

高等学校教学参考书

719593

世界斑岩铜矿床

[苏] A. И. 克里夫佐夫 И. Ф. 米加切夫
B. C. 波波夫 著

王肇芬 赵俊磊 王 璞 译



地质出版社

译 者 前 言

斑岩型铜矿是铜矿最重要的工业类型。在世界现有的铜矿总储量中，斑岩铜矿约占1/2左右，因此日益受到世人瞩目。而且斑岩铜矿易采易选，并伴生有金、钼等多种金属组分，可综合利用，因而斑岩铜矿在中国以及世界许多国家都已成为寻找和开采的主要铜矿类型。

《世界斑岩铜矿床》一书介绍了世界各地200余个具代表性的斑岩铜矿床，全面阐述了这些矿床的赋存条件、矿石成分及成矿模式。书中介绍的资料简明扼要，不论是对初学者还是对斑岩铜矿的研究者来说，都具有一定的参考价值，阅读此书可以对斑岩铜矿床在全世界的分布及其研究现状有一个全面的了解。因此我们将此书翻译出来，供大专院校地质矿产勘查等专业学生参阅，也可供广大地质工作者及中等专业学校师生参考。

前言和第一章由王璞翻译，第二章由赵俊磊翻译，第三章由王璞翻译，第四、五、六章和结语由王隼芬翻译。中国地质科学院杨凤英负责全书校对。

由于译者水平有限，不当之处在所难免，恳请读者批评指正。

译 者

1989.7.

前 言

斑岩铜矿床是铜和铜-钼矿的重要工业类型之一。研究这些矿床有助于解决成矿理论中的一些关键问题，特别是岩浆作用与成矿关系、物质来源、介质迁移和成矿过程中的动力学等问题。因此斑岩铜矿床经常引起众多研究者的瞩目。

关于斑岩铜矿成因的现代概念，无论是经典的正岩浆岩模式，还是较晚出现的对流聚矿系统（再循环）模式都得到了发展。

对世界各地众多斑岩铜矿床的研究总结是形成成因概念的客观基础。对已有描述性资料需要系统化和进行包括精选素材在内的综合工作，这些素材远非广大读者都能见到。又鉴于地质界对早年由《Недра》出版社出版的《世界黄铁矿床》和《世界含铜砂岩和页岩》等著作极为重视，本书作者也就为自己提出了编写此书的任务。

本书的出版在很大程度上受益于较早出版的B.A.佩尔瓦洛^[1]、B.C.波波夫^[2]、И.Г.帕夫洛娃^[3]、A.И.克里夫佐夫^[3]等人的汇编著作、V.霍利斯特的专著《西半球的斑岩铜矿》^[21]，以及由加拿大地质部门编纂出版的对不列颠哥伦比亚省矿床的系统描述^[38]和国际交流资料《欧洲铜矿床》等。

本书所引用各矿床的描述资料来源于苏联和其他国家众多研究者的出版物。这些研究者的高度专业性、列入本书的矿床选材之精当以及这些矿床广泛的地理分布都使笔者得以期望该书将会引起广大地质普查工作者和矿床研究者的兴趣。

有关苏联矿床的系统资料部分由И.Ф.米加切夫完成；国外部分中有关欧洲和北美的章节由A.И.克里夫佐夫和И.Ф.米加切夫完成；中美、南美、东南亚、大洋洲、澳大利亚和南极洲部分由B.C.波波夫完成。序言及结语两章由A.И.克里夫佐夫完成，并由他统编全书。

