

副矿物锆石法及其在地质上的应用

北京市地质研究所 莫采芬

副矿物在岩石中的含量多在1%以下。它分布广,种类多,生成于地质作用的整个过程,具有重要研究意义。根据副矿物的组合、种类、数量、晶形、晶面特征、颜色、透明度、粒度、微量元素、包裹体、双晶、环带构造、光性异常和蚀变或次生变化等特征,能为解决某些成岩、成矿地质问题提供矿物学方面的依据。副矿物研究是重砂分析工作中的一个新领域。

正确选择具标型特征的副矿物是研究工作的关键。笔者认为锆石作为标型副矿物最合适。

锆(英)石属四方晶系,晶体对称型为 L^44L^25PC ,系复四方双锥面体类,常见的晶形是由(110)、(100)、(111)、(311)、(101)单形组成的不同聚形(图1)。化学式为 $ZrSiO_4$ 、 ZrO_2 及 SiO_2 的理论分值别为67.1%和32.9%,常含较多的水及杂质元素(Hf, U, Th, Ta, Nb,

Cu, Sc, P, Be, Ca, Mg, Al, Fe等)。随Zr和Si含量的降低,出现变种锆石(如水锆石、曲晶石、苗木石、山口石、富铪锆石等)。从锆石的晶体构造(图2)可知,柱面(110)和(100)是锆和硅两种离子共同组成的面网密度最大的晶面(面网中锆和

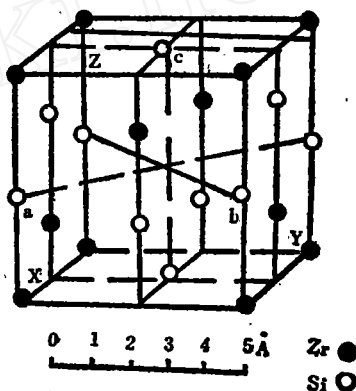


图2 锆石的晶体构造

(图中未画出氧的位置; X、Y、Z轴为X射线结构分析定向, a、b、c轴为几何结晶学定向)

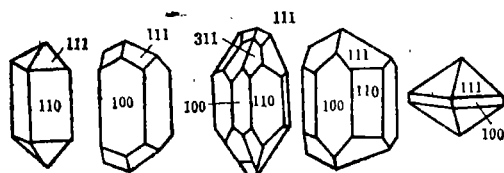


图1 锆石的常见晶形

硅的离子比为1:1)*当介质中锆、硅浓度基本平衡时,锥面(111)发育;在硅和钾、钠含量均较低的介质条件下,除见锥面(111)外,常出现偏锥面(311)。可见,锆石的晶形与结晶时的介质环境密切相关

• 按照布拉维法则,晶体生长过程中面网度较小的面网优先生长,最终导致本身的晶面消失。

的工作还需配合其他岩石化学参数、岩体副矿物及微量元素等特征的研究。

3.该法则可能为矿床中物质组分的综合利用提供新的信息。

许多矿床伴生的有益元素亲氧亲硫特征的不同,在成矿岩体相对富含钠、钾的程度上必然有所反映。如果矿床中发现有用元素类型与岩体中相对富含钠钾程度间的关系矛盾,那么除了样品采集、数据处理的干扰、对比标准的误差等因素的影响外,就可能是还有未发现的可供综合利用的金属元素。

4.该法则为矿床成因的研究提供了一定依据。

对成矿专属性的研究使我们看到,即使某些受到一定层位控制的矿床,有些仍与岩浆岩有着密切的空间和成因联系,成矿专属性仍较明显,从而说明岩浆岩在其成矿中起着极为重要的作用,以致于没有它们,这些所谓层控矿床的形成就是极为困难的了。无疑,这种研究将有助于对矿床成因认识的深化。

关。它在一定程度上可反映形成时的地质作用、历史及其变迁。锆石在各类岩石中几乎均有产出,是一种性脆、硬度大(7.5)、熔点高、难溶解(几乎不溶于酸和碱),耐机械、化学风化能力很强的稳定矿物。因此,利用它的特征,可以简便地区分出三大类岩石(表1),还可根据其柱状晶体的长

