

论。化工厂站不符合的原因是多种多样的,其主要原因可能是与该站位于化工厂下游、离排污口较近,水体污染最严重有关。

参 考 文 献

[1] Cairns, J. Jr., Dahlberg, et al. *Amer. Nat.*,

103, 439—454(1969).

[2] 沈韞芬等,水生生物学报, 9(4), 299—308(1985).

[3] 王继忠等,水生生物学报, 9(4), 343—350(1985).

[4] 湖北省水生生物研究所,《废水处理微型动物图志》,中国建筑出版社, 1976.

兰州市降水中的氡含量

高平印 董 峰

(甘肃省工业卫生实验所)

王 平

(中国科学院兰州冰川冻土研究所)

环境中氡主要来自宇宙成因,近三十年来的热核爆炸以及核工业排放物。氡主要以 HTO 的形式参与水的循环。尽管氡是一低能 β 核素 ($E_{\max} = 18 \text{ keV}$)。由于同人类及环境关系密切,愈来愈为人们所重视和关切。

兰州市位于我国中部地区,青藏高原与黄土高原交汇处,东经 $103^{\circ}53'$,北纬 $36^{\circ}03'$,四周环山,著名的黄河流经市区,海拔 1517 m,年降雨量在 189—550 mm 之间,平均为 328 mm/a.

一、装置和方法

用不锈钢盘(面积为 0.25 m^2)在五楼平台上收集降水,然后用加热法进行一次蒸馏,制备成待测样品。

用液体闪烁法测定水样中氡含量,装置是自行研制的低本底液体闪烁计数器^[1],其性能指标是:当使用乳化闪烁液测量时,对 20 ml 含水量为 35% 的样品,氡计数效率为 15.5%,本底为 2.7 ± 0.1 计数/min,所用闪烁液配方是:甲苯:triton-x-100 = 2.5:1. PPO 6 g/l. POPOP 0.6 g/l. 本底水为天津“增 3”井水。

二、结果讨论

(一) 降水中氡含量与降水成因的关系

表 1 给出了自 1981 年 1 月 7 日—1985 年 5 月 31 日间降水中的氡含量值。由表 1 可明显看出,每次降水中氡含量各不相同,不仅随年、季、月变化,而且在同一天不同时间的降水中氡含量也不一样,甚至相差甚大。由于每次降水都是在特定的气象条件下形成的,成因各不相同,这是造成每次降水中氡含量不同的主要原因。

造成兰州降水的外部水汽源多,除太平洋暖气流,印度洋暖气流,北冰洋水汽外,还有青藏高原的大量固体冰川和内陆湖泊。兰州地区的降水都是上述各水汽源在当时特定气象因素作用下的综合结果。由于各水汽抵达兰州的路线、时间各不相同,途中与当地及高空中氡交换的机会也不相同,从而造成每次降水中氡含量的差异。一般来讲,路程、时间长,又途经氡含量高的地区的水汽团在兰州形成降水时,氡含量就偏高,反之降水中氡含量就偏低。尤其是在形成大面积系统降水时更是这样。例如,由西伯利亚强寒流和太平洋及孟家拉湾暖气团在兰州地区形成系统

