

第四届全国同位素地质年代学
同位素地球化学学术讨论会

论文(摘要)汇编

中国地质学会同位素地质专业委员会

中国矿物岩石地球化学学会同位素地球化学委员会
浙江省地质学会

一九八九年十一月 杭州

第四届全国同位素地质年代学、
同位素地球化学学术讨论会
论文（摘要）汇编

中国地质学会同位素地质专业委员会
中国矿物岩石地球化学学会同位素地球化学委员会
浙江省地质学会

1989年11月杭州

第一篇 同位素地质年代学

一、区域岩石、矿床同位素年代学

新疆阿勒泰哈拉通克一号基性杂岩体的同位素地质特征

卢武长 张平 尹观 (成都地质学院)

在额尔齐斯-玛因鄂博深断裂与二台-可可托海大断裂交汇的西南方 15km 处,发现有七个含贵金属-铜镍硫化物的中基性杂岩体。它们沿 NNW 向和 NW 向两组断裂交切的破碎带侵位。分南北两个岩带,南岩带有一、二、三号岩体,规模较大,呈斜列平行展布。其它岩体规模较小,形态复杂,分布于北岩带。

上述岩体侵位于下石岩统的南明水组中,与围岩呈不整合接触。围岩为含碳凝灰质砂岩,炭质泥页岩,沉凝灰岩和含砾沉凝灰岩。

一号岩体是目前发现的最重要的含贵金属-铜镍硫化物矿床的岩体。岩体含矿率异常高,矿石占岩体比例为 36.42%,岩体的平均铜含量达 0.30%,镍含量达 0.21%。岩体自下而上有黑云角闪橄榄苏长岩,黑云角闪苏长岩和黑云闪长岩,它们彼此间呈渐变关系。此外还有快速冷凝的细粒边缘相-辉绿辉长岩,各类岩石均有不同程度的矿化,但主要富集于岩体的中下部,与黑云角闪橄榄苏长岩关系密切。特富矿与各类岩石的界限很清楚。根据岩石化学研究,形成岩体的岩浆属橄榄拉斑玄武岩系。岩石平均化学成分与大洋拉斑玄武岩相比,具有富镁、富碱、贫钙和略贫硅、铝以及富含硫、铜、镍等成矿组分的特点。为弄清岩体与其中特富矿的关系,我们开展了相应的同位素研究。

一号岩体中九件黑云角闪苏长岩样品的全岩铷锶等时线年龄为 $298 \pm 23\text{Ma}$ 。一件黑云母样品的铷锶模式年龄为 295Ma 。岩体中浸染状磁黄铁矿的单阶段铅模式年龄为 352Ma 。考虑模式年龄计算时选用参数带入的误差,一号岩体的形成年龄应该接近 $298 \pm 23\text{Ma}$ 。但是,岩体中黑云母 (284Ma) 和长石 (273.8Ma) 的钾氩年龄较低,推测与岩体的冷却速度或受后期硫化物矿浆贯入的影响有关。由于特富矿的块状矿石的铅同位素模式年龄在 $255-338\text{Ma}$ 之间。因此,特富矿的形成时间不应当低于 255Ma ,成矿时间很可能接近 284Ma 。结合岩体中矿石占有的比例如此之大,说明硫化物矿浆是在深部中间岩浆房中熔离形成的,在含矿岩浆就位后不久相继贯入的。

一号岩体的铷含量 ($100\text{ppm}-1400\text{ppm}$) 变化范围很大,意味着岩浆的分异程度较高。除少数闪长岩和辉绿辉长岩样品外,大多数样品的初始铷同位素组成 ($0.7033-0.70443$) 在分析误差范围内接近一致。而且各类岩石的稀土元素配分型曲线形式相似,均属轻稀土富集型,且按黑云角闪橄榄苏长岩,黑云角闪苏长岩和黑云闪长岩顺序稀土总量逐步升高,配分曲线近于平行分布。说明一号岩体的含矿岩浆就位后,主要是通过岩浆结晶分异作用,形成了黑云角闪橄榄苏长岩,黑云角闪苏长岩和黑云闪长岩。同化混染作用是次要的,只限于岩体的边缘部位和围岩捕虏体较多的地段,那里有些细粒的黑云母闪长岩和含石英的闪长岩,初始铷比值高于 0.70585 ,推测它们是同化围岩形成的。

一号岩体各类岩石的初始铷同位素组成均落在地球铷同位素演化的玄武岩浆源区范围内。岩体中浸染状矿石和大多数块状矿石的铅同位素组成 ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 17.893-18.007$; $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} =$

15.432–15.517, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=37.474\text{--}37.813$) 落在大洋玄武岩区的范围内, 且块状富铜矿石和矿化的黑云角闪橄榄苏长岩均有近似地幔岩的稀土配分型式, 说明含矿岩浆和硫化物矿浆有相同的来源, 它们都是来源于上地幔的橄榄拉斑玄武质熔浆, 并在深部中间岩浆房中熔离形成的。

一号岩体各类岩石的初始铈同位素组成变化范围很少, 在分析误差范围内基本一致。但是氧同位素组成变化很大 (5.47–9.62‰), 且随岩石的基性程度降低而升高。这样大的 $\delta^{18}\text{O}$ 值变化范围, 特别是辉绿辉长岩和闪长岩有异常高的氧同位素组成, 无法用封闭条件下的岩浆结晶分异作用来解释。推测, 除了受地壳物质污染影响外, 还与较低温度条件下的氧同位素交换有关。

二号岩体中闪长岩和辉长岩的钾氩年龄分别为 275.6Ma 和 306.4Ma, 铷锶等时线年龄为 $296 \pm 18.5\text{Ma}$, 初始铷比值为 0.70441, 锶含量在 213–708ppm 之间。三号岩体的闪长岩和辉长岩钾氩年龄分别为 306Ma 和 299Ma, 铷锶等时线年龄为 $290 \pm 23.5\text{Ma}$, 初始铷同位素组成为 0.70389, 锶含量为 226ppm–1076ppm。它们与一号岩体有大致相同的初始铷同位素组成和等时线年龄, 说明一、二、三号岩体是同源同时形成的。

新疆中天山东段花岗岩类 Rb–Sr 年代学研究

陶仙聪 李惠民(南京大学现代分析中心)

顾连兴 杨 浩(南京大学地质系)

新疆天山东部夹于沙泉子和红柳河断裂之间的狭长变质带, 前人称之为“中天山变质带”, 简称中天山。

笔者对中天山东段(砂奎以东部分)开展了 Rb–Sr 年代学的工作, 选择了各种不同类型的花岗岩进行了年代测定, 根据所获 Rb–Sr 等时线年龄数据, 我们对此带花岗岩类的形成时代有了新的认识。

同位素质谱测定用 VG354 质谱仪。 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值由质谱单独测定。在样品测定期间, 定期对 NBS987 标样进行测定, 其值在 0.71022 ± 0.00004 范围内, 对 Rb–Sr 标样 NBS607 测定结果为 $\text{Rb} = 525.29\mu\text{g/g}$ $\text{Sr} = 65.67\mu\text{g/g}$ $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 1.199239 \pm 20$, ^{87}Rb 变衰常数采用 $1.42 \times 10^{-11}\text{a}^{-1}$; Sr 标准化采用 $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr} = 0.1194$ 。同位素年龄和初始比值在 HP9836 计算机上采用程序化的 YORK 双误差回归方法 (1969) 计算, 取权方式用残差平方倒数。

