

深圳市放射工作人员的个人剂量水平

肖慧娟

(深圳市卫生防疫站, 深圳 518020)

中图分类号: R144 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2000)02-082-01

放射工作人员个人剂量监测是放射卫生防护管理的重要手段, 它可以较准确地反映放射工作人员接受的剂量, 为放射卫生防护监督和放射工作人员的健康评价提供重要的个人剂量依据。根据国家《放射工作人员个人剂量监测方法》^[1], 深圳市已于 1992 年起对全市放射工作人员进行个人剂量监测。监测人数逐年增加。本文对近三年的监测结果作一报道。

1 监测方法

1.1 仪器 FJ-377, FJ-427 热释光剂量计(北京核仪器厂生产); FJ-411 退火炉(北京核仪器厂生产); LiF(Mg, Cu, P) IRMT-1988(II)型热释光剂量计(中国计量科学院提供)。

1.2 测量方法 TLD 通常在发放前 4~5 天, 经热处理退火。消除先前积累的辐射信息后, 发放给有关放射工作人员, 佩戴在左胸部, 佩戴周期为二个月。同时以相同剂量计放在与放射工作人员工作场所建筑结构相近的非放射工作场所的房内, 用以扣除天然辐射的影响。个人剂量当量计算公式如下。

$$H=\sum_{i=1}^6Cf\times F\times(Xg-Xb)\times Wr$$

式中: H—年剂量当量(mSv/a)

Cf—刻度系数

F—照射量与吸收剂量的转换系数

Xg—个人剂量计读数平均值

Xb—本底剂量计读数平均值

Wr—辐射权重因子, 对于 X 射线 Wr 值取 1

测量方法的总不确定度为 10mSv~100mSv

2 质量保证

2.1 对使用中的热释光测量仪, 定期调试和刻度, 使之达到最佳测量条件。剂量计在使用前分组、筛选、刻度。先后参加广东省、大亚湾核电站及卫生部工业卫生实验所组织的质控对比, 均取得满意结果。

2.2 设专人负责并制定规范的工作程序, 对测量中出现的超过控制周期内剂量限值 3/10 者, 及时进行异常受照调查, 并剔除虚假数据, 保证真实性。

2.3 严格控制本底。为扣除剂量计在监测周期内接受的环境本底照射, 每个监测周期均要求被监测单位同时放置本底剂量计。

3 结果和讨论

3.1 低于最低判断限剂量的记录方法

在日常监测中, 我们对放射工作人员的剂量计读数低于本底剂量计读数的情况。自 1996 年起, 我们采用了新的记录方法。即将历年来各单位的本底值加以统计, 先求出各单位的最低判断限(Lc)。

Lc 的计算公式如下:

$$Lc=K\times\sqrt{(1+1/n)\times Sb}$$

K—95%的置信水平的置信因子常数

n—本底样本数

Sb—本底样本的标准差

放射工作人员个人剂量用小于 Dm 方法记录, Dm 则用下式求出

$$Dm=(Dt-Db)+Lc$$

Dt—放射工作人员个人佩戴的剂量计测得的剂量

Db—同一监测周期内测得的本底剂量

3.2 放射工作人员的剂量水平

放射工作人员年剂量当量相对频数分布见表 1。

表 1 放射工作人员年剂量当量相对频数分布(1996~1998 年)

监测年份	监测人数	年剂量当量相对频数分布(%)			
		< 5mSv	5mSv~	15mSv~	50mSv~
1996	556	99.28	0.54	0.18	0.00
1997	523	98.28	1.53	0.19	0.00
1998	629	99.05	0.79	0.16	0.00

由表 1 可见, 三年来, 深圳市放射工作人员所受到的年剂量当量一直是很低的。年剂量当量小于 5mSv 的放射工作人员占总监测人数的 98%, 超过 5mSv 的人仅占 2% 以下, 而大于 15mSv 的人员则不到 0.2%。三年来无一人的年剂量当量大于 50mSv。由此可见, 我市绝大多数放射工作人员的年剂量当量低于国家规定的职业人员年剂量当量限值的 1/10。这不仅是因为我市各医疗单位近年来放射诊断设备不断更新, 主要是由于近年来加强了放射卫生监督执法力度及国家有关放射卫生防护法规的宣传, 每年两期的放射防护知识培训不断提高了放射工作人员的自我防护意识有关。

