

# 夏垫隐伏断裂土壤气氦分布 特征的初步研究<sup>\*</sup>

张晚霞 向宏发 李如成

(国家地震局地质研究所, 北京 100029)

**摘要** 通过横切夏垫隐伏断裂的土壤气氦剖面测量, 作者发现, 土壤气氦的正异常区位于该隐伏断裂上盘的地表投影区内。断裂附近的土壤气氦等值线分布表明, 沿夏垫隐伏断裂, 气氦等值线有一个明显的梯度带。

**关键词:** 北京 隐伏构造 土壤地球化学测量 氦异常

## 1 前言

近10余年以来, 国内外一些研究者用气体地球化学方法进行隐伏断裂位置和活动性的研究, 并且已经取得一批有关断层气测试研究的初步结果<sup>[1-4]</sup>。

作者近些年来在以华北为中心的我国东部平原区开展了大量的土壤气氦探测研究。这些资料表明, 多数隐伏断裂均有明显升高的气氦正异常存在, 且气氦异常特征与隐伏断裂的活动性存在着某种联系。本文介绍了对夏垫隐伏断裂的探测研究结果。

## 2 方法和原理

活性碳具有发达的孔隙结构和巨大的比表面积, 因此能有效地吸附大量的有机物和无机物, 而对氦气的吸附作用是靠分子间的范德华引力来完成。在环境相同的情况下, 单位重量活性碳吸附的氦量与被吸附地点氦的浓度成正比, 因此可以用活性碳方法探测地下氦浓度的分布状态, 寻找与气氦活动相关的隐伏断裂。

野外工作方法是: 将GH-18型粒状活性碳和袋装硅胶装入规格的塑料小瓶, 再把小瓶扣入定做的底部带圆孔的塑料杯中。探测隐伏断裂时, 将这一套套的装置按定间距埋入地表以下0.5 m的土壤中, 经数天后取出小瓶在BJS-390型测氦仪上测量, 得到每个小瓶内活性碳所吸附的气氦(每分钟脉冲数)值。测量是连续作业, 同时可自动减去区域本底值从而得到测点气氦浓度值。

## 3 测线分布

夏垫隐伏断裂在土壤气氦分布图上显示极为清晰, 而且该隐伏断裂已经通过多种综合

\* 本研究得到国家自然科学基金资助

探测和槽探开挖确定了其准确的位置和活动性质。因此，研究夏垫隐伏断裂的土壤气氡特征就排除了许多不确定因素，也排除了资料解释的多样性。

夏垫隐伏断裂位于北京平原区的东北部，是马坊—夏垫断裂带中第四纪强烈活动的中间一段<sup>[5]</sup>。我们在夏垫隐伏断裂长约5 km的活动段上布设了一系列土壤气氡测线(图1)。

### 4 夏垫断裂土壤气氡分布特征

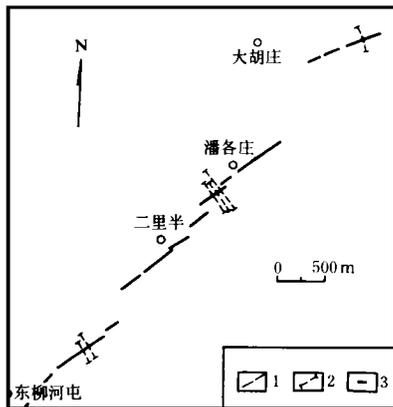


图1 夏垫隐伏断裂土壤气氡测线分布

1 隐伏断裂 2 土壤气氡测线 3 探槽

Fig. 1 Distribution of soil-radon profile lines along the Xiadian buried fault.

现由北向南对各条测线的气氡分布情况简介如下：

(1)大胡庄测线 北起大胡庄西南大康庄东，向南东过夏垫断裂，长约1,000 m(图2)。测线气氡平均值为1,468 脉冲/分，高出2 倍均方差的异常点构成明显正异常区，且均位于探槽揭露的断层的上方。测区西北部另一个异常区是否还有一断裂存在尚未证实。

(2)潘各庄测线 在潘各庄村西砖场附近，已经微地貌、浅层物探和钻探等揭示了夏垫隐伏断裂的位置，并经探槽开挖证实

为断面倾向东南的高角度正断层<sup>[5]</sup>。为了详细研究土壤气氡分布与断裂的具体关系，我们先后两次对横过断裂的3条剖面(图3)进行了土壤气氡测量。第一次测量的3条剖面(图3)长度均在100 m 以上，气氡平均值为880—980 脉冲/分，在断裂附近有明显高氡值的正异常区且主要分布在断裂的上盘。此外，3条测线的高异常点均在2,000脉冲/分左右，显示出资料的同步性和可靠性；1990年4月我们再次对上述3条测线进行了复测。只不过复测测线较短，点距更密，其结果与第一次十分相似，正异常区均出现在断裂的上盘，也与第一次十分相似，一般距断层出地点20—25 m。根据探槽揭露的断层倾角(75°)计算，与极高点异常氡值相对应的断裂点当在深40—53 m处，断裂的出地点气氡值相对较低(均在500 脉冲/分以下)。另外，从测线(图4(1))的结果来看，在主断层(F1)西约50 m 尚有一正异常区存在，气氡值高达2,225 脉冲/分，推测是另一隐伏断裂的可能位置。

