

前 言

斑岩铜矿是一种重要的铜矿工业类型。它具有规模大、埋藏浅、易采、易选等优点，是当前世界铜矿探采的主要对象。建国以来，我国广大地质人员，在毛主席革命路线指引下，在斑岩铜矿的找矿、勘探工作方面均取得了很大成绩。早在五十年代，我国就开展了斑岩铜矿的找矿评价工作，并相继发现了像山西 TK 矿床、江西 D 矿床等大型矿床。随着有色金属工业的迅速发展，斑岩铜矿床的利用日趋重要，世界各国对斑岩铜矿的找矿评价工作更加迅速展开。自无产阶级文化大革命以来，我国广大地质工作者，以毛主席哲学思想为指导，广泛地开展了斑岩铜矿的找矿、探矿及科研工作，并有许多重要的发现。许多单位举办了有关斑岩铜矿的各种讨论会、经验交流会、短训班，推动了斑岩铜矿的找矿评价工作。

为适应地质工作发展的需要，我们于一九七五年十月曾举办了由一些省市、自治区有实践经验的地质人员参加的斑岩铜矿短训班。本书就是在短训班学习材料的基础上，又深入矿山调查研究，进一步收集国内外有关资料补充修改而成的。

全书共分两部分：第一部分（第一章至第八章）介绍斑岩铜矿的主要地质特征；第二部分（第九章）是找矿与评价的有关问题。本书可供从事斑岩铜矿找矿勘探工作的地质人员及有关院校师生参考。

我们在编写本书过程中，得到了国家地质总局、冶金部

地质司及一些地质队和科研单位的大力支持，提供了大量的资料、图表和经验，在此一并表示感谢。

由于我们水平所限，书中可能有不少缺点和错误，恳请读者批评指正。

北京大学地质系

1978年2月

目 录

第一章	斑岩铜矿的含义	1
第二章	斑岩铜矿的一般特点	2
第三章	斑岩铜矿的主要地质特征	7
第一节	与斑岩铜矿有关的侵入岩	7
第二节	与斑岩铜矿有关的构造	17
第三节	与斑岩铜矿有关的围岩	25
第四节	斑岩铜矿的蚀变与矿化	28
第四章	斑岩铜矿的表生作用和次生富集作用	65
第一节	斑岩铜矿的表生分带	66
第二节	氧化带的发育特征和形成过程	68
第三节	氧化富集亚带的形成	74
第四节	次生硫化富集带的特征和形成过程	74
第五节	影响硫化矿床氧化作用强度和深度的主要因素	76
第五章	斑岩铜矿的成因及分类	79
第一节	斑岩铜矿的成因	79
第二节	斑岩铜矿的分类	85
第六章	斑岩铜矿与其它类型矿床的关系	90
第一节	陆相火山岩成因的黄铁矿床	91
第二节	与陆相火山岩有成因联系的多金属热液 脉状矿床	91
第三节	斑岩钼矿床	92
第四节	斑岩金矿床	92
第五节	矽卡岩铜矿床	93
第七章	斑岩铜矿与角砾岩筒的关系	95
第一节	火山角砾岩筒	96

第二节	侵入角砾岩筒(带)	96
第三节	爆发角砾岩筒	97
第四节	塌陷(崩塌)角砾岩筒	99
第五节	构造角砾岩带	100
第六节	复合角砾岩筒 (带)	100
第八章	斑岩铜矿在时间上、空间上的分布规律	101
第一节	时间上的分布	101
第二节	空间上的分布	102
第九章	斑岩铜矿的找矿方法	103
第一节	一般工作方法	104
第二节	地球化学找矿法	106
第三节	物探方法	130
第四节	地质、物探、化探的综合找矿方法	131
第五节	矿物-地球化学方法	132
第六节	铁帽的研究方法	144
第七节	中-酸性侵入岩的分类及染色法	148
第八节	不断地总结经验, 探索新的方法	150

第一章 斑岩铜矿的含义

斑岩铜矿（包括斑岩铜钼矿），过去也称之为“细脉浸染型铜矿”，是一种可供大规模开采的低品位铜（钼）矿床。其次生富集带早已被工业部门所利用。作为原生斑岩铜矿，则是从本世纪五十年代才开始被列为铜（钼）矿的重要工业类型，而进行普查、勘探和研究的。

“斑岩铜矿”和“细脉浸染型铜矿”，实质上就其成因来看，它们多与斑岩侵入体有关，因而得名。在名称上，前者强调了斑岩的重要性；而“细脉浸染型铜矿”，则是强调了矿石结构构造上的特点。这里要注意的是，并非所有的“细脉浸染型铜矿”都是斑岩铜矿，因为也有同斑岩体没有直接成生关系的“细脉浸染型铜矿”，也就是说，斑岩铜矿的矿石结构构造是细脉浸染状的，但具这种构造的铜矿，并不都是斑岩铜矿，如与火山岩有关的、与变质岩有关的某些铜矿等。区分这一点，在找矿实践上是很有意义的。

人们对斑岩铜矿的认识是有一个发展过程的。最早是在二十世纪初，从美国西南部一些矿山工人那里叫出来的，在地质上被引用那还是在本世纪的四十年代，而发展比较快则是在六十年代以后。最初提出斑岩铜矿时，是针对与酸性斑状火成岩中含有浸染状铜矿而言的，它包含了成因方面的意义。后来有人则将其扩大为凡是可供大规模露天开采的低品位铜（钼）矿床，不论其成因如何均称之为斑岩铜（钼）矿，这样它又失去了原地质上的成因意义。现在多数人认为，它应属于铜（钼）矿床的工业类型之一，应给予它一定的成因含义：

它是一种主要与钙碱性的浅成-超浅成相的中-酸性的斑岩侵入体（包括潜火山岩）有关的，可供大规模开采的低品位（一般为0.4~0.8%）的细脉浸染型铜(钼)矿，并常伴有角砾状地质体或角砾岩筒。如果矿区附近只有火山岩，而无斑岩侵入体的则不能称之为斑岩铜(钼)矿。

斑岩铜矿在时间上、空间上和成因上与斑岩侵入体密切相关，有一定的成生联系。这种斑岩体应是“侵入式”的，而不是“地层式”的，这样就可以将那些与火山作用和变质作用有关的细脉浸染型铜矿划分出去。

斑岩铜矿的成因，多数应属中-高温热液矿床。正岩浆晚期成因的可能有，但从现有矿区实际资料来看，矿例很少。还是称斑岩铜矿适当，有利于地质找矿和评价；也便于开采部门使用，比过去那种含义不明确的热液矿床名称为好。

所谓“斑岩型矿床”，就限于斑岩铜矿或斑岩铜钼矿床了，它是与斑岩侵入体有关的细脉浸染型低品位矿床的总称，如斑岩金矿、斑岩钼矿、斑岩钨矿、斑岩铀矿等，这里就不一一列举了。

第二章 斑岩铜矿的一般特点

斑岩铜矿多是一种规模很大的（亦有小的）低品位铜矿床，是国内外最重要的铜(钼)矿工业类型之一，它在各类铜矿床的总储量中占50%以上。在资本主义国家里约占62%，世界上产铜最多的五个国家中有三个——美国、智利、秘鲁均以斑岩铜矿类型为主，90%以上的储量和产量都来自斑岩铜(钼)矿床。在苏联，近几年来斑岩铜矿也列为主要的铜矿

