

# 智能化放射辐射检测仪器的研发与应用探索

杨晓鹏<sup>1</sup> 陆涧青<sup>2</sup>

1. 浙江卫康检测科技有限责任公司; 2. 湖州普洛赛斯检测科技有限公司

DOI: 10.12238/ems.v6i4.7321

**[摘要]** 传统放射辐射检测仪器在辐射监测中的不足已引发对创新解决方案的需求。精度、灵敏度和数据处理效率的局限性使得智能化放射辐射检测仪器的研发成为当务之急。本文将探讨智能仪器的发展背景、技术特点及其在核能、医疗和环境监测等领域的应用, 以期对辐射安全管理提供新的视角和解决方案。

**[关键词]** 智能化; 放射辐射检测仪器; 研发与应用

## Research and application exploration of intelligent radiation detection instruments

Yang Xiaopeng<sup>1</sup> Lu Jianqing<sup>2</sup>

1. Zhejiang Weikang Testing Technology Co., Ltd; 2. Huzhou Proses Testing Technology Co., Ltd

**[Abstract]** The shortcomings of traditional radiation detection instruments in radiation monitoring have led to a demand for innovative solutions. The limitations of accuracy, sensitivity, and data processing efficiency make the development of intelligent radiation detection instruments an urgent task. This article will explore the development background, technical characteristics, and applications of intelligent instruments in fields such as nuclear energy, healthcare, and environmental monitoring, in order to provide new perspectives and solutions for radiation safety management.

**[Key words]** Intelligence; Radiation detection instruments; Research and application

### 引言

传统放射辐射检测仪器存在精度、灵敏度和数据处理效率不足的问题。因此, 发展智能化放射辐射检测仪器成为必然。智能仪器利用先进传感器和数据分析算法, 提高了辐射探测的准确性和效率。其应用涵盖核能、医疗和环境监测等领域, 对提高辐射安全和管理具有重要意义。

#### 1 研发智能化放射辐射检测仪器的背景与意义

##### 1.1 现有放射辐射检测仪器的局限性

智能辐射探测仪器的发展源于对现有技术固有局限性的认识。尽管传统检测仪器在辐射监测中发挥着至关重要的作用, 但在精度、灵敏度和数据处理效率方面往往存在不足。这些缺点凸显了对创新解决方案的迫切需要, 以增强辐射探测系统的能力。

现有辐射探测仪器的主要局限性之一是其精度和灵敏度不足。传统的探测器可能难以准确区分背景辐射和升高的辐射水平, 从而导致误报或漏检。这种精度的缺乏可能会产生严重的后果, 特别是在核电站或医疗设施等高风险环境中, 即使与正常辐射水平的微小偏差也可能预示着潜在的危险。

传统辐射探测器的灵敏度可能不足以有效检测低水平辐射。在早期发现辐射泄漏或污染对于防止广泛暴露和减轻健

康风险至关重要的情况下, 这带来了重大挑战。如果不能可靠地探测低水平辐射源, 现有仪器可能无法提供足够的警告或保护, 防止与辐射有关的危害。

除了精度和灵敏度问题外, 数据收集和处理的效率是传统辐射探测仪器的另一个显著局限性。这些仪器通常依赖于手动数据收集方法, 这既费时又费力。辐射监测系统产生的海量数据可能会使传统的处理能力不堪重负, 导致数据分析和决策的延迟。

##### 1.2 发展智能化放射辐射检测仪器的必要性

开发智能辐射探测仪器的一个关键理由是必须提高探测精度和效率。传统的探测器可能难以区分背景辐射和异常辐射水平, 从而导致误报或漏检。通过集成先进的传感器技术和数据分析算法, 智能仪器可以在识别和量化辐射源方面实现更高的精度。这种提高的准确性不仅降低了误报的可能性, 而且还能够对潜在的辐射危害做出更主动和有针对性的响应。

实现远程监控和自动报警功能对于提高辐射探测系统的有效性至关重要。在许多情况下, 例如核电站或大型工业设施, 需要对辐射水平进行持续监测, 以确保及早发现异常情况并及时进行干预。配备远程监控功能的智能仪器可以将实

