

· 管理与改革 ·

法国核电规划对江苏发展核电的几点启示

朱晓翔¹, 王凤英¹, 何曼丽², 王万平¹

(1. 江苏省辐射环境监测管理站, 江苏 南京 210019; 2. 解放军理工大学理学院, 江苏 南京 211101)

摘要: 通过调研法国的核电规划、核电厂址的布局和核安全监督管理等工作, 比较了法国和江苏在电力需求、区域特点、核电厂址分布等特点, 在总结法国核电的发展历程对于江苏核电的规划发展值得借鉴的经验基础上, 提出了江苏在建设滨海核电站的基础上新建滨河等内陆核电站需要注意的问题和对策。

关键词: 法国核电规划; 核安全监管; 江苏核电; 环境辐射

中图分类号: X32.012; X945 文献标识码: B 文章编号: 1006-2009(2011)05-0001-04

Useful References of French Nuclear Planning to Nuclear Power Development in Jiangsu

ZHU Xiao-xiang¹, WANG Feng-ying¹, HE Man-li², WANG Wan-ping¹

(1. *Jiangsu Radiation Environment Monitoring and Management Center, Nanjing, Jiangsu 210019, China;*
2. *PLA University of Science and Technology, Nanjing, Jiangsu 211101, China*)

Abstract: The nuclear development planning, reasonable reactor locations and nuclear safety surveillance of France as one of the global advanced nuclear power application countries were substantially and comprehensively investigated. Nuclear power development of Jiangsu province can learn more from French nuclear planning which has some similar conditions and features including electricity demand, regional characteristics and reactor locations. Some suggestion was given to help planning of nuclear power plants constructions by sea or river in Jiangsu.

Key words: French nuclear planning; Nuclear safety supervision; Jiangsu nuclear power; Environmental radiation

自20世纪50年代中期世界第一座商业核电站投产以来,核电发展走过了近60年的历程。根据世界核能协会(WNA)2011年3月的统计,现全球47个国家拥有运行核电机组共计443台,其中压水堆300多座,约占64%;沸水堆90多座,约占23%^[1]。核电发电量约占世界发电总量的16%,其中,法国、英国、美国和俄罗斯的核电在电力供应中占的比例分别为77.6%、23.7%、20%和16.5%,而中国还不到2%。

日本“3.11”强震海啸引发核泄漏危机,造成全世界对核能利用的恐慌。针对日本核泄漏事故情况的初步分析,我国政府强调,要充分认识核安全的重要性和紧迫性,核电发展要把安全放在第一位,并提出:(1)立即组织对我国核设施进行全面

安全检查。通过全面细致的安全评估,切实排查安全隐患,采取相关措施,确保绝对安全。(2)切实加强正在运行核设施的安全管理。核设施所在单位要健全制度,严格操作规程,加强运行管理。监管部门要加强监督检查,指导企业及时发现和消除隐患。(3)全面审查在建核电站。要用最先进的标准对所有在建核电站进行安全评估,存在隐患的要坚决整改,不符合安全标准的要立即停止建设。(4)严格审批新上核电项目。抓紧编制核安全规划,调整完善核电发展中长期规划,核安全规划批

收稿日期:2011-05-17; 修订日期:2011-06-04

基金项目:江苏省环保科研基金资助项目(2009038)

作者简介:朱晓翔(1977—),男,安徽合肥人,高级工程师,国家注册核安全工程师,博士,从事辐射环境管理和监测工作。

准前,暂停审批核电项目包括开展前期工作的项目。

1 法国核电的发展历程

法国国土面积 55 万 km²,人口 6 140 万,为严重缺乏一次性能源的国家。20 世纪 70 年代 2 次全球性石油危机的冲击,使严重依赖进口能源的法国经济遭受了沉重打击。为保持和提高能源的自给能力和独立性,法国政府全面调整能源政策,制定了庞大的核电发展计划,并通过采取各种措施确保核电技术安全、核电规划安全和核电监管安全。核电企业建立和营造了浓郁的核安全文化氛围,同时加强核电信息公开和安全科普宣传,在社会层面上得到民众对核电发展的支持^[2-3]。

