

断层气氡灵敏“穴位”的试验研究

黄戊辰

(河北省地震局邯郸中心台, 邯郸 056001)

摘 要 用地球化学方法研究覆盖层较厚、构造交汇部位的土壤中氡的含量, 结合该区域的地球物理资料及地震活动, 评价了断层的现今活动性, 并取得了初步结果, 确定太行山前断裂的邯郸断裂与大名—磁县隐状断裂交汇部位为断层气映震灵敏“穴位”, 磁县—南来村一段属于断层气映震灵敏点, 即灵敏“穴位”。此段可作为进一步试验研究该地区地震活动的理想场所。

主题词: 断层气; 射气测量; 氡; 太行山前地震构造带

0 引 言

多年来, 人们利用地球化学方法分析研究预报地震, 多是注重水中气体浓度变化, 现已取得了不少有一定价值的资料。为了拓宽研究领域, 寻找新的预报研究方法, 我们在野外进行了土壤气氡的探测试验, 试图确定新的灵敏部位。

某些气体以破碎带或裂隙带为通道, 地下流体或其它气体为载体, 在温度梯度、压力梯度等因素作用下向地面运移。某种气体可能来自地壳深部, 在其运移过程中的变化, 有可能成为地震孕育、构造活动的重要标志。

在地震孕育过程中, 由于震源体周围应力集中, 岩石微破裂产生、丛集, 直至快速破裂, 从而有利于地下气体集中, 并且伴随着周围岩石温度、压力的改变, 使富集在深断裂上部的气体, 沿断裂破碎带和新产生的破裂面向地表迁移, 破坏了在构造相对稳定期土壤中气体含量的动态平衡, 出现了土壤气中气体异常变化。氡气是一种短寿命的放射性惰性气体, 在运动过程中, 其含量不受化学反应变化的影响, 但与载体运动速度有关, 因此, 有可能成为探测映震灵敏组分之一。进行寻找断层气灵敏“穴位”的试验研究, 并取得了有一定研究价值的结果。

1 工作区的地质构造概况

1.1 太行山前活动断裂带

太行山前活动断裂带是分隔太行山块体(太行山隆起)与平原块体(华北平原拗陷)的断裂带。断裂带发生在中生代, 是一条复杂的地质构造活动断裂带。它是由一系列正断层组成。断裂带以石家庄为界分为南北两段, 北段沿石家庄—保定—涿县一线以北东向展布, 南段以石家庄—邯郸呈束状至磁县以南呈北北东向展布, 南至安阳潜入更

深部。南段由邯鄲断裂、临漳断裂、汤东断裂及汤西断裂组成。该断裂带在地球物理场上, 显示为磁力低值带和重力梯度带。重力资料表明, 太行山前断裂处于地壳厚度陡变带上。有关资料证实, 该断裂带深切莫霍面以下。此外, 地质资料亦提供了该断裂作为地幔物质通道的证据。现代资料表明, 太行山目前仍在继续上升。

地震活动也是判断断裂带活动的重要依据。沿太行山前断裂带, 历史上曾发生过一系列中强地震及破坏性地震, 如磁县 $7\frac{1}{2}$ 地震, 邢台 7.2 级地震等。该断裂是一条地震构造带、地球物理异常带和地震活动带。

邯鄲断裂带是太行山前断裂带南段的主要组成部分(图 1), 它由三条主干断裂组成。

此段展布于邢台、邯鄲、安阳一带, 走向北 10° 东、倾向东南, 倾角 60° 以上, 南北止于安阳北西向断裂和隆尧北西向断裂。

重力和钻孔资料表明: 邯鄲断裂带系一条晚第三纪—第四纪活动断裂。沿断裂带重力异常每公里为 $4 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$ 。北段永年一段断距 300 多米, 而南段马头一段断距为 700 多米, 磁县一段估计更大。在洪河屯附近, 邯鄲主断裂处第四阶地红土砾石层面呈单斜挠褶, 并迅速倾伏到晚更新世冲洪积面以下。大地测量资料表明该断裂带仍在活动(图 2)。在地形变剖面上显示出跨铁路的磁县—申家庄一段有明显的差异运动。

