

监测与评价

秦山核电基地外围环境 γ 辐射剂量率 水平监测回顾

陈群华, 宋建锋, 郑惠娣

(浙江省辐射环境监测站, 浙江 杭州 310012)

摘要:介绍 1992 年~2012 年,对浙江省秦山核电基地外围环境 γ 辐射剂量率水平的监测结果。1992~2002 年秦山核电基地周围环境 2.5 km 范围内高压电离室连续监测系统测得的环境 γ 辐射剂量率年均值范围为 63~119 nGy/h,平均值为 95 nGy/h,接近于核电厂运行前的平均本底值(93 nGy/h)。2002~2012 年周围环境 5km 范围内高压电离室连续监测系统测得的环境 γ 辐射剂量率年均值范围为 90~116nGy/h,平均值为 102 nGy/h,低于同期杭州对照点监测平均值(107 nGy/h)。1992~2012 年周围环境 50 km 范围内测得的陆地瞬时环境 γ 辐射剂量率(已扣除宇宙射线响应值)年均值测量范围为 52.7~69.9 nGy/h,平均值为 62.1 nGy/h,与运行前本底调查值和对照点监测值相比,处于同一水平。

关键词:秦山;核电站; γ 辐射剂量率;监测

中图分类号:X945

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2014)06-0058-03

MONITORING REVIEW OF ENVIRONMENTAL GAMA RADIATION DOSE RATE AROUND QIANSHAN NPP

CHEN Qun-hua, SONG Lu-jun, WANG liang, SONG Jian-feng

(Zhengjiang Province Radiation Environmental Monitoring Center, Hangzhou, 310012, China)

Abstract:The monitoring result of environmental gama radiation dose rate around Qinshan Nuclear Power Plant from 1992 to 2012 is introduced in this paper. Within the scope of 2.5km around Qinshan Nuclear Power Plant, the annual average range of gamma radiation dose rate is 63~119nGy/h and the average value is 95nGy/h from 1992 to 2002, which is detected by automatic continuous monitoring system (high pressure ionizing chambers). This value is close to the background average value (93nGy/h) before the operation of nuclear power plant. Within the scope of 5km around Qinshan Nuclear Power Plant, the annual average range of gamma radiation dose rate is 90~116nGy/h and the average value is 102nGy/h from 2002 to 2012, which is detected by automatic continuous monitoring system (high pressure ionizing chambers). This value is lower than the average value (107nGy/h) detected at the control point in Hangzhou at the same period. Within the scope of 50km around Qinshan Nuclear Power Plant, the annual average range of instantaneous gamma radiation dose rate (excluding cosmic rays response values) is 52.7~69.9nGy/h and the average value is 62.1nGy/h from 1992 to 2012. This value is at the same level compared with the background survey values and the monitoring value of the control point.

Key words: Qinshan; Nuclear Power Plant; gamma radiation dose rate; monitoring

自1992年开始,浙江省辐射环境监测站对泰山核电基地外围辐射环境水平进行了连续20年的监督性监测。通过监测泰山核电基地周围环境 γ 辐射剂量率水平,掌握核电基地周围环境辐射水平变化情况,结合核电基地常规运行放射性流出物的排放数据和监测结果,验证与评价核电基地安全运行和排放管理状况,评估核电基地意外放射性排放对周围环境的影响,为环保行政主管部门监督管理提供依据。本文根据浙江省辐射环境监测站《泰山核电基地外围辐射环境质量年度报告书》等资料,同时结合2006年出版的《泰山核电基地外围环境 γ 辐射水平》^[1]中的监测内容,对泰山核电基地外围环境 γ 辐射水平监测结果进行介绍。

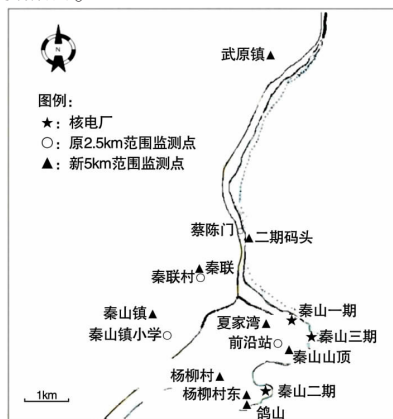
1 监测方法

1.1 地理位置

泰山核电基地位于浙江省海盐县城武原镇东南8 km杭州湾北岸的泰山山麓,距上海市、嘉兴市和杭州市直线距离分别约为90、30和80 km。泰山第一、第二、第三核电厂分别分布在泰山山麓的北面、南面和东面。

