

# 郯庐断裂带莱州湾段的构造特征

胡 政                      丁 东

(山东省地震局) (地质矿产部海洋地质研究所)

## 摘 要

本文利用海上浅层地震勘探剖面分析了郯庐断裂带莱州湾段的上更新统、全新统和活动构造的某些特征。晚更新世末期发生的构造运动使上更新统产生断裂与褶皱,沿郯庐断裂带东主干断裂发育了狭长的背斜构造,在西主干断裂两侧次级横向(东西向)断裂十分发育,这些横向断裂是一些高角度的张性正断层。

**关键词:** 郯庐断裂带; 莱州湾; 浅层地震勘探; 活动构造

## 一、引言

我国东部的巨型构造带郯城—庐江断裂带延伸长,规模大,在该断裂带上曾发生了1668年郯城8 $\frac{1}{2}$ 级强烈地震。该断裂带的莱州湾段是渤海裂谷系的一部分,由两条主干断裂组成。由于条件所限对该段的研究程度是较低的。1987年至1988年在莱州湾进行了海上浅层地震勘探,记录到8条勘探剖面,其中6条为近东西方向且横穿郯庐断裂带,两条近南北方向,形成勘探网。本文利用上述浅层地震剖面研究了位于莱州湾地区的部分郯庐断裂带的特征。

## 二、莱州湾地区的地质特征

分布在莱州湾地区的郯庐断裂带由 $F_1$ 、 $F_2$ 两条主干断裂组成<sup>(1)</sup>。其中 $F_1$ 主干断裂是山东北部济阳拗陷海域部分的东边界, $F_1$ 与 $F_2$ 断裂之间是中央地垒带。北东、北西向的次级断裂将郯庐带及周围地区分割成若干个次级构造单元。大约以 $N37^\circ35'$ 为界,北部是莱州湾凹陷,南部是潍北凸起, $F_2$ 断裂是潍北凸起与羊角沟凹陷的分界线(图1)<sup>(2,3)</sup>。

该区浅层地震勘探的测线布设及勘探剖面位置见图1。浅层地震剖面所记录的是海底以下约80m深度范围内的地层和界面信息。在剖面上可见清晰而又连续的界面有3个,自上而下分别称之为 $T_0$ 、 $T_1$ 和 $T_2$ 。 $T_0$ 为海底,将 $T_0$ 与 $T_1$ 之间的地层称作A层, $T_1$ 与 $T_2$ 之间的地层称为B层, $T_2$ 以下的地层与界面不够清晰、连续,故将它们归并成一层,称为C层。

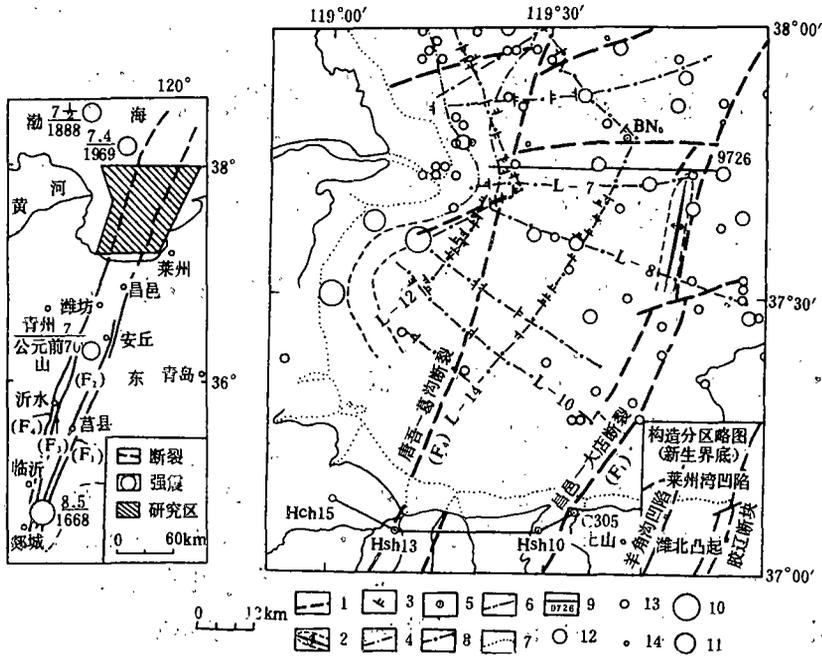


图1 莱州湾地区构造略图

1. 新生界边界大断裂; 2. 浅层背斜构造; 3. 浅层断点; 4. 水下前三角洲平原;
5. 钻孔及编号; 6. 水下三角洲前缘; 7. 水下三角洲; 8. 浅层地震测线、测点及测线编号;
9. 深层地震测线及编号; 10.  $M=5-5.9$ ; 11.  $M=4-4.9$ ; 12.  $M=3-3.9$ ;
13.  $M=2-2.9$ ; 14.  $M=1-1.9$ .

