

# 中美法核电厂选址政策比较分析

邹树梁, 李 达<sup>①</sup>, 孙美兰<sup>②</sup>, 池晓霞<sup>①</sup>

(南华大学 核设施应急安全作业技术与装备湖南省重点实验室, 湖南 衡阳 421000)

[摘 要] 我国内陆核电站正处于重启阶段,科学完善的核电厂选址政策和程序是保证核电厂安全运行的第一道屏障。法国和美国是两个最具典型的拥有丰富内陆核电站选址和运行经验的国家,比较分析中美法核电厂选址政策的演化过程以及选址的一般程序,可看出美国拥有更完善的核安全体系结构,而法国却有着便捷的审批程序;最后结合我国具体国情,给出适合我国内陆核电站选址政策的建议和未来发展方向。

[关键词] 选址政策; 选址程序; 内陆核电

[中图分类号] TM623.1 [文献标识码] A [文章编号] 1673-0755(2018)02-0005-07

截至 2017 年 9 月,我国在建核电机组 20 台,并且未来计划建设机组 40 台,在建数以及计划数都位列世界第一,大规模的核电站建设项目将使核设施选址的安全问题成为我国长期面临的重大议题。2017 年 9 月 1 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第 29 次会议通过的《中华人民共和国核安全法》对核设施选址做出了一系列的要求,其中第 22、23 条明确规定核设施选址前的准备工作,同时要求核设施营运单位应当综合多方面因素进行科学评估<sup>①</sup>。如何依据《中华人民共和国核安全法》的总体方针制定适合我国国情的核电站选址政策是亟待解决的问题,分析比较拥有已经较为成熟的美国 and 法国两国核电站选址的政策和程序,将有助于我国未来内陆核电站的重启工作。

## 一 各国核电厂选址准则概况与比较分析

从 20 世纪 50 年代初世界上第一座核电站奥布灵斯克核电站在俄罗斯卡卢加州建成至今,人类和平利用核能时间也仅有 60 多年。在这短暂而又辉煌的 60 多年核能发展史上,却在美国、前苏联、日本发生了三次重大核事故。事故的发生不仅逼迫人类改进核电技术——从最初的一代核电站到如今即将投产的四代核电站,并且警示人们要制定和完善相应的核电厂安全导则、法规以及条例和监督体系,作为核电厂安全运行首要工作的选址问题就显得尤

为重要。故世界上有核国家不仅遵守国际核相关组织或者机构制定的核电厂选址准则外,而且还相应地制定了适合自己国情的核电厂选址准则。

### (一) 中国核电厂选址政策及标准演变

我国第一部有关核设施安全方面的行政法规要追溯到 1986 年 10 月由国务院批准颁布的《中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例》,之后陆续颁布了《中华人民共和国核材料管理条例》(1987 年)《核电厂核事故应急管理条例》(1993 年)等 2 部条例并由此建立了一系列核安全规定及其导则<sup>②</sup>。截止至 2017 年 9 月,中国核安全法规体系由五个层次构成:(1)国家法律(核安全法、突发事件应对法、放射性污染防治法共计两部法律);(2)国务院行政法规(核安全管理条例等共计 7 部行政法规);(3)部门规章(核安全规定、行政法规实施细则等共计 29 部部门规章);(4)指导性文件(核安全导则等共计 93 部导则);(5)参考性文件(技术报告等共计百余项)。构成了以《放射性污染防治法》《核安全法》为顶层结构的核安全体系。其中涉及到核电厂选址方面的法律有 2003 年 10 月 1 日起开始施行的《中华人民共和国放射性污染防治法》以及 2017 年 9 月 1 日通过的《中华人民共和国核安全法》;而具体指导性的核电厂选址法规为 1992 年国家核安全局出版的“核安全导则汇编”中 HAD101 核电厂选址(共计 12 部安全导则,主要涉及地震、

