

济南东部埠村超单元及其就位机制

田洪水 桑忠禧 仲衍伟 吕明英

(山东省地质学校)

提要 分布于济南东部六山圈—大有一带的侵入岩,为燕山早期同一岩浆热事件多次侵入形成的杂岩体,依其形成顺序可划分为山张庄、西杜、大有、赵家鹤山四个单元,归并为埠村超单元。该超单元的形成与幔源碱性岩浆上侵及同源岩浆分异产生的中偏基性—中性岩浆多次侵入有关,属热气球式膨胀与火山口塌陷复合就位机制。

关键词 埠村超单元 岩石谱系划分 燕山早期 复合就位机制 济南东部

济南东部六山圈(山张庄、西杜、李家楼等六个自然村的通称)—大有一带,西距济南市 30 余 km,北距近东西向的齐河—广饶断裂带约 35km,大地构造位置位于泰沂掀斜式

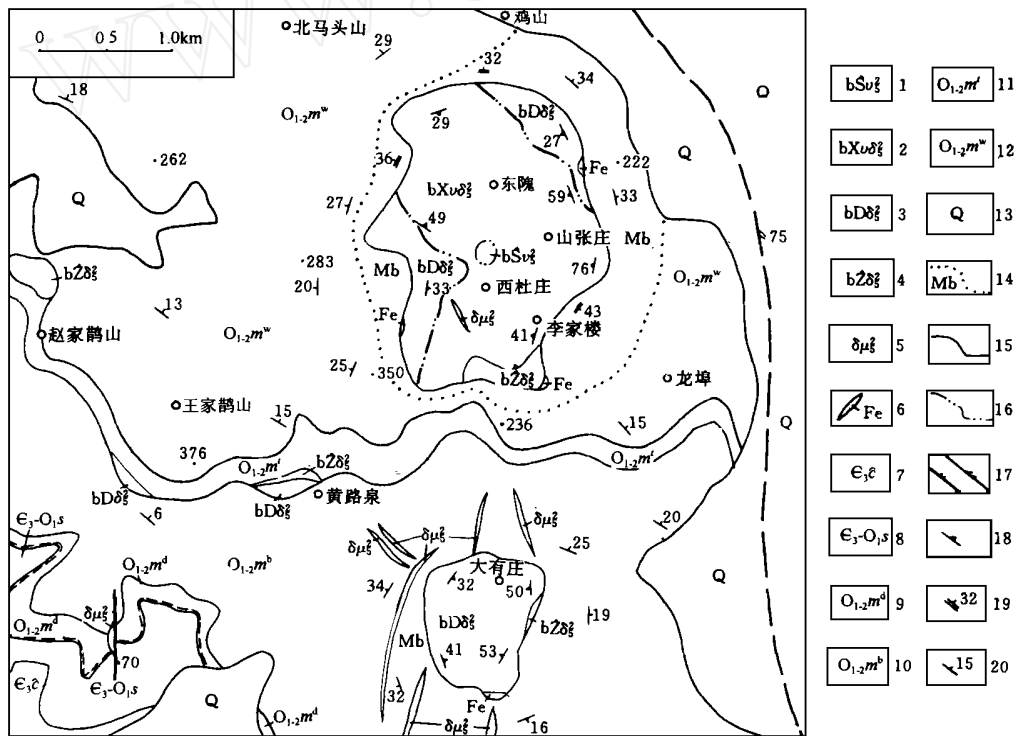


图 1 埠村超单元主要侵入体分布略图

Fig 1 Distribution sketch of major intrusives in Bucun superunit

- 1—山张庄单元; 2—西杜单元; 3—大有单元; 4—赵家鹤山单元; 5—闪长玢岩; 6—磁铁矿体; 7—炒米店组;
- 8—三山子组; 9—马家沟组东黄山段; 10—马家沟组北庵庄段; 11—马家沟组土峪段; 12—马家沟组五阳山段;
- 13—第四系; 14—大理岩及其界线; 15—地质体界线; 16—涌动侵入接触界线; 17—张扭性及张性断裂;
- 18—侵入岩叶理及产状; 19—围岩挤压片理及产状; 20—地层产状

