

重庆市工业射线探伤和密封源应用放射工作人员 2011—2012 年外照射个人剂量监测结果分析

周晓剑¹, 杜恒雁², 潘纯珍², 彭建亮¹

摘要: [目的] 了解重庆市工业射线探伤和密封放射源应用放射工作人员的个人剂量水平。[方法] 采用热释光剂量测量法对重庆市 2011—2012 年共 500 名放射工作人员的作业外照射个人剂量进行监测。[结果] 2011—2012 年接受监测的 272 名工业探伤工作人员个人剂量范围为 0.01~4.74 mSv/a, 人均个人剂量为 0.145 mSv/a; 228 名工业密封源应用人员个人剂量范围为 0.01~1.56 mSv/a, 人均个人剂量为 0.075 mSv/a。[结论] 重庆市工业放射防护总体良好, 工作人员个人剂量水平符合国家标准规定的年剂量限值, 但工业探伤高于密封源应用工作人员的人均年有效剂量。

关键词: 放射工作人员; 个人剂量监测; 工业射线探伤; 密封源应用

Individual Dose Monitoring of Industrial Radiographers and Sealed Source Workers in Chongqing, 2011–2012 ZHOU Xiao-jian¹, DU Heng-yan², PAN Chun-zhen², PENG Jian-liang¹ (1.Nuclear and Radiation Safety Center, Ministry of Environmental Protection of People's Republic of China, Beijing 100082, China; 2.Chongqing Radiation Environmental Supervision and Management Station, Chongqing 400015, China) • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To measure the individual dose level of external radiation exposure in the industrial radiographers and sealed source workers in Chongqing. [Methods] Thermoluminescence dosimetry was used to record the occupational external radiation individual dose in 500 workers during 2011–2012. [Results] In 2011–2012, the 272 industrial radiographers' individual doses ranged from 0.01–4.74 mSv/a, and the average of individual dose was 0.145 mSv/a; the 228 sealed source workers' individual doses ranged from 0.01–1.56 mSv/a, and the average of individual dose was 0.075 mSv/a. [Conclusion] The industrial protection in Chongqing city is generally at a high level. The annual individual doses of the workers all meet the requirement of corresponding national standard, but the effective doses of industrial radiographers are higher than those of the sealed source workers.

Key Words: radiation workers; individual dose monitoring; industrial radiography; sealed source use

个人剂量监测是放射防护工作的重要组成部分, 个人剂量监测结果不仅反映职业照射个人受照剂量, 还反映一个地区或单位的放射防护工作状况。个人剂量监测数据能为改进防护条件、保障工作人员的安全健康以及加强放射防护管理提供科学依据。为了解重庆市工业射线探伤和密封源应用放射工作人员的个人剂量水平, 本研究拟对该市工业射线探伤和密封源应用放射工作人员的个人受照剂量进行监测, 并对结果进行分析。

1 对象与方法

1.1 监测对象

目前, 重庆市具备从事个人剂量监测资质的机构有卫生部门检测机构和重庆市辐射环境监督管理站。其中, 非密封放射性同位素与射线装置应用的医疗单位的个人剂量监测大多由卫生检测机构负责; 工业探伤和含密封源仪表应用单位的个

人剂量监测主要由重庆市辐射环境监督管理站负责。本研究的监测对象为 2011—2012 年重庆市工业射线探伤及密封源应用的放射工作人员。

1.2 监测方法

个人剂量监测按照《职业性外照射个人监测规范》^[1]进行。由于工作状态时辐射主要来自操作者的前方, 故个人剂量计佩戴在其左胸前。每次监测时间 3 个月, 一年 4 次为一周期。每次出具一个监测通知单, 一年出具一份年度监测报告。每位放射工作人员监测位置所测得的数据为吸收剂量, 单位为戈瑞 (Gy)。而剂量片采用等效人体组织材料 10 mm 的剂量, 并考虑全身照射, 可以估算测量结果在数值上等于人体的有效剂量 (Sv) 的数值。

1.3 质量控制

个人剂量采用 RGD-3B 型热释光测量系统 (北京防化研究院), 利用 TLD 内装塑封 LiF (Mg, Cu, P) 探测器 (北京康科洛电子有限公司)。每次测量前后均进行校准值验证, 校验和维护设备性能, 确保系统稳定、结果可靠; 并采用质量控制图进行质量控制, 每年由中国计量科学研究院检定一次, 出具合格检定证书。TLD 探测器严格按照技术要求, 使用前经 240℃ 10 min 退火处理。使用合适的人体模型进行校准; 选择具有良好组织

[作者简介] 周晓剑 (1981—), 男, 硕士, 工程师; 研究方向: 核技术利用电离辐射防护; E-mail: zhouxiaojian@chinansc.cn

[作者单位] 1. 环境保护部核与辐射安全中心, 北京 100082; 2. 重庆市辐射环境监督管理站, 重庆 400015

等效性、稳定性、重复性,具有较低探测阈、较宽量程、良好线性度等基本性能的探测器元件。每次使用的探测器在监测实施前进行筛选并留本底对照剂量计;使用质量控制剂量计,确保数据准确、可靠。监测实施过程有剂量计发放、佩戴、运输、回收和保存等每一环节的操作规程,对较高或超标剂量检测结果进行及时调查,剔除非职业照射引起的异常结果,并给予名义剂量,保证个人剂量监测数据的准确性。

2 结果

2.1 监测结果

本研究抽样选取 2011—2012 年重庆市 30 家工业射线探伤单位 272 名放射工作人员和 30 家工业密封源应用单位 228 名放射工作人员的个人剂量监测报告进行分析,分析对象分别约占行业内该类单位和人员的 50% 和 60%,个人剂量监测结果见表 1。

