

# 海城、唐山两大地震前后油井 生产动态的变化\*

吴起林 刘安建

(辽河石油勘探局兴隆台采油指挥部)

## 摘 要

地震孕育过程可能会影响毗邻震源区的油田,并在其油井的生产动态中有所反映或出现异常。而油井生产过程中产量、压力的变化均受人为因素的影响和控制。只要排除干扰,就可能发现油井动态异常与地震的关系。

动态异常主要表现在能量增加、抽油变自喷产液量突增,实质上反映了地震孕育过程中应力积累导致的孔隙液压的变化。如能合理布设深井,长期观测孔隙液压的变化,用来预报地震是有希望的。

## 一、前 言

辽河油田地处新华夏构造上的下辽河拗陷,在燕山沉降带以东、辽东地区以西,位于庐江—郯城—营口北东向压扭性大断裂所形成的地震带的西侧。距海城及唐山分别为50公里和360公里左右(图1)。

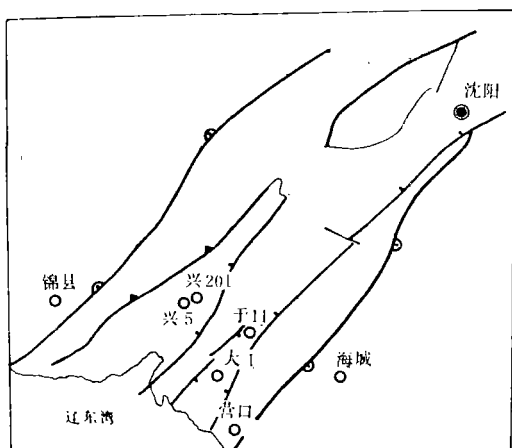


图1 辽河断陷构造略图

\* 1982年5月21日收到。

1975 年 2 月 4 日海城 7.3 级和 1976 年 7 月 28 日唐山 7.8 级地震前,油田的油井生产动态(产量、压力等参数)曾出现较明显的异常。根据这些资料初步探讨了油井动态异常与地震的关系,认为利用油田深井的动态特征进行预报地震,可能具有一定的前景。

## 二、油井动态异常与地震的关系

地壳内应变能量的积累与释放导致了地震的孕育与发生,它会影响毗邻震区的油田,并在其油井的生产动态中有所反映。

油井生产过程中动态的变化,受人为因素的影响和控制,如注水提高孔隙液压、改变工作制度及开采方式等。当油井未受人为因素的影响而发生突变时,称为动态异常。排除人为因素干扰,落实了 5 口异常井(表 1)。

### 1. 对应海城地震的异常井

**1) 兴 5 井** 该井钻遇断点,断点深 1675 米,断距 95 米。是一口自喷井,以气为主,产少量油和水。1974 年 10 月 9 日前平均日产液 2 方左右。海城地震前三个多月,1974 年 10 月 9 日 18 时,听到出油声音异常,产液量猛增到 40 吨(图 2)。其中水量为 17—18 方,油压由 88 个大气压下降为 83 个大气压,套压由 107 个大气压升到 123 个大气压,井底流动压力也相应增高,由 10 月 8 日的 116.8 个大气压上升到 10 月 11 日的 137.0 个大气压。以后产液量缓慢下降,震前为 33.7 吨,震后产液量仍保持在 35 吨左右。三个月后,于 1975 年 5 月 24 日突然停喷,变化异常长达 7 个半月。关井半月,开井后产液量又恢复到 1974 年 10 月 9 日以前的水平。

**2) 热 10-6 井** 通过东西走向的正断层,断点深 1360 米,断距 51 米。1974 年 11 月前,抽油生产日产液约 4—17 吨。其中水量约 2 方。1974 年 12 月初,日产液猛增到 80—90 吨,油井恢复自喷,用油嘴控制生产,日产量仍达 50—60 吨。地震前产量也有 20—30 吨。地震时,井底大量出砂和泥浆而停喷。

### 2. 对应唐山地震的异常井

**兴 201 井** 该井通过北东向正断层,断点深 1905 米,断距 59 米,自喷生产。值得注意的是,地震前本井取得了孔隙液压自然回升的资料(图 3),这是不可多得的。从图可看出,自 1974 年 1 月投产到 1975 年 5 月,地层孔隙液压由 158.3 个大气压降为 128.2 个大气压,平均月压降为 1.9 个大气压。5 月到 12 月压降速度显著减缓,平均月压降为 0.2 个大气压。12 月以后孔隙液压由下降转为上升,1976 年 7 月上旬的孔隙液压比 1975 年 12

