

文章编号: 1006-6616 (2001) 02-0111-05

# 大兴安岭吉峰科马提岩地质地球化学特征

胡道功<sup>1</sup>, 郑庆道<sup>2</sup>, 傅俊域<sup>2</sup>, 刘旭光<sup>2</sup>

(1. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081; 2. 黑龙江地质调查院, 哈尔滨 150036.)

**摘要:**野外地质调查和室内岩石学研究表明, 大兴安岭北段吉峰林场一带变质超基性岩为具有典型鬣刺结构的科马提岩。科马提岩系列由橄榄质科马提岩、玄武质科马提岩及拉斑玄武岩、辉长岩等岩石组成。科马提岩显示了从超镁铁质到镁铁质地球化学趋势, 拉斑玄武岩具有从富镁到富铁的趋势, 而上覆长英质火山岩则遵循钙-碱趋势。科马提岩稀土配分型式为类似于南非超镁铁质科马提岩的平坦型或轻稀土略富集而重稀土平坦型。科马提岩系列8件样品的Sm-Nd同位素数据构成一条相关性较好的等时线, 等时线年龄为 $1727\text{Ma} \pm 74.7\text{Ma}$ ,  $I_{\text{Nd}} = 0.510725 \pm 0.0000798$ ,  $\epsilon_{\text{Nd}}(t) = 6.94 \pm 1.56$ , 表明科马提岩形成于中元古代早期, 其源区为亏损的软流圈地幔。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; 鬣刺结构; 地球化学; 中元古代; 大兴安岭

中图分类号: P588.14<sup>+</sup>6, P584

文献标识码: A

由于中生代火山的强烈活动和古生代—中生代花岗岩类的大规模侵入, 曾广泛分布于大兴安岭北段的中元古界兴华渡口群呈包体状零星出露于火山岩或花岗岩中, 给该区前寒武纪构造性质的认识带来了一定的困难。我们在大兴安岭北段鄂伦春自治旗一带进行1:20万填图时发现, 吉峰林场一带前人曾认为是晚古生代的二辉橄榄岩、纯橄榄岩等侵入体, 实为具有典型鬣刺结构的科马提岩<sup>[1]</sup>, 这一发现为元古代构造演化研究提供了新的研究对象。本文对新发现的科马提岩从地质、矿物学、岩石化学、地球化学及同位素年代学方面进行初步研究, 并对西伯利亚板块南部大陆边缘前寒武纪构造性质进行探讨。

## 1 科马提岩的地质特征

科马提岩出露于内蒙鄂伦春自治旗吉峰林场东南约10km处(图1)。野外所见科马提岩系列由橄榄质科马提岩、玄武质科马提岩、拉斑玄武岩及辉长岩等岩石组成, 空间上与中元古界兴华渡口群紧密伴生。科马提岩、辉长岩与泥盆系—石炭系碳酸盐岩和碎屑岩系均为构造接触。科马提岩呈大小不等的构造透镜体沿NE向推覆构造带展布<sup>[2]</sup>, 透镜体大者长4km, 宽80m~800m, 小者长、宽仅数十米。

