

某些电化学分析方法在 地震预报中的应用

王振亚 陶淑芬

(国家地震局兰州地震研究所)

摘 要

本文简要介绍了离子选择电极、氧化还原电位(Eh)等电化学分析方法的原理、测试技术。並以1980年甘肃间井3.4级地震取得的现场观测资料说明, 氟离子、硝酸根、Eh等项目在地震前有较明显的前兆反应。以离子选择电极为主的电化学分析方法具有所需仪器设备较少、测定手段简便、便于现场实地观测、易于实现连续自动化等优点。是水化多项观测的切实可行的方法, 必将在地震预报的研究中发挥一定的作用。

近年来我们结合野外现场观测和震情监视, 开展了以离子选择电极为主的一些电化学分析方法的研究, 取得了一定成绩。我们认为电化学分析方法是实现水化多项目观测的比较切实可行的方法。

1980年我们在甘肃武山温泉水化试验站取得了一次3.4级地震前异常变化的较好实例。现将观测研究情况简要介绍如下:

一、概 况

1980年6月—11月, 我们在武山温泉水化试验站用离子选择电极、pH、氧化还原电位(Eh), 电导等电化学分析方法对多个泉点进行了现场观测。

主要二个观测泉是21*和小汤沟, 它们都处在聂河断裂带上, 属于深循环的矿泉水, 水温45℃左右, HCO_3^- — Na^+ 型水, 流量约110毫升/秒, $\text{pH} \approx 9.0$, 氨含量在100埃曼左右, 氟离子含量为17毫克/升左右。

7月17日在震中距为40多公里的狼渡里附近($34^\circ.21\text{N}$, $104^\circ 51\text{E}$)发生了一次3.4级地震, 震中位置见图1。尽管震级不大, 但由于距离较近, 还是有所反应的, 特别是离子选择

电极中的氟离子、硝酸根离子和氧化还原电位Eh对应较好。

二、 氟离子、硝酸根离子 选择电极观测

离子选择电极能将溶液中某特定离子活度的变化直接转换成电极电位的变化, 转换关系符合能斯特公式。

我们观测的目的是根据离子含量的变化预报地震。因此没有必要求出绝对量, 只要测出相对变化就可以了。我们采用的方法是标准液相对测定法。就是将离子选择电极和适当的参考电极组成测量电池, 根据水样中待测离子含量大小、选取适当的标准参照液, 按照由稀到浓的顺序分别测定标准液和水样的电位值, 测定结果以 Δmv 表示:

$$\Delta mv = |mv_{\text{样品}}| - |mv_{\text{标准}}|。$$

以 Δmv 对时间(天)做图。图2、图3为氟离子日变曲线, 图4为硝酸根日变曲线。

从图2可以看出, 1*泉氟离子的含量从六月中旬开始有上升趋势, 于震前两天出现突跳, 幅度达44.4%, 震后波动一段时间后, 于8月底开始稳定在正常变化范围2.9—2.5 mv内。

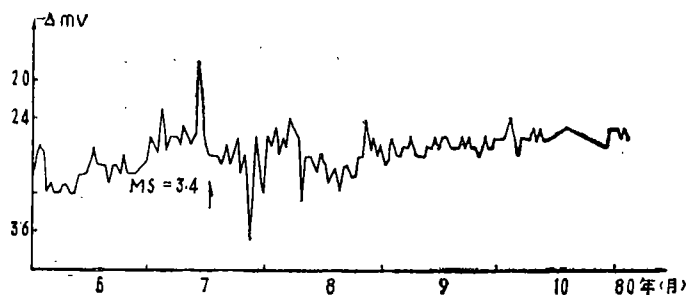


图2 1*泉F⁻含量日变曲线

由图3可见21*泉水中氟离子的正常变化范围是+2~+1mv。在地震前后, 异常持续两个月, 七月初开始在高值+1~0mv波动, 在此背景上于震前10天和7天两次突升到-1mv, 震后仍在高值波动, 近一月才恢复正常。

氟离子在震前呈现正异常, 其原因是武山地区泉水温度愈高, 循环的深度愈深, 氟离子含量也愈高。由此可以推断氟离子主要来源于深部。1980年7月17日地震时, 泉水所在地方处于压缩区, 深部岩石中含氟离子较高的孔隙、裂隙水在地应力作用下有一小部分被挤压了出