类型之一，截止1967年，其产量约占铜的总产量的21.9%。菲律宾在1972年斑岩铜矿床只有15个，矿石储量仅有10亿吨，占铜矿的比例并不大，而到1975年为止，已找到了34个矿床，矿石储量为30亿吨，铜储量几乎全部来自斑岩铜矿。又如加拿大，在二十世纪三十年代，铜主要来自铜镍矿床，斑岩铜矿只占极少比例，但五十年代以后，由于在西部发现了较大的斑岩铜矿，目前已知有30多个矿床，矿石储量占这个国家铜储量的一半以上。

由此可见，斑岩铜矿的经济意义是很大的。近年来，特别是六十年代以来，斑岩铜矿找寻工作发展很快，储量增长迅速。从1960年到1972年的十二年中，国外发现了40个大、中型斑岩铜(钼)矿床（其中金属储量超过300万吨的新矿山就有11个），特别需要指出的是第三世界国家就占了22个，即占55%。这也是为什么近年来广泛引起国内外地质工作者重视的原因所在。

表 1 国外斑岩铜矿成矿带（区）规模统计表

（据160个矿区统计）

成 矿 带 \ 规 模		特 大 型 (铜金属量 大于300万吨)	大 型 (铜金属量 50~300万吨)	中、小型及重要矿点 (目前探明储量 小于50万吨)
太平洋成矿带	南北美洲大陆边缘成矿带	19	33	26
	西太平洋岛弧及加勒比海成矿带	4(西太平洋岛弧区3处)	9(西太平洋岛弧区5处)	16(西太平洋岛弧区12处)
阿尔卑斯-喜马拉雅成矿带		3	7	22
蒙古-鄂霍茨克成矿带		2	6	13
合 计		28	55	77

（仿南京大学地质系）

从工业意义上说，这种类型铜矿床特点可以归结出如下几点：即人们常说的：“一大、二浅、三成群、四易选、五有用元素多。”

1. 规模大

从国内外已有资料看，斑岩铜矿规模一般以大、中型为主，亦有小型的，但大型矿床在我国和世界上约占此类矿床的90~95%以上（如表1）。

世界上一些金属储量超过300万吨的特大型铜矿山，大部分都属于这种类型。目前世界上属这类的共有28处。国外该类型中最大的矿田是智利的丘基卡马塔，金属铜总储量据说约为2500万吨。苏联的科恩拉德斑岩铜矿开采历史很长，至今仍是苏联主要铜矿基地之一。这里应该说明的是，斑岩铜矿化，并非都能构成大型的，有的只形成矿化，这样的例子在国内外均不少。

2. 埋藏浅

由于斑岩铜矿多与浅成、超浅成侵入岩有关，故其埋藏比较浅，如我国D矿田的ZU矿区，在地表以下20~30米处就可以见矿，T矿区埋深只有200~100米，矿体延伸也只有300~400米。有些矿区地表就是矿，很浅。由于埋藏浅，开采成本就较低，更为重要的是还可大规模机械露天开采，提高劳动生产率，降低成本，有利于改善劳动条件，提高工人同志的健康水平。

3. 常成群(串)出现

斑岩铜矿多成群、成串或成带出现，很少孤立出现，这与区域性的深大断裂控制有关。在不同的构造—岩浆带上，矿床(点)是成群成带的。如环太平洋带所发育的斑岩铜矿均是，在我国很多省、地区亦有这种明显的成群、成串分布。

如D矿田就有ZU、T、F、E四个矿床。又如某地就有八个矿床和矿化点，而且一直延至邻近省内，为我国独有的成矿带。因此，在工作中要注意区域分布上的这一特点，进而指导普查找矿工作。

4. 矿石易选

斑岩铜矿尽管比较贫，品位一般在0.5%以下，个别可达0.8%左右，有的矿床品位只有0.2%（如加拿大海蒙特矿床），常被人“看不上眼”，但是由于矿石有用组分分布较均匀，矿石工艺性能稳定，可选性好，金属回收率高，铜、钼回收率分别可达90%和80%以上，铜、钼精矿品位亦较高。S矿的铜金属回收率为91%，可选品位为14~27%。D矿的经验也说明了这一点。其原因是矿石矿物比较简单、易选。

5. 可综合利用元素多

从斑岩铜矿中除获得铜元素外，还可以综合利用回收的有：钼、金、银、铼、钴、硫、钨、硒、碲等伴生的有益元素。虽然它们含量较低，但因一般矿床规模较大，积少成多，顺便回收综合利用，其数量也是可观的。美洲的一些产铜国家所产的钼、金、银、铼有三分之一或更多一些来自斑岩铜矿。就拿金一项来说，也是极为重要的，如D矿每年回收的金就足够全矿山的基本建设费用。美国宾厄姆铜矿，从1905年到1960年，就金一项已回收了342吨。巴布亚新几内亚的布干维尔的潘古纳大型斑岩铜矿，每年除生产20万吨金属铜外，还可回收20吨金。可见综合利用价值是多么大。因此，在评价斑岩铜矿床时，一定要进行综合评价，充分利用我们祖国的矿产资源。

上述伴生的有益元素主要赋存状态：

钼：主要构成辉钼矿分布于蚀变中心附近，在矿体的下

部较稳定，向外品位显著降低。成因上主要与较酸性的斑岩侵入体或早期高温硅化有关。就斑岩铜矿而言，在我国很多矿床都多多少少不同程度的含有钼，铜钼经常共生，约占斑岩铜矿的77%（个别也可没有钼，如G矿）。常出现若即若离的关系，有时两者成为互消长关系，有时也出现互成正比的关系。我国D矿及DB铜(钼)矿床等就是这样(图1)。

