

苏南某煤电厂环境 γ 辐射水平调查

马辰莺, 卢志娟, 涂 彧

中图分类号: R145 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2010)02-0199-02

【摘要】 目的 了解苏南某煤电厂环境 γ 辐射水平。方法 于 2009 年 7 月用 BH3103B 型便携式 χ - γ 剂量率仪对厂区内外的环境陆地 γ 辐射剂量率进行监测。结果 室内外的陆地 γ 辐射剂量率水平按测点平均分别为 119.4 $\mu\text{Gy/h}$ 和 108.4 $\mu\text{Gy/h}$ 。厂区室内外陆地 γ 外照射对人体产生的年有效剂量为 0.72 mSv/a 。结论 厂区 γ 外照射的年有效剂量偏高, 主要原因是室外的陆地 γ 辐射剂量率较高。

【关键词】 煤电厂; 环境监测; γ 辐射

我国是电力需求大国。截至 2004 年, 在我国的电源结构中, 以煤炭、石油和天然气作为燃料的火力发电量占总发电量的 82.6%, 其中燃煤机组提供了我国总发电量的 75% 以上。据此, 煤电在我国仍占据主导地位。

煤电厂用的煤含有天然放射性核素, 如: 铀、钍及他们的子系和钾-40 等, 可释放出 α 、 β 及 γ 射线。煤燃烧后, 放射性核素一部分富集在煤渣和除尘灰中, 一部分随废气和飞灰以气溶胶形式排向环境。飞灰粒子虽小, 但其对放射性核素的吸附能力却很强, 即使除尘效率 99%, 只有 1% 的飞灰排向周围环境, 其中的放射性核素也远高于煤中的含量。研究表明^[1], 暴露于低剂量的 γ 辐射中可引起全血及外周淋巴细胞的 DNA 损伤、染色体畸变和 DNA 修复基因的表达降低。为了了解燃煤电厂环境 γ 放射性水平, 评价其对厂区职工及周围公众可能产生的健康影响, 特选择苏南一家具有几十年历史的燃煤电厂, 对厂区的环境 γ 辐射水平进行了监测。

1 调查内容与方法

1.1 布点 本次调查内容为厂区内环境陆地 γ 辐射剂量率,

基金项目: 苏州大学 2009 年医学部暑期社会实践部级重点项目
作者单位: 苏州大学放射医学与公共卫生学院 江苏 苏州 215123
作者简介: 马辰莺 (1988~), 女, 江苏宜兴人, 放射医学本科在读。卢志娟 (1985~), 女, 江苏南通人, 放射医学硕士在读。
通讯作者: 涂彧 (1965~), 男, 教授, 博士生导师。

3.2 结果讨论 大型集会场所主要的电磁辐射污染源是无线通信设施, 如基站和手机。移动基站和手机都是通过天线发射和接受电磁波, 电磁波在空间以球面波的形式传播, 传播过程中产生电场和磁场, 从而对周围环境造成电磁辐射污染^[4]。

一般认为, 大型集会场所, 手机使用频繁, 基站的通信信道处于饱和工作状态 (有时需要应急通信车来增加信道), 该区域环境电磁辐射污染会加剧^[5], 但实际监测结果并非如此, 这和手机的发射功率较小 (平均为 0.25W) 有关。根据《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》(HJ/T10-2-1996) 中推荐的环境质量预测场强计算模式:

$$Pd = \frac{P \times G}{4\pi r^2}$$

式中: Pd—功率密度; P—发射机功率; G—天线增益 (倍数); r—测量位置与天线轴向距离。

电磁辐射功率密度与发射机功率成正比, 与测点与发射天线距离平方成反比。虽然大型集会场所大量手机集中使用, 但发射功率较小, 对区域环境电磁辐射影响很小。基站发射功率虽远高于手机 (一般几十瓦), 但同电视、广播发射设施的功率 (几十~几百千瓦) 相比处于较低水平, 而且基站都建在楼顶等处, 离居民和游客活动的区域有一定距离, 对基站附近区域

包括室内、道路、煤场和废石场。室内测量采用“五点法”, 即距墙 1m 测量房屋四角及中心取平均值。室外测量时探测器远离树木或其他构筑物; 道路每 10m 设一个测量点; 煤堆大小约为 100m \times 5m \times 3m, 以绕其一周、距其 3m 测两组数据, 每 10m 设一个测量点 (因煤堆一面紧靠输煤带, 无法测量, 因此只测量了三面); 废石场选择不同方向上较为分散的四处进行测量。

1.2 测量仪器与方法

1.2.1 测量仪器 本次调查所用的仪器为北京核仪器厂生产的 BH3103B 型便携式 χ - γ 剂量率仪, 经上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心检定合格。调查期间每天上午、下午两次用检验源检测仪器, 仪器指示值与仪器刻度时检验源的指示值偏差 $\leq 10\%$ 。