[收稿日期] 2017-12-25

[基金项目] 湖南省研究生科研创新项目“核事故应急决策方案的动态调整方法研究”资助(编号:2017SCX14);国防科技工业核动力技术创新中心“核能可持续发展战略研究”资助(编号:ICNPT2017-XX)

[作者简介] 邹树梁(1956-),男,江西省安福县人,南华大学核设施应急安全作业技术与装备湖南省重点实验室教授,博士生导师。

①南华大学管理学院硕士研究生。②南华大学管理学院讲师,博士研究生。

人口分布、大气弥散、洪水、极端天气、地基等相关方面问题)<sup>③</sup>。在中国核电厂选址相关的法律法规建设起步较晚的情况下,通过坚持以IAEA出版的相关的选址国际标准作为基石,同时吸收美国、法国、英国、德国等的经验,并结合我国现有的国情形成了适合我国核电建设的核安全法规体系<sup>[1]</sup>。

## (二)美国核电厂选址政策及标准演变

美国核安全法规体系同中国一样也划分为5个层次依次为:(1)美国国会参议两院批准公布的原子能法;(2)美国核管理委员会(NRC)发布的有关核安全方面的联邦法规;(3)美国核管理委员(NRC)制定的管理导则;(4)美国核管理委员会(NRC)制定的技术文件;(5)美国业内相关涉核机构以及企业(如美国国家标准协会、美国工业界行业协会等)制定的核电标准和规范<sup>④</sup>。美国第一部核安全法是1946年制定并于1954年正式颁布的《原子能法》。《原子能法》规定美国核电站选址政策的制定权归属美国原子能委员会,1957年美国国会通过了《普莱斯—安德森法》法案要求美国能源委员会对核电厂建造申请进行公开化的审理,这代表美国原子能监督体系进入了调整阶段,直到1975年该权力归属美国核管理委员会<sup>[2]</sup>。美国原子能委员会监管标准理事会在1974年9月发布的《管理导则》4.7(草案)为现行的核电站选址的一般准则雏形;该草案被1975年1月19日从美国原子能委员会中独立出来的机构——美国核管理委员会的标准发展办公室在1975年11月修订并正式发布,后又3次修订,最近的一次修订是在2014年3月<sup>⑤</sup>。

1954年以前美国核电厂选址主要考虑的是有关隔离距离方面的问题,1954年之后由于和平发展核能规划的制订,核电厂选址不仅要考虑安全隔离距离同时又加入新的经济性元素。当时美国的电力界要求核电站选在中心负荷区以增加经济性,美国原子能委员会综合考虑了这两种观点确定了新的选址政策,于1962年颁布了新的选址政策《反应堆选址准则》。进入20世纪80年代,美国环境政策法的发布加大了对核电厂选址安全性问题的考量(环境政策法对核电站选址安全性在空气、水以及陆地三方面有明确的约束),并且强调了公众在核电厂选址的作用。1973年美国原子能委员会修改了10CFR100,增加了核电站选址的地震和地址标准部分。最新的2014版的《管理导则》中的修订包含了引用10CFR52部分和NRC的标准审查计划(NUREG)中NRC工作人员用来评估核电厂许可证申请,核电站的环境评价标准审查计划(NUREG-1555)的相关部分,并更新了技术参考。2014版的《管理导则》中对核电厂的选址要求主要集中在以

下一些方面:地质和地震、大气极值和色散、禁区和低人口区、人口考虑、应急计划、水文条件、工业、军事和交通设施、生态系统与生物群、土地利用与美学、社会经济学、环境公平性、噪声<sup>⑥</sup>。

