

# 天津断裂土壤氡探测结果及分析\*

任峰, 邵永新, 姚新强

(天津市地震局, 天津 300201)

**摘要:** 根据分别布设在天津北断裂和南断裂上 23 条断层气测量剖面的实测结果, 得到了两条断裂的具体位置。探测结果表明, 天津北断裂在原有位置上延伸到了静海县唐官屯附近, 而天津南断裂在炒米店—木厂测线向北方向的延伸中存在两个方向, 需进一步的工作来判断; 从 23 条土壤氡测量结果分析, 异常形态不一致, 同时异常也不一定出现在断裂的正上方。使用土壤氡异常的最高值、平均值以及  $H$  值对断裂的活动性分段特征进行了综合分析, 认为天津北断裂和天津南断裂的活动性分段特征不明显。

**关键词:** 天津断裂; 断层气; 土壤氡; 探测结果

**中图分类号:** P315.7      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-0666(2016)03-0450-08

## 0 引言

地球是一个巨大的开放系统。地壳放气现象是岩石圈与大气圈进行物质、能量交换的一种重要形式(丁政等, 1991)。而断裂的存在为地下气体的向上运移提供了通道, 从而在隐伏断裂上方的土壤中形成明显高于断裂两侧的富集, 为断裂位置的判定提供依据。为此, 断层气方法在我国活动断层探测中得到了广泛应用。

天津断裂包括天津北断裂和天津南断裂。天津北断裂北起潘庄附近, 向南经市区沿伸至独流碱河附近, 走向  $NE30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ , 倾向  $NW40^{\circ} \sim 70^{\circ}$ , 在重力场上表现为以梯度变化为主体, 布格重力异常的最大梯度为  $2.5 \text{ mgal/km}$ ; 天津南断裂南起静海县沿庄乡, 大致经王二庄—府君庙—良王庄—侯台进入市区, 全长约  $50 \text{ km}$ , 走向  $NE40^{\circ}$ , 断面倾角  $SE$ , 倾角较陡, 一般在  $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$ , 上第三系底部断距可达  $200 \text{ m}$ , 是静海斜坡带的东界。但这两条断裂的具体位置、活动性等并不十分清楚。在“十五”期间, 笔者在天津地区对天津北断裂、天津南断裂进行了探测, 2003 年 4 月~6 月开展了对这两条断裂大规模的断层气测量。

## 1 测线的布设及土壤气氡的测量方法

### 1.1 断层气测线的布设

对断层气测量结果的影响因素有多种, 但大致可划分为人为因素、地质因素和气象因素(丁政

等, 1991), 包括仪器的密封性、岩土的性质、土壤含水量、气温、气压、地温等。如果注意避开上述因素就可以得到满意的测量结果。因此为保证测量结果的质量, 测量时注意了检查仪器、避开不良气象因素, 重点考虑了岩土性质对测量结果的影响, 测点间距一般为  $50 \text{ m}$ , 异常段间距为  $25 \text{ m}$ , 测量误差  $\leq \pm 1 \text{ m}$ 。所布设的测线尽量垂直于断层走向, 其布设原则如下: (1) 尽量选择历史较长的土路作为测量剖面, 避开新填土路或垃圾堆放地; (2) 尽量避开潜水位埋深浅的地方。依据上述原则, 在天津北断裂布设了 14 条测线、天津南断裂布设了 9 条测线, 分别开展了断层气探测工作, 测线长度多在  $2 \sim 5 \text{ km}$  之间, 个别长度约  $1 \text{ km}$  或  $10 \text{ km}$ , 其分布如图 1 所示。

### 1.2 土壤气氡测量仪器与方法

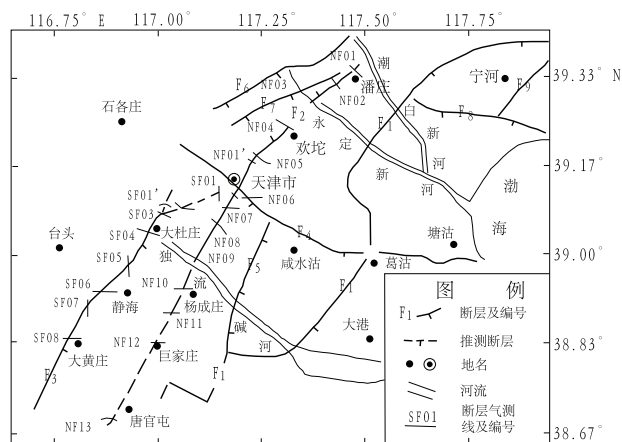
土壤气氡测量仪器为上海审核电子仪器有限公司生产的 FD-3017Ra-A 测氡仪, 该仪器为一种瞬时测氡仪, 极限探测灵敏度为  $0.37 \text{ Bq/L}$ , 本底:  $\leq 4 \text{ 脉冲/h}$ , 记数容量:  $1 \sim 99\,999$ , 仪器能在温度为  $-10^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$  和相对湿度  $95\%$  的条件下工作, 抽气泵密封性能在  $700 \text{ mm}$  汞柱时, 漏气速率  $< 20 \text{ mmHg/min}$ , 计数误差  $\leq \pm 10\%$ 。

测量方法是用钢钎在土壤中打一个深  $50 \text{ cm}$  的小孔, 然后将取样器插入其中。取样前, 先抽取一些气体并排掉, 用以排除取样器内、取样器与抽气筒连接的胶皮管内的外来气体, 然后用抽气

\* 收稿日期: 2015-06-25.

