

# 桂林市 GW10 号钻孔地下水位异常动态机理探讨

施 杰

(广西地质环境监测总站, 桂林市 541004)

**摘要:**通过对桂林市 GW10 地下水水位长期监测钻孔所在区域环境地质、井孔结构、水位正常动态与异常动态特征分析,探讨了引起钻孔水位异常机理。认为桂林岩溶地下水位对区域地震具有反映能力(前兆反应),水位异常波动变幅、异常延续时间与震级有关,利用水位异常变幅与异常延续时间可由经验公式估算地震震级,这对地震研究及地下水其它信息的获取具有一定指导意义。

**关键词:**地下水位;监测;异常动态信息;地震

## 1 引言

GW10 钻孔是广西地质环境监测总站在 20 世纪 80 年代在桂林市施工的地下水动态长期观测孔,安装红旗 - 2 型自记水位仪监测地下水位,1993 年后因故停止自记水位仪监测。本文根据该水位仪所记录的一些水位曲线异常变化,分析其与地震的关系,旨在引起同行们对地下水位异常信息的关注。

## 2 地质背景概况

GW10 号钻孔位于桂林市西部,钻孔处在向西凸出的桂林弧形构造带内,在区域地质构造上,北东向的桂林~南宁活动大断裂在距钻孔西部约 10km 一带穿过(见图 1)。

GW10 号钻孔深 170.09m,上覆地层为第四系粘土,下部地层为下石炭统岩关阶(C<sub>1</sub>y)灰岩、白云岩,岩溶发育,在孔深 27.15m - 28.78m、95.5 - 97.05m 分别为充水溶洞与充填溶洞,钻孔涌水量为 14.2L/s,钻孔地质剖面见图 2。