目 录

译者前言

前 言

第一章 斑岩铜矿床的一般特征	1
----------------------	---

第二章 欧亚大陆的斑岩铜矿床	20
----------------------	----

第一节 新生代和中新生代矿床	20
----------------------	----

一、特提斯带的西地中海段	22
--------------------	----

南斯拉夫	22
------------	----

希腊	31
----------	----

保加利亚	31
------------	----

罗马尼亚	35
------------	----

捷克斯洛伐克	39
--------------	----

匈牙利	42
-----------	----

意大利	45
-----------	----

二、特提斯带的东地中海段	46
--------------------	----

苏联	46
----------	----

伊朗	56
----------	----

巴基斯坦	58
------------	----

三、特提斯-欧亚大陆带的东南段	61
-----------------------	----

缅甸	61
----------	----

泰国	62
----------	----

四、西太平洋带的西北段	62
-------------------	----

苏联	63
----------	----

五、西太平洋带的西南段	69
-------------------	----

南朝鲜	69
-----------	----

中国	70
----------	----

菲律宾	72
-----------	----

马来西亚	76
------------	----

印度尼西亚.....	78
第二节 古生代矿床.....	79
波兰.....	79
苏联.....	80
蒙古.....	113
第三章 北美和中美洲的斑岩铜矿床	123
第一节 新生代、中—新生代和中生代矿床	123
加拿大.....	123
美国.....	162
墨西哥.....	179
第二节 中美洲和安的列斯群岛的矿床	184
巴拿马.....	184
波多黎各.....	187
第三节 古生代矿床	188
加拿大和美国.....	188
第四节 前寒武纪的矿床	193
加拿大.....	193
第四章 南美洲和南极洲的斑岩铜矿床	195
第一节 新生代和中新生代的矿床.....	195
哥伦比亚.....	195
厄瓜多尔.....	196
秘鲁.....	196
智利.....	202
阿根廷.....	219
南极洲.....	221
第二节 古生代矿床.....	221
阿根廷.....	221
第五章 澳大利亚和大洋洲的斑岩铜矿床	223
第一节 新生代矿床.....	223
巴布亚新几内亚和所罗门群岛.....	223
新西兰.....	231
第二节 古生代矿床.....	231

澳大利亚.....	231
第三节 前寒武纪矿床	235
澳大利亚	235
第六章 斑岩铜矿的含矿岩浆体系及其形成条件和成 矿作用	237
结 论	261
参考文献	264

第一章 斑岩铜矿床的一般特征

斑岩铜矿床 (porphyry copper deposits) 通常是指与具有斑状结构的花岗岩类侵入体共生的浸染状、细脉浸染状和细脉状的铜和钼-铜组分的富集体。

在B.И.斯米尔诺夫划分的矿床成因类型中,把斑岩钼-铜矿床归为与斑状结构侵入体有关的深成热液类,并按主要成分分为石英-辉钼矿型、石英-黄铜矿型和过渡的石英-辉钼矿-黄铜矿型。

由A.帕森斯在1933年提出的有关斑岩型矿床的最初的概念,包括下列经济地质和成因地质特征:矿床规模大,可供露天或地下大规模、低成本开采;铜矿物在矿体中分布均匀,可用连续法开采;存在对矿床成因起重要作用的斑岩侵入体或其同源岩石,但不一定成为容矿介质;因次生硫化物富集作用而产生的铜的聚集,导致生成辉铜矿富矿;次生富集带位于原生硫化矿之上。

在地质定义不完全清楚时,只凭上述确定的地质工业含义会严重影响列入斑岩铜矿类型中诸矿床地质成因的一致性。例如:在某些分类表中看不出斑岩铜矿床与浸染铜矿床 (disseminated copper ores) 之间的区别,然而它们却可能具有根本不同的成因属性。因而近期的一些苏联和其他国家的研究者在工作中都倾向于使用这样一些确定斑岩铜矿床的标志,这些标志可以有把握地把已知矿床与其他浸染铜矿化类型区别开来。在И.Г.帕夫洛娃^[6]和B.А.佩尔瓦戈^[7]的著作中论述了斑岩铜矿床定义演化的过程,但这一论述也仅局限于近年提出的论述的框框之内。

A.萨瑟兰-布朗和A.卡思罗等人^[46]指出,斑岩型矿床是具多种形式并有成因联系的矿体的组合,与相对浅成和通常具斑状结构的花岗岩类侵入体紧密共生。原生硫化物多呈浸染体和网状矿

