

新疆阿尔泰稀有金属伟晶岩围岩蚀变带及其中电气石蕴含的找矿意义初探

赵景宇^{1,2}, 张辉¹, 唐勇¹, 吕正航¹, 陈阳^{1,2}

(1. 中国科学院地球化学研究所, 贵州 贵阳 550002; 2. 中国科学院大学, 北京 100049)

稀有金属 Li、Be、Nb、Ta 等是保障国家经济安全、确保国民经济发展, 抢占未来科学技术制高点的关键资源。由于长期开采, 阿尔泰地区已有的稀有金属矿床均面临资源枯竭的挑战, 因此, 加大对阿尔泰稀有金属矿产勘查力度, 系统查明新疆阿尔泰地区 Li、Be、Nb、Ta 等稀有金属资源分布及赋存特征, 以实现找矿新突破, 具有重大的战略意义。传统的地质找矿方法: 地质填图法、砾石找矿法等。在上个世纪 50 年代至 70 年代先后发现阿斯喀尔特等稀有金属矿床, 圈定了 35 个伟晶岩矿田。但时至今日并没有新的找矿突破。地球物理找矿方法(物探)和遥感技术找矿方法因其各自的局限性对稀有金属找矿并不适用。因此地球化学找矿方法(化探)变得尤为重要, 本位就是通过对比稀有金属伟晶岩与一般伟晶岩蚀变围带全岩及其中电气石中 Li、Rb、Cs 含量及 K/Rb、Mg/Li 比值特征, 筛选出稀有金属矿床找矿的有效地球化学指标。

1 样品采集与分析方法

本次用于分析测试的围岩蚀变带全岩样品及蚀变带中电气石样品主要采集于青河伟晶岩田、可可托海伟晶岩田、库威-结别特伟晶岩田、柯鲁木特-吉得克伟晶岩田以及喀拉额尔齐斯伟晶岩田。对于典型的稀有金属伟晶岩的围岩蚀变带全岩的采集, 分别是围岩是斜长角闪岩的可可托海 3 号脉, 围岩为二云母花岗岩的柯鲁木特 12 号脉; 围岩为混合岩的小库斯特 91 号脉; 围岩为红柱石石英片岩的拜城 40 号脉、卡鲁安 650 号脉、卡鲁安 807 号脉; 围岩石英片岩的塔拉提含矿伟晶岩脉。按照离伟晶岩接触位置的距离采样, 主要采样距离为距接触位置 0、0.5、1、1.5、2 和大于 30 m 的背景值样品, 由于采样过程中实

际问题, 适当的有所调整。共采到围岩蚀变带电气石 62 件,

通过野外观察和磨制光薄片的镜下观察, 我们发现在研究区域内的围岩中发生的蚀变类型主要有: (1) 围岩中矿物及矿物组成由于重结晶作用发生了结构构造的改变; (2) 富 B 热液与围岩发生了交代作用, 形成电气石化; (3) K-Rb-Cs-F (Li) 的交代形成交代云母类矿物等; (4) 少量的有 Li 和 CO₂ 参加形成的青盘岩化蚀变, 角闪石+斜长石→绿泥石+绿帘石+方解石+粘土矿物; (5) 锂蓝闪石化; (6) 硅化。

全岩主量分析在中国科学院地球化学研究所矿床国家重点实验室完成, 采用 X-荧光光谱熔片法进行分析, 测试所使用的仪器是 Axios。仪器型号: Axios (PW4400) X 射线荧光光谱仪帕纳科公司(原飞利浦公司分析仪器部)产品。全岩微量分析也在中国科学院地球化学研究所矿床国家重点实验室完成, 测试所使用的仪器是四级杆型电感耦合等离子体质谱(Q-ICP-MS), 加拿大 PerkinElmer 公司制造, 型号为 ELAN DRC-e。蚀变带电气石中主微量元素测试在中国科学院地球化学研究所矿床地球化学国家重点实验室 LA-ICP-MS(激光溶蚀-电感耦合等离子质谱)实验室完成。使用 LA-ICP-MS(激光溶蚀-电感耦合等离子质谱)对电气石样品的测定属于尝试, 为了确保实验数据的可靠性, 先对电气石样品在东华理工大学核资源与环境教育部重点实验室 JXA8100 型电子探针仪上完成 EMPA(电子探针)主量元素的测试, 将 2 种测试结果主量元素进行对比, 得出 LA-ICP-MS 对电气石测试数据是可信的。

2 结论与讨论

(1) 围岩岩性的差异对围岩蚀变的形成规模及类型有着重要影响。

围岩蚀变带的形成可能是由于伟晶岩的热

基金项目:新疆阿尔泰成矿带哈龙-青河一带稀有金属成矿规律及找矿靶区预测研究(批准号: YSKY2011-02)

作者简介: 赵景宇, 男, 1988 年生, 博士研究生, 主要从事矿床地球化学方向研究. E-mail: zhaojingyu10@mails.ucas.ac.cn

