

河北隆尧隐伏断裂地球化学探测

冯军^{1,2}, 李红光^{1,2}, 吴涛^{1,2}, 玄月^{1,2}, 李伟华^{1,2}

(1. 中国地震应急搜救中心, 北京 100049; 2. 北京吉奥星地震工程勘测研究院, 北京 100049)

摘要: 应用FD-3017RaA测氡仪,对河北隆尧隐伏断裂的土壤气氛进行场地探测,经过数据处理和对比分析,对该断裂在地面的延伸展布位置进行了较精确的判定,为用其他手段进一步深入研究提供有价值的参考。

关键词: 邢台地震;隆尧隐伏断裂;土壤气氛

中图分类号: P632 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2011)05-0597-03

沿着NE—NNE向太行山山前断裂带,存在磁县、隆尧、石家庄和张渤带等多个NW—NWW向断裂,它们对太行山山前断裂带的纵向结构、构造及活动差异起到不同程度的分隔作用,与太行山山前断裂带交汇部位发生过多次中强地震。隆尧隐伏断裂横切太行山山前断裂,据石油人工地震勘探资料,该断裂走向NWW,倾向S,倾角60°以上,长29 km,错断了新近系底界面,是新近纪以来的活动断层。张家茹^[1]等的地震转换波探测结果也显示,邢台深部有一条走向NW300°,倾向S,倾角70°~80°的深断裂,断开上地壳至莫霍面,1966年在断裂附近曾发生过中强地震,有必要对其活动性作进一步的研究。断裂带主体为隐伏断裂,走向近东西,断裂的确切位置及空间展布方式不清,研究它与太行山山前断裂

带的关系,有助于理解太行山山前断裂带的构造格架。笔者采用土壤气氛进行地球化学场地探测,充分利用地球化学探测方法确定活断层位置的优势,圈定氡气异常点和异常段,判断隆尧隐伏断裂的可能位置,提高确定断裂位置和空间展布的精度。

1 区域地质背景

研究区位于华北平原地震构造区,区内构造面貌十分复杂^[2],NNE、NW向隐伏断裂控制着一系列隐伏隆起和拗陷。1996年邢台地震群就发生在华北冀中平原中南部NE向狭长的束鹿凹陷及其附近。束鹿盆地是受早新近纪新河“铲形”正断裂控制的半地堑状断陷盆地(图1),盆地西侧的宁晋凸起呈斜坡状,向东倾没于束鹿盆地之下,东侧新河断

