

文章编号: 1007-3701(2005)03-0010-08

贝加尔裂谷带通京盆地呼兰霍博克火山的玄武岩岩石学和地球化学特征

严 溶¹, 周汉文², 余朝丰¹, 李 泉³

(1. 中国地质大学研究生院, 武汉 430074 2. 中国地质大学地球科学学院, 武汉 430074 3. 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029)

摘要 位于贝加尔裂谷带西南端通京盆地的呼兰霍博克火山为玄武岩质碎屑锥, 玄武岩由高拉长石、贵橄榄石、普通辉石和火山玻璃组成, 其矿物组成及 $\text{SiO}_2 - (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 图和 $\text{Hf} - \text{Th} - \text{Ta}$ 图指示为碱性玄武岩。CIPW 标准矿物特征、岩石化学成分和单斜辉石化学成分特征表明岩石属碱性系列, 钠质型。稀土元素和微量元素的地球化学特征表明岩石为裂谷初期玄武岩。初步推断原始岩浆来源于上地幔, 斑晶可能于 16.5 km 深处的次生壳层岩浆房结晶。

关键词 玄武岩 裂谷初期 贝加尔裂谷

中图分类号 P588.14+5

文献标识码 A

火山活动是裂谷形成、演化中一个十分重要的地质作用。贝加尔裂谷带是典型的现代大陆裂谷之一。通京盆地是贝加尔裂谷初期阶段的内陆盆地。研究通京盆地中的现代火山岩可以直接认识现代裂谷初期玄武岩的岩石学特征, 为研究古裂谷火山岩提供一个对比的标准。

笔者等在伊尔库茨克野外实习期间, 对贝加尔裂谷带的中心含水盆地——贝加尔盆地和西南端的干陆盆地——通京盆地进行了实地考察。在通京盆地, 我们重点对其东北部的现代火山群进行了调查, 并在呼兰霍博克火山采集了岩石样品, 为该文收集了宝贵的资料。

1 地质概况

贝加尔裂谷带地处亚洲中部, 由达尔哈特裂谷、库苏古尔裂谷、通京裂谷等 12 个主要大型裂谷盆地组成^[1]。其中通京盆地位于裂谷带西南端的

火山活动发育区, 是唯一能在地表见到现代火山的内陆盆地(图 1)。

通京盆地火山活动始于晚白垩世—早第三世早期, 中新世—早上新世、始新世、更新世都有大规模的火山活动, 形成大面积的玄武岩及玄武质火山碎屑岩。最晚一期火山活动是更新世晚期—全新世, 在通京盆地东北部形成了大规模壮观的近代—现代火山群。在通往阿尔尚的公路两侧见有 20 座火山(图 2)。火山底座大小为 25 m × 50 m ~ 875 m × 1250 m, 火山锥高 6 ~ 107 m, 火山锥顶部通常有 1 ~ 4 个火山口。火山锥由气孔状、泡沫状玄武岩、火山渣、熔岩集块、熔岩团、火山弹、熔岩饼等组成, 多为碎屑锥, 少量为熔岩锥。火山岩岩性多为碱性橄榄玄武岩、碧玄岩。火山基座与底部熔岩—火山碎屑系相连, 由于被耕地、植被覆盖, 基底岩系产状不详。

在通往阿尔尚公路右侧, 有一座哈拉鲍尔托克火山, 布里亚特语中称为“黑山”, 高达 150 m。据 Лабацкая 教授介绍, 在火山渣锥中的碱性玄武岩中见有尖晶石二辉橄榄岩、辉石岩包体和单斜辉石、钛铁矿以及长石巨晶。公路左侧有一座塔尔斯克

