英二长闪长岩进行了研究, 就其地质地球化学特征和含矿性以及该区找矿前景进行讨论。

## 2 区域地质背景

铜陵矿集区是下扬子拗陷中的次级断隆构造, 其四周被断裂或新生代凹陷所围限, 由志留-三叠纪地层组成的隆起呈北东向“S”型褶皱带样式出现。该区侵入岩主要分布在北部, 总体呈东西向, 但浅表受北东向构造控制<sup>[2]</sup>(图1)。

铜陵矿集区岩浆岩主要为一体中酸性侵入岩组

合, 其主要岩石类型有花岗闪长岩、辉石二长闪长岩、石英二长闪长岩、二长岩, 为一套高钾钙碱性岩石系列, 局部出现晚期形成的橄榄安粗岩类岩石, 从野外侵入关系及精确的同位素定年时代结果, 主要形成于晚侏罗世-早白垩世(152~126Ma)<sup>[3]</sup>, 从各岩石类型的同位素年龄分析结果, 花岗闪长岩集中在144~137 Ma、辉石二长闪长岩与花岗闪长岩相近在143~137 Ma、石英二长闪长岩在140~136 Ma, 其年龄依次接近或有重合, 显示区内岩浆活动较频繁及存在多位、多源岩浆房, 以及岩浆混合作用的特点, 但其总体特征具有从花岗闪长岩向二长岩的方向演化, 也即岩浆成分演化上的存在“倒序”现象。从地表获得侵入岩同位素年龄分析, 东部沙滩脚岩体年龄最老, 向西逐渐变新, 这与地球物理分析结果显示铜陵地区岩浆活动以凤凰山-沙滩脚地区为岩浆活动中心的认识一致。

## 3 岩体地质地球化学特征

### 3.1 苏岩体地质特征

茗山石英二长闪长岩岩体位于铜陵隆起南部的永村桥背斜轴部, 区内主要为志留纪地层出露区。永村桥背斜轴迹在区内呈近东西向, 背斜是一“箱状”褶皱, 轴部产状缓、翼部较陡, 茗山岩体由南北向的两个小岩株组成, 其地表出露面积约1km<sup>2</sup>, 在茗山、西峰牌一线地表尚见有闪长玢岩脉沿近背斜轴部近东西向断裂破碎带充填, 显示沿该背斜轴部岩浆活动较强。

茗山岩体主要岩石类型为石英二长闪长岩, 岩

收稿日期:2011-09-10

作者简介:马晓红(1960-),女,浙江东阳人,工程师,现主要从事地质矿产勘查工作

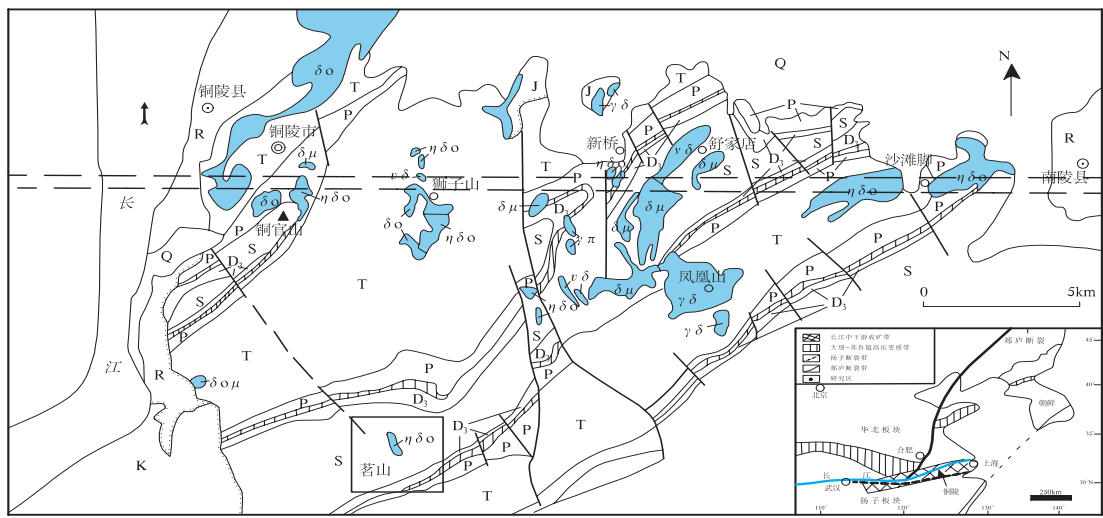
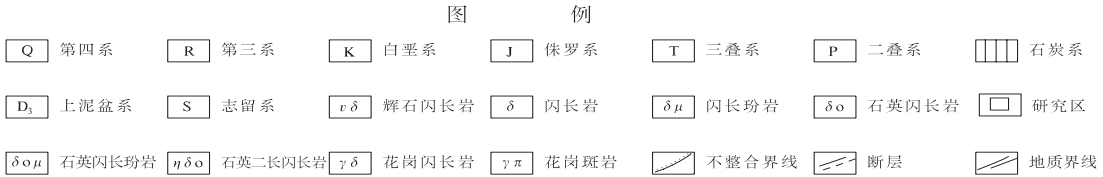