量传递给围岩造成的,但更大一部分有可能是伟晶岩内部热液与围岩发生交代作用形成的。通过对伟晶岩及围岩蚀变带观察,还有实验样品分析测试数据得出:①伟晶岩与围岩花岗岩的化学性质差异较小,围岩蚀变不明显,无大规模的围岩蚀变带,围岩中仅有少量矿物成分和结构构造发生变化,亦或是发生了交代蚀变,但二者成分接近很难在矿物组合和主量元素特征上表现出差异。柯鲁木特 112 号脉围岩为二云母花岗岩,脉体与围岩有明显的侵入接触关系,但围岩蚀变并不发育,仅在 112 号脉东段距离接触面 30 cm 以内的围岩中发现少量电气石化,细小短柱状电气石。主量元素 SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 、 Na_2O 、 K_2O 、 Fe_2O_3 等元素几乎没有明显的迁入和带出,距接触位置距离不同的围岩全岩与背景值相比主量元素基本没有变化。②围岩为斜长角闪岩的可托海 3 号脉,出现电气石化、绿泥石化、青盘岩化等蚀变,但是蚀变的规模并不是非常大,距接触位置距离不同的围岩全岩与背景值相比主量元素略有变化,这与 3 号脉发育围岩蚀变但规模并不强烈的地质事实相符。③围岩为混合岩和片岩的发生了较为强烈的围岩蚀变,蚀变的类型多、蚀变带规模较大,伴随着化学组成与背景值相比发生了大规模的改变,说明围岩受到伟晶岩中热液的强烈交代,发生了物质成分的改变,伴随着主量元素 SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 、 Na_2O 、 K_2O 的迁移 F、B、Li、Rb 等元素也进行了迁移。

(2) 微量元素 Li、Rb 在形成分散晕的过程中,虽然围岩岩性不同,但均显现出随着离伟晶岩接触面距离的增加, Li 的含量整体呈递减的趋势。

元素 Li 化学性质极为活泼,形成蚀变晕的过程中,主要是通过渗透作用和交代作用两种方式,因而围岩的物理化学性质性质之间的差异的都会造成 Li 蚀变晕的差异,如围岩的空隙度不同、结构构造不同会影响渗透作用的进行,围岩的化学组成不同会影响交代作用的进行。通过研究发现,虽然围岩不同,但均显现出随着离伟晶

岩接触面距离的增加, Li 的含量整体呈递减的趋势。拜城 40 号脉和卡鲁安 807 号脉的围岩中在距离接触面 0.5 m 的位置 Li 的含量有个大幅升高,这可能是由于在该位置出现富 Li 矿物的大量结晶造成的,使 Li 在此位置发生了聚集。

(3) 围岩蚀变带中无锂蓝闪石矿物等富 Li 蚀变矿物出现时,电气石中锂含量高 ($\geq 180 \times 10^{-6}$) 作为成矿热液中 Li 富集的判断指标。

锂蓝闪石矿物出现在围岩蚀变带中,该伟晶岩中形成富 Li 矿物的可能性大,锂蓝闪石矿物出现在围岩蚀变带中说明,伟晶岩岩浆与围岩发生了大规模的交代作用,锂蓝闪石化矿物的形成需要高锂富水的热液,这说明了伟晶岩岩浆具有这样的条件,而这也正是形成伟晶岩中出现锂矿化的条件。当围岩蚀变带中无锂蓝闪石矿物出现时,发生 Li 矿化的伟晶岩围岩蚀变带电气石具有高 Li 的特征,3 号脉的 Li 元素的初始丰度为 693×10^{-6} ,拜城 40 号脉与小库斯特 91 号脉初始丰度分别为 879×10^{-6} 和 866×10^{-6} ,而卡鲁安 650 号脉高达 5230×10^{-6} 。围岩性质及伟晶岩矿化程度不同等因素造成了矿化伟晶岩围岩蚀变带电气石中 Li 含量的高低差异,可可托海 3 号脉围岩蚀变带电气石中 Li 相对较低,是由于蚀变带形成过程中锂蓝闪石作为 Li 的第一次沉降载体,电气石为第二次沉降载体。在富 B 伟晶岩热液交代围岩形成电气石的过程中, Li 的化学性质极为活泼且极易进入电气石晶格,热液中 Li 的初始浓度对电气石中 Li 含量有着重要影响。由于围岩蚀变中亲石元素 Li、Rb、Cs、Be、Nb、Ta、Zr、Hf 来自于伟晶岩演化晚期出溶的流体相,随着伟晶岩分异演化程度增大高,不仅将有利于稀有金属 Li-Be-Nb-Ta 成矿作用的发生,而且使得出溶的流体相中含有更高的稀有金属元素,有利于矿质元素的沉降。因此,稀有金属伟晶岩的演化过程中,熔体—热液阶段中是否富集成矿元素是是否矿化的重要因素,富 B 热液与围岩发生了交代作用,形成电气石化,围岩蚀变带电气石中 Li 含量的高低作为成矿热液中 Li 是否富集的判断指标。