

# 关于德兴斑岩铜矿铜源的初步研究

李克俭 吴学汉 张国柄

(中国地质科学院矿床地质研究所)

斑岩铜矿床一向被认为是岩浆热液矿床<sup>[1]</sup>。近年来,也有人将它划入火山热液矿床<sup>[1]</sup>。多年来,人们对斑岩铜矿的形成条件和矿床成因作了大量的研究,但有关成矿金属来源的研究却很少。

世界各地之热水和蒸气的氢氧同位素研究表明,95%以上的地热水(其中有的温度超过300℃,有的正在进行成矿作用)都是外生水<sup>[2,7]</sup>。若“将今论古”,则有可能得出下列结论:地质历史上形成的多数热液矿床的成矿热液主要也是由外生水构成的<sup>[3]</sup>。水是热液成矿过程中矿质运移的介质,外生水的渗透和循环深度是有限的,由此很自然地得出热液成矿金属主要来自浅部岩石的推论。事实上,在很多热液矿床中,围岩确实为成矿提供了矿质<sup>[4,5,8]</sup>。因此,查明与岩浆活动有关的热液矿床的成矿金属来源,就成为研究成矿条件和进行成矿预测及找矿的关键问题之一。为此,作者选择了一部分铜和钨矿床作为对象,对成矿金属来源进行研究。本文仅把德兴斑岩铜矿田的初步研究成果作一介绍。

## 一、矿田地质

德兴铜矿田位于扬子准地台之江南台隆的东南缘,赣东北深断裂带旁,与浙赣拗陷紧邻。

区内地层主要为上元古界双桥山群,由变质沉凝灰岩和绢云母千枚岩等组成。东南部主要为震旦系和寒武系的砂页岩、凝灰岩和灰岩等岩层,南部零星分布侏罗系红色砂砾岩和酸性火山岩。

区内东西和北东两种方向褶皱轴重接,其中东西向的泗洲庙复向斜横贯矿田北部。德兴和银山等铜矿床均位于其南翼。东西向、北东向和北北东向的断裂很发育。

区内有多次岩浆活动,除前寒武纪的火山活动外,加里东期和海西期有少量中—基性岩脉和岩株,印支期有大茅山花岗岩岩基,燕山期有超基性—中酸性小侵入体和火山岩。铜矿化主要与其中的花岗闪长斑岩和英安斑岩等有关。

## 二、矿田地球化学场

我们在矿床周围半径为10—20公里,面积约700平方公里的范围内,按近密远疏的原则采集较新鲜的岩、矿石样279个(其中地表样179个)并进行了铜含量分析。分析结果编绘成图1。图1将岩、矿样的铜含量分区为:(1)增高场;其中绝大多数样的铜含量大于75ppm,

大于100ppm的样占60%，大于500ppm的样约占1/4。这种场以铜矿床为中心，大体上与围岩蚀变区相当。其本身又可分为大于500ppm的特高场和小于500ppm的偏高场。(2) 低值场或降低场：其中大多数样的铜含量小于50ppm，主要环绕增高场分布。(3) 正常场：其中大多数样的铜含量在50—100ppm范围内，分布在低值场的外围。

