



矿化组合标志在区域找矿中的应用

童 实

在研究夕卡岩铜矿和斑岩铜矿的区域成矿特点过程中,我们发现某些矿种和某些矿物组合的出现,与该两类铜矿的发育与否有密切关系。这种关系可以宏观地进行观察,在详细占有和分析野外地质资料的基础上,往往能够得出若干有益于区域找矿的结论,进而指导野外的找矿、评价工作。

这个现象并非偶然。我们知道,各种元素在不同地质条件下地球化学性质和行为的差异,决定着成矿作用的发生和发展。在一定条件下,某些组分能促使某种金属集中,另些则使其分散;某些组分能促使某种金属沉淀,另些则使其迁移。这种集中和分散、沉淀和迁移的斗争,可能是成矿作用中的基本矛盾之一。成矿作用能否发生和完成,正是取决于这些矛盾的发展和转化。在这里,矛盾双方斗争力量的对比,特别是有关组分有效浓度的对比,起着极大作用。某一区域的矿化特点,它的矿物、矿化元素的组合,正是有关组分的浓度对比关系以及一系列物理化学条件的综合反映,它和某些金属是否聚集有密切联系是必然的。

由此出发,可以设想,区域矿化特点不仅与夕卡岩铜矿和斑岩铜矿的发育与否有关,而且与其他类型和其他矿种的矿床发育与否,也应存在着一定联系。下面介绍的是研究夕卡岩铜矿和斑岩铜矿时,运用区域矿化标志的过程和情况。

麻岩中的黄铁矿化(在地表变为褐铁矿)、绿泥石化、绢云母化和破碎闪长岩中的绢云母化和硅化。

(2) 灰白、乳白色细晶石英脉,其中含有细粒它形黄铁矿和黄铜矿。

(3) 经过构造变动的石英脉,其裂隙已由晚期石英、硫化物(地表为褐铁矿)、绿泥石、绢云母和碳酸盐胶结。

古砂矿 古砂矿的分布受地层、岩性和含金物质来源的严格控制。区域调查结果表明,下白垩统三道营群的第一组和第五组砂砾岩、第三纪的砂质粘土和前震旦纪古风化面上的泥砂质巨砾层普遍含金。由于侏罗纪地层的沉积环境和陆源供给物都与早白垩世

相似,所以它也是寻找古砂矿的目标之一。

古砂矿的找矿标志有:泥质物和石英砾石较多和分选性较差的黄褐色泥砂质砾石、砂砾石、砂砾岩和砾岩。

近代砂矿 近代砂金矿的富集部位取决于砂金的物质来源和地貌,包括:

(1) 台地古风化面上的洼地和冲沟;

(2) 片麻岩与白垩纪地层界面上的冲沟和洼地;

(3) 下白垩统三道营群地层中的大小冲沟和沟口的洪坡积裙、洪积扇、洪积锥;

(4) 来源于几个矿化区的河沟中的构造堆积物;

(5) 原生矿附近的小冲沟。

一 建立基础

研究矿床的一个重要方法是类比法。研究矿化标志的基础主要是对已知矿床的认识。大量资料表明,一定矿床类型的矿化组合是比较固定的,反映了成矿作用过程中地球化学的某些一致性;而金属矿物组合,可以认为是参与成矿溶液中的各种元素矛盾斗争的最终结果。某些金属矿物经常大量出现,说明成矿溶液中某些元素的浓度或有效浓度占优势,在成矿过程中起较大的作用。

对已知铜矿床应着重了解:

1. 确定与铜矿有关的矿物组合类型,分析成矿过程中硫、氧、铁的有效浓度,建立矿物标志的地质模型。

安徽沿江地区和赣东北地区的资料表明,与内生铜矿有关的主要矿物组合是硫化铁(黄铁矿)型和磁铁矿—硫化铁或硫化铁—磁铁矿型。它包括了两区全部已知大中型矿床和半数小型铜矿。

上述矿物组合的特点是黄铁矿发育,在近接触带部位可以出现以块状磁黄铁矿为主的矿石;赤铁矿(镜铁矿)、重晶石、石膏等高氧矿物仅在斑岩铜矿床的特定蚀变带中局部出现。因此,这反映成矿溶液中铁、硫的浓度可有较大变化。矿石是在低氧、高硫、高铁和低氧、高铁、相对贫硫的条件下形成的。可以认为,铁和硫对铜矿沉淀的促进作用可以互相补偿。

