

# 山东新泰——垛庄断裂中生代以来的活动特征

尹延鸿

(地质矿产部海洋地质研究所)

在山东中部郯——庐断裂带西侧,有几个北西向单断箕状盆地,它属中生代盆地,由北向南分别为:莱芜盆地、蒙阴盆地、平邑盆地。蒙阴盆地位于沂蒙山区的新泰、蒙阴、垛庄一带,控制蒙阴盆地的断裂是新泰——垛庄断裂,它长约百余公里,东南端与郯——庐断裂相交,西北端与莲花山断裂相交,两端多为第四系所复盖。蒙阴盆地的北面是莱芜盆地,它受铜冶店——蔡庄断裂所控制。蒙阴盆地以南是平邑盆地,它受蒙山断裂所控制(图1)。铜冶店——蔡庄断裂、蒙山断裂基本与新泰——垛庄断裂平行,性质也基本相似,因此,搞清其中任意一条断裂的活动特征,这对研究其它断裂的活动特征,及搞清鲁中地区的几个北西向中生代断陷盆地的成生机制是会有所帮助的。本文仅就中生代以来新泰——垛庄断裂的活动特征进行了探讨。

前人已对新泰——垛庄断裂作过不少研究,但对中生代以来活动特征的看法并不相同,大约有下列几种:

- 1.燕山运动以来,以左行走向滑动为主;
- 2.燕山运动以来,以右行走向滑动为主;

3.用地质力学的方法,认为新泰——垛庄等北西向断裂是以尼山穹隆为砥柱的弧形构造的一部分,他们的活动方式主要由郯——庐断裂的活动方式所决定,根据郯——庐断裂的活动方式,认为新泰——垛庄断裂的活动方式为:晚侏罗世,引张状态,晚侏罗世末、早白垩世前,挤压状态,早白垩世,引张状态,早白垩世后、始新世前,左行扭动,始新世至渐新世,右行扭动,渐新世末、新第三纪前,左行扭动,新第三纪,右行扭动。<sup>1)</sup>

本文通过研究断层旁侧及邻近区域的小构造,得出了新泰——垛庄断裂附近的区域构造应力场,(包括应力方向和大小),把区域构造应力场与断裂带内的构造特征相结合,探讨了该断裂中生代以来几次主要活动的性质,并结合该断层所控地层及其接触关系的研究,论述了它的活动时期。本文认为,新泰——垛庄断裂中生代以来有三次主要的活动,第一次为兼有少量左行走向滑动的正断,第二次为逆断,第三次为右行走向滑动。它们的活动时期为:第一次在晚侏罗世末或早白垩世初,第二次在晚白垩世后、始新世前,第三次在始新世末或其以后的某个时期。

