

北京大学地质系 编

斑岩铜矿

及其找矿

冶金工业出版社

斑岩铜矿及其找矿

北京大学地质系 编

冶金工业出版社

斑岩铜矿及其找矿

北京大学地质系 编

*

冶金工业出版社出版

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

787×1092 1/32 印张 5 插页 4 字数112 千字

1978年10月第一版 1978年10月第一次印刷

印数00,001~6,450 册

统一书号: 15062·3385 定价(科三) 0.51元

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。在不同的构造一岩浆带上，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)。

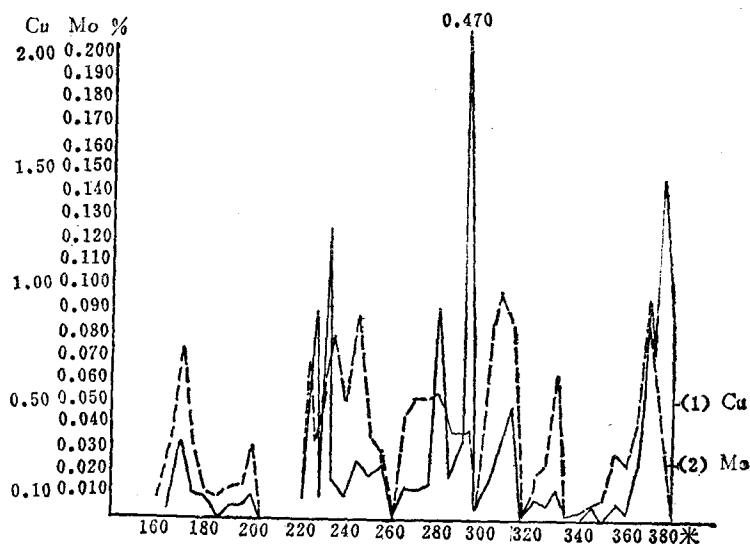


图1 铜和钼品位变化关系

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，

铼在辉钼矿中平均含量为940克/吨；而在斑岩钼矿床中，铼在辉钼矿中的平均含量只有1~28克/吨。可见铼主要赋存于斑岩铜钼矿床中。尽管铼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 \ 岩 性		花岗闪长岩- 石英二长岩类 (以酸性为主)	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-鄂霍茨克成矿带		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因关系，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

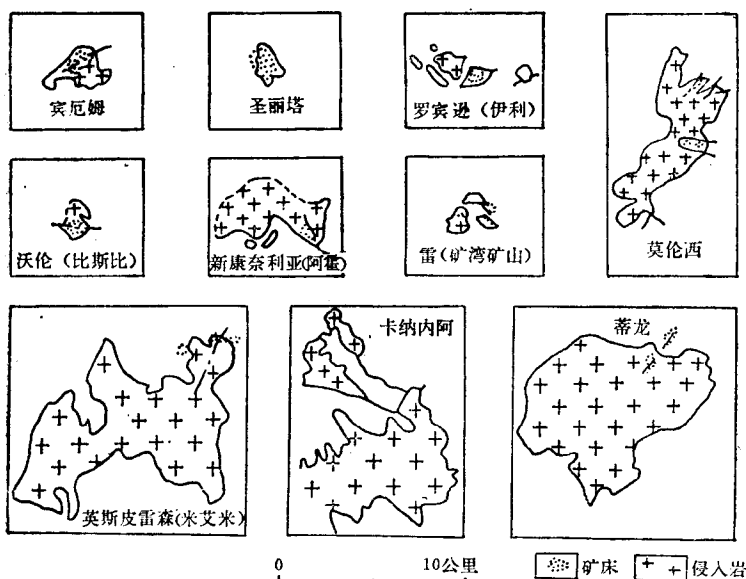


图 2 同斑岩铜矿有关的侵入体形态及大小

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。

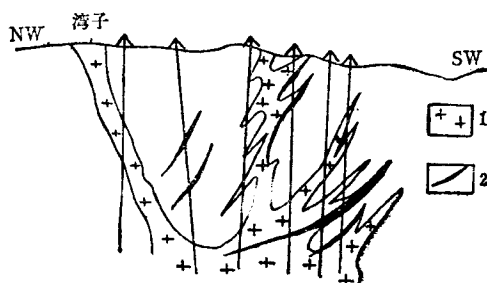


图 3 脉状斑岩体及矿体形态示意图

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。