

# 吉林龙岗晚更新世玄武岩的铀系组分析法年龄证据\*

于福生<sup>1;1)</sup> 袁万明<sup>1</sup> 韩松<sup>1</sup> 马志邦<sup>2</sup> 靳克<sup>3</sup>

1 (中国科学院高能物理研究所 北京 100039)

2 (中国科学院地质与地球物理研究所 北京 100029)

3 (吉林省地矿局资料处 长春 130022)

**摘要** 吉林龙岗火山是我国近代仍有喷发活动的火山区之一,在历史时期曾发生过多次喷发活动,确定每次喷发的具体时代对评价和预测火山灾害具有重要意义.在大椅子山和吊水湖两地采集的碱性玄武岩样品,被磁选分离后,通过铀系组分析法测定,获得的年龄分别为距今 $(71 \pm 9)$ ka,  $(106 \pm 13)$ ka.说明龙岗地区在晚更新世有过强烈的火山喷发活动.

**关键词** 铀系组分析法 晚更新世 火山喷发 吉林龙岗

## 1 引言

龙岗火山群位于吉林省辉南-靖宇县境内,地处龙岗山脉中段,是我国东北地区著名的活火山群之一,属于广义长白山火山岩浆系统的不同演化阶段的产物,具有潜在的喷发危险<sup>[1]</sup>.在面积近 $1700\text{km}^2$ 的范围内,星罗棋布约 160 多座火山锥、火山口、火山口湖(龙湾)<sup>[2]</sup>.其中,金龙顶子火山和大椅子山火山是龙岗火山群中地质研究程度较高的两座具有多期活动历史的火山<sup>[3]</sup>,其喷发周期的精细研究是评价和预测火山灾害的关键因素之一.前人一般认为:(1)大椅子山火山由小椅子山期熔岩、大椅子山期火山渣锥和碎屑席、金龙顶子期玄武岩组成.大椅子山期是火山喷发的主要阶段,时代属于早更新世<sup>[4]</sup>或中更新世<sup>[5]</sup>,证据是地层间的接触关系,或与金川大龙湾火山碧玄岩的 K-Ar 同位素年龄 $(1.23 \pm 0.056\text{Ma})$ <sup>[6]</sup>对比,而无直接的年代学证据.(2)金龙顶子火山发育在小椅子山期熔岩台地之上,由四海期 $(1580 \pm 70\text{a})$ <sup>[7]</sup>火山碎屑堆积物、金龙顶子期熔岩组成.关于金龙顶子期的喷发时代及其与四海期之间的先后关系认识不同.1:20 万区调资料认为金龙顶子期玄武岩位于四海期火山渣层之上,时

代均置于全新世<sup>[8]</sup>.嗣后,刘祥等人根据吊水湖公路剖面所见到的四海期火山渣层与下伏熔岩层间的不整合接触关系,将金龙顶子期归为晚更新世<sup>[9]</sup>.解决这些分歧的最好途径是进行年代学研究,但由于上述火山喷发物中缺乏用来测年的石英、长石斑晶,常规的定年方法难以适用.火山岩中普遍存在的 $^{230}\text{Th}$ - $^{238}\text{U}$ 不平衡现象,使得铀系法成为年轻火山岩适用的同位素年龄测定方法,如夏明等人<sup>[10]</sup>、梁卓成等人<sup>[11]</sup>和王非等人<sup>[12]</sup>分别利用 $\alpha$ 能谱铀系法和 HP-TIMS 铀系法成功地测定了腾冲火山岩的年龄.本次研究采用铀系组分析法对大椅子山火山渣锥中的熔岩夹层及吊水湖瀑布附近的熔岩进行了同位素年龄测定.

## 2 铀系组分析法测定年轻火山岩样品年龄的依据

大量实验证明,在岩浆演化过程中存在 $^{230}\text{Th}$ - $^{238}\text{U}$ 不平衡现象,其中 $^{230}\text{Th}$ 的总量可用下列公式表示:

$$^{230}\text{Th} = ^{230}\text{Th}_0 e^{-\lambda_{230}t} + ^{238}\text{U}(1 - e^{-\lambda_{230}t}), \quad (1)$$

式中 $^{230}\text{Th}_0 e^{-\lambda_{230}t}$ 为 $^{230}\text{Th}$ 的衰变, $^{238}\text{U}(1 - e^{-\lambda_{230}t})$

2003-03-31 收稿,2003-05-22 收修改稿

\* 中国科学院重要发展方向性项目(KJCN-01)资助

1) E-mail: yufsh@mail.ihep.ac.cn

为<sup>230</sup>Th 的积累.