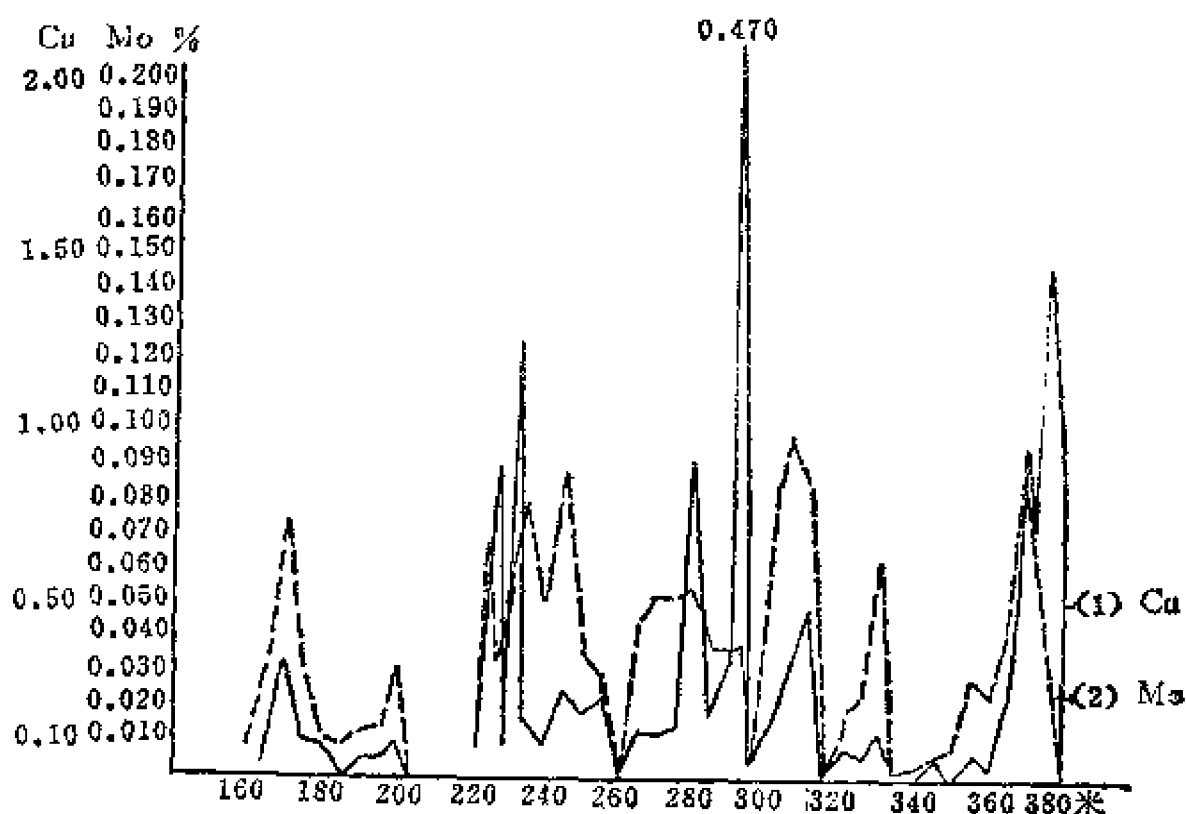


图1 铜和钼品位变化关系

局部钼高时可以形成单独的钼矿体，有时则可形成单独的斑岩钼矿床。

铼：主要呈类质同象赋存于辉钼矿中。铼的含量往往与矿床中铜的含量成正比。据统计，斑岩铜(钼)矿床中，铼在辉钼矿中的一般平均含量为547克/吨；在斑岩铜钼矿床中，

铋在辉钼矿中平均含量为940克/吨；而在斑岩钼矿床中，铋在辉钼矿中的平均含量只有1~28克/吨。可见铋主要赋存于斑岩铜钼矿床中。尽管铋在辉钼矿中的含量不均一，但只要冶炼的方法得当均能回收。

金：常产于黑云母化带和含黑云母、钾长石、石英细脉带及其附近，在成因上多与较晚期含硫化物的石英细脉有关；有的则主要赋存在青盘岩化带内。它和钼相反，多富集在铜矿体的上部或黄铜矿体内，并且金、铜的含量具有同消长的关系，有时也可形成单独斑岩铜金或斑岩金矿床。因此，在找金矿的时候，在注意其它类型的同时，一定还要注意斑岩铜矿中金的综合利用。

硫：主要以黄铁矿形式存在，多产于铜矿体的外围，亦可在选铜矿的同时顺便回收。

与金和硫化物相伴生的有益元素经常有银和钴，钴多在黄铁矿、黄铜矿中，或呈单独钴矿物出现，如硫钴矿等。

第三章 斑岩铜矿的主要地质特征

第一节 与斑岩铜矿有关的侵入岩

1. 斑岩铜矿在空间上、时间上和成因上，主要与钙碱性系列的斑岩侵入体密切相关，即与闪长玢岩-花岗闪长斑岩-石英二长斑岩-花岗斑岩-石英斑岩等有关，特别是花岗闪长斑岩和石英二长斑岩占绝对多数(如表2)。

2. 斑岩体虽不完全限于火山岩地区，但往往与玄武岩-安山岩-英安岩-流纹岩，特别是安山岩和英安岩等钙碱性系列火山喷发活动有成因联系，主要出现在造山期和造山

表 2 国外斑岩铜矿区岩石类型统计表

(据90个矿区统计)

成 矿 区		花岗闪长岩- 石英二长岩类 (以中酸性为主)	石英闪长岩- 闪长岩类 (以中性为主)	闪长岩-花岗闪 长岩-花岗岩类 (以酸性为主)
太平洋成矿带	太平洋两岸大陆 边缘及其内侧构造 活动带	32	9	8
	岛 弧 区	5	11	—
阿尔卑斯-喜马拉雅成 矿带		7	6	—
蒙古-鄂毕茨克成矿带		11	—	1
合 计		55(占61.2%)	26(占28.8%)	9(占10%)

(仿南京大学地质系)

后期，并大部分为陆相。它们常构成断续相连的长达几千公里的安山岩带，这些安山岩带多受断裂、凹陷带或断陷盆地的控制，因此常出现在不同构造岩相交接带上。

3. 侵入体主要为浅成、超浅成相，极少数为中深成相，特别是浅成、超浅成相与斑岩铜矿关系尤为密切。它们常为多期多阶段复合杂岩体的晚期产物，这一特点很重要。超浅成相主要由潜火山岩组成(亦称次火山岩)，它与火山活动有密切的成生关系，是未喷出地表而潜伏在地下(约0.5~2.5公里左右)的火山岩。它与火山岩具有三同：同空间、同成因、同时间或稍晚。这种潜火山岩的产状，总的来说是“侵入式”的，而不是“地层式”的。具体表现可以是各种各样的，如岩颈、岩筒、岩枝、岩株、岩瘤、岩床、岩脉或岩脉群等。它是一种外貌上像火山岩，而产状是侵入的；或外貌上似侵入岩，而基质结构具火山岩特征的岩体。它的产状和

野外观察是区别于火山岩的重要依据。

4. 与斑岩铜矿有关的斑岩体，是受构造控制的被动侵位的岩体。反映在岩体形态上常形成“蘑菇状”、“筒状”、“喇叭状”、“蝌蚪状”，不规则脉状，或上部为脉群，下部为不规则的岩株体，总之形态一般均较复杂。

5. 斑岩体的出露面积，一般不超过10平方公里，尤以1平方公里左右为多，如Y矿花岗斑岩体，出露面积只有0.73平方公里。D矿田三个花岗闪长斑岩体的出露面积总共也不过1平方公里左右，其中最小的岩体只有0.04平方公里，最大的岩体为0.84平方公里，像这样的例子国内外均有