图1 铜陵矿集区燕山期岩浆岩分布简图  
Fig.1 The Yanshanian magmatic rocks distribution in the Tongling mining camp



体主体呈中-细粒结构，细粒结构出现在岩体边缘，显示自岩体中心向外有结构变化，岩体边部尚发育有小岩枝、岩脉。石英二长闪长岩主要矿物成分为石英20%、斜长石45%、钾长石15%、角闪石10%、黑云母10%，岩体与志留纪坟头组、高家边组泥沙质围岩呈侵入接触关系。

在茗山石英二长闪长岩岩体内也普遍出现硅化、黄铁矿化、绢云母化等，在岩体边缘裂隙带中见有黄铜矿化和铅锌细脉充填。岩体与围岩接触带也普遍破碎蚀变，主要蚀变包括硅化、绢云母化，在局部地区围岩裂隙充填石英细脉中含金较高。前人曾在茗山地区开展过铜、金矿找矿工作，成果不显著，但在其西部同处于背斜轴部的西峰牌、蛤蟆岭一带，近年地表发现较强的金矿化。在蛤蟆岭地区，金矿体有两种类型：一是赋存在近东西向破碎蚀变带中，地表所见主要是铁质胶结的断裂破碎带（“铁帽”），但其中残余部分仍可见到脉状、致密块状的黄铁矿，证明“铁帽”是后期热液作用形成的含金硫化物氧化所致，其金品位变化较大，最高可达 $30 \times 10^{-6}$ ；二是高家边组与奥陶纪地层层间破碎带中，出现含金次生石英岩或硅质岩，呈层状产出，厚度在20~30m不等，在其下部经黄滩涝金矿勘查施工的钻孔揭示为红花园组灰岩（已大理岩化），该期矿化明显早于前种类型，其品位相对较

低<sup>[4]</sup>。通过金牛山地区的钻孔资料，该区志留纪地层厚度仅400m左右，它不仅显示永存桥背斜并非简单的背斜构造，其层间构造也较为复杂，这也为下步探索铜陵地区深部存在的新矿种、新矿化类型等矿化提供了依据。

3.2 主量元素地球化学

从茗山岩体石英二长闪长岩的岩石化学分析结果可见（表1），其 $\text{SiO}_2$ 含量在62.15%~68.7%，属典型的中酸性侵入岩，在 $\text{SiO}_2$ -ALK（图2a）中，样品均落入亚碱性岩区，而AFM图解（图2b），岩浆演化无富铁趋势、具有明显的富碱质趋势，属钙碱性系列。岩石 $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 普遍大于1，CaO含量大多大于3%，与铜官山、冬瓜山矿床典型的石英二长闪长岩岩体相比<sup>[5]</sup>，其岩石特征完全相同。因此茗山岩体属铜陵矿集区内与铜金矿成矿密切相关的高钾钙碱性侵入岩岩石系列岩石组合的一部分。

3.3 稀土元素特征

茗山岩体的岩石稀土元素分析结果见表2，其全岩稀土元素总量（REE）在 $123.01 \times 10^{-6} \sim 162.18 \times 10^{-6}$ 之间， $\delta \text{Eu}$ 在0.7~0.96，无明显的负Eu异常，其稀土元素分布型式为右倾型(图3)，侵入岩中Eu异常主要受控于斜长石，尤其是在长英质岩浆岩中，以二价态形式存在的Eu在斜长石和钾长石中是相容元素；相反，三价态的Eu在长石中则是不相容元素，

表1 茗山石英二长闪长岩岩石化学分析结果表  
Table 1 Petrochemical analysis results of the Mingshan quartz monzodiorite