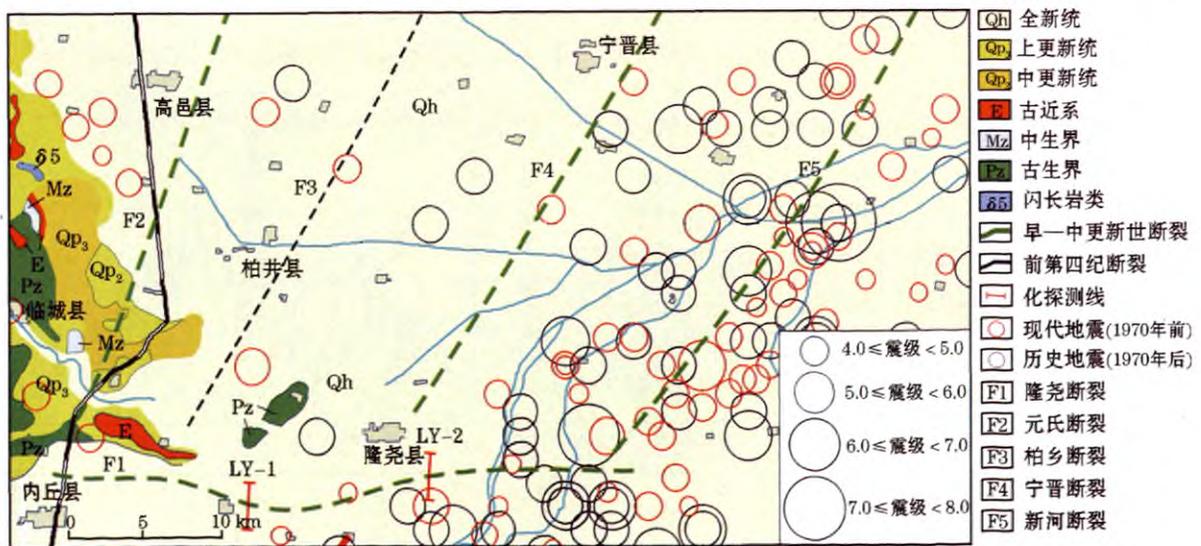


图1 区域地震构造概况

收稿日期:2010-09-25

基金项目:科技支撑计划项目(2008BAK50B03);河北省城市地震活断层探测与地震危险性评价项目(冀发改投资(1443)号)

裂直接与新河凸起毗邻,北部和南部分别经 NW 向的衡水、隆尧断裂,与深县的断陷盆地、隆尧凸起相连,顶部覆盖上新统一第四系的松散沉积层,基底为白垩系,隆尧牛家桥一带基底为石炭系煤层^[3]。根据沉积物分析,束鹿凹陷第四系最大沉降幅度达 280 m,而相邻的第四系隆起区厚度不到 100 m,结合水系分布特点,显示束鹿凹陷相比隆起带内其他凹陷,其新构造运动更强烈。

2 工作内容及技术要求

2.1 方法简介

气体地球化学探测采用土壤气氡探测方法。氡是一种放射性惰性气体,有同位素²²²Rn、²²⁰Rn、²¹⁹Rn,由于²²⁰Rn和²¹⁹Rn半衰期较短,所以在活断层上测量的氡气为²²²Rn。²²²Rn广泛分布于岩石、土壤、空气和水中,既易溶于水又可吸附于固体表面^[4-5]。

一直以来,人们就氡的迁移问题进行了大量的试验和研究^[6-8],目前,关于氡的迁移机制和迁移方式仍然没有统一的认识。氡气从地下向上迁移的过程往往受多种因素的控制,是多种迁移机制综合作用的结果。大量实例证明,氡在土壤中具有向上迁移的特性,而且能够作长距离运移。由于氡的半衰期短,氡从深部长距离迁移到断层附近的过程中,首先由其母体铀、钍进行迁移,铀、钍迁移到地壳浅层的断层附近后聚集,发生衰变产生氡,形成氡源。氡气在一定的压力差、温度差、梯度差条件下从下向上迁移,受不同岩性及构造环境的影响,在地下形成不同的氡气聚集^[9]。当地壳中存在活断层,特别是新的活动断裂时,地壳深部的氡气很容易沿活动断裂逸出地表^[10-11]。来自深部的氡及其母体铀和钍,再通过扩散作用和对流作用沿活断层迁移至断层面,并在断层附近的破碎带富集,透过断层上覆的第四系土壤盖层向上迁移,直至地表。在活动断裂带的出露位置及其上盘的土壤中,氡气含量较高,形成氡异常。通常异常的出露部位、异常大小、形态特征与断层的位置、产状、规模、活动性有关,所以可根据氡气异常曲线的位置和形态,判断活动断裂的位置和产状,并根据异常带的宽度和异常峰值,判断活动断裂的规模及相对活动性^[12-13]。在华北地区,应用氡气探测隐伏断裂已有成功的实例^[14-17],故笔者也采用土壤氡气探测方法对隆尧隐伏断裂进行探测。

2.2 测线布设

活动断层气体地球化学探测方法的各项技术要求均按照《中华人民共和国地震行业标准(DB/T15-2005)》执行。根据本次探测的任务、要求及探测

技术、仪器的特点,结合邢台地区地质、地貌及城市建设情况,初步设计 2 条测线,长度约 6 km(图 1),测点间距 20 m,发现异常显示时加密布设测点,测点间距 5~10 m,采样深度不小于 30~60 cm。

