

水样残渣量与总放射性水平之间的关系分析

张瑞菊¹, 涂 彧²

中图分类号: R145 文献标识码: A 文章编号: 1004-714X(2008)01-0155-02

【摘要】 目的 为了解水样残渣量与总α总β放射性水平之间的关系。方法 选择苏州地区不同水体作为研究对象,应用BH1216型低本底α/β放射性测量装置,用²⁴¹Am和优级纯氯化钾分别作为总α和总β放射性测量的标准源,采用中等厚度相对测量法测定样品中的总α总β放射性活度。结果 水样残渣量与总α放射性活度之间相关性较好($r=0.517, P<0.01$)而残渣量与总β放射性活度之间的相关性相对较差($r=0.435, 0.01<P<0.05$)。结论 水体的放射性随着其矿化度的增大而增大,应当对水处理过程中降低放射性核素浓度的措施进行探讨和规范化,确保饮用水中放射性核素的水平保持在可合理达到的尽可能低的水平。

【关键词】 水体; 残渣量; 总α; 总β; 放射性

Analysis of the Correlation between dry residual and Total Radioactivity in Waters ZHANG Rui-ju TU Yu The Central Environmental Monitoring Station of Nan Jing City Nan Jing 210013 China 2 Institute of Radiation Medicine and Public Health, Suzhou University Suzhou 215007 China

【Abstract】 Objective To analyze the correlation between dry residual and total radioactivity in waters. Methods We selected different waters in Suzhou to be studied. The gross alpha and gross beta activities in waters were measured with mid-thickness relative activity method associated with the normal source of ²⁴¹Am and high purity KCl by using a low level alpha/beta counting system model BH1216. Results For the samples, correlation between dry residual and gross alpha activities was more statistically significant ($P < 0.01$) than correlation between dry residual and gross beta activities ($0.01 < P < 0.05$). Their correlation values were 0.517 and 0.435 respectively. Conclusions The general rule: the lower the total dissolved solids (dry residual or conductivity values), the lower the radioactivity. We should standardize the traditional methods of water purification aiming at the quantitative elimination of the presence in solution of the radionuclides.

【Key words】 Waters; Dry Residual; Gross Alpha; Gross Beta; Radioactivity

Díaz RJ等对墨西哥市场上 21家国产和国际品牌的瓶装水(纯净水和矿泉水)的总α和总β活度进行了分析,发现放射性活度和矿物盐含量之间有一定的联系,而矿物盐含量却与水源及水的工艺处理相关,普遍的规律是:溶解固体的总量(导电性)越低,放射性的水平就越低,在可信度为 95%时,传导性与总α、总β放射性活度之间的相关系数分别为 0.74和 0.70。谭汉云通过对水源水和出厂水的矿化度和总放射性水平的分析中也发现随着矿化度的增大,放射性有增大的趋势。为了解水的矿化度与总放射性水平之间的关系,我们对苏州地区不同水样的残渣量与总α和总β放射性水平之间的关系进行了统计学分析。

1 材料与与方法

1.1 主要仪器和试剂 可调温的电热板,电阻箱,分析天平,干燥器,样品盘,1000ml烧杯,50ml坩埚。北京核仪器厂生产的BH1216型低本底α、β放射性测量装置。

以中国计量科学研究院提供的²⁴¹Am(活度浓度为 12.6Bq·g⁻¹)作为α标准源,以中国计量科学研究院提供的KCl(比活度为 14.3Bq·g⁻¹)作为β标准源。

1.2 实验方法

1.2.1 水样处理 取 5L已酸化的水样分次加入到 1000ml烧杯中,使水样体积不超过烧杯容积的 1/2 在电砂浴上加热蒸发,浓缩至约 20ml然后将其全部转移至恒重的 50ml坩埚内。烧杯用稀硝酸清洗数次,洗液一并转入坩埚内,蒸干坩埚中水样。将坩埚转入干燥器内,冷却至室温,再次称重坩埚,算出干渣的重量。所得干渣研细混匀,放于样品盘中铺成均匀厚样。

1.2.2 样品测量 将样品盘放在预先用α、β标准源刻度过并测定了本底的BH1216低本底放射性测量装置中进行测量。

1.2.3 计算 总α放射性活度采用下式计算:

$$C_{\alpha} = \frac{12.6 \times (N_{\text{样}} - N_{\text{本}})m}{(N_{241\text{Am}} - N_{\text{本}})V}$$

式中: C_{α} 为总α放射性活度浓度(Bq·L⁻¹); 12.6为转换系数(Bq·kg⁻¹); $N_{241\text{Am}}$ 为²⁴¹Am标准源的计数率(cpm); $N_{\text{本}}$ 为仪器的本底计数率(cpm); $N_{\text{样}}$ 为样品的计数率(cpm); m为干渣的重量(g); V为水样体积(L)。