收稿日期 2005-02-24

基金项目 教育部地质学理科基地班基金。

作者简介 严溶(1981—), 女, 硕士研究生, 从事矿物学、岩石学及矿床学研究。

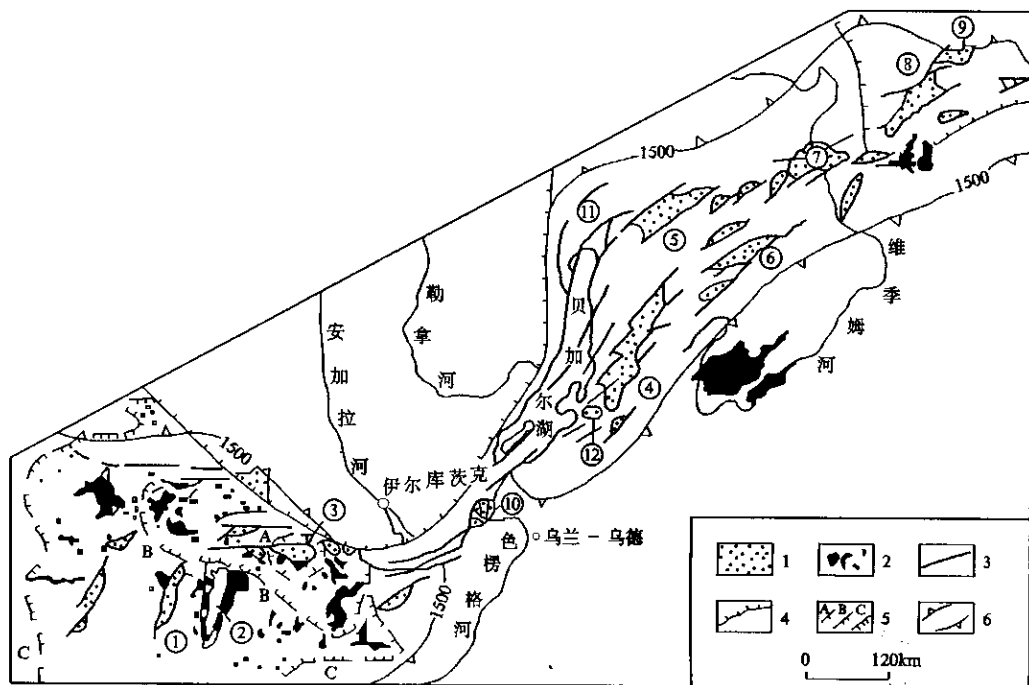


图1 贝加尔裂谷带裂谷及火山区的分布(据杨巍然等,1994^[1])

Fig. 1 The distribution of rift and volcanic rock in Baikal rift field

1. 裂谷 2. 火山岩区 3. 新第三纪 - 第四纪活动断裂 4. 西伯利亚地台的分界线 5. 火山活动的范围:(A) 晚白垩纪 - 早第三纪;(B) 渐新世 - 早上新世;(C) 中上新世 - 全新世 6. 两翼穹状隆起,其轮廓为1500 m的白垩纪 - 早第三纪夷平面等高线,圆圈内的数字表示较大的裂谷盆地 ① 达尔哈特裂谷 ② 库苏古尔裂谷 ③ 通京裂谷 ④ 巴尔古津裂谷 ⑤ 上安加拉裂谷 ⑥ 齐巴 - 巴翁托夫裂谷 ⑦ 穆依裂谷 ⑧ 恰拉裂谷 ⑨ 托京裂谷 ⑩ 南贝加尔裂谷 ⑪ 北贝加尔裂谷 ⑫ 乌斯特巴尔古津裂谷

火山,布里亚特语中称为“葫芦山”,底座大小为775 m×1225 m,高68.5 m,顶部有4个火山口,最大的火山口达150 m×150 m。在塔尔斯克火山和呼兰霍博克村之间有一座火山我们称之为呼兰霍博克火山。

呼兰霍博克火山基座大小为275 m×325 m,平面形态像一个平放的葫芦。火山锥高16 m,顶部有一个120 m×120 m的火山口。由于当地开采火山碎屑作水泥原料,形成一个人工剖面,展示火山锥由火山弹、熔岩饼、熔岩团、火山集块、火山渣和火山灰等组成,是一座碎屑锥。火山碎屑呈层状,层理与火山锥坡度一致。大的熔岩团呈长透镜体状,夹于火山碎屑层中,犹如短而厚的“玄武岩层”。该火山最后一次喷发是19世纪40年代,现在所见的火山锥就是这次喷发的产物。

2 火山岩岩石学特征

透镜状夹于其他火山碎屑中,犹如厚而短的熔岩流。较大熔岩团从外向内明显可分出表壳层、过渡层和近致密块状核部。我们从各部位采集样品对火山岩结构、矿物组成及化学成分进行研究。

表壳红褐色多玻多孔玄武岩:红褐色,气孔构造,气孔含量60%,玻基斑状结构,斑晶为较自形的斜长石、橄榄石和辉石,含量约6%~7%,基质以火山玻璃为主,含少量雏晶。

过渡层褐色 - 灰黑色多孔玄武岩:远离核部气孔较多的为浅褐色,靠近核部气孔较少的为灰黑色,气孔构造,气孔较多者含量约30%,较少的含量约10%。斑状结构,斑晶为较自形的斜长石、橄榄石和短柱状辉石,基质为斜长石微晶、橄榄石微晶、辉石微晶和约38%~42%的火山玻璃。

熔岩团核部灰黑色少孔致密玄武岩:灰黑色,气孔构造,气孔含量5%,斑状结构,斑晶为板状斜长石、橄榄石和短柱状辉石(约15%),基质为斜长石微晶、橄榄石微晶、辉石微晶和约10%的火山玻璃。

