

二十世纪初首次划分出来的斑岩型铜矿床，在铜和钼的探明储量和产量方面都居首要地位。近年来，加拿大地质学家A. Sutherland和R. Cathro等，把与斑岩侵入体有关的、具有浸染状和细脉浸染状矿石构造的钼矿床、钨矿床和钼钨矿床，都划归斑岩型矿床。J. Woodcock和V. Hollister描述了北美科迪勒拉的斑岩钼矿床。R. Sillitoe、C. Halls和I. Grant把玻利维亚的许多锡矿床也当作斑岩型矿床。J. Sarcia等在铀矿床中也划分出了斑岩型矿床。

分析苏联和其他国家的钼、钨、锡、铀、金和银矿床资料表明，其不少矿床具有斑岩型矿床所固有的特征。这些矿床虽然各不相同，但在地质构造、矿化特征、含矿性、生成条件和赋存规律等方面有一些共同特点。其中主要的是：与火山—侵入杂岩有联系，热液交代成因，细脉—浸染状矿化特征，网脉状矿体以及矿石的多组分性。上述特征，迫使人们扩大斑岩矿床的概念，不仅把斑岩铜矿床列入此类，而且把若干其他矿床包括进去，并可分为：斑岩铜矿、斑岩钼矿、斑岩锡矿、斑岩钨矿、斑岩铀矿、斑岩金矿、斑岩银矿和综合性的斑岩矿床。在综合性斑岩矿床中，主要有用组分有两、三个，如斑岩钨锡矿和斑岩钼铀矿等。下面谈谈斑岩矿床的典型特征，分布的大地构造位置及其经济意义。

与火山—侵入带的关系 斑岩矿床，据其与火山—侵入杂岩的关系，分为火山型和深成型两类。火山型矿床产于火山构造的上部构造层的岩石中，并与火山口和喷发中心等火山构造有关。在矿田范围内，这类矿床具环状构造，其中管状和脉状爆发角砾岩体广泛发育，而且往往控制矿化。许多斑岩铜矿床和某些斑岩型钼钨矿床、锡矿床、金矿床和银矿床均属此类。火山型斑岩铜矿有时与次生石英岩带密切共生，后者可含明矾石和红柱石等富铝矿产。

深成型矿床位于下部构造层中的火成岩

和变质岩之中。矿体赋存在火成岩的内外接触带，而且主要位于岩体的顶部。该类矿床产在岩株和岩墙附近，在多相侵入体中则与最晚期侵入岩相有关。火山型斑岩矿床有：许多斑岩钼矿（美国的克莱梅克斯、根德逊、克瓦茨—希尔等，加拿大的恩达柯，苏联的日烈坎、奥列基特坎和索尔斯柯耶等矿床），斑岩钨矿和斑岩钼钨矿（苏联的斯帕柯依宁、茵库尔、阿克恰套等矿床），以及含锡云英岩型斑岩矿床（捷克和东德的捷克地块、尼日利亚的焦斯地块、巴西的伦多尼亚地区等）。铜、金、银和铀矿床，既有火山型的，也有深成型的，但锡、钨和钼则多半形成深成型矿床。斑岩矿床的成矿年龄与跟它有空间联系，可能还有成因联系或共生关系的岩浆岩的年龄接近。这种关系是用同位素地质年龄和矿石与岩浆及其脉岩的相互关系而确定的。

网状矿体形态多样，规模不一。它是一个宽广的含有星散浸染状和稠密细网脉状矿化的热液蚀变带。在规模很大的矿床中（宾厄姆、圣马纽埃、丘基卡马塔），网状矿体所占面积达几平方公里，延深常达1000多米（玻利维亚的许多锡矿床，艾尔—特尼恩特铜矿等）。网状矿床一般呈透镜状、柱状和似层状，有时形态较复杂。例如，克莱梅克斯钼矿床，网状矿体在平面上呈圆形和环形，剖面上则呈穹形。在索尔斯柯耶钼矿床中，其形态类似于变形的十字形。网状矿体一般产在岩体的顶部，有时或多或少离开此部位，或位于次火山岩体的根部，或产于火山盆地的盖层中（许多斑岩铀矿）。