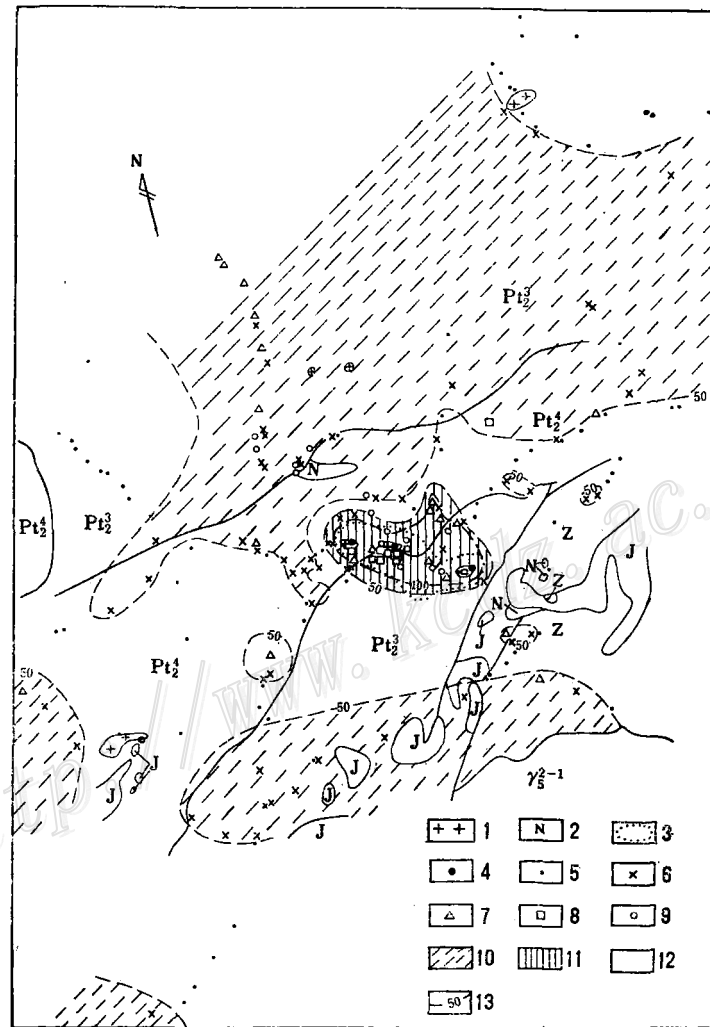


图1 德兴矿田地质和铜的地球化学场图

1—花岗闪长斑岩、英安斑岩和长安质熔岩，2—基性和超基性岩，3—热液蚀变范围，4—铜矿床，5—8—铜含量范围（ppm）（5为<50，6为50—100，7为100—500，8为>500），9—取样孔，10—12—铜的地球化学场（10—正常场，11—增高场，12—降低场），13—铜含量等值线

Fig. 1. Geological map of the Dexing copper ore field showing copper geochemical features.

1. granodiorite, dacite porphyry and dacitic lava; 2. basic and ultrabasic rocks; 3. extent of hydrothermal alteration; 4. copper ore deposit; 5—8. copper concentrations (ppm) (5, <50; 6, 50—100; 7, 100—500; 8, >500); 9. sampling core; 10—12. geochemical fields of copper (10—normal field, 11—increased field, 12. decreased field); 13. contours of copper concentrations.

矿田的不同地球化学场具有各自的特征(表1): (1) 铜的平均含量有显著的差异, 特高场约为5000ppm, 比其它场高50—100倍; 降低场只有42.5ppm, 约为偏高场、正常场的一半。(2) 铜含量的范围明显不同, 特高场的铜含量都大于100ppm, 达100ppm的样品降低场中只有3%, 而偏高场和正常场分别约占1/3和1/4; 达正常场平均值的样品, 降低场中只占7%, 而偏高场和正常场中分别占1/2和1/3; 低于降低场(平均值)的样品, 在降低场中高达63%, 而在偏高场和正常场中只占17%左右。(3) 各异常场的面积大小悬殊, 它与平均含量似呈反消长关系。特高场的铜含量很高, 其分布范围却很小, 只有1—2平方公里。降低场的铜含量最低, 其分布面积最大, 为390平方公里。(4) 各地球化学场具有一定的空间位置, 特高场位于中心, 向外依次为偏高场、降低场和正常场。这一分布特征在垂向上也有所显示, 如ZK903(图2)往深部约300米就从特高场变为偏高场。

德兴矿田各地球化学场的铜含量(ppm)统计表

表1

		异常场			正常场
		增高场		降低场	
		矿化场	正晕场	负晕场	
$\bar{X}_{Cu}$ 地表/样品数(个)		5506/7	89.57/23	41.78/85	80.17/64
$\bar{X}_{Cu}$ 深部/样品数(个)		5425/4	96.29/34	48.8/10	76.31/52
$\bar{X}_{Cu}$ /样品数(个)		5476/11	93.58/57	42.57/95	78.45/116
Cu含量范围		620—27500	18—420	6—180	13—290
$S_x$		8025	73.35	24.49	49.97
$S_x/\bar{X}$		1.47	0.78	0.58	0.64
$N_{Cu>\bar{X}}$ 正常场(个)/(%)		11/100	24/47	7/7.3	43/37
$N_{Cu<\bar{X}}$ 降低场(个)/(%)		0/0	10/17.5	60/63	19/16.4
$N_{Cu>100}$ (%)		11/100	21/37	3/3	30/26
$N_{Cu}$ 含量范围为 $\bar{X} \pm \frac{1}{2}\bar{X}$ (%)		3/27	28/49	75/78	79/68
面积(km <sup>2</sup> )		1.32	22.5	390	>330
离岩体距离(km)	范围	0.0—0.9	0—3.5	0.8—12	1.3—20
	多数	0.—0.4	0.4—1.5	1.5—5	>5

