

# 济南市非医疗机构放射性危害因素监测情况分析

翟爱华, 宁国英, 辛江波, 秦艺文, 顾玉江

济南市疾病预防控制中心, 山东 济南 250021

**摘要:** **目的** 通过放射性危害因素监测, 了解济南市非医疗放射工作单位(不含军用机构)放射性危害因素接触水平, 放射工作人员的健康管理情况, 找出薄弱环节, 为以后工作重点提供科学依据。 **方法** 对济南市 101 家非医疗放射工作单位的放射性危害因素种类、检测、培训、健康监护等情况进行调查, 并对其中 25 家单位工业探伤、非医用加速器、非密封放射性物质工作场所、核仪表、行包检测仪、其他等 6 类监测对象进行工作场所的辐射水平检测。 **结果** 用人单位涉及的调查对象类别主要有工业探伤、核仪表、行包检测仪、非医用加速器、非密封放射性物质工作场所、其他射线或含源装置; 辐射防护检测仪表配置率 91.84%; 个人剂量报警仪配置率 92.86%; 个人防护用品配置率 97.73%; 放射防护培训率 94.36%, 放射工作人员持证率 92.69%, 个人剂量监测率 95.77%, 职业健康检查率 94.83%; 工作场所辐射防护检测合格率 100.00%。 **结论** 济南市非医疗机构的辐射防护状况与国家的法规标准的要求还有一定差距, 需要进一步加强监管执法, 加大培训力度和宣传力度。

**关键词:** 非医疗机构; 放射性危害因素; 监测; 放射防护

中图分类号: X591 文献标识码: A 文章编号: 1004-714X(2024)04-0415-06

## Analysis of the monitoring of radioactive hazard factors in non-medical institutions in Jinan, China

ZHAI Aihua, NING Guoying, XIN Jiangbo, QIN Yiwen, GU Yujiang

Jinan Center For Disease Control And Prevention, Jinan 250021 China

**Abstract:** **Objective** To investigate the exposure level of radioactive hazard factors and the health management of radiation workers in non-medical radiation institutions (excluding military institutions) in Jinan, China through radioactive hazard factor monitoring, to identify the weak links, and to provide a scientific basis for future work priorities. **Methods** According to the monitoring plan formulated by Jinan Municipal Health Commission, the task undertaking institutions at all levels in Jinan investigated the types of radioactive hazard factors, detection, training, and health monitoring of 101 non-medical radiation institutions in Jinan. In addition, the workplace radiation levels were detected in 25 institutions of 6 types of monitoring objects, including industrial flaw detection, non-medical accelerator, non-sealed radioactive material workplace, nuclear instrument, baggage detector, and others. **Results** The investigation objects included institutions engaged in industrial flaw detection, nuclear instrument, luggage detector, non-medical accelerator, non-sealed source workplace, and others. Of these institutions, 91.84% were equipped with radiation protection detectors, 92.86% were equipped with personal dose alarm, 97.73% were equipped with personal protective equipment, 94.36% performed radiation protection training, 92.69% employed radiation workers with certificates, 95.77% performed personal dose detection, 94.83% performed occupational health examination, and 100.00% were qualified for radiation protection detection in workplace. **Conclusion** There is still a gap between the radiation protection status of non-medical institutions in Jinan and the national regulations and standards, so it is necessary to further strengthen supervision and law enforcement and make greater efforts in training and publicity.

**Keywords:** Non-medical institution; Radioactive hazard factor; Monitoring; Radiation protection

**Corresponding author:** GU Yujiang, E-mail: lwcdgyj@163.com

随着我国经济的发展和科技的进步, 辐射技术应 电力生产、科研和家庭应用等<sup>[1]</sup>, 非医疗机构的数量  
用单位越来越多, 应用范围包括医疗、工业、核试验、 每年都在增长, 非医疗机构放射工作人员数量也在逐