1.2 磁县—大名隐伏断裂带

磁县—大名隐伏断裂带(图 3)自鲁西隆起区穿越华北沉降平原至太行山隆起中部, 横亘三大构造单元。走向北西西, 倾向北。上第三系底界落差达 1000m, 为一条高角度正断层。它已被物探、钻探资料所证实, 其长度为 180km。沿着断裂带, 在临漳以西, 通过大大小小的地震贯通形式

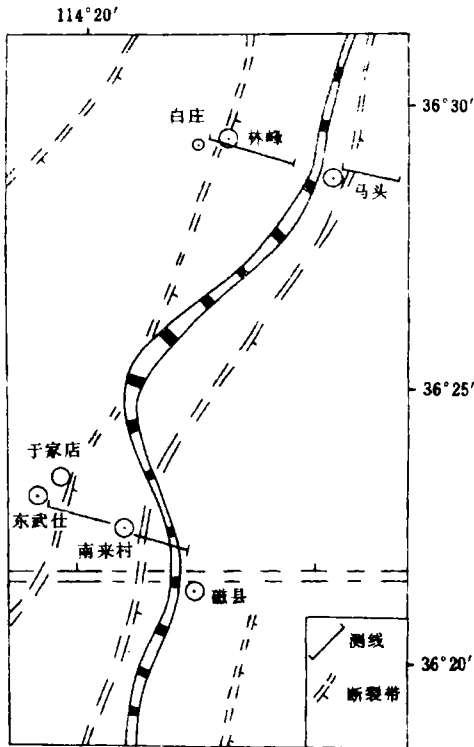


图 1 工作区地质构造图及测线布置剖面图 向北北西延伸, 由东向西发生过朝城 1654 年 $5\frac{1}{2}$ 地震, 大名 1968 年 4.2 级地震, 以及磁县 1830 年 $7\frac{1}{2}$ 级地震和 1977 年 $4\frac{1}{2}$ 级地震。近几十年来, 4 级左右地震十分活跃。该地区 1970—1993 年 $M_L \geq 20$ 级地震, 达上百次之多, 最大为 4.5 级。这些地震正是沿着这条断裂带与邯鄲断裂带交汇部位活动的(图 4)。