1.1 核电科技为先

核电是高科技的标志之一。目前法国拥有世界上新一代核电中容量最大、技术最先进的核电机组。法国的核电发展起步于 20 世纪 50 年代,在法国原子能委员会主持下,法国开发出了具有自主知识产权的石墨气冷反应堆技术,成为当时世界上少数拥有自主核电技术的国家之一。同时,法国通过引进、学习、消化,再不断改造、创新,以世界最先进的 N4 系列压水堆机组成功运营为标志,重新掌握了具有自主知识产权的压水堆技术。在短短几十年内,法国从引进许可证开始起步,实现了设计、建设、运行和设备制造全方位的核电自主化。

1.2 核电布局合理

世界上 60% 的核电站建在内陆,如按照核安全法规所规定的要求选择厂址,在内陆建核电站不存在问题。法国核电不仅分布在西部沿海,大量的核电机组还建在内陆濒河地区,基本靠近负荷中心。在 55 万 km² 土地上,从东到西、从南到北依次布点建设了 19 座核电站。核电站所发电量直接输送各大用户,减少了电能的损耗,也避免了长距离、大功率输送的弊端,为地区经济发展及居民生活用电提供了有效的能源保障。同时,全国形成相互连接的大电网,确保电力供应的稳定及安全。

1.3 监管措施得力

法国在其核电工业起步之初,就着手建立一套以信息透明度为基础的管理体制和庞大的向公众宣传、沟通的体系。首先,法国政府建立了完善的核安全管理机构,该机构具有法规制定、执照审批、执行监督、组织应急和发布信息等重大职能。其

次,法国在长期的核工业实践中形成了大量的法律性规定和文件,并据此构成了系统并行之有效的原子能法规体系。

为了把核电站运营单位和核安全监管机构的职能完全分开,避免造成切尔诺贝利事件根本原因的体制问题,法国政府专门成立了核管理局,除了制定核安全原则外,很重要的任务及时监督核设施运行安全,充当核电“警察”。

2002 年,法国重组了核安全与辐射防护总局,负责政府在的核电政策法规的制定和相关工作的具体实施。核安全局形成了独立于运营系统的安全监督体系,不仅要在安全监管方面恪尽职守,而且必须随时将监管情况向公众通报。核安全局办有自己的杂志和网站,每年都要发表年报,披露包括核设施检查中发现的隐患等情况,并定期举行新闻发布会,与媒体沟通,向社会释疑。

1.4 核安全文化氛围

法国核安全发展理念认为要保持核电厂的运行安全和良好的性能,除了技术上的原因,更重要的因素是对安全和质量的责任心、健全的体制和执行机构、各级员工的质疑提问态度。为此,法国核电企业在内部安全管理建立了一种核电厂特有的企业文化,即无论哪个环节哪个人出何种程度的安全事故,不追究责任,而是鼓励及时报告,再由管理者向政府主管部门和公众通报,不隐瞒。

员工只要在公司活动中发现问题,如未遂事件、安全隐患及管理上的薄弱环节等问题,均可提出。并可对状态报告跟踪处理直至问题得到彻底解决,并避免重复发生。在这种氛围下,员工逐渐养成探索的工作态度和严谨的工作方法,以及相互交流的良好习惯,形成良好的安全意识和团队精神。

1.5 加强核电知识宣传

大力发展核电使法国每年减少 CO₂ 排放量 3.45 亿 t,为改善法国的空气环境质量做出了重要贡献,也让法国民众深切的感受到由于核电发展为自身生活环境带来的改善。法国的核电站定期与传媒和地方上的各种机构接触,广泛派发宣传品,消除公众对核电的神秘感,每年组织约 10 万人参观各地的核电站等。并及时做好信息公开,每个核电机组的运行情况和核辐射环境监测的信息实时在网络上公开发布,让公众及时掌握相关的信息,消除公众的神秘感和疑虑。据 2003 年 1 月的民意调查显示,法国公众对核电的支持率已达 52%,还

