

南北地震带水氡正常变化的研究

王长岭 唐丰年 龙明

(兰州地震研究所)

摘 要

本文主要利用南北地震带上的水点资料,研究了水氡的年变化形态,分析了年变化产生的原因,进而提出水氡正常变化的含义,即:在无震期间,水氡实测值在一年内随时间变化所表现出来的某种规律性变化形态,而且这种变化形态每年都具有相似的重复性。作者认为,水氡的正常变化可分为三种类型:夏天高冬天低的“弓”型;夏天低冬天高的反“弓”型和近直线型。某个水点水氡的正常变化被研究清楚以后,依据它所属的类型,就可以推知所受的干扰因素,并能及时判断出是否出现了异常。

人们在研究地下水中氡含量(以下简称水氡)的变化与地震之间的关系时发现,有时水氡的趋势性升高或降低对应了地震,有时水氡的趋势性升高或降低却没有对应地震;同时人们还发现,某些水点水氡的变化形态一年和另一年却十分相似。因此人们不得不考虑这种一年和一年的形态相似的趋势性升高或降低究竟是什么原因造成的?它是地震前的异常呢还是水氡的正常变化?另一方面,随着对用地下水中氡含量变化预报地震的方法的深入研究,也要求人们首先搞清楚,什么是水氡的正常变化。因此,研究水氡的正常变化是有其理论意义和实际价值的。本文主要利用南北地震带上大量水点的实测资料,从研究水氡的年变化入手,分析年变化形成的原因,进而提出水氡正常变化的含义。

一、水 点 概 况

本文所使用的水点资料共32个。其中云南省的6个,即下关、洱源、汤池、澜沧、曲江、罗茨;四川省的8个,即姑咱、康定、西昌、西昌太和井、平武、松潘、南坪、茂汶;甘肃省的11个,即通渭、清水、武山、天水官泉、天水马跑泉、武都、平凉、陇西、兰州、河西堡、嘉峪关;宁夏自治区的4个,即西吉、固原、银川小口子、石咀山;少震区的3个,即南昌、杭州、巢湖泮汤^{2*}。上述水点中有钻孔6个、温泉10个、冷泉16个。

上述32个水点的水文地质条件和出露条件很不相同。有潜水,也有承压水,有深循环的温泉水,也有浅循环的冷泉水。有破碎带裂隙水,基岩构造裂隙水,也有岩溶水。在出露条件方面,有封闭较好的钻孔水,出口经过改造的温泉水,也有天然露出的积水池(见表1)。