样品编号	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> OP
店-GS1	62.92	0.63	16.26	2.05	2.85	0.12	1.74	4.19	3.98	3.15	0.27	0.82
店-GS2	63.39	0.65	17.12	3.09	1.65	0.026	1.83	2.15	3.8	2.72	0.27	2.6
店-GS3	65.84	0.57	14.6	0.83	1.89	0.027	1.78	2.17	3.67	2.51	0.28	2.4
店-GS4	69.06	0.48	14.22	0.45	1.97	0.04	1.41	1.13	2.91	5.21	0.14	
店-GS5	63.13	0.62	15.57	1.38	3.23	0.085	1.68	4.23	3.52	3.35	0.26	
店-GS6	68.7	0.5	14.11	0.76	2.57	0.03	1.51	0.98	2.58	4.87	0.15	
店-GS7	63.8	0.67	15.27	1.76	3.18	0.087	1.73	4.46	3.75	3.37	0.28	
店-GS8	63.78	0.63	15.86	1.31	2.97	0.089	1.73	4.7	3.87	3.14	0.27	
店-GS9	64.08	0.58	15.39	1.37	2.89	0.09	1.63	4.42	3.75	3.51	0.26	
店-GS10	62.85	0.63	15.97	1.98	2.79	0.097	1.77	4.71	4.01	3.35	0.29	
店-GS11	62.15	0.59	15.98	2.27	2.81	0.1	1.75	4.89	3.96	3.45	0.29	
店-GS12	64.42	0.6	15.58	1.53	2.83	0.092	1.61	4.47	3.78	3.45	0.26	
店-GS13	63.58	0.6	16.58	2.29	2.37	0.099	1.71	4.56	3.98	3.11	0.099	

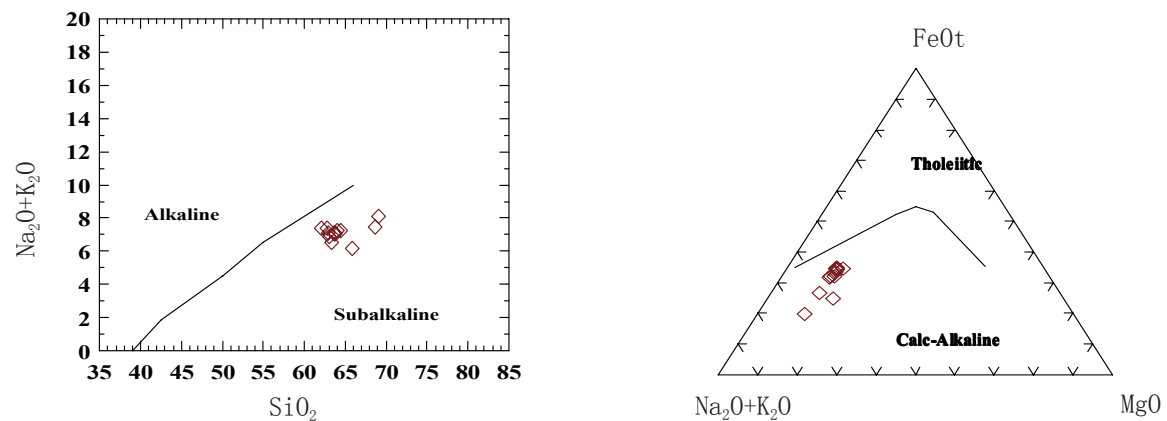


图2茗山岩体的岩石系列划分图解  
Fig.2 Rock series classification diagram of the Mingshan intrusion

表2 茗山石英二长闪长岩岩石稀土元素分析结果表  
Table 2 REE analysis results of the Mingshan quartz monzodiorite