如果各矿物有相同的<sup>230</sup>Th / <sup>232</sup>Th 值和不同的<sup>238</sup>U / <sup>232</sup>Th 值,公式(1)可转换为

$$\frac{{}^{230}\text{Th}}{{}^{232}\text{Th}} = \left(\frac{{}^{230}\text{Th}}{{}^{232}\text{Th}}\right)_0 e^{-\lambda_{230}t} + \frac{{}^{238}\text{U}}{{}^{232}\text{Th}}(1 - e^{-\lambda_{230}t}), \quad (2)$$

式中 $\left(\frac{{}^{230}\text{Th}}{{}^{232}\text{Th}}\right)_0$ ——矿物中 Th 同位素的初始比值,

$(1 - e^{-\lambda_{230}t})$ ——矿物的等时线斜率.

各矿物的<sup>230</sup>Th / <sup>232</sup>Th 对<sup>238</sup>U / <sup>232</sup>Th 作图可以得到一条等时线,等时线斜率的变化是时间的函数, $(\frac{230}{232}\text{Th} / \frac{238}{232}\text{Th})_0$ 是当  $t = 0$  时各矿物决定的水平线在纵坐标上的截距,反映整个体系的初始比值. 火山岩中的铀和钍主要富存在锆石、磷灰石、独居石等副矿物中,而主要造岩矿物的铀和钍含量极少. 等时线模式要求必须选出具有不同<sup>238</sup>U / <sup>232</sup>Th 值的单矿物,这不仅是一项繁重的工作,而且对于年轻的火山岩来说,几乎不可能实现. 过去采用的稀酸淋滤方

法很难保证<sup>238</sup>U 和<sup>230</sup>Th 按其相应年龄比值等比例地和同时地被溶解出来,因为淋滤时可能把分布在颗粒边界、解理缝中的铀先溶解出来,或者根据齐拉-却尔曼斯效应子体核素先于母体核素淋滤出. 这样势必造成铀和钍同位素分馏,而哪一次是否发生分馏,以及分馏程度之大小,均无法得到验证,这将直接影响测试年龄数据的可靠性. 为此,本研究中采用组分析法. 即根据矿物的磁性,用磁选法将全岩分成若干个组分,并对每个组分进行全溶. 然后,分别测试其铀和钍同位素的比值,根据公式(2)计算出年龄值. 夏明、马志邦等人用此方法对云南腾冲盆地北来凤山、老龟坡山和马鞍山火山岩样品进行了成功的测试,结果与地层顺序吻合较好<sup>[1]</sup>.

### 3 样品特征

Th2 号样品采自大椅子山东南翼露天采石场剖

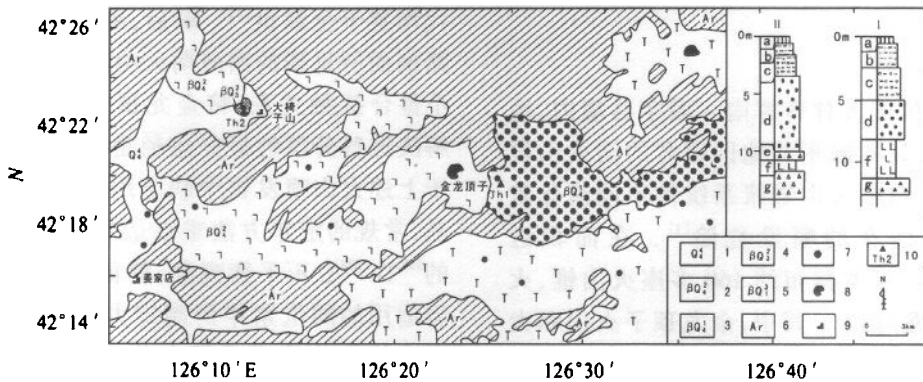


图 1 吉林龙岗火山群区域地质图(据 1:20 万镜宇县幅,1979 及野外实测改编)

