

自流井水温微动态特征初探

于书泉

(河北省沧州地震局)

国内外不少地震资料表明:震前自流井(泉)水温有明显的异常变化。水温动态观测,做为地震前兆手段已被相当多的地震台站、测报点采用。为了探求自流井水温微动态变化特征,我们从1986年9月先后在河北省南皮县徐₇*地震观测井、黄骅县新堤**地震观测井安装了CZ—2001高精度水温自记仪,每小时自动采样测量打印一次。该机稳定性强,月漂移小于 10^{-3}°C ,分辨率 $5 \times 10^{-4}^{\circ}\text{C}$ 用1号干电池供电,操作方便,经过一年的测试,取得了一批精度高、连续可靠的数据,初步进行了分析处理,显示出一定的变化规律。

一、水温日变动态

1、水温日变动态和流量日变动态相似,受气压、固体潮等因素变化的影响。水温整点值变化曲线与气压、固体潮变化曲线比较,可明显看出水温与气压呈负相关,与固体潮理论值呈正相关(图1、2、3)。

2、水温日变动态受环境温度变化的影响,井口装置保温不良的条件下,室温对水温的影响更为明显,其变化幅度能掩盖气压、固体潮等其它因素的影响,1986年10月前,徐₇井未采取保温措施,水温日变形态与室温变化相似(图4)。

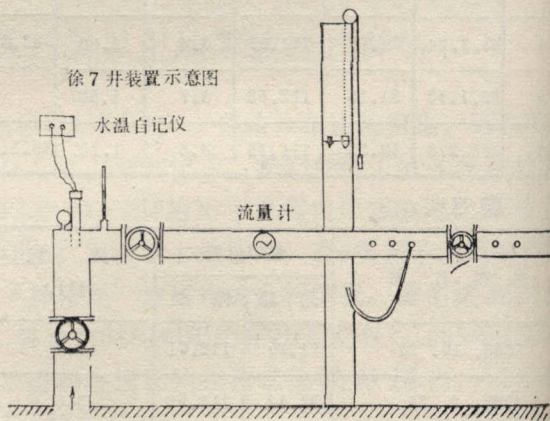


图1 徐₇井、新堤₁井、水温测量装置示意图

二、人为调整流量时水温变化形态

为了探求水温在大幅度变化中的微动态现象,我们在徐₇井六次大幅度调整流量,导致水温发生同步变化。测试数据表明,每次变动排水截门,流量都能稳定在2小时内稳定在

*徐₇井井深1150米,主要出水层岩性为馆陶组砂岩,井口水温 54°C ,流量6升/秒左右。

**新堤₁井,井深903米,出水层岩性奥陶纪灰岩,井口水温 56°C ,日产水4000立方左右。

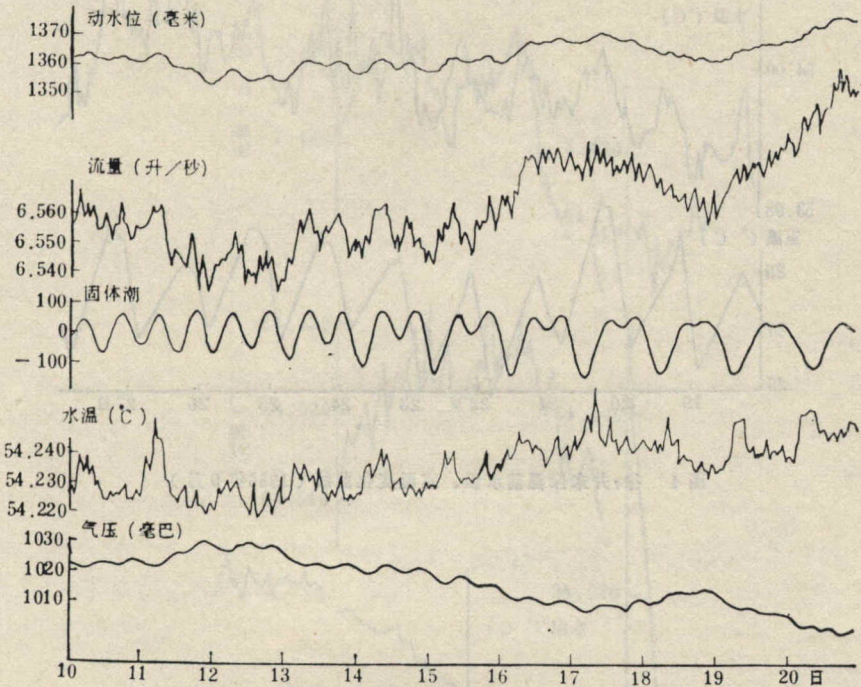


图2 徐7井水温及流量、气压、固体潮整点值变化曲线 (1987年4月)

