

地下水与地震

一、地下水与地电

大地震发生前，震中地区地下水位大幅度的急剧变化，必然会影响电阻率和土地电发生异常，1976年7月28日唐山7.8级地震前二、三天，震中地区地下水位发生大幅度的升降异常现象，与此同时昌黎等台的电阻率急剧下降，震中区许多土地电也出现明显的突变异常。地下水位的急剧变化、可能是地电前兆异常的直接原因。

根据甘肃嘉峪关和新疆乌什电阻率多年观测，电阻率变化与地下水位的升降相关性十分好（图1、2），嘉峪关电阻率与地下水位相关系数为0.91，地下水位的季节性升降，使电阻率也呈现季节性变化。

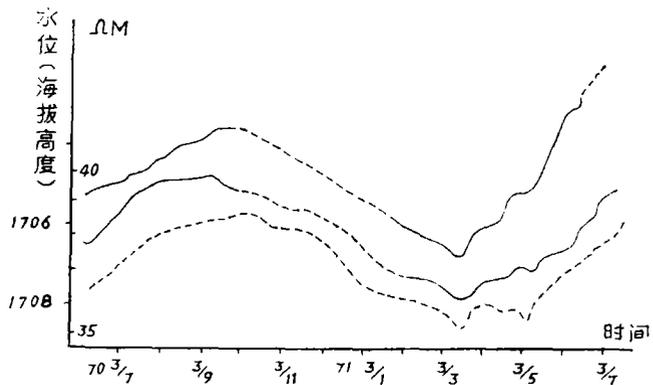


图1 嘉峪关电阻率与地下水对比

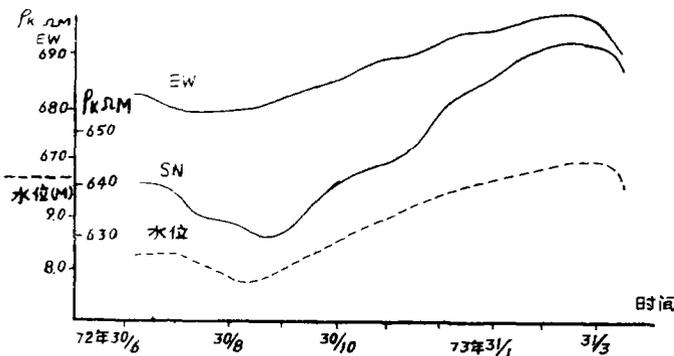


图2 新疆乌什电阻率与地下水位对比

众所周知，不仅大气降雨和电极坑积水对土地电有很大干扰，而且地下水位的变化对土地电也有很大的影响。根据多年辽宁盖县和营口某些土地电观测资料〔4〕，土地电的变化与地下水位的季节变化相一致（图9、10）。这是由于土地电的电极，处于地下水位季节变化的影响范围内，如果电极位于地下水位季节变化深度以下，土地电则不受其影响。有许多地方将电极埋于含水层中，这样即可排除电极过浅受上部

大气降雨等干扰，又可防止地下水位季节变化的影响。

目前一些台站为了排除地下水位季节变化对地电前兆的干扰，在观测电阻率和土地电的

同时,对地下水位进行对比观测,从中求出二者的相关系数,用相关分析方法排除地下水位季节变化带来的干扰因素。

(兰州地震研究所 冯学才)