三大类岩石中锆石特征对比 表1

	火成岩	沉积岩	变质岩*	
			正	副
晶形	完好柱状晶体	浑圆—椭圆形	同 火 成 岩 特 征	同 沉 积 岩 特 征
伸长系数(L/B)	>2	<2		
透明度	透明	半透明—微透明		
颜色	无一浅黄色	玫瑰紫—红色		
包裹体	常含大量气、液、固态包裹体	一般不含或很少含包裹体		
晶面	光滑,有熔蚀坑	常具麻面	同 火 成 岩 特 征	同 沉 积 岩 特 征
锆铪比值	稳定	不稳定		

*若发生强烈混合岩化的变质岩,其锆石属混合型。

短确定侵入岩体的产状(浅成或深成),用其伸长系数(L/B)及浑圆度鉴别花岗岩成因。由于副变质岩中副矿物种类变化较大,故可利用锆石中锆、铪比值,伸长系数(L/B)及熔蚀等现象来区分正、副变质岩。原岩若是火成岩,则锆、铪比值高;若是沉积岩则比值偏低,且不稳定。

二

利用锆石法恢复变质岩原岩及探讨矿床成因国内还刚刚开始。密云沙厂铁矿区为太古界密云群沙厂组变质岩系。本区岩石变质程度深,构造复杂,加上后期多次混合岩化作用,使原岩恢复及矿床成因一直悬而未决。我们对矿区具代表性的第一主矿层顶底板围岩——辉石斜长片麻岩、混合岩化石榴辉石斜长片麻岩、角闪辉石斜长片麻岩等分别采了(10公斤/每个样重)人工重砂样品,进行副矿物对比和研究,得知:

1.本矿区矿物有磁铁矿、磁黄铁矿、黄铁矿、钛铁矿、锐钛矿、榍石、金红石、锆

石、氟磷灰石、铁铝榴石、透辉石、紫苏辉石、角闪石、绿帘石、白钛石、重晶石、长石、石英、云母、绿泥石等20余种。

2.沙厂铁矿顶底板围岩的副矿物——锆石有两种:锆石I属沉积型,锆石II属后期岩浆成因即火成型(表2)。因为锆石II对恢复变质岩原岩及层位对比无意义,我们重点研究了锆石I的性质。

3.对沙厂变质岩中三种主要副矿物——磁铁矿、锆石I、磷灰石做了相关系数统计(表3)。从中可见,磷灰石主要与变质作用晚期的混合岩化作用产出的黑云母、钾长石、石英有关,磁铁矿明显地与混合岩化及晚期热液变质作用有关,而锆石I主要与变质作用早期的辉石、斜长石有关。

4.锆石I呈浑圆—椭圆形(图3),残留晶棱不很清楚。

第一主矿层顶底板围岩中的锆石特征 表2

	锆石I	锆石II
晶形	浑圆—椭圆形	完好柱状自形晶
伸长系数(L/B)	<2	>2
透明度	半透明—微透明	透明
颜色	玫瑰紫、浅玫瑰红—粉红色	无色、浅黄色
包裹体	基本不含	含有较多细小气、液态包裹体
粒度	0.1~0.2毫米为主	<0.1毫米为主
晶面性质	具方向性擦痕及后期岩浆作用熔蚀坑	未见擦痕,普遍有熔蚀现象
占锆石总量百分比	98	<2
重量(克/吨)	0.5378	
锆铪比值	不稳定	
来源(成因)	沉积搬运	后期岩浆(即混合岩化及水热变质产物)

5.从每个样品中挑取300粒粒径0.1~0.2毫米的锆石I进行伸长系数的统计,L/B<2的占90%±。国内外资料表明,火成岩中锆石的平均伸长系数为3,沉积岩中为2或更小。

6.本区锆石I的透明度和包裹体具沉积岩型特征。

7.锆石I的颜

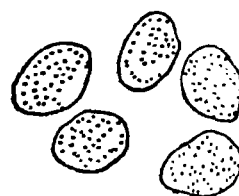


图3 沙厂锆石晶形

沙厂变质岩主要副矿物的相关系数 表3

	磷灰石	锆石(I)	磁铁矿
辉石	0.07	0.02	0.02
斜长石	0.19	0.02	1.00
钾长石—石英	0.22		0.20
黑云母	0.21		10.96
绿泥石—绿帘石			2.20

