

王熠熙,邵永新,李悦,等. 2023. 天津汉1井水温固体潮畸变增多异常机理研究[J]. 地震研究, 46(4): 503–510, doi:10.20015/j.cnki.ISSN1000-0666.2023.0032.

Wang Y X, Shao Y X, Li Y, et al. 2023. Research on the abnormal mechanism of increasing solid tide distortion in water temperature of well Han 1 in Tianjin[J]. *Journal of Seismological Research*, 46(4): 503–510, doi:10.20015/j.cnki.ISSN1000-0666.2023.0032.

# 天津汉1井水温固体潮畸变增多异常机理研究\*

王熠熙<sup>1</sup>, 邵永新<sup>1</sup>, 李悦<sup>1</sup>, 孙小龙<sup>2</sup>, 李赫<sup>1</sup>, 刘双庆<sup>1</sup>

(1. 天津市地震局, 天津 300201; 2. 应急管理部国家自然灾害防治研究院, 北京 100085)

**摘要:** 针对天津汉1井水温固体潮畸变连续增多现象, 从水温对比实验、气压影响、水化学分析等方面分析了畸变特征和异常机理。结果表明: ①水温固体潮畸变的深度位于220~255 m, 且水温畸变多发生在水温固体潮低潮期、水位固体潮高潮期; ②当气压出现大幅突变时可能对水温固体潮产生相关影响; ③汉1井水化学组分具有明显的海相沉积特点, 且汉1井具有聚集油气的构造条件, 观测层位于当地油气层的产气层深度; 综合贝尼奥夫应变结果分析认为, 汉1井水温固体潮畸变的连续增多实质是逸出油气增多的表现, 是汉1井-含水层系统在区域构造作用力下的一种响应。

**关键词:** 汉1井; 水温; 固体潮畸变; 油气; 异常机理; 天津

**中图分类号:** P315.723

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-0666(2023)04-0503-08

doi:10.20015/j.cnki.ISSN1000-0666.2023.0032

## 0 引言

水温观测作为地震地下流体的一种主要前兆观测手段, 可以记录到丰富的水温微动态信息。以水温变化作为地震前兆的震例在国内外研究中已经得到认可 (Mogi *et al.*, 1989; 车用太等, 1996, 2008; 马玉川等, 2010; 梁莹等, 2016; 付虹等, 2020)。水温的固体潮效应是对地壳应力-应变信息灵敏响应的重要标志, 但位于不同水文地质条件与区域构造的水温观测井孔, 其水温固体潮在震前的异常特征并不相同。深入分析水温固体潮异常的产生机理, 有助于加深在地下应力状态调整情况下井-含水层系统对固体潮响应的认识 (Rosaev, Esipko, 2003; Esipko, Rosaev, 2007), 明确地下水温度对地壳应力-应变的响应能力 (Furuya, Shimamura, 1988; Kitagawa *et al.*, 1996)。

天津汉1井是一口废弃的石油井, 1982年7月开始水位观测。观测期间资料变化稳定, 固体潮清晰, 但观测结果没有发现比较好的前兆异常, 后由于各种原因于2010年停测。2014年10月, 该井重新启用, 开展水位和水温观测。在观测过程中发现, 水温观测曲线经常出现畸变, 而水位观测正常。在以往观测中早已发现汉1井有逸出油气现象, 通过查阅油井产油量、油气比、产气量等相关研究 (刘元生等, 2000; 王瑞丽等, 2004) 发现, 地震前这些指标常出现上升异常现象。对比汉1井水温的这种固体潮畸变, 认为其很可能是一种类似异常现象。但这种现象的特殊之处在于引起了水温观测曲线的畸变, 而且随着资料的不断积累, 发现水温畸变次数的连续增多与周边的中地震似乎有一定关联。鉴于此, 本文拟从水温对比实验、气压突变、水化学特征、井孔构造位置、构造应力变化等方面开展研究, 探讨汉1井水温固体潮畸变连续增多异常的成因机理。

\* 收稿日期: 2022-03-27.

基金项目: 地震预测开放基金 (XH23071D); 中国地震局地震科技星火项目 (XH20003Y); 中国地震局震情跟踪任务 (2023010310); 天津市地震局内科研项目 (Zd202204)。

第一作者简介: 王熠熙 (1985-), 高级工程师, 主要从事地震地下流体预报科研工作. E-mail: wangyx123@163.com.