1.2.2 测量方法 仪器预热 15min 后正式读取数据, 探头垂直向下, 距地面 1m, 每隔 10s 读取一个数据, 每次测量共读取 10 个数据, 当发现个别数据异常时加读一次, 一个测量点上 10 个数据普遍高或低 (较附近位点) 重复测量一次。测量时间统一为 2009 年 7 月无雨的白天。

1.3 统计方法 用 检验法对数据进行显著性检验。

1.4 宇宙射线的扣除 宇宙射线剂量率受海拔高度、地磁纬度、太阳调制和大气温度等因素的影响, 但最主要的影响因素是海拔高度。该厂所在地位于我国的长江三角洲地区, 地势平坦, 海拔多为 4~6m, 而邻近的太湖湖面海拔 3.33m, 两者相差不多。因此采用相对扣除法, 从陆地测点的读数中减去太湖水

产生的电磁辐射污染也较小。

4 结语

通过对比监测和分析, 区域环境电磁辐射水平同正常情况相同, 均处于较低水平, 可以消除不必要的担心。

参考文献:

- [1] 魏玲, 杜祥岭. 手机的电磁辐射与人体安全问题研究 [J]. 辽宁工学院学报, 2003, 23(1): 40-41.
- [2] 国家环境保护总局. 辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法 [S]. HJ/T10-2-1996 北京: 中国标准出版社, 1996.
- [3] 国家环境保护总局. 电磁辐射防护规定 [S]. GB18871-2002 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [4] 谢志勇, 金焰, 陈瑞庭. 移动通信基站电磁辐射对周围环境影响的研究 [J]. 湖北师范学院学报 (自然科学版), 2004, 24(3): 53-57.
- [5] 张邦俊, 张莉, 翟国庆. 移动基站近距离区域电磁辐射污染分布特征 [J]. 中国环境科学, 2002, 22(6): 565-568.

(收稿日期: 2009-06-08)

面上的测定值(3.9 nGy/h)^[2],即为陆地γ辐射剂量率。

2 结果与讨论

2.1 建筑物室内的陆地γ辐射剂量率 见表1 室内的陆地γ辐射剂量率水平范围为68.7~157.8 nGy/h平均值为119.4 nGy/h 其环境γ辐射剂量率水平为123.3 nGy/h(见表2) 与我国的平均值相当,两者差异无统计学意义(P>0.05) 为全球本底水平的1.48倍。

室内的陆地γ辐射剂量率,取决于建筑物选用的构筑材料。本次调查中食堂、浴室及5号楼为砖混结构,1号楼为钢筋混凝土结构。对两种建筑结构的室内陆地γ剂量率水平按测点平均,钢筋混凝土结构(123.4 nGy/h)>砖混结构(115.4 nGy/h),经t检验,差异无统计学意义(P>0.05)。

表1 室内的陆地γ辐射剂量率

测量地点	测点数(n)	范围(nGy/h)	$\bar{x} \pm s$ (nGy/h)
砖混结构	30	68.7~153.0	115.4±20.6
其中: 食堂	5	106.1~122.1	113.5±6.4
浴室	5	128.6~140.2	134.3±5.1
5号楼	20	68.7~153.0	111.2±22.8
钢筋混凝土结构			
1号楼	30	102.1~157.8	123.4±14.2
合计	60	68.7~157.8	119.4±18.0

2.2 室外的陆地γ辐射剂量率 室外测量了道路、草坪、废石场、煤场四种主要场所的陆地γ辐射剂量率,范围为56.2~272.8 nGy/h 平均值为103.4 nGy/h 按剂量率由高到低顺序:废石场>草坪>煤场>道路。见表3。

煤燃烧后生成的陶化灰量,90%~99%被滞留于煤渣和粉煤灰中,释放到大气中的飞灰约为1%~10%。煤含有的多种天然放射性核素,经过燃烧,存在于灰量中的核素浓度要比煤中高1个数量级^[3]。而废石场即由煤燃烧产生的煤渣、粉煤灰堆积而成,因而γ辐射剂量率较高。

研究表明^[4],放射性核素可经土壤通过沉降和根吸收两个途径向生物体内转移。转移因数(TF)作为放射性核素向生物体内转移的评价指标,定义为植物体内的主要核素在植物体内的含量(PC/kg或Bq/kg干重)和土壤中对应核素的含量(PC/kg或Bq/kg干重)的比值。其生物学意义代表着植物根的吸收系数。IAEA和美国EPA对各种核素都有相应的默认TF值,其中Th的TF值为0.001,U为0.0025,K为0.3^[5]。厂区室外的飞灰沉降已有几十年的历史,势必会导致土壤中放射性核素的累积。而本次调查中,草坪的γ辐射剂量率较高,煤燃烧后飞灰中的放射性核素通过土壤-生物转移途径在草体内富集以及飞灰在草坪表面的沉积是其可能原因。

