

新疆某些地震前地下水动态 异常特征的分析

王道 徐士中 何先全 张元胜

(新疆维吾尔自治区地震局)

摘 要

本文在清理乌鲁木齐小区域井网地下水位资料 and 新疆某些油井动态资料的基础上,通过对震例的分析,探讨了本区地震前地下水动态异常的基本特征。认为,地震前地下水动态短临异常是明显的;异常仅仅出现在震源附近的有限区域;异常形态大致可以分为两种类型,即下降型和喷涌型。最后,对在地震孕育过程中与地下水异常有关的几个问题进行了初步的讨论。

自1977年以来,我们在天山中段的乌鲁木齐附近陆续建立了地下水动态观测网,积累了较为连续的观测资料。库车、吐鲁番又搜集到一些油井动态的资料。这些资料在本区地震预报实践中起了一定的作用。

一、地下水位年动态变化

乌鲁木齐地区现有六口井进行水位动态观测。它们分别位于乌鲁木齐山前拗陷带的不同构造部位上(图1)。各个井孔的地质构造条件及地下水特征如表1所示。

上述六口井水位正常动态可划分为两种类型,即多年平稳动态型和年变规律动态型(图2)。

多年平稳动态类型地下水位稳定,变幅小,无明显年周期变化规律。本区5号井、10号井、11号井属于此种类型。

年变规律动态类型地下水位具有明显而稳定的年周期变化,水位年变幅度一般较大,如360井、1号井、2号井均属此种类型。尽管各井水位年变曲线形态不同,但对同一井孔来说,每年水位观测曲线形态大致相似。

我们还对影响本区地下水动态的干扰因素如降水、融雪、开采、气压、固体潮汐以及断层蠕动等与水位的微动态进行了相关分析,从中找出对每个井孔影响最大的一、二种主要的干扰因素,然后逐一定量或半定量地加以排除。

观测井地质构造及水文地质特征

表1

观测井号		5	11	10	360	2	1
井孔位置		魏家沟	水磨沟	红雁池	碱泉沟	北门	二宫
井深(米)		2240	145.2	32	200	346.12	50
地质构造部位		古牧地背斜轴部	妖魔山断裂带上	红雁池断裂带上	乌鲁木齐向斜近轴部	妖魔山断裂南盘	七道湾背斜北翼
含水层岩性		J ₃ , 泥质砂岩, 粉砂岩、泥岩	P ₂ , 油页岩, 硅质砂岩	P ₂ , 砾岩、硅质粉砂岩	T ₃ , 砂岩、粉砂岩、泥岩	P ₂ 油页岩, 硅质砂岩	J ₃ 泥岩、砾岩, 上为Q ₄ 砂砾层
地下水类型	成因分类	古封存沉积水	断裂溶滤水	断裂溶滤水	裂隙溶滤水	裂隙溶滤水	孔隙—裂隙溶滤水
	化学分类	Cl—Na	HCO ₃ -SO ₄ -Na	SO ₄ -HCO ₃ -Na	SO ₄ -HCO ₃ -Na	SO ₄ -HCO ₃ -Na	HCO ₃ -SO ₄ -Ca
地下水位(米)		0—0.20	5.50	1.70	2.50	32.00	1.55
观测起始日期		78.7	77.4	80.10	79.9	73.3 (61)	73.3

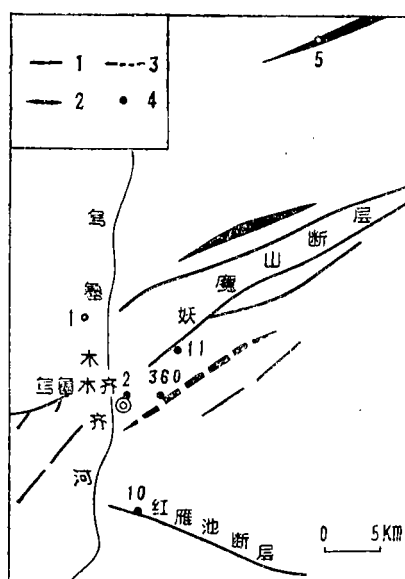


图1 乌鲁木齐地下水位观测井分布图

1.断层 2.背斜 3.向斜 4.水位井

Fig. 1 The distribution of the wells from which the groundwater level can be observed in Urumchi Region.