表 1 兰州降水中氡含量

降水类型	降水日期 (年.月.日)	降水量 (mm)	氡含量 (TU)	降水类型	降水日期 (年.月.日)	降水量 (mm)	氡含量 (TU)
雪	81.1.7	0.5	125±16	雪	83.3.21	4.3	104±16
雨	81.3.23	8.5	287±18	雪	83.3.22	0.8	160±16
雨	81.7.20	4.4	86±16	雨	83.3.27	2.0	124±16
雨	81.8.18	8.4	101±16	雨	83.4.9	13	145±16
雨	81.9.27	6.0	155±16	雪	83.4.15	5	157±16
雪	82.1.28	0.9	179±16	雨	83.4.20	4	130±16
雪	82.2.2	0.3	150±16	雨	83.4.23	8	122±16
雪	82.2.25	2.4	111±16	雹雨	83.5.11	1.5	102±16
雨	82.3.5	3.3	155±16	雨	83.5.12	7	171±16
雪	82.5.11	13.7	68±16	雹雨	83.5.17	1	137±16
雨	82.6.14	22.4	113±16	雨	83.5.23—25	4	176±16
雨	82.7.5	0.8	113±16	雨	83.5.31	1.0	215±16
雨	82.7.10	2.2	151±16	雨	83.6.4	1.3	152±15
雨	82.7.22—23	6.3	150±16	雨	83.6.10	3.5	246±15
雨	82.7.29	4.0	156±16	雨	83.6.15	2.0	238±15
雨	82.8.6	6.1	129±16	雨	83.6.18	22	105±14
雨	82.8.8	20.0	233±18	雨	83.6.23	1	166±15
雨	82.8.31	10.4	161±16	雨	83.6.30	3.8	212±15
雨	82.9.7	22.6	84±16	雨	83.6.30	2.0	108±15
雨	82.9.10	11.0	101±16	过雨	83.7.1	1.0	230±16
雨	82.9.13	3.3	120±16	雨	83.7.1	1.0	252±16
雨	82.9.19	0.3	140±16	雨	83.7.11	1.3	160±15
雪	82.10.30	9.5	108±16	雨	83.7.12	2.8	213±16
雪	82.11.13	0.2	128±16	雨	83.7.13	5.8	129±15
雪	82.11.27	2.9	201±16	雨	83.7.21	1.3	128±15
雪	82.12.15	0.3	370±18	雨	83.7.22	10.0	172±15
雪	82.12.31	0.6	322±18	雨	83.7.29	9.6	110±14
雪	83.1.10	1.4	251±18	雨	83.7.30—31	2.3	294±16
雪	83.1.31	3.2	207±16	雨	83.8.4	19.3	129±14
雪	83.3.8	1.1	231±18	雨	83.8.6	0.4	150±14
雨	83.8.13—14	0.8	301±16	雨	84.4.17	0.6	218±15
雨	83.8.15—16	58.6	152±15	雨	84.5.1	21.2	87±14
雨	83.8.19	4.4	143±14	雨	84.5.13	9.8	207±15
雨	83.8.20	13.2	92±14	雹雨	84.5.17	3.9	128±14
雨	83.8.23	1.1	176±15	雨	84.5.19	6.6	149±14
雨	83.8.26	0.7	168±15	雨	84.5.22	4.7	304±16
雨	83.8.28	2.1	128±14	雨	84.6.5	3.2	217±15
雨	83.8.31	0.4	176±15	雨	84.6.13	2.0	249±15
雹雨	83.9.4	2.3	48±14	雨	84.6.13	8.5	142±14
雨	83.9.6	0.6	258±16	雨	84.6.17	7.6	135±14
雨	83.9.9	2.3	184±15	雨	84.6.19—20	21.4	130±14
雨	83.9.11—12	7.2	129±14	雨	84.6.20	6.5	170±14
雨	83.9.21	0.4	215±15	雨	84.6.22	3.8	178±14
雨	83.9.22	3.6	179±15	雨	84.7.1	8.8	210±15
雨	83.9.25—26	15.7	203±16	雨	84.7.10	3.8	155±14
雨	83.10.2	2	315±16	雨	84.7.11	2.4	118±14
雨	83.10.6	5.4	159±15	雨	84.7.12	4.0	124±14

表 1 (续)

