

胜利油田及邻近地区断裂活动性研究

王华林 陈锦太 耿 杰 王立军

(山东省地震局)

摘 要

本文提出了研究平原地区断裂活动性的步骤和方法,并用这一方法研究了胜利油田及邻近地区断裂活动情况。结果表明,无棣—益都断裂、广饶—齐河断裂和埕子口断裂为第四纪活动断裂。本文还进一步讨论了无棣—益都断裂的活动特征和第四纪活动断裂的标志等问题。

中国东部平原地区覆盖层较厚,在地表很难直接观察到断裂形迹,因此使得对这些地区的断裂活动的研究程度相对较低,尤其是断裂新活动证据和定量研究显得更为不足。中国东部平原地区人口和城市密集,工业发达,一旦发生地震将造成巨大的灾难。因此,平原地区断裂活动性研究显得尤为重要。但是,如何研究平原地区断裂的活动,至今还是一个没有解决的问题。我们在胜利油田地震区划工作中进行了这方面的尝试。本文对我们的工作进行了总结,以期对平原地区的断裂活动性研究提供一些可供借鉴的经验和方法。

一、平原地区断裂活动性研究的步骤和方法

在平原地区的地表很难直接观察到断裂活动的证据。这决定了平原地区断裂活动性研究得通过间接的方法来进行。我们在工作中采取了下列步骤和方法:

- 1.对已有的资料,包括地质、钻探、物探、化探、地震勘探和地震等方面的资料,进行系统、全面的分析,在地质图和地形图上标定出断裂的位置,并初步判定这些断裂在第四纪的活动性。

- 2.在上述结果的基础上,有目的地进行卫片影象增强处理**,通过断裂卫星影象特征的分析对比,进一步确定第四纪活动明显断裂和活动不明显断裂。

- 3.在第四纪活动明显的断裂上,进行断层气测定,确定断裂的具体位置。为了比较还在第四纪活动不明显的断裂上进行了断层气测量(图1)。实测结果表明,在断层附近断层气出现高出背景值3—5倍的峰值,且各种手段测得的结果具有较好的同步性。

