

江西德兴铜厂斑岩铜矿床岩石学特征 及岩浆演化与成矿的关系

孙海田

(中国地质科学院矿床所)

江西德兴铜矿曾引起我国地质学者极大的关注, 并进行过广泛的调查研究, 其中许多研究成果集中综合于《德兴斑岩铜矿》这一专著中^[1]。但对赋矿岩石特征、岩浆活动与成矿作用的关系上, 尚需要深入的研究和探讨。

一、区域地质背景

本区地层主要是前震旦纪九岭群浅变质岩系, 分布在德兴矿区及其北西部的江南古陆之内, 构成沿北东、北东东向展布的复式背斜。矿区南东部属钱塘坳陷区, 分布着古生代和中生代地层。早元古代古陆中部由于地壳下降形成地槽, 并沉积了巨厚的类复理石建造岩层。本区燕山期岩浆活动特别强烈。德兴铜矿花岗闪长斑岩小侵入体, 正是在燕山中晚期的岩浆活动中, 沿复式背斜轴部与北西向张裂构造带交汇部位, 侵入到元古代地层的上部, 定位于江南古陆南东边缘与钱塘坳陷过渡地带(图1)。

二、含矿岩石特征及其类型

本区含矿岩石, 是由时代及性质完全不同的两大岩类组成: 其一, 元古代九岭群浅变质岩系, 据微古植物化石资料及同位素年龄为1401百万年(矿床所); 其二, 燕山中晚期花岗闪长斑岩小侵入体, 同位素年龄为169百万年(宜昌地矿所)。矿体沿岩体与围岩接触带分布, 矿石1/3赋存在侵入体内, 2/3分布于浅变质围岩之中。

(一) 侵入岩的岩石特征及其类型

1. 侵入岩宏观地质特征: 含矿花岗闪长斑岩属小型岩株状浅成侵入体。岩体近乎筒状, 地表形态似三角形, 出露面积约0.7平方公里, 长轴方向北西320°(图1)。岩体与围岩呈侵入接触关系。岩体及其周围常见脉岩, 依其与主岩体的关系可分出三类: ①与主岩体同时期, 具有相似矿物组合的花岗闪长斑岩脉; ②形成于主岩体之后的暗色玢岩脉; ③细粒闪长岩脉。这种岩脉有些侵入到老地层中, 有的则被花岗闪长岩切穿。

2. 微观岩石学特征: 含矿侵入岩主岩体的化学成分, 介于花岗闪长岩与英云闪长岩之间(表1), 并显示钙碱性岩石组合特征。

主岩体具两种矿物组合形式: 其一斑晶矿物, 主要由中长石、石英、角闪石、黑云母、

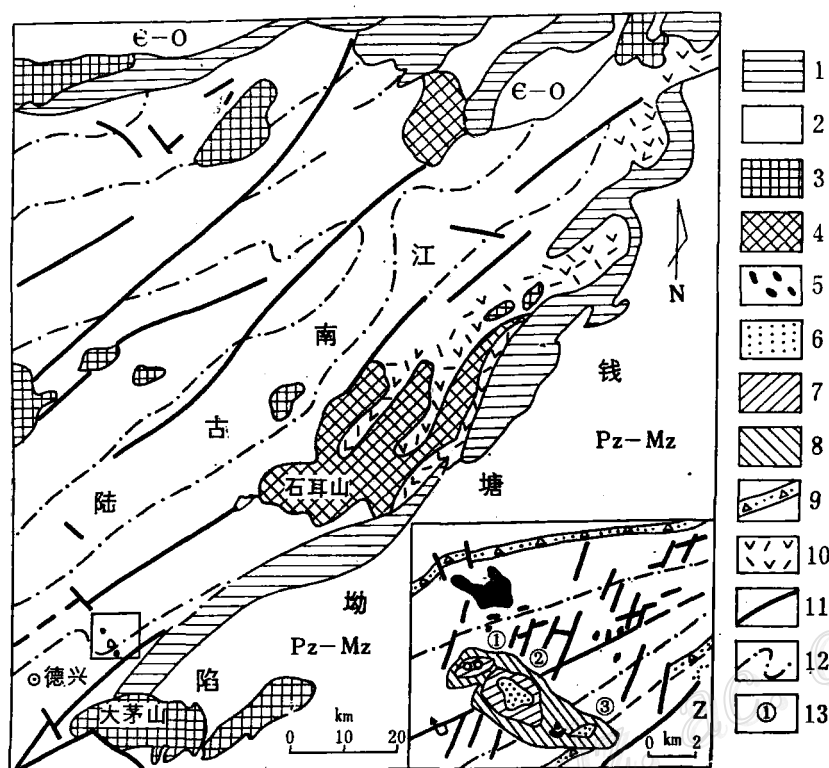


图1 德兴铜矿区地质略图

(据1/100万华东地质图1980年版及1/20万和1/5万区域地质图编)

1—震旦纪地层；2—元古代九岭群板岩、千枚岩、千枚状硬砂岩；3—燕山期花岗岩；4—元古代花岗岩；5—基性、超基性岩；6—德兴铜矿花岗闪长斑岩；7—强蚀变带；8—弱蚀变带；9—冰碛层；10—中、酸性火山岩；11—断层；12—岩性分组界线；13—矿区编号：①朱砂红铜矿；②铜厂铜矿；③富家坞铜矿

Fig. 1. Schematic geological map of the Dexing copper mining area.

