

矽卡岩铜矿的侵入体特征

桂林冶金地质研究所矽卡岩铜矿专题组

六十年代以来，特别是无产阶级文化大革命中，我国东部矽卡岩铜矿的找矿工作有很大进展。发现了不少大、中型矿床，积累了丰富的找矿经验。总结与研究该类型矿床的找矿经验，对促进找矿工作的发展，有着重要的意义。

我们研究的矽卡岩铜矿范围不限于矽卡岩期形成的铜矿，或产于矽卡岩中的铜矿。我们理解的矽卡岩铜矿特点是：矿床与中酸性侵入体有关，产于接触带或其附近；成矿过程中有矽卡岩阶段产物存在；部分矿石交代矽卡岩形成。因此，铜的矿化可以产于矽卡岩中，亦可部分或大部产在围岩中。

在矽卡岩铜矿的找矿工作中，如何判别与成矿有关的侵入体是经常遇到的问题之一。本文是我们在学习各兄弟单位经验的基础上，并有重点的进行了实地观察和室内工作之后，对矽卡岩铜矿侵入体特征的一个初步概括。

各兄弟单位的经验是生动的、多方面的。由于我们水平和能力的限制，没有、也不可能做到完全消化，给以完全恰当的归纳和反映，甚或难免有曲解之处，欢迎同志们批评指正。

与矽卡岩铜矿有关的侵入岩种类繁多，就目前所知，由辉石闪长岩直至花岗岩均有发现。为了更好的进行找矿评价工作，判明哪些侵入体可能与成矿有关，有必要研究它们的共通点及具有不同类型矿化的侵入体各自的特点。

一、含矿侵入岩的岩石和矿物成份

据45个含矿侵入体的岩石和主要造岩矿物含量资料，含矿岩体的特点是：

1. 与矽卡岩铜矿有关的侵入体的岩石类型，多属闪长岩-石英闪长岩-花岗闪长岩（包括部分斜长石花岗岩）-二长花岗岩-花岗岩系列（按戎嘉树等1965年的分类）。图1是这些岩石浅色矿物的含量图解。由图1可见，富含钾长石的岩石系列（包括富钾长石的闪长岩以及二长岩、正长岩、石英二长岩、石英正长岩、钾长花岗岩等）和富含石英的岩石系列（包括含石英较多的斜长花岗岩及其他富含石英岩石）均未见或极少见到矽卡岩铜矿。前一特点是与矽卡岩铁矿的重要不同之点。

2. 图1还表明，与锡铜矿床有关的侵入岩主要为花岗岩，次为二长花岗岩；与钨铜矿床有关的侵入岩主要为二长花岗岩、花岗闪长岩；与铜铁矿床（铜铁矿化规模相近）有关的侵入岩为二长花岗岩至辉石闪长岩；与铜硫矿床有关的侵入岩为石英斑岩、花岗岩、花岗闪长斑岩、石英闪长岩；与单独铜矿（包括铅锌）有关的侵入岩则可由花岗岩直至闪长岩，主要为花岗闪长岩至闪长岩。

如果概括其他矿种矽卡岩矿床的岩体资料，可以看出，它们不是截然分开的，而是互相

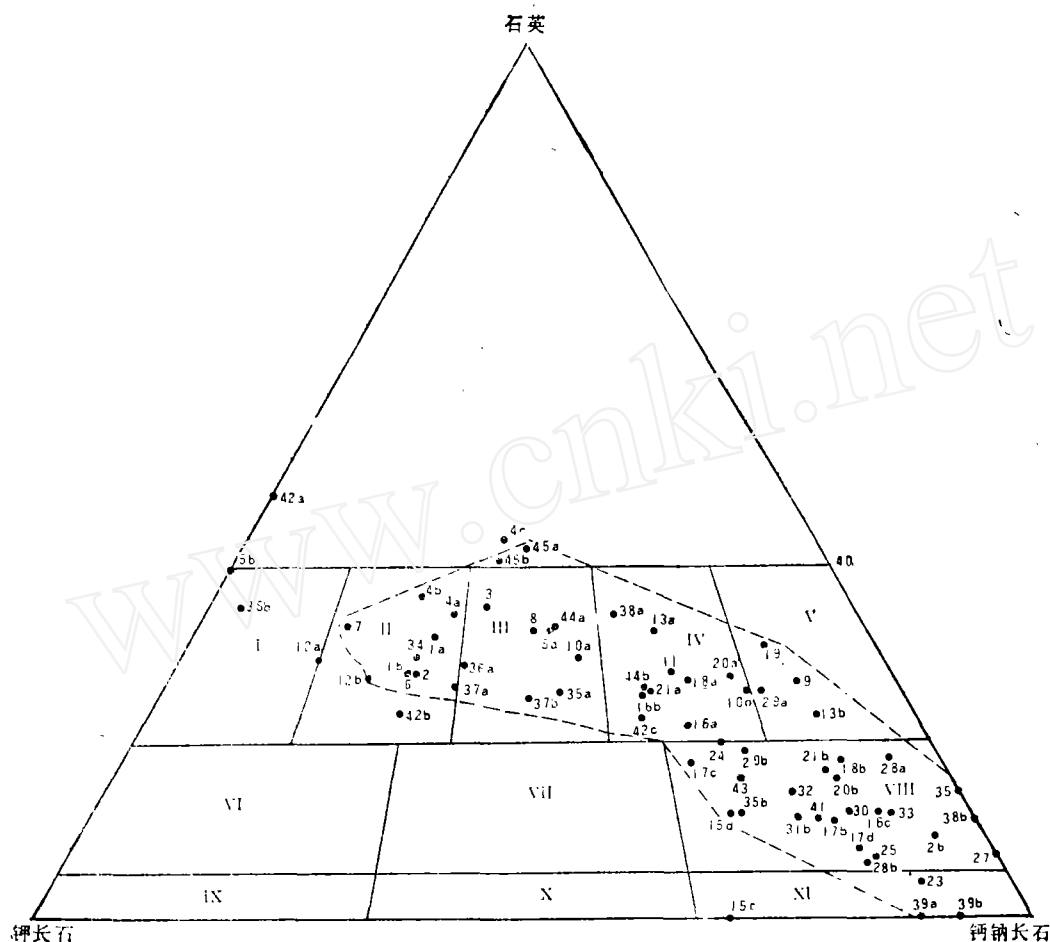


图1 与矽卡岩铜矿有关的侵入岩浅色矿物含量图解

(按戎嘉树等1965年的分类, 略有修改)