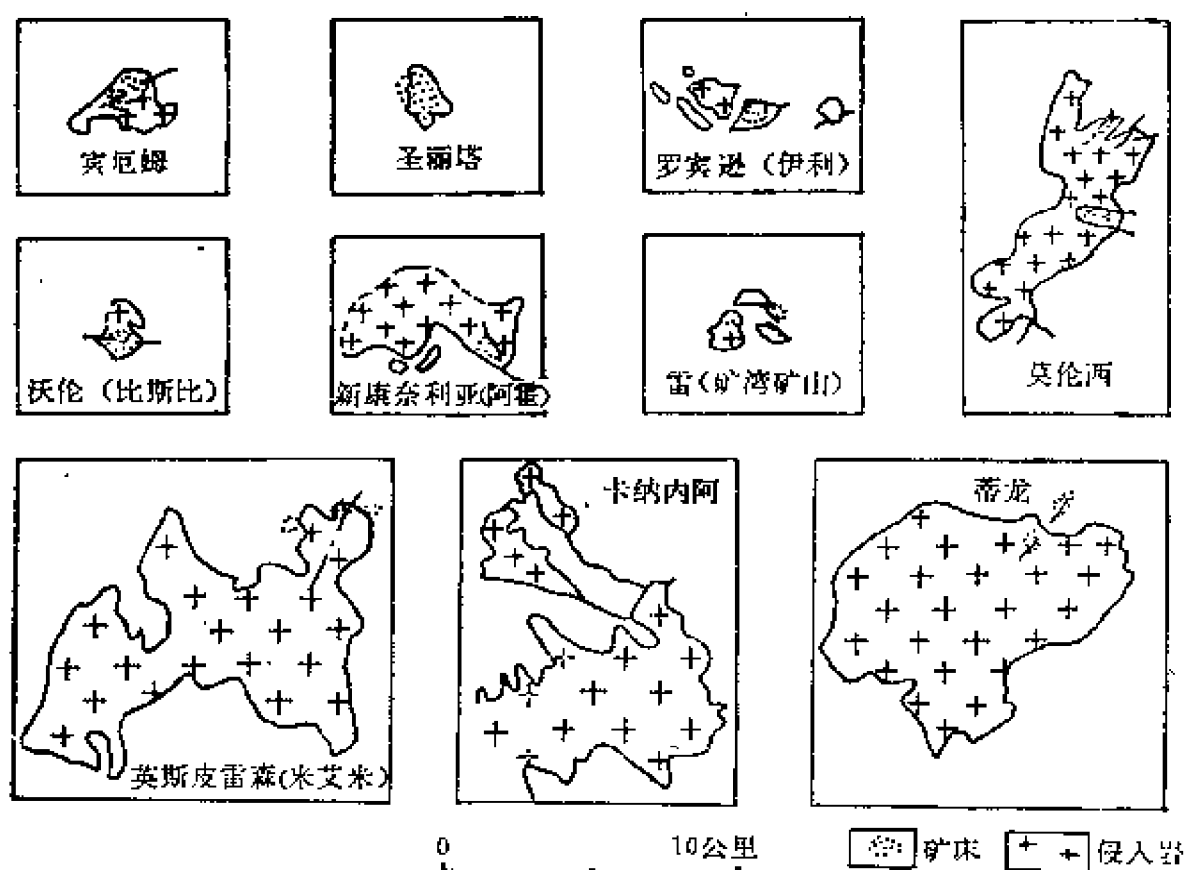


图 2 同斑岩铜矿有关的侵入体形态及大小

很多，其形态见图 2。

从图中可以看出，岩体出露面积越大矿化规模越小。尽管侵入体是同一时代生成的，可是与矿化关系最为密切的则是小岩株而不是大岩基。小岩体多全部矿化，特别是筒状小岩株，如 Y 矿、TS 矿、FS 矿等。大岩体则只部分矿化，如 DB 矿等。岩墙状或岩床状岩体，矿体多为透镜状、脉状或似层状，如 TK 矿和 Z 矿等。因此在找矿标志上，要注意那些小的斑岩侵入体，特别是筒状斑岩体或筒状角砾状斑岩体常形成大矿；而那些脉状斑岩体，尤其蚀变又是线型的，一般不会出现形成较大规模的矿床，且矿床多受脉体控制呈“布条状”（图 3）。有时尽管矿较富，但规模都不十分大（特殊情况例外，如构造交会比较发育等），如 Z 矿、XY 矿和国外的隆福德铜矿等均是。就是斑岩体的形态、产状也直接与矿化富集地段和矿床的规模密切相关，在找矿评价上均需注意，不断总结其规律性。

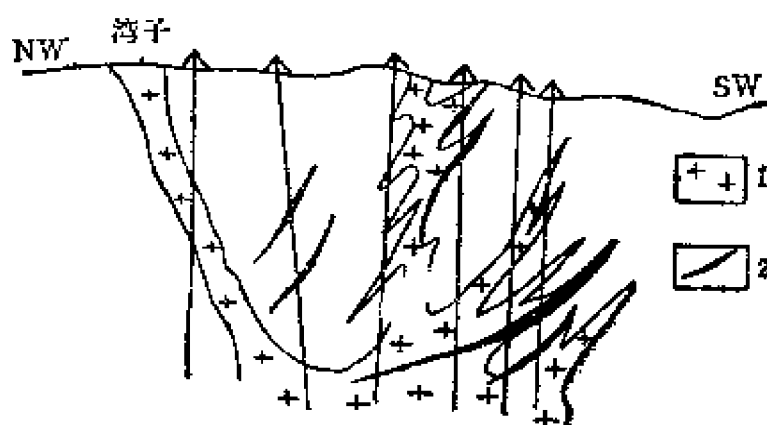


图 3 脉状斑岩体及矿体形态示意图

1—斜长花岗斑岩，2—矿体

6. 侵入体时代大都较新，一般多为中生代，也有较老的，如 TK 矿就是下元古代的。

7. 斑岩体在岩石化学上的特点是：一般 $\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} > \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ (分子数)； $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} < 8$ ；而且常是 $\text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O}$ ，甚至高出几倍，如Y矿岩体 $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} \geq 3$ 。这点可区别于黄铁矿型铜矿的岩体（石英角斑岩），后者 $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 4.7$ ，这是 Na_2O 和 K_2O 的重量比，也就是说 $\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$ 。与斑岩铜矿有关的岩体也有 $\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$ 的，如S矿等，但一般相差均很小，这可能与区域地球化学背景值有关。与斑岩铜矿有关的斑岩体的钙碱指数，据统计一般为55~63之间，里特曼指数 $\delta < 3.3$ 。矿化除与岩体的 K_2O 、 Na_2O 的含量有关外，亦与 SiO_2 、 Al_2O_3 的含量有关，如岩体中 SiO_2 的含量在62~65%时，多为斑岩铜钼矿； $\text{SiO}_2 > 65\%$ 的岩体常形成斑岩钼矿，而与斑岩铜铁有关的斑岩体 $\text{SiO}_2 < 62\%$ 。

8. 侵入体是否含矿只靠岩石结构、矿物成分和化学成分来判断显然是不够的，如能利用微量元素或造岩矿物中微量元素的含量测定，亦可取得较好的效果。如岩石中铜丰度值的异常，特别是较常见的斑岩体的含铜值，即便是蚀变的斑岩体，此值也可作为判断的依据。黑云母中铜、铅、锌的含量以及黑云母中 $\text{TiO}_2\%$ (重量) 的含量和磁铁矿、钾长石斑晶中铜、铅含量的测定等，都是区分含矿和不含矿侵入体的行之有效的方法，特别是黑云母，近年来研究报导较多。区分含矿和不含矿斑岩体的工作，在普查找矿评价初期尤为重要，其方法详见后面有关章节。