火山锥中的熔岩团大者达数立方米,更大者呈

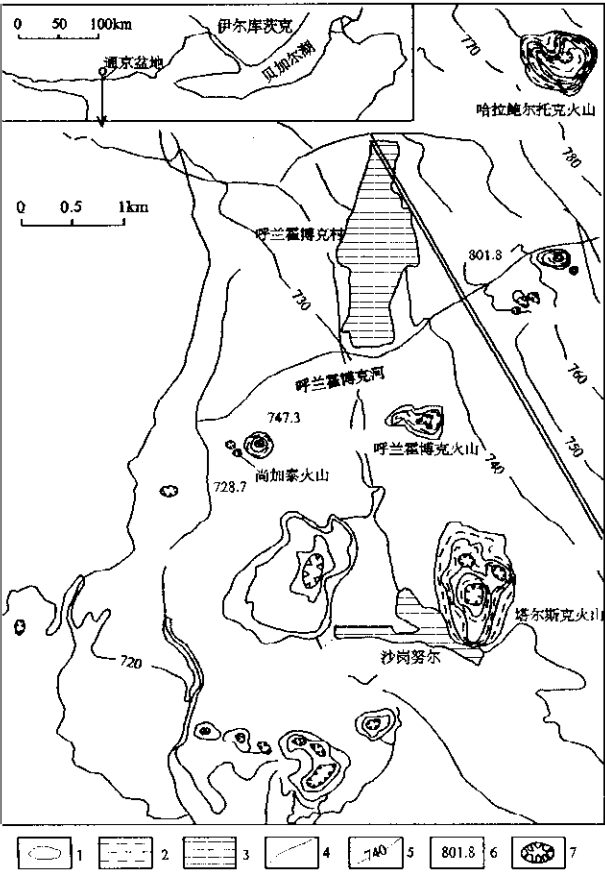


图2 通京盆地东北部火山分布图(据伊尔库茨克国立工业大学 Лабацкая 教授提供的资料改编)

Fig. 2 Distribution of volcanoes in the NE of Tunka basin
1. 火山轮廓 2. 湖泊、沼泽 3. 居民点 4. 半等高线 5. 等高线和高程 6. 绝对高程 7. 火山口

火山岩中斜长石的电子探针分析结果、化学式中的元素系数及端元组成列于表 1。按 An - Ab - Or 图^[2] (图 3) 命名,无论是斑晶还是微晶,都以基性的高拉长石为主。斑晶的核部 Ab、Or 分子含量高,牌号偏低,这主要是因为岩石较为碱性,Na₂O、K₂O 的含量较高所致。

据 Kytöjhih (1966) (据文献[3]) 的研究,玄武岩中 MnO、TiO₂、Al₂O₃ 和 FeO 与斜长石结晶温度有关,并可以计算出本区斜长石斑晶的结晶温度为 1309 ~ 1386℃。

火山岩中辉石的电子探针分析结果、化学式中的元素系数及端元组份列于表 2,按辉石 Ca-SiO₃ -

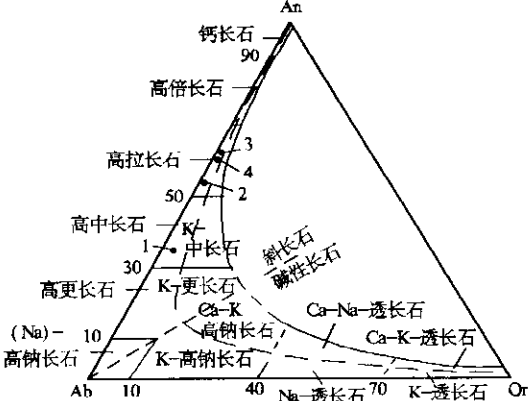


图3 长石的化学成分命名图(图中投影点编号同表 1)
Fig. 3 Nomenclature diagram of feldspar by chemical composition

表 1 长石的电子探针分析结果及化学式中的元素系数、端元组份和种属名称
Table 1 Electronic probe analyzing results of feldspars and elemental coefficients, end members and species in chemical formula

序号	寄主岩	产状	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	合计
1	碱性 橄榄 玄武 岩	斑晶核部	57.66	0.00	25.59	0.06	0.00	0.00	7.08	7.14	0.52	0.00	98.04
2		斑晶边缘	54.30	0.02	28.43	0.63	0.00	0.01	11.04	5.13	0.27	0.02	99.85
3		微晶	50.21	0.19	29.75	0.75	0.00	0.07	12.80	4.20	0.28	0.00	98.25
4		斑晶	50.83	0.14	29.57	0.50	0.00	0.08	12.63	4.41	0.28	0.00	98.42

