

大兴安岭吉峰科马提岩 Sm-Nd 等时线年龄测定

胡道功¹⁾ 李洪文²⁾ 刘旭光³⁾ 于荣文³⁾

(1)中国地质科学院地质力学研究所,北京,100081 (2)黑龙江水文地质与工程地质勘测院,黑龙江 齐齐哈尔,161006 (3)黑龙江地质调查院,黑龙江 齐齐哈尔,161005)

摘要 本文研究的科马提岩位于大兴安岭北段吉峰地区。地质-地球化学研究表明,科马提岩系列由超镁铁质科马提岩、玄武质科马提岩、拉斑玄武岩和辉长岩等组成,稀土配分型式为球粒陨石型。8件科马提岩、辉长岩和拉斑玄武岩样品的 Sm-Nd 同位素数据构成一条相关性较好的等时线,其 Nd 模式年龄多数为 1 589~1 799 Ma,等时线年龄为 $(1 727 \pm 74.7) \text{Ma}$, $I_{\text{Nd}} = 0.510725 \pm 0.0000798$, $\epsilon_{\text{Nd}}(t) = 6.94 \pm 1.56$,表明该区科马提岩形成于中元古代早期,来源于亏损地幔源区。这一地壳增生事件可能与松嫩地块从西伯利亚地台南缘裂解有关。

关键词 科马提岩 Sm-Nd 等时线年龄 大兴安岭

Dating of Sm-Nd Isochron Ages of the Jifeng Komatiites from the Da Hinggan Ling

HU Daogong¹⁾ LI Hongwen²⁾ LIU Xuguang³⁾ YU Rongwen³⁾

(1)Institute of Geomechanics, CAGS, Beijing, 100081 (2)Helongjiang Institute of Hydrogeology and Engineering Geology Surveying, Qiqihaer, Heilongjiang, 161006 (3)Helongjiang Institute of Geology Surveying, Qiqihaer, Heilongjiang, 161005)

Abstract The Jifeng komatiites are situated in the north Da Hinggan Ling. Their geological and geochemical feature indicate that the komatiite series consists of the ultramafic komatiite, basaltic komatiite, tholeiite and gabbro. The REE patterns of the komatiite is similar to chondrite. The eight samples composed of komatiite, tholeiite and gabbro yield a reasonable good isochron age of $(1 727 \pm 74.7) \text{Ma}$ (2σ) with $I_{\text{Nd}} = 0.510725 \pm 0.0000798$, $\epsilon_{\text{Nd}}(t) = 6.94 \pm 1.56$. Their Nd model ages mainly range from 1 589 Ma to 1 799 Ma. Such a case shows the Jifeng komatiites derived from the depleted theosphere mantle in the early Middle Proterozoic. This crustal accretion event would be associated with the Songnen Massif splitting from the southern continental margin of the Xibailiya Massif.

Key words komatiite Sm-Nd isochron age Da Hinggan Ling

大兴安岭北段呈包体状产出的角闪岩相变质岩一直被称为兴华渡口群,其中的变质表壳岩被认为具有太古带绿岩带岩石特征,区域上广泛分布的斜长角闪岩的 Sm-Nd 模式年龄变化于 1 131~1 463 Ma(表尚虎等,1999)。通过野外填图和岩石学研究,在吉文镇吉峰林场发现由超镁铁质科马提岩、玄武质科马提岩、拉斑玄武岩和辉长岩等岩石组成的科马提岩系列,科马提岩具有典型的鬃刺结构(赵海滨等,1996)。这一发现提供了一个观察西伯利亚板块南部大陆边缘早期地壳演化的窗口。本文着重从

同位素年代学角度来探讨科马提岩系列形成时代和成因,为大兴安岭北段早期构造演化研究提供了同位素年代学约束条件。

1 科马提岩的地质-地球化学特征

科马提岩出露于内蒙古鄂伦春自治旗吉文镇吉峰林场东南约 10 km 处(图 1),地理坐标为 E123°06', N50°21'。野外所见科马提岩系列由橄辉质科马提岩、玄武质科马提岩、拉斑玄武岩及辉长岩等组成。科马提岩均为黑色、墨绿色,隐晶质结构,致密