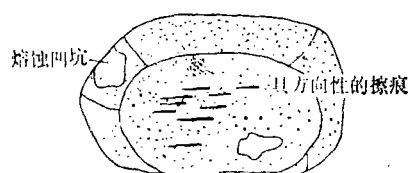
色具太古代建造中锆石的特点。水锆石、柱状透明锆石则产在较年轻的建造中。苏联B.M. 恰依卡和苏联乌拉尔地质局分别用铀—铅法测得锆石的同位素年龄,证实了这种看法(表4)。

铀—铅法测得的锆石同位素年龄 表4
(百万年)

	B.M. 恰依卡	乌拉尔地质局
玫瑰红色锆石	1120±6%	2600~2800
水 锆 石	870±6%	1600~1800
柱状透明锆石	620±6%	1000~1300

8. 锆石 I 表面均具磨蚀麻面,电子显微镜下发现晶面有后期岩浆熔蚀凹坑和稀疏而具方向性的擦痕(图4)。

9. 激光光谱测定锆石 I 中的锆、铪相对比值(表5),在不同颗粒中差值可达一倍,很不稳定,亦表明沉积源的特征。

图4 锆石 I 电子显微镜扫描图
(CK70-2-40)

沙厂变质中锆石(I) Zr、Hf 相对比值 表5

位 置	样 号	Zr	Hf	Zr/Hf
矿体顶板 围 岩	CK89-1	50	0.6	100/1.2
	CK70-1	50	0.8	100/1.6
	CK68	50	0.4	100/0.8
矿体底板 围 岩	CK70-2	50	0.4	100/0.8
	CK62	50	0.8	100/1.6

综上所述,沙厂铁矿的变质岩应属沉积变质型,即副变质岩。另外,根据副矿物组

合、含量等特征可以认为,CK89—1号样——辉石斜长片麻岩、CK70—1号样——角闪辉石斜长片麻岩、CK68号样——辉石斜长片麻岩属矿体顶板同一层的围岩,而CK89—2号样——石榴角闪辉石斜长片麻岩、CK62号样——混合岩化石榴斜长片麻岩属矿体底板同一层的围岩。

三

副矿物锆石法在岩浆岩方面的应用,我们曾在延庆董家沟钼矿区作过研究。矿区主要由一套中—中酸—酸性侵入杂岩体组成。工作区塘石石英二长闪长岩体,龙潭硅化—黑云母化花岗岩闪长岩,汉家川石英闪长岩体,大钟山石英二长岩体及爆破角砾岩的角砾成分——花岗斑岩的副矿物研究表明:

1. 塘石、龙潭、汉家川三岩体锆石都具有火成岩特征,无色、透明、完好的柱状晶形,含有大量气、液态包裹体。副矿物组合同属“磁铁矿+锆石+磷灰石+榍石”型。锆石的主要晶形为柱面(110)发育、柱面(100)不发育或缺失,偏锥面(311)(131)(111)发育组成的聚形(图5);说明当时介质中锆和硅浓度基本平衡,而K、Na含量较低。塘石、龙潭二岩体与辉钼矿化在时间和空间上关系密切,而汉家川岩体远离前二个岩体,彼此是否同源一直有争论。副矿物及锆石特征可以肯定三岩体是异体同源,从而扩大了找矿远景。

2. 大钟山石英二长岩体的副矿物组合属于“磁铁矿+锆石+磷灰石”(缺失榍石)型,锆石的晶形以柱面(110)、锥面(111)发育,偏锥面(311)(131)缺失的聚形晶体及柱面(110)发育和柱面(100)不发育,偏锥面(311)、(131)缺失的聚形晶体为主(图6);说明当时介质中锆和硅的浓度基本不平衡,(111)发育而(311)缺