有10%的人没表态,而在1978年支持法国发展核电的人仅占30%。

2 江苏省电力能源现状和发展目标

江苏地处东部沿海和长江三角洲地区,是经济发达省份,能源需求大,但常规能源资源贫乏。2003年末,煤炭保有资源量约40亿t(93%集中在徐州地区),部分矿井已处于衰竭阶段,煤炭年产量不足2500万t,所需煤炭85%需外部调入。苏北已探明油田的地质储量2亿t,核年生产能力为150万t,95%的需求量由区外调入。天然气探明储量22亿 m^3 ,批准可采储量15亿 m^3 ,主要依靠“西气东输”和进口液化天然气。

江苏省内地势平坦,水能资源缺乏,不具备开发利用水电的条件,虽有较丰富的太阳能、风能和生物质能资源可供开发,但总量在未来的能源需求总量中比例太小。“十一五”以来,江苏省电力结构得到了一定程度的改善,随着一批利用“西气东输”天然气发电机组的投产,电源结构初步实现了多元化,但燃煤机组占绝对优势的结构没有得到根本改变,燃煤机组装机容量约占总量的85%,燃煤电厂排放的 SO_2 、 CO_2 约占江苏省排放量的40%。

江苏省正积极调整能源结构,根据最新公布的江苏省“十二五”能源发展目标:江苏省一次能源消费“十二五”总量目标将控制在3.41亿t标准煤左右。在结构目标上,将努力降低煤炭比重。2015年,全省非煤能源比重重要达到30%以上,其中天然气占10%,核能达到1.4%,风能达到1.3%^[4]。

3 法国核电规划对江苏发展核电的几点启示

江苏省是东部沿海省份,总面积10.26万 km^2 ,总人口7400多万,省情和法国国情类似,经济发达,电力能源需求大,环境保护压力严峻,并且同为一次性能源缺乏的地区,因此法国的能源政策和核电的发展对江苏省发展核电有借鉴价值。

3.1 核电发展的优势

随着电力需求的增长,电煤的采购、运输和环境保护等方面压力越来越大。因此以结构调整为主线,有序推进煤为基础、多元发展、布局合理的电源开发,构筑稳定、经济、清洁的电源结构就成为江苏电力发展的重要指导思路。核电作为一种高效新型能源,对缓解煤炭供应和运输压力、改善大气环境、改善电源结构将起到重要作用。积极、合理

地发展核电可作为江苏省电力发展的选择^[5]。

(1) 核电可作为解决江苏电力能源缺口的有效途径之一。江苏除煤电外,水力资源发电有限,在其他清洁能源中,天然气供应严重不足,且目前发电成本较高;江苏省风力资源丰富,主要分布在沿海三市,但是风力发电受地域和气候限制明显,风电场出力变化较大,且造价昂贵,其发电成本约是火电的3倍,短期的技术发展还难以满足省内的电力需求。因此从电力供应总量需求出发,大力发展核电是解决江苏电力能源缺口的有效途径之一。

(2) 核电可以缓解江苏的环境压力。核电作为清洁能源可以极大缓解江苏省的环境压力。江苏省是国家“ CO_2 和酸雨控制区”,近年来尽管建设了田湾核电站和相当数量的燃气电厂,但燃煤电厂的总规模依然很大,对环境造成较大压力。煤炭的大量消费还增加了 NO_x 、烟尘、粉尘的排放,导致大气环境的进一步恶化,环境已成为地区经济发展的重要制约因素。未来,工业化、城镇化将快速发展,经济总量仍将保持高速增长,能源资源消耗还要增加,环境容量有限的基本国情不会改变。

