

医院电离辐射项目环境影响评价探究

孙雯雯

南京宁亿达环保科技有限公司，江苏南京

摘要：随着医用电离辐射技术在医院的广泛应用，其对环境和公众健康的潜在影响引起了广泛关注。本文深入探讨了医院电离辐射项目的环境影响评价，详细分析了污染源、环境影响及污染防治措施。通过遵循相关法规，采用科学的评价方法，提出有效的管理和防护策略，以确保医疗放射活动的安全与环境的可持续性。

关键词：电离辐射；环境影响评价；污染源分析；环境管理

Study on the Environmental Impact Assessment of the Hospital Ionizing Radiation Project

Wenwen Sun

Nanjing Ningyida Environmental Protection Technology Co., LTD, Nanjing, Jiangsu

Abstract: With the wide application of medical ionizing radiation technology in hospitals, its potential impact on the environment and public health has attracted wide attention. This paper discusses the environmental impact assessment of ionizing radiation project in hospitals, and analyzes the pollution source, environmental impact and pollution prevention measures in detail. By following relevant regulations and adopting scientific evaluation methods, effective management and protection strategies are proposed to ensure the safety of medical radiological activities and environmental sustainability.

Keywords: Ionizing radiation; Environmental impact assessment; Analysis of pollution sources; Environmental management

1 引言

医院作为提供医疗服务的主体，其辐射环境的好坏，直接关系到医院能否正常运转。近几年来，随着人民生活水平的不断提高，人们对医疗服务的要求越来越高。在医院辐射工程的建设和运行过程中，不可避免地产生了一系列的环境问题。为了避免对人类健康造成危害，必须对其进行科学合理的评价。而《环境影响评价技术导则总纲》（以下简称《导则》）明确提出了评估应遵循的原则和要求，并以此为基础，结合《导则》对医疗机构开展

辐射工程环境影响评价的相关要求进行分析，并提出相应的建议。

2 评价标准与方法

2.1 评价标准

在探讨电离辐射的环境影响评价标准时，重要的是理解各国如何制定这些规范以保障公共及环境健康。国家质量监督检验检疫总局于2002年修订了1996年的《国际电离辐射防护和辐射源安全基本安全标准》，并颁布了《电离辐射防护与辐射源安全

基本标准》(GB 18871—2002, 简称“基本标准”)。这一标准精细地规定了医用电离辐射项目中应遵守的照射剂量限值、辐射工作场所的分区以及表面污染控制水平。例如, 它明确规定了职业照射水平年平均有效剂量不得超过20 mSv, 任何一年的有效剂量不得超过50 mSv。该标准也包含了针对特定群体如16-18岁的实习生和学生的照射剂量限制[1-3]。

2.2 评价方法与流程

评价医院电离辐射项目的环境影响涉及一系列结构化的方法和明确的流程, 旨在识别、分析及量化潜在的放射性影响。初步步骤包括详细分析放射源的特性, 这一步骤是理解源自设备和用药的辐射类型和强度的基础。随后, 环评人员需要准确地辨认所有相关的辐射安全和环境问题, 这一过程通常依赖于严格的数据收集和实地测量。根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《中华人民共和国放射性污染防治法》等相关法律法规, 评价者需遵循规定的标准和指南, 例如《辐射环境管理导则》和《核技术应用项目环境影响报告书(表)的内容和格式》(HJ/T 10.1—1995)来进行。在完成这些评估后, 专业人员将编制环境影响报告书, 提出针对性的管理措施和污染防治策略[4-6]。这些报告不仅要符合法规要求, 同时也要为项目的持续监控和后续审查提供支持(如图1)。

3 污染源分析

3.1 主要污染源识别

识别医院电离辐射的主要污染源是环境影响评价的关键步骤。通过系统地剖析X射线设备、 γ 射线设备等, 我们能够明确放射源的类型和活动强度, 进一步了解产生污染的具体环节。在医院环境中, 使用电离辐射技术的部门主要涉及放射性诊断和治疗, 其中包括PET/CT、射波刀、直线加速器等设备。这些设备不仅在使用过程中产生辐射, 而且在设备的调试、维护过程中也可能排放出放射性物质。