作者简介: 翟爱华 (1975—), 女, 山东济南人, 副主任医师, 从事放射卫生工作。E-mail: 419066147@qq.com。

通信作者: 顾玉江, E-mail: lwcdgyj@163.com

年增加,2019 年我国非医学应用放射工作人员约 18 万人<sup>[2]</sup>,2013—2017 年诊断的职业性放射性疾病中从事工业应用的工作人员占比约 30%<sup>[3]</sup>,其职业卫生问题日益引起人们的重视。了解和掌握非医疗放射工作单位放射性危害因素种类和危害程度、放射工作人员个人剂量监测、职业健康检查和放射防护培训开展等情况,对制定科学有效的辐射防护政策、保障放射工作人员的职业健康至关重要。我国在法律层面提出了对劳动者健康及其相关权益保护,包括对放射工作人员职业健康保护的要求<sup>[4-5]</sup>。本次调查与检测结合国家项目任务,制定符合济南市的方案,就济南市非医疗放射工作单位(不含军用机构)的放射性危害因素种类、放射工作人员职业健康管理、工作场所辐射防护检测等情况进行调查,在收集资料和对放射设备检测的过程中,按方案要求,严把质量控制关,对所收集的资料监测分析,掌握现阶段非医疗机构辐射技术应用及放射工作人员的管理情况,为今后更好的做好非医疗放射机构监测工作提供依据和参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 调查对象与内容

1.1.1 调查对象 济南市 101 家非医疗放射工作单位(不含军用机构),监测范围覆盖全市 12 个区县。

1.1.2 调查内容 管理方面:放射性危害因素种类及接触情况,放射性危害因素检测、职业病危害因素申报;人员方面:放射防护培训、放射工作人员职业健康检查、个人剂量监测;配备的辐射防护检测仪和防护用品:辐射防护巡测仪、个人防护用品、个人剂量报警仪等情况。

### 1.2 检测对象与内容

1.2.1 检测对象 根据 2023 年山东省放射性危害因素监测工作方案要求,结合各区县实际存在的企业类型,济南市选取辖区内 25 家非医疗放射工作单位,分别开展了工业探伤、核仪表、非医用加速器、非密封放射性物质工作场所、行包检测仪、其他射线或含源装置(血液辐照仪、X 射线衍射仪、X 射线荧光光谱仪、X 射线异物检测仪)等 6 类监测对象的放射工作场所检测。

1.2.2 检测内容 检测因素类别包括放射工作场所  $\chi/\gamma$  周围剂量当量率、 $\alpha/\beta$  表面放射性污染检测。

### 1.3 监测方法

1.3.1 用人单位基本情况和职业健康管理情况调查 由各项目承担机构根据市卫生健康委制定的监测

方案对全市 101 家非医疗放射工作单位进行调查,如实填写国家统一制定的《非医疗机构放射工作单位基本情况和职业健康管理情况调查表》,收集汇总,统一对调查表信息进行核实并输入 Excel 2010 软件中,采用描述性分析的方法对数据进行汇总和分析。

1.3.2 工作场所辐射水平检测 检测设备:451P 型  $\chi/\gamma$  辐射巡测仪;RJ32 型  $\chi/\gamma$  脉冲辐射巡测仪;6150-AD 型  $\chi/\gamma$  剂量仪;Como170 型  $\alpha$ 、 $\beta$  表面沾污测量仪。所用仪器均具有中国计量科学研院校准合格证书,且在检定有效期内。所有设备校准之后均做了设备确认记录,3 台外照射设备相互之间做期间核查,误差在 5% 以内。

用上面相关的仪器设备对所调查的各类放射设备的工作场所,按照国家有关的标准进行检测并评价<sup>[6-13]</sup>。

1.4 质量控制 按照制定的放射性危害因素监测质量控制方案,对监测项目全过程进行质量控制,包括对调查人员全面培训,调查表内容规范填报,调查表信息现场核实,放射设备的检测由市疾控中心统一完成,检测人员具有相应的检测能力,并具有相应的资格证书,全部检测设备正常使用,由计量单位校准或检验合格且在有效期内,并对检测数据进行修正,调查数据进行处理等全面质控。