同时,减排指标在增加、减排潜力在减小,在消化增量的同时还要持续削减存量,因此江苏省“十二五”期间 SO_2 污染物减排形势将会更加严峻,减排空间已经越来越小,如何突破环境压力“瓶颈”,又能满足快速发展带来的电力供应需求,发展核电是一个有效解决的途径之一。

(3) 核电的经济性优势。从电力竞争经济性出发,核电也具备优势。江苏以及整个华东地区都是一次能源缺乏地区,地区经济规模较大、发展较快,大量的电煤及其他工业和人民生活用煤主要由省外调入,不但煤源供应上存在问题,运输装卸也都带有很大压力。随着近年来电煤价格的不断上涨,上网电价水平亦在逐年攀升。

最新统计数据表明,核电项目投产后的上网电价已经低于新投产燃煤机组标杆电价。由于一次能源的日益匮乏以及安全、运输、环境治理等因素,电煤价格不断上涨,按照煤电价格联动办法,标杆电价水平应随煤电价格联动水平而变动,同时考虑到核电站的平均寿命为40年,并在确保安全的前提下可以申请延长寿命,由此带来的核电项目的经济性将更为明显^[6]。

3.2 核电在江苏的发展需要关注的几个方面

江苏是全国3个核电运行省份之一,已投入商

业运行的田湾核电站为2台百万kW级核电机组。根据规划,田湾核电站未来还将新建6台百万kW级机组,预计总发电能力超过800万kW,将成为我国又一个大型核电基地。同时,在省内其他地方,如盱眙等内陆地区的核电厂址选择也在进行前期评估阶段。因此,未来江苏省的核电将可能会进入快速发展期。根据法国发展核电的经验,结合此次日本福岛核泄漏事故引发的核危机的思考,对于发展核电应该关注以下几个方面。

(1) 编制江苏省核安全规划,使核安全监管事业和核电事业同步发展。安全始终是核电发展的前提和最高原则,我国的核电站绝大多数采用改进后的二代核电技术,“门槛”比世界平均水平高,核电站的选址更加保守、安全,均远离地质断裂带,建在稳定的基岩上;它们的抗震标准、防洪标准等都做到了“高一级”设防。但是核电安全无小事,应充分汲取日本福岛核泄漏事故的经验教训,多管齐下,进一步提高核电的安全系数。在先前做好的大量核电建设工作的基础上,重新审视、高度重视,确保核电安全万无一失。同时,应尽早谋划编制江苏省核安全规划,使江苏核安全事业和核电事业同步发展。把江苏省在役核电站管得更好,在建核电站建得更可靠,拟上马电站考虑得更周全,力争使江苏核能利用更好、更快、更安全的发展。

(2) 反馈福岛核事故经验,全面排查运行和在建核电站安全。我国在日本福岛发生核泄漏事故后,立即召开国务院常务会议,并提出四点工作要求。根据国际原子能机构和相关国家关于福岛核事故处理的经验反馈,全面排查运行和在建核电站的安全。同时密切关注日本福岛核泄漏的最新情况和应对措施,全面分析日本福岛核电站事故的发生及演变过程,总结这一事件给核电站设计、建造和运行带来的启示,认真汲取和深入剖析此次福岛核电站事故的经验,加强对核电站设计、建造、运行等各个环节的管理,尤其针对各种自然灾害做好应对预案,确保中国核电事业的健康发展。

(3) 核电选址与各类重大项目规划和环境的兼容,力争“双赢”。在对省内沿海进行规划开发时,应充分考虑上马项目与在建核电站和预期核电建设项目的相容性问题,尤其是建设航道码头、石油化工等大型项目时,应对其对核电站的取排水、温排水扩散等水文因素影响和风险概率做充分论证,确保核电站的运行安全。同时,考虑到法国核

