

西藏邦铺钼铜铅锌矿床斑岩-矽卡岩两种矿化类型 关系及矿床富 Mo 特征探讨

赵晓燕¹⁾, 杨竹森¹⁾, 刘英超²⁾, 裴英茹¹⁾

1) 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京, 100037;

2) 中国地质科学院地质研究所, 北京, 100037

邦铺 Mo-Cu-Pb-Zn 矿床位于冈底斯斑岩铜矿带东段北侧(图 1a), 是一个以富 Mo(~0.089 wt%)、贫 Cu(~0.32 wt%)、共生 Pb-Zn 为特征的大型矿床, 由斑岩型 Mo-Cu 热液成矿作用和矽卡岩型 Pb-Zn 接触交代成矿作用组成。以往针对邦铺矿床的研究表明邦铺斑岩 Mo-Cu 成矿作用集中发生在 14~15Ma 之间(Hou et al., 2009a, 2011; Yang et al., 2009), 与冈底斯斑岩成矿带内其它的斑岩 Cu-Mo 矿床一致; 而对于邦铺斑岩-矽卡岩整个成矿演化过程则涉及很少, 如矿床富 Mo 的原因, 斑岩、矽卡岩两类成矿作用是否属于同一成矿系统, 二者在成矿物质来源、流体演化上是否具有连续性等。本文借助含矿岩体二长花岗斑岩 Sr-Nd-Pb 及共生闪锌矿和黄铁矿的 Rb-Sr 同位素研究, 为探讨邦铺矿床两个基本问题: 矿床富 Mo 原因和斑岩-矽卡岩两种矿化的关系提供可信依据, 从而为建立斑岩-矽卡岩成矿模型、探讨陆陆碰撞环境下地壳结构和地球化学属性对成矿金属元素分布的控制作用以及丰富和完善陆陆碰撞造山成矿理论提供原始资料。

1 矿区地质

邦铺矿床位于拉萨市墨竹工卡县(29°53'28"N, 91°55'37"E), 位于拉萨地体内冈底斯斑岩成矿带的东侧北段(周雄, 2009, 2012)。矿区内主要发育有 3 套岩石单元(图 1b): ①下二叠统洛巴堆组岩石(P₁L), 主要分布在邦铺矿区的中东部, 是邦铺矿区出露最广的围岩, 岩性为凝灰岩、凝灰质角砾岩、变质火山角砾岩等, 为矽卡岩 Pb-Zn 矿化的赋矿围岩; ②古近纪岩石, 包括矿区北侧的典中组火山岩

(64.43~61.45 Ma, 董国臣等, 2005) 和矿区西南侧的黑云二长花岗岩(62.24 Ma, 数据未发表); ③中新世侵入岩, 包括二长花岗斑岩, 辉绿玢岩及细粒闪长岩。其中二长花岗斑岩分布在矿区中部, 锆石 U-Pb 年龄为 14.63Ma(Zhao et al., 2014), 是 Mo-Cu 矿化的含矿斑岩, 也是成矿母岩; 辉绿玢岩分布在矿区的偏东北侧, 其成岩年龄为 14.46Ma(赵晓燕等, 2013); 细粒闪长岩仅在钻孔中少量出现, 作为一种成矿后的脉体产出。此外, 在二长花岗斑岩周围还发育一些辉长岩, 仅钻孔中可见, 由于蚀变较严重且缺少锆石, 很难确定其成岩年代和岩石地球化学特征。辉长岩及二长花岗斑岩中可见黄铜矿化, Cu 矿化范围与 Mo 矿化范围大体一致, 但能达到工业品位的却很少。

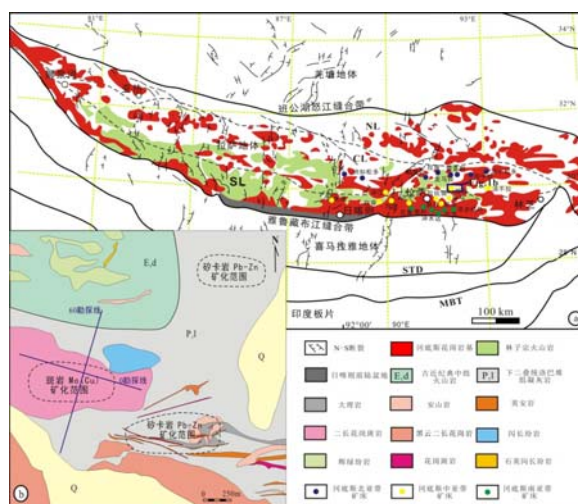


图 1 青藏高原造山带成矿区带图

(a, 据 Zheng et al., 2012 修改) 和邦铺矿区地质简图(b, 据周雄, 2012 修改)