- 1 全新世冲积物; 2 全新世玄武岩; 3 全新世火山渣; 4 晚更新世玄武岩; 5 早更新世玄武岩; 6 太古界; 7 主要火山口; 8 火口湖(龙湾); 9 居民地; 10 取样点及编号. I-Th1 号样柱状剖面图 II-Th2 号样柱状剖面图.
- a 黄土; b 细粒火山渣层; c 中粒火山渣; d 粗粒火山渣夹火山弹; e 火山角砾岩; f 玄武岩; g 火山角砾岩.

表 1 大椅子山火山喷发物岩石化学分析结果(西北大学大陆动力学实验室测试)

样号	岩性	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TFe <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>	LOI	TOTAL
LG02-X12	紫色玄武岩	49.06	2.12	16.40	11.72	6.62	0.16	6.58	7.45	3.62	2.13	0.69	0.28	100.21
LG02-X13	紫色玄武岩	48.59	2.15	16.57	11.88	6.85	0.17	6.70	7.40	3.22	2.20	0.71	0.62	100.21
LG02-X14	火山角砾岩	46.44	2.26	17.78	12.54	5.68	0.17	6.93	7.32	2.63	1.20	0.60	2.30	100.17
LG02-X14R	火山角砾岩	46.43	2.26	17.78	12.48	5.65	0.17	6.89	7.29	2.63	1.20	0.60	2.30	100.03
LG02-X15	紫色玄武岩	48.25	2.40	16.31	12.38	0.25	0.17	6.45	7.62	3.75	2.10	0.53	0.28	100.24
LG02-X16	紫色火山弹	50.66	2.13	16.00	11.51	1.95	0.16	6.28	7.23	3.67	2.14	0.47	0.12	100.37
LG02-Q9	黑色火山渣	46.23	2.48	16.58	11.99	8.68	0.17	7.21	7.60	3.36	2.17	0.55	1.44	99.78
LG02-Q10	黑色火山渣	48.80	2.33	16.29	12.21	6.65	0.17	6.68	7.57	3.72	2.14	0.51	-0.34	100.08
LG02-Q11	黑色火山渣	49.07	2.33	16.37	12.25	8.05	0.18	6.64	7.59	3.69	2.16	0.51	-0.46	100.33
LG02-Q12	紫色火山渣	47.08	2.08	16.57	12.07	1.75	0.17	8.27	5.64	3.03	2.06	0.53	2.44	99.94
LG02-Q13	紫色火山渣	47.17	2.18	15.67	12.27	2.08	0.17	9.03	6.10	3.32	2.06	0.57	1.19	99.73
LG02-Q14	褐色火山渣	50.55	2.12	15.86	11.55	1.62	0.16	6.28	6.99	4.00	2.19	0.46	0.25	100.41
LG02-X17	紫色玄武岩	47.75	2.14	14.97	12.16	5.88	0.18	10.23	6.58	3.12	1.98	0.53	0.62	100.26
LG02-X18	紫色玄武岩	48.28	2.19	15.53	12.12	6.42	0.18	8.82	6.77	3.49	2.16	0.61	0.22	100.37
LG02-X24	紫色玄武岩	47.89	2.42	16.39	12.01	8.92	0.17	7.50	7.21	3.92	2.43	0.57	-0.56	99.95

面(图 1-Ⅱ) f 层玄武岩, 地理坐标为东经 126°11'54", 北纬 42°22'27"。玄武岩为紫色, 致密块状结构, 具流动状构造, 镜下为玻基斑状结构, 斑晶为橄榄石、斜长石、辉石, 含量 < 5%, 粒径小于 1.5mm。玄武岩层呈透镜状夹于紫色火山角砾岩之内, 厚 50—120cm, 断续出露长度约 15m。玄武岩之上依次为火山角砾岩 - 粗粒火山渣 - 中粒火山渣 - 细粒火山渣(具层理), 其间未见大的火山喷发或沉积间断, 15 个岩石化学分析结果(表 1)在 SiO<sub>2</sub> - (K<sub>2</sub>O + Na<sub>2</sub>O)图解中投在碱性玄武岩区, 说明它们均属碱