1.2 监测点布设

1992~2002年,泰山核电基地外围 γ 辐射监测系统分别在核电基地周围2.5 km范围内的泰山山顶、前沿站、秦山镇小学、秦联村和蔡陈门5个监测点布放高压电离室。为了适应泰山第二、第三核电厂投入运行的监测需要,从2003年开始,对监测点作了调整,撤销了前沿站、秦山镇小学、秦联村和蔡陈门4个监测点,相应地改在夏家湾、秦山镇、秦联、二期码头,增加了杨柳东村、杨柳村、鹤山、武原镇,总共9个监测点(见图1),监测范围扩大到核电基地周围5 km。同时,选择杭州市区为对照点。



另外,在泰山核电基地外围50 km范围内,布设20~80个 γ 辐射剂量监测点,2003年经优化布点后调整为25个监测点,采用高压电离室或便携式X- γ 辐射剂量率仪定期(每季度)测量一次瞬时陆地 γ 辐射剂量率(扣除宇宙射线响应值)。

1.3 测量仪器

γ 辐射连续监测采用由高压电离室组成的连续监测系统,该高压电离室为美国通用电气(GE)公司生产的RSS-131型高压电离室,该电离室为直径25 cm的不锈钢球体,壁厚3 mm,内充25个大气压高纯氩气。

瞬时陆地 γ 辐射剂量率(瞬时)测量选用RSS-131型高压电离室和便携式闪烁体型 γ 剂量率仪。为了准确扣除宇宙射线响应值,各测点仪器的宇宙射线响应值统一按海拔高度为0,地磁纬度为19°计算,同一台仪器每年均扣除同一宇宙射线响应值。

1.4 质量保证

浙江省辐射环境监测站通过了国家级计量认证和实验室认可,取得了ISO9001质量管理体系认证和ISO14001环境管理体系认证。根据全国辐射环境监测网络要求,达到对整个辐射环境监测过程的全面质量管理,采取制定监测计划和实施措施,确定监测数据的质量要求等,以保证辐射环境监测结果的可靠性,测量数据可追溯到国家计量标准。

2 监测结果与分析

2.1 环境 γ 辐射剂量率连续监测

根据泰山核电基地外围 γ 辐射监测系统的更新时间和监测范围,分别介绍泰山山顶、前沿站、秦山镇小学、秦联村和蔡陈门5个监测点1992~2002年的监测结果以及新的泰山核电基地外围 γ 辐射监测系统2003~2012年的监测结果。

2.1.1 1992~2002年监测结果

1992~2002年,泰山核电基地外围环境泰山山顶、前沿站、秦山镇小学、蔡陈门和秦联村等监测点年平均 γ 辐射剂量率(未扣除宇宙射线响应)范围为63~119 nGy/h,平均值为95 nGy/h,低于2002年杭州对照点监测值(101 nGy/h),接近于运行前5个点的平均本底值(93 nGy/h)。泰山核电基地外围环境5个监测点 γ 辐射剂量率年度平均值曲线如图2所示。由图可见,各监测点年均值变化

不大,且接近本底水平。

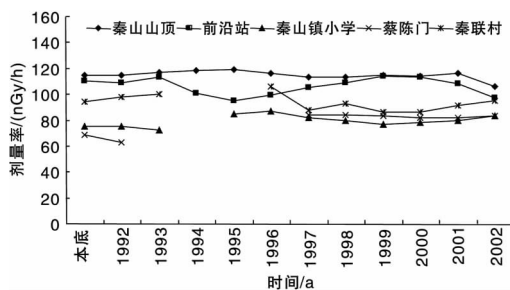


图2 1992~2002年各监测点 γ 辐射剂量率年均值曲线图

2.1.2 2003~2012年监测结果

2003~2012年,秦山核电基地外围环境秦山顶、夏家湾、秦山镇、二期码头、秦联、杨柳村东、杨柳村、鹤山和武原镇等监测点年平均 γ 辐射剂量率范围为90~116 nGy/h,平均值为102 nGy/h,低于同期杭州对照点监测平均值(107 nGy/h)。秦山核电基地外围环境9个监测点及杭州对照点 γ 辐射剂量率(未扣除宇宙射线响应)年度平均值曲线如图3所示。