表 1 重庆市工业探伤和密封源应用放射工作人员 2011—2012 年个人剂量监测结果

年份	工业探伤						密封源应用					
	监测人数	个人剂量(mSv/a)		剂量分布(人)			监测人数	个人剂量(mSv/a)		剂量分布(人)		
		范围	平均值	<1 mSv/a	1~5 mSv/a	>5 mSv/a		范围	平均值	<1 mSv/a	1~5 mSv/a	>5 mSv/a
2011	208	0.01~4.74	0.165	205	3	0	140	0.01~1.12	0.080	139	1	0
2012	64	0.01~1.35	0.124	62	2	0	88	0.01~1.56	0.060	86	2	0
合计	272	0.01~4.74	0.145	267	5	0	228	0.01~1.56	0.075	225	3	0

由表 1 可见,2011—2012 年,重庆市接受个人剂量监测的工业探伤和密封源应用放射工作人员年个人剂量范围为 0.01~4.74 mSv。其中,工业探伤人员年个人剂量范围为 0.01~4.74 mSv,平均个人年剂量为 0.145 mSv,有 5 人年剂量在 1~5 mSv 范围内;工业密封源应用人员年个人剂量范围为 0.01~1.56 mSv,平均个人年剂量为 0.075 mSv,有 3 人年剂量在 1~5 mSv 范围内。工业探伤放射工作人员年受照剂量值高于密封源应用人员的年受照剂量值。

2.2 个人剂量的比较

潘纯珍等^[2]对 2006—2008 年连续 3 年重庆市工业探伤和密封源应用工作人员个人剂量进行了统计,工业探伤放射工作人员个人剂量范围为 0.01~6.77 mSv/a,平均值为 0.41~0.91 mSv/a;使用含密封源仪表的放射工作人员个人剂量范围为 0.01~0.54 mSv/a,平均值为 0.06~0.17 mSv/a。《2004 中国卫生统计年鉴》给出了全国射线探伤与密封源应用人均年剂量水平,2003 年射线探伤为 0.794 mSv,密封源应用为 0.737 mSv^[3]。

2011—2012 年重庆市接受个人剂量监测的工业探伤和密封源应用放射工作人员人均年剂量与 2006—2008 年相比,呈现持续、稳定地减少趋势,且其剂量水平低于全国平均水平^[2,5];同样,仅为 1993 年 UNSCEAR 报道的全世界职业照射个人剂量水平(1.4 mSv/a)的 10% 左右^[4],这说明重庆市核技术利用单位的防护条件与安全措施普遍较好。

2.3 异常剂量的核查

在 2011—2012 年的监测中发现,有多名射线探伤工作人员个人剂量检测值异常,其工作单位主动说明并经查实,他们均是由于在工作中疏忽,将剂量计遗留于探伤工作现场而造成的假剂量,在年度剂量处理时已将此剂量剔除,并按照监测规范对相应人员的年度剂量进行了适当修正^[1]。

3 讨论

近年来,重庆市放射工作人员安全防护状况及防护意识逐步提升,对降低职业外照射剂量起到良好的作用。2011—2012 年,重庆市接受个人剂量监测的工业射线探伤和密封源应用人员个人剂量监测结果符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定:职业照射连续 5 年的年平均有效剂量不超过

20 mSv 的限值要求,说明该市工业领域放射工作人员工作环境总体安全可靠。

但监测结果显示,工业探伤放射工作人员接受的职业照射剂量比密封源应用人员高,且有因疏忽导致剂量异常的假象,说明射线工业探伤是放射防护较薄弱的环节,人员的防护意识还不够强。因此,应进一步规范工业探伤人员的个人剂量监测工作,加强探伤工作防护措施,特别是现场探伤作业,更应加强距离防护,利用现场屏蔽装置进一步降低其受照剂量水平。

个人剂量水平较低的单位和个人,说明在辐射实践中考虑了防护与安全最优化原则^[6],将辐射保持在可合理达到的尽可能低的水平。这些人员满足个人剂量当量限值要求的辐射防护原则^[7],但从安全角度出发,建议对射线探伤和密封源应用可根据不同的剂量约束值进行管理和控制。

放射工作人员的个人剂量监测是落实放射防护法律法规的重要组成部分,因此,在监督监测工作中要认真做好个人剂量监测的质量控制,以保证剂量监测的准确性和可靠性,不断提高个人剂量监测水平,保障工作人员与环境安全。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国卫生部. GBZ 128—2002 职业性外照射个人监测规范[S]. 北京: 法律出版社, 2002.
- [2] 潘纯珍, 李业强. 重庆市工业探伤和密封源应用辐射工作人员 2006—2008 年个人剂量监测[J]. 辐射防护通讯, 2010, 30(2): 37-39.
- [3] 中华人民共和国卫生部统计信息中心. 2004 中国卫生统计年鉴[M]. 北京: 中国协和医科大学出版社, 2005: 291.
- [4] 联合国原子效应科学委员会. 世界辐射水平现状[R]. 1993.
- [5] 孟朝华, 苗润青, 郭庆喜, 等. 北京市平谷区个人剂量监测状况与分析[J]. 中国职业医学, 2006, 33(2): 121-122.
- [6] 国家质量监督检验检疫总局. GB 18871—2002 电离辐射防护与辐射源安全的基本标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [7] 郑钧正. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》关于职业照射的控制[J]. 中国职业医学, 2006, 33(4): 299-303.

(收稿日期: 2013-07-23)

(英文编审: 金克峙; 编辑: 何蓉; 校对: 张晶)