

黑龙江省东部与红蓝宝石有关的玄武岩 及古火山机构的恢复

孙建勋

(黑龙江省地质矿产科学研究所, 哈尔滨 150036)

主题词 黑龙江 红蓝宝石 玄武岩 古火山机构

提 要 通过对穆棱—鸡西地区沿敦化—密山深大断裂带分布的玄武岩岩石学研究及古火山机构的分析和恢复, 认为红蓝宝石同含深源超镁铁质岩石包体和捕虏晶的斑杂状碱性橄榄玄武岩有关, 并提出其分布受古火山机构的控制。

黑龙江省东部穆棱—鸡西地区沿敦化—密山深大断裂带两侧分布有大面积上新世玄武岩。该玄武岩带中含深源超镁铁质岩石包体和捕虏晶的碱性橄榄玄武岩为红蓝宝石砂矿母岩^[1]。本文拟阐明该玄武岩区的岩石学研究成果和该区已恢复的古火山机构以及红蓝宝石的赋存状态。

1 上新世玄武岩地质特征

敦化—密山深大断裂带在黑龙江省境内西南起于镜泊, 经穆棱、密山至勤得利长达650km, 大致呈北东45°从穆棱—鸡西地区通过, 为郑城—庐江深大断裂的北延部分^[2]。沿深大断裂带, 中、新生代以来火山活动频繁, 形成了晚白垩世伊林期中酸性火山岩和上新世玄武岩(图1)。根据穆棱—鸡西地区玄武岩的结构、构造及出露标高, 区内上新世玄武岩可

表 1 穆棱—鸡西地区玄武岩岩石组成及厚度

Table 1 Lithologic composition and thickness of basalts in Muling-Jixi area

旋 迴	岩 性 组 成	厚度 (m)
3	致密块状橄榄玄武岩	18
2	暗红色, 黑褐色玄武质浮岩	28
	灰褐色斑杂状玄武岩	55
1	气孔状、杏仁状玄武岩	28
	斑杂状玄武岩	30
	似层状玄武岩	55