我市医用诊断放射工作人员数约占放射工作人员总数的 80%, 表 2 列出了这部分人员的年人均剂量当量。由表 2 可见, 深圳市 1996~1998 年 X 射线医用诊断人员年人均剂量当量分别为 1.27、1.13 和 1.28mSv。剂量当量小于 5mSv 的人占 98% 以上。MR 值在 0~0.05。在联合国原子辐射效应科学委员会发表的正常范围 0.05~0.50 之内, 这说明我市 X 射线诊断人员的工作场所防护是好的, 工作条件是安全的, 与国际上的防护水平相近。

表 2 医用诊断 X 射线工作人员个人剂量监测结果

监测年份	监测例数	年剂量频数分布(人次/年)				年人均剂量当量(mSv)	MR
		< 5	5~	15~	50(mSv)~		
1996	447	445	1	1	0	1.270	0.03
1997	418	410	7	1	0	1.129	0.05
1998	498	495	3	0	0	1.282	0

1998 年不同工种放射工作人员剂量水平及分布见表 3 所示, 99% 的放射工作人员的年人均剂量当量低于 5mSv, 无一例 > 50mSv。不同工种中, 工业探伤的年人均剂量当量最高, 为 1.703mSv, 这与上海市卫生防疫站报道的结果相一致^[2]。其次是核医学, X 射线医用诊断次之。由此可见, 深圳市放射卫生防护工作和个人剂量监测的重点应是工业探伤, 核医学和医用诊断 X 射线。由于 X 射线诊断人员所占的比例最大, 因此, 加强对他们的防护, 控制其受照剂量, 将能有效地降低全市放射工作人员的集体剂量当量。

表 3 1998 年不同职业受照的个人剂量监测结果

受照类型	监测例数	年剂量频数分布(人次/年)				年人均剂量当量(mSv)
		< 5	5~	15~	50(mSv)~	
X 射线诊断	498	495	3	0	0	1.282
核医学	22	22	0	0	0	1.433
工业探伤	68	65	2	1	0	1.703
同位素生产	34	34	0	0	0	1.248
非医用加速器	3	3	0	0	0	0.928
其它	4	4	0	0	0	0.082
合计	629	623	5	1	0	1.343

对某辐照装置新增装源量的核查

周小亚

(江苏省卫生防疫站, 南京 210009)

中图分类号: R147; X591 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2000)02-083-01

某辐照加工装置, 装有钴-60 源 2 68 PBq, 其中英国进口源棒 6 根(1.8 PBq, 其余 126 根均为已使用 1~2 个半衰期的国产源。该厂决定将 126 根国产源全部淘汰, 新装 6 根英国进口源, 活度为 2.63 PBq。应该厂要求, 笔者对新装源活度进行了核查。

1 使用仪器和测试方法

12 根源管在源架上的排列见图 1。

使用英国造 FARMER 2570 型 X、γ 剂量仪, 该仪器经检定在有效期内。将 FARMER-2570 的探头固定在距源架 2m, 离地面 0.735m 的移动架上, 开启仪器, 输入当时温度、大气压及刻度修正系数作自行修正。源升至预定高度, 使探头保持在源管的中心位置, 分别测源架中心、南半区源中心、北半区源中心 10 秒钟累积照射量, 每点测三遍取均值。

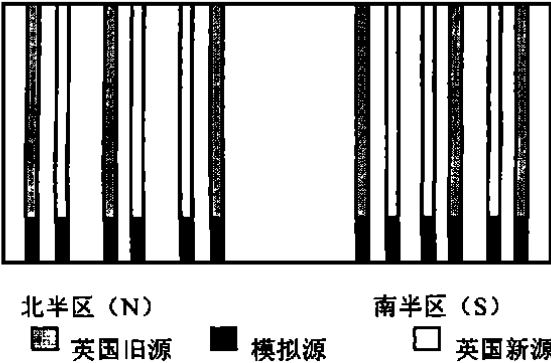


图 1 源管排列顺序示意图

根据源管的分布, 计算各测试点的照射量率, 使之与测试值比较, 以核查装源量。

2 测试与计算结果

2.1 测试数据见表 1

表 1 距源架 2m 处的 γ 照射量

测试位置	γ 照射量 (R/10s)			γ 照射量率均值 (C/kg·s)
	第一次	第二次	第三次	
板源中心	89.26	89.30	89.33	2.30×10^{-3}
南半区源中心	86.40	86.33	86.35	2.23×10^{-3}
北半区源中心	83.70	83.74	83.76	2.16×10^{-3}

