

# 山东沿黄河断裂带的地震地质特征

刘西林 申旭华

(山东省地震局, 济南)

**摘 要** 通过对山东沿黄河地质、地貌、钻探、物探和地震活动性等方面的分析, 山东沿黄河存在一条隐伏深大断裂带。论述了该带的分段特征、构造上深部与浅部的一致性和非一致性及其活动性质。沿黄河断裂带是山东地区的一条重要地震活动带, 深入研究该断裂带的地震地质及其新构造活动特征对本区的地震监测预报和黄河防灾都具有重要意义。

**关键词** 沿黄河断裂 构造形迹 活动性质

## 0 引 言

黄河在河南兰考一带转为北东方向, 在山东东明县入境, 横贯东西, 在垦利县东入渤海。黄河河道发育在鲁西隆起区的西北缘, 并受到东濮和济阳断陷的控制。大量的地质资料表明黄河是沿着大断裂发育的, 其新构造运动十分强烈<sup>[1]</sup>。历史上黄河河道有过七次大改道, 黄河河道的频繁迁徙就是强烈的新构造运动的具体反映。历史上沿黄河两侧曾发生过一系列中强地震和菏泽、渤海 3 次 7 级强震, 在同一构造带上发生的地震之多在山东境内是绝无仅有的, 地震活动强度也仅次于沂沭深断裂带。在地震活动带划分时被单独列为菏泽——惠民地震带。本文通过对山东沿黄河断裂带(以下简称“沿黄河带”)地质、地貌、物探、钻探等资料和地震活动性的研究, 探讨沿黄河带的地震地质特征。

## 1 沿黄河断裂带的构造形迹

1.1 丁国瑜等研究了我国地震活动与地壳现代破裂网络的关系, 指出在我国广大范围内普遍存在一个规则的现代正在活动的地壳网络破裂图象, 华北地区  $M_s \geq 6$  级地震呈现规则的网格分布。北东向的海城——黄河口——菏泽带为最新活动构造线骨架<sup>[2]</sup>, 这个带的南段与现今黄河河道完全吻合。