划分为6个岩性层和3个喷发旋迴，每个喷发旋迴包括溢流相和喷发相，其岩石组成和厚度变化如上表①：

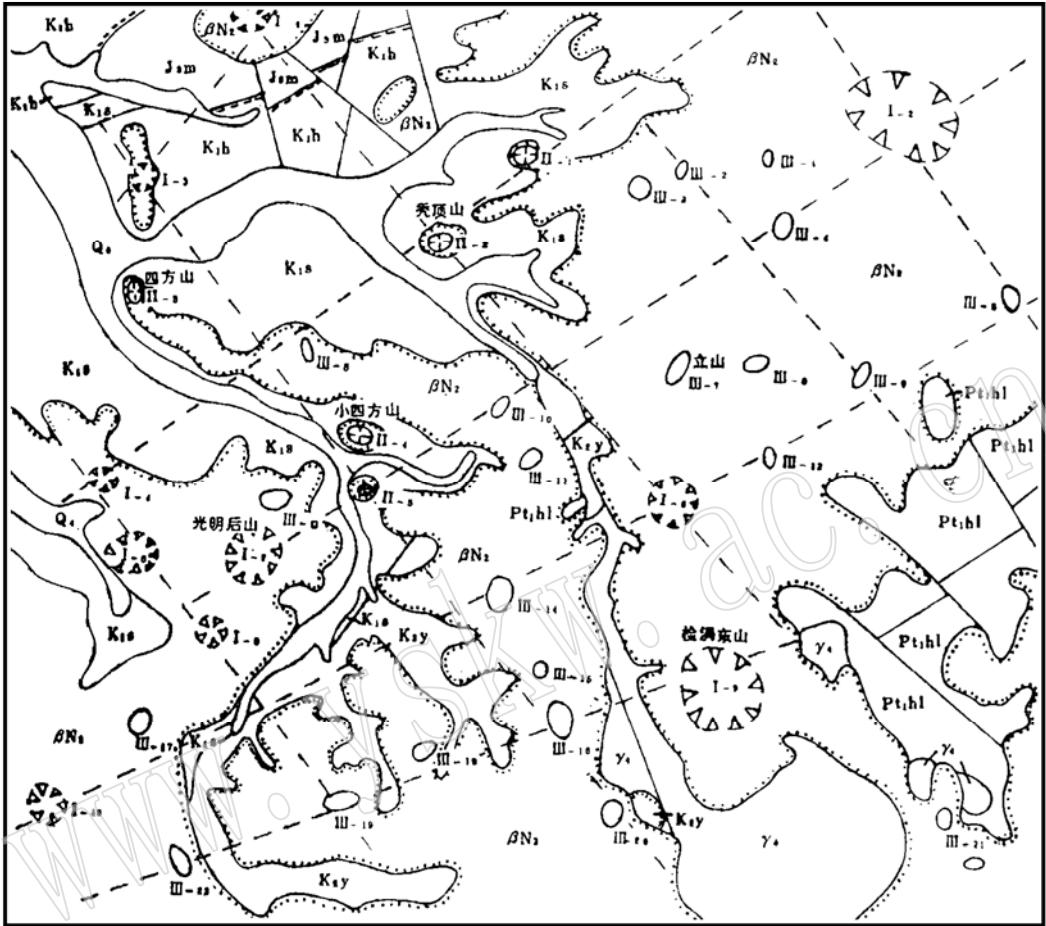


图1 鸡西—穆稜地区地质图
 (据黑龙江省地质局第一区域地质调查队1:20万鸡西市幅地质图略有修改)
 Fig. 1 Geological map of Jixi-Muling area

Q₄—第四纪冲洪积物；N₂—上新世玄武岩；K_{1y}—伊林组；K_{1s}—四平山组；K_{1h}—猴石沟组；J_{3m}—穆稜组；Pt_{1hl}—黑龙江群；γ₄—华力西期花岗岩；I-1...15—古破火山口；II-1...5—火山锥；III-1...23—后状火山锥

图中虚线—推测隐伏断裂；实线—断层

2 上新世玄武岩特征

2.1 岩石学特征

本区玄武岩呈似层状，斑状结构，基质以间粒结构为主（占7%），其余为交织结构和斑晶交织结构，斑晶约占30%，基质占30%，斑晶以钛辉石为主（占65%），橄榄石次之（约

① 杜世政等，1989。黑龙江省穆稜县干沟子红蓝宝石详查报告。

占35%)，橄榄石已碳酸盐化和绿泥石化。

气孔状杏仁状玄武岩：杏仁占10%，20%由结晶完整的菱沸石充填，岩石具斑状结构，斑晶 $5\% \pm (0.3-1\text{mm})$ ，多为伊丁石化橄榄石，基质具间粒结构，由板条状斜长石组成交织格架，其间充填柱状辉石。

块状橄榄玄武岩：岩石具斑状结构和显微间粒结构，斑晶占 $10\% \pm (0.3-0.5\text{mm})$ ，一般结晶良好，可能为富镁橄榄石；辉石斑晶斜消光，具紫红色，干涉色不是很高，为含钛普通辉石；基质由微晶斜长石组成交织格架，其间充填微粒单斜辉石及磁铁矿。

斑杂状玄武岩：具斑状结构，斑晶占5%—20%，粒度0.1—0.5mm，为伊丁石化或部分伊丁石化橄榄石和钛辉石，可见锆石、尖晶石捕虏晶及尖晶石二辉橄榄岩捕虏体，具斑杂构造。

玄武质浮岩：岩石比重较小，具多气孔构造，气孔约占岩石60%—70%，呈圆形和椭圆形，孔径0.15—3mm，孔内无充填物。

2.2 玄武岩的岩石化学和稀土元素地球化学特征

玄武岩的岩石化学和稀土元素地球化学分析结果详见表2和表3。

表2 岩石化学分析和计算的标准矿物成分
Table 2 Chemical analyses and normative compositions of rocks in Muling-Jixi area