## 2 结果

### 2.1 用人单位基本情况

2.1.1 调查对象类别及辐射源项情况 2023 年全市共监测 101 家非医疗放射工作单位(不含军用机构),调查对象类别涉及工业探伤 70 家、行包检测仪 5 家、核仪表 16 家、非医用加速器 4 家、非密封放射性物质工作场所 2 家、其他 10 家。辐射源项共有射线装置 315 台<sup>[14-15]</sup>(II 类装置 263 台,III 类装置 52 台),其中 X 射线探伤装置 257 台,非医用加速器数 6 台,行包检测仪 7 台,核仪表 7 台,其他 38 台;含源装置 231 台(II 类放射源数 4 枚,IV 类放射源 81 枚,V 类放射源 146 枚),其中核仪表 226 台,其他 5 台;有乙级非密封放射性物质工作场所 3 个。辐射源项情况见表 1。

2.1.2 工作人员基本情况 辖区内监测 101 家非医疗放射工作单位,涉及在职职工 38532 人,其中放射工作人员 653 人(占比 1.69%)。放射工作人员男女比例约 7:1。

2.2 用人单位职业健康管理情况 根据环境保护

表 1 2023 年 101 家非医疗放射工作单位辐射源项情况

Table 1 Radiation source items of 101 non-medical radiation institutions in 2023

类别		分类/台					家数	数量/台	数量构成比(%)
		I	II	III	IV	V			
射线装置	X射线探伤装置	0	257	0	-	-	68	257	46.81
	非医用加速器数	0	6	0	-	-	4	6	1.09
	行包检测仪	0	0	7	-	-	5	7	1.28
	核仪表	0	0	7	-	-	2	7	1.28
	其他	0	0	38	-	-	4	38	6.92
含源装置	核仪表	0	4	0	80	142	14	226	41.17
	其他	0	0	0	1	4	2	5	0.91
非密封放射性物质工作场所		乙级/个					2	3	0.55
合计		-					101	549	100.00

注:有的用人单位存在多种类别的设备,统计家数按非医用加速器、非密封放射性物质工作场所、工业探伤、核仪表、行包检测仪、其他顺序统计,每家只统计1次。

部、国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号《射线装置分类》规定:对公共场所柜式 X 射线行李包检查装置的生产、销售活动按Ⅲ类射线装置管理;对其设备的用户单位实行豁免管理。本次调查的 101 家非医疗放射工作单位中有 3 家使用行包检测仪的单位未纳入统计,涉及放射工作人员 15 人。另外 98 家放射工作单位(放射工作人员共计 638 人)职业健康管理情况如下:

2.2.1 放射性危害因素检测情况 本次调查有 96 家非医疗放射工作单位委托具有相应资质的职业卫生技术服务机构开展了放射性危害因素检测,占 97.96%。

2.2.2 职业病危害因素申报情况 有 88 家非医疗放射工作单位进行了职业病危害因素申报(年度更新),申报率为 89.80%。

2.2.3 辐射监测设备及个人防护用品配置情况 辖区内非医疗放射工作单位对放射工作人员配置的个人防护用品主要有铅橡胶围裙、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅橡胶手套、铅防护眼镜、铅围屏风、其他共计 556 件;配置个人剂量报警仪总数 388 台;配置辐射防护检测仪表总数 140 台。98 家单位中有 96 家配备了个人防护用品(配备率 97.96%), 91 家配备了个人剂量报警仪(配备率 92.86%), 90 家配备了辐射防护检测仪表(配备率 91.84%)。其中所有工业探伤单位都配置了辐射防护检测仪、个人剂量报警仪和防护用品, 1 家非密封工作场所单位配置了表面污染仪、辐射防护巡测仪、个人剂量报警仪、和防护用品, 1 家非医用加速器单位配置了辐射防护检测仪、个人剂量报警仪、中子当量仪及防护用品,其他单位配置报警

仪和(或)防护用品。

2.2.4 放射工作人员管理情况 参加当地卫生部门组织的放射防护培训的有 602 人(培训率 94.36%),持有放射工作人员证的有 558 人(持证率 92.69%),参加个人剂量监测的有 611 人(监测率 95.77%),既往 5 年年有效剂量 > 20 mSv 的 0 人;职业健康检查 605 人(检查率 94.83%)。

