

上海市天然环境电离辐射外 照射累积照射量的调查

阎晓伟 周智新

(上海市放射医学研究所)

本文主要介绍了在1985—1987年用热释光剂量计(TLD)测量上海市天然环境电离辐射外照射年累积照射量的工作,得到上海市天然环境电离辐射外照射年累积照射人口加权平均值为 $104.8(\times 0.258\mu\text{C/kg})$,面积加权平均值为 $99.2(\times 0.258\mu\text{C/kg})$,并将调查结果同全国天然环境电离辐射外照射剂量调查的结果进行了比较。

关键词: 天然环境辐射 累积外照射 调查 热释光剂量计 上海

一、自然环境和布点情况

上海市位于东经 $120^{\circ}50'$ — $121^{\circ}55'$ 、北纬 $30^{\circ}30'$ — $31^{\circ}50'$ 、长江入海口的南岸。全境大部分是长江三角洲冲积平原,地势平坦。海拔高度4米左右,面积 6111.7km^2 ,人口1161.6万(1982年人口普查资料)。

这次调查的重点是外环境电离辐射,所有的测量点都选在室外。上海市的10个郊县每县一个测量点。剂量计放在各个县气象站的百叶箱内,离地面高度1.4m。市区按均匀分布的原则,选择了8个公园做为测量点,剂量计放在公园开阔地带的树丛中、离地面高度1m。所有剂量计均用塑料袋密封。

文献[1]列出了地层中放射性物质产生的 γ 外照射随高度变化的数值,可以看出在1—1.5m的范围内,地面 γ 辐射场没有什么区别,对测量结果不会产生明显影响。

二、剂量计和读数仪

调查所用剂量计是GWH-I型环境外照射监测热释光剂量计,它所使用的热释光材料为铽激活的硫酸钙($\text{CaSO}_4:\text{Tm}$)。它的最小可测下限低于 $0.25(\times 0.258\mu\text{C/kg})$ (95%置信度),取样读数的分散性在严格操作规范的条件小于2%。 $\text{CaSO}_4:\text{Tm}$ 热释光材料在装入剂量计前先退火。从退火封装到布放在测量点的时间不超过24h,以减少环境因素对测量结果的影响。在整个调查期间内,剂量计的布放位置都严格保持一致。

用北京261厂生产的FJ-377热释光读数仪测量读数。

三、测量方法

剂量计在布放点的布放周期是3个月左右。从布放点取出剂量计到送达实验室路程上所需时间一般不超过8h。如果当天不能读数测量,则存放在实验室内,在以后的测量结果中扣除存放在实验室中所产生的附加剂量。

剂量计用 ^{60}Co 源刻度。 ^{60}Co 源的标准照射量按月进行衰减修正。每次刻度剂量计的辐照位置和辐照时间都严格保持一致。

每只剂量计测量5个平行样品,需要时可测到10个平行样品。测量读数时通氮气保护。

四、结果和讨论

这次调查从1985年3月开始至1987年4月结束。

表1列出了18个布放点的年累积照射量和平均年累积照射量。从测量数据看,市区8个点的平均年累积照射量比郊县10个点的平均年累积照射量大10%(经 T 检验,当 $\alpha=0.01$ 时,

表 1 上海市年累积照射量表

Table 1 Annual exposure at different sites in Shanghai [$\times 0.258\mu\text{C}/(\text{kg}\cdot\text{a})$]*

地 点 Site	1985—1986	1986—1987	平均值 Average
川 沙 Chuansha	103.5 $\pm$ 3.4	110.0 $\pm$ 2.3	106.8
南 汇 Nanhui	95.1 $\pm$ 3.6	105.2 $\pm$ 2.6	100.2
青 浦 Qingpu	95.5 $\pm$ 2.3	97.5 $\pm$ 2.0	96.5
金 山 Jinshan	86.0 $\pm$ 2.5	93.8 $\pm$ 2.3	89.9
奉 贤 Fengxian	104.2 $\pm$ 4.0	109.1 $\pm$ 2.7	106.7
松 江 Songjiang	97.2 $\pm$ 3.9	103.0 $\pm$ 2.6	100.1
上 海 Shanghai	99.1 $\pm$ 4.0	103.7 $\pm$ 2.0	101.4
嘉 定 Jiading	92.1 $\pm$ 2.2	93.1 $\pm$ 1.6	92.6
宝 山 Baoshan	104.0 $\pm$ 2.7	98.0 $\pm$ 1.9	101.0
崇 明 Chongming	93.8 $\pm$ 4.4	98.2 $\pm$ 2.4	96.0
郊 县 Suburbs	99.1		
人民公园 Renmin Park	112.6 $\pm$ 2.8	104.8 $\pm$ 3.4	108.7
虹口公园 Hongkou Park	106.8 $\pm$ 3.0	106.7 $\pm$ 2.3	106.8
蓬莱公园 Penglai Park	125.6 $\pm$ 2.5	122.2 $\pm$ 2.8	123.9
杨浦公园 Yangpu Park	121.9 $\pm$ 3.6	116.6 $\pm$ 2.4	119.3
闸北公园 Zhabei Park	104.5 $\pm$ 2.8	101.8 $\pm$ 2.4	103.2
浦东公园 Pudong Park	101.7 $\pm$ 2.8	101.0 $\pm$ 2.4	101.4
东安公园 Dongan Park	107.1 $\pm$ 2.7	105.5 $\pm$ 2.7	106.3
中山公园 Zhongshan Park	110.0 $\pm$ 2.8	104.2 $\pm$ 2.8	107.1
市 区 Urban districts	109.6		