科马提岩上覆火山—沉积岩系由英安岩、流纹岩、火山碎屑岩和少量玄武岩及大量泥质

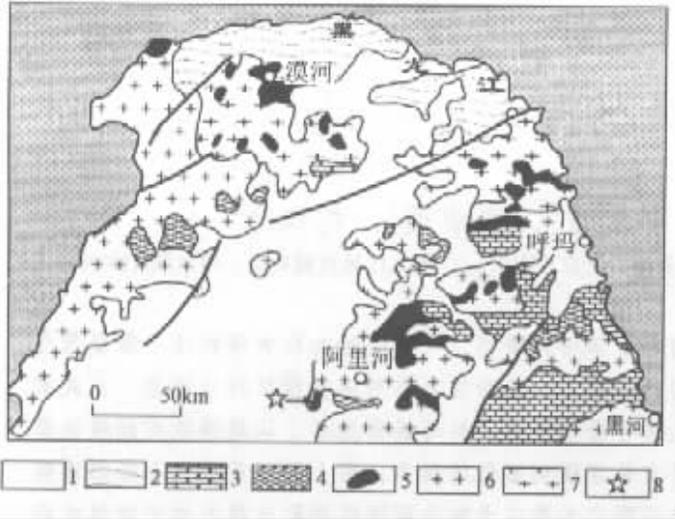


图 1 大兴安岭吉峰科马提岩地质简图

Fig.1 Geological sketch of the Jifeng komatiites in Daxinganling Mountains

- 1. 中生代火山岩; 2. 侏罗系; 3. 古生界; 4. 晚元古界; 5. 中元古界新华渡口群
- 6. 晚古生代—中生代花岗岩类; 7. 晚元古代花岗岩类; 8. 科马提岩出露点

和砂质沉积物夹层所组成，厚约 6400m。其中长英质凝灰岩中含新元古代藻类化石 *Baltisphaeridium sp.* 和 *Lophosphaeridium sp.*。科马提岩系列、拉斑玄武岩系列和上覆长英质火山岩系列构成一个完整的火山活动旋回。

## 2 科马提岩的矿物学特征

野外所见科马提岩均为黑色、墨绿色，隐晶质结构，致密块状，肉眼不易观察其矿物成份。岩石普遍遭受区域变质作用，几乎全部是由原生辉石、橄榄石和玻璃质变质而成的滑石、蛇纹石、

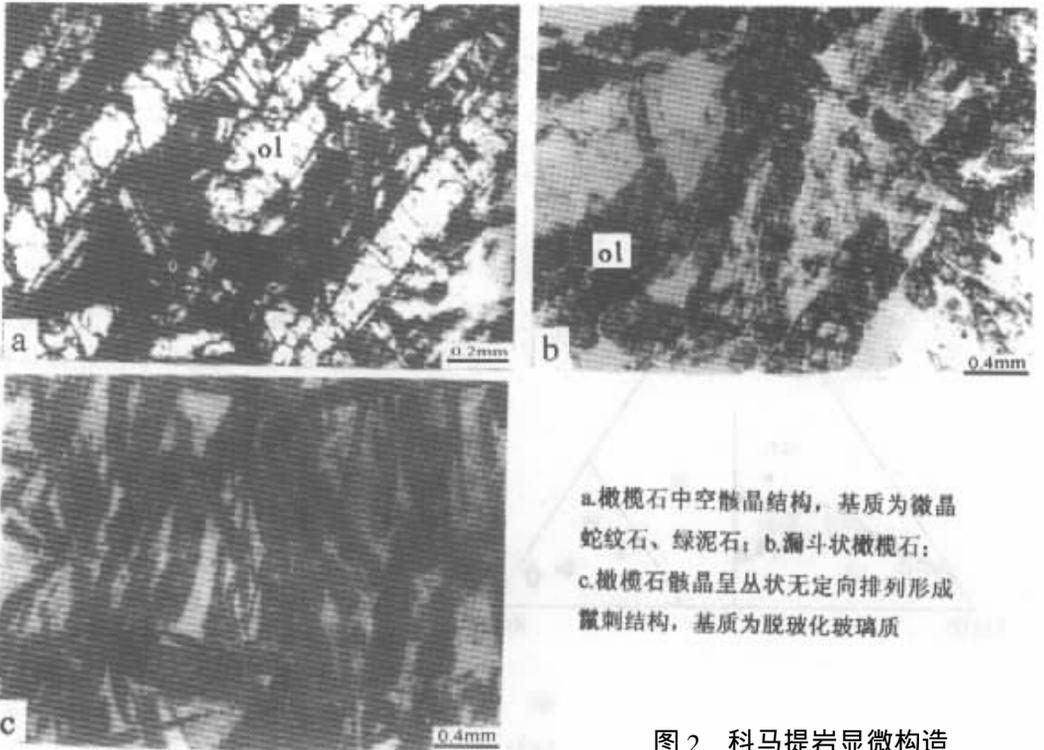
镁铝榴石、绿泥石等矿物组成，在保存较好的地方有残留橄榄石出现。镜下可见较新鲜岩石主要由橄榄石骸晶（约 60%）和少量辉石、铬尖晶石斑晶及脱玻化玻璃质组成。电子探针分析结果表明（表 1），橄榄石为镁橄榄石（ $Fo_{90} \sim Fo_{91}$ ），辉石为透辉石。X 光衍射分析表明<sup>[1]</sup>，大部分岩石由原生橄榄石、辉石和玻璃质变质而成的利蛇纹石、直闪石、滑石和少量绿泥石、石英、磁铁矿，镁铝榴石呈 0.1mm 大小的集合体包裹于蛇纹石中。有时可辨认橄榄石骸晶和辉石斑晶的假像。