表 1

水气年变化形态分类及水点概况一览表

编号	年变形态及所占百分数	水点名称	水温 ℃	水质类型	水点类型及含水层时代与岩性	出露状况	氨值变化范围 (埃曼)	开始观测时间、仪器等
1	(一) 呈夏高冬低, 即“弓”型 占31.3%	杭州	22	HCO ₃ -Ca	钻孔, 井深119.68米, 含水层埋深33.7米, 晚泥盆世石英、砂岩	自流	10-12	1975年
2		南昌			钻孔元古代花岗片麻岩, 基岩裂隙承压水	自流 Q = 0.54~1.40 升/分	30±3	1978年 FD-125
8		通渭	53	SO ₄ -Cl-Na-Ca	构造裂隙泉承压, 华力西期, 黑云母花岗岩	集于水深2米的井内	23-26	1973年 FD-125
4		清水	53	SO ₄ -Na-Ca	构造裂隙泉, 承压华力西期, 角闪花岗岩	集于水深2米的井内	85±10	1975年5月 FD-125
5		马跑泉 (天水)	13	HCO ₃ -Ca-Mg	泉, 局部承压洪积层潜水(Q ₄)	自流	7-7.5	1970年4月 FD-125
6		官泉 (天水)	13	HCO ₃ -SO ₄ -Ca-Na-Mg	泉, 局部承压, 负水头, 洪积层潜水(Q ₄)	集于井中, 抽水	7-7.5	1970年4月 FD-125
7		平凉	13	HCO ₃ -SO ₄ -Ca-Mg	冷水泉, 出露于泾河 I 级阶地后缘陡坎, 第四纪全新世砂砾岩含水	自流	15±1	1976年1月 FD-125
8		河西堡	14.5	SO ₄ -HCO ₃ -Mg-Ca-Na	断裂泉, 泉水出露于断层破碎带上	自流	24-27	1976年 FD-125
9		平武			冷泉		17±3	1977年 FD-105
10		武都	11	HCO ₃ -Ca-Mg	侵蚀下降泉, 出露于白龙江南岸 II 级阶地后缘, Q ₂ -3 砂砾层含水, 砂砾石成分主要为灰岩		5±1	1975年 FD-105-125
11	(二) 呈近直线型 占28.18%	下关	76.5	HCO ₃ -SO ₄ -Na-Ca	基岩裂隙上升泉前, 寒武纪苍山变质岩	自流	2.0-2.2	1974年1月 FD-105
12		澜沧	56	HCO ₃ -Ca	断裂上升泉, 石炭一二迭纪灰岩	自流	3.5-3.9	1975年3月 FD-105
13		兰州五泉山	13	Cl-SO ₄ -Mg-Na-Ca	侵蚀下降泉, 五泉砾石层(Q ₁)含水	自流	7.5-8.5	1973年4月 FD-105-125
14		陇西	13	HCO ₃ -SO ₄ -Mg-Ca-Na	孔隙接触下降泉, Q ₁ 砾石含水	自流	2.5-3.0	1974年4月 FD-105-125
15		嘉峪关	11	HCO ₃ -SO ₄ -Mg-Na	断层阻隔溢流泉, Q ₂ -3 砾石层含水		6.5-7.5	1973年 FD-105-125
16		西昌太和	20	HCO ₃ -CO ₃ -Na	井深394.8米, 含水层部位117.33米	自流	5.8-6.2	1974年12月 FD-105
17		西吉	8	SO ₄ -HCO ₃ -Na-Mg	下降泉	自溢	13-14	1973年 FD-105
18		固原	10		自流井		16.5-18	1971年 FD-105
19		茂汶1*	14		下降泉	自溢	9.5-10.5	1974年7月 FD-125

续表 1

编号	年变形态及 可占百分数	水点 名称	水温 ℃	水质类型	水点类型及含水层 时代与岩性	出露状况	氡值变化 范围 (埃曼)	开始观测时 间, 仪器等
20	(三) 呈夏低冬高即 反“弓”型 占9.4%	姑咱			冷泉, 花岗片麻闪长岩	泉水积于池于 出口处管道引出	10 ± 1	1970年10月 FD—105—125
21		康定	10	HCO ₃ —Ca	裂隙, 溶洞下降泉, 变质 灰岩	自流 出露口未改造	14~24	1972年8月 FD—105
22		汤池	70	SO ₄ —HCO ₃ — K—Na—Ca	断裂上升泉石灰—二迭 纪玄武岩灰岩	自流, 出露口 未改造	20 ± 2	1974年8月 FD—105
23	(四) 无规律变化 占31.2%	石咀山					35 ± 12	1973年 FD—118
24		西昌井	19	HCO ₃ —Ca —K—Na	井深171.78米, 含水层 厚107.5米, 第三纪砂岩	自流	11 ± 1	1971年8月 FD—105
25		松潘			冷泉四承压石灰纪灰岩		41 ± 4	1972年 FD—105
26		曲江	63.5	HCO ₃ —Na—K	断裂上升泉, 早震旦世 砂岩	自流	100 ± 15	1974年7月 FD—105—105
27		小口子 (银川)					28—34	1979年 FD—105
28		罗茨	47	HCO ₃ —Na—Mg	井深398.4米, 含水层埋 深178米, 前寒武纪昆阳群 落雪浅组, 变质白云岩	自流	4 ± 1	1975年8月 FD—105 连续自记 DZ—76型
29		洱源	74	HCO ₃ —SO ₄ — Ca—Na	裂隙上升泉, 泥盆纪灰 岩	自流积于大池	5.4—6.0	1975年8月 FD—105
30		南坪			裂隙下降泉, 石灰岩	溢出自流	2—4	1975年1月 FD—105
31		武山	45	富含氟的 HCO ₃ —Na	断裂泉, 承压, 印支期 似斑状花岗岩构造裂隙含 水	花岗岩裂隙中流 出, 用管身引出	95 ± 5	1971年~1972年 1974年~1981年 地表冷水偶 有混入
32		巢湖洋 汤2°	55	SO ₄ —HCO ₃ —Ca—Mg	构造裂隙热水、裂隙溶 洞冷水、地表潜水三者的 混合水, 寒武奥陶纪灰岩	自流入人工开挖 下竖管6米, 自 流	90 ± 10	1972年6月