<sup>1)</sup>瞿友兰,鲁西弧形构造简介及初步分析。

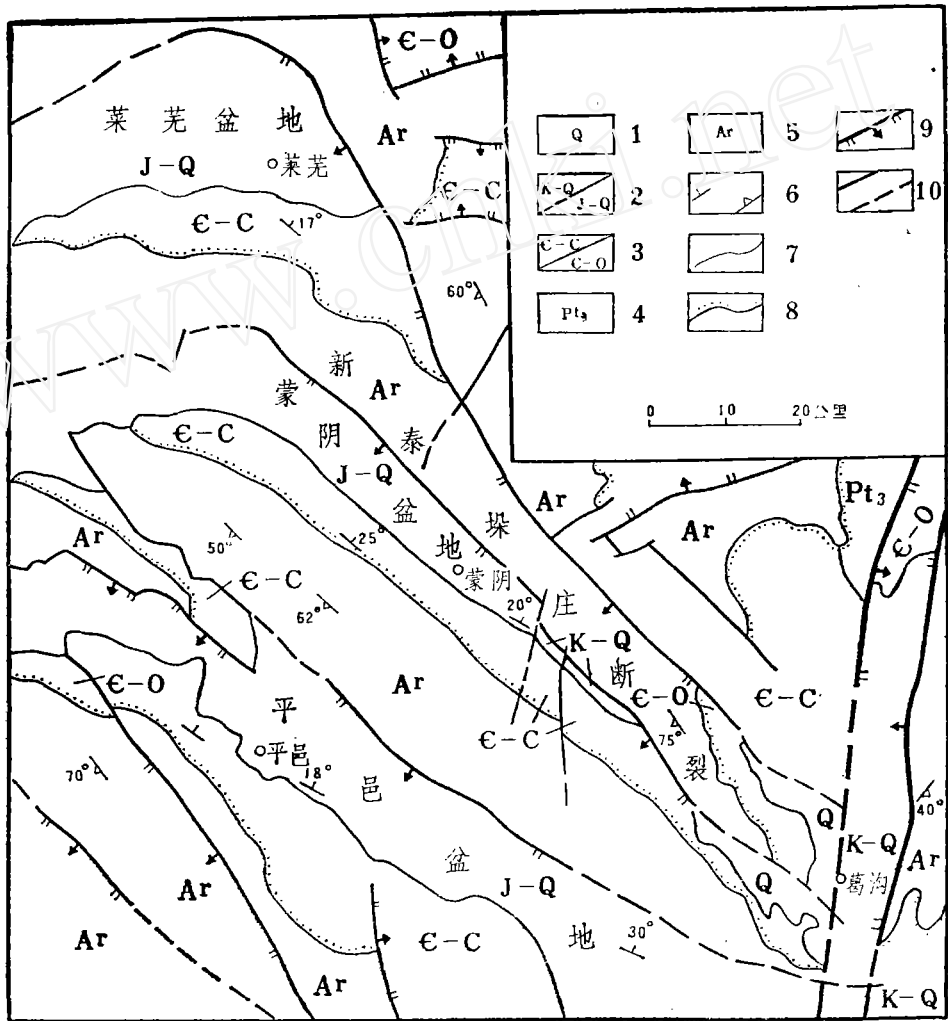


图1 鲁中区域地质构造简图

1.第四系；2.中生界；3.古生界；4.上元古界系；5.太古界；6.地层或片理产状；7.地层界线；8.角度不整合界线；9.正断层；10.性质不明及推测断层

### 一、断裂带及附近的构造概况

新泰—垛庄断裂在新泰东南至垛庄西北一段，长约60公里，露头良好，是本文的主要研究地段。新泰—垛庄断裂两侧出露的地层及其接触关系见表1。本区内的地层，除太古界外，主要呈单斜型，倾向北东，倾角约 $10^{\circ}$ — $30^{\circ}$ 左右。新泰—垛庄断裂的走向约为 $NW310^{\circ}$ 左右，主要倾向 $SW$ ，倾角大约在 $60^{\circ}$ — $75^{\circ}$ 左右。断裂破碎带宽约数米至数十米，有时断裂带则由数条小断裂组成。沿新泰—垛庄断裂追踪来看，它起自新泰西北，向南东方向延伸，至西住

表1 蒙阴地区地层简表

地层代号及接触关系	地层名称及岩性简述	厚度(米)
Q	第四系黄土、砂、砾等	0~10
E <sub>2</sub>	始新统官庄组紫红色砂岩、石灰质砾岩	829
K <sub>1</sub>	下白垩统青山组火山岩	1624
J <sub>3</sub>	上侏罗统灰绿色砂岩、红紫色砂、砾岩	864
C	石炭系砂岩、页岩等	241
O <sub>1</sub>	下奥陶统灰岩、页岩	1120
e	寒武系灰岩、页岩、砂岩	1055
Ar	太古界泰山群变质岩	>5000

佛北约3公里处则分叉为数条, 至东往佛东约3公里处又合为一条, 仍沿南东方向延伸, 直到柴山庄, 它又分为三条, 并为数条北北东向断裂右行切割, 至大石龙口东南约2公里处, 则成为两条规模相等且平行的断裂, 局部为第四系所复盖, 这样一直延伸到垛庄东南5公里以远, 其间又为数条北东向断裂右行切割(图2)。总体看来, 新泰——垛庄断裂上盘为中生代或古生代地层, 下盘为太古代变质岩, 它是一个规模较大的正断层, 实际上, 它是一个经过多次活动、性质复杂的断层。从断裂带内的擦沟、擦痕、阶步、扁豆体、旁侧裂隙等构造特征的研究, 可以找到它的多期活动性。

## 二、新泰——垛庄断裂在几次强变形时期的活动

所谓强变形时期, 是指构造运动相对剧烈、常常是地层缺失、形成角度不整合的时期。<sup>1)</sup> 这种时期, 一般在断层的旁侧或附近留下了破裂、褶皱等明显的构造形变。在本区, 中生代以来有三期构造形变相对强烈的时期, 在新泰——垛庄断裂所控制的地层中, 分别形成了三个角度不整合面(即J<sub>3</sub>与K<sub>1</sub>之间, K<sub>1</sub>与E<sub>2</sub>之间, K<sub>2</sub>与Q之间), 并在地层中留下了三期(分别称为I、II、III期)节理。我们在本区30余个点上作了约1700条节理的分析、测量、统计工作, 搞清了各期的先后关系及其形成时期, 并作出了各点各期节理所对应的主应力轴图解, 从而确定了I、II、III期构造应力场, 并根据节理共轭角<sup>2)</sup>及矿物的位错密度<sup>3)</sup>估算了各期应力场的最大剪应力值, 第I期平均为413bar, 第II期平均为568bar, 第III期平均为495bar<sup>2)</sup>, 在这三次强变形时期, 新泰——垛庄断裂的活动特征如下:

<sup>1)</sup> 万天丰, 1983, 构造应力场。武汉地质学院北京研究生部。

<sup>2)</sup> 尹延鸿, 1983年, 山东蒙阴盆地中生代构造应力场及新泰——垛庄断裂的活动特征。武汉地质学院北京研究生部硕士研究生毕业论文。



邻近区域的上侏罗统及其以前的各地层中，特别是寒武、奥陶系的灰岩中，留下了不少的雁列状张节理、共轭剪节理等，这就是第I期节理，它被下白垩统所复盖（图3）。与第I期节理伴生的还有上侏罗统中的一些轴向北东的纵弯褶皱，这样的小褶皱大者1平方公里左右，小者不及1平方米（图4），至少共七个，也被下白垩统所复盖。并且在上侏罗统与下白垩统

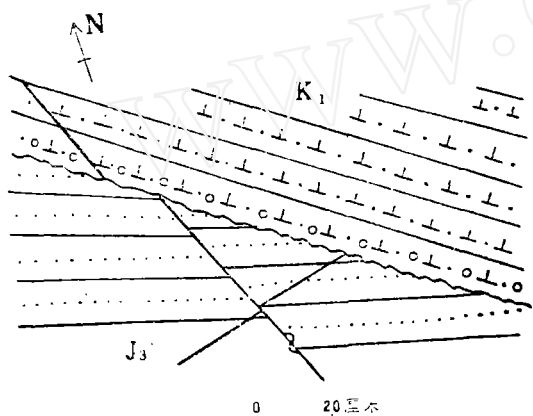


图3 东住佛南1公里处上侏罗统中的节理被下白垩统复盖素描图

K<sub>1</sub>—深灰色砂、砾质凝灰岩，产状：  
50°∠24°；J<sub>3</sub>—灰绿色砂岩，产状：  
30°∠24°

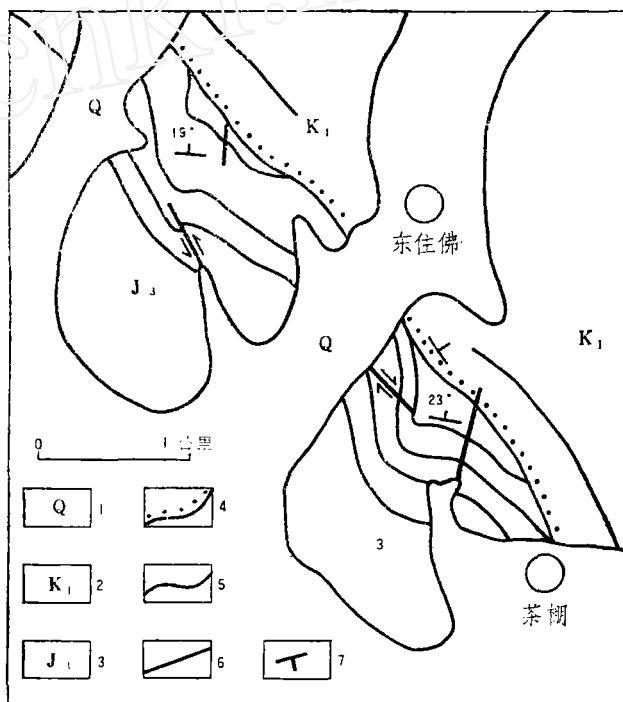


图4 东住佛一带上侏罗统中的小褶皱被下白垩统所复盖航片判释图

1.第四系；2.下白垩统；3.上侏罗统；4.角度不整合界线；5.地层界线；6.断层；7.地层产状

之间是角度不整合，指示了一个构造运动剧烈时期。根据上述节理及小褶皱，我们作出了这个时期的主应力迹线图（图5）。显然，由于最大主压应力近于北西——南东向，在这样一种应力作用下，新泰——垛庄断裂必然是正断为主，兼有少量左行滑动。断层带内的某些构造特征正好说明了这一点，在大石龙口村南小水塘里的新泰——垛庄断裂断层崖上，我们见到了大量由石灰质胶结的张性角砾岩（图6），显然这是断层张性活动或正断活动所造成的。在大石龙口村内，我们也见到了这种张性角砾岩，并且在其上还发育有上深下浅的正断擦沟，这些擦沟并不是完全笔直的，它在断层面（断层产状242°∠70°）上的侧伏角为70°S，由此求得它所对应的应力状态为：最小主压应力 $\sigma_1$  231°∠0°，中间主压应力 $\sigma_2$  322°∠18°，最大主压应力 $\sigma_3$  142°∠72°，这与本区由节理和小褶皱确定的应力状态近于一致。并且根据擦沟在断面上的产状，算得断层在该处在本次正断滑动时的垂直滑距与走向水平滑距的比为2.5:1，可