最后还应指出的是：

(1) 有关中-酸性侵入岩分类命名的问题，目前还没有一个统一公认的好方案，因此在进行岩性对比或引用别人资料时，一定要注意是用的哪个分类法，有时相差是很大的，

表 3 我 国 几 个 主 要 斑

矿区名称	侵入体岩性	产 状	出露面积 (km ²)	侵入深度	岩石结构
Y 矿	黑云母花岗斑岩 角闪二长花岗斑岩	平面上呈 “蝌蚪状” 小岩株	0.73	超浅成相 (潜火山岩)	斑状结构 晶屑结构
T 矿	花岗闪长斑岩	不规则状 岩株	0.8	浅成相	斑状结构
F 矿	同 上	同上	0.16	浅成相 (?)	斑状结构
DB 矿	花岗闪长斑岩 (花岗闪长岩) 斜长花岗斑岩	平面上呈 “石燕状” 岩株	花岗闪长岩 为 7 左右	花岗闪长岩 为中深成相 (?) 花岗闪长斑 岩可能为浅 成 (?)	碎裂状结构
S 矿	石英闪长斑岩 (花岗闪长斑岩、 闪长玢岩)	不 规 则 “带状” 岩株	<1 (?)	浅-超浅成相	斑状结构 晶屑结构

岩 铜 矿 侵 入 体 特 征 表

斑晶大小 及 含 量	基 质 (cm)	晶 屑	岩 石 化 学 特 征 (%)	蚀变类型	矿 化
0.5~3mm 个别可达 3cm占40 ~50%	0.03~ 0.08	有	SiO ₂ = 68.27~69.12 Al ₂ O ₃ = 15.53~15.76 K ₂ O = 4.35~5.23 Na ₂ O = 3.50~3.55 钙碱指数: 65.8	面 型	含钼的铜矿石占 50%, 含铜的钼 矿石占14.7%。 全部岩石矿化
2~5mm 占60%左 右	0.1	无	SiO ₂ = 62.89 Al ₂ O ₃ = 15.47 K ₂ O = 2.74 Na ₂ O = 3.61 钙碱指数: 59	面 型	含钼的铜矿石, 部分岩体矿化
2~5mm, 最大达2cm 53~55%	0.1~0.3	无	SiO ₂ = 66.13 Al ₂ O ₃ = 15.60 K ₂ O = 3.28 Na ₂ O = 3.84	面 型	同 上
1~5mm 40~60%	0.05~ 0.2	无	复合岩体弱蚀变岩石 SiO ₂ = 63.45 Al ₂ O ₃ = 16.87 K ₂ O = 3.63 Na ₂ O = 3.4	不规则 面 型	含钼的铜矿石全 部岩石矿化
1~3mm 40~60%	<0.5	有	SiO ₂ = 54.66~62.73 Al ₂ O ₃ = 15.61~17.86 K ₂ O = 2.11~3.80 Na ₂ O = 3.68~5.06	面 型	含少量钼的铜矿 石, 部分岩体矿 化

矿区名称	侵入体岩性	产 状	出露面积 (km ²)	侵入深度	岩石结构
ZE矿	花岗闪长斑岩 石英斑岩	小岩株	<1(?)	(浅)-超 浅成相	斑状结构 晶屑结构 霏细结构
Z矿	斜长花岗斑岩 (花岗斑岩)	不规则的 岩枝、岩 脉(群)	<1	超浅成相	气孔状构 造、斑状 结构、晶 屑结构
FS矿	花岗闪长斑岩	蘑菇状小 岩株	0.73	超 浅 成-岩 颈岩(角砾 岩筒)	斑状结构 岩屑结构 角砾构造
MC矿	花岗斑岩 石英二长斑岩	岩颈、岩 舌、岩株、 岩墙	1.36	浅 成 相	斑状结构
LY矿	闪长玢岩	不规则岩 株(筒状)	1	超浅成相	斑状结构 暗化、晶 屑结构 气 孔构造
TK矿	变花岗闪长斑岩 (石英闪长斑岩)	岩床	延长700米	浅成相	变余结构 斑状结构 中-粗粒 结构

续表

斑晶大小 及含量	基 质 (cm)	晶 屑	岩石化学特征 (%)	蚀变类型	矿 化
0.3~ 1.5mm 35~40%	<0.1	有	SiO ₂ = 64.37~75.07 Al ₂ O ₃ = 11.74~14.77 K ₂ O = 4.88~5.48 Na ₂ O = 2.09	不规则 面 型	含钼铜矿石, 岩 体均矿化
3~6mm 36~40%	0.1±	有	SiO ₂ = 61.12 Al ₂ O ₃ = 15.80 K ₂ O = 3.23 Na ₂ O = 2.87 钙碱指数: 57.7	线型(?)	含钼铜矿石, 岩 体均矿化
	微晶质	有	钙碱指数: 55.2	面 型 (爆 破 角砾岩 筒型)	含钼铜矿石部分 岩体矿化
0.3~ 2mm (1.2~ 2.5cm), 47.5%	0.3~ 0.16	无	SiO ₂ = 69.76 Al ₂ O ₃ = 15.01 K ₂ O = 4.47 Na ₂ O = 4.10 钙碱指数: 53.6	不规则 面 型	含钼铜矿石
2~1mm 30~40%	<0.1	有	弱蚀变闪长玢岩 SiO ₂ = 64.36 Al ₂ O ₃ = 15.15 K ₂ O = 3.04 Na ₂ O = 3.74	面 型	含钼铜矿石
3~5mm, 最大达35 mm, 20~60%	0.1~ 0.01	无	花岗闪长斑岩 SiO ₂ = 67.65~63.77 Al ₂ O ₃ = 16.52~17.80 K ₂ O = 2.44~3.20 Na ₂ O = 1.39~3.94	面型(?)	含钼铜矿石

在美国斜长花岗岩是作为石英二长岩同义语来使用的，显然是不合适的。因此，工作中不要生搬硬套，要从实际资料出发。最好工作区或所在单位，能有一个较为适用的相对稳定的统一分类方案，否则势必给生产、编录带来混乱。

(2) 斑岩铜矿虽与斑岩体有关，但矿化并非仅限于斑岩体内，就世界范围来看，大约60~70%的矿化在斑岩体里，但有的则主要产在硅铝质的变质岩或沉积岩的围岩里，如D矿田70%的矿在板溪系千枚岩里，只有30%在岩体里。像Y矿除岩体含矿外，在外接触带亦形成了工业矿体。

(3) 从找矿来说，还有一点值得提出的，从我国已有的斑岩铜矿床资料看，形成斑岩铜(钼)矿的岩体有两种类型：一种是潜火山岩体，如Y矿、Z矿、ZE矿和FS矿等；另一种是浅-中(深)成侵入体，如T矿、DB矿等。因此，不能被火山岩的框框框住，在注意潜火山岩的同时，还要注意到与火山岩无关的浅成岩地区去找，特别是那些与断裂-岩浆带有关的浅成岩。这里，火山岩的有无是一种现象，关键是深断裂的存在，如曲江-吴川深断裂的两侧，虽无火山岩和火山盆地的存在，但斑岩铜(钼)矿床，甚至于斑岩钨锡铜矿床或矿化点，就不下十余处。因此，“找斑岩铜矿一定要到火山岩带或火山岩地区去找”的提法是不全面的，工作中一定要区分本质和现象。

(4) 与其说斑岩铜矿与斑岩体有关，不如说与斑岩体的蚀变，特别是富含黄铁矿化蚀变有关更好些。这一点在评价岩体时，也须给予考虑。工作中要视具体情况而定，特别要注意含矿斑岩体的地球化学标志，以加速斑岩铜矿的普查与评价工作。