I 钾长花岗岩; II-花岗岩; III-二长花岗岩; IV-花岗闪长岩; V-斜长花岗岩; VI-石英正长岩;
VII-石英二长岩; VIII-石英闪长岩; IX-正长岩; X-二长岩; XI-闪长岩

火成岩岩性与矿化类型的关系 表1

矿化类型 岩性	锡	钨	硫	铜	铁
花岗岩	■	■	■	■	■
二长花岗岩	■	■	■	■	■
花岗闪长岩		■	■	■	■
斜长花岗岩			■	■	■
石英闪长岩			■	■	■
闪长岩				■	■
辉长岩					■

包含的; 它们之间大致可用表1来表示。

3. 与矽卡岩铜矿有关的侵入岩在矿物成份上的重要特点之一, 是浅色; 暗色矿物一般含量偏低。大体上, 与成矿有关的花岗岩中暗色矿物的含量 $\leq 5\%$, 在二长花岗岩中为 $5\sim 10\%$, 在花岗闪长岩、斜长花岗岩和石英闪长岩中多为 $6\sim 15\%$; 但在组成岩体边缘相的石英闪长岩中稍高, 可达 20% 。闪长岩的暗色矿物含量则多为 $10\sim 20\%$, 组成岩体边缘相的闪长岩可达 25% 。

暗色矿物的种类也值得注意。与锡铜矿床有关的花岗岩和二长花岗岩暗色矿物均为黑云母, 不出现角闪石; 岩体中自变质白云母化较普遍, 并伴随发育有电气石、萤石。

与钨铜矿床有关的侵入岩中可以出现角闪石，但一般黑云母多于角闪石。

4. 在斜长石的成份上，与矽卡岩铜矿有关的侵入岩与一般侵入岩多数无明显差异。但在某些锡、铜矿床中斜长石较酸性，可由偏酸性的钠长石组成。此外，某些铜铁矿床中斜长石也偏酸性，由奥-钠长石组成。值得注意上述两种偏酸性的情况都出现在规模较大的矿床中。

二、含矿侵入岩的化学成份

1. **岩石全分析数据的选择** 我们工作中收集了上千个岩石全分析数据。就数据本身考察，发现有些可信，有些误差较大。因此，我们对全部数据进行了选择，分为可靠的、参考的、舍弃的三类。

(1) 可靠的。指有多批、多个单样分析数据，并符合下列标准：主要分析项目基本齐全（包括 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 FeO 、 MgO 、 CaO 、 Na_2O 、 K_2O 、 H_2O^+ 或烧失量）；含量在99.0~101.5%间；烧失量或与其相当的 H_2O^+ 、 CO_2 、S等含量应 $\leq 2.0\%$ 。经验表明，含量相差过大，分析结果常常是误差较大的；烧失量或与其相当的 H_2O^+ 、 CO_2 、S等含量过大，则反映样品已遭受强烈蚀变，不能代表岩石的本来成份。

(2) 参考的。包括：仅有一个数据，但符合上述标准，或仅有少量数据，在无选择余地的条件下，主要项目齐全，含量偏低（为98~99%），烧失量或与其相当的 H_2O^+ 、 CO_2 、S等含量偏高（为2~2.5%）。此外，若分析项目中缺烧失量或 H_2O^+ ，但含量大于97%者，也列为参考数据。

(3) 舍弃的。属下列情况之一，予以舍弃：凡未附单个分析结果的平均数据，一般情

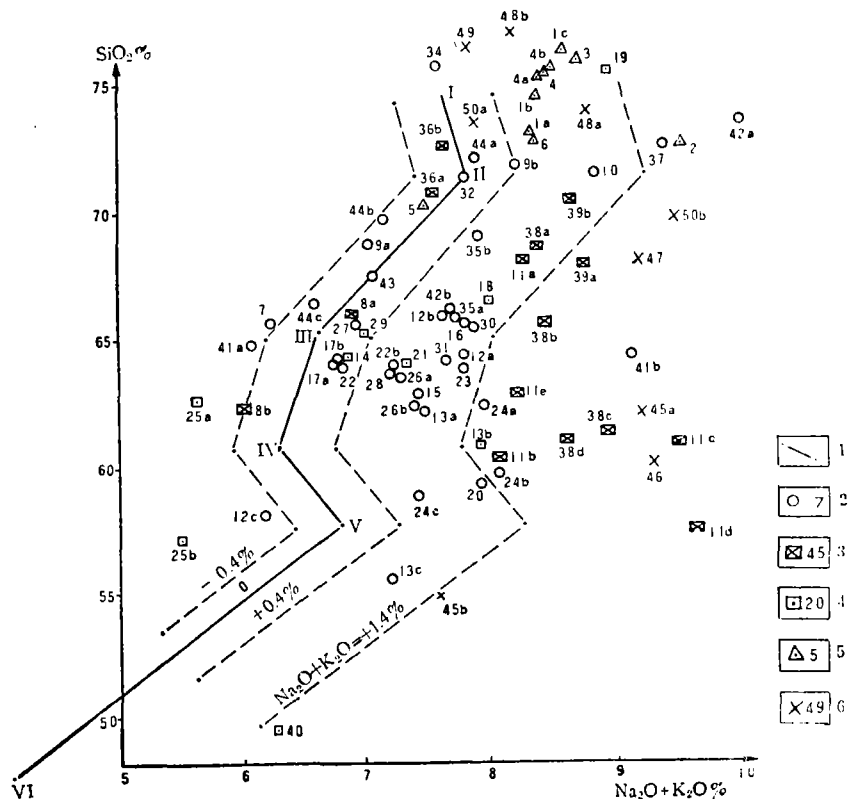


图2 与矽卡岩铜矿有关的侵入体 SiO_2 与 $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 的关系