---

**作者简介:**施杰,男,1966 年 2 月生,工程师,中国地质大学(武汉)水文与工程地质大专毕业,现从事地质环境监测工作。通讯地址:桂林市环城南一路 12 号。

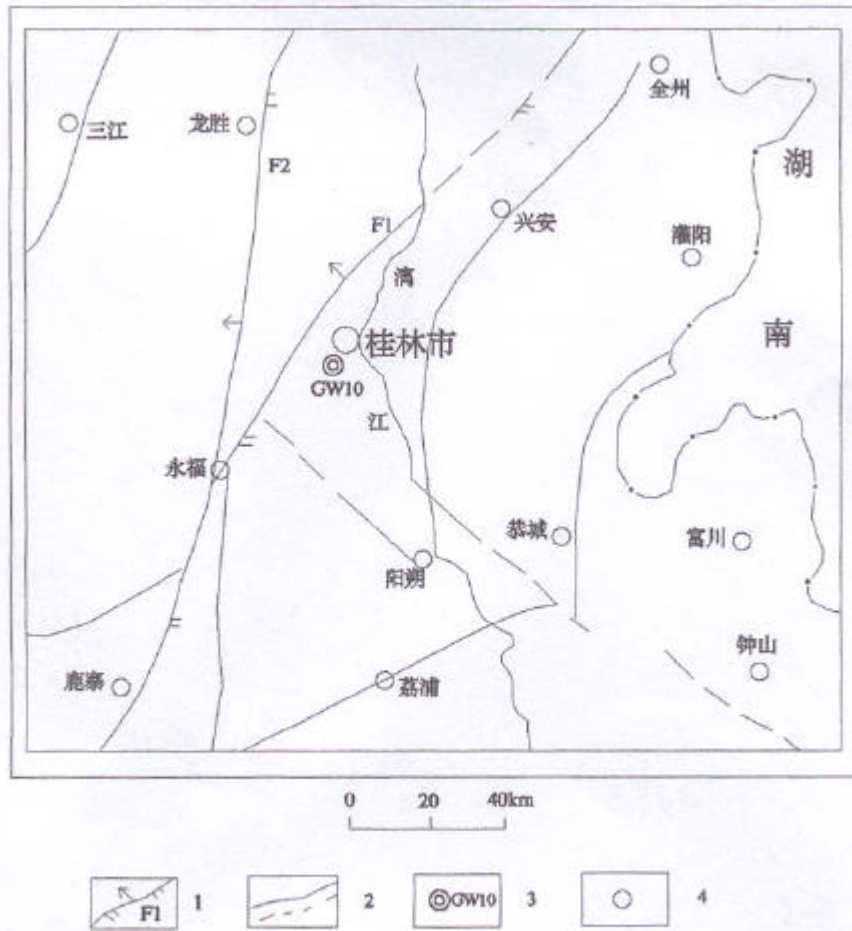


图1 GW10号钻孔构造部位图

1、区域性大断裂 2、实测、推测断裂及编号 3、钻孔及编号 4、城镇驻地

### 3 监测孔地下水位动态

钻孔安装的自记水位仪仪器纸带走时速度为3mm/h,走时误差累积一个月内不超过1小时,水位记录精度 $\pm 1.5\text{cm}$ 。

根据水位仪记录资料, GW10号钻孔水位正常动态有气象型动态与开采型动态。

钻孔所在地区地下水主要受降雨补给,水位变化与降雨量有较好的对应关系,受降雨影响,水位过程线表现为多多谷型态,年最高水位一般出现在降雨量较大的5-7月,最低水位一般在12月出现,年正常水位变幅小于3m(见图

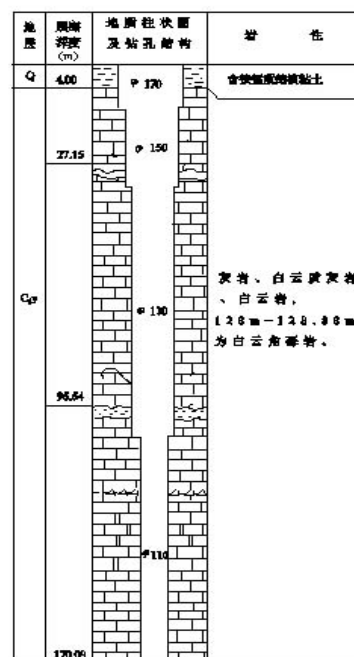


图2 GW10号钻孔剖面图

3)

此外,钻孔附近地下水开采量较大,日开采量约  $3000\text{m}^3/\text{km}^2$ ,单井开采量最大  $1000\text{m}^3/\text{d}$ ,开采井一般是日间抽水,晚上停抽,受有规律的地下水开采影响,钻孔日水位过程线表现出单峰单谷形态,日水位变幅  $0.4\text{m}$  左右。

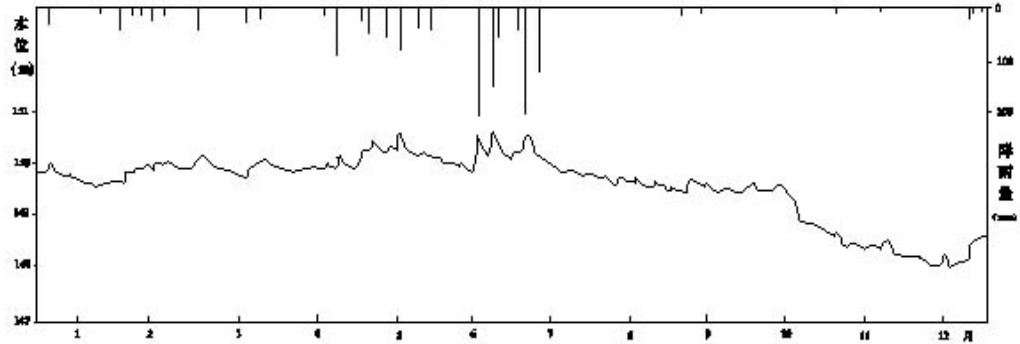


图3 GW10钻孔水位年动态曲线

#### 4 监测孔水位异常动态及其机理探讨

自 GW10 号钻孔安装自记水位仪记录水位后,每年都记录到次数不等,在短时间内水位发生突然升降或剧烈上下振荡的水位异常动态现象,其中比较明显的有 1986 年 11 月 15 日 5 时 30 分至 6 时 30 分、1990 年 7 月 16 日 15 时 40 分至 16 时 40 分以及 1992 年 4 月 23 日 40 分与 24 日 1 时记录到的水位异常动态(见图 5、图 6 与图 7)。

