

# 北京地区大气氡水平测量

张立国 郭秋菊

**【摘要】** 目的 通过连续监测手段,分析和评价北京市环境大气中氡水平及其变化规律。方法 采用静电氡监测仪(ERMB1)对室外氡浓度进行长期连续测量,给出每小时的氡浓度。结果 通过对 2003 年整年测量数据的统计分析,得到北京地区室外大气氡水平年平均值为  $(14.1 \pm 5.5)$  Bq/m<sup>3</sup>,全年最大值为 40.4 Bq/m<sup>3</sup>(10 月),最小值为 2.7 Bq/m<sup>3</sup>(5 月)。各月平均值分布在  $(9.9 \pm 4.1)$  Bq/m<sup>3</sup>(5 月)到  $(18.5 \pm 5.0)$  Bq/m<sup>3</sup>(11 月)之间;日变化中,最大值出现在 6:00 至 8:00,最小值出现在 16:00 至 18:00 频率最高。结论 北京地区室外大气氡水平年平均高于世界平均和全国平均水平,月平均最大值出现在 11 月,最小值出现在 5 月。

**【关键词】** 大气氡; 连续测量; 北京

**Atmospheric radon level in Beijing** ZHANG Li-guo, GUO Qiu-ju. Department of Technical Physics, School of Physics, Peking University, Beijing 100871, China

**【Abstract】 Objective** To analyze and estimate the atmospheric radon level in Beijing through continuous measurement. **Methods** Long term and continuous measurement has been carried out by using ERMB1 (ERM: Electrostatic Radon Monitors), which can supply hourly radon concentration. **Results** The annual average concentration of atmospheric radon in 2003 was  $(14.1 \pm 5.5)$  Bq/m<sup>3</sup>, the maximum was 40.4 Bq/m<sup>3</sup> in October and the minimum was 2.7 Bq/m<sup>3</sup> in May. For monthly average, the maximum was  $(18.5 \pm 5.0)$  Bq/m<sup>3</sup> in November and the minimum was  $(9.9 \pm 4.1)$  Bq/m<sup>3</sup> in May. For diurnal variation, the highest frequency could be described as the maximum appeared during 6:00-8:00 and that the minimum appeared during 16:00-18:00. **Conclusion** The atmospheric radon level in Beijing was higher than the world average and the national average as well. For monthly average, the maximum appeared in November and the minimum appeared in May. Typical diurnal variation was observed as well.

**【Key words】** Atmospheric radon; Continuous measurement; Beijing

有关放射性惰性气体氡(<sup>222</sup>Rn)的研究已经在全世界开展了半个世纪,在我国也进行过全国性的环境氡调查,室外大气氡浓度的水平亦有报道<sup>[1,2]</sup>,但多是瞬时抓取采样测量的结果。鉴于大气氡浓度随气象条件等的实时变化,连续采样测量更具有代表性,更能反映大气氡浓度变化的规律。

目前在许多环境领域研究中,氡因其稳定的化学性质和具有放射性便于监测的内在物理特性,被作为示踪剂,在研究大气运移和污染物扩散方面有广泛应用<sup>[3,4]</sup>。笔者实验室从 2002 年起参加东亚及西北太平洋地区大气氡浓度和大气悬浮物联合测量项目,本实验室是此项目的 1 个观测点。为了解北京地区大气环境中氡水平及其变化规律,笔者对观测点 2003 年的测量数据进行了分析处理。

## 材料和方法

1. 测量仪器:静电氡监测仪(ERMB1:日本名古屋大学制)。刻度系数: $8.26 \times 10^{-3}$  Bq·m<sup>-3</sup>·计数<sup>-1</sup>,探测下限:0.48

Bq/m<sup>3</sup>,该仪器详细信息见参考文献[4,5]。

2. 测量地点:北京市海淀区北京大学技术物理楼 4 楼,北纬 39.59°N,东经 116.19°E,距离地面约 15 m,远离地面源。采气管延伸到窗外的树上,管口约距离墙面 1 m,对城市大气环境具有良好的代表性。

3. 测量方法:氡测量仪在计算机的控制下对室外空气中的空气进行连续采样测量,每小时可得到一个氡浓度值。

## 结 果

笔者对 2003 年全年的测量数据进行了处理分析,其中 8、9 月份因停电等原因数据不完整,分别仅有 58 个数据(应有 744,缺失 92.2%)和 104 个数据(应有 720 个,缺失 85.6%),因而在数据分析过程中部分被略去。其余月份数据完整。

1. 氡浓度日变化规律:图 1 给出了各月份中每天同一时刻的算术平均值,作为该时刻的代表值;一个月共得到 24 个时刻的数据,作为该月的代表日,表征该月氡水平的日变化特征。

对应于各个月份的曲线都呈现相同的形态,具有明显的

基金项目:国家自然科学基金资助项目(10175007)  
作者单位:100871 北京大学物理学院技术物理系

规律性。曲线的最高点即氡浓度最大值集中在 6:00 到 8:00, 14:00 到 20:00 曲线大都相对平缓,波动不大。氡浓度最低值则集中在 17:00 和 18:00。