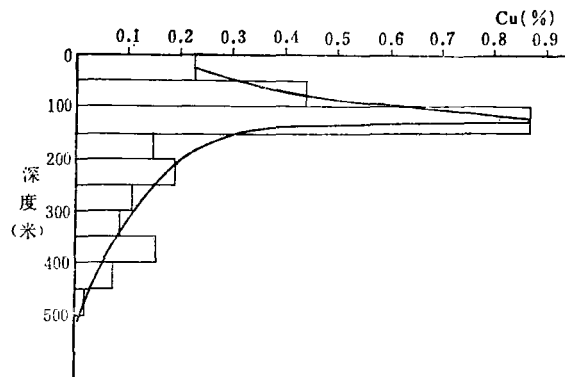


图2 ZK903矿化和蚀变花岗闪长斑岩铜含量图  
 Fig. 2. Copper content of mineralized and altered granodiorite porphyry.  
 (Samples are taken from drill No.903.)

### 三、关于铜质来源的讨论

(一) 前提 围岩是否为成矿提供铜? 需要通过对比成矿前、后围岩的铜含量变化来确定。成矿后围岩的铜含量是可以直接测定的。如何确定成矿前围岩的铜含量呢? 在斑岩铜矿形成过程中, 规模较小的斑岩体和热液活动对围岩的影响是局限性的, 在这些作用所触及范围之外的岩石不受它们的影响。若整个矿田成矿前岩石中的铜含量相对较均匀, 则离岩体和矿体较远的围岩铜含量就相当于成矿前近矿岩石的铜含量。因此, 远离岩体和矿体的围岩的铜含量就可以被认为是矿体附近围岩的原始铜含量。这一假设是否成立呢? 本矿田主要由双桥山群组成, 以千枚岩和变质沉凝灰岩为主, 地层走向北东—北东东, 全区岩石的矿物成分、结构构造等比较接近, 且远离岩体和矿体的各种围岩的铜含量也较接近, 大部分在 40—110 ppm 之间。因此, 可以认为在斑岩和斑岩铜矿形成前整个矿田岩石的铜含量是相对较均匀的, 其值与现在远离岩体和矿体的正常场中岩石铜含量相当。

勘探报告中化探资料表明, 矿田内绝大多数岩石的铜含量为 60—78 ppm。我们通过加权平均求得 1499 个样的平均值为 72 ppm, 这与我们的正常场平均值 78 ppm 是很接近的。

(二) 矿田地球化学场及其相互关系 根据矿田岩、矿石样品的铜含量划分出特高场、偏高场、降低场和正常场。从地质意义上说, 特高场就是矿化场, 即为矿体分布区。偏高场就是正晕场, 其范围大致与明显的蚀变带相当。矿化场与正晕场统称增高场, 低值场就是降低场, 正常场就是原始场或背景场。除正常场外, 其他场均为异常场。它们的分布有明显的规律, 矿化场位于中心, 向外依次为正晕场、降低场和正常场。异常场呈近似环状。在异常场中铜含量既有增高的, 又有降低的, 增高场铜增高的幅度大, 但面积小; 降低场铜降低的量小, 但面积大。即增高场中增长的铜量与降低场中降低的铜量有明显的制约关系。这在某种程度上表明, 异常场是以铜的正常场为基础, 是热液成矿作用的产物。

(三) 降低场及其意义 热液矿床都伴有范围较大的原生晕, 因此, 利用原生晕找热液矿床是很有成效的。在许多热液矿床中都作了原生晕的研究, 一般都将成矿和伴生元素划分为两个场, 近矿体的原生晕场和较远处的背景场。从德兴矿田来看, 原生晕场分为正、负两部分。铜的负晕场(即降低场)用深部含矿热液向围岩扩散来解释较为困难, 用在成矿过程中围岩释放出一部矿质来解释, 可能更为合理。