1 观测井及观测资料概况

汉1井位于天津市滨海新区，东距渤海湾约1 km，周围为第四系沉积平原，地势开阔。构造上，汉1井位于北塘凹陷内，北距汉沽断裂约11 km，南距海河断裂约20 km，与茶淀断裂和塘北断裂相距约9 km（图1）。汉1井井深3 303 m，是一口石油废井，射孔深度在2 688~2 713 m，观测段井径324 mm，过水段井径140 mm（图2），岩性为古近系沙河街组砂砾岩、细砂岩。井水上面漂有一层厚约3 m的清质油，水质

为单一氯化钠型，属孔隙、裂隙承压水。井孔观测层的深度近3 km，除地热、油田开采等外，一般的民用、工业用水的开采很难达到这一深度（邵永新等，1996）。新生界盖层西南部最厚可达5 km，其它地区不超过2 km，其中第四系厚约400 m，向东部厚度逐渐增大。由于该井地处滨海平原，多次海侵使浅部形成广布的咸水（李兵岩，2016）。对该井1982年7月以来的水位观测资料进行分析，并没有发现较好的震前异常现象。2014年在井内安装了SWY-1A型水位仪、SZW-1A水温仪，水位探头位于72 m深处，水温探头位于245 m深处。

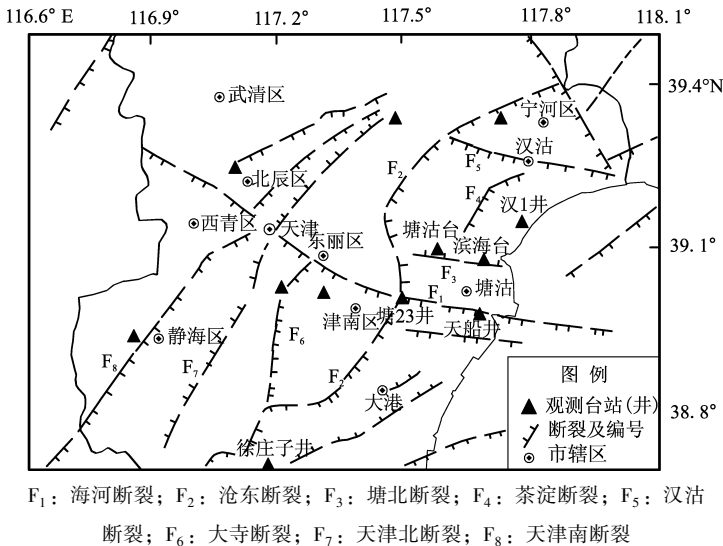


图1 汉1井构造位置示意图  
Fig.1 Location of well Han 1 and the geotectonic settings in the vicinity

2 水温畸变特征分析

2.1 水温畸变相关特征

汉1井自2014年12月开始水温观测以来，能够记录到固体潮变化，但经常出现畸变现象。以2015年1月7—8日水温资料为例，水温在7日变化正常，但在8日出现了2次畸变（图3a）。水温畸变出现时间多在潮汐的低潮期间。这种畸变每天出现的次数有多有少，最多可达到十几次。与水位观测资料相比（图3b），固体潮虽有一定相位差，但水温畸变基本都出现在水位对应的固体潮高潮期。测量结果表明，在能够观测到水温畸变的深度段（220~255 m），能够清楚地观测到类似