1.2 地震是现代地壳断裂位错的结果, 所以利用历史及现代地震震中分布和活动情况是鉴定隐伏活动断裂的重要标志之一<sup>[3]</sup>, 如图 1 所示。

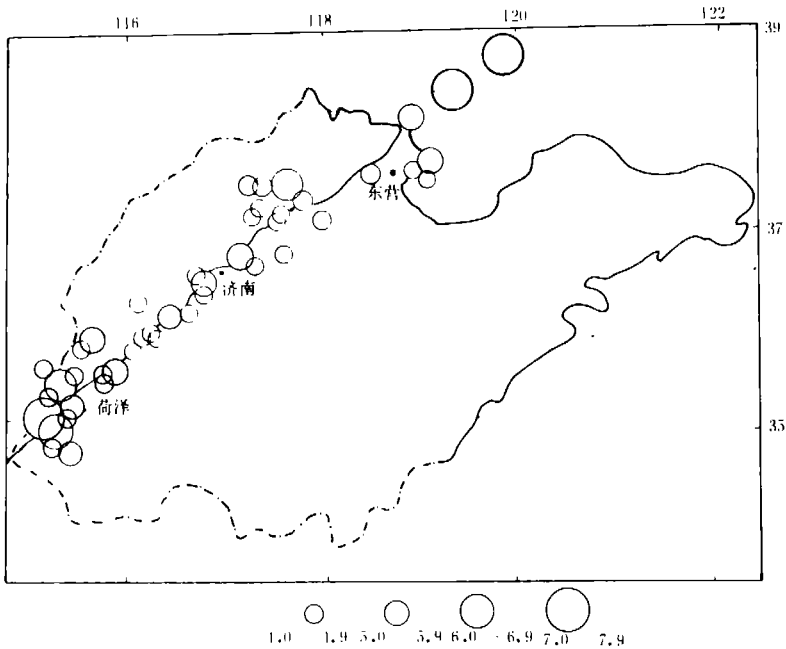


图1 沿黄河带  $M_s \geq 4.0$  级地震震中分布图

从东明至渤海 40 多个  $M_s \geq 4$  级的地震沿黄河呈带状分布, 显示沿黄河河道有隐伏深断裂的活动。

1.3 如图 2 所示, 区域布格重力异常显示一条北东走向的断断续续的条带, 该条带两侧的异常形态和幅值截然不同, 由此推断是一条北东向的断裂带, 其位置也与黄河河道大体相符。

## 2 沿黄河带的分段活动特征

沿黄河带由于受北西向活动断裂的切割, 在地壳差异运动性质和强度上都存在明显的分段特征。

2.1 沿黄河带在范县以南称为黄河断裂<sup>[2]</sup>, 自兰考至范县已由人工地震和钻探资料所证实。断裂北东走向, 长约 40km, 断面倾向北西, 倾角  $40^\circ \sim 70^\circ$ 。该断裂控制了东濮凹陷之中央隆起西翼下第三系早期地层的沉积。黄河断裂具有从浅到深断距逐渐加大的继承性活动特点, 基底落差在桥口一带可达 1000~2000m, 表现为一系列正断性质的断裂带。该断裂形成时间较早, 其上盘石碳(c)一二叠系(p)地层遭受不同程度的剥蚀, 表明黄河断裂形成时间晚于石碳一二叠系, 后期又多次活动。此段是沿黄河带的强震活动段之一, 曾发生过 1937 年菏泽 7.0 级强震。

2.2 范县——济南段: 沿黄河带地质剖面如图 3 所示, 断裂切割古生界地层, 并控制上第三系(N)和第四系(Q)的沉积。断裂上盘(Q+N)的厚度达 300~400m, 在钻探揭露与地表出露地层之间 10 多公里范围内, 决不是地貌影响所能解释的。而更重要的是