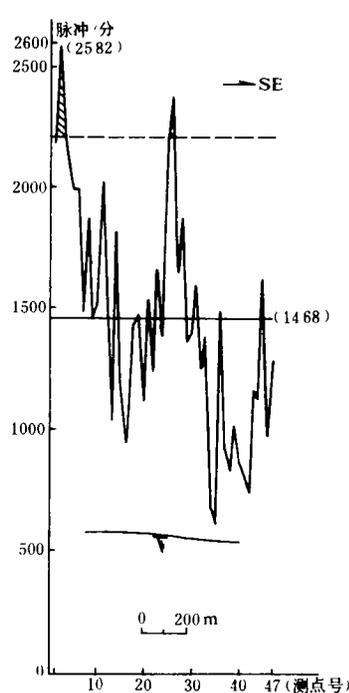


图2 大胡庄测线土壤气氡分布(斜线区为高出2倍方差的异常区，图下部为探槽区揭示的断层及其产状，下同)

Fig. 2 Distribution of radon gas in soil along the Dahuzhuang measuring line.

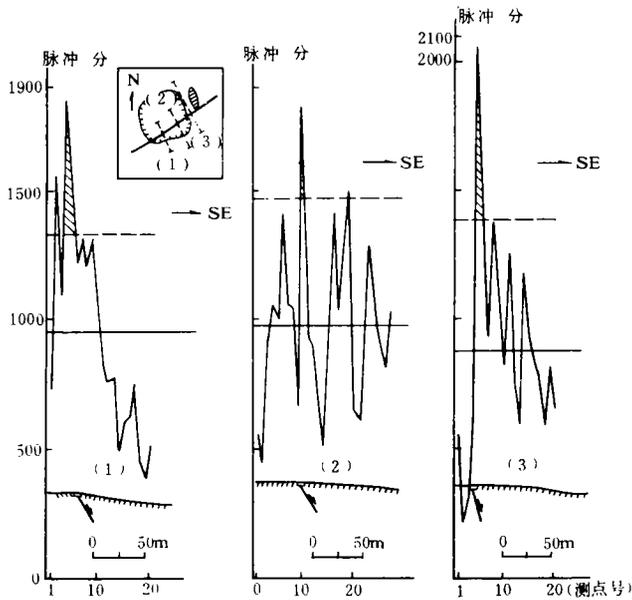


图 3 潘各庄夏垫隐伏断裂土壤气氡分布(1987 年测量,左上方方块内为测线平面位置)

Fig. 3 Distribution of radon gas in soil along the Pangezhuang measuring line in 1987.

距、埋深和时间均相同。测量结果表明,断裂上盘的气氡值明显高于下盘的气氡值。计算表明,上盘的气氡平均值(1.281 脉冲/分)比下盘气氡平均值(1.023 脉冲/分)高出 25%。

为了解夏垫隐伏断裂附近气氡浓度的平面分布特征,我们在断裂纵横布置了 5 条测线,根据 60 多个测量数值,勾画出断裂附近土壤气氡浓度平面分布的等值线(图 7)。

从图 7 可以看出,气氡等值线在断裂附近呈明显的与断裂平行的梯度密集带,而远离断裂(20 m 以远),气氡值迅速减低,而且高级别(大于 1,200 脉冲/分)的等值线主要位于断裂东南侧,即断裂的上盘。

上述资料表明,隐伏活动断裂在土壤气氡浓度分布上主要表现为升高的正异常,且这种正异常区多位于隐伏断裂上盘的地表投影区内。

(3)东柳河屯测线 在东柳河屯村东,经地质雷达探测和钻探、槽探揭示了夏垫隐伏断裂的准确位置。在该处进行的土壤气氡剖面测量同样显示测线的平均值为 1,151 脉冲/分,正异常区位于断层上盘。与潘各庄测线一样,极高异常点距探槽揭露的断层露头 20—25 m(图 5),只不过该处的极高值达 2,996 脉冲/分。

