

地下流体动态异常分布与构造的关系

邵永新, 李君英, 李一兵, 田山

(天津市地震局, 天津 300201)

摘要: 研究了华北北部水动态异常及辽河、大港、胜利和华北油田油井动态异常与构造的关系, 认为地震前水动态和油井动态异常形态不仅与观测点所处的区域构造有关, 而且与局部构造有着更为密切的关系, 隆起区为正异常, 凹陷区为负异常。

关键词: 地下水位; 异常特征; 油井动态; 隆起; 拗陷

中图分类号: P315.72⁺3; TE33⁺1.2 文献标识码: A 文章编号: 1000-0844(2000)03-0284-04

0 引言

作者分析了 1976 年 7 月 28 日唐山 7.8 级、1989 年 10 月 19 日和 1991 年 3 月 26 日大同 6.1 级和 5.8 级、1996 年 5 月 3 日包头 6.4 级、1998 年 1 月 10 日张北 6.2 级地震前后华北北部水动态异常图像和辽河、大港、胜利及华北油田油井动态异常图像, 发现二者的异常图像有共同之处, 都与井孔所处的局部构造有关, 并对此进行了研究, 为水动态及油井动态观测、排除干扰和正确识别异常提供参考。

1 资料的选取

在研究中, 选取分布在河北省、北京市、天津市、辽宁省和内蒙古自治区范围内的水动态观测资料及环渤海地区的辽河、大港、胜利和华北油田的油井动态观测资料, 共计 67 口观测井。对观测资料以半年为时间尺度绘制出地下流体异常演化图像。有关资料选取、图像生成及异常识别等参见文献[1]。表 1 和图 1 给出了所用井孔及其分布情况。

2 水动态异常与局部构造的关系

在研究中, 对于 1976 年 7 月 28 日唐山 7.8 级地震, 选取了 1973~1978 年共 6 年的观测资料。对于 1989 年和 1991 年大同 6.1 级和 5.8 级地震、1996 年 5 月 3 日包头 6.4 级和 1998 年 1 月 10 日张北 6.2 级地震, 选取了 1987~1998 年共 12 年的观测资料。由于篇幅所限, 不能将研究中所做的几十幅图件一一列出, 仅将异常

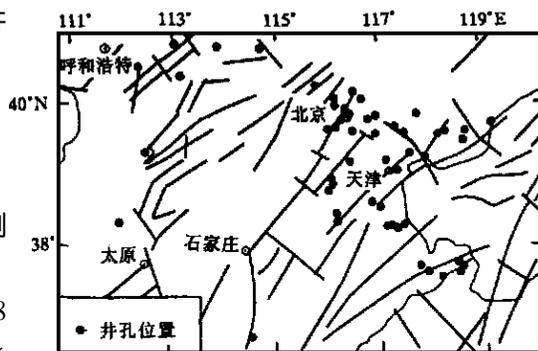


图 1 部分地下流体动态观测井孔分布示意图
Fig. 1 Sketch map of distribution of partial observation wells for ground fluid.

区的统计结果及其所处的局部构造位置列于表 2。

由表 2 可见, 地下水动态演化图像中异常区的分布与地下局部构造有密切的联系。构造上的隆起区, 地下水动态异常图像往往表现为负异常, 在构造上的凹陷区多表现为正异常。由于在生成动态图像前运用一阶差分方法对资料进行了消除趋势处理, 因此在动态演化图像上, 水动态资料的正异常区实际为水位下降区, 负异常区为水位上升区。

表 1 地下流体观测井孔一览表

地震	研究区域	资料时间	井 孔 名 称	研究项目
1976-07-28 唐山 M_s 7.8	112° ~ 122° E 36° ~ 42° N	1973 ~ 1978	双桥 1、上古林、表口、霍庄、白塘口、军粮城、武清河西务、唐山人	水位
			民公园、滦南气象站、唐山电厂 9、大厂、顺义板桥、房山良乡、通县	产油量
			马头、海淀温泉、房山歇息岗、大灰厂、顺义气象站、兴水 1、岫岩、岐	油气比
			5、岐 50、庄 9-13、滨 88、滨 101、滨 278、胜 3921、胜 3821、垦 55、兴 5	产液量
1989-10-19 大同 M_s 6.1	109° ~ 119° E			
1991-03-26 大同 M_s 5.8	36° ~ 42° N	1987 ~ 1998	塔院、太平庄、通县马头、武清高村、五里营、板桥、杨堤、河西务、丰台、永年、万全、昌黎、玉田、山西水 2、滦南、	水位
1996-05-03 包头 M_s 6.4	107° ~ 119° E		岳 42、浅牛 6、雄县 101、马 17、三号地、丰镇、兴和、凉城、	产油量
1998-01-10 张北 M_s 6.2	36° ~ 44° N		东鼓楼、通辽、库仑、大甸子、板 837-2、旺 11、新板 885、板 804、宝坻、任 342、任 842、任 821、静乐、朔州	油压

