

活性炭法测定地下建筑中的氡

陆继根¹, 夏元复²

(1. 江苏省辐射环境监测管理站, 江苏 南京 210036 2. 南京大学物理系, 江苏 南京 210093)

摘要: 阐述了氡的来源、在环境中的分布状况及其对人体的危害。用主动式活性炭盒采样和高纯锗探测器伽玛射线谱仪对样品进行测量, 具有灵敏度高、精度好、易于操作等特点。

关键词: 地下建筑; 氡; 活性炭法

中图分类号: X 837 文献标识码: B 文章编号: 1006-2009(2005)02-0030-01

To Detect Rn in Underground Building with Active Carbon Method

LU Jirgen¹, XIA Yuan-fu²

(1. Jiangsu Radiation Environmental Monitoring and Management Station, Nanjing, Jiangsu 210036 China;
2. Department of Physics, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu 210093 China)

Abstract The source of Rn, its distribution and disadvantage to human health were introduced. To sample by active carbon box to detect with gamma-ray spectrometer with a HPGe detector. This method have high sensitivity and is easy to operate.

Key words Underground building Rn Active carbon method

氡主要是镭、钍等元素经 α 衰变而产生散逸到人们的活动空间。它主要通过土壤和岩石的空隙自由运动, 从地下深处迁移到地表。另一个则来自建材, 在采用石灰岩、磷酸盐矿渣、磷石膏和煤渣砖建造的房屋中, 氡进入建筑物的速率可以高达 $10^2 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$ 。氡还溶于水, 可从水中释放出来^[1]。在封闭的空间中, 氡的浓度会比户外空气中的浓度高几倍甚至上百倍, 所以, 在地铁、地下室、隧道和矿井中氡的剂量会维持在一个高水平上, 有的地下人防中可高达 1000 Bq/m^3 , 远远超过 GB/T 18883-2002 室内氡浓度的控制标准。氡虽是惰性气体, 但是它的衰变产物既有放射性又有活泼的化学性质, 容易附着在大气微粒上, 被肺吸收停留在肺里, 导致肺癌, 其中, 以 ^{222}Rn 对人体危害最大。

1 测定

测定氡的方法主要有 4 类, 即闪烁室法、双滤膜法、电场收集子体法和活性炭法。其中由于活性炭法使用简便, 得到越来越广泛的应用。南京大学

最近研制出将被动式活性炭采样改为主动式活性炭采样盒, 以高纯锗 γ 谱仪测量 $^{222}\text{Rn}/^{220}\text{Rn}$ 的 γ 射线峰面积比, 经计算和校正后得到 ^{222}Rn 和 ^{220}Rn 的浓度。

采样盒由空气采样泵、流量计、活性炭盒 (内装椰壳颗粒状活性炭) 和时控电路组成。采样前将活性炭置于 120°C 烘箱内加热活化 $7 \text{ h} \sim 8 \text{ h}$ 。伽玛射线谱仪为高纯锗 γ 谱仪 GEM-25P, 相对探测效率 25% 。探头外用 11 cm 厚圆柱形铅室屏蔽, 4096 道测量, 氡短寿命子体 ^{214}Po 的 352 keV 峰为 ^{222}Rn 特征峰, 清晰可辨, 由此算出 ^{222}Rn 浓度。

用图形化编程语言 LabVIEW 编写数据处理软件。数据采集和峰面积计算通过数据采集软件和电脑连接完成, 最后结果直接显示于面板。

影响活性炭吸附效率的主要因素是温度、湿度和抽气速率。因此, 必须用干燥剂保持炭盒的干

(下转第 32 页)

