

唐山 7.8 级地震前后区域应力场的动态变化特征

张昭栋, 刘元生, 韩海华, 何 钧, 康瑞清

(山东省地震局, 山东 济南 250014)

摘要: 利用文献[1]给出的由深井水位变化反演地壳深层应力变化的方法和华北地区井水位变化资料, 反演了唐山 7.8 级地震前后大区域应力场的动态变化过程, 分析了应力场的动态调整变化特征. 结果表明, 唐山地震前 2 年, 在震中区及附近出现应力下降异常区. 临震前异常幅度增大并且异常区向外围扩展. 震后异常区收缩并逐渐消失.

关键词: 唐山地震; 应力场; 异常特征; 动态演化图像

中图分类号: P315.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0844(2001)02-0169-03

0 引言

地震前地壳应力场的变化将会引起含水层(含油层)应力应变发生变化, 进而导致深水井及油井动态发生变化, 通过观测油(水)井动态变化可以对地震做出预报^[1]. 对此, 已有众多学者进行了研究. 作者认为, 如果能够了解并跟踪含水(油)层应力应变的变化过程, 同样可以对地震做出预报. 本文利用文献[2]给出的方法及井水位变化资料, 反演了唐山 7.8 级地震前后大区域应力场的变化情况, 探索利用应力场的调整变化特征进行地震预报的途径.

1 应力场时空演化图像的生成

采用 1973 年 1 月~1979 年 12 月大华北地区(138°~42°N, 114°~121°E)井水位动态观测资料^[3~5]. 从中挑选干扰影响较小的井孔的资料. 为消除气象因素年变化周期的影响, 对各井的资料均取月均值, 再求出多年月距平值, 用月均值和月距平值的差来描述井水位的动态变化.

利用文献[1]给出的公式

$$\Delta\sigma_2 = \frac{-2\beta}{n\beta + (1-n)/E} \Delta P$$

和井水位动态变化资料, 求出应力变化量值, 绘制出每月的区域应力变化图像, 共 98 幅图, 限于篇幅, 本文仅给出了其中有代表性的几幅(图 1). 对于唐山地震选取的特征异常区的下限值为 $\pm 2\ 000\ \text{Pa}$, 应力变化在这个区间之内属于正常背景波动.

2 唐山地震前后应力场动态图像的时空演化过程

由图 1 可见, 1971 年 1 月在研究区范围内没有特征异常区出现, 处于正常状态. 1972 年 1 月在研究区的西北出现压应力正异常区(图 2). 1973 年 7 月, 该异常区东移, 其中心位于 40°N , 116.2°E . 1974 年 1 月整个区域应力场发生了转向变化, 在西北角出现了下降应力负异常区(图 2). 1975 年在研究区中部出现了应力上升正异常区, 该区逐渐增强、扩大, 在 1976 年 6 月达极值(图 3). 1976 年 7 月发生了唐山 7.8 级地震. 震后研究区内应力释放, 1977 年 1 月应力场恢复正常. 从 1979 年 5 月起研究区中部又出现应力下降负异常, 并逐渐扩大, 又开始了新一轮应力演化图像(图 4).

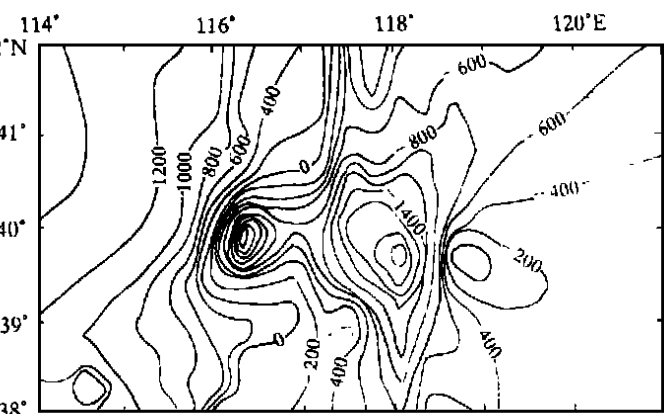


图 1 1971 年 1 月研究区范围内应力场动态变化图像
Fig. 1 Change of stress field in studied area in Jan., 1971.