德兴矿田是否有铜的降低场呢? 在矿床周围均存在一个铜含量偏低的环状区, 铜的平均值为 42.5 ppm, 比正常场平均值低 36 ppm, 这一差值显然不是由分析误差(仅几个 ppm)所引起。降低场与地层层位和岩性无关, 即同一层位同种岩性岩石的铜含量随地球化学场不同而变化。在近矿蚀变部分的正晕场中较高, 在远离矿床未受热液影响的正常场中相对较均匀, 且高于同种岩石的克拉克值。在这两种场之间的降低场中铜含量最低。该场内 95 个样中铜含量达正常场平均值的只有 7 个样, 它的最高值和最低值也都比其它场的低(图 3)。由此可知, 铜矿床周围岩石中铜含量低值场, 既不是原来就存在的, 也不是分析误差造成的, 而是在热液成矿过程中形成的。

降低场的确定有重要的地质意义。降低场的存在表明斑岩铜矿的铜是来自围岩或围岩为斑岩铜矿的形成提供了金属。降低场也是找矿的标志, 其规模和成矿元素下降的幅度可作为

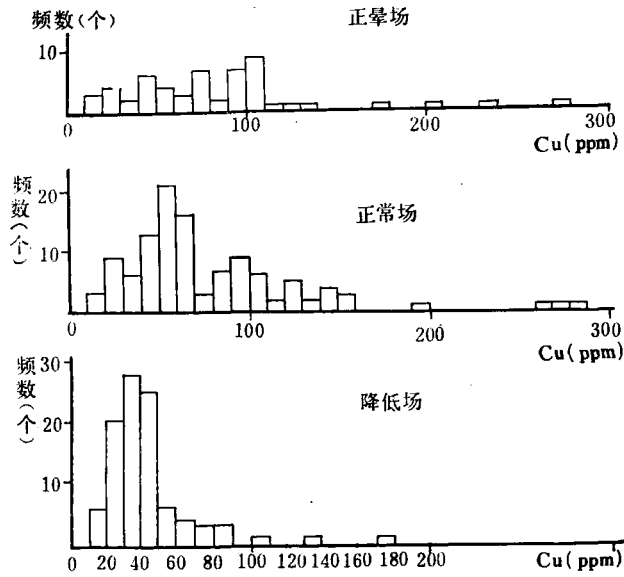


图3 德兴矿田各地化场铜含量的频数分布图

Fig. 3. Histograms showing frequency distribution of copper concentrations in various geochemical fields, the Dexing copper ore field.

德兴矿田成矿过程中各地化场铜量变化表

表2

场名	增高场		降低场	正常场
	矿化场	正晕场	(负晕场)	
$\bar{X}_{Cu}(\text{ppm})$	5476	93.58	42.51	78.45
$\bar{X}_{\text{异常场}} - \bar{X}_{\text{正常场}}$	5397.6	15.13	-35.94	
面积(km <sup>2</sup> ) (S)	A	22.5	85.5	
	B		138.3	
深度(km) (H)	0.5	1	1	
体积(km <sup>3</sup> )	A	22.5	85.5	
	B		138.3	
体重(D)	2.79	2.68	2.72	
总重量(吨)	A	60.3 × 10 <sup>9</sup>	232.6 × 10 <sup>9</sup>	
	B		376.2 × 10 <sup>9</sup>	
铜的变化量(万吨) (Q)	A	994	-836	
		+249		
	B	994	-1352	
		-267		

注: A——降低场的计算范围限于离岩体5公里之内; B——限于离岩体7公里之内。计算按下列公式:

$$Q = S \cdot H \cdot D (\bar{X}_{\text{异常场}} - \bar{X}_{\text{正常场}}), \text{ 正值为增加或带入量, 负值为减少或带出量。}$$

估算矿床规模的根据。此外,降低场的出现对原生晕的认识也会发生影响。原生晕应包括正晕和负晕。为什么一般只有正晕,可能原因是工作区不够大,并把部分负晕当作背景。近年来,少数资料已提出负晕的问题<sup>[9]</sup>。

(四) 在成矿过程中围岩析出铜量的估算 作者认为降低场是热液成矿作用的产物,所以,围岩为成矿提供的铜就是降低场中减少的铜。若以离矿化岩体7公里计算,则德兴斑岩铜矿(不包括银山铜矿等)周围降低场的面积为138平方公里(表2),如以延深1公里计算,其体积为138立方公里,岩石的比重为2.72,降低场的平均铜含量比正常场低36ppm,则降低场减少的铜量约为1300万吨,远超过了本矿田的铜金属储量。若以离岩体5公里内的降低场计算,也能析出836万吨铜。