基金项目: 国家发展与改革委员会发改投资“城市活断层试验探测”项目(20041138)资助。

筒抽 1.5 L 土壤气体，加 2 min 高压进行氡的富集，之后进行 2 min 的测量。



F<sub>1</sub>: 沧东断裂; F<sub>2</sub>: 天津北断裂; F<sub>3</sub>: 天津南断裂;  
F<sub>4</sub>: 海河断裂; F<sub>5</sub>: 大寺断裂; F<sub>6</sub>: 汉沟断裂;  
F<sub>7</sub>: 宜兴埠断裂; F<sub>8</sub>: 汉沽断裂;  
F<sub>9</sub>: 西河断层

图 1 断层气测线位置示意图

Fig. 1 The sketch map of the location of fault gas measuring lines

## 2 测量结果分析及断层位置判定

### 2.1 异常的确定

利用断层气方法寻找断层位置最基本、最关键的问题是背景值和异常值的确定。由于各个地区、各条断层的规模、倾角、岩性以及覆盖层的厚度、成分、地貌、植被、地下水位埋深等诸多因素的不同，使得背景值和异常值不尽相同，甚至相差很大，因此要找出某一地区统一的背景值是非常困难的。但从确定背景值、异常值的方法来看，对于不同研究者、不同地区、不同断层等在总体上是相同或相近的（候彦珍等，1994；孟广魁等，1997；张必敖等，1987）。

本文研究对异常的判定方法是以每条测线断层气测值的平均值作为测线的背景值，以其超过背景值的 1.5 倍标准差作为断层异常值判定异常存在（邵永新，任峰，2008；王基华等，1996）。

### 2.2 测量结果及分析

#### 2.2.1 天津北断裂

天津北断裂共开展了 14 条断层气的测量，以小卞庄—陈台子测线（NF09）和庞家庄—巨庄子（NF12）测线为例，对测量结果进行说明和分析。

##### （1）小卞庄—陈台子测线（NF09）

图 2i 为横跨天津北断裂的小卞庄—陈台子测

线（NF09）土壤气氡测量结果。该测线位于天津市西青区境内（图 1），长 5.615 km，由 NW 向 SE 方向测量。

气氡测量结果表明（图 2i），其背景值为 10 211 Bq/m<sup>3</sup>，异常下限为 19 741 Bq/m<sup>3</sup>。该测线从 2 020 m 处开始出现异常，测量值为 22 477 Bq/m<sup>3</sup>，之后连续出现异常值，在 2 320 m 处异常达到最高值，为 38 779 Bq/m<sup>3</sup>，到 3 190 m 以后异常消失，异常区间为 2 020 ~ 3 190 m。因此，判断天津北断裂应在 2 020 ~ 3 190 m 这一区间通过，地理位置上应从陈台子村西通过。

##### （2）庞家庄—巨庄子测线（NF12）

图 2l 为横跨天津北断裂的庞家庄—巨庄子测线（NF12）土壤气氡测量结果。该测线位于天津市静海县境内（图 1），长 2.95 km，是为探测天津北断裂是否向南延伸而布设的，测线为近 EW 向，由 W 向 E 测量。

图 2l 所示，气氡背景值为 3 675 Bq/m<sup>3</sup>，异常下限为 9 057 Bq/m<sup>3</sup>，测量结果从 810 m 处开始出现异常，测量值为 9 880 Bq/m<sup>3</sup>，之后连续出现异常值，在 1 080 m 处异常达到最高值，为 15 561 Bq/m<sup>3</sup>，到 1 350 m 以后异常消失。由此分析该剖面在 810 ~ 1 350 m 出现了异常，判断天津北断裂应延伸到了这里，地理位置上应在巨庄子附近通过。

除上述两条测线外，图 2 还给出了其它测线的测量结果，表 1 为其解释结果。

从图 2 测量结果及表 1 解释结果可以看出，天津北断裂从北至南的走向及位置大致是，从潘庄镇向南经潘庄农场—杨建西南—东安驾校北—第二钢丝绳厂西—甘肃路—气象台路—蔡台西—陈台子西（独流碱河边）（图 1）。为探测该断裂向南是否继续延伸，对布设的 NF10 ~ NF13 测线的测量结果进行研究，发现天津北断裂并未像以往资料记载的那样终止于陈台子西（NF09），而是经陈台子后，向南经杨成庄乡砖瓦厂、大丰堆东延伸到了唐官屯附近。