现将我国几个主要斑岩铜(钼)矿床的侵入体特征列于表

3 中。

第二节 与斑岩铜矿有关的构造

从斑岩铜矿的区域分布情况来看，世界上绝大部分斑岩铜矿，多集中在目前所划分的六大板块及几个小板块的边缘，俯冲消亡带（毕乌夫带）之上，仰冲板块的一侧。

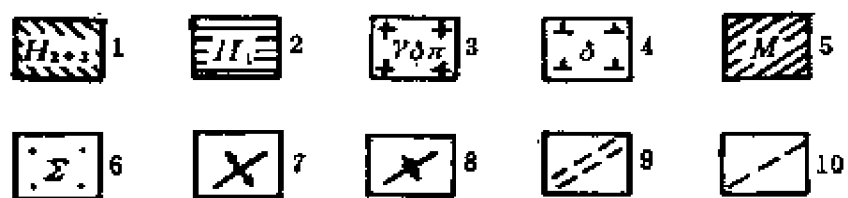
从地质力学观点看，斑岩铜矿带、矿田都受一定构造体系的控制。

传统地质学观点则认为，斑岩铜矿带主要形成于不同时代的褶皱地槽区，地槽发展的中、晚期，特别是晚期；或隆起与坳陷的交接带上，尤其是隆起边缘的长期活动的深断裂，对普查斑岩铜矿较为有利，如我国 D 矿田即位于江南古陆和浙赣坳陷交接带上的赣东北深大断裂的西北侧。

控制斑岩铜矿成矿的主要地质因素是断裂-岩浆作用，目前某单位所划分的我国 21 个远景成矿带中有 16 个矿带明显地受断裂-岩浆带控制。如郯庐断裂带，延长几千公里，在它的两侧分布有不少斑岩铜（钼）矿床和矿化点。我国赣东北的铜矿床也是受一条长达 300 多公里的大断裂及其羽状断裂系控制的（图 4）。Z 矿等矿床（点）则是受长达 500 多公里的政和-大埔深断裂及其次一级断裂系统控制。国外如中勘察加山脉的铜-钼矿床和矿点，也是受一条长达 1000 公里以上深大断裂控制。

我国 Y 矿则位于三江褶皱带上的夺盖拉复向斜的次一级背斜里，矿床的形成规律性很强，严格受两个大断裂控制，特别是受觉拥断裂带控制更为明显。

对找矿具有重要意义的是不同方向的构造断裂相交会的地段，尤以两组断裂交叉处更重要。例如美国西南部各州的



1—千枚岩中(强蚀变带); 2—千枚岩(弱蚀变带); 3—花岗闪长斑岩; 4—闪长岩; 5—基性火成岩; 6—超基性火成岩;
7—背斜; 8—向斜; 9—深断裂; 10—断裂

主要铜矿区，都位于几个巨大构造单元——得克萨斯断裂带，北东向的前寒武区域断裂线和瓦萨契杰罗姆造山带的交会地段(图5)。因此，可以说美国西南部“盛产”铜的地段

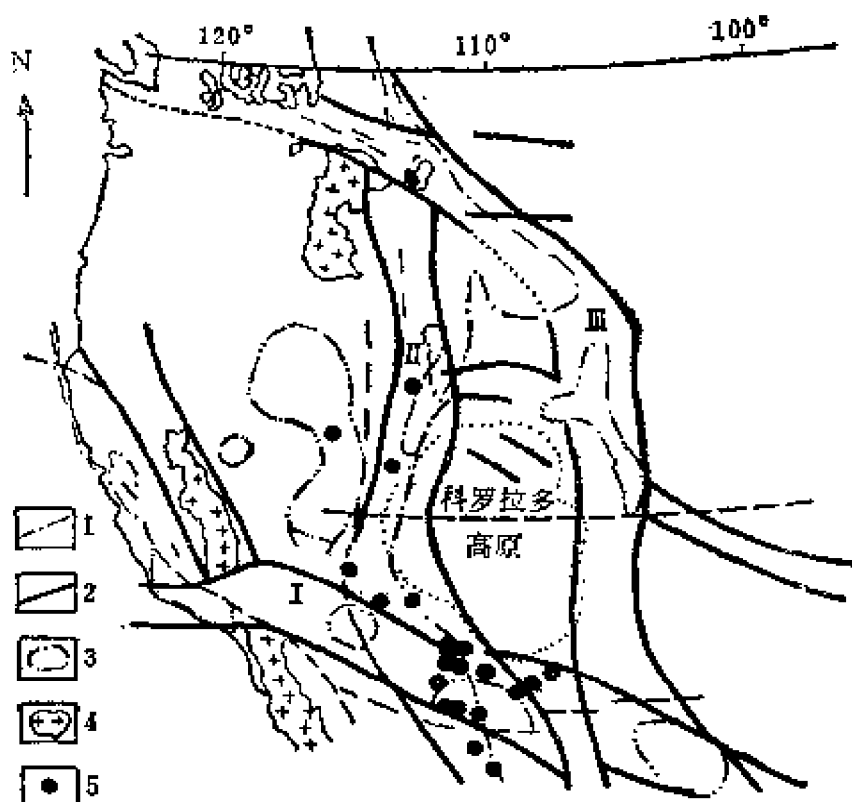


图5 美国西南部诸州铜-钼矿床分布示意图
(相对于该区主要构造单元-科罗拉多高原)

I—得克萨斯断层带；II—瓦萨契杰罗姆变形岩石带；
III—弗朗特山脉

1—陡倾断层；2—变形岩石分布带的界线；3—隆起断块的界线；
4—中生代侵入体；5—矿床

乃是迈阿密-瑞依地区的那个基底岩石（前寒武纪辉绿岩）被瓦萨契杰罗姆主断裂通过和得克萨斯断裂带北界所穿过的地段。

在我国这样的例子也不少，如DB矿就是在大、小兴安

岭的交叉部位，即嫩江大断裂与次一级构造的交会处。

关于断裂-岩浆带的问题，在找矿工作中尚须注意以下几点：

1. 含矿岩体往往不是恰好在深断裂带之中，而经常是在深断裂带的一侧与它相交的次一级断裂或背(向)斜之中，就是说，深断裂只是岩浆上升的通道，它两侧的次一级构造才是岩浆储存的位置和含矿岩体的住所，即“断裂是道路，两侧来落户”，这在找矿工作中也是需要注意的。

2. 国外一些学者认为斑岩铜(钼)矿主要产在优地槽中，我国的情况不同，不管是优地槽区还是冒地槽区，甚至地台区（如中朝地台，扬子准地台等），只要有大规模的断裂-岩浆带出现，就有找到斑岩铜矿的可能性，我国几个大型斑岩铜矿床均无例外。

