

我国斑岩铜矿含矿岩体地质特征

冶金工业部地质研究所斑岩铜矿专题组

斑岩铜矿是一种内生金属矿床，是地壳深部岩浆演化的产物。这类铜矿无论在空间上还是在成因上都与侵入体有着密切关系。因此，研究与成矿有关的侵入体的地质特征，对于认识斑岩铜矿的成矿作用及找矿评价标志，就有着重要的现实意义。

一 含矿岩体的形成时代

统计资料表明，我国斑岩铜矿含矿岩体的形成时代有以下特点：

1. 与成矿有关的岩体，形成时代多。世界上所有成矿时代的斑岩铜矿床，我国几乎都有发现。据不完全统计，与成型矿床有关的岩体，吕梁期1个，加里东期1个，海西期5个，燕山期11个，喜山期5个。由此可见，我国斑岩铜矿含矿岩体从最老的吕梁期到最新的喜山期均有产出，但以燕山期及喜山期为主，其次为海西期。时代较老的加里东期及吕梁期含矿岩体虽有发现，但为数不多。

2. 矿床规模与岩体的形成时代无明显关系，各时代的侵入体均可形成较大规模的斑岩铜矿。但从我国地质发展历史、成矿作用及各时代斑岩铜矿发育特点来看，在时代较新的侵入体中找到更多规模较大的斑岩铜矿的可能性更大。

3. 就目前所发现的斑岩铜矿床分布的特点看，中生代以前的都产在我国北部（包括已发现的吕梁期、加里东期及海西期的所有矿床），南方至今尚未找到中生代以前的斑岩铜矿；而中生代及其以后的含矿岩体则主要产在南方。造成这种产出时代分区的现象，主要是我国南北地质构造发展的差异性所致。当然，上述情况仅仅是一种趋势，局部地区出现特殊情况是完全可能的。比如，

我国北部的兴蒙地槽系中就很有可能找到燕山期的斑岩铜矿；南方的康滇地轴也有人曾预测可能找到铜矿峪式的古老斑岩铜矿。

二 含矿岩体的岩石类型

按岩石的酸性程度，可将组成含矿岩体的岩石分为三类：

1. **酸性岩类：**以花岗斑岩及石英斑岩为主，另外还有斑状花岗岩、斜长花岗（斑）岩等。二氧化硅含量一般为70%。

一般情况是，与该类岩体有关的斑岩型矿化以钼为主。但在一定地质条件下，酸性岩体也可形成相当规模的斑岩铜矿。在我国可有两种情况：第一种是偏中性的酸性岩类可以铜矿化为主，玉龙铜矿就是一例，其含矿岩体为二长花岗斑岩（地质科学院地矿所定名为黑云母花岗斑岩），岩石中 SiO_2 含量（68.27%）比中国同类岩石平均值低，而 MgO 及 CaO 等基性组分则比平均值高。伴随着该岩体侵位而形成的是以铜为主的斑岩铜（钼）矿床。第二种是与爆破角砾岩筒伴生的酸性侵入体，常以铜矿化富集为主。例如，城门山铜矿，与成矿有关的岩体为与角砾岩筒伴生的石英斑岩。南美洲西海岸的多数斑岩铜矿都是与角砾岩筒中的酸性侵入体有关。

还需指出，与酸性岩体有关的矿化除上述两类外，还可能有斑岩型金矿、斑岩型钨矿。

2. **中酸性岩类：**国内资料统计结果表明，世界上多数斑岩铜矿都与中酸性岩类的侵入体有关。我国主要为花岗闪长斑岩。这类含矿岩体的 SiO_2 含量一般为65%。

与该类岩体有关的矿化以铜为主，并多伴有一定量的钼。矿床主要特征是，一般皆具有J.D.洛厄尔提出的蚀变—矿化分带模式，

矿化主要富集在石英—绢云母化带中，金属矿物组合主要为黄铁矿—黄铜矿—辉钼矿。例如，富家坞铜矿，含矿岩体为花岗闪长斑岩，热液蚀变以强烈石英—绢云母化并与矿化富集密切相关为特征。其它一些矿床（如铜矿峪、铜厂、多宝山等矿床）都有类似的特点。