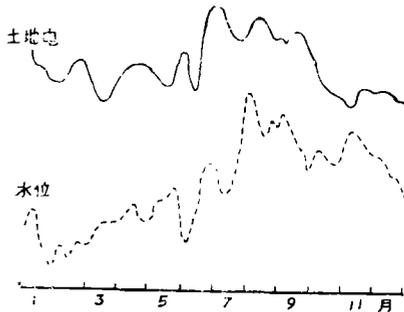


图1 营口市“五·七”中学
南北向土地电与水位对比

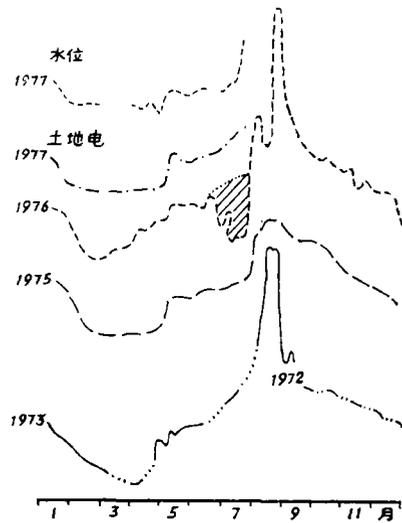


图2 盖县万福公社东西向
土地电与水位对比

二、地下水、气地震前兆异常灵敏点的地质条件

地下水、气异常和地震都是地应力集中的产物、为了寻找地震前兆信息,自然应该到地应力容易集中的构造部位去观测地下水、气异常。断裂附近,特别是断裂交汇区,转折处,端点以及几组断裂的端点附近(汇而不交处),就是这种部位。因此,前兆异常灵敏点多与活动断裂,尤其是深断裂有关,出现的部位有:

1. 断裂附近;如唐山地震前震中区地下水、气临震宏观异常点多集中在五条活动断裂上。

2. 断裂交汇处:唐山地震前,位于断裂交汇处的赵田庄一井深6.6米,7月27日23时30分水位上升一米多,28日2时30分左右,在五分钟内水位上升0.6米;安各庄热水孔在震前十分钟流量增大、水温升高;柏各庄第一农场观测孔水位震前2~3天在降水量108毫米背景下突降49厘米(引自河北省地质局水文队唐山水文地质观测站《地下水位与地震的关系》、《地下水宏观异常与地震关系的认识》1978年)。

康定姑咱上升泉位于鲜水河断裂、龙门山断裂、安宁河断裂三条深大断裂文汇处,根据模拟实验结果,在北北西侧向压力作用下,我国西南地区的剪应力值在姑咱附近最大,在1972年2月至1977年6月的五年半内,水中氡浓度有12次突升30%以上,其中有9次在突升后的6~13天内,在130公里范围内发生5级以上地震;而五年半内在此范围内共发生17次5级以上地震(引自四川省地震局康定地震中心站《姑咱水氡总结》,1977年)。国外也有类似的情况。

3. 断裂转折处: 北京八宝山活动断裂转折处的万泉庄浅井, 深7.8米, 直径5厘米, 在唐山地震前两天喷气发响, 响声方圆二百米可闻, 在震前五小时左右停止。震后于28日9时又开始发响, 18时45分发生7.1级强余震。8月8~9日6.0级和6.2级强余震前又喷气发响, 喷出气柱高达2.5米, 声响达94分贝, 气流速度达38米/秒。8月8日6.0级地震前当天, 喷出气体中二氧化碳浓度高达13.4%, 打破了雨季井底有水、气不能自由逸出故浓度低的规律, 氡、氮浓度比值高达1.57% (正常空气中比值为1.18%), 震后更升至2.12%, 第三天恢复正常, 以后一年半的观测中均为1.18%左右, 仅在几次较大余震和较近中等强震前几天升至1.4%左右 (引自北京市地震队水化组《唐山地震前后京区井孔水、气异常地球化学背景分析》, 1977。其中气体化学分析由中国科学院化学研究所进行。)

4. 断裂端点: 卢龙小鹰窝压水机井深4.3米, 位于卢龙断裂北端, 唐山地震前1~2天水浑, 含很多泥沙, 以后多次余震前重复此现象。曲阜两口井分别深146.5米和173米, 相距500米, 位于郯卢断裂一条分支断裂的端点附近, 唐山地震前2~3天, 井水溶解氢浓度突升40~60%, 径重复测定四次, 数据无误, 这段时间内流量稳定, 没有干扰 (引自山东省地震局资料1976年)。

5. 断裂汇而不交处: 河北某油井深3147米, 位于三组断裂汇而不交处, 唐山地震前, 于7月17日17时从封井帽正中直径一厘米的螺丝眼向上喷油, 油柱高约20米, 方圆十里均能看到, 7月19日停喷, 共喷油一吨多。以后多次余震前重复此现象, 仅喷出油柱较低或冒油冒水。

(北京地震队 蔡祖煌 石慧馨)

三、地下水异常与海城地震

1975年辽宁省海城7.3级地震前, 获得了大量地下水异常资料, 简单介绍如下:

1. 地下水异常反应特征.

