

核应急辐射环境监测的准备和响应

朱晓翔, 陆继根

(江苏省辐射环境监测管理站, 江苏 南京 210019)

摘要: 日本核泄漏事故引发的核危机为人类安全和平地利用核能又一次敲响了警钟。核事故应急工作作为减小核电站危害环境和公众安全的最后屏障, 将起到重要的作用, 必须做好相关的准备和响应工作。核应急辐射环境监测工作是核应急工作的重要组成部分, 在对核应急辐射环境监测进行准备和响应时主要遵循实用性、适用性和适度性并兼顾常规和应急监测的“平战结合”等原则。核应急辐射环境监测的准备主要包括核应急监测组织体系建设、应急监测单项应急预案和响应程序的制定、应急监测队伍建设、辐射环境应急监测系统建设、监测信息网络体系建设、辐射应急监测技术研究、应急监测培训和演练、应急监测经费准备等。

关键词: 应急; 辐射; 环境; 监测; 响应

中图分类号: X34

文献标识码: A

文章编号: 1674-6732(2011)-05-0001-04

Preparedness and Response to Environmental Radiation Monitoring for the Nuclear Emergency

ZHU Xiao-xiang, LU Ji-gen

(Jiangsu Radiation Environmental Monitoring and Management Station, Nanjing, Jiangsu 210019, China)

ABSTRACT: Nuclear crisis arising from the Fukushima nuclear accident in Japan gives us a new warning toward how to use nuclear energy peacefully and safely. The history showed that nuclear safety which had decisive influence on the nuclear energy development is the lifeline of nuclear energy industries. Emergency preparedness and response for the nuclear accident as the last barrier to reduce the accident hazards toward the public and the environment have been more concentrated and focused at home and abroad. Emergency preparedness and response of radiation environmental monitoring for the nuclear accident including the construction of organization system, emergency monitoring system, information network system, monitoring techniques study, training, rehearsal as well as the financial security should follow the principles of practicability, applicability and the combination of conventionality and emergency.

KEY WORDS: emergency; radiation; environment; monitoring; response

0 引言

核能发展的历程表明, 核电的每次快速发展或者滞后甚至停滞都是和安全密不可分的, 可以说核安全是核能发展的生命线。1979年美国三哩岛核电站、1986年前苏联切尔诺贝利核电站和2011年3月日本福岛核电站事故是迄今为止发生过的3次影响到周围环境和公众安全的重大事故, 日本核泄漏事故引发的全球核危机势必将会对核能和平利用的发展产生深远影响。虽然核电的危险系数很低, 但并不等于零, 一旦发生核泄漏事故, 必须针对可能对环境 and 公众安全产生的影响及时做好相关的准备和响应工作。核事故应急工作作为减小核泄漏危害的最后屏障, 将起到重要的作用。

IAEA(国际原子能机构)等7个国际组织在2002年共同发布的《核或放射紧急情况的应急准

备与响应》中规定, 在出现核或放射紧急情况时, 应急响应的实际目标主要包括以下8个方面: ①恢复对局势的控制; ②防止或减轻现场后果; ③防止工作人员和公众出现确定性健康效应; ④提供急救并设法处理辐射损伤; ⑤尽实际可能防止在居民中产生随机效应; ⑥尽实际可能防止对个人和居民造成非放射学影响; ⑦尽实际可能保护财产和环境; ⑧尽实际可能恢复正常的社会和经济秩序。应急准备的实际目标可以描述为: 确保各项应急安排已经落实到位, 能在事故现场、地方、地区、国家和国

