

# 郯庐断裂带中段第三纪玄武岩特征及与刚玉形成的关系

余晓艳, 姚晓梅, 汪云峰, 韩 萍

(中国地质大学, 北京 100083)

[摘 要] 对郯庐断裂带中段第三纪玄武岩的岩石学特征、地球化学特征进行了研究。对火山岩系列及其类型进行了划分, 并作了分类命名。探讨了玄武岩与刚玉形成的关系。

[关键词] 郯庐断裂带 第三纪玄武岩 刚玉成因

[中图分类号] P588.14<sup>+</sup>5, P619.24<sup>+</sup>2 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2000)03-0028-04

## 1 概述

郯庐断裂带中段第三纪火山岩为一套基性熔岩, 底部有少量超基性熔岩, 其岩性及岩石化学成分变化不大, 呈平顶状、桌状分布于较高山顶之上。主要分布在临朐、昌乐、安丘和沂水等地, 自沂水向南则未见出露。依据区域资料对比和火山喷发旋回以及岩性组合特征, 将第三纪火山岩划分为中新世牛山组( $N_1n$ )和上新世尧山组( $N_1y$ ), 二者归临朐群, 二组之间为微角度或平行不整合接触关系。自潍坊以东牛山组渐少, 而尧山组玄武岩逐渐增多, 但其规模则远不及牛山组分布广泛。

牛山组( $N_1n$ ): 该组分布广泛, 有时呈残留顶盖出露于山顶之上。其不整合盖在老于它的不同地质单元之上, 上被尧山组微角度不整合覆盖。其底部为厚薄不一的胶结差的长石石英砂岩或砂砾岩。厚20余米。且具斜层理构造。

该组主要为一套岩性变化很小的气孔杏仁状与块状碱性橄榄玄武岩, 其厚度变化较大, 龙山一带为289.90 m, 高顶子一带为73.5 m。

尧山组( $N_1y$ ): 呈微角度或平行不整合盖于牛山组玄武岩之上, 其上未见顶。不整合面处具烘烤现象。岩性为一套伊丁石化碱性橄榄玄武岩。厚度变化大, 龙山一带为38.32 m, 高顶子为13.32 m。

该组乃是第三纪中新世和上新世时期火山作用所形成的一套溢流相被状碱性玄武岩流。其处于临朐—昌乐—蓬莱新生代火山喷发带中。

## 2 岩石学特征

本区岩石主要是橄榄玄武岩、碱性橄榄玄武岩。其特征为:

橄榄玄武岩: 呈黑、灰黑、灰褐色, 斑状结构, 基质隐晶质结构, 块状或气孔杏仁状构造。镜下为斑状结构, 基质间粒结构, 块状构造。由斑晶(25%~30%)和基质(70%~75%)组成。斑晶由橄榄石(20%~25%)、普通辉石(5%)及少量斜长石组成。橄榄石: 呈半自形柱粒状, 粒度为0.2 mm~1 mm, 表面干净; 普通辉石: 自形—半自形柱粒状, 0.3 mm~1.5 mm; 斜长石: 自形长板条状, 0.5 mm~1 mm, 聚片双晶,  $An = 55$ , 为拉长石。基质由微晶斜长石(45%)、辉石(15%)、橄榄石(5%~10%)、磁铁矿(5%)组成。微晶斜长石自形细小长板条状, 均匀无规则分布,  $An = 35$ , 为中长石, 局部形成格架, 空隙间分布有自形—半自形辉石和橄榄石。磁铁矿均匀分布。

该类岩石具气孔杏仁状构造, 杏仁充填沸石, 其橄榄石含量多变化在10%~20%之间, 有些含钛普通辉石, 尧山组橄榄石均发生伊丁石交代。该岩类本区内常见, 组成第三纪临朐群牛山组和尧山组的主要岩性, 分布广, 呈被状产出。

碱性橄榄玄武岩: 手标本呈灰黑色、灰色、灰紫色, 块状构造, 斑晶含量约10%~15%, 主要为橄榄石, 少数为钛辉石, 基质具间粒结构, 交织结构, 主要由斜长石、钛辉石、橄榄石、磁铁矿等组成。橄榄石(10%~20%), 半自形, 它形粒状、柱状, 伊丁石化明显; 钛辉石(30%~50%), 半自形, 它形柱状、粒状, 淡紫玫瑰色, 斜长石(40%), 多呈板状、条状,  $An = 30$ , 为中长石。副矿物主要有磁铁矿、磷灰石。