#### 2.2.2 天津南断裂

天津南断裂共开展了 9 条断层气的测量，以红旗路测线（SF01）和大黄庄—河堤测线（SF08）两测线为例进行解释和分析。

##### （1）红旗路测线（SF01）

该测线是为了解天津南断层向市内延伸情况而布设的。该测线自王顶堤立交桥北沿红旗路至长虹公园北，全长 3.67 km。实测资料表明，土壤

氡背景值很稳定,一般在  $2\,357\text{ Bq/m}^3$  左右(图 3a、表 1),其异常下限在  $4\,775\text{ Bq/m}^3$ 。图 3a 表明,该测线在  $1\,520\text{ m}$  处开始出现异常,测量值为  $5\,792\text{ Bq/m}^3$ ,到  $1\,600\text{ m}$  处达到最大,实测值为  $13\,575\text{ Bq/m}^3$ ,在  $1\,640\text{ m}$  以后异常消失,该测线异常很突出,表明该剖面也有断裂通过。

(2) 大黄庄—河堤测线 (SF08)

该测线位于天津市静海县,东起自大黄庄东(大黄庄—焦庄子间),沿土路向西至子牙河堤东,全长  $3.67\text{ km}$ 。测量结果表明土壤氡(图 3h)的背景值平稳,在  $5\,257\text{ Bq/m}^3$  左右(表 1),异常下限为  $13\,365\text{ Bq/m}^3$ 。该测线在  $1\,240\text{ m}$  出现异常,

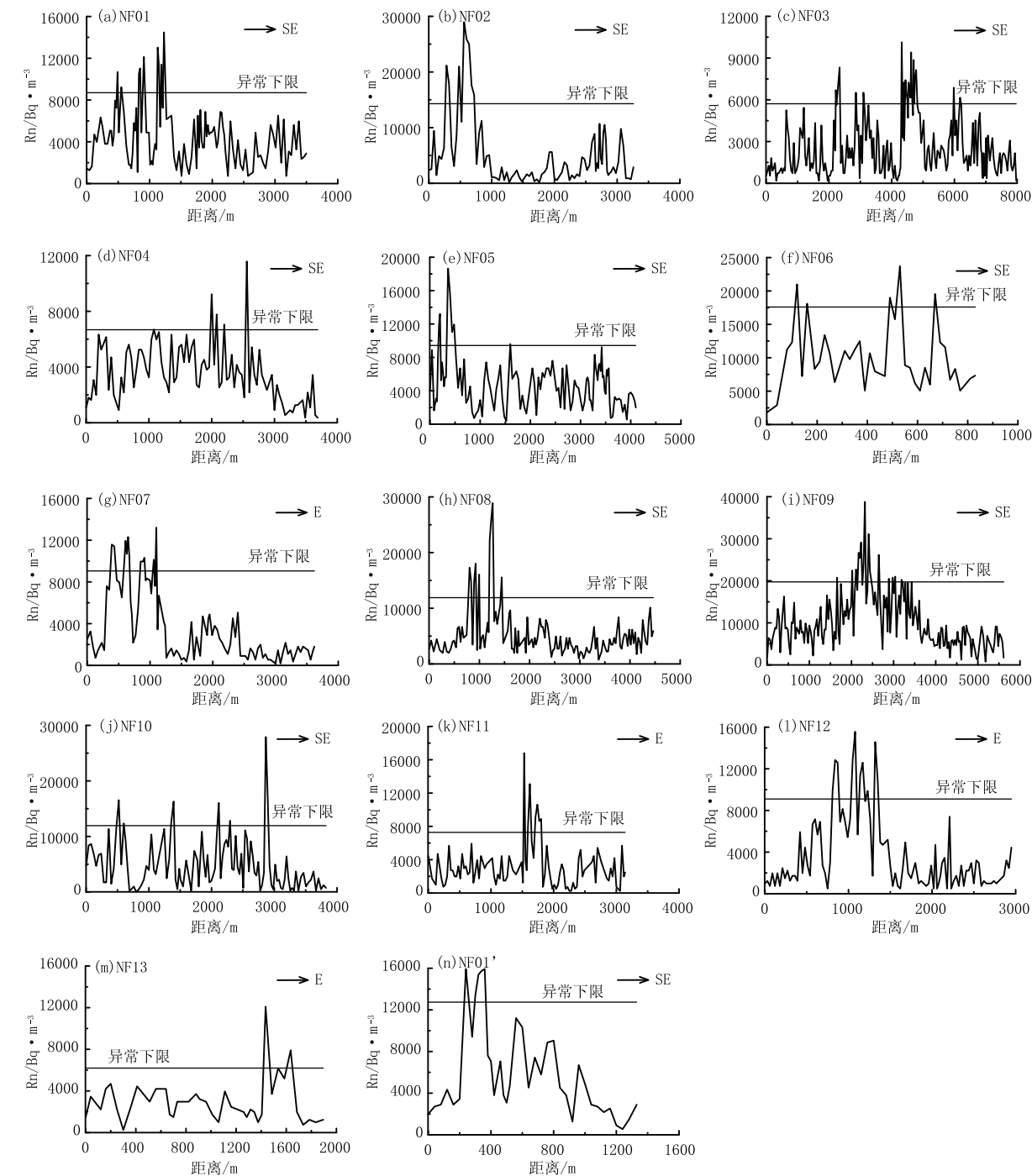


图 2 天津北断裂断层气测量结果  
Fig. 2 The measurement results of fault gas across Tianjin North Fault