断凸(IV级构造单元)的北缘。分布于这一带的侵入岩体(图1),其同位素年龄为170Ma左右($173 \pm 2\text{Ma}$, $175 \pm 5\text{Ma}$, U-Pb, 锆石),生成于燕山早期,以中偏基性—中性岩为主,为由基性—中偏基性—中性演化的侵入体组合。它既不同于济南市区周围的印支期以基性岩为主的侵入体组合,也不同于章丘茶叶山一带以基性岩为主的侵入岩,因此这三处侵入岩被划为不同的超单元^[1]。六山圈—大有一带的侵入体划分为四个单元,归并为埠村超单元。

1 岩石谱系单位划分

埠村超单元各单元的主要划分依据见表1。

表1 埠村超单元各单元主要划分依据

Table 1 Major classification bases of all units in Bucun superunit

| 单元(代号) | 岩性 | 宏观特征 | 接触关系 | 边界特征 | 同位素年龄(Ma) |
|-----------|------------|--|---------------------------------|--|---|
| 赵家鹤山(bZδ) | 斑状含黑云闪长岩 | 浅灰—灰白色,似斑状结构,边部为斑状结构,块状构造。斑晶以角闪石、斜长石为主,自形—半自形,粒度2~10mm | 脉动侵入大有和西杜单元;顺层侵入马家沟组碳酸盐岩 | 与大有、西杜单元界线清晰,分界线之本单元一侧发育有冷凝边。接触变质带不发育 | 173 ± 2 , 175 ± 5 (同期闪长玢岩脉, U-Pb, 锆石) |
| 大有(bDδ) | 含黑云闪长岩 | 灰绿色、浅灰色,细粒结构,块状构造,侵入体边部含椭圆形的西杜单元岩石包体(直径25~100cm) | 涌动侵入西杜单元;侵入马家沟组碳酸盐岩,个别岩体侵入二叠纪地层 | 与西杜单元界线较明显,无冷凝边,边部也无浸蚀、顶蚀和同化现象。近边界处包体长轴增大,其方向与界线基本一致,具塑性挤压变形特征。接触变质带发育 | |
| 西杜(bXδ) | 含黑云辉石闪长岩 | 灰色,中粒结构,块状构造,蚀变较强,边部含椭圆形的山张庄单元岩石包体(直径30~100cm) | 涌动侵入山张庄单元;侵入马家沟组碳酸盐岩 | 与大有单元和西杜单元间的边界特征相似 | |
| 山张庄(bSδ) | 含黑云角闪苏长辉长岩 | 深灰色,中细粒结构,块状构造,成分均匀,致密坚硬 | 被西杜单元侵入、包围 | 同西杜单元,并分布于六山圈岩体的中部 | |

首先依据岩石性质及其宏观特征,圈出区内四类岩性相同、界线明确的侵入体;然后依据侵入体的边界特征、穿切关系及岩浆由基性向酸性演化的规律,确定其侵入接触的类型和生成顺序;继而全面分析四类侵入体的产状、岩石学和岩石地球化学特征,并按由早到晚的生成顺序依次归并命名为山张庄、西杜、大有和赵家鹤山四个单元。

以上划分的四个单元在空间上紧密相伴,在时间上为同一岩浆热事件的产物,它们的物质成分演化方向明显,具密切的亲缘关系,其特征符合岩石谱系单位划分准则^[2]。

1 5万埠村幅区域地质调查报告(1995)将埠村超单元划分为山张庄、西杜、大有和李家楼四个单元,后者据“山东省侵入岩岩石谱系单位划分序列”(张成基等,1996)更名为赵家鹤山单元。

