



移动扫码阅读

张明,胡耘,李锦,等.核电厂选址阶段环境影响评价的认识与思考[J].能源环境保护,2019,33(4):61-64.  
ZHANG Ming, HU Yun, LI Jin, et al. Perception and thinking of environmental impact assessment of nuclear power plant in the siting stage[J]. Energy Environmental Protection, 2019, 33(4): 61-64.

# 核电厂选址阶段环境影响评价的认识与思考

张明<sup>1</sup>, 胡耘<sup>1</sup>, 李锦<sup>2</sup>, 朱文斌<sup>1</sup>, 胡知田<sup>1</sup>

(1. 国家环境保护大气物理模拟与污染控制重点实验室, 国电环境保护研究院有限公司, 江苏南京 210031; 2. 环境保护部核与辐射安全中心, 北京 100082)

**摘要:**依据相关法律、法规、导则和标准,介绍了核电厂选址阶段环境影响评价的内容、特点和最新进展,探讨了实际工作中应关注的问题和难点。指出了放射性释放源项、大气扩散条件及预测模式的不确定性,强调了关键照射途径识别、环境及外部人为事件调查、公众参与接受度等重点问题。

**关键词:**核电厂;选址阶段;环境影响评价

中图分类号:X820.3 文献标识码:A 文章编号:1006-8759(2019)04-0061-04

## Perception and thinking of environmental impact assessment of nuclear power plant in the siting stage

ZHANG Ming<sup>1</sup>, HU Yun<sup>1</sup>, LI Jin<sup>2</sup>, ZHU Wen-bin<sup>1</sup>, HU Zhi-tian<sup>1</sup>

(1. State Environmental Protection Key Laboratory of Atmospheric Physical Modeling and Pollution Control, State Power Environmental Protection Research Institute Co., Ltd., Nanjing 210031, China; 2. Nuclear and Radiation Safety Center, Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China, Beijing 100082, China)

**Abstract:** Based on laws, rules, guidelines and standards, main contents, characteristics and recent progress of nuclear plant environmental impact assessment were introduced. Some problems and difficulties that should be paid attention to in practical work were discussed. It was pointed out that radioactive source term, air diffusion condition and predictive model had uncertainty. Issues such as identification of exposure pathways, investigation of environmental and human activities and public acceptance were emphasized.

**Key words:** Nuclear power plant; Siting stage; Environmental impact assessment

## 0 引言

随着我国能源结构调整,核能作为一种安全、清洁、可靠的能源,受到前所未有的瞩目,并且处于稳定发展期。2007年10月,国务院批准了国家发展和改革委员会上报的《核电中长期发展规划(2005-2020年)》,明确核电发展目标为到2020年,核电运行装机容量争取达到4000万千瓦,在

建核电容量保持在1800万千瓦左右,装机容量达到全国总装机容量的4%。2016年12月,《能源发展“十三五”规划》进一步将2020年核电发展目标提高至装机力争达到5800万千瓦,在建核电装机达到3000万千瓦以上。截至2018年7月,我国拥有17座商运核电站,38台商运机组,19台在建机组,19座民用研究堆(临界装置)<sup>[1]</sup>。目前,我国除沿海厂址外,内陆省份也已不同程度的开

收稿日期:2019-02-26

基金项目:2017年度国家生态环境保护规划重点问题研究-基于环境质量改善的煤炭消耗总量与强度控制研究(2017A120)

第一作者简介:张明(1978—),男,山东济南人,高级工程师,研究方向为电力环境保护和环境风洞模拟。E-mail:zhang\_m78@163.com

展了核电厂址前期工作。

环境影响评价是核电站前期工作的重要内容之一,环评在核电站前期工作中具有一票否决权。环评制度贯穿于核电站从选址到退役的始终,是核安全保障的首要关口,科学的对核电规划和核电站建设进行环境风险预测和评估,提出合理预防和减轻不良环境影响的对策和措施,是从源头预防核污染,保障生态安全的重要举措。