2 工作方法

2.1 仪器

本次试验使用 FD-3017 镭 A 测氮仪, 该仪器使用方便, 适合野外操作, 只需人工挖坑抽气取样测试便可立即显示脉冲数据, 干扰因素小, 且无污染源。

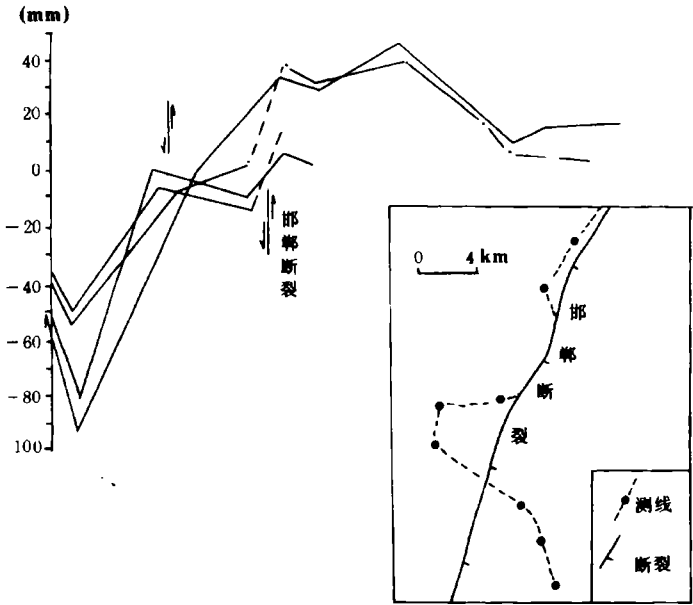


图 2 跨邯郸断层形变测量图

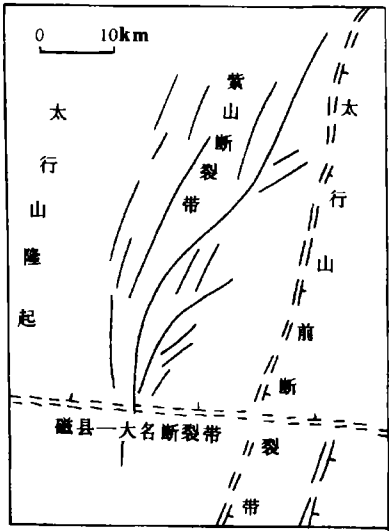


图 3 磁县一大名隐伏断裂带构造图

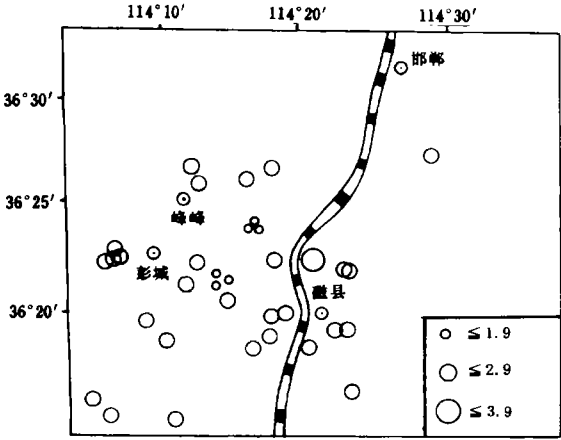


图 4 1970-1993 年磁县 峰峰小震活动图

2.2 方法及测线布置

试验采用 (300×300×500) mm 坑型, 首先将取样器插入坑中, 抽取 0.5 升土壤气, 加高压使镭离子收集到测片上, 经过两分钟后, 取样片测量氡气含量。

试验区段选在邯郸断裂带与大名-磁县隐伏断裂带交汇部位的马头至磁县一带。共选取了四条跨断层剖面(图 1)——磁县至南来村、南来村至东武仕、东马头至马头、马头至林峰, 全长 15km。共布置了 1760 个测点, 取得数据 1875 个, 并复测了三条剖面。

测点距为 40m。

2.3 试验目的

- (1) 利用断层气方法，寻找活动断层位置、走向及宽度。
- (2) 寻找断层带的异常气氢带。
- (3) 分析研究断层气异常变化与地质构造、地形变、小震活动及地球物理场的关系。
- (4) 最后确定断层气氢映震灵敏点——即灵敏“穴位”。

2.4 试验现场选择

断层气受季节、地形、地貌、岩性及覆盖层厚度差异的影响。为此在武安的鼓山—紫山断裂带试测了三条剖面，其中两条剖面分别于断层带的上下盘，并平行于该断裂，另一条剖面垂直于该断裂带，它们分别穿过了不同的地形、地貌、岩性和不同的埋藏深度。

测试结果表明：断层气溢出量与覆盖层厚度及岩性关系较大，覆盖层为 200~600m 的粘性黄土层时氢气值较高，其它如季节、地形等因素影响较小。

为了确定取得深度的影响，分别又在有断层和无断层区进行了不同取样深度的试验，其结果认为取样深度在 50cm 以下时效果最佳，将 50~100cm 浮土挖掉，向下取样，其效果最为理想，射气氢段稳定，干扰因素减少。

3 射气测量结果初步分析

位于断层带内的氢气含量明显高于断层两侧，这已在条件试验中得到证实。

断层气灵敏部分的试验场所，应具备以下条件：

- (1) 历史上发震地区及现今小震活动频繁区域。
- (2) 几个活动方向相反的构造交汇部位及重要的断层转折、尖灭等特殊部位。
- (3) 有新构造运动背景。
- (4) 土壤气体过断层带有较大幅度变化的地段。

- (5) 地球物理场异常带。

根据上述原则，选择邯鄹断裂与大名—磁县断裂交汇部位作为此试验的场所。在试验区选择了四条剖面进行测量。现将四条测试结果分别分析如下：

3.1 磁县—南来村剖面

磁县—南来村一段，东起磁县城西到南来村（见图 1），测线长 3km。测线出现：氢气含量高达 100 脉冲/分的测值（图 5a）。异常幅度、宽度均超过其它三条测线，并有明显的梯度变化，形成地壳断层气氢晕。此段第四系覆盖层厚度约 200m 左右，第三系约 600m 左右，地表层为粘性黄土层，植被主要为小麦、玉米等。