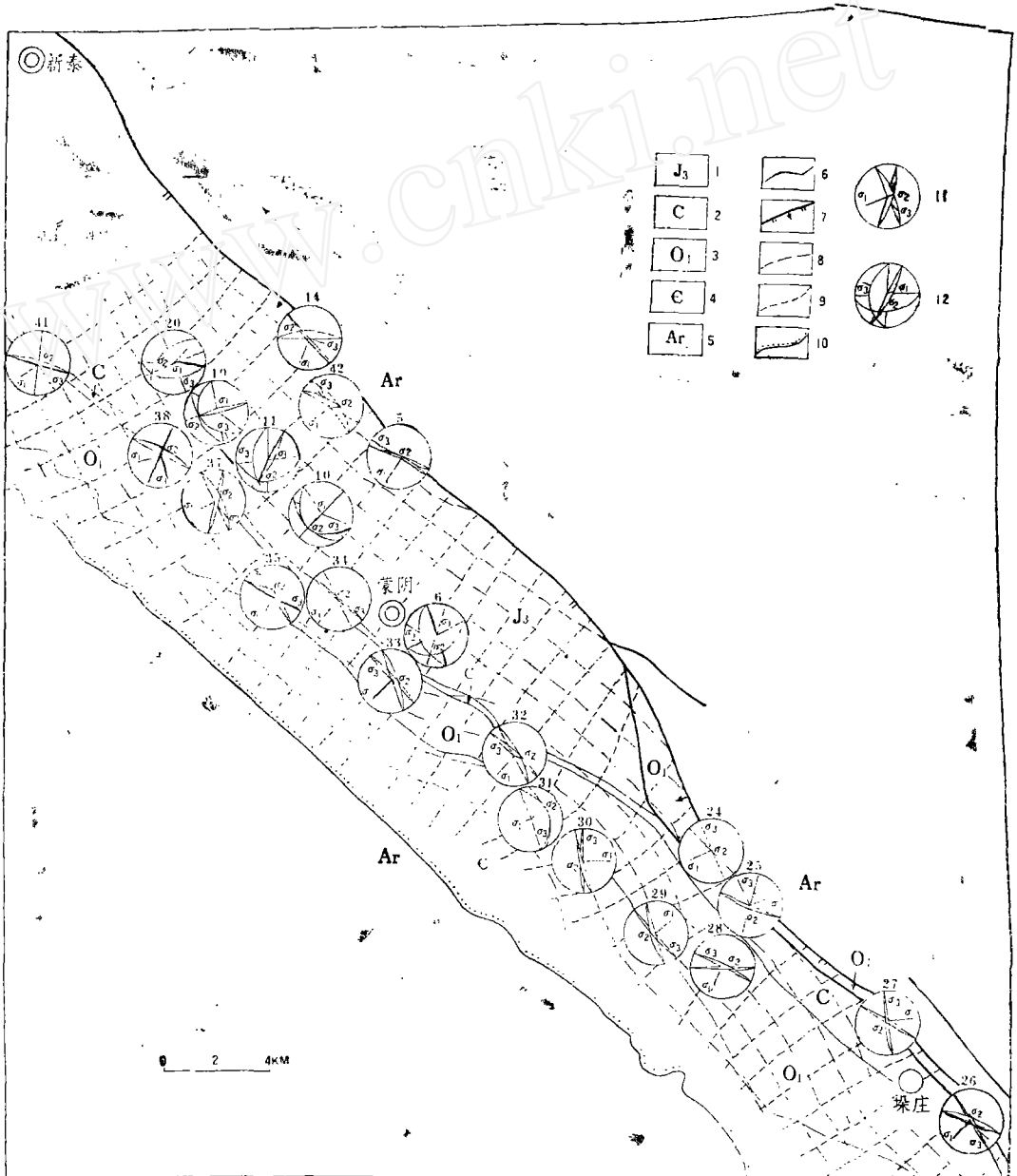


图5 第I期应力场主应力迹线图

- 1.上侏罗统; 2.石炭系; 3.下奥陶统; 4.寒武系; 5.太古界; 6.地层界线;
- 7.正断层; 8.最大主压应力  $\sigma_3$  迹线; 9.最小主压应力  $\sigma_1$  迹线; 10.角度不整合界线;
- 11.由节理作的主应力轴图解; 12.由小褶皱作的主应力轴图解

