

# 山东蒙阴盆地的青山组

沙业学

(山东省地质矿产局综合地质研究队)

青山组是一套中生代沉积—火山岩系，广泛发育于山东中、新生代内陆盆地中。以往对青山组的研究多侧重于岩石学及其火山机制特点方面，较少采用生物地层学等综合方法来研究和探讨青山组的划分对比及时代归属等问题。蒙阴盆地的青山组发育良好，岩层呈单斜产出，层序及上下界线清楚，并有沉积夹层，是研究青山组较理想的地区。1959—1981年，我们\*对该盆地的青山组进行了专题研究（另有专题研究报告），取得了古生物、岩相、同位素测年、重砂及光谱等方面的资料。本文试图通过生物地层、同位素测年等多种手段对青山组的层序、地层特征及地层年代等问题作一初步探讨（见图1）。

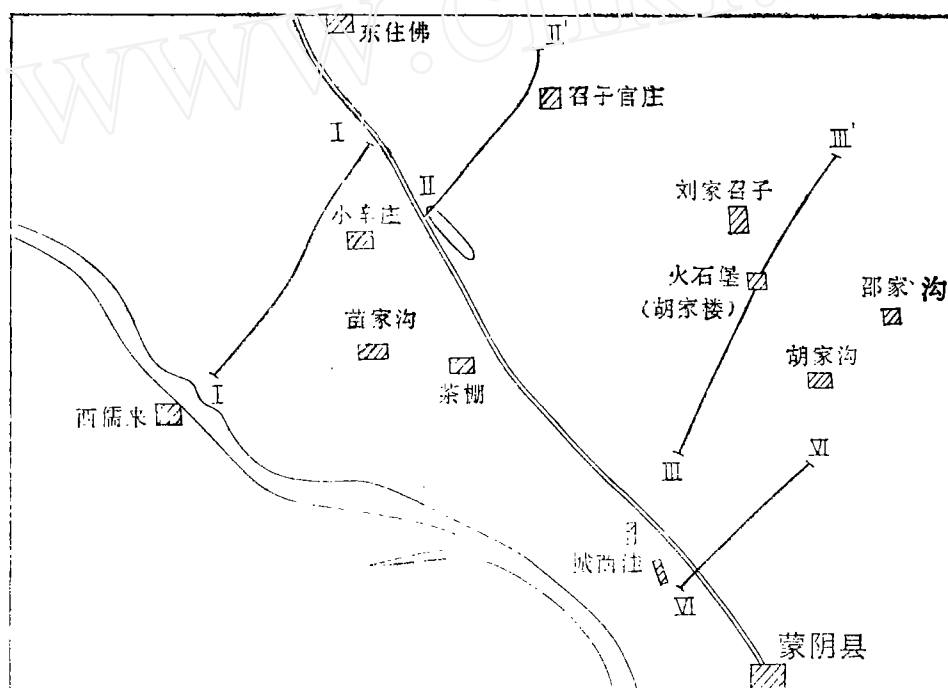


图1 研究剖面位置略图 (1:50000)

\*参加专题工作的有王先起、刘福平、张兴荣。

## 一、剖面介绍

### (一) 山东蒙阴小辛庄 (I—I') 剖面 (图 2)

青山组 ( $K_1q$ )

第二段 ( $K_1q^2$ )

厚度大于 9.44 米

8、蓝灰色玄武安山质晶屑岩屑凝灰岩

厚度大于 1.64 米

7、灰黄色玄武安山质岩屑晶屑凝灰岩，含植物茎干化石

7.80 米

第一段 ( $K_1q^1$ )

总厚 125.07 米

6、灰紫、紫红色含砾粗粒砂岩及砾岩，砾径为 6—7 厘米，杂乱堆积

8.53 米

5、紫红、灰紫色凝灰质砾岩，砂砾岩，见少量灰岩及粉砂质页岩砾石

11.50 米

4、灰绿夹灰紫色火山角砾岩及含砾凝灰岩，砾石成分为安山岩

36.66 米

3、杂色熔岩角砾岩、凝灰岩及安山岩。本层 K—Ar 同位素年龄为 127.41

百万年 ( $Mt_1$ )

21.20 米

2、黄灰色凝灰质砂、砾岩

32.70 米

1、蓝绿色火山角砾岩，砾石成分以安山岩为主，玄武岩次之

14.48 米

——— 平行不整合 ———

下伏地层：分水岭组 ( $K_1f$ )

灰绿色玄武安山质粗凝灰岩

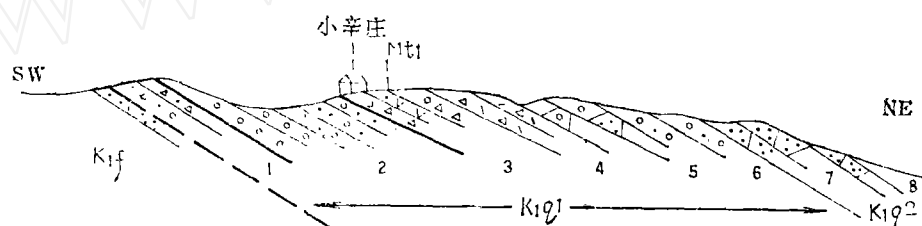


图 2 山东蒙阴小辛庄 (I—I') 剖面

$K_1f$ —分水岭组； $K_1q^1$ —青山组第一段； $K_1q^2$ —青山组第二段

### (二) 山东蒙阴小辛庄北—召子官庄 (II—II') 剖面 (图 3)

青山组 ( $K_1q$ )

第三段 ( $K_1q^3$ )

厚度大于 121.69 米

26、紫褐色玄武安山质熔岩角砾岩。本层 K—Ar 同位素年龄为

113.06 百万年 ( $Mt_3$ )

厚度大于 63.19 米

25、褐紫、黄绿色火山角砾岩，砾石成分为玄武岩、安山岩

58.50 米

第二段 ( $K_1q^2$ )