有些矿床，脉状和网状两种矿体类型都发育。脉状矿体矿富，分布在矿床上部；细脉—浸染状矿体矿贫，产于矿床下部。储量大部集中在网状矿体中。（捷克地块中的契诺维兹，阿里坦伯格、古勃和什奈德岩株的锡钨矿床，阿拉斯加的罗斯特河锡钨矿床等）。有些矿床，富矿脉与厚大的细脉浸染状矿体联为一体，形成规模巨大的网状矿体。

重新评价已往只勘探和开采脉状矿体的这种类型的一个钨矿床,使储量大增,而且生产上是赢利的。

斑岩成矿区的大地构造位置 Ю.А. Билибин、А.И.Кривцов、И.Г. Павлова、В.А.Перваго、J. Woodcock、R. Sillitoe、A.Sutherland和V.Hollister等许多地质学者指出,斑岩矿化的种类和它的特点,与大地构造位置及其发展历史有关。V.Hollister认为,斑岩铜矿和斑岩铜钼矿的地质专属性与其分布地区的地壳成分和厚度有关。钼矿床形成于硅铝质地壳厚大的地区——中间地块及其边缘地带。在硅铝质地壳较薄的岛弧地带和优地槽地区则形成铜矿床。

А.И.Кривцов提出了斑岩铜矿分布区的详细分类。他和С.Т.Агеева研究了斑岩铜矿床与火山—侵入杂岩的关系,矿床特征和矿化种类与成矿省所处大地构造位置的关系。其他矿种的斑岩矿床资料表明,矿化种类与火山—侵入杂岩成分有关,后者则与成矿省和成矿区的大地构造位置和地壳成分及其厚度有关。从而得出了与А.И.Кривцов的论断相类似的规律。因此,他所提出的斑岩铜矿分布的分类方案,略加修改后可适用于所有的斑岩型矿床。

斑岩成矿区位于以下两类地区:(1)大陆型或过渡型地壳上形成的火山—侵入岩带;(2)洋壳为主、陆壳为辅的基底上形成的岛弧构造中的外洲堤带(Внешние барьерные зоны)。在第一类成矿省中,与斑岩型矿床有关的火山—侵入岩带叠加在中间地块、冒地槽和优地槽之上,可视为前期构造的活化产物。根据火山—侵入杂岩的成分、矿田内热液交代岩的特征、矿化种类和地球化学特征,相应地可分为次克拉通成矿区、次冒地槽成矿区和次优地槽成矿区。

次克拉通成矿区 这类矿区,硅铝质地壳厚度巨大,产于中间地块或早期固化的稳定地块内。矿化与火山岩或火成岩有关,并在时间上离地块的固化相隔相当长。含矿侵入杂岩系富钾的亚碱系列,主要岩石有花岗岩、二长岩和正长岩。火山岩也属于富钾的钙—碱系列,一般形成于次大陆中的孤立盆地。侵入杂岩和火山杂岩的富钾特性还反映