收稿日期: 2011-04-12

基金项目: 江苏省环境监测科研基金项目(0804)。

作者简介: 朱晓翔(1977—), 男, 高级工程师, 博士, 从事辐射环境保护管理与监测工作。

际各个级别对任何核或放射紧急情况作出及时、有管理、受控制、协调而且有效的响应^[1-3]。

中国核应急工作经过多年的努力,在参考国际上关于应急分级管理模式的基础上,初步形成了以国家、核电厂所在省和核电厂营运单位为主体的三级核应急管理体系,并分别建立了核应急机构、组织和法规标准体系。1993年国务院颁布《核电厂核事故应急管理条例》,奠定了中国核应急工作的法治基础。此后,国务院、军队有关部门依据条例,制定了一批与其配套的核应急规章及国家标准。国家、有关部委、核电厂所在省核应急协调委和核电厂营运单位建立了核应急硬件平台,建成基础设施并投入运行,应急辐射监测、航空辐射监测、放射性物质释放影响范围预报、核事故医学应急救援和核应急决策支持等专业技术支持力量的建设也取得了一定进展。国家、核电厂所在省以及核电厂营运单位有计划、有目的地举行了各类演习,锻炼了队伍,使应急响应能力得到了提升^[4-6]。此次应对日本福岛核泄漏事故的应急工作中,中国在第一时间启动国家核应急协调机制。在国家核事故应急协调委的统一指挥下,环保、卫生、宣传、气象等部门立即启动部门应急预案,及时上报环境监测、食品卫生和气象等重要信息,同时加强公众宣传,注意掌握社会公众动态。在综合各方信息,依据大量技术数据进行研判的基础上,及时发布有针对性和指导性的权威信息,正确引导社会舆论。中国的核应急工作在此次应对日本核泄漏事故应急工作中充分发挥作用,得到了一次难得的实战和锻炼机会。

1 环保部门在核应急工作中的职责

核应急工作作为一项社会系统工程,具有涉及面广、技术性强、社会影响大和政治外交敏感度高特点,需要多部门合作共同完成。在《核电厂核事故应急管理条例》、《国家核应急预案》以及原国家环境保护总局发布的《核事故应急预案》中,对环保部门的职责作了进一步明确,主要包括:①制定环保核事故应急预案。②指导地方环境保护部门制定和实施核应急辐射环境监测计划;应急响应时,参与指挥、协调应急响应工作,牵头组织力量对辐射环境监测进行支援;必要时,直接负责组织对核设施场内外进行辐射环境应急监测。③审批民用核设施的厂内应急计划,检查、监督其应急准备工作。应急响应时,对事故单位的应急决策和措施

进行技术评估,实施监督,及时向国家核应急协调委提供评估意见。④协助审查和发布有关核事故的新闻和信息,参与事故调查和处理。

2 核应急辐射环境监测工作的准备和响应

中国核应急管理工作的方针是“常备不懈、积极兼容、统一指挥、大力协同、保护公众、保护环境”。因此,在对核应急辐射环境监测进行准备和响应时,应遵循实用性、适用性和适度性并兼顾常规和应急监测的“平战结合”等原则。核应急辐射环境监测的准备主要包括核应急监测组织体系建设、应急监测单项应急预案和响应程序的制定、应急监测队伍建设、辐射环境应急监测系统建设、监测信息网络体系建设、辐射应急监测技术研究、应急监测培训和演练、应急监测经费准备等。

IAEA根据核辐射事故的性质、等级和污染状况等情况提出了通用的应急监测组织体系,但是同时也强调组织体系应根据本国、本地区的实际情况进行优化和调整。在核事故发展的不同阶段,应急监测的主要任务与内容将有不同的侧重,但这种划分也只是相对的,不同阶段的任务之间会有交错或重叠,主要包括早期、中后期和后期应急监测等几个阶段^[7,8]。

2.1 早期应急监测

早期应急监测的目的是确定事故释放的放射性物质类型、数量及影响范围,提供早期处理决策意见。在事故早期,要进行充分、可靠的环境监测是困难的。但是通过在早期尽可能获得的一些场外监测的实际数据,可以用来对评价模式的估算结果进行检验和校正,以提高早期防护决策的置信度,因此早期的环境监测数据的获得是非常重要的。事故早期监测的主要任务是对烟羽的追踪和监测,尽可能多地获得烟羽特性和地面辐射水平方面的资料,特别是关键区域的资料尤其重要,如居民区。测量的项目主要是来自烟羽和地面的 β 和 γ 外照射剂量率,放射性气体、易挥发污染物和微尘中的放射性核素种类和浓度等。在事故早期,环境监测组、环境监测车应该到达指定地点,沿指定路线进行剂量率测量、气溶胶采样和热释光布设等,尽快将样品进行实验室碘-131和 γ 核素分析。早期监测的范围一般仅限于烟羽区,通常不超出5 km。核事故等级在5级以上,相应的监测范围应扩大,2011年3月日本福岛核泄漏事故中,中