由表2可见,矿体的铜量和正晕场中增加铜量之和与降低场中减少的铜量比较接近,降低场释放的铜量相当于增高场中增加铜量的78—125%。这表明,德兴斑岩铜矿中铜主要是由含铜较高的双桥山群等岩石提供的。

#### 四、德兴斑岩铜矿的成因

(一) 矿质来源 矿质来源与矿床成因有密切关系。如上所述,德兴斑岩铜矿的铜几乎全部来自围岩,至少可以说主要来自围岩。早先的文献和资料都认为德兴斑岩铜矿中的铜来自岩浆,近二、三年来,胡魁<sup>①</sup>和周耀华<sup>②</sup>等都认为围岩为成矿提供一部分铜。

国内有关斑岩铜矿成因的资料和论文大多认为斑岩岩浆是富含铜的,因为斑岩的铜含量都很高,如德兴铜厂花岗闪长斑岩的铜含量为150—300ppm<sup>③</sup>,比酸性岩克拉克值约高10倍。根据我们的研究和综合分析已有资料来看,斑岩含铜较高的原因是这些斑岩都有不同程度的

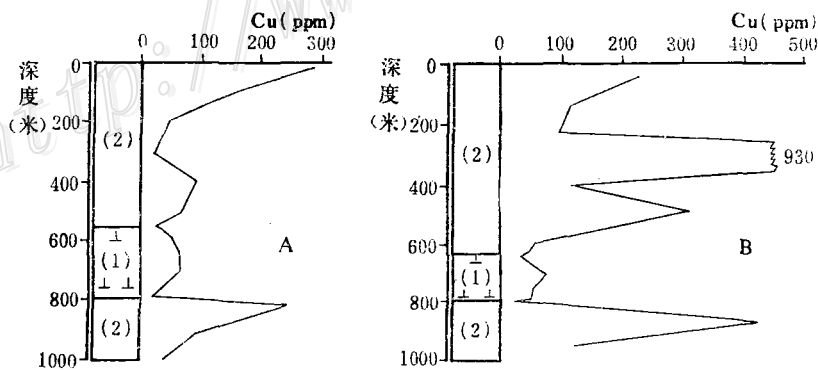


图4 ZK3201(A)和ZK4001(B)铜含量曲线

Fig. 4. Variations in copper concentrations in drills No. 3201 and No. 4001.

1—花岗闪长斑岩; 2—围岩

1. granodiorite porphyry; 2. wall rocks.

- ① 胡魁等, 1980, 江西德兴斑岩铜矿地质特征, 第二届矿床会议论文。
- ② 周耀华等, 1981, 德兴斑岩铜矿物质来源之争议, 江西地质科技, 第一期。
- ③ 周耀华 1975年资料。

蚀变。而未蚀变或微弱蚀变的花岗闪长斑岩的铜含量低于50ppm, 远低于其附近围岩的铜含量(图4)。

(二) 成矿热液的来源 以往资料都认为德兴斑岩铜矿的成矿热液来自岩浆。最近有人根据矿物的氧同位素资料、蚀变类型和成矿温度等提出了主要是地下水来源和岩浆水与雨水的混合来源<sup>①</sup>。

成矿流体的氢、氧同位素组成是判断其水来源的重要依据。图5表明, 岩浆水的 $\delta O^{18}$ 值为+6.2—+8.02‰, 而成矿热液水的 $\delta O^{18}$ 值低于岩浆水, 即使是早期钾化阶段的热液水,  $\delta O^{18}$ 值有的还低至+1.4‰。从主矿化期开始, 热液水的 $\delta O^{18}$ 值范围为-3.44—+4.56‰, 平均为1.35‰, 不仅低于花岗闪长斑岩岩浆水的值, 而且低于一般采用的岩浆水下限值(+5‰)。 $\delta O^{18}$ 值如此低的成矿热液水不可能直接来自岩浆。用岩浆水和雨水的混合来解释似较合理。但必须考虑的是, 岩浆水并不是直接与雨水混合, 而主要是与由雨水变来的地热水混合。这种地热水与其原先的雨水相比,  $\delta O^{18}$ 值明显增高; 近中性地热水一般可增高5%以上, 酸性地热水增高13%以上。因此, 德兴斑岩铜矿成矿流体可以直接由雨水转化而来的地热水生成。如果成矿流体是岩浆水和地热水混合的产物, 则按 $\delta O_{H_2O}^{18}$ 来判断, 则由雨水变来的地热水是主要的。关于成矿流体 $\delta O^{18}$ 值从高温向低温逐渐减小的原因, 我们认为, 高温阶段的地热水与岩浆或岩石达到或接近平衡, 而低温阶段地热水与围岩未达平衡。也就是说, 在整个成矿过程中都有雨水参加, 而且它始终起主导作用。

