

山东省放射工作人员外照射个人 剂量水平分析

孙淼 刘兵 颜燕 孙积涛

(山东省卫生防疫站, 济南 250014)

通过个人剂量监测,可以了解放射工作人员的剂量情况,发现防护的薄弱环节,改进辐射防护条件,同时为放射损伤诊断及制订国家标准提供可靠依据。1985 年我国颁布了《放射工作人员个人剂量监测方法》^{〔1〕}(以下简称《方法》)和《放射工作人员个人剂量监测规定》^{〔2〕}(以下简称《规定》)。我们于 1985 年 8 月在淄博进行了个人剂量监测试点,于 1987 年 4 月在全省大面积展开。截止到 1994 年,共对放射工作人员 20249 人次进行了外照射个人剂量监测,年均剂量波动在 0.90~2.60mSv/a 之间,有 95.1%的放射工作人员年剂量在限值的十分之一以下。

1 仪器设备

1.1 FJ—377 热释光剂量仪,北京核仪器厂生产。经过优选的最佳阶梯性升温程序为预热 140℃、15S;测量 235℃、15S;升温速率 2.5S;灵敏率 2830。

1.2 TLD—Ⅰ、Ⅱ型热释光精密退火炉,核工业部第七研究所生产。

1.3 LTF(Mg、Cu、P)粉末玻璃棒元件,核工业部第七研究所生产,采用徽章式或 EY—I 型笔式剂量盒装入 3 个元件。

1.4 ¹³⁷Cs 刻度源,1986 年 7 月经中国计量院刻度。

2 监测方法

2.1 剂量计的传递 除济南、青岛、淄博、烟台四市自行监测外,其余市地均与省站协作进行。由省防疫站提供剂量计,市、地防疫站负责领取、发放、收回并送交省防疫站测量、评价。

2.2 监测周期 三个月。

2.3 计算方法及评价 按《方法》要求执行

3 质量控制 除统一部署、统一方案方法、坚持责任制的行政措施外,采取了以下技术

措施:

3.1 定期筛选刻度元件 对剂量元件定期清洗,按 5%的分散度筛选分档并刻度,每年一次。

3.2 严格控制退火条件 在剂量元件发放前 1~2 天进行退火处理(140℃,10min),快速冷却。对原受照剂量较大的元件重复退火,充分消除残留剂量。

3.3 参加比对并通过检定 我站的个人剂量测量系统参加过中国医学科学院放射医学研究所组织的全国比对,各项指标均符合要求,并先后两次通过中国计量院组织的检定,获得检定证书。测量装置的各项指标符合《个人剂量监测用 X、γ 辐射热释光剂量测量装置检定规程》^{〔3〕}的要求。

3.4 严格控制本底 为扣除剂量计在存放、运输旅途及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存放本底剂量计。

3.5 填写工作量登记表,剔除少量不可靠数据,保证真实性。

4 监测结果

4.1 山东省放射工作人员外照射剂量水平示于表 1

表 1 放射工作人员不同年份的照射剂量

年份	监测人数	人均年剂量 (mSv/a)	集体剂量 (man·Sv)	NR ₁₅
1987	613	2.30	1.41	/
1988	1623	2.60	4.22	0.027
1989	2225	2.07	4.61	0.012
1990	2613	1.93	5.04	0.010
1991	1309	2.32	3.04	0.033
1992	4106	1.03	4.22	0.010
1993	2195	1.09	2.39	0.006
1994	5565	0.90	5.01	0.007

4.2 1987~1994 年放射工作人员年剂量相对频数分布示于表 2。

表 2 放射工作人员年剂量相对频数分布

年份	监测人数	年剂量相对频数(%)			
		<5	5~	15~	50~ (mSv)
1987	613	93.8	3.7	1.5	1.0
1988	1623	92.1	4.3	2.7	0.9
1989	2225	96.4	1.7	1.2	0.7
1990	2613	96.6	1.8	1.0	0.6
1991	1309	92.1	3.4	3.3	0.2
1992	4106	96.0	2.6	1.0	0.4
1993	2195	98.3	1.0	0.6	0.1
1994	5565	93.8	5.5	0.7	0
总计	20249	95.1	3.3	1.2	0.4

4.3 1988~1994 年不同工种放射工作人员

表 4 1992~1994 年各工种放射工作人员集体剂量(man·mSv)