3. 中性岩类：包括闪长（玢）岩及石英闪长（斑）岩。与成矿有关的这类岩石 SiO_2 含量约60%，矿床具有霍利斯特提出的闪长岩蚀变—矿化分带模式，矿化主要富集在强烈的黑云母—钾长石化带中，石膏（硬石膏）化普遍，金属矿物组合为黄铁矿—黄铜矿—斑铜矿—磁铁矿。伴生钼含量甚微，而伴生金和银含量较高。目前，国内这类矿床所见不多，比较典型的有中沙溪斑岩铜矿，小西南岔铜矿亦应属此类。国外著名的“岛弧”型矿床也属此类，菲律宾已发现的所有斑岩铜矿均与闪长岩类侵入体有关。

除上述三类侵入体外，国内还见有与基性程度较高的侵入体有关的斑岩铜矿，舒家店铜矿就是一例，其含矿岩体为辉长岩（勘探队定名为辉长闪长岩）。至于碱性岩类的含矿性，国内尚无报道。国外曾有资料介绍加拿大铜山斑岩铜矿与碱性岩有关。

最后尚需说明，国内中酸性含矿侵入体以花岗闪长（斑）岩为主，而国外则以石英二长岩为主。造成这种岩类的差异，很可能是各国采用的分类命名方案不同的缘故。

三 含矿岩体的规模、形态、产状

1. 岩体规模：据统计，我国所有成型的斑岩铜矿含矿岩体都在10公里²以下，主要矿床含矿岩体都小于1公里²，如富家坞含矿岩体仅0.15公里²。可见，小岩体含矿性更好。对于岩体规模与矿化富集的关系，国外不少地质学家进行过研究。早在40年代，埃蒙斯就用同一比例尺进行过岩体大小及形态与矿化的关系统计，结果是：“同矿化作用关系密切的岩体，多数是图中面积很小的”。J. D. 洛厄尔统计了北美27个斑岩铜矿含矿岩体的规模后得出结论：“斑岩铜矿常常发育在切面远小于1英里²的岩株和岩钟内”。菲律宾绝大多数斑岩铜矿含矿岩体也都小于1

公里²。上述国内外统计资料均说明，小岩体对矿化富集更有利。但任何事情都不能绝对化，规模太小的岩体也很难形成大规模工业矿化富集（如下晓起矿点）；规模大的岩基也可能有大矿（例如美国比尤特矿床就产在面积达数十英里²的博耳德岩基中）。

上述统计规律的内在联系尚不十分清楚。但我们曾设想过，处于地壳深部的硅酸盐熔融体，由于深部物理—化学条件的变化，液态的熔浆会发生分熔作用，形成独立的相对富含矿质的熔浆团。经多次分熔作用形成的富矿熔浆运移侵位就可形成规模不大的含矿小岩体。

2. 岩体的形态及产状：世界上大多数斑岩铜矿都与小岩株、小岩筒有关，其次为岩床及岩墙。进一步整理国内资料后发现，含矿岩体的形态和产状与其形成时代及产出地质构造单元有关。一般讲，中生代以前的含矿岩体多呈拉长状的岩床或岩墙，并多产于时代较老的地槽系中。例如多宝山、公婆泉等矿床与成矿有关的花岗闪长斑岩体即成岩墙状产于海西地槽系中。中生代及其以后的矿床，含矿岩体多呈近等轴状的岩株、岩筒、岩漏斗，多产于地台的活动区。例如德兴矿田中的几个矿床，含矿岩体呈岩筒状产于扬子准地台江南古陆东南缘与浙赣拗陷带的过渡带中；而丰山洞、城门山等矿床的含矿岩体呈圆形或椭圆形的小岩株产于扬子准地台北西缘的下扬子拗陷带中。

含矿岩体的形态及产状是控制矿化富集部位的重要因素。

①陡立的岩株和岩筒，矿化主要富集在岩体的顶部。例如玉龙、城门山等矿床（图1）。

②倾斜的岩株、岩床及岩墙，矿化主要富集在岩体的上盘。例如多宝山矿床Ⅲ号矿带（占总储量80%以上）即产在花岗闪长斑岩体的上盘（图2）；铜矿峪矿床的矿化主要富集在含矿岩体的中上部。