安徽沿江地区小型已知铜矿的矿物组合,列为铜的次要类型,包括:夕卡岩中的硫化铜型、重晶石—铁碳酸盐型、石英脉或硅化带中的重晶石—镜铁矿—黄铁矿型。硫化铜型反映出成矿环境是低氧、高硫和极度低铁。属此类矿物组合的已知矿床仅出现于夕卡岩中,其他岩石中则未见,这可能与夕卡岩本身较富铁有关。

重晶石—铁碳酸盐型矿物组合反映的成矿条件尚不清楚,仅有三个小型矿床。

石英脉或硅化带中的重晶石—镜铁矿—黄铁矿型矿化组合包括的已知矿床中,都描述有铁碳酸盐,但数量不清,所以是否与重晶石—铁碳酸盐型有区别,尚待进一步研究。

因此,凡属上述矿物组合类型的分布区,都应慎重考虑找铜的可能性。

2. 确定与铜矿关系不大的矿物组合,从反面证明与铜矿有关的地质模型。

(1) 赤铁矿(镜铁矿)型发育的矿点,一般不形成铜矿床。

(2) 已知夕卡岩铜矿的矿石或围岩中,重晶石或重晶石化均不存在或极不发育。相反,重晶石发育的矿床或矿化中,迄今未见夕卡岩铜矿的例子。铜陵地区金属矿物(铁帽)中多数样品含钼 $\geq 0.1\%$,反映了重晶石的发育,目前都未发现成形铜矿。

(3) 毒砂为主或含毒砂的多金属矿物组合发育的地区或矿点,往往不形成铜矿床。铜陵地区的夕卡岩铜矿平均含砷都 $< 1\%$;矿石(铁帽)多数样品含砷 $> 1\%$,反映了低硫的条件。毒砂发育的矿点,目前大都未发现成形铜矿。

(4) 不含或极少含黄铁矿的铅锌和黄铜矿组合的地区,迄今未见成形的铜矿床。这类矿化往往在围岩中呈脉状,反映贫硫、贫铁的地质环境。

3. 确定矿化元素组合与铜矿的关系。

许多事实说明,钨、金和以钼为主的矿化(钼铜比大于1)与铜矿有相斥的关系。南岭等地的石英脉钨矿分布区、华北地台的南北缘,为世界意义的钼矿分布区及金矿分布区,其

中铜矿床极少或很次要。石英脉钨矿可含重晶石；金主要是石英脉型，其中也可含重晶石，说明成矿的高氧环境，不利于铜矿的形成。单一钼矿分布区还可能受岩浆岩偏酸性控制。

相反，铜矿区内这类矿物组合和矿化组合极不发育。因此上述这类矿物和矿化组合，可以作为考虑划分成矿区的边界条件。

4. 从常见铜矿物的种类讨论铜矿的形成条件。

内生铜矿床的铜矿物基本都是硫化物。可以推论：成矿溶液中富硫有利于铜矿的形成。

内生铜矿的铜矿物主要是富铁的黄铜矿，其次是斑铜矿；以辉铜矿为主的内生铜矿床数量很少，规模又小。可以推论：如果成矿溶液富铁，也有利于铜矿床的形成。国外有少数矿床以硫砷铜矿为主，是重要例外，其出现条件不清。上述内生铜矿物中的硫和铁，都是以低价状态出现，因而可以认为，如果在成矿溶液中贫氧，对铜矿床的形成有利。

二 圈定找矿远景区

普查是战役，勘探是战术，区域调查是战略。为了找寻新的勘探基地，满足社会主义建设对矿产资源的急需，研究找矿远景区，开展区域找矿极为必要。

以往区测矿产图或区域成矿预测图，一般是按矿种（铜、铅、锌、钨、钼、金等）、矿床类型（夕卡岩型、热液型、岩浆型、沉积型等）来表示，对区域找矿起了一定作用。

研究区域矿化标志的目的，是了解各种金属矿化组合的分布规律，从各矿种、矿物组合角度表示的区域图纸来反映其规律性，以期更有效、更确切地预测找矿远景区。其工作程序大致是：

1. 搜集整理区域矿点资料，编制矿点、岩体和物化探异常卡片。

2. 在矿点卡片基础上，研究划分每个矿点的矿物组合类型。

3. 研究各种金属矿化类型和矿物组合的区域分布规律。研究各种构造形迹，各种方向的构造与矿物组合间的关系；分析各种时代和各种岩性的侵入体与各种金属矿物组合的展布特点；综合中生代火山岩盆地喷发旋回及其岩性特征与各种金属矿化组合的关系。例如我国东部地区有的中生代火山岩盆地内缘至外缘，矿化种类常有明显的带状分布，内缘铁矿化发育，形成磁铁矿—赤铁矿组合的铁矿床，铜矿化特别是硫化铁（黄铁矿）或硫化铁—磁铁矿组合的铜矿床则偏向盆地的外缘，远离火山岩地区则出现铅锌矿化、单纯的黄铜矿化、含有大量毒砂的多金属矿化或毒砂为主的矿化组合等。研究矿化组合的空间分布模式，建立各种金属矿化空间分布模式，有利于揭示成矿过程的内在联系，正确认识成矿地质现象，有效地进行成矿预测。