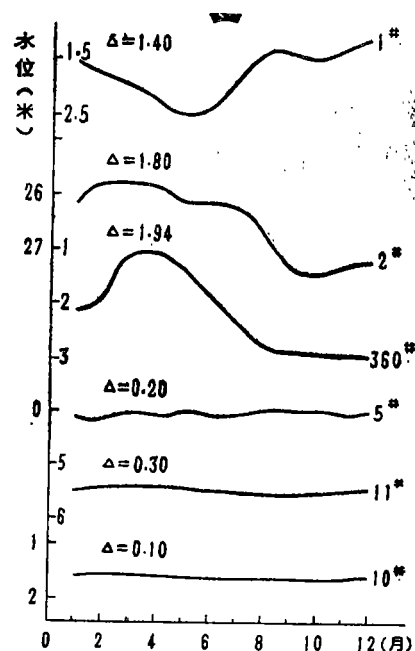


图2 地下水位年动态变化类型

Fgi. 2 The types of annual variation of groundwater level.

二、地震前地下水动态异常实例

1. 下降型水位异常

(1) 1980年11月6日玛纳斯5.8级地震

这次地震发生在新疆玛纳斯县南清水河子附近,震中距乌鲁木齐11号井约120公里,距2号井约115公里,震前两口井水位出现了四个多月的短期异常变化(图3)。

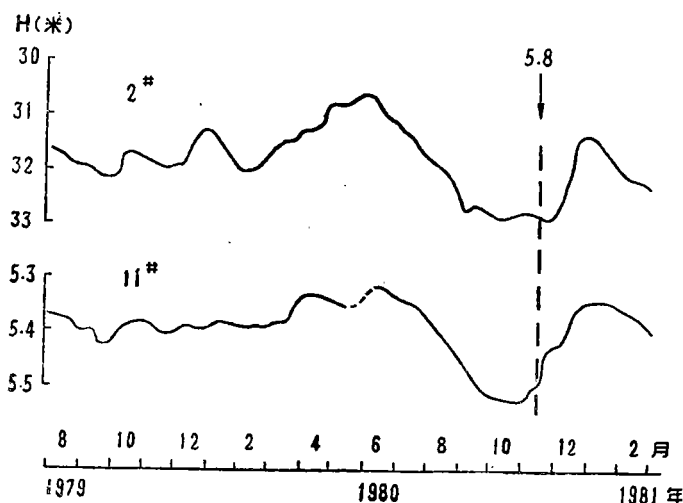


图3 1980年11月6日玛纳斯5.8级地震11号、2号井水位异常
Fig. 3 The anomalies of groundwater level in No. 11 and No. 2 wells before Nov. 6, 1980.

11号井水位变化幅度达40厘米,大大超过正常年最大变化幅度。临震前11月1日至11月6日,水位一直稳定在异常低值5.735米处^[1]。11月6日9时34分地震发生后,水位开始回升,当天上升了8厘米,10日以后,水位逐渐恢复正常。

震前2号井水位异常变化与11号井很相似。地震前水位下降达2.10米,然后相对稳定。震后水位快速回升。

(2) 1983年3月3日呼图壁5.4级地震

该地震发生在新疆呼图壁县西南。震中距11号井、360号井均为90公里左右。11号井水位从1983年1月初开始逐渐下降,2月23日水位开始反向回升,到3月3日地震后,水位恢复正常(图4)。这次地震引起该井水位异常时间约2个月,异常幅度为13厘米左右。

与此同时,360井在震前水位出现短期异常。2月14日,水位在趋势上升的背景上急转直下,仅一天就下降了20厘米,然后缓慢上升,3月3日地震后,水位快速恢复至原来的变化趋势。