③蘑菇状岩体，矿化富集在“蘑菇颈”的内外接触带（如钟腾，图3）或“蘑菇顶”的超覆部分（如丰山洞矿床）。

④具有向外突出的舌状体的岩体，矿化富集在岩舌的端部（如马厂菁，图4）。

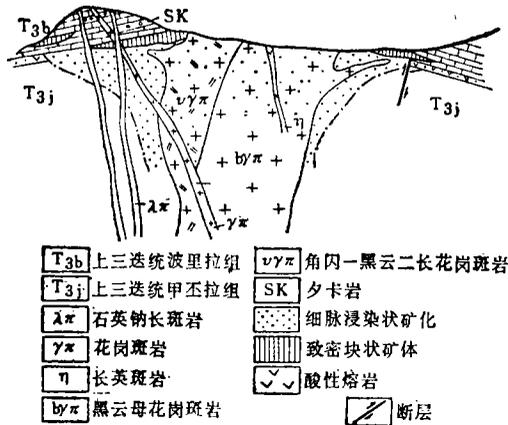


图1 玉龙斑岩铜矿床示意剖面图
(据西藏地质局第一地质队, 地科院地矿所)

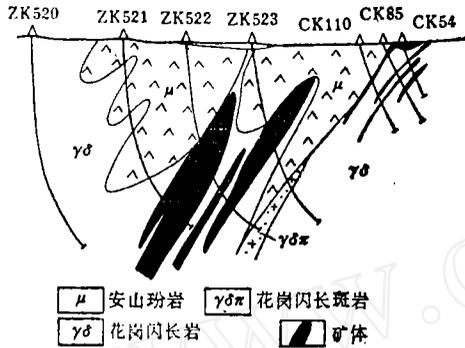


图2 多宝山矿区90号勘探线地质剖面图
(据黑龙江地质四队)

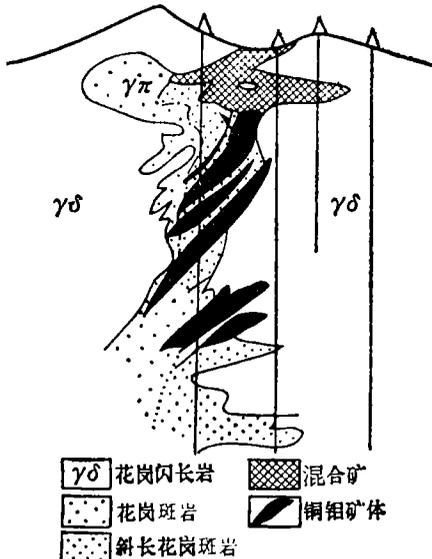


图3 钟腾斑岩铜矿床4线地质剖面图
(据福建地质七队)

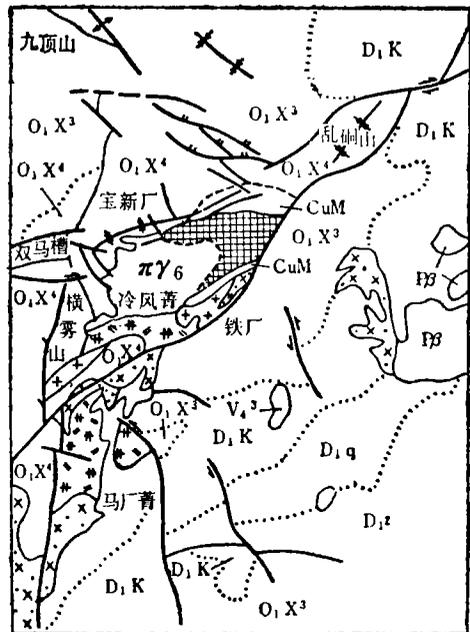


图4 马厂箐矿区地质构造略图
(据冶金地质310队)