总厚 466.29 米

24、杂色含砾凝灰岩

6.38 米

23、灰、红灰色晶屑岩屑凝灰岩，夹多层泥质粉砂岩

51.82 米

## 22、灰蓝色岩屑晶屑凝灰岩

52.60米

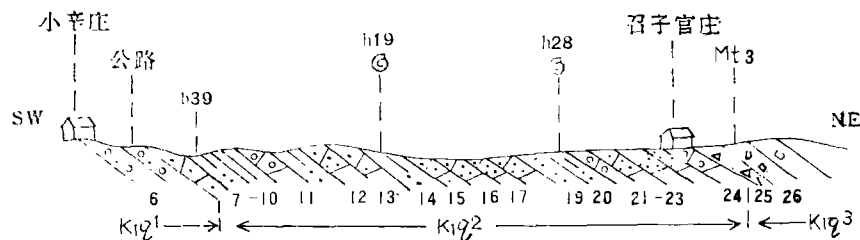


图3 山东蒙阴小辛庄北—召子官庄(II—I')剖面

- |   |            |
|---|------------|
| 21、灰白色含巨砾凝灰质砂、砾岩  | 11.86米     |
| 20、灰、灰黄色泥质粉砂岩及粗砂岩,上部产腹足类( $h_{28}$ ):前贝加尔螺<br>(未定种) <i>Probaicalia</i> sp.  | 55.57米     |
| 19、灰色钙质粉砂岩,下部夹一层凝灰岩   | 21.44米     |
| 18、黄白色晶屑玻屑凝灰岩   | 13.05米     |
| 17、灰绿色玄武安山质岩屑晶屑凝灰岩,底部含较多的植物茎干化石   | 34.94米     |
| 16、灰黄色岩屑晶屑砂质凝灰岩夹凝灰质粉砂岩,中上部含植物茎干化石   | 18.84米     |
| 15、灰、灰蓝色凝灰质砂岩   | 14.56米     |
| 14、灰黄、灰绿色泥质钙质粉砂岩,中部夹灰蓝色页岩及灰黄色粉砂岩层,<br>呈团块状或条带状,断续出露,厚20—50厘米,该夹层产叶肢介及鱼类化石( $h_{19}$ ):金刚山东方叶肢介 <i>Eosestheria jingashanensis</i><br>Chen,长形东方叶肢介 <i>E. elongata</i> (Koabayashi et Kusumi),<br>米氏东方叶肢介)相似种) <i>E. cf. middendorffii</i> (Jones),北票东方<br>叶肢介(相似种) <i>E. cf. peipiaoensis</i> (Kobayashi et Kusumi),狼鳍<br>鱼(未定种) <i>Lycoptera</i> sp. | 18.30米     |
| 13、灰、灰蓝色凝灰质砂岩(岩性同15层)   | 7.13米      |
| 12、灰黄色岩屑晶屑砂质凝灰岩,含植物茎干化石   | 41.06米     |
| 11、灰、灰黄色泥质粉砂岩与岩屑晶屑凝灰岩不等厚互层,均含植物茎干<br>化石   | 51.01米     |
| 10、蓝灰色含砾凝灰岩,上部夹三层灰色粉细砂岩及一层黄白色含植物茎<br>干化石的凝灰质砂岩  | 34.39米     |
| 9、灰黄色粉砂质粘土页岩及灰色钙质粉细砂岩、含植物茎干化石   | 7.21米      |
| 8、灰绿色含砾凝灰岩  | 1.20米      |
| 7、黄灰色薄层凝灰质砂岩,中部泥质粉砂岩含少量孢粉化石( $b_{30}$ )   | 24.93米     |
| 第一段( $K_{1q}^1$ )   |            |
| 6、蓝灰、灰褐色砾岩、含砾凝灰岩及紫红色砂、砾岩  | 厚度大于17.11米 |