显微镜下可见科马提岩中橄榄石具二种生长习性：一是呈骸晶状、长柱状，柱长 0.8 ~ 2.6mm，大部分晶体中心裂开，形成中空骸晶结构（图 2a）；二是呈长条的漏斗状、中心开裂（图 2b），具科马提岩流  $B_1$  带橄榄石结构特征<sup>[3]</sup>。而在弱蚀变科马提岩中橄榄石骸晶呈丛状、树枝状嵌布于脱玻化的玻璃基质中，形成典型的无定向鬣刺结构（图 2c）。结晶实验与热流计算表明，上述岩石结构并非由岩浆缓慢结晶作用形成，而是由于相当缓慢的晶核作用和橄榄石斑晶的快速生长而成<sup>[4]</sup>。这种从超基性熔体中衍生的特征结构说明吉峰地区的超基性岩为典型的科马提岩。

表 1 橄榄石和辉石化学成分/%

Table 1 Chemical compositions of the olivine and pyroxene/%

矿物	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
橄榄石	40.30	0.39	0.85	7.33	0.39	49.86	0.17	0.11	0.17	0.23
橄榄石	39.22	0.28	0.72	8.95	0.47	49.42	0.20	0.13	0.20	0.27
透辉石	54.32	0.31	0.52	1.92	0.37	17.92	22.60	0.14	0.13	1.30



a.橄榄石中空骸晶结构，基质为微晶蛇纹石、绿泥石；b.漏斗状橄榄石；c.橄榄石骸晶呈丛状无定向排列形成鬃刺结构，基质为脱玻化玻璃质

图 2 科马提岩显微构造  
Fig.2 Microstructure of komatiites

### 3 科马提岩的岩石化学与地球化学特征

由表 2 可见，吉峰科马提岩具有高 MgO 低 TiO<sub>2</sub> 及较高的 CaO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 比值。科马提岩中 MgO 含量变化于 27.90% ~ 32.16%。在 Jensen (1976) 的 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>—(FeO + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + TiO<sub>2</sub>)—MgO 三角图解中，科马提岩显示了从橄榄质到玄武质的地球化学趋势，拉斑玄武岩具有从富镁到富铁的趋势，这种趋势与科马提岩趋势垂直，具有世界上典型科马提质火山岩地球化学演化特征<sup>[4]</sup>。上覆长英质火山岩则遵循钙—碱趋势（图 3）。

科马提岩稀土元素采用 ICP-MS 方法分析，结果如表 3。岩石的 ∑REE 为 5.34 × 10<sup>-6</sup> ~ 17.46 × 10<sup>-6</sup>。稀土配分模式为平坦型或轻稀土略富集而重稀土平坦型（图 4）。(La/Yb)<sub>N</sub> 为 1.55 ~ 5.91，钕异常不明显，δEu 为 0.85 ~ 1.09。丰度 2 倍于球粒陨石值的稀土曲线，类似于南非橄榄质科马提岩<sup>[4]</sup>，表明吉峰科马提岩为原始科马提岩浆的产物。