况暂不使用，主要分析项目不齐，含量、烧失量不符上述标准；分析数据虽然符合上述标准，但某些元素经几个试验室分析对照，确证有系统误差者。

2. 含矿侵入岩的化学成份特征 我们除使用了与含铜有关的43个岩体的176个数据以外，还有6个矽卡岩铁矿岩体的9个数据。

图2、3、4、5显示了含铜岩体与中国同类岩浆岩化学成分含量平均值的关系；比较表明，其碱含量绝大多数偏高，而铁镁含量及铝含量偏低。

碱含量在49个岩体81个相带的数据中有69个高于中国岩浆岩平均值，占85%。与锡铜矿床有关的6个侵入体，除一个岩体外，其余均高于平均值。而含铁不含铜的6个侵入体碱金属无例外的高于平均值。从图2所画出的中国岩浆岩 SiO_2 平均含量与碱平均含量的关系曲线中，可以找到每一酸度条件下岩石的平均碱含量。令这种碱含量为100%，可以计算出每个岩体碱含量相对于同等酸度的中国同类岩石平均碱含量的增高率。用同样方法也可计算出钾含量和钠含量的增高率。

由图2可见，相对同等酸度的中国同类岩石平均值而言，与矽卡岩铜矿有关的侵入体碱含量虽有增高，但增高率一般小于20%。在花岗岩、花岗闪长岩类的侵入体中，主要是钾的增高率较大，在石英闪长岩类及闪长岩类岩石中，则有时是钾、有时是钠的增高率较大。

值得注意的是：含锡铜矿化的侵入体碱含量增高主要是钾的增高，钠增高率皆为负值，说明钠皆小于同类酸度岩石中钠的平均值。而含铁的侵入体碱的增高率则较大，一般大于

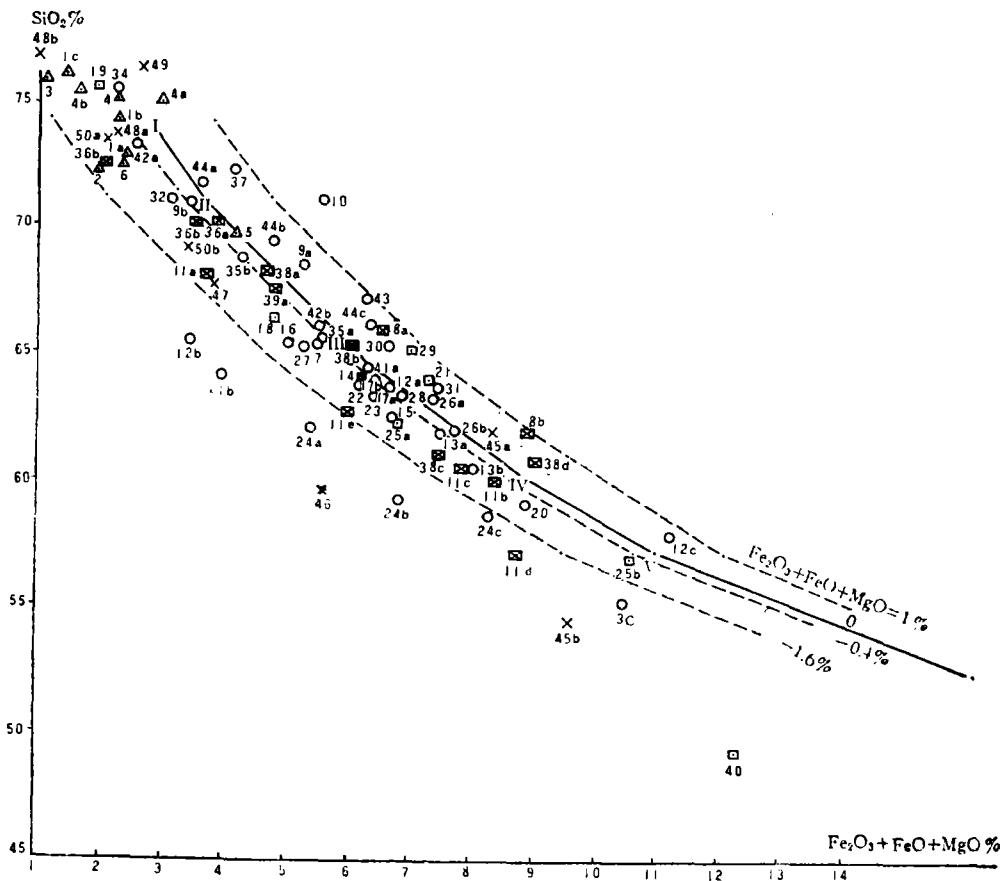


图3 与矽卡岩铜矿有关的侵入体 SiO_2 与 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MgO}$ 的关系