## (三) 山东蒙阴石油站—火石堡(Ⅱ—Ⅱ')剖面(图4)

上覆地层：下第三系石灰质砂砾岩

~~~~~角度不整合~~~~~

青山组( $K_1q$ )第五段( $K_1q^5$ )

47、杂色玄武质火山角砾岩与集块岩互层

厚度大于27.52米

第四段( $K_1q^4$ )

总厚463.95米

46、褐灰、灰色橄榄钛辉粗玄岩。本层K—Ar同位素年龄为107.21百万年

( $M_0t_3$ )

26.78米

45、灰黄、桔黄色玻基玄武岩与灰黑色钛辉粗玄岩互层

19.19米

44、紫红、灰黑色玄武岩

约31.40米

43、杂色玻基橄榄玄武岩

约26.45米

42、灰绿色橄榄玄武岩

约85.75米

41、灰红色辉闪安山岩

23.78米

40、紫灰色辉闪玄武安山岩

25.32米

39、杂色辉闪安山岩

61.29米

38、褐紫色橄榄玄武岩及灰绿色火山角砾岩

6.61米

37、灰绿、灰紫色橄榄玄武安山岩

37.78米

36、绿灰、暗绿色玄武安山岩

65.19米

35、灰红色含角砾橄榄玄武岩

1.85米

34、灰绿色粗玄岩

6.77米

33、灰褐色含集块火山角砾岩

3.18米

32、杂色含集块安山质凝灰岩

4.51米

31、灰绿色橄榄辉石玄武岩

15.04米

30、红灰色玄武角闪辉石安山岩

7.14米

29、暗灰绿色玄武安山岩

15.92米

第三段( $K_1q^3$ )

总厚103.64米

28、灰黄色凝灰砾岩及含砾凝灰岩

7.96米

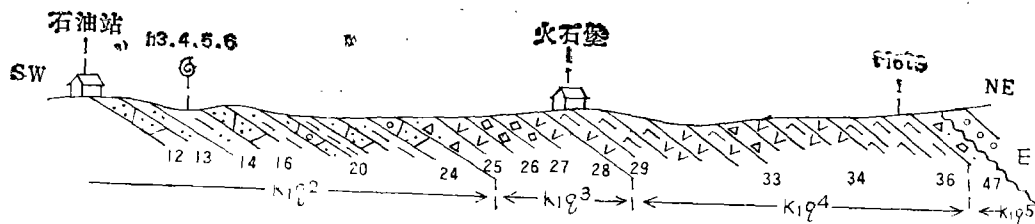


图4 山东蒙阴石油站—火石堡(Ⅱ'—Ⅱ')剖面

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 27、灰绿、紫红色及暗灰色安山岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 19.34米    |
| 26、灰白、灰紫红色安山质火山角砾岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 12.67米    |
| 25、褐紫、灰紫色火山角砾岩及火山集块岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 63.67米    |
| 第二段(K <sub>1</sub> q <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 总厚408.57米 |
| 24、绿灰色含砾凝灰岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 6.32米     |
| 23、灰绿、灰黄色凝灰岩及灰红色凝灰质粉砂岩、砂质泥岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 31.51米    |
| 22、灰绿、蓝灰色凝灰岩及紫红色砂质泥岩互层。颜色鲜艳夺目                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 35.13米    |
| 21、灰绿色凝灰岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 8.44米     |
| 20、蓝绿色含砾凝灰岩, 颜色鲜艳                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 4.69米     |
| 19、杂色泥岩, 顶部有一层厚10米的玻化凝灰岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 18.76米    |
| 18、灰黄色凝灰质砂、砾岩、含硅化木                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 14.55米    |
| 17、灰黄色凝灰岩与灰色砂质泥岩不等厚互层, 凝灰岩具交错层理、含植物茎干化石                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 82.64米    |
| 16、杂色凝灰岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 43.25米    |
| 15、灰黄色砂质岩屑晶屑凝灰岩, 中部夹泥质粉砂岩, 含植物茎干化石                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 82.64米    |
| 14、灰黄色泥质粉砂岩夹蓝灰色页岩和黄灰色粉砂岩层, 呈团块状或条带状, 断续出露, 厚30—50厘米, 该层(h <sub>3</sub> 、4、5、6)产介形类: 科斯库里女星介 <i>Cypridea koskulensis</i> Mandelstam, 小狼星介 <i>Lycocypris infantilis</i> Lubimova, 窄达尔文介 <i>Darwinula contracta</i> Mandelstam, 臆想季米里亚介 <i>Timiriasevia</i> cf. <i>opinabilis</i> Mandelstam; 腹足类: 格氏前贝加尔螺(相似种) <i>Probaicalia</i> cf. <i>gerassimovi</i> (Reis); 叶肢介: 椭圆东方叶肢介 <i>Eosestheria elliptica</i> Chen, 北票东方叶肢介(相似种) <i>E.</i> cf. <i>peipiaoensis</i> (Kobayash et Kusumi)和鱼类: 狼鳍鱼(未定种) <i>Lycoptera</i> sp. | 9.34米     |
| 13、灰色粉砂岩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2.79米     |
| 12、灰黄、灰绿色岩屑凝灰岩夹泥质粉砂岩, 含植物茎干化石                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 19.24米    |

#### (四)山东蒙阴水利站—化肥厂西(VI—VI')剖面(图5)

青山组(K<sub>1</sub>q)

第二段(K<sub>1</sub>q<sup>2</sup>)

总厚大于211.01米

16—15、灰黄色岩屑晶屑凝灰岩

厚度大于米33.28米