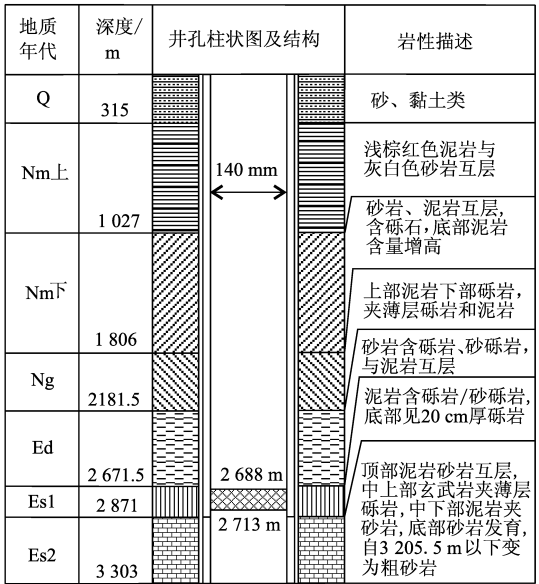


图2 汉1井井孔柱状图  
Fig.2 Histogram of well Han 1

畸变（图3a、c~f），而在这深度段之上或之下（图3g、h），没有发现明显畸变现象。

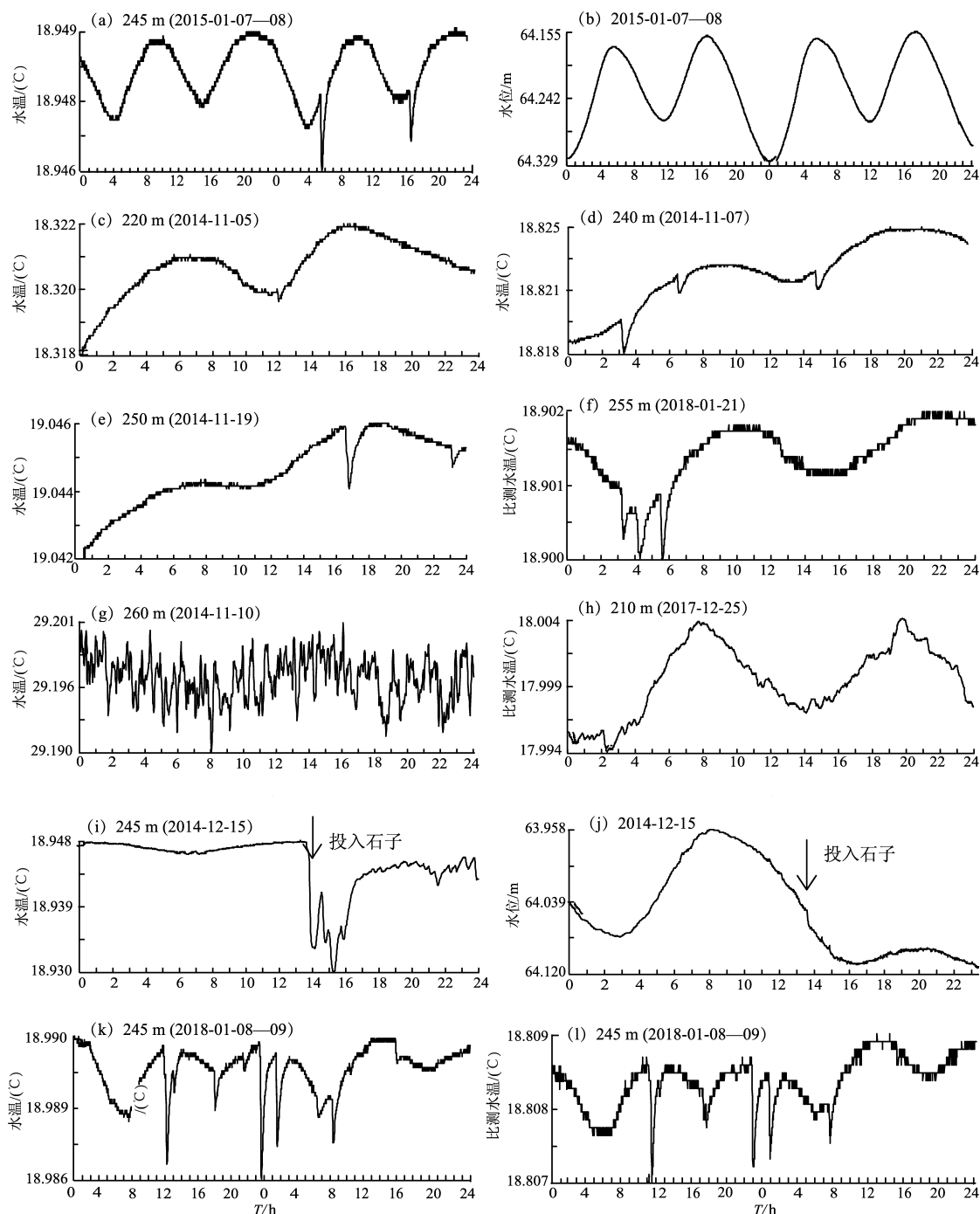
2.2 水温对比观测

2014年12月15日13时37分，在水温梯度测量过程中，向井内投入直径约5 cm的石子，随后听到井内有连续冒气泡的声音，发现水温观测曲线发生大幅度起伏变化，并出现持续2 h的低值起伏变化，同时水位也出现下降现象（图3i、j）。这种水温畸变不可能完全是由石子投入所致，可能也与井中逸出油气有关。

2017年12月21日在井中重新安装了一套水温仪（ZKGD-3000NL），与现有水温仪进行同层对比观测。2套水温仪都观测到了同步畸变现象，不同的是新安装仪器畸变幅度小一些

(图3k、l)。因此,判定该现象是一种真实现象。表1列出了不同深度测量过程中资料稳定后24 h分钟值差分后的均方差 $\sigma$ 和水温背景噪声

值 $\Delta\bar{X}$ 。从表1可见,220~255 m的 $\sigma$ 和 $\Delta\bar{X}$ 最小,其水温观测曲线能够记录到清晰的固体潮变化(图3a、c~f)。



注: 图(f)(h)(l)为比测仪器记录结果,与正常观测仪器记录温度有系统差

图3 汉1井水温、水位分钟值曲线

Fig. 3 The minute-value curves of the water temperature and water level in well Han 1

### 2.3 水温梯度分析

从汉1井100~580 m深度范围内的水温和梯度测量结果发现,井水温随深度的增加而增大

(图4a),近似于线性增加,不存在负梯度的温度异常区(图4b)。因此,井水温反映的固体潮周期形态是依赖于固体潮导致的水位升降而变化的。

表 1 汉 1 井各深度水温背景噪声值  $\Delta\bar{X}$  及标准差值  $\sigma$

Tab. 1 Background noise $\Delta\bar{X}$ and standard deviation $\sigma$ of the water temperature at different depths in well Han 1											
深度/m	100	150	200	210	220	240	245	250	255	260	280
日期	2014-10-01	2014-10-04	2014-10-07	2017-12-25	2014-11-05	2014-11-08	2014-11-24	2014-10-09	2018-01-06	2014-11-11	2014-11-14
$\sigma$	0.000 493	0.000 239	0.000 217	0.000 077	0.000 062	0.000 062	0.000 062	0.000 066	0.000 057	0.000 16	0.000 32
$\Delta\bar{X}$	0.000 382	0.000 182	0.000 162	0.000 049	0.000 036	0.000 037	0.000 037	0.000 04	0.000 032	0.000 118	0.000 247