2.3 用人单位放射工作场所防护检测 2023 年全市共抽检完成 25 家用人单位的放射工作场所防护检测,其中涉及工业探伤 15 家,非医用加速器 2 家,非密封源工作场所 1 家,核仪表 2 家,行包检测仪 2 家,其他射线或含源装置 3 家。区县覆盖为 100%。检测结果均符合相应的标准要求。用人单位工作场所放射防护检测情况见表 2。

3 讨论

本次通过对 101 家非医疗单位(不含军用机构)放射性危害因素监测发现,济南市非医疗放射工作单位分布范围广,射线装置和放射源种类繁多,非医疗放射工作单位涉及的调查对象主要有工业探伤、核仪表、行包检测仪、非医用加速器、非密封放射性物质工作场所、其他(血液辐照仪、X 射线衍射仪、X 射线荧光光谱仪、X 射线异物检测仪等射线或含源装置),辐射源项以 X 射线探伤装置(46.81%)和含源核仪表(41.17%)为主。本次调查中有 3 家使用行包检测仪的单位未纳入职业健康管理情况统计,对其中 2 家单位的行包检测仪的工作场所进行了放射防护检测,以检测数据为支撑为卫生行政部门制定相关政



表 2 2023 年用人单位工作场所放射防护检测情况

Table 2 Detection of radiation protection in workplaces of institutions in 2023

检测场所类别	检测家数	检测数量	检测因素类别	检测点数	最大值	最大值所在位置
工业探伤	15	21台	X $\gamma$ 周围剂量当量率	483	1.91 $\mu$ Sv/h	工件出入防护门下门缝中
非医用加速器	2	3台	X $\gamma$ 周围剂量当量率	75	1.62 $\mu$ Sv/h	工件出入防护门右门缝距地面1.5 m处
非密封放射性物质工作场所	1	1个	$\alpha/\beta$ 表面放射性污染检测	18	1.58 Bq/cm <sup>2</sup>	分装间地面
			X $\gamma$ 周围剂量当量率	25	1.73 $\mu$ Sv/h	发生器储柜表面
核仪表	2	7台	X $\gamma$ 周围剂量当量率	63	0.96 $\mu$ Sv/h	源下方5 cm
行包检测仪	2	2台	X $\gamma$ 周围剂量当量率	12	0.14 $\mu$ Sv/h	行包出口
其他射线或含源装置	3	6台	X $\gamma$ 周围剂量当量率	78	0.55 $\mu$ Sv/h	含源装置下方5 cm

注:其中有1家单位同时存在非医用加速器、工业探伤2类监测对象。

策提供依据。

本次调查非医疗放射工作单位的放射防护管理情况总体较好,98家(不包括3家使用行包检测仪的单位)非医疗机构放射工作单位职业病危害因素申报率为89.80%,部分机构未进行申报。放射工作人员个人剂量监测率95.77%、职业健康检查率94.83%,放射工作场所放射防护检测仪表配置率91.84%、防护用品配置率97.96%、个人剂量报警仪配置率92.86%,放射工作人员持证率92.69%。相应指标均高于朱卫国等<sup>[16]</sup>报道中于2019年对全国开展的9075家非医疗放射工作单位职业健康管理情况的调查。

本次调查中发现非医疗机构的放射设备管理与人员职业健康管理情况与国家法律法规<sup>[17]</sup>的要求仍有差距。所出现的问题分析如下:一是用人单位企业管理层放射卫生管理意识淡薄,认识不足,偏向于生产,疏于放射性职业病危害因素对放射工作人员健康安全危害的管理;二是单位放射卫生专(兼)职管理人员素质参差不齐,还有部分单位管理人员更换频繁,相关专业知识欠缺,管理不到位,致使有的工作现场未悬挂相应的放射工作制度、工作流程等,还有些单位的放射管理档案资料不全等问题。三是调查中发现少部分用人单位未及时进行职业病危害因素申报,个别单位未按相关规定开展放射性危害因素检测。四是部分单位辐射监测设备和个人防护用品配置不足,放射工作人员防护意识差,配备的防护用品使用率不高,束之高阁。五是单位人员培训不到位不全面。2018年《国务院机构改革方案》明确将原国家安全生产监督管理总局的职业安全健康监督管理职责划归卫生部门管理,在调查中发现部分非医疗机构不清楚这一职责的重新划分<sup>[18]</sup>,对卫生部门在辐射技术应用单位的管理要求不清楚。六是有的单位对放射