14、灰黄色泥质粉砂岩夹蓝灰色页岩和灰黄色粉砂岩层, 呈团块状或条带状断续出露, 厚20—50厘米, 该层(h<sub>11</sub>、12、13)产介形类: 科斯库里女星介*Cypridea koskulensis* Mandelstam, 女星介(未定种)*Cypridea* sp., 小狼星介*Lycocypris infantilis* Lubimova, 圆狼星介*L. circulata* Lubimova, 窄达尔文介*Darwinula contracta* Mandelstam, 达尔文介(未定种)*Darwinula* sp., 臆想季米里亚介(相似种)*Timiriasevia* cf. *opinabilis* Mandelstam; 腹足类: 格氏前贝加尔螺(相似种)*Probaicalia* cf. *gerassimovi* (Reis); 叶肢介: 椭圆东方叶肢介(相似种)*Eosestheria* cf. *elliptica* Chen, 北票东方叶肢介(相似种)*E.* cf. *peipiaoensis* (Kobayashi et Kusumi); 双壳

- 类: 热河球蚺 *Sphaerium jekoense* (Gr.), 威留球蚺 *S. wiljuicum* (Martinson) 9.01米
- 13、灰、灰黄色粉、细砂岩, 含植物茎干化石 14.23米
- 12、灰黄、灰绿色岩屑凝灰岩、具交错层, 含植物茎干化石, 夹灰蓝色粉砂岩 20.51米
- 11、灰色粉砂岩夹灰黄色岩屑凝灰岩 49.96米
- 10、灰、蓝灰色岩屑晶屑凝灰岩及火山角砾凝灰岩 30.40米
- 9、灰色钙质粉砂岩 3.78米
- 8、蓝灰色火山角砾凝灰岩 4.07米
- 7、灰色粉砂岩。上部有一层厚10米的灰黄色晶屑玻屑凝灰岩; 下部有两层复成分砾岩, 砾石成分多为灰岩; 中部有一层含植物茎干化石的凝灰质砂岩 54.78米

第一段(K<sub>1</sub>q<sup>1</sup>)

总厚大于227.90米

- 6、灰绿色火山角砾凝灰岩, 含少量灰岩砾石。下部为凝灰质粉砂岩 21.43米
- 5、灰、灰绿色凝灰质砾岩及复成分砾岩, 砾石成分有灰岩、石英、火山岩等, 磨圆度中等 43.07米
- 4、灰绿、蓝灰、灰红色火山角砾凝灰岩 94.35米
- 3、蓝灰色火山角砾岩。砾石成分以安山岩为主, 次为长石、石英等 20.32米
- 2、绿灰、蓝灰色含集块火山角砾岩 29.21米
- 1、绿灰色火山角砾岩 厚度大于19.52米

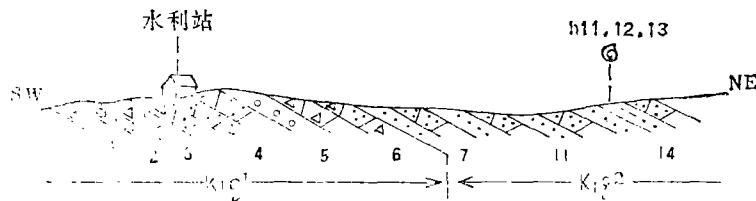


图5 山东蒙阴水利站—化肥厂西(IV—IV')剖面

## 二、地 层 特 征

上述四条剖面均选择在青山组出露较完整和岩相变化不大的地段, 虽然剖面的连续性不够理想, 但各剖面均有含化石的标志层和含重砂矿物的辅助标志层作对比(图6), 层序的连续性和完整性是可靠的。据岩性岩相特征及生物化石资料, 将本区青山组自下而上划分五个岩段, 各段特征如下:

第一段(K<sub>1</sub>q<sup>1</sup>): 砾岩—集块岩段

本段是在火山爆发与沉积环境交替发生下形成的一套粗碎屑岩, 由灰红、灰绿色火山角砾岩、火山集块岩、火山角砾凝灰岩及复成分砾岩组成。主要特征: (1) 砾石成分

较复杂,有火山岩、变质岩和沉积岩,具有底砾岩性质;(2)大部分砾石稍具磨圆;(3)重矿物磷灰石含量高,含有Cr、V、Cu、Zr、Cr、Sr等多种微量元素。厚125—228米。

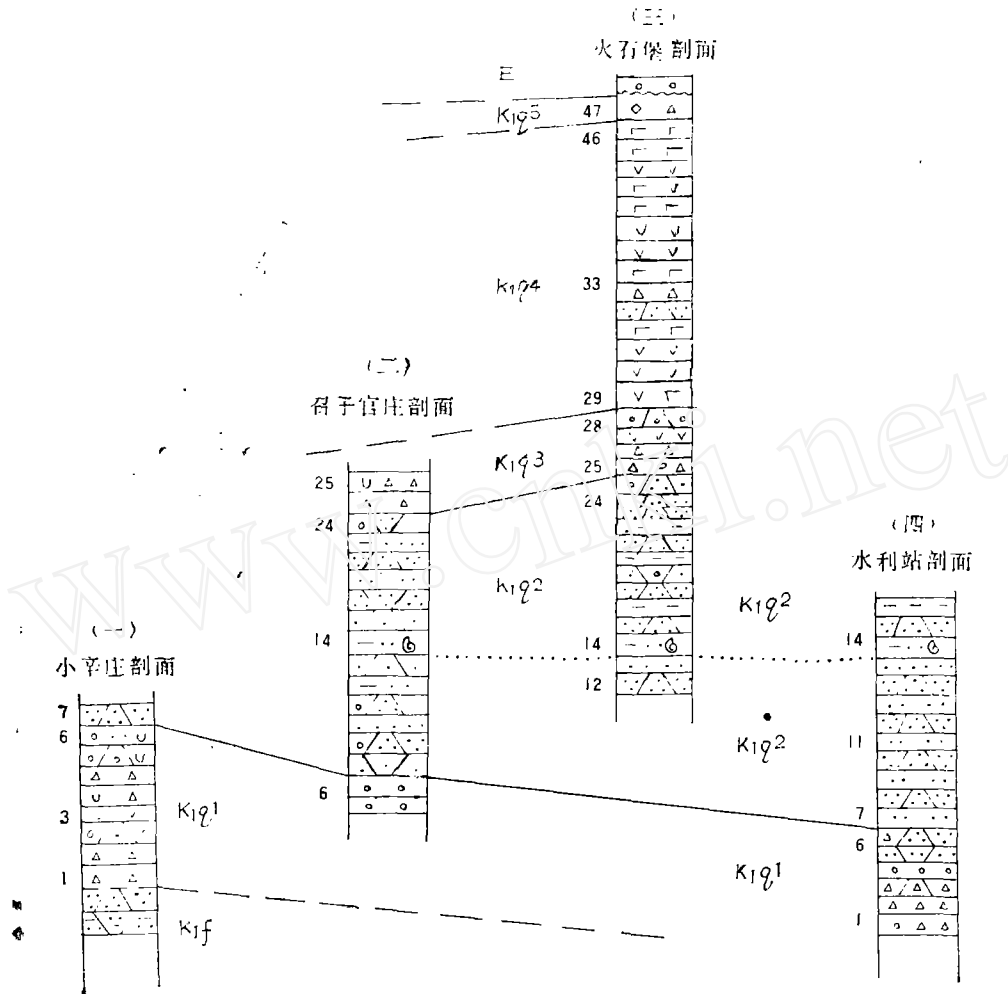


图6 山东蒙阴青山组各层段柱状对比图

在蒙阴县城附近(蒙阴盆地东南部),本段中的火山角砾岩和集块岩较发育,砾石和集块的块度大,多具棱角或稍磨圆,成分为安山岩及灰岩,灰岩砾石常集中分布,厚184.90米。沿走向往西北方向,凝灰岩、凝灰质砂、砾岩增多,夹砂、砾岩,砾石成分以火山岩及变质岩为主,砾石稍磨圆,厚度减至105.91米。总的来看,本段岩性变化不大,分布尚稳定,是一套具底砾岩性质的砾岩集块岩,厚度变化从100—200米左右,与下伏地层分水岭组呈平行不整合或整合接触,接触面见厚20—30厘米的土黄、铁锈色残

砾或下伏岩层的碎块。在 1:1 万比例尺的航空照片上亦可见到青山组与分水岭组在接触界线处两者产状不甚一致(图 7)，这可能是由于火山喷发时地形影响或局部构造造成的不整合接触。

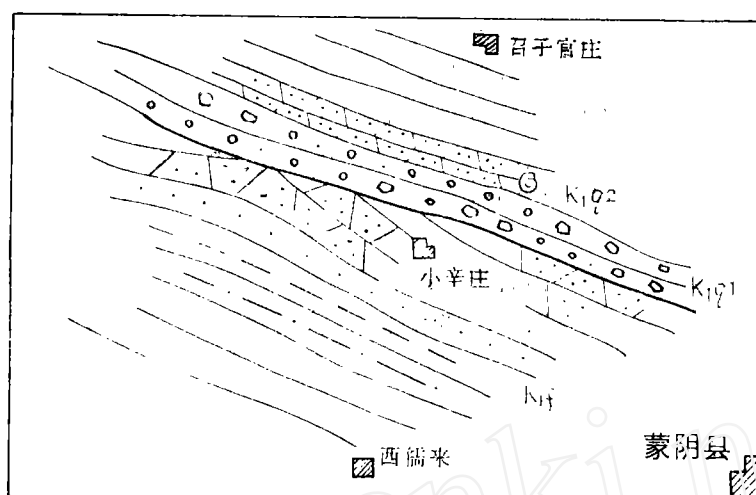


图 7 青山组 ( $K_{1q}$ ) 与分水岭组 ( $K_{1f}$ ) 接触关系示意图  
(据 1:1 万航空照片透绘)

#### 第二段( $K_{1q}^2$ ): 凝灰岩—粉砂岩段

由凝灰岩与粉砂岩互层组成，上、下部粒度粗，中部细，韵律性强，是青山组的重要层段，厚 408—466 米，可分三部分：

下部为火山角砾凝灰岩、含砾凝灰岩及凝灰质砂岩、粉砂岩。厚 31.57—67.73 米。

中部由砂质凝灰岩、泥质粉砂岩、凝灰质砂岩和凝灰岩组成，泥质粉砂岩中产介形类、叶肢介、双壳类、腹足类及鱼类化石，是重要的标志层。厚 264.08—274.90 米。

上部由凝灰质砂砾岩、凝灰岩、凝灰质粉砂岩和砂质泥岩等组成。厚 119.40—122.68 米。

本段主要特征表现为：(1) 火山碎屑岩与沉积岩交替频繁出现，韵律性强，其中凝灰岩总厚 230.09 米(占本段总厚的 53.3%)，粉砂岩等总厚为 201.59 米(占 46.7%)；(2) 岩石以灰黄色调为主，次为灰紫、灰白、灰绿、砖红等色，夹多层黄白色晶屑玻屑凝灰岩；(3) 含丰富的植物茎干及介形类等生物化石；(4) 重矿物中磷灰石含量高，辉石含量偏低；(5) 岩层是以河流相为主的喷发—沉积产物。

#### 第三段( $K_{1q}^3$ ): 火山角砾岩—集块岩段

由火山角砾岩、火山集块岩、凝灰砾岩、安山岩及少量含砾凝灰岩组成，自下而上可分集块岩层、安山岩层和火山角砾岩层三个韵律层。中部的安山岩常相变为褐紫色安山质熔岩角砾岩或集块岩。

本段主要特征为：(1) 岩层几乎全由块度大的火山碎屑物质组成；(2) 角砾或集块

的成分比较单一,以安山岩类岩石为主;(3)厚度变化大,从100—300米不等。根据砾石和集块的成分,可将它与第一、五段区分。本段可作为青山组的辅助标志层,但分布局限。

#### 第四段(K<sub>1</sub>q<sup>4</sup>):安山岩—玄武岩段

由灰绿、灰黑、紫灰、灰红、灰黄等色玄武安山岩、辉石安山岩、橄榄辉石玄武岩、橄榄玄武岩、玄武岩及橄榄钛辉粗玄岩等组成。厚度大于463.97米。本段自下而上可划分为:(1)玄武安山岩层,(2)橄榄辉石玄武岩层,(3)含集块凝灰岩及火山集块岩层,(4)粗玄岩及含角砾橄榄玄武岩层,(5)玄武安山岩层;(6)火山角砾岩层;(7)橄榄玄武岩层,(8)辉闪安山岩层,(9)橄榄玄武岩层,(10)玄武岩层;(11)钛辉粗玄岩层等十一个韵律层。