1—Sinian sequence; 2—slate, phyllite, phyllitic graywacke of Proterozoic Jiuling Group; 3—Yenshanian granite; 4—Proterozoic granite; 5—basic and ultrabasic rocks; 6—granodiorite porphyry in the Dexing copper mining area; 7—heavy alteration zone; 8—Weak alteration zone; 9—tillite; 10—intermediate and acid volcanic rocks; 11—fault; 12—boundary separating different lithological characters; 13—mining areas; (1) Zhushahong copper deposit; (2) Tongchang copper dposit; (3) Fujiawu copper deposit.

磷灰石斑晶和钾长石变斑晶组成；其二基质矿物，由钾长石、石英及奥长石构成。二者含量比例，由浅部向深部表现出一种渐变过渡的线性变化趋势。露天采场岩石为少斑结构，斑晶含量<30%，向深部过渡到多斑结构，斑晶>50%（图2），在600米左右深度，岩石开始转变为似斑状结构。

斜长石：斑晶斜长石为自形、半自形板状晶体，粒径一般1~3.5毫米，聚片双晶、卡钠联合双晶和三连晶非常发育。具明显的环带构造。经费氏台鉴定，斑晶斜长石An 35—40，有序度为0.85左右。而基质斜长石An15—20，有序度变化于0.45—0.55之间。表明基质与斑晶斜长石形成的物化条件有差异。

石英：斑晶石英量少，粒度1~2.5毫米。有典型六方双锥高温石英，其表面干净，透明度较高。也有他形粒状石英，但往往含有较多的气-液包裹体，形态为圆状和次圆状。某些

表1 铜厂侵入岩岩石化学分析数据汇编

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
岩石化学全分析%	SiO ₂	62.32	62.81	59.9	59.51	62.99	73.18	53.34	54.68	49.38	48.42	66.09	61.52
	TiO ₂	0.45	0.44	0.45	0.49	0.38	0.10	0.67	0.89	0.68	0.85	0.54	0.73
	Al ₂ O ₃	15.79	15.29	15.02	15.25	14.67	11.43	14.27	14.63	15.16	14.52	15.73	16.48
	Fe ₂ O ₃	2.52	3.00	2.06	1.80	2.03	0.74	9.47	3.58	2.83	2.83	1.38	1.83
	FeO	2.88	1.98	3.70	5.46	3.45	3.40	5.47	7.87	5.07	4.7	2.73	3.82
	MnO	0.08	0.08	0.03	0.055	0.053	0.02	0.07	0.189	0.143	0.14	0.08	0.08
	MgO	2.55	2.83	3.45	2.94	2.43	0.50	5.43	4.08	5.81	5.64	1.74	2.83
	CaO	4.10	3.80	4.70	4.45	3.97	1.26	3.55	4.77	7.16	6.83	3.83	5.42
	Na ₂ O	4.23	3.37	3.30	3.40	3.57	2.88	1.20	1.76	2.81	3.35	3.75	3.60
	K ₂ O	2.90	3.55	2.95	2.83	3.45	5.25	3.70	1.99	2.15	1.18	2.73	2.07
	P ₂ O ₅	0.25	0.24	0.33	0.33	0.26	0.03	0.10	0.24	0.39	0.45	0.18	0.25
	H ₂ O	1.82	1.34	—	1.37	1.19	0.82	2.10	3.63	3.88	2.39	1.04	1.24
	CO ₂	0.50	1.06	—	0.29	0.74	0.61	—	1.10	3.98	—	0.08	0.14
	TS	—	—	—	1.25	0.28	—	—	0.43	0.27	—	—	—
	烧失	—	—	3.45	—	—	—	—	—	—	8.7	—	—
	总计	100.39	99.79	99.34	99.425	99.463	100.22	99.37	99.839	99.713	100.00	99.9	100.01
CIPW 数值 (重量%)	Ap	0.69	0.34	0.64	0.78	0.62	—	0.31	0.47	0.47	0.93	0.42	0.58
	Il	0.93	0.78	0.87	0.23	0.15	0.16	1.29	1.67	1.29	1.60	1.03	1.40
	Mt	3.78	4.52	3.12	2.67	3.01	0.95	13.66	5.21	4.06	4.06	2.00	2.66
	Or	17.59	21.72	17.88	14.75	18.37	31.96	21.71	11.69	25.33	6.9	16.11	12.24
	Ab	36.36	29.08	28.81	28.32	29.89	24.73	10.22	14.94	12.06	28.32	31.73	30.67
	An	15.89	16.57	18.71	19.75	16.58	2.85	17.52	23.64	22.25	21.14	17.34	22.58
	C	—	—	—	—	—	—	1.89	1.53	—	—	0.26	—
	Wo	1.3	0.83	—	—	—	1.43	—	—	—	—	—	—
	Fs	2.56	0.68	—	—	—	3.79	—	—	—	—	—	—
	En	6.14	7.22	—	—	—	1.24	—	—	—	—	—	—
	Di	—	—	4.71	1.1	1.79	—	—	—	10.67	10.32	—	1.49
	Hy	—	—	11.9	14.84	9.02	—	15.74	21.62	16.28	15.4	7.40	9.68
	Q	14.76	18.26	13.74	13.91	17.91	32.84	15.6	1.53	0.39	1.26	22.36	16.62