## 1 核电厂环境影响评价体系

我国核电站建设起步于上世纪七十年代末期,其环境影响管理从一开始就纳入我国建设项目环境影响报告书编审制度,并经历了逐步加强并不断规范化的过程。除受《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目管理保护条例》等综合性环境保护法律和法规规范外,核电站环境保护工作还受整个核安全法规体系的约束。按照《中华人民共和国放射性污染防治法》的规定,核电厂营运单位应在审批核电厂厂址、建造许可证和反应堆首次装料三个阶段提交相应的环境影响报告书。《环境影响评价技术导则 核电厂环境影响报告书的内容和格式》(HJ 808-2016)则规定了核电厂建设项目选址、建造和运行阶段环评报告工作的范围和深度,并明确了报告书的内容格式。

选址阶段的环境影响报告书主要提供足够的环境资料,通过研究厂址与环境之间的相容性判定所选厂址的适宜性,并根据厂址的主要环境特征,对核电厂的工程设计提出环境保护方面的要求;选址阶段环评重在提供足够的环境资料,特别是厂址区域地质、气象、水文、人口、土地、生态和规划等资料。这些资料通常来源于相关的环境专题2,相关专题的编制主要依据《核电厂厂址选择安全规定》(HAF101)和《核安全导则》(HAD101)核动力厂系列中的各分导则的有关规定等。

选址阶段核电厂环评标准分为两类,一类为非放射性影响评价标准,一类为放射性影响评价标准。与一般工业类项目一样,核电厂环评执行的非放射性影响评价标准主要包括水、声、电磁辐射、无线电干扰等方面的环境质量和各类污染物排放标准。放射性影响评价是核电厂评价的重点,主要包括正常运行状态下的剂量约束值和排放控制值、事故状态下的剂量约束值。

## 2 核电厂选址阶段环评应重点关注的问题

近年来,得益于国家能源政策的转变,大量核电厂开展了选址及可行性论证,核电厂环评工作也广泛开展并取得了长足进步,但是工作过程中仍有许多难点值得探讨。

### 2.1 放射性源项的不确定性

放射性释放源项的估算分析,包括正常运行期间气载和液态流出物释放量的估算分析以及事故工况下气态放射性释放量的估算分析。核电站正常运行期间释入环境中的放射性起因于堆芯和反应堆一回路冷却剂中的放射性,而一回路冷却剂的放射性浓度取决于诸多因素:燃料元件包壳破损的情况、反应堆热功率、一回路系统金属材料的成分与腐蚀速率和反应堆运行参数等<sup>[2]</sup>。此外,各种运行参数也会对液体放射性流出物的排放量产生很大的影响。核电站控制、收集、输送、贮存和处理放射性废弃和废液的工程措施和技术路线的不同,流出物的排放量也不尽相同<sup>[3]</sup>。2015年后中国核电开始重启建设,以华龙一号、AP1000和CAP1400为代表的三代核电技术将引领中国未来核电规模化发展的主流,然而目前三项技术并未投入商业化运行,缺乏运行的数据反馈,流出物的释放还停留在设计和估算阶段,并无实际验证。这为环境影响的源项估算带来了很大的不确定性。

事故条件下放射性释放源项的估算取决于有关事故的各种假想,即事故发生的物理过程以及各种专设安全设施的有效性。环评报告中应采用假想的堆芯裂变产物释放事故用于评价非居住区、规划限制区的边界。对于水冷核动力反应堆,该事故考虑全堆熔化,堆芯裂变产物通过安全壳向环境泄漏。即便做了相对详实的规定,不同堆型事故的发生概率和事故条件下放射性物质的泄漏量仍难以估算且存在很大争议,是否应该考虑相关专设安全设施的去除作用也会影响源项估算,源项的不确定性叠加照射途径的多参数化方案,都增加了事故状态下剂量计算的难度和不确定性。因此,在三代核电选址阶段的环境影响评价中选取放射性源项时应尽量科学客观,避免源项的误差带来对环境辐射影响判断的偏差。

### 2.2 大气扩散条件及预测模式的不确定性

大气扩散条件是放射性物质输送到环境中的关键要素<sup>[4]</sup>。通常在选址阶段会进行大气扩散实

验,获取边界层内的风温场分布、区域大气扩散参数、混合层高度等作为气态流出物输送扩散计算的参数输入项。大气扩散实验是野外实验,受气象过程、仪器、人员操作和数据处理方法的影响较大,而大气扩散参数是预测模式中最重要的输入参数,决定了放射性物质在环境中扩散的方向和速度。因此,应制定合理的实验方案、采用准确的现场操作以及科学的数据处理方法,从而获取适宜的本地化扩散参数。