性玄武岩。

Th1 样品采自金龙顶子火山东南吊水湖瀑布西侧剖面(图 1-Ⅰ) f 层, 地理坐标为东经 126°25'36", 北纬 42°19'27"。样品岩性为深灰色含橄榄石玄武岩, 斑晶为橄榄石、斜长石, 含量 < 5%, 粒径小于 2mm, 基质为填间结构或间隐结构。玄武岩之上为四海期粗粒 - 中粒 - 细粒火山渣组成的碎屑席, 18 个岩石化学分析结果(表 2)及前人资料<sup>[13]</sup>表明它们为粗面玄武岩。

表 2 金龙顶子火山喷发物岩石化学分析结果(西北大学大陆动力学实验室测试)

样号	岩性	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TFe <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>	LOI	TOTAL
LG02-Q1	黑色火山渣	47.99	2.33	16.35	11.90	7.92	0.17	7.87	7.28	3.74	2.34	0.55	-0.45	100.07
LG02-Q3	黑色火山渣	48.19	2.39	16.38	12.09	7.85	0.18	7.17	8.02	3.71	2.03	0.52	-0.38	100.30
LG02-Q3R	黑色火山渣	48.24	2.38	16.40	12.13	7.88	0.18	7.28	8.02	3.67	2.04	0.52	-0.48	100.38
LG02-Q5	黑色火山渣	48.09	2.34	16.19	11.95	8.32	0.17	8.34	7.29	3.71	2.31	0.55	-0.56	100.38
LG02-Q7	黑色火山渣	49.80	2.10	16.15	11.85	8.70	0.16	6.97	7.29	3.79	2.06	0.55	-0.49	100.23
LG02-Q8	褐色火山渣	49.04	2.16	16.85	12.29	4.70	0.17	5.68	6.53	3.48	2.24	0.89	0.78	100.11
LG02-X1	灰色玄武岩	48.44	2.42	16.66	12.04	8.00	0.17	6.55	7.77	3.78	2.44	0.54	-0.51	100.30
LG02-X1R	灰色玄武岩	48.31	2.43	16.62	12.05	7.98	0.17	6.49	7.78	3.82	2.45	0.54	-0.54	100.12
LG02-X2	灰色玄武岩	50.37	1.97	17.59	11.62	7.65	0.18	4.60	5.98	4.55	2.99	0.86	-0.26	100.45
LG02-X4	灰色玄武岩	49.91	2.00	17.18	11.53	0.38	0.18	5.39	6.53	4.02	2.70	0.78	0.21	100.43
LG02-X5	灰色玄武岩	50.69	1.89	17.60	11.58	7.80	0.18	4.43	5.86	4.68	3.05	0.90	-0.39	100.47
LG02-X6	灰色玄武岩	49.35	2.07	16.91	11.69	8.25	0.18	6.19	6.44	4.20	2.74	0.76	-0.24	100.29
LG02-X7	紫色火山弹	49.41	2.11	16.75	12.10	0.25	0.17	5.35	7.15	3.90	2.29	0.94	0.32	100.49
LG02-X8	灰色玄武岩	50.08	2.16	16.58	11.84	8.30	0.17	5.86	7.13	3.93	2.31	0.65	-0.32	100.39
LG02-X9	灰色玄武岩	48.31	2.46	15.90	12.79	8.15	0.17	6.99	7.72	3.42	2.00	0.50	0.16	100.42
LG02-X20	紫色火山弹	49.53	2.10	16.74	12.05	0.12	0.16	5.44	7.15	3.97	2.06	0.93	0.33	100.46
LG02-X21	含橄玄武岩	48.49	2.36	16.55	11.98	9.18	0.17	6.82	7.88	3.76	2.34	0.53	-0.46	100.42
LG02-X23	含橄玄武岩	49.75	1.96	17.09	11.56	7.92	0.18	5.53	6.45	4.50	2.80	0.80	-0.25	100.37

