

# 超大型斑岩铜矿床形成的全球地质背景

夏 斌,涂光炽,陈根文,喻享祥

(中国科学院 广州地球化学研究所,广东 广州 510640)

关 键 词:超大型;斑岩铜矿床;时间分布;空间分布;地质背景

中图分类号:P618.410.2

文献标识码:A

文章编号:1007-2802(2000)04-0406-03

## 1 时间分布

斑岩铜矿形成的时代主要集中在中、新生代,其次是古生代,前寒武纪斑岩铜矿床目前发现较少,如印度 Malankhand、芬兰的 Pohjanmaa 等斑岩铜矿,加拿大 Abitibi 绿岩带的某些斑岩铜矿。斑岩铜矿形成时代的具极不均一性,具随时代变新矿床数目增多、矿化强度加大,其形成原因有两种认识观点:一是由于斑岩铜矿主要形成于板块汇集区,而在前寒武纪,全球板块活动机制尚不完善,全球性大规模板块活动尚未形成,斑岩铜矿化自然很少。而中生代是板块活动最强烈的时期,因此,也是斑岩铜矿形成的高峰期;另一种观点认为,由于斑岩铜矿形成于板块俯冲、碰撞带,这些带的后期发育往往形成造山带,成为主要剥蚀区,加上斑岩铜矿多形成于浅超浅成侵入岩中,岩体及围岩节理、裂隙发育,有利于剥蚀作用形成,随着时间的推移古老的斑岩铜矿很难保存。斑岩铜矿形成时代的不均一性还表现在同一成矿带具有不同的矿化期,如太平洋东岸的斑岩铜矿具有两个明显的成矿时代:第一个为 205 ~ 140 Ma,主要集中在 195 ~ 175 Ma,另一期是 90 ~ 20 Ma。而在 140 ~ 90 Ma 仅有少数几个斑岩铜矿形成。在同一个岩浆弧中,斑岩铜矿成矿时代具有规律地变化,如智利北部,同一时代形成的矿床呈南北向分布,不同矿带的成矿时代从海岸往内陆方向不连续地变新,时间 10 ~ 15 Ma,这种现象在北美西部也存在,这可能与板块运动速率、岩浆产生机制及洋壳中成矿元素的初始富集周期性有关。

## 2 空间分布

全球斑岩铜矿的分布,主要集中在三条大的成矿带上:环太平洋成矿带,分东西两带:东带包括阿拉斯加、北美西部向南经墨西哥、巴拿马、厄瓜多尔、玻利维亚、秘鲁、智利、阿根廷;西带分内带和外带,内带从俄罗斯鄂毕湾北缘,经我国东北东部、长江中下游及华南地区。外带从日本列岛经我国台湾、菲律宾、加里曼丹岛、巴布亚新几内亚、所罗门群岛。第二个大的成矿带是特提斯-喜马拉雅成矿带,分布于罗马尼亚、南斯拉夫、保加利亚、亚美尼亚、伊朗、巴基斯坦和中国西藏。第三大成矿带为古亚洲成矿带(中亚成矿带),矿床分布于乌兹别克斯坦、哈萨克斯坦及中国新疆、内蒙古一带。此外,还有少量斑岩铜矿床形成于各地块边缘活动带。

绝大部分斑岩铜矿床产在俯冲板块的上盘,与岩浆弧共生。目前所发现的大部分斑岩型铜矿床产在大陆边缘弧中,而张性弧主要产出斑岩型铜(金)矿、斑岩型金矿和浅成热液金矿、黑矿等矿床。太平洋东西两岸的斑岩铜矿,还有一部分是产在古活动带的增生边缘。值得注意的是,有相当数量的斑岩铜矿床形成于大陆内部,如我国中、新生代的大部分斑岩铜矿床。

## 3 超大型斑岩铜矿的全球分布型式

超大型斑岩铜矿与很多其它点型分布<sup>[1]</sup>的矿床(如白云鄂博稀土矿床、柿竹园钨锡铋多金属矿床、奥林匹克坝铜金铀矿床等)不同,具有明显的线性分

布特征,绝大多数超大型斑岩铜矿床分布都不是独立的,在矿田范围内与同一类型的几个矿床共生,属常规超大型矿床<sup>[2]</sup>,如玉龙斑岩铜矿、德兴斑岩铜矿、丘基卡马塔超大型矿床均在附近发现有同类矿床。除在矿田范围内,前面已经提及,超大型斑岩铜矿常与其它同类矿床在矿带上呈带状分布,形成规模宏大的环太平洋斑岩铜矿带、特提斯-喜马拉雅斑岩铜矿带和中亚斑岩铜矿带。在成矿带上不仅形成不同规模的数十至数百个同类矿床,而且可以形成多个超大型斑岩铜矿床,在特定的区域构成超大型斑岩铜矿床的密集区(或称为矿床丛聚区)。