(3) 1983年6月1日博格达5.3级地震

地震发生在乌鲁木齐东博格达山区。震中距11号井、360号井、2号井、10号井约为75公里。地震前上述四口井水位出现了同步下降型异常(图5)。

由于5月17日4.8级地震($\Delta=25$ 公里)和6月1日5.3级地震在时间上相差仅半个月,井孔距震中都很近,水位异常可能有叠加现象。

这次地震前四口井异常时间约一个半月,异常变化幅度各不相同,11号井为15厘米,2号井为30厘米,360号井为40厘米,10号井为4厘米。

(4) 1983年12月15日和静5.2级地震

这次地震发生在新疆和静县东北阿拉沟。震中距11号井为110公里,距10号井为100公

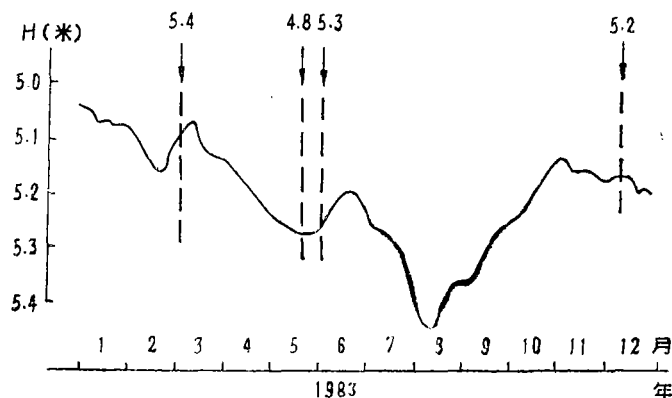


图4 1983年3月3日呼图壁5.4级、6月1日博格达5.3级、12月15日和静5.2级地震前11井水位变化

Fig. 4 The Variation of groundwater level in Well 11 well before the earthquakes.

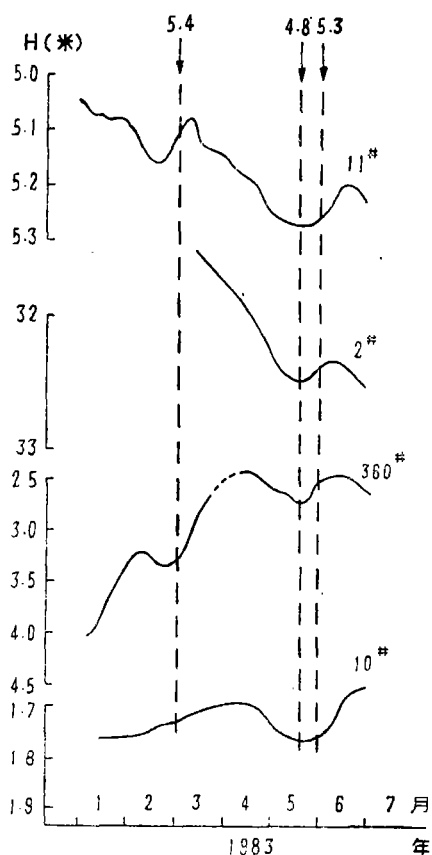


图5 1983年6月1日博格达5.3级地震多井水位异常

Fig. 5 The anomalies of ground water level in multiple wells before June 1, 1983 Bogeda earthquake ($M=5.3$).