Fig. 1 Tectonic sketch in Laizhou Bay area

据文献〔4〕,渤海中部地层划分情况见图2。在莱州湾南岸,自晚更新世以来发生过3次海侵(沧州海侵、献县海侵和黄骅海侵),形成三个海相及三个陆相地层(表1)<sup>〔5,6〕</sup>。与渤海中部对比,献县海侵和黄骅海侵在两个地区是一致的,但莱州湾南岸的沧州海侵相当于渤海中部的下沧州海侵(Q<sub>3</sub>),上沧州海侵范围较小,远没有达到现今渤海的范围。

表1 莱州湾南岸地区第四纪地层岩相层序表<sup>〔4〕</sup>

时 代	厚 度 (m)	岩 相
全新统	Q <sub>3</sub>	第一陆相层
	Q <sub>2</sub>	第一海相层
	Q <sub>1</sub>	
晚更新统	Q <sub>3</sub>	第二陆相层
	Q <sub>2</sub>	第二海相层
	Q <sub>1</sub>	第三陆相层
		第三海相层
早、中更新统	Q <sub>1-2</sub>	下部陆相层

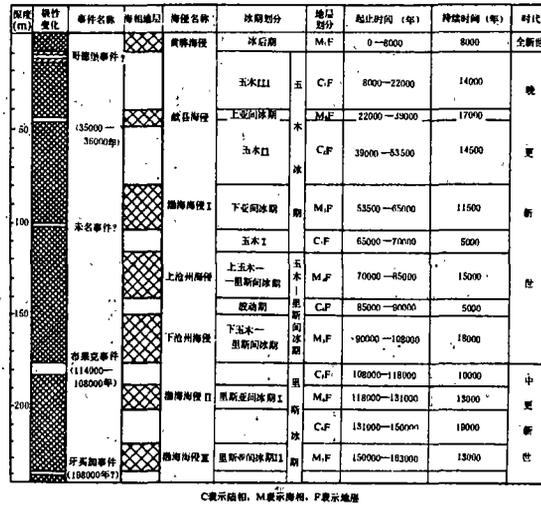


图 2 渤海中部地层划分(Bc-1 孔)<sup>[1]</sup>

Fig. 2 Stratigraphical section of well Bc-1 in Bohai Sea

郯庐断裂带(F<sub>1</sub>、F<sub>4</sub>)位于上述两个地区之间。综合上述资料得出该地区地层界面及时代划分情况,如表 2 所示。

表 2 浅层地震剖面地层和界面时代划分表

地 层		上下界面	BC-1 孔	莱州湾南岸	形成时间(年)
A 层	全新统	T <sub>0</sub> -T <sub>1</sub>	M <sub>1</sub> F	第一海相、第一陆相	0-8000
B 层	上更新统顶部	T <sub>1</sub> -T <sub>2</sub>	C <sub>1</sub> F	第二陆相	8000-22000
C 层	上更新统	T <sub>2</sub> 以下	M <sub>2</sub> F-M <sub>4</sub> F	第二海相	22000-90000
				第三陆相	
				第三海相	

依据浅层地震剖面提供的数据分别做出莱州湾地区的海底地形图、A 层和 B 层等厚线图(图 3)以及部分测线的剖面图(图 4、图 5,剖面图垂直方向上的比例尺是水平方向的 500 倍)。综合分析上述资料,该区地层和界面具有如下特征:

T<sub>0</sub> 界面由南向北逐渐变深,等深线稀疏均匀,坡降为 1/8000,表明海底的起伏变化小。

T<sub>1</sub> 为全新统(A 层)的底界面,有一定的起伏变化,但变化幅度较小,最大幅差 6-7m(图 3a、图 4)。起伏变化较大的仅有 L-12 测线。