脉赋存于侵入体和其外接触带中，或赋存于有空间联系的远离侵入体处。金属矿化作用和热液蚀变的展布范围受侵入体形态的控制。这些研究者强调指出，花岗岩类侵入体、含矿网状脉、角砾体和热液蚀变产物构成统一的近乎同时形成的斑岩系统。

B. A. 佩尔瓦戈将近地表的（低温的）与小型侵入体（从石英二长岩到闪长岩成分的岩株和大型岩脉）形成有关的，并与位于侵入体或其围岩之中的特殊的带状热液蚀变作用（即在中心部位形成次生石英岩的硅化作用，以及从中心向边缘部位呈同心带状分布的钾长石化、绢云母化、粘土化和青磐岩化作用）相伴生的矿床，都归属为斑岩型铜矿床^[7]。B. A. 佩尔瓦戈还指出，大多数细脉浸染矿石的成分以黄铁矿和黄铜矿为主，有时伴生有斑铜矿和硫砷铜矿，偶见辉铜矿和金。在这种情况下，原生矿石中一般含铜0.4—0.8%，钼从微量至0.03—0.04%，金约0.5—0.6g/t，银约10g/t。

V. F. 霍利斯特^[20]认为，所谓斑岩铜矿床就是被含铜硫化物浸染的大型矿化岩体（一般包括侵入斑岩相）。他还认为，此定义不包含地质工业含义，仅从狭隘的非经济观点来限制相似矿床的范围。

B. C. 波波夫^[9]指出，把“斑岩铜矿床”的概念抽去地质内容，广义地解释为大型不含富矿的内生矿床是不合理的。他把斑岩型铜矿床归为岩浆期后的热液型矿床，即由铜和铜-钼矿的细脉浸染体构成的网脉状大型含矿群。他还指出，这类矿在空间和时间上与花岗岩类成分的斑岩侵入体有密切联系。该类侵入体属于钾钠岩浆组合，通常形成于全晶质花岗岩类之后^[9]。B. C. 波波夫根据铜和钼的比例关系划分为铜、钼-铜和以钼为主的三种矿床类型。

S. R. 蒂特勒和 R. E. 比恩在其综合性专著^[50]中把斑岩铜矿床归为与侵入体有关的大型热液系统的产物。这类矿床是在斑岩侵入体侵入到浅部并冷却时形成的，这时在岩浆岩及其围岩中伴生有大量裂隙。据这些研究者的资料，这类矿床内铜可富集到

0.64%，矿石储量可达 447Mt。根据矿床的成分可分为斑岩金-铜矿床、斑岩钼-铜矿床和斑岩铜-钼矿床。

И.Г. 帕夫洛娃^[6]提出了可以与其它内生矿床相区别的斑岩铜矿床10大特征：

(1) 具网状细脉浸染成矿特征；

(2) 主要金属矿物(黄铁矿、磁铁矿、黄铜矿、辉铜矿，在有些矿床中为斑铜矿、硫砷铜矿和辉铜矿)和与其伴生的非金属矿物(石英、绢云母、钾长石、黑云母、高岭石类矿物等)的成分稳定；

(3) 铜的平均含量在原生矿石中比较低(0.3—0.8%)，而在氧化矿石中明显较高(达1—1.5%)，而钼在原生和氧化矿石中的分布都比较均匀(0.005—0.05%)，在这种情况下，矿石中铜与钼的比值变化很大，形成一系列重要的铜、钼-铜和铜-钼矿床；