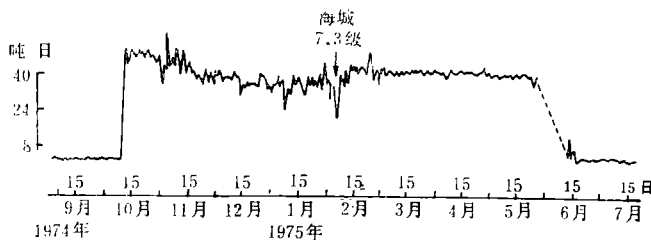


图 2 兴 5 井产液量变化与地震的关系

表 1 油井异常统计表

井号	对应地震	距震中(公里)	油层中部深度(米)	异常时间		异常情况及幅度							备注
				起至时间(年.月.日)	天数	产液量(吨/日)	产水量(方/日)	产气量(万方/日)	油压(大气压)	套压(大气压)	流压(大气压)	静压(大气压)	
兴 5 井	海城 7.3	80	1850.3	74.10.9 至 75.2.4	118	上升 38 (2↑40)	上升 16.8 (0.2↑17)	下降 0.8 (3.6↓2.8)	下降 5.0 (88↓83)	上升 16.0 (107↑123)	上升 20.2 (116.8↑137)		通过北东向 断层与近东西 向断层交汇处  自喷能力 加强
热 10-6	海城 7.3	80	1923.0	74.12.1 至 74.12.29	28	上升 76 (4↑80)	上升 3 (2↑5)	变化不大					通过东西向 断层  抽油变自 喷井底大量 出砂和泥浆
兴 201 井	唐山 7.8	380	1586.1	76.4 至 76.7	约 90						上升 22.3 (84.2↑106.5)	上升 8.2 (126.5↑134.7)	通过北东向 断层与近东西 向断层交汇处  自喷能力 加强
于 11 井	官屯 6.0	20	2530	78.5.15 至 78.5.18	3	上升 53 (24↑77)	上升 10 (3↑13)	上升 4.7 (0.3↑5)	上升 14.5 (15↑16)	上升 30 (40↑70)			通过北东向 断层与近东西 向断层交汇处  抽油变自 喷
大 1 井	官屯 6.0	20	1781.5	78.4.9 至 78.5.18	39	上升 30 (40↑70)	上升 16 (14↑30)	上升 1.89 (0.31↑2.2)	上升 13 (4↑17)	上升 54 (17↑71)			北西向断层 附近  抽油变自 喷

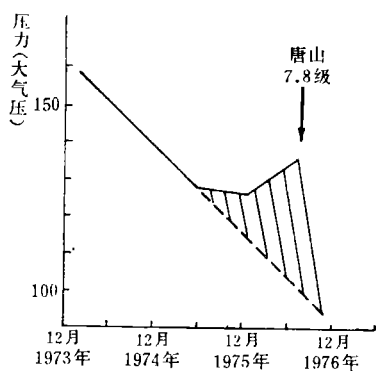


图3 兴201井地层压力变化曲线

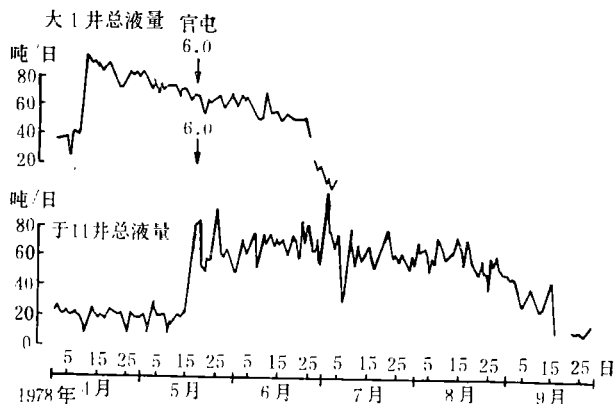


图4 产液量变化与地震的关系

月中旬增高9.2个大气压,且恰好发生在唐山地震前夕。本井于1975年12月改为气举生产,井筒回压降低,加上孔隙液自然回升,导致生产压差增大,产量大幅度增加。在边水不活跃又未注水的情况下,孔隙液下降速度显著减缓并逐渐回升,说明地层获得了新的能量。

### 3. 对应辽南官屯地震的异常井

1) 于11井 抽油开采,在辽南官屯地震前三天(5月15日)突然发生井喷,产液量由20吨增加到73吨(图4),含水量由4方增加到17方,产气量增加4.7万方。油压、套压明显上升,一直到9月16日才停喷,生产状况又恢复到原来水平。

2) 大1井 抽油开采,官屯地震前,在五个月内突然发生两次井喷。第一次井喷发生在1978年1月5日,日产液量由35吨增加到60—114吨,含水量由13方增加到21—40方,产气量由0.4万方增加到1.3—2.8万方,油压上升25.5—32.8个大气压,套压上升37—46个大气压。1月28日由于焊接管线关井约6小时,造成井筒积水停喷。官屯地震前40天即4月9日17时又发生第二次井喷(图4),产液量由35吨增加到70—95吨,水量由13方增加到30方,产气量由0.4万方增加到2.2—3.6万方,油压、套压分别升到17—25个大气压和71—78个大气压。地震发生在生产量下降背景上。自喷一直延续到6月28日。停喷后,进行各种人工措施也未能使油井恢复自喷。