工作人员的健康监护不重视,没有到有放射工作人员查体资质的健康查体机构检查,不按照针对放射工作人员的指标检查。七是个人剂量监测方面有的单位存在佩戴剂量计人员不全,有个别放射工作人员未按要求佩戴剂量计,不按要求的时间送检更换,工作中不佩戴或佩戴不规范,致使个人剂量监测报告数据出现偏差,不能更好的反应放射工作人员工作时真实接受射线的情况<sup>[19-21]</sup>。

辐射技术是一把“双刃剑”,放射卫生防护工作事关放射工作人员和公众的健康与安全<sup>[22]</sup>。相关部门应当通过多种形式的职业病防治法等相关法律法规的宣传活动,增强企业管理层的法制观念,明确应承担的法律责任,提高守法自觉性。通过培训、学习增强用人单位和工作人员对放射防护工作的意识,提高放射卫生管理人员的专业知识水平。监管部门要加强对培训的复查和监管,保证单位主要负责人和安全管理培训到位,将对放射性危害因素的防范常识深入各个员工。企业要建立健全职业病危害防治经费保障及使用管理制度,加大防护用品和防护设施的投入力度。监督管理部门要根据法令法规加强对放射工作单位的监管执法,加大检查力度,提高监督质量,认真落实整改,全面做好职业健康安全管理体系的运行控制,全力维护劳动者利益,确保劳动者的身体健康。

