

新疆菁布拉克基性超基性岩带的 Sm-Nd同位素年龄

倪守斌 满发胜 陈江峰

(中国科学技术大学地球和空间科学系, 合肥 230026)

主题词 Sm-Nd年龄 基性超基性岩 新疆

提要 Sm-Nd矿物等时线定年结果表明, 菁布拉克岩带基性超基性岩形成于320Ma前, 其形成时代晚于早石炭世早期的火山活动, 是塔里木板块与巩乃斯微板块碰撞晚期拉张构造环境的产物。

新疆北部地区分布着若干条基性超基性杂岩带, 它们与成矿带内的Cr、Cu、Ni等多金属矿产在时间和空间上有着密切的联系, 是新疆岩石圈的组构及演化作用的产物。因此, 查明这些岩带的形成时代、物源区和生成环境对新疆大地构造格架及地质发展史是极其重要的。菁布拉克基性超基性岩带是其中之一。本文着重从岩体的同位素地质年代学的研究结果探讨岩带的形成时代。

1 岩带地质概况

本区位于塔里木地块和伊犁地块的交接处, 那拉提山脊断裂和其北麓断裂控制了岩带的分布。山脊断裂以南出露上志留世一套变质片岩和大理岩, 山脊与北麓断裂之间出露中志留世一套变质片岩、片麻岩, 其原岩为碎屑岩和中基性火山岩, 以及下石炭世火山岩、石灰岩和碎屑沉积岩。区域岩浆活动发育, 主要分布在那拉提山脊断裂以北, 出露有基性超基性岩和中酸性岩类。总体上, 闪长岩类分布偏南, 花岗岩类分布偏北。

菁布拉克基性超基性岩带有10余个大小不等的侵入体组成, 分布在那拉提山脊和北麓断裂附近及其之间(图1), 按其产状可分为二类: 其一为产于二大断裂之间或沿次级断裂产出的层状侵入体, 象菁布拉克、恰干萨依、喀拉达拉岩体均分异良好。菁布拉克岩体由闪长岩、辉石岩、橄榄辉石岩、橄榄岩等岩相组成。恰干萨依岩体由辉石闪长岩、辉绿岩、橄长岩、辉长岩和辉石岩等组成。喀拉达拉岩体由浅色辉长岩、深色辉长岩、橄榄辉长岩和辉绿岩组成。乔勒铁克西和苏鲁岩体仅出露辉长岩相。其二沿大断裂产出, 象琼阿乌孜岩体, 主要由橄榄岩、辉长岩组成。丘拉克特勒克岩体由辉绿岩和闪长岩组成。此类岩体均十分破碎, 蛇纹岩化发育。