序 号 样 品 号 氧 化 物 %	1	2	3	4	5	标准矿 物成分	1	2	3	4	5
	Y_{s-1}	Y_{s-2}	Y_{s-3}	Y_{s-4}	Y_{s-5}		Y_{s-1}	Y_{s-2}	Y_{s-3}	Y_{s-4}	Y_{s-5}
SiO ₂	46.74	46.12	46.13	42.53	48.88	Ap	1.30	1.07	1.78	1.78	1.37
TiO ₂	1.80	1.80	2.40	2.30	1.84	Hm	2.03	3.61	4.56	4.37	3.49
Al ₂ O ₃	18.13	15.41	16.33	14.13	17.29	Mt	0.00	4.97	7.97	2.72	5.55
Fe ₂ O ₃	10.21	3.43	6.80	9.53	3.83	Or	16.71	9.27	9.39	15.88	10.33
FeO	0.73	6.89	4.41	2.69	5.82	Ab	25.38	24.62	26.96	4.59	32.85
MnO	0.23	0.13	0.22	0.22	0.19	An	25.67	24.34	24.73	15.53	14.18
MgO	4.52	7.79	7.92	9.99	5.54	DiWo	3.36	5.19	5.89	12.20	4.83
CaO	7.45	7.95	8.72	9.91	5.88	DiEn	2.90	3.53	5.09	10.54	3.30
Na ₂ O	3.44	2.91	3.31	3.36	6.20	DiFs	0.00	1.26	0.00	0.00	1.16
K ₂ O	2.83	1.57	1.59	2.69	1.75	Hy	0.00	20.81	0.00	0.00	0.00
P ₂ O ₅	0.55	0.45	0.75	0.75	0.58	Ne	2.02	0.00	3.10	12.91	10.61
LoS	3.57	3.05	1.53	1.84	1.26	Ol	5.85	0.52	10.26	10.05	10.24
						Fo	5.85	0.37	10.26	10.05	7.40
						Fa	0.00	0.15	0.00	0.00	2.84
总量	100.20	99.60	99.97	99.94	99.06	Tn	1.79	0.00	0.00	0.00	0.00
						Hm	8.07	0.00	0.00	0.00	0.00

分析单位：黑龙江省地质实验测试中心。

表中5个样品的SiO₂含量小于50%，该区玄武岩岩石种类比较简单，在SiO₂—(K₂O+Na₂O)图上均落于碱性玄武岩系列(图2)。根据标准矿物分子Hy和Ne的变化，将本区玄武岩的主要岩石类型划分为：橄榄玄武岩(Y_{s-2})、碱性橄榄玄武岩(Y_{s-1} 、 Y_{s-3})、碧玄武岩(Y_{s-4} 、 Y_{s-5})。

表 3 岩石样品的稀土元素丰度($\times 10^{-6}$)

Table 3 REE abundances of rock samples from Muling-Jixi area($\times 10^{-6}$)

元素 (10^{-6})	序号	1	2	3	4	5
	样品号	Ys-1	Ys-2	Ys-3	Ys-1	Ys-5
La		45.46	22.04	32.85	51.40	53.10
Ce		85.16	44.86	65.42	90.67	100.30
Pr		11.55	8.13	10.97	15.30	11.20
Nd		42.85	26.16	36.54	42.05	43.40
Sm		8.17	5.79	7.54	8.18	9.00
Eu		3.21	2.65	3.36	4.22	2.28
Gd		7.53	5.95	7.18	7.31	4.87
Tb		1.01	0.89	0.99	0.93	0.75
Dy		5.57	4.91	5.53	5.11	4.20
Ho		1.00	0.96	0.96	0.98	0.90
Er		2.35	2.05	2.31	1.98	1.90
Tm		0.32	0.28	0.33	0.26	0.29
Yb		1.54	1.43	1.54	1.38	1.20
Ly		0.22	0.21	0.23	0.20	0.26
Y		20.68	18.05	19.75	16.27	16.50
Σ REE		236.62	144.36	195.50	246.24	250.07
Σ LREE/ Σ HREE		4.88	3.16	4.04	6.15	7.12
δ Eu		1.31	1.51	1.51	1.79	1.03

