

阿尔泰稀有金属矿床的类型与造山过程*

王登红 李红阳 邹天人

(中国地质科学院矿床地质研究所, 北京)

提 要: 阿尔泰地区的伟晶岩在成因上主要有岩浆结晶分异和变质成因两种。前人对于伟晶岩的分类已作了详细研究, 但并非所有的伟晶岩都是矿体, 稀有金属矿化也并不局限于伟晶岩中。根据矿体产出特点和矿种, 可将稀有金属矿床大致分为产于基性和/或碱性岩体内部或边部的综合性稀有金属矿床、产于花岗岩内部及其接触带的稀有金属或宝石矿床及产于古老变质岩中的稀有金属白云母矿床 3 大类。其中, 稀有金属白云母矿床形成于地壳深部高压环境, 代表了海西期造山作用主阶段的产物, 与花岗岩有关稀有金属矿床往往形成于造山作用刚结束的阶段, 而综合性稀有金属矿床主要形成于造山之后, 甚至可延续到燕山期。

关键词: 稀有金属 矿床类型 造山过程 伟晶岩

1 稀有金属矿床的研究现状及还存在的问题

稀有金属矿床(点)在新疆阿尔泰星罗棋布, 特别是可可托海 3 号伟晶岩脉以其分带之完整、矿物种类之繁多、储量之巨大被称为宝石之乡和天然矿物博物馆, 享誉海内外, 多年研究的成果也被写入教科书。但仍有不少问题没有很好解决, 比如: 规模最大的稀有金属矿床为什么产在基性岩中而不是花岗岩中(加拿大和津巴布韦的几个巨型矿床也产于基性岩中)? 稀有金属为什么在可可托海造成巨量堆积而在条件相似的阿尔泰其他地区却矿化不强? 稀有金属元素是壳源还是幔源、是单源还是多源? 白色伟晶岩和黑色伟晶岩是什么关系? 世界上一些重要稀有金属矿床都形成于古老地台或其他非造山带, 近年来国外研究也表明俯冲造山过程中极少形成稀有金属矿床^[5], 而阿尔泰的稀有金属矿床却产于典型的海西期造山带, 这是为什么? 进一步地讲, 形成于典型海西期阿尔泰造山带中的一系列稀有金属矿床跟造山作用到底是个什么关系呢? 成矿作用是否完全发生在造山过程中? 阿尔泰山脉的隆起是否由板块俯冲引起? 另一方面, 除了伟晶岩型矿床之外, 阿尔泰地区还有没有其他类型的稀有金属矿床? 其找矿潜力如何? 可能成矿于什么样的部位? 等等, 都是值得探讨的问题。本文将简要讨论稀有金属矿床的类型, 并探讨成矿类型与造山过程的关系。

2 稀有金属矿床的主要类型

阿尔泰的稀有金属矿床主要有 3 类, 即伟晶岩型、碱性花岗岩型和砂矿型, 以伟晶岩型

* 本文受到地质行业基金青年地质学家基金资助, 项目编号 9612

王登红, 31 岁, 副研究员, 博士, 矿床学专业。邮政编码: 100037

为主。吴柏青(1994)也认为有花岗伟晶岩型、花岗岩型、伟晶-气成热液型和砂矿型,以花岗伟晶岩型为主^[1]。邹天人等(1975)根据矿物特点(主要是云母)曾将花岗伟晶岩分为4类9型^[2],新疆第四地质大队根据成因特征将伟晶岩分为3类^①,即交代再结晶型伟晶岩(无稀有金属矿化)、交代再结晶-结晶分异型伟晶岩(具良好的白云母矿化,稀有金属矿化不显著)、结晶分异-交代型伟晶岩(多含稀有元素)。邹天人和新疆第四地质大队的分类影响甚广,但实际上都是一种伟晶岩岩石分类,并非矿床分类。四大队的分类虽然考虑了不同类型伟晶岩与不同类型矿化之间的关系,但要严格区分这三种不同的伟晶岩谈何容易。邹天人的分类实际上是一种伟晶岩成岩演化阶段的划分,更多的是属于同一伟晶岩脉内部的事情。

这些分类对于伟晶岩矿床的深入研究和指导找矿起了重要作用,但显得复杂,难以在区域上对比(实际上可可托海3号脉只有特殊性而代表性不强,它与绝大多数伟晶岩矿床不同),对矿床本身的特点如成矿物质来源、控矿条件、赋矿空间及成矿演化等强调不够,因此,本文试图从另外一个角度、主要以矿床的产出特点为依据将稀有金属矿床分为3类:

(1) 产于基性岩体(和/或碱性岩)内部或边部的综合性稀有金属矿床:富含Nb、Ta、Li、Be等。典型矿床如可可托海、塔尔恰特沟口、库吉尔特、五矿、库鲁木图等。

(2) 产于花岗岩内部及其接触带的稀有金属或宝石矿床:典型矿床如大喀拉书、小喀拉苏、阿祖拜、巴寨、葫芦宫、阿巴宫、虎斯特、琼库一号、琼库二号、阿尔沙特等。

(3) 产于老变质岩中的稀有金属白云母矿床:以白云母为主含稀有金属或以稀有金属为主含白云母。典型矿床如也拉曼、库卡拉盖、塔勒巴斯塔乌、阿斯道恰、阿拉散沃萨依等。

这三种类型除产状不同外,元素组合也明显不同。其中规模最大、品位最高、元素组合最复杂的含矿伟晶岩脉大多数与基性岩(或碱性岩)形影相随,以白云母为主的伟晶岩多产于老地层中,以绿柱石为主的伟晶岩则多产于花岗岩体的接触带。与上述第1类有关的基性岩或碱性岩(主要是碱长和碱性花岗岩)往往形成较晚,规模较小,但成矿强度最大;与第2类有关的花岗岩规模较大,岩性较复杂,成矿强度中等;与第3类有关的花岗岩规模最大,岩性最复杂,往往与变质岩呈过渡演化,常具片麻状构造,黑云母含量高,成矿较弱。总体上呈现出花岗岩规模越大,稀有金属矿床越多但规模越小的趋势,在空间上稀有金属矿化越强的地段碱性岩或基性岩越发育,有时二者同时存在(但不一定同时形成),如可可托海—库吉尔特一带。

这种分类并不全面,也没有考虑伟晶岩本身的复杂结构,但简洁明了,便于野外应用和矿床对比,易于指导找矿。这三种类型也并不能包括阿尔泰所有的稀有金属矿床,但可以反映已知的大多数矿床,并且是一种矿床分类而不是对伟晶岩岩石的分类,其目的是为了便于时空对比和探讨发现新的矿床类型的可能性,以免仅仅局限于伟晶岩分带对成矿的意义上。比如,在碱性花岗岩发育的地区有可能找到碱性花岗岩型稀有金属矿床而伟晶岩型矿床可能不发育。实际上,这种可能性已经被证实,如东准葛尔的与碱性花岗岩有关的锡矿床。值得注意的是,在可可托海式综合性稀有金属矿床与东准噶尔式锡矿床之间还可能存在过渡类型的稀有金属矿床,需要今后特别注意。

① 新疆第四地质大队,1979,新疆富蕴县那林恰白云母矿区地质矿产研究报告

3 阿尔泰山脉的造山过程

阿尔泰造山带位于我国新疆北部, 西、北部与哈萨克斯坦交界, 东部与蒙古交界。造山带的基底主要是哈巴河群, 1/20 万区调报告定为中上奥陶统, 在阿尔泰西部和东部均有广泛分布, 但东部的变质程度普遍达到片麻岩、变粒岩, 而西部则仅为浅变质。近年来获得的一批大于 600×10^6 a 的同位素年龄数据表明哈巴河群中有相当一部分属于元古宇, 推测阿尔泰造山带可能经历了加里东与海西两期造山作用。考虑到阿尔泰山前及邻区准噶尔北部晚古生界普遍受到褶皱, 而阿尔泰地区中生界不发育, 特别是缺乏三叠系, 因此, 阿尔泰地区在海西期经历了强烈的隆升剥蚀, 即海西期造山作用。海西造山作用在阿尔泰不同地区可能有不同的表现: 泥盆系、石炭系和二叠系在山前更为发育, 而阿尔泰的腹地 and 山南坡主要是一些局限性分布的泥盆纪火山岩盆地, 因此, 造山作用可能自海西早期开始从北向南进行, 这对成矿作用的南北分带有一定的控制作用; 另外, 阿尔泰山在岩浆岩、构造活动及变质作用等方面的东西差别也是很明显的, 如东部地区变质强烈、存在造山带沉积盆地、构造活动一直延续至今(现代地震仍有活动)、岩浆作用持续到中新世(喀拉乔拉玄武岩), 而西部则相对稳定。因而, 东西岩浆-构造活动的东西差别对成矿作用的东西分区也具有一定的制约作用。泥盆系在阿舍勒、冲乎尔、阿勒泰、可可塔勒、红山嘴等地分布, 中生代在富蕴等地有小型陆相沉积建造, 规模更小。第四系陆相沉积在阿尔泰各地均有。区内岩浆岩分布广泛, 主要有英云闪长岩、斜长花岗岩、花岗闪长岩、二长花岗岩、钾长花岗岩、碱长花岗岩及碱性花岗岩等, 在成因上可分为壳幔同熔型、地壳重熔型、幔源分异型等不同类型, 在空间上主要分布于阿尔泰山各地, 在时间上主要形成于加里东晚期(或期末)和海西期。另外, 在喀拉通克、可可托海、库威、阿尔泰等地有一些基性、超基性岩体出露, 除了喀拉通克由于与铜镍矿有关而研究较深外, 其他地区研究较弱, 阿尔泰地区的构造线走向基本上与山脉走向平行, 以 NW 向为主, 局部 EW 向和 NNW 向, 构造活动常常表现为长期、多次活动。