1—5铜厂花岗岩闪长斑岩；6—钾长花岗岩细晶岩；7—8细粒闪长岩；9—10暗色玢岩；11—12勒梅特(R. W. Lemaitre)花岗岩闪长斑岩及英云闪长岩

圆形石英尤如一枚硬币镶嵌于基质之中。基质石英无色透明，他形粒状，粒径一般0.05~0.2毫米。

暗色矿物：主要有角闪石、黑云母。二者均呈斑晶出现，为自形、半自形晶体。粒径为1~3毫米，多色性明显。角闪石Np——淡黄，Nm——黄绿，Ng——绿。黑云母Ng≈Nm棕褐色，Nm——黄褐色。

副矿物：岩体的副矿物，属磁铁矿-磷灰石-锆石组合类型。磁铁矿主要分布在钾长石化-黑云母化带。磷灰石具两种结晶形态：一种是无色透明，细小针状晶体。通常包裹在斑晶矿物之内，代表岩浆早期结晶矿物相；另一种呈斑晶出现，自形程度高，晶体内部常包含其他矿物，如角闪石、磁铁矿等，并在侵入体的某些小岩枝内高度富集，显示出是岩浆结晶过程或岩浆结晶晚期形成的晶体。

3. “原岩”的钾长石化: 著者通过深钻岩芯观察和岩石结构详细研究, 对前人定名的未蚀变的花岗闪长斑岩——“原岩”的性质讨论如下:

花岗闪长斑岩呈浅灰—肉红色, 颜色的变化取决于岩石中钾长石的含量。钾长石呈粒状, 粒度3~6毫米, 个别达1厘米, 偶见钾长石小脉。岩石中可见星散状矿化。通过显微镜观察, 这种“原生”岩石除叠加有微弱热液蚀变的交代矿物——绢云母、绿泥石之外, 钾长石化和黑云母化较发育。钾长石多呈变斑晶, 颗粒轮廓不清, 边界不整齐, 他形粒状, 并包裹大量石英、斜长石、磷灰石和角闪石等小晶体。小石英晶体常见熔蚀港湾结构, 这些小晶体均无蚀变, 有些无规则地分布在钾长石变斑晶内, 形成筛状嵌晶变斑结构(照片1-A、B), 另一些则呈乳滴状沿钾长石变斑晶边部成连续串珠分布, (照片1-C、D)。这种结构特征反映出岩浆晚期残余流体偏碱性富钾质, 因钾交代速度较快, 岩体未完全固结, 将已经形成的基质矿物包裹在交代钾长石之内。据ZK301钻孔7个不同深度薄片体积百分含量统计(利用电动求积仪), 花岗闪长斑岩中的钾长石变斑晶平均占岩石总量的5.87%。蚀变黑云母往往呈细小鳞片状交代暗色矿物, 并保留角闪石横、纵断面假象, 但黑云母在岩体中不甚发育。因此, 所谓“原生”岩石实际上应属于弱钾化的花岗闪长斑岩。

4. 侵入岩的岩石类型: 由于岩浆晚期流体交代作用对“原岩”的影响, 在目前尚无法获得绝无蚀变“原岩”的条件下, 应该对弱钾化花岗闪长斑岩的化学和矿物成分进行校正。为了与原分类方案^[1]比较, 暂引用QAP三元分类体系。对岩浆晚期流体交代作用形成的嵌晶变斑晶钾长石, 按统计结果, 将其从CIPW标准矿物计算的钾长石总量中除去, 经过重新换算投影到QAP三元分类图发现, 其应属石英二长岩与花岗闪长岩过渡类型。与分类原则比较, 本区岩体标准矿物的计算, 未将钠长石($An=0.00\sim0.05$)归入A的范畴。室内研究表明岩体中某些斜长石常见钠长石交代边, 热液硅质作用对原岩的影响亦很难确定, 特别是标准矿物投影点跨越两类岩石。前人为解释该特征提出: 岩体在300米以下主体部分为正常的花岗闪长斑岩, 在300米以上逐渐变为石英二长岩^[1]。但实际上, 无论从宏观岩石学特征, 还是显微镜鉴定研究, 这种划分都是不明确的。鉴于此, 著者引用克纳尔(Canner, 1965)提出的用An、Ab、Or三元系分类的方案。本区的岩石落在花岗闪长

