

唐山 7.8 级地震前水氡异常演化特征

邵永新, 李君英, 李一兵, 田 山
(天津市地震局, 天津 300201)

摘要: 应用华北地区 36 个水化观测点的水氡观测资料, 以半年为尺度对唐山 7.8 级地震前水氡的异常演化过程进行了系统研究. 结果表明: 该次地震前水氡异常存在由外围向震中区迁移的特征. 异常先在外围地区出现, 短临阶段才在震中区附近形成较强的异常区. 异常形态有由复杂向简单演化的特征. 震后水氡动态演化图像呈现离散态势, 并逐步恢复正常.

关键词: 唐山地震; 水氡; 氡异常; 异常特征

中图分类号: P315.72⁺4 文献标识码: A 文章编号: 1000-0844(2000)03-0247-04

0 引言

对于 1976 年唐山 $M_s7.8$ 地震的前兆, 前人曾进行过许多研究, 但是在前兆场时空演化方面的研究目前还不多. 本文利用分布在天津、河北、北京、辽宁以及山东、山西几个省(市)的 36 个水化观测点的资料, 以半年为时间尺度研究了唐山地震前后水氡的异常演化特征, 为地震的短临跟踪预报及发震地点预测提供依据.

1 动态演化图像的生成

1.1 观测资料

在选取井孔时首先要考虑使研究区内井孔分布较均匀. 与此同时还要考虑观测资料的连续性和可靠性, 选择那些资料连续、干扰因素少、观测稳定的井孔, 而且观测资料的异常应该是较为可靠的^[1~3].

根据上述条件, 选取了分布在天津、河北、北京、辽宁、山东以及山西几个省(市)的 36 口水化观测井的资料, 见表 1 和图 1.

表 1 观测井概况

震 例	研究区域	观测项目	资料时段	井孔名称
1976-07-28 唐山 $M_s7.8$	112°~122°N 34°~42°E	水氡 CO ₂	1973~1978	宝坻、塘 42、津 2、棉 4、张道口、安次(务 1)、文安、雄县、 怀来东花园、怀来庞家堡、束鹿、石家庄 3、红山 1、矾山、 邢台(39M)、邯郸 12、武安、魏县、北辛堡、唐山 11 号、唐 山 13 号、坝 1 井、田疃、安各庄、管庄井、盘山 1、金县 2、 兴城、朝阳、鞍山、庆云、德州、招远 6、昌乐 2、泰安、晋祠 3

收稿日期: 2000-06-05

作者简介: 邵永新(1966—), 男(汉族), 天津市人, 高级工程师, 主要从事地震综合预报及地下流体的研究工作.

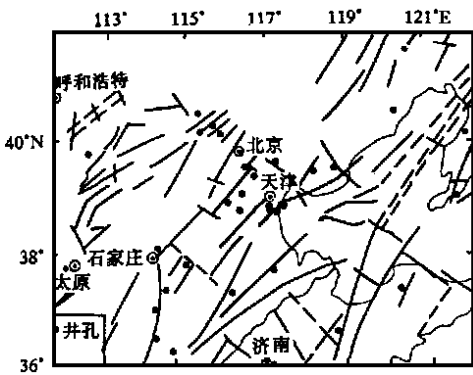


图 1 井孔分布示意图

Fig. 1 Sketch map of distribution of observation wells selected in the study.

1.2 观测资料的处理

首先找出观测资料的正常变化背景值, 然后, 用观测值减去背景值得出观测值的变化幅度, 再用变化幅度除以背景观测值, 即:

$$K = \frac{D - G}{G}$$

其中: K 为变化程度系数; D 为观测值; G 为背景值.

1.3 动态演化图像的生成及异常的确定

对研究区域内的 36 口井的观测资料, 以半年为时间尺度, 用 WINSURF 绘制水氡动态演化图像. 根据水氡异常时空动态演化图像的变化情况, 确定以 $K \geq 0.6$ 为异常识别标准, 即 $K \geq 0.6$ 的区域为异常区. 对于背景值的确定, 一般是选取该井资料处于正常动态

变化时段的平均值作为背景值. 而对于不同井孔所选取的正常动态变化时段的长短可能不同, 但其持续时间一般不少于 1 年.

2 唐山地震前水氡异常的演化特征

根据上述方法和异常识别标准, 唐山 7.8 级地震前华北北部地区水氡动态演化过程大致可分为 4 个阶段: 第 1 阶段是正常动态变化阶段; 第 2 阶段是异常多点集中阶段; 第 3 阶段是异常向震中区迁移阶段; 第 4 阶段是异常逐步减弱并趋于消失阶段(表 2).