## 3 火山岩的分类命名、系列及类型

### 3.1 火山岩的系列及类型

火山岩的系列、类型、名称与组合是火山岩石学

[收稿日期] 1998-10-05; [修定日期] 1999-10-01; [责任编辑] 张启芳

研究的基础。根据 Irvine 等 (1971)<sup>[1]</sup>、IUGS (1989)<sup>[2]</sup>、邱家骧 (1985)<sup>[3]</sup> 及邓晋福 (1996)<sup>[4]</sup> 方法, 分述如下:

本区牛山组和尧山组火山岩主要落入碱性系列区 (图 1), 且里特曼指数  $\sigma = 3.39 \sim 4.76$ , 平均为 4.50 > 3.3, 为碱性系列。在 AFM 图解中, 牛山组火山

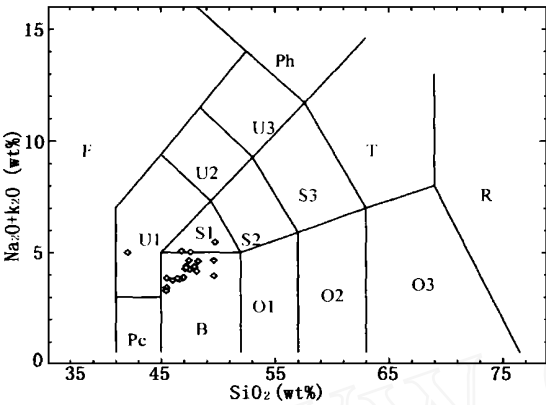


图 1 火山岩 TAS 分类命名图  
(据 Le Bas<sup>[1]</sup>, 火山岩化学成分数据来自山东省第二地质队、山东省第一地质队、中国地质大学山东区调队)  
S1—粗面玄武岩, B—玄武岩, U1—碱玄武岩  
岩未见富铁趋势, 为钙碱性岩系列; 在 Peccerillo (1976)<sup>[5]</sup> 提出的 SiO<sub>2</sub>—K<sub>2</sub>O 图解中, 牛山组和尧山组火山岩均落入高钾系列区 (图 2), 在 AFM 图中不

具富铁趋势, 因此尧山组和牛山组火山岩属高钾碱性岩系列。

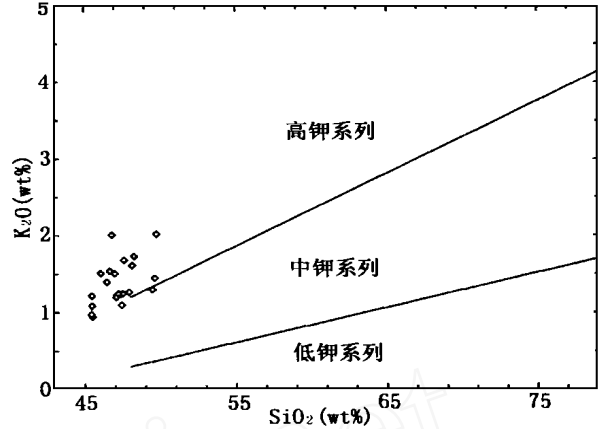


图 2 K<sub>2</sub>O—SiO<sub>2</sub> 火山岩系列图解 (Peccerillo 等<sup>[5]</sup>, 1976)  
(资料来源同图 1)

3.2 火山岩的分类命名

以全碱—二氧化硅 (TAS) 图解, 结合标准矿物, 对本区火山岩进行分类命名。用本区新生代火山岩 24 个化学全分析样品投图, 从图中可以看出, 新生代玄武岩岩石化学特征变化不大, 主要以玄武岩为主, 另外有少量碱玄武岩及粗面玄武岩。

