

北京黄庄—高丽营隐伏断裂立水桥段 浅部活动特征的地震探测

马文涛¹, 唐文榜², 徐锡伟¹, 郝书俭¹, 储宝贵¹

(1. 中国地震局地质研究所, 北京 100029; 2. 原中国新星石油公司北京计算中心, 北京 100083)

摘要: 采用浅层地震技术对北京市立水桥附近的黄庄—高丽营隐伏断裂浅部活动特征进行探测, 研究其活动变形特征。结果表明: 立水桥附近区域的浅部(150 m以内)地层为3层结构, 黄庄—高丽营断裂是由多条断层组合而成的、至今仍在活动的隐伏断裂; 断裂上盘存在沉降中心, 不同时期沉降中心位置不同、沉降幅度不同; 受沉降中心的牵引, 沉降带边缘产生了多条小断裂。这些特征为黄庄—高丽营隐伏断裂的整体研究提供了可靠的依据, 也为浅部活动性提供了证据。

关键词: 浅层地震勘探; 北京市黄庄—高丽营断裂; 浅部活动性

中图分类号: P631.4

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2005)06-0503-03

黄庄—高丽营断裂是横穿北京市城区的一条规模较大的隐伏断裂, 北起密云西峪庄, 向南经怀柔、高丽营、西直门、丰台、良乡, 至涞水附近, 全长132 km, 整体为NNE向、正断倾滑性质的晚更新世活动断裂^[1-2]。前人在大灰厂^[3]、怀柔庙城^[2]、顺义桃山、芦井和涞水段^[1]等地对它的平面位置、埋深和活动性等进行了工作, 将断裂大体划分成3个基本段落。转换波测深结果表明黄庄—高丽营断裂已切断康拉界面和莫霍界面^[4], 石油物探测量^①和近期浅层地震勘探都探测到了该断裂^②, 但所获得该断裂上的断点埋深等与活动性相关的参数并不准确。为此, 我们在进行大城市活构造实验探测项目中采用高频地震勘探技术, 对北京市立水桥附近的黄庄—高丽营断裂浅部活动特征进行了详细观测, 进一步展示黄庄—高丽营断裂的浅层变形特征。

1 地震测线布设与地震数据采集处理

在分析已有地质、物探资料的基础上, 在黄庄—高丽营断裂经过的立水桥附近沿轻轨铁路边缘布设地震勘探剖面 JL-1 线(图1), 剖面走向北西315°, 与断裂走向近于垂直, 总长度为820 m。

地震数据采集使用 Geometrics 公司 StrataView R-48 浅层高分辨率地震仪, 24 位 A/D 转换, 动态范

围可达138 dB, 仪器全通道频率为3~14 000 Hz。数据采集中, 仪器因数为: 采样间隔0.5 ms, 记录长度1 024点, 记录时间为512 ms, 低截止频率为15 Hz的高通滤波器。采用单边追逐方式观测系统, 48道、道间距为2 m、炮间距4 m的12次共中心点叠加。100 Hz高频垂直检波器接收, 24磅铁锤人工捶击震源激发, 在每个震源上捶击10次以上进行共炮点叠加, 提高信号能量, 压抑噪声和干扰。

资料处理时, 重点注意以下几方面的处理工作: 细致地切除初至波, 确保取得尽可能浅的反射波,

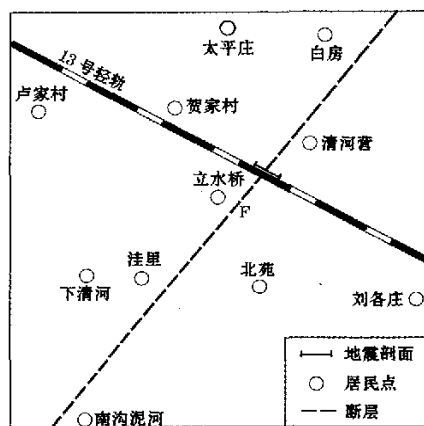


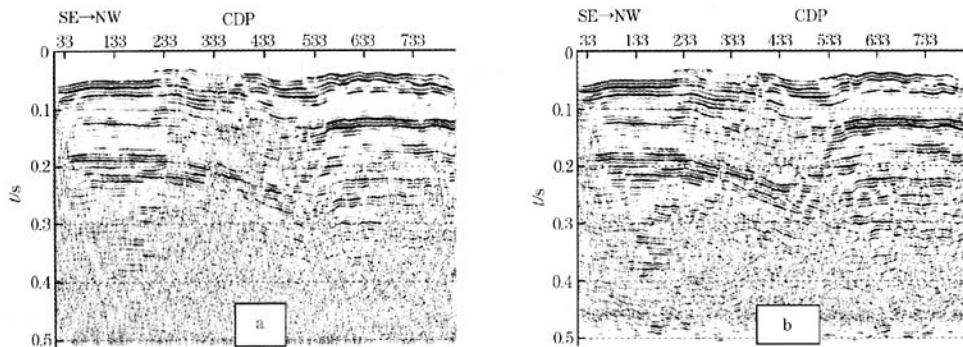
图1 立水桥附近地震勘探剖面位置

① 尹功明. 北苑二区工程场区隐伏断裂探测和评价. 2002.