本段岩石下部偏中性,以安山岩为主;上部偏基性,以玄武岩、橄榄玄武岩为主。岩相变化大,厚度不稳定,在火石堡、邵家沟一带发育较好,往东南仍有出露,往西北逐渐变薄至尖灭。

#### 第五段(K<sub>1</sub>q<sup>5</sup>):火山角砾岩—集块岩段

以集块岩为主,呈紫红、灰黄、灰紫、灰等色,集块或角砾成分为玄武岩。根据砾石成分可将它与第一、三段区分。本段顶部遭受风化剥蚀,残余厚度为27.52米。与上覆下第三系石灰质砂砾岩呈不整合接触。

### 三、生物群面貌

已发现的生物化石均产于青山组第二段中部,共有介形、叶肢介、腹足、双壳、鱼类及孢粉六个门类,除介形类外,其他几个门类属种都比较单调。

#### (一)介形类

化石相当丰富,据王先起、李友桂、苏德英等鉴定,共有6属8种,包括:*Cypridea koskulensis* Mandelstam, *Darwinula contracta* Mandelstam, *D. leguminella* (Forbes), *Lycoperocypris infantilis* Lubimova, *L. circulata* Lubimova, *Timirasovia* cf. *opinabilis* Mandelstam, *Rhinocypris jurassica jurassica* (Martin), *Ziziphocypris simakovi* (Mandelstam),其中以*Cypridea*数量最多,该属的地质历程从晚侏罗世到早第三纪,以早白垩世最为繁盛,在世界范围内广泛分布,是陆相地层划分对比的重要标志化石,国内外早白垩世地层中均有分布。如*Cypridea koskulensis*在苏联里海低地海陆交替相的巴列姆期(早白垩世中期)地层及我国下白垩统九佛堂组、阜新组、罗汉洞组、火焰山群中均有发现(有的学者认为这几套地层时代是晚侏罗世—早白垩世)。*Darwinula contracta*见于冀北、辽西、安徽及北京地区的早白垩世或晚侏罗世—早白垩世地层(如九佛堂组、阜新组、金刚山组、黑石渡组、夏庄组),苏联远东维季姆台地下白垩统含狼鳍鱼岩系及山西上白垩统助马堡组。*Darwinula leguminella*虽然见于北美、刚果等地的晚侏罗世莫里逊层及斯坦利维尔组,但在我国则多见于下白垩统黑石渡组、馆头组和莱阳组。*Lycoperocypris*属在国内外只见于晚侏罗世—白垩纪淡水沉积中,在青山组中找到的两个种*L. infantilis*和*L. circulata*均出现在志丹群、吐谷鲁群、

准巴音组、九佛堂组、金刚山组、阜新组及寿昌组中。*Timiriasevia*属在我国中侏罗世一晚白垩世的陆相地层中均有分布, *Ziziphocypris simakovi*多分布在下白垩统或中上白垩统, 如吉林的四万台组—明水组, 浙东的馆头组、川滇的马头山组、山东的莱阳组。

从上述资料可以认为青山组的介形类具有如下几个特点:

(1)青山组的介形类是以*Cypridea*为主, 由*Cypridea-Darwinulla-Lycopterocypris-Rhinocypris-Timiriasevia*五个属形成的组合。

(2)青山组的介形类与莱阳组的介形类组合基本相同。

(3)目前所发现的八个种, 据国内外资料主要出现于早白垩世地层。

(4)这一组合多生活于小型淡水水体中, 大部分属种分布于我国北方, 部分见于南方,

### (二)叶肢介

仅见1属5种, 有: *Eosestheria jinganshanensis* Chen, *E. elongata* (Kobayashi et Kusumi), *E. cf. middendorfii* (Jones), *E. cf. peipiaoensis* (Kobayashi et Kusumi), *E. elliptica* Chen。王思恩认为其时代可能属晚侏罗世。国内一些叶肢介研究者认为东方叶肢介属*Eosestheria*主要生活在晚侏罗世, 而延吉叶肢介属*Yanjiestheria*则生活于早白垩世。但越来越多的资料和报导说明东方叶肢介属也出现在有多门类化石加以肯定的早白垩世地层中, 如苏联远东下白垩统图尔加组上部, 蒙古温都尔汉组上部和安达胡杜克组。冀北下白垩统滦平群中的叶肢介属种虽然单调, 但其中数量最多的就是东方叶肢介(徐正聪, 1979)。在寿昌组、新民堡群、莱阳组中均见到东叶肢介与延吉叶肢介共生。在山东诸城一带的莱阳组中, 既有*Yanjiestheria sinensis* (Chi) *Y. chekiangensis* (Novojilov), *Y. kyongsangensis* (Kobayashi et Kido), 也有*Eosestheria* sp. *E. lingyuanensis* Chen, *E. cf. persculota* Chen, *E. dianzhongensis* Chen, 在数量上两者都差不多。另据顾知微先生最近函告有人认为延吉叶肢介是侏罗—白垩纪生物。可见把延吉叶肢介和东方叶肢介作为白垩纪和侏罗纪的标志化石(特别是不考虑数量的情况下)的意见值得商榷, 至少东方叶肢介也较多地出现在早白垩世地层并与延吉叶肢介共生这一个事实是没有疑问的。

### (三)双壳类

仅找*Sphaerium jeholense* (Gr.), *S. wiljucum* (Martinson), *S. puujiangense* Gu et Ma 三个种。球蜆属*Sphaerium*的地质历程是从中侏罗世到现代, 这对确定地质时代意义不大。但该属在我国大量出现于白垩系(见表1), 部分见于晚侏罗统中。在山东上白垩统王氏组中亦有发现。

### (四)腹足类

仅见1属3种, 它们是*Probaicalia gerassimovi* (Reis), *P. vittensis* Martinson, *P. cf. prinadae* Martinson。李子舜等认为这些属种(包括上述双壳类)主要出现在我国晚侏罗统一早白垩统地层中, 时代置于晚侏罗世—早白垩统较合适。但是应该看到, 在山东上述两个门类的化石除出现在下白垩统莱阳组外, 在上白垩统王氏组中亦有相当数量。可否认为它们的繁盛期是在早白垩世。

### (五)鱼类

仅找到 *Lycoptera* sp., 化石保存不好, 数量不多。标本经刘宪亭先生过目, 认为定种较困难。近十多年来在我国一些早白垩世地层中发现狼鳍鱼 *Lycontera* 与 鸚鵡咀龙 *Psittacosaurus* 共生, 且在产鸚鵡咀龙的上覆地层中亦见有 *Lycontera* 出现 (刘宪亭、王士涛, 1979)。鸚鵡咀龙被认为是白垩纪早期的典型化石; 在吉林, 时代为早白垩世的大拉子组中亦见有属于狼鳍鱼科的分子。这些资料说明狼鳍鱼的主要繁盛期不限于晚侏罗世, 很可能为早白垩世或延续到早白垩世。