收稿日期: 2004-11-18; 修订日期: 2005-01-27

作者简介: 陆继根 (1972-), 男, 江苏兴化人, 工程师, 博士, 从事辐射环境管理和科研工作。

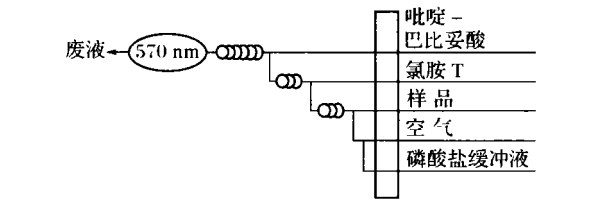


图 1 总氰化物分析流程

2 结果与讨论

2.1 测定参数的确定

通过实验表明, 最佳测试条件为: 水样 (馏出液) 为 0.84 mL /m in, 磷酸盐缓冲溶液、氯胺 T 和吡啶 - 巴比妥酸溶液分别为 0.41 mL /m in, 0.16 mL /m in 和 1.66 mL /m in, 空气为 0.25 mL /m in, 取样时间 25 s, 清洗时间 45 s, 循环周期 70 s, 此时检测频率为 50 个 /h。

2.2 方法检测限的测定

以浓度为预期方法检测限 2~ 3 倍 (10 μg /L) 未经蒸馏样品进行 7 次平行测定, 按方法检出限 MDL= 3.143• s 计算, 检测限为 0.002 mg /L。

2.3 标准曲线的配制

自动稀释仪将 77.0 mg /L 氰化物标准储备液用水配制成 0.00 mg /L、0.005 mg /L、0.010 mg /L、0.050 mg /L、0.10 mg /L、0.20 mg /L 和 0.50 mg /L 标准系列进行测定, 其直线回归方程为 $y = 3.848 0 \times 10^5 x + 2.120 5 \times 10^2$, $r = 0.999 9$ 。

2.4 准确度和精密度

取高低两种浓度国家标样进行准确度和精密度测试, 见表 1。结果表明, 标样的测定值均在其保证

值范围内, 相对标准差分别为 1.8% 和 0.9%。

表 1 准确度和精密度试验 (n = 6)

样品	标样 02232 ρ/(μg• L ⁻¹)	标样 02233 ρ/(mg• L ⁻¹)
保证值	50.2 ± 3.9	0.334 ± 0.016
测定均值	51.4	0.333

2.5 方法对比试验

取地表水与工业废水样品分别用异烟酸-吡啶啉酮光度法和分段流动分析法进行对比测定, 以异烟酸-吡啶啉酮光度法的测定结果为对比值, 结果见表 2。由表 2 可见, 样品测定结果的相对误差均 < 10%。因此, 这两种方法测定水中总氰化物的结果无明显差异。

表 2 两种方法测定结果的对比

样品名称	地表水	工业废水 1	工业废水 2
分段流动分析法 ρ/(mg• L ⁻¹)	未检出	0.013	0.044
异烟酸-吡啶啉酮光度法 ρ/(mg• L ⁻¹)	未检出	0.012	0.042
相对误差 %	0.0	8.3	4.8

3 结论

分段流动分析法与传统的分析方法相比, 分析速度快, 试剂消耗量少, 节省了人力、物力, 提高了分析的时效性。该方法的检测限亦较低, 准确性和重现性均较好, 尤其适合大批量样品的测定, 只是购置仪器费用较高, 为其美中不足。

(上接第 30 页)

燥, 环境温度的变化差别应 < 20 ℃, 抽气速率应当适当。抽气速率过大, 活性炭吸附不充分, 虽然达到吸附饱和的时间短, 但达到饱和程度的吸附效率很低。对 80 g 活性炭, 在 (13 ± 2) ℃ 时, 以速率为 10 L /m in 流量采样, 活性炭吸附效率可达到 (99 ± 1)%。

2 小结

氢气的危害已越来越引起人们的高度重视。南京大学研制的主动式活性炭采样系统是一种体积小、耗时少、操作方便的大气氢采样装置, 尤适用于密闭空间 (如隧道、地下室、地铁) 中氢的采样。

[参考文献]

[1] 赵亚民. 环境中氢来源及危害 [M]. 北京: 原子能出版社, 1990.