

西天山与哈勒尕提矽卡岩型铁铜矿床有关花岗岩体岩石地球学化、锆石 U-Pb 定年及其地质意义

姜寒冰, 李文渊, 董福辰, 张振亮, 谭文娟, 燕洲泉, 段星星

西安地质调查中心, 国土资源部岩浆作用成矿与找矿重点实验室, 西安, 710054

矿产勘查资料表明, 西天山是最具斑岩型、矽卡岩型、斑岩与矽卡岩复合型铁铜多金属矿找矿重要的潜力地区。特别是博罗科努铜、铁、钼、金多金属成矿带, 除发现肯登高尔、莱历斯高尔、3571 铜钼(金)矿床外, 与花岗岩有关的矽卡岩型铁铜矿近年也获得了重大进展。在该带不仅发现了多条与成矿有关的矽卡岩带存在(曹景良, 2005), 而且已有像哈勒尕提铁铜钼多金属矿床, 木祖克铅锌矿一些矿床(点)的产出。显示该带有寻找斑岩型、矽卡岩型铁铜多金属矿床的良好找矿潜力。但限于目前工作程度, 对成矿有关的花岗岩体的年代学、岩石地球化学还缺少系统详细研究资料, 在一定程度上制约了对成矿构造环境和成矿特征的深化分析和认识。为此, 本文依据新获得的哈勒尕提花岗岩体的 LA-SCP-MS 锆石 U-Pb 数据和相关岩石地球化学数据, 对岩体形成时代、岩石地球化学、源区及构造环境作些分析和讨论, 以期为深化区域成矿规律提供相关的一些信息和资料。

1 地质简况

与哈勒尕提矽卡岩型铁铜矿床有关花岗岩体卡瓦布拉克岩体, 产出在准噶尔地块与伊犁地块间的西天山构造带内, 大地构造位置属哈萨克斯坦和准噶尔板块南缘的博罗科努晚古生代岛弧带。区内出露上奥陶统呼独克达坂组(O_3h)、上志留统库茹尔组(S_3k)、上志留统博罗霍洛山组(S_3b)、下石炭统大哈拉军山组(C_1d)、下二叠统乌朗群(P_1wl)、上新统独山子组(N_2d)及第四系。

2 岩体地质

卡瓦布拉克岩体沿博罗科努山南、北坡两条西北向大断裂间呈西北向不规则长条状产出。长 30km, 宽 2~10 km。主体侵入在上奥陶统呼独克达坂组内, 接触界线清楚, 接触面外倾, 内有大量上奥陶统地层捕虏或顶垂体, 北东与下石炭统阿克沙克组呈断层接触。岩体由花岗闪长岩(含少量闪长岩)和二长花岗岩单元岩石构成。哈勒尕提铁铜矿床产于岩体与上奥陶统呼独克达坂组(O_3h)粉-泥质灰岩接触带的透辉角闪-透辉钙铝榴石-钙铝榴石-大理岩的矽卡岩带中。西北部为矽卡岩型铜银-银铅锌多金属矿, 东南部为矽卡岩型铜铁矿, 以铜为主或铁铜共生, 伴生有锌、金、银等。在内接触带局部产出辉钼矿化。在外接触带围岩地层中有较好的金异常等(刘延年, 2012)。

卡瓦布拉克岩体的闪长岩、花岗闪长岩和二长花岗岩三种主要岩石类型。所见闪长岩和花岗闪长岩主元素或微量元素成分比较相近或相似。而与二长花岗岩类却有较大差别。其中:

闪长岩和花岗闪长岩的 SiO_2 含量为 57.4%~65.7%, Al_2O_3 含量为 15.70%~17.15%, K_2O+Na_2O 为 5.18~7.2, K_2O/Na_2O 比值为 0.36~0.74, 里特曼指数为 1.86~3.03, 属贫钾的花岗岩类。 A/CNK 值为 0.74~1.06, 属弱过铝质或弱准铝质。在 SiO_2 - K_2O 图中为中-高钾钙碱性系列。按 Collins (1982) 的 $K_2O(\%)-Na_2O(\%)$ 分类图件则全为 I 型花岗岩类。

而二长花岗岩成分变化相对较小, SiO_2 为 76.6%~77.6%, Al_2O_3 为 11.80%~12.45%, 里特曼指数为 1.71~2.11, K_2O+Na_2O 为 7.64~8.44, 全碱含量高, 且 K_2O 大于 Na_2O , 比值为 1.61~2.6, 为