(4) 矿化与以中性成分为主的斑岩侵入体(花岗闪长斑岩、石英二长斑岩)，以及少数偏酸性(花岗斑岩、石英斑岩)和偏基性(闪长斑岩)的侵入体有空间联系；

(5) 矿化或直接发生在斑岩侵入体中，或发生在紧靠侵入体的外接触带围岩——火山岩、侵入岩和变质岩中；

(6) 矿体发育在广泛出现热液蚀变岩的地带，蚀变岩石为绢云母-石英质、黑云母-钾长石质、泥质以及青磐岩型交代岩；

(7) 根据金属元素出现最大值①和主要共生的非金属矿物②，可用如下顺序写出矿体和热液岩中稳定分带性：

① Fe^{3+} —Mo(Cu)—Cu(Mo)—Cu(Au)— Fe^{2+} (Au)—Pb—Zn—(Au、Ag)；

② 黑云母-钾长石。绢云母、石英、蒙脱石、高岭土。青磐岩；

(8) 矿床储量巨大，可保障矿石的大规模采挖，成本低廉并有露天采矿的可能性；

(9) 与氧化作用有关的富矿的出现，形成了覆盖较贫原生

矿的次生硫化物富集带；

(10) 斑岩铜矿床形成于地槽褶皱区的不同发育阶段，既可随着地槽的岩浆作用在褶皱主期之前（在岛弧阶段）形成，又可在其后与造山阶段和活化阶段的斑岩侵入体和火山岩有关^[6]。

在许多斑岩铜矿床的现代分类中，利用了如下一些特征，不仅要考虑单个特征，而且还要考虑各种特征的组合：

- (1) 所处大地构造和古构造的位置；
- (2) 含矿岩浆建造及其所形成的含矿斑岩相的成分；
- (3) 含矿岩浆建造所侵入的地壳厚度和成分；
- (4) 由R. H. 西利托所划分的斑岩铜矿系统中矿体的产状；
- (5) 含矿岩浆岩体形成的深度；
- (6) 是否存在角砾岩筒；
- (7) 主要矿石和含有掺入组分的矿石的成分；
- (8) 金属矿的分带特征；
- (9) 热液蚀变岩的成分及其分带性；
- (10) 含矿侵入体及矿体的形态特征。

Г. А. 特瓦尔奇列利泽把斑岩铜矿床归为火山岩带成矿作用的产物，他将这些产物分为原始地槽型、次生地槽型和构造岩浆活化型。对于他在1977年所划分出的这几种情况的任何一种来说，都可形成浅成的（火山成因的）或中深成的（深源的）斑岩铜矿床。

В. А. 佩尔瓦戈^[7]假设，在地槽发育和褶皱区的形成过程中出现有三期斑岩铜矿的成矿作用：在地槽发育早期的褶皱前阶段；地槽转化为褶皱区的褶皱形成期；最终的褶皱固结期。

В. С. 波波夫^[8]继这些研究者之后认为，斑岩铜矿床形成于安山岩类的火山作用带和与之伴随的花岗岩类的岩浆作用带。可把这些分带作为准地槽带和造山期火山-侵入岩带来划分。因此，他将这些斑岩铜矿床划归准地槽型——造山早期和造山晚期。

由И. Г. 帕夫洛娃^[6]提出的按地质构造背景划分斑岩铜矿床，与Г. А. 特瓦尔奇列利泽制定的分类很近似。И. Г. 帕夫洛娃

把斑岩铜矿床划分为如下三类型：1) 造山运动和活化带的火山-侵入类型；2) 原生地槽的安山质火山作用带类型；3) 次生沉降地槽陷落类型。不论哪一类都可能出现火山型或深成型矿床。

J.D. 洛厄尔和 J.M. 吉伯特^[33]的研究成果具有重要的分类意义，他们是根据下列因素判定斑岩铜矿床典型模式的：含矿侵入体的成分、形态、侵入的特点以及其在岩浆作用总生成顺序中的位置；矿体的成分、形状、规模和成矿组分的富集；热液蚀变岩石的成分与分带性；矿物成分及内生成矿作用的分带性等。