二、水氡年变化形态的分类

对上述32个水点的水氡资料, 采用月均值作图, 逐年进行对比, 着重研究1976年以后(上述地区强震较少)的资料, 就所测氡值在一年内的实际变化形态进行年变化分类, 归纳起来大致可分为以下四种类型:

1. 夏天高冬天低的“弓”型, 如通渭温泉、南昌钻孔等(图1)。这种水点每年的12月至第二年2月份水氡值最低, 3月份以后开始上升, 7—8月份达到最高值, 然后又开始下降, 年底又到低值。年复一年的重复这种变化, 一年内的变化幅度可达5—19%。这种变化形态很像一张射箭的弓, 故称为“弓”型。属于这种变化形态的水点有10个, 占31.3%。

2. 夏天低冬天高的反“弓”型。如姑咱冷泉、汤池温泉等(图2)。这种水点每年12月至次年2月份水氡值最高, 3月份开始逐渐下降, 6—8月份降至最低值, 然后又逐渐升高。一年内变化幅度一般为10—17%。这种变化形态恰恰与第一种“弓”型相反, 故称为反

“弓”形态。属于这种变化形态的水点有3个,占9.4%。

3.近直线型,一年内水氡值变化不大,呈近直线形态,如下关温泉、陇西冷泉等(图3)。属于这种变化形态的水点有9个,占28.1%。

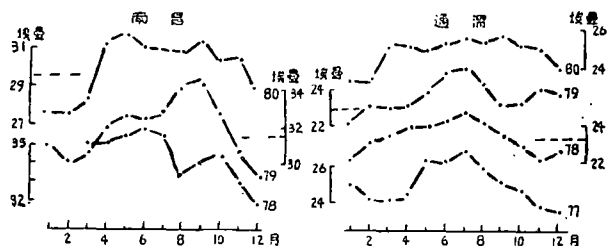


图1 水氡“弓”型年变化形态

Fig. 1 The change shape of radon contents in the groundwater for a year like a “bow”.

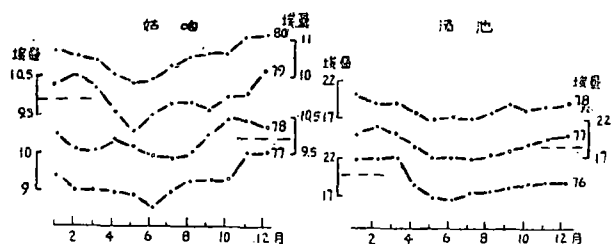


图2 水氡反“弓”型年变化形态

Fig. 2 The change shape of radon contents in the groundwater for a year opposite to a “bow”.

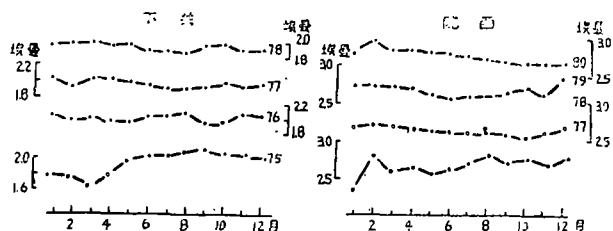


图3 水氡近直线型年变化形态

Fig. 3 The change shape of radon contents in the groundwater for a year seems to be a straight line.

4.无规律变化型,如石咀山、武山温泉等(图4)。这种水点的水氡值忽高忽低,没有一定规律,一年与一年不能重复。一年内的变化幅度一般较大,有的可达100%。属于这种类型的水点有10个,占31.2%。

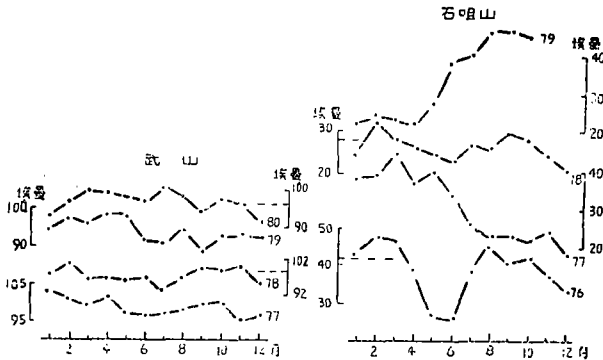


图 4 无规律变化型的水氡曲线

Fig. 4 The curve of an irregular change shape of radon contents in the ground water for a year.