2.3 资料处理及异常判别

大量测试资料表明,对于具有一定规模的隐伏断裂,通过测量断层上方土壤中的氡气浓度,就可以较为准确地判断隐伏断层的分布位置。断裂带土壤氡气异常的基本特征为高值异常。由于各地基岩中放射性元素和射气性能,断裂性质及破碎带宽度,岩石、土壤渗透性,覆盖层厚度,地表水、地下水及局部污染物等影响,异常图像往往非常复杂,必须根据实际情况作具体分析。

分别对各测线的氡气资料进行统计分析,求出各测线观测值的均值和均方差,取均值加 2 倍方差作为异常下限,圈出相应的异常点位。考虑到破碎带和第四系覆盖层厚的影响,若相邻几点都为异常,则视为一次异常,以异常最突出者作为异常点代表。

3 探测结果

3.1 东良测线(LY-1)

该测线起点位于东良村西,测线方向由北向南,长度 4 150 m,测线场地为麦田。根据测量数值统计分析,氡气平均浓度为 39.6 脉冲/2 min,2 倍均方差为 49.2 脉冲/2 min,取氡气浓度平均值加 2 倍方差作为异常下限(在氡气曲线图中用虚线表示),发现测线约 2 000 m 处有一异常,最高值为 120 脉冲/2 min,异常段宽度约 200 m。结合相关地震、地质资料,认为此处为隆尧断裂的地球化学异常。

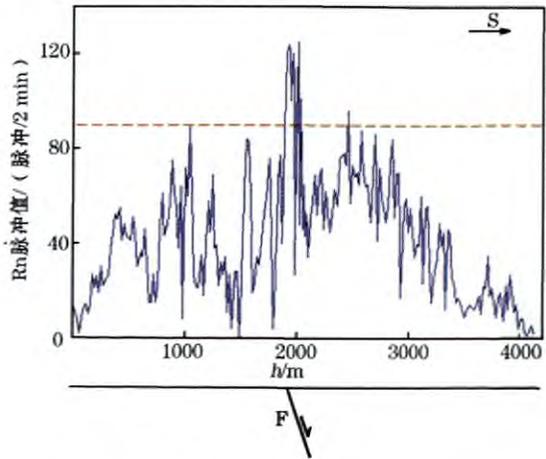


图 2 东良测线(LY-1)氡气曲线及地质剖面示意

3.2 西北魏测线(LY-2)

该测线起点位于魏村西北部,测线方向由北向南,长度 2 000 m,测线场地为麦田。根据测量数值

统计分析,氡气浓度平均为 24.2 脉冲/2 min,2 倍均方差为 35.6 脉冲/2 min,取氡气浓度平均值加 2 倍均方差作为异常下限,在测线约 500 m 处也出现一处异常,最高值为 74 脉冲/2 min,异常段宽度大约 400 m。结合相关地震、地质资料,推测此处也是隆尧断裂的地球化学异常。

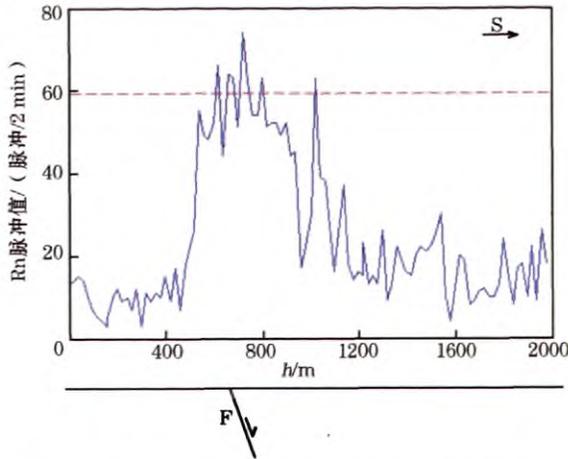


图3 西北魏测线(LY-2)氡气曲线及地质剖面示意

4 结语

本次地球化学探测工作共取得 2 处(段)地球化学异常,从探测显示结果,异常值高出背景值 2~4 倍,最高可达背景值的 5~6 倍,说明异常信噪比总体上比较高,这也反应了在邢台地区选择气氡方法进行活断层探测是合理可行的。在对气氡异常点进行综合分析,排除可能存在的干扰因素的基础上,应用土壤气氡异常确定了隆尧隐伏断裂较精确的展布位置,为进一步采用物探、钻探等手段研究断裂活动性提供了有价值的参考。