总之,斑岩型铜矿化主要富集在岩浆流动的前缘。究其原因有三:①岩浆流动前缘位置都是构造虚脱部位,有利矿化富集;②在岩浆流动前缘,冷凝快,收缩裂隙发育,是有利的储矿构造;③富含挥发组分的矿液活性很强,它们总是向减压带运移和集中。

尚需指出,主要受断裂构造带控制的矿床,矿化富集部位受岩体形态产状影响不大,例如公婆泉矿床。

四 含矿岩体形成深度

1. 判别侵入体形成深度: 根据我们几年来实际工作经验,并参考有关文献资料,将

可作为判别侵入体形成深度的主要标志列于表1。此外，再补充说明几点：

不同形成深度的岩浆岩特征对比表

表1

项目 侵入深度	岩石结构	基质结构	斑晶含量 (%)		斑晶中斜长石长宽比 (La轴)	斑晶石英特征	钾长石特征	暗色矿物特征	Fe ₂ O ₃ /FeO	矿床实例
			斑晶	晶屑						
超浅成	斑状结构，可有聚斑、流纹、气孔及角砾	微晶结构 隐晶结构 霏细结构	10~30	>1	>3	β石英常见 熔蚀现象普遍	可见透长石	可见暗化边	高	银山 城门山
浅成	斑状结构	显微花岗岩结构	>40	不见或偶见 (<1)	1~3	主要为α石英，多见熔蚀现象	以正长石为主	不见暗化边	中	多宝山 玉龙 富家坞
中深(浅)成	半自形粒状结构				1~2	不见β石英，熔蚀现象少见	主要为条纹状长石或微斜长石	不见暗化边	低	舒家店

德兴矿田各含矿岩体氧化系数对比表

表2

项目 岩体名称	浅成侵入体		超浅成侵入体	
	铜厂花岗闪长斑岩	富家坞花岗闪长斑岩	银山石英斑岩	银山含矿英安斑岩
氧化系数Fe ₂ O ₃ /FeO	0.44	0.75	0.89	2.83

①表1所列的标志，主要适用于中酸性侵入体，对基性程度较高的侵入体可能有较大的出入。

②岩体的规模及产状也是一个参考标志。一般讲，岩基状岩体形成深度较大(基性、超基性岩体除外)，浅成、超浅成岩体多呈小岩体。

③小区域内(如矿田范围)运用Fe₂O₃/FeO比值相对高低对比来判断岩体形成深度是有意义的。例如德兴矿田内的几个含矿侵入体形成深度不同，其氧化系数有明显差别(表2)；钟腾含矿杂岩体也有类似的特征。

④气液包裹体的特征也可作为判别岩体形成深度的参考标志。由图5可见，在室温条件下，包裹体中气泡体积占总体积60%以上的范围，压力范围应为100~1000巴，而且气泡体积越大，压力越低。这个压力范围相当于上覆地层厚0.3~3公里的压力，属中—浅成因。从图上还可看出：当温度及包裹体气泡大小已知时，可以推算包裹体形成

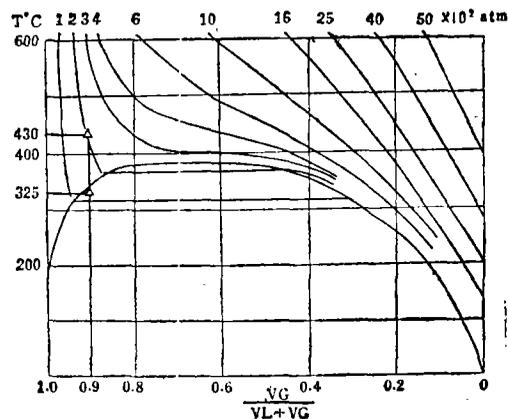


图5

压力，再根据压力推算出岩石形成深度。例如多宝山花岗闪长斑岩中见有气泡体积达90%，均一温度为325~430°C的包裹体，推算结果，岩体形成深度应为540~720米，属于浅成侵入体。

