

东天山土屋和延东斑岩铜矿床成矿模式

Metallogenic Model of Porphyry Copper Deposits at Tuwu and Yandong in Eastern Tianshan

王龙生¹ 芮宗瑶¹ 刘玉琳²

(1 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037; 2 北京大学地质学系, 北京 100871)

Wang Longsheng¹, Rui Zongyao¹, Liu Yulin²

(1 Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China; 2 Department of Geology, Beijing University, Beijing 100871, China)

摘 要 土屋—延东斑岩铜(钼)矿床产于东天山, 根据土屋—延东矿区内企鹅山群中的同位素年龄结果和侵入关系, 地层应为泥盆系。成矿斑岩为斜长花岗斑岩, 矿床类型为斑岩型。蚀变以青磐岩化、硅化、绢英岩化、黑云母化为主。矿床的形成与东天山的大地构造演化密切相关, 并以此建立了东天山土屋和延东斑岩铜矿床成矿模式。

关键词 斑岩铜矿床 成矿模式

土屋—延东铜矿带产于塔里木板块活动陆缘泥盆纪增生岛弧带(芮宗瑶等, 2001)。南距康古尔塔格深大断裂 2 km, 北距大草滩断裂 4.6 km。大草滩断裂北部为泥盆系大南湖组和头苏泉组, 钙碱性岛弧型火山岩及内源碎屑岩; 康古尔塔格大断裂以南为石炭系干墩组和梧桐窝子组, 为一套剪切变形强烈的千糜岩、沉凝灰岩、砂砾岩和薄层状灰岩等, 局部含火山岩。

1 地 层

土屋和延东铜矿主要出露地层为泥盆系企鹅山群火山岩为主, 在含矿火山岩中获得的单颗粒锆石 U-Pb 同位素年龄为 390 Ma (芮宗瑶等, 2002), 层位可确定为泥盆系。

企鹅山群由南而北划分 3 个岩性组(王福同等, 2001):

第一组紧邻康古尔塔格大断裂带分布, 由内源碎屑岩和沉凝灰岩组成, 局部夹生物灰岩及砂砾岩等, 在靠近康古尔塔格剪切带有时发育条带状糜棱岩。

第二组主要由中基性熔岩组成, 夹少量碎屑岩和火山碎屑岩。火山岩系列以钙碱性为主, 其中部分为富钠质碱性系列。岩石组合为玄武岩、安山岩、英安岩和粗面玄武岩、玄武粗安岩、粗安岩。

第三组紧邻大草滩断裂分布, 主要为内源碎屑岩和沉凝灰岩、玄武岩、火山角砾岩等。

2 岩 石

矿区内的岩石以火山岩的粗安玄武岩-粗安岩和玄武岩-玄武安山岩-安山岩-英安岩系列为主, 现分述如下:

(1) 粗安玄武岩-粗安岩。该火山岩系列即前人所称的闪长玢岩(王福同等, 2001), 矿区中 85% 的铜矿体赋存于这种岩石中。根据地表和钻孔岩心观察, 这种岩石为成矿前的火山岩, 它们受后侵位的斜长花岗斑岩影响已普遍角岩化, 主要为黑云母-绿泥石-绿帘石化角岩。根据电子探针分析结果, 其岩石系列属于粗面玄武岩、玄武粗安岩和粗安岩等, 以富碱质火山岩为主, 钙碱性火山岩少量。

(2) 玄武岩-玄武安山岩-安山岩-英安岩。该火山岩系根据姜立丰等(王福同等, 2001) 长期研究和对比, 划分出 3 个非正式地层组, 主要分布于康古尔塔格大断裂与大草滩断裂之间, 时代原认为属于早石炭-中石炭世, 现在定为泥盆纪(芮宗瑶等, 2002), 地层时代南老北新: 第一组由内源碎屑岩和沉凝灰岩组成, 局部夹少量砂砾岩和生物灰岩等, 发育条带

状糜棱岩。第二组主要由中性火山熔岩组成,局部夹少量碎屑岩和火山碎屑岩。火山岩岩石系列以钙碱性为主,碱性系列次之。岩石组合以玄武岩-玄武安山岩-安山岩-英安岩为主。第三组紧邻大草滩断裂分布,岩石为内源碎屑岩夹沉凝灰岩、玄武岩和火山角砾岩等。

企鹅山群非含矿火山岩的化学成分,主要为玄武岩-玄武安山岩-安山岩-英安岩。其中的斜长石已明显钠长石化,在显微镜下除斜长石(拉长石、中长石和更长石)和钠长石清晰可见外,还可以见到蚀变矿物绿泥石、绿帘石和碳酸盐等。