## 4 测试流程

### 4.1 样品处理

将野外采集的样品用磁选法分成 3—4 个组分

(表 3), 称取 1—2g 子样品用 2N 的 HNO<sub>3</sub> 溶解, 离心分离出其中的不溶物, 并用 HNO<sub>3</sub> + HF + HClO<sub>4</sub> 全溶, 蒸干后以 2N 的 HNO<sub>3</sub> 取出, 合并, 加入 <sup>236</sup>U-<sup>229</sup>Th 平衡示踪剂, 静止, 过夜。

表 3 龙岗火山群晚更新世玄武岩的 U, Th 同位素数据和年龄值

编号	样号	采样位置	岩性	磁选组分	U/ppm	Th/ppm	<sup>230</sup> Th/ <sup>232</sup> Th	<sup>230</sup> U/ <sup>232</sup> Th	年龄/ka BP
LG02Th-1	Th1	吊水湖	玄武岩	0.5A	1.85 ± 0.07	5.47 ± 0.27	0.7550 ± 0.0510	1.0188 ± 0.0631	106 ± 13
				1A	2.73 ± 0.15	8.16 ± 0.62	0.6598 ± 0.0746	1.0060 ± 0.0952	
				1.5A	3.51 ± 0.17	12.77 ± 0.71	0.5816 ± 0.0467	0.8267 ± 0.0613	
				尾矿	5.50 ± 0.25	14.99 ± 0.73	0.7459 ± 0.0501	1.1040 ± 0.0734	
LG02Th-2	Th2	大椅子山	玄武岩	0.5A	1.76 ± 0.11	4.08 ± 0.21	1.0608 ± 0.0276	1.2986 ± 0.1027	71 ± 9
				0.8A	0.81 ± 0.08	2.01 ± 0.15	1.0576 ± 0.1077	1.2082 ± 0.1496	
				1A	0.55 ± 0.05	1.70 ± 0.14	0.9531 ± 0.1110	0.9836 ± 0.1202	
				2A	1.90 ± 0.12	6.77 ± 0.34	0.8519 ± 0.0596	0.8544 ± 0.0662	

注: 测试单位为中国科学院地质与地球物理所

## 4.2 放射化学分离与纯化

U 和 Th 的分离与纯化在阴离子树脂交换柱 (Dowex1 × 8, 100—200 目, Cl<sup>-</sup>) 上完成. 其主要步骤为: 在样品溶液中加入 16mgFeCl<sub>3</sub> 做载体, NH<sub>4</sub>OH 调至 pH = 7—8, U 和 Th 与 Fe(OH)<sub>3</sub> 共沉淀. 用 8N 的 HCl 取出沉淀物, 倾入阴离子交换柱 (10cm × 1cm). Th 和 Al 可以通过此柱, U 和 Fe 则被树脂吸附. 用 8N 的 NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>-0.1N 的 HNO<sub>3</sub> 洗去 Fe, 用 0.1N 的 HNO<sub>3</sub> 洗脱 U, 蒸干. 将含 Th 的 HCl 溶液蒸至小于 20mL, 加入 NH<sub>4</sub>OH 共沉淀 Th 与 Al(OH)<sub>3</sub>. 在 7N 的 HNO<sub>3</sub> 中取出沉淀物倾入同一交换柱. 用 7N 的 HNO<sub>3</sub> 洗去 Al, 用 0.1N 的 HNO<sub>3</sub> 洗脱 Th, 蒸干. 经纯化的 U 和 Th 用 TTA-苯混合液萃取, 制成 α 薄源, 备测量.

## 4.3 α 谱测量

α 谱测量是在国产 B-1221 型微机 4096 道 α 谱仪上完成的, 真空度约为 (2—4) × 1.33Pa, 能量分辨率约为 50keV. 获得 U 和 Th 同位素的 α 谱后, 按相关文献进行数据处理和可变本底及其他因子校正<sup>[14]</sup>.