## (三)法国核电厂选址政策及标准演变

法国国土面积不大,人口密度较大的特点增大了选址安全方面的难度。正因为如此,法国选址比较谨慎,有一整套的选址法规以及审批制度,以及全面的环境调查研究,并积累了丰富的经验。法国没有专门制定《原子能法》,关于原子能利用的立法都用法规、法令、决议和通知的形式在政府公报上发表。法国核安全法规体系主要由以下3个层次构成:(1)法国工业部发布的政府法令、条例规定;(2)法国核安全局发布的基本规则(RFS);(3)核工业界编制的核电站核岛设计和建造规则(RCC)。与核电站选址有关的主要法规有:(1)1963年12月11日有关核设施的N°63-1228法令(此法令于1973年3月27日经过修改为N°73-405法令)其中规定了包括核电站在内的“核设施基地”的审批程序;(2)1974年11月6日有关液体放射性排出物的N°74-1181法令;(3)1976年8月10日的决议中具体规定了对于轻水反应堆气体和液体排出物的排放限量<sup>[2]</sup>;(4)法国《专用于压水堆核电厂放射性液态流出物排放限值和排放方式的规则》;(5)《法国900MW压水堆系统设计和建造规则》(RCC-P,1991版+1995修订)<sup>[3]</sup>等。同时一些新的标准(例如电厂周围居住问题等)法当局正在研究准备出台。从法国的现有法律法规来看,法国在对滨海、滨湖、滨河核电厂选址方面的标准并没有本质的差异,选址总体上都遵循着四大基本标准——技术经济、安全、环保、社会经济。主要约束方面为地震、洪水、水源、场地、温排水、液体废物排放以及核电厂在电网结构中的地位以及作用等<sup>[4]</sup>。

## (四)美国、法国与我国核电厂选址准则比较

相较于中国,美法两国无论在核安全体系方面还是核电厂选址方面都更为全面和完善。美国核电发展时间最长,因此其选址准则最为完整,再加上美国涉核机构和企业比较多,因此美国的核电厂选址准则出现了最可贵的持续更新性;而法国和中国在标准的更新方面却显得尤为不足,法国新的标准迟迟不能落地,而中国新标准的制定也仅仅停留在提议阶段。法国在内陆核电站选址方面有着独特的优势,其在核废物的排放、热污染控制以及内陆电厂防洪等问题上都有着较完善的标准。法国与我国的核安全体系中的安全要求以及技术标准都是在参照美国核电厂法规标准体系同时结合本国国情条件下建立的。因此中美法在核电厂选址准则方面虽在具体条例上有一定的差别,但总体上大同小异。核电厂选址一般需要考虑安全和经济两大方面的因素,分别

从地质和地震、大气极值和色散、人口考虑、应急计划、水文条件、社会经济学等方面考虑。美国在最新版 2014 版的《安全导则》中加入考虑生态系统与生物群、土地利用与美学、噪声等方面标准,这也为我国未来优化核电厂选址标准起到一定的借鉴作用。

## 二 中美法核电厂选址基本程序比较分析

### (一) 中国核电厂选址基本程序

现阶段我国对核电厂选址程序叙述最明确的为国防科学技术工业委员会 2001 年 11 月 15 日发布并于 2002 年 2 月 1 日实施的《核电厂厂址选择基本程序》。而最初的选址程序来源于 1991 年 7 月 27 日国家核安全局发布的法令 HAF-0100《核电厂厂址

选择安全规定》,依据该规定核电厂选址步骤被划分为三个阶段。而《核电厂厂址选择基本程序》则规定厂址查勘阶段以及厂址评价阶段两个阶段:第一阶段主要是通过综合比较确定备选地址(主要是通过淘汰的方式删掉然后筛选);第二阶段则是进行更深层次的考察和研究综合评定备选地址的优良并确定最终的核电厂址。我国核电厂选址过程实则是一个逐级筛选过程,通常会对一定量的备选地址按照技术说明书上规定的区域范围进行一定程度和一定深度的调查研究,继而选出两个或者若干个备选的地址,继而通过更加科学综合的评价体系抉择备选地址的可接受度,从而确定最终的推荐地址。整个核电厂的选址程序如图 1 所示<sup>⑦</sup>。