深度/m	300	350	400	420	440	460	480	500	520	540	580
日期	2014-10-12	2014-10-14	2014-10-16	2014-10-19	2014-10-21	2014-10-23	2014-10-25	2014-10-27	2014-10-29	2014-10-31	2014-11-02
$\sigma$	0.000 313	0.000 28	0.000 313	0.000 288	0.000 28	0.000 281	0.000 318	0.000 315	0.000 25	0.000 335	0.000 274
$\Delta\bar{X}$	0.000 242	0.000 218	0.000 244	0.000 217	0.000 219	0.000 215	0.000 246	0.000 251	0.000 195	0.000 258	0.000 428

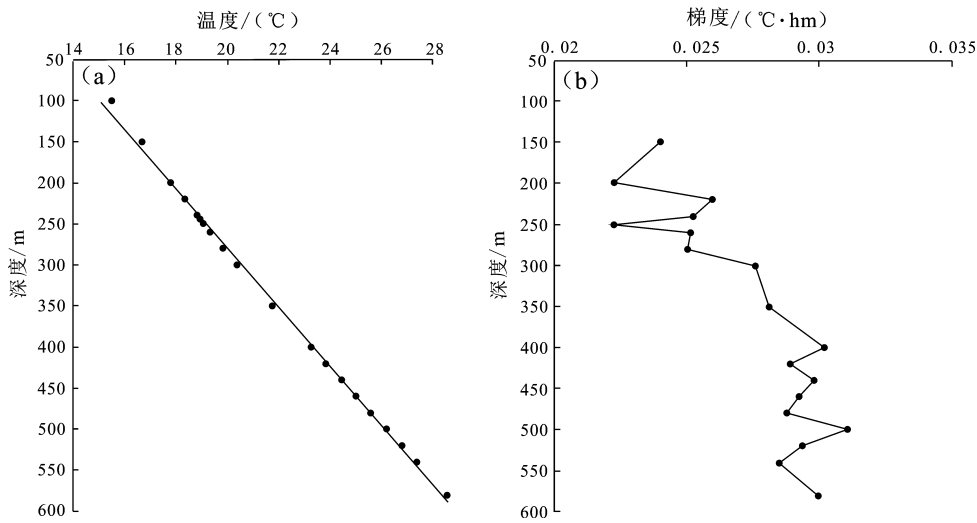


图 4 汉 1 井水温随深度变化 (a) 及其梯度 (b)

Fig. 4 Variation of the water temperature along with depth (a) and the water temperature gradient (b) in well Han 1

同时，仅在 220 ~ 255 m 可以观测到水温以及固体潮的畸变现象，说明在此深度内，随着水位的上升或者下降，带来的温度变化最快，水温因固体潮周期波动更加明显，受背景噪声影响最小，与水位的潮汐波动相关程度最高。

3 水温畸变频次增多机理分析

3.1 干扰因素对水温畸变的影响

汉 1 井水温畸变次数时多时少，降水和气压引起的载荷变化会对水温微动态产生一定影响。从汉 1 井水温畸变特征方面分析，畸变几乎每天都有，一个月中仅几天无畸变，但当地降水并不是每天都有，因此降水和水温畸变无对应关系。从气压年动态方面分析，气压数据具有冬高夏低的变化特征，但汉 1 井水温畸变次数没有这种特征。从气压微动态方面分析，短时间内气压的突变可

能对水温观测有一定影响。图 5a-1 显示 2017 年 6 月 2 日 5—15 时汉 1 井气压的变化情况，气压从 11 时 48 分到 12 时 49 分出现明显的起伏变化，同时水位出现上升变化（图 5a-2），水温也出现了一次畸变（图 5a-3）。这个畸变既像油气逸出引起的畸变，又像气压滞后效应引起的水位、水温变化。2017 年 12 月 2 日 0—15 时汉 1 井水温出现多次畸变（图 5b-3），且水位和水温呈负相关变化（图 5b-2），但同时段无气压突变情况（图 5b-1）。鉴于此，笔者推断汉 1 井水温畸变不是由气压变化所致。

除降水、气压对水温畸变有影响外，同井水位校测、仪器调试、电压不稳、同震响应等也可能导致水温畸变，廖丽霞（2019）对因上述干扰影响出现的水温异常形态及成因进行了系统研究，笔者参考其研究结果对这几个因素进行了逐一排除，认为汉 1 井水温畸变不是由以上干扰因素引起的。