国家“七五”重点科技攻关项目的部分成果。
本文于1993年2月收到, 1993年5月改回。

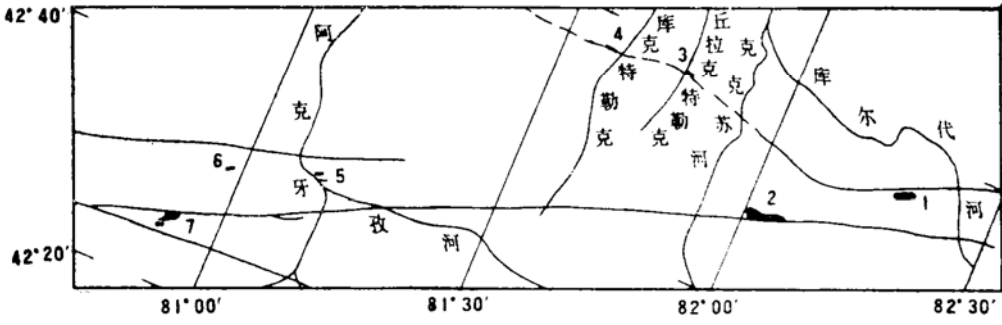


图 1 菁布拉克基性超基性岩带岩体分布示意图

Fig. 1 Distribution of rock bodies in the Qingbulak basic and ultrabasic belt

1—菁布拉克岩体；2—恰干萨依岩体；3—丘拉克特勒克岩体；4—库克特勒克岩体；5—乔勒铁克西岩体；6—苏鲁岩体；7—琼阿乌孜岩体

2 方法和结果

本研究对该岩带四个主要岩体进行了5个全岩样品和5个单矿物的Sm、Nd含量和¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd比值的分析。Sm、Nd含量用同位素稀释法测定，估计¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd的分析精度小于0.1%；¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd同位素比值分析时对¹⁴⁶Nd/¹⁴⁴Nd=0.7219正常化，分析精度为0.002%—0.004%。Nd的全流程本底为(5—7)×10⁻¹¹克，Nd同位素分析参考物质La Jolla标准的¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd=0.511862±4，标样BCR-1的Sm为6.61(×10⁻⁶)，Nd为29.23(×10⁻⁶)，¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd=0.512661±9，分析结果见表1。

表 1 菁布拉克基性超基性岩带岩石的Sm、Nd含量及Nd同位素组成

Table 1 Sm and Nd contents and Nd isotope composition of basic and ultrabasic rocks in the Qingbulak belt

| 样品号 | 岩体 | 岩性 | T (Ma) | Sm (×10 ⁻⁶) | Nd (×10 ⁻⁶) | ¹⁴⁷ Sm/ ¹⁴⁴ Nd | ¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd ± 2ε | (¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd) _i ± 2σ | εNd |
|----------------|-------|---------|--------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------------|---|---|-------|
| A ₂ | 乔勒铁克西 | 辉长岩、全岩 | 324 | 3.317 | 10.70 | 0.1875 | 0.512807 ± 10 | 0.512409 ± 11 | 3.68 |
| A ₂ | 乔勒铁克西 | 辉长岩、斜长石 | 324 | 3.760 | 16.91 | 0.1346 | 0.512699 ± 13 | 0.512414 ± 13 | 3.76 |
| A ₂ | 乔勒铁克西 | 辉长岩、辉石 | 324 | 5.119 | 13.69 | 0.2262 | 0.512894 ± 15 | 0.512414 ± 16 | 3.78 |
| | | | 324 | | | | | 0.512412 | 3.73 |
| S 126 | 琼阿乌孜 | 辉长岩、全岩 | 314 | 3.834 | 18.41 | 0.1260 | 0.512233 ± 16 | 0.511974 ± 16 | -5.07 |
| S 126 | 琼阿乌孜 | 辉长岩、斜长石 | 314 | 0.655 | 5.195 | 0.0763 | 0.512135 ± 16 | 0.511978 ± 16 | -4.99 |
| S 126 | 琼阿乌孜 | 辉长岩、辉石 | 314 | 5.301 | 24.7 | 0.1298 | 0.512248 ± 15 | 0.511981 ± 15 | -4.93 |
| | | | 314 | | | | | 0.511978 | -5.00 |
| S 92 | 苏鲁 | 辉长岩、全岩 | 322 | 2.925 | 8.82 | 0.2006 | 0.512974 ± 11 | 0.512551 ± 12 | 6.40 |
| S 92 | 苏鲁 | 辉长岩、辉石 | 322 | 3.506 | 9.536 | 0.2221 | 0.513020 ± 13 | 0.512551 ± 14 | 6.40 |
| | | | 322 | | | | | 0.512551 | 6.40 |
| Q 19 | 菁布拉克 | 橄榄辉长岩 | 320 | 1.392 | 5.425 | 0.1552 | 0.512745 ± 15 | 0.512420 ± 15 | 3.79 |
| Q 16 | 菁布拉克 | 辉石岩 | 320 | 2.412 | 9.213 | 0.1584 | 0.512756 ± 13 | 0.512424 ± 13 | 3.87 |

测试单位：南京大学现代分析中心

岩带中的乔勒铁克西、琼阿乌孜、苏鲁、普布拉克岩体分别测定了全岩和单矿物的Sm-Nd同位素组成，测定结果投在 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 对 $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ 图解中(图2)。