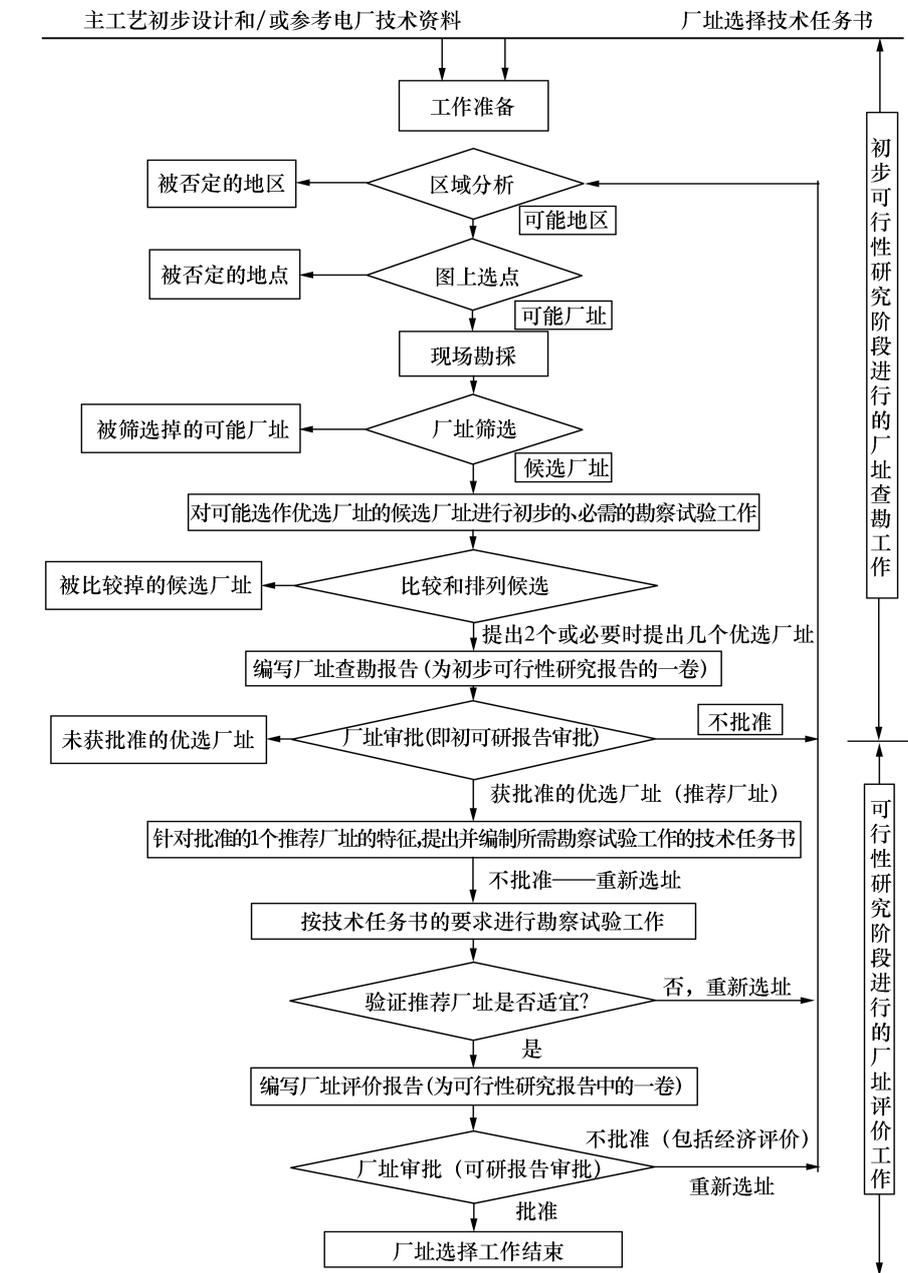


图 1 核电厂厂址选址工作基本程序

### (二)美国核电厂选址基本程序

美国核电厂生命周期实则为相关许可证办理过程,通常核电站许可证过程包括两个阶段:一是申请发放核电厂建设许可证;第二则是在核电厂建设的最后阶段,申请和颁发营业执照。从公用事业单位决定建造核电厂到完成的核设施被核管理委员会(NRC)的批准运营约需要 12 年的时间。申请发放核电厂建设许可证主要有以下步骤:首先,必须填写和提交一份包含有核电厂初步设计的初步安全分析