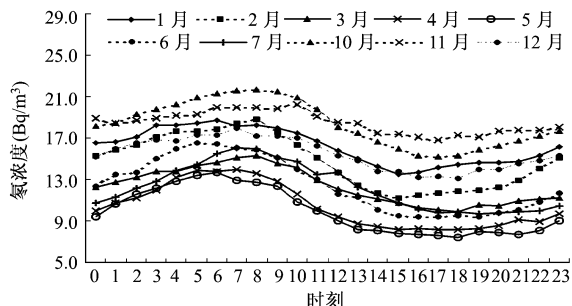


图 1 各月份代表日的日变化曲线

对全年(因 8、9 月数据不全,共 304 d)每日最大值和每日最小值出现在各个时刻的频率的统计,也得出上述规律。最大值出现在 6:00 至 8:00 的次数共 113 次,占总数据量的 37.2%,其中 8:00 出现 46 次,最多。最小值分布在 16:00 至 18:00 时这一段次数为 96,为总数的 31.6%,其中 18:00 最多,出现 37 次。另外值得注意的是最大值出现在 0 时 12 次,23:00 时 18 次,最小值出现在 0 时 27 次,23:00 12 次,所占比例也较大。

2. 月变化规律:图 2 给出了 1、4、7 和 10 月的日平均值曲线。从图 2 中可以看到曲线波动很剧烈,随日期的变化并没有明显规律性。但氡浓度水平较高的月份,曲线波动幅度也较大。

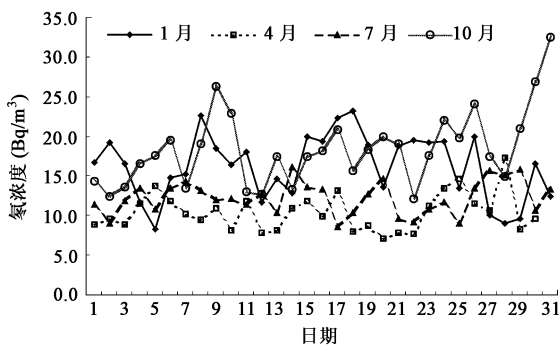


图 2 每月中各日平均值所反映的氡浓度月水平变化

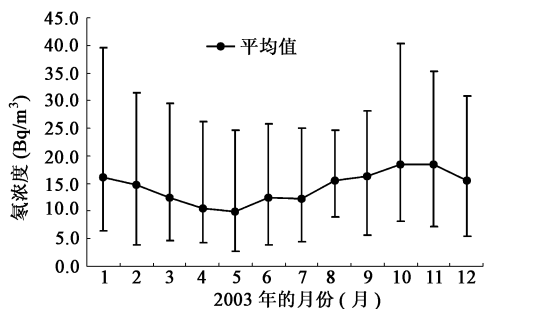


图 3 各月份平均值所反映的氡浓度年变化

3. 年变化规律:图 3 绘出了各月的算术平均值,并以误

差线的形式绘出了各月份的氡浓度最大值和最小值。考虑到图标完整性,利用了 8 月份和 9 月份的数据。全年月平均值最大出现在 11 月(18.5 ± 5.0) Bq/m<sup>3</sup>,最小出现在 5 月(9.9 ± 4.1) Bq/m<sup>3</sup>。年平均值为(14.1 ± 5.5) Bq/m<sup>3</sup>。全年最大值在 10 月份为 40.4 Bq/m<sup>3</sup>,最小在 5 月份 2.7 Bq/m<sup>3</sup>。

### 讨论

北京地区氡浓度日变化规律总体上与一些研究结果结论相同<sup>[6,8]</sup>,最大值一般出现在清晨,最小值一般出现在黄昏。但是就测值分布范围的宽泛程度而言,满足这样典型变化规律的天数最多不超过全年的 1/3,可见室外氡浓度变化的复杂性,它更多地取决于天气因素。年变化规律相对较清晰,无论从数据分布还是从均值角度都呈现一致的规律。秋季氡水平最高,春季最低,冬季高于夏季。

2003 年连续大气氡测量结果给出北京地区室外氡全年平均值为 14 Bq/m<sup>3</sup><sup>[9]</sup>,高于世界平均值<sup>[9]</sup>,以及全国平均值的 10 Bq/m<sup>3</sup><sup>[2]</sup>。其原因分析为,影响室外氡浓度水平高低的直接因素是气象条件,近年来的环境大气运动状态的变化会对结果造成很大影响。虽然本次测量采用连续监测的方式,也不免有气象年际变化因素的作用。其次,以前的抓样调查与本次测量相比,白天取样点较夜间偏多,而一般情况夜间大气湍流扩散较白昼弱,因此氡浓度一般在夜间明显升高。

### 参考文献

- 1 潘自强,郭明强,崔广志,等. 中国天然辐射本底水平和居民剂量的估算. 辐射防护,1992,12:251-259.
- 2 Cheng JP, Guo QJ, Ren TS. Radon levels in China. J Nucl Sci Technol, 2002,9:695-699.
- 3 Taguchi S, Iida T, Morizumi J, et al. Evaluation of the atmospheric transport model NIRE-CTM-96 by using measured radon-222 concentrations. Tellus, 2002, 54B:250-268.
- 4 Iida T, Ikebe Y, Suzuki K, et al. Continuous measurements of outdoor radon concentrations at various locations in East Asia. Environ Int, 1996, 22:139-147.
- 5 Iida T, Ikebe Y, Toji K. An electrostatic radon monitor for measurements of environmental radon. Res Lett Atmos Electr, 1991, 11:55-59.
- 6 Sesana L, Caprioli E, Marazzan GM. Long period study of outdoor radon concentration in Milan and correlation between its temporal variations and dispersion properties of atmosphere. J Environ Radioact, 2003, 65:147-160.
- 7 金益和,郭秋菊. 氡浓度测量的时间代表性. 中华放射医学与防护杂志, 2002, 22:127-128.
- 8 戈立新,汪名侠,李传琛. 上海地区空气中氡水平调查. 辐射防护, 2002, 22:246-252.
- 9 UNSCEAR. 电离辐射源与效应 (Source and effect of ionizing radiation). 中国核学会辐射防护学会译,太原:山西科学技术出版社,2000.99.

(收稿日期:2004-04-20)