

# 青海祁漫塔格地区成矿规律研究\*

丰成友<sup>1,2</sup>, 张大权<sup>3</sup>, 李东生<sup>4</sup>, 孙艳<sup>2</sup>, 李国臣<sup>2</sup>, 马圣钊<sup>2</sup>

(1 北京大学地球与空间科学学院, 北京 100871; 2 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037

3 中国地质调查局, 北京 100037; 4 青海省第三地质矿产勘查院, 青海 西宁 810012)

青海祁漫塔格地处青藏高原东北部的柴达木盆地西南缘、东昆仑复合造山带的西段, 近十年来, 随着国家西部大开发战略的实施, 国土资源大调查专项、青藏专项、地质矿产调查评价专项等的相继开展, 以及地方财政资金和商业性投入的各类矿产勘查工作的进行, 该地区在基础地质调查、矿产远景评价、矿产勘查等方面均取得了十分显著的成绩, 已成为青海省重要的金属矿产基地, 引起人们广泛关注。本文在近几年对祁漫塔格地区金属矿床系统调查研究基础之上, 初步总结了其区域成矿规律。

## 1 区域地质概况

本区大地构造位置处于古亚洲与特提斯构造域结合部位的东昆仑弧盆造山系的西段, 构造分区自北向南又可分为北祁漫塔格岩浆弧、祁漫塔格结合带和北昆仑岩浆弧, 成矿区带隶属秦祁昆成矿域、昆仑成矿省、东昆仑成矿带之祁漫塔格Fe-V-Ti-Au-Cu-Pb-Zn-岩盐成矿亚带。区内出露地层可分为三个构造层群, 即以长城系金水口群和蓟县系狼牙山群中深变质岩系为特征的古-中元古界基底构造层, 主要为奥陶-志留系滩间山群含碳酸盐岩火山-沉积岩系的下古生界构造层和包括泥盆系牦牛山组、石炭系大干沟组、侏罗系苏组的上古生界构造层。其中, 常以剥蚀残留体形式零星分布于侵入岩体中的蓟县系狼牙山群、寒武-奥陶系滩间山群、石炭系侏罗系苏组与成矿关系密切。区内构造活动显著, 北西向和近东西向断裂将本区明显划分出不同的构造单元, 北西向断裂是主要控岩、控矿构造, 北西-近东西向断裂控制着矿体, 北东向和近南北向断裂为成矿后构造。加里东期、华力西期、印支期和燕山期岩浆侵入活动强烈, 其中尤以印支期呈岩脉、岩枝及不规则状产出的中酸性侵入岩对区内铁铜铅锌钼多金属成矿作用意义最大。

## 2 主要金属矿床类型及时空分布

到目前, 区内已发现铁、铜、铅、锌、钼、钴、铋、金、锡、银、镍、镉等10余个矿种的矿床、矿点、矿化点100余处, 矿床类型主要有矽卡岩型、斑岩型、沉积变质型、沉积型、热水沉积-改造型、热液型、火山岩型等, 其中以与中酸性岩浆侵入活动密切相关的矽卡岩型和斑岩型多金属矿床数量最多、研究程度相对较高。

目前所获得本区的有限成岩成矿年龄数据主要为中-晚三叠世, 尽管如此, 亦可根据地层时代、矿体产状、矿化特征、变质变形以及地质体之间的相互穿插关系大致判断成矿时代和矿化类型。总体上, 前寒武纪以形成沉积变质型、沉积型铁矿为主, 早古生代主要以热水沉积-后期岩浆热液叠加改造型铁钴铅锌金多金属成矿和沉积型铁铜多金属成矿为主, 印支期是本区成矿强度最大、最具有经济意义的多金属成矿期, 以形成与高钾钙碱性中酸性岩浆侵入活动有关的矽卡岩型、斑岩型铁铜铅锌银钼锡多金属矿床为特点, 部分可延续到燕山早期。空间上, 沉积变质型、沉积型和热水沉积-后期岩浆热液叠加改造型铁多金属矿床(点)主要产于祁漫塔格结合带内, 而矽卡岩型、斑岩型矿床(点)在北祁漫塔格岩浆弧、祁漫塔格结合带和北昆仑岩浆弧中均有分布, 且具有成群、成带产出的特点。

## 3 多金属矿床成矿作用

### 3.1 成岩成矿时代

\*本文得到国土资源部“百人计划”项目、中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目(编号: K0901)、中国博士后科学基金项目(编号: 20090460132)和“十一五”国家科技支撑计划课题(编号: 2006BAB01A06)的资助

