

江苏省 2009 - 2011 年部分放射工作人员个人剂量监测结果分析

秦永春 徐小三 杨小勇 陈 群 余宁乐

中图分类号: R144 文献标识码: B 文章编号: 1004 - 714X( 2013) 05 - 0570 - 03

【摘要】 目的 掌握江苏省省管单位 3000 多名放射工作人员 2009 - 2011 年外照射个人剂量水平及分布情况。方法 以 2009 - 2011 年我所检测的放射工作人员外照射个人剂量值为研究对象,按照《职业性外照射个人监测规范》GBZ 128 - 2002 的要求,采用热释光方法监测放射工作人员外照射剂量当量  $H_p(10)$ 。结果 2009 - 2011 年我所监测的放射工作人员的年有效剂量均低于 5 mSv,其中超过 95% 的放射工作人员年有效剂量低于 1 mSv; 2009 - 2011 年放射工作人员的年平均有效剂量分别为 0.192 mSv、0.241 mSv 和 0.180 mSv。

【关键词】 放射工作人员; 个人剂量; 江苏

放射工作人员个人剂量监测是放射防护工作的重要组成部分,也是放射工作人员职业健康监护的重要内容。个人剂量监测数据是客观评价放射工作场所防护水平、管理水平及职业性放射性疾病诊断的重要科学依据。《中华人民共和国职业病防治法》第二十六条明确规定了放射工作人员的个人剂量监测工作<sup>[1]</sup>。现将 2009 - 2011 年江苏省省管单位放射工作人员的外照射个人剂量监测结果分析如下。

1 材料和方法

1.1 仪器设备 GR - 200P 型 LiF( Mg ,Cu ,P) 粉末、圆片探测器 ,RGD - 3、RGD - 3A 型热释光剂量仪 ,Harshaw 5500 型热释光剂量仪 ,Thermo 2000 型退火炉 ,FJ 417 型照射器。

1.2 监测方法 按照《职业性外照射个人监测规范》( GBZ 128 - 2002) <sup>[2]</sup> 进行监测,检测周期为 3 个月,全年监测 4 个周期。

1.3 质量控制 按照《外照射个人剂量系统性能检验规范》( GBZ 207 - 2008) <sup>[3]</sup> 的要求,进行个人剂量监测系统的质量控制工作。热释光剂量仪均经国家计量部门检定,并在检定有效期内使用。粉末探测器经 80 ~ 200 目过筛,圆片探测器先进行外观挑选,再统一退火,用照射器照射一定剂量,测量并按标准误差小于 5% 的条件筛选。

热释光监测系统每年进行检定并参加卫生部组织的个人剂量盲样比对。

1.4 数据处理 一个检测周期内个人剂量监测结果

大于 1 mSv 时,对受照情况进行复查,确保数据真实性;检测结果低于 MDL( Minimum Detectable Level ,最低探测水平) 时,检测结果记录为 1/2 MDL; 当剂量计丢失、损坏或因故得不到读数,在工作人员未受到异常照射时,检测结果以“名义剂量”替代;数据修约按《数值修约规则与极限数值的表示和判定》( GB 8170 - 2008) <sup>[4]</sup> 的要求进行。

2 结果

2.1 不同职业类别放射工作人员监测人数和年有效剂量结果 不同职业类别放射工作人员人数和年有效剂量结果见表 1 ~ 表 3。

表 1 2009 年不同职业类别放射工作人员人数和年有效剂量

职业类别	放射工作人员数(人)	构成比(%)	年集体有效剂量(人·Sv)	人均年有效剂量(mSv/a)
诊断放射学 2A	1 044	34.6	2.31E - 01	0.221
牙科放射学 2B	9	0.3	9.85E - 04	< MDL
核医学 2C	160	5.3	8.88E - 02	0.555
放射治疗 2D	959	31.8	1.18E - 01	< MDL
介入放射学 2E	175	5.8	7.55E - 02	0.431
工业辐照 3A	137	4.5	6.37E - 03	< MDL
工业探伤 3B	78	2.6	1.51E - 02	0.194
放射性同位素生产 3D	7	0.2	4.34E - 03	0.620
加速器运行 3F	19	0.6	1.10E - 02	0.579
工业其它 3G	342	11.3	2.33E - 02	< MDL
石油和天然气工业 4D	2	0.1	3.00E - 05	< MDL
教育 5A	73	2.4	3.10E - 03	< MDL
其它其它 5D	13	0.4	5.55E - 04	< MDL
总计	3 018	100	5.78 E - 01	0.192

基金项目: 卫生行业科研专项( 201002009)  
作者单位: 江苏省疾病预防控制中心,江苏 南京 210009  
作者简介: 秦永春( 1981 - ),女,医师,从事放射性测量工作。