图4 与矽卡岩铜矿有关的
侵入体 SiO_2 与 Al_2O_3
的关系

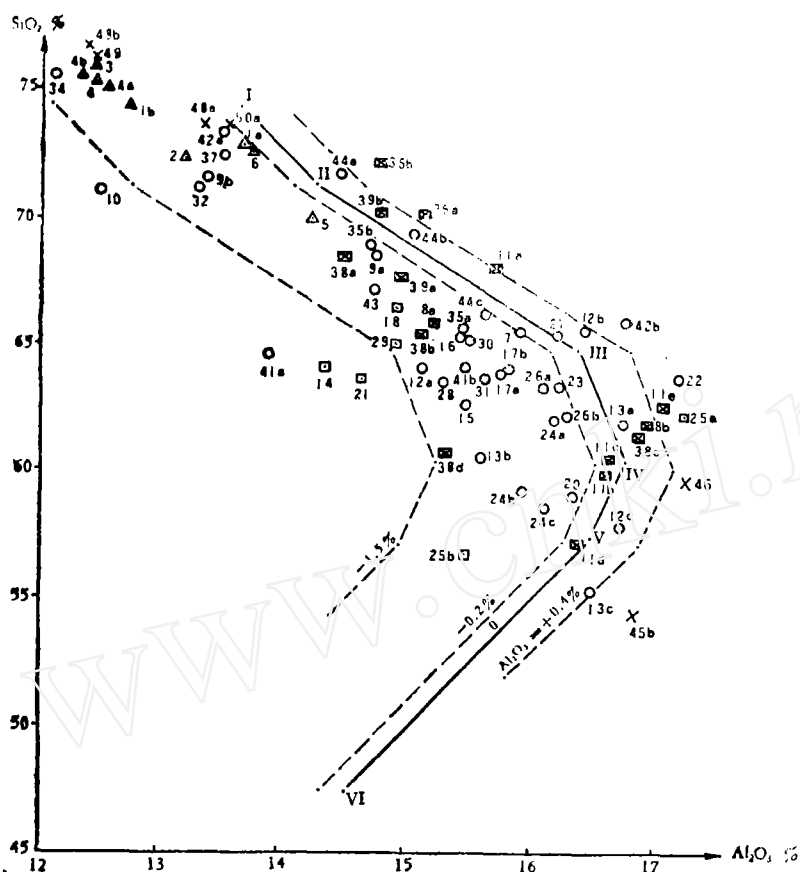
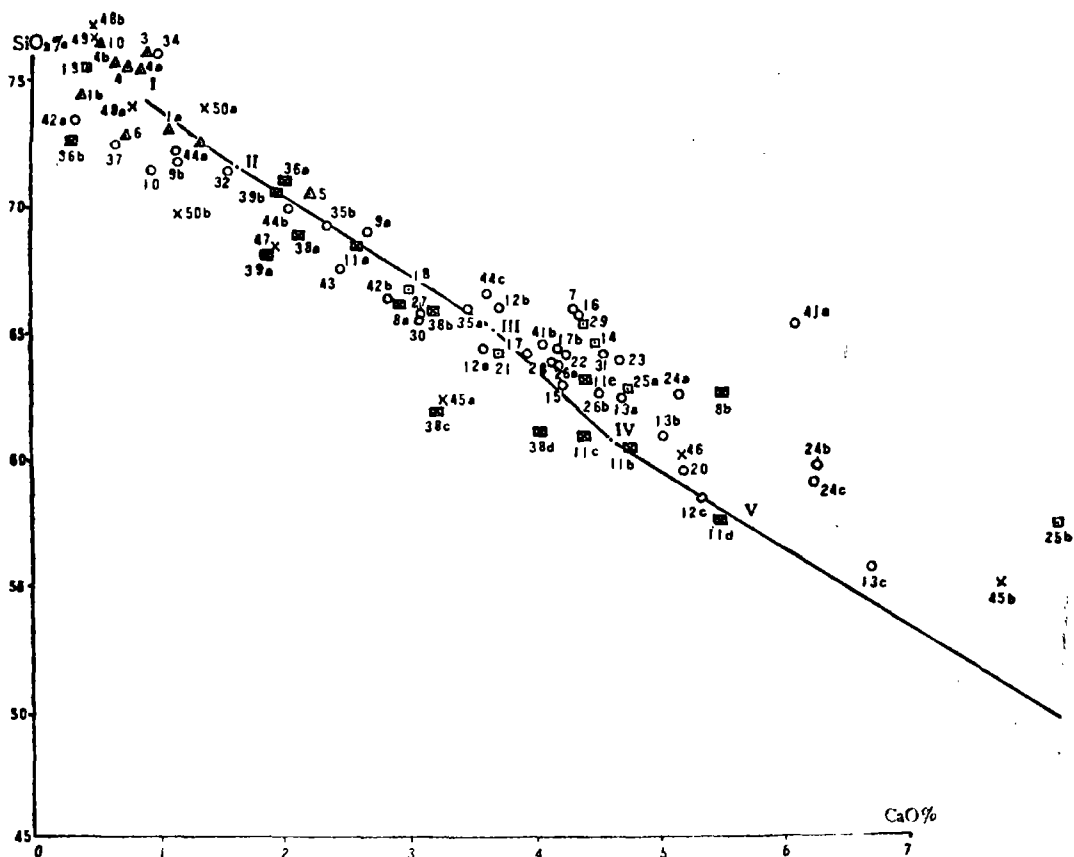


图5 与矽卡岩铜矿有关的
侵入体 SiO_2 与 CaO 的
关系



20%，且以钠的增高率较大为特征（但某些含铁的二长岩类侵入体，钾的增高率也可较高）。这可能反映了与锡和铁矿化有关的侵入体的特征。

含铜侵入体铁镁含量多数（约75%左右）比同类酸度岩石偏低，且多在绝对值0~-1.6%之间。少数高于平均值的样品多在绝对值0~+1%间。铝的含量在81个数据中，有59个偏低（73%），且多在-0.2~-1.5%间，22个铝偏高的（其中5个数据为含铁而不含铜的岩体）数据多在0~+0.4%之间，其中没有一个含锡的岩体。CaO的含量从图5可以看出，大致分三个酸度区，SiO₂含量在55~65%间，CaO含量一般高于同类酸度岩石的平均含量，SiO₂在65~75%之间，CaO含量一般低于同类酸度岩石的平均含量，SiO₂大于75%时，CaO含量又趋向大于平均含量。

三、含矿侵入岩的结构和岩相

1. 含矿侵入岩的基质结构一般为中粒、细粒、霏细和隐晶质等结构，粗粒结构极少见到。它反映侵入体的深度一般为中至浅成相，甚至是超浅成相。但影响基质矿物颗粒结晶大小的因素较多，也不可一概而论。可能的因素如：（1）岩体侵入深度。岩体侵入深度愈浅，围岩温度愈低，岩浆凝固时与围岩温度差也愈大，矿物结晶愈细。反之，则矿物结晶愈粗；（2）岩体大小。岩体大，发散热量亦大，有助于围岩温度的提高，从而使岩浆凝固时与围岩温度差小，矿物结晶就大。反之，岩体小或呈脉岩，矿物结晶就较小；（3）岩体酸性程度对矿物结晶大小可能也有一定影响。较酸性的花岗岩结晶结束时温度一般约小于573℃（ α -石英晶出温度），因此，这类岩石可以在中至浅成深度侵入的岩体中，显示中粒甚至粗粒结构。反之，中酸性、中性、基性岩石结晶温度较高，在同等侵入深度下，矿物结晶可能较细；（4）构造裂隙发育程度。在裂隙发育的条件下，岩浆散热较快，冷凝较快，矿物结晶小。反之，矿物结晶较大。总之，可以根据基质粒度估计侵入深度，但必须考虑上述四个方面的复杂情况。如我们可以设想，七宝山、城门山、八宝山等其基质为隐晶质及霏细质的侵入体都属浅成至超浅成侵入，而铁山、阳新侵入体从其他地质现象说明侵入也较浅，但岩体大，因此基质稍粗，为中细粒。老厂、卡房为中粒结构岩石，但为花岗岩类，根据某些蚀变特征看来，仍应为较浅成的侵入体。