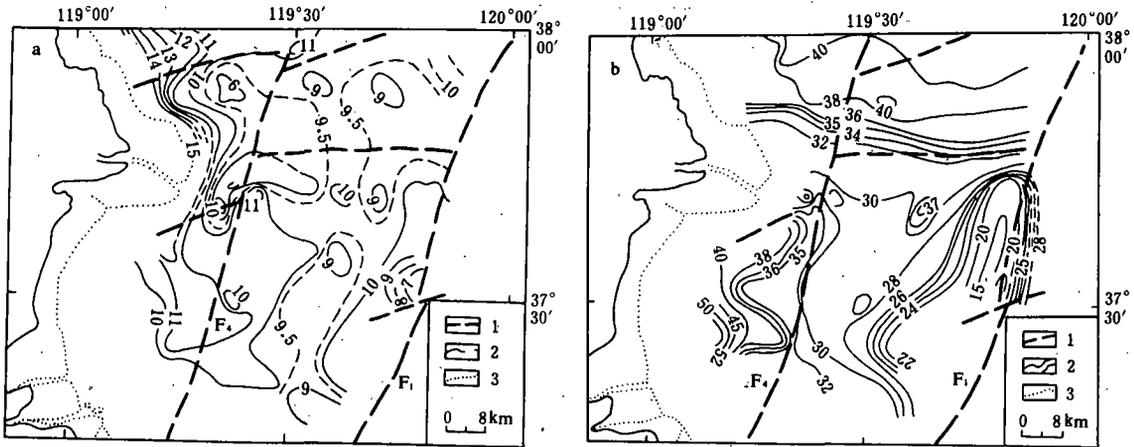


图3 A层和B层等厚线图

a. A层; b. B层; 1. 断裂; 2. 等厚线

(单位:m, 虚线为推测部分); 3. 水下三角洲

Fig. 3 Equal-thick chart at the section A and B

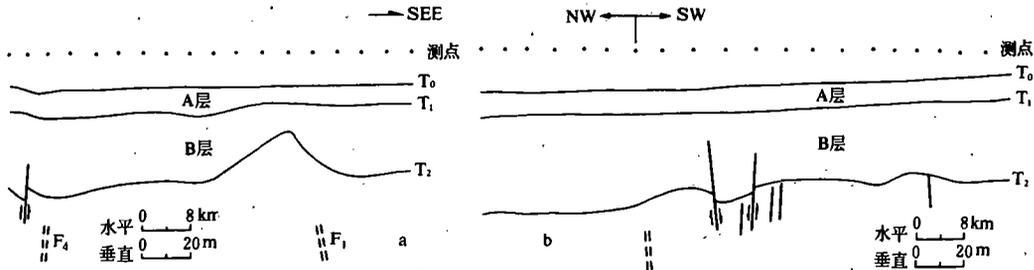


图4 测线剖面图

a. L-8 测线; b. L-14 测线

Fig. 4 Observed profile of the Line 8 and Line 14

$T_2$  是上更新统最上部(B层)的底界面。该界面起伏变化幅度大(图3b、图4),尤其是L-8测线的东侧,最高点与最低点相差达25m。其总体趋势是向北西方向倾斜,而急剧转折的部位几乎都有断点发育,最典型的是L-8测线(图5)。郟庐断裂带两条主干断裂通过的地方 $T_2$ 界面起伏变化最显著,表明其对 $T_2$ 界面有控制作用。

A层为海相地层,其厚度稳定在9—10m之间。等厚线走向大体与郟庐断裂带走向一致,为北北东向(图3a)。

B层为陆相地层。其厚度由东南向西北逐渐由14—15m变为40—50m(图3b)。大约

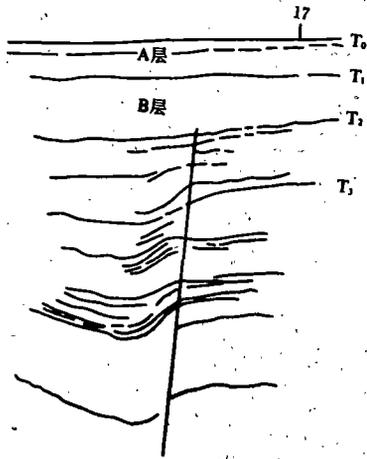


图5 L—8测线17测点剖面图

Fig. 5 Faulting point profile of observed point 17 in the Line 8

(1)背斜构造

L—7和L—8测线的东端显示存在一背斜构造(表3)。L—7测线显示在背斜的东翼有小逆断层发育,L—8测线显示某些界面上下出现密集的小褶曲(图6)。由表3可知:两剖面所反映的是同一个背斜构造。从B层等厚线展布规律看(图3b)背斜北端逐渐变缓,有倾伏趋势。由于几个剖面向东延伸短,无法确定其南端变化趋势。该背斜是由挤压作用形成的。其东翼受到较强的构造应力作用,因此变形剧烈,构造形式复杂。背斜发育在T<sub>1</sub>以下的地层中,说明其出现在B层形成之后T<sub>1</sub>界面形成之前。T<sub>1</sub>界面是在约8000年前形成的,据此推测褶皱是在约8000至10000年前形成的。