本文由地质调查项目“六十林场幅和阿里河幅 1:20 万填图”资助。

改回日期:2002-5-30,责任编辑:宫月萱。

第一作者:胡道功,1963年生,博士,研究员,从事构造地质和工程地质研究,E-mail:hudg@263.net。

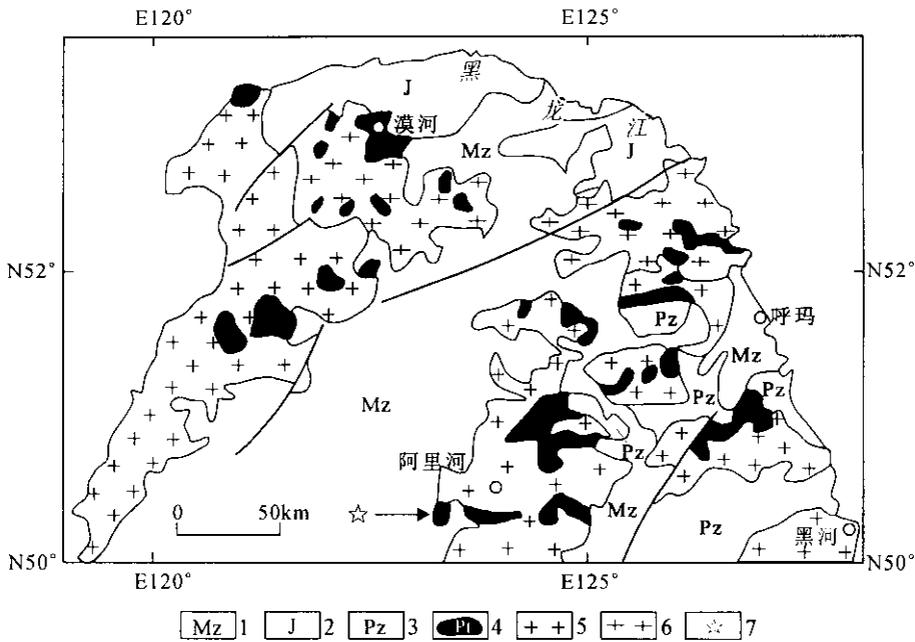


图1 大兴安岭吉峰科马提岩地质简图

Fig. 1 Geological sketch of the Jifeng komatiites in Da Hinggan Ling

1-中生代火山岩 2-侏罗系 3-古生界 4-晚元古界 5-晚古生代-中生代花岗岩类 6-晚元古代花岗岩类 7-科马提岩出露点

1-Mesozoic volcanics 2-Jurassic 3-Paleozoic 4-Proterozoic 5-granitoid (Late Paleozoic to Mesozoic);

6-granitoid (Late Proterozoic), 7-ouperop of komatiites

块状。岩石几乎全部由原生辉石、橄榄石和玻璃质蚀变生成的滑石、蛇纹石等矿物组成。较新鲜的岩石主要由橄榄石骸晶和少量辉石、铬尖晶石斑晶及脱玻化玻璃质组成。橄榄石具中空骸晶结构、漏斗状结构特征。在弱蚀变岩石中骸晶橄榄石呈丛状、树枝状嵌布于脱玻化的玻璃基质中,形成典型的无定向鬃刺结构(胡道功等,2001)。辉长岩蚀变较弱,而与科马提岩密切伴生的拉斑玄武岩多变质形成斜长角闪岩。科马提岩、辉长岩与泥盆-石炭系碳酸盐岩和碎屑岩系均为构造接触,科马提岩呈构造透镜体沿NE向推覆构造带展布(胡道功,1994)。透镜体大小不等,大者长达4000m,宽80~800m,小者长、宽仅数十米。

科马提岩具有高MgO低TiO₂及高CaO/Al₂O₃比值。MgO质量百分数为27.90%~32.16%,在Jensen的Al₂O₃-(FeO+Fe₂O₃+TiO₂)-MgO阳离子百分数的三角图解中,科马提岩显示从橄榄质科马提岩到玄武质科马提岩的地球化学趋势,拉斑玄武岩具从富镁到富铁的趋势,这种趋势与科马提岩趋势垂直(胡道功等,2001)。科马提岩稀土元素的ΣREE为(5.34~17.46)×10⁻⁶。稀土分布模式为平坦型,表明科马提岩为原始科马提岩浆的产物。

2 Sm-Nd 同位素特征

样品分析在中国科学院地质与地球物理研究所Sm-Nd同位素超净实验室完成,质谱分析在VG354热电离质谱计上进行。样品用HF+HClO₄在Teflon密封容器中低温溶解一星期,采用AG50W(8(H⁺))阳离子交换柱和P507萃淋树脂分离出纯净的Sm和Nd,分析期间La Jolla国际标样测定值分布在0.511854~0.511874之间,平均值为0.511862。Nd同位素质量分馏用¹⁴⁶Nd/¹⁴⁴Nd=0.7219校正,Sm-Nd全流程空白本底约为5×10⁻¹¹g,年龄计算采用Ludwig(1995)ISOPLOT程序计算。