见本断裂在晚侏罗世末或早白垩世初的活动为正断滑动, 兼有少量左行平移。

2.晚白垩世后、始新世前的活动

本区的第II期节理发育于白垩纪及其以前的地层中, 而在始新统中则无此类节理, 并且

下白垩统与始新统是角度不整合接触(图7)。因为本区无上白垩统,而在邻区沂水地区的上



图6 大石龙口断层面上的张性角砾岩素描图

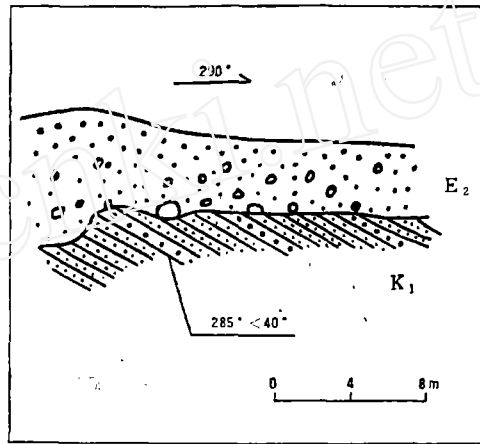


图7 蒙阴北约4公里处下白垩统与始新统角度不整合素描图  
E<sub>2</sub>—始新统官庄组石灰质砾岩;  
K<sub>1</sub>—下白垩统青山组砂岩

白垩统王氏组中有受北东向挤压所致的节理,而在与它不整合接触的新第三纪火山岩中则无该期节理,显然该期应力场的作用时期为晚白垩世后至始新世前。由该期节理得到了第Ⅱ期构造应力场应力迹线图(图8),显然,在这样一种应力场的作用下,新泰—垛庄断裂是挤压及逆断活动。断裂带内大量的挤压片理、糜棱岩等,有时宽约数十米,这是断层逆断并挤压造成的。

### 3. 始新世末或其后的一次活动

本区的第Ⅲ期节理,发育于始新统官庄组及其以前的各地层中,指示了近南北向的挤压,其应力迹线图如图9,显然,在这样一种应力状态下,新泰—垛庄断裂是以右行走向滑动为主。野外的地质现象也正好说明了这一点。如柴山村南断层崖上见到的“入”字型剪裂隙(图10),由于风化及溶蚀作用,裂隙在与主断面的交界处可宽达十几厘米至半米左右,野外判断为右行滑动所致。其中三条较大的裂隙产状为:  $243^\circ \angle 88^\circ$ ,  $220^\circ \angle 85^\circ$ ,  $34^\circ \angle 85^\circ$ , 其平均产状为  $228^\circ \angle 88^\circ$ , 而此处断层的平均产状为  $204^\circ \angle 75^\circ$ 。用赤平投影,求得这些裂隙所对应的应力状态大致为:  $\sigma_1$   $259^\circ \angle 16^\circ$ ,  $\sigma_2$   $142^\circ \angle 59^\circ$ ,  $\sigma_3$   $350^\circ \angle 26^\circ$ , 与该期的区域构造应力方向近于一致。另外,在大石龙口村南水塘内断层壁上发育一组侧伏角为  $7^\circ N$  的擦痕,它复盖在早期的张性角砾岩上面,据阶步判断为右行走向滑动所致。此处断层产状为  $248^\circ \angle 75^\circ$ , 求得这组擦痕所对应的应力状态大致为:  $\sigma_1$   $97^\circ \angle 90^\circ$ ,  $\sigma_2$   $223^\circ \angle 73^\circ$ ,  $\sigma_3$   $6^\circ \angle 14^\circ$  (图11), 算得此处走向水平滑距与垂直滑距的比为8.6:1。这些都是该断层右行走向滑动的证据。断层的该次活动发生在始新世末或其后的某个时间。