由这些研究者所采用的典型特征，被后来由 J. 杰弗罗和 T. 温内尔对北美和南美 58 个矿床的 170 个特征作了统计分析的著作所证实。

由 J.D. 洛厄尔和 J.M. 吉伯特提出的、取名为“二长岩”的模式，仅适用于斑岩铜矿产状中的一种情况，即与火山-深成岩带的中深成二长岩类建造共生的斑岩铜矿床，例如部分加拿大的矿床、美国的大多数矿床以及秘鲁和智利的某些矿床。同时，由 K. 克拉克援引北美钼矿床资料的系统整理表明，与“二长岩”模式不同的不仅有斑岩钼矿床，而且也有斑岩铜-钼矿床。

随着矿床分类的发展，在 V.F. 霍利斯特的一些著作^[19,20,22]中强调指出，对于斑岩铜矿床的分类来说，具有重要意义的是含矿岩浆岩体的成分，而岩体的成分又取决于被侵入岩层的特征。矿床中矿石成分、热液蚀变岩的成分及分带却取决于这两个互相联系的因素。该研究者在 1974 年曾指出，除了用 J.D. 洛厄尔和 J.M. 吉伯特的“二长岩”模式描述的、具有钼-铜矿石成分的矿床以外，还存在大量的、单一类型的矿床和与以闪长岩成分为主的岩浆岩共生的斑岩金-铜矿床类型。在这类矿床最典型的代表中，铜的富集量为 0.5—0.75%，金的品位达 0.9g/t，钼在 10—100g/t 以内。根据 V.F. 霍利斯特的意见，对于具有铁镁质洋壳的岛弧大地构造区和其它区域内的矿床，“闪长岩”模式有代表性。“二长岩”模式适用于硅铝质壳层很厚的环境。

近似的分类方法在 S. E. 凯斯勒的著作中^[28,29,30]进一步得

到了发展。他根据矿石和含矿岩浆岩的成分论证了岛弧型斑岩铜矿床与其它斑岩铜矿床的原则区别。

C.S.奈伊和V.F.霍利斯特^[38]将不列颠哥伦比亚省的斑岩铜矿床划分为三种类型：1) 与钙碱性深成火成岩体共生的斑岩铜矿型；2) 与钙碱性岩株共生的斑岩铜矿型；3) 与碱性系列岩浆岩共生的斑岩金-铜矿型。由A.D.德拉蒙德和C.L.戈德温^[38]将前两类的20个矿床合并为一类，其中平均含铜量为0.39%，钼0.026%，金0.31g/t，银1.71g/t。代表第三类的五个矿床中，铜的平均品位为0.76%，金0.39g/t，银46g/t，不含钼。

与钙碱性岩浆作用有关的矿床，在大多数情况下符合这个分类中的“二长岩”模式。至于第三种类型，对合并到这一类中的斑岩型铜矿床，即使作过相应研究的作者，他们的意见^[38]也存在某种争议。

在一些作者^[15,17,24,46]的分类中，试图将斑岩铜矿床划分为角砾型、火山成因型和深成型。例如，A.萨瑟兰-布朗^[46]就曾对加拿大科迪勒拉山脉的矿床作过这样的划分。角砾岩型矿床与侵入体的小型多相岩株有关，侵入体的形成是以穿切地表的大型角砾岩筒的就位而告结束的。虽然大量矿化作用产生于岩株中，但在某些情况下，成矿期或成矿期后的这些岩筒也含有工业矿化。火山成因型矿床的特征是，矿体赋存在次火山深度的侵入体中，这些侵入体切穿层状火山沉积层，并与形态多异的角砾岩相伴生。据A.萨瑟兰-布朗的意见，深成型的矿床赋存在平整带状的深成岩体中，而深成岩体位于层火山的底部或火山之下的侵入体中。矿化作用受晚期的（内部的）斑岩相控制。斑岩相有时形成岩脉延伸到层火山的火山喷发口附近。

R.H.西利托^[43]研制的成矿岩浆系列的斑岩铜矿模式，经F.M.弗拉索夫、M.M.华西列夫斯基和其他苏联及国外地质工作者的进一步研究，提出了按形成深度作为主要因素的分类方法。成矿岩浆系列的斑岩铜矿模式包括下列方面的特征：

