



# 河南安阳汤参1井数字化氡与模拟水氡 观测资料的对比研究

胡凤英<sup>1</sup>, 王志敏<sup>1</sup>, 谢健健<sup>1</sup>, 胡卫建<sup>1</sup>, 黄卫东<sup>2</sup>, 王建军<sup>2</sup>, 刘鹏<sup>1</sup>

(1. 河南省地震局, 河南 郑州 450000 2. 安阳水化站, 河南 安阳 455001)

**摘要** 对河南汤参1井的数字化氡与模拟水氡同期观测资料的对比结果表明:二者相关性差,映震能力上数字化观测的地震前兆异常反映比模拟观测明显。

**关键词** 数字化氡 模拟水氡 安阳汤参1井 对比研究

中图分类号: P315.72+4 文献标识码: A 文章编号: 1000-0844(2004)04-0377-03

## 0 引言

氡作为地下流体的映震敏感组分,在我国的地震预报中起着比较重要的作用。随着数字化技术的应用,水氡观测仪器也正在向着数字化、智能化的方向发展。“九五”期间中国地震局实施了前兆台站的技术改造工程,在河南省安阳水化站安装了数字化氡观测仪器。经过一个时期的观测,本文对数字化与模拟观测的同期资料进行对比分析。

## 1 安阳汤参1井概况

安阳汤参1井位于豫北地区安阳水化站院内(114°24'E, 36°05'N)。属河北平原地震带南部。构造上位于华北断陷区西部边缘的太行山山前断裂带上。该井主要含水层为下第三系砂岩、砾岩,位于地下1000多米以下,具有较好的封闭承压性;出水层深达1000余米,补给源远,补给区比较广泛,干扰因素少,具有地震前兆观测的良好条件。井深4000 m,套管165.96 m,水泥固井。水温35℃左右,流量264 m<sup>3</sup>/d,为了延长该井的自流寿命,限制工作流量为70.3 m<sup>3</sup>/d。

安阳汤参1井自1985年投入观测以来,模拟观测一直使用FD-105K型测氡仪。其程序是从井出水口取出100 mL的水样,再进行脱气、鼓泡、人工观测等一系列的程序,最后产出数据。

2001年在该井增装了SD-3A型自动测氡仪,该仪器是以CPU89C25为控制系统的对氡进行全自动测量、打印、显示、传输的智能化设备。工作原理是将地下水中的逸出和脱出的氡气自动送入闪烁室,利用电磁阀开关气路,定时对氡进行测量。

## 2 数字化氡与模拟水氡的对比分析

### 2.1 原始观测值的对比分析

模拟观测采样时间为每天8:30-9:00之间。为了减小与模拟化观测数据在时间上的差别,数字化观测数据采用9:00时的整点值及日均值与之对比(图1)。图1中2002、2003年的模拟观测值分别在17.7~18.5 Bq/L与17.4~18.5 Bq/L之间,年变幅为0.8 Bq/L和1.1 Bq/L,数据年变化表现为较平稳的随机波动变化;数字化观测值2002年具有冬高夏低的年变形态,9:00时的测值年变幅为29.2 Bq/L,日均值的年变幅度为14.6 Bq/L,为同期模拟数据年变幅的18倍。2003年6月由于气路故障(排气管阻塞)造成测值较低,故障排除后观测值仍未回复,出现一个下降台阶;观测值年变幅度分别为:09:00时为51.2 Bq/L、日均值为47.4 Bq/L。

### 2.2 相关性分析

图1中直观看出2002、2003年模拟观测数据序列与气温、气压动态变化一致性(或相反)不明显,2002年数字化氡与气压年变动态基本一致,与气温年变动态变化相反,2003年数字化氡的动态变化与气温、气压的态变化未见明显的相同或相反。