目前国内核电项目环境大气环境影响评价均应用高斯烟羽和烟团模式来评价放射性气载流出物的弥散情况,然而高斯烟羽模式适用于流场均匀定常且非静风情形,应用于粗糙地形和复杂地形时难以保证有效性。烟团模式虽然可以处理有时空变化的气象条件及烟源参数,并可用于不同尺度的大气扩散模拟,但应用于复杂地形厂址是难以保证模拟的有效性。对于厂区附近有高大山体和冷却塔扰流的内陆核电站放射性气载流出物弥散情况,高斯烟羽和烟团模式均无良好的适用性。

关于正常工况下气态流出物的环境扩散模式,国际原子能机构(IAEA)与美国核管会(USNRC)都曾颁布过有关导则。目前国内核电选址阶段环境影响评价主要采用高斯模型,部分采用 CFD 开展大气预测工作<sup>[5]</sup>。基于 USNRC 管理导则 RG1.111 推荐的方法为基础,国内主要核电环评单位开发了 C-AIRDOS、ROULEA2.0、CEIRA 等模型,并应用于石岛湾 CAP1400、海阳 AP1000、岭澳二期 CPR1000 等项目预测,美国西北太平洋国家实验室(PNL)开发的 XOQDOQ-2.0 则应用于桃花江 AP1000 项目。近年来,经风洞实验验证后的 CFD 模型也开始应用于大气预测,STAR-CD 和 STAR-CCM+ 在彭泽 AP1000 项目评估中得到了应用,Fluidyn 也正逐步得到应用。由于行业的特殊性,在核电环境影响评价中气载流出物预测并未采用《环境影响评价技术导则 大气环境》推荐的相关模式,而是采用各个环评单位自行编写的预测软件或国外的 CFD 软件,这些软件即使基于相同的导则,但是在具体算法和参数化方面仍有较大差异,对同一项目也会产生不同的预测结果,不利于在同一尺度对项目的环境影响进行比选。鉴于此,建议管理部门应组织开展不同模式的比对工作,加强模型有效性验证方面的研究,研发出适用于我国复杂地形和气象特征的核电项目大气扩散

统一推荐模式。

### 2.3 识别关键照射途径

核电厂气载放射性流出物主要通过污染空气浸没外照射、地面放射性沉积物外照射、吸入污染空气内照射和食入污染陆生动植物产品内照射等四种途径照射。核电厂排放的液态放射性流出物主要通过岸边活动受到的放射性沉积物外照射、水上活动受到污染水体的放射性外照射、饮用污染水造成的放射性内照射、食入污染水产品造成的放射性内照射、灌溉途径引起的食入内照射等<sup>[6]</sup>。

不同厂址类型的核电厂的关键照射途径也不尽相同,例如沿海厂址基本不涉及饮用水和灌溉问题,而这两点又恰恰是内陆厂址的重要考虑部分。因此,明确各个厂址的关键照射途径,选取合适的核电厂址周围环境介质参数和辐射剂量计算参数将很大程度的影响辐射剂量计算的可靠性。

### 2.4 环境及外部人为事件调查的重要性

人口、环境、食谱及外部人为事件等基础资料的调查为环评提供了最基础的资料,这些基础性资料来源是否可靠,数据是否准确,作为重要初始参数的输入对于整个环评的可信度起着至关重要的作用<sup>[7]</sup>。在基础资料的收集过程中,不同的基准年,不同的资料来源渠道数据会有较大差别,因此在数据收集的最初应该确定统一的基准年,并就不同来源渠道的数据互相比对验证,剔除不合理项,确定环评报告中采用合理的数据。人口分布、各年龄段食谱、农副产品摄入量及获取来源等均显著影响着个人剂量和集体剂量的估算。

