



监测人员在监测点取水样

专项比武辐射应急监测组解读

Interpretation of Radiation Emergency Monitoring Group in the special competition

为了更好地保护公众健康和环境安全,本届大比武活动专项比武特别设置了辐射应急监测组比赛,旨在检验和提升各省级辐射环境监测站应对突发辐射事件时的快速响应能力、现场处置能力和数据分析能力,并通过技术交流和经验分析,解决实际工作中可能遇到的问题。

一、赛项设置

辐射应急监测是指在核技术利用、放射性物品运输以及放射性废物处理、

贮存和处置等活动中,引发放射源丢失、被盗、失控或者放射性物质和射线装置失控导致人员受到意外的异常照射,或者造成环境放射性污染事件等紧急情况下,为查明放射源的位置、核素特征、状态、场所,环境放射性污染情况和辐射水平,人员放射性污染情况而进行的监测。其主要目的是:保障公众健康和辐射环境安全,减少事故造成的危害;为事故的判断和应急决策提供数据支持;提供决定实施紧急防护行动所需的监测数据;为开展事故定性定级、环

境影响及剂量评价提供关键数据;搜寻丢失、被盗、失控的放射性物质;向公众提供辐射环境状况监测数据。

辐射应急监测组赛项主要围绕现场调查、核素定量分析、监测方案和报告编制等方面展开。其中,核素定量分析包括 γ 辐射剂量测量、放射性表面污染定量测量、 γ 放射性核素定量分析。

(一) γ 辐射剂量测量

γ 辐射剂量测量通常指 γ 辐射空气吸收剂量率的测量和人体外照射剂量的测量。在辐射应急工作中, γ 辐射剂量测量的目的有三个:一是为估算辐射源在环境中产生的 γ 辐射对关键人群组或公众成员所致外照射剂量提供资料;二是监视辐射源的状况,为异常或意外情况提供警告;三是为核与辐射应急响应决策提供 γ 辐射水平信息。

γ 辐射剂量测量方法主要有三种:一是通过便携式剂量计进行测量,其中,个人剂量计用于监测个人累积剂量,手持式剂量计用于现场快速测量辐射剂量;二是固定式监测设备测量,包括在线监测系统和环境监测站;三是实验室测量,主要有高纯锗(HPGe) γ 能谱探测器和液体闪烁计数器。

开展 γ 辐射剂量测量的步骤如下:一是做好仪器准备,确保做好仪器校准和检查;二是选择测量位置,根据需要监测的区域选定合适点位,并在选定区域内布置多个监测点,确保覆盖整个区域;三是进行现场测量,将仪器放置在测量位置,启动仪器,记录相应时间内的监测数据;四是开展数据分析,从仪器中读取测量数据,评估辐射水平是否超过限值;五是进行结果评估,根据测量结果评估辐射风险并撰写测量报告,详细记录测量过程、结果及评估意见。

通过定期开展专业的 γ 辐射剂量测量工作,能够有效地评估和控制辐射风险,为制定更加科学合理的辐射防护措施提供依据。

(二) 放射性表面污染的定量测量

放射性表面污染的定量测量是通过探测 α/β 粒子数,快速测量物体表面放射性污染水平的方法。该方法用于测量核与辐射设施正常运行时工作场所及人员放射性污染水平,也用于测量事故区域的污染水平。

放射性表面污染的定量测量方式主要有两种:一是直接测量,通过便携式表面污染检测仪或固定式监

测装置开展测量;二是间接测量,通过擦拭测试或样品采集与分析开展测量。用到的仪器类型主要有三种:一是盖革-米勒计数器(Geiger-Müller counter),适用于监测 β 和 γ 射线;二是半导体探测器,适用于精准测量;三是液体闪烁计数器,主要用于监测低能 β 射线和 α 射线。