另外,该背斜沿F<sub>1</sub>主干断裂发育,表明了郟庐断裂带的控制作用。

表3 L—7和L—8测线上背斜构造对比表

测线	发育的地层界面	两翼特征						界面隆起高度(m)		界面、地层褶皱轴面
		东翼			西翼			T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	
		地层界面产状	延伸长(km)	其他小构造	地层界面产状	延伸长(km)	其他小构造			
L—7	T <sub>1</sub> 以下	陡	1.2	小逆断层	缓	3.7	无	77	67	同轴
L—8	T <sub>1</sub> 以下	陡	3.8	密集波状小褶皱	缓	10	无	100	79	同轴

以N37°35'为界,其北部地层等厚线走向近东西;南部走向近南北,与郟庐断裂带的走向相同,而且两个等厚线密集带分别与郟庐断裂带的F<sub>1</sub>和F<sub>2</sub>断裂对应,所不同的是与F<sub>1</sub>断裂对应的密集带是由于T<sub>2</sub>界面的上隆使B层急剧减薄的结果,而沿F<sub>2</sub>断裂的密集带是因为T<sub>2</sub>界面的骤然下凹、B层变厚造成的。在F<sub>1</sub>与F<sub>2</sub>断裂之间的广阔地带内等厚线均匀而稀疏。

总之,郟庐断裂带对T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>界面的起伏、对A、B两层的厚度变化有不同程度的控制作用。

三、莱州湾地区活动构造特征

浅层地震剖面上显示的构造现象主要有断裂和褶皱两种。

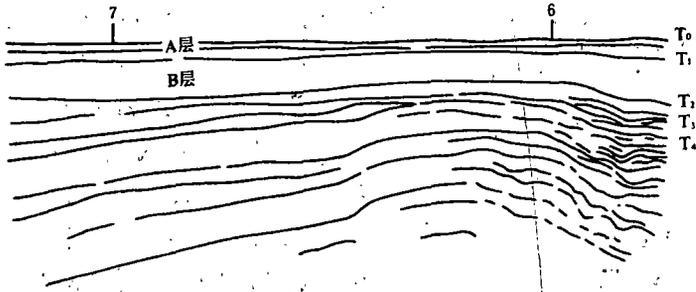


图 6 L—8 测线(6—7 测点)背斜构造剖面图

Fig. 6 Anticline tectonic profile in the Line 8

(2)活动断裂 勘探剖面上出现的断点较多,集中出现在南北方向两测线的北半部,也就是莱州湾凹陷和羊角沟凹陷地区。东西向 6 条测线仅有 10 个断点,其中 7 个分布在  $F_4$  以西地带。据断点的分布特征推断东西方向断层较发育,也就是说郯庐断裂带主干断裂在浅层的断裂活动痕迹不明显,特别是  $F_1$  断裂。这些断层均为高角度的正断层,集中分布在两个凹陷构造内。不同倾向的断层组成地堑或复式地堑构造,密集的不同倾向(倾向北)的断层组成单斜阶梯式地堑构造,表明这些断层的活动具有一定的继承性,两个凹陷在更新世至全新世时期仍在下沉。从图 3 的等厚线分布图可知,羊角沟凹陷的下降幅度较大。

依据断层切穿的地层或界面以及断距在不同层位或界面上的变化情况可将上述断层划分为 3 类,即早期活动( $T_2$  界面以前)、继承性多期活动(生长断层)和新生断层,它们的主要特征列于表 4 中。在 40 多个断点中有 27 个发育在 B 层中并切断  $T_2$  界面,多数断点达到 B 层上部,个别影响到  $T_1$  界面。仅有 10 个断点发育在 C 层中,而且没有影响到  $T_2$  界面。在剖面上断层分布也不均匀,在 L—12 测线的 31 至 34 测点之间长约 10km 范围内有 13 个断点,在 L—14 测线上密集的断层将地层和界面切割形成复式地堑构造(图 7)。其他测线上断点则较少。

表 4

断层类型 特征项目	新生断层	早期活动断层 ( $T_2$ 以前)	继承性多期活动断层 (生长断层)
切错地层或界面	切错 $T_1$ 以下地层和界面并切入 B 层	发育在 C 层,切错 C 层及 C 层内各界面	切错 $T_2$ 以下各地层和各界面,切入 B 层
断距	各层和各界面断距相同	各层和各界面断距相同	下部地层和界面断距大,为多次活动断距总和,向上断距逐渐变小,顶部断距为最晚一次活动的断距

