

寻找斑岩铜(钼)矿床的化探方法

斑岩铜矿是许多国家的主要铜矿矿床类型,我国也在积极开展这一矿床的普查找矿工作。自1960至1972年12年中,国外发现40个大中型斑岩铜(钼)矿床,第三世界占22个。化探在找斑岩铜矿中作出了重大贡献,因此普遍认为化探方法是找斑岩铜矿的一种基本手段。

一、条件有利

斑岩铜矿显著特点是比其他热液矿床规模大,埋藏较浅,常有铁帽或近地表的次生富集带出现;容矿岩体或围岩发生强烈破裂作用,裂隙发育,有利于水和氧的渗透及风化产物的高析,具有宽阔而明显的矿化及蚀变分带;分散和浸染状的铜及其它金属硫化物与黄铁矿形成特征组合,在地表发生氧化作用的地区面积大。所造成的酸性环境有利于溶液中铜及其它伴生金属迁移,能形成十分广阔而明显的次生晕,为开展化探工作提供了有利条件。

二、几种方法

1.分散流和次生晕是有效的方法

无论在普查还是详查阶段,都是重要的有效方法,可用来圈定有望远景区及其有利成矿地段。

在地形起伏大的潮湿热带地区,铜的分散流异常远离斑岩铜矿床可达10公里以上。

无论在热带或温带地区,都把冷提取法作为一种高效快速的分析手段。目前国外冷提取比色分析的元素达12个,完全满足了斑岩铜矿床指示元素(Cu、Mo、As、Au、Zn、Pb、Hg)的分析需要,提高了在斑岩铜矿普查中的效果。

1967年在巴拿马用分散流圈定了几个大型的铜异常,经研究,结果发现了佩塔奎拉及博特杰两个斑岩铜矿床,估计矿石储量一亿吨以上,铜品位为0.95%,钼0.028%。此外,在菲律宾的宿务,南太平洋布干维尔、墨西哥北部的拉卡里达德、不列颠哥伦比亚北部的斯蒂金、加拿大育空的卡西诺矿床等,都证明分散流测量是有效的。

在上述地区及美国西南部等其他地区,在分散流测量后作次生晕,是更精确地圈定矿化地段的最有效手段。

常用指示元素为Cu、Mo,此外还有As、Ag、Au、Pb、Zn、Mn、Hg等。

要注意表生作用的研究。在表生环境下,晕的形成条件因气候、地形、矿物、地质及其植被、水流等条件的不同而发生变化,其形成方式是不一样的。因此,研究表生作用对分散流和次生晕异常评价十分重要。首先必须查明其形成条件,即确定导致元素富集或贫化的表生迁移作用和环境,这样才能作出较为正确的评价。

由于成矿作用和表生作用特点,同原生晕一样,可能造成这种情形:弱异常是矿床,明显的大异常是矿化甚至无矿。

对次生晕和分散流异常的评价,苏联是强调景观地球化学研究,认为可能恢复异常的发展史,特别是可查明使异常强化的地球化学屏障以及使其弱化的淋滤作用。

美国、加拿大近年在找斑岩铜矿时,特别强调查明元素在不同表生环境下的性状、样品介质的酸碱度及合理选定样品粒度等方面的工作,并相应研制出测定钻孔及地表pH值等参数的轻便装置。在加拿大某些地区,pH值有时也是指示矿化的一种可靠的间接标志,有助于正确解释分析结果。

2. 原生晕方法

原生晕评价岩体及找斑岩铜矿有效。

1) 通过对全岩样品或某种矿物中的微量元素用不同提取方法进行测定, 判断岩体的含矿性并寻找盲矿体。

在美国某地作原生晕以Cu、As、Cs、P等为指示元素而找到了斑岩铜矿床。

测定某种矿物中的微量元素一般能清晰地发现异常, 较客观地反映异常的分布规律, 更好地确定晕的分带。在成矿和热液蚀变过程中, 很多微量元素都倾向富集于铁镁质造岩矿物中, 而所有铁镁质造岩矿物黑云母中铜含量最高。一般与成矿有关的岩体中都含有黑云母, 因此目前研究较多的是黑云母, 其次就是磁铁矿。发现有斑岩铜矿的侵入体, 其黑云母中铜含量总是偏高。例如, 有人研究了大量岩株中的磁铁矿, 发现含矿岩体磁铁矿中的铁、锌含量变低。