时数据传输到集中控制中心,使操作员能够远程监测辐射水平,并对任何偏离正常条件的情况做出快速反应。还可以对自动报警功能进行编程,以响应预定义的阈值水平触发警报,从而在发生辐射紧急情况时迅速果断地采取行动。

智能辐射检测仪器的开发旨在降低操作门槛,促进检测技术的普及。传统的辐射探测器通常需要专门的培训和专业知识才能有效运行,这限制了训练有素的专业人员的可及性。通过设计用户友好的界面和直观的控制系统,智能仪器可以降低辐射检测的门槛,使更广泛的用户能够有效地部署和利用这些技术。这种探测技术的民主化不仅加强了对辐射事故的全面准备,而且促进了公众对辐射安全倡议的认识和参与。

## 2 智能化放射辐射检测仪器的研发

### 2.1 传感器技术与数据采集

智能辐射检测仪器研发的一个重点领域是传感器技术。高灵敏度传感器的选择和优化对于实现准确可靠的辐射源检测至关重要。传统的辐射探测器,如盖格-穆勒计数器或闪烁探测器,在灵敏度和能量分辨率方面存在局限性。为了克服这些局限性,研究人员正在探索新型传感器材料和设计,以提供改进的性能特征,例如对低水平辐射的更高灵敏度和更好地区分不同类型的辐射。

例如,基于半导体的探测器,如碲化镉锌(CZT)或硅漂移探测器(SDD),由于其卓越的能量分辨率和对伽马辐射的灵敏度而越来越受到重视。这些传感器可以更有效地检测低能光子,从而可以检测传统探测器可能未注意到的微弱辐射源。纳米技术的进步导致了具有增强表面积和灵敏度的纳米结构传感器的发展,进一步提高了它们在辐射检测应用中的性能。

在传感器技术进步的同时,智能辐射检测仪器的研发也集中在多参数数据采集和实时传输能力上。传统的检测器通常提供有关辐射水平的有限信息,通常仅测量计数率或总剂量。相比之下,智能仪器旨在同时收集和分析多个参数,例如辐射的能谱、剂量率和空间分布。

### 2.2 数据处理与分析算法

数据处理管道的第一阶段是数据清理和预处理。辐射探测器收集的原始数据通常包含各种噪声源、伪影和不相关的信息,这些信息可能会扭曲辐射测量的准确性。数据清理涉及识别和去除这些不需要的元素,确保处理后的数据准确反映潜在的辐射水平。预处理步骤可能包括降噪、异常值去除和校准校正,以标准化不同传感器和环境条件下的测量。通过消除噪声和伪影,数据清理提高了辐射检测结果的可靠性和保真度,为后续分析奠定了基础。

在数据清理之后,智能算法设计和优化开始发挥作用。这些算法的任务是从预处理的数据中提取有意义的信息,识别指示辐射源或事件的模式、异常和趋势。智能算法利用机器学习、模式识别和统计技术来分析复杂的数据集,并推断出超出传统分析方法能力的见解。例如,异常检测算法可以

标记辐射水平的异常偏差,这些偏差可能表明存在放射性物质或异常辐射排放。优化技术确保这些算法的计算效率和可扩展性,允许在资源受限的环境中对大量数据进行实时分析。

处理和分析数据后,最后阶段涉及数据可视化和报告生成。采用图表、图形和热图等数据可视化技术,以清晰、直观的方式呈现辐射检测结果,便于解释和决策。可视化工具允许用户探索辐射水平的空间和时间模式,识别热点或关注区域,并跟踪随时间的变化。自动报告生成功能可以生成简明扼要、信息丰富的报告,根据分析的数据总结关键发现、趋势和建议。这些报告为参与辐射监测和管理的利益攸关方提供了宝贵的决策支持工具,提供了可操作的见解并指导了有效的应对策略。