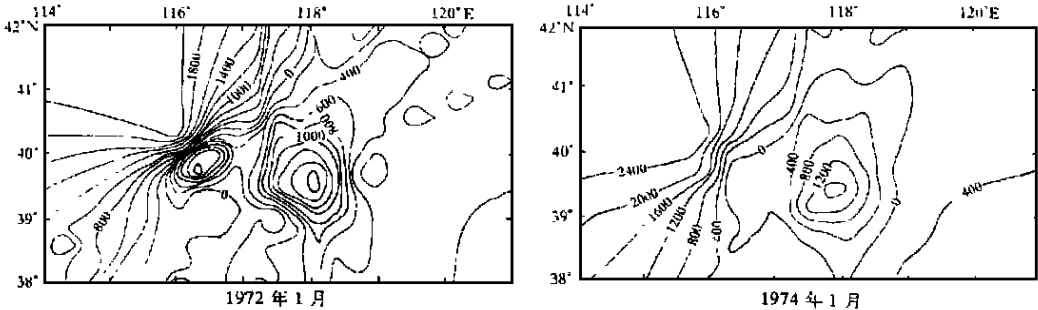


图 2 1972 年和 1974 年研究区范围内应力场动态变化图像
Fig. 2 Change of stress field in studied area in 1972 and 1974.

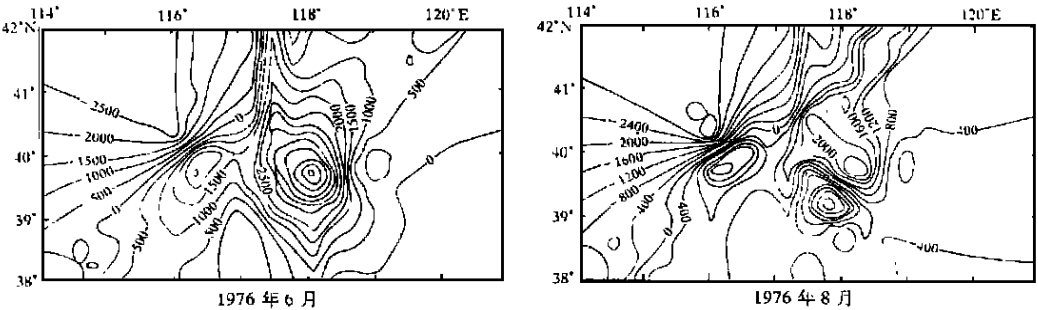


图 3 1976 年研究区范围内应力场动态变化图像
Fig. 3 Change of stress field in studied area in 1976.

综上所述, 唐山地震前后应力场的动态图像时空演化特征如下:

- (1) 震前大区域应力场出现明显的区域性变化, 唐山大地震发生在应力下降异常区内.
- (2) 震中附近的应力下降负异常区显示了“扩展—发震—收缩—转向—扩展—消失”的演

变过程.

(3) 从震前 2 年开始近震中区明显地出现应力下降负异常. 从震前 4 年开始震中外围地区出现了应力转向演变过程.

(4) 震中附近的应力下降负异常区的应力变化呈现“增强—发震—减弱—转向—增强—减弱”的演变过程.

3 讨论

根据上述唐山地震前后应力场的动态图像时空演化综合特征, 可以得到如下有益的启示:

(1) 大地震前 2 年在近震中区开始出现应力负异常. 震前 4 年震中外围区开始出现应力特征异常区转向变化.

(2) 大地震一般发生在应力场动态图像的负异常区内, 而且经过较稳定的增强与扩展过程.

(3) 应力变化幅度越大, 未来地震的震级也可能越大. 唐山大地震前的应力负异常达到异常特征值下限($-2\,000\text{ Pa}$)的 3 倍左右.

根据上述应力场的动态变化特征, 有可能对大震发生的时间、地点和震级作出一定程度的预测.

水平层状承压含油(水)层理论模型有一定的适用条件, 要求含油(水)层的水平面积要比其垂直厚度的平方大得多, 即与水平面积相比, 垂直厚度是可以忽略的. 本文研究所用的井孔大多分布在华北地区, 含水层是近似于水平的, 许多承压井的含水层的面积很大, 厚度较薄, 大体上可以满足上述要求, 所以可以根据该理论模型由承压含水层孔隙压力的变化反演含水层应力的变化.