* 刘元生、陈时军、王健等参加了野外勘测工作和资料处理。

** 由国家地震局地质研究所李建华和杨喆承担。

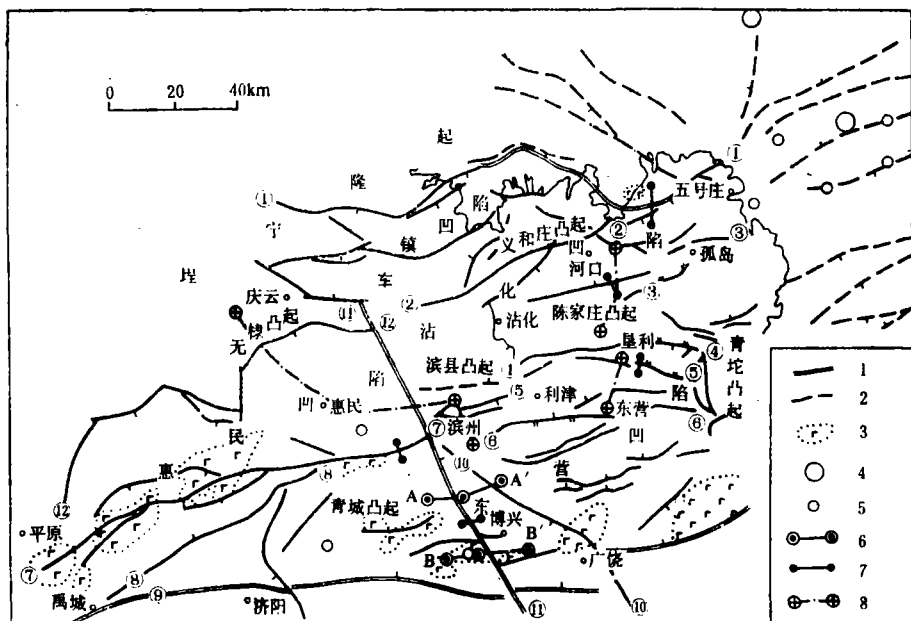


图 1 胜利油田及邻近地区断裂及构造单元图

1. 第四纪活动明显断裂 2. 第四纪活动不明显断裂 3. Ng以来玄武岩
4. $M \geq 7.0$ 5. $M = 4.7-5.1$ 6. 钻孔 7. 断层全测线 8. 水准测线
(1) 埡子口断裂 (2) 义南断裂 (3) 孤北断裂 (4) 陈南断裂 (5) 胜北断裂
(6) 东营断裂 (7) 临邑—滨县断裂 (8) 夏口—斜店断裂 (9) 广齐断裂
(10) 昌乐—广饶断裂 (11) 无棣—益都断裂 (12) 临邑断裂

Fig. 1 A Distribution of faults and structural units in and near Shengli Oil Field

4. 在确定的断裂位置两侧布设跨越断裂的钻孔剖面(图1)。我们在胜利油田内第四纪活动最明显的无棣—益都断裂上布设了二条钻孔剖面。根据区域第四纪地层的厚度¹⁾, 确定钻探深度为50米。钻探过程中进行C¹⁴取样。通过断裂两侧的地层和C¹⁴样品年代对比确定断裂的活动量、性质和时代。

5.为了监测断裂的近期活动动态,我们进行了长水准复测工作。工作区内布设了两条测线(图1),分别跨越无棣—益都断裂、胜北断裂和临邑—滨县断裂。根据测量结果分析断裂的活动性。

二、胜利油田及邻近地区断裂活动性

1. 胜利油田及邻近地区构造概况

胜利油田在大地构造位置上处于华北平原拗陷区的济阳拗陷内。该拗陷周边为断裂围限,北部和西北部为陵县断裂和埕子口断裂,南部为广饶—齐河断裂。拗陷西南部狭窄,向东北方向逐渐撒开(图1)。其内部发育相互平行或雁行式排列的北东向断裂,主要有胜北断裂、孤北断裂、临邑—滨县断裂、陈南断裂和义南断裂。除北东向断裂外,还有规模巨大的北西向无棣—益都断裂,它横切济阳拗陷,使整个拗陷受到改造,北东向诸断裂被断错,拗

1) 陈孝燕, 华北平原第四系的划分与对比问题。

陷内部构造单元出现阻断、错动现象,显示无棣—益都断裂具有较大幅度的水平位移。

从沉积地层、构造变形和岩浆活动等方面分析,济阳拗陷边缘及内部断裂活动具有继承性和新生性的特点。新构造期以来,断裂活动主要表现为水平扭动及剪切的破裂特征。

2. 胜利油田及邻近地区断裂活动性

归纳总结胜利油田及邻近地区断裂的基本特征(表1)和分析、对比跨越区内几条主要断裂的断层气(RaA、Th和Rn)的综合剖面(图2)以及断裂控制的岩浆活动等发现,第四纪活动明显的断裂有无棣—益都断裂、广饶—齐河断裂和埕子口断裂,它们均为深大断裂。这些断裂对地震具有一定的控制作用,中强地震和小震多沿其分布,特别是无棣—益都断裂和广饶—齐河断裂交汇部位,具有发生中强地震的危险;第四纪活动不明显的断裂有胜北断裂、孤北断裂、陵县断裂、东营断裂、临邑—滨县断裂和义南断裂。这些断裂属于次级基底断裂和盖层断裂。它们多数在1—5公里深度范围内就消失了²⁾。因此这些第四纪活动不明显的断裂不具备发生中强地震的危险。