综上所述,异常井均通过断点或在断层附近,震前异常主要表现为:

1. 在未进行任何人工措施并保持工作制度不变的情况下,震前产量大幅度上升。
2. 震前抽油变自喷或自喷能力增强,震后又自然停喷。
3. 震前孔隙液回升。

地震孕育过程中导致的油井动态异常并非具有普遍性,仅在少数井中有所反应,无论是海城地震,还是唐山或官屯地震均如此。例如海城地震前兴5井有反应,而一同断块的兴5-6井却没有反映(图5),地震前后产液量一直在1—5吨范围内波动,产气量由震前的1.1万方降到震后的0.7万方,流动压力由1974年11月20日的109.9个大气压下降为1975年5月12日的96.2个大气压。又如兴205井与兴201井属同一断块,被同一断层所切,唐山地震前产液量逐月自然递减。从6月中旬开始因见到注水效果,产量趋于稳

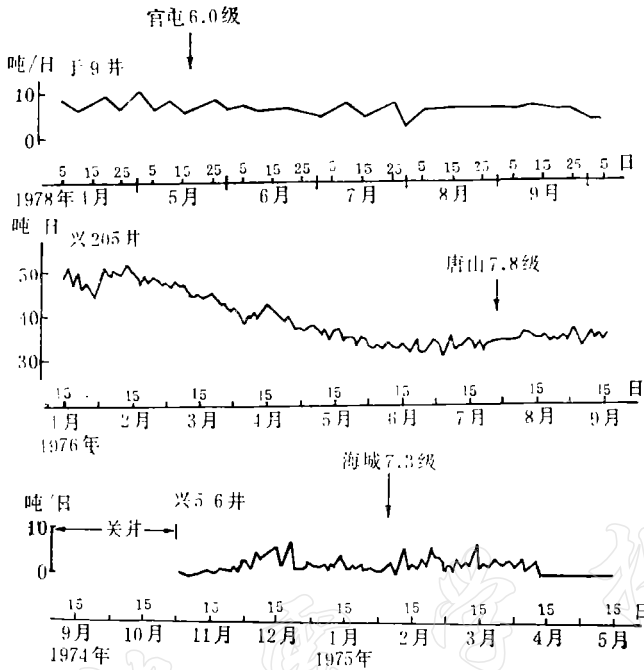


图 5 产液量变化曲线

定并有所增长。官屯地震前,于 11 井曾两次发生井喷,产液量猛升,而相邻断块的于 9 井却无井喷显示,地震前后产液量变化不大,并有下降趋势。产生该现象的原因可能与井所处构造位置有关,尚有待进一步探讨。

### 三、油井动态异常成因探讨

在震源区内,油井生产动态在地震前后的异常,是地壳构造运动的产物。与地震活动过程相关。由于岩石具有弹塑性,当压应力达到一定程度后,岩石骨架产生形变,孔隙度减小,压缩岩石孔隙中的液体,从而引起孔隙液压的升高,导致自喷能力增强,生产压差增大,油井液量突增。当岩层进一步被压缩,岩石脆弱部位首先产生微破裂,孔隙体积相对增加,孔隙液压稍有降低。但由于裂缝的产生,岩层允许流体通过的能力即渗透率增高,油井的产液量稍有变化,其变化大小视孔隙液压降低的幅度及渗透率增高的幅度而异。

当能量积累到超过岩层的程度,岩层错动产生地震,能量得到大量释放,剩余能量随着余震的发生也逐渐释放,震源区应力场重新进行调正并达到新的平衡。从而油田构造特殊部位所受压应力消失,孔隙液压降低,裂缝闭合,因而油井突然停喷,油井生产状况恢复到震前水平。

在海城、唐山两大地震中,油田均处于压区,所以油井动态异常的特征基本相同。

### 四、结 论

地震孕育过程对油井生产动态有明显的影响,异常特征参数为产液量和孔隙液压。

如能在地震活动构造带上合理布设深井观测网,对孔隙液压进行长期、连续性地观测,捕捉地震前兆信息,进行地震预报是有可能的。

## ANOMALOUS VARIATIONS IN PRODUCTION OIL WELLS BEFORE AND AFTER THE GREAT HAICHENG AND TANGSHAN EARTHQUAKES

WU QILIN    LIU ANJIAN

(*Liaoning Oil Prospecting Bureau*)

### ABSTRACT

The process of development of an earthquake may influence the oil wells neighbouring the epicentral region. It is reflected by anomalous variation of oil production. However, quantity of oil production and well pressure are greatly controlled by man-made factors. By eliminating those factors, one may be able to reveal the relation of anomalous variations in oil wells and the occurrence of earthquakes.

Anomalous phenomena in production wells are chiefly expressed as change from pumping to flowing wells and the sudden increase of quantity of oil production. This may signify the accumulation of stress in the earthquake generating regions causing change of pore pressure in the wells. If deep oil wells are located properly and the change of pore pressure is constantly observed and recorded, the phenomena might be observed as earthquake precursors.