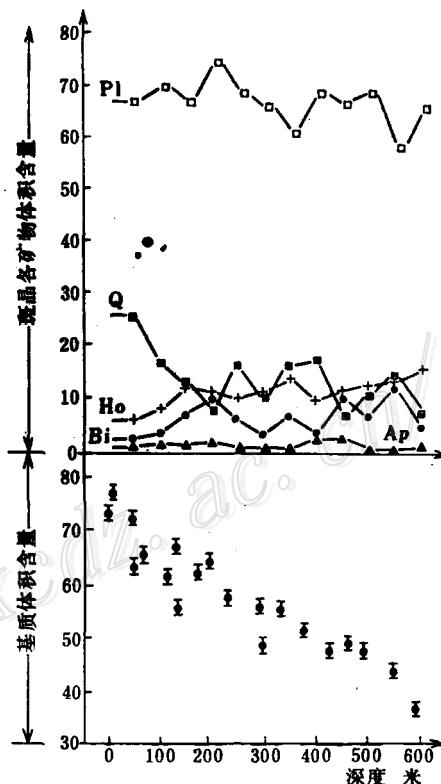
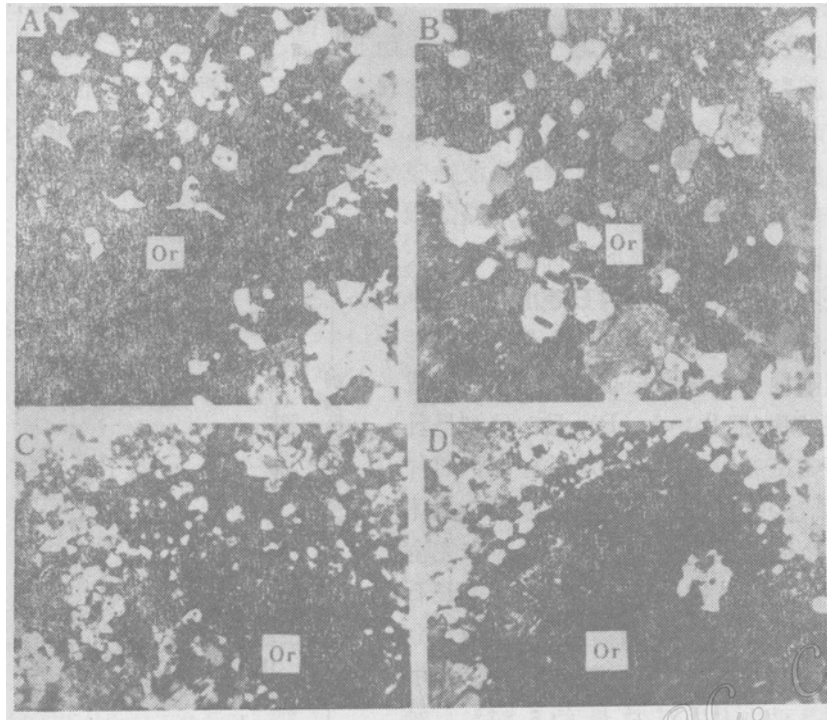


图2 基质及斑晶矿物体积含量空间变异统计示意图

Pl—斜长石; Q—石英; Ho—角闪石; Bi—黑云母; Ap—磷灰石

Fig. 2. Diagram showing variations in volume percentage of phenocrysts and matrices with depth.

Pl—plagioclase; Q—quartz; Ho—hornblende; Bi—biotite; Ap—apatite.



照片 1 钾长石交代结构

A、B—钾长石 (Or) 变斑晶包裹石英、斜长石等小客晶形成筛状变晶结构 (A为301钻孔340米处岩芯 (+) 10×3.2 ; B为301钻孔340米处岩芯 (+) 10×6); C、D—钾长石 (Or) 变斑晶包裹长英质小客晶形成串滴状镶嵌变晶结构 (C为301钻孔295米处岩芯 (+) 10×6 ; D为905钻孔420米处岩芯 (+) 10×6)

岩接近英云闪长岩的范围。这一结果与其他岩石鉴定特征相吻合。因此, 与矿有关的侵入岩属于英云闪长岩质花岗闪长斑岩。

(二) 含矿浅变质围岩的岩石特征及其类型

含矿浅变质围岩占有该矿主要矿石量, 弄清其岩石特征和性质是矿床研究过程中必须注意的基本问题之一。迄今为止, 对这套浅变质岩系的原岩, 仍然存在着认识上的分歧。有人认为, 其原岩是以火山为物质来源占主体的泥质岩及沉凝灰岩, 并且是提供成矿物质的重要来源 (江西地质科学研究所, 1982年); 也有人认为其原岩为泥质岩和粉砂岩 (中国科学院矿床所等, 1977)。下面著者对含有一定数量砂粒级碎屑的“沉凝灰岩”进行剖析。

1. 野外岩石共生组合特征: “变质沉凝灰岩”总是与泥质板岩、千枚岩等共生, 空间上呈互层产出。并且, 在相当大范围内分布稳定。在本区1:30万区域地质调查范围内, 至今未发现典型火山岩, 如火山熔岩、火山角砾岩等与“沉凝灰岩”空间上共生。