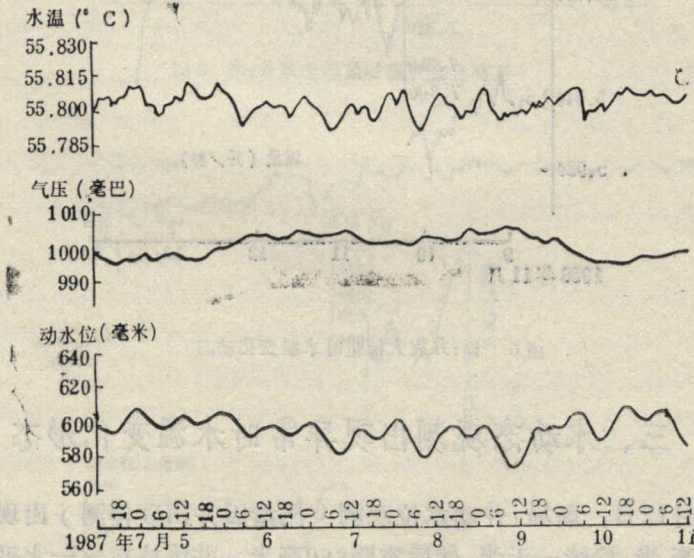


图3 新堤1井水温及动水位、气压、固体潮整点值变化曲线 (1987年7月)

10^{-3} 升/秒的变化量级,水温变化在 0.1°C 量级上亦能同步完成,但在 0.01°C 量级上的变化却延续1天以上。(图5、6)

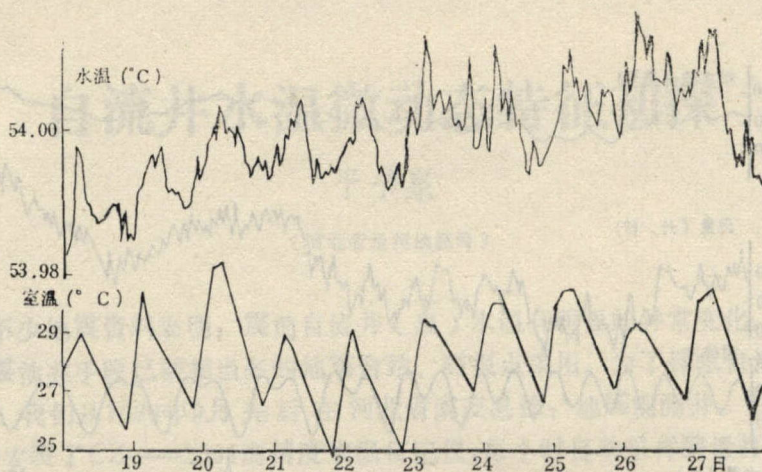


图4 徐7井未保温前水温、室温变化曲线(1986年9月)

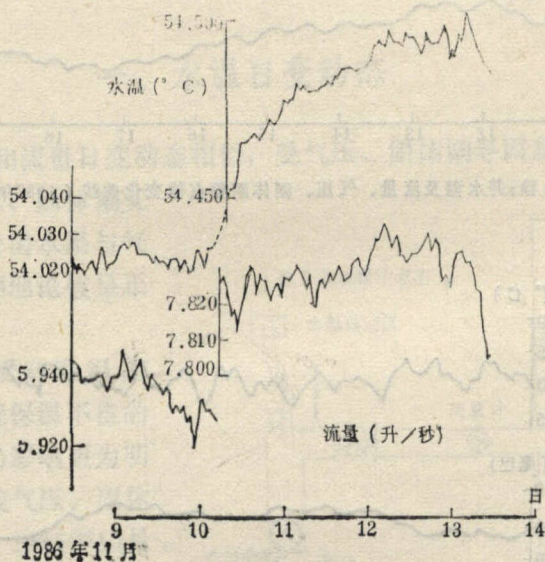


图5 徐7井放大流量时水温变化动态

三、水动态观测出现异常时水温变化形态

1、1987年7月12日,新堤1井动水位观测(流量因井出砂停测)出现阶跃形上升异常,最大变幅740毫米,持续一天半,然后突降680毫米,并维持在这一水平上。温度变化在水位跃升时同步上升,但幅度不大;水位下降时,水温却没有下降,继续保持在高水平上(图7)。另外,水动态异常过程中,逸出气量明显增加,在排水口形成白色水花团。