放射性同位素的使用是另一个主要污染源, 特别是在核医学科进行的放射性标记和放射性药物的应用。例如, 使用的同位素如 ^{32}P 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 、 ^{89}Sr 和 ^{90}Sr 等, 在临床应用中产生的放射性废物需要特

别关注。特别是 $^{99\text{m}}\text{Tc}$, 作为最常用的放射性示踪剂, 其使用量占放射性药物总量的超过80%, 涉及的淋洗操作会产生放射性废液。

在进行环评时, 环境评估人员应深入分析这些放射性同位素和设备的使用情况, 并识别出与之相关的环境污染因素。通过这种分析, 可以准确确定污染源, 并为后续的污染控制和环境保护措施提供依据。这一过程需要准确可靠的数据支持, 以确保评价的全面性和准确性, 避免评估中出现漏洞。此外, 评估过程中应充分考虑放射性物质的物理和化学特性, 确保所有潜在的环境风险都得到妥善管理。

3.2 污染特征与排放量

在医院电离辐射项目中, 不同放射源的污染特征与排放量各不相同, 需要进行详细的分析和定量评估。X线、 β 射线、 γ 射线、中子射线以及缓发射线等, 都是在医疗活动中常见的辐射类型。每种辐射类型的污染特征根据其物理性质、应用频率及使用环境而有所差异。例如, X线设备主要在影像诊断中使用, 其辐射主要为直接辐射, 而 γ 射线则广泛应用于放射性治疗, 特别是针对恶性肿瘤的靶向照射[7]。

放射性同位素的使用量及其排放量在进行环境影响评估时尤为关键。例如, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 作为放射性标记剂的使用, 由于其广泛应用于心脏病、癌症及其他重大疾病的诊断, 其使用量极大。放射性废液, 如淋洗操作中产生的废液, 是主要的污染排放源。此外, 固体废物如使用过的注射器、手套、试管等, 也是医院电离辐射活动中的常见污染源。

量化这些污染源的排放量是制定有效污染控制策略的基础。环境评价工作者必须利用可靠的测量和监测方法来确保数据的准确性。通过这些数据, 可以评估各种污染源对医院及周边环境的潜在影响, 从而制定出科学合理的防治措施, 确保医院电离辐射安全合规, 保护工作人员和公众健康。

4 环境影响分析

4.1 放射性废液影响及处理

放射性废液的产生主要来源于医院使用的PET/

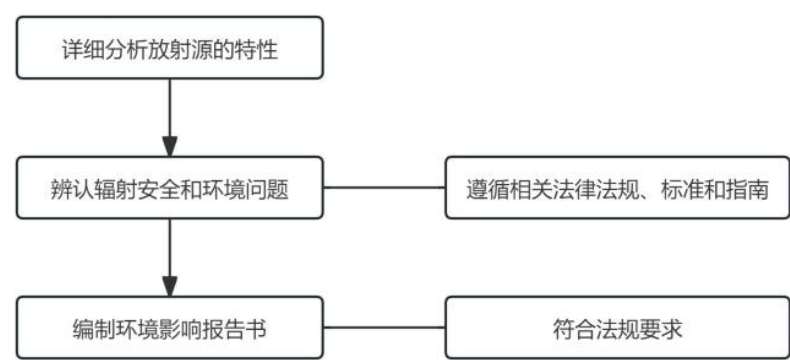


图1 评价流程

CT机和回旋加速器等大型设备。这些废液含有多种放射性同位素，如¹⁸F，其在人体和环境中的不当处理可能导致严重的健康和安全问题。放射性同位素在废液中的衰变产物包括α粒子、β粒子和γ射线，这些放射性物质若未经处理直接排入环境，将对人体健康构成潜在威胁。