2. 宏观岩石特征: 岩石呈浅灰、深灰色及灰绿色。岩石致密, 表面较粗糙, 不干净, 片理不明显。

3. 岩石碎屑特征: 岩石由碎屑和基质两部分组成, 碎屑含量30~40%, 成分主要为石英、长石, 其次是岩屑。

石英碎屑: 基本为单晶石英, 颗粒大小不一, 分选性差, 粒度变化0.3~0.04毫米, 主要是细砂级。有的石英表面光滑, 有的较污浊。即有强波状消光的石英, 也有双锥状高温石

英。单晶形态复杂,主要呈尖棱角状、棱角状,也有的呈似圆状。个别石英有顺层理拉长现象。有的石英可见熔蚀港湾,石英占碎屑总量54.7%。

长石碎屑:基本都是斜长石,未见钾长石。颗粒大小不一,粒度变化同石英碎屑。有的长石呈棱角状、次棱角状,表面干净,聚片双晶发育,成分为钠长石(据电子探针分析);另一些表面较脏,呈浑圆状,聚片双晶不发育,自形程度差。长石占碎屑总量的30.8%。

上述两种不同特征的斜长石及磨圆度较好的石英碎屑共生(照片2)的现象,具有重要的成因意义。

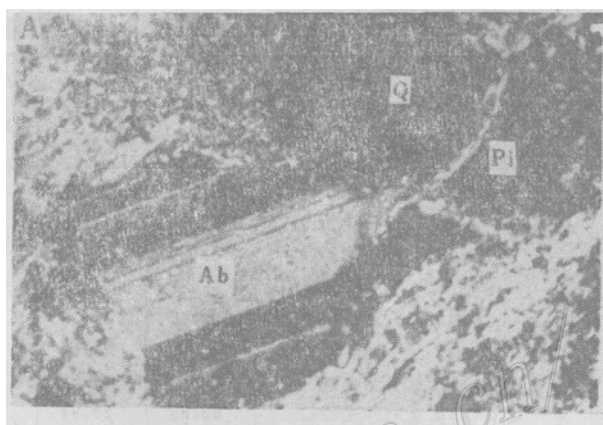
岩屑:含量较低,粒度在细粒和微粒级范畴。形态往往被拉扁或拉长,轮廓常常不清楚。有长英质岩屑,也有千枚岩岩屑。其占碎屑总量的14.6%。

4. 基质特征:岩石基质含量高,主要为泥质,大部分已经变成绢云母、水白云母和绿泥石。呈现显微鳞片变晶结构。

5. 岩石化学成分特征:将本区含矿围岩岩石化学分析结果与其他地区的岩石比较,“沉凝灰岩”实际上与硬砂岩的岩石化学成分极为相似(表2)。

与“沉凝灰岩”定义比较(地质辞典,1981),本区该类岩石粒度虽然小于2毫米,但在沉积碎屑物质中,即未显示广泛的火山成因特征,也没有发现特征性的火山成因碎屑,占主导地位的是陆源碎屑。因此,这类岩石应该是离火山活动区更远,接近完全正常沉积区的沉积火山岩类建造。

根据野外观察,显微镜鉴定及岩石化学分析结果,参照裴蒂庄(F.J.Pettjohn, 1979)



照片2 近矿浅变质围岩中棱角状钠长石(Ab)与磨圆度较好的石英(Q)和斜长石(Pl)共生
(+) 10×10

表2 近矿浅变质围岩主要岩石化学成分表

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O	CO ₂	TS	烧失	总计
1	64.16	0.72	16.28	1.95	4.30	0.14	2.10	1.04	2.20	3.32	0.17	3.00	—	—	—	99.38
2	63.92	0.70	16.27	1.20	5.26	0.10	2.25	0.84	2.35	3.44	0.18	3.22	—	—	—	99.73
3	65.40	0.69	14.46	1.61	4.86	0.14	2.05	1.51	2.45	2.64	0.20	3.08	—	—	—	99.09
4	69.95	0.73	13.93	2.93	3.28	0.03	2.10	—	1.92	2.16	0.13	—	—	—	3.38	100.54
5	61.80	0.79	14.19	1.02	5.52	0.23	2.40	3.60	2.92	1.76	0.17	—	—	—	5.06	99.46
6	66.7	0.6	13.5	1.60	3.50	0.10	2.10	2.50	2.90	2.00	0.60	4.40	0.2	1.2	—	101.9
7	66.01	0.54	15.50	0.69	3.07	0.10	1.81	2.68	3.90	2.74	0.20	2.38	0.08	0.01	—	99.71
8	57.0	0.75	18.80	5.4	—	—	1.82	3.01	0.79	3.24	—	—	—	—	—	90.81
9	58.32	0.91	16.60	6.13	—	0.06	2.22	3.76	0.67	3.07	—	7.97	—	0.43	—	100.14
10	58.21	0.77	20.05	2.33	3.66	0.10	1.42	0.52	0.33	6.20	0.19	3.36	2.15	0.09	—	99.38
11	56.73	0.83	21.03	1.26	4.94	0.15	1.05	2.68	1.05	4.60	0.16	0.16	2.71	3.38	—	100.73

