

土壤气干扰因素初步实验研究

1、前言

近年来,国内外不少学者致力于气体地球化学元素预报地震的研究,但对断层气的干扰因素研究较少。作者对此做了初步研究。本文介绍了主要研究结果。

2、实验场地条件及观测仪器

实验场地设在山丹红寺湖地区和兰州地震研究所院内。

红寺湖地区位于龙首山北麓,为山前洪积倾斜平原,有一条 NWW 向压扭性断层从该地区通过。该断层倾向为 SSE,上盘为震旦纪变质岩系,主要为钙质板岩、千枚岩,裂隙较为发育,下盘为侏罗纪红色粘土质砂页岩,岩石较为致密,裂隙不发育,透水性差。断层破碎带上可见强烈挤压形成的糜稜岩及断层泥。气体实验观测固定点设在断层破裂面上,临时测点跨断层设置,剖面测线长约 1000 米左右,如图 1 所示。

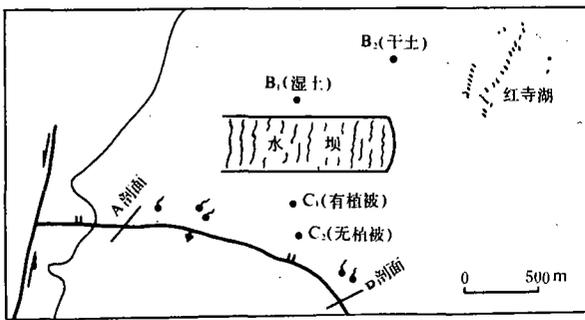


图 1 红寺湖实验场地概况及测点布设图

兰州地震研究所院内观测点位于厚层的黄土层上。在距实验点几米以外有水泥路和楼房。

在红寺湖现场用 FD-3017 仪测土壤氧气含量;用 JM-3 型数字金膜测汞仪测量汞;在兰州用 FD-125 测氡仪和英国派氏-尤利甘姆仪器公司生产的 SP9-800 型双光束数字式原子吸收分光光度计分别测试壤中氧和汞,使用日本的 AFG-

500 移动型活断层气体分析仪器来测试氮和氢。

3、实验内容和结果

在实验区内选择不同条件,分别观测壤中氧、汞、氮和氢的含量变化。

(1) 横跨断层的实验

横跨断层取剖面 D,沿 D 剖面布设 4 个测点。D₀ 点位于断层上;断层宽度大于 1 米,D₁、D₂、D₃ 点在断层外,位于第四系洪积层上。剖面的位置如图 1 所示。氧、汞、氮、氢实验结果如图 2 所示。

(2) 干湿土壤干扰实验

在距跨断层的 D 剖面北 1 公里处的川地有一个水坝。我们在坝边及离坝边不远的干土壤处做了干湿土壤的实验,取剖面 B,观测点的相对位置见图 1。B₁ 点位于水坝边,土壤潮湿,B₂ 点位于干土内。实验结果如图 3 所示。

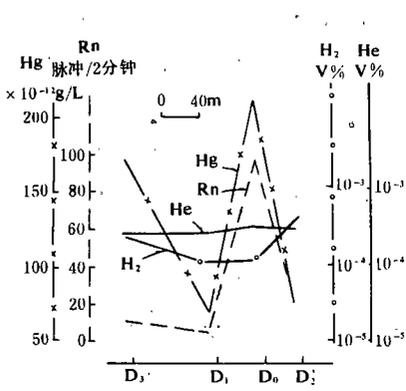


图 2 红寺湖跨断层 D 剖面汞、氡、氦、氢含量变化

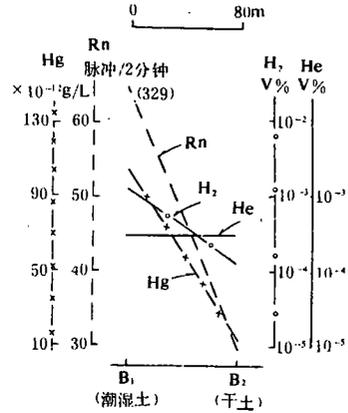


图 3 红寺湖 B 剖面干湿土壤汞、氡、氦、氢含量变化

(3) 植被干扰实验

在红寺湖地区取剖面 C 进行植被干扰实验。测点的相对位置见图 1。C₁ 点处长满了半人高的草本植物，C₂ 点距 C₁ 点只有 15 米，没有植被分布，两测点都位于砂土内，其湿度相同。实验结果如图 4a 所示。

在兰州地震研究所院内也作了植被干扰实验。取剖面 E，E₁ 和 E₂ 两点土壤湿度相同，疏松程度相同，E₁ 点长满了草，而 E₂ 点无植被，两点相距 20 米，实验结果如图 4b 所示。