三、水氡年变化原因的讨论

1. 呈夏高冬低的“弓”型变化的原因

(1) 气温对水氡测值的影响

水氡测量与脱气时水样的温度有关，被测水样的温度不同，直接影响水氡测值的高低。这是因为氡气在水中的溶解度随温度而异。

氡气的溶解度系数与水温的关系列于表 2。从表中看出，水温越高，氡气在水中的溶解度系数越小。当被测水样进行鼓泡脱气时，氡气从水样中脱出来的越多，其测值就越高。室内实验的结果与上述分析完全一致。对兰州五泉山水点，同时取若干水样，以恒温器控制脱气时水样的温度进行水氡值测定，其结果列于表 3。

表 2 氡的溶解度系数 (α) 与水温的关系

水样温度	0	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
α	0.510	0.420	0.350	0.225	0.200	0.160	0.140	0.127	0.118	0.112	0.109	0.107

在没有特殊设备的实验室中，水温受室温的控制，室温随气温而变化。夏天气温高，实验室室温也高，水样的温度也高，测得的氡值就偏高。冬天则相反。一年四季气温呈夏高冬低的周期性变化，所以水氡的测值也呈夏高冬低的周期性变化。

表 3 不同水温下所测得的水氡值
六次平均值

水样温度℃	- 1	14.5	30	40
水氡测值 (换算)	7.59	7.99	8.08	3.38

若气温是引起水氡夏高冬低“弓”型变化的一个原因，那么当在恒温实验室中进行测定时，这种年变形态的相应部分应当被消除。可惜现在我们还没有恒温测氡室完整的测氡资料。但若对水样采用两次脱气，即第一次脱气以后的水样，再进行一次脱气测定，将两次脱气测定的结果之和作为测值，这个测值则不应受气温的影响。因为实验证明，对 F D—125

型室内氡钍分析器来说,在20℃时,一次脱气效率可达94%左右,那么残留在水中的氡气仅有6%,对残留部分再进行第二次脱气,若脱气率与第一次相同,那么第二次脱气后残留在水中的氡气仅为 $6\% \times 6\% = 0.36\%$ 。这表明两次脱气后,氡气基本上全部从水中脱出,脱气时的水温、室温、气温的影响已不起主要作用了。甘肃平凉台从1977—1979年对水样进行两次脱气测氡,将两次测定结果之和作为当日氡值,而1980年采用一次脱气(图5)。由图看出,一次脱气所得结果其年变幅度大得多,最大达17%。而两次脱气所得结果其年变幅度小得多,1977年最大为5%,1978年最大为11.6%,1979年最大为8%。这表明一次脱气时,气温是影响水氡年变的因素之一。而二次脱气时,改变了脱气系统的压力,气体脱出的多少,主要取决于脱气系统压力的高低,气温的影响已降到可被忽略的地位。这个实验结果恰从反面证明了采用一次脱气测氡时,气温是造成水氡“弓”型年变形态的原因之一。

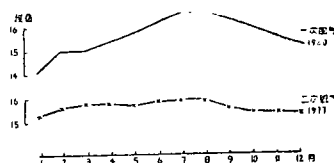


图5 平凉台水氡两次脱气与一次脱气之年变幅度比较

Fig. 5 The Comparison of the fluctuation of yearly change of radon contents in ground water at Pingliang station.