4 玄武岩的稀土元素特征

玄武岩稀土元素分析结果见表 1。从表中可以

表 1 第三纪玄武岩稀土配分测试结果

| 样号 | La   | Ce   | Pr   | Nd   | Sm    | Eu    | Gd    | Tb    | Dy    | Hb    | Er   | Tm    | Yb    | Lu    | ΣREE   | δ <sub>Eu</sub> | (La/Yb) <sub>N</sub> |
|----|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|-----------------|----------------------|
| 1  | 5.6  | 8.36 | 1.04 | 4.06 | 0.79  | 0.219 | 0.756 | 0.12  | 0.88  | 0.178 | 0.6  | 0.085 | 0.557 | 0.082 | 23.33  | 0.86            | 6.62                 |
| 2  | 7.09 | 11.8 | 1.02 | 3.17 | 0.711 | 0.209 | 0.654 | 0.117 | 0.702 | 0.184 | 0.54 | 0.08  | 0.548 | 0.084 | 26.91  | 0.93            | 8.52                 |
| 3  | 12.8 | 30.4 | 3.78 | 13.2 | 2.24  | 0.682 | 2.587 | 0.442 | 2.2   | 0.371 | 1.01 | 0.101 | 0.37  | 0.041 | 70.22  | 0.87            | 22.79                |
| 4  | 23.3 | 43   | 6.2  | 23.5 | 6     | 1.7   | 5.4   | 0.97  | 4.8   | 0.78  | 1.8  | 0.35  | 1.48  | 1.15  | 120.43 | 0.90            | 10.37                |
| 5  | 19.4 | 10   | 3.08 | 12.9 | 2.98  | 1.2   | 3     | 0.5   | 3.28  | 0.77  | 2.38 | 0.365 | 2.48  | 0.595 | 62.93  | 1.23            | 5.15                 |
| 6  | 23   | 43   | 5    | 23   | 4.2   | 2.3   | 5     | 0.66  | 4.7   | 0.82  | 2.1  | 0.38  | 1.5   | 0.32  | 115.98 | 1.55            | 10.10                |
| 7  | 23   | 40   | 5.2  | 26   | 4.1   | 2.1   | 4.7   | 0.8   | 4.2   | 0.69  | 1.8  | 0.22  | 1.2   | 0.86  | 114.87 | 1.47            | 12.63                |

样品 1~4 为牛山组, 5~7 为尧山组, 1、2、3、5 采自山东沂水 (据中国地质大学山东区调队), 其余为山东临朐 (据山东省第二地质队)。看出, 牛山组玄武岩稀土总量变化范围较大, 在 (26.91~120.43) × 10<sup>-6</sup> 之间, 而尧山组稀土总量为 (62.93~115.98) × 10<sup>-6</sup> 之间, 较牛山组高。 (La/Yb)<sub>N</sub> 比值一般在 5~20 之间, 总体上牛山组高于尧山组。尧山组具明显高的正铕异常, 尧山组 δ<sub>Eu</sub> 为 1.23~1.55, 牛山组一般为 0.86~0.93。

牛山组、尧山组稀土配分模式图见图 3。

5 玄武岩形成的时代

表 2 列出了第三纪玄武岩全岩的 K—Ar 同位素年龄, 结合地层古生物证据、地磁研究结果, 可分为 3 期: 第一期为早中中新世, 以山旺硅藻土下部的牛山碱碧玄武岩为代表, 年代主要集中在 16.4 Ma~11.2

Ma 之间; 第二期为晚中新世, 以山旺硅藻土上部的碱性橄榄玄武岩为代表, 年代主要集中在 11 Ma 左右。其形成和发育多受沂沭断裂带构造活动制约。

6 玄武岩成因及与刚玉形成的关系

郯庐断裂带中段第三纪玄武岩以新第三纪玄武岩发育为特征, 玄武岩多沿平原边部发育, 明显受郯

1 5 万曹泉幅、贾悦幅区域地质调查报告。山东省地质矿产局第二地质队, 1993  
1 5 万蒋峪幅、牛沐幅区域地质调查报告。山东省地质矿产局第一地质队, 1990  
1 5 万圈理幅、马站幅、高桥幅区域地质调查报告。中国地质大学山东区调队, 1996

庐断裂构造的控制,随构造运动自南西向北东迁移,属多期次喷发,形成玄武岩台地。一般以裂隙式喷发的宁静溢流为主,局部为中心式喷发,在临朐—昌乐盆地内有许多孤立山包,如:黄山、苍山、桃花山、方山等,其顶部呈浑圆状或水平状,主要岩性为橄榄玄武岩,柱状节理发育。在昌乐县五图一带发现蓝宝石砂矿和尧山组中蓝宝石原生矿。蓝宝石的原生矿产于玄武岩中,其特点是含有多种深源包体及巨晶矿物,约占玄武岩体积的 10%~15%<sup>[6]</sup>。目前,对我国东部产于碱性玄武岩中的蓝宝石的成因机制,有不同的认识,主要有以下几点:

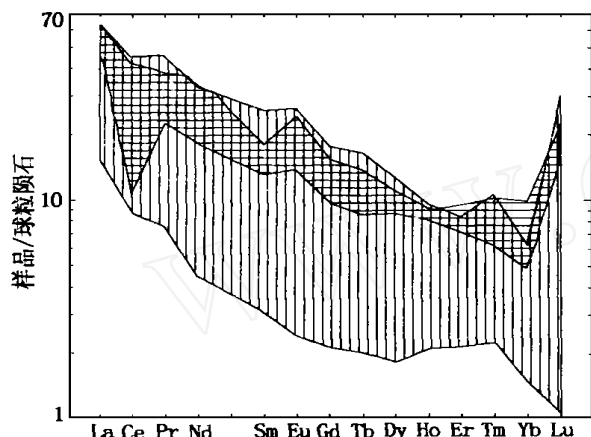


图3 第三纪玄武岩稀土配分模式图  
1—牛山组;2—尧山组

表2 第三纪玄武岩全岩 K—Ar 法同位素年龄一览表

| 序号 | 采样位置  | 岩石名称    | 地质年龄(Ma) |
|----|-------|---------|----------|
| 1  | 临朐牛山  | 碱性橄榄玄武岩 | 16.13    |
| 2  | 临朐牛山  | 碱性橄榄玄武岩 | 18.87    |
| 3  | 临朐胸山  | 碱玄岩     | 15.77    |
| 4  | 临朐胸山  | 碱玄岩     | 13.43    |
| 5  | 临朐尧山  | 碱性橄榄玄武岩 | 10.64    |
| 6  | 临朐尧山  | 碱性橄榄玄武岩 | 11.40    |
| 7  | 临朐尧山  | 碱性橄榄玄武岩 | 13.72    |
| 8  | 临朐二姑山 | 碱性橄榄玄武岩 | 12.63    |
| 9  | 昌乐方山  | 碱性橄榄玄武岩 | 16.40    |
| 10 | 昌乐豹山  | 碱玄岩     | 16.05    |
| 11 | 雹泉    | 碱性橄榄玄武岩 | 11.27    |
| 12 | 雹泉    | 橄榄拉斑玄武岩 | 14.78    |
| 13 | 雹泉    | 碱性橄榄玄武岩 | 14.99    |
| 14 | 安丘    | 碱性橄榄玄武岩 | 15.65    |
| 15 | 牛沐    | 橄榄玄武岩   | 12.48    |
| 16 | 牛沐    | 橄榄玄武岩   | 19.76    |
| 17 | 沂水圈里  | 碱玄岩     | 13.60    |
| 18 | 沂水圈里  | 碱玄岩     | 12.84    |
| 19 | 沂水太平顶 | 碱性橄榄玄武岩 | 14.02    |
| 20 | 沂水太平顶 | 碱性橄榄玄武岩 | 12.12    |

据 、。

1)刚玉是玄武岩浆早期在深部结晶的产物,即玄武岩浆中的高压巨晶;2)刚玉是玄武岩浆从地幔中的捕虏的产物,即幔源捕虏物;3)刚玉是玄武岩浆

上升过程中从围岩捕虏的产物或与围岩反应的产物;根据观察结果和有关资料,我们可以得到如下结论:

1)玄武岩中的刚玉,在测区内均以矿物斑晶形式产出,未见与其他矿物组成的岩石捕虏体和角砾;2)二辉橄榄岩、含尖晶石二辉橄榄岩等幔源捕虏体中,未见刚玉晶体(蓝宝石)的报道;3)刚玉晶体的晶棱多被熔蚀而呈次棱角状、浑圆状,晶体表面均有一层黑色被膜,刚玉斑晶与玄武岩基质界限截然,说明它不是形成于玄武岩浆侵位和喷出过程中;4)刚玉晶体多见双世代,即中心为棕黑色,外圈为蓝色或蓝绿色,或者相反;刚玉中由不同深浅的颜色组成的生长环带细密,且普遍发育,说明它形成于物理化学条件具有脉动性或振荡性的环境中;5)刚玉中的包裹体类型除金红石、钛铁矿、赤铁矿等晶质包裹体外,尚有熔融包裹体与流体包裹体;6)含刚玉的玄武岩均为碱性玄武岩,其岩浆为原生岩浆,岩浆的 NBO/T 大于 1 或近于 1<sup>[7]</sup>。化学成分上相对富 Al 贫硅,富碱质。岩浆上升的速度快,如山东蓝宝石的玄武岩上升的速度大于 4.0 km/h,而不含蓝宝石的玄武岩浆上升的速度小于 0.4 km/h<sup>[8]</sup>。

综上所述,刚玉是在低硅、富 Al 的碱性玄武岩浆早期在深部晶出的高压巨晶,在岩浆快速上升的条件下,来不及与熔浆反应或下沉,被带到地表并保存于碱性玄武岩浆中的产物<sup>[8]</sup>。

[参考文献]

[1] Irvine T.N. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks[J]. Can J Earth Sci, 1971, (8): 532~548.