1—绢云母千枚岩(据朱训、德兴铜矿); 2—粘土板岩(同1); 3、4、5—长石质硬砂岩(第一冶金地质勘探公司, 1982); 6—硬砂岩(引自裴蒂庄, 1975); 7—硬砂岩(据 F. J. Turmen, 1948); 8—海相页岩平均值(据Muney); 10—绢云母千枚岩(大西沟,《地质科技》, 1977, No6, P38); 11—绿泥绢云千枚岩(同10)

对硬砂岩的定义, 著者认为本区原定名为“沉凝灰岩”的岩石归类于硬砂岩范畴更符合客观实际。不过需要指出的是: 本区硬砂岩中岩屑比例相对偏低, 这可能是由于在较老的砂岩中, 鉴定岩屑不容易造成的。因为, 它们可能在更多的组分颗粒周围被压碎形变, 以致于它们混合成粘土基质或作为粘土基质出现 (Allen, 1962)。根据基质含量以及石英、长石、岩屑等不同碎屑组分的比例 (表3), 将其投影到裴蒂庄“四端元”砂岩分类圈内可知, 该类岩石可以定为长石质硬砂岩。

表3 长石质硬砂岩碎屑及基质体积百分量统计

编 号	岩 石 名 称	泥 质 (%)	石 英		斜 长 石		岩 屑	
			岩 石 (%)	碎 屑 (%)	岩 石 (%)	碎 屑 (%)	岩 石 (%)	碎 屑 (%)
1	区域长石质硬砂岩	65.12	21.22	60.85	7.15	20.5	6.5	18.64
2	区域长石质硬砂岩	65.18	15.14	43.46	12.1	34.73	7.6	21.84
3	区域长石质硬砂岩	68.69	15.25	48.69	11.43	36.49	4.64	14.81
4	区域长石质硬砂岩	62.39	21.39	56.84	11.41	30.35	4.81	12.79
5	近矿长石质硬砂岩	62.62	22.39	59.9	11.08	29.64	3.91	10.46
6	近矿长石质硬砂岩	62.00	22.52	59.3	10.15	26.71	5.33	14.03
7	近矿长石质硬砂岩	66.68	19.81	59.44	10.01	30.03	3.51	10.54
8	近矿长石质硬砂岩	63.65	20.94	57.59	11.32	31.13	4.1	11.28
	平 均	64.54	18.93	54.77	10.58	30.81	5.05	14.61

综上所述, 矿区含矿浅变质围岩的原岩, 是一套泥质岩石与长石质硬砂岩及硬砂质泥岩互层的沉积建造。

三、岩浆演化与成矿的关系

1. 岩浆演化的一般趋势: 本区侵入岩属于闪长岩-花岗闪长岩系列。不同岩石类型空间上共存, 代表了岩浆活动的长期性。根据岩体中环带斜长石及钾长石成分 (电子探针分析), 利用An-Ab-Or三元系相图, 将本区不同类型岩石成分投影发现: 最初岩浆钾质含量较低, 然后开始向富碱质 ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) 的方向演化; 在花岗闪长斑岩主岩体形成过程中, 岩浆明显地向富钾方向演化; 尔后又向富碱偏钾方向演化 (图3)。

2. 花岗闪长斑岩岩浆的演化: 本区侵入岩主体是花岗闪长斑岩, 其最主要造岩矿物为中长石、奥长石及富镁普通角闪石和富镁黑云母等暗色含水矿物, 未见辉石。斑晶中基本没有钾长石。环带斜长石核心成分为拉长石 ($\text{An}=60$ 左右), 表明与斜长石最初结晶时相平衡的熔体成分可能为中性。利用常见侵入岩及其组合的化学-矿物分类体系, 本区具弱钾化的花岗闪长斑岩的化学成分投影点, 大部分落在花岗闪长岩区内, 个别落在石英二长闪长岩区。但是, 校正后的标准矿物投影点, 却落在英云闪长岩区 (图4)。这种矿物组合类型和岩石化学成分特征暗示, 本区花岗闪长斑岩很可能是岩浆在一定期间演化过程形成的衍生物, 其母岩浆应该是形成于地壳更深部的英云闪长岩浆。

3. 岩浆演化与成矿的关系: 由英云闪长母岩浆衍生的花岗闪长斑岩, 不仅经历了正常

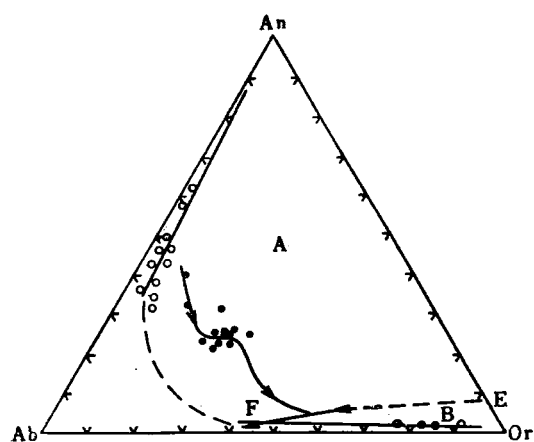


图3 铜厂侵入岩岩浆演化变异图

(据Tuttle, Bowen 1958)

●—铜厂侵入岩; ○—环带斜长石及钾长石成分; A区—斜长石首晶区; B区—透长石首晶区; EF—两种长石共结线

Fig. 3. Ternary diagram showing magmatic evolution and variation of the Tongchang intrusive mass.