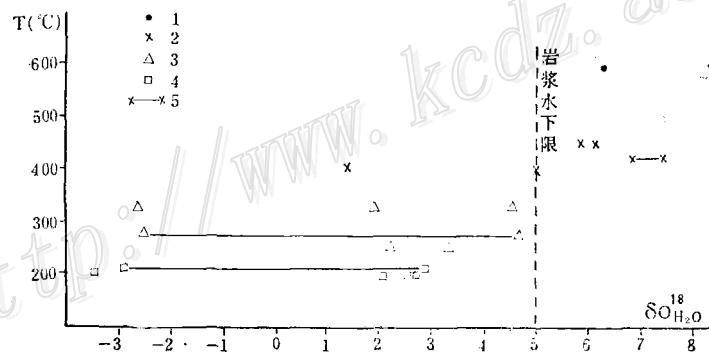


图5 德兴矿田岩浆水和成矿流体的T— $\delta O^{18}$ 关系图

(图中1—4引用芮宗瑶资料, 5引自江西省地质科学研究所二室资料)

1—花岗闪长斑岩岩浆水; 2—早期钾化阶段热液; 3—中期主矿化阶段热液; 4—晚期碳酸盐化阶段热液; 5—钾化阶段热液水

Fig. 5. T (temperature) versus  $\delta O_{H_2O}^{18}$  diagram of magmatic waters and ore-forming fluids, the Dexing copper ore field.

1. magmatic waters of granodiorite porphyry; 2—4. hydrothermal fluids at various ore-forming stages; 2—early potassium metasomatism stage; 3—middle or major ore-forming stage; 5. same as 2, data from another source.

① 江西地质研究所第二矿床室, 1982, 根据氧同位素组成探讨枫林、德兴铜矿床成因, 第二届全国同位素地球化学学术讨论会论文(摘要)汇编。

德兴斑岩铜矿化和热液蚀变由浅往深明显减弱,甚至完全消失。而且,花岗闪长斑岩的水含量(1.4%)远低于围岩(大于3%),但在近矿体部分,蚀变斑岩的水含量增高,而蚀变围岩的水含量却减少<sup>[3]</sup>。这些事实在某种程度上显示在成矿蚀变过程中水由围岩向岩体方向迁移。

(三) 铜的各地化场中其它元素含量的变化 我们选择了铜的各地化场的部分样品作了分析,并统计出它们的平均值。由表3可见:①从远离岩体的正常场至以接触带为中心的矿化场,多数元素的变化幅度明显增大,反映出这些元素的有规律变化与斑岩铜矿的成矿蚀变过程有关;②稀土、铷和铯在铜的各地化场中的含量高低变化趋势与铜相同,在矿化场中最高,其次为正晕场,而在降低场中最低;氟、全铁、水、氧化钙、重稀土和氧化钠等也有与铜相似之处,即在铜的异常场中它们的含量亦显示异常,且都同时存在增高场和降低场。这表明,在成矿蚀变过程中,不仅矿田内的铜发生活化,形成范围很大的异常地化场,而且其它许多元素也发生迁移再分配。即使是像钾和钠等造岩元素的含量,在正晕场(离岩体平均距离1.3公里)和降低场(离岩体平均距离4.4公里)之间也有急剧的变化。可见,斑岩铜矿成矿作用影响的范围较大,其半径以公里计;③Cl、K<sub>2</sub>O、CO<sub>2</sub>和Ba等含量在铜的异常场中都有异常,但不是正负相伴,其中Cl都是负晕,其它都为正晕,Cl在成矿过程中被带出铜的异常场,而CO<sub>2</sub>等可能是从外部带人的。德兴斑岩铜矿石的矿物流体包裹体含盐度经测定为6—14%,平均约7.5%(按芮宗瑶资料计算),属含盐热水。铜的各异常场中Cl和Na的含量与正常场相比,则矿化场和正晕场中Na<sub>2</sub>O减少了约2%,在整个异常场中Cl减少了约0.003%,它们都是被热液带走的。被带走的NaCl之量为几千万至几亿吨,仅这部分盐就可