* 1mR=0.258 $\mu\text{C}/\text{kg}$

表 2 上海市年累积照射量加权平均值表

Table 2 The weighted annual average exposures in Shanghai [$\times 0.258\mu\text{C}/(\text{kg}\cdot\text{a})$]

地 点 Site	范 围 Range	按点算术平均值 Average of sites	人口加权平均值 Population-weighted average	面积加权平均值 Area-weighted average
市 区 Urban districts	101.4—123.9	109.6 $\pm$ 0.7		
郊 区 Suburbs	89.9—106.8	99.1 $\pm$ 0.6	99.3 $\pm$ 0.6	98.7 $\pm$ 0.6
上海市 Shanghai area	89.9—123.9	103.8 $\pm$ 0.4	100.8 $\pm$ 0.5	99.2 $\pm$ 0.6

表 3 本次调查同1982年全国剂量率调查结果的比较($\times 10^{-8}\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$)

Table 3 The comparison of the results between this annual exposure survey from 1985—1987 and the national radiation dose rate survey from 1982—1984

	按点算术均值 Average exposure of sites	人口加权均值 Population-weighted average exposure	面积加权均值 Area-weighted average exposure
本次调查 This survey	6.7	7.2	6.7
1982年全国剂量率调查 National radiation dose rate survey	6.95	6.98	7.13

$|t| > t_{1-\alpha/2}$ 。

表2列出了上海市年累积照射量的各项加权平均值。由于市区内的布放点所代表的人口和面积很难估算,所以没有给出市区的人口加权平均值和面积加权平均值。上海市区人口占上海市总人口的52.3%,所以市区的高年累积照射量对上海市的年累积照射量人口加权平均值贡献较大,使上海市的人口加权平均值比郊县的人口加权平均值大4.5%。上海市区的面积由于仅占上海市总面积的3.8%,市区的高年累积照射量对上海市的面积加权值贡献较小,仅使上海市年累积照射量面积加权平均值比郊县面积加权平均值大0.5%。

表3是这次调查结果同1982年—1983年全国天然环境电离辐射外照射剂量率调查^[2]室外结果的比较。表3中已将这次得到的年累积照射量换算成剂量率,并将宇宙射线所贡献的那部分($3.2 \times 10^{-8} \text{Gyh}^{-1}$)扣除掉。虽然这两次调查使用的仪器不同(一个测累积照射量,一个测瞬时剂量率),但所得结果是十分接近的。

五、结 论

1. 上海市人口加权年累积照射量为 $104.8 (\times 0.258 \mu\text{C/kg})$ 。扣除宇宙射线的影响,换算成地面 γ 剂量率为 $7.2 \times 10^{-8} \text{Gyh}^{-1}$ 。这个值低于全国人口加权平均值 $8.03 \times 10^{-8} \text{Gyh}^{-1}$,但高于联合国原子辐射效应科学委员会1982年报告中给出的人口加权平均值 $5.0 \times 10^{-8} \text{Gyh}^{-1}$ ^[3]。

2. 上海市面积加权年累积照射量为 $99.2 (\times 0.258 \mu\text{C/kg})$ 。扣除宇宙射线的影响,换算成地面 γ 剂量率为 $6.6 \times 10^{-8} \text{Gyh}^{-1}$ 。这个值低于全国面积加权平均值 $8.23 \times 10^{-8} \text{Gyh}^{-1}$ 。

3. 市区的年累积照射量平均值高于郊县年累积照射量平均值。市区中人口密集和工业密集区的年累积照射量又高于其它区的年累积照射量。

4. 测量吸收剂量率同测量累积照射量所得到的结果符合得较好,这说明在适当的条件下选用适当的剂量率仪测量环境剂量是可行的;所得结果是可靠的。

参 考 文 献

[1] H. L. Beck, CONF-720805-PI, 1974, p. 101.

[2] 王其亮等,我国天然环境电离辐射外照射剂量的调查与评价,中华放射医学与防护杂志,7(1987),2:78.

[3] UNSCEAR, Ionizing radiation: Sources and biological effects, 1982.

Survey of external exposure from natural environmental radiation in Shanghai

Yan Xiaowei Zhou Zhixin

(Shanghai Institute of Radiation Medicine, Shanghai Medical University)

Abstract

A survey of external exposure from natural environmental radiation in Shanghai from 1985 to 1987 was made by thermoluminescence dosimeter. The annual population-weighted external exposure of residents and the area weighted external exposure in Shanghai area were $104.8 (\times 0.258 \mu\text{C/kg})$ and $99.2 (\times 0.258 \mu\text{C/kg})$ respectively.

A comparison between the survey of annual integral exposure in Shanghai during this period and the survey of radiation dose in whole country from 1982 to 1984 was also made.

Keywords: Natural environmental radiation Integral external exposure
Survey Thermoluminescence dosimeter Shanghai

(1987年8月14日收到)