2 埠村超单元特征

2.1 地质产状特征

埠村超单元主要侵入于奥陶纪马家沟组碳酸盐岩中, 按岩体产出规模可分为两类: 其一为规模较大的小岩株式岩瘤, 由两个以上单元的侵入体组成, 平面形态呈椭圆形或近圆形; 内部发育叶理构造, 叶理走向大致平行于接触带; 与围岩呈不整合侵入接触关系, 接触变质带发育, 围岩构成穹窿, 见有小揉皱和片理化现象, 发育有放射状断裂(被同期闪长玢岩脉充填), 六山圈岩体和大有岩体属之。另一为小岩床或岩席, 由一个或两个单元的侵入体组成, 呈扁豆状、囊状, 内部无叶理, 与围岩呈整合侵入接触关系, 接触变质带不发育, 黄路泉、赵家鹊山北、王家鹊山南诸岩体属之。

在单元发育齐全、规模较大的六山圈岩体中, 可见到各单元间的侵入接触关系。其中赵家鹊山单元与较早单元呈脉动侵入接触关系, 而大有、西杜、山张庄三个单元则呈涌动侵入接触关系。后三个单元侵入体的边缘无浸蚀、顶蚀和冷凝边等现象, 其间的界线主要由矿物成分与色率突变表现出来, 且较晚单元侵入体的边部多见有较早单元侵入体的包体(体积大, 具塑性挤压变形)。

2.2 岩石学及矿物学特征

埠村超单元各单元岩石的宏观特征见表 1, 其矿物成分平均含量见表 2。

表 2 埠村超单元各单元实测矿物平均含量(v%)及斜长石特征

Table 2 Measured minerals' average content (v%) and plagioclase characteristics in each unit of Bucun superunit

| 单元 | 样品数 | 斜长石 | 钾长石 | 石英 | 单斜辉石 | 紫苏辉石 | 普通角闪石 | 黑云母 | 绿帘石 | 绿泥石 | 方解石 | 磁铁矿 | 磷灰石 | 榍石 | 斜长石特征 | | |
|------|-----|-------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|-----|-----|
| | | | | | | | | | | | | | | | A_n | 2V | S |
| 赵家鹊山 | 3 | 60.89 | 4.89 | 2.21 | 4.32 | - | 16.25 | 5.33 | 0.84 | 1.21 | - | 3.30 | 0.08 | 0.06 | 48 | 80° | 0.6 |
| 大有 | 6 | 58.38 | 0.69 | 1.57 | 0.55 | - | 24.16 | 7.96 | 0.55 | 2.42 | 0.38 | 2.61 | 0.14 | 0.18 | 35 | 80° | 0.6 |
| 西杜 | 4 | 46.28 | 1.07 | 0.72 | 12.20 | - | 12.38 | 7.74 | - | - | 18.22 | 1.68 | 0.05 | - | 52 | 80° | 0.6 |
| 山张庄 | 2 | 54.74 | 4.84 | 0.64 | 15.04 | 6.19 | 10.35 | 6.76 | - | - | - | 1.92 | 0.13 | - | 62 | 82° | 0.8 |

注: 斜长石特征采用光学法测定。表中 A_n 为斜长石内环带牌号, 外环带牌号: 山张庄单元 $A_n=55\sim 57$, 西杜单元 $A_n=40\sim 45$, 其余 $A_n>30$ 。


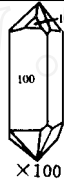
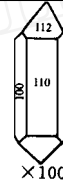
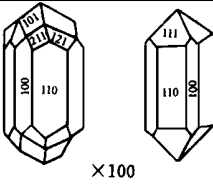
该超单元四个单元均含有斜长石(多呈半自形长板状, 唯有赵家鹊山单元的斜长石斑晶为自形板状, 均具简单环带和聚片双晶以及土化、绢云母化现象)、辉石(半自形—自形柱状, 具角闪石的反应边)、角闪石(半自形—自形柱状, 部分含辉石残晶, 可被黑云母、绿泥石交代)、黑云母及石英(具波状消光)等造岩矿物, 其含量随单元岩性变化而变化。