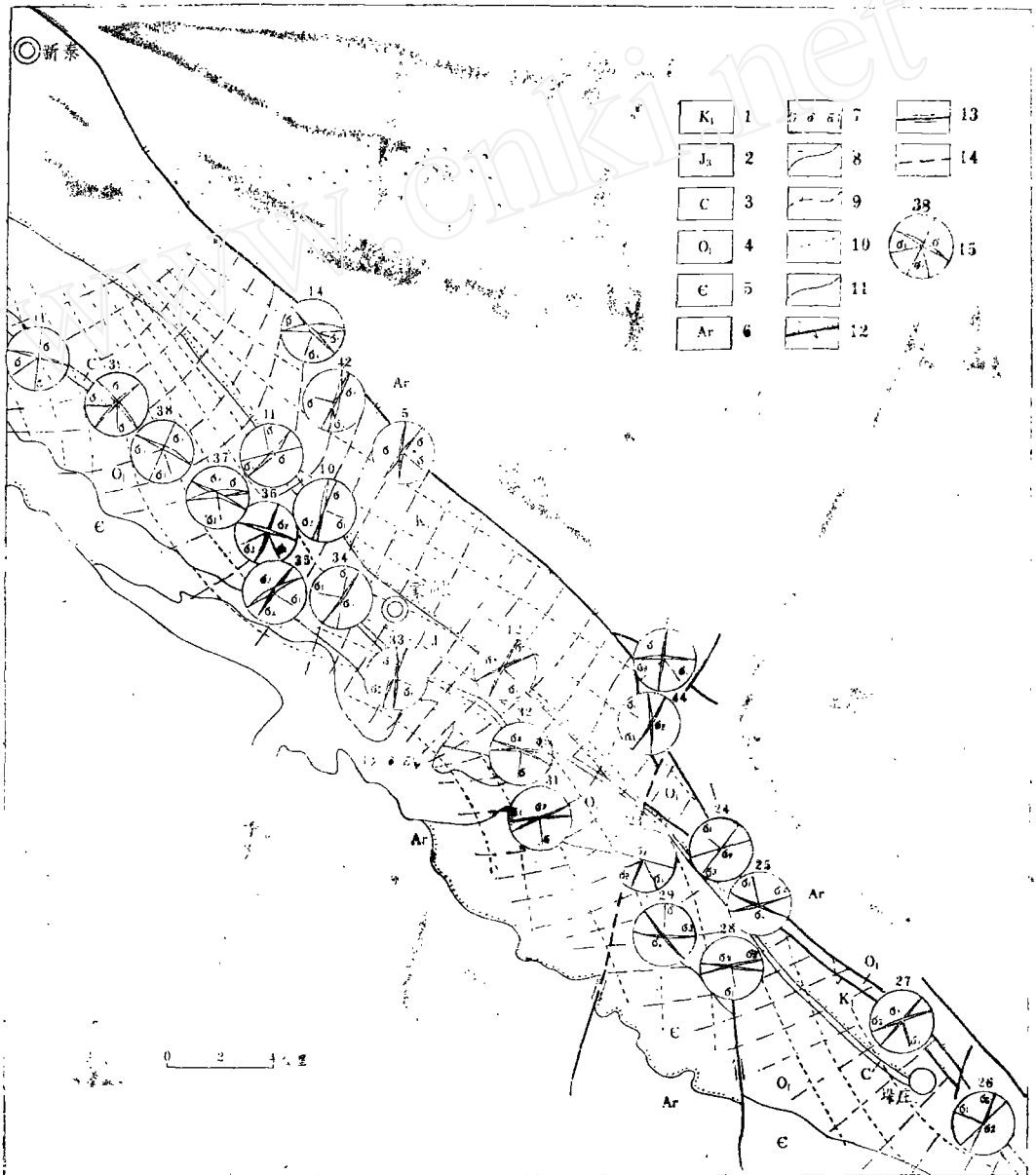


图8 第Ⅱ期应力场主应力迹线图

1. 下白垩统；2. 上侏罗统；3. 石炭系；4. 下奥陶统；5. 寒武系；6. 太古界；  
 7. 燕山期杂岩；8. 地层界线；9.  $\sigma_3$  迹线；10.  $\sigma_1$  迹线；11. 角度不整合界线；  
 12. 逆断层；13. 平推断层；14. 推测断层；15. 由节理作出的主应力轴图解