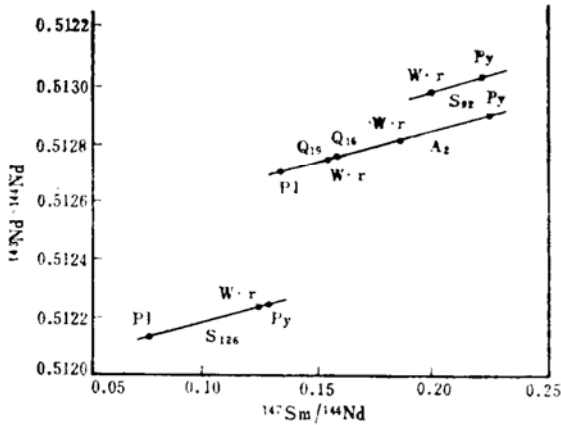


图2 普布拉克岩带基性超基性岩的Sm-Nd等时线图

Fig. 2 Sm-Nd isochron diagram of basic and ultrabasic rocks in the Qingbulak belt

S₁₂—苏鲁岩体, $t = 322\text{Ma}$, $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i = 0.512551$; S₁₂₆—琼阿乌孜辉长岩, $t = 313.5 \pm 19\text{Ma}$, $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i = 0.511978 \pm 14$, MSWD = 0.25; Q₁₅, Q₁₆—普布拉克岩体, $t = 320\text{Ma}$, $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i = 0.512551$; A₂—乔勒铁克西岩体辉长岩, $t = 324 \pm 9\text{Ma}$, $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i = 0.512412 \pm 11$, MSWD = 0.13

乔勒铁克西岩体的全岩、斜长石和辉石构成良好的内部等时线，由约克方程(York, 1969)计算得到年龄为 $324 \pm 9\text{Ma}$ ， $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 初始比值为 0.512412 ± 0.000011 ^[1]，但该岩体全岩样品的Sm、Nd含量比斜长石和辉石二单矿物的Sm、Nd含量都低，不符合质量守恒关系，表明分析中必定漏掉了某种含Sm、Nd较低的相，很可能是蛇纹石。这种现象在别的基性岩石的Sm、Nd定年时也曾遇到过，这正好证明了所得直线不是混合线，而是真正的等时线^[2]。而且全岩和二种主要造岩矿物构成直线的线性极好，用麦克因泰方程^[3]计算的平均权重均方差MSWD仅为0.13，表明三者之间达到了同位素平衡，并未受过后期扰动影响，因而符合等时线基本条件，所以此年龄具有地质意义，是可信的。

琼阿乌孜岩体的全岩、斜长石、辉石样品的Sm、Nd含量关系满足质量平衡要求，同位素比值在等时线图解中也构成好的等时线，等时线年龄为 $314 \pm 19\text{Ma}$ ，初始比值为 0.511978 ± 0.000014 ，用麦克因泰方程^[3]计算MSWD值为0.25，小的MSWD值表明符合等时线的条件，所以此等时线年龄及初始比值是可信的。

苏鲁岩体全岩和辉石的两点等时线结果给出年龄为 322Ma ， $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 初始比值为0.512551。Sm、Nd两点等时线年龄也常是可信的^[4]。

普布拉克岩体二个全岩样品均落在乔勒铁克西岩体的等时线上，经计算给出年龄为 320Ma ， $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 初始比值为0.512422。

后两个岩体，特别是普布拉克岩体的年龄的可信度较差，但四个岩体的年龄数据如此一致，应该不是一种巧合，而反映了真实的年代学关系。

3 讨论

菁布拉克基性超基性杂岩带各岩体的年龄在误差范围内一致,说明整个岩带的各岩体年龄相当,均于约 320 Ma 前侵位。这与新疆北部地区海西期构造岩浆活动最为一致,无论在天山、阿尔泰,还是准噶尔地区均有所表现。其地质意义表现在石炭纪末期新疆三大板块聚合成一体,由于它们之间的碰撞,火山岩浆活动频繁,变质作用广泛,尤其新疆是几大板块汇聚部位。板块边界出露的含 Cu、Ni 等基性超基性杂岩带均产于海西中晚期,如喀拉通克—锡泊渡基性杂岩带、黄山—镜儿泉基性超基性杂岩带、康古尔塔格基性杂岩带^[5]和本文研究的菁布拉克基性超基性杂岩带,另外本岩带的形成时代与本区海西花岗岩类的年龄结果一致^[6],这种岩浆活动在时间上的一致性和空间上的同步性,与板块之间的运移方式是紧密相关的。