根据同位素年龄结果及野外地质资料, 可将中天山东段花岗岩类形成时代作如下划分:

1. 雪峰期花岗岩类

此类花岗岩主要分布于星星峡山至砖井东之平顶山一带。此岩体延长方向近东西, 与区域构造线及围岩片理一致, 富含围岩残留体和残影体, 并与围岩呈过渡接触关系, 岩性主要为片麻状、眼球状二长花岗岩。该岩体的全岩 Rb–Sr 等时线年龄为 $913.8 \pm 4.5\text{Ma}$ 如把雪峰运动年代上限定作 $1050 \pm 100\text{Ma}$ (胡受奚, 1987), 并考虑到花岗岩形成对于地壳运动所表现出相的落后性 (胡受奚, 1979), 此岩体可归属雪峰期花岗岩类。

2. 澄江期花岗岩类

笔者对星星峡钨矿选矿场后山和天湖车站东两个片麻状花岗岩所作的 Rb–Sr 等时线测定, 其年龄分别为 $724.0 \pm 8.1\text{Ma}$ 和 $696.6 \pm 5.7\text{Ma}$, 如把澄江期的时代上限定为 $700 \pm 50\text{Ma}$ (胡受奚, 1987) 则这两个岩体均可归属此期。

3. 加里东期花岗岩类

中天山岩带中有一些孤立分布的短轴状或近等轴状花岗岩体，在野外明显见其穿插澄江期岩体，岩石具块状构造，成分主要为花岗闪长岩和二长花岗岩。

尾亚岩体可划出三个呈同心环状分布的岩相带。外带成分为中粗粒石英正长岩和石英二长岩。中带为似斑状中粗粒花岗闪长岩和二长花岗岩，内带为细粒二长花岗岩。我们对中带和内带的 Rb-Sr 测定年龄分别为 379.7 和 $379.1 \pm 1.4\text{Ma}$ 均稍落后于加里东旋回的上限年龄，故可认为均是加里东晚期运动的产物。

砂垄东侧岩体略呈北东方向延长，岩性为花岗闪长岩，全岩 Rb-Sr 等时线年龄为 $470.0 \pm 3.0\text{Ma}$ ，表明此岩体为加里东中期运动产物。

4. 印支期花岗岩类

星星峡北东 30 余 km 处的白石头泉天河石花岗岩，全岩 Rb-Sr 等时线年龄为 $209.6 \pm 9.6\text{Ma}$ ，应为印支运动晚期产物。

笔者在中天山尚未发现确定无疑的海西期和燕山期花岗岩。

新疆东准噶尔含锡花岗岩带的同位素地质年代学研究

卢秋霞 刘显凡 (成都地质学院)

新疆东准噶尔含锡花岗岩带属东准噶尔华力西褶皱带，褶皱构造以紧密线型复式褶皱为主，轴向为北西向。受造山运动影响伴随有许多深断裂的发生，导致大量火山喷发与岩浆侵入活动及主要内生金属、非金属矿产的形成。

在前人工作基础上，1986 年至今，在新疆东准噶尔发现和建立了具有相当规模的锡矿成矿带，锡石主要赋存于花岗岩中，其锡的含量较花岗岩的含锡克拉克值高几倍至几十倍，锡矿床主要为蚀变花岗岩型、锡石-云英岩和锡石-石英脉型等，锡矿床（矿点）均沿含锡花岗岩带展布。因此，研究该含锡花岗岩带的同位素年龄，对探讨花岗岩带的成因演化规律及锡矿的成矿时代具有很重要的意义。

下表列出了本次测定的同位素年龄数据和部分前人资料：

表 1 东准噶尔含锡花岗岩锆石 U-Pb 同位素年龄数据表

岩石名称	产地	样品件数	采用年龄值	测试单位
角闪钾长花岗岩	巴勒巴朵依	1	$284 \pm 2\text{Ma}$	成都地院 1989
钠铁闪石花岗岩	黄羊山	3	$256.7 \pm 6\text{Ma}$	成都地院 1989
含锡石英脉	萨蕊矿区	1	$263 \pm 3\text{Ma}$	成都地院 1989
黑云母花岗岩	红土井子	2	$272 \pm 4\text{Ma}$	成都地院 1989
黑云母钾长花岗岩	苏吉泉	1	$275 \pm 1\text{Ma}$	成都地院 1989
似斑状黑云母 钾长花岗岩	卡姆斯特	1	$291 \pm 1\text{Ma}$	成都地院 1989
云英岩脉	卡姆斯特	1	$228 \pm 3\text{Ma}$	成都地院 1989

表 2 东准噶尔含锡花岗岩 Rb-Sr 同位素年龄数据表

岩石名称	产地	测试对象	样品数	等时线或 模式年龄	初始铷 比值	测试单位
钾长花岗岩	贝勒库矿区	全岩	6	287.0Ma	0.7195	北京三所 1987.10
萨北矿区近矿花岗岩	萨惹矿区	全岩	5	267 ± 1Ma	0.7248	北京三所 1988.11
萨北矿区远矿花岗岩	萨惹矿区	全岩	3	260 ± 30Ma	0.8764	北京三所 1988.11
似斑状黑云母花岗岩	老鸦泉	全岩	1	264.5Ma	假设值 0.7120	成都地院 1987.2
钾长花岗岩	贝勒库矿区	钾长石	1	251.4Ma	假设值 0.7200	成都地院 1987.2

表 3 东准噶尔含锡花岗岩带 K-Ar 法年龄数据表

岩石名称	产地	测定 对象	K(%)	⁴⁰ Ar / ⁴⁰ K	年龄值	测试单位
钾长花岗岩	老鸦泉	全岩	3.13	0.01898	300.2Ma	河北队 1984.2
钾长花岗岩	老鸦泉	全岩	3.50	0.02016	317.4Ma	河北队 1984.3
钾长花岗岩	老鸦泉	全岩	3.69	0.01868	295.9Ma	河北队 1984.3
钾长花岗岩	老鸦泉	黑云母	6.17	0.02164	338.6Ma	地质所 1983.6
钾长花岗岩	老鸦泉	钾长石	8.20	0.01620	259.3Ma	地质所 1983.6
钠铁闪石花岗岩	黄羊山	钠铁闪石			304.3Ma	地质所 1987.4

由此可见:

1. 新疆东准噶尔含锡花岗岩带的同位素年龄范围为 270-300Ma, 即属华力西中期产物。岩体约在 220-260Ma 遭受后期钾化, 钠化的影响, 经进一步交代形成锡矿化。
2. 锆石 U-Pb 年龄与 Rb-Sr 法全岩年龄达到基本一致, 而钾长石的年龄可能反映了钾化的时代。
3. 根据含锡石英脉及云英岩脉中锆石的铀-铅年龄, 可将其划分为两个成矿期, 两期的成矿时代约为 240-260Ma 和 220-230Ma。
4. 在锡矿区岩体的初始铷比值较高, 明显具有壳源物质混染的特征。这恰与岩石地球化学特征及锆石晶体形态统计分析结论相吻合。
5. 目前已获得的 K-Ar 法年龄值普遍偏高, 其原因有待进一步研究。