3.2 南来村—东武仕剖面

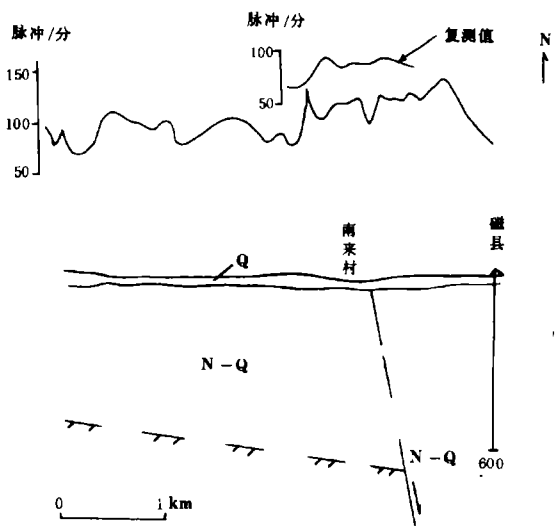


图 5a 磁县—南来村测线氢值与构造剖面图

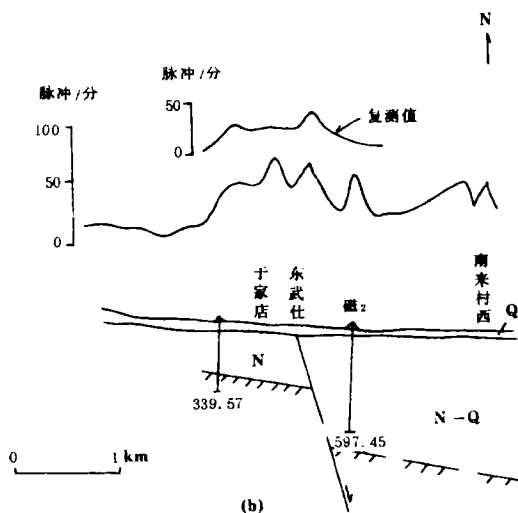


图 5b 南来村—东武仕测值图及构造图

3.3 马头西—林峰剖面

此段从马头西至林峰西(见图 1),测线长约 205km,共布设 186 个测点。此段原丘陵地带,砂质黄土覆盖,粘性黄土较少,植被稀少,因此,布设的测距为 20~40m 不等。试验结果显示,在林峰一带,氦值异常幅度仍然较高(见图 5c),达 50 脉冲/分,只不过异常宽度较小,约 300m 左右。与前人所确定断层的位置基本一致。该断裂属于邯郸断裂的次一级断裂,故认为是断层气所致。

3.4 马头—东马头村剖面

从马头至东马头村,共布设了 3km 长的测线(见图 1),测点达 207 个,测线通过的地方,均为第四纪覆盖,属于粘性黄土层,只有马头村东出现少量的含腐植质的粘土层种植水稻,其余均种植小麦、玉米。氦气含量异常出现在马头西、东一段,幅度不大,最高达 25 脉冲/分,(图 5d),没有出现突升突降现象,异常宽度约 1km 左右。分析异常出现的原因,一是断层溢出气氦,二是第四纪松散层宜于富集氦气。据钻孔资料介绍,过铁路东,第三、四系覆盖层约上千米深。土层较厚,阻碍了气体向上迁移,易于横向扩散,这样氦气不易富集,故异常不会大幅度出现。

上述所测四条剖面的测值,可以明显看出,大多数气氦出现的异常段均在断层部位或断层附近,基本与断层所处的位置相吻合,这无疑与断层有密切关系。又因断层带的宽度、覆盖层厚度及岩性、地形、地貌及植被各不同,使所测的氦值各有差别,而未在断层带上的测点氦气含量明显低于上属地带。从四条剖面所测得结果分析认为,破碎带宽,第四纪覆盖层在 200~400m,且是粘性黄土层出现的地段,氦气值含量较高,反之则低。南来村—磁县测线,氦气含量最高,异常幅度最大,异常带宽度最长,正是与此因素关系极大。

为了验证所测数值的准确性,又在磁县—南来村和南来村—东武仕两条剖面进行了复测,其结果与前次基本一致。

从南来村至东武仕为东武仕剖面(见图 1),测线长度为 3km,布设测点 167 个。氦值异常出现在东武仕至于家店附近,且上升幅度较大,从十几脉冲/分升到 50 脉冲/分,然后在高值上波动(图 5b)。异常宽度约 0.5km。从地形、地貌及岩性分布,此段为过丘陵地带,虽然大名—磁县断裂在此通过,但由于覆盖层较薄,只有十几米黄砂土,岩石有多处出露,故地下气体难以富集于地表形成气氦晕,地表多为黄砂土混合及砂质黄土层。