帕里等人(1963年)用分光光度法测定黑云母中的铜、铅、锌含量, 结果查明各岩体内含铜量的高低与该区产铜量的大小成正比关系。例如, 含铜量在100 ppm以上的岩体, 是产有大型斑岩铜矿床的岩体, 50~100 ppm的是产有中型斑岩铜矿床的岩体, 而铅、锌则相反。黑云母中铅和锌含量低的岩体内, 铅和锌的产量反而高。受热液变质岩石的黑云母是富铜而贫铅、锌。

美国亚利桑那州南部的锡埃里塔和圣里塔山脉等地, 与斑岩铜矿床成因有关的侵入体, 岩石铜含量高达300 ppm, 而这些岩石里黑云母中的铜含量却高达10000 ppm, 比全岩样品更清楚、更普遍地反映出斑岩铜矿化作用。

在该州西部、北部及中部对岩体中铁镁矿物铜的含量分析表明, 含有斑岩铜矿化的岩体的铁镁矿物都显著富含铜。根据目前认识水平, 判别岩体是否含矿, 认为采用造岩矿物的微量元素分析是一种行之有效的方法。

2) 原生晕应用的指示元素及其分带总序列。

这些元素及其分带总序列自外、上至内、下为: Ba—As—Sb—(Ag、Pb、Zn)—Au—Bi—(Cu、Mo)—(Sn、Co、W、Be), 此外属于外带, 远程指示可能还有F、B、Hg; 中等、中程指示有Mn、Re、Pb、Cs等。常量元素S、P、K、Na可用作指示元素。

3) 斑岩铜矿床蚀变的研究。

在美国的亚利桑那、蒙大拿及华盛顿等州的斑岩铜矿区, 有人用X射线荧光法半定量地测定岩石样品和岩心的石英、钾长石、绢云母含量, 制作等量线图, 表示出硅化、钾长石化和绢云母化的强度及趋势, 并与化探铜、钼异常对比, 结果证明这种模式常用来预测其它方法未发现的矿体。例如, 对亚利桑那州铜弯岩心的分析, 绢云母、钾长石化的蚀变趋势指示了两个值得进一步勘查的方向。

K_2O/Na_2O 比值随着接近斑岩铜矿体而有规律地增高, 可用来圈定蚀变带及其矿化带。

由于 Rb^+ 、 Cs^+ 与 K^+ 、 Na^+ 的化学性质相近, 并常为K、Na硅酸盐矿物的混入物, 比分析K、Na容易, 所以用Rb、Cs也能更好地圈定斑岩铜矿的蚀变带。例如, 在不列颠哥伦比亚贝斯累罕姆及峡谷铜矿床, Rb正异常和Sr负异常都可圈出斑岩铜矿的蚀变带。

3. 数理统计方法及电子计算技术的应用

国外较广泛地应用数理统计方法和电子计算技术, 作为研究、解释和评价化探异常的一种重要手段, 取得较好的效果。例如, 用判别分析判断岩体的含矿性; 用簇群分析对异常进行数字分类; 用趋势分析发现弱异常及更好地圈定异常; 用因子分析来揭示某些组分的成因以及控制和影响因素; 用多元回归分析揭示元素之间的关系或用几个变量联合预测另一变

量,等等。

此外,近年日本在菲律宾圣尼诺铜矿,马来西亚沙巴的某铜矿及厄瓜多尔某铜矿的几个斑岩铜矿床上,研究了上覆表土层的厚度、风化程度和性质,以及地形对土壤层的铜全量和冷提取量的不同影响及其比值变化,表明了表土(次生晕)铜含量与矿体品位(岩心分析)的数量关系,可用来预测有利的矿化带和矿体规模。