工 种	1992		1993		1994	
	人数	集体剂量	人数	集体剂量	人数	集体剂量
诊断 X 线	2584	3492.02	1375	1743.92	2507	2791.24
核 医 学	116	28.05	36	13.55	129	45.10
放射治疗	168	114.44	54	61.87	205	230.05
工业探伤	795	450.73	389	281.05	1262	1400.13
其 它	443	151.09	341	281.76	1462	524.08
总 计	4106	4236.33	2195	2382.15	5565	4990.60

4.5 1988~1990 及 1992 年不同级别医院医用诊断 X 线工作者个人剂量水平示于表 5。

表 5 不同级别医院医用诊断 X 线工作者个人剂量水平

医院级别	年剂量频数分布				人 均 年剂量 (mSv/a)
	<5	5~	15~	50~ (mSv)	
省市级(905)*	846	35	20	4	1.86
县级(697)	644	39	10	4	2.39
企业厂矿(201)	192	3	6	0	1.57
乡镇级(121)	107	5	5	4	10.10

* 括号内为监测人次

5 结果分析

5.1 由表 1 看出 1987~1994 年间的年均剂量在 2.60~0.90mSv/a 之间,明显低于职业照射年剂量限值的十分之一,总体呈下降趋势,这与全国的监测结果是一致的^[4]。随着监测人数的逐年增多,集体剂量亦逐年升高,但超过年限值十分之三的人数(NR₁₅)却逐年下降。这一方面说明随着经济的发展,设备、防护条件不断得到改善;另一方面亦说明通过长期不懈地抓防护监督管理、宣传教育、完善防护措施所取得的成效。设备条件与防护管理相辅相成。

5.2 由表 2 可看出 1987~1994 年间,年剂量在限值十分之一以下的相对频数在

员的年剂量频数分布示于表 3。

4.4 1992~1994 年各工种放射工作人员集体剂量示于表 4。

表 3 1988~1994 年不同工种放射工作人员年剂量频数分布

工种	年剂量频数分布(人次)				人 均 年剂量 (mSv/a)
	<5	5~	15~	50~ (mSv)	
诊断 X 线(12147)*	11611	316	176	44	1.82
放射治疗(588)	555	21	9	3	1.23
核医学(408)	399	8	1	0	0.54
工业探伤(3989)	3887	64	21	17	1.10
其 它(2493)	2235	230	27	1	0.46
总 计(19625)	18687	639	234	65	1.46

* 括号内为监测人次

92.1%~98.3%之间,加权平均为 95.1%,而超过年限值者一直保持在 1%以下,且逐年降低,到 1994 年降为 0。这说明我省的绝大部分放射工作人员是在较安全的条件下工作的。

5.3 由表 3 可见历年各工种的年剂量均在年限值的十分之一以下,其中医用诊断 X 线的年均剂量较其它工种高,这主要是由于乡镇级医院大多是医用诊断 X 线,而工作人员个人剂量水平又较高引起的。“其它”工种包括工业用料位计、密度计、厚度计、教学科研等放射工作,剂量最低。原因是这些工种用源活度较低,工作人员接触时间少,一般也易于防护。

5.4 表 4 列出了 1992~1994 年各专业放射工作人员的集体剂量,其中诊断 X 线对集体剂量贡献最大,而个人剂量年均值又相对偏高,所以对医用诊断 X 线的防护依然不能放松。1994 年我省的个人剂量监测人数增加到 5565 人,说明个人剂量监测工作已逐步深入广大,而在三年间工探和“其它”工种的监测人数增加最快,形成这种现象的主要原因是工探、工业用源等工业部门承受个人剂量监测收费的能力较医疗系统要大得多,监测工作容易进行。

5.5 由表 5 四个年度的统计结果可看出,医用诊断 X 线工作者的个人剂量水平为省市级医院<企业厂矿医院<县级医院<乡镇级医院。出现这种现象的原因是省市级医院设备光进、工作人员多又素质较高,防护意识强,故所受剂量最低。县级医院工作量大,仪器设备、防护条件又不及省市级医院好,势必造成较大剂量。乡镇级医院由于设备陈旧,工作人员少而素质较低、防护条件差,虽说工作量不大,接受剂量却较高。这提示我们今后应注意改善乡镇级医院的医疗设备、工作条件,增强对放射工作人员的培训,以促进他们个人防护意识和自身素质的提高,降低剂量水平。