2. 目前已知的含矿侵入体大部为斑状结构岩石或部分具斑状结构的岩石，无斑结构的岩体较少。斑状岩石若仅在岩体的某一部分出现，在一些矿区中常见其与矿床关系密切；它的分布与岩浆流动前缘地区一致。可以设想这可说明岩浆结晶过程中地质构造的不稳定性。在较深部、温度较高的条件下生成斑晶，而基质的形成是在斑晶和部分尚未结晶的岩浆沿构造上升，在较浅部岩浆流动的前缘地区晶出的结果。因此，决定了对后期成矿作用可能有某些空间联系。

3. 含矿侵入体的岩相有时较明显地反映出岩体边部变基性，显示了碳酸盐围岩的同化混染作用，这在长江中下游一带与成矿有关的侵入体经常都能见到。因此，有些同志对同化作用对成矿作用的影响很重视。

此外，在某些地区也有情况相反而矿化不好的例子。例如：甘肃大峡为花岗闪长岩小岩体，侵入于二迭系的灰岩和灰岩夹页岩、砂岩地层中，岩体富碱富铜，其接触带亦有砂卡岩和铜矿化，但种种资料表明：岩体碳酸盐同化作用不明显，其边缘相岩石成酸性。找矿结果未发现较大的工业矿体。因此，岩石的同化作用似乎对后期矿液的富集有某种作用。

虽然如此，同化作用的意义并不清楚。从岩石化学成分上看，与中国同类岩浆岩的平均值相比，大多数含矿岩体的特点是富钙而贫铝（图4、5）。但其中有一部分酸度的岩石

(SiO_2 含量为65~75%), 钙都低于同类岩浆岩的平均值。此外, 与锡矿有关的花岗岩的碳酸盐同化作用的矿物岩石标志也不显著, 但仍可形成矽卡岩铜矿。因此, 同化作用与成矿作用的关系尚待进一步研究。

四、含矿侵入体的同生锡、铜含量

含铜侵入体中同生锡、铜含量有一定的特征, 利用这一点, 有可能判别侵入体的含矿性。现就我所及兄弟单位的一些岩体分析资料, 作一叙述。

1. 工作方法 样品数量。表2列出了24个含矿情况不同的侵入体同生锡、铜含量数据, 表中所列举的每个数据的样品数量组成从6至135个不等, 大部在10~30个之间。从瑶山和月山不同数量样品平均含量的计算对比来看, 在样品取舍标准相近的条件下, 如果能够保证有不受矿化影响的样品15~30个, 即有可能获得比较稳定的结果。因而表2所列的数据在这方面大部是可信的。但对于判别金属含量的分布类型而言, 上述样品数量绝大部分是不充分的, 这是本次工作存在的重要缺陷之一。

样品分布。大量化探资料表明, 含铜接触带附近的岩体中一般都存在宽广的中、外带铜量异常, 已知最宽可达四百米。在此范围内样品的矿化率甚高。因此, 为了免除矿化的影响, 计算同生铜含量的样品最好在距可能的含铜接触带四百米以外采集, 并力求大体分布均匀。如侵入体面积小, 不可能满足上述条件, 则应增加样品数量, 在岩体内大体均匀采取, 以利于确定样品取舍标准。本次使用的部分岩体的样品分布不合上述情况, 虽经统计处理舍弃了受矿化影响的样品, 但对卡房、桓仁、弓棚子矿区、临江、石蒙等岩体样品取舍情况的正确性是不能完全保证的。

从某些含锡接触带附近尚未发现宽广的低锡量异常来看, 样品分布问题对锡的影响可能不大。

样品取舍。由矿化引起锡、铜含量升高的样品予以舍弃。此次由于样品数量不足, 造成多数岩体内金属含量的分布类型不清楚或不完全清楚, 因而主要以样品分布的算术直方图拐点作为舍弃点。部份岩体以对数直方图的拐点作舍弃点, 而后以所取样品的几何平均值与前述方法所取样品的算术平均值作检查比较, 结果大致相符。除少数情况外, 无论运用何种纯统计学方法进行取舍, 均不易排除取舍标准的不确定性, 方法也比较复杂。从本次资料整理看来, 如果样品在岩体内分布较均匀, 应着重考虑地质位置进行取舍。可以把仅在矿化接触带附近出现, 而在大面积火成岩中极少出现的最低含量作为舍弃标准。如图6、7所示, 凤凰山和月山侵入体选取铜80ppm作为取舍界限。凤凰山由于岩体内部可能有顶垂体存在(中心部分存在边缘相岩石), 中心部位岩石含铜量也大面积升高, 在计算同生含铜量时已经舍去。

分析要求。由于侵入体中同生锡、铜含量低, 故要求分析方法必须灵敏度极高, 且不容许有极小的系统误差存在。鉴于最终使用的不是单个数据, 而是多个数据的平均值, 因此, 对单个分析的精确度要求可以放宽。经验表明, 半定量分析基本可满足要求。但读数精度不宜粗略。在铜含量小于30ppm时, 读数单位必须达到5ppm; 在铜含量为30~100ppm时, 读数单位必须达到10ppm, 否则会引起统计处理的困难, 增加样品取舍标准的不确定性。