4 稀有金属成矿与造山作用的关系

国外有人认为造山带中没有大型、超大型稀有金属矿床, 而阿尔泰正是产有大量稀有金属矿床的典型造山带。那么, 这些矿床形成于造山期间还是非造山期间呢? 目前多数意见认为造山过程中壳源重熔花岗岩浆的结晶分异是成矿的关键。那么, 同样的地壳物质重熔之后, 为什么在阿尔泰东部可以形成可可托海这样的矿床, 而在西部地区尤其是哈萨克斯坦境内却不发育呢? 另外, 北疆地壳中 Li、Be 等的丰度 (19.4×10^{-6} 和 1.56×10^{-6} , 3805 个样) 与克拉克值 (21.0×10^{-6} 和 1.30×10^{-6}) 相似, 并没有特别富集^[3]。因此, 很难设想地壳重熔就能成矿。

前人还强调阿尔泰的成矿作用具有南北分带性, 并认为跟阿尔泰造山带的形成有关, 即准噶尔板块与西伯利亚板块碰撞造山过程中形成了南北分带。那么, 为什么碰撞造山带的东段稀有金属如此集中, 而西段尤其是哈巴河、布尔津一带却矿化稀疏呢? 再者, 加里东构造层或哈巴河群老地层(部分可能是元古宇)在各地均发育, 海西期的花岗岩浆作用也都很强

烈,但稀有金属矿化只在东部可可托海地区造成大量甚至巨量聚集成矿。这表明东西分区的区域性成矿特征还受到变质和岩浆作用之外的其他因素的制约。

实际上稀有金属的区域性富集贯穿了整个造山过程。导致不同地段、不同层位、不同时代岩体都可能出现稀有金属矿化的原因看来不限于某个单一的地质作用,而存在一个更大的地质事件导致了变质作用、岩浆作用和成矿作用,这一事件的起源已超出了地壳层次。根据阿-阿大剖面资料^[4],可可托海地区呈幔凸,地幔相对于周边隆起达 2 km,相对较薄的地壳必然接受来自地幔的更强的热影响和地幔碱交代作用的影响。推测,阿尔泰的稀有金属矿床可能是在 NE 向热点轨迹与 NW 向热线轨迹相叠加的基础上形成的。NE 向热点轨迹可能是地幔柱成因,准噶尔和塔里木盆地的形成与之有关,目前地幔柱的活动现在已经移到昆仑山;NW 向热线形成了横贯中亚的碱性岩带及相关的稀有金属矿化。近年来,壳幔相互作用的研究受到重视,一些研究表明某些地壳中富集的元素可能是壳幔作用过程中(尤其是碱交代)从地幔逐渐转移到地壳中积累的结果,如 Sn 的地壳丰度(黎彤值 1.7×10^{-6})实际上低于大西洋洋岛玄武岩(平均 3.86×10^{-6})。许多研究也显示富集于地幔热柱头部的碱性元素作为开路先锋,在对地壳的交代过程中可能造成一些稀有、稀散元素的富集成矿。

5 结 论

本文根据矿床的产出特征认为伟晶岩复杂多样,但稀有金属矿床可能主要是三种类型,即产于基性岩体(和/或碱性岩)内部或边部的综合性稀有金属矿床、产于花岗岩内部及其接触带的稀有金属或宝石矿床、产于老地层变质岩中的稀有金属白云母矿床。这 3 种类型分别对应于造山带演化的不同阶段,产于变质岩地层中的稀有金属白云母矿床形成于地壳深部或高压环境,代表了造山作用主期阶段的产物,此类矿床分布最广,但并非稀有金属的主要来源;与花岗岩有关的稀有金属或宝石矿床往往形成于造山作用的刚结束阶段,成矿深度和压力偏低;与基性岩或碱性岩在空间上行影相随的稀有金属矿床则规模较大,是稀有金属的主要来源,但形成于造山作用之后,甚至延续到燕山期。

从成矿学角度考虑,阿尔泰造山带的形成不只是板块俯冲在起作用,地幔柱的影响是可能存在的,而且影响很大。地幔柱与地壳之间的壳幔相互作用不仅导致构造、岩浆活动方面的东西差别,而且形成了稀有金属及其他矿床东西分区的特点。

参 考 文 献

- 1 吴柏青. 新疆北部的稀有金属矿产. 新疆地质, 1994, 12 (1): 63~66.
- 2 邹天人, 徐建国. 论花岗伟晶岩的成因和类型的划分. 地球化学, 1975 (3): 161~173.
- 3 何国琦, 李茂松, 刘德权等. 中国新疆古生代地壳演化及成矿. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1994, 香港文化教育出版社, 1994, 297~325, 62~105.
- 4 袁学诚, 左恩, 徐新忠等. 阿-阿断面与西夏克拉通. 新疆地质科学, 1994, (第 5 辑): 1~18.
- 5 Stolz A J, Jochum K P, Spettel B, and Hofmann A W. Fluid- and melt-related enrichment in the subarc mantle: evidence from Nb/Ta variation in island-arc basalts. Geology, 1996, 24 (7): 587~590.