表1 断裂活动情况一览表

活动情况 断裂名称	地质资料	卫星影像	形变测量	断层气	地震活动	结 论
无棣—益都断裂	断错全新世地层和晚更新世地层	清晰、线性良好	梯度变化	峰值明显	发生过7—8级地震,小震活动成带	活动明显
广饶—齐河断裂	第四纪地层梯度变化,湖、沼串珠状分布	清晰、线性良好			发生过4 ⁵ /4级地震,小震活动	活动明显
埕子口断裂	有第四纪玄武岩分布	模糊、非线性显示		峰值明显	有小地震活动	活动明显
胜北断裂	第四纪地层厚度变化不明显	模糊、非线性显示	梯度变化	有峰值显示	小震稀少	活动不明显
临邑—滨县断裂	第四纪地层厚度变化不明显	模糊、非线性显示	梯度不明显	峰值不明显	无中、强地震发生,小震稀少	活动不明显
孤北断裂	第四纪地层厚度变化不明显	模糊、非线性显示		有峰值显示	无中、强地震发生,小震稀少	活动不明显
东营断裂	第四纪地层厚度变化不明显	模糊、非线性显示			无中、强地震发生,小震稀少	活动不明显
义南断裂	第四纪地层厚度变化不明显	模糊、非线性显示			无中、强地震发生,小震稀少	活动不明显

3. 无棣—益都断裂的活动特征

无棣—益都断裂沿胜利油田西部通过,是一条对胜利油田地震区划至关重要的断裂,为了研究它的第四纪活动情况,我们按上面列出的平原地区断裂活动性鉴定工作流程,进行了全面、系统地工作,获得了较为理想的结果,对无棣—益都断裂的第四纪活动取得了一些新的证据和认识。

2) 山东省地震局,胜利油田五项重大工程场址地震基本烈度复核鉴定工作报告,1986。

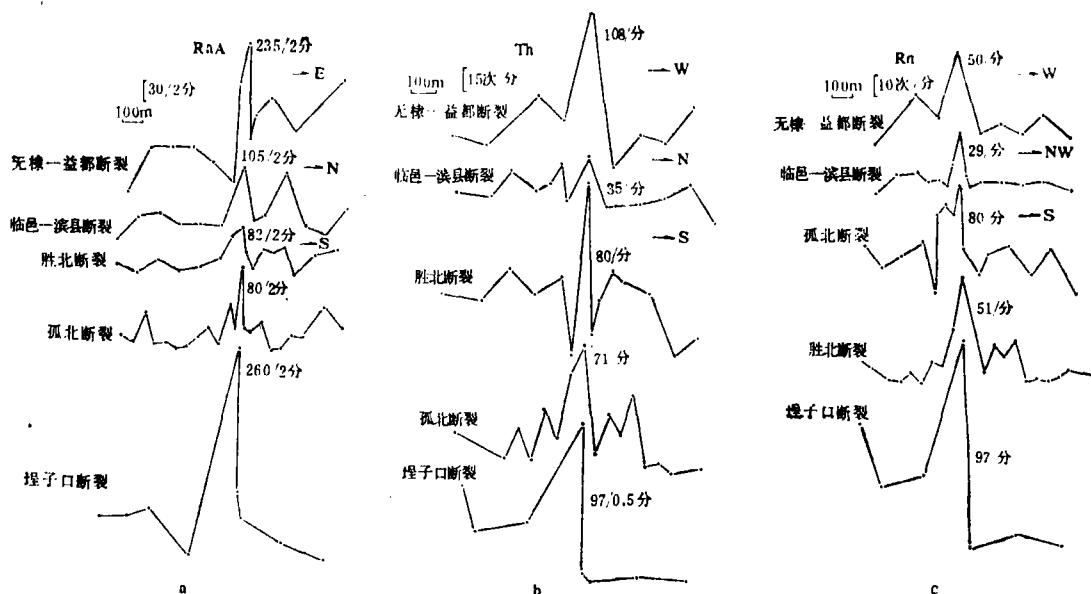


图2 研究区内主要断裂断层气对比图

a. RaA b. Th c. Rn

Fig. 2 Comparison of fault gas of main faults in and near Shengli Oil Field

(1) 断裂活动具分段特点。以广饶—齐河断裂为界，其可分为南、北两段。北段断面向北东倾，南段向南西倾，显示了断裂的枢纽特征。沿断裂北段布置的钻孔剖面(图3)显示，在20米以下断裂东盘为细砂层，而西盘为粘土，这是断层水平错动的结果。 C^{14} 年代测定结果表明，断裂的活动发生在距今16500年和26500年之间，说明无棣—益都断裂北段为晚更新世活动段。断裂西盘41.6米深处 C^{14} 年代为 26460 ± 290 年，而在东盘48.9米深处的 C^{14} 年代为 23750 ± 275 年。从已得出的深度数据和年代数据分析，断裂东盘为下降盘。图3剖面之南的钻孔剖面(图4)中显示，断裂东盘相对西盘下降1—1.5米，也证实了东盘为下降盘。由此推断，断裂北段显示为张扭走滑性质。断裂南段断层泥显微结构鉴定*结果表明，断裂先压后张，在 Q_1 — Q_3 内均有活动，其方式既有粘滑也有蠕滑。 C^{14} 年代测定结果表明，断裂的张扭活动发生在距今 7000 ± 190 年之后(图5)。表明该段为全新世活动段。

