

水氦突变中的干扰问题

唐丰年 龙 明

(兰州地震研究所)

摘 要

本文根据近年来我们在现场开展水氦干扰因素试验研究的结果,集中论述了当前视为较好临震指标的水氦突跳中的各类干扰因素及其原因。指出气象因素(如降雨等)、地质因素(如滑坡)、水文地质因素(包括水动力条件的改变)、水点自然环境因素(包括出露条件)以及某种偶然因素等都程度不同的引起水氦突变,必须因象(井)制宜的开展试验,掌握并排除干扰,才能有效的突出地震异常。我们还就识别、排除干扰的方法作了探讨,提出在构造区域范围内布点,开展多点水化(氦、气和其他化学组分)综合观测、试验、研究,是识别干扰和判断地震异常的有效方法。

地震预报的实践和中强震前各种前兆现象对比结果,给人们留下的印象是:水氦是一种较好的前兆手段,尤其水氦突跳常被视为临震信息而受到重视。然而,引起地下水中氦含量变化的原因很多,也较复杂。弄清并掌握非地震的影响因素,是当前地震预报中急待解决的问题。本文依据我们近年野外现场试验的结果,对水氦突变中的干扰因素作初步讨论。

突变类型及其原因

这里所说的突变包括脉冲式的单点突跳和台阶式的突升(或突降)两种。前者多系某种偶然的随机因素暂时干扰的结果,后者纯属某种客观条件改变后有相对较长时间变化所致。

1. 脉冲式突跳

<1>抽水引起水氦突跳:如甘肃清水温泉出露在花岗岩侵入体与元古界变质岩系的接触带附近。泉水出露地表后蓄积在一长2.0米、宽1.70米、高4.0米的井池内,水深2.0米。附近亚麻厂不定期抽取温泉水,直接影响该泉水氦含量的变化。现场抽水试验结果得出:有规律的正常抽水(每天定时、定量抽水),不会引起泉水氦含量的突变;无规律抽水(停抽天数不等)是造成清水温泉水氦突跳的重要干扰因素(见表1)。由于正常抽水时,热水涌水量相对稳定,泉水从氦源携带氦气出露地表的时间也相对稳定,则对测值的影响可忽略。而无规律抽水时,却破坏了原水系的平衡条件,在停抽数日后又开始抽水,就比停抽时有更大量

的新鲜活水涌出泉眼。此水动力条件的改变加速了水的径流，及时携带氦气出露地表，对半衰期仅只3.825天的氦的衰变量就大大减少，因而测得了高值，表现为不同幅度的单点突跳。

表1 清水温泉无规律抽水对氦值的影响

Table 1

停抽天数	观测日期	停抽数日后，再开始抽水前的氦值	抽水后，待水位恢复时的氦值	变幅
四天	79.5.24.	98.2	101.6	3.4%
近一月	79.9.7.	89.8	106.8	18.9%
两天	79.9.11.	88.5	96.2	8.7%

注：表内测值均为三个平行样的均值

〈2〉降雨引起水氦突跳：如甘肃武山温泉地区1°泉系风化裂隙水，水温10℃，泉水从裂隙涌出后，通过粘土层呈股状流出，积于1.5米²左右的坑池内。1980年5—10月份对比观测结果表明，平时观测资料比较稳定，全部资料中只有四次明显突降，其中两次是大雨对出露后泉水的急速稀释作用引起的。另外两次是当地群众挖泉改变出露条件造成的。

〈3〉泉水出露条件的改变引起水氦突跳：又如武山温泉地区20°泉，是位于聂河断裂带上的低温矿泉，水温19℃，泉水从裂隙出露后通过坡积物呈小股状流出。1980年10月23日取样时，发现泉眼被坡积物淤堵，泉水从多处渗透流出而无法取样。由于抛挖被堵物而改变了原出露条件，氦值由前一天的17.4埃曼突升到31.8埃曼，变幅82.7%，10月24日恢复。这可能由于人为改变了出露条件，只暂时对相距较近而氦量不同的几个出露点流量的混合比产生影响，而对整个水系并没产生作用，所以很快恢复原混合比，亦可能由于暂时改变近地表径流速度或泉水出露后的贮存状态；亦可能改变地表潜水等通过松散坡积物对泉水氦含量作用的稳定条件……。总之，由于出露条件的改变引起泉水氦含量变化的原因较复杂，因泉有别，应作具体分析。