#### 4 太平洋东西岸构造背景比较

全球绝大部分超大型斑岩铜矿分布在太平洋东岸,共26个<sup>[3]</sup>,占76.5%,太平洋东岸与太平洋西岸数目之比为13:1,而且在矿床规模上也存在巨大差异。说明超大型斑岩铜矿具有明显的地区性,矿床与特定的大地构造背景有关联。从构造背景上看,太平洋东岸形成大陆边缘型岩浆弧,而西岸则形成大洋火山岛弧。两者俯冲结构也不同,大陆边缘型为海沟火山弧大陆,如美洲西岸;岛弧型剖面结构则为海沟-前弧-前弧盆地-火山弧-弧后盆地-大陆。Dewey认为火山弧在形成演化过程中具有从张性弧向中性弧、压性弧转化的规律。太平洋两岸出现的张性弧与压性弧的关系在其它地方也有表现,即张性弧形成于大洋西岸、压性弧形成于大洋的东岸。两种边缘带上的成矿类型和矿床分布特征也不一样,如太平洋东岸从海岸向内陆分别形成斑岩型铜(钼)矿、斑岩型钼矿、与花岗岩有关的钨锡矿、浅成低温热液金矿;而太平洋西岸成矿空间关系为浅成低温热液型金矿、黑矿,与花岗岩有关的钨锡矿、斑岩型铜矿。另外从斑岩铜矿在空间上的演变看,美洲西海岸的斑岩铜矿,具有从向东变新的趋势,这可能说明当时东岸的板块俯冲角是由陡变缓的过程,而西岸板块俯冲相反,是由缓变陡。东西两岸的构造背景差异还表现在东太平洋板块在逐渐缩小,科科斯板块正在消亡,而北美西部的东北太平洋板块已经消亡,其大洋中脊正在向北美大陆下方潜伏,种种迹象表明,太平洋东、西两板块在地质历史时期的俯冲速度是存在差异的,即东太平洋板块的俯冲速率要比西太平洋板块快,这从现代测量结果是

一致的。

东西太平洋两岸形成的不同类型的火山弧及火山弧岩石成分的差异可以用两种理想的俯冲模式图加以解释,太平洋东岸俯冲带形成一种快速挤压的低角度、浅俯冲形成的毕鸟夫带,在这种俯冲机制下,由于俯冲快速,下插大洋板块与上冲陆块发生强烈摩擦,沿俯冲板片产生巨大能量,使大洋板块及其上覆沉积物发生熔融,这些沉积物中含有大量水分和金属物质,特别是铜质,这些熔质属钙碱性系列的安山质岩浆。西太平洋板块俯冲模式与东太平洋不同,大洋板块沿高角度向下俯冲,俯冲带无明显大地震发生,由于俯冲角度大,大洋板块直接插入地幔中,很难有由大洋板块熔融形成的岩浆上升,而是由于恒定的软流圈被下冲洋片阻挡,形成向上的对流地幔,形成张性的弧后盆地和以拉斑玄武岩系列为主的火山作用,这种环境也是黑矿形成的有利环境。

#### 5 超大型斑岩铜矿床的地质条件剖析

(1)超大型斑岩铜矿是板块俯冲的产物,形成超大型斑岩铜矿最直接、最有利的构造作用是洋壳俯冲,特别是向东的俯冲作用,因此太平洋东岸是超大型斑岩铜矿成矿的最有利部位。大多数超大型矿床形成于俯冲作用由缓慢变为快速俯冲后的一段时期,尤以俯冲作用由斜向俯冲变为法向俯冲时期。由于俯冲作用的远程效应影响,在一些陆内地台可以发育陆内俯冲作用,且很可能是早期发育过洋壳俯冲作用地方的继承,这种陆内俯冲作用也可以形成超大型斑岩铜矿,但其成矿规模和成矿概率可能均不如前者,这种例子包括我国的德兴铜矿和玉龙铜矿。

(2)大型基底构造的交汇控制超大型斑岩铜矿田的形成。比较中国东部特别是德兴斑岩铜矿的产出环境与北美西部的成矿控矿构造,可以发现北美西部斑岩铜矿具有两个展布方向,矿带整体展布是沿北美西岸前寒武纪克拉通边缘活动带展布,并在成矿时代上显示出规律性变化;具体的矿床聚集区均显示出沿北东向线性构造分布,这种现象在一些具体的矿田内也有显示,如宾厄姆斑岩铜矿,矿区内的几个小岩株均显示受北东向构造线控制的特点<sup>[4]</sup>。北美西部的4条北东向延伸的线性构造是大型前寒纪地壳构造,它们可以从前寒纪地盾边缘向

