

庐江自流热水井逸出气的试验观测研究

1、引言

目前,水氦及水中溶解气及其组分的观测,作为一种地震前兆的监测方法已在水化台站全面推广、应用,并取得了一定效果。但是目前的观测均以氦气和其他气体在水中的溶解部分为主,这显然是有一定局限性的。我国不少学者在十多年前就提出地下水中逸出气(包括氦气)应比水中溶解气对地震、地下应力一应变反应会更灵敏、携带的信息量更大。虽然也曾有人对地下水逸出气进行过观测研究,但由于该项观测对井口装置、取样方式方法及测量技术等条件较溶解气要求更严格,而且观测中存在较多的干扰因素,其测值稳定性较差而至今没有取得突破性进展。因此,地下水中逸出气的监测没有作为地震前兆监测方法在水化台站应用。笔者从1989年10月开始在庐江水化综合台1号井进行地下水中逸出气的试验观测,初步取得一些结果。本文介绍了观测方法及主要观测结果。

2、观测井孔及取样与测试方法

试验观测井位于郟—庐断裂带南段与两组北西西向张扭性断裂交汇区。该井是一口自流热水井,水温 63°C ,井深327米,井水水质为硫酸钠型水,含水层岩性分别是下侏罗纪凝灰岩类和上白垩纪闪长玢岩。其总出水量控制在35米³/小时左右时,相应的井孔水压为420百帕左右。井压和流量同步变化,均反映固体潮的变化。气压变化对井压的影响效率为-0.5左右。为了使取样管内水的流速和压力能反映井孔水的自然动态,在该井取消了取样管上的水龙头和螺丝止水夹,使水在过水管径固定的条件下,自然、不间断地从取样管涌出。试验用的逸出气取样瓶以溶解气采样瓶代替(图1)。每次取样的前一天在逸出气采样瓶内装满观测井的水,让其冷却到室温并充分排出水中的逸出气泡。采集逸出气样时,先将取样瓶正放,接通取样管与取样瓶的进水管,井水进入取样瓶,当水从取样瓶的出水管流出并将瓶内上部原残余气泡排尽时,立即将取样瓶倒立放在固定瓶架上,水从进水管进入瓶的底部,从出水管流出。当进水速度和出水速度相等时,瓶的底部收集的是逸出气。当出水速度大于进水速度时,瓶内将产生微量负压,收集的气体除逸出气外,还有少量溶解气。采集逸出气5分钟,立即用夹子先后夹紧取样瓶的出水管和进水管,然后从取样管摘下取样瓶。在实验室,直接用双连球接取样瓶的球胆接头,将量气管进气口与取样瓶的排气管(即出水管)相接,然后缓慢地向球胆内打气,把逸出气全部排入量气管。同测溶解气体一样,测读气体体积,然后抽取1毫升逸出气,用SP-2304A型气相色谱仪分析逸出气各组分的含量。

每日8时观测一次。从1989年10月—1990年3月,共积累6个月的观测数据。

3、观测结果。

该井逸出气的观测项目有气体体积和 H_2 、 H_2 、 O_2 、 CH_4 、 N_2 气体的百分含量等。从原始资料图(图2)可以看出,热水逸出气体积、 H_2 、 O_2 的百分含量(特别是氧气),不经任何处理即可看出存在响应固体潮半月周期的变化。用斯宾塞21点公式^[2]对各观测项数据进行平滑计算并作图(图3)。从图3可以看出:

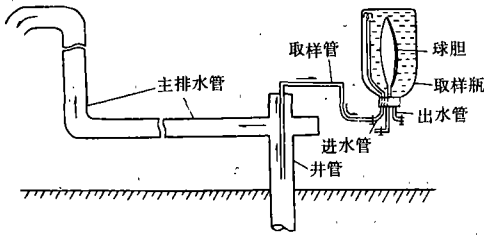


图 1 井口取样示意图

期变化不明显的情况下，气体总体积和 O_2 、 H_2 等组分仍有稳定的周期变化，说明了这些变化的客观性和观测资料的可靠性。

(1) 与该台的 8 点钟重力理论值对照，该井的 5 分钟逸出气体积和 H_2 、 O_2 的百分含量有明显的半月周期变化，与固体潮半月周期相对应。1990 年 1 月 25 日以前，该井逸出气中氧气含量、水压与固体潮重力理论值同步变化，波形呈峰峰对应；逸出气体积、 He 的含量则与固体潮重力理论值呈反向变化，波形呈峰谷对应。 N_2 的百分含量比 H_2 、 O_2 、 CH_4 高出 2—3 个数量级。在 N_2 的周期