图 5 是 1986 年 11 月 15 日 GW10 号钻孔水位异常动态,该日 5 时 40 分,水位突然发生升降变化,然后在 1 小时内水位持续上下波动才恢复到异常前状态,在这之后 10 小时内又出现了几次水位变幅大小不一的突变现象,最后水位才恢复正常动态,该次水位异常波动最大变幅为  $0.8\text{m}$ 。



图4 1986年11月15日钻孔水发异常动态

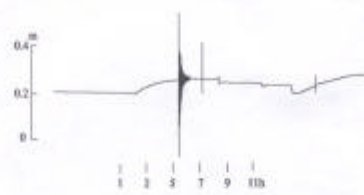


图5 1986年11月15日钻孔水位异常动态

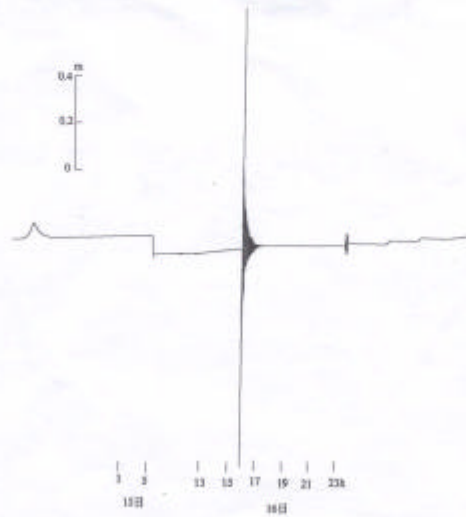


图6 1990年7月16日钻孔水位异常动态

图 6 是 1990 年 7 月 16 日 GW10 号钻孔水位异常图，在 15 时 40 分水位突然发生往复升降变化，经历几分钟后水位变幅达到最大（2m），然后逐渐衰减恢复正常，水位往复振荡持续了 1 小时，该图水位异常形态与图 5 大致相同，但其水位异常变幅较大，此外在水位发生剧烈振荡之前的 15 日 5 时，该钻孔水位出现了一次突然下降的阶变现象。



图7 1992年4月23日、24日GW10钻孔水位异常动态

图 7 是 1992 年 4 月 23 日、24 日 GW10 号钻孔的水位异常动态曲线，在 23 日 23 时 40 分、24 日 1 时水位分别有一次突然升降变化，该图水位异常形成与图 5、图 6 不同，水位没有长时间持续波动，水位异常变幅也较小，只有 0.15m。下表列出了 1986 年至 1992 年 GW10 号钻孔每年所出现的水位异常次数以及最大水位异常变幅。

1986 - 1992 年 GW10 号钻孔水位异常次数及水位异常变幅表

年份	水位异常次数	最大水位异常变幅 (m)	最小水位异常变幅 (m)
1986	1	0.8	
1987	2	0.36	0.03
1988	5	1.44	0.06
1989	11	0.22	0.02
1990	10	2	0.04
1991	10	0.32	0.02
1992	10	0.35	0.01

从监测孔地下水位动态分析，GW10 号钻孔水位异常动态不属降雨与开采地下水所致，也不是其它人为因素或仪器本身引起。但从区域地震发震时间上分析，水位出现异常时间与地震发震时间有较好的对应关系。图 5 中水位出现异常的时间与 1986 年 11 月 15 日 5 时 19 分台湾莲花 7.6 级地震发震时间对比延迟了 21 分钟；图 6 水位出现异常时间与 1990 年 7 月 16 日 15 时 26 分在菲律宾吕宋岛发生的 8.0 级地震发震时间有较好的对应关系；而图 7 水位异常时间则与 1992 年 4 月 23 日 23 时 32 分、24 日 1 时 15 分在云南西盟西发生的 6.8