### (六)孢粉

见于青山组第二段底部凝灰质粉砂岩中, 数量不多, 其主要分子及含量为三角孢属 *Deltoidosproa* 26.26%, 光面单缝孢属 *Laevigatosporites* 9.76%, 紫箕孢属 *osmundacidites* 6.40%, 里白孢属 *Gleicheniidites* 5.05%, 粒面三缝孢属 *Granulatisporites* 2.36%, 水藓孢属 *Spbagnumsporites* 1.01% 克拉梭粉属 *Classopollis* 17.51%, 皱球粉属 *Psophosphaera* 9.43%, 松型粉属 *Pityosporites* 6.40%, 单槽粉属 *Monocolpopollenites* 5.73%, 罗汉松粉属 *Podocarpidites* 5.38%, 南美杉粉属 *Araucariacites* 2.36%, 阿里粉属 *Alisporites* 2.36%。组合特征是(1)蕨类植物孢子的含量(50.84%)略高于裸子植物花粉(49.16%)(2)三角孢属、克拉梭粉属、皱球粉属、光面单缝孢属占优势;(3)缺少海金沙科孢子及被子植物花粉等。

阎永奎认为这一组合的时代接近于晚侏罗世, 也有可能属于早白垩世。但组合中占优势的三角孢属在侏罗—白垩纪较繁盛, 在美国蒙大拿白垩纪的 Kootena 组中出现; 克拉梭粉属多分布于侏罗—白垩系, 在不少地区下白垩统中也十分丰富; 皱球粉属出现于上二叠统一上白垩统, 以白垩系中最多。据有关资料统计, 苏联南部地区晚侏罗世孢粉组合以克拉梭粉属占绝对优势为特征, 早白垩世克拉梭粉属含量偏低, 约10—45%, 一般在20%以下。蒙阳青山组中克拉梭粉属的含量为17.51%, 接近于苏联早白垩世地层中的含量。江苏早白垩世葛村组中孢粉组合以克拉梭粉属和具肋纹孢子为特征, 蕨类植物孢子含量可达45%、克拉梭粉属的含量为24%; 河北早白垩世滦平群的孢粉组合简单, 数量不多, 但总的特征是蕨类植物孢子略多于裸子植物花粉(徐正聪, 1979); 在山东栖霞青山组下部也找到少量孢粉, 主要是克拉梭粉属、纵肋单沟粉属(此属迄今只见于白垩纪)银杏苏铁粉属、光面三缝孢属等(黎文本, 1976)。蒙阴青山组的孢粉组合特征与上述早白垩世地层的孢粉组合相似。但由于火山活动频繁, 植物生长期不长, 使青山组的孢粉组合有一定的局限性和特殊性。从组合中优势分子的含量及这些分子的繁盛期来看, 青山组的孢粉组合时代应为晚侏罗世—早白垩世, 而早白垩世的可能性更大些。

青山组的生物群是一个以介形类为主的、由 *Cypridea-Eosestheria-Sphacrium-Probaicalia-Lycoptera* 组成的生物群, 属种单调贫乏, 数量不多, 而植物主要是一些低矮、快速成长的蕨类植物, 这与火山活动频繁、喷发间歇时间短等古气候古地理环境有关。它们多属于生活在淡水湖泊及小水塘中的温带生物群落。(表1)

## 四、岩 石 特 征

蒙阴盆地青山组的岩石类型基本上有三大类:

### (一) 熔岩类

以安山岩、玄武岩为主, 主要发育于青山组上部(第四段)。安山岩(包括玄武安山岩、辉石安山岩)的矿物成分为辉石、橄榄石、斜长石(微晶斜长石、中性斜长石)、角闪石及少量石英、磷灰石, 斑晶含量为25—40%; 玄武岩(包括辉石玄武岩、橄榄玄武岩、粗玄岩)的矿物成分为橄榄石、辉石、基性斜长石, 斑晶含量达20—50%。本类岩石的平均化学成分为(据19个样品分析结果\*):  $\text{SiO}_2$  55.47,  $\text{TiO}_2$  0.96,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  14.58,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  5.29,  $\text{FeO}$  1.37,  $\text{MnO}$  0.10,  $\text{MgO}$  4.58,  $\text{CaO}$  6.34,  $\text{Na}_2\text{O}$  2.79,  $\text{K}_2\text{O}$  3.71,  $\text{P}_2\text{O}_5$  0.52, 钙碱指数为55.62, 属钙碱性系列,  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  高达6.50, 具中国东部中生代火山岩的特征。玄武岩和安山岩中的微量元素Ba、P、Cr、Zr、Cu含量最高, 从Ba、Zr、Cr的角度来看, 相似于陆缘火山岩。

### (二) 火山碎屑岩类

以凝灰岩为主, 其次为火山角砾岩、火山集块岩、凝灰砾岩、含砾凝灰岩、砂质凝灰岩等, 主要发育于青山组中、下部。凝灰岩由岩屑、晶屑、玻晶(少量)及火山灰、粘土质、碳酸盐等组成。岩屑或粗火山碎屑含量一般在20%以下, 晶屑含量达50—60%, 均为安山质, 以安山质岩屑晶屑凝灰岩居多。火山角砾岩及火山集块岩的角砾(集块)成分为安山岩和玄武岩, 间有少量沉积岩和变质岩, 其含量可达30—70%。胶结物为斜长石、玄武闪石、辉石、方解石、金属矿物及少量石英、火山灰等。本类岩石微量元素以Cr、Ni、Zr、Sr、Ba最丰富。

### (三) 沉积岩类

以粉砂岩为主, 次为砂岩、页岩、细砂岩及凝灰质砂岩等, 多发育于青山组中部。粉砂岩的主要成分为斜长石, 其次为石英、黑云母、角闪石、辉石、碎屑含量达45—60%以上, 胶结物为泥质、火山灰及碳酸盐。岩石多呈中薄层状, 层理清楚, 间具交错层, 普遍含火山物质。微量元素含量较其他岩石低, 仅Zr略高些。

## 五、同位素及重砂矿物资料

### (一) 同位素测年资料

在青山组第一、三、四段中采集三个同位素样品, 由中国科学院地球化学研究所作K—Ar同位素年龄测定, 每个样品都作了双样分析。样品的含钾量较高, 放射成分的Ar也高, 年龄测定的误差较小, 测定结果如表2所示。

\* 金隆裕、沈步云(1982): 山东中生代火山岩岩石、岩石化学的研究, 山东地质情报, 第3期

表2

|                                      | 样品 | 样重<br>(克) | K%    | $\cdot A^{40}10^{-11}$<br>malss | *Ar40%  | Ar40/K40 | 年龄(百万年)     | 平均值<br>及偏差<br>(百万年) |