**利益冲突** 本研究由署名作者按以下贡献声明独立开展,排名无争议。文章不涉及任何利益冲突

**作者贡献声明** 翟爱华负责设计研究思路、协调、数据分析、起草与修订论文;顾玉江负责确定调查监测对象、设备检测、收集数据、分析数据、质量控制;宁国英参与设备检测、收集资料;辛江波参与收集资料、设备检测;秦艺文参

## 与文献调研与整理

## 参考文献

- [1] 王茂枝, 刘森林. 辐射的来源漫谈[J]. 中国辐射卫生, 2021, 30(2): 238-243. DOI: 10.13491/j.issn.1004-714X.2021.02.025.  
Wang MZ, Liu SL. The sources of radiation[J]. Chin J Radiol Health, 2021, 30(2): 238-243. DOI: 10.13491/j.issn.1004-714X.2021.02.025. (in Chinese)
- [2] 李小亮, 孙全富. 我国放射工作人员职业健康管理现状与问题[J]. 职业卫生与病伤, 2019, 34(6): 327-330.  
Li XL, Sun QF. Occupational health management status and problems in radiation workers in China[J]. Occup Health Damage, 2019, 34(6): 327-330. (in Chinese)
- [3] 李小亮, 苏垠平, 雷淑洁, 等. 2013—2017 年我国职业性放射性疾病诊断情况分析[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2018, 38(10): 779-783. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2018.10.012.  
Li XL, Su YP, Lei SJ, et al. Analysis of occupational radiation sicknesses diagnosed in China from 2013 to 2017[J]. Chin J Radiol Med Prot, 2018, 38(10): 779-783. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2018.10.012. (in Chinese)
- [4] 全国人民代表大会常务委员会. 中华人民共和国职业病防治法(2018 年修正)[EB/OL]. (2018-12-29). [https://www.lexisn.com/law/content.php?provider\\_id=1&isEnglish=N&origin\\_id=3371066](https://www.lexisn.com/law/content.php?provider_id=1&isEnglish=N&origin_id=3371066).  
Standing Committee of the National People's Congress. Law of the People's Republic of China on the prevention and control of occupational diseases[EB/OL]. (2018-12-29). [https://www.lexisn.com/law/content.php?provider\\_id=1&isEnglish=N&origin\\_id=3371066](https://www.lexisn.com/law/content.php?provider_id=1&isEnglish=N&origin_id=3371066). (in Chinese)
- [5] 中华人民共和国卫生部. 放射工作人员职业健康管理办法[EB/OL]. (2007-06-03). <https://www.sbc.org.cn/portal/article/index/id/8096/cid/15.html>.  
Ministry of Health of the People's Republic of China. Measures for occupation health management of radiation workers[EB/OL]. (2007-06-03). <https://www.sbc.org.cn/portal/article/index/id/8096/cid/15.html>. (in Chinese)
- [6] 中华人民共和国卫生部. GBZ 125—2009 含密封源仪表的放射卫生防护要求[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2010.  
Ministry of Health of the People's Republic of China. GBZ 125 —2009 Radiological protection requirements for gauges containing sealed radioactive source[S]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2010. (in Chinese)
- [7] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. GBZ 117—2022 工业探伤放射防护标准[S]. 北京: 中国标准出版社.  
National Health Commission of the People's Republic of China. GBZ 117—2022 Standard for radiological protection in industrial radiography[S]. Beijing: Standards Press of China. (in Chinese)
- [8] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T 14056.1—2008 表面污染测定 第 1 部分:  $\beta$  发射体 ( $E_{\beta\max} > 0.15\text{MeV}$ ) 和  $\alpha$  发射体[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.  
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. GB/T 14056.1—2008 Evaluation of surface contamination- Part 1: beta-emitters (maximum beta energy greater than 0.15 MeV) and alpha emitters[S]. Beijing: Standards Press of China, 2009. (in Chinese)
- [9] 中华人民共和国卫生部. GBZ 114—2006 密封放射源及密封  $\gamma$  放射源容器的放射卫生防护标准[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2007.  
Ministry of Health of the People's Republic of China. GBZ 114 —2006 Radiological protection standards for sealed radioactive sources and container of sealed  $\gamma$  radiation sources[S]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2007. (in Chinese)
- [10] 中华人民共和国卫生部. GBZ 127—2002 X 射线行李包检查系统卫生防护标准[S]. 北京: 法律出版社, 2004.  
Ministry of Health of the People's Republic of China. GBZ 127—2002 Radiological protection standard for X-ray luggage inspection system[S]. Beijing: Law Press, 2004. (in Chinese)
- [11] 生态环境部. HJ 979—2018 电子加速器辐照装置辐射安全和防护[S]. 北京: 中国环境出版社, 2018.  
Ministry of Ecology and Environment. HJ 979—2018 Radiation safety and protection on electron accelerator irradiation facilities[S]. Beijing: China Environmental Publishing House, 2018. (in Chinese)
- [12] 国生态环境部. HJ 1157—2021 环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2021.  
Ministry of Ecology and Environment. HJ 1157—2021 Technical specification for the measurement of environmental gamma radiation dose rate[S]. Beijing: Standards Press of China, 2021. (in Chinese)
- [13] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. GBZ 115—2023 低能射线装置放射防护标准[S]. 北京: 中国标准出版社.  
National Health Commission of the People's Republic of China. GBZ 115 —2023 Standard for radiological protection in low-energy radiation generating devices[S]. Beijing: Standards Press of China. (in Chinese)
- [14] 邹天禄, 郑森兴, 万燕飞, 等. 福建省非医疗放射单位辐射防护调查与分析[J]. 中国辐射卫生, 2022, 31(5): 583-586, 596. DOI: 10.13491/j.issn.1004-714X.2022.05.011.  
Zou TL, Zheng SX, Wan YF, et al. Investigation of radiation protection status in non-medical radiation institutions in Fujian Province, China[J]. Chin J Radiol Health, 2022, 31(5): 583-586, 596. DOI: 10.13491/j.issn.1004-714X.2022.05.011. (in Chinese)
- [15] 环境保护部, 国家卫生和计划生育委员会. 关于发布《射线装置分类》的公告[EB/OL]. (2017-12-05). [https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgg/201712/t20171214\\_427933.htm](https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgg/201712/t20171214_427933.htm).  
Ministry of Environmental Protection, National Health and Family

