

喷涌型地下水异常前兆虚报一例 及其真伪前兆判别标准初探

王六桥

李善因

(国家地震局滇西地震预报实验场办公室)

(云南省地震局)

摘 要

1984年7月新疆维吾尔自治区人民政府根据自治区地震局的建议向社会发布了一次短期地震预报,该预报是在多种监测手段存在中期异常的背景下出现了油水井喷涌型异常后发布的。结果造成了一次虚报。

事后对这次发布短期预报的主要依据——油水井自喷异常进行了研究,结果表明,这次喷涌型异常其恢复水位随时间变化的规律与以前的震例不同,而且与作者提出的喷涌型前兆理论相违背,这证明,由作者前兆理论导出的异常恢复水位随时间对数变化的单一线性规律,可能是判定真伪喷涌型前兆的依据。

这次非地震的喷涌异常,估计与距异常井约两公里的两口废油井高压注液有关,其机理类似于注水诱发地震。对此无震异常恢复水位曲线的解释表明,距井一定距离的水层中可能存在着一断层。

引 言

震前地下水喷涌型前兆是人类最早注意到的地震前兆之一,我国古书上有大量记载。七十年代,作者及国内外一些学者又多次报导了这种前兆现象。1979年新疆地震局地下水组初次获得了这种前兆的观测数据,从而使这种宏观现象跨入定量表述阶段,而且其特定异常形态似乎具有重现性特点。1982年作者建立了这种异常的前兆理论。1983年作者通过震例观测资料验证了该前兆理论的正确性,即异常水位恢复阶段观测水位随时间的变化是一条直线,这与理论预测一致。

国内不少单位已利用这种前兆开展地震预报,许多震例表明,这种前兆可用于短临预报,且异常点多分布在未来震中附近,这使它具有预报地点的能力;而且异常只出现在大震级地震之前,这里面包含有预报地震强度的能力。

喷涌型异常出现后不对应地震的情况也有,但这种反例的数目所占比例较小,而且没有观测资料进行定量研究,以便区别真假异常。

新疆油、水井震前喷涌型异常现象出现较多,和其它预报手段相比,它有一定基础。

异常的出现及预报发布过程

1984年6月27日当人们打开新疆乌鲁木齐市米泉县古牧地5号井观测室门时,发现该井井水已喷涌过,从现场看,喷涌异常猛烈,当时室内到处散落着水位计零件,记录纸已被化为纸浆,仅在距井房21米的排水沟中发现一小块油污的记录纸片,井房周围的油、水迹表明喷涌量很大,喷涌持续时间较长。在现场拍摄了大量彩色照片。

乌鲁木齐地区从五、六月份起,形变、地下水(水化学、水动力)趋势异常变化加剧,一些地震学指标如频度、振幅比、 $e_{\Delta T}$ 值也出现趋势性异常,这些异常在年中会商会上引起注意。油、水井喷涌异常正出现在会议期间。经过一段时间的调查核实,7月4日自治区地震局提出了一个以油、水井喷涌型异常为短期预报主要依据的预报方案,该方案经自治区人民政府采纳,于7月6日在一定范围内发布。至8月20日撤消预报,历时45天,地震没有发生,造成虚报。由于当时新疆人民政府把预报控制在一个很小范围里,故所造成的影响很小。

真假前兆的判别标准

6月27日发现观测井自喷后,当天立即更换新观测仪器,同时手测该井水位为 -6.45 米(正常水位约 -0.04 米),处于异常水位恢复时期。喷涌的初始时间 t_0 无法确定,有迹象表明 t_0 在6月2日最后一次换记录纸到6月19日大雨之间。由于记录被毁,停喷时间 t_1 也无法确定,在以后的计算中, t_0 、 t_1 采取的是推测值,但不影响工作。

6月27日更换仪器后,开始记录异常恢复水位的数值,根据喷涌现象7月6日发布了短期预报,由过去震例经验,待恢复水位接近正常水位值时,发布临震预报。因此预测恢复水位进程,便是十分重要的了。

根据前兆理论^[1,2],剩余降深 S'_w 与时间 t 对数存在着线性关系,即

$$S'_w = \frac{2.303Q}{4\pi KM} \lg \frac{t-t_0}{t-t_1} \quad (1)$$

其中 Q 为流量, K 为水层岩石渗透系数, M 为水层厚度, t 为时间变量,公式(1)在 t 较大时即恢复水位中后期成立,公式(1)的可靠性已为几次震例所证实^[2]。