3. 我国（特别是东部）的中、新生代盆地十分发育，它们的形成多与断裂活动有关，形成“簸箕状”盆地，沿这

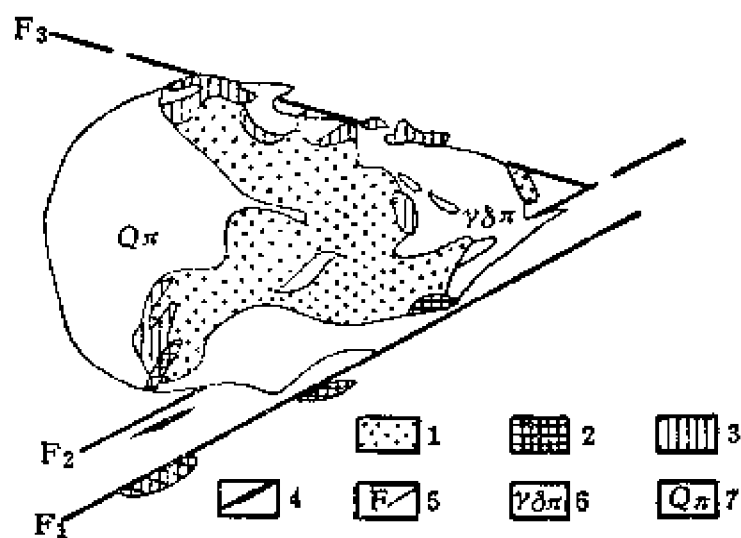


图 6 ZEP地质示意图

1—斑岩铜矿；2—含铜黄铁矿；3—矽卡岩铜矿；4—脉状铜矿；
5—断层；6—花岗闪长斑岩；7—石英斑岩

些断裂带也经常有岩浆活动，所以从“沿着断裂-岩浆带找矿”的角度出发，不仅应在老褶皱带找斑岩铜矿，还应注意在中、新代盆地的周边找斑岩铜矿。

4. 在这种断裂-岩浆带中或附近，常有基性、超基性岩出现，尽管它们与斑岩铜矿毫无直接关系，但它却是我们找矿工作中值得注意的一个线索，说明确有深断裂的存在。从战略上说，找斑岩铜矿是应注意这些大断裂的，因为它是前提。

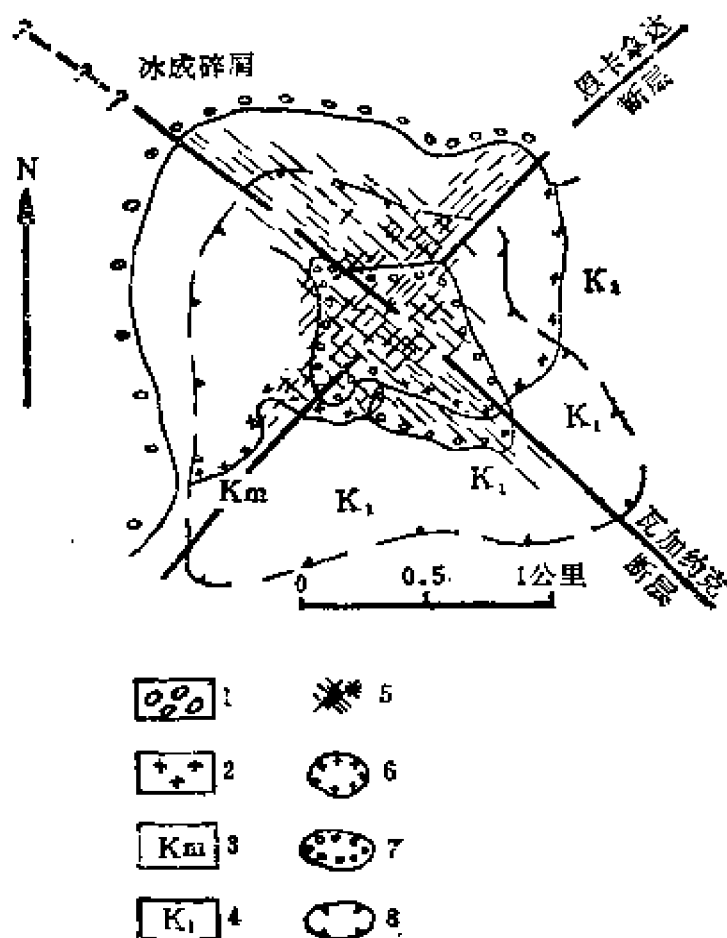


图 8 米奇奎莱铜矿构造地质图

1—冰碛物，2—石英二长斑岩，3—中白垩系，4—下白垩系；
5—网状细脉（示细脉的走向），6—米奇奎莱岩株轮廓，7—石
英-绢云母化带轮廓，8—泥化带轮廓

矿床的构造条件

矿床往往分布于两组次一级构造交会处，它常控制着岩体的形态和蚀变的范围，而且也控制着矿体的规模和部位。如ZE矿床即是这样（图6）；有些矿床受褶皱控制，特别是背斜的倾没端或轴部的控制，如T矿（图7见插页），Y矿、M矿、DB矿、MC矿及Sj矿等；也有些矿床受接触带和构造破碎带的控制，如DB矿及秘鲁米奇奎莱（图8），还有些矿床受一定构造体系或构造体系复合部位或转折端的控制，如Y矿则受康滇“歹”字型构造转折部位控制（如图9）。

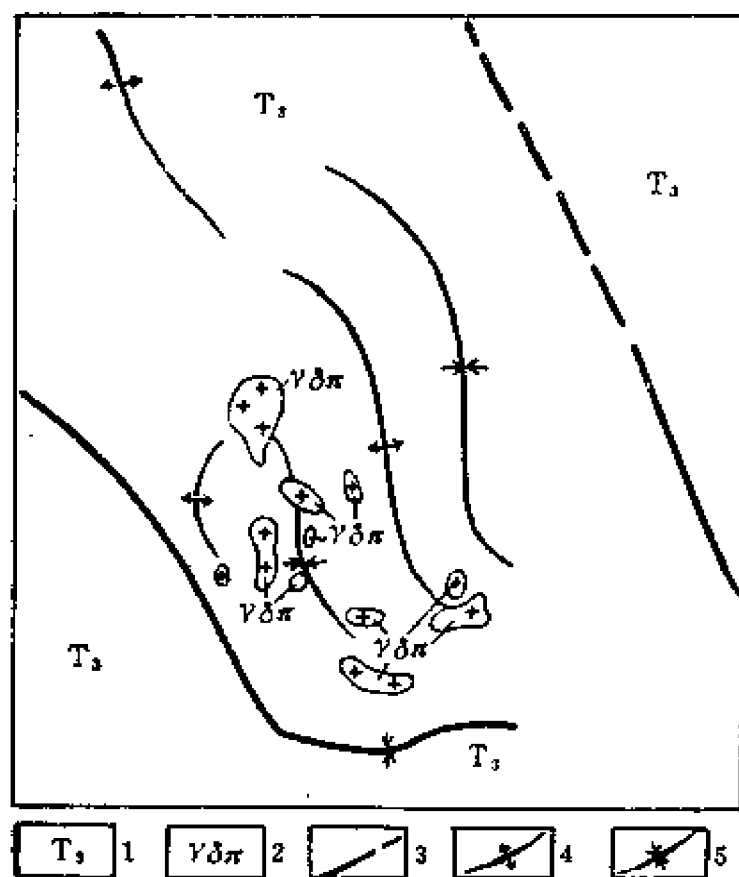


图9 Y矿及其周围地质构造略图

1—上三叠系；2—花岗闪长岩；3—断裂；4—背斜；5—向斜

而矿化、矿体的形态、大小、范围，明显地受接触带及

由断裂引起的网脉状、脉状微裂隙控制，尤其微裂隙，它们的大量出现直接控制着蚀变及矿化程度，裂隙发育的空间范围越大越密集，蚀变越强烈，金属矿化的强度就越高；反之则往往蚀变、矿化都很弱，甚至金属品位达不到工业要求（如图10）。构造控矿的例子，在我国要算DB斑岩铜（钼）矿床及Z斑岩铜（钼）矿床最为典型了。Z矿区内微裂隙十分发育，呈互相平行排列的密集细脉带，被含铜黄铁石英英脉充填，构成细脉带状矿石，单条细脉宽为1毫米左右，密集者达400余条/米，一般为100余条/米。在两组裂隙的交会处蚀变、矿化均较强，甚至出现块状富矿，特别是“入”字型裂隙交接处，帚状裂隙弧形突出处，“S”型裂隙转弯