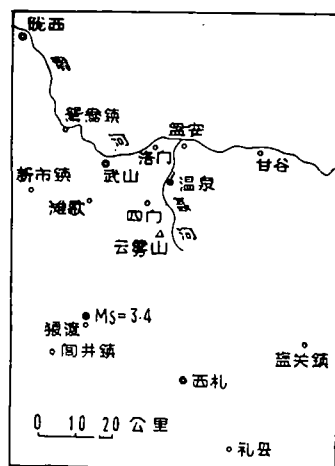


图1 1980年7月17日3.4级
地震震中位置略图

来,使泉水中氟离子含量有所增加。但因地震震级较小因而所显示的正异常幅度也较小(见图3)。

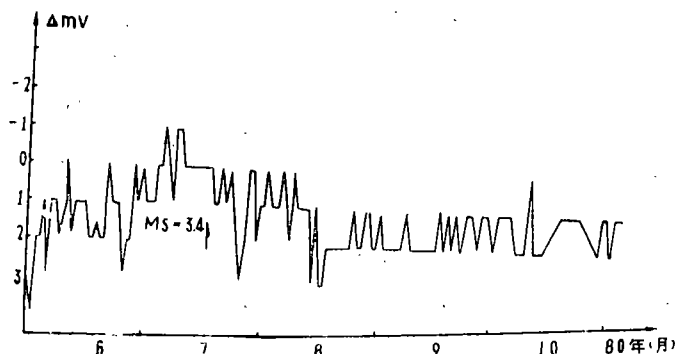


图3 21#泉 F^- 含量日变曲线

硝酸根可作为泉水污染的指标。一般来说,泉水来源愈深、受外界干扰愈小,其硝酸根含量也愈低。地震前由于受地应力压缩作用,使深部还原性成份上升,泉水受深部因素影响比平时增大(这从氧化还原电位震前的负异常变化可以得到证明,见图5、图6)。外界影响相应减小,因此硝酸根震前呈负异常(见图4)。图形上的高值跳动是受外界因素干扰,与地震无关。

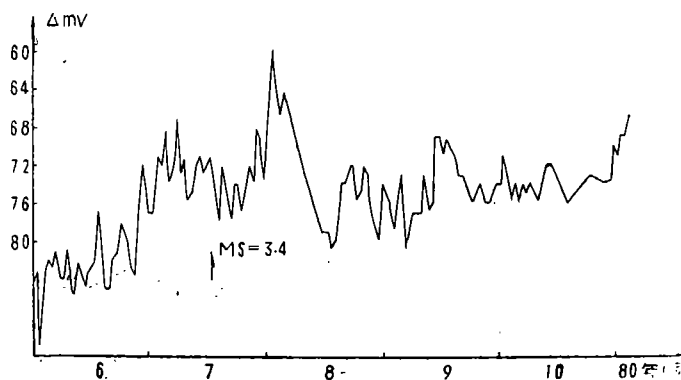


图4 小汤沟 NO_3^- 日变曲线

使用的仪器设备主要有:PHS—2型酸度计、GSP—76—01型硝酸根电极、CSB—F—1型氟电极,212型和232型饱和甘汞电极

三、氧化还原电位(Eh)的测定

溶液中存在多种变价离子、分子或离子集团时(如 Fe^{+2} 、 Fe^{+3} 、 Mn^{+2} 、 $Mn^{+4}O_2$ 、 H_2S 、 NO_2^- 等),由于各自的氧化还原电位的差异,当不同种类相碰撞时,就会发生电子的转移,即氧化还原反应。Eh就是衡量溶液中氧化态(或还原态)物质浓度大小以及氧化(或还

原)能力强弱的标志。我们借助不参加反应的惰性电极,如铂金电极作为这种氧化还原反应的场所及电子的导体,使得铂金电极上的电位随反应不同而改变并符合能斯特公式,同另一支参考电极构成测量电池,其电动势就叫 E_h 。

地下水的 E_h 值变化范围很大,由地表附近的+550mv到地下3公里深处的-480mv。根据A.B.谢尔巴科夫的研究,氧化带的下限 E_h 值大约为+250~+300mv。

武山各观测泉的 E_h 值在正常情况下都高于+250mv,并随着 p^H 的增高而降低,由此可以推断泉水主要受氧化带的影响。

我们所采用的仪器为pHS-29A型酸度计,最小刻度10mv, i213型铂金电极和212型甘汞电极。测定时严格按操作规程进行,定期用标准 E_h 溶液进行标定。由于 E_h 值易变,最好在现场测定。