序号	Si	Ti	Al	Fe ²⁺	Mn	Mg	Ca	Na	K	Cr	O	An	Ab	Or	种属
1	2.629	0.000	1.375	0.002	0.000	0.000	0.346	0.631	0.030	0.000	8.000	34.4	62.6	3.0	高中长石
2	2.462	0.001	1.519	0.024	0.000	0.001	0.536	0.451	0.016	0.001	8.000	53.4	45.0	1.6	高拉长石
3	2.335	0.007	1.631	0.029	0.000	0.005	0.638	0.379	0.016	0.000	8.000	61.8	36.7	1.5	高拉长石
4	2.355	0.005	1.615	0.019	0.000	0.005	0.627	0.396	0.017	0.000	8.000	60.3	38.1	1.6	高拉长石

注 中国地质大学(武汉)测试中心电子探针室测试 表中序号:1 为 03BK16-1-1-1;2 为 03BK16-1-1-2;3 为 03BK16-1-2-2;4 为 03BK16-1-6-1。
万方数据

表 2 辉石的电子探针分析结果及化学式中的元素系数、端元组份和种属名称

Table 2 Electronic probe analyzing results of pyroxenes and elemental coefficients, end members and species													
in chemical formula												$w_B/\%$	
序号	寄主岩	产状	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	合计
1	碱性 橄榄 玄武 岩	斑晶核部	47.97	1.10	7.11	8.36	0.10	16.34	15.61	0.78	0.00	0.20	97.57
2		斑晶边缘	49.97	0.99	6.85	8.46	0.18	15.84	16.66	1.12	0.00	0.43	100.5
3		斑晶边缘	47.94	1.46	7.63	7.18	0.05	13.81	19.41	1.22	0.00	0.49	99.19
4		斑晶边缘	46.80	1.65	6.05	7.62	0.07	13.49	22.89	0.53	0.00	0.20	99.30
5		微晶	49.34	0.75	3.13	8.65	0.19	14.24	21.27	0.43	0.00	0.00	98.00
6		斑晶	48.55	0.66	5.57	8.45	0.07	16.36	16.45	0.88	0.00	0.45	97.44

序号	Si	Ti	Al	Fe ²⁺	Mg	Ca	Na	K	Cr	O	Wo	En	Fs	种属
1	1.793	0.031	0.313	0.172	0.911	0.625	0.056	0.000	0.006	6.000	34.7	50.6	14.7	含钛普通辉石
2	1.817	0.027	0.294	0.173	0.859	0.649	0.079	0.000	0.012	6.000	36.7	48.5	14.8	普通辉石
3	1.772	0.041	0.332	0.106	0.761	0.769	0.088	0.000	0.014	6.000	43.8	43.4	12.8	含钛普通辉石
4	1.742	0.046	0.266	0.048	0.749	0.913	0.038	0.000	0.006	6.000	48.0	39.4	12.6	含钛次透辉石
5	1.883	0.022	0.141	0.276	0.811	0.870	0.032	0.000	0.000	6.000	44.3	41.3	14.4	普通辉石
6	1.818	0.018	0.246	0.134	0.913	0.660	0.064	0.000	0.013	6.000	35.9	49.6	14.5	普通辉石

注 中国地质大学(武汉)测试中心电子探针室测试,表中序号:1 为 03BK16-1-3-Zh;6 为 03BK16-1-7-1,代表斑晶辉石中心;2 为 03BK16-1-3-b1,代表斑晶辉石边缘;3 为 03BK16-1-3-b2;4 为 03BK16-1-3-b3,代表斑晶辉石蚀变边缘;5 为 03BK16-1-4-1,代表基质辉石微晶。

MgSiO₃-FeSiO₃ 命名图^[2](图4),除表2之4为次透辉石外,其余均为普通辉石。据Deer(1978)等(据文献[4])将TiO₂=1%~2%的辉石称为含钛辉石的意见,表2中1、3为含钛普通辉石,4为含钛次透辉石,因此该火山岩中的辉石斑晶为含钛次透辉石、含钛普通辉石和普通辉石,辉石微晶为普通辉石。从图4中也可以看到,辉石由中心向边缘,Mg减少,Ca增多,辉石斑晶比微晶富Mg,贫Ca,由MgSiO₃-FeSiO₃-CaSiO₃三角图解^[5](图5)可知,Mg的含量越高,结晶的温度越高,故斑晶的结晶温度高于微晶,辉石斑晶核部的结晶温度高于边缘,与岩浆正常结晶演化相符。据单斜辉石在图5中的位置与其形成温度的关系,辉石斑晶的结晶温度为1280~1290℃。