参考文献:

- [1] 张家茹,杨清源,邵学钟,等. 邢台强震的深部三维构造背景和孕震条件[J]. 地震地质,1994,16(4).
- [2] 赵希俊,刘锡大,侯建军. 1966 年邢台 7.2 级地震的动力学模型[J]. 华北地震科学,1997,15(3).
- [3] 徐锡伟,于贵华,王峰,等. 1966 年邢台地震群的发震构造模型—新生断层形成、先存活断层摩擦粘滑[J]. 中国地震,2000,16(4).
- [4] 牟保磊. 元素地球化学[M]. 北京:北京大学出版社,1999:130-132.
- [5] 刘菁华,王祝文,刘树田. 城市活动断裂带的土壤氡、汞气评价方法[J]. 吉林大学学报:地球科学版,2006,36(2).
- [6] 贾文懿,方方,周蓉生,等. 不同介质中氡迁移的异常现象与 α 衰变[J]. 成都理工大学学报,2002,29(5).
- [7] 乐仁昌,贾文懿,吴允平. 氡迁移实验研究与氡团簇迁移机理[J]. 辐射防护,2002,22(3).
- [8] 刘鸿福. 氡在空气中的运移[J]. 山西煤炭,2003,23(3).
- [9] 吴慧山. 氡测量方法与应用[M]. 北京:地震出版社,1995:3-57.
- [10] 许东满. 土壤中氡射气含量与活动断层[C]//汪成民. 断层气测量在地震科学中的应用. 北京:地震出版社,1991:128-130.
- [11] 高清武. 用放射性气体测量方法研究活断层[C]//汪成民. 断层气测量在地震科学中的应用. 北京:地震出版社,1991:122-127.
- [12] 邓启东,徐锡伟,张先康,等. 城市活断层探测的方法和技术[J]. 地学前缘,2003,10(1).
- [13] 汪成民. 断层气测量在地震科学中的应用[M]. 北京:地震出版社,1991:1-43.
- [14] 向宏发,方仲景,贾三发,等. 隐伏断裂研究及其工程应用[M]. 北京:地震出版社,1994:30-44.
- [15] 王广才,王基华,刘成龙,等. 福州市隐伏断层地球化学试验探测及研究[J]. 地震地质,2002,24(4).
- [16] 刘江平,周斌,李庆红. 氡(Rn)射气测量在胜利油田隐伏断裂研究中的应用[J]. 华北地震科学,2004,22(1).
- [17] 林元武,翟盛华,范树全,等. 华北隐伏活动断裂 H_2 异常特征及其异常机制研究[J]. 地震地质,1994,16(3).

GEOCHEMICAL SURVEY OF LONGYAO CONCEALED FAULT IN HEBEI

FENG Jun^{1,2}, LI Hong-guang^{1,2}, WU Tao^{1,2}, XUAN Yue^{1,2}, LI Wei-hua^{1,2}

(1. National Earthquake Response Support Service, Beijing 100049, China; 2. Beijing Jiaoxing Earthquake Engineering Reconnaissance Institute, Beijing 100049, China)

Abstract: An investigation of Longyao buried fault through the survey of radon in soil was conducted using FD-3017RaA emanometer. Through data processing and comparative analysis, the distribution range of the concealed fault in ground has been determined more accurately, which provides a valuable reference for further researches using other means.

Key words: Xingtai earthquake; Longyao concealed fault; soil radon gas

作者简介: 冯军(1973-),男,山西省晋城市人,副研究员,博士,从事构造地质研究。