降水类型	降水日期 (年.月.日)	降水量 (mm)	氡含量 (TU)	降水类型	降水日期 (年.月.日)	降水量 (mm)	氡含量 (TU)
雨	83.10.11	0.7	221±15	雨	84.7.17	3.6	133±14
雨	83.10.15	0.8	114±14	雨	84.7.18	5.6	105±14
雨	83.10.16	13.2	141±14	雨	84.7.21	6.4	120±14
雨	83.10.18	3.2	174±15	雨	84.7.24	3.3	76±14
雨	83.10.20	0.3	270±16	雨	84.7.28	18.3	122±14
雨	83.10.23	1.1	178±15	雨	84.8.1	7.0	153±14
雪	83.12.19	0.05	540±18	雨	84.8.2—3	13.4	129±14
雪	84.1.23	0.05	326±16	雨	84.8.10	3.3	168±15
雪	84.3.22	2.1	197±14	雨	84.8.16	9.0	140±14
雨	84.3.24—25	7.4	139±14	雨	84.8.19	6.0	129±14
雨	84.3.31	1.1	99±14	雨	84.8.20	0.8	169±15
雨	84.4.3—4	4.0	75±14	雨	84.8.22	0.6	198±15
雪雨	84.4.5	1.4	164±14	雨	84.8.26	7.0	227±16
雨	84.4.15—16	11.5	131±14	雨	84.8.30	10.5	185±15
雨	84.9.2	0.8	186±15	雪	85.1.6	0.15	329±16
雨	84.9.4	4.4	132±14	雪	85.3.19	1.0	152±14
雨	84.9.5	5.6	177±14	雪	85.3.28	1.7	118±14
雨	84.9.7	4.2	157±14	雨	85.4.11—12	8.0	99±14
雨	84.9.8—9.9	1.0	157±14	雨	85.4.13	13.4	108±14
雨	84.9.9—10	2.0	278±16	雨	85.4.20	2.1	169±14
雨	84.9.11	1.8	149±14	雨	85.5.4	6.6	165±14
雨	84.9.14	3.6	184±15	雨	85.5.12—13	8.5	94±14
雨	84.9.17	1.5	194±15	雨	85.5.15—16	11.4	132±14
雨	84.9.22	7.2	93±14	雨	85.5.24—25	36.0	109±14
雨	84.9.23	13.6	111±14	雨	85.5.27	1.0	171±15
雨	84.9.27	6.7	97±14	雨	85.5.28—29	16.0	130±14
雨	84.10.11	2.1	127±14	雨	85.5.31	4.2	181±15
雨	84.10.12	0.6	262±14				
雨	84.10.31	0.6	95±14				
雪	84.12.14—15	2.0	181±15				
雪	84.12.17	0.5	214±15				

降水时,其氡含量就明显偏低,如1982年5月11日兰州特大降雪中氡含量仅为 68 ± 15 TU。而当主要由印度洋水汽翻越喜马拉雅山和青藏高原后遇到西伯利亚寒流形成降水时,其氡含量要稍高些,如,1983年3月21日降水中氡含量达 104 ± 15 TU。而当主要由北冰洋水汽途经祁连山一带在兰州形成降水时,氡含量就明显偏高。

由表1还可看出,兰州降水中氡含量明显高于沿海地区和纬度较低的南方地区^[2]。这主要由兰州所处特殊地理位置所决定。兰

州位于青藏高原东部,地处内陆,海拔高,属典型大陆性气候。它处于太平洋,印度洋,北冰洋三大水汽团交汇的祁连山的东南端。如前所述,各路水汽运行到兰州一般都要较长时间,与高空氡交换的机会多些,因而降水中氡含量就偏高,另外青海湖等高原内陆湖泊以及祁连山上的冰川氡含量高也是造成兰州降水中氡含量高的原因之一。