使几到数十亿吨(相当于0.1—1立方/公里)的水变成相当于矿物包裹体含盐度的溶液。因此,成矿溶液的盐很可能来自围岩。

碳酸钙的溶解度随温度降低而显著增高。高温溶液中碳酸钙的溶解度很小,在其冷却过程中不会发生沉淀。相反,低温溶液中碳酸钙的溶解度较大,当其受热时就发生沉积。在德兴矿田的铜的矿化场中碳酸钙含量较高,比正常场增高一倍多。显然,这是富碳酸氢钙的低温地下水受岩浆热的影响而沉淀生成。这从另一侧面证实成矿热液主要是地下水。

从稀土元素球粒陨石标准化曲线(图6)来看,铜的各地化场的稀土元素含量变化很小,它们的曲线基本一致。重稀土在各场中基本稳定,轻稀土在铜的矿化场和正晕场中

德兴矿田铜的各地化场中  
部分元素含量(%)对比\*

表 3

	矿化场 (I)	正晕场 (II)	降低场 (III)	正常场 (IV)	I IV	II IV	III IV
ΣREE	215.94	192.55	161.47	172.93	1.25	1.11	0.93
ΣLREE	194.16	167.41	140.21	150.07	1.29	1.12	0.93
As	0.0015	0.0008	0.0002	0.0003	5	2.61	0.67
Rb	0.0155	0.0124	0.0091	0.010	1.55	1.24	0.91
F	0.070	0.057	0.045	0.061	1.15	0.93	0.74
TFe	4.60	5.20	4.25	4.63	1.02	1.11	0.91
H <sub>2</sub> O	2.61	3.86	3.11	3.16	0.85	1.20	0.98
CaO	1.03	0.40	0.70	0.55	1.91	0.71	1.27
ΣHREE	21.78	25.15	21.25	22.86	0.96	1.11	0.94
Na <sub>2</sub> O	0.15	0.15	2.45	2.10	0.07	0.07	1.17
Cl	0.0025	0.005	0.003	0.0062	0.40	0.81	0.48
K <sub>2</sub> O	4.08	4.21	2.73	2.53	1.72	1.64	1.08
CO <sub>2</sub>	1.14	0.39	0.43	0.34	3.46	1.14	1.27
Ba	0.064	0.103	0.088	0.059	1.08	1.75	1.49

\* 其中稀土元素含量为ppm。

增高,降低场中降低。即在成矿过程中进行了再分配。花岗闪长斑岩的稀土元素球粒陨石标准化曲线和某些参数,如ΣLREE/ΣHREE、La/Yb、ΣHREE等明显不同于双桥山群。

(四) 矿床成因 综上所述,德兴斑岩铜矿的铜主要来自周围双桥山群等围岩,铜矿体



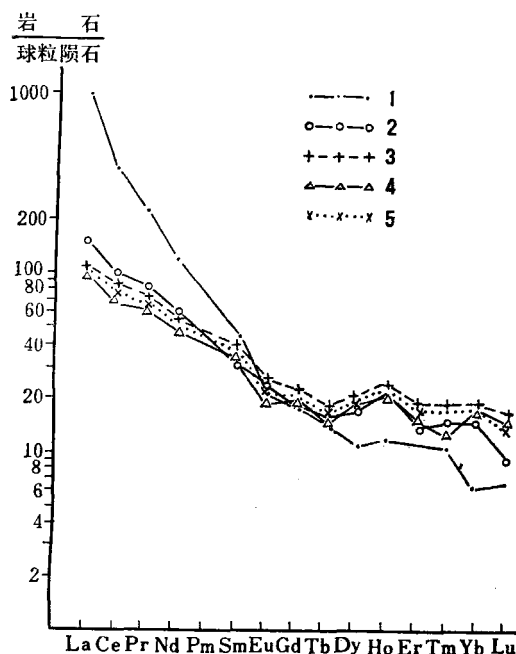


图6 德兴矿田铜的各地化场稀土元素球粒陨石标准化曲线

1—花岗闪长斑岩 (按芮宗瑶等); 2—矿化场; 3—正晕场; 4—降低场; 5—正常场

Fig. 6. Chondrite-normalized REE pattern for various geochemical fields of copper, the Dexing ore field.