实测斜长石牌号和有序度(表 2)表明: 最早形成单元岩石中的斜长石为基性斜长石, 有序度最高; 晚期形成单元岩石中的斜长石则为中性斜长石, 有序度变低。它们分别与各单元的岩性相对应, 即山张庄单元属基性岩单元, 大有单元和赵家鹊山单元为中性岩单元。至于西杜单元, 其斜长石的内环带($A_n=52$)属基性斜长石, 但外环带为中性斜长石, 且岩石的色率、结构、斜长石有序度及 SD_2 含量均显示中性岩特征, 故属基性—中性过渡类型, 即属中偏基性侵入岩。由此可见, 整个超单元岩石以中偏基性—中性岩为主体。

四个单元岩石中含量最多的副矿物是磁铁矿, 故各单元副矿物组合的基本类型均为磁铁矿型, 其具体类型和锆石特征见表 3。

表 3 埠村超单元各单元副矿物组合类型及锆石特征

Table 3 Accessory minerals' combination types and zircon characteristics in each unit of Bucun superunit

| 单元 | 山张庄 | 西杜 | 大有 | 赵家鹊山 | |
|---------|---|---|---|--|-----------------------------------|
| 副矿物组合类型 | 磷灰石-榍石-磁铁矿型 | 磷灰石-锆石-磁铁矿型 | 锆石-榍石-磁铁矿型 | 锆石-磷灰石-磁铁矿型 | |
| 锆石 | 颜色 | 淡紫色 | 淡紫—浅紫色 | 浅黄褐色 | 褐黄色为主, 浅紫色次之 |
| | 长宽 | 2.5~ 3.0 | 3.0~ 3.3 | 2.6~ 3.0 | 1.6~ 7.0 |
| | 磨圆与蚀象 | 晶棱清晰, 晶形完整, 晶面光亮, 柱状, 柱块状 | 棱角清晰, 晶面光亮, 柱状, 柱块状 | 棱角被熔蚀, 表面光亮, 圆柱状 | 棱角被熔蚀, 表面多光亮, 个别污浊, 多呈圆柱状, 个别呈椭圆状 |
| 特征 |  |  |  |  | |

2.3 岩石化学特征

埠村超单元岩石化学成分含量和特征参数分别见表 4 和表 5。由里特曼指数 σ 和 K_2O/Na_2O 比值可知, 该超单元岩石属钙碱性系列, 具贫钾富钠特征。山张庄单元岩石的 SD_2 含量高于中国辉长岩(黎彤, 1962), Al_2O_3 含量, A/NKC 值, DI 值在四个单元中最低, 且 $SI > DI$, 表明分异程度最低, 固结程度最高, 这是最早形成单元的特征。西杜和大有单元岩石的 SD_2 含量低于中国闪长岩(黎彤, 1962) 的含量, 赵家鹊山单元岩石的 SD_2 含量接近中国闪长岩(黎彤, 1962) 的含量, 后形成的三个单元的岩石化学成分由中偏基性向

表 4 埠村超单元岩石化学成分含量 ($w_B\%$)

Table 4 Average content of the rocks' chemical components in Bucun superunit

| 单元 | 样品数 | SD_2 | TD_2 | Al_2O_3 | Fe_2O_3 | FeO | MnO | MgO | CaO | Na_2O | K_2O | P_2O_5 | H_2O^+ | Los | 总量 |
|------|-----|--------|--------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------|---------|--------|----------|----------|-------|--------|
| 赵家鹊山 | 2 | 57.14 | 0.66 | 17.05 | 3.53 | 3.62 | 0.12 | 3.38 | 6.74 | 4.10 | 1.49 | 0.30 | 0.73 | 1.36 | 100.22 |
| 大有 | 3 | 54.00 | 0.74 | 16.11 | 4.54 | 3.17 | 0.10 | 4.46 | 7.07 | 3.61 | 0.99 | 0.28 | 2.80 | 3.09 | 100.96 |
| 西杜 | 1 | 55.45 | 0.66 | 16.83 | 2.97 | 4.56 | 0.13 | 3.87 | 7.26 | 3.58 | 1.75 | 0.30 | 1.30 | 2.10 | 99.96 |
| 山张庄 | 2 | 51.55 | 0.65 | 13.86 | 1.60 | 7.01 | 0.16 | 10.94 | 9.65 | 2.55 | 1.07 | 0.14 | 0.87 | 0.15 | 100.20 |