感谢大港油田、辽河油田、河北省地震局、天津市地震局、北京市地震局、辽宁省地震局和山西省地震局为本项研究提供了有关资料.

[参考文献]

[1] 刘元生, 王六桥, 张德元, 等. 强震前油井动态异常特征的初步分析[J]. 华北地震科学, 1985, 3(增刊): 46—52.
[2] 张昭栋, 张广诚. 利用水位阶变资料反演震时应力场的调整变化[J]. 地震研究, 1987, 10(6): 693—702.
[3] 《一九七六年唐山地震》编辑组. 一九七六年唐山地震[M]. 北京: 地震出版社, 1982. 377—450.
[4] 马宗晋. 中国九大地震[M]. 北京: 地震出版社, 1982. 139—157.
[5] 张昭栋, 郑金涵. 唐山地震前后地下水位动态图像及演化模型[J]. 地震地质, 1998, 20(3): 255—260.

(下转 193 页)

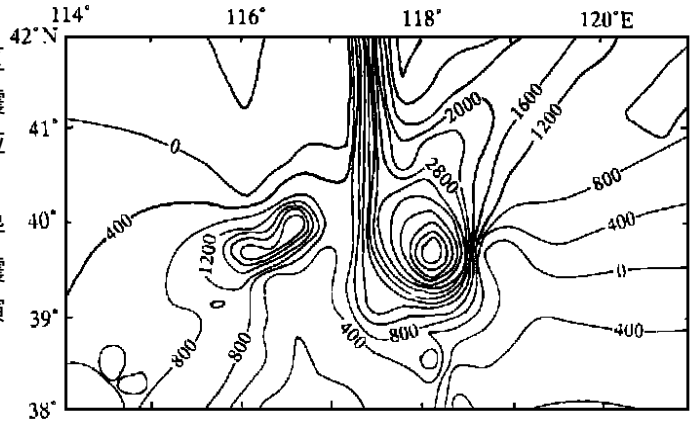


图 4 1979 年 12 月研究区范围内应力场变化

Fig. 4 Change of stress field in studied area in Dec., 1979.

A PRELIMINARY STUDY ON THE RELATION BETWEEN REFLECTING EARTHQUAKE ABILITY OF SPRING AND GROUNDWATER AGE AND ITS APPLICATION IN EARTHQUAKE PREDICTION

PAN Shu-xin, GAO An-tai

(*Lanzhou Institute of Seismology, CSB, Lanzhou 730000, China*)

Abstract: Types of hydrogeochemical anomaly are influenced by age of groundwater, which is an indirect parameter of intense degree of water-rock reactions. The younger water, which means the water cycles underground in a short period, will not well reflect the changes of geochemical environment in crust, while the older water will not reflect the changes in time. From study of this paper, the following results are obtained: (1) The younger water or the older water often show the short-impending changes. (2) Changes of geochemical elements in the middle age water show the long-period trend one. The lasting time of the anomalies after earthquake is relative to the age of groundwater.

Key words: Groundwater age; Reflecting earthquake ability; Anomaly character; Earthquake precursor

(上接 171 页)

DYNAMIC CHANGE OF REGIONAL STRESS FIELD INVERTED BY USING WATER LEVEL DATA BEFORE AND AFTER THE TANGSHAN $M_s7.8$ EARTHQUAKE

ZHANG Zhao-dong, LIU Yuan-sheng, HAN Hai-hua, HE Jun, KANG Rui-qing

(*Seismological Bureau of Shandong Province, Jinan 250014, China*)

Abstract: Dynamic change process of stress field of north China before and after the Tangshan $M_s7.8$ earthquake is inverted by using the method inverting stress change of deep layer of the crust by reference[2] and data of well water level. Dynamic change characteristics of the stress field are analyzed. The results show anomalous region with stress decrease was produced in epicenter region and its vicinity two years before the earthquake. The anomalous region expanded outward and anomalous amplitude increased before impending the earthquake. The anomalous region contracted and disappeared gradually after the earthquake.

Key words: Tangshan earthquake; Stress field; Anomalous character; Dynamic evolution image