

水氡仪标定技术的实验研究

张文冕 王振亚

(国家地震局兰州地震研究所)

摘 要

准确标定水氡仪是提高水氡观测质量的关键。配制液体镭源标准化是水氡仪标定的关键^[1]。

本文针对全国水氡观测台站普遍反映的问题,就水氡仪标定技术和方法——选择液体镭源、仪器检查调试、液体镭源积累时间、积累前排气时间、液体镭源体积影响、扩散瓶体积和式样、闪烁室标定周期及寿命、报废液体镭源回收利用等进行一系列实验,并由实验数据而给出结论。

准确无误的配制液体镭源^[1]是标定好水氡仪K值的先决条件。但要得到正确的标定结果,还要严格掌握下列几个环节:仪器本身的工作状态、液体源的选择及封存积累时间,脱气时室温、脱气时真空度、脱气速度和时间、封闭时间、标定次数和舍弃原则、降低本底值、测试技术和数据误差处理方法等。这些环节中任何一个失误,都将不同程度地影响标定结果。

为了提高水氡观测、研究和预报水平,必须统一水氡仪标定的技术与方法。根据全国水氡观测台站普遍反映存在的问题,我们做了一些试验。所用的主要仪器设备有FD—125型氡钍分析器两台、FH—408及GP—1—B定标器各一台、GP—1D高压稳定电源一台、FD—105和FD—105K型静电计三台、2XZ—1型真空泵二台、真空表头和特制盛源容器等。

一、标定时液体源的选用

不同氡含量的泉孔观测点应选择相当的液体源进行仪器标定,以尽可能消除观测误差,提高标定的精确度。比如平时观测氡含量5埃曼左右的泉点,则标定仪器时最好的选择含镭为 2.000×10^{-10} 克的液体源(体积为50mL),封存积累时间为48小时;氡含量50埃曼左右的泉点应选择含镭量为 3.000×10^{-9} 克的液体源,封存积累时间为24小时,等等(详见表1)。表中所列数据是实验和理论计算的综合结果。

研究表明,给定观测点在标定时如何选择标准源不仅要考虑镭含量,还要考虑封存积累时间。

不同含氡量的观测点选择液体镭源及积累时间试验

表 1

仪 器	FD—125氡钍分析器					FD—105K射气仪						
	标准液体 镭源含 (克)	积 累 时 间 (时、分)	观 测 次 数	每 分 钟 脉 冲 (扣本底)	相 当 于 氡 值 (埃曼)	平 均 K 值 ($\times 10^{-3}$)	积 累 时 间 (时、分)	定 格 时 格 秒	相 当 于 氡 值 (埃曼)	平 均 K 值 ($\times 10^{-3}$)		
FD—125	1.000×10^{-10}	48:00	10	150 ± 20	3.0 ± 0.5	1.970	48:00	10	179 ± 10	3.0 ± 0.5		
	2.000×10^{-10}	48:00	20	300 ± 30	6.0 ± 0.5		48:00	10	90 ± 5	6.0 ± 0.5		
	4.000×10^{-10}	48:00	10	600 ± 30	12 ± 0.8		48:00	15	67 ± 8	12 ± 0.8		
	6.000×10^{-10}	48:00	10	900 ± 40	18 ± 1.2		48:00	20	60 ± 8	18 ± 1.8		
	8.000×10^{-10}	48:00	10	1200 ± 60	24 ± 1.5		48:00	20	45 ± 2	24 ± 1.5		
FD—105K	1.000×10^{-9}	24:00	15	800 ± 60	16 ± 1.2		24:00	20	66 ± 8	16 ± 1.2	90.80	
		48:00	10	1500 ± 100	30 ± 2.0		48:00	30	54 ± 2	30 ± 2.0		
	2.000×10^{-9}	24:00	15	1600 ± 100	32 ± 2.0		24:00	30	49 ± 2	32 ± 2.0		
		48:00	10	3100 ± 200	62 ± 4.0		48:00	50	45 ± 2	62 ± 4.0		
	4.000×10^{-9}	24:00	01	3400 ± 200	68 ± 4.0		24:00	50	41 ± 2	68 ± 4.0		
		48:00	10	6200 ± 300	123 ± 6.0	48:00	60	27 ± 1	123 ± 6.0			
	需注 明 的 条 件	封闭 2 时，体积 0.1 升，鼓泡 $10' \pm 2'$ ，水样 1 小时内测，室温 $18^{\circ} - 25^{\circ}C$					封闭 1 小时，体积 0.1 升，鼓泡 $10' \sim 15'$ ，样品 1 小时内测，室温 $8^{\circ} - 25^{\circ}C$					

