

Research on Effective Measures to Enhance Nuclear Radiation Safety Regulation

Yinghui Huang

Hechi Environmental Emergency and Solid Waste Technology Center, Hechi, Guangxi, 546300, China

Abstract

With the continuous expansion of China's nuclear technology applications, the number of radiation sources has steadily increased, and the regulatory targets have become increasingly complex. Traditional regulatory approaches have gradually revealed shortcomings in terms of precision, real-time responsiveness, and systematicness. Based on the practical needs of nuclear radiation safety regulation, this paper identifies key tasks requiring immediate attention and proposes a series of actionable measures to improve regulatory standards. The study demonstrates that only through coordinated efforts—including enhanced personnel training, upgraded monitoring equipment, the establishment of information platforms, strengthened corporate accountability, and intensified emergency drills—can a more efficient and scientific nuclear radiation safety regulatory framework be established.

Keywords

nuclear radiation; safety regulation; emergency response; regulatory capacity

提升核辐射安全监管水平的有效措施研究

黄英辉

河池市环境应急和固体废物技术中心, 中国·广西河池 546300

摘要

随着中国核技术应用范围持续拓展, 辐射源数量不断攀升, 监管对象越来越复杂, 传统监管方式在精准性、实时性、系统性方面渐渐暴露出欠缺之处。本文依据核辐射安全监管的现实需求, 梳理现阶段应着重关注的重点任务, 基于此提出一系列具备操作性的提高监管水平的举措。研究显示, 只有经由强化人员培训、完善监测装备、搭建信息化平台、压实企业责任、加强应急演练等多方面协同推进, 方可建立更为高效、科学的核辐射安全监管模式。

关键词

核辐射; 安全监管; 应急响应; 监管能力

1 引言

核能、核技术在当代社会里的运用已经深入至能源生产、医疗卫生、工业检测、农业育种等诸多领域。这般广泛的技术渗透一方面带来了一定的经济效益与社会效益, 另一方面也对公共安全、环境安全提出了更高要求。核辐射因其看不见、闻不到、触不着的特性, 使得其潜在危害具有高度的隐蔽性和突发性。一旦发生辐射事故, 不仅可能造成直接的人员伤亡和环境污染, 还可能引发公众恐慌甚至社会秩序的混乱。因此, 核辐射安全监管工作绝非无关紧要的备用手段, 而是保障核技术持续发展的前提条件。鉴于上述实际背景, 本文尝试从提高监管水平的角度出发, 全面探讨强化核辐射安全监管的有效举措, 期望能为相关决策与实践给予参考。

2 核辐射安全监管重点任务

2.1 高风险移动放射源实时监控

移动放射源在油田测井、探伤作业、医疗移动式治疗设备等诸多场景中有着广泛应用, 其最为突出的特点是使用地点频繁变动, 监管对象始终处于持续流动的状态。传统的静态台账式管理方式难以契合这种动态特性, 极易出现放射源去向不明、使用记录不全等状况^[1]。倘若移动放射源在运输或者使用过程中出现丢失、被盗亦或是失控的情况, 查找与回收的难度相较于固定源要大得多。所以, 建立针对高风险移动放射源的实时监控模式理应成为监管工作的关键所在。这不仅涉及监控技术的选用与部署, 还关乎不同地区监管部门的协同配合机制。

2.2 核技术利用单位辐射安全许可

任何单位若要进行涉及核辐射的活动, 均须事先获取辐射安全许可, 而这表明该单位的人员资质、设备条件、防护措施、管理制度都已通过监管部门的审查。不过在实际执

【作者简介】黄英辉(1977-), 男, 壮族, 中国广西河池人, 本科, 工程师, 从事环境保护工程研究。

行进程里，许可制度的有效性并非仅仅由审批环节的严格程度决定，还在于后续的监督检查是否到位。有些单位取得许可后渐渐放松管理，人员流动致使持证岗位出现空缺，设备老化后防护设施未及时更新，倘若这些情况长久得不到纠正，许可制度将会流于形式。所以说，监管工作的重点任务之一便是强化对持证单位的常态化监督检查，以保证许可条件在整个运营周期都能得以维持。