3 岩体

斜长花岗斑岩侵位于企鹅山群第二组火山岩内部及其与第三组接触带,是发育斑岩铜矿的主要部位。也是寻找斑岩铜(钼)矿的主要目标。

斜长花岗斑岩呈不规则岩脉和岩墙状分布,出露面积小于 0.03 km^2 ,大部分地段被企鹅山群第三组砂砾岩残留体覆盖。斑岩的Rb-Sr等时线年龄为 $(369 \pm 69) \text{ Ma}$, 锆石的 $^{206}\text{Pb} / ^{238}\text{U}$ 表面年龄变化 $356 \sim 360.8 \text{ Ma}$ (芮宗瑶等, 2001, 2002; 秦克章等, 2001)。蚀变的斜长花岗斑岩通常为钠长花岗斑岩, 钠长石变化于 $50\% \sim 55\%$, 石英变化于 $10\% \sim 20\%$, 绢云母变化于 15% 左右, 方解石从少量到 10% 。副矿物为锆石、磁铁矿、磷灰石和金红石等。斜长花岗斑岩呈现典型的含矿斑岩特征, 被众多的石英硫化物和黑云母-绿泥石-硫化物细脉穿切, 有时可见到碳酸盐、石膏(硬石膏)和含少量硫化物细脉。黑云母属于富镁黑云母, 其 $\text{Mg} / (\text{Mg} + \text{Fe} + \text{Mn}) = 0.408 \sim 0.589$, 证明属于高氧逸度条件下的产物, 结合光片中见到大量赤铁矿和磁铁矿的存在, 认为斜长花岗斑岩属于高氧逸度下的产物。斑岩的 $\varepsilon_{\text{Nd}}(t)$ 变化于 $-1.4 \sim 9.4$, $\varepsilon_{\text{Sr}}(t)$ 变化于 $-17.5 \sim -11.2$, 在 $\varepsilon_{\text{Nd}} - \varepsilon_{\text{Sr}}$ 图解的投影落于紧邻洋脊玄武岩, 因此可以作为幔源花岗岩。

4 蚀变

地表主要为青磐岩化、硅化、绢英岩化、黑云母化等。钻孔中由围岩向斜长花岗斑岩, 可以明显地划分出 3 个蚀变带: 即青磐岩化带, 黑云母化带和石英-绢云母化带, 有时叠加了碳酸盐化和石膏(硬石膏)化。而黑云母化带不是很典型的, 可以看成是青磐岩化带叠加在斑点黑云母角岩带的产物。当然有时在黑云母化带内发现有黑云母-硫化物细脉, 可以作为黑云母化带的标志产物。矿体与石英-绢云母化带和黑云母化带一致。

5 矿体

土屋和延东铜矿体均受控于绿灰色粗面玄武岩-玄武粗安岩-粗安岩和灰白色斜长花岗斑岩。矿体呈向南东侧伏的纺锤体, 走向近东西, 倾角 $50^\circ \sim 60^\circ$, 地表长 1100 m , 剖面上矿体平均厚 174 m , 斜深大于 600 m 。矿体为典型的细脉浸染状、细脉状和斑点状。主要有用金属为铜和钼, 金、银、碲等可作为伴生有益组分综合利用。

6 矿床成因

土屋、土屋东和延东铜矿为斑岩型, 其根据为: ① 矿石为典型的细脉浸染状构造; ② 矿石建造为铜(钼)建造; ③ 成矿与斜长花岗斑岩关系密切, 10% 的矿体分布于斑岩体中, 90% 的矿体分布于富钠质火山岩中; ④ 石英、绢云母、绿帘石、绿泥石中的氢、氧同位素数据显示成矿流体以岩浆水为主, 天水和岩浆水的混合仅为少量; ⑤ 硫化物的硫同位素集中于零点附近, 指示硫源来自深部, 可以与陨石硫作对比; ⑥ 黑云母为富镁黑云母, 金属矿物中出现大量磁铁矿和赤铁矿, 并且有大量石膏和硬石膏出现, 表明岩浆-热液系统是在较高氧逸度条件下演化的。因此, 将这些矿床划分为斑岩型是合理的。而土屋、土屋东和延东等矿床的成矿温度偏低(均一温度变化于 $101 \sim 409^\circ\text{C}$), 含盐度亦相对偏低($w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 为 $2.68\% \sim 33.70\%$), 高气相的(气液比大于 60%)包裹体相对较少, 再加之矿体主要产于富钠质火山岩, 因此推测岩浆二次沸腾面还在深部。