吉峰林场地区科马提岩、辉长岩和拉斑玄武岩Sm-Nd同位素测定结果列于表1。8个样品的结果在¹⁴⁷Sm/¹⁴⁴Nd-¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd等时线图上构成相关性较好的直线(图2)。其等时线年龄为1727±74.7Ma, $I_{Nd}=0.510725\pm0.0000798$, $\epsilon_{Nd}(t)=6.94\pm1.56$ 。

此次Sm和Nd同位素分析是在野外地质特征、常量、微量和稀土元素研究基础上进行的,因而保证了样品的同源性。为判断等时线是否为混合线,将组成Sm-Nd等时线的8个样品投在¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd-1/

表 1 科马提岩系列岩石 Sm-Nd 同位素组成

Table 1 Sm-Nd isotopic data for the komatiite samples

序号	样品号	Sm/ $\times 10^{-6}$	Nd/ $\times 10^{-6}$	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} \pm 2\sigma$	$f_{\text{Sm}/\text{Nd}}$	$\epsilon_{\text{Nd}}(t)$	t_{DM}/Ma
1	P16-6	0.058	0.237	0.14720	0.512447 \pm 10	-0.25	+6.54	1613
2	P15-8	4.641	16.880	0.16630	0.512657 \pm 7	-0.16	+6.59	1589
3	P16-2	0.964	4.196	0.13900	0.512268 \pm 15	-0.29	+6.13	1799
4	P19-37	1.26	4.31	0.177 1	0.512 718 \pm 24	-0.10	+6.12	1794
5	P19-45	3.88	11.42	0.205 7	0.513 082 \pm 70	-0.05	+7.15	1293
6	P19-46	1.67	5.35	0.188 9	0.512 821 \pm 70	-0.04	+5.63	2014
7	P19-47	3.58	15.75	0.137 3	0.512 282 \pm 15	-0.30	+6.28	1727
8	P19-48	4.78	22.56	0.128 1	0.512 169 \pm 16	-0.35	+6.25	1742

注 t_{DM} 和 $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 的计算参数 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.513 151$, $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd} = 0.213 6$ ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$) $_{\text{CHUR}} = 0.512 638$ ($^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$) $_{\text{CHUR}} = 0.196 7$ 。表中 1 号为科马提岩 2 号为辉长岩 3~8 号为拉斑玄武岩。

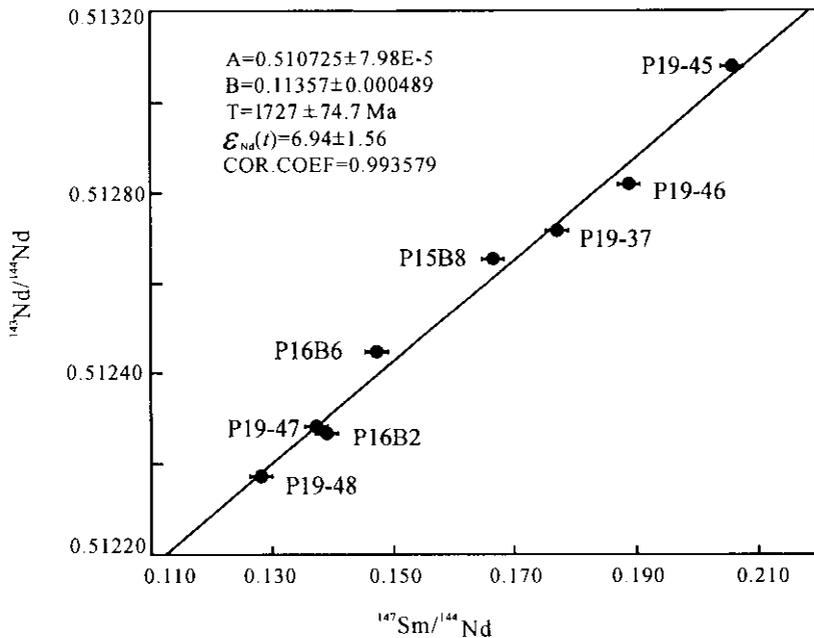


图 2 科马提岩系列 Sm-Nd 等时线图

Fig. 2 Whole-rock Sm-Nd isochron diagram of the komatiite series from Jifeng

Nd 图式中呈分散状,同时由等时线年龄计算的 8 个样品的 $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值和模式年龄值分别接近也证实该等时线不是混合线。样品等时线相关系数为 0.993579,各样品 $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ 值变化在 0.1281~0.2057 之间,Sm/Nd 比值在 0.21~0.34 之间,变化较大,形成的等时线可信度高。综上所述可以认为,此次测定的 Sm-Nd 全岩等时线年龄是可信的。