1. granodiorite porphyry;  
2. mineralized field; 3. positively anomalous field; 4. decreased field; 5. normal field.

主要围绕斑岩体的接触带分布,且主要集中于岩体上部的接触带。作者认为成矿热液生成于浅部。当岩浆上侵至浅部,使围岩及其中的水受热,并引起水的运动使岩石中的成矿元素溶解于其中而形成成矿热液。因此,成矿热液是内生热、外在的金属和以外生水为主的水三者结合的产物。

工作中得到赣东北地质队同志的支持和裴荣富所长的指导,一并致谢。

### 主要参考文献

- [1] 成都地质学院 1978 矿床学 地质出版社
- [2] 丁梯平编 1980 氢氧同位素地球化学 地质出版社
- [3] 季克俭、吴学汉 1981 成矿热液中水的来源及其与成矿的关系 中国地质科学院报矿床地质研究所分刊第2卷第1号
- [4] 季克俭、吴学汉、张国柄 1982 热液矿床的三源表成热液成矿模式 中国地质科学院矿床地质研究所所刊第3号
- [5] 郑明华等 1981 我国某层控金银矿床的成矿地质特征和物质来源 地质学报 第1期
- [6] Barnes, H. L. (ed.), 1979. *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*, second edition.
- [7] Басков Е. А. и др., 1973, Изотопный состав Н, О, С, Аг, Не, термальных вод и газов Курило-Камчатской вулканической области как показатель условий их формирования. *Геохимия*, №2.
- [8] Павлов Д. И., 1975, Магматитовое рудообразование при участии экзогенных хлоридных вод. *Наука*.
- [9] Коплус А. В., Зубов М. А., 1980, Выделение, изучение и практическое использование отрицательных ореолов скрытого флюоритового оруденения. *Геохимия*, №2.

## COPPER SOURCES OF THE DEXING PORPHYRY COPPER DEPOSIT—A TENTATIVE DISCUSSION

Ji Kejian, Wu Xuehan and Zhang Guobing

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

### Abstract

Geochemical studies reveal striking yet regular variations in copper content of the Dexing copper ore field. Instead of being governed by stratigraphic positions and lithologic characters, such variations seem to be intimately related to the distance from the porphyry mass. Rocks lying in excess of 5km from the igneous body contain fairly stable amounts of copper, averaging 78ppm; those located 1.5—5km from this body have extremely low copper content (averagely 43ppm); those lying less than 1.5km from the body have comparatively high copper content (averagely 94ppm); ore bodies and mineralized rocks possess by far the highest copper content (averagely 5476ppm). In inward succession these rocks are named normal field, decreased field or negatively anomalous field, positively anomalous field and mineralized field respectively. Assuming approximately the form of concentric circles with the mineralized field as the center, they make up an integrated geochemical system. The positively anomalous field possesses relatively small area while the negatively anomalous field is comparatively large. The increase or decrease of copper content in positively or negatively anomalous field is negatively proportional to their respective extent. Statistics show that the amount of copper released from the negatively anomalous field (as compared with the copper content of the normal field) roughly equals copper concentration of ore or the amount of copper added to the positively anomalous field. The configuration of this geochemical field of copper as well as its close association with the porphyry and the porphyry copper deposit implies that copper was derived from the decreased field surrounding the ore deposit. Like copper, the concentrations of rock-forming elements, REE and Rb, Sr, F, Cl in selected samples from these fields also show regular variations. Most of these elements have anomalous values in anomalous copper fields.

The available  $\delta O^{18}$  data of the ore field suggest the addition of meteoric water in the ore-forming fluids;  $\delta O_{H_2O}^{18}$  is  $-1.35\%$  at the major mineralization stage, which is much lower than the minimum value of the magmatic water, indicating that ore-forming fluids are dominated by the meteoric water.

All this points to the conclusion that the Dexing porphyry copper deposit mainly derived its copper from the country rocks.