表1 天津北断裂、天津南断裂断层气测量结果

Tab. 1 The measurement results of fault gas across Tianjin North Fault and Tianjin South Fault

| 断裂            | 测线名称及编号             | 测线方向  | 测线长度/km | 背景值/Bq·m <sup>-3</sup> | 异常下限/Bq·m <sup>-3</sup> | 异常区间/m        |
|---------------|---------------------|-------|---------|------------------------|-------------------------|---------------|
| 天津北<br>断<br>层 | 潘庄镇北 (NF01)         | NW—SE | 3.500   | 10 211                 | 19 741                  | 490 ~ 1 230   |
|               | 朱头淀 (NF02)          | NW—SE | 3.260   | 5 078                  | 14 241                  | 280 ~ 720     |
|               | 杨建庄 (NF03)          | NW—SE | 10.110  | 2 642                  | 6 115                   | 2 220 ~ 9 750 |
|               | 欢坨西北 (NF04)         | NW—SE | 3.690   | 3 776                  | 7 289                   | 2 000 ~ 2 560 |
|               | 普济河立交桥—金钟立交桥 (NF05) | NW—SE | 4.100   | 3 580                  | 6 677                   | 180 ~ 480     |
|               | 小红星路 (NF01')        | SE—NW | 1.530   | 6 043                  | 12 744                  | 240 ~ 360     |
|               | 甘肃路 (NF06)          | NW—SE | 0.830   | 10 091                 | 17 593                  | 120 ~ 670     |
|               | 迎水道 (NF07)          | 近 EW  | 3.620   | 3 759                  | 9 052                   | 390 ~ 1 100   |
|               | 小倪庄—蔡台西 (NF08)      | NW—SE | 4.445   | 5 265                  | 11 902                  | 805 ~ 1 445   |
|               | 小卞庄—陈台子 (NF09)      | NW—SE | 5.615   | 10 211                 | 19 741                  | 2020 ~ 3 190  |
|               | 官家屯—杨成庄 (NF10)      | NW—SE | 3.825   | 4 958                  | 11 951                  | 520 ~ 2 895   |
|               | 大丰堆东 (NF11)         | 近 EW  | 3.140   | 3 200                  | 7 281                   | 1 530 ~ 1 800 |
|               | 庞家庄—巨家庄 (NF12)      | 近 EW  | 2.950   | 3 675                  | 9 057                   | 810 ~ 1 350   |
| 天津南<br>断<br>层 | 梁官屯东 (NF13)         | 近 EW  | 1.895   | 3 017                  | 6 195                   | 1 435 ~ 1 635 |
|               | 红旗路 (SF01)          | N—S   | 3.670   | 2 357                  | 4 775                   | 1 520 ~ 1 640 |
|               | 第二石油化工厂—华庄 (SF02)   | NW—SE | 4.450   | 5 741                  | 11 799                  | 2 300 ~ 4 210 |
|               | 自来水河堤 (SF01')       | 近 EW  | 1.980   | 8 002                  | 16 391                  | 760 ~ 1 310   |
|               | 炒米店—木厂 (SF03)       | NW—SE | 3.000   | 9 763                  | 19 762                  | 2 480 ~ 2 700 |
|               | 小甸村—北岳家园 (SF04)     | 近 EW  | 5.140   | 6 204                  | 13 592                  | 1 840 ~ 2 460 |
|               | 魏家庄—王家院 (SF05)      | 近 SN  | 4.170   | 3 280                  | 6 595                   | 1 760 ~ 3 320 |
|               | 梁头—静海县城 (SF06)      | 近 EW  | 5.270   | 4 771                  | 9 480                   | 680 ~ 2 320   |
|               | 赵庄子—西柳木 (SF07)      | 近 SN  | 3.900   | 4 244                  | 9 924                   | 680 ~ 920     |
|               | 大黄庄—河堤 (SF08)       | EW    | 3.670   | 5 257                  | 13 365                  | 1 240 ~ 1 520 |

测量值为 13 394 Bq/m<sup>3</sup>，在 1 400 m 达到最大，测量值为 25 340 Bq/m<sup>3</sup>，在 1 520 m 后异常消失，异常位于测线的 1 240 ~ 1 520 m 之间，说明该剖面也有断层通过。

其它测线测量结果及解释结果见图 3、表 1，可见天津南断裂南至北的大致走向和位置是从大黄庄经南柳木—孙家庄—十里铺—大杜庄—古佛寺—南赵庄北，向天津市区逼近（图 1）。但在进入市区的方向上断层气测量结果显示 2 种趋势：（1）位于炒米店村北的自来水河堤测线测量结果表明，该测线上也有断层通过，其延伸方向基本是天津南断裂即有走向向北的延长；（2）SF02 和 SF01 测线的测量结果也表明有断层通过，其方向则向 E 偏转了一定的角度，经工农联盟农场附近的第一煤制气厂至长虹公园南（雅安道与红旗路交口附近）。因此，天津南断裂从南赵庄北向北是