为了进一步认识断裂上、下盘气氡浓度分布的差异特征,我们在断裂上、下盘分别作了一条与断裂平行的气氡测线(图 6),每条测线均埋 20 个样品,且其点

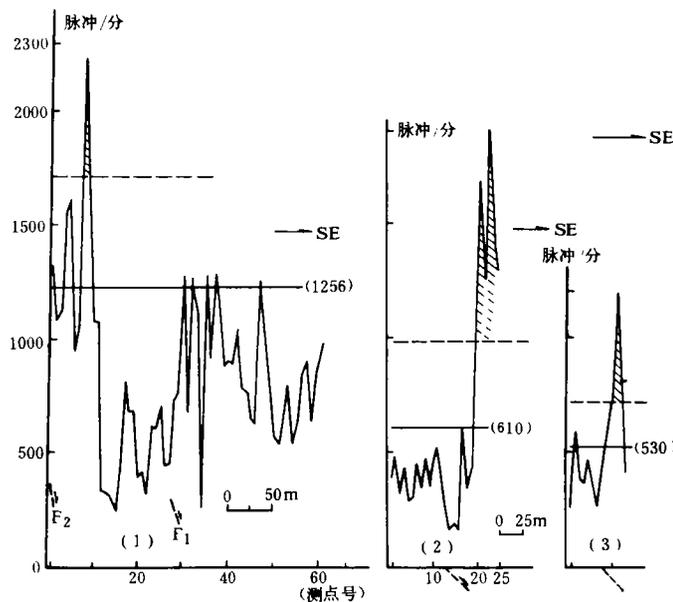


图 4 潘各庄夏垫隐伏断裂土壤气氡分布(1990 年)

Fig. 4 Distribution of radon gas in soil along the Pangezhuang measuring line in 1990.

### 5 结论

根据北京平原区夏垫隐伏断裂土壤气氡剖面的探测研究资料,结合邢台地震区<sup>[6]</sup>、云南大理<sup>[7]</sup>及山西太原等隐伏断裂的气氡研究结果,对土壤气氡法在隐伏断裂探测研究中的作用、意义及影响因素等问题得出以下初步认识:

(1) 隐伏断裂一般均存在有明显升高的土壤气氡正异常区。因此,可用横切可能隐伏断裂的系列气氡剖面进行探测,在茫茫平原区内粗略勾画出隐伏断裂的大体位置。

(2) 夏垫隐伏断裂带上的土壤气氡探测资料表明,土壤气氡正异常区多位于断层上盘在地表的投影处,即正异常的高值区偏离隐伏断裂的近地表点或出地点,偏离距离的大小与隐伏断裂倾角和上覆未断沉积物厚度相关,倾角越小,隐伏越深,偏离距离越大。断裂附近的气氡平面等值线分布及断层上、下盘气氡对比研究均证明这一事实的存在。因此,系

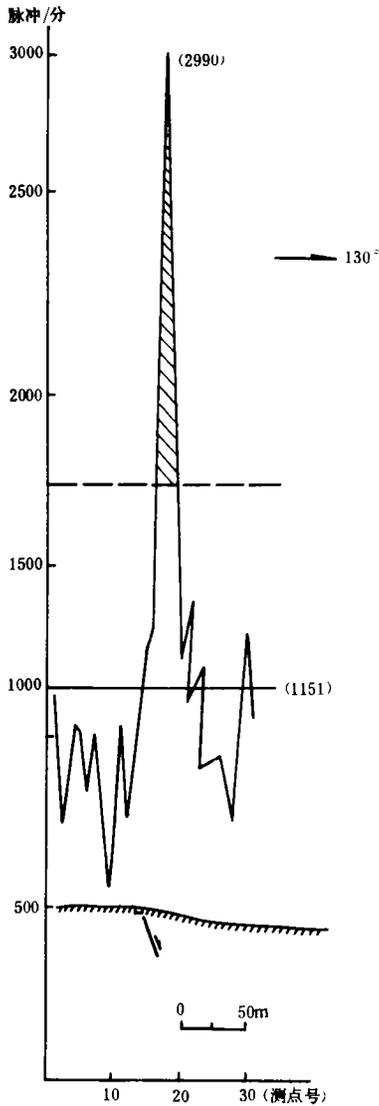


图 5 东柳河屯夏垫隐伏断裂土壤气氡分布

Fig. 5 Soil-radon distribution along the Xiadian buried fault in Dongliuhetun.