分析单位: 核工业部北京铀矿研究所(等离子体光谱)。

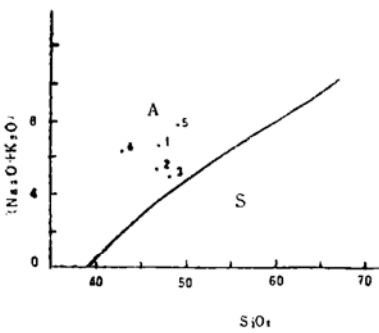


图 2 穆棱—鸡西玄武岩的 SiO_2 — $(Na_2O + K_2O)$ 图解

Fig. 2 SiO_2 versus $Na_2O + K_2O$ diagram for basalts from Muling-Jixi

S—亚碱性系列; A—碱性系列

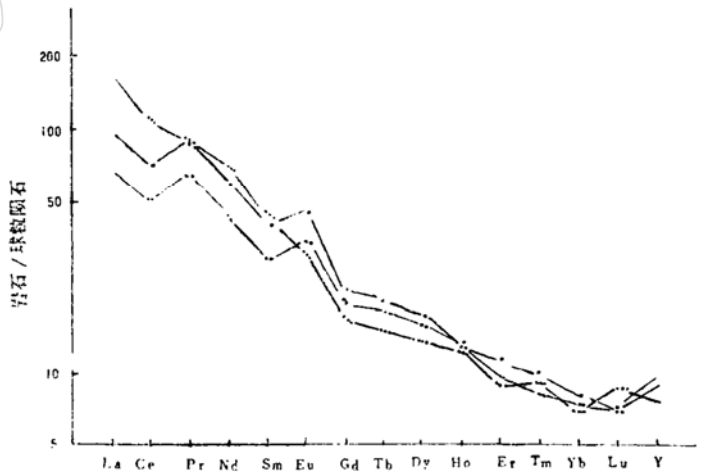


图 3 穆棱—鸡西玄武岩的稀土配分型式

Fig. 3 Chondrite-normalized REE patterns of basalts from Muling-Jixi area.

---Ys-1; -·-·-Ys-2; - - -Ys-3

表3所列5个样品的稀土元素总量(ΣREE)、轻稀土与重稀土的分馏程度($\Sigma\text{LREE}/\Sigma\text{HREE}$)及铈元素的分馏程度具有一致性。该地区玄武岩稀土总量(ΣREE)变化在144.36—250.07($\times 10^{-6}$)之间,5个样品的平均值为214.58($\times 10^{-6}$),接近一般碱性橄榄玄武岩的 $\Sigma\text{REE}200\text{—}400(\times 10^{-6})$ 的下限。轻稀土明显富集,在配分型式图上表现为轻稀土富集型(图3)。 $\Sigma\text{LREE}/\Sigma\text{HREE}$ 在3.16—7.12之间,而且随 $\Sigma\text{LREE}/\Sigma\text{HREE}$ 值的增大, ΣREE 增大。由此可见,稀土元素的丰度主要是由轻稀土元素的富集引起的。由图3可见,3个样品均显示出Eu的弱正异常, δEu 值在1.03—1.79之间。

3 玄武岩中深源超镁铁质岩石包体和深源捕虏晶

穆棱—鸡西地区玄武岩中含有深源超镁铁质岩石包体和捕虏晶,包体岩石类型有纯橄岩、单斜辉石橄榄岩、单斜辉石岩和斜长橄榄石榴石单斜辉石岩等,主要见于斑杂状玄武岩底部。斜长橄榄石榴石单斜辉石岩呈黑褐色,质密坚硬。包体一般2—10cm,具细粒变粒结构,网脉充填构造,由普通辉石、镁铁榴石、透铁橄榄石和少量拉长石组成,其矿物成分与寄主玄武岩的矿物成分相类似,推测其是由玄武岩岩浆高压结晶分离堆积而成。关于堆积作用的机理,多数学者认为是重力作用使比重较大的辉石、橄榄石下沉,并堆积在岩浆房底部。Irving(1980)则认为辉石岩是由玄武岩岩浆在 $(15\text{—}25)\times 10^8\text{Pa}$ 条件下动态流动结晶作用形成的,决定不同矿物在动态流动结晶作用中沉淀的主要因素是压力、岩浆与围岩间的温度差异、通道宽度、岩浆流动速度等。Frey(1980)认为辉石岩是上地幔中一种碱性玄武岩岩浆(但不是其寄主玄武岩)的晶体分凝物,其物理模式是流动结晶作用。鄂莫岚等(1987)认为流动结晶模式更为合理^①。