表 2 唐山地震前水氡动态演化过程

演化阶段	时间	特 征	异常集中地
正常动态变化阶段	1973 年	无异常	—
异常多点集中阶段	1974 年	多个异常集中区	邢台西南、东北
	1975 年		天津西南、京津之间
向震中迁移阶段	1976 年	异常沿 NE 向地震带 由西南向东北迁移	北京西南 以唐山为中心
异常减弱消失阶段	1977 年以后	异常明显减弱	唐山为主

2.1 正常动态变化阶段

该阶段出现在 1973 年(图 2). 在该阶段, 水氡异常的动态图像基本上处于一种随机分布的状态, 等值线分布较均匀.

2.2 异常多点集中阶段

该阶段从 1974 年持续到 1975 年下半年(图 3). 从 1974 年开始水氡动态变化打破了 1973 年的平静状态. 首先在邢台地区出现了高异常区(图 3a), 最大异常为背景值的 1.6 倍. 1974 年下半年整个区域内异常不明显(图 3b).

1975 年上半年异常呈多点集中分布状态(图 3c), 除邢台北部地区异常突出外, 在天津西南、京津之间也出现了异常区, 且这一态势延续至 1975 年下半年(图

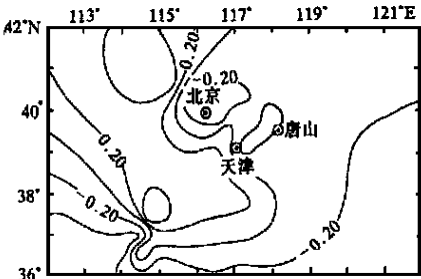


图 2 1973 年下半年水氡异常动态演化图像

Fig. 2 Evolution process of radon anomaly in groundwater in the latter half of 1973.

3d). 在此时段内, 唐山地区仍然没有出现异常.

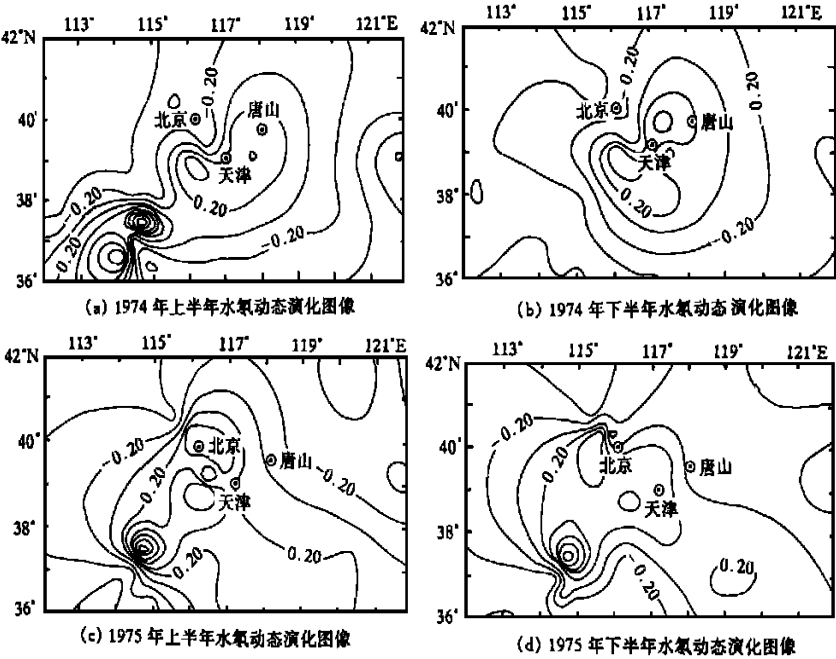


图 3 1974~1975 年水氡异常动态演化图像

Fig. 3 Evolution process of radon anomaly in groundwater from 1974 to 1975.

2.3 异常向震中区迁移阶段

1976 年上半年, 原来存在的多处异常区已消失, 但是在唐山及其附近地区形成面积大、强度高的异常区, 异常值为背景值的 4 倍(图 4a), 同时在北京西南也出现了异常区. 到 1976 年 7 月 1~28 日, 北京西南地区的异常变化不大, 而唐山地区的异常强度有所降低(图 4b), 7 月 28 日发生了唐山 7.8 级大地震.