## 5 结果与讨论

采用上述流程测试的两个样品各组分 U, Th 含量及其同位素比值见表 3, <sup>230</sup>Th / <sup>232</sup>Th-<sup>238</sup>U / <sup>232</sup>Th 等时线斜率和相关系数见图 2 和图 3, 通过计算求出 Th1 号样品年龄为 (106 ± 13)ka, Th2 号样品年龄为 (71 ± 9)ka. 虽然 Th1 号样品等值线相关系数略差于 Th2 号样品, 但处于铀系组法定年的最佳范围<sup>[15]</sup>. 从野外地层间的接触关系分析, Th1 号样品位于全新世四海期火山渣层 (1580 ± 70a)<sup>[7]</sup> 之下, 早更新世小椅子山期熔岩 (1.49 ± 0.50Ma)<sup>[6]</sup> 台地之上, 其合理年龄应介于两者之间. Th2 号样品下伏早

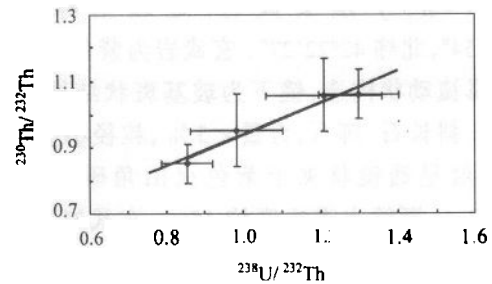


图 2 大椅子山火山玄武岩的 <sup>230</sup>Th / <sup>232</sup>Th-<sup>238</sup>U / <sup>232</sup>Th 等时线图  
线性方程:  $y = 0.465 + 0.47x$ ; 相关系数:  $R = 0.973$ .

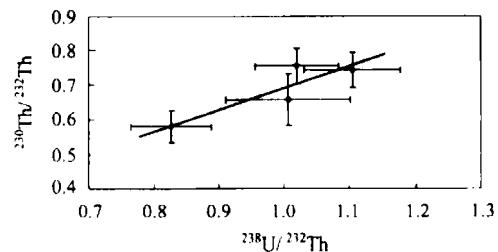


图 3 金龙顶子火山玄武岩的 <sup>230</sup>Th / <sup>232</sup>Th-<sup>238</sup>U / <sup>232</sup>Th 等时线图  
线性方程:  $y = 0.07 + 0.624x$ ; 相关系数:  $R = 0.893$ .

更新世黏土层, 之上被晚更新世黄土覆盖, 其年龄变化范围在中更新世—晚更新世. 因此可以认 Th1, Th2 号样品的定年结果在地质上是完全可以接受的. 说明金龙顶子火山、大椅子山火山在晚更新世曾有过喷发活动, 与樊祺诚最近采用 K-Ar 法所获得的龙岗火山群 100 多座火山渣锥形成的时代 (0.68—0.05Ma)<sup>[1]</sup> 范围相吻合, 说明研究区大规模火山造锥活动主要发生在中—晚更新世. Th1, Th2 号样品分别采自金龙顶子火山和大椅子山火山渣锥底部熔岩夹层, 野外见到两座火山渣锥的中上部不同层位仍含有熔岩夹层, 说明可能存在多期喷发间断. 两座火山渣锥顶部的熔岩代表最晚一次火山活动, 即金龙顶子期, 其形成时代晚于四海期. 因此, Th1 号样品年龄不能代表金龙顶子期玄武岩的形成时代, 仅能代表金龙顶子火山造锥起始阶段.

## 参考文献 (References)

- FAN Qi-Cheng, SUI Jian-Li, LIU Ruo-Xin et al. Acta Petrologica Sinica, 2002, 18(4):495—500 (in Chinese)  
(樊祺诚, 隋建立, 刘若新等. 岩石学报, 2002, 18(4):495—500)
- OU Xiang-Xi. Jilin Geology, 1984, 3(1):76—81 (in Chinese)  
(欧祥育. 吉林地质, 1984, 3(1):76—81)
- WANG Yan-Sheng, JIN Ke. Geological Review, 1999, 45(Sup): 332—337 (in Chinese)  
(王彦生, 靳克. 地质论评, 1999, 45(增刊):332—337)
- LIU Xiang, XIANG Tian-Yuan. Cenozoic Volcanoes and Pyroclastic Deposits in Northeastern China Resources and Hazards. Changchun: Jilin University Publisher, 1997, 83—94 (in Chinese)  
(刘祥, 向天元. 中国东北地区新生代火山和火山碎屑堆积物资源与灾害. 长春: 吉林大学出版社, 1997, 83—94)
- Geology and Mineral Resource Bureau of Jilin Province. Regional Geological Records of Jilin Province. Beijing: Geological Publisher, 1982, 270—271 (in Chinese)