7 斑岩铜矿成矿模型

土屋和延东斑岩铜矿产于大草滩断裂与康古尔塔格大断裂夹持的过渡带, 亦即康古尔塔格古生代岛弧带的南缘。含矿围岩为企鹅山群火山岩系, 直接含矿围岩为企鹅山群富钠质粗安玄武岩-粗安岩, 同位素年龄为 $390 \sim 360 \text{ Ma}$ (芮宗瑶等, 2002)。含矿斑岩为斜长花岗斑岩小岩体, 蚀变后为钠长花岗斑岩, 同位素年龄变化于 $369 \sim 356 \text{ Ma}$ (芮宗瑶等, 2002), 可确定是泥盆纪末期侵位的。

矿石为典型的细脉浸染状，铜或铜钼建造，金属矿物简单，少硫化物，伴生有益组分主要为金和银。矿体为厚大的纺锤体，在斜长花岗斑岩体中占 10%，在富钠质火山岩中占 90%。

辉钼矿形成年龄为 322 Ma，矿化和蚀变年龄为 360~310 Ma，为早石炭世产物。

斜长花岗斑岩的 ε_{Na} 和 ε_{Sr} 值均与洋脊玄武岩相近，锶初始值为 0.7033，证明斜长花岗斑岩的岩浆起源于玄武质岩石，未与陆壳混合。

成矿流体的氢氧同位素值与岩浆水十分接近，与天水混合不明显。同时，硫同位素值与陨硫硫十分相近，证明成矿物质来自深部过程。

成矿过程是在高氧逸度条件下进行的，从磁铁矿、赤铁矿、石膏和硬石膏的大量出现，以及富镁黑云母的存在可以充分证明氧逸度较高，大约变化于 $10^{-20} \sim 10^{-8}$ 。

流体包裹体主要为气液包裹体，含石盐子晶包裹体和气体包裹体少量，成矿温度变化于 112~409℃，含盐度变化为 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 2.68%~42.83%。根据矿体主要产于围岩中和成矿温度相对较低推测，岩浆二次沸腾面还在深部。

基于上述资料，我们可以建立土屋和延东斑岩铜矿的成矿模式（见图 1）。认为土屋和延东斑岩铜矿含矿斑岩为斜长花岗斑岩，成岩年代为 360 Ma，属泥盆纪末期；成矿和蚀变年代为 360~310 Ma，其中辉钼矿形成时代为 320 Ma；含矿火山岩为泥盆系，年龄为 416~390 Ma；成矿环境为塔里木板块活动陆缘上的泥盆纪火山岛弧带，成矿物质主要来源于深部。

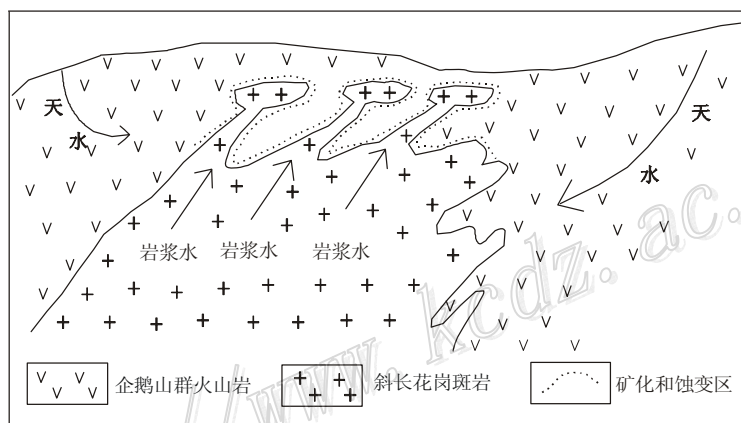


图 1 土屋和延东斑岩铜矿的成矿模式图

参 考 文 献

- 芮宗瑶, 王福同, 李恒海, 等. 2001. 新疆东天山斑岩铜矿带的新进展. 中国地质, 28 (2): 11~16.
- 芮宗瑶, 王龙生, 王义天, 等. 2002. 东天山土屋和延东斑岩铜矿床时代讨论. 矿床地质, 21 (1): 16~22.
- 王福同, 冯京, 胡建卫, 等. 2001. 新疆土屋大型斑岩铜矿床特征及发现意义. 中国地质, 28 (1): 36~29.
- 秦克章, 方同辉, 王书来, 等. 2001. 吐哈盆地南缘古生代“天窗”卡拉塔格铜金矿化区的发现及其成矿潜力. 中国地质, 28 (3): 16~23.