4. 统计各种金属矿化组合与矿物组合类型的比例。确定与铜矿有关的金属矿化组合类型在区域分布的数量，了解其广度和强度，以估计其区域找矿前景。

5. 在对区域成矿规律认识的基础上，分别各种矿种、矿物组合类型编制区域矿产图或成矿预测图，结合化探分散流、次生晕、重砂测量等异常判断，划分不同类别的找矿远景区，缩小找矿目标。

三 研究金属矿化组合类型的几个问题

1. 一个矿床，不同变质相中的金属矿化组合总是有变化的。如斑岩铜矿床在某一个变质相内可局部出现重晶石、硬石膏、镜铁矿等高氧的矿物，反映了局部成矿环境的改变。某些

夕卡岩铜矿床,成矿溶液中硫、铁、氧的有效浓度在垂直方向上常有变化,硫和氧都在矿化区间的上部趋于富集,随深度增加而减少。它的主要表现是:磁黄铁矿较黄铁矿在深部更为富集,毒砂较黝铜矿在深部更易于富集,菱铁矿较磁铁矿在深部更易于富集。从含铁矿物数量来看,铁主要趋向于在矿化区间的中部富集,向上及向下均可能减少。铜的成矿区间主要位于中部。铜矿化在上段常随铁的向下富集而加强,下段则随硫浓度或铁浓度向下急剧降低而减弱。因此,在具体评价矿点时,要慎重考虑,甚至在某些特定的变质相中出现的高氧矿物可能说明成矿的好预兆。

2.金的矿化问题。在研究区域铜矿床分布时,大量资料说明,铜矿区内很少见含金石英脉矿床,相反,在含大中型金矿的地区如河北迁西—蓟县一带,张家口—大同一带,内蒙赤峰一带,吉林桦甸—和龙一带等,都没有出现铜矿床。然而,国内外斑岩铜矿床的资料中有时描述:铜矿床的边缘青盘岩化带中发育铅锌矿化,内含金、银作为伴生元素回收,如美国犹他州宾厄姆坎尼恩斑岩铜矿。1874年主要是开采铜矿床外围的铅、锌—银、金,到1897年才注意铜矿的开采。目前关于金、银的矿物组合、赋存状态、品位等资料都未见详细介绍,但从现有资料看,大部为铅锌矿中低品位金、银。矿物以自然金、自然银为主,还有金、银的碲化物。因此上述两种情况要分别对待。

3.关于划分金属矿化组合类型的几个问题。

(1)对于内生铜矿而言,在划分金属矿化组合类型时,不仅要注意各种铜矿的矿化组合类型,对区域中的各种内生金属矿化也应尽量分出,以便研究各种内生金属矿化组合之间的关系。

(2)这里指的矿化组合类型与矿物共生组合、矿化阶段的概念不同,是指总的成矿作用过程中的最终产物。因为一种类型的矿床,它的成矿期不管有多少期,但总有一个是主要的成矿期,“矛盾着的两方面中,必有一方面是主要的,他方面是次要的。其主要的方面,即所谓矛盾起主导作用方面。事物的性质,主要地是由取得支配地位的矛盾的主要方面所规定的”。而主要成矿期的产物在一个特定的矿床中反映应该是最突出、最显著。因此,矿化组合一定程度反映了成矿溶液的总的性质。要注意的是对某些外生条件下也能形成的矿物如赤铁矿等,不能划入内生矿化组合。

(3)这里综合一个区域的矿化组合或矿物组合都应属于一个大的成矿时代。在中国东部地区铜的成矿时代主要为燕山期,而在多旋回构造的多期复式岩体地区有可能使矿化、矿物组合复杂化,要具体分析考虑。

(4)划分矿化组合的基础,是在大量的已知矿床和矿点资料统计下获得的。因此,要求尽量占有矿化资料,以免划错类型,有的矿点金属矿物种类不清,或金属矿物之间含量不明时,可暂列为矿化情况不清的点,待了解清楚后,再加以分类。