表 2 华北地区 5 次中强以上地震前地下水动态异常区分布

项目	地震	时间	异常区	异常性质	构造位置
水 动 态	唐山地震	1973 年下半年	唐山东	负	沧县隆起
		1974 年上半年	京津间	正	固安凹陷
		1975 年上半年	116° E 以西	正	博野凹陷
			京津间	负	牛陀镇凸起
		1975 年下半年	胜利油田	正	济阳拗陷内的凸起上
			北京东北	负	冀北断块隆起
		1976 年下半年	唐山西南	负	沧县隆起与黄骅拗陷交界
水 动 态	大同地震	1988 年上半年	北京附近	正	固安凹陷
		1988 年下半年	京西北	正	京西凹陷
		1989 年上半年	京西北、天津附近	正	京西凹陷、沧县隆起
		1990 年下半年	唐山东	正	黄骅拗陷、渤中拗陷
		1991 年上半年	天津东北、西南	正	博野凹陷
		1994 年上半年	津东	正	博野凹陷
		1995 年	呼和浩特东	正	河套断陷带
水 动 态	张北地震	1996 年下半年	津东	正	博野凹陷
		1997 年上半年	张家口附近	正	冀西凹陷
		1997 年下半年	津东	正	博野凹陷
		1998 年上半年	津东	正	博野凹陷
			张北地区	负	朔左隆起

唐山 7.8 级地震前天津地下流体观测网中,有多口观测井水位出现趋势及短期下降异常^[2],如双桥 1、宁河表口、北淮淀、霍庄、军粮城、咸水沽、大港区上沽林等.上述几口井均位于黄骅拗陷内的不同凹陷区.

天船井位于天津塘沽区,在构造上是位于黄骅拗陷内海河断裂的南侧.该井观测层为孔隙承压咸水,上下均有较厚的粘土隔水层,封闭性较好,与地表水及下部淡水无水力联系,对固体潮有微弱的显示,表明该井处于有利的构造位置.该井水位正常动态变化是逐年上升的(图 2).1997 年 10 月前后该井水位出现下降变化,至 1998 年 8 月前后水位变化转平,形成了一个

非常明显和完整的负异常,在异常期间于 1998 年 4 月在唐山老震区的钱营发生了一次 $M_L5.0$ 地震.

东台井位于沧县隆起上的双窑凸起的南端,沧东断裂的拐弯处,也是天津地区所特有的承压咸水井.一般情况下该井水位突升之后大约 2 个月左右在唐山老震区有中等地震活动.图 3 显示东台井水位变化,除了 1997 年上半年由于观

测上出现一些故障外,一直比较平稳.1998 年 6 月中旬出现了明显上升异常变化,到 1998 年 10 月以后恢复正常,形成了一个较完整的上升异常.1998 年 11 月 3 日在滦县发生了一次 $M_L4.0$ 地震.

王万青^[3]等分析了胜利油田滨州油区数百口油井的动态资料,发现该油区及其周围 350 km 范围内发生的 $M_L \geq 4.0$ 地震前,油井动态异常变化呈现出倒“V”字形的特殊形态.作者^[4]也曾对环渤海地区油井动态进行过研究,也发现油井动态异常以正异常为主.图 4

所展示的是位于东营凹陷内的陈家庄凸起上的胜利油田垦 55 井在唐山地震前产油量的变化曲线.由图可见,唐山 7.8 级地震前该井产油量出现了 1 年多的上升异常变化.

另外,唐山地震前在环渤海地区的辽河、大港、胜利及华北油田大批油井油层压力呈上升变化.表 3 列出了辽河油田兴 201 井自投产至唐山地震前地层压力的变化情况^[5].该井自投产到 1975 年 5 月 24 日地层压力下降了 3 MPa,平均月压力降为 0.19 MPa,属于正常的动态变化.1975 年 5

月至 12 月压力递减速率变慢,平均月压力降为 0.025 MPa.到 1976 年唐山地震前压力明显回升,幅度达 1 MPa.兴 201 井为一口连续自喷生产井,在不注水的条件下出现地层压力上升变化,只能说明是地震孕育过程的影响.