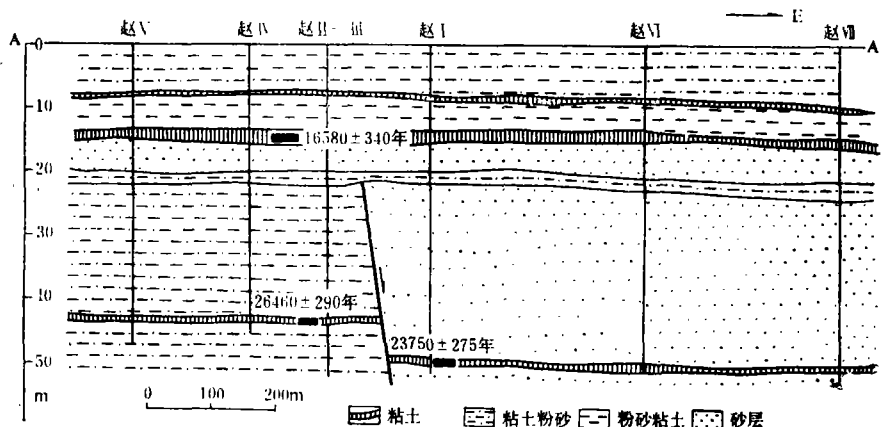


图3 跨越无棣—益都断裂的钻孔地质剖面(A—A')

Fig. 3 A profile of drilling across Wuli-Yidu fault (A—A')

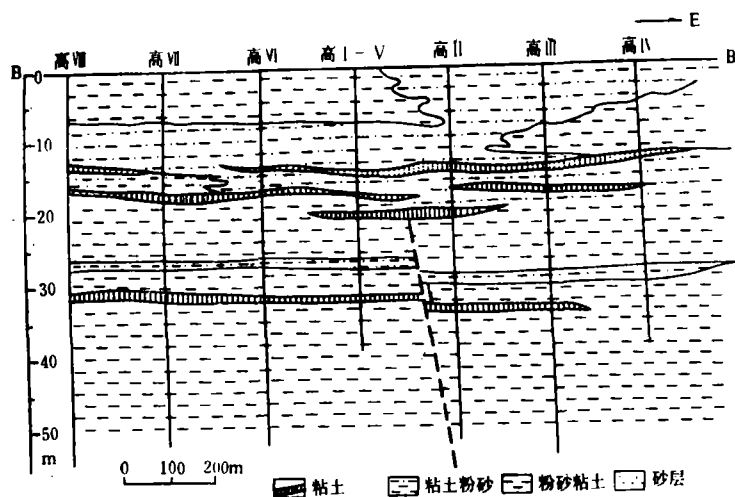


图4 跨越无棣—益都断裂的钻孔地质剖面图 (B—B')

Fig. 4 A profile of drilling across Wuli-Yidu fault (B—B')