〈4〉地表水的偶然混入引起水氦突跳：图1是武山21°温泉在地表冷水渗漏混入后引起水氦、水气及其它化学组分变化的试验曲线¹⁾。明显看到氦值降低的同时，氧的

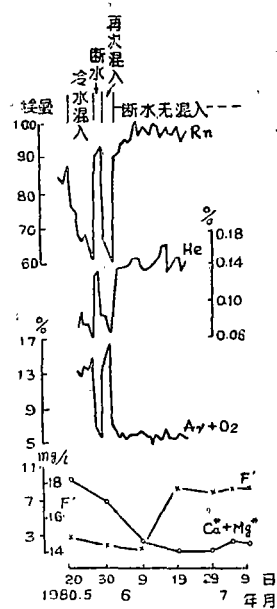


图1 武山21°温泉在地表水混入时对氦和其它化学组分的影响

Fig. 1 The surface water mixed into Wushan hot spring 21 affects radon and other chemical compositions.

1) 唐丰年、倪明康、李彤起、王振亚、何跟巧、郭玉英、陶淑芬、任定荣、孔学周，武山试验场地球化学短临前兆的研究（内部）1980。

增高是潜水或空气混入的标志。又氮的降低、氟离子处低值、钙镁处高值（地表水中氮、氟离子的含量低于温泉，而钙镁离子的含量却高于温泉水中的含量），进而证明温泉水中氡的突降纯属地表水混入的结果。当断开地表水时，各组分均同步反向变化，可见地表水的偶然混入也可引起水氡突变。

尽管该泉的构造、水文地质条件、出露条件都较满意，但由于泉点上方用于灌溉的引水管大量漏水，逐渐渗漏形成了地表水混入温泉水的通道。一旦灌溉引水流过管道，就造成程度不同的混入，引起氡值突降。

〈5〉气水混合比的不均匀引起水氡突跳：不少井(泉)都有逸出气。但逸出气的冒出既不均匀又无规律。因此，在取样时，气水混合比无法控制，平时的观测资料虽也波动频繁，但影响不大。如若某次偶尔有大量逸出气混入，则氡值立即突升。如北京小汤山温泉、山东抬远 5°热水孔、云南曲江温泉……都有此种现象存在。这种不定期无规律的突跳，是干扰还是地震信息就真假难分了。

2. 台阶式突升（或突降）

〈1〉滑波活动引起水氡台阶式突升〔1〕：武山温泉地区小汤沟北岸近沟口处发育有大、小两级滑坡，其组成物质主要是黄土及花岗岩的风化产物，下伏基岩为印支期花岗岩，滑坡底部有泉水出露，编号24°、26°。其中26°泉位于小滑坡上方，与下方的24°泉相距约15米。1975年5月23日前后小滑坡顶部产生裂缝时，26°泉氡值由26埃曼上升到300多埃曼，最高达402埃曼。而24°泉却从90埃曼下降到10多埃曼。7月15日小滑坡下滑活动后，24°氡值又从20埃曼左右突升到200埃曼左右（而26°泉已被封无资料）。但在滑坡体外的27°、28°泉氡值在这两次明显的滑坡活动中，却无变化，足以证明在滑坡体上的泉水氡值突变是滑坡活动引起的。

〈2〉取样条件—自然环境某种因素的偶然变化引起水氡台阶式突变，如陕西宝鸡高泉水氡1979年由7.5埃曼上升到10.5埃曼，相对变幅40%，而后按其年动态变化，至1980年9月再次突升，峰值达16埃曼，再次变化52%（图2）。此长时间、大幅度的两次台阶式突

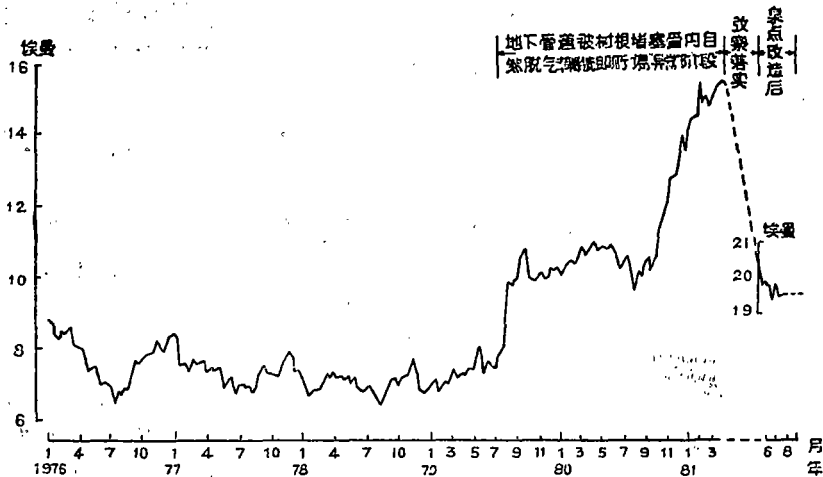


图 2 宝鸡水氡旬变曲线（1976—1981）

Fig. 2 The curves of radon in Baoji spring changed in the ten-day periods from 1976 to 1981,