依据观测值的动态变化,对同期的数字化与模拟原始观测值之间以及与气温、气压进行了最大相关系数计算;设有两列观测数据序列{y<sub>1i</sub>}、{y<sub>2i</sub>} i=1, 2, ..., N 线性相关,其相关系数R的定义为

$$R = \frac{S_{12}}{S_1 S_2}$$

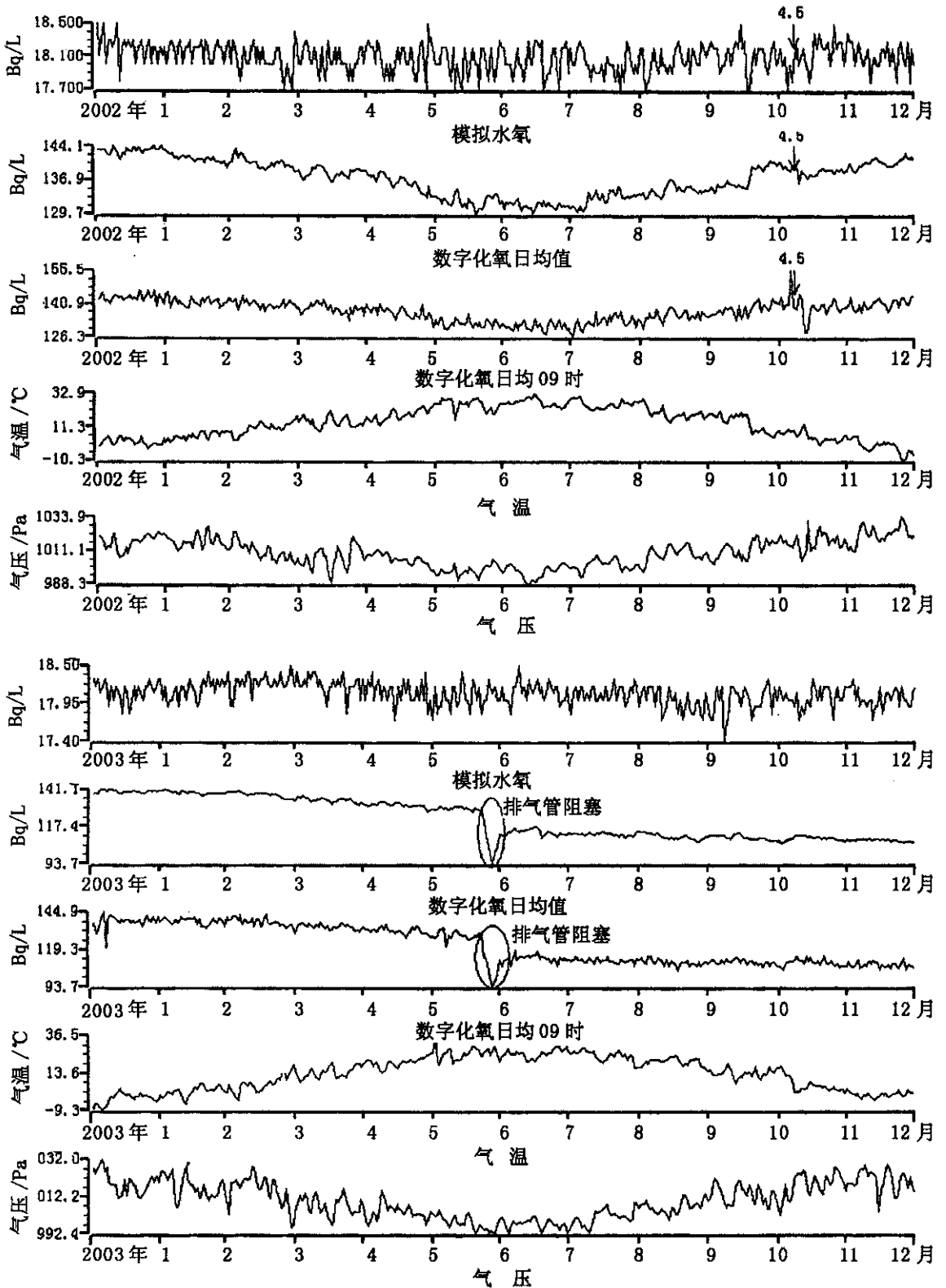


图1 数字化氡、模拟水氡原始值与气温、气压图

Fig. 1 The original values of digital radon and analog radon comparing with the temperatures and barogram.