(二)“降水量效应”和氡含量的季节性变化

表2给出了兰州1982年10月—1986

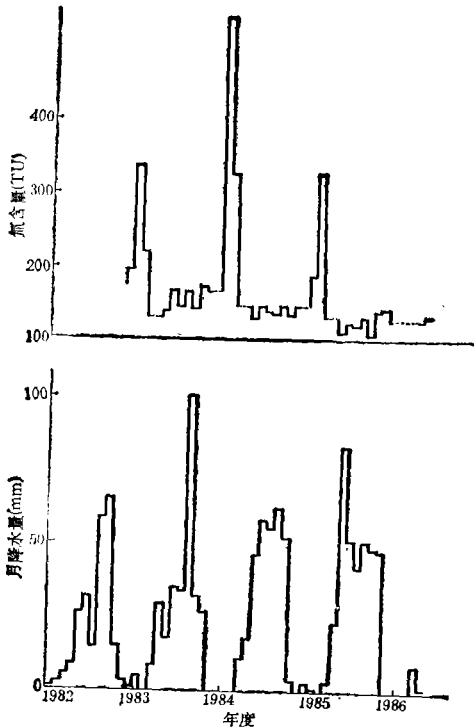


图 1 月降水量和氡含量随时间的变化

表 2 兰州地区月降水量及氡含量

时 间 (年.月)	月降水量 (mm)	氡含量 (TU)	时 间 (年.月)	月降水量 (mm)	氡含量 (TU)
82.11	3.1	196±16	84.8	62.4	147±15
82.12	0.9	338±18	84.9	52.4	134±15
83.1	4.9	220±16	84.10	3.3	146±15
83.2	0		84.11	0	
83.3	8.2	131±16	84.12	2.5	188±16
83.4	30.0	139±16	85.1	0.15	329±16
83.5	18.0	167±16	85.2	0	
83.6	35.0	144±16	85.3	2.7	131±15
83.7	34.1	166±16	85.4	23.5	110±15
83.8	100.8	141±16	85.5	83.7	123±15
83.9	32.1	172±15	85.6	51.5	120±15
83.10	26.7	166±15	85.7	42.6	133±15
83.11	0		85.8	51.3	106±14
83.12	<0.1	540±20	85.9	48.4	140±15
84.1	<0.1	326±16	85.10	48.0	143±15
84.2	0		85.11	0	
84.3	10.6	146±15	85.12	0	
84.4	17.5	129±15	86.1	0	
84.5	46.3	147±16	86.2	<0.01	
84.6	58.0	138±15	86.3	8.3	127±14
84.7	55.4	136±16	86.4	1.0	153±14

年 4 月月降水量及氡含量值。图 1 表明了兰州月降水量及氡含量随时间的变化。由图 1 可见,似乎降水中氡含量与月降水量值有关,即月降水量少时氡含量偏高,月降水量多时则氡含量偏低,这一现象与国外报道是一致的^[3]。由图还可看出,兰州降水中氡含量以冬末初春高,夏秋偏低。这与通常报道的春夏高,秋冬低的变化规律有差异^[4]。我们认为,这同兰州所处地理位置及其特殊的降水规律有关。

据布朗研究^[5],空中热核爆炸将大量氡注入到平流层和对流层大气中。在对流层中的氡很快被雨水冲刷到地面,滞留时间仅为 30—40 天;而注入到平流层中的氡,则能保持相当长时间,逐渐向下补充给对流层并以降水方式抵达地面。兰州冬春两季降水量甚少,降水次数也少,有时甚至两三个月都无降水。这样来自海洋的水汽团与高空水汽进行氡交换的机会就增多,致使降水中氡含量偏高,而夏秋为兰州地区的雨季,情形就刚好相反。另外,兰州地区冬末春初降水多为北冰洋水汽和高原湖泊和冰川水汽补给,而夏秋则多为印度洋,太平洋水汽补给,也是造成兰州降水中冬末春初氡含量高,夏秋低的原因之一。

(三) 兰州降水中氡的半衰期

自 1980 年以来世界上未进行新的空中热核爆炸,若不考虑核工业及消费品工业等向大气中的排放,降水中的氡含量随时间应呈指数规律减少。世界各地降水中氡的半衰期各不相同,因为它与纬度、经度、海拔高度,距海岸线的距离、空气质量流动轨道的变化以及造成降水的空气质量中的水汽来源有关^[6]。因此要定量描述某一地区降水中氡的动态变化是困难的。

我们根据兰州 1982 年 10 月至 1986 年 4 月月降水量及氡含量值,对月降水量加权计算了降水中氡的半衰期。结果表明,兰州降水中氡的半衰期约为 82.3 ± 3 个月,相关