2.3 放射性废物收贮与处置管理

放射性废物收贮与处置管理直接关系到核辐射安全的长期稳定性。和一般工业废物不一样，放射性废物的危害时期有可能长达数十年，甚至数万年之久。这便决定了对于废物的管理，无法采用“产生一批、处理一批”这种随意的方式，而是一定要建立起一套从废物产生，到分类、暂存、运输，再到最终处置的全链条管理模式。当下中国在放射性废物收贮方面，依旧存在着诸多问题，比如区域能力不平衡，部分废物暂存时间过长、最终处置场容量有限等。尤其是在一些核技术利用单位比较分散，且废物产生量不大的地区，收贮模式的覆盖面、响应速度都需要进一步提高。要是无法妥善解决放射性废物的出路问题，那么前端所产生的废物就会持续积压，渐渐演变成新的风险源。

2.4 核与辐射事故应急响应能力

事故应急响应并非日常监管工作那种简单的延伸，其实是一套独立存在且需专门去做准备的工作模式。该模式涵盖应急预案的编制、修订，应急组织的建立、运行，应急资源的储备、调配、应急信息的收集、发布等多个子系统。在许多情形下，事故最终造成的后果并非完全由事故本身严重程度决定，很大程度上取决于应急响应的速度、有效性。快速且准确的响应能够在事故刚开始的时候就把它控制住，防止事态进一步扩大，然而迟缓又混乱的响应则有可能让小事故演变成大灾难。因此，提高应急响应能力要贯穿核辐射安全监管工作的整个过程，任何时候都不可有丝毫放松。

3 提升核辐射安全监管水平的有效措施

应大力传承并落实好核安全监管，运用四十年宝贵经验实现高水平核安全、保障核事业高质量发展的目标。把完善体系提升能力、加快推进核安全监管现代化作为工作主线，将统一思想认识和贯彻落实方针政策作为当前工作的关键着力点，把强化前瞻引领、更好统筹发展和安全作为把握未来工作主动权的重要抓手，积极的开展重点项目安全监管、核安全法规标准制修订、核安全监管能力提升等重点工作的，为加快核强国建设做出积极的贡献。

3.1 实施监管人员持证上岗培训

监管工作质量的高低，根本上是由监管人员的专业素质、职业能力所决定的。核辐射安全监管工作关联着核物理、辐射防护、环境监测、法律规范等诸多领域的知识，这对从事该工作的人员的综合素质有着很高要求^[2]。设立持证上岗

制度，意味着每一位进入监管队伍的人员，都要经过系统培训并通过严格考核，以此保证他们具备履行岗位职责所需要的基本知识与技能。需要注意的是，持有资格证并非就万事大吉了，伴随技术的进步、法规的更新，监管人员还得定期参与继续教育、复训考核，从而维持其专业能力的时效性。如此举措能够有效防止监管队伍里出现“外行管理内行”的尴尬状况，还能促使每一位监管人员始终处于学习的状态。

3.2 配齐便携式监测设备及省级实验室

核辐射监管工作需要监测数据的支持，不管是日常检查里的现场快速判断，还是事故状况下的应急监测，都依靠可靠的技术装备。便携式监测设备有灵活机动、响应快的特性，适用于现场筛查、可疑物品检测、初步剂量评估等场景。监管部门要依照不同地区辐射源分布的特点、工作需求，给一线监管人员配备充足数量且性能可靠的便携式监测仪器，还要建立定期检定和维护制度，保证设备一直处于可用状态。省级实验室的建设也很重要。便携式设备可解决现场筛查问题，不过碰到复杂样品分析、核素识别、精确剂量测定等情形时，就需要依靠实验室的精密仪器和专业技术人员。省级实验室应当负责区域内疑难样品分析、事故样品确认、技术仲裁等职责，建立与现场监测设备相互补充的技术支撑模式。

3.3 建立辐射源在线监控平台

在线监控平台会把辐射源的位置信息、剂量率数据、设备状态参数等，实时传送到监控中心。如此一来，监管人员不用出门就能了解辖区内辐射源的动态信息。要是放射源脱离屏蔽、超出设定区域或者剂量率异常升高，平台会自动发出报警信号，提醒监管人员及时处理。这种技术手段让监管的实时性和精准性得到了很大提高，对高风险移动放射源的管理效果更显著。移动放射源在运输时是否按预定路线行驶、是否在规定地点作业、有无未经授权的移动，通过在线监控平台都能清楚知晓。当然，在线监控平台建设不能只看重技术先进性，还得充分考虑系统稳定性、数据安全性、使用便捷性，保证平台能真正为实际监管工作服务，而不是成为新负担。