火山岩中橄榄石的电子探针分析结果、化学式中的元素系数和端元组份列于表3。从表中可知,无论是斑晶还是微晶均为贵橄榄石,Mg的含量高,这与碱性橄榄玄武岩的特征相似。橄榄石的斑晶比微晶更富Mg,与岩浆正常结晶演化相符。

据Loucks(1996)(据文献[6])的橄榄石-普通辉石Mg-Fe交换温度计,在压力小于1GPa,温

度大于800℃的条件下,我们得到橄榄石和辉石斑晶的结晶温度约1263℃。

以上各矿物斑晶的结晶温度分别为:长石斑晶1309~1386℃,辉石斑晶1280~1290℃,橄榄石斑晶1263℃。综合以上数据,这些矿物斑晶的结晶温度为1263~1386℃。

3 火山岩岩石地球化学特征

3.1 岩石化学

呼兰霍博克玄武岩的化学成分和CIPW标准矿物组成见表4。玄武岩含火山玻璃,已结晶的矿物粒度过于细小,不适于用实际矿物命名,一般采用标准矿物命名。将本区玄武岩的CIPW矿物组成投影于Ol-Q-Ne-Hy图(据文献[7])中,得出该区玄武岩为碱性橄榄玄武岩。前述该种岩石的矿物既有橄榄石斑晶,也有橄榄石微晶,辉石全为富钙辉石,缺少贫钙辉石,局部辉石含Ti,部分斜长石Or分子数较高,符合碱性玄武岩特征,其矿物

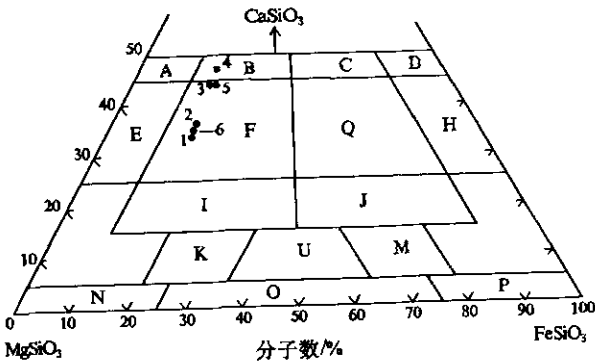


图4 辉石的化学成分命名图(图中投影点编号同表 2)

Fig. 4 Nomenclature diagram of pyroxene by chemical composition

A. 透辉石 B. 次透辉石 C. 铁次透辉石 D. 钙铁辉石 E. 顽透辉石 F. 普通辉石 其他代号略

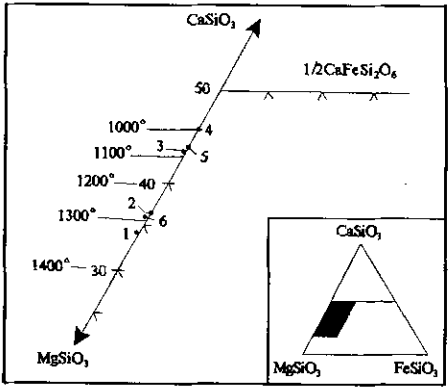


图5 单斜辉石在 $MgSiO_3 - FeSiO_3 - CaSiO_3$ 三角图解中的位置与其形成温度的关系(图中投影点编号同表 2)

Fig. 5 The relation of the position of clinopyroxene with their forming temperature in $MgSiO_3 - FeSiO_3 - CaSiO_3$ diagram

表3 橄榄石的探针分析结果及化学式中的元素系数、端元组份和种属名称

Table 3 Electronic probe analyzing results of olivines and element coefficients, end members and species in chemical formula

序号	寄主岩	产状	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	合计	
1	碱性 橄榄 玄武 岩	微晶	39.16	0.00	0.00	15.49	0.06	44.60	0.18	0.00	0.00	0.00	99.49	
2		斑晶	38.42	0.00	0.00	15.83	0.09	45.63	0.17	0.00	0.00	0.00	100.14	
3		斑晶	38.72	0.00	0.00	15.08	0.25	44.32	0.15	0.00	0.00	0.00	98.52	
序号	Si	Ti	Al	Fe ²⁺	Mn	Mg	Ca	Na	K	Cr	O	Fo	Fa	种属
1	0.991	0.000	0.000	0.328	0.001	1.683	0.005	0.000	0.000	0.000	4.000	83.8	15.9	贵橄榄石
2	0.961	0.000	0.000	0.331	0.002	1.701	0.005	0.000	0.000	0.000	4.000	85.0	14.7	贵橄榄石
3	0.986	0.000	0.000	0.321	0.005	1.683	0.004	0.000	0.000	0.000	4.000	84.2	15.6	贵橄榄石

注 中国地质大学(武汉)测试中心电子探针室测试 表中序号 1 为 03BK16-1-2-1 ;2 为 03BK16-1-5-1 ;3 为 03BK16-1-5-2。