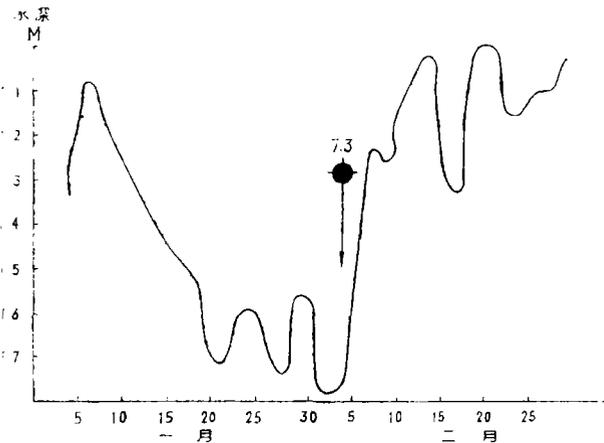


图3 文斌井水位变化曲线
(取三天滑动值)

海城地震前, 地下水异常表现为: 水位升降、发浑冒泡, 翻花、变色、变味、水温增高、温泉断流, 池塘、洼水破冰喷出等现象。归纳起来有如下几点:

(1) 单井水位的变化与地震有较好地对应关系;

文斌大队的井, 从观测开始直到2月4日临震前, 水位在有起伏变化的过程中, 逐渐下降, 下降的幅度累计达0.73米。2月1日突然下降0.2米, 当水位下降到最低值刚要回升, 就发生了7.3级地震, 接着又很快回升到

正常值(图一)。

甘泉公社的井为浅层水, 地震前井内有响声。从观测表明, 震前两天水位下降, 2月3

日水位回升，大震当天水位猛增。表1是地震前后水位观测记录：

震前，深井的井位变化也很明显，盘山县有一口470米的深井（水4井），1974年12月下旬水位下降，至75年元月份大幅度下降，2月1日下降幅度达0.24米，2月4日水位急剧上升，甚至喷出地表。象这样深井的水位变化，不是干扰因素造成的。

(2) 多井变化呈现一定的规律性

同一地区，多口井有时会在震前出现同步变化。例如：海城析木公社大通峪有10多眼井，靠近河漫滩的井，2月4日晨水位普遍上升约0.20米，而靠近山麓的井，同一时间表现为水位下降，水变为泥浆，有的甚至干燥无水。

位于极震区的刘八里村，有六口井的水位在2月3日发生变化，其中四口井水位上升，最大幅度1米。这四口井排列成一个近东西向的水位上升区，在上升区以南，有两口井水位下降。这个条带状上升区的延伸方向，正好与地震裂缝带和高烈度带的方向一致（图4）。这说明地下水异常点的分布是有一定规律的。

水位观测记录 表1

时 间	水位h(米)
2月1日	4.80
2月2日	5.91
2月3日	5.01
2月4日	4.05
2月5日	5.93
2月6日	5.80

h：为静水位至井口距离

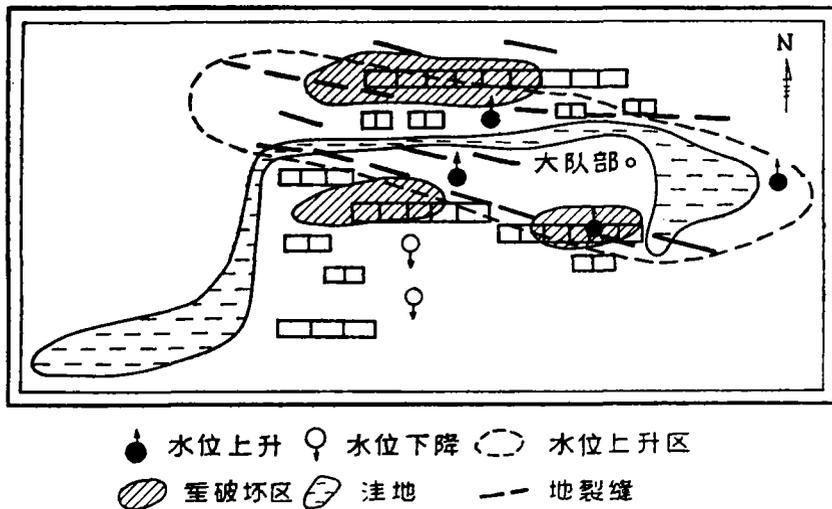


图4 刘儿里村井水位异常分布图

(3) 井水发浑，冒泡变化与地震活动遥相呼应。

营口市官屯公社杨房大队2号井，深10米，平时水位距地面约3米，2月4日下午，大约在大震前半小时，井水突然翻花冒泡，一直持续到发生7.3级地震。以后，当有较大余震发生时，井水都对应地出现冒泡现象。通常冒小泡对应较小地震；剧烈冒泡时，就有较大的地震发生。再如虎庄社双井子村有一口泉水井，平常水清澈透明，2月3日突然变浑，并呈现乳白色，以后每当发生较大的余震之前，该井都发浑。变浑程度基本与地震的大小相对应。