(2) 岩石的射气系数K对地下水中氡含量的影响

简单地说,岩石的射气系数是指岩石向外放出气体的能力。氡气是岩石中铀、钍衰变的产物,氡气从岩石中放出的多少,取决于岩石的射气系数K的大小。当其它条件一定时,K值越大,放出的氡气越多,因为地下水中氡的含量也随着增高。岩石的射气系数与岩石的温度有关,温度越高,则K越大。例如铜铀云母在20℃时,射气系数K为60%,而在60℃时则射气系数K达到100%。若地下含水层围岩的温度变化,则该层地下水中的氡含量也随之变化。那些在其排泄区天然露头的泉水,它的含水层越接近出露点,其埋藏越浅,逐渐进入地表变温带,也就是说,含水层的介质温度受大气温度的影响而呈周期性的变化。在夏季大气温度高,含水层围岩的温度也高,岩石的射气系数增大,地下水中氡含量增加,因而所测到的氡值就增高,在冬天则相反。这样就造成了地下水中氡的含量一年四季呈夏天高,冬天低的“弓”型变化。例如乌鲁木齐9*泉,是基岩裂隙下降泉,出露点附近基岩出露于地表,上无第四纪覆盖物,所以该泉潜水面埋藏较浅,位于地表变温带中。该泉水温(图6)随季节变化显著,夏季最高可达11℃,冬季最低为8℃。这说明含水层及其围岩的温度受气温的制约而随季节呈周期性的变化,因而岩石的射气系数K也随季节呈周期性变化。所以水氡呈夏高冬低“弓”型变化。又如吉林省延边台的土氡测量,其测值随地温而变化的事实,也证明围岩的射气系数K是引起水氡“弓”型年变的原因之一。延边台测土壤气中的氡含量,测孔深5米左右,其土氡值仍然与地温相关(图7)。图7结果表明,地温低时,岩层的射气系数K小,土壤孔隙中的含氡量小,因而测值就低。地温高时,则相反。

2. 呈夏低冬高反“弓”型变化的原因

(1) 大气降水和地表水体渗入的影响

显示这种变化的水点的出露条件一般不好,多为无封闭的露天敞开型泉水或大口井,有的甚至为积水坑式出露。其含水层埋藏条件一般也较差,多为第四纪潜水或与地表水体有较强水力联系,处在补给区的承压水。大气降水可直接渗入含水层,地表水甚至可以直接混入

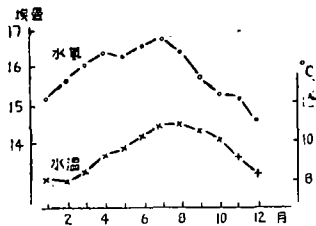


图6 乌鲁木齐9*泉水氡、水温年变化曲线(新疆水化组资料)

Fig. 6 The change of radon contents and temperature in the groundwater for a year in Wulumuqi spring no.9.

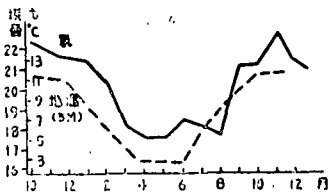


图7 延边台土氡与地温的关系

Fig. 7 The relation between radon and temperature of the soil at Yanbian seismological station.

出露口。丰水期大气降水量增大，地表水径流加强，混入水点含水层的水量增大，稀释了地下水中的氡含量，因而测值变低。枯水期大气降雨减小，地表水径流减弱，甚至干枯，混入水点含水层的水量减小，因而地下水中氡的含量比较高。这就造成了冬高夏低的反“弓”型年变形态。例如四川康定泉，为一变质灰岩裂隙溶洞下降泉，敞开出露，泉水的补给方向上有一小池，泉水受池水的补给。夏季大气降雨增多，池水水位上升，泉水流量增大，水氡含量被稀释而大幅度降低。其氡值与当地大气降雨关系十分密切（见表4）。

表4 姑咱、康定水氡与气温降雨的相关系数

年 相关系数		1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
姑 咱	r_t	-0.655	-0.814	-0.941	-0.501	-0.591	-0.456	-0.496
	r_w	-0.743	-0.644	-0.472	-0.429	-0.564	-0.627	-0.438
康 定	r_t		-0.515	-0.877	-0.615	-0.908	-0.903	-0.868
	r_w		-0.366	-0.871	-0.467	-0.771	-0.896	-0.568
备注		1、 r_t 、 r_w 分别为氡与气温，氡与降雨量的相关系数 2、计算时，气温取月均值，降雨取月积累值 $n=12$						