为了有效处理这类废液，医院通常采用多种方法确保放射性物质的安全衰减或去除。其中，连续衰变法是常用的处理技术之一。此方法涉及将放射性废液储存于特定的衰变池中，允许放射性同位素自然衰减至安全水平后再进行排放。例如，PET/CT产生的废液会被暂存于三个废液衰变池之一，每天的废液在池中停留足够长的时间（通常为3天），以确保¹⁸F等放射性同位素衰减到安全水平。

医院还需遵循GB 18871—2002中的规定，不允许通过稀释浓度法排放放射性废液。这要求医院在排放废液前必须采取有效措施，确保所有放射性废液的放射性水平均符合国家安全标准。通过这些方法，医院能够有效控制放射性废液对环境的影响，同时保护公众健康与安全。

4.2 放射性废气的风险与控制

放射性废气在医院中主要产生于使用放射性同位素的医疗操作过程中。尽管大多数使用的同位素不具挥发性，例如¹³³Xe外的其他核素，但在特定条件下，如高能γ射线照射空气时，仍可能产生放射性气体。这些气体包括¹⁵O、⁴¹Ar、¹³N和¹¹C等，其中⁴¹Ar的生成与关注程度最高，因其产生于屏蔽体

内部。

医院在操作放射性药物或进行放射性诊断过程中，有时也会产生放射性气溶胶。虽然这些气溶胶在正常操作条件下对周围环境的影响较小，但为了最大程度的安全考虑，仍需采取专门的控制措施。例如，进行¹³³Xe呼吸功能检测时，医院必须使用设备来回收患者呼出的含有¹³³Xe的气体，以防止其直接排放到大气中。

为有效控制放射性废气的排放，医院通常采用密闭通风橱来处理放射性药物，确保在安全封闭的环境下进行药物的分装和称重。此外，设置专用的过滤和排放系统也是常见的做法。这些系统包括高效过滤装置和抽风排气设施，它们能够在废气排放前将放射性物质有效去除或降至安全水平。

总体而言，医院必须根据GB 18871—2002来执行和管理放射性废气的排放，确保所有操作都符合国家安全规范，从而保护医护人员及公众的健康免受放射性污染的影响。

4.3 放射性固体废物的管理

放射性固体废物在医院中的处理是一个重要的环境管理议题，尤其是那些在制备放射性药物或执行放射性治疗过程中产生的废物。这些固体废物通常包括但不限于使用过的注射器、棉签、手套、试管以及在生产放射性药物时更换下来的滤膜、碳柱和树脂等。这些物质若处理不当，可能对环境 and 公众健康造成潜在危害。

为确保这些废物得到妥善处理，医院通常采用衰变法，这是一种安全而有效的处理策

略。在该方法中，放射性固体废物被收集并存放在特定的衰变池中，直到其放射性降至安全水平。每个省份通常设有指定的机构负责收集和管理这些废物，确保其符合国家环保标准和健康安全要求。

医院在处理放射性固体废物时需对其进行严格的分类。例如，已达到GB 18871—2002所规定豁免水平的固体废物，可以按一般固体废物进行处理。这一规定简化了废物处理流程，同时确保了环境安全。

医院作为医疗健康领域的重要组成部分，承担着为公众提供安全、高效医疗服务的重大责任。在处理放射性固体废物这一敏感而又复杂的任务时，必须严格遵循相关法规和标准，确保每一步操作都符合最严格的环境保护要求。为此，医院必须采取切实措施，对所有放射性废弃物进行彻底的处理程序，从源头到最终处置环节，不留死角。

具体而言，在处置放射性废物前，医院应建立起一套完善的监测机制，对废物的分类、贮存及运输过程中的辐射水平进行持续监控，以实时评估其安全性。这不仅有助于及早发现并解决任何可能出现的污染问题，而且能够为将来可能发生的紧急情况做好准备。同时，医院还需与专业的放射性废物供应商紧密合作，共同开发出有效的管理系统，用以处理废弃的放射性核素以及原装药容器等危险物质。这些合作伙伴关系要求双方都要有高度的责任感和专业性，共同保证在整个供应链中的每一个环节都得到妥善管理，防止因操作不当或监管不力而导致的放射性废物不当排放。