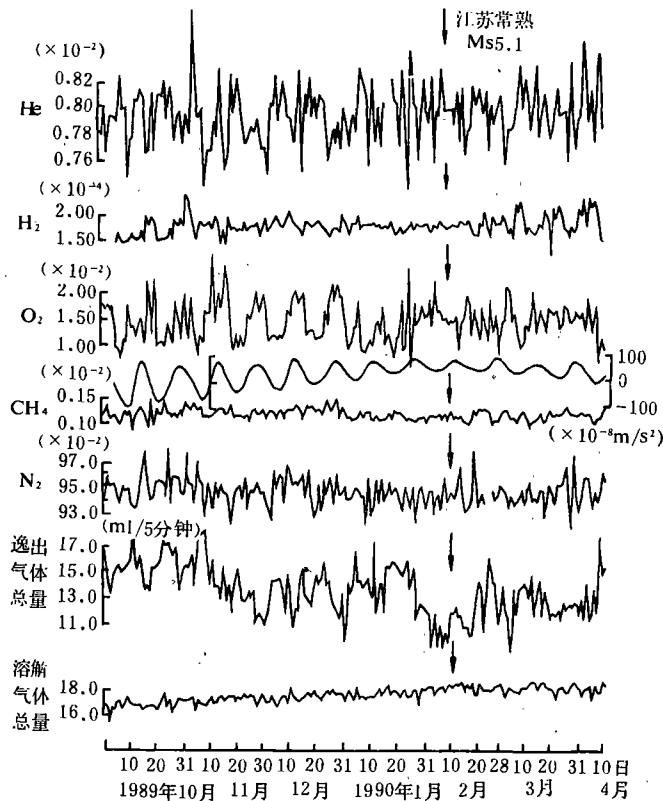


图 2 庐江井逸出气原始曲线

(2) 1990 年 2 月 10 日在距庐江台 370 公里的江苏常熟发生 5.1 级地震。在该次地震前，庐江台 1 号井逸出气体积在 2 月 2 日开始显著下降，达到观测以来的最低值，在震后 10 天恢复（见图 2、图 3），平滑曲线在 1990 年 1 月底到 2 月初消失近半个波形，与固体潮重力理论值曲线对比，由原来的峰谷相对转变为峰峰相对，一直持续到 3 月底—4 月初。 O_2 的百分含量在 1990 年 1 月 6 日开始下降，到 1 月 20 日的 15 天期间，其峰谷值分别达到最低值，震前 10 天恢复。同期， O_2 的固体潮波形发生相位推迟并消失近半个波形等畸变，与固体潮理论

值对比,由1月20日前的峰峰相对转为峰谷相对,并持续到3月22日。H₂的平滑曲线震前消失了1 $\frac{1}{4}$ 个波形,由1月25日前与固体潮理论值曲线峰谷相对的形态变为相位推迟 $\frac{1}{4}$ 个

周期,持续到3月下旬。总之,在常熟5.1级地震前该井的逸出气的几个测项的固体潮形态发生了幅度变小、相位错动和形态破坏等三种形式的畸变现象。由于观测资料时间长度不够,难以确定这些变化是常熟地震的前兆还是巧合,有待以后检验。

(3) 在同一时段,由同一人用同一台仪器观测的该井水中溶解气体及其组分,不仅在常熟地震前没有变化,而且反映固体潮也不明显,特别是溶解气体积(见图3)。

4、小结

从上述分析可以看出,庐江井逸出气的多个观测项目都能较好地反映固体潮半月波,说明地下水逸出气与固体潮有一定的相关性,笔者称之为地下气体潮。地下气体潮与井孔水位潮、地下

水流量潮、井孔水压潮等一样,都是固体地球潮汐的一种次生效应。

本文在写作过程中得到张炜研究员的指导,吴培稚、余化扬在数据计算方面给予帮助,在此一并致谢。

(本文1991年4月10日收到)

(安徽省地震局 张朝明 李敏莉 束克明 梁久亮)

参考文献

- (1) 国家地震局,地震水文地球化学观测技术规范,地震出版社,1985.
- (2) 中国科学院地质研究所,数学地质引论,地质出版社,1977.

OBSERVATION AND STUDY ON ESCAPE GAS IN LUJIANG

ARTESIAN THERMAL - WATER WELL

Zhang Chaoming, Li Minli, Shu Keming, Liang Jiuliang

(Seismological Bureau of Anhui Province, Hefei, China)

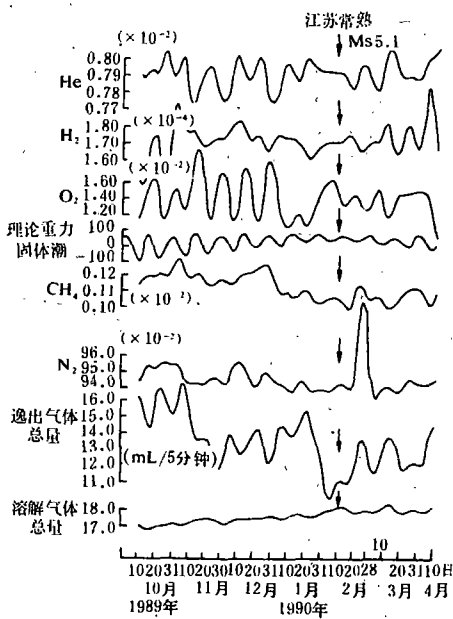


图3 庐江井逸出气日测值斯宾塞21点平滑曲线