(1) 层火山的基底岩石及其成分的特征；

- (2) 形成层火山,包括火山口和火山颈在内的岩层的特征;
- (3) 主要阶段显晶侵入体(火山下面的侵入体)的特征;
- (4) 主侵入体沿垂直方向向上发育的更晚期岩浆岩的斑岩所形成相的特征;
- (5) 斑状岩株向上延伸,至层火山口-火山颈地带所形成的角砾岩筒的特征。

上面列举的各种要素组成了构造-岩浆系的主体格架,其中斑岩铜矿矿化及与其共生的蚀变作用受主岩浆岩体-岩枝-角砾岩筒共轭区控制,在不同矿区内工业矿化部位可沿剖面上、下变动。岩系中的这一特点排除了在角砾、火山、深层类型之外存在明显例外的可能性,因为三者中每一类型的特征在任何矿区中都可能根据侵蚀后相应要素的保存情况确定出来。当矿床在垂直方向上延伸范围较大时,可在各矿床不同侵蚀断面的主要特征上,确定出究竟是以角砾、火山或深成型中的哪一种类型占优势,实际上这三种类型是同一岩系的不同水平断面。

近年来个别研究者还提出了一些分类方案,其中主要考虑了下列与矿床有关的一些特性:通过铜与钼的比和金的富集程度反映出的矿石成分;热液-交代蚀变产物的成分和分带性;含矿侵入岩系中主期和较晚期斑岩相的成分;矿床、矿区和成矿带的大地构造及古构造环境。此种观点完全符合由B.И. 斯米尔诺夫1981年提出的最有发展前景的、成矿专属性的建造原理。

在И.Г. 帕夫洛娃^[6]提出的钼-铜矿床的建造分类中,划分出四种类型,其中属于造山运动活动带的有如下三种:1) 与安山岩-英安岩火山作用的火山颈、火山口和次火山相有关的含钼和含金细脉浸染状次生石英岩类型(哈萨克斯坦类型);2) 与辉长岩-闪长岩-花岗闪长岩建造和其它建造的花岗闪长斑岩及花岗斑岩岩株相伴生的、火山成因的含钼暗色斑状泥化岩-次生石英岩类型和泥化岩-绢云母-石英岩类型(昆拉德类型);3) 与辉长岩-闪长岩-花岗闪长岩建造和辉长岩-正长岩-闪长岩建造的花岗闪长斑岩和石英二长斑岩共生的深成斑岩钼-铜矿的泥化岩-强粘土类

类型（卡利马克尔类型）。第四种，即地槽类型，以含钼细脉浸染变安山岩类型为代表（博舍库利类型），这种类型与斜长花岗斑岩、闪长斑岩的岩株和岩墙以及玄武-安山岩建造和安山-闪长岩建造的次火山岩体有关。

A. И. 克里夫佐夫^[3]把斑岩铜矿床看作是细脉浸染状（脉状）金-铜、钼-铜和铜-钼矿工业类型的代表。这种类型与安山岩类的和玄武岩类的火山-深成岩带的火山-深成岩共生组合有联系，这些岩带在构造岩浆旋迴中的古构造状态和位置不同。这类矿床的最基本特征是：

- （1）与稳定的火山-深成岩共生组合的安山岩浆作用有关；
- （2）矿体产在闪长岩系和闪长-花岗闪长岩系的斑岩相中；
- （3）矿体隶属于规模巨大的成矿岩浆系列，包括其它金属矿化作用；
- （4）矿体赋存于具有明显分带结构的巨型含矿交代岩系之中。