### 2.3 智能化控制与用户界面设计

在智能辐射检测仪器领域,精密控制系统和用户界面的研发取得了重大进展。这些进步旨在简化操作,增强用户体验,并实现远程监测和控制功能,最终提高辐射检测技术的有效性和可及性。这种研发工作的一个关键方面是自动控制系统的构建。这些系统利用自动化技术最大限度地减少辐射检测仪器操作中的人为干预,从而降低人为错误的风险并提高操作效率。自动控制系统可以管理仪器操作的各个方面,例如电源管理、校准程序和数据采集协议,根据环境条件和用户定义的偏好自主调整设置和参数。通过自动执行日常任务,这些系统使操作员能够专注于更高级别的任务,例如数据分析和决策,从而实现更高效、更可靠的辐射监测操作。

在开发自动控制系统的同时,用户界面设计和交互体验也投入了大量精力。用户友好的界面在促进操作员和辐射检测仪器之间的有效交互方面发挥着至关重要的作用,确保了易用性、效率和满意度。用户界面设计原则(例如简单性、清晰性和直观性)用于创建不同技术背景和经验丰富的用户都可以访问的界面。交互式功能,如触摸屏控制、图形显示和直观的菜单结构,可增强用户参与度,并通过仪器功能和设置实现无缝导航。通过优先考虑用户需求和偏好,用户友好的界面有助于提高辐射监测应用的可用性、生产力和用户满意度。

远程监测和控制功能的实现代表了智能辐射探测仪器的重大进步。远程监控功能使用户能够使用智能手机、平板电脑或计算机等连接设备随时随地访问和监控辐射检测数据。实时数据传输和远程控制功能使操作员能够远程监测辐射水平,接收警报和通知,并根据需要调整仪器设置或操作,无论他们身在何处。在需要持续监测辐射水平的情况下,例如核电站、医疗设施或环境监测站,这种能力特别有价值。通过实现远程监测和控制,智能辐射检测仪器增强了操作灵活性、态势感知和响应能力,使用户能够有效管理与辐射相关的风险和紧急情况。

## 3 智能化放射辐射检测仪器的应用

### 3.1 核能行业的应用

智能辐射探测仪器在各行各业都有广泛的应用,其中最

突出的是核能领域。在这个行业中,核设施和核运行的安全和安保取决于有效的辐射监测和管理。智能辐射探测仪器在这方面发挥着至关重要的作用,促进了旨在确保核电站安全高效运行和负责任地处理放射性废物的各种应用。

智能辐射探测仪器在核能工业中的一个关键应用是核电站的辐射环境监测。对核设施内部和周围的辐射水平进行持续监测对于确保人员、公众和环境的安全至关重要。配备先进传感器和数据处理功能的智能仪器能够实时监测辐射水平,使操作员能够立即了解辐射环境。通过检测辐射水平的变化或异常,这些仪器可以提醒操作员注意潜在的危险,例如放射性物质的泄漏或释放,从而及时实施干预和缓解措施。智能仪器可以随时间收集和分析数据,以识别辐射水平的趋势和模式,从而促进核电站运行的主动维护和优化。

智能辐射探测仪器在核能工业中的另一个重要应用是放射性废物处理和安全监测。核设施产生的放射性废物的管理需要细致的监测和控制,以防止环境污染和保障公众健康。智能仪器通过准确可靠地测量废物储存设施、运输容器和处置场的辐射水平,在此过程中发挥着至关重要的作用。通过实时监测辐射水平,这些仪器有助于确保符合放射性废物安全处理、储存和处置的监管标准和准则。还可以部署智能仪器来检测和识别废物流中的放射性污染物,促进放射性物质的分离和处理,以尽量减少其对环境的影响和长期危害。

### 3.2 医疗领域的应用

智能辐射探测仪器在医疗领域发挥着至关重要的作用,在医疗领域,精确和准确的辐射水平监测对于诊断成像和治疗干预都至关重要。这些仪器使医疗保健专业人员能够确保患者安全,优化治疗结果,并将各种医疗程序中的辐射暴露风险降至最低。