注: 本文为地质大调查项目(编号 1212011120483、1212011121034)的成果。

收稿日期: 2013-03-13; 改回日期: 2013-03-21; 责任编辑: 章雨旭。

作者简介: 姜寒冰, 女 1979 年生。助理研究员。主要从事岩浆作用矿床及区域成矿规律研究。Email: 0Hjianghanbing1980@126.com。

富钾贫钠花岗岩类。岩石的 A/CNK 比值为 $1.03\sim 1.1$ ，属弱过铝质，与A型花岗岩的特征一致(Anderson et al., 2003)。在 SiO_2-K_2O 图中落入高钾钙碱质-钾玄岩成分过渡区域上。

岩石的稀土和微量元素，闪长岩和花岗闪长岩的稀土总含量(ΣREE) $110.4\sim 238.1\mu g/g$ ，平均为 $165.47\mu g/g$ ； La_N/Yb_N 为 $6.81\sim 20.66$ ，平均为 12.61 ， δEu 为 $0.57\sim 0.92$ ，平均为 0.72 ，为一种具弱负Eu异常的轻稀土富集右倾型图式，二长花岗岩的稀土总量为 $116\sim 162\mu g/g$ ，平均为 $130.2\mu g/g$ ，低于花岗闪长岩的稀土总量， La_N/Yb_N 为 $6.86\sim 11.07$ ，平均为 9.50 ，轻重稀土分馏不如花岗闪长岩类强烈，但负Eu异常较花岗闪长岩类明显， δEu 为 $0.24\sim 0.37$ ，平均为 0.29 ，分配图式上为具明显负Eu异常的右倾型图式，且轻重稀土分馏相对较花岗闪长岩类明显。

相应，在反映微量元素地球化学特征图上，虽然，两类岩石的Sr、P、Ti丰度上存在较大差别，但蛛网图式基本是相似的，花岗闪长岩的Ti、P丰度比二长花岗岩类高，明显是与角闪石、磷灰石钛铁氧化物的分离结晶作用有关，而Sr和Eu的异常可能是与斜长石的分离结晶作用有关。总体上从稀土和微量元素图式看出，卡瓦布拉克岩体两种岩石主要由同源岩浆通过结晶分异所形成的。而且，从负Eu异常和Ti、P丰度和岩石化学成分上的较明显的分区性，证明形成该岩体的岩浆分异程度是较高的。

3 同位素测年测试结果

本次研究选取哈勒尕提砂卡岩型铁铜矿床二长花岗岩(10H1-9-1)为对象开展LA-ICP-MS 锆石U-Pb 年代学研究，地理坐标分别为 $37^{\circ}57'36.0''N$ ， $88^{\circ}56'21.9''E$ 。

Le图像显示，所选锆石大多为长柱状晶体、晶形完好，具明显岩浆成因震荡环带。其 $Tu/U>0.4$ ，应为典型岩浆成因锆石(Defant et al., 1993; Vavra et al., 1999; Belousova et al., 2002)。共进行了36个测点分析，结果Pb/U年龄数据比较集中，其中31个数据的 $^{206}Pb/^{238}U$ 表面年龄变化范围在 $354.2\sim 362.3Ma$ 之间，大部分都落在 $^{206}Pb/^{238}U$ - $^{207}Pb/^{235}U$ 等时线图。加权平均年龄为 $357.9\pm 1.3Ma$ (MSWD = 0.18)，该年龄代表岩体的形成年龄。

4 讨论

二长花岗岩的LA-ICP-MS 锆石U-Pb 测年结果表明，卡瓦布拉克花岗岩浆岩体成岩年龄为 $354.2\sim 362.3Ma$ 之间，时代为晚泥盆纪。

按前述岩体的岩石地球化学特征，构成岩体的花岗闪长岩(含闪长岩)和二长花岗岩是由同源岩浆结晶分异作用所形成。类型上，闪长岩和花岗闪长岩为中-高钾钙碱系列的I型花岗岩类，而二长花岗岩则为高钾-钾玄岩系列的A型花岗岩类。