- (吉林省地矿局. 吉林省区域地质志. 北京:地质出版社, 1982, 270—271)
- 6 LIU Jia-Qi. *Acta Petrologica Sinica*, 1987, 3(4):21—31(in Chinese)  
(刘嘉麒. 岩石学报, 1987, 3(4):21—31)
- 7 LIU Xiang, XIANG Tian-Yuan, WANG Xi-Kui. *Jilin Geology*, 1989, 8(1):30—41(in Chinese)  
(刘祥, 向天元, 王锡魁. 吉林地质, 1989, 8(1):30—41)
- 8 Geology and Mineral Resource Bureau of Jilin Province. *Regional Survey Report of Jingyu County at 1 to 200,000 Scale*, 1979, 101—116(in Chinese)  
(吉林省地矿局. 靖宇县幅(1:20万)区调报告. 1979, 101—116)
- 9 LIU Xiang, ZHANG Cheng-Liang. *Jilin Geology*, 1997, 16(3):1—8  
(in Chinese)  
(刘祥, 张成梁. 吉林地质, 1997, 16(3):1—8)
- 10 XIA Ming, MA Zhi-Bang, ZHANG Cheng-Hui. *Quaternary Research*, 1995, 15(4):343—352(in Chinese)  
(夏明, 马志邦, 张承蕙. 第四纪研究, 1995, 15(4):343—352)
- 11 LIANG Zhuo-Cheng, ZHOU Xiu-Yun. *Geochemistry*, 1985, 3(3):227—235(in Chinese)  
(梁卓成, 周秀云. 地球化学, 1985, 3(3):227—235)
- 12 WANG Fei, PENG Zi-Cheng, CHEN Wen-Ji et al. *Chinese Science Bulletin*, 1999, 44(17):1878—1882(in Chinese)  
(王非, 彭子成, 陈文奇等. 科学通报, 1999, 44(17):1878—1882)
- 13 FAN Qi-Cheng, LIU Ruo-Xin, WEI Hai-Quan et al. *Acta Petrologica Sinica*, 1999, 15(4):584—589(in Chinese)  
(樊祺诚, 刘若新, 魏海全等. 岩石学报, 1999, 15(4):584—589)
- 14 XIA Ming, ZHANG Cheng-Hui, MA Zhi-Bang. *Scientia Sinica*, 1987, B(4):212—224(in Chinese)  
(夏明, 张承蕙, 马志邦. 中国科学, 1987, B(4):212—224)
- 15 CHEN Wen-Ji, JI Feng-Ju, WANG Fei. *Dating on Young Geologic System(continue)*. Beijing: Seismic Publisher, 1999, 103—110(in Chinese)  
(陈文奇, 计凤桔, 王非. 年轻地质体系的年代测定(续). 北京:地震出版社, 1999, 103—110)

## U-Series Component Dating for Late Pleistocene Basalt of Longgang, Jilin Province\*

YU Fu-Sheng<sup>1,1)</sup> YUAN Wan-Ming<sup>1</sup> HAN Song<sup>1</sup> MA Zhi-Bang<sup>2</sup> JIN Ke<sup>3</sup>

1(Institute of High Energy Physics, CAS, Beijing 100039, China)

2(Institute of Geology and Geophysics, CAS, Beijing 100029, China)

3(Information of Geological and Mineral Resource Bureau of Jilin, Changchun 130022, China)

**Abstract** Longgang volcanic swarm belongs to one of volcanic areas which have been active since modern times. In view of multiple eruptions during histories, it is very important to determine age of every eruption for evaluating volcanic hazards. The alkaline basalt samples taken from Dayizishan and Diaoshuihu are analyzed by U-series component method, after magnetic separation. The ages of the two samples are  $(71 \pm 9)$  ka,  $(106 \pm 13)$  ka before presence, respectively. These data indicate that there exist intensively eruptive activities during late Pleistocene.

**Key words** U-series component method, late Pleistocene, volcanic eruption, Longgang

Received 31 March 2003, Revised 22 May 2003

\* Supported by Chinese Academy of Sciences (KJCN-01)

1) E-mail: yufsh@mail.ihp.ac.cn