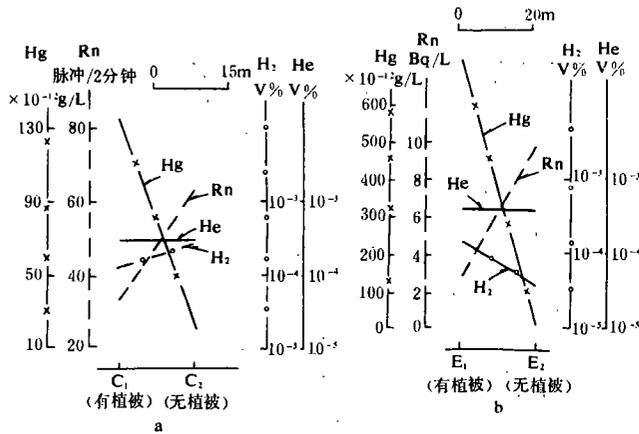


图 4 植被实验中汞、氡、氦、氢含量的变化
a. 红寺湖 C 剖面 b. 兰州 E 剖面

(4) 岩性干扰实验

在红寺湖地区选择 A 剖面及 D 剖面的 D₁ 和 D₃ 点做岩性干扰实验。A 剖面的岩性与 D₁ 和 D₃ 点的岩性不同，见表 1。测试结果如图 5 所示。

(5) 降水干扰实验

实验目的是观测降水前、降水初期和降水之后的上述各组分的变化特征。

氡的降水干扰实验结果如表 2 所示。从 8 月 11 日到 8 月 21 日一直陆续有较大降水，

降水量为 102.3 毫米，此期间共取样三次。表 3 和表 4 分别列出了其它三种组分的实验结果。

4、讨论

位于断层上 D₀ 点的汞、汞含量比断层外的 D₁、D₂、D₃ 点高出几倍，这一结果和国内前人的结果是一致的 (图 2)。

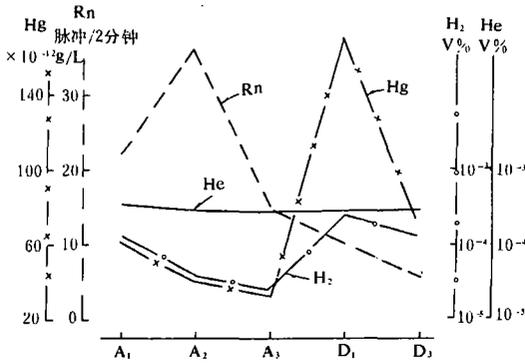


图5 红寺湖岩性实验中氡、汞、氦、氢含量的变化

从图3、图4a、图4b、图5中可以看出，氡在湿土壤中的含量比干土壤中高出十几倍；在有植被的地方含量低，无植被的地方含量高；在变质岩中含量高，在第四系红粘土质砂页岩中含量低；在无降水时和大的降水刚发生时氡的测值低，大的降水过了一、二天之后氡值升高，如果连续有较大的降水，氡值持续升高（表2）。

对于上述结果可以作如下解释：氡在岩石中的扩散系数极小，只有当镭分布在与水相接触的岩石表面的时候，氡才易从岩石中析出来¹⁾。对于潮湿的土壤，由于其内水份多，

氡易析出来，存在于岩石的空隙中，并达到放射性平衡，所以湿的土壤比干的土壤含氡量高。由于在植被覆盖地区，土壤中植物根系发育，而且有大量的虚根，氡气附着于植物的根系部位⁽²⁾，使氡不利于成为自由氡。因此，有植被地区氡含量低，无植被地区氡含量高。大的降水可使地表土壤变得致密，从而阻止地球内气体向大气中逸出，使表层土壤下部所含气体的浓度增高⁽²⁾，因而产生有大的降水时土壤中氡含量比无降水时高。当镭分布在与水相接触的岩石表面的时候，氡易从岩石中析出来，这需要有一个过程，大的降水刚发生时此过程刚开始，所以此时取样观测氡值不增高。在大的降水过后比无降水时氡值增高是上述两个原因综合作用的结果。

表1 土壤气含量和岩性表

点号	A1	A2	A3	D1	D3	点号	A1	A2	A3	D1	D3
岩性	变质岩系，主要为钙质板岩、千枚岩，裂隙发育			第四系洪积物，红色粘土质砂页岩，岩石较致密，裂隙不发育		岩性	变质岩系，主要为钙质板岩、千枚岩，裂隙发育			第四系洪积物，红色粘土质砂页岩，岩石较致密，裂隙不发育。	
Rn 脉冲/2分钟	22	36	15	10	6	H2 V%	1.2×10 ⁻⁴	5.8×10 ⁻⁵	4.0×10 ⁻⁵	4.0×10 ⁻⁴	1.2×10 ⁻⁴
Hg×10 ⁻¹² g/L	60.9	41.8	34.8	170.6	74.8	He V%	5.2×10 ⁻⁴	4.8×10 ⁻⁴	4.8×10 ⁻⁴	4.8×10 ⁻⁴	4.8×10 ⁻⁴