报告(PSAR)的申请书,一份记录现场准备活动以及发电厂及其辅助设备的建造和运行对环境的影响的环境报告(ER),以及证实公用事业符合所有联邦反垄断立法的宣誓书;其次,美国核管会(NRC)工作人员进行反垄断、环境安全审查;然后反应堆独立咨询委员会进行独立的安全审查;再次,由三人共同管理的原子安全与许可证委员会(ASLB)召开强制性公开听证会。听证会后,ASLB 作出是否应授予许可证的初步决定。步骤如图 2 所示:

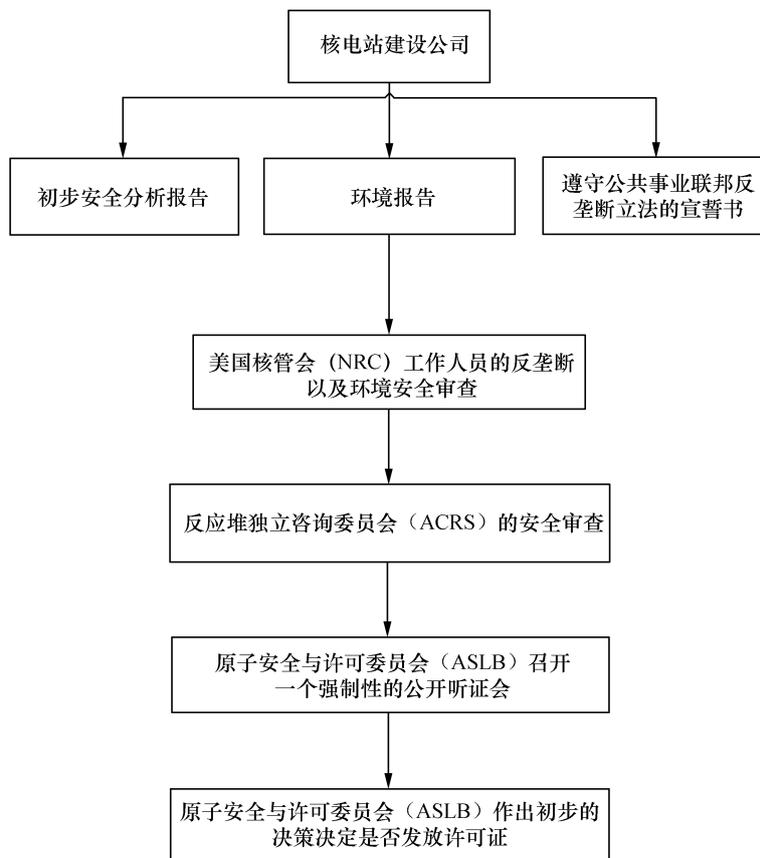


图 2 美国核电站建设许可证申请程序

### (三)法国核电厂选址基本程序

法国核电厂选址和建设的审批程序主要包括下列阶段:(1)申请开发许可证;(2)申请运营许可证(包括装料和投入试运行以及投入正常运行);(3)申请排放许可证。具体程序如图 3 所示,N 代表核电站开始运行前的年数。法国核电厂选址工作侧重于备选地址的初步研究以及早期阶段。首先,法国电力公司(EDF)负责对备选地址进行全国范围的研究,EDF 在法国的资源和地位保证了研究的可行性以及收集意见的完整性;其次 EDF 会在选址研究的第一年就联系地方当局及公众进行非正式讨论,确定选址地址并制定研究草案,这次接触虽没有严格