如何延伸的还进行需进一步的研究来判定。

### 2.3 断层气测量结果与人工地震探测结果的比较

天津南、北断裂共开展了 23 条断层气测线的测量工作，其中有 4 条测线与后续开展的人工地震探测剖面相重合，分别是天津北断裂的潘庄镇北测线（NF01）与 L1 人工地震剖面、小卞庄—陈台子（NF09）与 TJ05 人工地震剖面、大丰堆东测线（NF11）与 TJ07 人工地震剖面以及天津南断裂的梁头—静海县城（SF06）与 TJ08 人工地震剖面。这样，以测线和人工地震剖面起点为基点则可得两者的具体重合的位置。表 2 列出了断层气测线与人工地震剖面的距离和断层上断点在测线上的位置，图 4 是人工地震剖面在断层气测线中的位置。由图 4 可明显看到，断层气异常位置与人工地震探测出的断层位置相比较，有的在断层的上盘（图 4a）、有的在下盘（图 4c、d）、有的在探测出

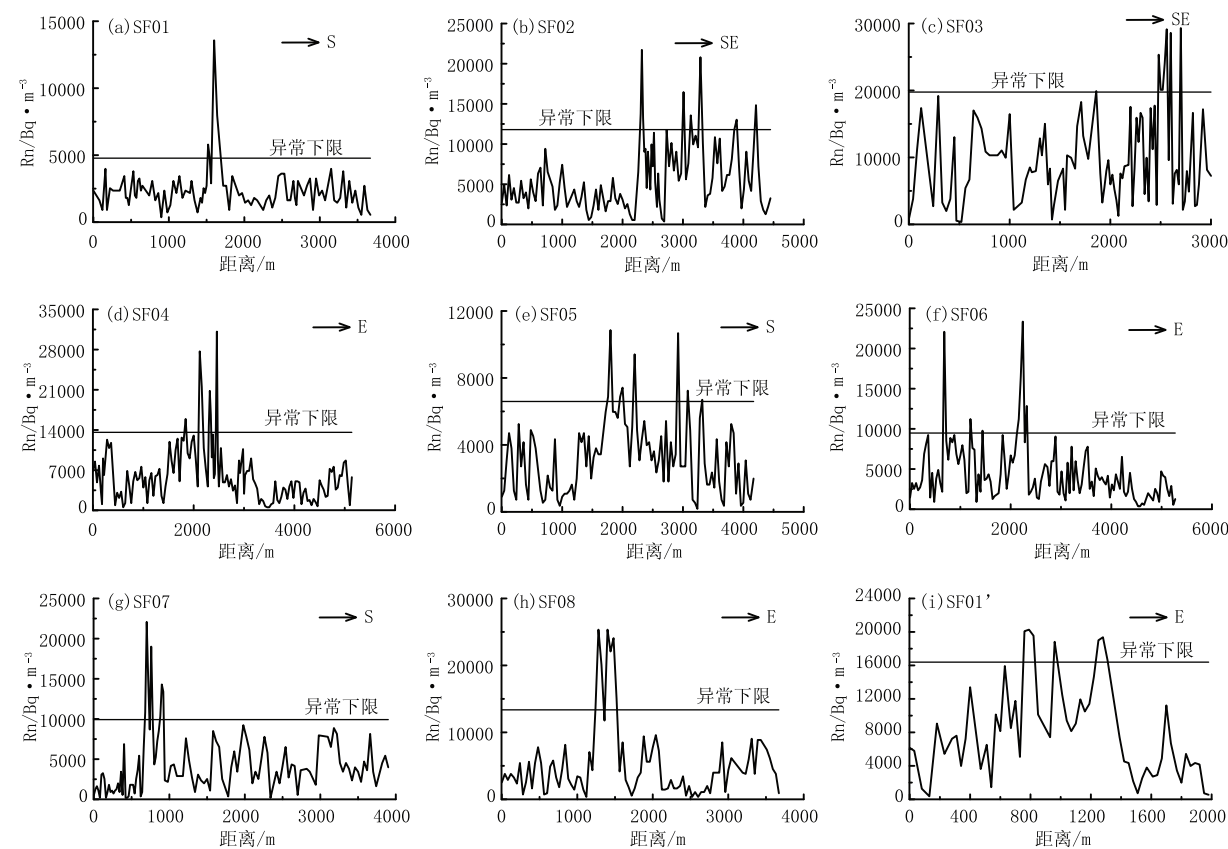


图3 天津南断裂断层气测量结果

Fig. 3 The measurement results of fault gas profiles across Tianjin South Fault

断层的上方（图4b）。由于天津北、南断裂均为正断性质，以人工地震探测结果为准，天津地区运用土壤氡方法所得到断层气异常位置不一定是断裂通过的位置，有的甚至相差千米左右。