样品编号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	REE	δ Eu
店-GS1	27.1	63.2	7.57	28	5.03	1.35	3.23	0.45	2.65	0.58	1.55	0.23	1.35	0.21	142.5	0.96
店-GS2	26.8	68.3	8.16	30.1	5.46	1.23	4.27	0.59	3.08	0.65	1.69	0.26	1.5	0.24	152.33	0.75
店-GS3	29.2	59.1	6.92	25.2	4.23	0.91	3.47	0.45	2.24	0.45	1.11	0.17	1.01	0.16	134.62	0.71
店-GS4	30.8	38.3	7.37	26.5	4.9	1.07	4.3	0.66	3.5	0.71	2	0.35	2.21	0.34	123.01	0.7
店-GS5	37.2	45.4	7.4	27.3	4.63	1.3	4.38	0.56	2.82	0.54	1.88	0.26	1.56	0.25	135.48	0.87
店-GS6	34.9	49.6	7.52	28.2	4.94	0.98	4.42	0.68	3.56	0.7	2.15	0.33	2.01	0.31	140.3	0.63
店-GS7	35.8	63.1	8.38	33.9	5.41	1.56	4.99	0.69	3.29	0.64	2.07	0.29	1.78	0.28	162.18	0.9
店-GS8	39.4	43.9	7.88	28.8	5.17	1.46	4.58	0.63	3.1	0.61	1.87	0.28	1.7	0.27	139.65	0.9
店-GS9	30.3	47.2	7.63	28.4	4.71	1.39	4	0.58	2.81	0.56	1.58	0.26	1.58	0.26	131.26	0.96
店-GS10	34	46.9	8.23	30.5	5.38	1.57	4.84	0.66	3.21	0.62	1.71	0.28	1.74	0.28	139.92	0.92
店-GS11	38.3	42.6	8.44	31.3	5.63	1.62	4.74	0.68	3.35	0.65	1.77	0.3	1.82	0.29	141.49	0.93
店-GS12	37.4	50.1	7.7	28	4.93	1.44	4.24	0.6	2.93	0.57	1.59	0.26	1.62	0.26	141.64	0.94
店-GS13	38.3	45.3	7.72	28	4.96	1.38	4.09	0.6	2.94	0.57	1.59	0.27	1.63	0.26	137.61	0.91

侵入岩体的Eu异常不明显，表明岩浆活动过程中未  
属于来源更深的“I”型花岗岩（源区的斜长石已经  
经历过长石的结晶分异，同时也表明这类岩体不同  
熔融），显示出具有类似岛弧花岗岩类的特点，它  
于地壳重熔的“S”型花岗岩（明显的负Eu异常），  
可能代表活动大陆边缘挤压环境的产物。因此，铜

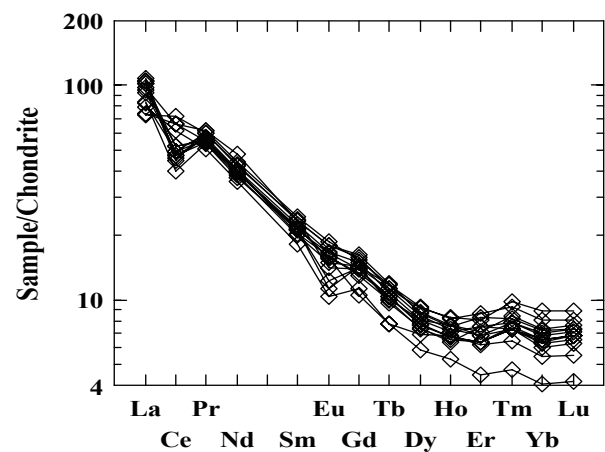


图3 茗山岩体REE分布型式

Fig.3 REE partitioning pattern of the Mingshan intrusion  
陵矿集区与铜金矿有关的中酸性侵入体来源较深，不同于“S”型花岗岩，具有挤压陆壳加厚环境下的岛弧花岗岩的特征，其壳幔相互作用较强。

3.4 微量元素特征

表3 茗山石英二长闪长岩岩石微量元素分析结果表  
Table 3 Trace element analysis results of the Mingshan quartz monzodiorite