总之，通过采取这些综合性的预防措施，医院可以大大降低放射性物质对环境造成污染的风险，保障人民群众的健康福祉，维护生态环境的和谐稳定。

5 污染防治措施

5.1 放射防护与安全措施

医院应采取一系列有效的防护措施，确保电离辐射的安全运用。在放射源安全管理方面，医院应设立严格的屏蔽防护，例如使用铅板和特制的屏风来阻挡散发的辐射。同时，每个放射操作区域都应配备必要的个人防护装备，如铅围裙和铅眼镜，以

确保工作人员在操作期间的辐射暴露保持在最低水平。医院还需安装先进的监测设备，如个人剂量计和剂量报警仪，用于实时监测环境和个人接触的辐射水平，便于及时采取措施防止辐射超标。同时保证操作人员在工作过程中所接触的放射物始终处于安全水平。对放射源，医院应定期检查、维修，以保证其正常运转。如果放射源出现性能衰退，应及时采取措施进行修复或更换。另外，医院也需要在放射源周围设置明显的警告标志，提醒员工不要靠近。就辐射防护而言，医院也需要建立有效的突发事件预警与反应机制。比如，在发生放射源故障或突发事件时，医院要立即启动应急响应机制，保障员工及公众的生命安全。当放射源发生意外活动时，医院必须采取适当的防护措施，例如关闭放射源，关闭电源，关闭现场等，以免对人员造成伤害。

5.2 废物处理与减排策略

在废物管理策略方面，医院需实施严格的废物分类和处理程序，以减少环境污染。对于放射性废液，医院应使用专用的衰变池进行暂存，直到放射性同位素衰减至法规允许的安全水平后再进行处理或排放。对于固体和气体废物，医院同样采取有效的隔离和过滤技术。放射性固体废物在经过一定周期的衰减后，根据其放射性水平，要么安全存储，要么作为普通医疗废物处理。对于放射性气体，医院设置高效的通风和过滤系统，确保任何潜在的放射性气体排放都符合环境保护标准。这些措施共同确保了医院放射性废物处理的全面性与效率，有效保护了环境和公众健康。

5.3 环境影响监测及评价

为了对医院辐射环境进行综合评价，必须对其进行监测和评估。为了达到这个目的，环境影响评价人员首先要做的就是对医院及其周边环境进行调查。通过收集相关数据，采用科学合理的方法对其进行评价，制定科学、合理的防治策略。医院放射防护工程占地面积大，评估周期长，有必要对其进行评估。在进行监测与评估过程中，应按照国家有关规定，选择适宜的监测设备及技术方法，严格按照国家有关规定进行监测与评估。

6 结语

本研究全面分析了医院电离辐射项目的环境影响，并提出了针对性的防治措施。我们发现，通过实施严格的放射防护和废物管理策略，可以有效地控制和减少放射性污染。医院必须遵循国家法规，使用科学的方法进行环境影响评价，确保公众健康与环境安全。最终，通过合理的评价与管理，医院电离辐射技术的应用将在不妨碍其医疗效益的前提下，保护环境和人体健康。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 杨亚鸽, 王琳. 医院直线加速器应用项目辐射环评方法探讨[J]. 资源节约与环保, 2017, 32(11):81-82.
- [3] 李思佳. 某医院131I治疗区域工作人员受照剂量及环境辐射水平研究[D]: [学士学位论文]. 吉林大学, 2022.
- [4] 曾红梅. 医院放射科环境辐射在线监测系统数据分析[J]. 计量与测试技术, 2022, 49(9):95-97.
- [5] 陈露路. 医院核医学科辐射安全与防护管理问题及应对探讨[J]. 人人健康, 2020(02):217.
- [6] 罗惠超. 医院电离辐射项目环境影响评价研究[J]. 医疗卫生装备, 2014, 35(06):117-118+147.
- [7] 辛超, 杨永钦. 医用回旋加速器电离辐射环境影响分析[J]. 神州, 2013(8):46-47.