表 5 埠村超单元岩石地球化学特征参数

Table 5 Geochemical characteristics parameter of the rocks in Bucun superunit

| 单元 | 化学成分及微量元素参数值 | | | | | | | 稀土元素参数值 | | | |
|------|--------------|---------|-------|-------|--------------|---------|---------|--------------|----------------------|-------------|-------------|
| | σ | A/NKC | SI | DI | K_2O/Na_2O | Rb/Sr | Ba/Sr | ΣREE | $\Sigma Ce/\Sigma Y$ | δEu | δCe |
| 赵家鹊山 | 2.15 | 0.83 | 21.84 | 48.42 | 0.27 | 0.05 | 0.92 | 125.60 | 3.65 | 0.97 | 0.92 |
| 大有 | 2.77 | 0.80 | 22.42 | 43.03 | 0.19 | 0.09 | 1.05 | 129.34 | 4.18 | 0.99 | 0.95 |
| 西杜 | 2.28 | 0.80 | 23.13 | 48.87 | 0.33 | 0.06 | 0.70 | 122.37 | 3.68 | 0.94 | 0.92 |
| 山张庄 | 1.86 | 0.61 | 47.25 | 27.62 | 0.32 | 0.07 | 0.88 | 113.84 | 4.85 | 1.17 | 1.00 |

中性变化, DI 值和 A/NKC 值呈升高趋势, SI 值逐一降低, 且 $SI < DI$, 反映了随着硅、铝质化学成分的增高, 岩浆性质向着分异程度增高、固结程度降低的趋势演化。

2.4 稀土和微量元素特征

从埠村超单元的稀土元素特征参数(表 5)可以看出, 各单元岩石的稀土元素总量 ΣREE 变化范围不大, 从最早生成的单元到晚期单元, ΣREE 值呈升高趋势。各单元的 $\Sigma Ce/\Sigma Y$ 值较高, 表明轻稀土相对富集。由 δEu 和 δCe 值可知, 山张庄单元岩石 Eu 具正异常, Ce 含量正常, 其它三个单元岩石 Eu 和 Ce 均具负异常。

该超单元微量元素含量见表 6。与维诺格拉多夫值比较, 四个单元都富集 Ga , 山张庄单元岩石富集 Cr, Sr, Ba, Th , 后形成的三个单元岩石富集 Co, Cu, Zn , 赵家鹤山单元特别富集 Au 。

表 6 埠村超单元岩石微量元素含量* ($\times 10^{-6}$, $Au \times 10^{-9}$)

Table 6 Trace-elements contents ($\times 10^{-6}$, $Au \times 10^{-9}$) in each unit of Bucun superunit

| 单元 | Mn | Cr | Rb | Sr | Zr | V | Ba | Cu | Zn | Ga | Co | As | Nb | Au | Th | Pb | Ni |
|------|------|-----|----|-----|-------|------|-----|------|----|------|------|-------|-----|-------|-----|-----|-----|
| 赵家鹤山 | 791 | 39 | 37 | 725 | 117.3 | 89.0 | 673 | 45.0 | 80 | 24.9 | 19.0 | < 0.6 | 8.2 | 100.9 | 6.0 | 9.0 | 22 |
| 大有 | 1173 | 69 | 42 | 442 | 107.2 | 90.6 | 465 | 51.6 | 93 | 22.2 | 20.5 | < 0.5 | 9.5 | 2.7 | 6.0 | 6.1 | 18 |
| 西杜 | 822 | 40 | 42 | 730 | 101.0 | 96.0 | 514 | 60.0 | 96 | 25.2 | 21.0 | < 0.5 | 7.8 | 4.2 | 6.0 | 9.0 | 21 |
| 山张庄 | 805 | 510 | 37 | 572 | 95.4 | 86.6 | 503 | 65.6 | 83 | 22.8 | 27.8 | - | 8.2 | - | 5.8 | 8.8 | 149 |