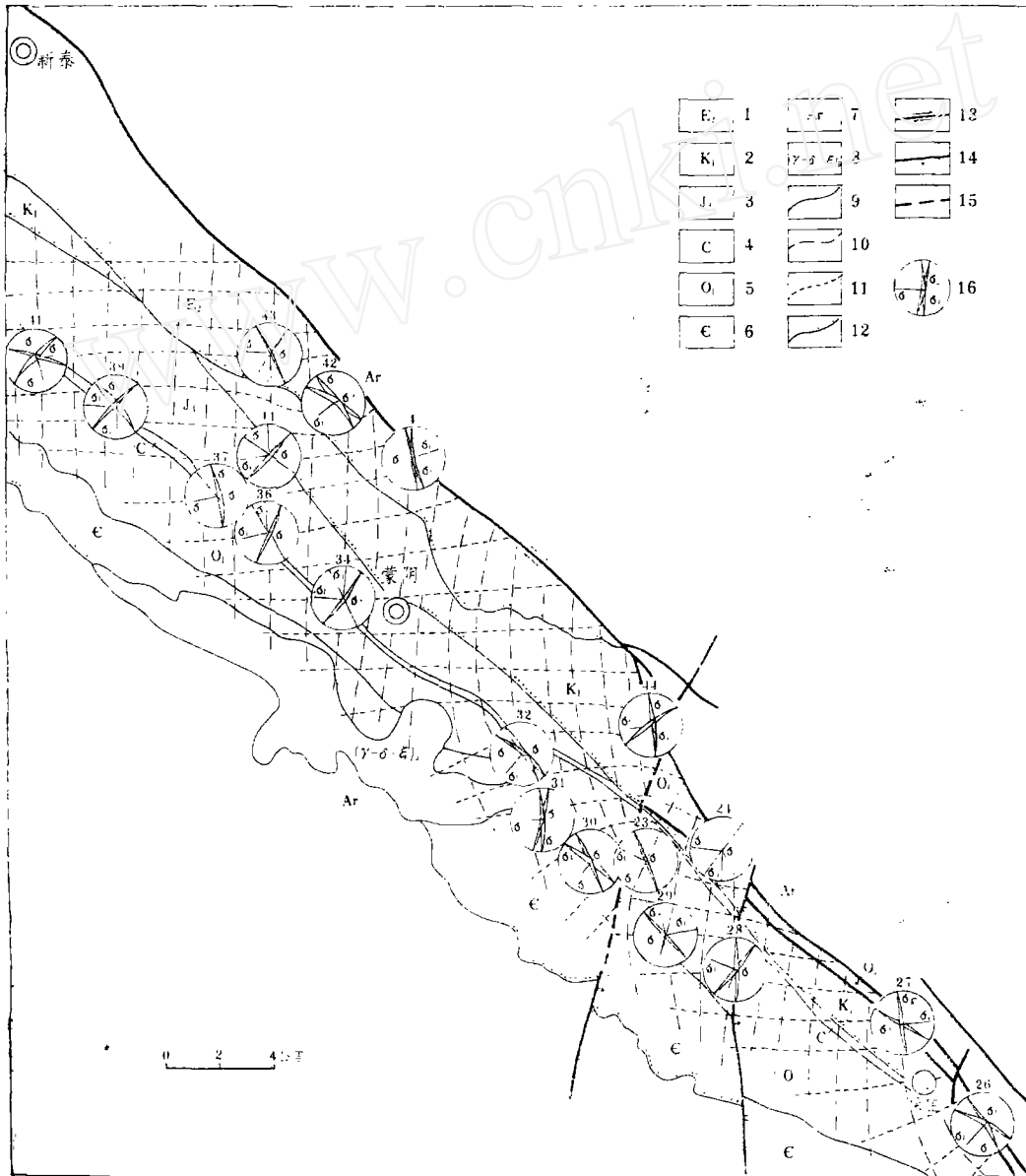


图9 第三期应力场的主应力迹线图

- 1. 始新统; 2. 下白垩统; 3. 上侏罗统; 4. 石炭系; 5. 下奥陶统; 6. 寒武系; 7. 太古界; 8. 燕山期杂岩; 9. 地层界线; 10.  $\sigma_3$  迹线; 11.  $\sigma_1$  迹线; 12. 角度不整合界线;
- 13. 平推断层; 14. 正断层; 15. 推测断层; 16. 由节理作出的主应力轴图解