在具体定性和定量的表示中，这些特征的差别，首先取决于含矿火山-深成共生组合的古构造状况。古构造状况总会在含矿的深成岩体和交代岩的成分上，以及矿石的地球化学特性上有所反映。例如，南美大陆的西部边缘被J. 奥亚尔曾和J. 弗鲁托斯^[37]划分为含斑岩金-铜矿床（Cu/Mo约为 $n \cdot 10^3:1$ ）的岛弧区；含斑岩钼-铜矿床（Cu/Mo约为 $n \cdot 10^2:1$ ）的安迪（андийский）类型区和含斑岩钼矿床（Cu/Mo约 $n \cdot 10:1$ ）的造山高原区。这种分类仅考虑了含矿侵入体的成分，而这些含矿侵入体的类别不仅表现在主要造岩组分的比例上，而且还表现在分散的铜和钼的富集程度上。

J. R. 格里菲思和 C. J. 戈德温^[17]在研究了北美大陆不列颠哥伦比亚省斑岩铜矿床在最密集地区的分布规律之后，也得出了类似的结论。对109个矿床和180个斑岩岩系的地质情况、成分以及含矿侵入体成分的分析，使他们得以在大陆边缘大地构造区中划分出四种侧向系列类型的矿床。在岛弧构造区分布有斑岩金-铜

型矿床。在洋壳形成的沉积-火山岩层中分布有斑岩钼-铜矿床。铜-钼矿床位于被沉积层覆盖的洋底与结晶硅铝层接合的部位,而斑岩钼矿床则分布于结晶基底局部被陆源沉积物覆盖的地区。这两位研究者将矿石成分的差异与含矿侵入体的特征联系起来,而含矿侵入体的特征可用能反映岩浆熔融体性质的 S/I 的不同数值来表示。

S.基特和G.贝斯特拉1981年在研究北美大陆网脉状钼矿床的分类时,确定了它们与斑岩铜矿床的关系,并提出了下述分类法。该分类考虑了铜和钼的富集程度;它们在各矿床矿石中的比值;由 K_2O 与 SiO_2 含量(换算为57.5%)的比值所表示的含矿岩浆岩的属性; F 、 Nb 、 Rb 和 Sr 在岩浆岩中的富集程度;各矿床在大陆边缘的大地构造中的古构造位置。在这一基础上提出下列矿床的分类:

(1) 斑岩金-铜矿床类,与在岛弧区(巴布亚-新几内亚的潘古纳、菲律宾的马尔科珀)出现的钙质和钙碱系列的岩浆作用有关;

(2) 斑岩钼-铜矿床类,产于大陆边缘(加拿大的贝尔格)钙碱系列的侵入体中;

(3) 与多金属成矿作用伴生的斑岩铜-钼矿床类,在远离北美大陆边缘区(美国的宾厄姆)受钙碱质和碱钙质岩系的深成岩控制;

(4) 网脉状含钨的钼矿床类,与硅铝层之上地块(美国的芒特普莱曾特)的碱性岩浆作用有关;

(5) 网脉状含铜的钼矿床类,与大陆边缘(智利的安达科)的钙碱系列岩浆作用有关。

以上概述表明,在细脉浸染状矿石和主要成矿组分类型相同的条件下,斑岩铜矿床可根据金属的富集程度、含矿侵入体的成分和大地构造位置来区别。因此可将这些矿床作为一个族来加以研究,并根据矿石成分及其中所含金、铜、钼的比例(图1),将其划分为如下几种矿床类型:单一的斑岩铜矿床和斑岩金-铜矿床、