的制度化模式,但是法国政府当局强制给予法国电力公司行动指南;再次,EDF 在选定了一个特定的地址以后,“公益性申请”以及施工许可证的正式程序就已经启动了。“公益性申请”不仅赋予了法国电力公司土地征用权,同时代表了法国当局对项目地位的认可。“公益性申请”程序是所有有关行政部门首要评估对象,之后法国工业与研究部部长决定项目是否进入“公开调查”(“公开调查”是指选址所在市的市政厅给公众提供官方信息)阶段,这个阶段一般持续 6 个月。“公开调查”一般期间为 15 天到两个月,在“公开调查”结束后,法国电力公司有三个月来回答因“公开调查”而产生的各种问题,

在这段时间里,普通公民都将获得与项目有关的私人答案。如果结果良好,法国电力公司将会提交一

份施工许可证申请书并且在工业与研究部部长的授权下进行现场的准备工作和早期的建造。

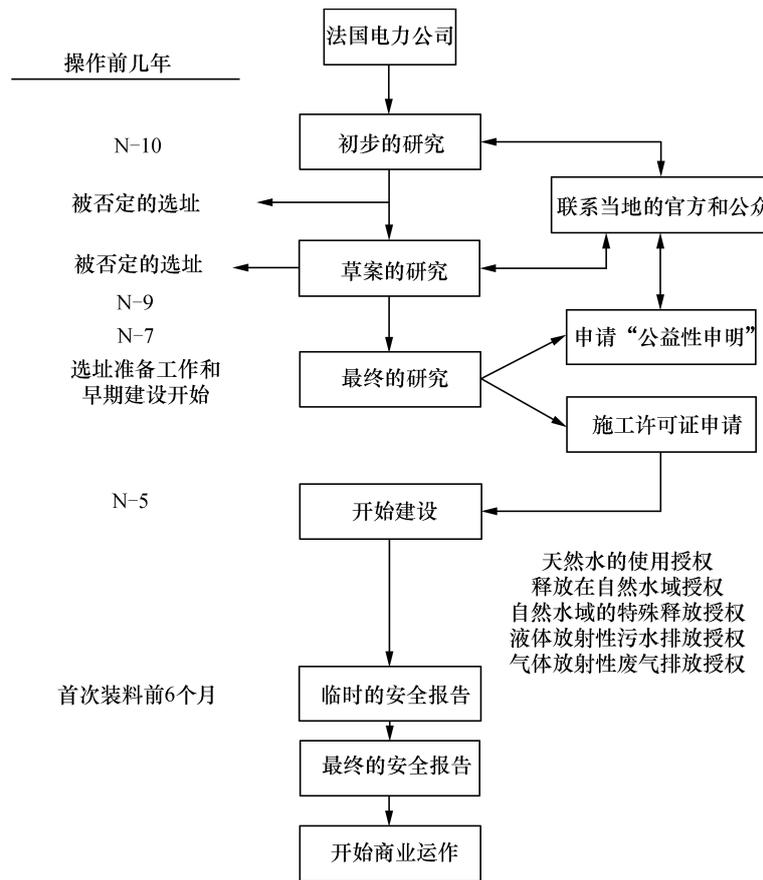


图 3 法国的选址流程和许可程序<sup>[4]</sup>

(四) 美国、法国与我国核电厂选址基本程序比较

中美法在核电厂选址初期都会进行现场勘查并且进行厂址评价,对所有备选的地址进行技术、环境、安全、经济方面的评价,筛选出最优的选择后,一般都需提交初步安全分析报告、环境影响评价相关文件。勘查和厂址评价阶段,中美法所测评的大体方向一致,所有内容都是涉及以上四个方面,但是各国在环境以及安全方面相关的指标标准有一定的差别。法国核电站选址更加侧重于经济方面的考虑如市场需要以及能源结构等,内陆还是沿海一般并非优先考虑的问题。相较于中美,法国有更加完整的民意征集体系并且对废液排放值以及热污染控制问题等方面都有严格的标准;美国更加侧重于体系的完整性,对核电站选址所有方面都有着一整套评价体系和严格的审查程序,但是相较于中法,美国的核电站建设审批程序较为繁琐复杂。较为特别的是,美法核电站选址分别会进行“公益性申请”以及“反垄断审查”特定程序;相较于美法,中国核电站许可