在成分上与之相联系的热液—交代岩中,这种蚀变岩钾长石化广泛发育。火山—侵入杂岩的成分决定着斑岩钼矿、斑岩钼铜矿(铜钼比0.4~0.5到20,有时可更大),斑岩锡矿和锡钨矿、斑岩铀矿和斑岩金银矿床的形成。科罗拉多地块可作为这类地区的实例。该地区由前寒武系地层,以及宾夕法尼亚统(北美上石炭统)和侏罗—白垩系冒地槽岩石组成。该地块在第三纪活化,并形成了火山—侵入岩带及与之有关的斑岩钼矿床(克莱梅克斯、根德逊等)。与之相似的地区还有不列颠哥伦比亚的奥米涅克变质带成矿区,有斑岩钼矿床(恩达柯等)和钼铜矿脉。具有斑岩钼矿(日列次、奥列基特坎)和斑岩钨矿(茵库尔、斯帕柯依宁等)的外贝加尔色楞木—雅布洛诺夫地区中生代活化成矿区也属此类。地处中间地块、并在晚里菲期或古生代活化的这种次克拉通地块型成矿区,具有含矿云英岩型的独特的斑岩锡矿、斑岩钨矿和斑岩钨锡矿。这些地区的斑岩矿床皆属深成型,均产在复杂侵入杂岩最晚期产物——花岗岩类岩株的顶部(欧洲的捷克地块、阿尔莫利坎地块和皮列涅依地块,非洲地盾的焦斯地块,巴西地盾的伦多尼亚区域等)。

次冒地槽成矿区 位于具有冒地槽基底的火山—侵入岩带,或凹陷中的中间地块隆起带边缘。在此,钾—钠性岩浆系列很特征:闪长岩—石英闪长岩—花岗闪长岩(碱度正常)—二长岩—石英二长斑岩,并以二长斑岩类侵入而告终。火山岩也属于正常钙—碱系列。与上述火山—侵入杂岩有关的矿床有:斑岩铜钼矿床和铜钼比值较低(15~80,平均30)的斑岩铜矿床(铜的品位和储量比钼大15~80倍),以及斑岩锡矿床(玻利维亚成矿省)。较典型的次冒地槽型成矿区有秘鲁—智利成矿省东部的火山—侵入岩带,它处于古生代隆起和上三迭统一泥欧克姆统(白垩系)冒地槽杂岩隆起区(丘基卡马塔矿床,埃耳—阿布腊矿床)。还有美国的亚利桑那州和阿拉斯加州,以及苏联普利巴尔哈什北部地区(保耳勒矿床)的火山—侵入岩带也属此类地区。

次优地槽成矿区 包括直接产在次优地槽或位于优地槽组合之上的薄层冒地槽沉积岩中的含矿火山—侵入岩带。这种火山—

侵入岩组合属于富钠质的钙碱系列：闪长岩—石英闪长岩—花岗闪长斑岩（富钠质）—闪长玢岩、流纹斑岩。该类地区有斑岩铜矿和含金的斑岩铜矿，以铜钼比值高（80~200以上）为特征。这类矿床有秘鲁—智利成矿省西部的矿床（埃耳—萨尔瓦多等）、安第斯山北部的矿床、不列颠哥伦比亚山间地带的矿床（别特列厄姆、吉布拉塔尔等）、伊朗的矿床（萨尔—切什梅尔）、普利巴尔哈什地区的矿床（科翁拉德、科克塞）和阿尔马雷克地区的矿床（卡尔马凯尔、达尔聂）。

岛弧带成矿省 形成于具有少量陆壳物质的次洋壳带上。典型的侵入岩组合是如下的富钠质岩浆岩系列：石英辉长岩—辉长闪长岩—闪长岩—石英闪长岩（以后两者为主）。火山岩也属于富钠的玄武岩—安山岩—玄武岩建造。岩浆岩成分特点说明，原始岩浆系玄武岩浆。

这一类成矿省分布在新生代的太平洋岛弧构造带（潘古纳、奥克—特迪）、中生代—新生代安的列斯群岛带（龙德里—克里克、塔纳玛等）和阿拉斯加西南区（科斯帖罗—克里克），以及乌拉尔和北哈萨克斯坦的上古生代地区。典型矿床以铜为主，钼甚微或无，含有较多的金（达0.9克/吨）和银（达4克/吨）。上述成矿带中斑岩铜矿常与含铜黄铁矿型矿床伴生。