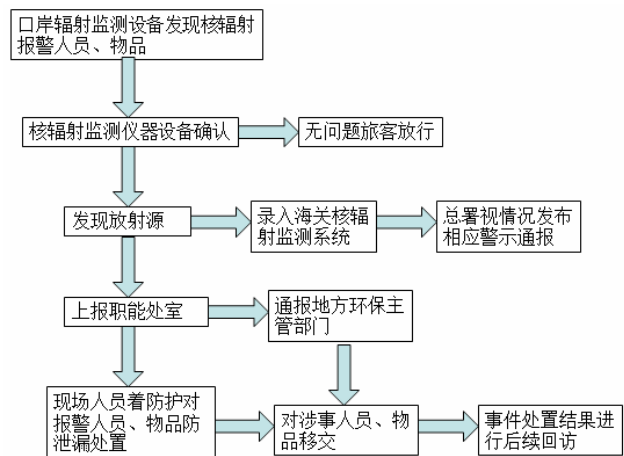


图 1 核辐射报警事件在线处置流程

3.4 落实企业风险排查主体责任

政府监管资源存在着一定的局限性,仅仅依靠监管部门自身的力量,很难做到对所有辐射源、所有使用环节都实现全面覆盖。由此,有必要充分激发企业的积极性,促使企业成为风险排查工作的首要责任主体。企业身为核技术利用的直接执行方,对于自身设备的运行情况、人员的管理水准、潜在的风险点最为清楚。监管部门需要借助制定清晰明确的风险排查指南、建立企业自查报告制度、进行随机抽查复核等一系列方式,对企业加以督促,使其能够定期针对自身的辐射安全状况展开全面排查^[3]。针对排查过程中发现的各类问题,企业要建立整改台账,详细明确整改的时间期限、责任人,并且要将整改情况如实汇报给监管部门。这样的制度设计并非是要把监管责任全部推给企业,而是要在政府监管与企业自律之间建立起一种良好的互动关系。企业自查的质量越高,政府监管的针对性便会越强,双方资源的配置效率也会随之越高。

3.5 开展辐射事故应急联动演练

虽然应急预案编写得非常完善,装备配备得非常齐全,然而倘若未经过实战化演练的检验,那么其有效性终究是会受到质疑的^[4]。应急联动演练与一般的培训或者桌面推演有所不同,它需要多个部门、多个层级在近似真实的模拟场景中协同进行行动。演练过程能够对应急通讯是否顺畅、应急资源是否到位、应急指令是否清晰、应急行动是否协调等一系列问题进行检验。借助演练所暴露出来的问题、薄弱环节,正是改进应急准备工作的方向所在。定期展开应急联动演练对培养应急人员的心理素质、默契程度是有帮助的,能让各部门在真正面临事故时迅速进入角色,减少因慌乱或者沟通不畅而造成的延误。演练结束之后需要进行认真的复盘与评估,把演练中发现的问题逐一条目记录下来并制定改进措施,

以此确保每一次演练都能够带来应急能力的实际提高^[5]。

4 结语

总的来说,核辐射安全监管直接关联公众健康、环境安全、社会稳定。在核技术利用产业迅速发展的情形下,传统监管手段呈现出一定的滞后性,需要从人员、装备、信息平台、企业责任、应急演练等多个方面协同提高。本文提出的一系列举措互相支撑,其中人员持证培训是基础保障,便携设备、省级实验室增强了技术支撑能力,在线监控平台达成了动态精准监管,企业主体责任的落实弥补了政府资源的不足,应急联动演练把日常监管和突发事件处置有效衔接起来。唯有统筹推进这些措施,才能够建立适应新时代要求的核辐射安全监管模式,为核技术的安全利用与可持续发展给予坚实保障。

参考文献

- [1] 郭姗姗,侯备,高燕,朱亚男,梁应凤,刘柳.基于Citespace的护理人员在核与辐射事件中研究热点的可视化分析[J].辐射防护,2025,45(06):638-644.
- [2] 张毓,任银银,潘亚萍,蔡婉婉,陈丹.基于CiteSpace的核辐射医学救援研究热点与趋势的可视化分析[J].中国急救复苏与灾害医学杂志,2025,20(10):1391-1398.
- [3] 黄斌,唐薇,颜齐声,黄宇倩,韦玫豆,牙磊,黄昭翔.基于网络药理学及分子对接技术探讨“黄芪-当归”药对抗核辐射的作用机制[J].医药前沿,2025,15(22):1-7.
- [4] 张磊,葛晓阳.核应急监测系统技术分析与优化路径——以自组网辐射监测小球为例[J].环境监控与预警,2025,17(02):93-97+104.
- [5] 许钟予.解码秦山核电核安全“密码”——专访生态环境部华东核与辐射安全监督站主任冯建平[J].中国核工业,2025,(02):18-20.