水氡仪常数 $K = \frac{a(1 - e^{-\lambda t})}{I - I_0} \times 10^{10}$ (埃曼、升/格/分或埃曼、升/脉冲/分) 式中 t 为氡积累时间 (单位: 小时), 也就是开始封存积累时间到鼓泡开始的时间间隔; λ 为氡的衰变常数, 其值为 0.00755 小时^{-1} ; $1 - e^{-\lambda t}$ 为氡积累函数值 (当 $t = 24$ 小时, 其值为 0.1658 , 当 $t = 48$ 小时, 其值为 0.3040); a 为镭含量 (克)。

从式中可以看出, 要使测得的标准源与水样的 $I - I_0$ 相近时, 则必须选用给定液体源及相应的积累时间。

当氡气引入闪烁室或电离室后, 电子氡及子体中的 α 粒子有一平衡增长的过程, 即相同时间内其读数是随时间而增加的。因此, 使用表 1 时还要固定氡气引入闪烁室或电离室后的静置时间。

标定 FD—105 静电计时, 当氡测值小于 6 埃曼或液体镭含量小于 2.000×10^{-10} 克时, 灵敏度应选择 30 格/伏; 当氡测值大于 100 埃曼或液体源镭含量大于 4.000×10^{-9} 克时, 灵敏度应选择 10 格/伏。一般情况下均以 20 格/伏为宜。

二、仪器性能检查与调试

在标定前除了按说明 [2、3] 对仪器进行常规检查与调试外, 还要注意: (1) 在标定 FD—125 型氡钍仪, 选高压坪曲线时, 本底与样品的观测值要与平时测值近似, 且氡射气在闪烁室需静置 4 小时后再进行选坪实验, 这是因为氡及其子体要有一个平衡过程。最后综

合样品曲线与本底曲线, 选定光电倍增管的工作高压。为了尽可能降低本底值, 高压坪曲线

选在 $\frac{1}{3}$ 坪区为宜。若无工作高压坪区, 则需要更换光电倍增管, 否则标定之K值不稳定而

导致氡测值变化较大。(2) 标定FD-105静电计应视观测对象选择理想的格值和灵敏度。灵敏度和格值的确定应综合考虑。为此做了两组试验, 即固定灵敏度20格/伏, 选择格值; 固定格值10—60格, 选择灵敏度。实验结果分别列于表2; 表3。

固定灵敏度选择格值试验

表2

K 值 格 值 标准源(克)	封闭时间 (分)	K 值 $\times 10^{-8}$											选择 格值	积累时间 (时、分)
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120		
2.000×10^{-10}	10格	98.39	105.2	96.82	98.39	92.42	91.04	88.41	87.14	84.72	85.92	83.56	10	48:10
	15格	100.0	100.0	96.82	93.83	89.71	88.41	87.14	85.92	81.33	85.92	83.56		
	20格	100.0	101.7	98.39	93.85	91.04	88.41	88.41	88.41	87.14	84.72	83.56		
	平均K值	99.46	102.3	97.34	95.36	91.06	89.29	87.99	87.16	84.40	85.92	83.56		
	最大相对 偏差 %	1.1	2.8	1.1	1.5	3.2	2.0	1.0	1.4	3.6	0.0	0		
6.000×10^{-10}	10格	103.6	103.6	103.6	95.77	91.89	91.89	86.63	85.33	85.33	87.08	76.42*	20	44:45
	20格	107.6	101.8	99.55	97.00	91.89	91.89	87.98	85.98	85.98	85.08	82.24		
	30格	104.6	102.2	99.55	96.59	93.02	93.79	87.30	86.63	85.65	82.64	84.07		
	平均K值	105.3	102.5	100.9	96.45	92.27	92.52	87.30	85.98	85.65	85.60	80.91		
	最大相对 偏差 %	2.2	1.1	0.7	0.7	0.8	1.4	0.8	0.8	0.4	3.2	5.5*		
1.500×10^{-9}	10格									80.72	80.72	85.08	30 40	24:20
	20格	98.31	89.31	87.14	85.08	85.08	85.08	87.14	87.72					
	30格	89.31	90.92	89.31	85.08	85.08	82.30	82.30	86.55					
	40格	91.59	90.59	89.31	87.14	85.08	82.84	83.95	86.25					
	50格									81.77	79.95	84.23		
	60格									84.51	80.72	84.51		
	平均K值	90.07	90.27	88.59	85.77	85.08	83.41	86.65	82.32	82.33	80.64	84.61		
最大相对 偏差 %	1.7	1.1	1.6	1.6	0	2.0	0.6	2.0	2.9	0.6	0.6			