表 2 科马提岩化学成分/%

Table 2 Chemical compositions of the Jifeng komatiites/%

样品号	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	nnn	总计	CaO/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1920W160	48.26	0.16	3.13	3.94	2.41	0.08	29.55	3.51	0.09	0.19	0.46	8.02	99.80	1.12
P16Gs8	42.26	0.05	4.69	4.35	3.66	0.06	32.00	4.46	0.60	0.10	0.05	8.04	100.32	0.99
1920E3	43.54	0.20	4.18	2.81	3.32	0.10	32.16	4.72	0.10	0.12	0.46	8.08	99.79	1.13
P16Gs3	48.94	0.10	4.66	4.08	2.70	0.05	27.90	2.97	1.12	0.20	0.07	7.89	100.68	0.64

表 3 科马提岩稀土元素含量/ $10^{-6}$

Table 3 The REE abundances/ $\times 10^{-6}$  of the komatiites

样品号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
P16B8	3.94	6.44	0.71	2.44	0.70	0.21	0.81	0.13	0.77	0.18	0.53	0.07	0.45	0.08
P16B6	0.784	1.628	0.19	0.681	0.244	0.106	0.361	0.067	0.446	0.112	0.273	0.053	0.341	0.053

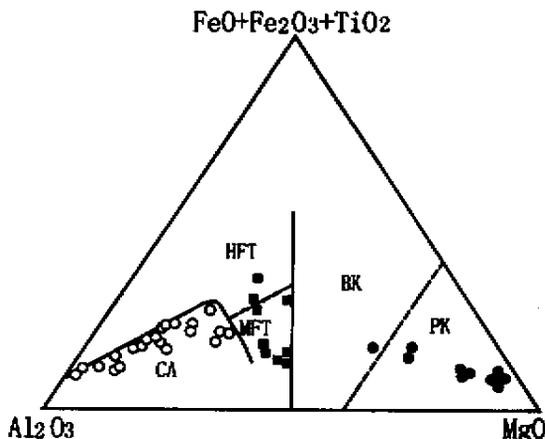


图 3 科马提岩系列岩石的 Jensen 图解

Fig.3 Jensen diagram of komatiite series rocks

PK. 橄榄质科马提岩; BK. 玄武质科马提岩;  
HFT. 高铁拉斑玄武岩; MFT. 高镁拉斑玄武岩  
CA. 钙碱性火山岩

0.21 ~ 0.34 之间, 变化较大, 形成的等时线可信度高。由此判断, 科马提岩形成于中元古代早期。这一年龄与广布于大兴安岭北段并构成松嫩地块的结晶基底的兴华渡口群的时限是一致的。

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 1727Ma, 代表了岩石的结晶年龄。正的  $\epsilon_{Nd}(t)$  值及平坦的稀土配分模式表明, 科马提岩来源于亏损的地幔源区<sup>[6]</sup>。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—晚元古代才从阿尔丹地盾裂解出来<sup>[7]</sup>。同时, 位于吉峰东北的环二库蛇绿岩套中的橄榄岩 Sm—Nd 模式年龄为 1470Ma<sup>[8]</sup>, 低于科马提岩系列等时线年龄, 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

## 4 结果与讨论

上述结果表明, 大兴安岭北段阿里河地区兴华渡口群中超镁铁质岩为具有典型鬣刺结构的科马提岩。在野外地质特征、常量、微量和稀土元素研究的基础上, 对吉峰林场地区科马提岩系列选择了 8 个样品进行 Sm—Nd 同位素测定, 8 个样品包括科马提岩、辉长岩和拉斑玄武岩。所测结果在  $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ — $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  等时线图上构成相关性较好的直线, 利用 Ludwig<sup>[5]</sup> 提出的计算方法, 得到的等时线年龄为  $T = 1727\text{Ma} \pm 74.7\text{Ma}$ ,  $I_{Nd} = 0.510725 \pm 0.0000798$ ,  $\epsilon_{Nd}(t) = +6.94 \pm 1.56$ 。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