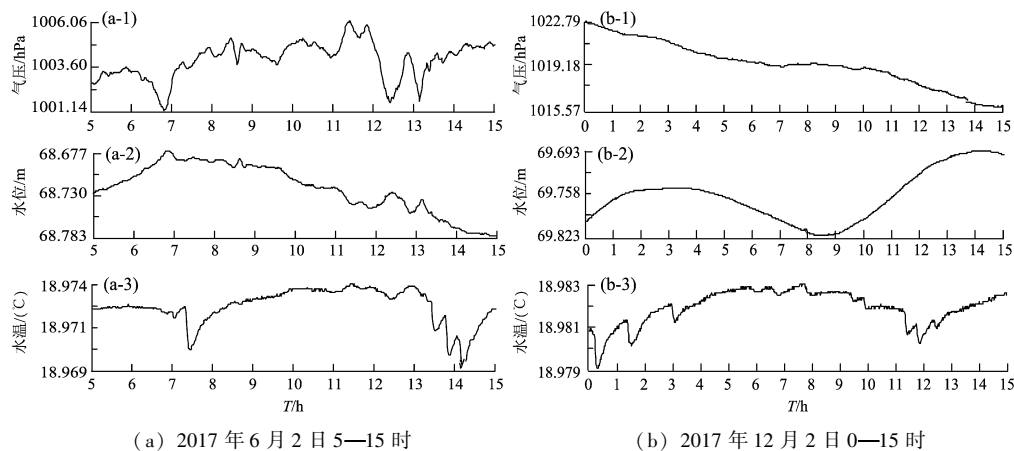


图5 汉1井气压、水位、水温曲线

Fig. 5 Air pressure, water level and water temperature curves in well Han 1

### 3.2 油气井震前异常与汉1井水温畸变

在油田地震观测中,震前曾有大量井孔出现产油量、产液量、产气量、油气比等异常,且异常一般都是以上升为主(于海力,1998)。从油井的构造角度分析,因其位于拗陷中的凸起位置,油或气比水轻,油气总是处于含油层的上部,且具有向上运移的特点,一旦受到外力作用该现象更明显。如果汉1井水温畸变是由逸出油气所致,那么畸变数量多可认为是逸出的油气多,畸变数量少可认为是逸出的油气少。汉1井出现的水温畸变数量和油井产油量、产气量等在震前出现的异常相类似,因此可能与地震的孕育和发生有关系(邵永新等,2020)。自2014年12月汉1井开始正式观测以来,其水温共出现6组固体潮畸变连续增多异常,对应了周边250 km范围内 $M_L \geq 4.0$ 地震6次,其 $R$ 值为0.48, $R_0$ 值为0.44。因此,结合汉1井井孔条件和构造位置分析,认为汉1井水温固体潮畸变的连续增多异常与油气井震前异常的作用机理相似。

### 3.3 水化学分析

汉1井井水上面漂浮一层厚约3 m的清质油,

再次采集水样十分困难。因此笔者采用1985年汉1井的水质分析结果,以及同处滨海新区的塘23井和徐庄子井水样开展水化学对比分析。塘23井井深2 723 m,徐庄子井井深100 m,为咸水层流体观测井。从图6a可以看出,汉1井、徐庄子井水质类型均为Na-Cl型,塘23井水质类型为Na-Cl-HCO<sub>3</sub>型;汉1井和徐庄子井水质曲线形态较为相似,表明这两口井的补给来源较为相似;塘23井水质曲线形态与其它2口井的差异较大,说明补给来源与它们存在一定差异。图6b显示徐庄子井和汉1井均位于“部分成熟水”范围内,表明其地下水的补给来源中除了大气降水外,还有较深层地下水的混入,水-岩反应相对较弱,水流系统相对较为稳定,不易受到干扰;而塘23井水样位于“完全平衡水”范围内,说明其地下水的水-岩反应较为充分,补给来源主要来自于深层地下水,大气降水补给少。为了分析其形成特征,分别计算了3口井的 $\gamma Na^+/\gamma Cl^-$ 和 $\gamma Mg^{2+}/\gamma Ca^{2+}$ 等水化学特征参数。由表2可见,汉1井和徐庄子井水 $\gamma Na^+/\gamma Cl^-$ 比值在1左右,而 $\gamma Mg^{2+}/\gamma Ca^{2+}$ 比值在5.5左右,具有明显的岩盐溶滤水

表2 三口井地下水的水化学特征参数

Tab. 2 Hydrochemical characteristic parameters of the groundwater in three wells

井孔	水质类型	总溶解固体/ ( $mg \cdot L^{-1}$ )	总硬度/ ( $mg \cdot L^{-1}$ )	电导率/ ( $\mu mho \cdot cm^{-1}$ )	地下水类型	$\gamma Na^+/\gamma Cl^-$	$\gamma Mg^{2+}/\gamma Ca^{2+}$
汉1井 <sup>①</sup>	Na-Cl	5 629	248.65	7 063.4	咸水	1.13	4.66
徐庄子 <sup>①</sup>	Na-Cl	4 684.5	684.56	6 132.8	咸水	1.02	5.74
塘23井 <sup>②</sup>	Na-Cl-HCO <sub>3</sub>	5 177.6	6.3741	5 237.7	咸水	2.73	1.77