厂区室外的环境γ辐射剂量率为107.3 nGy/h(表2),高于我国的平均值80.3 nGy/h 两者差异有统计学意义(P<0.01) 为全球平均值的1.82倍。其中,道路的环境γ辐射剂量率为76.9 nGy/h与我国的平均水平相当,两者差异无统计学意义(P>0.05)。

表2 环境γ辐射剂量率的比较

地区	室内(nGy/h)	室外(nGy/h)	道路(nGy/h)
厂区	123.3 ¹⁾	107.3 ¹⁾	76.9 ¹⁾
全国 ^[6]	119.5	80.3	79.5
全球 ^[6]	84	59	—

注:1)的数据由室内、室外、道路的陆地γ辐射剂量率119.4 nGy/h、103.4 nGy/h和73.0 nGy/h加上在大湖水面测得的宇宙射线剂量率3.9 nGy/h得到。

2.3 剂量估算 环境陆地γ辐射剂量率对职工产生的有效剂量按下式进行估算:

$$H_e = D \cdot K \cdot t$$

式中,H_e为有效剂量(Sv);D为1m高处空气吸收剂量率Gy/h K为有效剂量与空气吸收剂量率比值(Sv/Gy);t为职工在环境中停留的时间。

D计算时取本次调查结果,即室内为119.4 nGy/h 室外为103.4 nGy/h K采用UNSCEAR1988年报告书推荐值0.7Sv/Gy 居留因子室内取0.8 室外取0.2 则厂区室内外陆地γ外照射对人体产生的年有效剂量为0.71 mSv/a 为我国居民所受陆地γ外照射平均有效剂量(0.54 mSv/a)的1.3倍^[7],世界平均水平(0.48 mSv/a)的1.5倍。

表3 室外的陆地γ辐射剂量率

类型	测点数(n)	范围(nGy/h)	按测点平均(nGy/h)
草坪:	5	117.7~123.0	119.1±2.2
废石场:	20	56.9~272.8	142.6±68.1
道路:	15	56.2~86.2	73.0±11.2
其中: 砖质广场	5	56.2~60.8	58.4±1.9
铁道	5	73.1~86.2	80.5±5.5
水泥路	5	76.6~82.8	80.1±2.4
煤场:	28	58.3~119.3	88.8±15.5
其中: 边缘	14	85.3~119.3	98.5±11.0
3m处	14	58.3~95.5	79.1±13.1
合计	68	56.2~272.8	103.4±47.0

3 结论

该煤电厂至今已有几十年的燃煤史,厂区室外燃煤飞灰的沉降,导致了一定程度的γ辐射水平升高,但仍处于我国典型值(0.34~1.24 mSv/a)^[8] 范围内,对环境没有产生有害的影响。目前该电厂正在新建燃气机组,逐步淘汰所有燃煤机组,届时燃煤飞灰对环境放射性水平的影响将彻底消失,实现电力工业与环境保护的和谐发展。

(致谢:苏南某煤电厂的领导及职工对本次调查给予了大力支持和协助,苏州大学环境辐射监测小组成员蔡鹏飞、王伟、王清清、汪宇洁、高莉莉、耿杨杨、奚雪、崔溪溪、李辉靖在本次调查中做了大量工作,谨致谢忱。)

参考文献:

[1] Wawrta S, Sudprasert P, Panida Navasumrit M, Mahuros Ruchirawat. Effects of low-dose gamma radiation on DNA damage, chromosomal aberration and expression of repair genes in human blood cells [J]. International journal of hygiene and environmental health 2006; 503-511.

[2] 王其亮. 关于我国湖库海面γ辐射水平的问题[J]. 中华放射医学与防护杂志, 1994; 14(3): 208-210.

[3] 黄赣寿, 曾而康. 江西燃煤电厂环境电离辐射水平调查[J]. 环境与开发, 1998; 13(4): 36-37.

[4] William L, Robison Stone E L, Hamilton T F et al. Long-term reduction in ¹³⁷Cs concentration in food crop soon correlated with potassium treatment [J]. J Environ Radioact 2006; 88(3): 251-266.

[5] EPA. Soil screening guidance for radionuclides user's guide [P]. Washington D C: United States Environment Protection Agency, 2002.

[6] 王其亮. 中国的天然γ辐射剂量率水平[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2000; 20(5): 358-362.

[7] 潘自强. 我国天然辐射水平和控制中一些问题的讨论[J]. 辐射防护, 2001; 21(5): 851-862.

[8] 全国环境天然放射水平调查总结报告编写小组. 全国环境天然贯穿辐射水平调查研究[J]. 辐射防护, 1992; 12(2): 96-121.