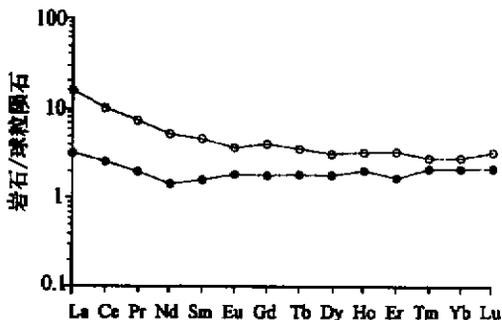


图 4 科马提岩稀土元素配分型式

Fig.4 The REE distribution patterns in the komatiites

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。

### 参 考 文 献

- [ 1 ] 赵海滨, 张海, 胡道功. 大兴安岭中北部吉峰地区中元古代科马提岩. 黑龙江地质 [ J ]. 1996, 7 ( 2 ): 19 ~ 25.
- [ 2 ] 胡道功. 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 [ J ]. 1994, 5 ( 2 ): 10 ~ 15.
- [ 3 ] Silva K E, Cheadle M J, Nisbet E G. The oringin of B1 zones in komatiite flows [ J ]. J. Petrol., 1997, 38 ( 11 ): 1565 ~ 1584.
- [ 4 ] Arndt N T, Nisbet E G. 科马提岩 [ M ]. 颜秉纲, 王炳熙, 白文吉, 等译. 北京: 地质出版社, 1986. 1 ~ 383.
- [ 5 ] Ludwig K R. Isoplot-a plotting and regression program for radiogenic-isotope data [ A ]. US Geol. Survey, Open-file Report, 01-445 [ C ]. 1995. 45.
- [ 6 ] Deaolo D J. Neodymium isotope geochemistry: an introduction. Springer-Verlag [ M ]. 1988, 187.
- [ 7 ] 王莹, 彭云彪, 刘继学, 等. 黑龙江地质构造述略. 黑龙江地质 [ J ], 1997, 8 ( 3 ): 1 ~ 9.
- [ 8 ] 胡道功, 谭成轩, 张海. 内蒙古阿里河地区中元古代蛇绿岩. 中国区域地质 [ J ], 1995, 55 ( 4 ): 334 ~ 338.

## THE GEOLOGICAL AND GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE JIFENG KOMATIITES IN THE DA HINGGAN LING MOUNTAINS

HU Dao-gong<sup>1</sup>, ZHENG Qing-dao<sup>2</sup>, FU Jun-yu<sup>2</sup>, LIU Xu-guang<sup>2</sup>

( 1. Institute of Geomechanics, CAGS, Beijing 100081, China ;

2. Helongjiang Geological Survey Institute, Haerbin 150036, China. )

**Abstract** : Field geological survey and geochemistry indicate that the metamorphic ultrabasic rock in Jifeng area of the north Da Hinggan Ling Mountains is komatiite with spinifex texture. The komatiite series consists of the ultramafic komatiite, basaltic komatiite, tholeiite and gabbro. The komatiite displays a geochemical trend from ultramafic to mafic, and the tholeiite shows a geochemical trend from rich-Mg to rich-Fe. The felsic igneous rock overlying the komatiite series displays a calc-alkaline trend. The komatiite REE patterns show smooth or slightly rich in LREE, similar to that from South Africa. The eight samples composed of komatiite, tholeiite and gabbro yield a reasonable isochron age of  $1727\text{Ma} \pm 74.7\text{Ma}$  with  $I_{\text{Nd}} = 0.510725 \pm 0.0000798$ ,  $\epsilon_{\text{Nd}}(t) = 6.94 \pm 1.56$ . It is suggested that the Jifeng komatiites were derived from the depleted rheosphere mantle during the early Mesoproterozoic. This crustal accretion event might be related to the splitting of the Songnen Massif from the southern continental margin of the Siberia Massif.

**Key words** : komatiite ; spinifex texture ; geochemistry ; Mesoproterozoic ; the Da Hinggan Ling Mountains