* 赵家鹤山、大有单元含量分别为 2 个和 3 个样品的平均值, 西杜、山张庄单元各为 1 个样品的含量。

3 埠村超单元的物质成分演化规律及岩石成因

3.1 物质成分演化规律

前述各单元岩石的共同特征, 反映了它们在物质组成上具明显的亲缘性。但是, 随着岩浆不断分异演化, 由早到晚形成的各单元岩石之物质组成仍存在差异与变化, 并表现出如下演化规律。

(1) 造岩矿物演化规律 由早到晚形成的各单元岩石, 其斜长石的平均含量呈递增趋势, 石英由微量增至少量, 暗色铁镁矿物平均含量递减[图 2(1)]。斜长石牌号 A_n 和有序度 S 由高到低变化, 由基性斜长石向中性斜长石演化。标准矿物 $Di-Ab-A_n$ 图解[图 2(2)]也表明: 随着暗色铁镁矿物(Di)的含量降低, 斜长石向着 A_n 分子含量降低, Ab 分子含量升高方向演化。

(2) 岩石化学成分演化规律 埠村超单元各单元岩石 $SiO_2, Al_2O_3, Na_2O + K_2O$ 的含量呈增加趋势[图 2(3)], MgO, CaO 的含量呈递减趋势, 固结指数逐渐变小[表 5, 图 2(4)]。需要说明的是, 大有单元侵入岩是区内形成接触交代式铁矿最有利、最直接的母岩, 其 $SiO_2, Al_2O_3, K_2O + Na_2O$ 组分含量之所以较西杜单元低, 图 2(3)中的演化曲线之所以呈“回落”之势, 正是这些组分在强烈的蚀变交代作用中被带出而导致的结果。

(3) 副矿物演化规律 埠村超单元各单元侵入岩中的磁铁矿的含量由少增多(表 2)。锆石晶形由简单而复杂, 晶棱由清晰完整变为熔蚀圆化, 颜色由淡紫、浅紫色变为黄褐、褐黄色(表 3)。