最近郝杰、刘小汉 (1993)^[7]报导琼阿乌孜辉长岩中辉石的 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 年龄为 439.4 Ma, 并将它解释为洋壳年龄。辉石含过剩 ^{40}Ar 是常见现象,有时甚至 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 法也无法辨识,必须有其它独立证据才能认证^[8]。事实上该样品的 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 数据并不构成理想的坪,而略呈凹弧形,这正是过剩 Ar 存在的一种表现。此外,本文测定给出该岩体的 $\epsilon_{\text{Nd}(T)} = -5$, 也表明不可能是洋壳重熔的产物。

地质、地球化学资料证实南天山北坡存在一古缝合线,即那拉提山脊断裂^[9,10],其南为塔里木板块,北为巩乃斯微板块。在缝合线以北广泛发育的下石炭世早期(大哈拉军山组)火山岩,即是板块俯冲和消亡的产物。按国际地质年表^[11],相当于约 360—340 Ma。所以菁布拉克基性超基性岩带及同时的花岗岩形成时,火山活动(即俯冲活动)已经结束,已转化为拉张的构造环境。这种拉张作用(包括碱性和偏碱性花岗岩的形成)正标志碰撞造山作用的结束(涂光炽,未发表)。

320 Ma 左右的岩浆活动在天山地区广泛分布,如东天山花岗岩(年龄为 $340 \pm 20 - 300 \pm 20$ Ma)^[6],表明这是天山岩浆活动的一个高峰,也是海西期板块碰撞活动的尾声。

这一时期也是重要的 Cu、Ni 成矿时期,如黄山地区含 Cu-Ni 超基性岩的 Rb-Sr 全岩等时线年龄(为约 319 Ma)^[12]也与哈拉通克含 Cu-Ni 岩体的 Rb-Sr 全岩等时线年龄(291 ± 27 Ma)在误差范围内相同,这种成矿时代上的一致也许也是统一的构造岩浆活动的一种反映。

参 考 文 献

- 1 York D. Least squares fitting of a straight line with Correlated errors. *Earth Planet. Sci. Letters*, 1969, 5: 320—324.
- 2 Chen Jiangfeng, Foland K A, Xing Fengming, Xu Xiang, Zhou Taixi. Magmatism along the Southeast margin of the Yangtze block; Precambrian collision of the Yangtze and Cathysia blocks of China. *Geology*, 1991, 19: 815—818.
- 3 Brooks C, Harf S R and Wendt I. Realistic use of two-error regression treatments as applied to rubidium strontium data. *Rev. Geophys. space phys.* 1972, 10: 551—557.
- 4 Depaolo D J. Neodymium isotope geochemistry, an introduction. Springer-Verlag. Berlin, 1988, 123.

- 5 王有标. 新疆铜镍硫化物矿床的基本地质特点. 新疆地质, 1990, (4): 305—320.
- 6 胡霁琴. 据天山东段K-Ar年龄测定结果对天山地槽热历史的探讨. 中国科学B辑, 1982, (4): 345—354.
- 7 郝杰、刘小汉. 南天山蛇绿混杂岩形成时代及其大地构造意义. 地质科学, 1993, 28(1): 93—95.
- 8 Faure G. Principles of isotope geology (2nd ed.). New York: Wiley, 1986, 104—105.
- 9 王作勋等. 天山多旋回构造演化及成矿. 科学出版社, 1990, 83—188.
- 10 中国科学院登山科学考察队主编. 天山托木尔峰地区的地质与古生物. 新疆人民出版社, 1985. 94—102.
- 11 Palmer A R. The decade of North American geology. Geologic time scale. Geology, 1983, 11, 505—514.
- 12 王金良. 对新疆北部主要含铜、镍基性-超基性杂岩带(体)地质特征的认识. 新疆矿产地质, 1990, 13—14, 11—16.

Sm-Nd Isotope Ages of Basic and Ultrabasic Rocks from the Qingbulak Belt, Xinjiang

Ni Shoubin Man Fasheng Chen Jiangfeng

(Department of Earth and Space Sciences, University of Science
and Technology of China, Hefei 230026)

Key words: Sm-Nd isotope ages; basic and ultrabasic rocks; Xinjiang

Abstract

Basic and ultrabasic rocks were dated by the Sm-Nd mineral isochron technique. The results show that these rocks were formed at 320 Ma B. P. after the Early Carboniferous volcanism, being products in an extension tectonic setting at the late stage of collision between the Tarim plate and the Gongnaisi microplate.