|--------------------------------------|----|-----------|-------|---------------------------------|---------|----------|-------------|---------------------|
| 第一段<br>Mt <sub>1</sub>               | 辉石 | 0.4287    | 0.64  | 6.2816                          | 89.3407 | 0.007670 | 127.41±2.40 | 127.41<br>±2.40     |
| 第三段<br>Mt <sub>3</sub>               | 全岩 | 0.1027    | 3.62  | 7.2759                          | 79.8861 | 0.006432 | 107.41      | 113.06<br>±5.65     |
| 第三段<br>Mt <sub>3</sub>               |    | 0.0965    | 3.62  | 7.4335                          | 69.0233 | 0.007131 | 118.71      |                     |
| 第四段<br>M <sub>0</sub> t <sub>3</sub> | 辉石 | 0.1366    | 0.196 | 4.4854                          | 19.6264 | 0.006424 | 107.27      | 107.21<br>±0.06     |
| 第四段<br>M <sub>0</sub> t <sub>3</sub> | 辉石 | 0.1338    | 0.163 | 4.2901                          | 20.6128 | 0.006417 | 107.15      |                     |

$$\lambda\beta = 4.962 \times 10^{-10} \text{年}^{-1}$$

$$\lambda e = 0.5811 \times 10^{-10} \text{年}^{-1}$$

山东莱芜、邹平、章丘、栖霞、青岛等地青山组的同位素年龄在95—129百万年之间,平均为120百万年左右。冀北、辽西一带与青山组层位大致相当或偏老(如相当于青山组下伏地层莱阳组)的地层如阜新组,九佛堂组的同位素年龄平均为110—120百万年;在浙江、安徽、江苏等地,与青山组可以对比的浮山组年龄为103—113.5百万年(等时线年龄为113.1百万年),寿昌组为105—124百万年(Rb—Sr等时线年龄为118±4百万年),磨石山组(其上部相当于青山组)为109—133百万年,姑山组为109.3—115.7百万年(等时线年龄为116.6百万年)。这些测年数值都在120百万年左右,与蒙阴青山组的测年数值基本一致。上述地层中均含有丰富的动植物化石,较多的地层古生物学者认为其时代属早白垩世。从青山组本身的测年数值及与相应地层对比来分析,其时代应为早白垩世或早白垩晚期。

在解释K—Ar同位素测年数值时,应考虑其局限性和地质背景,如地壳运动、样品新鲜程度,是否受断裂或侵入体的影响等,因为同位素测年数值常常不是反映地层的真实年龄,而是受后来动力和热事件影响的结果。青山组的同位素样品无疑也受到这些因素的影响,加之测定的样品不多,其可靠性也受到限制。

## (二) 重砂矿物资料

重砂矿物资料在小范围的地层划分对比及了解地层含矿性方面有一定的作用。总的来说,青山组的重砂矿物以电磁性矿物含量最高,占总含量的5%,主要为辉石及角闪

表3 青山组各层段重砂矿物含量对比表

| 层段                               | 主要磁性矿物及含量                                           | 主要电性矿物及含量                                       | 主要重矿物及含量                                 | 特征                                                             |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 青山组<br>第三段上部<br>火山角砾岩<br>火山集块岩   | 磁铁矿 20%，<br>辉石、角闪石、长石、石英 80%                        | 辉石 80%<br>角闪石 3%<br>褐铁矿 }<br>赤铁矿 } 1%           | 重晶石 10%，<br>磷灰石 5%，<br>辉石 2%             | 种类不多，辉石含量高，以电性矿物为主，占总含量的62.8%；重矿物含量仅0.2%，轻矿物占总含量的7%。           |
| 青山组<br>第二段上部<br>凝灰质砂、砾岩<br>含砾凝灰岩 | 磁铁矿 25—30%，<br>少量褐铁矿、<br>钛铁矿，<br>其他 74%             | 辉石 5%<br>角闪石 2%<br>电气石 1%<br>褐铁矿 }<br>赤铁矿 } 10% | 磷灰石 75%，<br>锆石 10%，<br>榍石 10%，<br>金江石 1% | 辉石含量低，轻矿物含量高达84%，磷灰石较多，重砂矿物种类多达20余种，有电气石、金红石、重晶石、自然铅、白钛石、胶磷矿等。 |
| 青山组第一段<br>复成分砾岩                  | 磁铁矿、赤铁矿、<br>褐铁矿<br>20—30%，<br>角闪石 5—15%，<br>辉石 3—5% | 角闪石 20—50%<br>辉石 5—30%<br>褐铁矿 3—5%              | 磷灰石 60—90%，<br>锆石 5—10%，<br>榍石 5—10%     | 重矿物含量高达0.3—0.8%，其中以磷灰石为主，角闪石、磁铁矿含量一般高于其他层段，未见电气石，磁铁矿受赤铁矿、褐铁矿化。 |

石；磁性矿物以磁铁矿及褐铁矿为主，占总含量的20%；重矿物以磷灰石为主，重晶石、楣石次之，仅占总含量的0.10—0.30%。在不同层段中，重砂矿物的含量及特征也不同，大致可划分三个组合：青山组第一段是以磷灰石为主的磷灰石—角闪石—磁铁矿组合；第二段以磷灰石为主的磷灰石—磁铁矿组合；第三段是以辉石为主的辉石—重晶石—磁铁矿组合（表3）。

## 六、岩 相 特 征

蒙阴盆地中生代火山活动规模不大，共两期，即分水岭期（早白垩世早期）和青山期（早白垩世晚期），以后者为主。青山期的火山活动方式从强烈爆发→爆发与间歇交替→强烈爆发→喷溢→强烈爆发而结束。大致可划分五个活动时期，各期的特征如下：