锡的分析最低读数应到小于3ppm, 读数间距应达到5ppm。

统计处理。由于受数据分组间距的影响太大, 众数是不准确的, 未予使用。中数与平均数比较接近是可用的。由于对大部岩体铜、锡含量的分布类型不清, 此次全部用算术平均值来表征岩体的锡、铜含量。部份岩体的算术平均值(以算术直方图拐点作舍弃标准时算出)和几何平均值(以对数直方图拐点作舍弃标准时算出)的对比表明, 在绝大多数情况下, 二



表 2

火 成 岩 同 生 锡 铜 含 量 数 据

含矿类型	侵入岩体名称	主体岩石	取样情况	样品舍取情况	分析方法	参加计算样品数	铜含量 (ppm)	锡含量 (ppm)	样品舍取情况	最低含量出现百分比	锡含量 (ppm)	参加计算样品数	资料来源
含锡铜	马拉格北炮台	花岗岩	在6300坑道中, 自接触带向竖井方向每隔10米采样21个	按分布直方图拐点, 舍弃75ppm一个样品	光谱 近似定量	20	10~35	5~15	按分布直方图拐点, 舍弃30ppm一个样品	15	10	20	本所, 1973
				按分布直方图拐点, 舍弃70ppm一个样品	半定量 比色法	20	5~35						
	马拉格白沙冲	花岗岩	地表南北接触带每隔50~500米间距不等, 共采样22个	无舍弃	光谱 近似定量	22	7~19	5~30	按分布直方图拐点, 舍弃50.60ppm一个样品	5	21	21	同上
	老厂	花岗岩	4033坑道3支垂直接触带50米内共采样11个	无舍弃	光谱 近似定量	11	7~29	5~30	无舍弃	9	21	11	同上
	卡房	花岗岩	4200坑口至接触带共采样20个	按分布直方图拐点, 舍弃48~80ppm样品14个	光谱 近似定量	6	8~21	10~25	无舍弃	20	17	20	同上
含铁铜	龙箱盖	花岗岩	钻孔CK677、CK664、CK619内共采样31个	按分布直方图拐点, 舍弃54~120ppm样品4个	光谱 近似定量	27	8~35	10~25	按分布直方图拐点, 舍弃10.60ppm一个样品	8	17	29	同上
				按分布直方图拐点, 舍弃200、800ppm样品2个	半定量 比色法	28	5~100	<3~5	无舍弃	40	3	30	同上
	华铜	斑状花岗岩及二长花岗岩	采自北东向一条剖面, 采样间距50米, 22个, 地表零星采集8个, 共30个, 样品有一定代表性	按分布直方图拐点, 舍弃240、1400ppm样品2个	光谱 近似定量	28	8~87						同上
	柜仁	辉石闪长岩	采自地表近接触带8个松栏0米中段接触带2个	按分布直方图拐点, 舍弃100~250ppm样品4个	半定量 比色法	6	35~60						同上
				按分布直方图拐点, 舍弃120~370ppm样品4个	光谱 近似定量	6	30~67	<3~5	未作取舍	90	不能计算	10	同上
侵入体	寿王坟	斑状二长花岗岩、石英闪长岩、花岗岩、辉石闪长岩	采自地表车河梁南及朝梁子东, 大体均匀取样	按分布直方图拐点, 舍弃100ppm样品1个	光谱 半定量 比色法	22	8~50	<3~15	同上	75	同上	24	同上
	铁山	花岗岩闪长岩	侵入体内大体均匀取样	按样品地质分布, 舍去70~100ppm样品3个	光谱 半定量	22	<10~50						据中南冶金地质研究所汇集的原始数据(1971)计算

续表 2

含矿类型	侵入岩体名称	主体岩石	取样情况	样品舍取情况	分析方法	参加计算样品	锡含量 变化范围 (ppm)	锡含量 算术 平均数 (ppm)	锡含量 变化范围 (ppm)	样品舍取 情况	最低含 锡出现 百分比	锡含量 算术 平均数 (ppm)	参加计 算样品	资料来源
含铜	弓棚子 料荒地 北山	花岗闪长岩	近接触带, 采样 14 块	按分布直方图拐点, 舍去150~700ppm样品 3 个	半定量 比色法	11	10~35	23						
				按分布直方图拐点, 舍去120~690ppm样品 3 个	光谱 近似定量	10	13~45	21						
	弓棚子 矿山	斑状 二长花岗岩	250米中段, 采样 13 块	按分布直方图拐点, 舍去70~120ppm样品 5 个	比色法 半定量	8	18~50	29	<3~10	未作取舍	55	不能计算	29	本所, 1973
				按分布直方图拐点, 舍去64~100ppm样品 6 个	光谱 近似定量	7	15~37	26						
侵入	月山	闪长岩	侵入体内大体均匀 取样	按样品地质分布, 舍去 96~900ppm样品 22 个	定量	135	3~80	21	未显著	同上	73	同上	33	据北京地质学院 地化教研室 (1965)原始数 据计算(Cu)
				按样品地质分布, 舍去 85~410ppm样品 5 个	光谱 近似定量	24	8~69	24	-40					本所, 1973 (Cu)、1972(Sn)
	临江	英闪长岩	一中段坑内岩体中部 及地表矿区西部中心部	按分布直方图拐点, 舍去 舍去100~>1000ppm样品 7 个	半定量 比色法	8	25~60	43	<3~5	同上	70	同上	16	本所, 1973
				按分布直方图拐点, 舍去 舍去170~1400ppm样品 5 个	光谱 近似定量	10	24~60	42						
侵入体	石菜 石	斜长花岗岩 (原称花 闪长岩)	地表均匀采样12块 钻孔 1 块	按分布直方图拐点, 舍去 <90ppm以上样品 7 个	光谱 近似定量	6	21~56	39	≤3	无舍弃	62	<3	13	本所, 1973
				按样品地质分布, 舍去 80~1200ppm样品 17 个	定量	46	15~65	39						据地质科学院 (1965)原始数 据计算
	凤凰山 田新	花岗岩 (原称花 闪长岩)	侵入体内均匀取样	按对数概率格纸上之累 积曲线拐点, 舍去样品 5 个	半定量	18	20~120 ⁴⁹ (系几 何中 数)							本所, 1965

