

行人辐射监测系统低放射性探测灵敏度特性研究

谢威 刘倩倩

山东省环科院环境检测有限公司 山东 济南 250000

[摘要]随着生活水平不断提高,人们对生活中的电磁辐射环境日益关注,近年来移动通信基站站点不断增多,环评检测任务逐年加重等原因,我们在实际工作中考虑到如何将如此大量的数据信息在现场工作中能够准确录入,及时高效地完成数据统计与分析,同时更方便地提供给客户查询,是我们工作中需要解决的问题。

[关键词]监测系统;低放射性;探测灵敏度;本底稳定性

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.11.973

引言

随着我国经济的高速发展,放射性同位素与射线装置已广泛的应用于科研、工业、医学、农业等各个领域,成为国民经济和日常生活中不可缺少的一种重要技术和手段,再造福人类的同时,辐射环境安全问题日益突出。辐射污染是能量流污染,看不见,听不到,摸不着,不容易被人们直接感知,却充满整个空间,且穿透力强。任何生物或设备,都处在它的包围之中,受到它的作用。所以,辐射环境保护越来越引起社会各界的关注,辐射安全已成为环境保护工作的重要组成部分,做好辐射环境保护必须具备专业的技术力量和监测仪器。

1 低放射性探测灵敏度测量原理

根据GB/T 24246-2009 标准,探测灵敏度试验是使规定的试验源按1.2m/s 的速度分别沿规定的5个位置通过行人辐射监测系统,观察并记录监测系统的声光报警信号。监测系统应能以不小于90% 的探测概率(置信度95%)检测到试验源。为了提高系统的探测灵敏度,我们希望把报警阈值设置得很低,但报警阈值设置得太低,又容易受本底统计涨落的影响产生误报警,从而导致其误报警率不满足要求。而本次设计的行人辐射监测系统报警阈值可调,可调节系统的探测灵敏度与误报警概率之间的平衡关系,可以满足检测出接近本底的低活度放射性物质的要求。探测灵敏度测量的前提是本底测量足够稳定,因此需要首先对系统本底的稳定性进行测量。而系统本底的稳定性可通过对本底的长时间测量进行评估,具体为观察长时间测量的本底计数分布是否满足正态分布,并计算其数据是否满足3倍标准偏差 σ 的理论(本底计数率落在 $\pm 1\sigma$ 区间内的概率为68.3%,落在 $\pm 2\sigma$ 区间内的概率为95.5%,落在 $\pm 3\sigma$ 区间内的概率为99.7%)。

2 辐射监测的重要意义

鉴于当前我国城镇建筑室内环境电磁辐射污染值逐年攀升,甚至部分区域污染远远超过国家标准要求等问题,要控制我国建筑室内电磁辐射污染,首先要发明用于测量室内电磁辐射的测量装置和测量方法,开发出高频电磁辐射监测和工电磁辐射监测软件系统,开发出像吸波石膏板之类的建

筑室内电磁波辐射监测仪器设备,利用中短波广播和定向电磁辐射污染防治技术,在一些电磁辐射污染严重的居民区建设示范工程,以提升城镇人居环境电磁辐射防护水平。建筑室内电磁波辐射监测系统的成功开发,有助于高频和低频电磁辐射的测量,实现了电场和磁场强度及功率密度之间的快速转换。为减少建筑物内电磁辐射量还发明了室内电磁辐射污染防治技术,发明的吸波石膏板和轻质保温吸波砂浆等先进新型的电磁污染防治产品,具有优良的电磁波吸收功能。将自主研发的电磁波吸收材料应用于民用建筑室内电磁辐射污染防治,并采用中短波广播电磁辐射污染防治技术,开展了电磁辐射污染防治治理示范工程建设,从而实现了建筑室内电磁辐射污染的有效防护,自主研发的定向电磁波辐射污染防治技术在示范工程中均取得了显著成效。其次,鉴于电磁辐射污染具有隐蔽性强、损害后果的长期性和潜伏性等特点,建议采用常用的有效屏蔽技术和控制措施,以防止电磁辐射的传播与扩散,防止电磁辐射对周围环境和人体健康产生有害影响,并将电磁辐射限制在一定空间范围内。对于电磁辐射污染源应采取综合性的防护措施予以控制,采取建立安全的隔离带措施将人体与辐射波隔离开来,隔离带可以采取绿化措施,实现城市高楼的立体绿化工程,全方位绿化高楼以削弱大厦与大厦之间的相互电磁辐射。在生活中也要采取一些电磁辐射防护措施,例如,不要把家用电器集中摆放,更不能同时使用和长时间使用,各种家用电器最好不要处于待机状态,尤其卧室里面的彩电和电脑。第三,在污染控制方面正逐渐从末端治理转变为清洁生产,还要采取“谁污染谁付费、谁治理谁收益”的治理方针;另外,废物再生利用也将成为电磁辐射污染环境管理的重点,采用垃圾发电的办法处理垃圾,一举两得。最后,还要不断完善室内电磁辐射标准体系,做好室内电磁辐射的监测工作和室内电磁辐射的防护技术,合理设计线路,采用滤波器网络等措施。