证管理程序有异于美法的“一步法”而是“两步法”,中国核电站许可证申请阶段通常会将选址批准以及设计许可或者建造许可合并,而美法两国采取分离的举措<sup>[16]</sup>。

三 对策与建议

中国正处于大规模核电厂建设阶段,内陆核电站正在重启阶段,可以预见,未来内陆核电站安全选址问题将成为未来核电站安全的中心问题,因此,制定科学完善的内陆核电站选址政策以及程序将对未来中国核安全有着重要的意义。

第一,从中美两国的核电站选址政策以及程序来看,内陆核电站的选址政策以及选址程序与沿海核电站并没有差异,甚至法国内陆核电站的选址程序要比沿海核电站简单。根据中美法核电站运行经验,可以看出核电站运行对周边环境并无太大的影响,所以核电站在环境上相关标准的制定可以借鉴法国的相关标准,并结合自身特点。同时也应加快进度研究在相应的本国内陆环境下,内陆核电站相

关技术标准以及特殊问题的解决。

第二,加快我国核安全法规体系的建设进度,完善和补充我国现阶段的相关核电法规以及条例等,结合本国现有国情以及未来世界和中国发展方向及时更新相应的核电厂选址标准法规或导则等,为我国未来核电进一步发展打好坚实的第一步。

第三,从法国的核电站选址标准可以看出,选址过程中不能建立单一性的评价体系,需要综合多方面的因素进行综合比对。不仅仅只在安全性上面做文章,也需要在经济性上做文章。应该从全国电网布局以及建设成本等方面考量,以战略性部署的眼光来进行核电站选址工作。更应当从中国目前所推崇的“和谐”角度下功夫,不仅要做到核电站与自然的相互和谐,也应当做到核电站与人类生态的相互和谐。

第四,在《中华人民共和国核安全法》的指导下,发挥涉核机构以及企事业单位的主观能动性,不仅仅推动涉核企事业单位或者协会的交流与学习,更加应当注重它们之间的协同监督和激发其建言献策的积极性。同时也可以借鉴美国的经验直接成立一个单独监测核电厂安全的非盈利性质的机构。

第五,积极消化吸收美法核电厂选址程序中相关优点,优化和完善相关选址程序,简化相关申请书的审批程序,同时切实完善公众意见征集这一过程,使核电站项目建设变成一个民意项目。

第六,吸收美国核管理体系的经验,优化核安全管理机构以及体系,做到核管理体系的先进化。能够有效地避免因为监督问题而造成的事故,因监督问题而造成的本应解决的小事故而无限放大,本应控制住事故态势却因为监管的非科学性而蔓延。

#### 注释:

①全国人民代表大会常务委员会于2017年9月1日颁布的《中华人民共和国核安全法》(中华人民共和国主席令第七十三号)自2018年1月1日起施行。[http://www.fdi.gov.cn/1800000121\\_23\\_73961\\_0\\_7.html](http://www.fdi.gov.cn/1800000121_23_73961_0_7.html).2017.9.1.

②中国核与辐射安全监管30年官网:[http://www.chinancs.cn/web/static/catalogs/catalog\\_298900/298900.html](http://www.chinancs.cn/web/static/catalogs/catalog_298900/298900.html).2014-10-22.

③来自于国家核安全局颁布的核安全导则HAD101/01~HAD101/12,这12部导则是对《核安全厂址选址安全规定》(HAF101)的说明和补充,属于指导性文件。

④哈尔滨工程大学“三海一核”科普网:[http://uzone.univ.cn/news2\\_2008\\_360192.html](http://uzone.univ.cn/news2_2008_360192.html).2012.4.21.