开展放射性表面污染定量测量,一般要做好以下五个工作:一是准备工作,主要是校准仪器、穿戴好适当的防护装备;二是实际操作,选定测量点并实施测量;三是进行数据分析,对测量数据进行整理,去除背景噪声的影响,并根据测量数据评估表面污染水平;四是记录与报告,记录测量时间、地点、操作人员、仪器型号等,汇总测量结果并形成书面报告;五是对测量结果采取相应措施,若发现测量结果超标,及时采取措施进行应对。

放射性表面污染的定量测量对于确保工作场所的安全、保护环境和人员健康至关重要。通过定期测量,可以及时发现潜在的污染风险,从而采取必要的防护措施,确保核设施及其他涉及放射性物质工作环境的安全运行。

(三) γ 放射性核素的定量分析

γ 放射性核素的定量分析是判断环境样品中放射性核素种类及其含量的重要方法,是辐射环境监测的主要手段。在核事故以及放射源丢失、放射性污染等辐射事故应急监测中,该方法能快速、准确获取放射性核素种类、活度等数据,对事故的处置决策起着重要的支撑作用。

γ 放射性核素定量分析方法主要有四种:一是高纯锗(HPGe)探测器,适用于能量较低的 γ 射线的精准测量;二是NaI(Tl)探测器,适用于能量较高且不需要很高分辨率的应用场景;三是液体闪烁计数器,对于某些特定的低能 γ 放射性核素的测量,其灵敏度较高;四是闪烁谱仪,其能量分辨能力较强,且具有多道分析器(MCA),可以生成详细的能谱图,用于精准识别和量化 γ 放射性核素。

开展 γ 放射性核素的定量分析,一般有以下五个步骤:一是样品制备,确保样品均匀混合,对于高活度样品则需要适当稀释;二是仪器校准,包括能量标定和效率标定;三是样品测量,将样品置于探测器附近,确保 γ 射线能够被有效检测,开启计数器记录一定时间内的计数数据;四是数据分析,通过多道分析器生

成能谱图并用软件开展分析,识别特定 γ 放射性核素对应的特征能量峰,再根据峰的计数率和探测效率计算出样品中特定 γ 放射性核素的活度;五是对测量结果进行验证,进行多次测量以验证结果的一致性,并与已知标准样品进行对比,确保测量结果的可靠性。

γ 放射性核素定量分析在辐射防护、环境监测、核医学、地质勘探、工业材料检测和废物管理等领域都有重要作用,设置该赛项旨在持续推进辐射监测人员专项技术水平,为多个领域提供更专业的科学依据和技术支持。

二、典型案例

某省海关在对一批境外再生黄铜原料开展机检查验时,检出一集装箱放射性水平异常,立即将该集装箱货物存放于专门隔离场地,并联系生态环境部门请求进一步核实鉴定。

生态环境部门第一时间派遣监测技术人员赶赴现

场,对该集装箱货物进行细致缜密的现场监测。监测技术人员初步勘察后,迅速制定应急监测方案。在严格做好个人防护的情况下,使用相关仪器设备开展 γ 辐射剂量率监测、放射性表面污染监测以及 γ 放射性核素分析。经过快速、准确地测量后,测得该集装箱箱体北侧的表面辐射剂量率最大值为1.80 mSv/h(毫西弗每小时),距此表面1m和2m处的辐射剂量率最大值分别为78 μ Sv/h(微西弗每小时)和10.3 μ Sv/h(微西弗每小时),这三个数据分别是环境本底值的17 000倍、740倍和100倍左右。经 γ 放射性核素分析识别,确认该集装箱内主要含放射性核素铯-137。同时,表面污染监测显示周围环境未发生放射性物质泄漏。

监测技术人员将监测结果及时上报,建议将该批申请入境的再生黄铜原料退回生产输出国,将境外辐射威胁挡在国门之外。

(本文由生态环境部辐射环境监测技术中心提供)



技术中心工作人员赶赴现场开展辐射应急监测工作(本图与文中案例无关)