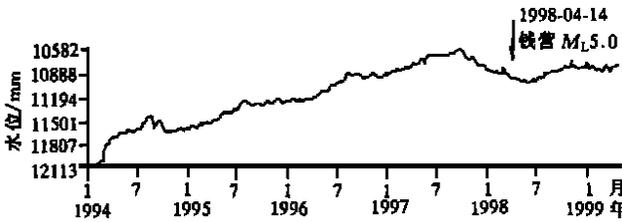


图 2 1994 年以来天船井水位日均值曲线
Fig. 2 Daily mean values of water level of Tianchuan well since 1994.

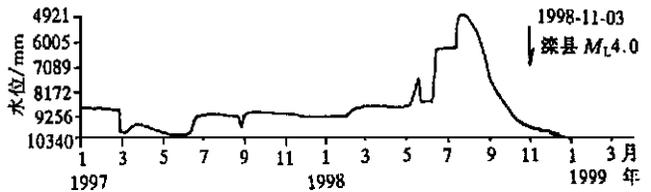


图 3 1997 年以来东台井水位日均值曲线
Fig. 3 Daily mean values of water level of Dongtai well since 1997.

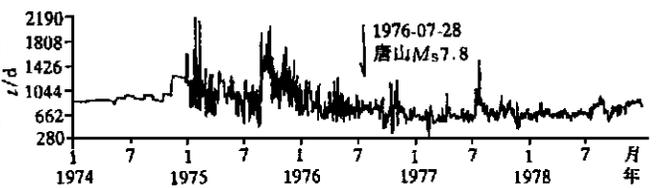


图 4 唐山地震前垦 55 井日产油量变化曲线
Fig. 4 Daily output of oil of Ker-55 well before the Tangshan earthquake.

表3 唐山7.8级地震前兴201井地层压力变化

测压日期	1974年		1975年		1976年	
	1月13日	5月24日	5月27日	12月12日	7月9日	7月10日
地层压力/MPa	15.8(投产时)	12.8	12.8	12.6	13.5	13.6
测点深度/m	1550	—	—	1570	—	—

3 讨论

华北断陷盆地内存在着众多次一级的隆起和拗陷,呈NNE向雁行排列.它们的二侧均发育有正断层,形成地堑和地垒状结构,并与NW向或近EW向断层配置,形成区内东西分带,南北分块的构造格局.各拗陷内还发育着次一级的凸起与凹陷.地震的宏观和微观信息相当一致地反映现代华北地区处于引张应力场环境^[6].在引张应力场的作用下,局部的凹陷区必定要受到拉应力的作用,而凸起区则受到压应力的作用,从而导致凹陷区地下流体动态呈下降型变化,凸起区呈上升型变化.油井动态观测中地层压力在震前上升,也是油井处于相对凸起的部位受到压应力作用的结果.

上述事实表明,地震前地下流体动态异常与观测点所处的局部构造有着密切的关系,局部构造可能控制着观测点的异常形态.因此,某观测点的异常形态可能有其典型的模式.观测资料出现上升或下降现象并非均是前兆异常,因此,在日常观测、分析预报工作中,不仅要了解观测点所处的区域构造位置,更要了解观测点的局部构造,以利于对异常作出正确的判定.

[参考文献]

- [1] 邵永新,李君英,李一兵,等.唐山7.8级地震前水氢异常演化特征[J].西北地震学报,2000,22(3):247—250.
- [2] 张洪波,李坤.唐山地震地下水动态前兆场特征[A].见:唐山地震考察与研究[C].北京:地震出版社,1981.115.
- [3] 王万青,朱襄玉.胜利油田油井动态异常与地震关系的初步研究[A].见:张德元,王优龙主编.油田开发工程与地震减灾[C].北京:石油工业出版社,1991.34—41.
- [4] 邵永新,李一兵,张德元.油井动态观测井映震能力评价[J].地震,1993,(4):52—57.
- [5] 吴振林,佟武,刘安健,等.渤海湾地区油、水井异常与地震的关系[A].见:张德元,王优龙主编.油田开发工程与地震减灾[C].北京:石油工业出版社,1991.9—17.
- [6] 高名修.华北块断构造区的现代引张应力场[J].地震地质,1979,1(2):1—11.

RELATIONSHIP BETWEEN DYNAMIC ANOMALIES OF GROUND FLUID AND LOCAL STRUCTURES

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

Abstract: Relationship between the dynamic anomalies of groundwater in northern part of North China as well as dynamic anomalies of oil wells in Liaohe, Dagang, Shengli and Huabei oil fields and local structures is studied. The results show anomalous shapes of groundwater and dynamics of oil wells before earthquakes are not only related to the regional structures, but also closely related to local structures. The anomalies are positive in upheaval area and are negative in depression area.

Key words: Groundwater level; Anomalous feature; Dynamic of oil well; Upheaval; Depression