系数为 0.732。这一结果同 Cawley 报道的美国部分地区降水中氚的半衰期基本接近^[6]，但稍短。对此结果还需进一步验证。

三、结 论

1. 对兰州 1981 年 1 月—1985 年 5 月降水中氚含量进行测定的结果表明，每次降水中氚含量与降水成因密切相关。兰州降水中氚含量明显高于沿海地区和纬度较低的南方地区，这主要由兰州所处特殊地理位置决定。

2. 兰州降水中氚含量以冬末初春高，夏秋偏低。这与通常报道的春夏高，秋冬低的规律有差异，这同兰州所处地理位置及其特殊降水规律有关。

3. 由兰州 1982 年 10 月至 1986 年 4 月

月降水量及氚含量求得兰州降水中氚的半衰期约为 82.3 ± 3 个月，相关系数为 0.732。这一结果与 Cawley 报道的美国部分地区降水中氚的半衰期基本接近，但稍短。

致谢：本所徐碧蓉、火俊兰、亢风琴、兰州市气象台苏英贤等同志对本工作给予协助，特此致谢。

参 考 文 献

- [1] 高平印，核电子学与探测技术，**4**(2) 109—112 (1984)。
- [2] 林瑞芬等，科学通报，**10**, 467—470 (1980)。
- [3] Schriber, G. et al. Isotopes and Impurities in Snow and Ice. IAHS Publ. **118**:182—187 (1977)。
- [4] 王 平，科学通报 **3**, 166—169 (1983)。
- [5] 陈以健，国外地质 (9), 8—13 (1979)。
- [6] Cawley, C. N, Health Physics, **47**(2), 293—296 (1984)。

• 环境信息 •

快速检测水和固体样品中的甲醛

美国俄亥俄州哥伦布市的 Battelle 实验室为美国环保局开发出甲醛快速检测方法。该方法使用 2,4-二硝基苯肼同甲醛发生反应，然后进行检测。测定步骤是，反应 30 分钟后进行萃取和浓缩供色谱仪

分析。测定可达到 ppb 水平。据该实验室的 Merlin Bicking 说，这种方法灵敏，足以消除干扰。

仲民摘译自 *Environ. Sci. Technol.*, **21**(7), 617 (1987)。

(上接第46页)

3. Hg 可抑制小麦幼苗过氧化氢酶活性，Se 对 Hg 有明显颉颃作用。其中以 15ppm Se 对小麦酶活性的保护作用较明显。

4. Se 可抑制玉米和小麦幼苗对汞的吸收。这可能是 Se-Hg 生理颉颃作用的机理之一。

5. Hg 与 Se 之间的相互作用，与其各自的浓度、形态、所测定的生理生化指标和植物种类等都不无关系。因此，研究植物体内元素之间的相互作用机理时，要综合考虑诸有关因素。

致谢：天津市农科院提供作物种子。

参 考 文 献

- [1] Parizek, J. et al., *Experientia*, **23**, 142—143 (1967)。
- [2] Koeman, J. H. et al., *Nature*, **245**, 385—386 (1973)。
- [3] Ohi, G. et al., *Environmental Research*, **12**, 49—58 (1976)。
- [4] Geirid Fiskesjo, *Hereditas*, **91**, 169—178 (1979)。
- [5] Sohler, M. R. et al., *J. Biol. Chem.*, **198**, 281—291 (1952)。
- [6] Aebi, H., "Catalase" in *Methods of Enzymatic Analysis*, H. U. Bergmeyer, ed., Vol. 2, 673—684, 2nd English edition, Academic Press, New York, 1974。
- [7] Vallee, B. L. et al., *Ann. Rev. Biochem.*, **41**, 91—128 (1972)。
- [8] Shi-hua Du et al., *Environmenyal and Experimental Botany*, **22**(4), 437—443 (1982)。
- [9] Stoewsand, G. S. et al., *Environ. Contam. Toxicol.*, **11**, 152—156 (1974)。