国、韩国等周边国家均启动应急监测工作,并首先在气溶胶中检测到极微量的放射性核素碘-131。

2.2 中后期应急监测

随着事故进程的推移,监测结果的重要性不断增加,在中后期,烟羽释放已基本停止,部分放射性物质已沉降到地面,应急监测的目的不再只是对某些模式计算结果进行验证,而是要对整个重点区域内的辐射状况进行测定,以便尽可能了解由烟羽及其沉降所造成的剂量场和地面污染的水平、性质和范围。特别是由于在离释放点很远的地区,或者在其局部气象条件下不清楚的地区,利用扩散和沉积模式所得到的估算结果无法确保数据的准确性,只能通过实地测量来验证,特别是地面沉积物的核素组成及其随距离的变化等信息,只能通过实际测量来获得。在事故进入中期以后,环境监测重点在于对污染范围、水平和性质的测定,主要是对地面沉积和食入途径的监测。测量项目包括沉积引起的辐射剂量率,地面浸染水平,植物、土壤和饮用水的污染水平。事故中期监测范围可达50 km,但由核电厂负责的监测在20 km以内。事故后期还应增加对粮食作物、蔬菜、水果及其他农作物的监测,与食物链有关的陆地和水生动物以及水体底泥的监测。为了提高应急监测效率和有助于后期放射性核素转移评价,生物样品应该选择易沾染、吸收或转移放射性污染的代表性样品标本,蔬菜样本可以选择大叶、表面具有绒毛的作为主要抽检物,如菠菜、芥菜和莴苣等。

在早期监测的基础上从下列两个方面加以扩展:①对于早期可能已经开始的地面和水体污染进行巡测,应从地域上和详细程度上加以扩展;②必须确定食用牛奶、水和食物中的放射性污染水平。从重点核素来讲,在中期除了继续关注易挥发的放射性核素碘-131以外,还应考虑对铯-134、铯-137和锶-90等裂变产物的监测;在后期则应包括对钚等核素的监测。2011年3月日本福岛核泄漏事故中,中国大部分地区在空气中检测到极微量的铯-134和铯-137,江苏、北京等地还在莴苣、菠菜等绿叶蔬菜中检测到极微量的碘-131。日本福岛核电站在事故18天后首次在周围土壤中检测到放射性钚。

2.3 后期应急监测

由于后期监测的主要任务在于确定整个事故释放所造成的残余污染的水平 and 范围。它所涉及

的地域可能相当大,所耗费的人力和时间可能相当多。通常会有若干个组织或机构参与进来,有些事故由于造成的影响非常大,还可能会有来自国际的援助和咨询。如日本福岛核泄漏事故,包括IAEA等相关国际组织,以及美国和法国等国家均派出核辐射专家前去指导日本的应急监测工作。同时,必须建立一个统一的机构或组织来协调行动、分配任务、收集信息、处理资料和提出建议。在事故后期,环境监测的主要任务是在早期和中期已完成的大量监测的基础上,进行必要的补充测量,为事故后期的恢复行动决策及潜在的长期照射预测提供依据,所需要测量的项目和精度将取决于事故的具体情况,可能还应对外照射和累积剂量、表面沾污水平、空气污染和环境介质中放射性核素活度等进行补充测量。

3 核应急监测和辐射后果评价

核事故的直接后果是辐射对人和环境的危害,特别是当核电站发生事故时,主要危害来自放射性物质在大气弥散过程中造成的环境污染和对人的辐射照射。由于事故发生的规模、所处的环境条件不同,具体的评价方法、手段也会有所不同。

辐射后果是指通过事件或事故发生时的辐射监测或数学模拟,估算、评价核与辐射事故产生或可能产生的后果。其目的是通过后果评价获取有关事故产生的辐射后果的大小、影响范围及持续时间等相关数据资料,为实施干预,采取保护公众的防护行动提供依据,也为持续照射阶段采取清除与补救行动并验证其有效性提供依据。

核事故的后果评价,其基本任务就是获得有关事故产生的辐射后果的数据、资料,包括空气、水中的放射性核素浓度及其分布;地面放射性沉积物浓度;水、动植物产品及其他环境介质中的放射性核素活度浓度、公众的个人和集体剂量(包括不采取防护措施的预期剂量、采取防护措施后可防止的剂量以及剩余剂量)的数据等,并与相应的用于干预的剂量准则相比较,为防护行动或补救行动提供依据。

针对不同规模的事故情况,可能采取的辐射监测和数据模拟计算的具体方法、手段会有所区别。例如,用于向大气释放和向水体释放的两种不同事故场景,可以采用的辐射监测方法和模式计算方法是有区别的。辐射污染更关注的是较大量放射性向

(下转第8页)

要理论基础。笔者围绕湿地生态系统结构、功能与生态胁迫提出了具体监测指标,但监测指标需要根据相关的研究、技术应用和管理工作的不断深入进行调整和完善。

(3) 若尔盖湿地地域范围广,自然环境严酷,3S技术与地面监测相结合是开展生态监测的有效手段。提高湿地生态环境监测能力,实现生态监测业务化是目前以及今后相当长的一段时间里监测人员的重点工作内容。

[参考文献]