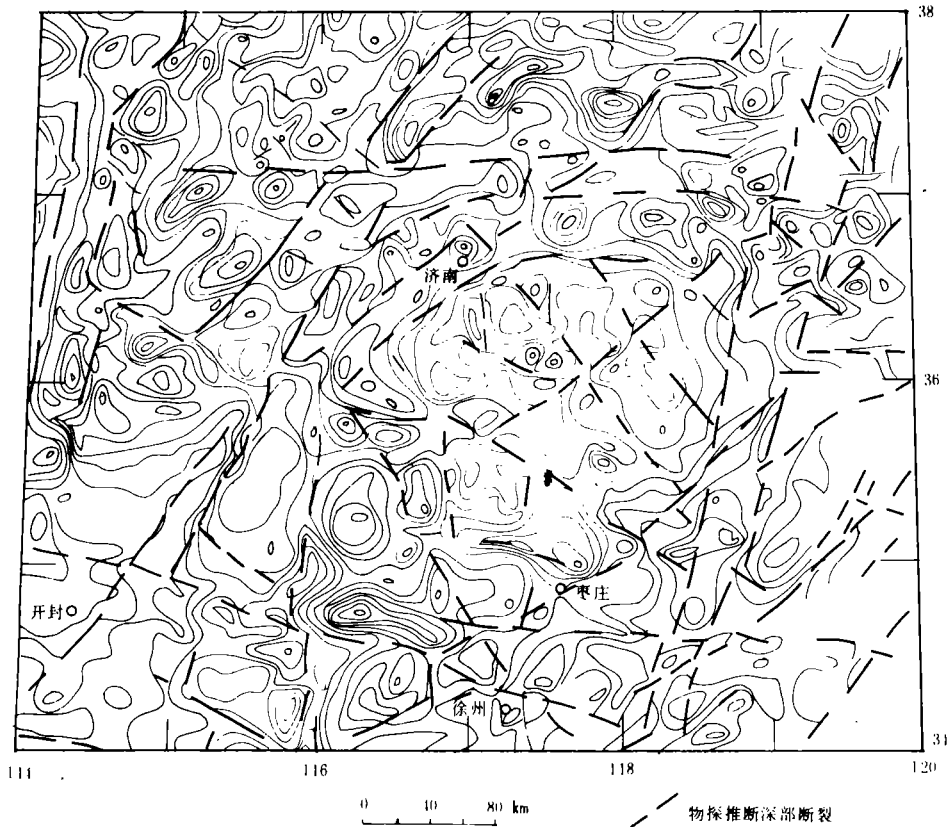


图2 布格重力异常推断沿黄河断裂构造图

(Q+N) 之下伏地层已被错断, 如 a 剖面奥陶系 (O) 与下寒武系 ( $\epsilon_1$ ) 断层接触; c 剖面二叠系 (p) 与中一下奥陶系 ( $O_{1-2}$ ) 断层接触, 也可证实范县——济南段沿黄河带的存在, 倾向北西。

**2.3 济南——黄河口段:** 沿黄河带地质剖面如图 4 所示, a 剖面 zk33 孔深 1554m 为 Q+N, 下伏下第三系 (E); zk51 孔深 430m 为 Q+N, 下伏上二叠系 ( $p_2$ ),  $p_2$  与 E 呈断层接触, 倾向北西。b 剖面 zk25 孔, 深 865m 为 Q+N, 其下伏为寒武系 ( $\epsilon$ ); zk26 孔, 深 1415m 为 Q+N, 其下伏为下第三系 (E),  $\epsilon$  与 E 呈断层接触。b 剖面断裂面倾向有所改变, 即倾向南东。a、b 两地质剖面所揭露的沿黄河断裂南北两盘地层新老关系截然相反。分析认为 a、b 两剖面之间沿黄河断裂由于被北西向断裂切错 (如益都断裂等), 使沿黄河断裂带两侧的断块差异性运动性质发生变化。

**2.4** 1969 年 7 月 18 日渤海 7.4 级地震余震区长轴为北东向; 震中区浅层人工地震资料也显示余震区范围内有多条北东向断裂存在, 说明地震的发生受到北东方向构造控制<sup>[4]</sup>。显示了沿黄河带在渤海中的构造形迹, 此段由于处在与北北东向沂沭深断裂带、北西西向燕山——渤海断裂带的交汇复合部位, 新构造运动十分强烈, 1888 年以来发生过 2 次 7 级以上强震, 也是沿黄河带强震活动段之一。