表 2 2010 年不同职业类别  
放射工作人员人数和年有效剂量

职业类别	放射工作 人员数(人)	构成比 (%)	年集体有效 剂量(人·Sv)	人均年有效 剂量(mSv/a)
诊断放射学 2A	1 101	33.4	3.25E-01	0.295
牙科放射学 2B	9	0.3	6.75E-04	< MDL
核医学 2C	181	5.5	1.22E-01	0.674
放射治疗 2D	957	29.0	1.41E-01	< MDL
介入放射学 2E	250	7.6	1.40E-01	0.560
工业辐照 3A	95	2.9	2.95E-03	< MDL
工业探伤 3B	97	2.9	1.73E-02	0.178
放射性同位素生产 3D	6	0.2	1.72E-03	0.287
加速器运行 3F	32	1.0	1.04E-02	0.325
工业其它 3G	479	14.5	3.05E-02	< MDL
石油和天然气工业 4D	3	0.1	4.50E-05	< MDL
教育 5A	75	2.3	3.81E-03	< MDL
其它其它 5D	16	0.5	1.59E-03	< MDL
总计	3 301	100	7.97E-01	0.241

由上述 3 个列表可以看出,所监测的放射工作人员中,从事诊断放射学的人员所占比例都是最大,其次为从事放射治疗的工作人员;不同职业类别放射工作人员的年集体有效剂量中,排在第一位的也是诊断放射学,其次,放射治疗学的年集体有效剂量也不容忽视,而核医学和介入放射学的剂量也接近甚至超过了放射治疗学的剂量,成为其中引人注目的组成部分。从人均年有效剂量来看,在医疗照射领域中,从高到低

表 3 2011 年不同职业类别  
放射工作人员人数和年有效剂量

职业类别	放射工作 人员数(人)	构成比 (%)	年集体有效 剂量(人·Sv)	人均年有效 剂量(mSv/a)
诊断放射学 2A	1 193	33.0	2.52E-01	0.211
牙科放射学 2B	8	0.2	6.42E-04	< MDL
核医学 2C	184	5.1	8.66E-02	0.471
放射治疗 2D	1 032	28.5	1.22E-01	< MDL
介入放射学 2E	266	7.4	1.23E-01	0.462
工业辐照 3A	95	2.6	4.02E-03	< MDL
工业探伤 3B	110	3.0	1.16E-02	< MDL
放射性同位素生产 3D	0	0	0	0
加速器运行 3F	44	1.2	1.36E-02	0.309
工业其它 3G	588	16.3	3.04E-02	< MDL
石油和天然气工业 4D	3	0.1	1.29E-04	< MDL
教育 5A	79	2.2	5.53E-03	< MDL
其它其它 5D	17	0.5	1.83E-03	< MDL
总计	3 619	100	6.51E-01	0.180

依次为核医学、介入放射学和诊断放射学。2009-2011 年间,所监测的放射工作人员年平均有效剂量均值分别为 0.192 mSv、0.241 mSv 和 0.180 mSv,均低于广西<sup>[5]</sup>(0.620 mSv)及河南<sup>[6]</sup>(0.984 mSv) 2003-2007 年部分放射工作人员人均年有效剂量。

2.2 不同职业类别放射工作人员年有效剂量的区间分布 对各职业类别放射工作人员人数分布按年有效剂量不同区间进行统计,结果见表 4~表 6。

表 4 2009 年不同职业类别放射工作人员年有效剂量区间分布

职业类别	监测人数	< MDL		MDL ~		1.0 mSv ~		5.0 mSv ~	
		人数	构成比(%)	人数	构成比(%)	人数	构成比(%)	人数	构成比(%)
诊断放射学 2A	1 044	260	24.9	757	72.5	27	2.6	0	0
牙科放射学 2B	9	2	22.2	7	77.8	0	0.0	0	0
核医学 2C	160	18	11.2	111	69.4	31	19.4	0	0
放射治疗 2D	959	461	48.1	490	51.1	8	0.8	0	0
介入放射学 2E	175	55	31.4	89	50.9	31	17.7	0	0
工业辐照 3A	137	87	63.5	50	36.5	0	0.0	0	0
工业探伤 3B	78	30	38.5	46	59.0	2	2.6	0	0
放射性同位素生产 3D	7	5	71.4	2	28.6	0	0.0	0	0
加速器运行 3F	19	17	89.5	2	10.5	0	0	0	0
工业其它 3G	342	137	40.1	204	59.6	1	0.3	0	0
石油和天然气工业 4D	2	2	100	0	0.0	0	0.0	0	0
教育 5A	75	61	81.3	14	18.7	0	0.0	0	0
其它其它 5D	13	9	69.2	4	30.8	0	0.0	0	0
总计	3 020	1 144	37.9	1 776	58.8	100	3.3	0	0