天山东段库米什地区花岗岩类岩石的形成时代及成因探讨

常向阳 (中国科学院地球化学研究所)

库米什地区属中天山构造带中段的巴伦台-依格尔达坂成矿带。南北两侧跨南北天山构造带,依次为南带、中带和北带,三个构造带之间分别被汗腾格里-库米什(即拱拜子)深断裂和艾比湖-星星峡(即苏贝什)深断裂分开。上部地壳发展经历了元古代、加里东、海西和阿尔卑斯四个时期。

本区花岗岩出露很广,南北带均有分布。过去对该区花岗岩的形成时代的确定主要依据地质资料,未作详细的同位素年代学工作,对花岗岩的成因分析未作足够的元素地球化学分析,为进一步确定花岗岩的形成时代和成因,我们采集了库米什到马鞍桥和库米什至桑树园两条剖面的化探样品,对本区出露的黑云母花岗岩、似文象花岗岩、斜长花岗岩、二长花岗岩及碱性花岗岩进行了年代学和元素地球化学分析。

根据 10 个黑云母花岗岩的 Rb-Sr 同位素分析结果,得到了一条较为理想的 Rb-Sr 等时线,由等时线图可知:10 个点以很好的相关性落在一条等时线上,相关系数 $\gamma = 0.997$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值为 0.7080,10 个样品的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 值均大于 0.711,年龄值 $t = 402 \pm 3\text{Ma}$ (所用 $\lambda_{\text{Rb}}^{87} = 1.42 \times 10^{-11} \text{年}^{-1}$)。

对 30 多个花岗岩样品进行化学计算,得出 $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} < 1$; $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{CaO}) > 1.1$;微量元素 Sn、W、Th、U 等明显富集,轻稀土富集, Eu 亏损显著。

结合其他地质证据,综合以上的特征可以得出以下认识:

(1) 本区南带中原定为中泥盆阿拉塔格组的浅海相沉积中侵位有原定名为 γ_4^{1-3b} 的黑云母花岗岩,而后的 Rb-Sr 等时线年龄值为 $402 \pm 3\text{Ma}$,证明加里东运动的存在,导致原泥盆纪地层的解体,因此,本区南天山构造带应以志留纪为主,泥盆纪地层仅分布于铜花山等地较小范围内,这也为其它地质资料所证实。

(2) $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值为 0.708,而且样品点均大于 0.711,岩石钾化并不强烈,并呈现出铝过饱和特性,这些都表明应属陆壳改造的 S 型花岗岩,也即可能为中带花岗片麻岩经重熔再生并经后期混染改造而形成。

本文是在张长年副教授指导下完成,在此致谢。

西昆仑山火山的分布与 K-Ar 年龄

刘嘉麒 (中国科学院地质研究所)

在巍峨耸立的西昆仑山顶有一块面积约 700km^2 的阿什库勒盆地,盆地中分布着三个咸水湖(阿什库勒、乌鲁克库勒和沙格斯库勒)和一群火山,熔岩而积达 200km^2 ,人称阿什库勒火山群。据新疆日报 1951 年 7 月 5 日报导,是年 5 月 27 日这里发生过火山爆发。后来地质工作者找到了那座新近爆发的火山,并发现了其它几座火山,即所谓 1、2、3、4 号火山。其实盆地中远不止这 4 座火山,我们还发现 10 座主火山和数十个子火山。考虑到火山数目较多,按 1、2、3……号称谓显不出各自的特点,也容易造成混乱,故此,我们按其火山的产状、形态等特点赋予其具体名字(见表)与世人商榷。

这些火山均座落在海拔 4600m 以上,是世界上最高的火山群之一,但是它们的相对高度不大,除大黑山达 400m,其余只有几十米到百余米。火山以中心式喷发为主,多为截顶圆锥状,火山口多数朝南。火山岩有黑色、灰色和紫红色,看上去酷似玄武岩,其实为富钾粗安岩。

阿什库勒火山群一览表

火山 名称	地理坐标		地理 位置	高度 (m)		火山形态	火山岩	时代
	纬度 N	经度 E		海拔	相对			
阿什山 (1号火山)	35°41'57"	81°34'48"	阿仁湖南侧	4868	120	完好的截顶圆锥, $\phi_{上}$ 120m, $\phi_{下}$ 350m, 锥体坡度 30° ±, 中央为漏斗形火山口, 深 50m, 开口向南。	紫红色气孔状富钾粗安岩、浮岩	1951.5.27 喷发
大黑山 (2号火山)	35°46'15"	81°37'	阿什湖北东 11km	5104.6	400	大型复式火山, 中间圆锥体高耸, 两侧平缓熔岩坡呈“八”字形伸展, 火山口有“V”形开口将山体切开, $\phi_{上}$ 300m, $\phi_{下}$ 1500m。	黑色致密状、气孔状熔岩, 底部有集块岩	0.50Ma 0.60Ma
乌鲁克山 (3号火山)	35°42'	81°39'	乌鲁克湖东北角湖畔	4820	80	完好的截顶圆锥, $\phi_{上}$ 100m, $\phi_{下}$ 300m, 顶部有西南倾斜的圆碟形火山口。	黑色熔岩, 顶部少量紫色浮岩	0.20Ma
迷宫山	35°41'58"	81°39'45"	乌鲁克山东侧毗邻	4822	80	簸箕形火山口, 东高西低, 口向西开, 口底长 150m, 宽 50m	黑色、红色浮岩	0.44Ma
月牙山	35°42'45"	81°40'53"	乌鲁克山东北 6Km	4805	60	弧形火山口中央含一圆锥状火山锥 $\phi_{下}$ 200m	红色熔岩、浮岩	0.31Ma
牦牛山	35°43'	81°41'5"	月牙山东北方向毗邻	4800	50	椭圆形低缓平顶山, $\phi_{上}$ 150m, $\phi_{下}$ 250m, 中间有一“V”形豁口	黑色熔岩	Q ₃ (?)
黑龙江	35°45'17"	81°45'40"	阿克苏河西侧	4842	70-30	火山垅, 东西延展, 长达 10km, 宽 0.5km, 东高西低	黑色熔岩	0.67Ma
马蹄山	35°47'26"	81°45'40"	盆地东北部	4788	65	马蹄形火山锥, $\phi_{上}$ 300m, $\phi_{下}$ 600m, 中间为开阔的火山口, 口向南开	红色浮岩	1.63Ma
东山	35°48'17"	81°48"	盆地东北角	4652	8	平缓碟状火山口, $\phi_{上}$ 50-60m	黑色熔岩	0.52Ma
椅山 (4号火山)	35°41'25"	81°36'12"	乌鲁克湖西北岸	4810	80	背靠高山, 半壁火山口似靠背, 另半壁火山口在低处似坐席, 中间为火山口, $\phi_{上}$ 70m	红色、黑色熔岩、浮岩	0.58Ma
高台山	35°40'50"	81°35'40"	乌鲁克湖正西	4923	150	高台状圆形火山锥, $\phi_{上}$ 250m, $\phi_{下}$ 800m	紫灰色流纹岩	
滨湖山	35°40'20"	81°35'50"	乌鲁克湖西岸与高台山毗邻	4880	80	穹隆状火山丘		
隐山	35°39'	81°33'38"	乌鲁克湖西南山坳处	4905	100	穹隆状火山丘		
西山	35°50'39"	81°26'30"	破碳达坂正南戈壁滩中	5002	30	平缓的圆形山丘, $\phi_{上}$ 300m	黑色熔岩	2.8Ma