总β放射性活度采用下式计算:

$$C_{\beta} = \frac{14.3 \times (N_{\text{样}} - N_{\text{本}})m}{(N_{\text{KCl}} - N_{\text{本}})V}$$

式中: C_{β} 为总β放射性活度浓度(Bq·L⁻¹); 14.3为转换系数(Bq·kg⁻¹); N_{KCl} 为氯化钾标准源的计数率(cpm); $N_{\text{本}}$ 为仪器的本底计数率(cpm); $N_{\text{样}}$ 为样品的计数率(cpm); m为干渣的重量(g); V为水样体积(L)。

2 结果与讨论

2.1 结果 水样残渣量与总α总β的测量结果见表 1。

表 1 水样残渣量(g·L⁻¹)与总α总β放射性活度浓度(Bq·L⁻¹)

编号	残渣量 (g·L ⁻¹)	总α (Bq·L ⁻¹)	总β (Bq·L ⁻¹)	编号	残渣量 (g·L ⁻¹)	总α (Bq·L ⁻¹)	总β (Bq·L ⁻¹)
1	0.219	0.018	0.087	15	1.092	0.147	0.329
2	0.517	0.033	0.334	16	1.060	0.102	0.431
3	0.387	0.017	0.055	17	0.944	0.030	—
4	0.328	0.025	0.159	18	1.590	0.023	—
5	0.335	0.027	0.130	19	1.036	0.067	0.11
6	0.644	0.027	0.098	20	0.431	0.021	0.234
7	0.284	0.036	0.165	21	0.557	0.055	0.351
8	0.301	0.031	0.149	22	0.622	0.083	0.330
9	0.272	0.024	0.127	23	0.346	0.037	0.183
10	0.545	0.093	0.345	24	0.376	0.044	0.196
11	0.280	0.036	0.128	25	0.491	0.017	0.052
12	0.639	0.042	0.122	26	0.744	0.032	0.402
13	0.294	0.056	0.158	27	0.709	0.091	0.273
14	1.116	0.066	0.223	28	1.909	0.104	0.279

作者单位: 1 南京市环境监测中心站,江苏 南京 210013; 2 苏州大学放射医学与公共卫生学院

作者简介: 张瑞菊(1974~)女,甘肃白银人,工程师,硕士,从事核与辐射安全监督、监测工作。

本研究探索了 28 个水样残渣量与总 α、总 β 放射性活度之间的关系。水样残渣量与总 α 放射性活度之间相关性较好 ($r=0.517$, $P<0.01$) (图 1) 而残渣量与总 β 放射性活度之间的相关性相对较差 ($r=0.435$, $0.01<P<0.05$) (图 2)。由残渣量估算总 α 放射性活度的直线回归方程式为:

$$Y=0.023+0.041X$$

式中, X 为残渣量 ($g \cdot L^{-1}$); Y 为总 α 放射性活度 ($Bq \cdot L^{-1}$); $R^2=0.267$ 。

由残渣量估算总 β 放射性活度的直线回归方程式为:

$$Y=0.135+0.125X$$

式中, X 为残渣量 ($g \cdot L^{-1}$); Y 为总 β 放射性活度 ($Bq \cdot L^{-1}$); $R^2=0.189$ 。

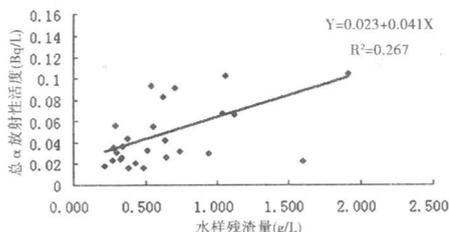


图 1 水样残渣量与总 α 放射性活度之间的关系

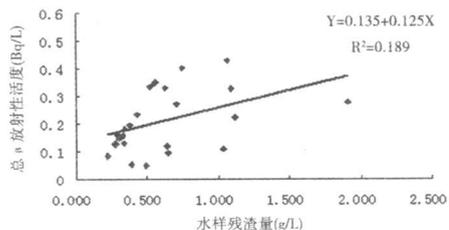


图 2 水样残渣量与总 β 放射性活度之间的关系

2.2 讨论 由于水体的放射性水平与水中融解固体的总量(残渣量)有关系,故我们对 30 个水样的残渣量与总 α、总 β 放射性活度浓度之间关系进行了分析,结果发现随着残渣量的增多总 α 和总 β 均有增大的趋势,残渣量与总 α、总 β 放射性活度之间均有直线相关性,所以应提倡居民在生活中尽量使用经过处理的去除了部分残渣和其他有害物质的饮用水。但有研究发现,普通的水纯化技术可以通过下列措施稍加调整:①始终控制 pH 值在 7.1~7.8 之间,这有利于降低铀,但对 ^{226}Ra 、 ^{239}Pu 和 ^{240}Pu 的降低无影响。②在水的纯化过程中添加石灰、碳酸钠、硫酸盐等常规的化学反应剂提高水的矿化,使出厂水的矿化度达到如下水平:导电性 = $150 \mu S \cdot cm^{-1}$, $[Ca^{2+}] = 10 mg \cdot L^{-1}$, $[Mg^{2+}] = 1.2 mg \cdot L^{-1}$,干渣 = $150 mg \cdot L^{-1}$,可以成功地去除 ^{226}Ra ,使其降为原来的 70%。③为降低溶液中 ^{239}Pu 和 ^{240}Pu 的浓度,必须在纯化过程中去除铁。由此可见,为进一步减少居民每年由于饮水而接受的年有效剂量,我们应当对水处理过程中降低放射性核素浓度的措施尚需进一步探讨和规范化,确保饮用水中核素的水平保持在可合理达到的尽可能低的水平。

参考文献:

[1] DAVILA R J, LÓPEZ DEL RH, GARÇA FM, et al. Radioactivity in bottled waters sold in Mexico J. APPI Radia E Socopes 2002 56 931-936
 [2] 谭汉云. 低本底测定系统测定水中的放射性[J]. 中国辐射卫生, 2005 14(1): 45-46
 [3] JIMÉNEZ A, DE LA MONTANA RM. Effect of water purification on its radioactive content J. Water Research 2002 36 1715-1724

(收稿日期: 2007-12-10)

【工作报告】

小剂量氯气环境对吸烟工人肺功能的影响

王会彬

中图分类号: R135.1 文献标识码: D

低浓度氯气对人体肺功能的影响已有报道,但小剂量低浓度氯气环境下对吸烟作业工人和对不吸烟作业工人的肺通气功能影响的比较调查较少,为了解小剂量低浓度氯气环境下对吸烟作业工人和不吸烟作业工人的肺通气功能之间是否有差异,我们对某钾碱公司的离子膜、废气处理、液氯车间进行了现场监测调查,并对接触氯气的吸烟工人、不吸烟的工人和对照组的吸烟工人进行了肺通气功能测定,现将调查结果报告如下。

1 对象和方法

1.1 调查对象 接触组为该公司接触氯气的离子膜车间、废气车间和液氯车间的 101 名吸烟男工人,年龄 25~42 岁,平均年龄 37.8 岁,工龄 0~19.8 年(0 为工龄不足半年者),平均工龄 10.9 年;不吸烟男工 46 名,年龄 22~40.5 岁,平均年龄 35.4 岁,工龄 0~18.5 年(0 为工龄不足半年者)。对照组为本公司不接触有害因素、除外既往患有呼吸系统疾病的吸烟男工 49 名,平均年龄 36.3 岁。接触氯气的吸烟组工人和不吸烟组工人以及不接触氯气的吸烟工人上述诸条件无显著差异,劳动强度相当。

1.2 调查内容

1.2.1 车间环境 车间环境空气氯气浓度测定,车间防护状

况,个人防护措施等。

1.2.2 职业史 询问职业史,既往呼吸系统患病史(慢性支气管炎史、支气管哮喘史、肺结核史等),吸烟史。

1.2.3 查体 包括内科常规检查(血压测定,心、肺、腹部检查,甲状腺,咽喉检查),血、尿常规,心电图,胸部 X 射线摄片,肝功能,彩超,肺功能测定。

1.3 肺通气功能测定 用日本产 HI-101 肺功能仪,由专人负责测定,受检者取立位,每人至少重复测试 2 次,两次测试结果各指标误差不超过 5%。测试项目:用力肺活量(FVC),第 1 秒呼气量(FEV_1),1 秒呼气量占用力肺活量的百分比($FEV_1/FVC\%$),最大呼气流量(PEF),75%肺活量最大呼气流量(V_{75}),50%肺活量最大呼气流量(V_{50}),25%肺活量最大呼气流量(V_{25})。判断标准: $FEV_1/FVC\% < 70\%$ 为异常,其他参数实测值占预测值的百分比 $< 80\%$ 为异常。

1.4 资料处理 各项通气功能参数进行 U 检验,各项参数异常发生率进行 χ^2 检验。

2 结果

2.1 工艺流程 离子膜电解氯化钾水溶液生成 32% 的氢氧化钾,同时产生氯气和氢气。32% 氢氧化钾经蒸发为 48% 的液碱;或进一步浓缩为 92%~95% 的片碱,氯气经洗涤降温、浓硫酸干燥,经氯气压缩机压缩后进入液化器与氟利昂换热液化为