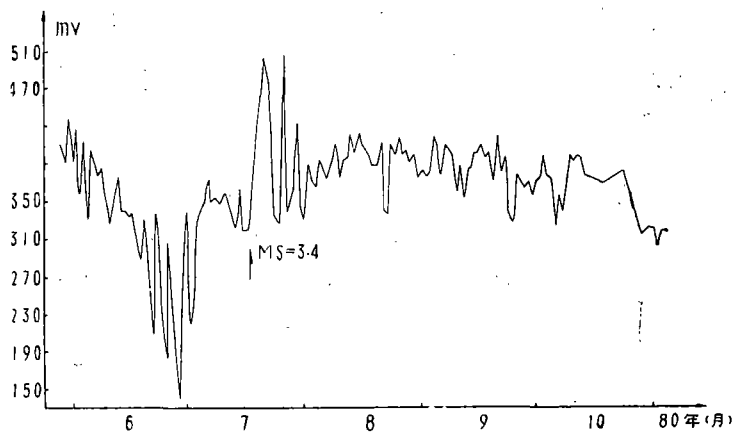


图5 21*家 E_h 日变曲线

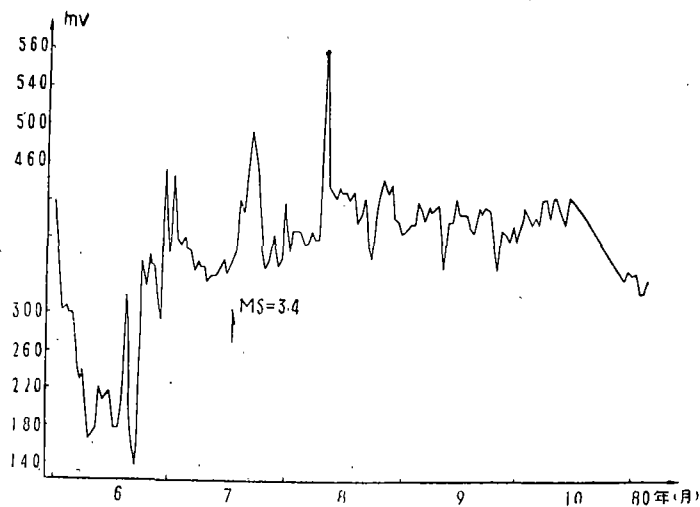


图6 小汤沟 E_h 日变曲线

因为所观测的泉水均在氧化带上,多少都要受到外界因素的影响(特别是大气中氧气使Eh值增高)。因此我们认为高Eh值的出现与地震无关,是干扰造成,只有出现低于+250 mV负异常时才可能是地震的前兆异常。根据这个原则,从图5、图6可以看出,21*泉在6月22日~7月3日,小汤沟泉在6月7日~6月23日出现的前兆负异常可能是受深部还原带、还原性物质的影响产生的。至于高值突跳没有发现什么规律性我们认为是干扰因素引起的,与地震无关。

Eh除和溶液本身含有的各种变价离子的相对浓度有关外,周围介质一些条件的变化,如温度、压力、磁场、超声波等,也会引起Eh变化,它们的作用相当于催化剂,能够影响氧化还原反应的方向和速度。

四、结 语

武山水化试验站观测结果证明,离子选择电极、氧化还原电位、pH、电导等电化学分析方法具有快速、准确、简便易行等优点。所需仪器设备简单,比较适用于监测水质动态变化以预报地震。同时也是进行水化观测多路探索、且适合于台站使用的比较切实可行的分析方法。

上述电化学分析法所能分析的项目,基本上包括了地下水中主要的一些化学因子。Eh、pH、电导是综合性的物理化学指标。离子选择电极所能分析的离子已有30种左右,因此深入研究和推广电化学分析方法,对早日攻克地震预报关,将会起到一定的作用。

(本文1981年1月21日收到)

THE APPLICATION OF SOME ELECTROCHEMICAL ANALYTIC METHODS TO THE PREDICTION OF EARTHQUAKE

Wang Zhen-ya Tao Shu-fen

(The Seismological Institute of Lanzhou, State Seismological Bureau)

Abstract

introduces Some theories and measurement techniques of the electrochemical methods, ion selective electrode and Eh, ~~are introduced simply in this paper.~~

On the basis of data ~~obtained from the field~~ of Lüjing earthquake (M=3.4) 1980, it is indicated that there are obvious precursory anomalies for the fluorine, ^Wnitrate and Eh before the earthquake. On the other hand, ~~we accentuate that~~ the electrochemical method have some excellent features, for example, less instruments required, simplicity of operation, convenient to observe at field, easily to make up measurment continually and automatically, etc. It is an effective and practicable method to set up comprehensively hydrochemical observation.

We are sure that these methods would play an important part in the research of prediction earthquake.