最后需要提及的是，在判别岩体形成深度时，还可参考上覆地层厚度。

2. 矿化与岩体形成深度的关系: 我国已发现的绝大多数斑岩铜矿都与浅成一超浅成的斑岩体有关。矿化富集在岩体内或其内外接触带, 考虑到矿化与成岩在时间上的一致性, 成矿与成岩无疑具有成因上的内在联系。这些浅成、超浅成岩体按其成因不同可分两种: ①为火山岩浆作用的侵入相或次火山岩相。这类斑岩体主要产于火山盆地或火山岩带的边缘, 或者直接产于火山机构中成为次火山岩。②为中深(浅)成岩的浅成相, 或者是中深(浅)岩同源岩浆分异浅成产物, 它们往往产于大岩体边部, 或侵入到大岩体中成为“附加”岩体。

至于中深(浅)成岩体的含矿性, 无论是国外还是国内均处于从属地位。目前所知国内所见不多, 仅舒家店铜矿可为一例。

此外, 在国外, 特别是南北美洲西海岸的斑岩铜矿带中有为数较多的矿床与角砾岩筒有关。近年来, 我国也陆续找到了一批这类矿床(例如城门山、丰山洞等)。角砾岩筒是一种复杂的地质体, 但就其成因来讲, 与斑岩铜矿有关的角砾岩筒主要是火山岩浆作用的产物。它作为一种优势的构造和岩性

条件, 应有利于矿液的运移和富集。

五 含矿岩体的岩石化学成分特点

对国内18个矿床含矿岩体的岩石化学成分研究结果表明:

1. 我国斑岩铜矿含矿岩体 岩石中 SiO_2 含量为59~70%, 碱值($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$)为6~8.5%。所有矿床含矿岩体的岩石均为 SiO_2 过饱和, 碱性至弱碱性, 以弱碱性为主。绝大多数岩石为正常系列, 少数为铝过饱和。

和我国同类岩石化学成分平均含量(即黎形值)比较, Al_2O_3 含量一般偏低, K_2O 含量偏高。

2. 中、大型矿床和小型矿床(点)的含矿岩体, 其碱值及硅碱比值($\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$)有明显差异(表3)。

图6的图形特点反映出碱值和硅碱比值呈反消长直线关系。有意义的是, 中、大型矿床的含矿岩体在图中的投影点基本上都位于直线的中部两侧, 而小型矿床则位于两端。

不同规模矿床含矿岩体岩石化学成分特征对比表

表3

项 目	$\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}}$	K_2O	$\frac{\text{K}_2\text{O}}{\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}}$	$\text{Fe}_2\text{O}_3 / \langle \text{FeO} \rangle$	备 注
矿床规模						
中、大型	7~8	8~9.5	>平均值	>平均值	>平均值	①“平均值”系指中国同类岩石化学成分平均值(即黎形值) ② $\langle \text{FeO} \rangle = \text{Fe}_2\text{O}_3 \times 0.9 + \text{FeO}$
小型(点)	<7或>8	<8.5或>9.8	≤平均值	<平均值	<平均值	
中国花岗岩 长岩平均值	6.62	9.80	2.95	0.45	0.45	
中国花岗岩 平均值	7.82	9.11	4.03	0.52	0.45	

上述特点说明含矿熔融体的碱值及酸碱度高低是影响矿化富集的重要因素。要形成较大规模的矿床, 需要酸碱度适中及适度富碱的条件。高碱或强酸看来对矿化富集不利。

3. 中、大型矿床和小型矿床的含矿岩体, 其 K_2O 含量与 $\text{K}_2\text{O}/(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$ 比值亦有较大区别(表3)。

4. 中、大型矿床含矿岩体的 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\langle \text{FeO} \rangle$ 比值(多大于0.4)高于小型矿床(多小于0.4)。这种特点反映出形成中、

大型矿床的含矿岩体, 应是在氧化程度偏高, 相对开放的地质环境。

5. 关于斑岩铜矿含矿岩体岩石化学成分研究工作中的几个问题。

①斑岩铜矿的一个重要特征是普遍而强烈的遭受热液蚀变。这就给岩石化学成分研究工作带来了很大困难。因此, 作为岩石化学成分研究工作的基础——样品采集, 一定要慎重, 务求样品新鲜, 尽力避免风化和蚀变因素的干扰。