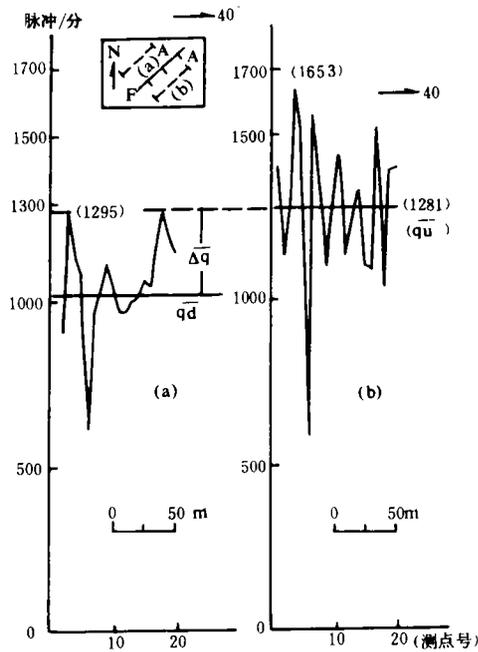


图 6 东柳河屯夏垫隐伏断裂上、下盘气氡分布(左上方为测线及断裂位置;  $q_u$ 和 $q_d$ 分别为断裂上盘(b)、下盘(a)气氡平均值; $\Delta q$ 为其差值)

Fig. 6 Distribution of radon gas on upper and lower sides of Xiadian buried fault in Dongliuhetun.

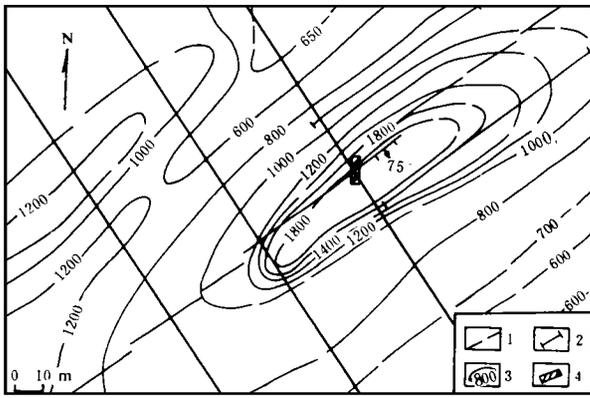


图7 东柳河屯夏垫隐伏断裂土壤气氡等值线  
1 隐伏断裂位置 2 气氡测线 3 气氡等值线(脉冲/分)  
4 探槽位置

Fig. 7 Distribution of radon gas on upper and lower sides of Xiadian buried fault in Dongliuhetun.

列剖面且资料同步性较好的气氡探测,可以确定隐伏断裂的断层面倾向。而隐伏断裂的近地表投影点多位于气氡值从正常值向升高正异常区的过渡陡变地带。它可为进一步用浅层物探探测隐伏断裂的活动时代上限缩小工作区域。

(3)土壤气氡浓度(即测线均值、异常区均值及峰值等)诸项幅值的高低与隐伏断裂活动强度或最新活动时代有某种相关性。一般地说,这三项幅值越高,隐伏断裂活动性愈强或活动时代愈新。因此可用系列剖面气氡的上述综合指标进行不同区域或不同断裂的活动性对比研究。

(本文1994年11月18日收到)

### 参考文献

- 1 King, C. Y. Episodic radon changes in subsurface soil gases along active faults and possible relation to earthquakes. *J. G. R.* 1980, 85(B6): 3065—3078
- 2 Soonawala, N. M. and W. M. Telford. Movement of radon in overburden *Geophysics*, 1980, 45(8): 1297—1315
- 3 张炜, 罗光伟, 邢玉安, 魏家珍. 气体地球化学在探索活断层中的应用. *中国地震*, 1988, 4(2)
- 4 魏柏林, 李富光, 等. 运用汞测量研究玉华—深圳断裂的活动性. 断层气测量在地震科学中的应用. 地震出版社, 1991
- 5 何宏发, 方仲景, 等. 三河—平谷 8 级地震区的构造背景与大震重复性研究. *地震地质*, 1988, (1)
- 6 张晚霞, 李如成, 等. 河北邢台地震区隐伏断裂土壤气氡的初步研究. *现代地壳运动*. 地震出版社, 1995
- 7 冉永康, 张晚霞. 红河断裂·滇西北地区活动断裂. 地震出版社, 1990

## PRELIMINARY STUDY ON SOIL-RADON DISTRIBUTION ALONG THE XIADIAN BURIED FAULT

Zhang Wanxia, Xiang Hongfa and Li Rucheng

(*Institute of Geology, SSB, Beijing 100029*)

### Abstract

Based on soil-radon profile survey across the Xiadian buried fault, the authors discovered that the positive anomaly area of radon in soil occurs on surface projection of the hanging wall of the buried fault. The isogram of radon near the fault shows that the distribution of radon values along the fault has an obvious gradient zone.

**Subject words:** Beijing, Subsurface structure, Soil geochemical survey, Radon anomaly