(4) 温泉水的变化反映与震前深成地下水的活动

鞍山汤岗子温泉水是从千山花岗岩的裂隙中涌出的,水循环深度2000米。温泉水第一次断流发生在1974年12月21日,正好与1974年12月22日辽阳参窝水库4.8级地震相对应。2月4日7.3级地震前,于1975年1月29日,2月1日分别断流两次。除了断流外,温泉水在震前几天,水位逐渐上升(表2)。上升幅度可达0.18米,温泉水在震前的变化,说明地下水异常不仅局限于地壳上部,而且还在一定的深度里发生。

汤岗子温泉水变化表 表2

日期	水位h(米)
1月29日	3.13
1月30日	3.11
1月31日	3.08
2月1日	3.04
2月2日	3.04
2月3日	2.99
2月4日	2.95

h₁ 为静水位至井口距离

2. 地下水异常的空间分布

地下水异常点空间分布除了不均匀性之外,还随着时间逼近临震,在空间上呈现出明显的迁移现象。如1974年12月份发现20个地下水异常点,主要分布在丹东地区、1975年元月份共有179个异常点,大部分分散在锦州、义县、大虎山、车沟、丹东、凤城等地;1975年2月1日~4日,共有异常点335个,主要集中在海城、营口、盘山地区。地下水迁移过程大致是:开始散布于震区外围地区,尔后逐渐集中到海城、营口地区,总的趋势是分别从西北和东南方向相对向震中区集中。外围区异常点的迁移也有类似现象,如丹东地区异常点的迁移顺序是市郊区—东沟—凤城—岫岩。这个现象可能反映了震前地壳岩层

中应力变化的过程。

3. 地下水异常的时间演变

地下水异常反应的时间比较长,最早的异常出现在1974年12月份,1975年元月异常就普遍出现。临震前一、二天异常发展到高潮并持续到震前几分钟。地下水异常随时间演变的过程

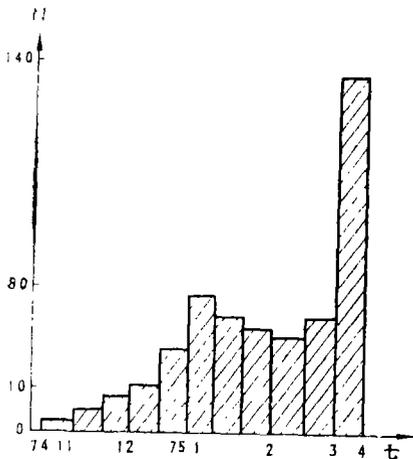


图5 海城地震前地下水异常频度图

过程中一般显示有“突变”的特点。1974年12月份地下水异常平均每天出现几起;1975年2月1日至4日出现335起,平均每天84起,大震当天多达143起(图三)。单个水井的变化也有类似特点。例如文斌水井在1975年1月30日出现突变,水位骤然上升0.58米。离震中较远的海城县南台公社李梧树屯有一口井,在2月3日急剧上升达2.3米。地下水异常的剧烈变化,反应了震源区介质趋于破裂,物质已处于高度激化状态。

地下水异常在演变过程中并不是直线式地发展,而是有起伏的。以丹东地区为例,1974年12月18日前后,有异常反应的地下水点平均每天1—3个;平静一段时间后,于1975年1月7日至8日前后,恢复到前一水平。1月21日至29日,平均每天4—6次;2月1日至4日增加到每天几十次。文斌大队水井的水位,震前出现过二次突跳,一次在1月4日—5日,水位突然上升0.42米,以后逐渐下降,1月30日出现第二次高潮、水位上升0.58米。因此这种起伏性,可能反应震源区的应力作用过程是不连续的。

(辽宁地震局蒋玉谦 钟以璋)