续表 2

含矿类型	侵入岩体名称	主体岩石	取样情况	样品舍取情况	分析方法	参加计算样品数	铜含量变化范围 (ppm)	铜含量算术平均数 (ppm)	锡含量变化范围 (ppm)	样品舍取情况	最低含量出现百分比	锡含量算术平均数	参加计算样品数	资料来源
含磁黄铁矿侵入体	天鹅抱蛋	石英闪长岩	侵入体中心、钻孔及地表, 均匀取样	按分布直方图拐点, 舍去 180 及 220ppm 样品 2 个	光谱 近似定量	15	24~55	56	未显谱	未作取舍	76	不能计算	17	本所, 1973
				按分布直方图拐点, 舍去 100~230ppm 样品 4 个	半定量 比色法	13	20~75	48	-30					
含磁铜侵入体	矾头山	石英闪长岩	不	按三维耐舍并标准, 舍去 112ppm 样品 1 个	定量	9	12~66	26	未显谱	同上	77	同上	14	地质科学院, 1965, (Cu); 本所, 1973, (Sn)
含铁侵入体	滨江	花岗岩	按侵入体各相采取代表样品	舍去样品 3 个, 情况不明	定量	20	7~15	13						地质科学院, 1965
	韦岗	花岗闪长岩斑	取自太阳山接触线 500 米以内	按分布直方图拐点, 舍去 100~1500ppm 样品 9 个	半定量	52	<10~60	16						据江苏物探队 (1967) 原始数据计算
	高资-桥头	花岗闪长岩斑	取自江家村接触带 500 米以内	按分布直方图拐点, 舍去 400ppm 样品 1 个	半定量	13	<10~40	19						据江苏物探队 (1965) 原始数据计算
	李珍	石英闪长岩	钻孔取样	按分布直方图拐点, 舍去 63 及 82ppm 样品 2 个	光谱 近似定量	29	6~49	15	<3~25	未作取舍	58	不能计算	38	本所, 1973
	蔡村	闪长岩	地表取样	按分布直方图拐点, 舍去 56ppm 样品 1 个	光谱 近似定量	6	10~24	17	<3	同上	100	同上	7	本所, 1973
无工业矿化侵入体	虎山	闪长斑岩	接触线 100 米内钻孔中	无舍弃	光谱 近似定量	10	<10~30	16	未显谱	同上	85	同上	9	本所, 1972 (Sn), 1973, (Cu)
				无舍弃	定量	9	11~27	20	-15					
无工业矿化侵入体	瑶山	闪长斑岩	不	无舍弃	定量	15	6~33	18						地质科学院, 1965 321#, 1969
				无舍弃	半定量	64		17						

者的误差在0~3ppm范围内，是较小的。但在少数情况下误差较大，如月山岩体铜含量的算术平均值为21ppm，几何平均值为16ppm；铁山岩体铜含量的算术平均值为23ppm，几何平均值为18ppm。这两种情况都出现在下述条件下：（1）根据样品的地质分布，事先确定了一致的样品取舍标准；（2）铜含量属对数正态分布类型（月山）或近于对数正态分布（铁山）。在这种情况下选用算术平均值是否合适，尚待进一步积累资料。

2. 侵入体中同生锡、铜含量 从表2所列举的算术平均值可以看出，含矿情况不同的侵入体铜、锡含量有明显区别。

七个不具工业铜矿化（包括五个含铁侵入体）和五个含铜锡的侵入体同生铜含量皆小于20ppm；十一个含铁铜、硫铜、铜的侵入体皆大于20ppm，且有九个大于26ppm。

同生锡的含量更为特征。五个含锡铜的侵入体含锡量为10~21ppm，而不含锡的所有侵入体分析样品50%以上在分析灵敏度以下（<3ppm），无法计算其算术平均数。火成岩中单个样品的最低含锡量也明显呈现规律性。含锡铜侵入体最低锡含量为5或10ppm，而不含锡铜的侵入体最低锡含量均<3ppm。

五个含锡铜侵入体虽同生含铜量皆小于20ppm，一般为15~17ppm，如与相似酸度的滨江花岗岩同生含铜量10ppm比较，可以看出实际上铜含量相对增加了50%以上。

3. 在找矿中的应用 上述特点在普查找矿中是值得注意的。如果侵入体平均含铜量大于20ppm，一般说来，就得注意找寻铜矿的可能性，侵入体平均含铜量在13~20ppm之间，如侵入体为酸性花岗岩类，且平均含锡量达10ppm以上，单个样品最低含量为≥5ppm者，则应考虑找锡铜矿的可能性。这个工作可与一般化探工作结合，比较简单易行，所以可以考虑作为普查找矿时岩体、矿点排队的依据之一。

在研究的几个具工业铜矿化的例子中，发现在含矿接触带的100~400米范围内，铜含量有显著升高（图6、7），与化探资料对照，应为铜原生晕的中、外带异常引起。这个特点除在研究同生含铜量时应作为迭加的干扰因素设法排除外，还应予以利用。可考虑在接触带近平行接触带系统取样，以其分析数据与岩体平均同生含铜量对比，圈定大面积升高地段，从而帮助选择接触带的最有利地段。

从上述资料可以看出，考虑同生含铜量而不考虑岩性条件是不恰当的。目前的问题之一

是还缺乏同类岩石的大量对比资料。同时可见，侵入体含铜量的多少，是形成矿床的基础，但不是唯一的决定因素。同生铜含量较低的酸性花岗岩，仍可形成铜矿床。某些同生含铜量较高的侵入体（如天鹅抱蛋），也可不形成工业铜矿体。加之含铜侵入体与不含铜侵入体铜含量并不总是相差很大的，分析数据处理稍有差别，就可得出不同的结论，所以在实际应用这个方法评价岩体时，应特别慎重。