其最大相关系数  $R_{max}$  为

$$R_{max} = \frac{\sqrt{(S_2^2 - S_1^2)^2 + 4S_{12}^2}}{S_1^2 + S_2^2}$$

式中

$$R_{12} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_{1i} - \bar{y}_1)(y_{2i} - \bar{y}_2); \quad S_1^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_{1i} - \bar{y}_1)^2;$$

$$S_2^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_{2i} - \bar{y}_2)^2; \quad \bar{y}_1 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_{1i}; \quad \bar{y}_2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_{2i}.$$

分别为观测数据序列的协方差、均方差和均值。式中  $N = 10$ 。计算结果见表1。

表1 相关系数表

年份	9 00 值	日均值	模拟与气温	模拟与气压	数字化9 时与气温	数字化9 时与气压	数字化日均与气温	数字化日均与气压
2002	0.186	0.227	-0.238	0.184	-0.812	0.704	-0.920	0.790
2003	0.340	0.341	-0.065	-0.040	-0.320	0.173	-0.330	0.179

由表1分析,数字化数据序列与模拟数据序列的相关性差。2002年数字化氡的日均值及09时测值都与气温负相关,与气压正相关;模拟水氡与气温、气压相关性差。2003年不论是数字化氡还是模拟水氡的观测数据基本都不与气温、气压相关。

### 2.3 震例对比分析

由图1,数字化氡9 00时的测值在2002年11月初连续几天高值。2002年11月7日河南原阳发生  $M_L 4.5$  地震,距该井约120 km。数字化氡日均值对这次地震反映也较明显,10月中旬开始有一个上升台阶,约20天后地震发生,震后测值恢复正常。而模拟观测本次地震异常变化不明显。

## 3 结论

(1)数字化氡与模拟水氡观测资料相比,具有采样率高、信息量大、数字传输、磁介质保存使资料处理快捷方便等特点,为捕捉地震异常信息提供了有利条件。

(2)2002年的数字化氡的日均值、9 00时值都与气温负相关,与气压正相关。模拟水氡基本与气温、气压不相关。2003年的数字化氡以及模拟水氡与气温、气压都不相关。

(3)数字化观测比模拟观测对距该观测井120 km的原阳  $M_L 4.5$  地震前兆异常反映明显。

### [ 参考文献 ]

- [ 1 ] 吴永信,等.数字化测氡的实验研究[J].西北地震学报,2001,23(1):60-65.
- [ 2 ] 王志高.深井水氡主要干扰因素及映震效能分析[J].西北地震学报,2002,24(3):251-256.
- [ 3 ] 范雪芳,张淑亮,王吉易.定襄水氡前兆异常的可靠性分析[J].西北地震学报,2003,25(1):86-88.
- [ 4 ] 耿杰,冯志军,吴春华.聊古-井数字化氡与模拟水氡观测资料的对比分析[J].地震,2002,22(4):81-87.
- [ 5 ] 吴建华,邢玉安,朱自强,等.数字化测逸出氡替代模拟测水氡的理论与实践[J].地震,2002,22(4):100-105.
- [ 6 ] 蒋骏,李胜乐,张雁宾,等.地震前兆信息处理与软件系统(EIS200)[M].北京:地震出版社,2000.

## COMPARATIVE RESEARCH ON THE OBSERVED DATA OF DIGITAL RADON AND ANALOG RADON FROM TANGCAN 1 WATER WELL IN ANYANG, HENAN PROVINCE

HU Feng-ying<sup>1</sup>, WANG Zhi-min<sup>1</sup>, XIE Jian-jian<sup>1</sup>, HU Wei-jian<sup>1</sup>,  
HUANG Wei-dong<sup>2</sup>, WANG Jian-jun<sup>2</sup>, LIU Peng<sup>1</sup>

(1. Seismological Bureau of Henna Province, Zhengzhou 450000, China;  
2. Anyang Hydrogeo Chemical Station Anyang, Anyang Henan 455001, China)

**Abstract:** The comparison between the observed data of digital radon and analog radon from Tangcan 1 water well in Anyang, Henan Prov. is done. The result shows that the relativity between the digital data and analog data is weak, and the digital data have more obvious precursor anomaly before earthquakes than the analog data.

**Key words:** Digital radon observation; Analog radon observation; Tangcan 1 water well in Anyang; Comparative research.