注: 本文为青藏高原南部大陆聚合与成矿作用(2011CB403104)及 IGCP/SIDA-600 联合资助成果。

收稿日期: 2015-09-28; 改回日期: 2015-09-28; 责任编辑: 刘恋。

作者简介: 赵晓燕, 女, 1989 年生, 博士。专业: 矿物学岩石学矿床学。Email: zxy19890926@163.com。

2 矿床富 Mo 特征探讨

Hou et al. (2012) 通过对冈底斯斑岩成矿带与 Cu-Mo 矿化相关的成矿斑岩进行详细的地球化学研究发现：与斑岩 Mo 矿床或富 Mo 的斑岩 Cu 矿床相关的侵入体记录了更多古老地壳物质加入的信息。因此，Hou et al. (2012) 提出冈底斯成矿带斑岩 Mo 矿床或富 Mo 的斑岩 Cu 矿床更多是受到了岩浆源区即古老地壳物质的控制。

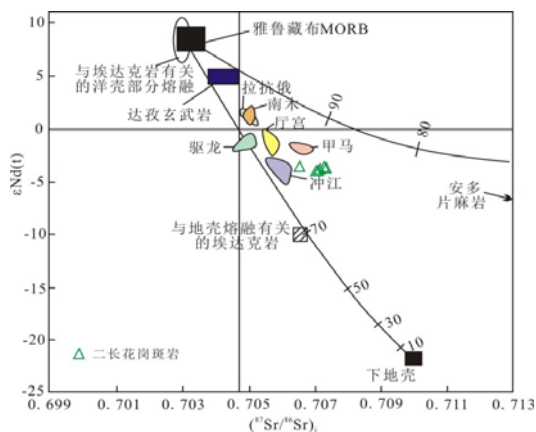


图2 邦铺矿床二长花岗斑岩($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_t$ - $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$)图解(底图据 Hou et al., 2004 修改)

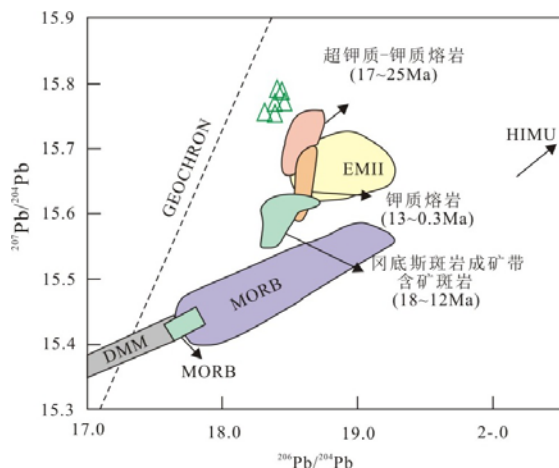


图3 邦铺矿床二长花岗斑岩 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 图解(底图据 Hou et al., 2004 修改)

邦铺矿床富 Mo 的属性同样是受到了古老地壳物质的影响而非岩浆结晶分异过程的控制，主要原因如下：主要原因如下：①空间位置上，相比于冈底斯斑岩成矿带内的其它斑岩型 Cu 矿床，邦铺矿床更靠成矿带的北侧，接近于南拉萨地体与中拉萨地体的交界部位(图 1a)；前人研究发现，南拉萨地体具有新生地壳的属性，中拉萨地体具有太古代-古元古代结晶基底的特征(Zhu et al., 2012)，因