*在同一台FD-105K(I)上进行

表中数据可以说明: 视观测氡含量的不同, 格值选在10—60格范围内对结果无明显影响; 而灵敏度越高, 石英丝偏转速度越快, 通常情况下灵敏度选20格/伏最好。只有当氡测值太高或太低时方需调整灵敏度。在一定条件或限度内, 放射性测量一般要求读数时间越长误差越小。但每个样总的测量时间不能超过10分钟, 否则因封闭静置超过而往往超差。取格值不得小于10和大于60, 一次读数时间以60秒钟左右为宜。为此, 综合表1、2、3, 列出表4。

必须强调的是: 标定后仪器中任何一个部件更换式改变均得重新标定。

固定格值选择灵敏度试验

表 3

	标准源含镭(克)								
	2.000×10^{-10}			6.000×10^{-10}			1.500×10^{-9}		
	10	15	20	20	30	40	20	30	40
10	151	227	299	80	122	166	72	106	146
	149	232	304	87	129	173	76	116	158
	144	238	311	91	124	164	76	115	164
平均读数(秒)	148	232	305	83	125	168	75	112	153
最大相对偏差(%)	2.7	2.6	2.0	4.8	3.2	3.0	4.0	3.6	3.3
20	88	124	160	42	63	85	37	57	81
	79	118	164	42	63	85	39	58	78
	82	120	159	41	61	84	38	59	77
平均读数(秒)	83	121	161	41	62	85	38	58	79
最大相对偏差(%)	6.0	2.5	1.9	2.4	1.6	1.2	2.6	1.7	2.5
30	56	81	109	29	44	61	26	41	55
	55	76	100	30	44	61	27	40	55
	60	84	110	30	45	60	24	38	50
平均读数(秒)	57	80	106	30	44	61	26	40	53
最大相对偏差(%)	5.2	5.0	3.8	3.3	2.3	1.6	7.7	5.0	3.8
40	38	59	77	22	34	44	20	29	40
	37	56	79	23	33	45	19	29	39
	39	57	76	23	34	46	20	30	40
平均读数(秒)	38	57	77	23	34	45	20	29	40
最大相对偏差(%)	2.6	3.5	2.6	4.3	2.9	2.2	5.0	3.4	2.5
50	34	46	63	20	29	37	17	25	33
	33	48	63	18	29	38	16	22	31
	30	46	63	17	26	34	17	25	34
平均读数(秒)	32	47	63	18	28	36	17	24	33
最大相对偏差(%)	6.2	2.1	1.6	11.1	7.1	5.6	5.9	8.3	6.1
60	28	36	50	17	25	33	13	19	26
	26	40	52	16	23	31	15	21	29
	29	40	54	15	23	30	12	19	26
平均读数(秒)	28	39	52	16	24	31	13	20	27
最大相对偏差(%)	7.1	7.7	3.8	6.2	4.2	6.4	15.4	5.0	7.4
灵敏度选择 (格/伏)	20~30 (定格10)			20 (定格30)			20 (定格30)		