注: ①检测单位为应急管理部国家自然灾害防治研究院; ②检测单位为天津市地震局水化学实验室。

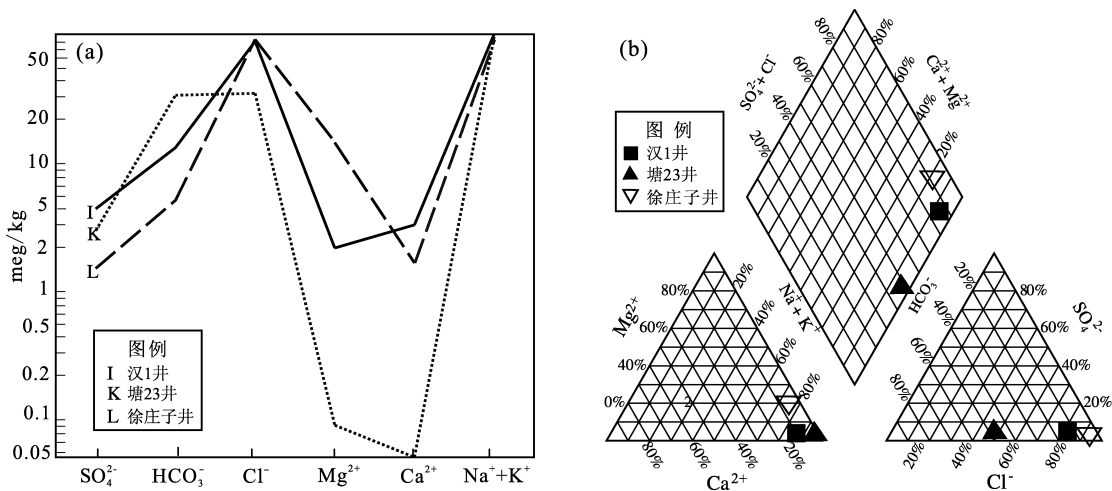


图 6 三口井水样的 Schoeller 图 (a) 及 Piper 三线图 (b)

Fig. 6 Schoeller diagram (a) and Piper diagram (b) of the groundwater in three wells

和海相沉积的特点。这与汉 1 井作为近海油气井的水文地质及水化学背景相吻合。

### 3.4 汉 1 井所处构造位置分析

汉 1 井逸出油气现象类似于井水中的翻花冒泡宏观异常, 较为常见, 但针对水温固体潮畸变现象的相关研究较少, 因此, 本文从构造背景方面对其进行分析。汉 1 井位于北塘凹陷内, 北塘凹陷是受沧县隆起和燕山褶皱带两构造单元所控制的中生界、新生界沉积断陷盆地, 可划分出 6 个正向构造带和 6 个负向构造带, 汉 1 井位于大神堂构造带上。从生储盖组合上看, 该区地层齐全、砂体发育, 汉 1 井在钻遇砂岩以下地层时见油斑 (图 7)。从对北塘凹陷的探测结果看, 该区天然气的产出层位较多, 分布广泛, 其中尤以沙三段为主要产气层位, 主要成份为  $\text{CH}_4$  (高锡兴, 2004)。

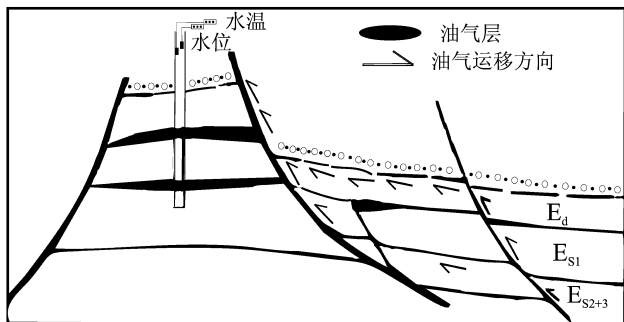


图 7 汉 1 井油气运移示意图 (据高锡兴, 2004 修改)

Fig. 7 A sketch map of the migration of the oil and gas in well Han 1 (modified according to Gao, 2004)

而汉 1 井的观测层正是北塘凹陷内主要的产气层。由此分析, 汉 1 井具有逸出石油气的条件, 且汉 1 井上覆清油样品经燃烧实验证明其主要成分确实为  $\text{CH}_4$ 。

从油井的构造位置分析, 一般是在坳陷中的凸起位置上才能满足油田生、储、盖的基本条件, 且天津地区的油层多是油、气、水的综合体, 既含油气、也含水。石油井的气泡逸出多数情况下是有机因素, 而气泡逸出多少、快慢则与油层的孔隙压力、渗流条件有关。地震孕育时地壳应力作用于油层, 在弹性范围内, 油层岩石孔隙体积发生弹性变化; 当超过弹性界限时, 油层的岩石破裂产生新的裂隙, 岩石的孔隙、裂隙体积发生变化, 使得油层孔隙压力、渗流条件随之发生变化, 并导致油井的产量、井压、油气比等发生异常变化 (杨马陵等, 2011)。因此, 含油气层无论是受到张、压还是振动等的作用, 都会使其中油气脱离孔隙、裂隙进入井中, 致使井中油气逸出量增大。邵永新等 (1993)、张德元和赵根模 (1985)、张德元等 (1995) 通过研究大港油田、华北油田、胜利油田以及辽河油田的油井观测资料发现, 一些地震前曾多次出现油气比、产气量等的上升异常。结合汉 1 井所处构造条件分析, 认为汉 1 井水温所出现的水温畸变现象很有可能也是含油层内油气向外释放的结果。