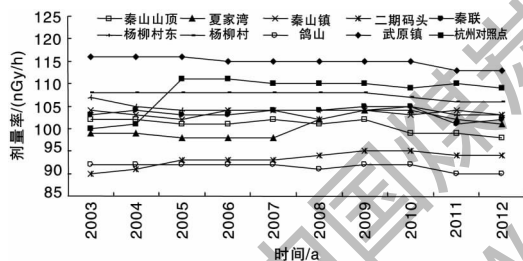


图3 2003~2012年各监测点 γ 辐射剂量率年均值曲线图

从图3可以看出,夏家湾监测点年均值从2008年开始较往年有所升高,这是由于受秦山核电站方家山扩建项目施工的影响,监测站周围堆积了大堆的石料所致,2010年3月,监测站搬迁至新站点运行。杭州对照点年均值从2005年起较往年有所升高,是由于2005年2月起搬迁至新站点后周围环境变化较大所致。

剂量率的变化一般由降水、风和气压等气象因素引起,其中降水的影响最大,小时剂量率的变化与降水在时间上呈对应关系。9个监测点的总年均值基本没有变化,各监测点的年均值变化不超过3.2%。

(1)各点平均剂量率的大小与各监测点周围的土壤、岩石及建筑物中的放射性物质含量有关。

(2)各点标准偏差也与各点下垫面介质及周围环境有关^[2]。标准偏差的大小体现了监测数据的离散程度,标准偏差最大的点为秦山镇,因为秦山

镇的探测器直接置于离地1 m高的地面上,地面含水量的变化对剂量率的数据影响较其他站点都大,标准偏差最小的是武原镇点,该点位于离地20 m左右的6楼楼顶,又有良好的排水系统,所以数据的离散性最小。

(3)最大5 min平均剂量率和最小5 min平均剂量率与气象条件有关。降水引起的 γ 辐射剂量率升高,幅度随季节、降水量大小及当地的环境而变,相关文献也有类似报道^[3]。各点5 min平均剂量率最大上升幅度达到其年均剂量率值的29%~99%,且都是由降水引起,降水把云层中的氡子体冲刷到地面,引起地表 γ 辐射剂量率的上升,上升的幅度与氡子体的浓度、降水量和地表介质有关。最小5 min平均剂量率也是由降水引起的,由于地表含水量在降水后上升,对地表 γ 辐射起屏蔽作用所致,同时,降雪时的雪层也有明显的屏蔽作用。

(4)核电厂排放引起的 γ 辐射剂量率上升。核电厂在正常运行条件下排放的放射性气体非常少,通过大气扩散后到达监测点的量更少。结合核电厂排放情况、气象条件和其它监测点的数据进行综合分析,可以判断核电厂排放引起的 γ 辐射剂量率变化。因为,放射性烟羽引起的剂量率变化与降水引起的剂量率变化在时间和幅度上有明显差异。

2003~2012年, γ 辐射剂量率连续监测系统分别在秦山顶、夏家湾、秦山镇、二期码头、杨柳村东和杨柳村6个监测点共14次监测到秦山核电基地由于气载放射性流出物排放引起的剂量率异常升高现象。但是,这种瞬时排放仅持续5~45 min,对周围环境没有构成明显的持续影响。

2.1.3 月份、季度平均水平

1992~2012年秦山核电基地外围各监测点及杭州对照点 γ 辐射剂量率分别按月份和季度统计的结果表明:每月、每季度之间的平均 γ 辐射剂量率无显著性差异,不具有类似沉降物总 β 日沉降量与季节性沉降物收集量那样的直接关系^[4]。

2.2 瞬时 γ 辐射剂量率

1992~2012年,核电基地周围50 km范围内瞬时陆地环境 γ 辐射剂量率(扣除宇宙射线的贡献)年均值测量范围为52.7~69.9 nGy/h,平均值为62.1 nGy/h,与运行前本底值(60.1 nGy/h)基本一致,在正常的波动范围内。监测结果如图4所示。

(下转第49页)

乳根据中和反应池的进水水量和出水 pH 值自动调节投加, 混凝剂的自动投加量根据工艺过程现场模拟实验结果确定, 或者采用浊度在线监测自动控制加药量, 进一步优化药剂投加量; 自动排泥根据中和反应池和沉淀池或澄清池中产生的污泥量, 通过设定参数实现。例如, 朱留生等人^[4]在煤矿酸性矿井水处理工程中应用 SIEMENS PLC 和 IFIX 组态软件组成的自动系统, 实现了全工艺过程的集中控制和自动化控制, 具有操作简单、适应性强、安全可靠高等特点。