里。地震前11号井水位异常时间持续五个多月之久, 异常幅度达33厘米左右(图4)。

10号井在地震前水位也有相似变化。

(5) 1979年1月25日呼图4.5级地震 该地震距11号井90公里, 地震后不久, 1月29日又在这一地区发生了4.1级余震。11号井水位在震前一个月开始下降, 1月25日水位开始上升时发震, 29日地震后, 水位逐渐恢复正常, 异常幅度为8厘米。

(6) 1979年7月9日博格达4.3级地震

此地震发生在乌鲁木齐东博格达山。震中距11号井为35公里, 震前井水位下降, 6月27日降至最低值, 随后稍有回升, 直到7月9日地震后, 水位快速回升, 恢复正常。这次地震前, 11号井水位异常时间一个余月, 异常幅度10厘米。

(7) 1982年10月8日乌鲁木齐4.1级地震

这次地震是观测期间发生在本区最近的一次四级以上的地震, 震中距11号井、10号井均为10公里, 距2号井仅5公里。震前水位发生大幅度下降, 震后大幅度上升, 大大超

过异常之前的水位值。水位异常的时间达三个月之久,异常幅度11号井为50厘米左右,2号井为60厘米左右,10号井为15厘米左右。

(8) 另外,1980年3月22日博格达4.0级地震,距震中90公里的5号井有下降异常,1981年2月11日庙儿沟4.5级地震、1981年3月10日后峡4.3级地震、1982年6月5日呼图壁4.1级地震前11号井水位都有不同程度的下降异常变化。

2. 喷涌型油井动态异常

(1) 1977年7月23日库车5.4级地震

该地震发生在新疆库车东北,震中位于东经 $83^{\circ}40'$,北纬 $42^{\circ}11'$,距依奇克里克油矿约15公里,震源深度为28公里。震前401矿区10油井、418油井和420油井出现临震喷涌异常*(图6)。

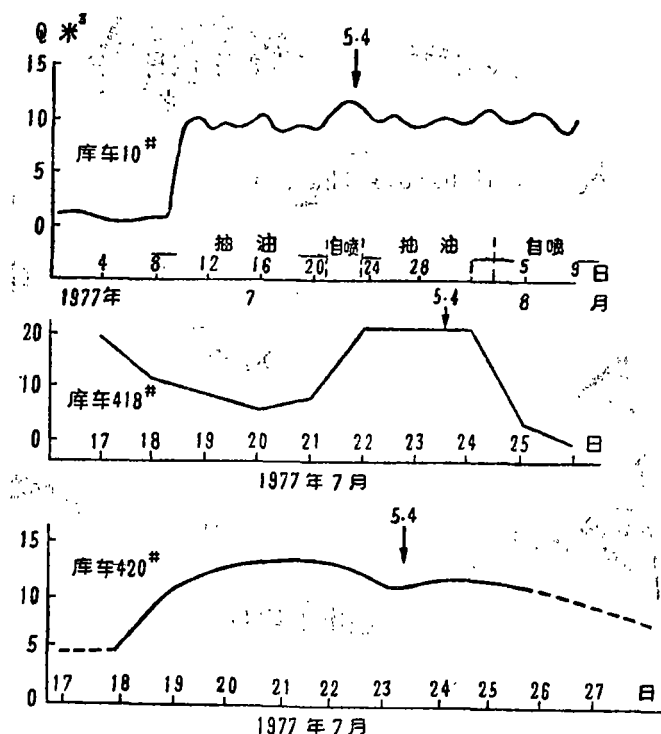


图6 1977年7月23日库车5.4级地震库车油井动态变化

Fig. 6 Changes from the oil well in Kuche before July 23, 1977 Kuche earthquake (M5.4).

库车10油井:1977年7月9日前,每天机械抽油量不足2方,无自喷能力。但7月10日出液量遽增至9.25方。7月21日凌晨2时开始自喷,同时涌出大量泥浆,总液量达10.29方。地震当天,7月23日最高达12.46方。震后喷量大减,24日停喷,机械油量降至9~11方。

库车418油井:1977年7月中旬该井机械抽油量为19.72方,18日开始油量下降,21日开始回升。22日下午8时自喷,23日地震当天自喷量高达21.59方,含油率也有显著增加。地震后,25日油井自喷量降为4.42方,26日凌晨停喷。

*资料为新疆阿克苏地震中心台提供。

库车420井: 此井在7月18日前每天机械抽液5—6方, 含油率为30—40%。从19日开始液量增加, 含油率也上升到50—60%。震后于26日逐渐下降, 至8月初恢复到原来水平。