科马提岩在形成时具有较高的 $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值,多数为 +6.12~+6.59,与平均亏损地幔($\epsilon_{\text{Nd}} = +10$)在 1 727 Ma 时的 $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值(+6.24)接近,说明科马提

岩的原岩来自亏损地幔源区。 $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 接近当时的亏损地幔值,并且样品的亏损地幔模式年龄接近等时线年龄。由此判断,科马提岩 Sm-Nd 等时线年龄代表了岩石的形成年龄(Deaolo, 1988),即科马提岩形成于中元古代早期。

3 结论

科马提岩和伴生辉长岩及拉斑玄武岩的 Sm-Nd 等时线年龄为 1 727 Ma,代表了岩石的结晶年龄,这一年龄略大于大兴安岭北段呈包体状广泛出

露的兴华渡口群的年龄,说明在兴华渡口群变质表壳岩形成之前,发育一个以科马提岩系列为主的火山堆积层。正的 $\epsilon_{Nd}(t)$ 值及平坦的稀土配分模式表明,科马提岩为来源于亏损地幔源区的原始科马提岩浆的产物。

Nd 同位素特征表明,西伯利亚地台南缘在中元古代早期曾发生强烈的地壳增生事件。中俄联合考察结果表明,松嫩地块于中晚元古代从阿尔丹地盾裂解出来(王莹等,1997)。同时,位于吉峰东北的环二库的橄榄岩 Sm-Nd 模式年龄为 1 470 Ma(胡道功等,1995),低于科马提岩系列模式年龄,暗示着西伯利亚地台南缘的裂解在中元古代已经发展为成熟洋盆。因此,如果考虑中元古代松嫩地块从西伯利亚地台南缘裂解出来这一构造-热事件,就不难理解该区在中元古代发生的地壳强烈增生作用。

致谢 乔广生、张任祜研究员进行了年龄测试,在此深表感谢。

参 考 文 献

- 表尚虎,李迎春,何晓华等.1999.黑龙江塔河绿林林场一带兴华渡口群岩石地球化学特征.中国区域地质,18(1):28~33.
- 胡道功.1994.内蒙古阿里河地区多层次逆冲推覆构造及其地质意义.黑龙江地质,2(2):10~15.
- 胡道功,谭成轩,张海.1995.内蒙古阿里河地区中元古代蛇绿岩.中国区域地质,4(4):334~338.
- 胡道功,郑庆道,傅俊域,刘旭光.2001.大兴安岭吉峰地区科马提岩地质地球化学特征.地质力学学报,7(2):111~115.
- 王莹,彭云彪,刘继学等.1997.黑龙江地质构造述略.黑龙江地质,8(3):1~9.
- 赵海滨,张海,胡道功.1996.大兴安岭中北部吉峰地区中元古代科马提岩.黑龙江地质,7(2):19~25.

References

- Biao Shanghu, Li Yangchun, He Xiaohua et al. 1999. The geochemical characteristics of the Xinghuadukou group in the Lulin forestry center, Tahe, Heilongjiang province. Regional Geology of China, 18(1):28~33(in Chinese with English abstract).
- Deaolo D J. 1988. Neodymium isotope geochemistry: an introduction. Springer-Verlag, 187.
- Hu Daogong. 1994. The multilayer thrusting nappe structure and its geological significance in the Ali River region of Inner Mongolia. Heilongjiang Geology, 5(2):10~15(in Chinese with English abstract).
- Hu Daogong, Tan Chengxuan, Zhang Hai. 1995. Middle Proterozoic ophiolites in the Alihe area, Inner Mongolia. Regional Geology of China, 4(4):334~338(in Chinese with English abstract).
- Hu Daogong, Zheng Qingdao, Fu Junyu, Liu Xuguang. 2001. The geological and geochemical characteristic of the Jifeng komatiites in Daxinganling Mountains. Journal of Geomechanics, 7(2):111~115(in Chinese with English abstract).
- Ludwig K R. 1995. Isoplot-a plotting and regression program for radiogenic-isotope data. US Geol. Survey, Open-file Report, 01-445:45.
- Wang Ying, Peng Yunbiao, Liu Jixue, Chen Desen. 1997. Heilongjiang geological structure. Heilongjiang Geology, 8(3):1~9(in Chinese with English abstract).
- Zhao Haibin, Zhang Hai, Hu Daogong. 1996. The Middle Proterozoic komatiite in the Jifeng region of the middle and the north of the Da Hinggan Ling. Heilongjiang Geology, 7(2):19~25(in Chinese with English abstract).