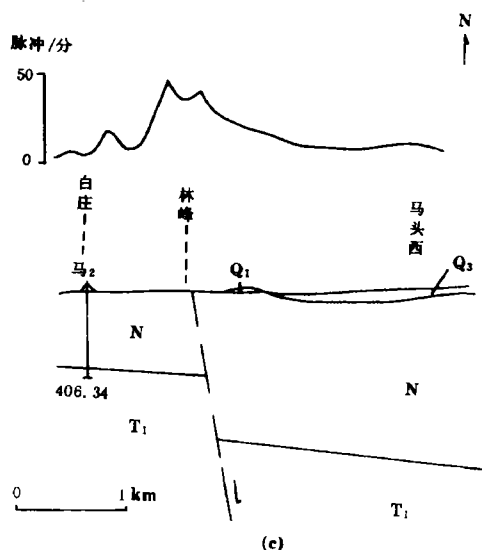


图 5c 马头—林峰测线值图与构造图

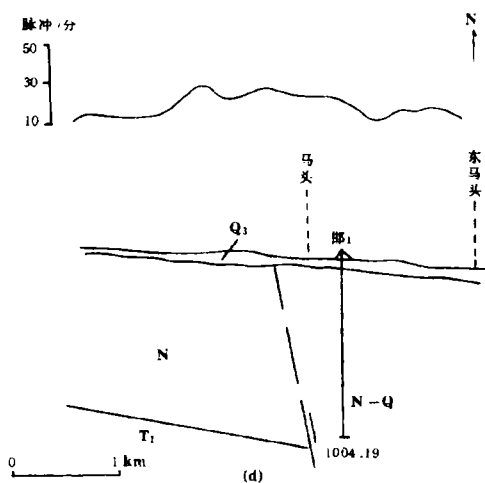


图 5d 马头—东马头村剖面测值图与构造图

4 结 论

4.1 邯鄲断裂与磁县一大名隐伏断交汇部位的磁县—南来村一段，经过实际探测试验，氢气含量最高，且有一定异常的幅度和宽度。此结果与跨断层的位移形变测量、小震活动资料、地震构造背景以及重力、地磁资料结果所得到的异常部位相一致。据有关资料分析，该段断层破裂程度较高。破碎带较宽，存在地球化学，地球物理场等各种异常，不仅是断层气异常带，而且磁测、重力及形变都存在不同程度的异常，它不仅是构造交汇部位，又是地震活动频繁地带。基本符合我们认为的断层气灵敏“穴位”的判别条件，因此，认为该区段是断层气映震“灵敏区”。

4.2 利用断层气研究断层活动性和寻找气体映震灵敏部位可借鉴的资料较少，属于探索性的工作，因此，在工作中要十分注意选好工作区域和注意各种地质因素和人为因素，才能达到所要研究的目的。

本课题在试验研究过程中，曾得到吕梦林、王吉易和王永才等同志的指导，特致谢意。

(1997 年 1 月 15 日收到初稿)

参 考 文 献

- 1 张伟，等．气体地球化学方法在探索活断层中的应用．中国地震，1988，4 (2)．
- 2 刘德林．1830 年河北磁县 $7\frac{1}{2}$ 地震的若干问题．山西地震，1988，(1)．
- 3 江娃利，等．太行山前断裂带活动特征及地震危险性讨论．华北地震科学，1984，2 (3)．

A TEST STUDY OF SENSITIVE " ACUPOINT" OF FAULT GAS RADON

Huang Xuchen

(Hanxing Central Seismological Station of Hebei Province, Handan 056001)

Abstract

By using geochemical method to study the radon in soil on structural convergence position with relatively thick overlay and combining the geophysical data and seismicity in that region, the present activity of the fault has been evaluated and a preliminary result has been obtained. The convergence position of Handan fault of the Taihang mountain range front fault and Daming—Cixian hidden fault is defined as a sensitive "acupoint" to response earthquakes by fault gas, the Cixian—Nanlai village section belongs to a sensitive point to response earthquakes by fault gas, that is a sensitive "acupoint". This section can be taken as an ideal place to make a further test study on seismicity in that region.

Subject words: fault gas; emanation observation; radon; Taihang mountain range—front seismic tectonic zone