⑤美国核管理委员会官网:<https://www.nrc.gov/reading->

[rm/doc-collections/reg-guides/](https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/reg-guides/).《NRC Regulatory Guides》- Environmental and Siting (Division 4).2017.7.31.

⑥美国核管理委员会:<https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/reg-guides/>.核管理研究办公室于2014年3月发布了《管理导则4.7》(草案DG-4021于2011年12月30日发布)。

⑦来自于国防科学技术工业委员会2001年11月25日发布并于2002年2月1日实施的《核电厂厂址选择基本程序》(EJ/T 1127-2001),该标准在充分采用之前相关标准中的有关条款规定前提下并结合我国核电厂选址工作的实践经验编制而成。

#### [参考文献]

- [1] 程捷.核电厂厂址选择[J].能源与节能,2012(2):61-62.
- [2] 顾德明.美国核电站选址标准及政策上的一些变化[J].国外核新闻,1981(3):12-13.
- [3] 万兆钧.法国核电站的选址过程和方法[J].辐射防护通讯,1982(4):15-27,47.
- [4] 何德炜,赵本初.核电厂选址[J].核科学与工程,1993(1):88-92.
- [5] 龙茂雄,赵成昆,罗兰英.法国内陆核电站选址的经验与启示[J].国防科技工业,2011(4):24-27.
- [6] GOLAY M W, SARAGOSS I I, WILLEFERT J M. Comparative analysis of United States and French nuclear power plant siting and construction regulatory policies and their economic consequences[J]. Mit Energy Laboratory, 1977(6):146-154.
- [7] 龙剑锋,周明清.法国内陆核电厂址选择技术特点[C].以电力土建科技创新推进可持续发展学术交流会,2005.
- [8] 中国核与辐射安全监管30年(1984-2014)编委会.中国核与辐射安全监管30年(1984-2014)[M].北京:中国原子能出版社,2014.
- [9] 熊文彬,朱杰,王韶伟,李虎伟,张厚明.俄罗斯核电安全监管体系及启示[J].辐射防护通讯,2012(4):23-28.
- [10] 任德曦,肖东生,胡泊.世界核电布局走向及对我国核电布局的启示[J].南华大学学报(社会科学版),2013(5):1-10.
- [11] 赵成昆,徐玉明,等.内陆核电厂需关注的问题及不同类型核电机组的适宜性分析[C].全国内陆核电站与辐射安全学术讨论会,2009.
- [12] 陈杰,周涛,周蓝宇.我国内陆核电站五个问题的研究[J].华北电力大学学报(社会科学版),2016(2):1-4.
- [13] 陈泽韩.我国内陆核电选址决策思考及安全环境问题探讨[J].南方能源建设,2015,2(4):28-33.

- [14] 王韶伟,陈海英,林权益,熊文彬,岳会国.国外内陆核电状况及我国内陆核电建设亟待解决的问题[J].辐射防护,2013,33(6):390-396.
- [15] 张爱玲,汪萍,朱京兴.我国内陆核电厂防洪设计要
- 求及评价方法[J].核安全,2011(4):55-61.
- [16] 郁祖盛.中国与美国核电厂许可证管理程序的比较[J].核安全,2006(3):33-38.

## Comparative Analysis of Chinese American and French Nuclear Power Plants Siting Policy

ZOU Shu-liang, LI Da, SUN Mei-lan, CHI Xiao-xia

(University of South China, Hengyang 421000, China)

**Abstract:** China's inland nuclear power plants are in the stage of restart, and the scientific and sound nuclear power plant site selection policies and procedures are the first barrier to ensure the safe operation of nuclear power plants. France and the United States are the most typical countries with rich inland nuclear power plant location and operational experience, a comparative analysis of Chinese, American and French nuclear power plant site policy evolution and procedures shows the United States has a more complete nuclear safety architecture, but France has a convenient approval process. Combined with China's specific national conditions and nuclear power plant operating experience, the study presents the proposed inland nuclear power plant site policy recommendations and future development direction.

**Key words:** site selection policy; site selection; inland nuclear power