五、结论

与铜矿有关的侵入体特征如下：

1. 根据已有的同位素年龄资料，对于寻找矽卡岩铜矿而言，应特别注意年龄值为

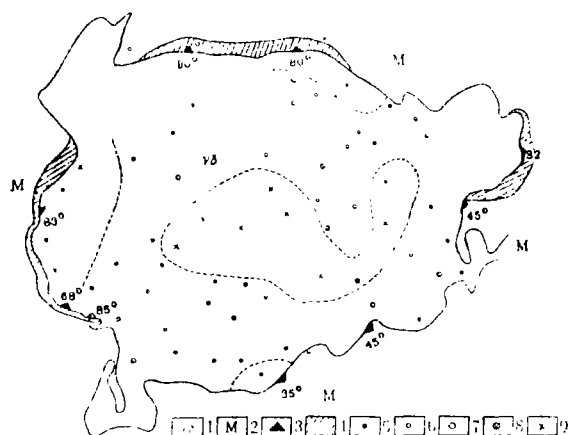


图6 凤凰山岩体铜含量分布图
(据地质科学院改编, 1965)

1-花岗岩长岩；2-大理岩；3-岩体接触带产状；4 矿体分布范围示意；5-铜含量：6~20Y/g；6-21~40Y/g；7-41~60Y/g；8-61~80Y/g；9->80Y/g

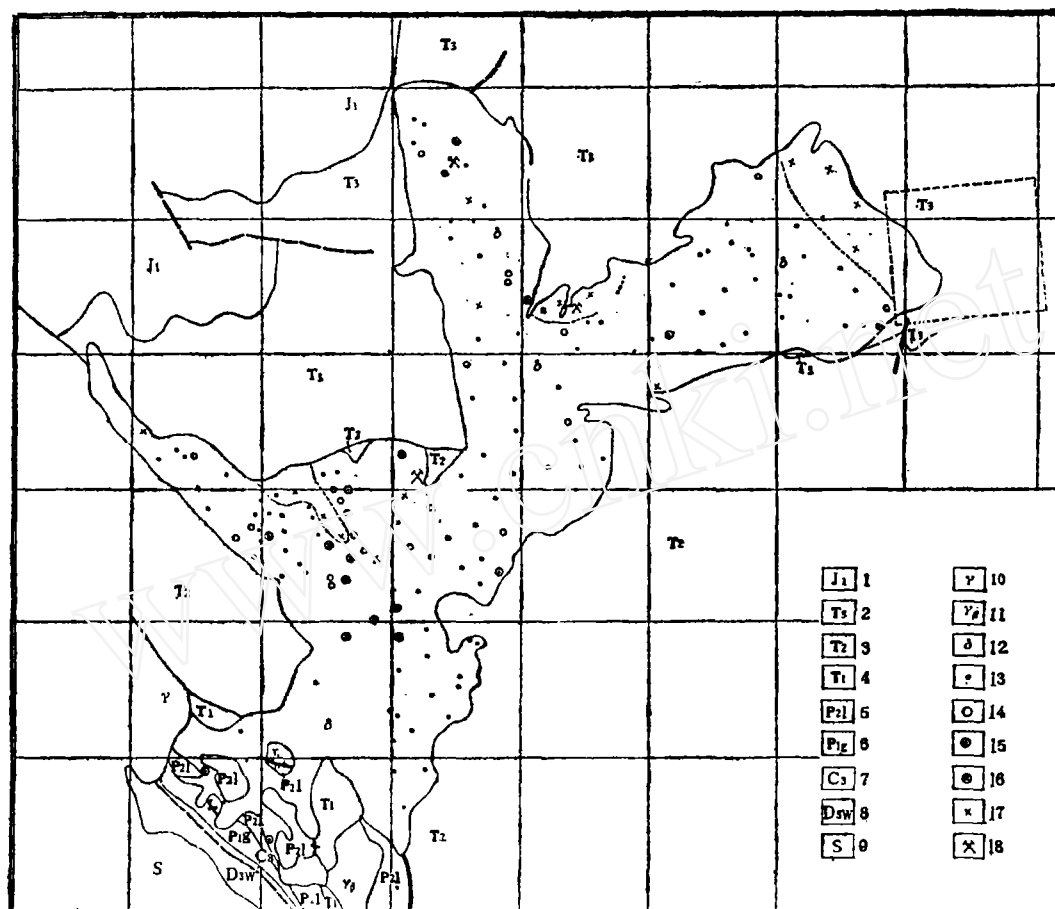


图7 月山岩体铜含量分布图

(据北京地质学院1965年资料改编)

1-象山群砂岩; 2-黄马青砂页岩; 3-青龙群灰岩; 4-青龙群泥质灰岩及灰岩互层; 5-煤系及硅质层; 6-灰岩及硅质层; 7-白云质灰岩; 8-五通砂岩; 9-砂页岩; 10-花岗岩; 11-白岗岩; 12-闪长岩; 13-铜含量: $\leq 20\text{g/g}$; 14-21~40g/g; 15-41~60g/g; 16-61~80g/g; 17->80g/g; 18-铜矿床

110~160百万年的闪长岩至二长花岗岩,以及年龄值为70~120百万年的花岗岩(详见《地质与勘探》1974年第一期,《某些金属矿床的形成时代及侵入体的同位素年龄》一文)。

2.与矽卡岩铜矿有关的侵入岩,可从酸性花岗岩到闪长岩。但伴生组分不同的侵入岩的岩性是有差别的。与矽卡岩铜矿有关的侵入体多由富斜长石的岩石类型组成。富钾长石的岩石类型(钾长花岗岩、石英二长岩、正长岩、二长岩等)极少与矽卡岩铜矿有关,如果铜大量出现时,也多为钼矿或铁矿中的次要组份。

3.含铜侵入岩颜色浅,暗色矿物含量略偏低,是其在矿物成份上的一个特点。

4.含铜侵入体的化学特点之一,是与中国同等酸度的同类岩石相比碱含量稍高,铝和铁镁含量一般偏低。

5.同生铜含量较高是含铜侵入体的另一特点。

6.与矽卡岩铜矿有关的侵入体岩石多具中-浅成相特征,具中细粒至隐晶、霏细结构。岩体的剥蚀深度也较小。关于后一问题本文未予涉及。

7.上述一些结论,大都有需要注意的方法问题,以及数据的应用和处理等问题,并且也都存在由各种原因引起的例外情况,因此,需特别慎重对待。