(2) 1979年3月29日库车6.0级震

此地震发生在新疆库车东北, 震中位于东经 $83^{\circ}27'$, 北纬 $41^{\circ}55'$, 距上述401矿区约40公里, 震前矿区10号油井又出现明显异常(图7)。

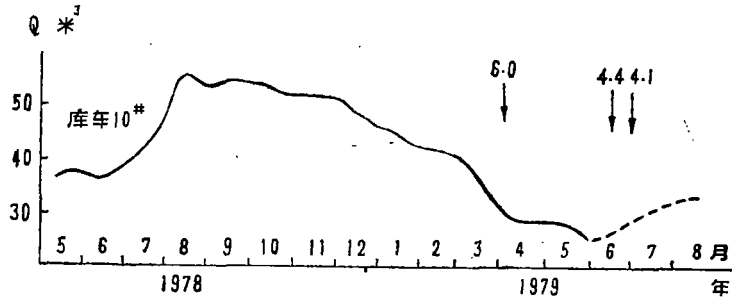


图7 1979年3月29日库车6.0级地震库车10油井动态变化

Fig. 7 Changes from №10 oil well before Mar. 29, 1979
Kuche earthquake ($M=6.0$).

库车10号油井自1977年7月23日5.4级地震后停喷, 8月再次自喷, 到1978年7月自喷量显著增加, 8月达高峰值。随后, 保持高峰平稳近四个月, 11月底开始缓慢下降。79年2月底加速下降, 震后喷液量略有回升, 但在5月中旬又转为快速下降, 5月底达最低值。在刚转回升过程中, 6月2日、6月13日分别在此矿东北80公里左右接连发生4.4级、4.1级地震, 震后液量快速回升。

(3) 1979年7月9日博格达4.3级地震

乌鲁木齐5号油井的水位通常在井口附近, 时而有少量油、水外溢。1979年6月10日21时, 井水突然发生自喷, 井内大量卵石抛出井外, 水位自记仪器被推倒, 水位骤然下降, 而后缓慢上升。7月初水位恢复到井口附近, 7月9日发生地震(图8)。

(4) 另据调查^[2], 1965年11月13日乌鲁木齐博格达6.6级地震前后, 上述5号油井(震中距27公里)和吐鲁番圣金口4号油井也曾发生过井喷现象。

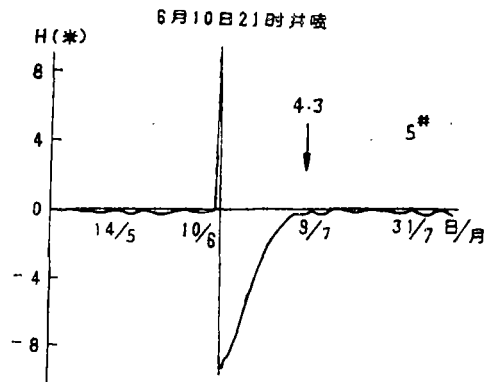


图8 1979年7月9日博格达4.3级地震5号油井动态变化

Fig. 8 Changes from №5 oil well before July. 9, 1979 Bogeda earthquake ($M=4.3$).

三、地下水动态异常特征的分析

我们就水动态异常范围、异常时间、异常形态和异常幅度等方面将地下水动态异常归纳为以下基本特征。

1. 本区地下水动态异常只出现在震源及其附近有限的区域, 我们称此为异常的小区域特征。同一井孔对同等强度的地震的反应表现为震中距小者异常反应明显; 震中距大者, 反应较差或基本上无反应。

2. 在4~6级地震前, 本区地下水动态未发现有长期异常(大于一年)水位通常只具有几天至几个月的短期临震异常变化。异常持续时间与地震强度、震中距有关。一般说来, 地震震级越大, 震中距离越小, 异常持续时间越长, 异常幅度也越大。但三者并无确定的线性关系。