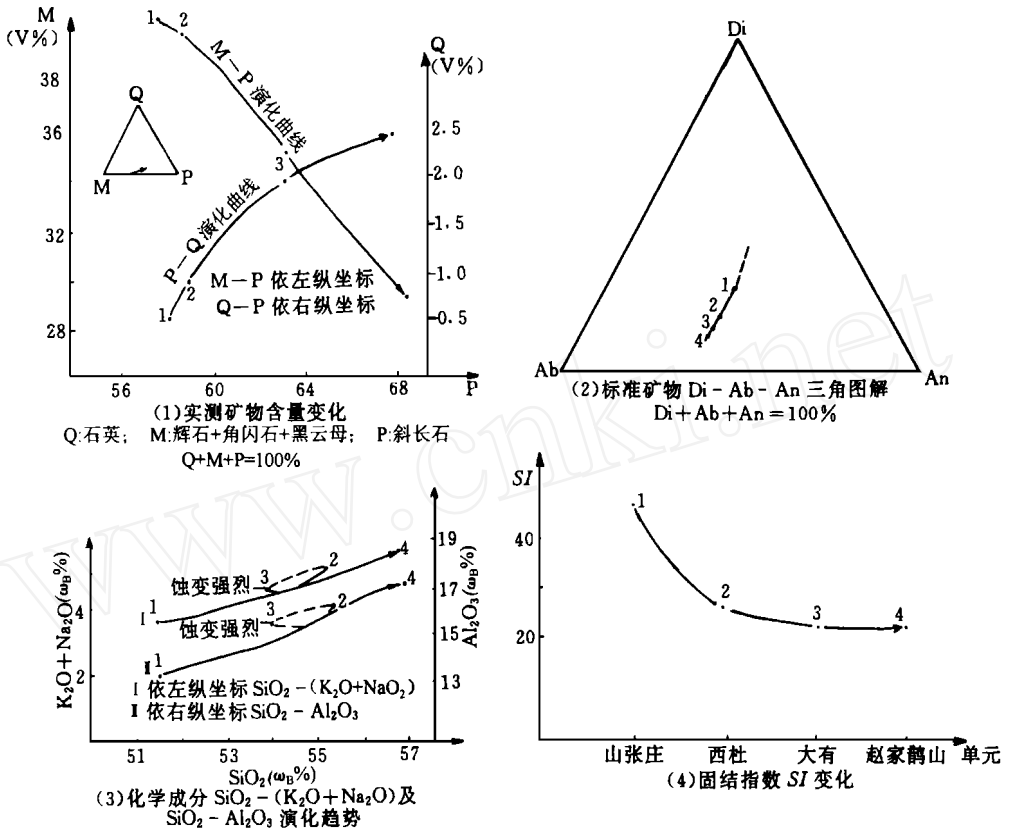


图 2 埠村超单元侵入岩体物质成分演化系列

Fig 2 Intrusive components evolution in Bucun superunit
 1—山张庄单元; 2—西杜单元; 3—大有单元; 4—赵家鹤山单元

(4) 稀土元素和微量元素演化规律 埠村超单元从早形成单元到晚形成单元, 随着稀土总量 ΣREE 由低到高变化, $\Sigma Ce/\Sigma Y$ 值基本上呈降低趋势, Eu 由富集向亏损演化(表 5)。微量元素 Cr, Cu, Co, Ni 的含量呈下降趋势, 其余微量元素的含量变化不明显或相对稳定。

3.2 岩石成因

关于鲁西燕山期辉长岩与闪长岩构成的杂岩体的成因, 以往的文献资料曾指出它们为来自地幔的基性岩浆上侵结晶分异形成的产物^[3]。但该超单元岩石的 A/NKC 值为 0.61~ 0.83, δEu 值为 0.94~ 1.17, 当属 $A/NKC < 1.1$ 的“I”型或 $\delta Eu > 0.7$ 的岩浆分异成因^[2]。而据高压熔融实验, 熔出基性岩浆需大于 1270 的高温^[5], 这在地壳麻粒岩相条件下是根本不可能的, 所以, 它们并非“I”型岩浆成因, 而可能属幔源基性岩浆结晶分异成因。因而, 推断埠村超单元侵入岩的生成过程是: 幔源基性岩浆上侵结晶形成山张庄单元岩石后, 同源岩浆分异产生的中偏基性—中性岩浆再经三次侵入, 结晶生成了其余三个单元岩石。

4 埠村超单元的就位机制

埠村超单元各单元侵入体有两种产出形态: 一是呈小岩株或岩瘤产出, 并由 2 个以上单元组成的杂岩体; 另一是以岩床或岩席产出的小岩体。

呈小岩株或岩瘤产出的由两个以上单元侵入体组成的杂岩体, 具强力就位和被动就位的两种性状: 强力就位的岩体叶理发育, 平面上呈椭圆形, 与围岩的接触界线规则而清楚, 边部无棱角状捕虏体, 围岩中发育挤压片理、小揉皱, 产状与区域岩层不一致, 形成了同岩浆期穹窿构造, 岩体外围穹窿还包含有小褶皱, 属热轻气球膨胀式类型; 被动就位的岩体从中部到边部呈由老到新的单元分布格局, 属隐形火山口塌陷类型。因此, 这类岩体