FD—105静电计综合选择格值与灵敏度的试验

表4

液体源含镭量(克)	水样含氡浓度(埃曼)	灵敏度(格/伏)	格值
$\leq 3.000 \times 10^{-10}$	≤ 10	30	10
$4.000 \times 10^{-10} - 6.000 \times 10^{-10}$	10—20	20	15—20
$8.000 \times 10^{-10} - 1.500 \times 10^{-9}$	20—50	20	30—40
$2.000 \times 10^{-9} - 4.000 \times 10^{-9}$	50—100	20	40—50
$\geq 4.000 \times 10^{-9}$	≥ 100	10	50—60

三、液体源封存积累时间的试验

水氡仪标定时液体源封存积累时间视液体源中镭含量和水样氡含量而定。同样镭含量的液体源因封存积累的时间不同,其观测结果(或相当氡值)差别很大。例如,含镭量为 1×10^{-9} 克的液体源50毫升,积累24小时其读数相当16埃曼左右,积累48小时则相当30埃曼左右。这就说明给定泉点标定仪器所选择相当的液体源不是绝对的,还可以通过掌握积累时间的长短来满足,通常情况下 $n \times 10^{-10}$ 克镭的液体源积累48小时以上, $n \times 10^{-9}$ 克镭的液体源积累24小时以上,积累时间少于24小时标定结果重现性较差,而大于48小时,直至一个月,只要扩散瓶处于负压封存积累都能得到一致的结果。实验数据列于表5、表6中。

液体镭源封存积累时间实验(氦气在电离室静置1小时)

表5

静电计*	液体源镭含量(克)	积累时间(时:分)	鼓泡室温(°C)	鼓泡时间(分)	仪器K值($\times 10^{-8}$)	平均K值(10×10^{-8})	平均室温(°C)	相对误差(%)
I	1.901×10^{-10}	333:00	28	15' ± 1	94.0	92.0	25	+2.2
	"	24:41	27	"	90.0			-2.2
	4.000×10^{-10}	77:50	20	"	91.0			-1.1
II	1.000×10^{-9}	22:56	20	15' ± 1	92.0	90.0	23.5	+2.2
	1.000×10^{-9}	23:35	27	15' ± 1	87.0			-3.3
III	2.000×10^{-9}	23:37	27	15' ± 1	94.0	91.0	23.3	+3.3
	"	54:17	22	15' ± 1	92.0			+1.1
	"	22:40	21	15' ± 1	86.0			-5.4

*FD—150K

表5、表6表明不同封存积累时间经查表 $e^{-\lambda t}$ (函数值), 计算 $1 - e^{-\lambda t}$ (积累函数值), 其标定K值一致, 证实衰变函数值表是正确的, 符合放射性衰变规律。所以每次积累时间不必强调完全相同, 但要准确地记下封存积累时间。至于有人怀疑氡衰变函数值表, 认为不同积累时间经过校正其结果仍不一致, 这可能由两个因素造成的: 一是因为扩散瓶慢漏变气成常压, 氦气有少量逃逸; 二是因扩散瓶常压而使脱气时真空度下降100毫米左右, 影响了脱气效率, 实验也证明了这一结果。不管哪一种原因都将使标定K值偏高。

笼统地提 $n \times 10^{-10}$ 克镭的液体源应封存积累时间48小时以上是不确切的。当 $n \geq 6$ 时, 积累24小时其测值(脉冲/分或格/分)大于氡值为10埃曼的水样测值。这样高的测值是完全可以的, 应当根据实际需要和镭含量多少决定积累时间, 但不得少于24小时。