表2 氡的降水实验结果

	取样和观测日期	降水情况	Rn 测值 Bq/L		取样和观测日期	降水情况	Rn 测值 Bq/L
第一组	7月23日	无降水	13.6	第二组	8月11日	56.9毫米	15.6
	7月26日	8.2毫米	14.9		8月14日	从8月11日到8月21日降水量为	21.7
	7月27日	无降水	16.7		8月21日	102.3毫米	24.6

1) 王长岭等，地下水含氡量观测与地震预报探索，1982。
 2) 魏柏林等，从测定壤中的气汞量来研究活断层，1986。

表 3 汞的降水实验结果

	取样和 观测日期	降水情况	Hg 测值 $\times 10^{-12}g/L$		取样和 观测日期	降水情况	Hg 测值 $\times 10^{-12}g/L$
第一组	7月6日	有降水, 降水量 为 5.9 毫米	2519.3	第二组	7月20日	无降水	909.3
	7月10日	无降水	636.5		7月27日	7月26日降水为 8.2毫米	2835.5
					8月13日	8月11日降水为 56.9毫米	4268.6

表 4 氮、氢的降水实验结果

	取样和 观测日期	降水情况	H ₂ $\times 10^{-4}\%$	H ₂ $\times 10^{-5}\%$		取样和 观测日期	降水情况	H ₂ $\times 10^{-4}\%$	H ₂ $\times 10^{-5}\%$
第一组	7月6日	5.9毫米	4.4	0	第二组	8月9日	无降水	4.8	6.6
	7月10日	无降水	4.4	0					
第二组	7月23日	无降水	5.2	0		8月13日	8月11日降水 为 56.9 毫米	5.7	5.3
	7月26日	8.2毫米	5.6	0					

在湿土壤中汞含量比在干土壤中高出十几倍; 有植被的地方汞含量高, 无植被的地方汞含量低; 汞在变质岩中含量低, 在第四系红粘土质砂页岩中含量高; 在无降水时测值低, 有降水时测值高 (表 3)。

产生上述情况的原因可能是: 汞具有较高的挥发性和极强的穿透力, 各种来源的游离汞沿着裂隙向地表扩散, 在土壤中形成了吸收晕、吸留晕和游离汞气晕。吸收晕是疏松沉积物将汞从气体和溶液中吸收、吸附的结果。吸留晕是岩石和土壤的细小孔隙对汞蒸气的吸收而形成的晕^[2]。汞在湿土壤中的含量高是由于湿土壤使汞形成吸留晕的缘故。在有植被的地方汞含量比在无植被的地方高, 可能是由于植物的根系是疏松物, 其将汞吸收、吸附形成吸收晕的缘故。有大的降水发生时, 地表土壤变得致密, 从而阻止地球内气体向大气中逸出, 使表层土壤下部所含气体的浓度增高。因而形成有降水时汞测值高的现象。一旦降水停止, 土壤变干燥和疏松, 汞的浓度就又恢复到正常值。

氮、氢在上述实验中含量没什么明显的变化, 氮的含量几乎都在 $5 \times 10^{-4}\%$ 左右范围内, 氢的含量只有不大的变化, 其原因还需要在今后的实验研究工作中继续探讨。

(国家地震局兰州地震研究所 陶淑芬 王长岭 刘耀炜
姜大庸 沈克金 宁志珍 陈兰庆 张世琴)

参考文献

- [1] 张炜等, 水文地球化学预报地震的原理与方法, 科学教育出版社, 1988.
- [2] 金继宇, 应用于地震预报的气体地球化学, 世界地震译丛, No. 5, 1989.

(下转 85 页)

3、小结

强余震的临震预报是现场工作中重点需要解决的问题。我们在预报共和地震强余震过程中有如下认识和体会:

(1) 在计算 h 值时, 不必拘泥于地震次数越多越好。只要地震数目达到一定的要求, 其计算结果是可以用于判断地震趋势的。

(2) 用等待时间法预报强余震发生时间效果虽好, 但必须在发生了 3 次余震活动以后才能使用。在计算余震活动时, 不一定局限于 4.5 级地震, 具体情况可以灵活掌握。选择强余震活动开始时间时, 最好将强余震活动时间分段, 然后以 4 级地震开始活动的时间做线性拟合, 这样拟合出的直线效果较好。

(3) 等待时间法是一种统计预报方法, 在预报强余震发生时间时还需要结合其它方法, 如 b 值、能量释放等。

(国家地震局兰州地震研究所 刘维贺 肖丽珠)

TREND JUDGEMENT AND IMMINENT PREDICTION OF AFTERSHOCKS AFTER THE GONGHE EARTHQUAKE OF 1990

Liu Weihe , Xiao Lizhu

(*Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB, China*)

(上接 95 页)

A PRELIMINARY EXPERIMENTAL STUDY ON INTERFERENCE FACTORS OF SOIL GAS

Tao Shufen, Wang Changling, Liu Yaowei, Jiang Dayong,

Shen Kejin, Ning Zhizhen, Chen Lanqing, Lei Lansheng,

Zhang Shiqin

(*Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB, China*)