(5)几种矿化组合类型的界线。

关于划分矿化组合类型的界线,据安徽沿江地区和皖、浙、赣三省边境地区对夕卡岩铜矿和斑岩铜矿的研究,我们大致是这样来区分的:

硫化铁型:是斑岩铜矿、夕卡岩铜矿的一种主要矿物类型。夕卡岩铜矿以黄铁矿、磁黄铁矿为主,磁铁矿少或无,正接触带基本不出现赤(镜)铁矿和硫酸盐类矿物(钼 $<0.1\%$ 或 0.2%);斑岩铜矿以黄铁矿为主,磁铁矿、磁黄铁矿皆少或无,钾长石化带或青盘岩化带可出现硫酸盐矿物,后者尚可出现镜铁矿细脉。

加强矿山地质工作 延长矿山开采年限

湘 西 金 矿

湘西金矿是一个开采近百年的老矿山。由于长期开采,资源曾一度比较紧张。老矿山不能延长寿命,怎样继续为社会主义祖国做出贡献呢?经过无产阶级文化大革命锻炼的我矿广大革命职工,在矿党委领导下,与冶金地质二三七队密切协作,十多年来,通过一系列勘探工作,在沃溪矿区和西安矿区先后发现了两种新类型的矿体和两个新容矿层,探明并开发了一个新采区,还查明了七个异常矿段(矿体)。在现有采区范围内,新增了一百多万吨矿石储量,保证了生产的需要。通过几年来的工作,我们有以下几点体会:

(1) 坚持“采掘并举,掘进先行”的方针,保持合理的采掘比例。

沃溪采区的矿脉倾角陡,厚度小,每采一万吨矿石约需掘进六百米巷道,才能保证储量平衡和生产持续进行。但是,有段时间,我们重采轻掘,多采少掘,砍掉了掘进区段,压缩了掘进人员,万吨掘进量下降到三百多米,全年的生产探矿巷道不到五百米,只有正常年度的六分之一,使地质储量保有总数减少近二十万吨,造成采掘比例失调,“三级矿量”欠帐,生产也完不成任务。通过文化大革命的锻炼,特别是新党委成立后,党委认真总结了前段教训,批判了“杀鸡取卵”、“竭泽而渔”的错误做法,充分发动群众,采取有效措施,调整采掘比例关系,扭转被动局面。一九七〇年以来,矿山有了专业掘进队伍,加强了井下水平钻探,充实了矿山地质技术力量,制定了掘进规划。一九七〇年到一九七三年间,共组织了十八次快速掘进,创造了独头平巷月进四百五十二米和独头斜井月进二百五十六米的成績。由于领导重视,措施有力,万吨采掘比很快就达到了正常水平,三级矿量也达到了平

磁铁矿—硫化铁或硫化铁—磁铁矿型:为夕卡岩铜矿经常组成的矿化类型之一,磁铁矿、黄铁矿、磁黄铁矿三类矿物数量可以不等,在每个矿床中可以差别较大,其矿石中含硫 $>1.5\%$,正接触带赤(镜)铁矿、硫酸盐类矿物(钡 <0.1 或 0.2%)基本不出现。

夕卡岩中的硫化铜型:这是一种夕卡岩铜矿的次要类型,只形成小型铜矿。这类矿床一般以黄铜矿为主,形成浸染状含铜夕卡岩,其他黄铁矿、磁铁矿都很少,黄铜矿多于黄铁矿。

硫化铜型:产于各种岩石(夕卡岩除外)中,以硫化铜(黄铜矿、斑铜矿、辉铜矿)或方铅矿、闪锌矿为主,其他金属矿物极少或无。这类矿化组合到目前为止尚未发现有工业意义的铜矿床。

毒砂型:产于各种岩石中,以毒砂为主或为毒砂多金属矿。毒砂含量较多,一般砷 $>1\%$ 者,有时亦可含黄铁矿,黄铜矿,局部有高品位的铜矿石,但一般不形成矿床。在含砷的铜矿床中,砷含量一般仅 $0.X\sim0.0X\%$,因此这种矿化组合类型的界线以含砷 $>1\%$ 作为界线。

上述关于研究金属矿化组合标志的介绍,仅是安徽沿江地区和皖浙赣三省边境地区铜矿研究工作中的一部份。它仅是控制成矿作用总因素中的一个方面,因此,对某一矿点来说,金属矿化组合为与铜矿有关的硫化铁型就不一定形成矿床。但就目前资料来看,构成工业意义的铜矿往往是特定的金属矿化组合类型,故仍有其实际意义。