斑岩钼-铜矿床、斑岩铜-钼矿床和单一的斑岩钼矿床。B. T. 波卡洛夫1972年曾详细描述过一种类型的矿床，但在以后的文章中未见进一步的阐述。

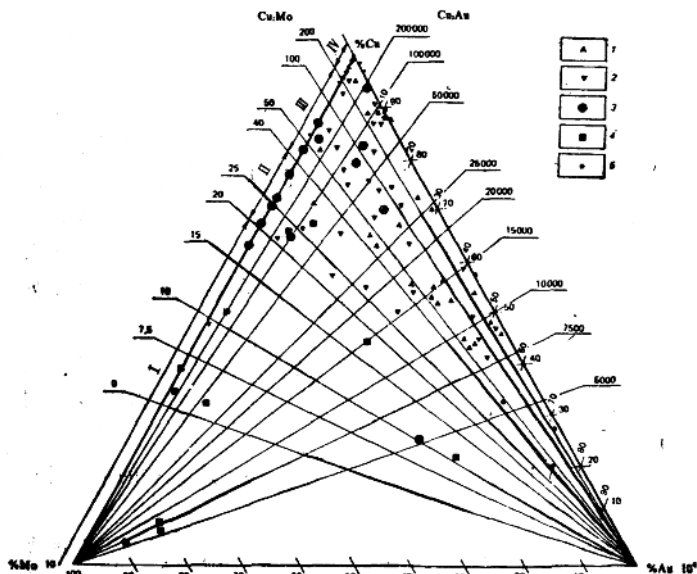


图 1 斑岩型铜矿床矿石中铜、钼和金含量的比例^[27, 47, 9, 50]

统计151个矿床，按古构造背景划分的矿床类型：1—优地槽型，2—优地槽边缘型，3—准冒地槽型，4—克拉通边缘型，5—背景未定型；根据铜和钼含量划分的矿床类型：I—斑岩型钼矿，II—斑岩型铜-钼矿，III—斑岩型钼-铜矿，IV—斑岩型铜矿

正如一些研究者^[3, 6, 9, 12, 14, 20, 26, 29, 31, 33, 37, 48]所指明的，矿床的地球化学特性取决于含矿岩浆作用所控制的范围，它与被侵入壳层的成分有关，同时也与形成岩浆作用的古构造环境有关。与形成时间无关的斑岩铜矿床位于地槽褶皱系中同一类型的大地构造单元之中。同时，在判断矿床分布区和带的地质构造背景时，可清楚地划分出三个基本不同的流派。

其中第一个流派是以地槽褶皱系沿“垂直方向”发育的理论为基础，这一理论所依据的是在通常属活动构造带的某一个地质空间范围内，可出现所有的（或大部分）构造-岩浆旋回的假设，根据这个说法，矿床的产生仅仅与旋回的间隔，或者与褶皱阶段（期）有关。

以英美研究者为主的第二流派，是以板块构造学说为依据的。根据俯冲带的位置和倾斜度、各板块的相互排列关系、板块移动的速度和方向来研究矿床的时间和空间分布。最终，矿床的分布区是根据离大陆边缘和俯冲带距离的远近来划分的，这些因素也会影响含矿岩浆的成分。应当指出，古俯冲带位置的恢复是多数相似理论的基础，而通过直接观察所进行的成矿环境建造分析则很少受到重视。

在В. И. 斯米尔诺夫、Г. М. 弗拉索夫、А. И. 克里夫佐夫、Г. А. 特瓦尔奇列利泽以及其他研究者的著作中，根据一些不同时代的地槽褶皱系论证了地槽状态的侧向迁移，并确定在一些发育上完全不同，但又相关的大地构造单元之间存在着同期性。相应的地质建造也可以证实这类现象，即可以再建由地槽褶皱系组成的一些大地构造单元的发展状态，并可以确定与某些矿床类型相伴生的建造组合的古构造位置。

1978年由Г. А. 弗拉索夫、О. Г. 鲍里索夫、Е. Д. 彼得拉岑科和М. И. 波普科夫证明的，在大陆边缘和大陆内部的地槽褶皱系中大地构造单元横向排列的共轭性，使上述这些基本原理得到具体说明。

根据上述成果和其他一些作者的研究可划分出如下大地构造序列的类型：

（1）东亚大陆边缘型：大洋—海槽—岛弧（外带和内带）—中间地块—冒地槽凹陷—边缘安山岩类火山—深成岩带—大陆（克拉通）；

（2）西美大陆边缘型：大洋—海槽—岛弧（外带和内带）—次级地槽凹陷—安山岩类边缘火山—深成岩带—后冒地槽凹