液体镭源封存积累时间试验

表6

闪烁室	液体镭源含镭(克)	积累封存时间(时·分)	鼓泡时间(分)	室温(℃)	仪器K值($\times 10^{-8}$)	多次标定平均K值($\times 10^{-8}$)	平均室温(℃)	相对误差(%)
6	2.000×10^{-10}	46:50	11'匀	23.5	1.834	1.826	22.8	0.4
		47:36	10'匀	23	1.858			1.7
		54:00	11'匀	27.5	1.816			-0.5
		89:02	10'渐快	25	1.807			-1.0
8	2.000×10^{-10}	48:00	8'匀快	22	1.826	1.819	24	0.4
		47:17	8'匀快	23	1.837			1.0
		87:30	10'匀	25	1.822			0.2
5	1.000×10^{-9}	23:16	10'后2'快	23	1.954	1.841	23.5	6.1
		41:02	10'匀	25	1.926			4.6
		47:41	10'	28.5	1.855			0.8
		71:33	9'渐快	29	1.899			3.2
7	1.000×10^{-9}	24:10	10' ± 1	16.5	1.906	1.884	21	1.2
		24:20	10' ± 1	19	1.893			0.5
		24:13	10' ± 1	20	1.873			-0.6
6	2.000×10^{-9}	23:48	10' ± 1	17	1.873	1.841	23.5	1.7
		28:35	10' ± 1	19	1.884			2.3
		46:40	10' ± 1	25	1.878			2.0
7	2.000×10^{-9}	23:09	10' ± 1	17	1.896	1.884	21	0.3
		24:03	10' ± 1	20	1.920			1.9
		89:23	12'	23	1.938			2.9
		28:40	10' ± 1	19	1.935			2.7
		一个月	9'匀	25	1.941			3.0
	1.000×10^{-9}	一个月	11'匀	20	1.959			4.0

*FD-125

四、封存积累前排氡时间试验

液体源刚鼓泡脱气后立即封存积累时，排氡时间仅要5分钟，实验已充分证明了这个结论。根据多次试验，将久置（数日或数月）液体源欲封存积累时，所需要的排氡时间列于表7。

表7可以给出下列结果：对液体源 $n \times 10^{-10}$ 克镭/50毫升需排氡15分钟；对 $n \times 10^{-9}$ 克镭/50毫升需排氡20分钟，排氡速度相当于脱气时的加快速度即可。表7中的数据均未超差。

笼统地提出排氡30分钟以上是不全面的。因为 $n \times 10^{-10}$ 克镭含量的液体源积累一个月以上达到放射性平衡时才相当于10乃至100埃曼值的水样，而日常观测时鼓泡脱气时间10分钟或15分钟，且速度是均匀的，后2分钟才加快，所以久置液体源封存积累前快速排氡15分或20分以上是充分的。

液体源封存积累前排氮时间的试验

表7

液体标准镭含量 (克)	积累前排 氮时间 (分)	闪烁室 编号	封存积累时间 (时·分)	鼓泡速度、时间 (分)	鼓泡时室 温(℃)	仪器K值 ($\times 10^{-8}$)	多次标定平均K值 ($\times 10^{-8}$ 室温(℃))	相对误差 (%)
2.000×10^{-10}	15'匀快	丙8	47:17	8'匀快	23	1.837	1.819 (24℃)	1.0
			87:30	10'匀	25	1.822		0.2
2.000×10^{-10}	15'匀快	丙8	54:00	11'匀	27.5	1.816	1.826 (22.8℃)	-0.5
			16:50	11'匀	23.5	1.834		0.4
			57:36	10'匀	23	1.858		1.8
2.000×10^{-10}	15'匀快	丙8	48:14	10'匀	22	1.951	1.909 (20.5℃)	2.2
			47:26	10'匀	24	1.925		0.8
1.901×10^{-10}	15'匀快	丙8	47:16	11'匀	23.5	1.904	1.909 (20.5℃)	-0.3
			54:15	10'匀	27.5	1.903		-0.3
			47:16	10'匀	23	1.942		1.7
1.000×10^{-9}	15'匀快	丙5	41:02	10'匀	25	1.926	1.841 (20.5℃)	4.6
			71:33	9'渐快	29	1.899		3.2
			47:41	10'匀	29	1.855		0.8
4.000×10^{-9}	20'匀快	丙5	22:15	10'快	24	1.824	1.841 (20.5℃)	-0.9
			24:08	10'渐快	26	1.796		2.4

五、标定时液体源体积影响试验

实验中用相同镭含量而体积不同的液体源进行对比观测，其结果列于表8中。从表中数据看到：体积越小脱气效率越高，即K值越小。因此标定时液体源的体积要与实际观测水样的体积相近，取50—100毫升液体源比较合适。