●—Tongchang intrusive mass; ○—composition of zonal plagioclase and K-feldspar; A—initial crystallization area of plagioclase; B—initial crystallization area of sanidine; EF—eutectic boundary line between plagioclase and K-feldspar.

的岩浆作用,而且延续到成岩后的热液成矿作用。岩浆作用—流体状态—热液成矿作用,成为岩浆演化的统一过程。根据岩浆所处地质环境、岩石组构特征及蚀变矿化作用,试将岩浆—流体—热液的演化划分为二期五个阶段(表4)。

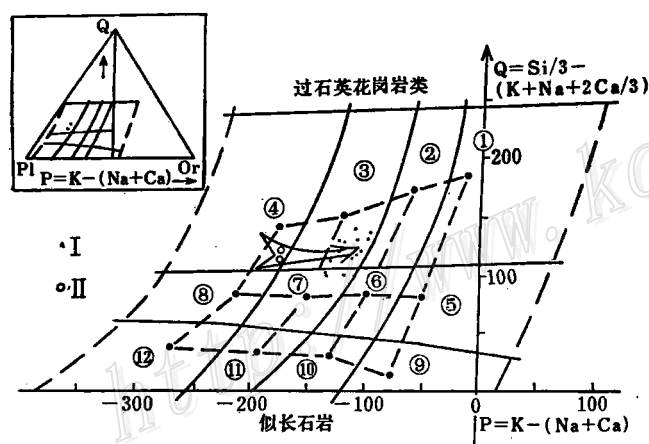


图4 花岗闪长斑岩岩浆演化化学—矿物变异图

I—铜厂侵入岩; II—校正后的岩石定量矿物成分; 3—花岗闪长岩; 4—英云闪长岩; 7—石英二长闪长岩; 8—石英闪长岩

Fig. 4. Diagram showing chemical-mineralogical variation with the magmatic evolution of granodiorite porphyry.

I—Tongchang intrusive mass; II—corrected quantities of mineral composition in rock; 3—granodiorite; 4—tonalite; 7—quartz monzonitic diorite; 8—quartz diorite.

矿床主要形成于岩浆演化的第三、第四阶段,成矿作用与偏碱性岩浆-热液流体和弱碱性流体-热液活动密切相关。但二者处于完全不同的热力学体系,并且,在成矿中的地位也极为不同。偏碱性岩浆-热液流体主要从深部攫取并搬运矿质,使矿质初步富集;而弱碱性的雨水-热液系统则使矿质大规模聚集沉淀。

四、铜厂斑岩铜矿成因探讨

根据以上资料,可对本区成矿物质和成矿介质来源分别予以探讨。

1. 成矿物质来源: 本区成矿物质与侵入岩同源,特别是地壳深部的英云闪长母岩浆,可能是提供大量成矿物质的主要源泉。伴随岩浆的演化,成矿物质不断聚集,最后在地壳浅部形成工业矿体。在成矿作用中,地下水循环可能会将围岩内某些矿质活化萃取并参加成矿作

表4 岩浆—流体—热液演化作用简表

岩浆演化的条件及环境	早 → 晚				
	岩 浆 期			热 液 期	
	I	II	III	IV	V
地质环境	地壳深部	地壳浅部	岩体内部	岩体与围岩接触带附近	浅部岩体围岩之中
物理化学条件	高压, 大于700℃	低压, 大于700℃	低压, 700—400℃	低压, 400—250℃	低压, 小于150℃
主要矿物组合	中长石、角闪石、磷灰石、黑云母、少量石英	奥长石、石英、钾长石	钾长石、少量鳞片状黑云母	绢云母、石英、绿泥石、黄铁矿、黄铜矿、黝铜矿、坤黝铜矿	石英、碳酸盐、硫酸盐、黄铁矿
在岩石中表现形式	晶斑矿物组合	基质矿物组合	变斑晶	交代蚀变矿物及浸染状、网脉状、细脉状矿化	充填矿物小脉
熔体—流体—热液性质	中性熔体	酸性熔体	偏碱性富钾质流体	弱碱性热液	弱酸性热液
岩浆演化的主要特点	矿物结晶中心少, 结晶速度慢, 形成的矿物自形和结晶程度较高	随温度, 压力迅速下降, 结晶中心骤然增多, 结晶速度加快, 形成的矿物均为它形粒状	岩体趋于凝固, 岩体内产生快速钾交代作用, 偏碱性富钾流体从地壳深部攫取并搬运矿质	岩体基本固结, 含矿热液活动性增强, 产生广泛强烈的硅化—绢云母化, 伴随着大量成矿物质的沉淀	岩体完全固结, 残余热液活动性极大降低, 仅沿裂隙充填形成小脉岩及黄铁矿脉
控制岩浆演化及矿化的主要因素	岩浆结晶分异作用	岩浆结晶作用、同化混染作用	流体搬运作用	充填交代作用	充填作用
应力作用	区域应力作用		区域应力与岩体侵位及岩体冷凝收缩产生的局部应力综合作用		