智能辐射探测仪器在医疗领域的一个重要应用是医学成像程序中的放射性检测。X射线照相术、计算机断层扫描(CT)和正电子发射断层扫描(PET)等医学成像技术依靠电离辐射来生成人体内部结构和功能的详细图像。在这些成像过程中,智能辐射探测仪器用于测量和监测辐射水平,确保患者接受适当剂量的辐射以进行诊断,同时最大限度的减少不必要的暴露。通过提供有关辐射水平的实时反馈,这些仪器可帮助医疗保健提供者优化成像方案、调整辐射剂量并提高医学影像检查的质量和安全性。

智能辐射探测仪器在医疗领域的另一个重要应用是放射治疗中的剂量监测和控制。放射治疗是一种常见的癌症治疗方式,其使用高能辐射束来靶向和破坏癌细胞,同时最大限度的减少对周围健康组织的损害。采用智能辐射探测仪器来监测和验证放射治疗期间向患者提供的辐射剂量,确保准确的治疗和患者安全。通过持续监测治疗区域的辐射水平,这些仪器可帮助放射治疗师实时调整治疗参数,以考虑患者解剖结构、肿瘤大小和位置的变化,从而优化治疗的准确性和疗效。智能仪器可以提供有关目标体积内剂量分布和均匀性

的反馈,使临床医生能够根据个体患者的需求和偏好定制治疗计划。

### 3.3 环境监测与核安全领域的应用

智能辐射探测仪器在环境监测和核安全应用中发挥着举足轻重的作用,在这些应用中,准确及时的检测辐射源对于保障公众健康、环境完整性和核设施安全至关重要。

智能辐射探测仪器在该领域的一个关键应用是对辐射污染事件的监测和应急响应。放射性物质的意外释放,无论是核事故、工业事故还是运输事故,都可能对人类健康和环境构成严重风险。智能辐射探测仪器部署在受影响地区,以评估污染程度、识别热点并实时监测辐射水平。通过提供快速准确的辐射水平测量,这些仪器使应急响应人员能够及时有效地实施对策,例如疏散、去污和保护措施,以减轻辐射污染事件的影响并保护公共安全。

智能辐射探测仪器的另一个关键应用是核设施安全评估和监测。核设施,包括发电厂、研究堆和核燃料循环设施,都受到严格的安全法规和监督,以防止事故发生,确保运行安全,并保护工人和周围社区免受辐射危害。智能辐射探测仪器用于监测核设施内部和周围的辐射水平,对可能表明潜在安全问题的辐射发射、泄漏或异常进行持续监测。通过检测与正常辐射水平的偏差,这些仪器使操作员能够识别安全隐患,评估风险并采取纠正措施,以维持核设施的安全运行。智能仪器可以集成到辐射监测网络中,为监管机构和应急响应机构提供实时数据,从而增强核安全管理和应急准备工作中的态势感知和协调。

### 结语

智能化放射辐射探测仪器的发展将推动辐射监测技术迈向新的高度。通过提高准确性、灵敏度和效率,智能仪器为核能安全、医疗诊断和环境保护等领域提供了更可靠的解决方案。期待未来,智能化技术将持续推动辐射安全管理的进步,保障人类健康与环境安全。

### [参考文献]

- [1]乔冕. 应力分析仪、扫描电镜、电子探针项目环境辐射影响分析[J]. 环境与发展, 2018, 30(04): 216-217.
- [2]陈掌凡, 赵新春, 梁挺, 谢萍, 张会敏. 27台医用加速器有用线束外X射线泄漏辐射检测结果及分析[J]. 中国辐射卫生, 2015, 24(03): 253-255.
- [3]赵进沛, 张富利, 王雅棣, 孔雪梅, 闫妍. 外置立体定向治疗系统医用加速器的性能与防护检测[J]. 医疗卫生装备, 2014, 35(12): 79-81+112.
- [4]杜翔, 曹兴江, 杨春勇, 王进. 剂量分布仪对医用电子直线加速器X射线泄漏辐射检测方法的探讨[J]. 中国医学装备, 2014, 11(07): 4-6.
- [5]闵楠, 李全太, 朱建国, 李海亮. 用于血管检查的X射线机防护性能与质量控制检测评价[J]. 中国辐射卫生, 2009, 18(01): 75-76.