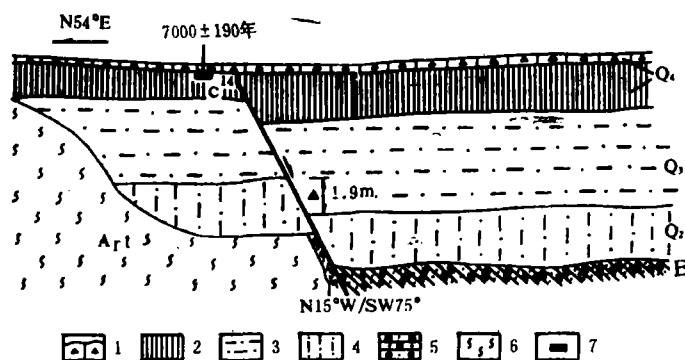


图5 临朐姜家把窝村东无棣—益都断裂剖面

1. 砂土层 2. 黄土 3. 亚粘土 4. 砂质亚粘土 5. 砾岩 6. 片麻岩 7. 采样点

Fig. 5 A profile of Wuli-Yidu fault at the east of Jiangjiabawo Village

(2) 断裂活动强度由南东向北西方向逐渐减弱。这表现在两个方面：其一，断裂活动时代由南东向北西由新到老。其二，沿断裂已发生地震的强度由南东向北西方向逐渐减弱。由南东向北西，历史上在该断裂与沂沭断裂交汇处发生过安丘7级地震，与上五井断裂交汇处发生过6±级地震，与广饶—齐河断裂交汇处发生过4±级地震。

(3) 断裂现代活动也有显示。垂直形变测量结果表明，无棣—益都断裂沿地壳形变倾斜带通过，地倾斜率为 $0''.078/\text{年}$ ，方向向东，与断裂倾向一致。断层气测量结果表明，沿断裂出现高出背景值3—5倍的高峰值。沿断裂现代小震成带分布。

三、胜利油田第四纪活动断裂标志

综上所述，第四纪活动明显的断裂具有下列标志：

(1) 对新第三纪和第四纪地层具有明显的控制作用，地层厚度在断裂附近呈现梯度变化，导致浅层油气层的形成。断裂断错第四纪不同时代的地层，沿断裂分布有第四纪玄武岩。

(2) 卫星影象清晰，水系流向受断裂控制，断裂通过处河流发生转折，现代湖泊、沼泽沿断裂呈串珠状分布。

(3) 断裂通过处往往为地壳垂直形变梯度带，跨越断裂的垂直高差发生较明显的变化，在断层气测量剖面中，显示高出背景值3—5倍的高峰值。

(4) 多为切割较深的深大断裂，沿断裂及其与其它方向断裂交汇处发生过中、强地震，现代小震沿断裂成带分布。

第四纪活动不明显断裂具有下列标志：

(1) 对N—Q地层的控制作用不明显，卫星影象无断裂形迹显示，对现代水系和古水系无控制作用，水系的转折不受断裂影响。

(2) 跨越断裂的形变梯度不明显，在断层气测量中虽有峰值显示，但其值相对于第四纪活动断裂要小。

(3) 多为次级基底断裂和盖层断裂，在深度上以铲状断裂形式出现，切割深度小。历史上，沿断裂无中强地震发生，现代小震稀少。

四、几点体会

(1) 本文所采用的平原地区断裂活动性鉴定的工作步骤和方法，对胜利油田及邻近地区断裂活动性鉴定有一定效果。可以作为研究平原区活动断裂的借鉴。

(2) 断层气测量结果表明，在第四纪活动明显和活动不明显的断裂附近，断层气均有峰值显示，但是活动明显的断裂的峰值高于活动不明显断裂。由于很难从已有资料中给出活动明显和活动不明显断裂的判定指标，因此，我们认为断层气测量对确定断裂的位置是一种可行的方法，但用来确定断裂活动性在现阶段仅能作为一种参考。

(3) 用长水准复测资料分析地壳运动和断裂活动是可取的，但应持慎重态度，尤其油田地区，因为大量的石油开采和工业用水，往往会造成地壳沉降。在我们的工作中就遇到了这种情况。因此，使用长水准测量资料时，要充分考虑干扰因素的影响

(本文1989年5月15日收到)

A STUDY ON FAULT ACTIVITY IN AND NEAR SHENGLI OIL FIELD

Wang Hualin, Chen Jintai, Geng Jie, Wang Lijun

(*Seismological Bureau of Shandong Province, Jinan*)

Abstract

The fault activity in and near Shengli Oil Field is studied in the light of steps and methods that are suitable for studying fault activity in plain area. The results show that Wuli-Yidu fault, Guangyao-Qihe fault and Chengzikou fault are active faults during the Quaternary. And we also discuss the active features of Wuli-Yidu fault and the marks of Quaternary active faults in and near Shengli Oil Field and so on.