2、1987年8月16日18时,新堤1井动水位观测出现下降异常,持续33小时,最大降深240毫米,水温同步下降,与动水位、压力观测曲线呈相似形态(图8)。

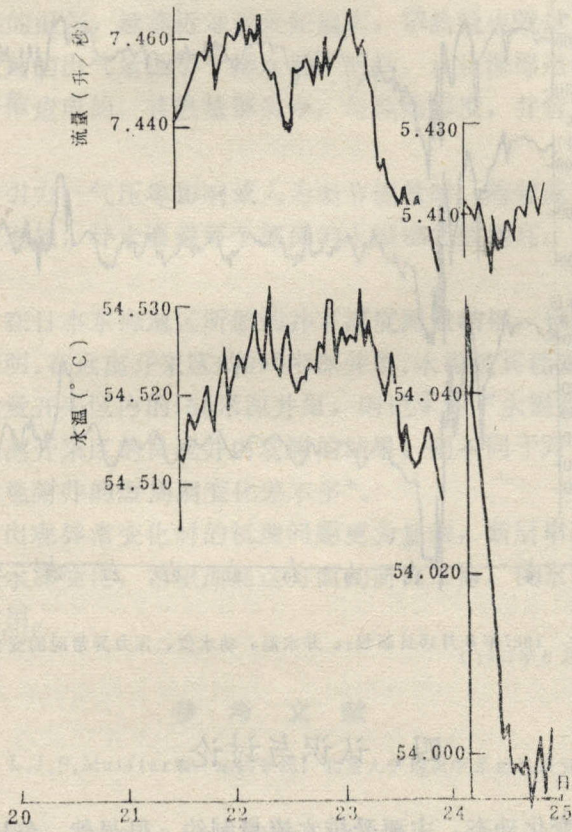


图6 徐7井减小流量时温度变化动态

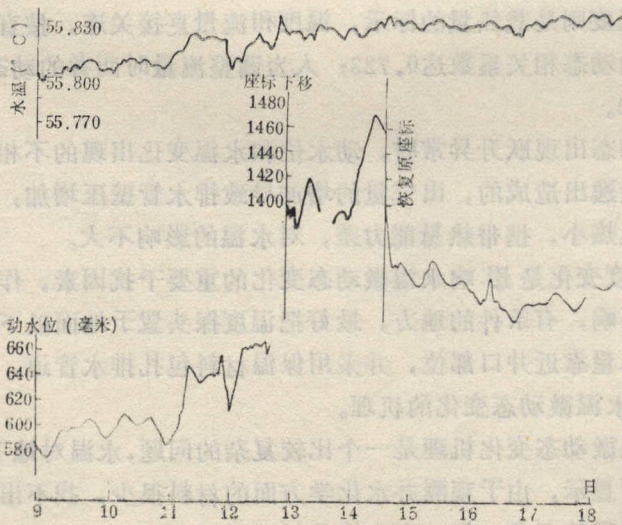


图7 1987年7月12新埕1井水温和动水位变化形态

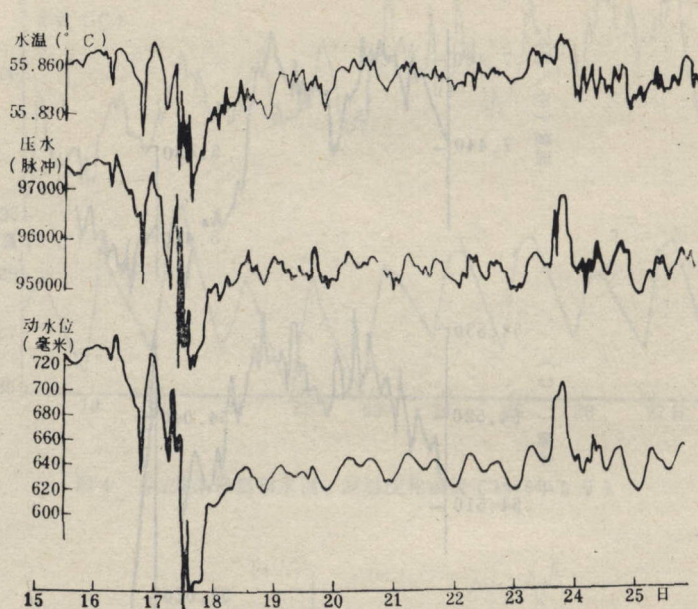


图8 1987年8月16日新井1、井水温、动水位、压力异常时的变化形态

四、认识与讨论

1、自流井水温变化动态，主要受排水流量制约。很显然，气压和潮汐引力都不能直接使排水温度发生变化，自流井水温与气压固体潮变化的相关性，不是诸因素的直接作用，而是气压、固体潮变化影响流量变化，流量变化又导致水温变化。流动的水是热量的载体、而温度则是载热量的标示，温度和流量直接关连，按直线回归方程计算，温度和流量日变微动态相关系数达0.723；人为调整流量时两者的动态变化相关性更好，相关系数达0.92。

自流井水动态出现跃升异常时，动水位和水温变化出现的不相关现象，主要是由于地下气体的大量逸出造成的，出气量的增加导致排水管壁压增加，使动水位大幅度上升，但气体的比热小，携带热量能力差，对水温的影响不大。

2、环境温度变化是影响水温微动态变化的重要干扰因素，作为地震观测应尽量减少环境温度的影响，有条件的地方，最好把温度探头置于地面以下井管内，不能放到井内的，探头要尽量靠近井口部位，并采用保温材料包扎排水管道。

3、自流井水温微动态变化的机理。

自流井水温微动态变化机理是一个比较复杂的问题，水温对地下水物理、化学方面的变化都可能有所显示，由于观测井水化学方面的材料很少，找不出什么规律性的东西，现仅就水动态方面的现象，做一点定性的讨论。