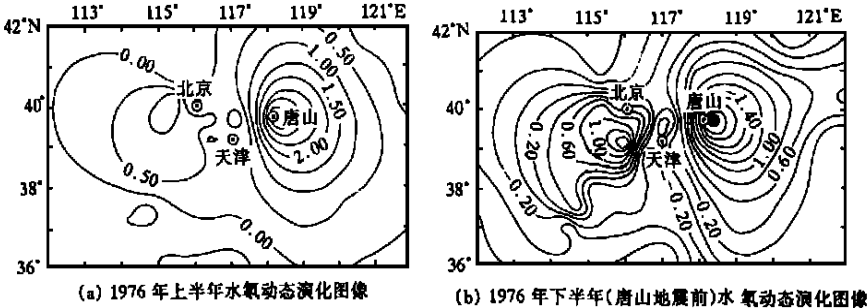


图 4 1976 年水氡异常动态演化图像

Fig. 4 Evolution process of radon anomaly in groundwater in 1976.

2.4 异常逐步减弱并趋于消失阶段

图 5 给出了 1977 年水氡异常动态演化图像. 从图中可以看出, 上半年唐山和北京西南地区大面积、高强度的异常集中区已不复存在, 只是在京津之间存在小范围的异常; 下半年在唐山以东地区存在范围不大的异常区. 这种情况可能表明, 唐山 2 次 7 级以上(7.8、7.1)大地震已将多年积累的应变能绝大部分释放出来, 所以大面积、高强度的异常随之消失. 但是应力场的调整需要一个相当长的时间, 而且局部地区仍然积累相当的能量, 致使唐山老震区有多次

$M_s \geq 5.0$ 强余震发生, 因此部分地区仍然会有水氡异常存在, 但强度降低, 范围缩小, 总体趋势是异常逐步消失.

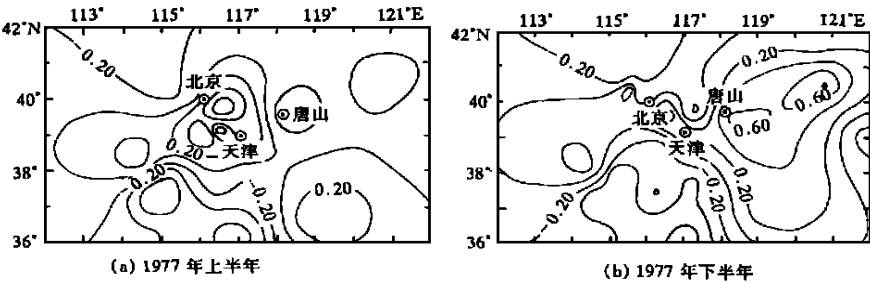


图 5 1977 年水氡异常动态演化图像
Fig. 5 Evolution process of radon anomaly in groundwater in 1977.

3 几点认识

- 综上所述, 唐山 7.8 级地震前后水氡异常的动态演化过程表现出如下特征:
- (1) 震前存在较长时间的异常, 长、中、短临阶段都有表现. 在前兆场的演化过程中有相当长的时间呈现多点异常特征, 图像较为复杂.
 - (2) 异常首先出现在外围地区, 到短临阶段才在发震地区形成较强的异常区, 异常集中区存在着由外围向震中区迁移的特征.
 - (3) 异常形成的初期图像较为复杂, 到震前异常图像则演变得非常清晰, 有从复杂向简单演化的特征.
 - (4) 震后水氡动态演化图像又重新呈现出离散态势, 并逐步恢复正常.

[参考文献]

[1] 《一九七六年唐山地震》编写组. 一九七六年唐山地震[M]. 北京: 地震出版社, 1982. 271—295.
[2] 张德元, 刘元生, 李一兵. 油田地震信息监测研究与应用[M]. 北京: 地震出版社, 1995. 39—46.
[3] 《全国油田动态震例资料汇编》编辑组. 全国油田动态震例资料汇编(1976~1986)[C]. 地震研究, 1987, 10(增刊).

EVOLUTION FEATURE OF RADON ANOMALY IN GROUNDWATER
BEFORE THE TANGSHAN $M_s7.8$ EARTHQUAKE

SHAO Yong-xin, LI Jun-ying, LI Yi-bing, TIAN Shan
(Seismological Bureau of Tianjin, Tianjin 300201, China)

Abstract: Observation data of radon in groundwater of 36 wells in northern part of North China are used to study the evolution processes of radon anomaly before the Tangshan $M_s7.8$ earthquake taking per half year as scale. The results show anomalies of the radon in groundwater progressed from outer-ring to epicentral region and anomalous pattern changed from complicated to simple before the earthquake. In the short-impending stage, strong anomaly region was formed at Tangshan area. After the earthquake, the anomalous pattern dispersed and normally recovered.

Key words: Tangshan earthquake; Radon in groundwater; Radon anomaly; Anomalous character