* 未做实地调查, 根据航片确定。

在距阿什库勒盆地约 120km 的昆仑山北麓, 康苏拉克一带的克里雅河河谷两岸的 6 级阶地上, 分布着大量熔岩流, 分两层, 下层厚 7m, 上层厚 20m, 中间夹 12.3m 厚的河床相砾岩层; 下层熔岩下面也是河床相砾岩层, 上层熔岩则为黄土状粉砂和亚砂土覆盖。熔岩的岩性特征与阿什库勒火山岩的特征几乎相同。

上述火山和火山熔岩的地质产状、地貌特征以及岩石的新鲜程度, 都反映出它们的形成时代比较年青。钾-氩年龄测定进一步证实了这种判断。实验是在中国科学院地质研究所同位素实验室完成的, 钾用火焰光度计分析, 氩同位素在 RGA10 和 Zh1301 质谱计上测量, 稀释剂为高纯的 ^{38}Ar ($^{36}\text{Ar}/^{38}\text{Ar}$ 为 2.541×10^{-5} , $^{40}\text{Ar}/^{38}\text{Ar}$ 为 5.598×10^{-4}), 其结果列入表中。

从测得的 K-Ar 年龄看, 西昆仑山火山, 除西山是在第四纪前夕 (2.8Ma) 生成的以外, 其余均为第四纪产物。可分 6 个火山幕: (1) 上新世末西山幕 (2.8Ma), 只有西山火山孤立产出。(2) 早更新世马蹄山幕 (1.65-1.21Ma), 除马蹄山生成以外, 康苏拉克的两层熔岩分别为 1.43Ma (下层) 和 1.21Ma (上层), 也属此幕产物。其余的火山大部分在中更新世生成, 分早、中、晚三个火山幕: (3) 早期黑龙山幕 (0.67-0.50Ma), 黑龙山、大黑山、椅山、东山等都在此幕喷发形成, 其中大黑山顶部火山口的年龄 (0.50Ma) 比火山锥中部的年龄 (0.60Ma) 年青, 表明前者是在后者基础上形成的, 该火山至少喷发过两次。(4) 中期月牙山幕 (0.44-0.28Ma), 月牙山、迷宫山和一些子火山是这幕生成的, 缺少大的火山, 喷出的多是火山碎屑物、浮岩和气孔状岩石, 几乎无向外溢出的熔岩流。(5) 晚期乌鲁克幕 (0.20-0.12Ma), 乌鲁克火山, 阿什火山周围的熔岩台地此时形成。(6) 阿什幕为全新世的火山喷发, 最近一次就是 1951 年 5 月 27 日的阿什火山爆发, 就目前所知, 除 1973 年 7 月 16 日青海西部可可西里地区有火山喷发外, 阿什山是中国大陆上最新的活火山。

新疆库米什地区火山岩的同位素年代学及地球化学研究

常向阳 (中国科学院地球化学研究所)

地处天山山脉东段的库米什地区有较多的火山岩分布, 其中以角斑岩, 拉斑玄武岩、酸性凝灰岩、细碧岩和凝灰熔岩为主, 库米什断裂南北均有分布, 喷出时间以往多采用地质依据, 并无详细的年代学资料, 为此, 采集了北带的细碧角斑岩和南带酸性凝灰岩样品, 作了 Rb-Sr 全岩等时线年龄测定, 结果如下

(1) 在北带 O 和 S₁ 地层中有喷出的细碧角斑岩系及拉斑玄武岩, 对前者作等时线得到了较为满意的结果: 五个点基本落在了一条等时线上, 其中 $\gamma=0.97$; $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值为 0.7098, 年龄值 $t=412 \pm 56\text{Ma}$ 。因此, 加里东期火山喷发集中在奥陶系, 这一地带火山岩表现出与由花岗岩片麻岩和角闪斜长片麻岩组成的构造基底有相似的成分特征, 表现为陆相喷发产物。

(2) 对南带酸性凝灰岩的分析结果: 10 个点较好地落在一条等时线上, $\gamma=0.992$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值为 0.7074, 年龄值 $t=340 \pm 4\text{Ma}$ 。

海西期火山喷发集中于晚泥盆世, 喷发产物分异较差, 多以火山碎屑岩产出, 其稀土分配呈现出轻稀土富集而 Eu 亏损极不显著为特征, 南带火山岩系中夹有硅灰岩、灰岩等海相夹层, 其 Cr、Ni、Co 的亏损表明为消减带上的地幔楔部分熔融衍生产物, 因此, 南带钙碱系列火山岩是原生岩浆经一定结晶分异后海相喷发而形成的。

从工作到成文一直在张长年副教授指导下完成,在此鸣谢。

额尔齐斯火山岩年代学研究

杨学昌 (中国科学院地球化学研究所广州分部)

额尔齐斯地带火山岩主要发育在额尔齐斯河与乌伦古河之间,处于西伯利亚板块与哈萨克斯坦准噶尔板块的碰撞带,火山活动与构造运动是密切相关的,由于两个板块的碰撞产生深大断裂,引起大规模岩浆侵入和喷发,火山岩十分发育,所形成的火山岩种类比较齐全,有各种岩性的火山集块岩、火山角砾岩、岩屑、晶屑凝灰岩、凝灰岩和熔岩,赋存于不同时代的地层之中。

为了对该地区的火山岩进行年代学研究,分别采用 ^{38}Ar 稀释法, ^{40}Ar - ^{39}Ar 计时技术和 Rb-Sr 等时线法进行了同位素年龄测定,从所获得的一批年龄数据来看,本区从泥盆纪到三叠纪都有火山活动,从我们绘制的额尔齐斯火山岩同位素年龄频率图可以看出:晚石炭-二叠纪 (300-240Ma),是本区火山活动最为强烈的时期,这与准噶尔盆地火山活动是一致的,西邻哈萨克斯坦斋桑褶皱带也有这期年龄数据峰值,这一区域性的火山活动,是由于构造运动引起的——即板块碰撞的结果。

使用 ^{38}Ar 稀释法测定古生代火山岩的全岩年龄,只要是岩石样品新鲜处理的好,是可以获得满意的结果。

火山活动是多期性的,因此,在本区原划定的泥盆纪地层中,发现有二叠纪和三叠纪形成的火山岩赋存于其中。

从所获得的四个 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 坪年龄谱图可以看出,本地区自石炭纪以来曾先后发生过两次地质热事件,即发生于上石炭 (293Ma) 和二叠纪 (265Ma)。

用 Rb-Sr 等时线法测定 6 个火山岩全岩样品,其结果年龄是 352.71Ma,属泥盆纪, $\gamma = 0.9953$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比为 0.7041。

麻山群地质时代及佳木斯地块的地质演化

姜继圣 (长春地质学院)