电的规划情况,应摒弃核电站不能建在内陆的传统思想,可根据厂址情况适当靠近电力负荷中心,减少电力在运输中的损耗。

但是在选址中必须充分考虑内陆核电厂与滨海核电厂环境特征的不同,特别要关注相关环保设施的设计区别,从废水、废气处理工艺和贮存能力、受纳水体的扩散要求、烟囱的设计以及流出物监测等方面需重点考虑。而且,由于绝大部分内陆核电厂都考虑建造冷却塔,将向环境水体排放的热量转而向大气排放,应该关注由此带来的包括雾状烟羽、荫屏、盐沉积、噪声等在内的环境问题。此外,还必须注意由于核电站长期运行造成的失散热量和水滴也会对局部小气候产生影响^[7-8]。

(4) 完善核事故应急预案,建立高效协调的核事故应急体系。为确保核事故的应急工作,必须建立包括监督监测、应急监测、能力建设等在内的的工作。在确定核电厂址后,应做好周围辐射环境的本底调查,为核电投运的环境影响评价积累相关的数据,加强各级环保部门对核电站辐射环境监测的预警能力和监控水平,确保核电站运行对周围环境和人员的影响说得清。在省级层面,需要建立和加强相应的核应急机构,并配备专业的应急队伍,包括辐射监测、辐射防护、去污洗消、医疗救护等,确保核应急工作高效有序地开展和实施。

每次应急任务和演习完成后,应及时做好应急工作总结和经验反馈,及时调整和优化应急预案和实施程序,加强对数据的分析研判,做到核辐射应急机构能力健全、人员齐备、素质优良、预案充分、规范、有序和高效地处置核事故应急工作^[9-11]。

(5) 加强核安全科研工作,为发展核电提供技术保障。根据资料显示,法国近10年来核电排放的放射性污染物下降了近90%,日本核事故处理时法国通过积累了多年的技术和经验,给予很大的支持和帮助。应该加强国家和省级层面对核安全应急处理等方面的科研工作,日本福岛事故应急工作中出现的问题,包括放射性废水的应急处理和排放技术、抗辐射机器人的研发等都可以作为下一步研究和改进的技术方向,强大的科研支撑可以为核电的安全、有效发展提供有力的技术保障。

(6) 加强核安全宣传教育,培育核安全文化。公众对核能利用安全的信心是核电发展得到支持的前提,也将贯彻和体现在核电选址、建造、运行和

(下转第11页)

中迁移方式及污染物质的转化规律。

2.3.2 评价河流重金属污染并筛选主要监测指标

对照前阶段监测成果,对城市河流城考断面的重金属污染现状评价。因地制宜,分类指导,重点强化对重金属污染敏感区域或流域内河流监测指标评估。按照目前环境监测能力要求,优先选取少数可广泛操作的重金属污染物进行考核,同时增加监测投入,适时全面推广所有重金属监测指标。

2.3.3 设置指标权重,强化污染控制后期评估

(1) 提高城考中城市水环境功能区水质达标率指标的权重,增加到 10 分,对相应的计分公式进行修改。

(2) 保持原有 8 分权重不变,增加一定比例污染监管参考分值,以城考断面中重金属指标污染消减程度为环境监管参考标准,最终参考分值纳入城考总排名体系,作为城市政府目标考核的重要内容。

3 结语

城考是推动实现城市环境保护目标的有力抓手,是考核城市政府对辖区环境质量负责的约束性机制,是创模工作的基础。优化设计好城考指标,强化对重金属等“环境优先污染物”的监控,规范

城市中水环境功能区监测断面的设置,完善污染控制的后期评估,是提高政府城市环境管理的水平、促使城市环境保护工作稳步发展的迫切要求。

[参考文献]