对上述两种类型花岗岩：按Pitcher(1982)的观点，I花岗岩处于火山弧(岛弧活动陆缘)与壳-幔源岩浆作用有关，而A型花岗岩产于造山后或非造山(裂谷、克拉通)多与深处陆壳熔融残留物再熔及幔源玄武岩浆分异有关的结论。似乎两类花岗岩的源区条件是各不相同的。但另一方面，属I型花岗岩类的闪长岩和花岗闪长岩，按 SiO_2 和 K_2O 、 Na_2O 成分含量，它们并非为地幔橄榄岩局部熔融的直接产物。因为地幔橄榄岩的低熔组分只能是玄武岩，不可能形成 $SiO_2>55\%$ 的安山岩和更酸性的岩浆(Nicholls and Carmichael, 1972)。相关这方面，Roberts and Clemens 曾从实验岩石学角度详述过高钾钙碱性的I型花岗岩类的岩浆起源问题，认为只有钙碱性和高钾钙碱性的安山质角闪岩脱水熔融，才能产生大量的偏铝高钾钙碱性I型花岗岩岩浆。邓晋福等(2004)对 $SiO_2>55\%$ 的安山岩(闪长岩)和更酸性的岩浆则提出过“其源岩不是玄武岩就是闪岩相的下地壳”。这就是说，产生这套中-高钾钙碱性岩浆源区的下地壳，应该是一些中-高钾钙碱性的偏基的深变质岩类。这正像Roberts and Clemens(1993)指出的，大量高钾钙碱性I型花岗岩的分布，指示在陆壳深部存在大量的钙碱性和高钾钙碱性的安山岩。并提出最适合的岩源是水化的钙碱性和高钾钙碱性的安山岩和玄武安山岩，由它们变质形成的角闪岩的局部熔融岩浆直接位于高钾钙碱性区。因此，不需要任何复杂的机制来解释高钾特征。而对高钾-钾玄岩系列的A型二长花岗岩类，按它与闪长岩和花岗闪长岩的同源岩浆的分异关系，二者是源于相同岩浆源区的，而且应要求下地壳有钾含量的钙物源条件。

5 结论

(1) LA-ICP-MS锆石U-Pb年龄结果可确定与哈

勒尕提砂卡岩型铁铜矿床相关的卡瓦布拉克花岗岩体的成岩年龄为354.2-362.3Ma之间,时代为晚泥盆世。这同区域上广泛发育的晚泥盆世火山岩同属相似的物源环境的岩浆作用产物。

(2) 按岩石和地球化学特征,构成卡瓦布拉克岩体的两类岩石花岗闪长岩(包括闪长岩)和二长花岗岩属同源岩浆结晶分异作用产物。花岗岩岩浆可能是源于一种下地壳基性麻粒岩相的局部熔融。

(3) 依据花岗岩源区大陆地壳的存在,认为花岗岩应更似一种陆缘火成弧环境,其机制是俯冲带靠陆缘一侧的地幔上隆和热流值增高而引起下地壳熔融和少量地幔物质混入的模型。

参 考 文 献 / References

- 曹景良.2005.新疆尼勒克县哈勒尕提铜铁矿地质特征及找矿前景.地质找矿论丛,20(增刊): 120-124
- 刘延年,曹景良,李升福,匡清国,苏绍明.2011.新疆西天山博罗科努成矿带夕卡岩型矿床特征、成矿规律及找矿方向.矿物学报,(增刊): 371~372
- Anderson I C, Frost C D, Frost B R. 2003.Petrogenesis of the Red Mountain pluton, Laramie anorthosite complex, Wyoming: Implications for the origin of A-type granite [J]. Precamb Res, 124(2~4): 243~267.
- Defant M J, Drummond M S. 1993. Potential example of the partial melting of the subd lithosphere in a volcanic arc. Geology, 21: 547~550
- Vavra G,Schmid R and Gebaner D.1999.Internal morphology,habit and U-Th-Pb microanalysis of amphibolite-to-granulite facies zircons:Geochronaology of the Ivrea Zone(Southern Alps).Contributions to Mineralogy and Petrology,134(4):380~404.
- Belousova E,Griffin W, O'Reilly S Y, et al.2002.Igneous zircon:Trace element composition as an indicator of source rock type.Contributions to mineralogy and petrology,143(5):602~622
- Pitcher W S.1982. Granite type and tectonic environment. In : Hsu K. J-1 Editor. Monnlain Building Processes. London: Academic Press, 19~44
- Roberts M P. and Clemens J D.1993.Origin of high-Potassium, cale-alkaline, I-type granitoids. Geol.,21: 824~828.
- Anderson I C, Frost C D, Frost B R. 2003.Petrogenesis of the Red Mountain