黑龙江省东部佳木斯地块作为我国东北部一个较为独特的地质构造单元,其归属和成因,以及区内所出露的麻山群及“黑龙江群”关系问题的争论由来已久,这些问题涉及本区构造的基本特征及地壳演化历史。

作者的工作证实,麻山群变质岩系为典型的孔兹岩系。野外及镜下的详细研究,认为麻山群遭受了复杂的变质和变形作用的改造。作者分别使用 U-Pb 和 Rb-Sr 法对该岩系的典型变质岩石进行了同位素地质年代学研究,结果表明,麻山群主期区域变质作用发生在早元古初期。由于目前在麻山群中已获得近 25 亿年的变质年龄,故认为麻山群孔兹岩系的原岩形成于晚太古。

对麻山群变质沉积岩系主要元素、稀土、微量元素地球化学特征的研究,认为它们是一套湿热气候条件下经受了强烈化学风化作用的陆棚浅海沉积物,它们的源岩来自一个锆强烈亏损的富钾花岗岩岩基。这意味着,早在太古时期,本区就有一个比较厚的早期地壳存在,根据壳内重熔作用所发生的 P-T 条件,该早期地壳的厚度应在 20km 以上。壳内重熔作用,形成锆亏损的富钾花岗质岩浆,根据斜长石

的稳定压力范围, 重熔深度不大于 40km。至太古末期, 深成富钾花岗岩基经风化、剥蚀、搬运、沉积, 形成麻山群孔兹岩系原始沉积物。

通过作者的观察, 认为区内所出露的“黑龙江群”岩石的主体, 是一套经受了强烈韧性变形改造的构造岩, 因此认为目前所使用的“黑龙江群”只能作为一个传统沿用的岩性单位名称, 而不具备实际的地层意义。由于最近在“黑龙江群”变质岩石中所获得较老的同位素年龄值与麻山群接近, 因此认为未变形的黑龙江群应为一套与麻山群时代大体相当的火山沉积建造。

详细的对比研究表明, 这两套变质岩系在原岩建造、变质作用、岩浆作用以及含矿性诸方面均存在明显差异, 反映它们形成于不同的大地构造环境, 有着不同的演化历程。两群变质岩石之间没有确切的接触界限, 靠近“黑龙江群”一侧, 岩石普遍变形强烈, 产状较平缓, 而在靠近麻山群一侧, 产状变陡, 岩石变形逐渐减弱, 具典型的韧性变形构造接触的特点。因此认为在地质历史上, 它们曾经是两个各自独立的地质体, 它们目前的位置关系是构造作用的结果。根据地质方面的观察及区内的部分同位素年龄数据, 认为两群并置的时间发生在晚元古。“黑龙江群”岩石强烈的变形特征, 反映在与麻山群碰撞过程中, 其位于主动推复的一侧。这些岩石复杂的变形形态说明它们不止一次地遭受了变形作用的改造。“黑龙江群”和麻山群岩石目前在产状上的一致性和在层位上所表现出来的上下关系是后期构造作用改造的结果。目前在麻山群及“黑龙江群”中所获得的一些线性关系极好, 而年龄值较新的 Rb-Sr 年龄及 K-Ar 年龄, 则是自古生代起, 本区不同阶段构造作用改造的记录。

辽吉地区晚前寒武纪地层某些同位素年龄数据及其地质意义

付国民 (地质矿产部地质研究所)

辽吉地区晚前寒武纪地层分布广泛, 同位素年代学研究做过某些工作并获得一些年龄数据 (王东方、林蔚兴, 1984)。由于后期构造活动、变质作用等热事件的干扰, 关键层位未能获得可靠的年龄数据, 因而重要界线的时限是推定的。

本文介绍的同位素年龄数据, 除采用沉积岩全岩及伊利石单矿物铷-锶等时线法外, 对海绿石、伊利石还进行了 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法计年研究, 取得了一些有意义的年龄数据。

铷、锶同位素分析用同位素稀释法在西德 MAT-260 质谱计上进行, 铷-锶等时年龄计算采用约克双误差立方法, 衰变常数采用国际同位素地质年代学委员会 1977 年推荐的数值, 即 $\lambda^{87}\text{Rb} = 1.42 \times 10^{-11} \text{a}^{-1}$ 。年龄误差以 1σ 表示, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法的样品快中子照射由核工业部原子能科学研究院完成, 样品分析在 MM1200 质谱计上进行。

一. 吉林浑江群万隆组

万隆组地层由灰岩、泥灰岩、砂质灰岩组成。铷-锶同位素年龄样品采自本组中下部。样品以泥灰岩为主, 少量灰岩及钙质页岩。在泥灰岩和钙质页岩中, 除含方解石外, 还含伊利石、石英、斜绿泥石等矿物。

由六个样品点拟合成一条线性关系较好的 Rb-Sr 等时线, 年龄 $T = 732 \pm 18 \text{Ma}$, $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_{\text{初始}} = 0.7071 \pm 0.0014$ 。由于灰岩、泥灰岩、钙质页岩等主要以化学沉淀的方式为主, 所以 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始值基本上代表当时海水的锶比值, 等时线的锶初始值与海水锶比值的一致性, 一方面说明锶同位素均一化发生在灰岩、泥灰岩等沉积之时, 一方面也表明少量的碎屑矿物所含的继承性 ^{87}Sr 影响很小。732Ma 代表了万隆组的沉积时间。

二、吉林细河群南芬组

同位素年龄样品采自南芬组顶部。岩石为紫色、青灰色、黄绿色页岩。经X光衍射分析,主要矿物为伊利石,另含少量石英、斜绿泥石等。全岩等时线年龄 $T = 689 \pm 56\text{Ma}$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始值 $= 0.7162 \pm 0.0080$ 。因缺少 Rb/Sr 值低的样品,致使铷初始值有较大的误差。由六个伊利石单矿物样拟合的 $\text{Rb}-\text{Sr}$ 等时年龄 $T = 457 \pm 21\text{Ma}$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始值 $= 0.7492 \pm 0.0043$ 。从全面及伊利石单矿物 $\text{Rb}-\text{Sr}$ 等时年龄明显低于地层时代,并且铷初始值均高于当时海水铷比值来看,南芬组地层受后期热事件的干扰是显而易见的。伊利石单矿物采用 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 阶段升温方法得到一个上升的年龄谱。在 $670-730^\circ\text{C}$ 区间的坪年龄为 777Ma 。根据高温阶段的坪年龄 (777Ma), $^{40}\text{Ar}^*/^{39}\text{Ar} = 37.29$ 和全熔融年龄 (614Ma , $^{40}\text{Ar}^*/^{39}\text{Ar}^* = 26.67$) 估算,其放射成因氩的丢失量约为 28% 以上。由于放射成因氩的大量丢失,即使是在高温区,其坪年龄也低于实际的生成年龄,因此 777Ma 只是南芬组顶界年龄的上限。

三、辽南长岭子组

样品采自长岭子组底部,为泥质粉砂岩。碎屑矿物几乎均为棱角状石英和微量的电气石,胶结物主要为伊利石,少量方解石、斜绿泥石。伊利石 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法全熔融年龄 $T = 776 \pm 7\text{Ma}$ 。根据上下地层及与邻区对比分析, 776Ma 可能接近于长岭子组底部的沉积时代,或许实际年龄稍大于此数值。