斑岩矿床形成时代 大多数斑岩矿床形成于晚中生代—第三纪（140~1 百万年）这一最新的成矿期。在这一时期形成的有阿拉斯加—科迪勒拉成矿带，地中海成矿带和太平洋西南各群岛中的绝大多数斑岩铜矿。其铜矿储量在同类矿床总储量中占绝对优势。在晚中生代—第三纪成矿期，还形成了外贝加尔和美国西南各州的大型斑岩钼矿、苏联东部地区和玻利维亚斑岩锡矿，以及晚中生代—新生代构造岩相活化带中的斑岩铀矿和斑岩金矿。在晚古生代—早中生代成矿期（320~180百万年）形成了中亚带的斑岩铜矿、斑岩钼矿和斑岩钨矿，不列颠哥伦比亚的部分斑岩铜矿，欧洲的捷克地块的斑岩锡矿和斑岩钨锡矿，以及中间地块中晚古生代火山岩带的斑岩铀矿。

在晚里非—早古生代（700~450百万年）形成的矿床为数不多，有乌拉尔的斑岩铜

矿、哈萨克斯坦北西部的斑岩铜矿、库兹涅茨阿拉套和萨彦东部地区的斑岩钼矿，尼日利亚、尼日尔和巴西伦多尼亚地区的斑岩锡矿，纳米比亚的罗辛格铀矿，以及美国和加拿大东部地区的许多规模不大的铜矿和钼矿。在更古老的成矿时期形成的斑岩铜矿也很少，这类矿床既具有斑岩型矿床特点也具有许多不同特点。如中国的与中条山前寒武纪岩体有关的矿床、非洲赞比亚铜矿带木弗斑岩群（1300百万年以上）中的斯瓦姆勃矿床，加拿大东部巴特瓦昌地区（1055百万年）的矿床，以及卡累利阿的雅龙瓦尔钼铜矿床。

斑岩矿床在成矿时代上的这种分布特征，未必是古生代—新生代成矿区的研究程度高于前寒武纪地区的结果。正如磁铁石英岩、含金砾岩和含铀砾岩在元古界成矿期最特征的那样，斑岩型矿床是在古生—新生代成矿时期最特征的。

斑岩型矿床的经济意义 斑岩铜矿在扩大铜矿资源方面起了决定性的作用。资本主义国家和发展中国家，1950~1977年间，斑岩铜矿床探明储量增长了7倍，即从2710万吨增加到22110万吨，在铜总储量中所占的比例从24.6%增加到60%。在苏联，斑岩型矿床的铜储量在逐年增长。

斑岩铜成矿带在其延伸长度和铜及伴生组分储量上往往规模很大。规模特大的阿拉斯加—科迪勒拉成矿带就是一例。它从阿拉斯加起延展至合恩角，可能还延伸到南极洲。此成矿带产有许多规模巨大的矿床，如丘基卡马塔（3000万吨金属储量）、艾尔—特尼恩特（3150万吨金属储量）、艾尔—阿布腊（1200万吨金属储量）和圣马扭埃（750万吨金属储量）。S. Ruiz估计，仅在智利潜在矿量就达4.5亿吨铜。地中海斑岩铜矿成矿带也很长。该成矿带经过南斯拉夫、保加利亚、土耳其、苏联的高加索、伊朗和巴基斯坦。中亚成矿带也很长，起自乌兹别克斯坦，经过哈萨克斯坦南部、克拉斯诺雅尔斯克边区和图瓦，进入蒙古。沿太平洋西南群岛发育着巨大的斑岩铜矿成矿带。虽然对斑岩铜矿的研究和工业利用是不久前才开始的，但资本主义国家和发展中国家的铜产量中已占60%左右。为开采这些矿建设了大矿山，每年廉价开采大量铜矿。比如，丘基卡