而笔者认为邦铺矿床所处的位置肯定加入了大量的古老地壳物质；②邦铺含矿二长花岗斑岩并未表现出明显的结晶分异特征。全岩地球化学特征表明，邦铺二长花岗斑岩中稀土相对于重稀土更加亏损，暗示了源区主要为含少量石榴子石的角闪岩相。与该成矿带内其它斑岩矿床以石榴子石岩相为主的源区特征相比，邦铺二长花岗斑岩起源深度应更浅。所以，邦铺矿床富 Mo 不可能是更深的岩浆源区和充分的结晶分异作用所致(Zhao et al., 2014)；③从含矿岩体 Sr-Nd 同位素特征可以看出(图 2)，相比与冈底斯斑岩成矿带上的其它含矿斑岩，地壳组分明显增多。Pb 同位素远离 MORB，更加靠近平均地球演化线(图 3)，具有高的放射成因 μ 值。同时在 $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ - $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ 图解中，也显示了更多地壳物质的贡献。这些证据均表明邦铺矿床富 Mo 贫 Cu 是受到了古老地壳的控制而非岩浆结晶分异的影响。

3 斑岩-矽卡岩两种矿化类型关系

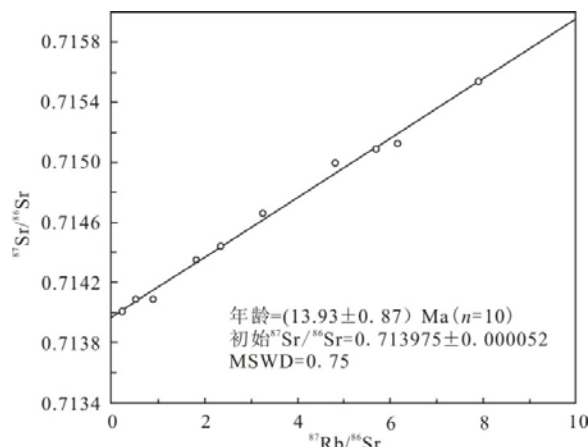


图4 西藏邦铺矽卡岩矿区共生黄铁矿、闪锌矿 Rb-Sr 等时线年龄

与 Pb-Zn 成矿有关的岩浆岩多为远端矽卡岩，携带成矿元素的岩浆热液经过较长距离的运移及与围岩的相互作用最终导致了 Pb-Zn 的沉淀，所以在邦铺矿区内并未发现与成矿直接相关的岩浆岩。铅锌矿床的定年一直是一个争议较大的问题。李志昌等(1994)认为，有色金属矿床中共生矿物可能更满足等时线的条件，因为地壳流体的运移可以使成矿溶液中的 Sr 同位素的初始组成趋向均一化，也可能由于成矿条件的变化和矿物晶体化学性质的差异会引起 Rb-Sr 体发生强烈的分馏作用。基于此

原理,我们对共生的黄铁矿闪锌矿进行 Rb-Sr 定年,得到了 $13.93 \pm 0.87\text{Ma}$ 的成矿年龄(图 4);同时,二长花岗斑岩的锆石 U-Pb 年龄和辉钼矿 Re-Os 年龄分别为 $14.63 \pm 0.25\text{Ma}$ 与 $15.32 \pm 0.97\text{Ma}$,相近的距离及相似的成矿年龄暗示斑岩矿化与矽卡岩矿化应属于同一成矿系统。

在空间上,通过对距离二长花岗斑岩不同远近的平硐进行编录发现:近岩体的矽卡岩矿物以石榴子石为主,石榴子石粒度较大,发育较好的晶型,随着距岩体距离的不断增加,石榴子石减少,粒度

变小,矽卡岩矿物转变为以阳起石、绿帘石和绿泥石为主;方解石及其它的碳酸盐矿物随着距离岩体距离的增加而增多;闪锌矿由近岩体的不透明转变为远离岩体的半透明,闪锌矿中的 S、Fe 含量呈现下降趋势,Zn 含量呈上升趋势,方铅矿中的 S、Ag 含量呈上升趋势,Pb 含量显示下降的趋势;这些都暗示了由侵入体向外一个温度连续下降的过程,同时也指示矽卡岩 Pb-Zn 矿化的成矿岩体同样为二长花岗斑岩,邦铺 Mo-Cu 与 Pb-Zn 矿化属于一个统一的斑岩矽卡岩成矿系统。