组成特征与标准矿物命名结果是一致的。
岩石的里特曼指数(σ)分别为 6.21(表 4 之 1)和 6.15(表 4 之 2),其值均大于 3.3,为碱性系列,与 Ol-Q-Ne-Hy 图判别结果一致。
有学者研究认为,辉石的化学成分可以判断寄主岩的碱度系列,特别是岩石蚀变而辉石留有原生矿物残晶时,该法尤显其优越性。该区玄武岩中的单斜辉石化学成分投在 $SiO_2 - Al_2O_3$ 关系图^[4]及 $SiO_2 - 10Na_2O - 10TiO_2$ ^[4]图中,其属碱性-强碱性

系列,再一次表明辉石化学成分判别寄主岩碱度系列的可靠性。
以上三种判别结果相一致,表明该区玄武岩为碱性系列岩石。
在玄武岩 $K_2O - Na_2O$ 关系图(Middlemost, 1972)中,本区玄武岩投影在钠质区,应属钠质类型。
3.2 稀土元素
本区玄武岩的稀土元素丰度及特征参数列于

表5。稀土元素配分型式如图6所示,从图6可以看出,本区火山岩的稀土元素具有以下特征:(1)稀土分布型式为向右陡倾,LREE富集,HREE亏损;(2) δEu 为0.075~0.090,Eu基本无异常,证明玄武岩未经斜长石结晶分异作用的影响;(3)与拉脊山中寒武纪裂谷初期玄武岩^[9]相比,在一定程度上具有相似性,同时也有一定的差异:它们的轻稀土丰度相近,而本区重稀土丰度偏低,证明本区玄武岩为裂陷初始阶段的产物;(4)东营橄榄玄武岩是大陆裂谷初期拉张条件下的产物^[10],本区玄武岩也形成于大陆裂谷初期,两者构造环境的相似性,可通过图中该区玄武岩与东营橄榄玄武岩稀土元素的平均成分和分布型式极其相近得以体现。

3.3 微量元素

呼兰霍博克玄武岩的微量元素丰度列于表5。从原始地幔标准化图解中(图7)可以看出,微量元素分布型式有如下特征:(1)强不相容元素富集,且有 $(\text{Rb}/\text{Yb})_{\text{N}}=3.039\sim3.167$;(2)Nb无负异常,且Nb/U值为33.85,接近于原始地幔值³⁴,说明本区玄武岩没有遭受地壳混染;(3)Th表现明显的负异常,反映该玄武岩为裂谷初期玄武岩^[11];(4)在玄

武岩的Hf-Th-Ta图解^[11](图8)上,呼兰霍博克玄武岩落于板内碱性玄武岩及分异产物区;(5)呼兰霍博克玄武岩的微量元素与板内碱性玄武岩、裂谷初期玄武岩和东营橄榄玄武岩的微量元素分布基本一致,也表明了本区裂谷初期的构造环境。

4 岩石成因及形成构造环境

4.1 呼兰霍博克火山及其所属火山群是裂谷初期的产物

贝加尔裂谷是大陆内部裂谷,从晚白垩世—早第三世开始下陷至今一直在活动。裂谷规模远比东非裂谷小,仍处于裂谷初期。通京盆地位于裂谷带的西南端,是裂谷带最年轻的盆地之一,坐落于通京盆地东北部地表的现代火山群应是裂谷初期火山作用的产物。其玄武岩稀土元素、微量元素与拉脊山中寒武纪玄武岩、东营碱性橄榄玄武岩、裂谷初期拉斑玄武岩和板内碱性玄武岩等裂谷盆地玄武岩的特征非常相似,显示了裂谷初期玄武岩的性质。

表4 玄武岩的岩石化学成分和标准矿物组成
Table 4 Petrochemical compositions of lavas

编号	样号	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	Mt [#]
1	03BK16-1	47.89	2.32	14.76	3.83	7.98	0.16	7.36	8.67	3.71	1.8	0.7	0.33	0.17	0.68
2	03BK16-4	47.81	2.35	14.76	3.85	7.98	0.17	7.2	8.67	3.61	1.83	0.71	0.3	0.13	0.68
编号	合计	Ap	Il	Mt	Or	Ab	An	Di		Ol			Ne		
								Wo	En	Fs	Fo	Fa			
1	99.68	1.54	4.44	5.6	10.73	26.23	18.42	8.69	5.65	2.44	9.03	4.3	2.92		
2	99.37	1.57	4.51	5.64	10.94	26.54	18.83	8.54	5.52	2.42	8.87	4.29	2.33		