样品编号	Ba	Rb	Sr	Zr	Th	Pb	Zn	Cu	Ni	V	Ta	Co
店-GS1	985.3	63.1	790.1	160	6.8	11.7	66.4	43.3	5.02	88.6	0.93	11.8
店-GS2	413.7	75.6	893.2	176.1	7.5	9.1	117.7	463.2	5.22	87.9	0.94	20.2
店-GS3	390.8	153.9	358.2	153.1	7	147.1	630.3	1232.5	9.08	76.1	0.84	15.7
店-GS4	536.6	227.4	171.5	139	15.8	46.5	19.7	30.3	18.1		1.1	
店-GS5	783.6	110.1	613.3	164.7	10.8	7.4	40.5	38.8	3.3	81	0.98	10.6
店-GS6	636.6	265.9	214.1	133.3	17.6	20.7	24.3	29.8	16.4	62.2	1.08	11.3
店-GS7	914.1	86.8	705	179.1	9.9	12.5	37.8	71.8	3.6	94.1	0.96	11.7
店-GS8	944	110.7	770	164.7	10.1	13	39.3	88.4	3.3	89.4	0.9	11.5
店-GS9	878.9	72.6	692.9	173.9	10	9.6	43	80	3.3	79.8	0.85	10.9
店-GS10	956.9	73.1	819.5	173	9.5	9.4	45.1	60.2	3.7	94	0.78	11.7
店-GS11	915.4	67.5	741.7	194.9	8.9	8.7	45.6	44.2	3.4	96.3	0.91	12
店-GS12	964.1	95.1	715.7	174.6	11.6	8.9	42.3	51.5	3.6	83.2	0.91	11.2
店-GS13	939.5	98.6	751.5	167.3	10.4	8.4	43.7	37.2	3.3	85.6	0.89	10.4

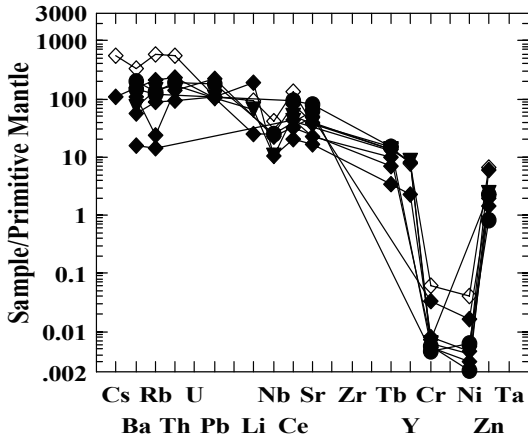


图4 茗山岩体微量元素蛛网图

Fig.4 Trace element spider diagram of the Mingshan intrusion  
(球粒陨石标准值据Boynton, 1984)

茗山岩体在微量元素地球化学特征上（表3），岩石具有明显Sr、Pb异常，进一步反映了本区侵入岩形成于强烈的壳幔相互作用过程，并有陆壳物质参与（图4）。弱正Sr异常存在表明源区岩石中的斜长石已经熔入熔体，或者斜长石没有发生过分离结晶作用，这与存在无明显的负Eu异常得出的结论一致。强烈的Cr、Ni负异常，又表明大量的湿岩浆元素随熔体与结晶固相分离，现在样品所代表的岩石仅是岩浆房已经经历了分离作用后的残余岩浆部分，残余岩浆没有再发生斜长石的结晶分离作用。

值得注意的是：茗山岩体微量元素分析结果中，店-GS2、店-GS3两个样品中，Cu、Pb、Zn含量高于其它岩石数十倍，表明该岩体存在局部富集现象，这为该区寻找铜金矿提供了依据。

4 区内深部找矿前景探讨

铜陵地区矿产勘查自上世纪80年代后即进入

了“攻深探盲”阶段。铜陵矿集区以狮子山矿田为模型建立起的“多层楼模式”，数十年来在指导区域“五通组”以上层位找矿取得了巨大成果，但对“五通组”以下的早古生代地层分布空间开展深部找矿，预测会出现什么类型？什么矿种？这是区内下步找矿备受区内进行矿产勘查关注的问题。

刘裕庆等（1983）对铜陵矿集区产于“五通组”以上矿床的赋矿层位及岩性组合研究认为<sup>[5]</sup>，该区控矿主要岩性组合为：（1）D<sub>3</sub>w-C<sub>2+3</sub>的砂页岩-白云岩-灰岩组合；（2）P<sub>1</sub>q-P<sub>1</sub>g的砂页岩-沥青质灰岩-硅质岩-灰岩-硅质岩组合；（3）P<sub>2</sub>l-P<sub>2</sub>d的砂页岩-硅质灰岩（白云质灰岩）-硅质页岩组合；（4）T<sub>1</sub>y-T<sub>1</sub>h的钙质页岩-灰岩-条带状灰岩-钙质页岩组合等。在



这四类岩石组合中,对于形成夕卡岩型、层控热液叠改型矿床而言,矿体无不直接赋存于Si/Ca岩石界面靠钙质岩石的一侧。这种Si/Ca岩石界面在其它地区也极为普遍,如相邻的黄山岭铅锌(钼)矿也是直接产于这种界面中,在永村桥背斜的金牛山、蛤蟆岭已经发现了这种找矿线索。因此对于铜陵矿集区深部的控矿特征是下步值得重点探索的目标。