要预测什么时候恢复水位 $H \rightarrow H_0$,以便发布临震预报,只有靠公式(1)根据一段时间的观测资料进行线性预测。

利用6月27日至7月6日的观测数据于7月7日公布了第一次预测,7月10日发现观测数据与预测值偏离很大,观测点偏离直线。7月12日利用更多的观测资料进行线性预测,至8月上旬,发现预测又失败了。当时存在三种判断:

1. 不知道这些观测值是属于恢复水位过程的那一阶段的数值,如果是前期观测值,它们本来就不是线性的;

2. 是一种新型的喷涌型前兆,前兆理论需要发展;

3. 是一种无震异常, 前兆理论导出的线性规律是正确的, 而且可以用它分辨真假喷涌型前兆。

我们采用第三种分析方案于 8 月 11 日撤回了用喷涌异常预报的单项意见, 8 月 20 日自治区人民政府宣布解除预报。

这次无震的地下水喷涌型异常留给我们一条新的异常恢复水位曲线 (见图 1), 它与有震的喷涌型前兆水位恢复曲线不同, 读者可与文献〔2〕中的相应曲线相比较。

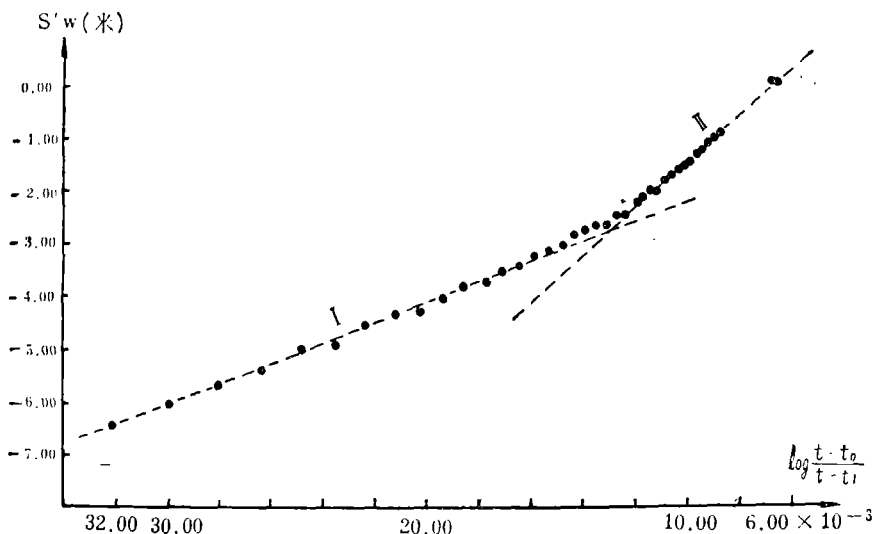


图 1 发生在 1984 年 6 月的一次无震的地下水喷涌型异常, 其恢复水位时间进程曲线为两条相交的直线 I、II, 观测直线 II 与 I 的直线斜率比 $\alpha' \cong 2.4$, 与模式理论计算出的 $\alpha' = 2$ 基本符合。模式理论指出, 在距喷涌井为 d 的水平距离处存在着一条断层。

因此, 是否可以认为, 如果一次地下水喷涌型异常, 其剩余降深 $S_w = H - H_0$ 与时间 t 的对数呈单一线性关系, 则它是一次有震型前兆; 若不是单一线性关系, 则是一次无震型异常。

图 1 曲线的理论解释

设水平的观测水层被一条垂直断层阻断, 异常井距断层的距离为 $r = d$, 采用“镜像法”, 设喷涌井及镜像井 (断层面为镜面) 的流量相等且不随时间变化, 则由〔1〕, 喷涌井的恢复水位为

$$H = H_0 - \frac{Q}{4\pi KM} \left[W(u) - W(u') + W\left(\frac{Sd^2}{KM(t-t_0)}\right) - W\left(\frac{Sd^2}{KMt'}\right) \right] \quad (2)$$

$u = \frac{r^2 S}{4KM(t-t_0)}$, t 从喷涌开始时刻 t_0 起算, t' 从喷涌停止时刻 t_1 起算, 公式 (2) 右端方括号中前两项为喷涌井的贡献, 后两项为镜像井的贡献。取 $W(u)$ 展开级数前二项,

除去恢复水位刚刚开始那一小段外，当 t 值较小时，(2) 式近似为

$$H = H_0 - \frac{Q}{4\pi KM} \left[l_0 \frac{t - t_0}{t - t_1} - W\left(\frac{Sd^2}{KMt}\right) \right] \quad (3)$$