注 国土资源部武汉综合岩矿测试中心测试。

表5 玄武岩的稀土元素、微量元素含量及特征参数
Table 5 REE,trace element contents and characteristic parameters of lavas

编号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	ΣREE	δEu
1	30.4	61.04	8.17	33.94	7.14	2.41	6.58	0.97	4.97	0.94	2.37	0.33	1.86	0.27	21.79	183.18	0.075
2	29.99	59.64	8.09	33.7	7.17	2.44	6.53	0.95	4.97	0.94	2.36	0.33	1.85	0.26	21.66	180.88	0.090

编号	Ba	Co	Cu	Ni	Sr	V	Zn	U	Cr	Ta	Nb	Zr	Hf	Sc	Th	Rb
1	421	48	37	113	633	209	114	1.3	168	2.6	44	219	5.1	21	2.7	22
2	416	47	40	111	639	176	112	1.3	174	2.4	44	211	4.4	22	3.4	21

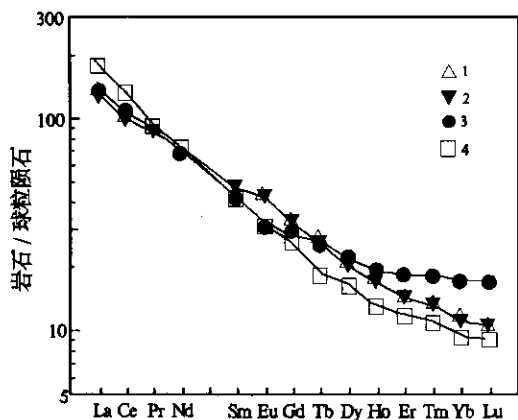


图6 火山玄武岩稀土元素分布型式

Fig. 6 Chondrite-normalized REE distribution patterns of basalts

1,2 同表5 3. 拉脊山中寒武纪玄武岩 (据文献[9]) 4. 东营碱性橄辉玄武岩 (据文献[10])

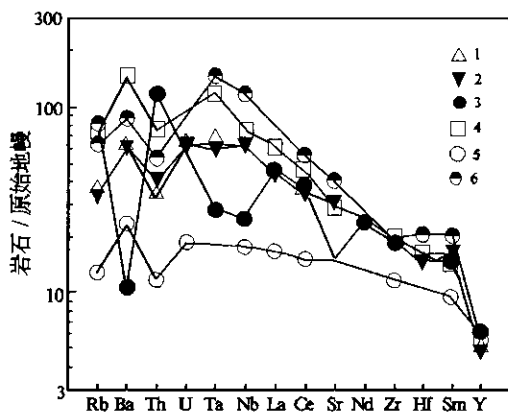


图7 火山玄武岩微量元素分布型式

Fig. 7 Primitive-mantle normalized trace elements distribution patterns of basalts

1,2 同表5 3,4 同图6 5. 裂谷初期拉斑玄武岩 (Holm,1985) (据文献[11]) 6. 板内碱性玄武岩 (Pearce,1982) (据文献[11])

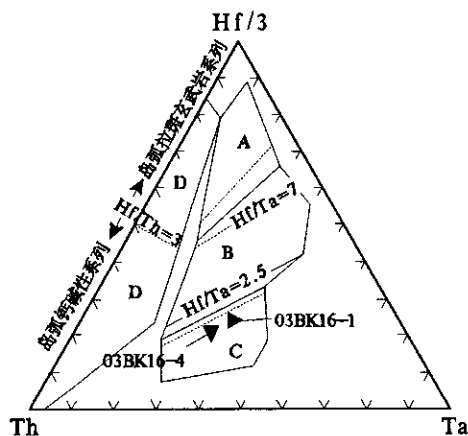


图8 玄武岩的 Hf-Th-Ta 图解

Fig. 8 Hf-Th-Ta diagram of basaltic rocks

A. M-MORB B. P-MORB C. 板内碱性玄武岩及分异产物; D. 岛弧拉斑玄武岩及分异产物

现有的用岩石主元素、微量元素及辉石元素判别岩石形成构造环境的图解中,缺少裂谷投影区,不能用来判别裂谷成因玄武岩,留下了遗憾。在这些图中,呼兰霍博克玄武岩投影于 WPB、VAB 区,因为裂谷是由稳定大陆向大洋转化的初期,玄武岩性质介于大陆玄武岩与大洋玄武岩之间,其投影点落于 WPB、VAB 区就不足为奇。