### 3.5 天津地区贝尼奥夫应变分析

应变与构造应力以及地震活动是紧密联系的。为了分析汉 1 井是否具有反映构造应力变

化的背景，笔者采用贝尼奥夫应变（Benioff, 1951）计算了天津地区地震应变能的释放情况（张小涛等，2011），其计算公式为（时振梁等，1997）：

$$\varepsilon_{b(t)} = \sum 10^{(4.8+1.5M)/2} \quad (1)$$

式中： $\varepsilon_{b(t)}$ 为以 $t$ 时刻为中心的 $0.1^\circ$ 之内的贝尼奥夫应变积累，即某一地区 $0.1^\circ$ 内所有大于 $M$ 级地震对应应变释放的贡献； $M$ 为震级。

笔者采用1980—2021年天津周边 $M_L \geq 2.0$ 地震进行应变计算，结果显示汉1井所处位置为高应力集中区域（图8）。结合前述对汉1井构造位置的分析，认为汉1井水温固体潮畸变的连续增多现象，实质是由应力集中作用下油气的连续快速逸出导致，反映了构造应力活动的调整。自2014年汉1井正式观测以来，在其周边250 km范围内发生的 $M_L \geq 4.0$ 地震前多次出现了水温固体潮畸变连续增多现象。综合分析认为，汉1井水温畸变频次的连续增多一定程度上能够反映其周边构造应力的调整情况。

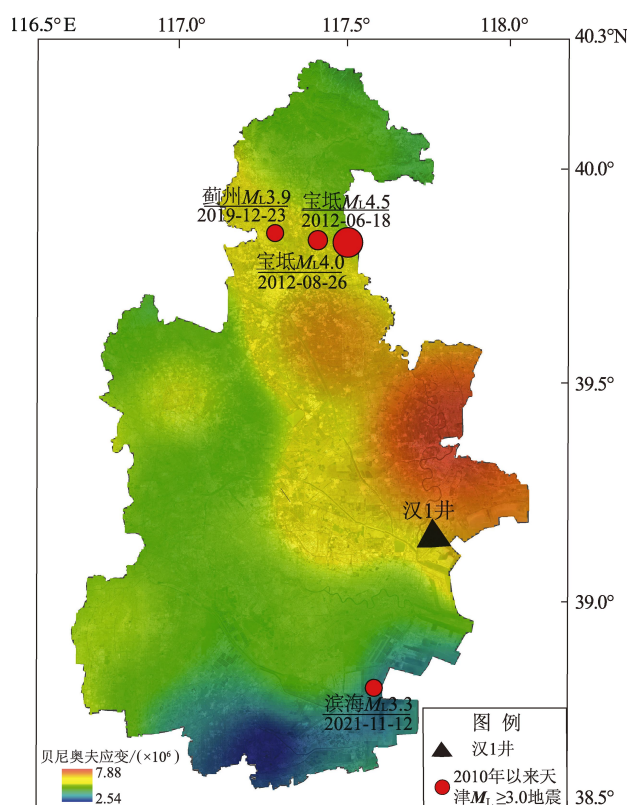


图8 天津地区贝尼奥夫应变分布

Fig. 8 Distribution of the Benioff strain in Tianjin area

## 4 结论

本文从观测背景、水温畸变特征、气象因素影响、水化学特征、构造位置、构造应力等方面对天津汉1井水温固体潮畸变增多现象进行了研究，得到以下主要结论：

(1) 分析汉1井所处构造位置得出，汉1井是一口废弃的油井，具有聚集油气的构造条件，且观测层确实位于当地油气层的产气层深度。汉1井水温固体潮畸变频次的连续增多现象与震前油井产油量、产气量的增大现象相类似。结合天津地区贝尼奥夫应变、汉1井周边250 km范围内 $M_L \geq 4.0$ 地震及其所处构造位置分析认为，水温固体潮畸变连续增多异常是汉1井井-含水层系统对构造应力调整的一种响应。

(2) 汉1井水温畸变多发生在水温固体潮的低潮期、水位固体潮高潮期，这说明油气在油气层受到挤压后逸出；而水位与水温呈反相关变化，即水位上升时水温下降，水温畸变均以温度下降为主要特征。梯度测量并未发现负梯度现象，而水位、水温却发生反向变化。这种现象有可能为汉1井在水温观测中提供一种“特殊的”异常识别方法。由于观测时间尚短，还需要资料的进一步积累，才可从畸变特征上判定这种变化是否为一种异常现象，同时才能对该现象的异常判定指标进行归纳总结。

## 参考文献：

- 车用太,刘成龙,鱼金子. 2008. 井水温度动态及其形成机制[J]. 地震, 28(4): 20-28.
- 车用太,鱼金子,刘春国. 1996. 我国地震地下水温度观测与研究[J]. 水文地质工程地质, 23(4): 34-37.
- 付虹,洪敏,王光明,等. 2020. 云南区域强震活动中短期异常的共性特征及应用研究[J]. 地震研究, 43(2): 241-252.
- 高锡兴. 2004. 黄骅坳陷石油天然气地质[M]. 北京: 石油工业出版社, 154-159.
- 李兵岩. 2016. 天津市汉沽地区地面沉降数值模拟[D]. 三河: 防灾科技学院, 108-113.
- 梁莹,张立丰,李惠. 2016. 内蒙古赤峰市金厂沟梁镇中学水温上升变化的调查分析[J]. 华南地震, 36(1): 108-113.
- 廖丽霞. 2019. 福建地下流体典型异常核实及分析应用[M]. 北京: 地震出版社, 67-73.
- 刘元生,刘贵和,佟凤兰. 2000. 辽河盆地地下流体异常与岫岩 $M_s 5.6$ 地震[J]. 西北地震学报, 22(3): 241-246.