在该区玄武岩中,尚含有歪长石、单斜辉石、斜方辉石、镁铁尖晶石、钛磁铁矿、钛铁矿、锆石等深源捕虏晶。捕虏晶多呈碎屑状或浑圆状,粒度一般在0.5—5mm,最大可达5—8cm,且常与上地幔深源超镁铁质岩石包体共生。

4 古火山机构的恢复

通过对黑龙江省东部穆棱—鸡西地区沿敦化—密山深大断裂分布的大面积的上新世玄武岩(βN_2)的路线地质调查,结合室内航片解译,在穆棱—鸡西玄武岩带(为镜泊—密山玄武岩带的一部分)现已发现已遭受剥蚀的古火山机构有破火山口、火山锥、盾状火山锥,其多被与敦化—密山深大断裂构造线相一致的两组断裂所控制(图1,图西北角两组断层为敦—密深大断裂带的组成部分)。

破火山口多呈圆形锅底状负地形,四周山脊呈圆弧形环绕,面积大小不一,破口方向各异,且沿破口方向均有水系分布。I₋₆号洛阳山、I₋₂号石分人山、I₋₉号检涡东山破火山口中还残留有小火山锥。破火山口内岩石主要为玄武岩、碱性橄榄玄武岩,少数破火山口四周山脊、外坡和火山口内残留有火山角砾、火山熔渣。I₋₁号大炮台火山口实测剖面如下^①：

① 黑龙江省地质局第一区域地质调查队,1976年,鸡西市幅1/20万区域地质调查报告。

7. 暗紫色玄武岩、浮岩	18.5m
6. 玄武质火山角砾岩	29.0m
5. 紫灰色气孔状玄武岩	25.0m
4. 具球状风化的灰黑色玄武岩	19.0m
3. 黑色伊丁石玄武岩	
2. 厚层状橄榄玄武岩 (部分具杏仁状构造)	24.0m
……假整合 (?) ……	

下伏地层: 老第三纪八虎力组 (E_{2-3b})

火山锥: 在该玄武岩带中发现 5 个火山锥, 多呈近圆形的平顶锥状高山, 四周陡峭, 比高在 200m 以上, 锥顶中心微凹或呈平坦状。最为明显的火山锥为 II₋₁号小四方山火山锥, 海拔高 548m, 比高 243m, 为平地拔起的圆锥形山, 其岩性组成较为简单, 主要为碱性橄榄玄武岩, 气孔状、杏仁状构造。II₋₂号秃顶火山锥的底部见有似球粒状灰黑色橄榄玄武岩, 为岩浆喷溢未固结前滚动状态下所形成。该火山锥西侧还见有一寄生锥, 可见陡直的柱状节理, 其岩性为黑色致密块状玄武岩。

盾状火山锥: 发育于玄武质熔岩台地上, 呈圆形、椭圆形突起的山包, 顶部圆滑或呈平坦状, 与熔岩平台相对高差 50—100m 不等, 组成盾状火山锥的岩石也较为简单, III₋₇号立山盾状火山锥主要由气孔状或致密块状橄榄玄武岩、玄武质浮岩、熔渣等组成, 偶见火山玻璃。