用,但这种来源物质并不重要。因为矿石在岩体内主要呈浸染状结构,而围岩中矿石均为细脉状和网脉状结构,并且,明显地受构造裂隙控制。另外,含矿围岩属于一套以泥质岩为主,夹有长石质硬砂岩和硬砂质泥岩的具类复理石特征的沉积建造。这种渗透性很低的岩石,作为提供成矿物质的矿源层是困难的。

2. 成矿介质来源: 本区成矿物质主要来自岩浆,但使其迁移聚集的介质,在岩浆演化不同阶段显示不同的来源和性质。在地壳深部,岩浆本身就是矿质的搬运介质。但是,岩浆侵入到地壳浅部,在岩浆晚期流体作用阶段,搬运成矿物质的介质转化为偏碱性富钾流体。热液成矿阶段),使矿质大规模沉淀的介质是岩浆来源和地下循环雨水混合的热液,并以接触带为中心,在应力场形成的裂隙系统中,造成一个对流循环体系。据 δO^{18} 值测定结果(宜昌地矿所),岩体内 δO^{18} 值均大于4‰,千枚岩蚀变带 δO^{18} 则出现负值。表明在矿质大规模沉淀阶段,可能内接触带仍以岩浆来源热液活动占主导地位,但在外接触带地下水活动增强。

最后指出,该矿床矿石品位较世界同类矿床偏低,并且,基本没有次生富集,这使该矿的开发利用受到一定的限制。造成这种矿石贫化的原因与下列因素有关,一是深部“矿源”

矿质可能不够丰富；二是与世界同类矿床比较，本区钾化不发育，因而使矿质由深部向浅部的迁移受到限制；三是围岩物理性质坚硬而脆，虽然其渗透性差，但在岩体与围岩接触带附近，由于区域应力与岩体侵位、冷凝产生的局部应力综合作用效应，造成在较大范围内形成高渗透裂隙带，使来自岩体的有限矿质极大地分散，大多数被带到围岩中；四是围岩化学性质不活泼，不利于热液交代作用，这就促进了热液在构造裂隙内的循环和矿质的分散。总之，本区成矿作用和成矿地质环境尚不足以使矿质充分富集。正确地认识这种特征，不仅可以更合理地指导矿床的经济开发和利用，而且为进一步寻找同类矿床，特别是同类富矿床积累可供借鉴的经验。

野外工作期间，曾得到德兴铜矿地测科、赣东北地质大队102分队和104分队地质科的大力支持；岩石化学分析承南京地质实验室刘淑纯同志完成，电子探针微区分析由中国地质科学院矿床所电子探针组余静同志完成。在此，著者表示诚挚的谢意。

参 考 文 献

- (1) 朱 训等 1983 德兴斑岩铜矿 地质出版社

<http://www.kcdz.ac.cn/>

PETROLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE TONGCHANG PORPHYRY COPPER DEPOSIT AT DEXING WITH A DISCUSSION ON THE RELATIONSHIP OF MAGMATIC EVOLUTION TO METALLOGENESIS

Sun Haitian

(Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Sciences)

Abstract

The deposit in question is a porphyry copper one of veinlet impregnation type with pyrite, chalcopyrite, and, to a less amount, molybdenite, tetrahedrite, tennantite, sphalerite and galena as the major ore minerals. The orebody occurs in two types of diametrically different rocks; one is Proterozoic low-grade metamorphic sequence, having Rb-Sr isotopic age of 1401 m. y. and apparently with sedimentary formation of argillaceous rocks intercalated with feldspathic graywacke and graywacke mudstone as the original rocks; the other is a small granodiorite porphyry intrusive characterized by Rb-Sr isotopic age of 169 m. y. and shaped like a triangle at surface with an area of 0.7 km². This intrusive body contains large quantities of K-feldspar in the form of porphyroblast produced as a result of metasomatism by deuteriic fluids and is characterized by two sorts of mineral assemblages; one is phenocryst minerals consisting mainly of andesine, hornblende, biotite, quartz with minor amounts of apatite, the other is matrix minerals composed predominantly of K-feldspar, quartz and oligoclase. The granodiorite porphyry is a derivative formed at a certain evolution stage of magma, its parent magma seems likely to have been tonalitic magma. The evolution of magma not only proceeded through the normal migration of magma from the great to the small depths, but persisted to the deuteriic fluid metasomatism and hydrothermal filling and replacement. The formation of the ore deposit was associated with the deuteriic fluid transportation and hydrothermal mineralization; ore-forming materials were chiefly derived from the intrusive body, and metallogenic media were characterized by multiple sources.