

# 水氡资料内在质量的评价方法

王长岭 刘耀炜 陶淑芬

(国家地震局兰州地震研究所)

## 摘 要

本文介绍了水氡正常年动态曲线的确定方法,并提出用正常年动态曲线及五日标准差等评价水氡资料的内在质量。

影响水氡变化的因素很多,如水点条件的变化、气象因素、人为活动(抽水、开挖、灌溉)等都会引起水氡测值变化。显然这些因素引起的氡值变化与地震无关。所以评价一个水点资料的内在质量除应考查其执行规范的情况外,还应有其它的评价指标。本文对此进行了讨论,并提出了几种评价方法。

## 一、利用正常年动态曲线评价水 氡观测资料的可靠程度

一个水点的水氡观测资料有清楚明显的正常年动态变化,说明它观测到了某种客观因素的规律性变化,从而证实了它的资料是客观的、可信的。相反,若观测不到正常年动态变化说明它的观测带有更大的人为性,其资料的可靠程度较差。因此可以用水点资料是否具有正常年动态变化作为衡量其内在质量的标准。水氡的正常年变化类型可参见文献[1]。

### 1. 正常年动态变化曲线的确定

利用水氡资料的月均值或旬均值、五日均值作图,可定性地识别其是否有正常的年动态变化。图1是两个水点的水氡月均值图,可以看出,平凉水氡年动态变化较明显,另一水点水氡每年的变化形态无相似之处,基本上没有正常的年动态变化。

尽管平凉水氡1981、1982和1983年的变化形态相似,但并不是完全相同的,究竟选择哪一年的曲线作为该泉的正常年动态曲线,可用相关距平法来确定。

现以平凉水氡资料为例,说明正常年动态曲线的确定方法。

取平凉水氡1979—1987年的观测资料,每年数据个数为72个(五日均值),相关系数检验值 $\alpha$ 在0.01显著水平上为0.3,为了提高相关程度,取 $\alpha = 0.5$ 。

(1) 求各年间的相关系数,见表1。从表1看出,1981年和1983年两年间的相关系数

\*参加此项工作的还有张世琴、沈克金等。

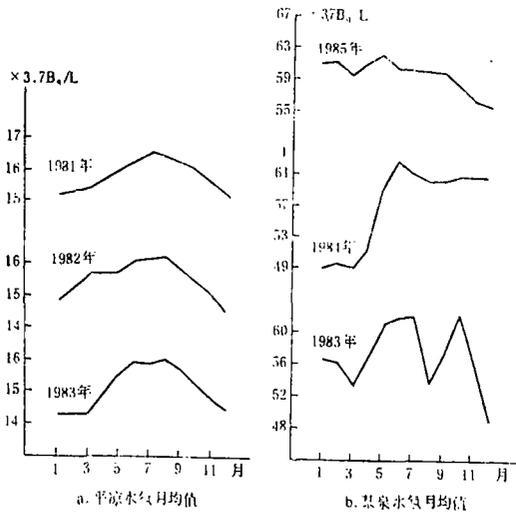


图1 水氡月均值曲线

Fig. 1. The monthly mean value curve of radon content in groundwater

表 1

相关系数矩阵

相关系数 年份	年份	79	80	81	82	83	84	85	86	87
1979			0.5687	0.6277	0.5552	0.5986	0.4202	0.5771	0.3388	0.2275
1980				0.8734	0.7463	0.8611	0.4779	0.7677	0.6624	-0.1662
1981					0.8263	0.9013	0.5994	0.7671	0.4984	-0.792
1982						0.7571	0.6800	0.7085	0.2778	0.2429
1983							0.5923	0.7318	0.6762	-0.1560
1984								0.5290	0.0540	0.2013
1985									0.4511	-0.028
1986										-0.4304
1987										

最大,  $R = 0.9013$ , 且大于  $\alpha = 0.5$ 。

(2) 选择相关系数最大的两年(即1981年和1983年)的值作距平(即同时刻的值相加平均), 得到一系列平均值, 称为第一次距平值。也是该泉水氡正常年动态的初值。

(3) 用第一次距平值与1979年—1987年各年的五日均值作相关计算, 得到相关系数(表2)。选出相关系数最大的那一年(1981年和1983年在第一次已被选, 凡已被选过的以后不再考虑)即1980年, 其相关系数  $R = 0.8881$  且大于  $\alpha = 0.5$ 。将1980年的值与1981年和1983年的值作距平, 得到第二次距平值。