铜陵地区铜矿田主要在背斜轴部,铜官山、狮子山、新桥、舒家店、姚家岭等矿田都处在背斜轴部和背斜转折端部位,对应向斜内仅有凤凰山矿田,显然背斜构造是控制矿田、矿床尺度的有利构造。即使在矿床内部,也可以发现,次级的背形褶曲同样也是有利矿化的构造,区内除由接触交代形成的矿体外,层状矿体主要受层间破碎带和背斜虚脱部位控制。据刘文灿等(1995)研究<sup>[6]</sup>,铜陵地区主要褶皱变形波及深度大致在8km左右,也即整个盖层系统都卷入了印支期的褶皱变形,这些褶皱为岩浆-流体的汇集提供了有利空间。不同深度来源的岩浆-流体出现汇集,沿碳酸盐岩地层发生交代作用成矿,背形褶曲、层间滑脱带更有利于流体聚集。由此也预测永村桥背斜轴部带中,蛤蟆岭、金牛山等地出现的热液型铜、金矿化既可能是区域成矿流体汇聚的显示,抑或是该区以茗山岩体深部岩浆成矿流体系统在近地表的反映。

因此通过前文对茗山岩体地球化学及区域控矿条件分析研究,初步证实了该岩体属铜陵矿集区与铜金成矿关系密切的高钾钙碱性岩石系列组合,岩

体本身已经具有矿化显示,这也为该区继续开展深部找矿提供了依据,但下步找矿主要探索方向有三,一是探索茗山岩体周边深部志留纪/奥陶纪地层形成的Si/Ca界面的控矿特征;二是岩体深部与奥陶纪碳酸盐岩接触带中是否存在新的夕卡岩型矿床;三是茗山岩体内外接触带附近是否存在斑岩型矿床。

**致谢:** 本文是在笔者参与安徽省地质调查院承担安徽省地质勘查基金项目“铜陵地区隐伏-深部矿资源潜力调查与综合找矿预测”(2005-53-1)取得的部分成果,成文过程中得到了许卫教授级高级工程师、丁希国高工的指导与帮助,在此致谢!

#### 参考文献:

- [1] 常印佛,刘湘培,吴言昌. 长江中下游铜铁成矿带[M].北京:地质出版社,1991.
- [2] 刘湘培,常印佛,吴言昌. 论长江中下游地区成矿条件和成矿规律[J]. 1988. 地质学报. 62(2):167~177.
- [3] 谢建成,杨晓勇,杜建国,孙卫东. 铜陵地区中生代侵入岩LA-ICP-MS锆石U-Pb年代学及Cu-Au成矿指示意义[J]. 岩石学报,2008,(24)8:1782~1800.
- [4] 张达,吴淦国,杜建国,等. 铜陵矿集区深部找矿工作的一些思考[J]. 安徽地质,2011,21(2)
- [5] 邢凤鸣,徐祥. 安徽扬子岩浆岩带与成矿[M]. 合肥:安徽人民出版社,1999,1~170
- [6] 刘裕庆,刘兆廉. 铜陵地区层状铜(铁、硫)矿床同位素地球化学和矿床成因研究[J]. 中国地质科学院矿床地质研究所所刊,1991,1,47~114
- [7] 刘文灿,高德臻,储国正. 安徽铜陵地区构造变形分析及成矿预测[M]. 北京:地质出版社,1996.

## GEOLOGICAL FEATURES OF THE MINGSHAN INTRUSION IN THE TONGLING MINING CAMP AND ORE-PROSPECTING OUTLOOK

MA Xiao-hong

(Institute of Geoanalysis of Anhui Province, Hefei, Anhui 230001, China)

**Abstract:** The Mingshan quartz monzodiorite in the Tongling mining camp is ore-prospecting “window” in early Paleozoic strata underlying the “Wutong Formation” in the area. Geochemical study of the intrusion indicates that its major features are the same with those of mineralized ore bodies in the Tongling area, and this intrusion should be a part of the magmatic mineralizing system in the mining camp, and further study of ore potential in the intrusion and mineral exploration in the depth and in the contact with early Paleozoic carbonatite are significant to guiding ore prospecting in the depth in the Tongling mining camp.

**Keywords:** the Mingshan intrusion; geochemistry; deep ore prospecting; the Tongling mining camp