升¹⁾，是由于该泉水出露后先积于地下积水廊道（由一竖井与大气相通），使氦含量由泉水出露时的20埃曼左右降至池内15—17埃曼，再经坡降4%的27米地下暗管（流水只占 $\frac{1}{4}$ 管径）流出，在管内极大程度的自然脱气后取样，使氦含量再次下降为7—8埃曼。后因27米管道逐渐被树根壅塞，使管内脱气程度减小，氦值上升到10.5埃曼左右，到1980年9月23日特大暴雨携带泥沙进入管道，沉积在树根周围，进一步堵塞管道，使积水在承压状态下透过堵塞物流出，暗管内自然脱气部分最大程度的降低，使管道出口处的氦值提高到进口处的氦值，即16埃曼左右。现对泉点改造后，将泉水从出露点用钢管引出取样，彻底改变了与大气充分接触的不良条件，测得了该泉水中氦的真正含量20埃曼左右。

〈3〉标定引起台阶式突变：通常仪器性能变化，引起两次标定结果的相对偏差在5%以内，有时略大于5%，导致资料产生5%的台阶式突变，是正常现象，对资料加以技术处理即可消除。但有时由于所用标准源不标准（有配制问题，也有使用中的损失问题）或标定操作不严格，致使两次标定带来的误差远远大于仪器性能变化对测定的误差，结果使观测资料发生成倍的突变。如宁夏石嘴山台水氦资料，可能属于此类。

综上所述，引起水氦突变的干扰因素可归为：气象因素（如降雨等）、地质因素（如滑坡）、水文地质因素（包括水动力条件的改变等）、水点自然环境因素（包括出露条件）和种种出乎意料的偶然因素等五大类。但对某一水点，并非五类因素同时进行干扰，也不是某一大类因素中的诸因素都起作用。因此，具体水点具体分析，因点制宜开展干扰试验，掌握并排除之。

另外，研究干扰是为了更有效的突出异常。根据以往震例和对干扰的初步试验、研究，笔者认为，尽管影响水氦临震突变的因素较多，但它仍是一种较好的前兆手段，尤其作为临震信息在发震时间的予报上突破的可能性较大。为此，必须首先加强对干扰问题的突破。

干扰识别及排除方法

根据近年来我们着手干扰试验、研究的粗浅感受，认为在构造区域范围内布点，同时开展多点多项目水化综合观测、试验，是识别干扰和判断地震异常的有效方法。

1. 构造区域范围内布点

在较大范围内的构造体内，选择水文地质条件较好的水点，必要时可在特定的构造部位钻孔使之控制一定范围内的地下活动。

例如：前面提到的宝鸡高泉水氦1979年、1980年两次突变异常，从区域范围考虑，高泉位于北西向和东西向构造交汇地带，在此构造带上的陇县、宝鸡县赵家河、眉县等温泉水氦在同期内并无同步异常出现（图3）。这就是当时初步判断为不是地震异常，可能为干扰引起的依据之一。经现场考察、试验，以充分的证据结论为干扰造成。

又如：甘肃永昌毛草泉（断裂上升泉）和山丹红寺湖泉（断裂上升泉），都位于龙首山断裂带，相距80公里。这两个泉的水氦分别于1982年1月21日和2月9日出现突跳（图4）。随后于1982年2月12日在武威九条岭先后发生M_s3.5、3.3两次小震，如果是这次地震异常的话，那么此同步异常是可信的。

1) 刘快胜，唐丰年，林思诚，米秋霞，贾保祥，宝鸡水氦异常的原因（内部）1981。

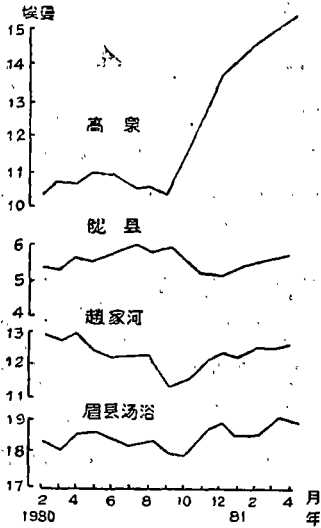


图 3 宝鸡地区区域范围内各水点氡值变化
Fig. 3 The radon level changes of various observation springs in the Baoji area.