②在研究含矿岩体岩石化学成分工作

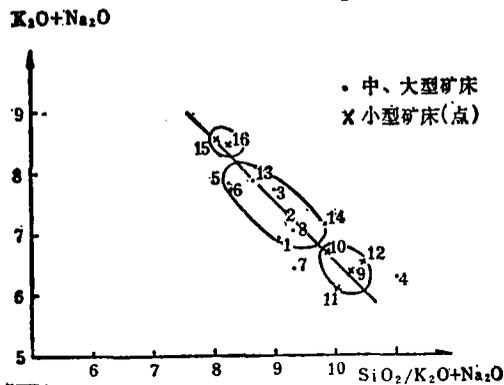


图6 矿床规模与 $K_2O + Na_2O$, $SiO_2 / (K_2O + Na_2O)$ 关系图

中,目前,通常多采用扎瓦里茨基岩石化学成分计算法。近年来,作者曾采用此法作过一些工作,企图从中寻找可作为找矿评价标志的特征。其结果是投入大量工作,收效甚微。这次整理资料,作者重点计算几种氧化物的比值,然后进行对比分析,看来还有一定实效。

③在研究我国斑岩铜矿含矿岩体岩石化学成分过程中,作者还借助于电子计算机进行了岩体含矿性判别分析。这次作者收集了23个矿床(点)共57个岩石硅酸盐全分析数据,并先进行分类:

I类:大型矿床7个,16个数据

II类:中型矿床5个,11个数据

III类:小型矿床(点)11个,29个数据

然后借助于电子计算机进行三类判别分析,输入电子计算机有11个变量: SiO_2 , TiO_2 , Fe_2O_3 , FeO , Al_2O_3 , MgO , MnO , CaO , K_2O , Na_2O , P_2O_5 。进入计算机,由机器挑选了8个变量: SiO_2 , TiO_2 , Fe_2O_3 , FeO , MnO , MgO , CaO , P_2O_5 。判别结果是:

I类:16个数据中错判1个,可靠概率为93.75%;

II类:11个数据中错判1个,可靠概率为91%;

III类:29个数据中错判8个,可靠概率为73.3%;

上述判别分析结果表明,利用岩石硅酸盐全分析数据,借助于电子计算机,用判别

分析方法进行岩体含矿性评价,是一种可利用的找矿评价手段。这里应当注意的是,在分类模式建立时,分类应力求准确,分析数据应严格审定,务使样品及分析数据具代表性。

④最近有资料报导,运用铝碱比值 $[Al_2O_3 / (CaO + K_2O + Na_2O)]$ 大小来判别岩体的含矿性,即含矿岩体铝碱比值高,非矿岩体比值低。其理论根据是: Cu^{2+} 优先进入八面体位置,而铝碱比值说明硅酸盐融熔体中八面体位置相对数目高,融熔体中有较高的铜保留。作者亦曾进行过试算。结果是:我国斑岩铜矿的规模大小与铝碱比值无关;另外作者还选择了公婆泉矿田、玉龙矿带、赣东北矿带进行区域性含矿与非矿岩体的铝碱比值对比,亦未发现这种规律。这里可能存在两个问题:①分析数据可靠性问题。由于样品蚀变因素干扰,加上分析精度不同,造成分析数据不具代表性;②其理论基础是否正确值得探讨。

六 副矿物及微量元素特征

1.副矿物特征:根据8个矿床含矿岩体副矿物研究成果,将我国斑岩铜矿含矿岩体副矿物发育特征归纳如下:

(1)副矿物组合为磷灰石—锆石—榍石。

(2)所有矿床中含矿岩体均有磁铁矿。

(3)统计资料表明,大型矿床的磁铁矿及磷灰石含量都比较高(表4)。富家坞、铜厂、玉龙、丰山涧等矿床的磁铁矿含量均大于1000克/吨,磷灰石含量则都高于200克/吨。小型矿床或矿化点的岩体中磁铁矿和磷灰石的含量较低,或者两种矿物中的一种含量低。比如,八大关含矿岩体中磷灰石含量虽高,但磁铁矿含量很低;鄂东地区一些侵入体副矿物磁铁矿含量较高,但磷灰石含量低,岩体含矿性差。这种特点表明较大规模矿床的形成,需要相对富铁和富含挥发组分的物理化学条件。