### 2.5 公众参与的接受度

公众参与是核电环境影响评价中的一个重要组成部分,受影响居民对核电的接受度已成为许多核电项目选址面临的主要的问题之一<sup>[8]</sup>。核电项目的公众参与首先要坚持程序正确性,应严格的按照《环境影响评价公众参与办法》所要求的时间节点、参与方式、公示内容和工作程序进行公众参与,做到程序的严谨性和合理合法。随着我国核电项目日益增多,公众对核电的认知度和接受度也逐渐提高,但在核电前期工作中,依然存在环境信息公开度不高,公开内容过于复杂,与民众及地方政府沟通不畅,宣传力度明显欠缺等问题,加之核电厂址附近部分居民限于文化水平或者切身利益,易对项目建设持有抵触情绪,这就要求在前

期工作中进行有效的核电科普工作,创新公众参与方式,做好民意的疏通工作,同时也要制定合理的补偿方案。

### 3 主要结论和建议

随着国家能源政策的调整,核电作为清洁绿色能源,将在我国能源结构中扮演更加重要的角色。核电建设项目的的环境影响一直是社会高度关注的问题,我国也建立了完整的核安全和环境保护法规及技术体系。然而,核电项目选址阶段的环境影响评价在开展过程中由于技术路线的不同和环境因素的复杂性,在诸多方面仍存在需要关注的问题和解决的争议。本文对于一些重要问题进行了梳理总结,提出了一些想法,希望能够引起相关管理部门和技术人员的关注,有助于推进核电厂选址阶段的环评工作更加科学、客观和标准。

### 参考文献

- [1] 郝睿.我国核能发展与环境保护的几点思考[J].环境与发展,2018,30(9):222-223.
- [2] 李红,张凌燕,方栋.三种压水堆核电厂的放射性环境影响比较[J].辐射防护,2009,29(4):203-210+218.
- [3] 杨洁,李洋,王彦,等.国内外核电厂放射性流出物排放对标分析研究[J].环境科学与管理,2017,42(10):127-132.
- [4] 胡二邦,闫江雨,王寒,等.不同扩散参数与气象条件对核电厂年均大气扩散因子的影响[J].辐射防护通讯,2003(3):19-25.
- [5] 张琼,郭瑞萍,王博.核电厂气载流出物大气弥散因子不同计算方法比较研究[J].核安全,2016,15(2):52-57+63.
- [6] 郭杰,甄丽颖.2014—2016年广东省阳江核电站辐射环境“关键监测点居民组、关键照射途径、关键核素”变化的分析[J].辐射防护通讯,2017,37(2):1-4+12.
- [7] 汪卫卫,谭承军.核电厂周围外部人为事件调查内容及方法探讨[J].环境影响评价,2017,39(4):82-84.
- [8] 朱文斌,张明,刘松华,等.影响公众对核电接受度的因素分析[J].能源技术经济,2010,22(4):47-50.

(上接第 60 页)

气中颗粒物的测定时,要根据颗粒物的浓度选择合适的标准方法。

(2)现场采样人员要规范采集有效的样品,现场采样过程中要对颗粒物采样管采用全程加热;现场采样时要规范采集空白样品;在符合监测条件的情况下要按要求开展同步双样的测定。

(3)实验室分析人员要按规范要求准确有效称量样品,样品干燥冷却后应平衡 24 h 再称量,并且采用十万分之一天平进行称量。

### 参考文献

- [1] 路娜,周静博,李治国,等.中国雾霾成因及治理对策[J].河

北工业科技,2015(4):93-98.

- [2] 何健.火力发电厂排放颗粒物对大气污染物的监测与危害研究[J].化学工程与装备,2010(1):176-179.
- [3] 环境保护部科技标准司.火电厂大气污染物排放标准:GB13223-2011[S].北京:中国环境科学出版社,2011.
- [4] 梁云平.固定源低浓度颗粒物监测技术现状与思考[J].中国环境监测,2013,29(5):166-169.
- [5] 固定污染源废气低浓度颗粒物的测定重量法:HJ836-2017[S].北京:中华人民共和国环境保护部,2017.
- [6] 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法:GB/T16157-1996[S].北京:中国环境科学出版社,1996.
- [7] 白煜,刘通浩,文小明,等.全程加热采样管和半程加热采样管对超净排放污染源颗粒物监测结果的影响[J].中国环境监测,2016,32(4):114-119.