早期（青山组第一段）——强烈的火山爆发，有短暂的间歇出现，形成以火山碎屑岩为主、间有正常沉积碎屑岩的一套沉积—火山碎屑岩。这套岩层分布较稳定，但岩性有变化，在蒙阴县城附近橡胶厂一带发育较好，厚达185米，以集块岩、角砾岩为主，块度大，棱角显著，成分为安山岩及少量玄武岩安山岩，上部有半浑圆状的灰岩及石英岩砾石；沿走向往西北，块度变小，以角砾为主，出现复成分砾岩，厚度减至144米。从爆发物的厚度、沉积岩砾石数量及复成分砾岩的发育程度来看，早期的爆发中心（或其中之一）可能在蒙阴城北或北北东一带。为中心式喷发类型，属爆发亚相。

早中期（青山组第二段）——火山喷发强度减弱，多为间歇性爆发与正常水体沉积交替进行，至少有16次以上的短暂的爆发活动，形成独特的岩相古地理特征：

（1）岩层为凝灰岩与粉砂岩互层，交替出现，很有规律，岩性及厚度较稳定；中部泥质粉砂岩含化石，厚度一般为9—10米，是重要的标志层。

（2）地层中仅见蕨类植物（部分为裸子植物）、孢粉及植物茎干化石，可见当时的植被是以稀疏的乔木、灌木林与蕨类、多年生的草等组成。干旱的热带亚热带气候及土质贫瘠，加上强烈的火山爆发，大量植物枯死，使得岩层中保存有大量植物茎干而无一片树叶。

（3）根据岩层的颜色、结构及动植物化石的生态来分析，岩层是火山爆发与河湖相交替出现的环境中形成的。属爆发—沉积相。

中期（青山组第三段）——强烈的火山爆发，且持续不断，形成与前两期不同的岩相特征：

（1）形成一套块度大的火山角砾岩和集块岩，碎屑大小悬殊，呈棱角状，杂乱堆积，成分为安山岩，胶结物为火山灰，系强烈火山爆发产物。

（2）岩性较稳定，厚度有变化。在火石堡村南，厚103米，角砾或集块含量不超过50%；至召子官庄北侧，厚度增大至121米，角砾或集块含量大于50%。

本期是青山期火山活动最强烈时期。未见任何沉积夹层或生物遗迹。属较强的爆发亚相。

中晚期（青山组第四段时期）——由中期的强烈爆发转为宁静的喷溢，间有一、二次短暂的爆发活动。

（1）形成一套以玄武安山岩、辉石安山岩、橄榄玄武岩及橄榄钛辉粗玄岩为主的中基性熔岩，约有十多次喷溢活动，厚463米。属岩流相。

（2）本时期形成的熔岩在火石堡、邵家沟一带最发育，厚达500米以上，沿走向往西北，逐渐变薄至尖灭。火山活动已由早期的中心式喷发转为裂隙型喷溢，喷溢中心可能在邵家沟一带。

晚期（青山组第五段时期）——为强烈的爆发，形成一套火山角砾岩及火山集块岩，碎屑大小悬殊，成分全为玄武岩类岩石，分布局限，且遭受长期风化剥蚀，残余厚度仅27.52米。

蒙阴盆地的青山组是在火山喷发和正常水体沉积两种环境交替下形成的沉积—火山岩系，岩层呈单斜产出，倾向北东，厚度超过1200米，可划分五个岩性段。其下与下白垩统分水岭组呈平行不整合或整合接触，其上与下第三系官庄组呈角度不整合接触。据生物化石资料，并参考同位素测年数值，其地质时代置于早白垩世较为合适。

承蒙顾知微、曹国权、沈昆详细审阅文稿，并提出中肯的修改意见，罗爱淑、牛良柱代为鉴定岩石薄片及人工重砂，在此一并表示衷心感谢。

## 参 考 文 献

- [1] 顾知微等,1980, 浙皖中生代火山沉积岩地层的划分及对比。科学出版社。
- [2] 刘本培等,1980, 陕甘宁盆地中生代地层古生物。地质出版社。
- [3] 陈丕基等,1980, 山东中生代陆相地层。地层学杂志, 第4卷, 第4期。
- [4] 宋之琛等, 1981, 江苏地区白垩纪—第三纪孢粉组合。地质出版社。
- [5] 李坤英,1982,中国东南部中生代火山岩的同位素、时间和空间演化及其原始物质来源。南京地质矿产研究所所刊, 第3卷, 第1号。
- [6] 寿志熙,1982,中国东南部白垩纪火山岩系的划分与对比。南京地质矿产研究所所刊,第3卷, 第1号。
- [7] 郝诒纯、苏德英等, 1982, 论中国非海相白垩系的划分及侏罗—白垩系的分界。地质学报, 第56卷, 第3期。
- [8] 李国青,1984,中华弓鳍鱼在吉林东部的发现。古脊椎动物学报,第22卷,第2期,科学出版社。

ON THE QINGSHAN FORMATION IN THE MENGYIN  
BASIN IN SHANDONG

Sha Yexue

( Geological Research Party, Shandong Bureau of Geology  
and Mineral Resources )

Abstract

Through the studies on the biostratigraphy, lithostratigraphy, isotopic age determination, spectrum determination and heavy minerals of the Qingshan Formation in the Mengyin Basin, we may gain the following recognition:

1. The Qingshan Formation can be divided into five lithologic members ( from the top to the bottom ):

( 5 ) volcanic breccia-agglomerate member,

( 4 ) andesite-basalt member,

( 3 ) volcanic breccia-agglomerate member,

( 2 ) tuff-siltstone member,

( 1 ) conglomerate-agglomerate member.

2. The fossils in the Qingshan Formation belong to abiota which is composed of the complex of *Cypridea-Eosestheria-Sphaerium-Probaicalia-Lyeoptera*.

3. The Qingshan Formation is composed essentially of lava, effusive clastic and sedimentary rocks in terms of its lithology.

4. The isotopic ages obtained from the sample measurements of the Qingshan Formation are 107.21, 113.06 and 127.41 m.y.

From the above-cited results we draw a conclusion that the geologic age for the Qingshan Formation is in the early Cretaceous.