4.正在探索的新方法

目前,国外正在研究寻找斑岩铜矿床以及其它硫化矿床的一些新的化探方法。在这方面,气体地球化学方法特别受到重视。

苏联已在研究与硫化矿床(包括斑岩铜矿)有关的气体晕。他们认为,硫化矿石的氧化作用所产生的气体包括 SO_2 、 CO_2 、 H_2 、 CH_4 以及 O_2 、 N_2 、 He 、 Rn 、 Ar 、 F_2 、 Cl_2 、 I_2 、 Br_2 、 Hg 等。其中汞气晕研究得最多,已有一系列的测定仪器。美国、加拿大在斑岩铜矿区多次实验,查明不同温度、时间及表土厚度对汞气晕的强度与形态的影响,说明空气或土壤中气里的微量汞有可能用来圈定斑岩铜矿的盲矿体或厚的运积层下的隐伏矿体。近年有人在加拿大的海兰谷和美国西部斑岩铜矿及其它硫化矿床上(5~120米高度),发现有明显的 SO_2 、 I_2 、 Br_2 的异常,可作为找矿的指示气体。总的看来,这些工作尚处于实验阶段。

另一种直接用于普查斑岩铜矿床的新技术,是测量植物近红外反射率的遥感方法。例如对美国缅因卡瑟阿特山脉(有低品位斑岩型铜-钼矿床)的红云杉和香油树枞木,以及布干维尔潘古纳斑岩铜矿床的特殊植物群近红外反射率试验测定,表明在这些地区或类似地区该法可有效地圈出矿化区。

航空伽玛测量对圈定斑岩铜矿的钾蚀变带的作用已得到确认,并有可能发展成适于各种地区找矿的有效方法。加拿大巴林格公司近来根据生物地球化学作用原理,研制出一种所谓空中监视系统,可以低空测定斑岩铜矿区上的有机-金属化合物异常含量。据称,该系统在北美、澳大利亚、南非有关矿区上有良好反应。

液态包裹体的研究可以帮助评价岩体含矿性或确定较好的矿化地段。研究表明,部分矿石矿物、脉石矿物及伟晶岩矿物中的液态包裹体都是富含氯化物的卤水,可能富集有 Na 、 K 、 Ca 、 Mg 、 Fe 、 Zn 、 Pb 、 Al 、 F 、 B 和硫酸根。一般认为这种液态包裹体可能反映成矿过程的热液成分。已经发现,某些地区斑岩铜矿成矿作用的分带性与包裹体的形成温度和盐度之间存在广泛的相关性。如美国西部斑岩铜矿区的包裹体与围岩蚀变组合之间存在一致的关系。钾长石-黑云母蚀变带的中心带(除最中心部位外,通常矿化情况较好),液态包裹体的盐度高,而在外围泥质蚀变带中包裹体的盐度则低得多。诚然,包裹体并不仅产于热液或成矿期间所形成的矿物里,而一个侵入体或一种岩石也肯定会含有几种类型和世代的包裹体,所以必须对照地质条件才能作出正确的评价。据认为这一方法的进一步发展可能有助于在蚀变作用复杂地区发现和扩大斑岩铜矿床。

虽然国外在斑岩铜矿的找矿方法上没有划一作法,但可看出,苏联与美国、加拿大等国大致是两种作法。前者强调系统的地质预测,常常是在研究小比例尺地质测量结果,圈出成矿带的基础上,开展1:20万或1:10万地质填图,进而圈出进行1:5万或1:25万的综合普查地段,开展物化探测量。后者侧重于航空测量,主要是航磁及摄影地质测量(圈出黑、褐、黄、白等颜色异常),圈出可能的成矿区,然后投入地面化探、物探(特别是激发极化)工作,再根据围岩蚀变研究和地质填图,圈出勘探目标区,以综合手段进行找矿。

(桂林冶金地质研究所化探室供稿)