3. 地下水动态短期异常, 在形态上可以分为下降型和喷涌型, 而以下降型较为常见。下降型可分为短期趋势下降阶段、临震稳定或回升阶段和震后快速恢复阶段。喷涌型异常仅是那些震中附近(50公里范围内)地区某些石油深井油水动态的异常特征。

4. 地下水动态临震异常不明显。在下降类型异常中, 地震常常发生在水位下降最低值, 异常回升或水位恢复正常后不久。而在喷涌型异常中, 地震多在喷液量最大时发生。

5. 地震之后, 水位快速回升和水位恢复“过头”现象是本区水动态震后效应的基本特征。

四、问题讨论

如上所述, 在观测井网控制范围内, 4级以上地震前地下水位差不多都能不同程度出现异常变化。然而, 本区仍有少量有震无异常和有异常无地震的现象存在。我们认为, 造成这些现象的原因可能有以下几种情况:

(1) 余震无异常显示 通常在主震发生不久, 又发生强余震, 水动态处于急剧恢复阶段, 局部的应力集中(余震孕育)不能改变区域上应力释放和复原性调整的总体趋势, 水动态无异常显示。如1979年1月25日呼图壁4.5级地震后, 于1979年1月29日又发生4.1级余震; 1980年11月6日玛纳斯5.8级地震后, 11月11日又发生4.0级地震就属此种情况。

(2) 异常叠加现象 在强地震孕育过程中, 区内发生多次强震(或前震), 在水动态异常过程中分辨不清异常的所属关系, 其中包含的较小地震的异常常常被掩盖或叠加在大地震异常之上。如1983年6月1日博格达5.3级地震前, 5月17日在乌鲁木齐西发生的4.8级地震属此种情况。5月17日地震后, 水位明显回升, 随后又继续下降, 直到6月1日地震后才快速恢复。

(3) 水动态强干扰时期地震异常不清楚 如1979年3月13日乌鲁木齐4.0级地震, 11号井水位正处于融雪水干扰时期, 无地震异常或异常被干扰所掩盖。

(4) 远地震或小地震无异常 由于地震发生在井网所能控制的范围以外, 或因震级太小, 地震孕育过程中, 应力场的变化不足以引起观测范围地下水动态的异常变化。

有异常无地震的现象常常与各种未知干扰源的影响分不开。如本区11号井水位在1981年3月至11月先缓慢下降, 后又缓慢上升, 变幅达30厘米, 时间达7个月之久, 形态上类似于前述地震异常, 但在此时间段内并无中强地震发生。导致水位如此变化的原因有待进一步研究, 初步分析, 可能与地下水迳流条件的长期变化有关。

综上所述, 本区地下水动力学前兆的研究目前仍处于积累资料和探索阶段, 对于六级以上的地震还缺乏震例资料, 以上震例异常特征的分析, 还有待进一步观测验证。

(本文1984年6月28日收到)

参 考 文 献

- [1] 王道等, 新疆玛纳斯5.8级地震地下水位异常, 地震科学研究, Vol. 5, № 4, 1984.
[2] 王六桥等, 油井自喷与地震, 地震科学研究, Vol. 5, № 2, 1982.

ANALYSIS OF ABNORMAL FEATURES TO THE DYNAMIC STATE
OF GROUNDWATER BEFORE SOME EARTHQUAKES
IN XINJIANG REGION

Wang Dao Xu Shizhong He Xianguan Zhang Yuansheng
(*Seismological Bureau of Xinjiang Uygur Autonomou Region*)

Abstract

In this paper the authors have rearranged and analysed the data of groundwater level and some oil wells in Xinjiang Region and discussed the abnormal features of groundwater dynamic state before moderate strong earthquakes. We think that in this region the short-term and imminent precursors of groundwater level are conspicuous. But such anomalies can only be observed in the limited area close to the anomalies of earthquake source, and they are roughly divided into two types, the descending and the spouting. A few problems relating to the groundwater in the process of earthquake preparing are under discussion as well.