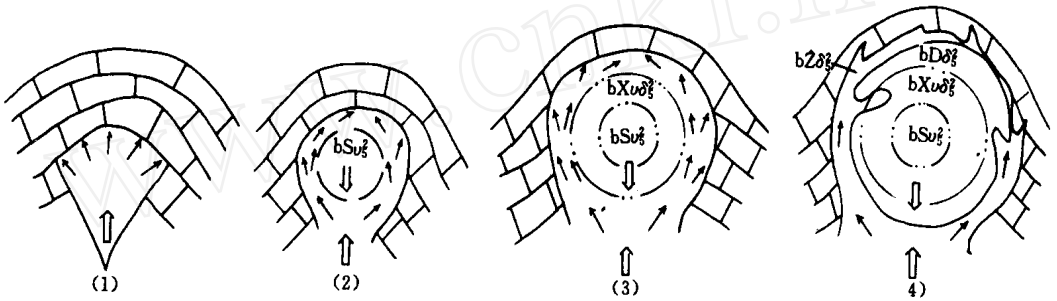


图 3 埠村超单元杂岩体就位机制

Fig 3 Emplacement mechanism of the Bucun superunit complex

- (1) 基性岩浆侵入, 围岩穹起(热轻气球式膨胀); (2) 岩浆结晶收缩形成山张庄单元和环形空间, 山张庄单元下沉, 中基性岩浆沿环形空间侵入(火山口陷落); (3) 过程同上, 形成西杜单元, 中性岩浆沿环形空间侵入(火山口陷落); (4) 过程同上, 形成大有单元, 岩浆沿较小的环形空间和裂隙充填, 形成赵家鹊山单元(火山口陷落)

的就位机制可能经历了如图 3 所示的模式, 即属热轻气球膨胀与火山口塌陷复合就位机制。

以岩床或岩席产出的小岩体, 其产状与围岩基本一致, 是顺地层薄弱界面侵入形成的。显然, 它们以被动机制就位。

文稿承蒙张成基高级工程师审阅, 谨致谢意。

参 考 文 献

- [1] 张成基, 王世进. 山东省侵入岩岩石谱系单位划分序列. 山东地质, 1996, 12(2): 101~ 102
- [2] 高秉璋等. 花岗岩类区 1:5 万区域地质填图方法指南. 武汉: 中国地质大学出版社, 1991. 23~ 31, 49~ 51, 71~ 73, 110~ 116
- [3] 山东省地质矿产局. 山东省区域地质志. 北京: 地质出版社, 1991. 387
- [4] 周珣若. 花岗岩的混合作用. 地质前缘, 1994, 1(1): 87~ 96
- [5] 武汉地质学院. 岩浆岩石学(上册). 北京: 地质出版社, 1980. 217~ 219

BUCUN SUPERUNIT AND ITS EMPLACEMENT MECHANISM

Tian Hongshui, Sang Zhongxi, Zhong Yanwei
and Lu Mingying
(*Shandong Geological School*)

Abstract

Intrusives in Lushanguan- Dayou where located in the east of Jinan is the complex of early Yanshan period, which was formed by multi- time intrusion in the same magmatic-thermal event. According to its forming order, it can be divided into four units, namely Shanzhangzhuang, Xidu, Dayou and Zhaojiaqueshan, which constitutes Bucun superunit. Its formation was related to the intrusion of basic magma (mantle source) to multi- time intrusions of basicly medium to medium magma which differentiated from the same magma. The complex emplacement mechanism was air- ball type inflation and volcanic mouth collapse.

Key words Bucun superunit, classification of rock pedigree, early Yanshan period, complicated emplacement mechanism, east of Jinan

本刊入编《中国学术期刊(光盘版)》启事

本刊已于 1998 年入编《中国学术期刊(光盘版)》,后者是在新的载体中采用新的数据编辑技术将入编期刊进行汇编与整理,并赋予全文检索系统软件功能的集成化电子出版物。《中国学术期刊(光盘版)》由光盘国家工程研究中心和北京清华信息系统工程公司联合主办,光盘国家工程研究中心学术电子出版物编辑部负责编辑,清华大学出版社出版,按月定期(与各入编期刊印刷版同时)向社会发行。为使《中国学术期刊(光盘版)》顺利编辑出版,我部要求在《山东地质》发表论文的作者,对本刊入编“光盘版”予以认可。同时,为了尊重本刊登载的每篇论文作者的著作权,特与作者约定如下:今后凡在本刊发表论文而又不愿以光盘形式发表的作者,请在给本刊寄回录用稿件修改稿时,明确予以申明,本刊将根据作者的意愿作适当处理;如未申明,即被视为作者同意将其论文以光盘形式发表。其他未尽事宜,本刊将依据有关规定与作者协商解决。

《山东地质》编辑部