- [1] 国家环境保护总局污染控制司. “十一五”城市环境综合整治定量考核工作指导手册(上册) [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2007: 24.
- [2] 沈燕, 朱玫. 浅析《江苏省地表水(环境)功能区划》[J]. 环境监测管理与技术, 2004, 16(6): 4-6.
- [3] 胡涛, 田春秀, 李丽平等. 修订“城考”指标体系的政策建议[J]. 环境与可持续发展, 2007(5): 55-57.
- [4] 罗红梅. 浅析城考指标“汽车尾气达标率”[J]. 环境技术, 2004(6): 11-14.
- [5] 吴志秋. 全国城市环境综合整治定量考核指标体系的变化及特点分析[J]. 辽宁城乡环境科技, 1997(5): 3-5.
- [6] 范元中. “九五”城市环境综合整治定量考核指标计分统计程序[J]. 环境保护, 1997(12): 8-9.
- [7] 范元中, 吴慧玉. 《全国“十五”城考软件》在数据审核中的应用[J]. 环境保护, 2003(11): 7-8.
- [8] 李辉, 刘建伟, 傅宏达等. 关于城考“危险废物处置率”填报的探讨[J]. 环境保护, 1999(12): 8-9.
- [9] 周文敏, 傅德黔, 孙宗光. 中国水中优先控制污染物黑名单的确定[J]. 环境监测管理与技术, 1991, 3(4): 18.

本栏目责任编辑 薛光璞 陈宝琳

(上接第 4 页)

退役的各个阶段。应加强对核电知识的普及和公正客观的公众宣传,可以通过制作科普手册和光盘、参观访问核电站等形式,使公众对核电有正确的认识,消除对核电的恐惧感。努力培养核安全文化,1986 年国际原子能机构(IAEA)在《关于切尔诺贝利核电厂事故后审评会议的总结报告》(INSAG-1)中首次提出“安全文化”一词,正式将“安全文化”概念引入核安全领域。

核电企业要建立良好的安全文化氛围,首先应从自身的角度正确理解安全文化的概念。安全文化由 2 大部分组成,即单位内部的体制及各级人员对安全的态度和响应。其次应建立良好的组织和个体的安全文化。

[参考文献]

- [1] WNA. World nuclear power reactors & uranium requirements [EB/OL]. [2011-06-01] <http://www.world-nuclear.org/info/reactors.html> 2011.
- [2] 麻省理工学院中国能源环境研究会. 法国核电启示录 [EB/

OL]. [2011-06-01] <http://ceer.mit.edu>.

- [3] 中国环境资讯网. 法国核电发展的信息透明化 [EB/OL]. [2007-10-18] [2011-06-01] http://www.epi88.com/master/news_view.asp?newsid=781.
- [4] 江苏省发展和改革委员会. 江苏省“十二五”能源发展目标 [EB/OL]. [2011-06-01] <http://jnews.jschina.com.cn/a/201104/t715949.shtml>.
- [5] 国家发展和改革委员会. 核电中长期发展规划(2005~2020 年) [EB/OL]. [2011-06-01] <http://www.sdpc.gov.cn/nyjt/nyzywx/W020071102337736707723.pdf>.
- [6] 陆华, 周浩. 发电厂的环境成本分析 [J]. 环境保护, 2004, 32(4): 51-54.
- [7] 於凡, 张永兴, 杨东. 我国核能发展需要关注的几个重要问题 [J]. 辐射防护, 2010, 30(5): 265-271.
- [8] 张凌燕, 李文辉, 李勇. 关于内陆核电厂环保设施设计的一些思路 [J]. 辐射防护, 2011, 31(1): 7-12.
- [9] 陆继根, 王凤英, 朱晓翔等. 江苏省核辐射突发事件的预警监测体系 [J]. 环境监控与预警, 2011, 3(2): 5-8.
- [10] 黄彦君, 孙雪峰, 陶云良等. 核电厂应急监测策略 [J]. 环境监测管理与技术, 2011, 23(1): 13-19.
- [11] 洪维民. 加强预警监测体系建设高效应对突然生态环境问题 [J]. 环境监测管理与技术, 2009, 21(2): 1-3.