- 马玉川,刘耀炜,任宏微,等. 2010. 自流井水温固体潮效应及其应变响应能力[J]. 中国地震,26(2):172-182.
- 邵永新,李一兵,张德元. 1993. 油井动态观测井映震能力的评价[J]. 地震,25(4):52-57.
- 邵永新,李悦,马建英,等. 1996. 天津汉 1 井水温异常跟踪结果[C]. 北京:中国地震学会第五届地震流体专业委员会成立暨 2016 年学术年会.
- 邵永新,王熠熙,李悦,等. 2020. 天津流体异常与河北唐山市古冶区  $M_s 5.1$  地震预测[J]. 华北地震科学,38(4):92-98.
- 时振梁,汪良谋,傅征祥,等. 1997. 中国大陆中长期强震危险性预测方法研究[M]. 北京:海洋出版社.
- 王瑞丽,徐守余,孙万华,等. 2004. 唐山地震前不同区域油水井异常变化及其机理分析[J]. 华北地震科学,22(3):15-19.
- 杨马陵,陈大庆,黄元敏,等. 2011. 汶川地震前后四川中坝气田的气井井口压力异常变化[J]. 地震学报,33(4):505-514.
- 于海力. 1998. 人工地震动增油技术的应用[J]. 地震工程与工程振动,18(1):120-123.
- 张德元,刘元生,李一兵,等. 1995. 油田地震信息监测研究与应用[M]. 北京:地震出版社.
- 张德元,赵根模. 1985. 大地震前后油井压力异常机制和前兆意义[J]. 地震研究,23(5):559-566.
- 张小涛,冯向东,张跃刚,等. 2011. 运用小波变换方法研究华北地区的地震活动性[J]. 地震研究,34(1):24-29.
- Benioff H. 1951. Crustal strain characteristics derived from earthquake sequences[J]. Trans Amer Geophy Union,32(4):203-208.
- Esipko O A, Rosaev A E. 2007. The temperature monitoring in Vorotilovo deep well and global climate warming[J]. Geophys Res Abst, 9:00533.
- Furuya I, Shimamura H. 1988. Groundwater microtemperature and strain[J]. Geophys J, 94(2):345-353.
- Kitagawa Y, Koizumi N, Tsuskutta T. 1996. Comparison of post-seismic groundwater temperature changes with earthquake-induced volumetric strain release: Yundani hot spring, Japan[J]. Geophysical Research Letters, 23(22):3147-3150.
- Mogi K, Mochizuki H, Kurokawa Y. 1989. Temperature changes in an artesian spring at Usami in the Izu Peninsula (Japan) and their relation to earthquakes[J]. Tectonophysics, 159(1):95-108.
- Rosaev A E, Esipko O A. 2003. Lithospheric tidal effects from observation in deep wells[J]. Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy, 8: 203-207.

## Research on the Abnormal Mechanism of Increasing Solid Tide Distortion in Water Temperature of Well Han 1 in Tianjin

WANG Yixi<sup>1</sup>, SHAO Yongxin<sup>1</sup>, LI Yue<sup>1</sup>, SUN Xiaolong<sup>2</sup>, LI He<sup>1</sup>, LIU Shuangqing<sup>1</sup>

(1. Tianjin Earthquake Agency, Tianjin 300201, China)

(2. National Institute of Natural Disaster Prevention and Control, Ministry of Emergency Management, Beijing 100085, China)

### Abstract

In view of the continuous variation of the water temperature in well Han 1 caused by the solid tide, we do experiment to compare the water temperature, analyze the air pressure effect and hydro-chemicals, etc. to find out the variation characteristics and the abnormal mechanism of the water temperature in the well. The results show that: ① The depth of water temperature solid tide distortion is located at 220-255 m, and water temperature distortion mostly occurs during the low tide period of water temperature solid tide and the high tide period of water level solid tide; ② The abrupt changes of air pressure may have an influence on the water-temperature variation to some extent; ③ The hydrochemical composition in well Han 1 has marine sedimentary characteristics. Well Han 1 is located in the structural environment which is able to accumulate oil and gas, and the observational span of well Han 1 reaches the depth of the oil and gas layer. The continuous variation of water temperature in well Han 1 is a result from the increase of escaped oil and gas, and it is also a response of the well-aquifer system to the regional tectonic forces.

**Keywords:** well Han 1; water temperature; continuous variation; oil and gas; abnormal mechanism; Tianjin