- [1] 张晓云,吕宪国,顾海军. 若尔盖湿地面临的威胁、保护现状及对策分析[J]. 湿地科学,2005,3(4):292-297.
- [2] 岩流.《全国生态环境保护纲要》环境理论上的重大突破和创新[J]. 中国环境管理,2002(2):3-7.
- [3] 国家发展改革委宏观经济研究院国土地区研究所课题组. 我国主体功能区划分及其分类政策初步研究[J]. 宏观经济研究,2007(4):3-10.
- [4] 王岩春,干友民,张锦华,等. 若尔盖高寒沼泽退化旱化趋势分析与保护对策[J]. 四川畜牧兽医,2006,33(5):6-9.
- [5] 盛海洋,王玉珏. 若尔盖高原沙漠化成因及其治理对策[J]. 水土保持通报,2007,27(1):126-131.
- [6] 李斌,董锁成,江晓波,等. 若尔盖湿地草原沙化驱动因素分析[J]. 水土保持研究,2008,15(3):112-115.
- [7] 陈星,周成虎. 生态安全:国内外研究综述[J]. 地理科学进展,2005,24(6):8-20.
- [8] 王耕,王利,吴伟. 区域生态安全概念及评价体系的再认识[J]. 生态学报,2007,27(4):1627-1637.
- [9] 邹长新,沈渭寿. 生态安全研究进展[J]. 农村生态环境,2003,19(1):56-59.
- [10] 祝光耀. 大力推进生态功能保护区建设[J]. 中国生态农业学报,2004,12(4):1-4.
- [11] 王伟,陆健健. 生态系统服务与生态系统管理[J]. 生态经济,2005(9):35-37.
- [12] 仇夏宁. 生态系统管理研究[J]. 科技传播,2010(24):2,54.
- [13] 燕守广,沈渭寿,邹长新,等. 重要生态功能区生态补偿研究[J]. 中国人口资源与环境,2010,20(3):1-4.
- [14] 李松林. 生态监测技术与我国生态监测工作现状综述[J]. 价值工程,2010(23):109.
- [15] 高洁. 四川若尔盖湿地退化成因分析与对策研究[J]. 四川环境,2006,25(4):48-53.
- [16] 郝云庆,王新,刘少英,等. 若尔盖湿地保护区生物多样性评价[J]. 中国水土保持科学,2008(z1):35-40.
- [17] 李斌. 若尔盖湿地沙漠化成因分析及对策探讨[J]. 中国人口·资源与环境,2008,18(2):145-149.

(上接第3页)

大气的释放,与向水体释放的事故相比,由于放射性在大气中弥散的速度快,风向变化和影响范围大且难于准确界定,受影响的人群一般也更大^[9,10]。

4 结语

核应急辐射环境监测是核应急工作的重要组成部分,在对核应急辐射环境监测进行准备和响应时主要遵循实用性、适用性和适度性并兼顾常规和应急监测的“平战结合”等原则。在发生核事故时,核应急监测组织应针对事故情况,根据预先制定的环境监测应急预案和响应程序展开应急监测工作,对核电厂周围环境介质通过采样、实时监测、实验室分析和数据传输等方式进行辐射环境监测,并及时向有关部门提供辐射污染性质状况和环境介质中放射性核素浓度的实测数据,为判定事故性质和等级、查明事故源项、评价事故影响后果、基于操作干预水平决定应急防护行动和干预、协助阻止辐射污染扩散、制定处置方案和采取恢复措施等工作提供技术依据。

[参考文献]

- [1] IAEA. Arrangements for Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-2.1 [S]. Vienna: IAEA, 2007.
- [2] IAEA. Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards Series No. RS-R-2 [S]. Vienna: IAEA, 2002.
- [3] IAEA. Method for the development of emergency response preparedness for nuclear or radiological accident; TECDOC-953 [S]. 1997.
- [4] 刘华. 促进核与辐射事业又好又快又安全地科学发展[J]. 环境保护,2008(1):29-30.
- [5] 潘自强. 核能发展与事故应急[J]. 辐射防护,2007,27(1):1-5.
- [6] 国家核应急工作“十一五”规划纲要[Z]. 2006.
- [7] 段毅毅. 核电厂应急响应培训教程[M]. 北京:原子能出版社,2001.
- [8] IAEA. Generic Procedures for Monitoring in a Nuclear or Radiological Emergency; TECDOC-1092 [S]. 1999.
- [9] 夏益华. 核应急监测分队手册[M]. 北京:原子能出版社,2009.
- [10] 潘自强. 电离辐射环境监测与评价[M]. 北京:原子能出版社,2007.