用第二次距平值与1979—1987年各年的值作相关计算, 得到相关系数(表2), 再选择相关系数最大的1982年引入距平计算, 将1981、1983、1980和1982年4年的值作距平, 得到第三次距平值。

依次类推, 直至没有新的年份可以选入为止(即相关系数  $R$  小于检验值  $0.5$ )。共得到7次距平值, 计算结果见(表2)。从表2最后一行数据可以看出, 凡相关系数大于  $0.5$  的年份均已入选, 唯1987年的相关系数  $R = -0.0575 < 0.5$ , 所以最后一次距平值即第7次距平值, 就是我们所要求的平凉水氡1979年至1987年的正常年动态曲线。

表2 距平值与各年值(五日模值)的相关系数

相关系数 距平值	年份									
	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	入选年份
第一次距平值	0.6263	0.8881	0.9678	0.8063	0.9812	0.6102	0.7659	0.5562	-0.1258	1980年
第二次距平值	0.6211	0.9563	0.9574	0.8054	0.9612	0.5751	0.7877	0.6129	-0.1449	1982年
第三次距平值	0.6280	0.9387	0.9601	0.8869	0.9456	0.6244	0.7977	0.5496	-0.0501	1985年
第四次距平值	0.6377	0.9370	0.9553	0.8824	0.9364	0.6266	0.8560	0.5489	-0.0476	1979年
第五次距平值	0.7277	0.9253	0.9511	0.8744	0.9295	0.6284	0.8544	0.5429	-0.0065	1984年
第六次距平值	0.7228	0.9142	0.9488	0.8841	0.9284	0.6715	0.8518	0.5163	0.0121	1986年
第七次距平值	0.7104	0.9358	0.9417	0.8473	0.9349	0.6243	0.8468	0.6283	-0.0575	无

用旬均值和月均值进行上述计算，其结果和用五日均值相同。

(4) 用计算出的水氡正常年动态数值，画出水氡正常年动态曲线(图2)。



图2 平凉水氡正常年动态曲线

(1979年—1986年五日均值合成曲线)

Fig. 2 The yearly normal dynamic curve of radon content in Pingliang station

## 2. 评价方法:

### (1) 比较法

将被评价的那一年的资料与其正常年动态相比较，作相关计算，若相关，则说明这一年的资料年动态明显，其可靠程度大；若不相关，则说明该年资料偏离正常年动态，其可靠程度值得怀疑，需要进一步查找原因。图3、图4是平凉、通渭两水点有关年份的水氡值与其正常年动态曲线的比较。平凉水氡1987年的测值与正常年动态曲线不相关，应进一步查找原因，若无地震的影响，应视为该年水氡资料可靠性差。1981年的资料与正常年动态相关系数最大， $R = 0.9417$ ，说明该年的资料可靠程度大。1982年4月14日距平凉约130km的海原发生一次5.6级地震。平凉1982年的水氡资料与其正常年动态曲线相比较，震前的异常变化明显可辨。同样，根据图4，亦可对通渭水氡观测资料作出评价。

### (2) 综合评定法

一个水点水氡资料的正常年动态由该水点多年的资料通过相关矩平求得，该水点的正常年动态曲线包含的年份越多，则其稳定性越好，资料可靠程度大；反之则可靠程度差。表3列出了平凉、通渭、S-1孔、S-2泉和z-1孔五个水点水氡正常年动态的构成情况。由表3可以看出，平凉水氡的正常年动态最稳定，9个年份中有8年的正常年动态明显，只有1987年无正常年动态。z-1孔水氡1980至1985年间无正常年动态。图5是S-1孔、S-2泉水氡正常年动态曲线。