② 北京市地震局. 奥林匹克公园地区地震活断层探测. 2003.

收稿日期: 2005-05-12

基金项目: 国家发展计划委员会高新技术项目(2001977)资助。



a—叠加时间剖面; b—偏移时间剖面

图2 JL-1线处理后的地震剖面

以满足断裂浅部活动特征的研究;压制干扰、提高信噪比,进行振幅补偿和地表一致性振幅处理,以及反褶积和地表一致性子波处理,提高分辨率和保真度;剩余静校正和速度分析反复迭代,提高动静校正的精度,确保反射界面叠加成像准确;做好叠后偏移处理,确保构造形态正确和断层清晰。通过这样的处理,为断裂的研究提供高品质的地震数据(图2)。

2 地震剖面的解释分析

由于本次工作的目的是研究浅部的断层,因此重点在能够很好反映断层特征的 JL-1 线偏移剖面上(图2b)进行解释和地质分析。JL-1 测线方向为左东南、右西北,CDP 点距为 1 m,剖面全长 820 m,解释结果示于图3。

2.1 剖面的地震特征

2.1.1 波组特征

在 300 ms 之上,出现强弱相间的 3 个波组,自上至下,命名为 T_1 、 T_2 、 T_3 。3 个波组在 CDP250 至 CDP590 之间,都出现了下凹现象,其中, T_2 和 T_3 波

组凹陷深度大,且基本相当,其幅度约为 80 ms(反射时间分别为 115 ~ 190 ms, 210 ~ 290 ms), T_1 波组反射时间约为 30 ~ 50 ms,凹陷的幅度约为 20 ms,呈现了上下不一致现象。

T_1 、 T_2 、 T_3 波组在 NW 和 SE 两端的反射时间分别相近; T_1 波组的反射时间 t_0 约为 32 ms; T_2 波组的 t_0 约为 126 ms,且 SE 略浅,NW 略深; T_3 波组的 t_0 约为 228 ms,也具有 SE 略浅,NW 略深的特点。

在 240 ms 以下,出现了多相位的振幅近于相等的波,在剖面上 NW 段振幅较强,且振幅变化不大,而 SE 段振幅变化大。

3 套波组中, T_2 和 T_3 之间的厚度基本保持不变,而 T_1 和 T_2 之间厚度则有变化:SE 和 NW 两端厚度基本相等,在剖面中段,CDP160 至 CDP450 之间厚度逐渐加厚,在 CDP450 附近达到最大,再向 NW 厚度减小。图3中 T_2 和 T_3 之间厚度 $h_4 = h_5$, T_1 和 T_2 之间的厚度 $h_1 = h_2$,而 $h_3 > h_1$, $h_3 > h_2$ 。

3 套波组的波形还有明显的横向变化。如 T_1 波第一个相位,从 NW 向 SE 振幅变弱,直至消失,

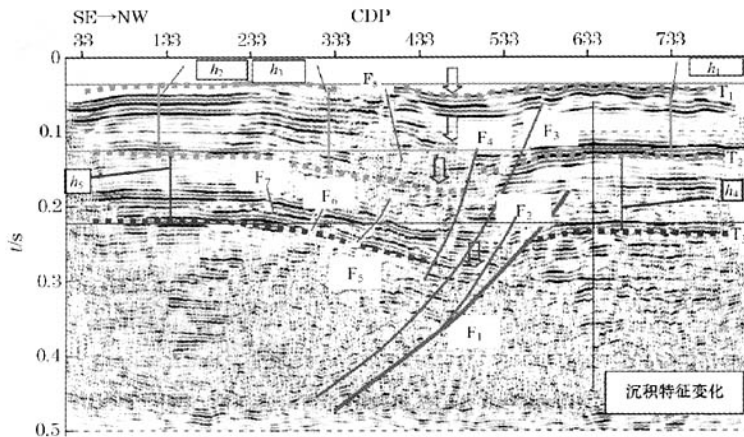


图3 JL-1线偏移地震剖面解释结果

同时在 CDP570 ~ CDP730 (NW 段), 30 ~ 60 ms 处反射波成层性变差, 出现透镜状特征, 而在 CDP570 往 SE 方向, 则呈现层状反射特征, 这可能与沉积环境有关; T_2 和 T_3 波组则具有不同的变化特征。