表2 断层气测线与人工地震剖面相距距离

Tab. 2 The distance between fault gas measuring line and artificial seismic profile

| 测线和剖面编号          | 相距距离/m | 断层上断点在测线上的位置/m |
|------------------|--------|----------------|
| NF01 测线和 L1 剖面   | 1 611  | 2 474          |
| NF09 测线和 TJ05 剖面 | 1 565  | 3 455          |
| NF11 测线和 TJ07 剖面 | 137    | 522            |
| SF06 测线和 TJ08 剖面 | 1 699  | 3 263          |

3 天津（北、南）断裂的分段讨论

研究表明，断层上土壤氡的含量明显高于断层外土壤中氡的含量（丁政等，1991；候彦珍等，

1994；姜大庸，阎贤臣，1990；孟广魁等，1997；邵永新等，2007，2008；汪成民等，1991，1988；王基华等，1996；王华林等，1991；阎贤臣等，1987；张必敖等，1987；张慧等，2005；张新基等，2005；朱自强等，1990）。张必敖等（1987）通过对阿尔金断裂东北段断层气的研究认为，断层气的相对浓度有可能成为断层活动性分段的一种判据；丁政等（1991）运用断层气对郯庐断裂带江苏段的测量，采用与国外10条地震断层和国内7条发生过强震的断层进行类比的方法对断层进行了分段研究；孟广魁等（1997）在对研究较深入的海原活动断裂进行断层气测量后认为，气氡测量结果用于活断层分段和活动性研究是一种行之有效的手段；张慧等（2005）运用断层气的异常特征对金城关活动断层的分段也进行了研究。在海河断裂的探测中，邵永新等（2007）根据土壤气氡测量结果，运用异常最高值、异常平均值和正常区域平均值综合分析的方法，尝试性地对海河断裂的活动性进行了分段研究，取得了较好效果。

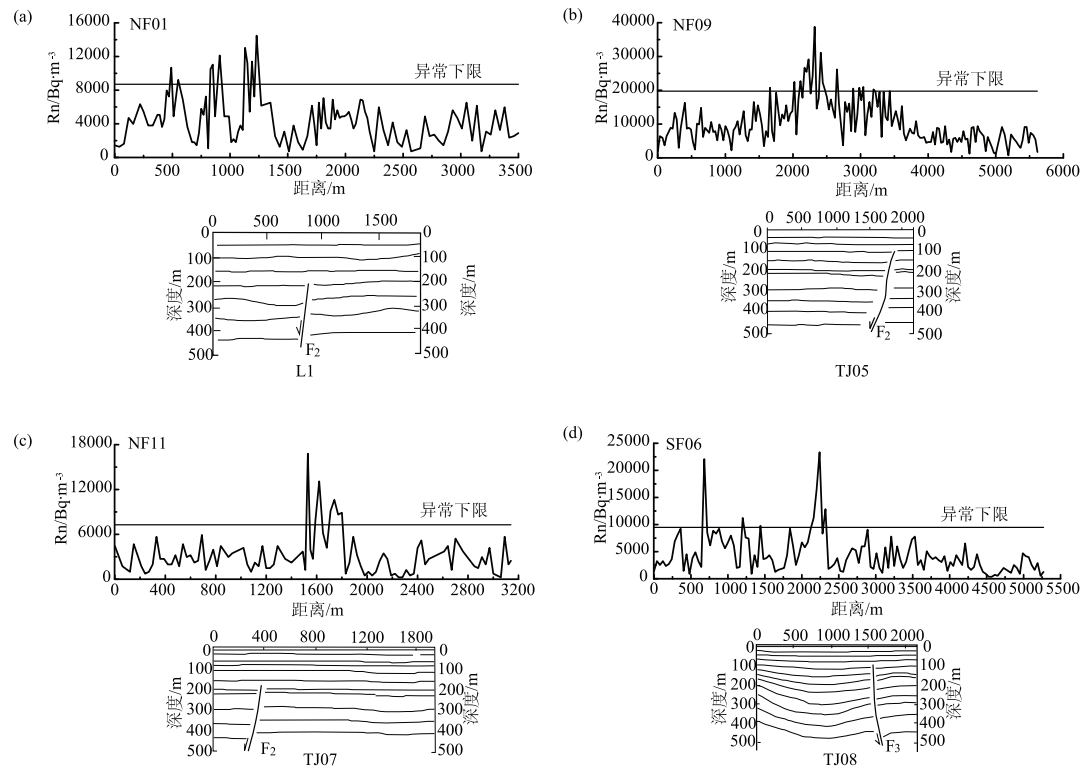


图4 断层气测量结果与人工地震测量结果对比

(a) 潘庄镇北测线 (NF01) 与 L1 人工地震剖面; (b) 小卞庄—陈台子测线 (NF09) 与 TJ05 人工地震剖面; (c) 大丰堆东测线 (NF11) 与 TJ07 人工地震剖面; (d) 梁头—静海县城测线 (SF06) 与 TJ08 人工地震剖面