4.2 玄武岩浆为幔源成因

所研究火山群中的哈拉鲍尔托克火山中曾见

有尖晶石二辉橄辉岩、辉石岩包体和单斜辉石、钛铁矿以及长石巨晶,与我国海南及中国东部幔源碱性玄武岩所含的包体、巨晶相符^[12~14]。裂谷拉张下陷、地幔上隆、断裂减压,导致上地幔局部熔融形成原始岩浆。原始岩浆在地幔岩浆房分离结晶出高 Al 辉石,进化岩浆向贫 Si,富 Fe、Al 的方向演化,导致钛铁矿等巨晶的出现^[14]。该进化岩浆沿裂谷深断裂直接喷出地表,形成类似于哈拉鲍尔托克火山的含有单斜辉石、钛铁矿巨晶及地幔尖晶石二辉橄辉岩包体的碱性玄武岩。

幔源岩浆进入到壳层后,由于壳层岩石密度低,当遇到适当的空间和时机,岩浆停留在壳层而形成壳层岩浆房。前人研究发现地质压力计与岩浆来源以及结晶深度密切相关,据 French 等 (1981) (据文献[8]) 对玄武岩中 MgO/Al_2O_3 及压力大小与岩石矿物组合关系的研究,呼兰霍博克玄武岩中斑晶的结晶压力约为 0.5 GPa,按 1 GPa 压力相当于 33 km 计算,推测在 16.5 km 深处存在次生壳层岩浆房,进一步证明壳层岩浆房存在的可能性。幔源岩浆在壳层岩浆房停留演化,幔源包体会发生沉降、被交代反应,岩浆分离结晶出橄榄石后会向富 Si、橄辉拉斑玄武岩、石英拉斑玄武岩方向演化^[14]。喷出地表后,形成不含地幔岩包体的玄武

岩。呼兰霍博克玄武岩则有可能为幔源玄武岩浆在壳层岩浆房经轻度分离结晶后喷出地表的产物。

感谢中国地质大学(北京)王小龙和俄罗斯伊尔库茨克国立工业大学副校长 Лабацкая 教授以及在论文完成过程中给予帮助的曾广策教授。

参考文献:

- [1] 杨巍然,孙继源,纪克诚. 大陆裂谷对比[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1994.
- [2] 曾广策. 简明光性矿物学[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1998.
- [3] 邱家骧. 岩浆岩岩石学[M]. 北京:地质出版社,1985.
- [4] 邱家骧,曾广策. 中国东部新生代玄武岩中低压单斜辉石的矿物化学及岩石学意义[J]. 岩石学报,1987,(4): 1—9.
- [5] 张儒瑗,从柏林. 矿物温度计和矿物压力计[M]. 北京:地质出版社,1983.
- [6] 吴春明,黄志全. 1990—1996年标度的矿物与微量元素温压计[J]. 地学工程进展,1997,14(3): 58—65.
- [7] 曾广策,邱家骧. 碱性岩的概念及其分类命名综述[J]. 地质科技情报,1996,15(1): 31—37.
- [8] 邱家骧. 应用岩浆岩岩石学[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1991.
- [9] 邱家骧,曾广策. 拉脊山早古生代海相火山岩与成矿[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1997.
- [10] 曾广策,王方正,郑和荣,等. 东营凹陷新生代火山岩及其与盆地演化、油藏的关系[J]. 地球科学——中国地质大学学报,1997,22(2): 158—164.
- [11] 李昌年. 火成岩微量元素岩石学[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1992.
- [12] 曾广策. 海南岛北部第四纪玄武岩岩石学[J]. 地球科学——武汉地质学院学报,1984,(1): 63—72.
- [13] 曾广策. 海南北部碱性玄武岩质岩石中的深源包体和巨晶矿物[J]. 矿物学岩石学论丛,1996,(2): 98—107.
- [14] 曾广策,沈上越,潘宝明,等. 莫来铁尖晶岩的发现和玄武岩浆的深部分异作用[J]. 地质论评,1993,39(3): 223—230.

Petrological and geochemical characteristics of Hulanhobork basalts from the Tunka basin in Baikal rift belt

YAN Rong¹, ZHOU Han-wen², YU Chao-feng¹, LI Quan³

(1. Faculty of Graduate, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China; 2. Faculty of Earth Science, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China; 3. Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China)

Abstract: The Hulanhobork crater of Tunka basin, located in the southwestern part of the Baikal rift belt, consists of basaltic clastic cone. The basalts are composed of labradorite, chrysolite, augite and volcanic glasses. The mineral assemblage, SiO_2 -($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) diagram, Hf-Th-Ta diagram, CIPW norms, bulk-rock composition and compositions of clinopyroxenes show that the basalts belong to natriumal type alkali-basalts. Geochemical features of REEs and trace elements reveal that the basalts were formed during the initial stage of rifting and the primitive magmas might be derived from upper mantle and the porphyritic crystals might be crystallized in a crustal magma chamber 16.5 km beneath the earth surface.

Key words: basalt; initial rifting stage; Baikal rift