四、辽南钓鱼台组

样品采自钻孔岩芯,所处部位为钓鱼台组顶部含海绿石石英砂岩。海绿石经X衍射分析确定为1M型。利用 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 阶段升温法对海绿石进行分析测定,在 $515-690^\circ\text{C}$ 区间,出现三个年龄值相近的年龄坪,坪年龄分别为 926 、 923 、 969Ma , 如对三个坪年龄加权平均则平均年龄为 937Ma 。在更高的温度阶段还出现两个大于 10 亿年的峰值,由于 ^{39}Ar 析出量较小 ($<4\%$), 确定其地质意义比较困难。由此可见 937Ma 应是钓鱼台组顶部沉积时代的上限。

根据同位素年龄数值,吉南的万隆组可以和辽南的长岭子组进行对比。万隆组中下部年龄为 732Ma , 长岭子组底部 776Ma , 两者时代大体相当。万隆组 732Ma 之下尚有本组 200 余米的地层和 600 余米的桥头组,考虑到辽南桥头组的同位素年龄数据,认为浑江群不能全部与峡东震旦系对比。万隆组相当于震旦系南陀组和莲沱组的位置,桥头组相当于震旦系以下层位。

南芬组受后期热事件的干扰未获得可靠的年龄数据,但与南芬组层位相当的山东二青山组获得了海绿石 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 阶段升温 890Ma 的高温区坪年龄。另外复县鹿圈桥头组用同样方法获得海绿石 837Ma 的坪年龄数据(罗修泉, 1986)。由于采样点距桥头组底界尚有 180m, 根据桥头组总厚度及长岭子组底部年龄推算,桥头组底界年龄应大于 850Ma , 桥头组时限为 $780-850\text{Ma}$ 。根据桥头组底界年龄和钓鱼台组顶部年龄,可以确定南芬组的时限为 $850-940\text{Ma}$ 。

宜昌地矿所测得莲沱组顶部凝灰岩中的锆石年龄为 739Ma , 将震旦系底界定为 760Ma 。蓟县青白口系上限定为 850Ma , 因而在青白口系与震旦系之间缺失近 1 亿年左右(可能不止于此数)的地层。这部分地层相当于辽南、吉南的南芬组上部和整个桥头组。

青白口系建系地点在河北蓟县,该系顶界界线年龄是依靠景儿峪组上部海绿石常规 $\text{K}-\text{Ar}$ 法测定的。由于放射性成因氩的丢失,常使海绿石年龄数据偏低,因此估计蓟县景儿峪组上部年龄可能接近于 9 亿年。与景儿峪组上部层位相当的山东二青山组海绿石 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 阶段升温 8.9 亿年数据即是证明。由于蓟县剖面青白口系顶部缺失,因此用该剖面做青白口系顶界年龄的基点是不适宜的。作者建议将青白口系顶界界线年龄的基点改选在地层连续沉积的辽南或吉南地区。为了将中国南北晚前寒武纪地层接起来,从同位素年代学角度出发,认为青白口系应包括辽吉地区桥头组以下层位,而桥头组(不含)以上层位应划归震旦系。

抚顺南口前花岗岩时代研究

王 力 刁乃昌 (沈阳地质矿产研究所)

抚顺南口前花岗岩地处华北地台辽东台背斜铁岭-靖宇古隆起中。它包含西大顶子岩体、花顶子岩体。岩体分为早期的主体侵入相和晚期的附加侵入相。早期侵入相的矿物结晶颗粒粗大, 钾长石呈巨粒斑晶; 晚期则矿物颗粒变细, 钾长石斑晶由少到无。

南口前花岗岩产于太古代鞍山群地层中, 其地层为景山沟组和石榴子组。景山沟组为一套麻粒岩和紫苏花岗岩组成, 石榴子组由变粒岩、斜长花岗岩、磁铁石英岩组成。

在岩体及地层中, 金、银及其它金属具有较高的含量, 初步研究结果表明, 金、银等金属元素的富集无论从时间上和空间上都与南口前花岗岩有着密切的关系, 为了确定金及金属矿床的成因类型, 进一步扩大找矿远景, 确定南口前花岗岩体的时代是非常有意义的。

为了确定岩体的时代, 对岩体进行了审慎地采样, 进行 K-Ar、Rb-Sr、U-Th-Pb 同位素地质年代研究, 并结合稳定同位素特征, 确定南口前花岗岩同位素地质年龄为 203.2Ma、177.7Ma、154.3Ma、131.2Ma。

一、K-Ar 同位素年龄

南口前花岗岩依其侵入接触关系及岩性特征, 可分为四期, 从老到新, 颗粒由粗到细。在晚期细粒花岗岩、二长花岗岩、花岗闪长岩中采集的样品, 利用全岩测时, 其结果见表 1。

表 1 南口前岩体 K-Ar 年龄测试结果

样号	岩性	K (%)	^{40}Ar (10^{-6}g/g)	$^{40}\text{Ar}/^{40}\text{K}$	年龄值 (Ma)	扣除大气 Ar 量(%)
TZ-8	晚期次灰白色细粒花岗岩	4.1	0.05631	0.01122	183.1	31
			0.05130	0.01052	172.2	16.6
IPTZ16	晚期次灰白色细粒花岗岩	4.36	0.04176	0.00803	133.2	29
TZ430	晚期次粉红色细粒花岗闪长岩	2.27	0.02653	0.00940	154.9	51.5
TZ435	晚期次粉红色二长花岗岩	3.72	0.03454	0.00784	130	20.4

表 1 中的数据表明南口前晚期花岗岩属燕山期花岗岩, 平均年龄为 131.6Ma。Ar 属惰性气体, 它对地质环境的变异反映敏感, 区内花岗岩由于具有多期活动特性, 且有钠长石化等岩石蚀变, 这些都不利于 Ar 的保存, 所以, 它指示的年龄要低于实际年龄。

二、铀-钍-铅年龄

南口前岩体和西大顶子岩体是深部相连接的岩基的两个露头。为了较确切地获得南口前岩体的生成时代, 采用了基本上不受外界侵扰的、普通铅含量极低的与花岗岩岩体同生的锆石为对象, 进行放射性同位素测时。

在南口前岩体和西大顶子岩体共采集三个锆石样品, 同位素分析结果见表 2。

82-b 样品因未扣普通 Pb 可做为参考值。这样南口前花岗岩定 U-Pb 年龄为 208.9Ma 及 193.5Ma, 平均值为 201.2Ma, 基本上代表了南口前岩浆岩体的形成时代。

表 2

南口前岩体锆石 U-Th-Pb 测时结果

样号	采样地点	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{232}\text{U}}$	Pb^{204}	Pb^{206}	Pb^{207}	Pb^{208}	给定年龄 (Ma)	
82-b	南口前 岩体	266	364	189	0.555	60.302	12.469	26.674	266	未扣普 Pb
84-S-H	南口前 岩体	209.0 ± 41	233.4 ± 5.7	-	0.355 ± 0.004	69.796 ± 0.037	9.157 ± 0.032	20.692 ± 0.083	208.9	扣普 Pb
84-S-C	西大顶子 岩体	194.0 ± 3.9	202.9 ± 9.5 -9.6	203.8 ± 9.0	0.492 ± 0.006	60.135 ± 0.059	10.387 ± 0.073	28.993 ± 0.142	193.5	扣普 Pb