(4)根据多宝山、八大关、八八一以及河南芦氏—灵宝地区一些含矿岩体中磷灰

我国几个斑岩铜矿含矿岩体副矿物含量统计表

表 4

矿床名称	岩石类型	矿 物 含 量 (克/吨)				资 料 来 源
		磁 铁 矿	磷 灰 石	铅 石	铜 石	
富 家 坞	花岗闪长斑岩	5260	350	196	15	地科院地矿所 , , 冶金部地研所 湖北冶金地质研究所 地科院地矿所 冶金部地研所
铜 厂	同 上	5828	2546	117	1392	
玉 龙	黑云母花岗斑岩	1108	248	25	38	
多 宝 山	花岗闪长斑岩	9000	700			
丰 山 洞	同 上	1808	754	52	47	
朱 砂 红	同 上	434	678	56		
八 大 关	斜长花岗岩	72	984		219	
八 八 一	花岗闪长岩	176	212	13	1035	

石的鉴定(X射线分析), 均属氟磷灰石。国内几个主要斑岩铜矿含矿岩体中的磷灰石柱状晶体相对较短, 并多有熔蚀现象。这种特点与 S.A. 威廉斯的研究成果基本一致。

他认为磷灰石的生长和熔蚀特征实际上是斑岩铜矿所特有的, 所有这种磷灰石都属于富氯羟基氟磷灰石。

2. 含矿岩体微量元素特点(表 5) :

我国几个斑岩铜矿含矿岩体微量元素含量统计表

表 5

矿床名称	岩石类型	元 素 分 析 结 果 (ppm)							资 料 来 源	
		Cu	Mo	Ag	Pb	Zn	Ni	Co		V
维氏值	酸性岩	20	1	0.05	20	60	8	5	40	
	中性岩	35	0.9	0.09	15	72	55	10	100	
多宝山	花岗闪长斑岩	317.3	4.3	0.18	7.4	20.5	10	8.7	30.4	冶金部地研所
	花岗闪长岩	75.6	1.1	0.16	10.6	38.3	13.2	11.9	91	
	安山玢岩	41.6	1.6	0.23	13.7	109.7	13.6	13.9	132.5	
富家坞	花岗闪长斑岩	132	2.0	0.19	23	36	30	15	81	同 上
	千枚岩	128	<1.0	0.23	36	155		19	114	
铜 厂	花岗闪长斑岩	230	3.7	<1.00	26	144	32	14	90	地科院地矿所
八八一	花岗闪长岩	156	4.7	0.18	30	70		15	40	冶金部地研所
八大关	斜长花岗岩	56	1.6	0.12	49	115		12.5	41	同 上

表 5 中统计数据表明含矿岩体的岩石中, Cu、Mo、Ag 含量较高, 一般都高于维氏值 5 到 10 倍; Pb、Zn、Ni、Co、V 的含量与维氏值大致相当。数据对比还说明含矿岩体与围岩的微量元素含量有明显差别。含矿岩体的 Cu、Mo 含量高于围岩; 围岩中的 Pb、Zn、Ni、Co、V 含量则高于岩体。这种差异说明成矿溶液中的 Cu、Mo 元素应主要来源于岩浆而不是围岩。

3. 黑云母中铜含量特点: 从表 6 中可见, 我国斑岩铜矿含矿岩体中原生黑云母铜含量都较高, (均大于 100ppm)。李逸群

同志对江西斑岩铜矿床含矿岩体黑云母的标型特征进行研究后曾指出, 斑岩型铜矿床成矿岩体中的黑云母普遍含有较高的 Cu、Pb、Zn、Mo, 其中含铜量比非矿岩体中黑云母都高 10 倍以上。西藏地质一队的地质工作者对玉龙矿带若干岩体中黑云母含铜量进行对比发现, 含矿岩体的黑云母铜含量明显高于不含矿岩体黑云母铜含量。国外一些地质学家也曾得出过类似的结论。例如, 普特南和伯纳姆(1963年)在研究了亚利桑那州的几个斑岩铜矿床含矿侵入体特征后发现, 有铜矿化的岩体内, 其铁镁矿物显著富