由表 4~6 可以看出,2009-2011 年间所监测的放射工作人员年有效剂量均低于 5 mSv,符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)<sup>[7]</sup>标准的要求。年有效剂量低于 1 mSv 的放射工作人员所占比例均超过工作人员总数的 95%,其中年有效剂量位于测量系统探测限和 1.0mSv 之间的人数最多,

占放射工作人员总数的半数以上,而年有效剂量在 1 mSv 至 5 mSv 之间的人员所占比例均低于放射工作人员总数的 5%。从职业类别来看,剂量大于 1 mSv 的放射工作人员中,从事核医学和介入放射学的在本职业类别人员总数中所占构成比最大。

表 5 2010 年不同职业类别放射工作人员年有效剂量区间分布

职业类别	监测人数	< MDL		MDL ~		1.0 mSv ~		5.0 mSv ~	
		人数	构成比(%)	人数	构成比(%)	人数	构成比(%)	人数	构成比(%)
诊断放射学 2A	1 101	216	19.7	834	75.7	5	4.6	0	0
牙科放射学 2B	9	6	66.7	3	33.3	0	0	0	0
核医学 2C	181	7	3.9	133	73.5	41	22.7	0	0
放射治疗 2D	957	385	40.2	558	58.3	14	1.5	0	0
介入放射学 2E	250	43	17.2	157	62.8	50	20.0	0	0
工业辐照 3A	95	76	80.0	19	20.0	0	0	0	0
工业探伤 3B	97	37	38.1	56	57.7	4	4.1	0	0
放射性同位素生产 3D	6	1	16.7	5	83.3	0	0	0	0
加速器运行 3F	32	3	9.4	28	87.5	1	3.1	0	0
工业其它 3G	479	322	67.2	156	32.6	1	0.2	0	0
石油和天然气工业 4D	3	3	100	0	0	0	0	0	0
教育 5A	73	58	79.5	15	20.5	0	0	0	0
其它其它 5D	16	3	18.8	13	81.2	0	0	0	0
总计	3 299	1 160	35.2	1 977	59.9	162	4.9	0	0

表 6 2011 年不同职业类别放射工作人员年有效剂量区间分布

职业类别	监测人数	< MDL		MDL ~		1.0 mSv ~		5.0 mSv ~	
		人数	构成比(%)	人数	构成比(%)	人数	构成比(%)	人数	构成比(%)
诊断放射学 2A	1 193	279	23.4	904	75.8	10	0.8	0	0
牙科放射学 2B	8	4	50.0	4	50.0	0	0	0	0
核医学 2C	184	16	8.7	143	77.7	25	13.6	0	0
放射治疗 2D	1 032	527	51.1	503	48.7	2	0.2	0	0
介入放射学 2E	266	34	12.8	195	73.3	37	13.9	0	0
工业辐照 3A	95	67	70.5	28	29.5	0	0	0	0
工业探伤 3B	110	63	57.3	45	40.9	2	1.8	0	0
放射性同位素生产 3D	0	0	0	0	0	0	0	0	0
加速器运行 3F	44	3	6.8	40	90.9	1	2.3	0	0
工业其它 3G	588	441	75.0	146	24.8	1	0.2	0	0
石油和天然气工业 4D	3	2	66.7	1	33.3	0	0	0	0
教育 5A	79	55	69.6	30.4	0	0	0	0	0
其它其它 5D	17	6	35.3	11	64.7	0	0	0	0
总计	3 619	1 497	41.4	2 044	56.5	78	2.2	0	0

### 3 讨论

江苏省疾病预防控制中心 2009 – 2011 年所监测的放射工作人员年有效剂量均值分别为 0.192 mSv , 0.241 mSv 和 0.180 mSv ,其中超过 95% 的放射工作人员年有效剂量低于 1 mSv ,其余放射工作人员年有效剂量均在 1 mSv 至 5 mSv 之间 ,没有超过 5 mSv 的放射工作人员 ,说明我省省管放射工作人员的放射防护条件良好 ,工作环境是安全的。所监测的医学应用放射工作人员中 ,从事诊断放射学、放射治疗学、介入放射学、核医学的人员对年集体有效剂量的贡献最大 ,说明这部分人群的放射工作人员防护值得重视 ,其中 ,以核医学和介入放射学的人均年有效剂量最高 ,而在年有效剂量大于 1 mSv 的放射工作人员中 ,