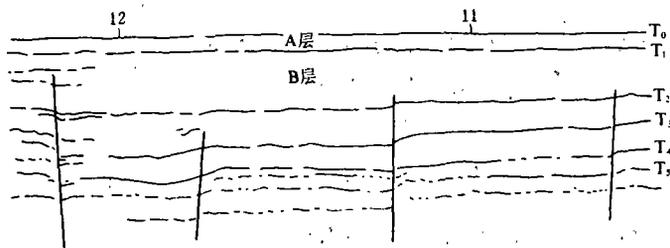


图7 L—14测线10—12测点断点剖面图

Fig. 7 Faulting point profiles in the Line 14

#### 四、几点认识

1. 莱州湾浅层地震剖面显示,  $T_1$  界面是比较平坦的, 起伏变化较小, 仅个别断裂对其有影响, 褶皱构造对其影响很微弱。全新统(A层)为海相地层, 厚度10m左右, 地层

内部变化较小, 表明沉积环境是比较稳定的。

2. 上更新统顶部(B层)为陆相地层, B层及其底界面( $T_2$ )都受到较强烈的构造变动,  $T_2$  界面的起伏幅度、B层的厚度变化都较大。变化最剧烈的地带是在郯庐断裂带上及其两侧。

3. 莱州湾地区浅层构造主要是断裂和褶皱。沿郯庐断裂带主干断裂  $F_1$  和  $F_4$  没有直接的、连续的断裂活动痕迹, 但沿  $F_1$  断裂有背斜构造发育。在  $F_4$  断裂东西两侧次级横向(东西向)断层十分发育, 这些断层均为高角度正断层, 集中分布在新生界底界凹陷构造内。

4. 活动断裂及褶皱均发育在  $T_1$  界面以下的地层内。  $T_1$  界面形成于8000年前, 说明在距今8000至10000年前或者更早的时期莱州湾地区曾发生过较强烈的构造变动, 使得  $T_1$  界面以下的地层产生断裂、褶皱, 同时这次构造变动还波及到莱州湾南岸及周围地区。

5. 1888年渤海7.5级地震和1969年渤海7.4级地震都发生在郯庐断裂带的西侧。7.4级地震震中附近地区浅层地震剖面上  $T_1$  界面以下的地层中构造简单, 仅有稀疏的断层发育<sup>[7]</sup>, 远没有郯庐断裂带顶部及附近的构造复杂。晚更新世末期构造变动主要发生在郯庐断裂带上, 全新世时期郯庐断裂带西侧构造活动强烈。

杨铁鹰、孙昭民清绘了文中的插图, 在此表示感谢。

(本文1991年1月5日收到)

#### 参考文献

- [1] 国家地震局地质研究所, 郯庐断裂, 地震出版社, 1987.
- [2] 李嘉琪, 郯庐断裂带在渤海海域的地球物理特征, 构造地质论丛, No. 3, 1984.
- [3] 李嘉琪, 决定渤海重磁力异常特征的主要地质因素, 海洋地质与第四纪地质, No. 4, 1984.
- [4] 中国科学院青岛海洋研究所, 渤海地质, 科学出版社, 1985.
- [5] 丁东, 莱州湾南岸第四纪地层与海岸线, 海洋地质与第四纪地质, Vol. 7, 增刊, 1987.
- [6] 潘为刚, 莱州湾南岸晚更新世以来沉积环境的变迁, 海洋地质与第四纪地质, Vol. 7, 增刊, 1987.
- [7] 胡政、丁东, 渤海地震震中附近地区浅层地质构造特征, 地震学刊, No. 3, 1990.

ACTIVE TECTONICS IN LAIZHOU BAY SEGMENT OF  
TANCHENG- LUJIANG FAULT ZONE

Hu Zheng

*(Seismological Bureau of Shandong Province, Jiaun, China)*

Ding Dong

*(Institute of Marine, GMM, Qingdao, China)*

**Abstract**

In this paper, some characteristics of Holocene Series, upper Pleistocene Series and active tectonics in Laizhou Bay segment of Tan- Lu Fault Zone are analysed by use of the shallow seismic surveying profiles. The tectonic action occurred at the end of Pleistocene epoch made upper Pleistocene Series form faults and folds, and a long and narrow arch fold was generated along the east main fault of Tan- Lu Fault Zone. At the two sides of the west main fault, the inferior cross faults (E—W) were developed fully, and they were tension normal faults with high angles.

**Key Words:** Tancheng- Lujiang Fault Zone, Shallow Seismic Survey, Laizhou Bay, Active Tectonics