2.1.2 断裂特征

在图 2 上, 可以看到剖面上总体为黄庄—高丽营断裂切割形成的“箕状构造”。细致分析, 在图 3 上可以看到, 黄庄—高丽营断裂实际上是由 4 条小断层组成 ($F_1 \sim F_4$)。同时在断层面上盘还有一些小断裂 ($F_5 \sim F_8$)。

断层 F_1 和 F_3 是黄庄—高丽营断裂的主体断层, F_2 和 F_4 则是伴生断层, 这 4 条断层基本上都穿过 T_3 波组。断层 F_1 在 T_1 和 T_2 波组之间停止活动 (其最浅的 t_0 时间约为 80 ms), F_3 断层则一直活动到地面附近 T_1 波组之下 (t_0 时间约 55 ms)。

此外, 在 T_1 和 T_3 波组之间还有断距很小的断

裂 F_5 、 F_6 、 F_7 和 F_8 , 其中 F_8 断层是 T_1 和 T_2 波组之间的断层, F_5 、 F_6 、 F_7 断层则出现在 T_2 和 T_3 之间。

2.2 JL-1 线剖面的地质特征分析

从上述分析可以看出, JL-1 线地下浅部地质特征 (图 4) 为: ①构造形态总体上是由黄庄—高丽营断裂切割形成的“箕状构造”; ②黄庄—高丽营断裂是由 2 条主断层 F_1 、 F_3 和伴生断层 F_2 、 F_4 组成; ③主断层之一 F_1 在 T_3 之后停止了活动; F_3 断层则直到目前仍在活动, 这表现在 F_3 的顶端, T_1 波组表示的地层虽未错断, 但也出现了地层弯曲; ④ F_2 、 F_4 , 仅在一定的时段活动; ⑤断层的上盘 (南东盘), 地层沿断层向下滑动, 形成凹陷, 即沉降带。沉降带中 3 个波组凹陷特征不一样: 深层凹陷幅度大且宽度大, 如 T_3 波组; 浅层凹陷幅度小且宽度小, 如 T_1 波组, 且沉降中心自深至浅, 从南东向北西移动。这些特征表明断层活动的期次性。

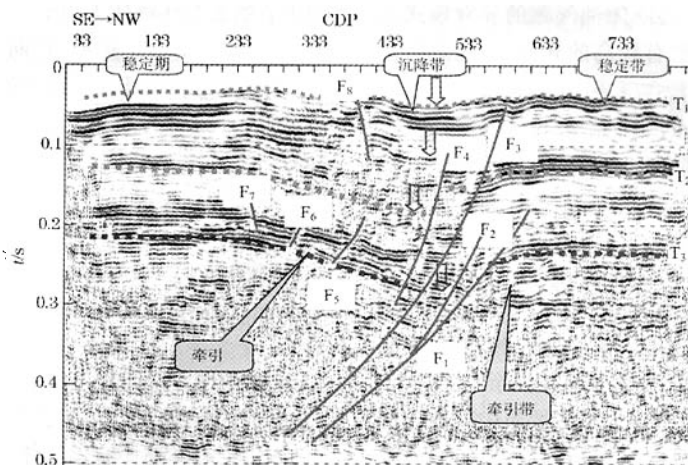


图 4 JL-1 线地质分析剖面

3 结论

采用高分辨率浅层地震勘探技术, 得到了与黄庄—高丽营隐伏断裂浅部清晰的地层沉积和沉降特征, 断裂的多期次的活动性、多断层组合特征, 为断裂浅部活动性研究提供了有力的证据, 从而为黄庄—高丽营隐伏断裂的整体特征研究提供了可靠的依据。

这一成果表明, 高分辨率浅层地震勘探用于大中城市活动断裂探测是有效的, 同时, 也为用于断裂活动性研究的浅层地震勘探数据采集、处理、解释提供了可参考的实例。

地质解释得到了地质大学孙进忠教授指导, 在此表示谢意!