三、Rb-Sr 同位素年龄

为了确定南口前岩体所属时代,在工作区内采集了六个花岗岩样品,测定结果如表 3 所示。

表 3

南口前岩体 Rb-Sr 年龄测定结果

采样号	岩石类别	Rb	Sr	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
TWC-9	西大顶子 岩体	99.190	296.20	0.9671	0.709444 ± 9
-10		170.800	52.98	9.3336	0.734676 ± 38
-12		168.900	54.99	8.8888	0.731233 ± 18
-4		89.690	647.10	0.4002	0.707966 ± 11
TWN-5	南口前	136.600	286.30	1.3777	0.709987 ± 18
-6	岩体	109.800	288.50	1.0997	0.709296 ± 28

由花岗岩的六个样品构成了一条等时线,其相关系数 $\gamma = 0.998$, 锶的初始比 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.706367$, 等时线斜率为 0.0029183, 等时线年龄为 205.21Ma。

四、测试结果分析

测定 K-Ar 年龄数的五个样品均属于晚期细粒花岗岩及花岗闪长岩,由于是全岩年龄数据,从某种意义上说具有混台、平均年龄之嫌,利用时应慎重些。但是 K% 含量适宜,大气 Ar 混入量均在允许范围之内(据巴克西曲线),尤其 TZ430 以外的样品,大气 Ar 混入量均在偏差极小的范围之内,而年龄数据无论自比还是与其它方法测定值相比均在合理的范畴之内,所以这组样品所指示的时代是有一定意义的。他们指示了南口前花岗岩晚期的三期侵入岩的年龄依次为 177.7Ma、154.9Ma 和 131.6Ma。

三个 U-Th-Pb 年龄值是在早期花岗岩中锆石获得,单样年龄为 266Ma、208.9Ma 及 193.5Ma。其中 266Ma 的样品,初始铅比值略高,且又未扣除初铅,故未采用,而后两个样品数据十分平行,可取平均值为早期花岗岩年龄,即 201.2Ma。

铷锶等时线表明,在这放射性同位素封闭体系中,开始保存放射成因 ^{87}Sr 时间为 205.21Ma。Sr 的初始比为 ($a = 0.706$),表示了岩浆为地幔来源,它与气体稳定同位素分析结果相吻合。南口前花岗岩的 $\delta^{34}\text{S}$ 平均值为 0.36‰; $\delta^{18}\text{O}$ 平均值为 10.59‰; $\delta\text{D}_{\text{石英包体}}$ 为 -85.67‰。这些数据的表面含意及经数据处理后得到的物质来源信息都一致表明,南口前花岗岩来源于上地幔,属 S 型花岗岩。

综前所述,南口前花岗岩来源于上地幔,早期活动时间为 203.2Ma,属印支期花岗岩,晚期花岗岩活动时间为 177.7Ma、154.3Ma 及 131.2Ma,属燕山期花岗岩。

白云鄂博群同位素地质年代学研究

刁乃昌 王力 (地质矿产部沈阳地质矿产研究所)

白云鄂博群是内蒙古阴山纬向构造带北缘分布的一套厚度相当大,东西长达 500km 的一套浅变质岩层,关于时代归属问题,有过许多争论,笔者试用放射性同位素方法,确定其形成年龄。但是,由于本区位于内蒙古地轴北缘,北部直接与海西地槽褶皱带相接,而且在矿区南部发育有大面积的后期岩浆岩,这些岩浆活动伴随构造运动的发生,有可能将放射性体系破坏;另外,浅变质岩石很难达到同位素均匀化,可以不同程度地保留了源区物质的时代信息。

一. U-Th-Pb 年龄及 Pb-Pb 模式年龄

从 50 年代开始,对白云鄂博群就进行了同位素地质年代学研究,获得了许多有价值的数。如该矿区白云岩中方铅矿模式年龄 $t(^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}) = 1462.69\text{Ma}$, 铅同位素年龄 $t(^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}) = 1223.04\text{Ma}$; 独居石的 Th-Pb 年龄 $t(\text{等时线}) = 1682.99\text{Ma}$; 西矿主矿体下盘白云岩、东矿条带状粗粒铁矿石中浑圆状磷灰石 Th-Pb 年龄为 605.64Ma, U-Pb、 ^{207}Pb - ^{206}Pb 平均年龄为 $1574.95 \pm 8.78\text{Ma}$ 。

以前曾有些资料将容矿白云岩沉积年龄定为 1600Ma,其依据中占比重较大的是独居石的 Th-Pb 年龄及磷灰石的 U-Pb 及 Pb-Pb 年龄。但独居石由于某些特殊类型的中间子体的连续丢失作用能引起通常的不一致性及强烈的逆向不一致性,所以,独居石的 Th-Pb 年龄是不甚可靠的。磷灰石属于测试年龄方面应用和研究都不多的一种矿物,因为放射成因铅含量不高,从而在普通铅校正时,亦会造成逆向不一致性,故对磷灰石样品的数据要慎重对待。

为了确定这些数据所表征的时代信息,选用碳酸岩及碳酸盐中较为稳定的矿物铅做为研究对象。经数据处理后,在普通铅多阶段年龄计算图上获得 t_1 为 6.65 亿年、 t_2 为 13.1 亿年。可理解为该岩组物质来源于 13.1 亿年,成岩(或矿化)时间为 6.65 亿年。

二. Rb-Sr 同位素组成特征

宽沟背斜北翼黑色板岩 Rb-Sr 等时年龄为 $753.99 \pm 42.28\text{Ma}$; 南翼黑色板岩 Rb-Sr 等时年龄为 $749.6 \pm 62.11\text{Ma}$ 及 $685.9 \pm 24.12\text{Ma}$ (地化所),平均年龄为 729.83Ma。

白云鄂博群上部胡吉尔图组纳闪绿泥绿帘石岩的 Rb-Sr,全岩等时年龄为 $353 \pm 30\text{Ma}$ (见表 1)。

表号	样品号	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Sr (ppm)	Rb (ppm)	年龄 t (Ma)
1	T8401-12	1.9350	0.73443	216.67	148.57	$t = 353 \pm 30$ $a = 0.72410$ $b = 0.0051945$ $r = 0.98224$
	T8401-2	2.2215	0.73567	214.49	168.86	
	T8401-5	1.1330	0.73012	281.70	113.11	
	T8401-6	1.3552	0.73125	218.93	105.14	
	T8401-7	1.4280	0.73196	212.80	107.69	
	T8401-9	1.4181	0.73106	278.80	140.11	
	T8401-10	1.7620	0.73265	229.98	143.60	