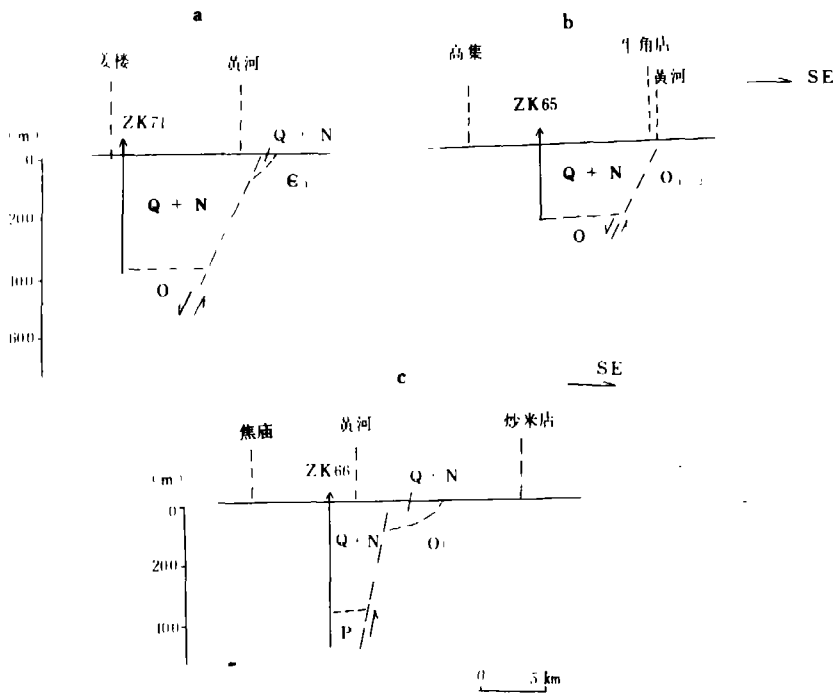


图3 范县—济南段沿黄河断裂剖面图

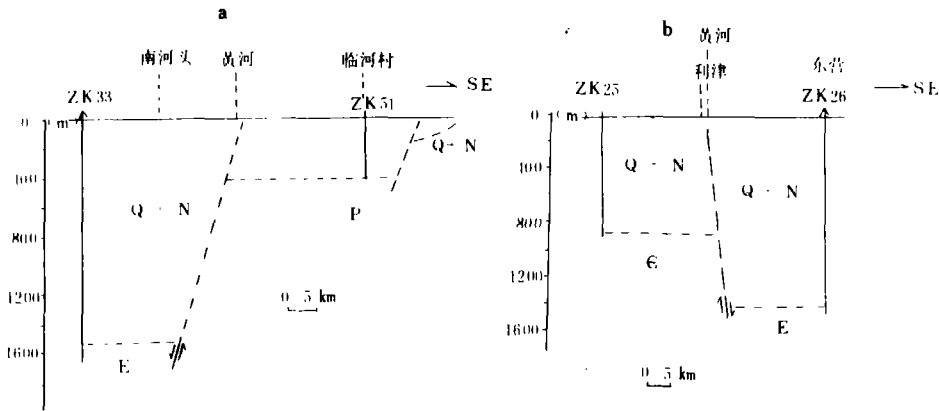


图4 济南—黄河口段沿黄河断裂剖面图

### 3 沿黄河断裂带深部与浅部构造的一致性和非一致性

如图5所示,由现代地震震源深度分布剖面可以看出沿黄河带深部断裂面总体倾向为南东向,倾角约 $50^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ;由内黄—郟城转换波测深剖面(图6)也显示在黄河附近有南东倾向的隐伏深断裂存在<sup>[2]</sup>。如上所述,浅部钻探揭露济南以东沿黄河带倾向南东,与深部具一致性;济南以西沿黄河带倾向北西与深部具非一致性。由图6中也可以看出