[2] Le Maitre R.W. A classification of igneous rocks and glossary of terms - recommendations of the IUGS subcommission on the systematic of igneous rocks[M]. London: Blackwell Scientific Publications, 1989.

[3] 邱家骧,陶奎元,赵俊磊,等. 火山岩[M]. 北京:地质出版社, 1996. 35~58.

[4] 邓晋福,赵海玲,莫宣学,等. 中国大陆根—柱构造—大陆动力学的钥匙[M]. 北京:地质出版社, 1996. 14~110.

[5] Peccerillo A, et al. Geochemistry of Eocene calc - alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey[J]. Contr Miner Petro, 1976, 58: 63~81.

[6] 余晓艳,吴国忠. 山东昌乐蓝宝石矿区的地质特征[J]. 建材地质, 1996, (5).

[7] 邹进福,袁奎荣. 鲁西新生代含蓝宝石玄武岩的成岩成矿模式[J]. 桂林冶金地质学院学报, 1991. 11 (增刊).

[8] 赵海玲. 东南沿海地区晚第三纪—第四纪大陆裂谷型火山作用及深部作用过程[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1990.

## CHARACTERISTICS OF TERTIARY PERIOD BASALT OF THE MIDDLE TANLU FAULT BELT AND THE RELATIONSHIP OF CORUNDUM

YU Xiao - yan, YAO Xiao - mei, HAN Ping

**Abstract** :The tertiary period basalt characteristics , geochemistry were studied. The volcanic rock types are classified and named. The relationship between basalt and corundum were discussed.

**Key words** :Tanlu fault , tertiary period basalt , corundum genesis



第一作者简介:

余晓艳 女,1964年生。1987年毕业于武汉地质学院,岩石矿物学专业,获学士学位。1992年在中国地质大学(北京)获硕士学位。现为中国地质大学(北京)副教授,在职博士研究生。主要从事岩石学、宝石学和非金属材料科研和教学工作。

通讯地址:北京市海淀区学院路29号 中国地质大学(北京)材料科学与工程学院 邮政编码:100083

(上接第27页)

低,晶胞参数小,晶体结构堆积紧密,使之具有高硬度(7.5~7.8)、高密度(4.04)和良好的韧性。经国家磨料磨具质量监督检验中心检验,认为是“较理想的自由磨或有机结合剂磨具的石榴石磨料”。

### 2.3.2 砂线石

该区砂线石形成方式有如下三种:

(1)由红柱石或蓝晶石相变而成,结晶较粗,长柱状或束状产出。

(2)由十字石和石英反应而成。这时砂线石与十字石、铁铝榴石紧密共生,或与云母交错组成片理。

(3)在高角闪岩相条件下,由白云母和石英反应而成(图3反应)。形成的砂线石多呈毛发状,并有钾长石出现。

### 3 小结

(1)老林沟石榴石矿的原始物质是在晚太古代早元古代鄂西原始陆块边缘海中,通过正常沉积方式形成,变质为孔兹岩。

(2)形成矿石的原岩为富铁粉砂质泥岩,其特殊的化学组成是成矿的物质基础。铁铝含量均高是形成矿石必不可少的条件。

(3)低角闪岩相至高角闪岩相的变质温压条件是使该区石榴石品质优良的主要原因之一。

[参考文献]

- [1] 姚敬劬. 磨料用石榴石的性质与成分及成因的关系[J]. 岩石矿物学杂志,1997(增刊):222~227.
- [2] 叶利谢夫 H.A. 变质作用[M]. 北京:科学出版社,1966.
- [3] 温克勒 H.G.F. 变质岩成因[M]. 北京:科学出版社,1980.

## METAMORPHIC FACIES AND REACTIONS OF ORIGINAL ROCK IN LAOLINGOU GARNET DEPOSIT

YAO Jing - qu

**Abstract** :The original rock of Laolingou garnet deposit is a siltelite and rich in iron. The garnet deposit was formed by a series of metamorphic reactions , which has been undergone low to high amphibolite facies P , T condition.

**Key words** :Laolingou garnet deposit , original rock , metamorphic facies , metamorphic reaction



第一作者简介:

姚敬劬(1941年-),男。1964年毕业于浙江大学地质系。现任中南冶金地质研究所副所长、教授。为现届中国金属学会冶金地质学会理事、岩矿专业委员会主任,湖北省地质学会、湖北省矿物岩石地球化学学会理事。主要从事矿床地质研究。

通讯地址:湖北省宜昌市胜利一路 中南冶金地质研究所 邮政编码:443003