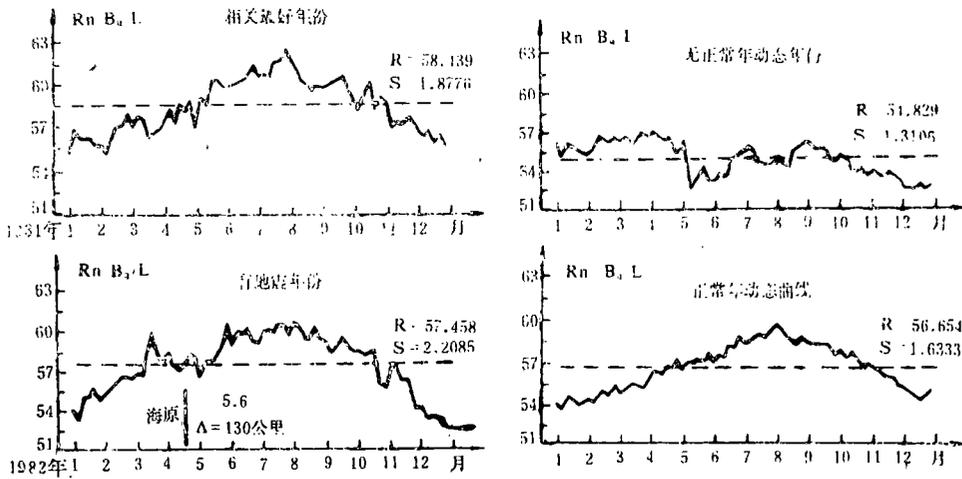


图3 平凉水氡五日均值曲线

Fig. 3 Five-day mean value of radon content in Pingliang station

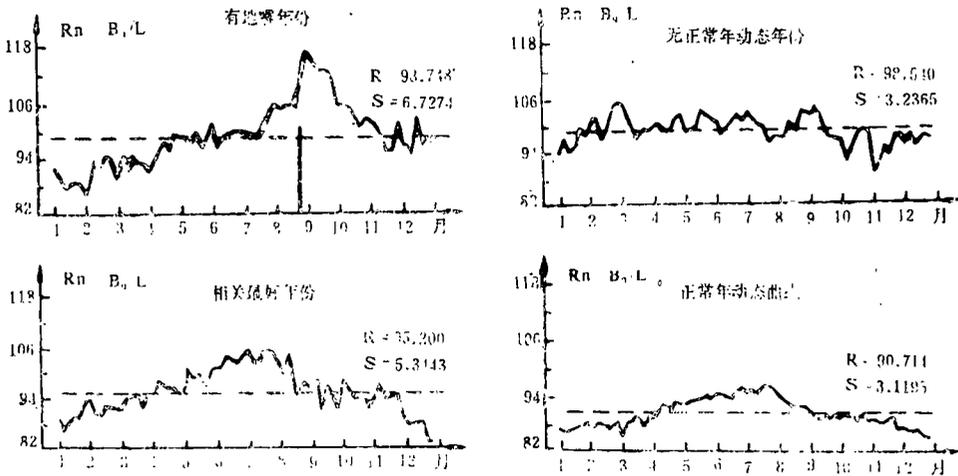


图4 通渭水氡五日均值曲线

Fig. 4 Five-day mean value of radon content in Tongwei station

表3

各水点水氡正常年动态的构成情况

水点名称	参加正常年动态计算的年份	正常年动态的构成年份	构成年份占计算年份的百分比	年动态稳定状况评定
平凉	9年, 79—87年	8年, 79—86年	89%	优秀
通渭	12年, 76—87年	7年, 77—79年, 82—85年	58%	良好
S-1孔	7年, 80—86年	2年, 83, 85年	29%	差
S-2泉	4年, 83—86年	2年, 85, 86年	50%	及格
z-1孔	6年, 80—85年	无	00%	最差

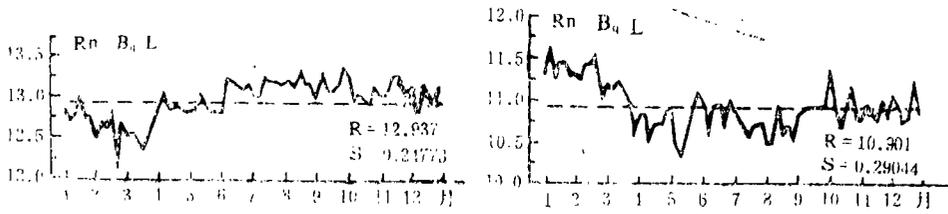


图5 S—1孔、S—2泉水氡正常年动态曲线

Fig. 5 The yearly normal dynamic curve of radon content in the S—1 hole and the S—2 spring