水从深部含水体沿井管湧流到地表溢出，其温度降从物理因素讲主要有两个方面，

一是深部高压热水上行, 随着压力的减小, 水中溶解气逐渐逸出, 形成气泡, 越靠近井口, 气泡越多越大, 使气水总体积膨胀, 引起温度下降; 二是水流过程中沿途热量散失。水和同深度地层的温差, 越靠近地表差距越大, 散热量也就越多。从自流热水井水温测量结果看, 一般井的出气量远小于排水量, 所以, 水从深部运动到地表发生的温度降, 主要是由于热扩散造成的, 其热量散失率, 与地热梯度, 井管直径, 水流速度等有直接关系。

当自流井受潮汐引力、气压等影响或人为调节流量时, 随着流量的增加, 单位时间内水携带出热量必然增加, 导水通道每个部位的水温也必然增高。反之, 随着流量的减小, 水温也会下降。

日本地震工作者在日本东海地区所做的井下温度测量结果, 也可以做为水温随流量变化的佐证。测试表明, 在远离开采区的500米深井里, 水温极其稳定, 仅有低于 0.0005°C 的变化, 而地下水大量开采区内的150米深井里, 则记录到了水温受开采用水周期和潮汐引力的影响。在远离开采区的自流井内观测的结果, 则不同于同一地区的静水温度变化, 却和开采区内的观测井的短周期变化差不多*。

水温微动态观测出现异常变化时的机理问题更为复杂, 断层串通, 化学反应等都可能作为重要因素导致水温变化, 希望加强这方面的研究工作, 使水温微动态观测在地震预报中更好地发挥作用。

(1987年6月16日收到初稿)

参 考 文 献

- [1] L.Rybach L.J.P.Muifler编, 地热系统, 北京大学地质学系地热研究室译, 地质出版社, 1986。
- [2] 黄尚瑶、胡素敏、马兰编, 火山温泉地热能, 地质出版社, 1986。

* 曾新来译: 地震预报研究的地下水温度精密测量(日本), 河北地震科技情报, 1986年, 第4期。