白云鄂博群上覆地层志留系阿布盖河组绿帘角闪石岩 Rb-Sr 等时年龄为 $327 \pm 36\text{Ma}$ (见表 2)。

表号	样号	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Sr (ppm)	Rb (ppm)	年龄 t (Ma)
2	Rs-3-3	0.2921	0.70528	833	82	$t = 327 \pm 36$ $a = 0.70395$ $b = 0.004676$ $r = 0.9698$
	Rs-3-5	0.0551	0.70422	1119	21	
	Rs-3-11	0.1393	0.70466	1390	65	
	Rs-3-16	0.1578	0.70460	914	49	
	Rs-3-17	0.0660	0.70432	991	22	
	Rs-3-21	0.1343	0.70442	1409	64	
	Rs-3-22	0.1888	0.70493	964	61	

志留系中部黑云母片岩 Rb-Sr 等时年龄为 714.29Ma (见表 3)。

表号	样号	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Rb (ppm)	Sr (ppm)	年龄 t (Ma)
3	Rs-5-1	0.3160	0.70567	79	736	$t = 314.29 \pm 28$ $a = 0.7042$ $b = 0.00448$ $r = 0.9944$
	Rs-5-5	0.1917	0.70511	54	832	
	Rs-5-7	0.2316	0.70526	6	80	
	Rs-5-8	0.2675	0.70540	63	698	

志留系上部板岩、石榴石片岩 Rb-Sr 等时年龄为 $260 \pm 11\text{Ma}$ (见表 4)。

表号	样号	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Rb (ppm)	Sr (ppm)	年龄 t (Ma)
4	Rs-4-2	8.3183	0.75106	165	59	$t = 260 \pm 11$ $a = 0.72032$ $b = 0.0037019$ $r = 0.9950$
	Rs-4-4	5.8056	0.74155	126	65	
	Rs-4-7	2.6532	0.73033	74	83	
	Rs-4-9	4.8358	0.73921	116	72	
	Rs-4-13	3.2726	0.73234	87	79	
	Rs-4-15	6.6625	0.74545	122	54	

Rs-3 和 Rs-5 二条等时线 Sr 初始值均为 0.704 左右,基本上反应了火山成因的物质来源,而 Rs-4 则表现出有陆源碎屑加入, Sr 初始值略高些。他们都不同程度地受到海西期中酸性侵入岩活动的影响,年龄值略低些。

值得提出的是 Rs-2 的一组 Rb-Sr 等时线,这是在白云鄂博群中部阿牙登有代表性的微含泥质的碳酸岩地层中所取的 Rb-Sr 等时年龄样品。经过测试,得到了异乎寻常的结果 (见表 5)。

表号	样号	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Sr (ppm)	Rb (ppm)	年龄 t (Ma)
5	Rs-2-25	0.03660	0.70650	1072.23	13.91	$t = 4765$ $a = 0.7042$ $b = 0.07006$ $r = 0.9538$
	Rs-2-26	0.06911	0.70810	686.42	16.86	
	Rs-2-29	0.2436	0.72172	110.10	9.50	
	Rs-2-30	0.2486	0.72422	154.86	13.64	
	Rs-2-32	0.2949	0.72180	139.07	14.45	

这是一条假等时线,是由 Rb/Sr 和 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 差异很大的两种组分混合而成,表明了阿牙登组碳酸

岩在某一个时期获得了具有与原岩差别很大的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值的样品之后才成为封闭系统,使其异常的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Rb}$ 比值保存于岩石之中,造成了这种虚假年龄。它虽然在年代学研究中没有指示意义,但它可能为阿牙登组岩石成因提供信息,估计为碳酸盐岩浆的侵入与海水相互作用发生的结果。

三. K-Ar 年龄数据分析

在哈特布齐采集比鲁特组炭质板岩年龄为 607.9Ma; 点树忽洞采集侵入比鲁特组的橄榄岩年龄为 405.5Ma。还有一批 200Ma 左右的年龄。

结论

以同位素地质年代学为依据,白云鄂博群胡吉尔图组之下地层应划归震旦系; 胡吉尔图组(含此组)之上地层应划归寒武-奥陶系范畴。

单颗锆石逐层蒸发测年法应用实例——冀东迁安地区太古代锆石年代学研究

刘敦一(地质矿产部地质研究所)

相当时期以来锆石年代学和矿物学的研究证明,除了沉积岩中具有复杂的碎屑锆石群体外,岩浆岩中也经常含有年龄不同的继承锆石,它们可以来自岩浆源区或通过混染而进入岩浆,变质岩中也常含有变质增生锆石,往往在原生晶体上生长出一层新的锆石,它们产生于变质再熔蚀事件之后。无疑我们所面对的样品经常是复杂的锆石群组。近年,人们已广泛认识到锆石 U-Pb 一致线上下交点年龄应用的局限性并对其地质解释持谨慎态度,显然这是避免错误所应具有的态度。单颗粒锆石定年的化学法,离子探针质谱法和逐层蒸发法的成功为锆石年代学的发展开辟了新的有效途径。许多研究者应用这些方法通过对一块岩石标本中锆石的分析便可描绘出一大段演化历史,赋予地质年代学以新的生命力。当然每种定年方法都有其局限性,特别是单颗锆石逐层蒸发法(技术方法见 Kober, 1986, 1987; 刘敦一、赵敦敏, 1988)其固有的缺陷是只能提供被测锆石结晶的极限年龄。因此人们对其结果的有效性的怀疑就在所难免了。经验证明,多数样品中的锆石均经历了不同程度的放射成因铅丢失。自然在应用这个新方法前首先要回答的问题是在发生了放射成因铅丢失的情况下怎样对测定结果作出正确的地质解释。Kober 和我们过去的文章中曾作过一定的解释,这里再就近年来所分析的结果对照常规方法结果并结合锆石矿物学和野外地质关系进行讨论,试图从中看出逐层蒸发法测年结果的地质意义。这些实例包括被后期岩浆混染了的复杂锆石群体,经历了多期变质产生了变质增生锆石,发生了严重铅丢失以及仅受到轻微铅丢失锆石的三种不同类型样品。样品采自冀东迁安太古代变质岩系中。

迁安曹庄黄柏峪地区斜长角闪岩通常呈包体产出于灰色片麻岩中,其 Sm-Nd 等时线年龄为 35 亿年(江博明等, 1988, 黄莹等, 1987)。在某些地点,角闪岩和灰色片麻岩呈瓦层状,说明它们可能是古老双峰式岩套的残留体。这个岩套又被晚期粉红色花岗质和伟晶质岩浆所切割并被混染,很难得到新鲜的灰色片麻岩样品。用常规锆石 U-Pb 法测定明显受到后期混染的灰色片麻岩中锆石数据点离散,上交点年龄为 26.5 亿年左右。对同一样品用单颗锆石逐层蒸发法,不同颗粒给出 23, 26 和 28 亿年不同的结果,与附近红色花岗岩(26 亿年)和伟晶岩(23 亿年)的年龄相吻合。而 28 亿年的结果说明有老于 26.5 亿年的锆石存在于样品之中。对混染不显著的样品进行了单颗粒锆石测年,获得了 26 亿年, 30 亿年不同的结果。其中一粒锆石经三次蒸发在最后一次蒸发物中获得了 33 亿年的结果。对这粒锆石测定数据的详细分析说明其年龄应老于 33 亿年。这个结果与 Sm-Nd 模式年龄结果(江博明等, 1988)相吻合。两个方法对这一样品的测定结果清楚地证明,对复杂锆石群组常规锆石测定法是无能为力的,其上下交点年