南西延伸不同的距离,全部4条构造带均具有磁异常特征。Slave构造带为地盾边部的一条槽沟和该地的一条北东—南西向大型剪切带。其它几条大致平行的线性构造均是形成于中元古代的大陆裂谷及碰撞带,这些带与现在俯冲带的交切部位是成矿的有利部位。

我国东部也存在类似的规律。中国东部分布有两个大的构造体系:古亚洲构造体系和滨太平洋构造体系,前者形成近东西向的大型构造及线性构造,后者形成北东向线型构造,中生代的主要矿产形成明显受这两个方向构造的制约。超大型斑岩铜矿的构造控制作用还表现在区域性大构造形成的次一级构造对成矿的控制,如智利斑岩铜矿带受Domeyko断裂控制,丘基卡马塔斑岩铜(钼)矿床受该断裂的次一级构造(矿田内)西部大断裂控制。据芮宗瑶等<sup>[5]</sup>统计,我国40个斑岩铜(钼)矿中,57.5%的矿床受多组断裂控制,22.5%受两组断裂交切褶皱控制,12.5%受断裂旁侧配套断裂和褶皱控制。

人们注意超大型斑岩铜(钼)矿床与俯冲岩浆弧的关系时,常认为斑岩铜(钼)矿床与东太平洋岩浆弧具有更为密切的关系,而东太平洋边缘弧代表的挤压弧,据此认为斑岩铜矿形成于挤压环境中,而在张性弧中很难形成斑岩铜(钼)矿床,相反易形成块状硫化物矿床(如黑矿)。通过大量事实分析,我们认为斑岩铜矿是形成在挤压背景下的拉张期,是在强烈挤压后一个短暂的伸展崩塌期形成的,斑岩侵位与板块挤压之间存在一延迟期,这在很多斑岩矿区都有显示。

(3)围岩的构造、物理性质、盖层厚度及封闭性可能仍然是影响斑岩铜矿成矿的重要因素。含矿斑岩常常是经过多次侵位的浅成杂岩体,斑岩常具有爆破角砾岩筒和顶部及接触带广泛发育的裂隙,如宾厄姆斑岩铜矿床,区内同时产出6个成分相近的

斑岩岩株,但仅有宾厄姆岩株形成铜矿床,该岩体与众不同之处是在顶部发育大量间距仅几厘米的裂隙构造,而其它岩株则不发育。我国玉龙斑岩铜矿床情况也很相似,含矿岩体玉龙裂隙密度为300条/m,马拉松多100~170条/m,扎拉尕100~200条/m,多霞松多80~150条/m,而未含矿岩体的裂隙密度多数在50条/米以下<sup>[6]</sup>。

(4)与超大型斑岩铜矿有关的斑岩主要是浅成斑岩,其形成深度在2~3 km左右,有的岩体产出更浅,岩体呈岩株状,剖面上呈上大下小的蘑菇状,面积约0.5~3 km<sup>2</sup>,岩石顶部及围岩均很破碎,并被后期岩脉及石英脉充填,有的形成蜘蛛网状,岩体多呈被动侵位,呈多期、多阶段侵位的杂岩体产出,绝大多数超大型斑岩铜矿均发生过大规模的隐爆作用,成矿流体在形成过程中经历过很大的压力变化。含矿斑岩体以中酸性为主(SiO<sub>2</sub>含量变化于62%~68%),主要属钙碱性岩系列。目前有人认为少量钾玄岩系列也可以形成超大型斑岩铜矿。

## 参考文献:

- [1] 涂光炽. 关于超大型矿床的寻找和理论研究[J]. 地球科学进展, 1989, (6), 14 - 20.
- [2] 涂光炽. 试论非常规超大型矿床物质组成、地质背景、形成机制的某些独特性——初论非常规超大型矿床[J]. 中国科学(D辑), 1998, 28(增刊): 1 - 6.
- [3] 翟裕生, 张湖, 宋鸿林, 等. 大型构造与超大型矿床[M]. 北京: 地质出版社, 1997. 152 - 169.
- [4] Lanier G, John E C, Swensen J, et al. General geology of the Bingham mine, Bingham Canyon, Utah[J]. Econ. Geol., 1978, 73: 1228 - 1241.
- [5] 芮宗瑶, 黄崇钊, 齐国民, 等. 中国斑岩铜(钼)矿床[M]. 北京: 地质出版社, 1984.
- [6] 唐仁鲤, 罗怀松, 等. 西藏玉龙斑岩铜(钼)矿带地质[M]. 北京: 地质出版社, 1995. 14 - 40.