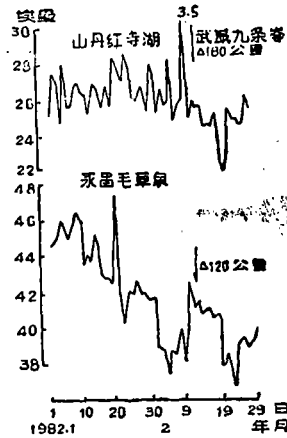


图 4 甘肃红寺湖泉、毛草泉水氡临震异常
Fig. 4 The imminent-term radon anomalies of both Hongsihu and Maocao springs in Gansu province before earthquakes

2. 开展多泉多项目水化综合观测

1980年5—10月，甘肃武山水化试验场沿温泉出露的聂河断裂带布设不同类型的水点7个，同时开展多项目综合观测、试验。研究结果¹⁾指出：在同一时段内，不仅在多泉点而且在多项目上先后出现同步异常变化，同时具有异常的突出性和唯一性，方能视为地震异常。图5是1980年7月17日离试验场约30公里的礼县洞井发生M_s3.4级地震前，大汤沟温泉

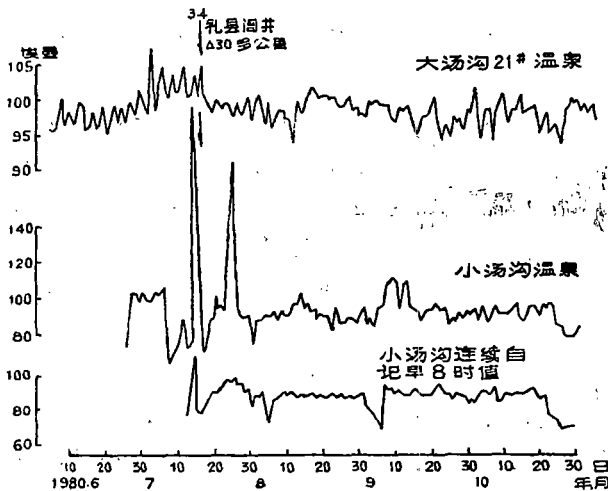


图 5 武山温泉地区水氡日变曲线 (198.6.—10)
Fig. 5 The changes of radon in Wushan hot spring area in the daytime,

1) 同前《武山试验场地球化学短临前兆的研究》一文

和小汤沟温泉水氡点测与连续自记对比观测的临震异常变化图。与此同时，还有水中溶解气氮、氟离子以及氧化原电位等都有明显的同步异常显示。

此多泉水、多项目的同步异常的可信度就比单点单项目（如水氡）异常的可信度大大地高了。另外，前面例举温泉冷水混入试验（见图1），虽然也有多项目的同步异常，但它只出现在21°温泉，而其它泉点并无任何同步异常响应。据此，可初步认为是干扰，然后再按各异常项目的变化进而分析确定是否干扰造成。如果只是单泉单项目的“异常”变化，就基本可以否定是地震异常。

3. 进行泉点出露条件的认真改造，是排除干扰行之有效的一个重要环节。虽然引起水氡突变的干扰初步分析归为五类，但很多干扰的出现，与出露条件不好有直接关系。尤其那些构造部位、水文地质条件都比较好，而出露条件较差的水点，应首先着手改造，消除干扰的隐患。这可说是十多年来回头总结水化予报地震工作的头一条教训，必须引起我们充分重视。

（本文1982年4月21日收到）

DISCUSSION ON THE INTERFERENCES ACCOMPANIED WITH THE SUDDEN CHANGE OF RADON CONTENT IN GROUND WATER

Tang Fengnian Long Ming
(The Seismological Institute of Lanzhōn)

Abstract

At present, the sudden change of radon content in ground water is regarded as a better index of immediately prior to the occurrence of earthquake. In this paper, our discussion will centre on the interferences presented in the sudden change of radon and their causes.

Based on the experimental results obtained from the field test station of radon measurement, we point out that many factors, such as meteorological (rainfall), geological (landslip), hydrogeological (change of the hydrokinetical condition), environment of spring site (outcrop condition) and other accidental factors can lead to the mutation of radon content. For this reason we must take suitable measures to learn springs (wells) conditions so as to carry out the observation, only when the interferences are removed the precursor anomalies become may outstanding

In this paper, we have also made discussion on the methods of distinguishing and eliminating the interferences. It is fully proved that to set up the hydrochemical station in the tectonic region and carry out comprehensive hydrochemical observation and research (including radon dissolved gas and other chemical components) at more stations is an effectual way to identify interferences and define out the way forward for developing earthquake prediction by hydrochemical method.