Fig. 4 The contrast results between fault gas and artificial seismic measuring

(a) measuring line of panzhuang Country (NF01) and L1 artificial seismic profile; (b) measuring line of Xiaobianzhong-Chentaizi (NF09) and TJ05 artificial seismic profile; (c) Dafeng-Tuidong measuring line and TJ07 artificial seismic profile; (d) Liangtou-Jinghai Country measuring line of (SF06) and TJ08 artificial profile

| 表3 天津北断裂、天津南断裂断层气测量结果对比表   |                     |                        |                          |                           |        |
|--|---------------------|------------------------|--------------------------|---------------------------|--------|
| Tab. 3 Contrast of the measuring results of fault gas across Tianjin North Fault and Tianjin South Fault |                     |                        |                          |                           |        |
| 断裂   | 测线名称及编号             | 最高值/Bq·m <sup>-3</sup> | 异常平均值/Bq·m <sup>-3</sup> | 正常区平均值/Bq·m <sup>-3</sup> | H 值    |
| 天津北断层  | 潘庄镇北 (NF01)         | 14 480                 | 6 113                    | 3 854                     | 1. 586 |
|  | 朱头淀 (NF02)          | 28 960                 | 16 878                   | 3 239                     | 5. 211 |
|  | 杨建庄 (NF03)          | 10 136                 | 3 395                    | 1 837                     | 1. 848 |
|  | 欢坨西北 (NF04)         | 11 584                 | 4 805                    | 3 339                     | 1. 223 |
|  | 普济河立交桥—金钟立交桥 (NF05) | 18 643                 | 9 744                    | 4 261                     | 2. 287 |
|  | 小红星路 (NF 增 1)       | 15 928                 | 14 299                   | 4 541                     | 3. 149 |
|  | 甘肃路 (NF06)          | 23 711                 | 11 194                   | 7 700                     | 1. 454 |
|  | 迎水道 (NF07)          | 13 213                 | 8 611                    | 2 031                     | 4. 240 |
|  | 小倪庄—蔡台西 (NF08)      | 28 899                 | 11 295                   | 4 140                     | 2. 728 |
|  | 小卞庄—陈台子 (NF09)      | 38 779                 | 17 735                   | 8 136                     | 2. 180 |
|  | 官家屯—杨成庄 (NF10)      | 27 911                 | 5 921                    | 3 297                     | 1. 796 |
|  | 大丰堆东 (NF11)         | 13 091                 | 8 375                    | 2 515                     | 3. 330 |
|  | 庞家庄—巨家庄 (NF12)      | 15 561                 | 9 529                    | 2 302                     | 4. 139 |
| 天津南断层  | 梁官屯东 (NF13)         | 12 103                 | 7 015                    | 2 477                     | 2. 832 |
|  | 红旗路 (SF01)          | 13 575                 | 7 023                    | 2 106                     | 3. 335 |
|  | 第二石油化工厂—华庄 (SF02)   | 20 805                 | 8 116                    | 3 662                     | 2. 217 |
|  | 自来水河堤 (SF01')       | 20 272                 | 14 054                   | 5 430                     | 2. 588 |
|  | 炒米店—木厂 (SF03)       | 29 322                 | 17 587                   | 8 671                     | 2. 028 |
|  | 小甸村—北岳家园 (SF04)     | 31 132                 | 13 179                   | 4 974                     | 2. 650 |
|  | 魏家庄—王家院 (SF05)      | 10 679                 | 4 593                    | 2 473                     | 1. 857 |
|  | 梁头—静海县城 (SF06)      | 23 349                 | 6 981                    | 3 287                     | 2. 124 |
|  | 赵庄子—西柳木 (SF07)      | 22 082                 | 11 431                   | 3 371                     | 3. 391 |
|  | 大黄庄—河堤 (SF08)       | 25 340                 | 19 639                   | 3 837                     | 5. 118 |



本文仍然采用土壤气氡测量结果,运用异常最高值、异常平均值和正常区域平均值,并结合  $H$  值(异常平均值/正常区域平均值),对天津北、天津南断裂进行了活动性分段研究,表 3 列出了各参数的分布情况。

表 3 所列资料表明,从天津北断裂上布设的 14 条测线的异常最高值、异常平均值、 $H$  值未发现规律的变化情况,各参数变化较为离散,分段特征不明显;而天津南断裂 9 条测线的异常最高值、异常平均值、 $H$  值变化规律性也较差,分段特征不明显。但位于天津南断裂南部的大黄庄—河堤测线的异常最高值、异常平均值、 $H$  值明显高于其以北测线的各相应值,这虽不能说明天津断裂南部活动性强于北部,但一般认为,天津南断裂是大城断裂的北延部分,而大城断裂于 1967 年 3 月 27 日曾发生过  $M_s 6.3$  地震,是一条活动性较强的断裂,上述的情况很可能与此有关。

## 4 结论

通过对天津北断裂及天津南断裂的测线布设、测量结果分析、位置判定、与人工地震探测的结果比较及断裂的分段判定,基本可以得到以下结论:

(1) 根据断层气实测资料,大致得到了天津北断裂、天津南断裂的具体位置,同时认为天津北断裂已跨过独流碱河,向北延伸到了静海县唐官屯附近,而再向北是否有延伸还需作进一步的研究;天津南断裂在西青区南赵庄向市区的延伸存在两个方向,一是沿断裂原有方向向北,另一个方向是从北东延伸进入市区。

(2) 从上述 23 条断层气测量结果分析,土壤氡异常形态各异,作为正断性质的天津断裂土壤氡异常没有一致性的异常形态特征;与人工地震探测结果对比发现,天津地区土壤氡异常区间不一定位置断裂的正上方。产生这种现象的机制是以后需关注的问题,同时在使用土壤氡测量结果勾划断裂走向时应考虑到这种现象产生的影响。

(3) 根据断层气实测结果,通过对土壤气氡异常的最高值、异常的平均值以及  $H$  值的综合分析,发现天津北断裂、天津南断裂分段特征不明显。

(4) 从表 1、图 3 所列资料表明,杨建庄(NF03)测线异常区域非常大,达到了 7 530 m,这在以往的土壤气氡测量中未曾出现过。分析造成该测线出现这种情况的原因:一是由于测线中有 2 条断裂通过,其异常混在了一起;二是可能实测中未能进行平行测量,使每个测点仅有一个测值,当其出现偏差时无法校正。

## 参考文献:

- 丁政,谢瑞征,张大其等. 1991. 用地球化学方法对郯庐断裂带江苏段隐伏断裂的测量研究[J]. 地震学刊, (4): 32-37.
- 候彦珍,王永才,张根深. 1994. 土壤气氡测量影响因素的初步研究[J]. 华北地震科学, 12(2): 55-59.
- 姜大庸,阎贤臣. 1990. 海原活动断裂流体地球化学场初探[J]. 地震地质, 12(1): 63-68.
- 孟广魁,何开明,班铁等. 1997. 氡、汞测量用于断裂活动性和分段的研究[J]. 中国地震, 13(1): 43-51.
- 邵永新,杨绪连,李一兵. 2007. 海河隐伏活断层探测中土壤气氡和气汞测量及其结果[J]. 地震地质, 29(3): 627-636.
- 邵永新,任峰. 2008. 天津地区断层气方法应用中的两个问题[J]. 地震, 28(1): 65-72.
- 汪成民,李宣瑚. 1991. 我国断层气测量在地震科学研究中的应用现状[J]. 中国地震, 7(2): 19-30.
- 汪成民,陈建民,宇文欣等. 1988. 沂沭断裂带地下流体微动态与断层溢气气的研究[J]. 中国地震, 4(3): 173-181.
- 王基华,王亮,孙凤鸣等. 1996. 隐伏断裂活动性分段汞的地球化学标志初探[J]. 地震地质, 18(4): 409-412.
- 王华林,李家灵,许坤福等. 1991. 平原地区活断层研究[J]. 地震研究, 14(2): 132-140.
- 阎贤臣,张增,王长岭. 1987. 活断层上覆土壤中气体成份特征[J]. 中国地震, 3(4): 52-59.
- 张必敖,何跟巧,廖元模等. 1987. 阿尔金断裂东北段断层气体的初步研究[J]. 西北地震学报, 9(2): 26-32.
- 张慧,张新基,苏鹤军等. 2005. 金城关活动断裂带土壤气氡、汞地球化学特征[J]. 西北地震学报, 27(2): 150-153.
- 张新基,张慧,苏鹤军等. 2005. 刘家堡活动断层土壤气氡、汞地球化学特征[J]. 地震, 25(4): 87-92.
- 朱自强,汪成民,宇文欣等. 1990. 大同—阳高 6.1 级地震现场断层气测量结果初步分析[J]. 地震, 10(4): 75-80.

## Analysis on Measurements Result of Soil Gas Radon across Tianjin Fault

REN Feng, SHAO Yongxin, YAO Xinqiang

(*Earthquake Administration of Tianjin Municipality, Tianjin 300201, China*)

### Abstract

Basing on the real measuring results of gas radon at 23 measuring fault gas profiles on Tianjian South Fault and Tianjian North Fault, we obtained the location of two faults. The exploration results also show that the Tianjian North Fault extends to the vicinity of Tangguantun Village in Jinghai County along its original location, but the Tianjian South Fault has been separated in two directions to extend to north in Chaomidian-Muchang profile, and more exploration work should be done for determining the extending position. We analyzed 23 soil radon measurement results and found that the abnormal patterns of soil radon are inconsistent, and the anomaly is not necessarily appearing above the fault. Using the highest value of oil radon anomaly and the average value of anomaly value and  $H$  value, we analyzed synthetically the segment characteristic of the activity of Tianjin Fault and obtained that the segment characteristic of the activity of Tianjian South Fault and Tianjian North Fault were not obvious.

**Key words:** Tianjin Fault; fault gas; soil gas radon; exploration result