2.2 数据计算

源管中心外某点的 γ 照射量率计算公式如下:

$$\dot{X} = \frac{2A\Gamma}{L^2 r} \lg^{-1} \frac{L}{2r} \dots \dots (1)$$

式(1)中, A—源棒活度 Bq
r—某点距源棒的距离 m,
L—源管高度 m

Γ — ^{60}Co 的照射量率常数, 为 $2.56 \times 10^{-18} \text{C} \cdot \text{m}^2/\text{kg}$
由于 $L=0.451\text{m}, r \geq 2\text{m}, L \ll r$, 故(1)式可简化为:

$$\dot{X} = \frac{A\Gamma}{H^2} \dots \dots (2)$$

在源架外某点的 γ 照射量率则为:

$$\dot{X} = \sum_i \frac{A_i \Gamma}{r_i^2} \dots \dots (3)$$
 式(3)中, $i=1-12$ 现将有关计算参数列于表 2。

表 2 计算参数

编号	源棒活度 (10 ¹⁴ Bq)	距测试点距离 (m)		
		中心测试点	南半区测试点	北半区测试点
1	2.74	2.26	2.02	2.41
2	4.38	2.23	2.01	2.37
3	2.19	2.16	2.00	2.29
4	4.46	2.14	2.00	2.26
5	4.42	2.08	2.01	2.21
6	2.73	2.06	2.02	2.18
7	2.72	2.06	2.18	2.02
8	4.42	2.08	2.21	2.01
9	4.45	2.14	2.26	2.00
10	2.18	2.16	2.29	2.00
11	4.44	2.23	2.37	2.01
12	2.72	2.26	2.41	2.02

将各参数代入(3)式, 计算所得结果为:

中心测点: $\dot{X}_C = 2.32 \times 10^{-3} \text{C/kg} \cdot \text{s}$

南半区中心测点: $\dot{X}_S = 2.36 \times 10^{-3} \text{C/kg} \cdot \text{s}$

北半区中心测点: $\dot{X}_N = 2.36 \times 10^{-3} \text{C/kg} \cdot \text{s}$

3 结论

将计算值与实测值列入表 3 加以比较:

表 3 计算值与实测值的比较

	计算值 (C/kg·s)	实测值 (C/kg·s)	实测值/计算值
\dot{X}_C	2.32×10^{-3}	2.30×10^{-3}	99.14%
\dot{X}_S	2.36×10^{-3}	2.23×10^{-3}	94.49%
\dot{X}_N	2.36×10^{-3}	2.16×10^{-3}	91.53%

由表 3 可见, 实测值与理论计算值之间的偏差为 $- (4.95 \pm 3.13)\%$, 范围为 $-0.86\% \sim -8.47\%$ 。考虑到源管的自吸收的影响(一般为 5%左右), 及工业辐照用钴源的出厂标准为标称活度 $\pm 10\%$, 因此该批源棒活度标称值是可信的。

参考文献:

[1] 方杰. 辐射防护导论[M]. 北京: 原子能出版社, 1991.

收稿日期: 1999-06-04

综上所述, 深圳市近年来放射工作人员年剂量水平达到了 1990 年国际放射防护委员会(ICRP)60 号出版物对放射工作人员年剂量限值新建议, 5 年内不大于 100mSv, 平均每年 20mSv, 其中一年不超过 50mSv 的限值水平。这说明, 深圳市放射防护的总水平是令人满意的。

参考文献:

[1] GB5294-85, 放射工作人员个人剂量监测方法[S].
[2] 杨伯云, 朱剑雯, 朱永康, 等. 上海市 1990~1994 年放射工作人员外照射个人剂量水平与评价[J]. 中华放射医学与防护杂志, 1996, 16(4): 264

收稿日期: 1999-05-19