### 二、用五日标准差评价水氡资料的可靠程度

五日标准差指五日均值的相对标准差，即五日标准差除以五日均值。一年有72个五日标准差，应求出其五日标准差的平均值。五日标准差年均值主要反映数据波动的状况，反映水点的水动力条件是否稳定及干扰因素的大小、取水装置、观测等各个环节的情况。它是一个综合指标。在正常（即无地震影响）的情况下，同一个水点在不同年份其水氡资料五日标准差的年均值不同。年均值越小，其数据可靠程度越大，反之可靠程度差。例如平凉水氡1980年的五日标准差年均值为0.29，1986年的为0.18，说明1986年的数据比1980年的可靠程度大。表4列出了一些水点水氡的五日标准差的年均值。图6是一些水点水氡五日标准差年均值的直方图。由图可见，平凉、z-1孔两水点水氡的五日标准差年均值逐年减小；通渭、S-2泉两水点水氡的五日标准差年均值逐年增大；S-1孔的基本不变。

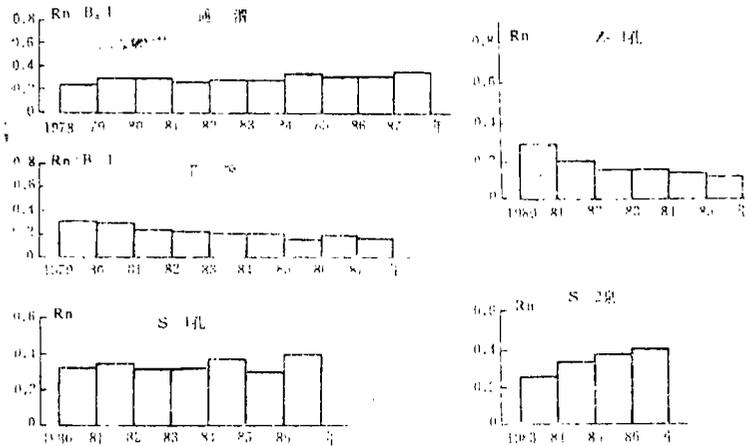


图6 水氡五日标准差年均值

Fig. 6 The yearly mean value of five-day standard deviation of radon content in groundwater

### 三、讨论

1. 五日标准差一般反映观测数据的精密度，并不表示数据的准确度。但在水氡观测中，先假定相邻五天的氡值是不变的，才能求其标准差，否则标准差无法求出。然而，相邻五天

表 4

某些水点水氡五日标准差平均值

标准差 水点	年份									
	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	
z-1孔		0.2914	0.2071	0.1492	0.1615	0.1343	0.1178			
s-1孔		0.3247	0.3435	0.3136	0.3064	0.3652	0.2889	0.3896		
s-2泉					0.2499	0.3371	0.3807	0.4088		
平凉	0.13108	0.2974	0.2266	0.2135	0.1978	0.1908	0.1493	0.1789	0.1590	
通渭	0.2946	0.2980	0.2635	0.2798	0.2768	0.3269	0.3006	0.3142	0.3619	

的氡值毕竟有变化,所以这里标准差即反映观测的精密度又反映地下水中氡含量的波动变化。无震时期,在水点的环境条件变化小、无人干扰时,地下水中氡含量应趋于稳定。所以标准差也能反映水点受干扰的情况,故可以用它来衡量水氡观测数据的可靠性。

2.评价水氡资料时,应先以正常年动态为基准,然后再比较五日标准差的大小。若无正常年动态,五日标准差再小其资料也不应视为是可靠的。

3.评价水氡资料内在质量时,还应结合考查该水点观测资料对应地震的情况以及假异常出现次数的多少。

(本文1989年2月16日收到)

### 参 考 文 献

- [1]王长岭等,南北地震带水氡正常变化的研究,西北地震学报,Vol.5, No.3, 1983.  
 [2]鄂秀满等,全国水化观测资料汇编(1969—1982, 1983—1985分册),地震出版社.  
 [3]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.

## ON THE METHOD EVALUATING OBSERVED DATUM QUALITY OF RADON CONTENT IN GROUNDWATER

Wang Changling, Liu Yaowei, Tao Shufen

(Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB, Lanzhou, China)

### Abstract

This paper introduces the method determining the normal dynamic curve of radon content in groundwater every year. And using the normal dynamic curve of every year and five-day standard deviation, the method evaluating observed datum quality of radon content in groundwater is proposed.