马塔矿床中每年开采44.6万吨,而在艾尔—特尼恩特矿床每年开采26万吨铜。钼主要产在斑岩钼矿和斑岩钼铜矿中。克莱梅克斯矿床虽然已开采五十多年(仅1924年到1966年间就开采了45.3万吨钼),仍保有146.92万吨储量。根德逊矿床(147万吨)、克瓦茨—希尔矿床(63万吨)、吉斯顿矿床(52万吨)、哥特—希尔矿床(44.8万吨)和恩达柯矿床(33.8万吨)的钼储量都很大。资本主义国家和发展中国家的钼约55%采自斑岩钼矿床。约45%采自钼铜矿床。玻利维亚矿床的锡储量很大,R.Sillitoe把其中的许多矿床(如拉拉瓜、坡特基、奥露德和乔伦科等矿床)当作斑岩锡矿。捷克地块、尼日利亚的焦斯高原、尼日尔的阿依尔地块和巴西的伦多尼亚地区的含锡云英岩类的特殊斑岩锡矿床中锡储量也很大。在斑岩钨矿、斑岩钼钨矿和斑岩锡钨矿中钨储量巨大。金和银可形成大型斑岩金矿和斑岩金银矿,也可呈主要的伴生金属产于斑岩铜矿床中,在次优地槽型和岛弧型成矿区中更是如此。在这些地区的许多斑岩铜矿中(潘古纳、奥克—特迪等矿床)金储量达几百吨。在斑岩型矿床中铀储量也较大。例如,纳米比亚的罗辛格矿床中铀储量为10~11.5万吨,每年开采4500吨 U_3O_8 。

斑岩矿床的经济价值在很大程度上是由矿石的综合利用价值而决定的。很多矿床(如斑岩钼铜矿、斑岩钼铀矿、斑岩钨锡矿等)含有二、三个主要有用组分和一些具有综合利用价值的伴生组分。在人为地划分的单一组分的斑岩矿床(如斑岩铜矿、斑岩钼矿和斑岩锡矿等)中也含许多其他有用组分。一些斑岩锡矿(玻利维亚的帕托西等矿床)

含有大量银、钨等组分。采选冶技术的提高,运输工具的改善,斑岩矿床规模大而有有用组分多以及大部可露天开采等优越条件,允许人们开采和利用贫矿。在美国和智利开采矿石中铜的平均品位,从1950年到1975年降低了一半(在美国由1.3%降到0.65%,在智利由2%降到1%),而在加拿大降低了2.5倍(由2.5%降到0.7%)。在希耶利特矿床(美国)中开采铜品位为0.29%和钼品位为0.026%的矿石。在别特列厄姆矿床(加拿大)矿石的铜、钼平均品位分别为0.37%和0.01%,布列恩德矿床中则为0.2%和0.058%,其他矿种的斑岩矿床也有类似的趋势。在兴安矿床(远东)的中矿段和北矿段中开采品位约0.2%的锡矿,比其他类型锡矿的开采品位要低。R.Sillitoe认为,开采品位中等(0.2~0.3%)的玻利维亚大型斑岩锡矿,在经济上是合算的。大型斑岩矿床的采矿品位逐年下降的趋势,无疑会继续下去。

斑岩型矿床概念的扩大,把它扩大到相应的钼矿、锡矿、钨矿、铀矿、金矿和银矿,是有很大的科学意义和实际意义的。这就不得不重新评价许多矿床和矿区,指出新的找矿方向。同时有助于扩大正在开采的矿山储量,建立新的矿物原料基地。斑岩矿床规模大、可露采、有用组分多,以及采选冶技术的不断提高,可使我们利用贫矿,继续提高这类矿床在主要有用金属储量和产量中的地位。

译自:《Разведка и охрана недр》,
1980, No.1, стр.9~16
金林译 鲁宁校

地质与勘探 DIZHI YUKANTAN (限国内发行) 1957年1月创刊 代号:48-21 每册0.30元	编辑出版	冶金工业部《地质与勘探》编辑部 (广西桂林市103邮政信箱)
	印刷装订	桂林印刷厂
	总发行	桂林邮局 订阅处 全国各地邮局