与 5.1 级地震发震时间相对应。上表中 1988 年该孔最大水位异常变幅 (1.44m) 出现时间与 1988 年 8 月 6 日 8 时 35 分在印缅交界发生 7.2 级地震发震时间相对应。表中其余各次水位异常时间也均唯一地与地震发震时间有对应关系 (此文不一一列举)。由此可见, GW10 号钻孔水位异常动态是由区域地震引起的, 也即其地下水水位对区域地震有异常显示反映。

GW10 号钻孔水位对地震显示出比较明显的异常反映, 笔者认为主要有以下两方面原因:

#### 1、钻孔处于区域地质构造发育, 应力易于集中部位

从钻孔所揭露地层看, 钻孔位于断裂上, 同时处在受挤压的向斜轴部, 而钻孔西部的桂林~南宁活动大断裂存在, 则有利于区域地应力的传播, 地震在孕育发震过程中产生的巨大应力使含水系统产生弹性压缩和膨胀应变, 从而激发水体剧烈振荡出现水位异常变化。

#### 2、钻孔水文地质条件决定

钻孔所在岩溶区地层岩性为坚硬的碳酸盐岩, 具有较好的弹性力学性质, 同时岩溶裂隙发育, 涌水量较大, 因此该钻孔与整个岩溶含水系统具有较好的连通性, 钻孔和岩溶含水系统组成了一个深埋地下的大型应变体, 使得钻孔水位能够比较明显地对地震显示出异常反应。

#### 5. 监测孔各次水位异常形态不一原因分析

从 GW10 号钻孔所出现的水位异常形态看, 各次异常最大特点是水位变幅不同与异常延续时间长短不一, 其中强震 ( $M_s \geq 7$  级) 引起的水位异常波动比较明显, 异常延续时间较长, 水位异常变幅较大 (如图 6); 中强震  $M_s = 5$ 、 $M_s < 7$  引起的水位波动不明显, 水位仪一般只记录到几个上下脉冲型波动, 水位异常变化幅度较小, 异常延续时间很短 (如图 7), 而震级小于 5 级的地震则几乎没有异常显示。因此, 水位异常形态与震级大小有关, 强震与中强震在孕育与发生过程中地应力变化很大, 发震时震源释放能量巨大, 引起的水位异常波动比较明显, 异常延续时间也较大; 而小震震源释放能量较小, 地应力变化不大, 引起的水位波动不明显, 水位异常延续时间也很短。

对 1986 - 1992 年 7 级以上远距离 (震中距大于 1000km) 强震引起的钻孔水位异常动态资料进行统计, 发现其水位异常最大变幅及水位异常延续时间与引起水位异常的远震面波经验震级符合下面经验公式<sup>[1]</sup>:

$$M_w = 0.18 \log A + 0.62 \log t + 6.01$$

式中:  $M_w$  - 远震面波经验震级

A - 钻孔水位异常最大变幅 (m)

t - 钻孔水位异常波动延续时间 (min)

计算结果震级中误差为  $\pm 0.3$  级。

## 6 结语

综上所述, 可归纳以下几点认识:

1、GW10 号钻孔处于构造应力易于集中的断裂带, 含水系统为岩溶发育的碳酸盐岩地

层，钻孔地下水位对地震具有映震能力，特别是对区域性大地震（震级大于 7 级）水位有明显异常显示特征，而对一些小震（震级小于 5 级）水位则一般没有异常显示反应。

2、水位异常显示时间一般较震源发震时间滞后，但对深源大地震在发震前也有前兆异常显示，根据水位异常变幅和异常延续时间，可利用经验公式估算地震发震震级，这对地震研究有一定意义。

3、地下水位异常动态的存在，丰富了地下水动态监测内容，若更换精度较高的自记水位仪监测地下水位，有可能获得更加准确可靠的水位异常动态信息，通过对水位异常不同形态特征的进一步深入探讨，有助于岩溶地下水系统的分析研究。

### 参 考 文 献

- [ 1 ] 荆智国，豫 08 井井水地震图初步研究，《地方地震工作》，总第二期
- [ 2 ] 谢寒芳，川绵 - 39 井水位对绵竹 3.1 级地震的异常显示机理探讨，《地方地震工作》，总第三期
- [ 3 ] 汪成民、车用太等，《地下水微动态研究》，地震出版社，1988 年