

上海应用物理研究所周围环境土壤的放射性调查

周建中

中图分类号: X591 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2007)02-0193-01

【摘要】目的 调查上海应用物理研究所周围土壤中放射性。方法 利用 S80系列 HPGeγ谱仪测量土壤中放射性核素的比活度。结论 上海应用物理研究所周围土壤中放射性含量属正常本底水平。  
【关键词】放射性; HPGeγ谱仪; 活度; 浓度

上海应用物理研究所是中科院下属的一家以核技术应用为主的研究单位, 自建所到现在已有 40多年, 为了解上海应用物理研究所周围土壤中放射性水平, 以所区为中心对周围各个方向上各点分别进行取样, 并进行能谱分析。

1 采样、处理及测量

1.1 采样 分别对上海应用物理研究所边界东、南、西、北及相应方向 500m处进行采样, 每个土壤样品采取垂直深 10cm的表层土, 除去土壤中石块、草根等杂物, 将约 2kg样品装在双层塑料袋内密封。

1.2 样品处理 样品到实验室后, 置于搪瓷盘中摊开, 于 100℃恒温干燥至恒重后, 碾碎过 60目筛, 装于直径 75mm高 70mm的塑料环型测量杯中压实, 使测量杯中土壤样品重量、密度和标准源一致。将样品密封保存 3~4周后待测。

1.3 样品测量<sup>[1]</sup> 测量所采用的仪器为 CANBERRA公司生产的 S80系列低本底 HPGe反康谱顿 γ谱仪, 其能量分辨率(对 1.33MeV)为 2.0keV探测效率(相对“3×3”NaI(Tl))为 30%, 峰康比为 57(单谱), 单谱积分本底为 1.03cps(50keV~2.5MeV)。铅室选用 CANBERRA公司研制 747L型低本底铅室, 内镶 10mm钢、100mm铅、0.5mm镭和 1.5mm铜。测量所使用的标准源为国防科工委放射性计量一级站研制的 U-Th-Ra-K固体混合源。所测量的样品重量、几何尺寸、密度制作成与标准源一致, 采用相对比较法进行测量。

1.4 核素的活度浓度的计算<sup>[2]</sup> 选取能量为 63.3keV γ射线

特征峰来确定 <sup>238</sup>U(因为 92.4keV、92.8keV受 <sup>228</sup>Ac 93.4keV 的 X射线干扰), 选取 <sup>228</sup>Ac 338.4keV、911.1keV γ射线两者的平均值来确定 <sup>232</sup>Th, 选取 <sup>214</sup>Pb 295.2keV、352.0keV γ射线两者的平均值来确定 <sup>226</sup>Ra, 选用 1460.8keV γ射线来确定 <sup>40</sup>K(同时扣除 <sup>232</sup>Th 459keV γ射线干扰)。计算公式如下:

各个参考标准源的刻度系数  $C_i$ ;  
$$C_i = \frac{\text{第 } i \text{ 种核素参考标准源的活度 (Bq)}}{\text{第 } i \text{ 种核素参考标准源的第 } i \text{ 个特征峰的全能峰面积 (cps)}}$$
  
那么被测样品的第  $i$  种核素的活度浓度  $Q_i$  (Bq/kg)为:  
$$Q_i = \frac{C_i (A_i - A_{ib})}{W \cdot D_j}$$
  
式中:  $C_i$ —各个参考标准源的刻度系数;  $A_i$ —被测样品第  $i$  种核素第  $i$  个特征峰的全能峰面积(计数/秒);  $A_{ib}$ —与  $A_i$  相对应的光峰本底计数率(cps);  $W$ —被测样品体积或重量(L或kg);  $D_j$ —第  $i$  种核素校正到采样时的衰变校正系数。  
对于 <sup>40</sup>K活度浓度计算,  $Q'_k = Q_k - 0.076 \cdot Q_{Th}$   
式中:  $Q'_k$ —扣除 <sup>232</sup>Th干扰后 <sup>40</sup>K的活度浓度;  $Q_k$ —未扣除 <sup>232</sup>Th干扰求得的 <sup>40</sup>K的活度浓度;  $Q_{Th}$ —<sup>232</sup>Th的活度浓度

2 结果

利用 HPGeγ谱仪测量上海应用物理研究所周围环境土壤中放射性核素的活度浓度, 结果附表 1。表中分析结果的不确定度均为 95.45%的置信水平(2σ)。

表 1 土壤中放射性核素的活度浓度 (Bq/kg)

取样位置	<sup>238</sup> U	<sup>232</sup> Th	<sup>226</sup> Ra	<sup>40</sup> K
所东边界	48.9±8.4	56.4±3.1	25.3±1.7	650±39
所东 500m	44.3±8.2	56.3±3.9	27.5±1.8	655±39
所南边界	46.2±8.2	56.0±3.9	27.5±1.8	638±38
所南 500m	47.4±8.3	55.9±3.9	26.6±1.8	667±41
所西边界	42.2±8.0	57.6±3.9	27.5±1.8	684±42
所西 500m	49.1±8.4	57.4±3.9	27.4±1.8	674±42
所北边界	42.2±8.0	55.9±3.9	27.6±1.8	613±38
所北 500m	36.0±7.5	53.1±3.8	27.9±1.8	619±38

3 结论

上海应用物理研究所周围环境土壤中放射性核素的活度浓度均属正常水平, 符合 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》<sup>[3]</sup>。

参考文献:

[1] GB11743-89 土壤中放射性核素的 γ能谱分析方法[S].  
[2] 核素常用数据表编写组. 核素常用数据[M]. 北京: 原子能出版社, 1997.  
[3] GB18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[S].