3.4 常见问题探讨

(1) 投药系统问题。如采用人工投加石灰乳, 石灰乳的投加量与中和池进水水量及进出水水质不匹配; 人工投加混凝剂, 混凝剂的投加量未经过试验确定, 加药量不准确; 自动加药系统不可靠。这些问题会导致出水水质不稳定、系统运行效果差。设计阶段应充分考虑自控系统设计, 包括变频、电动阀、液位计、流量计、pH 计等硬件设备, 以及软件系统设计; 运行过程中, 通过试验方式确定混凝剂加药量, 并及时调整自控系统设计参数。

(2) 设备腐蚀问题。如设备及管道未做防腐或防腐措施不力, 运行一段时间后跑冒滴漏现象严

重。由于酸性或碱性水对混凝土具有一定的腐蚀性, 因此需要对中和反应池、曝气预沉池及相应的管道设备采取耐酸碱措施。

(3) 缺少曝气环节。酸性矿井水中和反应后直接进入混凝沉淀单元, 缺少曝气环节, Fe^{2+} 未能有效转化为 Fe^{3+} , 出水颜色发黄, 铁超标。

4 结语

由于人工湿地法与微生物法在国内尚未形成成熟的工艺技术参数, 没有工程经验支撑, 石灰乳中和法在近期仍将是煤矿矿井水处理的主流方法。

在采用石灰乳中和工艺时, 控制主要单元水力停留时间、加强自动控制系统投药与排泥系统功能, 是决定酸性矿井水出水水质的关键。

参考文献

- [1]徐志诚.酸性矿井水的人工湿地处理方法综述[J].矿业安全与环保, 2005, 32(2):40-42.
- [2]邵武.煤矸石用于人工湿地处理酸性矿井水的研究[J].中国煤炭, 2010, 36(3):83-85.
- [3]崔树军、张建云等人, 微生物技术在煤矿酸性水处理中的应用[J].中国给水排水, 2010, 26(16):27-28.
- [4]朱留生.酸性矿井水处理自控系统设计[J].能源环境保护, 2009, 23(4):38-40.

(上接第 60 页)

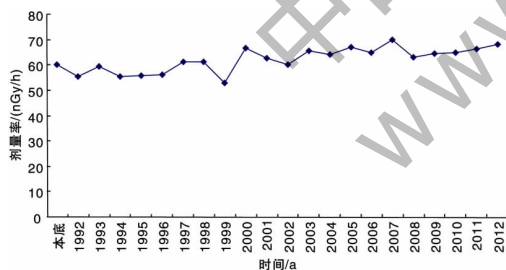


图 4 1992~2012 年秦山核电基地外围环境陆地 γ 辐射剂量率 (瞬时测量) 曲线图

3 结束语

从 1992~2012 年秦山核电基地外围 γ 辐射水平监测结果可知:

1992~2002 年秦山核电基地周围环境 2.5 km 范围内高压电离室连续监测系统测得的环境 γ 辐射剂量率年均值范围为 63~119 nGy/h, 平均值为 95 nGy/h, 接近于核电厂运行前的平均本底值(93 nGy/h)。2002~2012 年周围环境 5 km 范围内高压电离室连续监测系统测得的环境 γ 辐射剂量率年

均值范围为 90~116 nGy/h, 平均值为 102 nGy/h, 低于同期杭州对照点监测平均值 (107 nGy/h)。1992~2012 年周围环境 50 km 范围内测得的陆地瞬时环境 γ 辐射剂量率 (已扣除宇宙射线响应值) 年均值测量范围为 52.7~69.9 nGy/h, 平均值为 62.1 nGy/h, 与运行前本底调查值和对照点监测值相比, 处于同一水平。

监测结果表明, 20 年来秦山核电基地在正常运行情况下, 其周围环境 γ 辐射剂量率处于正常水平, 未见升高。

参考文献

- [1]曾广建, 叶际达, 马永福, 等. 秦山核电基地外围环境 γ 辐射水平[J]. 辐射防护通讯, 2006, 26(2):21.
- [2]刘建, 郑国栋. 秦山核电基地环境 γ 辐射剂量率监测结果的分析[J]. 辐射监测工作通讯.
- [3]M.C.Wong, H.Y.Mok and H.K.Lam. Effects of weather on the ambient gamma radiation levels in HongKong [J]. International congress of the International Radiation Protection Association. Vienna(Austria).14-19 Apr 1996
- [4]叶际达, 曾广建, 陈彬, 等. 秦山核电站周围环境沉降物总 β 放射性水平监测[J]. 辐射防护通讯, 2005, 25(1):36.