参考文献:

- [1] 高文学, 马瑾. 首都圈地地质环境与地震灾害 [M]. 北京: 地震出版社, 1993.
- [2] 徐锡伟, 吴为民, 张先康, 等. 华北地区地壳最新构造变动与地震 [M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [3] 徐杰, 汪良谋, 方仲景, 等. 北京八宝山断裂和黄庄—高丽营断裂活动性的初步分析 [J]. 华北地震科学, 1992, 10(3): 1-11.
- [4] 邵学钟, 张家茹, 陈学华, 等. 京津唐地区转换波测深结果 [J]. 地震地质, 1980, 21(2): 1-12.
- [5] 邓起东, 张培震, 冉勇康, 等. 中国活动断裂基本特征, 中国科学 (D 辑) [J]. 2002, 32(4): 356-372.
- [6] 马杏垣. 中国岩石圈动力学图集 [M]. 北京: 中国地图出版社, 1977.
- [7] 马文涛, 徐锡伟, 丁贵华, 等. 首都圈地区的地震活动 (性) 与断裂的关系 [J]. 地震地质, 2004, 26(2): 293-304.

气藏的勘探是一种行之有效的方法,而且具有简单、实用、投资少、见效快等特点。

参考文献:

- [1] 王平,熊盛青. 油气放射性勘查原理方法与应用[M]. 北京:地质出版社,1997.
- [2] 李怀渊,刘宪斌. 核技术在油气勘查中的应用研究[R]. 现代地质,2000,14(2):223-229.
- [3] 高先志,杜玉民,张宝收. 夏口断层封闭性及对油气成藏的探

控制作用模式[J]. 石油勘探与开发,2003,30(3):76-78.

- [4] 贾文懿,方方,周蓉生,等. 氦及其子体运移规律与机理研究[J]. 核技术,2000,23(3):169-175.
- [5] 董自强,宋立中,王娜,等. 土壤测氦在油气勘探中的应用及其成效分析[J]. 石油学报,1999,20(2):35-38.
- [6] 石玉春,倪琦生,吴俊奇,等. 用放射性方法研究隐伏断裂构造[J]. 地球物理学报,1996,39(1):134-140.
- [7] 刘菁华,王兴泰,田钢,等. 放射性氦气测量动态监测煤炭地下气化燃空区[J]. 物探与化探,2000,24(2):92-98.

THE APPLICATION OF A RADIOMETRIC METHOD TO PROSPECTING FOR FAULTS-ENCLOSED OIL/GAS ACCUMULATION

LIU Jing-hua, WANG Zhu-wen, WANG Xiao-Li

(Earth Exploration Science and Technology College, Jilin University, Changchun 130026, China)

Abstract: The faults-enclosed oil/gas accumulation is controlled by faults, and the radioactive anomaly model above the oil/gas accumulation has its unique characteristics. Based on a discussion on the mechanism governing the formation of radioactive anomaly, this paper puts forward a radioactive anomaly pattern above the faults-enclosed oil/gas accumulation. An analysis of the radioactive anomaly characteristics of the radiometric profile above an oil accumulation in Yanji basin shows that the radioactive anomaly pattern above the faults-enclosed oil/gas accumulation does exist.

Key words: fault-enclosed; oil and gas accumulation; radioactive anomaly

作者简介: 刘菁华(1963-),女,副教授,在读博士。主要从事核地球物理、工程与环境地球物理的教学和科研工作。

上接 505 页

SEISMIC EXPLORATION OF SHALLOW DEFORMATION ALONG LISHUIQIAO SECTION OF HUANGZHUANG-GAOLIYING ACTIVE FAULT IN BEIJING URBAN AREA

MA Wen-tao¹, TANG Wen-bang², XU Xi-wei¹, HAO Shu-jiang¹, CHU Bao-gui¹

(1. Institute of Geology, China Seismological Bureau, Beijing 100029, China; 2. Former Beijing Computing Center of CNSPC (Original), Beijing 100083, China)

Abstract: The shallow deformation through active Huangzhuang-Gaoliying fault near Lishuiqiao in Beijing urban area was investigated with high-resolution seismic exploration. The results indicate that there exists structure of three layers at the shallow part of the area, and the active fault consists of many concealed faults which remain active at present. There are multi-subsidence centers on the hanging wall of the fault which are characterized by different locations and different subsidence ranges in different periods. Lots of small faults were produced beside these subsidence centers. According to these characteristics, the activity of Huangzhuang-Gaoliying Fault can be studied reliably.

Key words: shallow seismic exploration; Huangzhuang-Gaoliying active fault in Beijing; activity at the shallow part

作者简介: 马文涛(1958-),男,1982年毕业于云南大学地球物理专业,1996年在中国地震局获构造物理学博士学位,副研究员,现主要研究方向为地震学和地球物理学及其在活动构造中的运用、浅层地震勘探和地震动力学模型研究。

万方数据