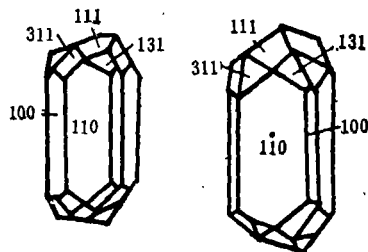


图5 塘石等三岩体锆石的主要晶形



应用遥感技术

遥感技术

Yaoqian jishu

加快矿产资源的勘察(上)

武汉地质学院 池三川

遥感是一门综合性的新兴科学技术,它与空间科学、计算技术、激光技术等密切结合而又广泛应用于各个学科领域。

在矿产资源的勘察方面,对许多找矿标志及地质信息过去只通过地面实地考察才能发现,既麻烦又缓慢,有时还受自然条件(如高山、沙漠、海湾等难以通行的地区)限制。有了遥感遥测技术,就使得矿产资源勘察有了空间与地面互相配合、互相启示、互相补充的一整套方法。目前已将红外(TLR)扫描器、低太阳角摄影(LSAP)、无线电辐射计(Radiometer)、光谱计(Spectrometer)、侧视航空雷达(SLAR)以及被动微波无线电辐射计等用于收集地表和矿产信息;尤其在判释方法上,运用陆地卫星CCT数据,开展电子计算机自动化识别和分类,不仅提供了一种观察地球的新途径,而且也大大提高了对矿产资源的判释精确度和速度,从而满足生产上日益增长的要

求。

国外利用遥感技术勘察矿产资源已经作了一些试验,有了若干初步成功的例子。如秘鲁在卫象上发现了与银矿有关的许多环形构造;美国利用卫星多谱段影象分析,在新泽西州大西洋城老铁矿区内,对比已知铁矿影象特征,查明了一些新的铁矿远景地段;巴基斯坦达克—楚伊地区西部,根据陆地卫星(Landsat)影象上的地质信息,找出了两个潜在的斑岩铜矿勘探区;美国内华达州的Carlim和Cactz金矿,就是依靠遥感得到的地质信息作依据而发现的;西欧八个国家运用了卫象和遥感资料编制出整个西欧的成矿规律预测图;巴西1960年以前几乎没有开展系统的区域地质找矿工作,1970~75年,利用遥感地质方法(航空摄影、侧视雷达、多谱段扫描)仅四年零九个月就完成了亚马孙河流域森林覆盖区的466万平方公里地质测量任务(一半是1/25万,其余为1/50万至1/5万

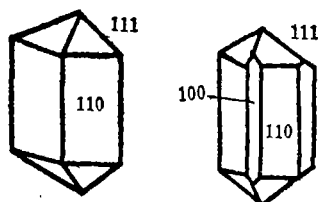


图6 大钟山岩体锆石的主要晶形

失,说明介质硅、钾、钠含量较高。所以大钟山岩体与上述三个岩体不是同源的,属成矿后的岩体,与矿化无关。

3.塘石爆破角砾岩与龙潭爆破角砾岩的角砾成分——花岗斑岩副矿物分析得知,副矿物种类有磁铁矿、磷灰石、锆石、榍石、独居石、金红石、钛铁矿、黄铁矿、褐帘石、绿帘石、重晶石、白钛石、褐铁矿、白钨矿、透闪石、硅灰石、硅线石、辉钼矿、刚玉、白铅矿、孔雀石、黄钾铁矾等20余

种。副矿物组合类型属“磁铁矿+钛铁矿+榍石+磷灰石+锆石+独居石”型,锆石晶形在两个样中均以柱面(100)发育,柱面(110)缺失,锥面(111)发育组成的聚形晶体为主;说明当时介质中锆、硅的浓度基本不平衡,硅、钾、钠含量均较高,故可认为这两个岩体的角砾成分是同源的。

副矿物及其锆石法的研究还可以用来划分沉岩的岩相、恢复古地理环境以及用作地层对比等等。

* * *

当前,副矿物的研究在国内已得到重视,如对南岭侵入岩、海南铁矿、邯邢地区岩浆岩及云开大山变质杂岩等副矿物的研究。锆石法也用来探索铁矿成因、岩体时代等问题。副矿物锆石法的应用将具有广阔的前景。