5 红蓝宝石的赋存状态

从粗粒级自然重砂取样成果来看, 在 I₋₂号洛阳山、I₋₅号大烟地岭、I₋₇号光明后山等破火山口以及 III₋₅号、III₋₇号立山、III₋₁₀号 605 高地盾状火山锥附近的第四纪残坡积物、坡洪积物中发现有红蓝宝石 (刚玉类) 晶体。在 III₋₇号立山盾状火山锥西南部 1.5km 的第四纪沟谷中发现了一处红蓝宝石砂矿床 (已经过洋查阶段工作)。矿体为含粘土砂砾石层, 砾石成分主要为上述各类玄武岩, 偶尔也可见到由玄武岩浆携至地表的深部地层成分砾石, 如二云母岩类片岩、千枚状板岩等, 以及斜长橄榄石榴石单斜辉石岩、单斜辉石岩、单斜辉石橄榄岩、纯橄岩等幔源捕虏体砾石。重砂矿物富集于玄武岩台地内的坳沟底部, 重砂矿物组合为刚玉、锆石、镁铁榴石 (镁铝榴石)、辉石 (单斜辉石、斜方辉石)、磁铁矿、钛铁矿、镁铁尖晶石、橄榄石、褐铁矿、金红石等^[2]。其沉积类型为坡洪积混合型, 坡积类型沉积物中也发现有红蓝宝石矿物产出, 但品位较低, 尚未形成工业矿体。

在 III₋₁₀号 605 高地盾状火山锥附近, 红蓝宝石主要赋存于残坡积物中, 并且形成了工业矿体 (已进行了初步地质普查工作)。在其附近坳沟中, 红蓝宝石矿物 (刚玉类) 更加富集, 重砂含量极高, 且深源捕虏体含量也有增高趋势, 这与山东昌乐、海南蓬莱蓝宝石砂矿的宝石矿物赋存于残坡积物中具有相同之处^[3]。其重砂组合为: 刚玉、锆石、石榴石、尖晶石、钛铁矿、磁铁矿、辉石、橄榄石、金红石、角闪石、褐铁矿等。

6 结论

综上所述,红蓝宝石与含深源超镁铁质岩石包体和捕虏晶的斑杂状碱性橄榄玄武岩关系密切,目前尚未发现含原生红蓝刚玉的玄武岩(疑为该层玄武岩在含矿区附近已被剥蚀殆尽)。红蓝宝石砂矿中的部分刚玉曾被熔蚀而呈浑圆状产出(这与沉积物搬运过程中的磨圆不同),这表明刚玉矿物进入玄武岩岩浆之前即已结晶,同深源岩石包体和捕虏晶一样为早期产物,这与Frey(1980)所认为的含深源包体和捕虏晶的玄武岩为上地幔的一种碱性玄武岩岩浆的晶体分凝物具有共同点,即红蓝宝石矿物——刚玉为深源捕虏晶。红蓝宝石砂矿富集的沟谷多离火山机构1.5—2.0km左右,这也是寻找该类型矿床的重要找矿标志之一。

以上是笔者从事宝石找矿、科研工作中的一点体会,限于资料及认识水平有限,不当之处在所难免,望同行多加指正。

参 考 文 献

- 1 鄂莫岚、赵大升主编.中国东部新生代玄武岩及深源岩石包体.科学出版社,1987.
- 2 孙建勋,郑一庐.深大断裂带与宝石矿产及其成因初探.黑龙江地质,1993,4(1).
- 3 邓燕华.宝(玉)石矿床(三).桂林冶金地质学院学报,1991,1.

Basalt Related to Ruby and Sapphire in Eastern Heilongjiang and Reconstruction of Paleovolcanic Mechanism

Sun Jianxun

(Heilongjiang Institute of Geology and Mineral Resources, Harbin 150036)

Key words: Heilongjiang, ruby and sapphire, basalt, paleovolcanic mechanism

Abstract

Through an analysis of basalts distributed along the Dunhua-Mishan deep faulted zone of Muling-Jixi area and the reconstruction of paleovolcanic mechanism, the present paper points out that ruby and sapphire are related to mottled alkaline olivine basalts that contain deep ultramafite xenoliths and xenocrysts. The paleovolcanic mechanism controls the distribution of basalts and, furthermore, the distribution of ruby and sapphire secondary deposits.