其中 $W\left(\frac{Sd^2}{KMt}\right)$ 趋于常数。当 t 值较大时，公式 (2) 变为

$$H = H_0 - \frac{Q}{2\pi KM} l_0 \frac{t - t_0}{t - t_1} \quad (4)$$

(3)、(4) 中恢复水位 H 均与时间 t 的自然对数呈直线关系，设 (3) 式用直线 I 表示，(4) 式用直线 II 表示，则两直线的斜率比

$$\alpha' = \frac{\text{斜率 II}}{\text{斜率 I}} = 2 \quad (5)$$

以上是距异常井为 d 处存在有单一垂直断层时恢复水位随时间对数变化的模式，其理论曲线如图 2 所示，将图 1 与图 2 比较，理论解释模拟的很好，而且观测到的斜率比 α' 与理论值 α' 很相近。

估且我们认为此次非震型喷涌异常其水位恢复曲线的特殊形态是由于断层或边界影响造成的，但该井前几次震例中并未有断层影响，这里面存在着一定矛盾，不好解释。

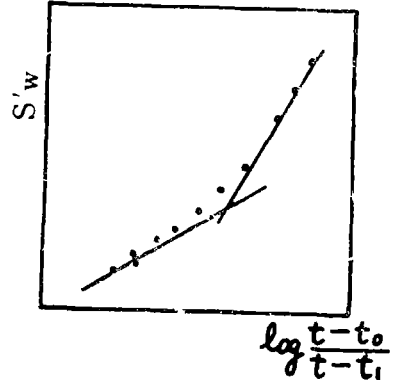


图 2 距喷涌井水平距离 d 处的观测水层（水平产状）存在单一垂直断层时恢复水位随时间对数变化的理论曲线

讨 论

关于这次无震喷涌的成因；我们曾做过调查，在距牧 5 井 2 公里处的大红沟还有牧 3、牧 4 井，它们都成井于 1958 年，因无开采价值，一直在荒凉的山谷中沉睡至今，以后牧 5 井取做观测井，牧 3、牧 4 井一直无人问津。但牧 3 井 5 月 29 日进行了一小时压裂，加入 230 个大气压，牧 4 井 6 月 1 日试压，井口压力达 85 个大气压。这些操作发生在异常井喷涌前数天或十几天。若高压通过水力传递而致井喷，这是行不通的。估计是冷水诱发地震的机理，注液促使了断层蠕动，因而影响到观测水层促使井喷，同时又造成了通过水层的断层出现。

关于无震井喷与前兆井喷在机制上有何区别还有待认识。

参 考 文 献

- [1] 王六桥、李善因，大震前地下水喷涌型前兆异常的物理机制，地球物理学报，25，611—621，1982
- [2] 王六桥、李善因，利用喷涌型地下水位异常资料反演震前局部应力场的快速变化，华北地震科学，1986。
- [3] Horner, D. R: "Pressure Build-Up in Wells", Proc., Third world Pet. Cong., E. J. Brill, Leiden (1951) I, 503.

AN EXAMPLE OF FALSE ALARM OF EARTHQUAKE BY USE OF THE PRECURSOR ON SPOUTING-TYPE UNDERGROUND WATER ABNORMALY, AND A POSSIBLE FOUNDATION TO DISTINGUISH THE TRUE FROM THE FALSE PRECURSOR

Wang Liuqiao

(Earthquake Prediction Test Field Office, West yunnan Province, State Seismological Bureau, China)

Li Shanyin

(Seismological Bureau of Yunnan Province, China)

Abstract

In July 1984, the People's Government of Xinjiang Uighur Autonomous Region issued a short-term earthquake prediction to society based on the propose of the Autonomous Region Seismological Bureau. The prediction was issued after the emerge of spouting-type abnormaly of underground water in oil-water wells, based on that many precursor methods had revealed mid-term abnormalities at the same time. As a result, it produced one false alarm of earthouake.

After the event, we researched the main foundation of the prediction—the spouting-type abnormaly of underground water in oil-water well. It was pointed out that the variable curve of recovered level of the spouting-type abnormaly with time is distinct from that of previous earthquakes and violates the precursor theory of spouting-type abnormaly proposed by the authors. It was presented that the single linear law of recovered level with time introduced by the procursor theory is possibly a foundation to distinguish the true precursor abnormaly from the false.

This non-earthquake spouting-type abnormaly may connect with the injected liquid of excessive pressure of other two disused wells (the two disused wells and the spouting wells are about 2 km apart). Its mechamism is similar to that of induced eartoquakes by water injection. The explanation for the recovered level curve of such non-earthouake spouting abnormaly showed that there is a fault at a distance from the spouting well.