- Planning Commission. The People's Republic of China on the classification of radiographic devices[EB/OL]. (2017-12-05). [https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgg/201712/t20171214\\_427933.htm](https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgg/201712/t20171214_427933.htm). (in Chinese)
- [16] 朱卫国, 侯长松, 佟鹏, 等. 我国非医疗放射工作单位辐射防护现状分析[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2021, 41(4): 282-287. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2021.04.008.
- Zhu WG, Hou CS, Tong P, et al. Analysis of the current status of radiation protection in non-medical sectors in China[J]. Chin J Radiol Med Prot, 2021, 41(4): 282-287. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-5098.2021.04.008. (in Chinese)
- [17] 国务院. 放射性同位素与射线装置安全和防护条例[EB/OL]. (2005-09-14). [https://wjw.beijing.gov.cn/zwgk\\_20040/zcwj2022/flfg/202304/t20230408\\_2993003.html](https://wjw.beijing.gov.cn/zwgk_20040/zcwj2022/flfg/202304/t20230408_2993003.html).
- The State Council. Regulations on safety and protection of radioisotopes and radiation devices[EB/OL]. (2005-09-14). [https://wjw.beijing.gov.cn/zwgk\\_20040/zcwj2022/flfg/202304/t20230408\\_2993003.html](https://wjw.beijing.gov.cn/zwgk_20040/zcwj2022/flfg/202304/t20230408_2993003.html). (in Chinese)
- [18] 赵小爱. 太原市部分非医疗机构放射工作单位辐射防护现状分析[J]. 实用医技杂志, 2022, 29(7): 728-730. DOI: 10.19522/j.cnki.1671-5098.2022.07.013.
- Zhao XA. Analysis of the current status of radiation protection in some non-medical institutions in Taiyuan[J]. J Pract Med Techn, 2022, 29(7): 728-730. DOI: 10.19522/j.cnki.1671-5098.2022.07.013. (in Chinese)
- [19] 赵微鑫, 王强, 曹承建, 等. 杭州市部分非医疗机构辐射水平分析[J]. 中国辐射卫生, 2021, 30(1): 59-62. DOI: 10.13491/j.issn.1004-714X.2021.01.013.
- Zhao ZX, Wang Q, Cao CJ, et al. Radiation level analysis of some non-medical institutions in Hangzhou[J]. Chin J Radiol Health, 2021, 30(1): 59-62. DOI: 10.13491/j.issn.1004-714X.2021.01.013. (in Chinese)
- [20] 李庆新, 鲁丽娜, 江建梅, 等. 2022 年河南省南阳市非医疗放射工作单位核技术应用及放射防护现状调查[J]. 现代疾病预防控制, 2023, 34(8): 629-632. DOI: 10.13515/j.cnki.hnjpm.1006-8414.2023.08.018.
- Li QX, Lu LN, Jiang JM, et al. Investigation on the current status of nuclear technology application and radiation protection among non-medical radiation institutions in Nanyang, Henan, 2022[J]. Mod Dis Control Prev, 2023, 34(8): 629-632. DOI: 10.13515/j.cnki.hnjpm.1006-8414.2023.08.018. (in Chinese)
- [21] 李林御, 贺良国, 李红, 等. 2021 年四川省非医疗放射用人单位辐射防护现状调查[J]. 职业卫生与病伤, 2023, 38(3): 185-189.
- Li LY, He LG, Li H, et al. Investigation on the current status of radiation protection in non-medical radiation units in Sichuan Province in 2021[J]. Occup Health Damage, 2023, 38(3): 185-189. (in Chinese)
- [22] 中国核学会. 全国“核技术及应用”发展战略研讨会论文集[M]. 北京: 原子能出版社, 2003.
- Chinese Nuclear Society. Proceedings of the national symposium on the development strategy of nuclear technology and applications[M]. Beijing: Atomic Energy Press, 2003. (in Chinese)

(收稿日期: 2024-03-18)

欢迎订阅! 欢迎投稿!

《中国辐射卫生》

网站: [www.zgfsws.com](http://www.zgfsws.com)

邮箱: [redi@chinajournal.net.cn](mailto:redi@chinajournal.net.cn)

电话: 0531-59567177, 59567178