液体源体积影响试验

表8

闪烁室	液体源含量 (克)	液体源体 积(ml)	积累封存时间 (时·分)	鼓泡速度时间 (分)	室温 (℃)	仪器K值 ($\times 10^{-8}$)	平均K值 ($\times 10^{-8}$)	多次标定平均K 值($\times 10^{-8}$)	相对误差 (%)
5	1.000×10^{-9}	100	23:16	10'后2'快	23	1.954	1.808	1.841 (23.5℃)	3.7
		100	47:41	10'匀	28.5	1.855			
		100	71:33	9'渐快	29	1.899			
		100	41:02	10'匀	25	1.926			
6	2.000×10^{-10}	80	54:00	11'匀	27.5	1.816	1.836	1.826 (22.8℃)	0.5
		80	46:50	11'匀	23.5	1.834			
		80	47:36	10'匀	23	1.858			
5	1.000×10^{-9}	50	47:47	10'渐快	24	1.802	1.848	1.841 (23.5℃)	0.7
		50	46:40	9'渐快	25	1.878			
	2.000×10^{-9}	50	89:07	12'慢	23	1.871			
		50	46:16	10'后2'快	25	1.840			
5	1.000×10^{-9}	25	23:30	10'匀	25	1.817	1.808	1.841 (23.5℃)	1.8
		25	23:54	8'快	25	1.803			
		25	22:51	9'快	24	1.804			

值得指出的是：已分装在扩散瓶里液体源，久置后体积可能减少，如果是液体逸漏则不能使用，若是因水分缓慢蒸发而镭含量仍在扩散瓶里，则补充适量1:9盐酸溶液并振荡冲洗瓶壁后即可使用。

六、扩散瓶体积及设计试验

目前所使用的扩散瓶体积和式样各不相同，为了选择较理想的体积和式样，一是对扩散瓶体积为160、180、200立方厘米进行对比观测，结果列于表9中。表中数据均未超差，说明上述三种体积均可使用。实际操作中为了提高脱气效率、减少水样或液体源逸出的可能性，扩散瓶体积为180立方厘米比较合适。二是对式样设计进行试验，扩散瓶标以95毫升—105毫升的细刻度线，园柱体的直径宜用3.4—3.6厘米，高为18厘米。内部进气管上部设园球形，这样设计即能防止液体严重冲逸，又利于控制脱气速率，提高脱气效率。

扩散瓶体积影响试验

表9

闪烁室编号	液体源含镭(克)	扩散瓶体积(Cm ³)	积累时间(时:分)	鼓泡速度、时间(分)	鼓泡时室温(°C)	仪器K值($\times 10^{-8}$)	多次标定K平均值、室温	相对误差(%)
閃1	1.057×10^{-9}	≥ 200	39:15	10'匀	24	1.958	1.922 (20°C)	1.9
			64:42	10'匀	22.5	1.953		1.6
閃8	2.000×10^{-10}	180	48:00	8'逐换	22	1.826	1.819 (24°C)	0.4
			47:09	10'匀	24	1.784		-1.9
			47:17	8'匀换	23	1.837		1.0
			87:30	10'匀	25	1.822		0.2
閃8	2.000×10^{-10}	160	24:05	10'±1'	19	1.869	1.819 (24°C)	2.7
			24:09	10'±1'	16.5	1.832		0.7
閃5			14:06	10'±1'	19	1.839	1.841 (23.5°C)	-0.1
			24:00	10'±1'	19.5	1.842		0.1
			24:05	10'±1'	20	1.838		0.2

液体源体积均为50ml氡气在闪烁室里封闭时间为2小时

七、关于闪烁室标定周期和寿命

标定周期取决于闪烁室闪光体性能、仪器性能、光电倍增管性能以及维护技术。对FD—105静电计算定周期除了取决于静电计和电离室性能外，还受到环境湿度和温度的影响。

我们选择一组多年连续使用的闪烁室，将标定周期与闪光体性能衰变情况列于表10中。表中数据大体说明，1975年5月至1981年7月这6年内标定5次是不够的，1979年5月至1981年7月这两年内K值变化大于20%。不同技术水平标定结果其相对偏差达4%（1978年12月至1979年5月）。同一人用不同液体源标定其相对偏差大于5%，说明其中一种液体源不标准，这又一次证明配制和管理标准源的重要性。表中这组闪烁室从1975年5月至1981年7月标定K值逐步升高，最大相对偏差分别为24%、38%、22%。在台站工作的同志普遍反映这一组闪烁室很难测得平行的数据，故于1981年7月停止使用，寿命达6年之久。闪烁室