总之,自从国家颁布《规定》和《方法》以来,我省在个人剂量监测与管理方面,取得了

一定成绩和经验,但也存在不少问题,距国家法规要求并与先进省市相比还有一定的差距,今后还需在监测的深度、广度和组织工作等方面作出新的努力,争取达到一个新水平。

参 考 文 献

1 中华人民共和国国家标准:放射工作人员个人剂量监测方法(GB5294~85)。
2 卫生部.放射工作人员个人剂量监测规定。(85)卫防字第 71 号。1985。
3 中华人民共和国国家计量检定规程(JJG593—89)。个人监测用 X、γ 辐射热释光剂量测量装置。
4 张良安,等。我国放射工作人员接受剂量水平分析。中华放射医学与防护杂志,1992,12(增刊):6。

(1995 年 10 月 16 日收稿)

(上接 170 页)

1992 年用雨量器接收降水(雨、雪),每月降水合并后均匀取样,用火焰光度法测钾,推算出钾—40 放射性水平。由气象部门提供本年度降水量的确切资料。全年降水中⁴⁰K 放射性水平平均值为 0.18±0.12 Bq·L⁻¹,波动范围 0.03~0.38 Bq·L⁻¹。结果列于表 2。

表 2 长春地区 1992 年降水中⁴⁰K 放射性水平

月份	K 含量 (g·L ⁻¹)	降水量 (mm)	⁴⁰ K 放射性水平 (Bq·L ⁻¹)
1	—	1.3	—
2	0.0098	4.0	0.27
3	0.0142	6.5	0.40
4	0.0070	25.3	0.20
5	0.0030	51.7	0.08
6	0.0030	103.6	0.08
7	0.0010	140.6	0.03
8	0.0038	98.6	0.11
9	0.0042	36.0	0.12
10	0.0049	29.4	0.14
11	0.0051	16.4	0.14
12	0.0135	5.9	0.38

1985~1988 年测定了吉林省各地区环境水中的⁴⁰K 放射性水平,结果可见我省饮用水稍高于全国环境水中⁴⁰K 的放射性水平(0.4Bq·L⁻¹),但都在正常值范围内。结果见表 3。

表 3 1985~1988 年吉林省水中⁴⁰K 放射性水平(Bq·L⁻¹)

监测对象	监测结果		
	样本数	均值($\bar{x}\pm s$)	范围值
地表水	44	0.75±0.43	0.30~2.0
地下水	22	0.86±0.54	0.26~2.18
饮用水	27	0.6±0.3	

2 ⁴⁰K 的摄入量估算

⁴⁰K 是主要的天然内照射剂量贡献者之一,世界正常本底地区居民人均内剂量估算为 180μSv/年^[1]。在我国近年组织的两次全国性食品放射含量调查中,对⁴⁰K 经由食品所致摄入量估算结果分别为 2.28×10⁴Bq/年,和(1.5~3.5)×10⁴Bq/年,两者结果基本一致^[1]。我省 1973~1981 年与全国 1962~1987 年,8 个品种主要粮食、蔬菜⁴⁰K 测定结果(见表 1)进行配对数据比较, $P>0.05$,说明我省测定值与全国测定值差异不显著,也可以说基本一致。资料^[1]还证实,我国成年男子由饮水所致⁴⁰K 摄入量约相当于经由食品摄入量的百分之一。以上结果表明,我国、我省成年男子钾日摄入量低于 ICRP 参考人。

3 小结

3.1 报道了降水中⁴⁰K 的放射性水平,其均值 0.18 Bq·L⁻¹低于全国环境水中⁴⁰K 放射水平的均值(0.4 Bq·L⁻¹)。1992 年逐月降水中⁴⁰K 放射水平呈现随降水量的增加而降低的趋势。根据我地区气候特点,也可以认为雨水中⁴⁰K 放射性水平低于雪水。

3.2 本地区主要食品和饮用水中⁴⁰K 放射性水平与全国测定值基本一致,属于正常本底水平,可以认为⁴⁰K 不必作为一种可能污染环境导致对人升高辐射的主要放射性核素来监测。

参 考 文 献

1 诸洪达。环境中⁴⁰K 及其放射卫生学意义。中国辐射卫生,1994,2(3):120
2 高玉堂主编。环境监测常用统计方法。北京:原子能出版社,1980。
3 刘玉兰,等。我国食品和水天然放射性核素水平的调查。中华放射医学与防护杂志,1988,8(增刊):1

(1995 年 12 月 4 日收稿)