从事核医学和介入放射学的人员在本类别人员总数中所占构成比也最大 ,可见从事这两项工作的放射工作人员的防护问题尤为值得关注。另外 ,无论是年集体有效剂量 ,还是人均年有效剂量 ,三年中 ,从事诊断放射学的人员均高于从事放射治疗的人员 ,而从构成比来看 ,三年中在年有效剂量大于 1 mSv 的放射工作人员中 ,从事诊断放射学的人员在本类别中所占比例也均高于从事放射治疗的人员。这一方面显示目前放射治疗工作人员的放射防护条件良好 ,另一方面可能也与部分单位提供的放射工作人员职业类别信息不准确有关 ,如有的放射诊断人员实际从事介入放射工作 ,应划入介入放射学一类 ,也有单位采取介入放射工作轮岗制 ,这就给监测单位的判断带来一定的难度 ,这样的放射工作人员该划入何种职业类别? 这还

# 真空断路器电离辐射危害研究

王忠立 路建超 杨海峰 胡新梅 赵 丽 郭 强

中图分类号: R144 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2013)05-0573-04

**【摘要】** 目的 探讨真空断路器耐压测试过程中存在的职业病危害因素及其防护情况。方法 通过职业卫生与放射卫生调查,分析其生产工艺,并对工作现场进行职业危害因素识别、监测和个人剂量监测。结果 真空断路器分闸状态下进行测试时,测量点改造前周围辐射水平明显高于国家标准,改造后周围辐射水平基本符合国家标准,且改造前后具差异有统计学意义( $P < 0.01$ )。结论 真空断路器分闸状态下进行测试时,符合 X 射线产生的基本原理,产生伴生 X 射线。建议加强工作人员防护,制定相关国家标准。

**【关键词】** 耐压测试; 电离辐射; 有效剂量; 伴生 X 射线

真空开关从 20 世纪 60 年代进入电力系统应用以来,由于性能优良,发展迅速,产量不断上升。但真空开关在使用和测试过程中是否产生辐射危害,一直存在争议,且国内外对此鲜有报道。近年来我们通过对数家真空电器企业断路器耐压测试工艺进行职业卫生与放射卫生调查,基本上弄清楚了真空断路器耐压测试过程中存在的电离辐射危害和辐射防护问题,为企业放射风险管理提供可靠的技术支持。

## 1 材料与方法

1.1 研究对象 以甲、乙、丙三家企业生产工艺中涉及到的 13 台(甲企业 6 台、乙企业 5 台、丙企业 2 台)

作者单位: 陕西宝鸡市疾病预防控制中心 陕西 宝鸡 721016  
作者简介: 王忠立(1972-),男,主治医师,从事职业卫生与职业病诊断工作。

有待进一步探讨。另外,除医疗照射以外,工业照射的年集体有效剂量以及人均年有效剂量也不容忽视,但是由于很多职业类别的样本量偏少,再有一些单位反馈个人剂量元件也不规范,造成部分时段的个人剂量数据缺失,因此具体数据这里不再做分析,但这部分放射工作人员的防护问题也不容忽视,建议有关部门加强对这部分放射工作人员的管理。

## 参考文献:

- [1] 中华人民共和国主席令第 52 号. 中华人民共和国职业病防治法[S]. 2011.
- [2] 中华人民共和国卫生部. GBZ 128-2002 职业外照射个人剂量监测规范[S]. 北京: 中国标准出版社 2002.

耐压测试设备为主要研究对象。操作人员 35 人。

1.2 仪器设备 个人剂量监测使用的仪器设备主要有 RGD-3B 型热释光剂量仪, TLD-2000B 型远红外精密退火炉, TLD-2000A 型光子探测器。现场检测使用的仪器设备主要有 FD-3013H 型 X- $\gamma$  辐射仪, FJ-347A 型 X- $\gamma$  辐射仪, 451B 型加压电离室辐射巡测仪, RJ-5 型工频电场(近区)场强仪。仪器设备均经计量部门检定,并在有效期使用。

1.3 方法 外照射个人剂量监测依据 GBZ 128-2002 进行监测。剂量计佩戴周期为 90 天,全年监测 4 个周期。监测质量控制按 GBZ 207-2008 进行。工作场所辐射水平监测评价以辐射防护基本标准 GB 18871-2002 为依据,参照 GBZ 130-2002、GBZ 138-2002 及 GBZ 117-2006 的要求在耐压测试操作位和设备周围设置检测点,检测点距地面 1.0 m,距周围

- [3] 中华人民共和国卫生部. GBZ 207-2008 外照射个人剂量系统性能检验规范[S]. 北京: 中国标准出版社 2008.
- [4] 中华人民共和国卫生部. GB 8170-2008 数值修约规则与极限数值的表示和判定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [5] 谢萍,覃志英,刘丽,等. 2003~2007 年广西部分放射工作人员个人剂量监测结果分析[J]. 中国职业医学, 2009, 36(5): 426-428.
- [6] 程晓军,田崇彬,楚彩芳等. 河南省 2003~2007 年放射诊疗工作人员个人剂量水平调查[J]. 中国辐射卫生, 2009, 18(3): 310-312.
- [7] 中华人民共和国卫生部. GB 18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.