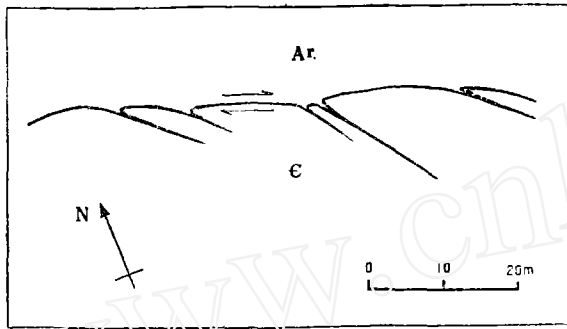


图10 柴山庄南断层旁侧的“入”字型剪裂隙示意图

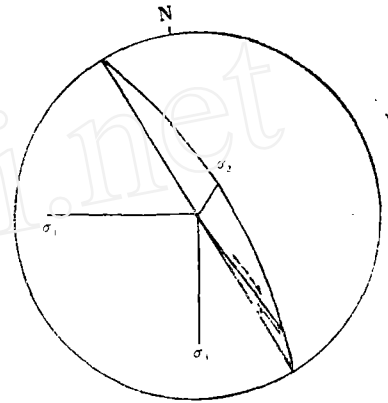


图11 大石龙口村南断层面上擦痕及指示的大致应力状态赤平投影图。

### 三、新泰——垛庄断裂活动史

前文已叙述了中生代以来新泰——垛庄断裂三次强变形时期的活动，但值得指出的是，该断裂自中生代以来并非仅有三次活动，其所以控制了中、新生代的沉积，说明在接受中、新生代沉积时，断层是以正断为主的，只不过这种活动是相对稳定的，较弱的，以致没有留下除地层沉积之外的明显构造形变。毫无疑问，上述新泰——垛庄断裂的三期活动是它中生代以来的主要活动。现在，我们有必要把改造和建造结合起来，既考虑构造运动相对剧烈时期，也考虑构造运动相对微弱时期，把新泰——垛庄断裂的活动史叙述如下：

考虑到新泰——垛庄断裂为北西向，与太古代构造线一致，因此，我们推测，本断裂大概是在太古代的一条或几条纵断裂的基础上逐步发育起来的。当然，这只是一种推测。

大概在进入中生代，特别是进入晚侏罗世时，本区可能已受北西向挤压力的影响，不过这时还比较弱，此时鲁中地区可能还是一个统一的盆地。在晚侏罗世，在北西向挤压力的持续作用下，新泰——垛庄断裂就可能开始了缓慢的正断活动（鲁中地区的上隆可能起了一定作用），这样，可能造成了盆地地形的起伏，使侏罗纪地层岩性变粗，并且其岩性还有横向变化，在蒙阴盆地边缘（如西住佛西6公里处），蒙阴组下部的汶南组岩性较细，砾石也较小，而靠近断层（如西住佛北东3公里处），其岩性则显著变粗，砾石明显变大，大者可达40厘米。

在晚侏罗世与早白垩世之交，北西向挤压显著增强，区域最大剪应力平均值为413bar，在地层中留下了破裂形变，并在上侏罗统中形成了一些宽缓小褶皱，此时，新泰——垛庄断裂以正断活动为主，并兼有少量左行平移。

在早白垩世，本区仍受北西向挤压，但可能较弱，该断层缓慢地正断活动，致使沿断层沉积了一套火山岩系。

在晚白垩世后、老第三纪始新世前，本区受强烈北东向挤压，区域最大剪应力平均值为

568bar, 在晚白垩世及其以前的各地层中留下了破裂形变, 并形成了 $K_1$ 与 $E_2$ 之间的角度不整合, 此时, 新泰—垛庄断裂为逆断或挤压活动。

在始新世, 可能是由于北东向挤压力的松弛作用, 引起断层以正断为主的活动, 在断层内侧沉积了官庄组的地层。

在始新世末或以后的某个时期, 本区曾受到了强烈的近南北向挤压力的影响, 最大剪应力平均值为495bar, 此时, 新泰—垛庄断裂呈右行走向滑动。关于新泰—垛庄断裂的新构造活动有待于进一步探讨。

本文是硕士研究生毕业论文中的部分内容, 是在庄培仁、万天丰老师的辛勤指导下完成的, 谨此致谢。

#### 参 考 文 献

- [1] 万天丰, 1984, 构造应力场研究及其在区域地质调查工作中的意义。中国区域地质, 第9期, 83—88页。
- [2] 王维襄、韩玉英, 1977, 棋盘格式构造的力学分析。地质力学论丛, 第四号, 64—75页。
- [3] Briegel, U., Goetze, C., 1978, Estimates of differential stress recorded in the bislocation structure of Lochseiten Limestone (Switzerland), Tectonophysics, 48, 61—76
- [4] McCormick, J.W., 1977, Transmission electron microscopy of experimentally deformed synthetic quartz, Ph. D. thesis, Univ, Calif. los Angeles.

CHARACTERISTICS OF THE XINTAI—DUOZHUANG  
FAULT, SHANDONG PROVINCE SINCE THE  
MESOZOIC ERA

Yin Yanhong

(*Institute of Marine Geology,  
Ministry of Geology and Mineral Resources*)

Abstract

The Xintai—Duo Zhuang fault lies in the central part of Shandong Province. The fault trends in the northwest direction and has controlled the evolution of the Mengyin Basin. This paper discusses the characteristics of the Xintai—Duo Zhuang fault in terms of its activities since the Mesozoic era on the basis of its structural features, regional stress field as well as the strata.

1. The Xintai—Duo Zhuang fault was a normal fault with a little sinistral shearing at the end of the late Jurassic and (or) the beginning of the early Cretaceous.

2. The Xintai—Duo Zhuang fault was a reverse fault after the late Cretaceous but before the Eocene.

3. The Xintai—Duo Zhuang fault was a dextral strike—slip fault at the end of the Eocene or later.