沿黄河断裂带南部构造上深部与浅部的非一致性特征。

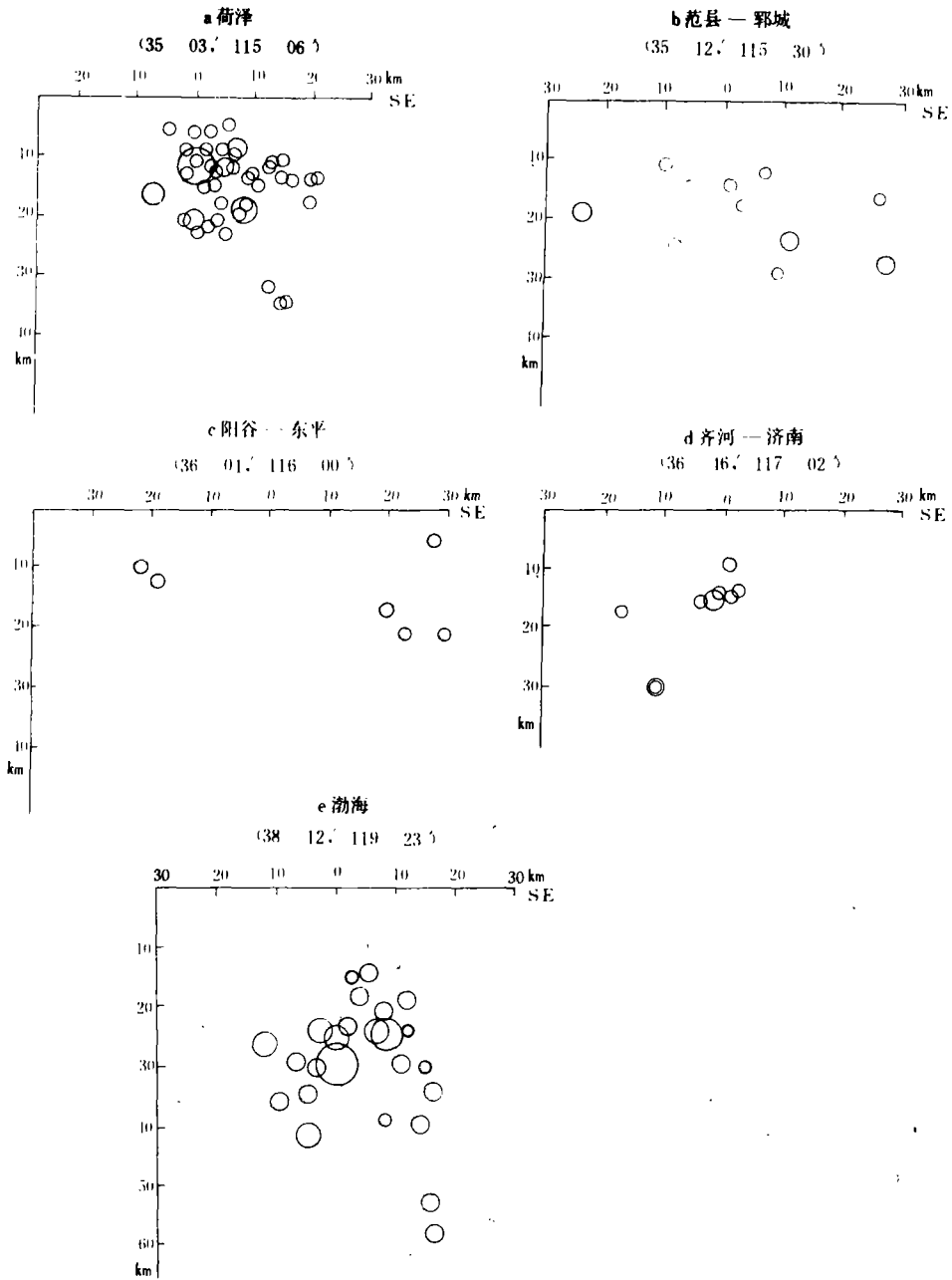


图 5 沿黄河带现代地震震源深度剖面

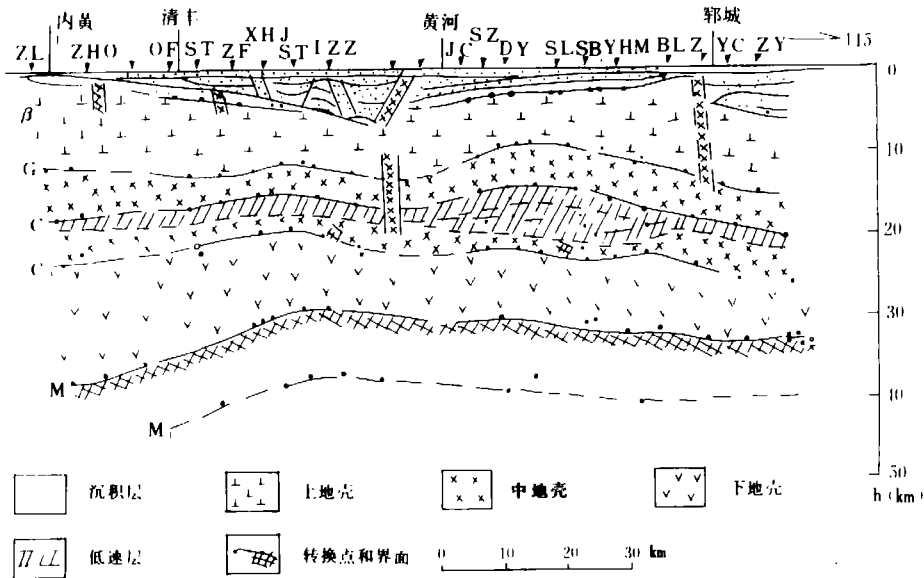


图6 内黄—郓城转换波测深剖面

#### 4 沿黄河带的活动性质

沿黄河带地震震中密集分布，这些地震的发生直接表明地壳深部新破裂的产生。在现代区域构造应力场的作用下，即在北东东—南西西向主压应力 ( $\rho$ ) 和北西—南东方向主张应力 ( $T$ ) 的作用下<sup>[5]</sup>，沿黄河带的活动方式应是右旋剪切性质，震源错动主破裂面多为北东方向，且为右旋走滑性质，如菏泽 7.0 级、5.9 级地震都是如此<sup>[6]</sup>。

#### 5 结 语

由上述沿黄河地质、地貌、物探、钻探及地震活动性等方面资料的分析，认为沿黄河河道可能存在一条北东方向的隐伏深断裂带；断裂深部总体倾向为南东方向；济南以西浅部断裂面倾向北西与深部不一致；济南以东浅部断裂面倾向南东，与深部一致；断裂带形成时间为石炭—二叠纪之后；活动性质为右旋走滑性质。由于沿黄河带连接聊考、西安—徐州、沂沭、燕山—渤海等深大断裂带，上述四条强震活动带的构造运动对沿黄河带都会产生影响，该带地震活动频繁，7 级以上强震具有重复周期短的特点，是山东地区的一条重要强震活动带，深入研究沿黄河带的地质构造和地震活动性特征对山东地区地震监测预报和黄河防灾具有重要意义。

(1993 年 4 月 5 日收到初稿)

#### 参 考 文 献

- 1 王敬禹, 等. 沿黄河断裂带的地震地质意义. 华北地震科学, 1986, 4 (1): 28-35

- 2 胡长和, 等. 1937 年菏泽地震. 北京: 地震出版社, 1991, 55-57, 124-131.
- 3 李兴唐. 活动断裂研究与工程评价. 北京: 地质出版社, 1991, 51-53
- 4 胡政, 等. 渤海地震震中附近地区浅层地质构造特征. 地震学刊, 1990, (3): 26-32.
- 5 魏光兴, 等. 华北地区中小地震应力场的优势方向. 地球物理学报, 1982, 5 (4): 333-343.
- 6 刘万琴, 等. 1983 年 11 月 7 日菏泽 5.9 级地震震源过程研究. 地震学报, 1989, 11 (3): 282-290.

## THE SEISMOGEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE YELLOW RIVER FRACTURE ZONE IN SHANDONG PROVINCE

Liu Xilin Shen Xuhua

(Seismological Bureau of Shandong Province, Jinan, 250021)

### Abstract

Based on the analysis of geology, physiognomy, boring, physical exploration, seismic activity etc. along the Yellow River, the authors think there is a deep and large hidden fracture zone along the Yellow River and discuss the characteristics of the segments, the consistence and nonconsistence characteristics of deep and shallow structures and their activity characteristics. Along the Yellow River fracture zone is an important belt of seismic activity in Shandong region. It is significant to deeply study the seismogeological and new tectonic activity characteristics along the Yellow River fracture zone for earthquake monitoring and prediction and the Yellow River defence of this region.

**Key words:** the fault along the Yellow River, tectonic trace, activity characteristic