(2) 地下水出露后自然脱气的影响

地下水出露地表后，没有封闭，直接暴露在大气中，在取水样以前水已经和大气部分接触，并受气温、气压的影响而产生部分脱气，一部分氡气在没有进取样瓶之前就已经损失掉了。积水坑出露的泉、孔是水先汇流到一坑池中，观测时再从坑池中取样；半管式出露的泉、孔是在出水处装一钢管，但管子粗、流量小而不能充满管子；盐水瓶取样的泉、孔是先 将水引入盐水瓶（或其它容器）中，再将水样吸入扩散瓶；另外还有民用大口井等，这些都会造成水氡严重的自然脱气，形成夏低冬高的反“弓”型年变形态。夏天气温高（气压相应低），暴露在大气中的地下水水温也相应地升高，从水中自然脱出的氡气就多，残留在水中的氡气就少，所取水样中氡含量就低。例如四川姑咱泉为积水池出露，大多数年份其水氡与气温、降雨显著负相关（表4）。这表明自然脱气和降雨是造成夏低冬高的反“弓”型年

变化形态的重要原因。

(3) 受两个以上含水层规律性补给的泉孔

若某一钻孔或泉受两个含水层补给, 其上部水层为含氡量低的潜水, 下部含水层为含氡量高的基岩裂隙水。在夏季, 表层潜水水位高于下伏基岩裂隙水的水位。此时, 泉或孔主要接受表层潜水的补给, 水氡含量显著减少; 冬季大气降雨量减少, 表层潜水位明显下降, 下伏承压裂隙水水位显著上升。此时, 泉或孔主要接受基岩承压裂隙水的补给, 水氡含量相应增高。这样就形成了夏低冬高的水氡年变化形态。

3. 呈近直线型变化的原因

呈近直线型变化的水点, 大多是氡含量较低的灰岩水, 其含量一般在3—5埃曼之间。因为氡含量低, 年变幅度的数值较小, 可能被测试的误差所掩盖。因而表现不出趋势性升高或降低。

另外, 一些深层承压自流井, 含水层埋藏深, 不受开采层的影响, 井孔止水条件好, 与上部各含水层之间水力联系差, 含水层的水动力条件较稳定, 不受气象因素或人为因素的干扰, 这种地下水中氡的含量可能是稳定不变或变化较小的, 故呈近直线型。

4. 呈无规律变化的原因

水氡呈无规律变化的水点, 都是受偶然因素干扰严重的水点, 没有什么共性。实践中所遇到的引起水氡大幅度无规律变化的因素很多, 归纳起来大致有:

(1) 取水样不合要求, 取样做不到定时、定位、定量, 取样容器采用塑料桶或盐水瓶等, 造成水氡忽高忽低。

(2) 测试不可靠。仪器性能不稳, K值成几倍地变化, 操作不严格而又不作平行观测, 测数正确与否无客观检查的标准, 测试结果表现为台阶多、跳动多、波动频繁、幅度大。水氡真正的年变化规律被错误的测试结果所打乱。

(3) 地下水中氡的含量随时都在大幅度地变化, 取不出真正有代表性的水样, 因此测出的氡值变化幅度大而且无规律性。比如那些气水混合的热水自喷井, 不停地大量地冒气泡的热水泉等, 水氡多是无规律变化。

(4) 水点含水层的水动力条件常有变化。比如那些受抽水干扰的水点、大量开发地下热水的温泉疗养区的水点、井壁坍塌的水点、含水层上游被开挖破坏的水点等, 其含水层的水动力条件多变, 水点的涌水量不稳, 忽大忽小, 所测得的氡值忽高忽低, 呈无规律的变化。

(5) 地表水体不定量混入水点的含水层。比如江、河、湖及农业灌渠等水位的高低, 都会影响那些与它们有水力联系的水点, 造成水氡的无规律变化。

当然还可以举出一些原因, 但这些原因都是个性强共性弱。总之, 无规律变化的水点受人为干扰严重, 不能真实地反映出地下水中氡含量的变化, 在地震预报中起不到积极作用。

三、水氡正常变化的含义

对于水氡正常变化的含义的解释, 目前有几种: 第一种, 认为水氡正常变化的含义就是在无震期间, 水氡实测值在一年内的变化形态。这就是说除地震孕育引起的水氡异常外, 其余的变化形态均称为正常变化。按照这种说法, 前述水氡的四类年变形态都是正常变化。第