第一作者简介 丰成友, 男, 1971年生, 博士后, 研究员, 从事矿床地质、地球化学研究。Email: fengchy@yahoo.com.cn

笔者对区内代表性矽卡岩型和斑岩型矿床以及与之有密切成因联系的花岗岩类岩体,利用锆石 SHRIMP U-Pb 法、辉钼矿 Re-Os 法获得了一批高精度成岩成矿年龄数据,包括卡尔却卡矽卡岩型铜钼矿 Re-Os 等时线年龄 (239±1) Ma (丰成友等, 2009), 花岗闪长岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄 (237±2) Ma (王松等, 2008), 卡尔却卡 A 区似斑状黑云母二长花岗岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄 227±2 Ma; 鸭子沟斑岩型铜钼矿 Re-Os 等时线年龄 (224.7±3.4) Ma, 矿化钾长花岗岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄 (224±1.6) Ma (李世金等, 2008a); 乌兰乌珠尔斑岩铜矿含矿花岗岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄 (215.1±4.5) Ma; 长山矿区辉钼矿 Re-Os 模式年龄 218 Ma、229 Ma, 花岗岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄 (220±1) Ma; 景忍东(五一河)与矽卡岩型铁铜多金属矿化相关的钾长花岗岩的锆石 SHRIMP U-Pb 年龄 (219±1) Ma。可见, 本区与花岗(斑)岩侵入活动有关的矽卡岩型、斑岩型多金属成矿作用发生于中-晚三叠世, 不同元素组合的两种类型矿床在空间上常常相伴而生, 其应为区域印支运动同一构造-岩浆活动在不同阶段、不同深度和不同部位发生成矿作用的产物。

### 3.2 成矿物质和成矿流体来源

3个斑岩型矿床的8件矿石矿物(黄铜矿、黄铁矿、辉钼矿)的 $\delta^{34}\text{S}$ 值为0.5‰~4.5‰, 显示为深部岩浆来源。6个矽卡岩型矿床的89件矿石矿物(黄铜矿、黄铁矿、辉铜矿、辉钼矿、闪锌矿、方铅矿、磁黄铁矿)样品的 $\delta^{34}\text{S}$ 值变化较大, 介于-2.1‰~+10.1‰, 主要与矽卡岩的类型和被交代的岩性有关。以卡而却卡矿区为例, 以基性火山岩为主要交代围岩的IV矿带 $\delta^{34}\text{S}$ 值为3.1‰~7.2‰, 均值为4.88‰; 直接以花岗岩为底板的VII矿带 $\delta^{34}\text{S}$ 值为3.8‰~6.3‰, 均值为5.18‰; 容矿于外接触带大理岩中的矿带 $\delta^{34}\text{S}$ 值较高, 为7.5‰~9.6‰, 均值为8.82‰。

乌兰乌珠尔斑岩铜矿含矿脉石英和斑晶石英中的流体包裹体较为发育, 形态以较规则的负晶形为主, 其中脉石英主要发育富液相包裹体, 均一温度为241~381℃(平均328℃), 盐度(NaCl)为4.8%~4.9%。斑晶石英中发育富液相、富气相和含石盐子晶的流体包裹体, 富液相包裹体的均一温度范围为294~315℃(平均369℃), 盐度为3.80%~9.73%(平均7.25%), 富气相包裹体和含子矿物包裹体的均一温度较高, 多数>550℃, 含子矿物包裹体以高盐度为特征(一般 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})>31\%$ ) (余宏全等, 2007)。对卡而却卡矿区西北部受岩体断裂破碎蚀变带控制的铜矿体的流体包裹体岩相学、显微测温 and 激光拉曼探针成分分析, 表明铜矿化石英脉中发育气液两相、富气相、含子矿物三相、纯液相和纯气相5类包裹体, 气液两相和含子矿物三相流体包裹体的盐度差异明显, 但它们的均一温度比较一致(320~440℃), 反映在成矿流体演化过程中发生了强烈的流体不混溶, 对成矿起重要作用, 流体包裹体气相成分主要为 $\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{CO}_2$ , 其次为 $\text{CH}_4$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{H}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 及烃类, 总体显示为岩浆热液流体特征(李世金等, 2008b)。

## 4 几点认识

- (1) 青海祁漫塔格地区主要矿种为 Fe、Cu、Mo、Pb、Zn、Co, 同时注意寻找 Au、W、Sn;
- (2) 重要矿床类型为矽卡岩型(包括接触带亚型和外接触带亚型)、斑岩型和沉积-改造型;
- (3) 中-晚三叠世斑状和似斑状(二长)花岗岩产出区, 以及高钾钙碱性酸性侵入岩与元古代金水口群白沙河组、狼牙山群、晚奥陶-早志留世滩间山群和石炭纪大干沟组、缩敖苏组等侵入接触部位成矿条件好、找矿潜力大。

### 参考文献

- 丰成友, 李东生, 屈文俊, 杜安道, 王松, 苏生顺, 江军华. 2009. 青海祁漫塔格索拉吉尔矽卡岩型铜钼矿床辉钼矿铼-钨同位素定年及其地质意义[J]. 岩矿测试, 28(3): 223-227.
- 李世金, 孙丰月, 丰成友, 刘振宏, 赵俊伟. 2008a. 青海东昆仑鸭子沟多金属矿的成矿年代学研究[J]. 地质学报, 82(7): 949-955.
- 李世金, 孙丰月, 王力, 李玉春, 刘振宏, 苏生顺, 王松. 2008b. 青海东昆仑卡尔却卡多金属矿区斑岩型铜矿的流体包裹体研究[J]. 矿床地质, 27(3): 399-406.
- 余宏全, 张德全, 景向阳, 关军, 朱华平, 丰成友, 李大新. 2007. 青海省乌兰乌珠尔斑岩铜矿床地质特征与成因[J]. 中国地质, 34(2): 306-314.
- 王松, 丰成友, 李世金, 江军华, 李东生, 苏生顺. 2009. 青海祁漫塔格卡尔却卡铜多金属矿区花岗闪长岩锆石 SHRIMP U-Pb 测年及其地质意义[J]. 中国地质, 36(1): 74-84.