我国几个斑岩铜矿含矿岩体原生黑云母含铜量对比表 表6

矿床名称	岩石类型	黑云母含铜量 (ppm)	资料来源
玉龙	二长花岗斑岩	90~200	西藏地质一队
铜厂	花岗闪长斑岩	100~500	江西地科所
富家坞	"	253	江西富家坞冶金地质会战指挥部
丰山洞	"	180	江西地科所
朱砂红	"	300	湖北冶金地质研究所
八大关	斜长花岗岩	120	冶金部地研所
涿源	闪长玢岩	120	北京大学
横矿	花岗闪长斑岩	350	冶金部地研所

含铜，洛夫林等人（1970年）在亚利桑那州的西里塔和圣里塔进行研究后指出，成因上与斑岩铜矿有关的原生黑云母含铜量，相对于“无矿”岩体的黑云母而论，至少要高一个数量级。此外，表中数据还表明，矿床规模与黑云母中含铜量无正比关系。

据富家坞等三个矿区不同成因黑云母含铜量资料获知：含矿岩体中的岩浆黑云母含铜量明显低于热液黑云母含铜量。后者是前者的1~3倍（表7）。

不同成因黑云母含铜量对比表 表7

矿床名称	黑云母含铜量(ppm)	
	岩浆黑云母	热液黑云母
富家坞	253	475
涿源	120	450
横矿	350	520

七 结论

1. 我国斑岩铜矿含矿岩体的形成时代从古老的吕梁期到最新的喜山期均有产出，但以时代较新的燕山期及喜山期为主。

2. 与斑岩铜矿形成有关的侵入体中酸性的花岗闪长（斑）岩为主，与酸性花岗岩类有关的斑岩型矿化则多为钼、钨及金矿化，

当岩体属岩石偏中性或是与爆破角砾岩筒有关的酸性侵入体时，亦可有较大规模的铜矿化富集；中性的闪长岩类则以铜矿化为主，并以“高含量”金伴生为特征。

3. 含矿岩体都小于10公里²，其中主要矿床的含矿岩体小于1公里²。这种小岩体含矿性好的特点可能是岩浆深部多次分异的结果。

含矿侵入体的形态与其形成时的地质构造环境有关。产于地槽区的矿床，含矿岩体多呈拉长状的岩床或岩墙；产于地台活化区的矿床，含矿岩体以近于等轴状的岩株、岩筒及岩漏斗为主。

岩体的形态是控制矿化富集部位的重要因素，矿化富集在岩浆流动前缘。

4. 多数斑岩型矿床是火山岩浆作用的产物。因此，与矿化有关的侵入体以浅成—超浅成斑岩体为主。

判别侵入体形成深度的主要标志有：岩石结构、斑晶的成分特征及含量、暗色矿物特征，斑晶斜长石长宽比、氧化系数、气液包裹体特征，上覆地层厚度。

5. 在研究斑岩铜矿含矿岩体岩石化学成分工作中，应用扎氏算法，工作量甚大，但收效甚微。

若干氧化物含量及其比值对比结果表明：中、大型矿床含矿岩体的K₂O + Na₂O为7~8%，SiO₂/(K₂O + Na₂O)为8~9.8，Fe₂O₃/ \langle FeO \rangle 及K₂O/K₂O + Na₂O比值偏高；小型矿床的K₂O + Na₂O大于8%或小于7%，SiO₂/K₂O + Na₂O大于9.8或小于8.5，Fe₂O₃/ \langle FeO \rangle 及K₂O/K₂O + Na₂O比值偏低。这种差异说明形成大型矿床的含矿熔融体需要具备适度富碱、富钾及氧化程度偏高的条件。这种特征可作为找矿评价标志。

6. 中、大型矿床含矿岩体的副矿物以磁铁矿及磷灰石高含量为特征。岩体中Cu、Mo含量明显高于围岩。事实说明，铜是来源于岩浆，而且这种熔浆具有富铁和富含挥发分的特点。