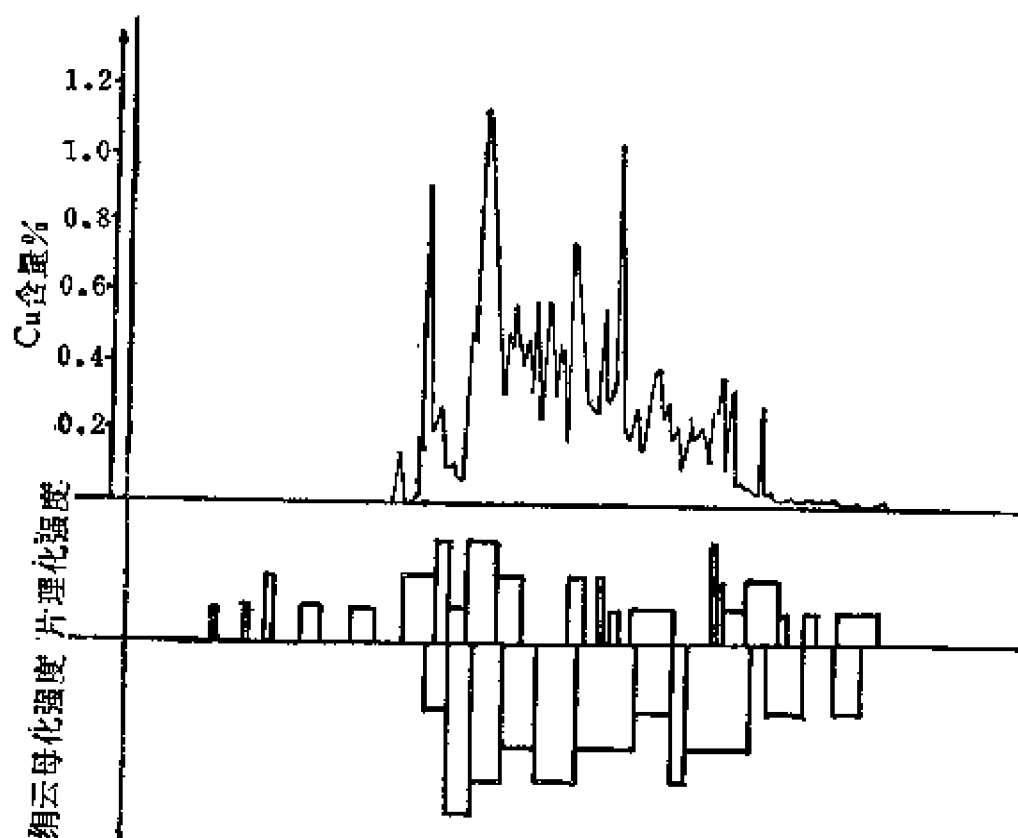


图 10 裂隙发育程度与铜品位变化关系图

处，蚀变强、矿化好。而有些矿区，如河北某地斑岩铜(钼)矿床，可能正是因为微裂隙不发育，而使矿石品位低贫、规模也较小。

对于这类网、脉裂隙比较发育的地区，在工作方法上必须点面结合。既要注意研究矿区各种构造成因的裂隙带、片理带、破碎带以及侵入岩的原生裂隙、侵入裂隙和环状、放射状裂隙的方向性、分布及主次；也要注意面上的构造——断裂的展布，它常可以帮助我们解决裂隙性质及分布等问题。

微裂隙的产生原因及其发育程度，可能是多种构造因素综合作用的结果。主要有：

1. 沿较深构造带侵入的浅成杂岩体，其多期活动引起的构造应力，使已固结或未完全固结的岩体发生破裂，产生侵入岩本身的侵位构造裂隙。

2. 埋藏较浅的脆性已固结的侵入岩，经多次活动在冲撞、挤压条件下形成破碎带，产生裂隙。

3. 侵入体在复杂的凝固固结收缩过程中，产生了非构造应力的成岩裂隙系统。

4. 围岩中（包括岩浆岩、沉积岩、变质岩）原有的片理、劈理、层理、节理和角砾等裂隙系统等等。

正是由于上述几种裂隙系统，在一定程度上结合起来（或以某1~2种为主）形成一个渗透性较好的地段，为热液运移、沉淀提供了一个有利场所，以充填、交代的方式进行蚀变和矿化。由此可见，斑岩铜矿床中，接触带和裂隙构造及其结合对成矿的控制作用是极其明显，而且也是具有重要意义的。因此工作中除对接触带进行研究外，必须同时注意围岩及侵入体的裂隙构造的研究，应作为一个整体来考虑。

第三节 与斑岩铜矿有关的围岩

斑岩铜矿的围岩主要为两大类：一类为硅铝质岩——主要为千枚岩、片岩、片麻岩、中-酸性的侵入岩或喷出岩、火山碎屑岩、泥质粉砂岩、砂岩及各种角砾岩等；另一类为碳酸盐岩——有石灰岩、白云岩及泥灰岩等。它们的共同特点是，常显硬、脆、碎的特性，有利于矿液的运移和沉淀。

围岩的时代从太古代的变质岩到第三纪的火山岩均有，但我国情况与国外相比，时代相对比较老些，但也不是说没有新的。

围岩的性质和时代，虽说不是斑岩铜矿的重要特征之一，也就是说，虽对斑岩铜矿的形成不起决定性作用，但它对蚀变类型及斑岩矿床的类型组合和物质成分组合，却有明显的影响，也是一个不可忽视的方面，何况有的矿床尚有30~70%的矿化是产在围岩里。

这里围岩的化学性质则是一个值得注意的因素。

当围岩是碳酸盐岩时，常因化学性质较活泼而易被交代，形成矽卡岩型和斑岩型的组合，在成分上为Cu-Pb-Zn组合或Cu-Fe组合，即在接触带形成矽卡岩型铜铁矿床，而在岩体内部出现斑岩铜矿床。如Y矿、ZE矿等均属这种情况。从这点出发，对我国已知与中-酸性斑岩体有关的矽卡岩型铜矿、铜铁矿、铜铅锌矿，甚至铜钼矿等矿床，均应注意检查附近斑岩体内或岩体内已施工的钻孔岩心内有无斑岩铜(钼)矿的存在，尤其是对那些浅-超浅成的斑岩体内更应注意检查。某地质大队1975年通过对ZE矿的斑岩体的含矿性检查，发现了新的斑岩铜矿体，使铜的储量有了新的增加，就是一个生动的例证。类似的例子如FS矿、TS矿等经