的使用寿命取决于产品质量和使用者使用维护技术。有些台站从1977年启用的闪烁室直到1983年仍在用, K值总变化不超过15%, 一般使用寿命为5年以上。

闪烁室标定周期试验

表10

K值 $\times 10^{-8}$ 闪烁室	标定年月	1975.5	1977.9	1978.12	1979.5	1981.7		最大相对偏差(%)
						1981所配镭源	1980所配镭源	
(4)		首次标定结果因编号打乱而无法查明	1.976	2.134	2.050	2.620	2.338	24
(5)			1.962	2.221	2.050	2.886	2.717	38
(6)			2.046	2.152	2.086	2.647	2.328	22
备注		不同人标定			均为1人标定			

*天水五里铺水氡台站资料

另外, 对闪烁室或电离室应定期检查, 如有污染(并非正常衰老)应及时清洗, 重新标定, 只要K值总变化不超过20%仍可继续标定使用。必须指出的是: 使用已久的闪烁室(包括光电倍增管)、电离室(包括静电计), 则标定周期要缩短; 在潮湿、多雨地区使用FD-105, 标定周期也要缩短。

一般情况下, 标定周期定为半年一次比较合适。考虑到室温对标定K值的影响, 一年中的两次标定选在春秋两季为宜。

八、关于建立省局管理源的建议

一个台站的观测仪器和操作技术影响这个台的观测数据质量。用管理源可以综合而有效地(不是表面的)检查评比台站的观测技术和仪器性能, 也即反映这个台平时观测质量。

管理源即相当于工业部门的管理样, 一个省局可以根据氡含量的高低和台站的多少, 设立一批不同镭含量的标准液体源, 编号入册。这个源要经过多次测试和外检, 其结果是绝对可靠的。该源要分装在不溢出的特制盛源容器内, 定期分发台站检查结果, 以作考核评比的依据。

九、标准液体镭源回收利用

十多年来实践表明: 扩散瓶破裂、标定时逸出、长期放置而体积变化等原因造成标准源浪费是可观的, 作废液处理时又受到卫生防疫部门的制约。为此, 建议各省局集中不同量级的标准源, 当作未知样品, 用多次标定过的闪烁室来测定该未知液中镭含量, 再以测定值标定该闪烁室, 若相对偏差不超过5%, 即肯定了该液体源的镭含量, 可作标准源继续使用。鉴于镭的半衰期很长, 因而可以多次回收利用, 以避免污染环境和危害人体健康。

(本文1984年2月27日收到)

参 考 文 献

- [1] 张文冕等, 液体镭源的配制试验, 地震科学研究, No. 5, 1984.
[2] 国营二六一厂, FD—125型氡钍分析器使用说明书.
[3] 上海电子仪器厂, FD—105K射气仪技术说明书.

EXPERIMENTAL STUDY ON THE TECHNIQUE OF CALIBRATION
OF THE INSTRUMENT FOR MEASURING RADON IN
WATER BY THE SCINTILLATION METHOD

Zhang Wenmian Wang Zhenya

(*Seismological Institute of Lanzhou, State Seismological Bureau*)

Abstract

This paper is a report which systematically summarizes the experiments on the technique of calibration in the instrument for measuring radon in water by scintillation method. The following aspects are involved in this study:

1. The selection of the standard radio-active source of radium in calibration.
2. The inspection and regulation of the instrument.
3. The sealing time for accumulating radon of the liquid source.
4. The time for expelling radon before sealing.
5. The background value of radio activity in the counting cell.
6. The volume of standard source.
7. The volume and shape of the diffusion bottle (used for collecting the samples of radon in water)
8. The time interval between two consecutive calibrations in the scintillation cell, and the live time of the cell.
9. The suggestion on setting up the standard source in the level of the province, which is more superior than that used in the stations.