3 国内外辐射监测现状

国际辐射单位与测量委员会(ICRU)发布了第92号报告《放射性核素向环境释放后公众防护的辐射监测》。该报告不仅明确了受众使用对象,还提供了场外监测计划和监测

系统及运行建议。同时为我们编制本地区的辐射监测计划、辐射防护预案等措施提供了有力的依据。某国经过多年的发展,颁布了《国家环境政策法》、《原子能法》、《核不扩散法》和《核废物政策法》等26部相关法律、法规;形成了全球监测网、国家监测网和地区监测网三个大型辐射监测网络;各级环境辐射监测部门既相对独立又互作支撑。从而可以看出环境辐射监测工作不仅设立了多部门协作、各层级负责的辐射环境监管机构体系,建设了全国范围内的辐射环境监测系统;积累了先进的监测技术和丰富的监管经验。2014年4月,我国提出了总体国家安全观,并将生态安全和核安全纳入国家安全体系。持续改善环境质量,增强全社会生态环保意识,深入打好污染防治攻坚战。继续开展污染防治行动,建立地上地下、陆海统筹的生态环境治理制度。因此,在新的国际形势下,我国必须建立健全我国辐射防护安全屏障,以迎接世界严酷的挑战。

4 行人辐射监测系统低放射性探测灵敏度特性

4.1 提高各级辐射监测能力

辐射环境监测防护工作与非辐射环境监测工作相比较,被测对象呈现无色、无味、无形、看不见、摸不到的特点,因而长期被大家忽略。因此,借如今5G通信发展和核废水排放的典型事件来让公众重视,也是非常必要的。同时,上级领导部门更可以借此契机重新发展、部署辐射环境监测管理工作。针对辐射专业人才缺乏问题,主要分两方面解决。一是进行针对性的培训。对于当前在岗人员,可进行单位内部培训,还可以到资质能力较强的其他单位学习培训,最后经培训单位考核合格再上岗工作。二是通过宣传核与辐射相关知识,引导学生报考本专业,或者通过省级人才引进,为该专业优秀毕业生提供良好的就业环境,达到留住人才的目的。

4.2 辐射监测系统功能

废树脂和浓缩液放射性固体废物的处理工业在厂房设置有固定式辐射监测系统(设备位号为9KRT508MA、9KRT509MA和9KRT511MA)通道,用于监测区域的辐射剂量率和空气活度浓度,保证电厂工作人员免受不必要的辐射照射。另外,监测系统还能向辐射防护人员、技术支持人员以及辐射应急人员提供暂存库内的辐射水平信息,该信息可供有关人员分析、查找和判断可能的故障,以便及时处理故障,保证废物处理系统安全运行。以9KRT508MA监测道为例,监测通道布置于房间的墙体内,安装于辐射黄区的DN470房间(工作人员操作间),探头伸至ND405房间(放废存放操作间)内进行测量。废树脂和浓缩液放射性固体废物的处理工业在厂房设置有固定式辐射监测系统(设备位号为9KRT508MA、9KRT509MA

和9KRT511MA)通道,用于监测区域的辐射剂量率和空气活度浓度,保证电厂工作人员免受不必要的辐射照射。另外,监测系统还能向辐射防护人员、技术支持人员以及辐射应急人员提供暂存库内的辐射水平信息,该信息可供有关人员分析、查找和判断可能的故障,以便及时处理故障,保证废物处理系统安全运行。

4.3 加强常态化辐射环境监测

鼓励并奖励辐射监测、辐射研究等人员创新研发各种在线、即时监测设备,对通过实验比符合要求的可进行试运行;也可以参考国外最新的研究成果,只要适用于实际工作,都鼓励大胆实践。这样,不仅大大激发了从业人员积极性,更为我国在辐射监测防护创新领域开辟了新天地!同时,可以利用大数据云端整合分析,及时发现在线监测数据动态变化或者异常关联情况,纵横多角度进行分析,为辐射环境预警起到重要作用。

结束语

设计了一种行人辐射监测系统,从国家标准GB/T 24246-2009《放射性物质与特殊核材料监测系统》对其性能指标要求出发,探测灵敏度特性对于监测系统能否检测出接近本底的低活度放射性物质尤为重要。通过研究监测系统低放射性探测灵敏度测量原理,对监测系统进行了本底稳定性测试与低放射性探测实验,确保监测系统在本底稳定性满足要求的基础上,能够探测到接近本底的低活度放射性物质。本次研究解决了监测系统的探测灵敏度与误报警概率之间的平衡问题,优化了放射性物质探测下限,为边境口岸等场所防止低放射性物质扩散提供了技术支撑。

参考文献

- [1]徐永良.浅谈核电厂工作场所放射性空气污染应对措施[J].核安全,2020,19(06):17-22.
- [2]张则菊,李春苗,秦斌,郑昕宇.放射源存储及运输辐射环境污染情况监测与分析[J].四川环境,2020,39(06):161-165
- [3]卫晓峰,侯雪莉,曹勤剑,于轶凡,赵原,赵青,刘立业.2018年IAEA亚太地区外照射个人剂量监测比对结果分析[J].中华放射医学与防护杂志,2020,40(12):956-961.
- [4]孟宪瑞,雷水雄,陈坚刚.蒸汽发生器二次侧排污取样管路堵塞问题及其解决方案[J].核动力工程,2020,41(S2):175-178.
- [5]靳磊,彭燕燕,闫麟辉.移动式 γ 辐射监测系统[J].电子技术,2020,49(12):18-19.
- [6]王媛虹.地方政府监管T核电履行环保责任中的问题及对策研究[D].大连理工大学,2020.