四类无规律变化型也属于正常变化。若无规律变化也称为正常变化，那么正常变化就失去了规律性、重复性，而变成一种不定型、任意型，因而也就成了不可知型。这样就失去了对实践的指导意义。显然这种含义与研究水氡正常变化的目的不相一致。再从干扰的角度讲，这种含义包含了所有干扰因素的影响结果。第二种，将水点和测试不受任何自然因素和人为因素的干扰，在无震期间所测得的水氡值在一年内的变化形态称为水氡的正常变化。按这个含义，前述水氡的四类年变形态，除第三类呈近直线型变化的可以进一步讨论外，其他三种都不能算作水氡的正常变化。从干扰因素的角度讲，这种含义不包括任何干扰因素的影响结果。水氡的正常变化真正代表了地下水中氡含量随时间的变化。这种理想化的正常动态，实际上很少存在，因此无实际意义。我们认为，水氡正常变化的含义是，在无震期间，水氡实测值在一年内随时间变化所表现出来的某种规律性变化形态，这种变化形态每年都具有相似的重复性，水氡的这种变化形态称之为水氡的正常变化。依据这种含义，前面所述的水氡四种年变形态中，前三种均属于正常变化。从干扰因素的角度讲，这种含义包括了某些规律性干扰的结果，比如气温、降雨的干扰、规律性抽水的干扰等。按照这种含义，目前国内约75%的水点其水氡值在无震时间的变化属于正常变化。这种含义的优点是：（1）具有普遍的意义和实际意义，适用于国内大多数水氡观测点。（2）对实践具有指导意义，某一水点水氡的正常变化研究清楚以后，根据前一年该水点水氡的变化形态，可推测出当年该点水氡的变化形态。若在同一时期，水氡的变化形态与正常变化不相符合，这说明水氡出现了异常，这种异常可能是某种新的干扰因素所引起，也可能是这三种原因所造成。这还需要进一步做工作。（3）看到水氡正常变化的形态，就可以推出它所受到的干扰可能是那些。根据这个含义，从以上讨论可知，水氡的正常变化有三种类型：（1）夏高冬低的“弓”型；（2）夏低冬高的反“弓”型；（3）近直线型。凡不符合这三种形态的变化，统称为异常，这种异常中包含有地震信息和干扰。我们研究水氡变化的目的就在于正确判断水氡的异常，进而识别排除干扰因素，提取水氡的地震信息。

（本文1982年10月2日收到）

参 考 文 献

1. 王长岭等，松潘—平武地震前震中区以北地区泉点水氡含量异常的特征及其引起原因，地震学报，Vol. 2，No. 1，1980.
2. 石慧馨等，北京地区浅层地下水 and 气的异常运移与唐山地震，地震学报，Vol. 2，No. 1，1980.
3. 张 炜等，利用地下水化学预报地震的探讨，地震学报，Vol. 3，No. 1，1981.
4. 兰州地震大队预报室水化组，试谈水氡年变化，地震战线，No. 6，1977.

THE STUDY ABOUT THE NORMAL CHANGES OF RADON CONTENTS
IN THE SPRINGS AND DRILL HOLES LOCATED ON THE SOUTH
—NORTH SEISMIC BELT

Wang Chang-ling Tang Feng-nian Long Ming
(*Lanzhou Seismological Institute*)

Abstract

There have been reports on the characteristics of the changes of radon contents in the groundwater before the occurrence of an earthquake so as to predict an earthquake in China and abroad. However, what is their change during the period of no earthquakes? Few reports have been presented so far. In this paper, the materials are mainly from the stations located on the South—North seismic belt. First of all, we study the change shape of the curve of radon contents for a year. Secondly, we analyse its causes of formation. In accordance with what we have mentioned a definition of the normal changes of radon contents in the groundwater is given. It means that during the period of no earthquakes the data of radon contents in the groundwater obtained from observation shown that there are certain regular change shapes for a year and these shapes are similar to each other every year. The pattern of change of radon contents in the groundwater is known as their normal changes. According to the definition, their normal changes can be divided into three patterns; (1) The radon contents increase in summer but fall in winter; (2) The radon contents fall in summer but increase in winter and; (3) the radon contents are almost a constant for a year. When the normal changes of radon contents in a certain spring or a drill hole have been clearly known, and according to their shapes, it can be inferred what factors which have disturbed the normal changes of radon contents are and then we can judge in time whether they are abnormal or not.