

关于核安全全面保障的问题与思考

赵永康¹, 韩丹岫²

1. 环境保护部国家核安全局, 北京 100035

2. 《科技导报》编辑部, 北京 100081

摘要 核安全问题是涉及国家安全的重大问题。本文从立法、体制、国际合作、产业政策规划、新闻媒体、监管、科研、人才培养和企业9个方面,回顾了国际与中国社会在核安全领域的发展历程,分析了中国在建立发展核电产业、保障核安全方面所做出的成绩及遇到的问题,对关键问题提出了建设性的思考及建议。

关键词 核安全;核电产业;核安全保障

核电是一种清洁能源,在给人类带来利益的同时也带来风险。核电的风险在于可能发生严重事故,虽然概率很低^[1](10^{-5} ~ 10^{-6} /堆年),但一旦发生后果十分严重。历史上3次重大核事故虽没有对周围公众造成直接人员伤亡,但对周边环境的污染却引发了诸多更严重的问题。核安全是国家安全的一部分,核安全问题是关系国家发展与人民福祉的重大问题。

美国三哩岛核事故、苏联切尔诺贝利核事故、日本福岛核事故,沉重打击了国际社会对核电安全的信心,影响了核电发展的进程。但另一方面,每次核事故都促进了核电站的改进和安全水平的提升。中国核电发展60年的历史是核安全水平持续改进、提高的历史,所谓的一代、二代、三代核电站,除了提高单机容量外,主要是安全水平的改进。但如何一步提升核电站的安全水平,仍是世界发展核电的永恒主题。

中国政府在“十三五”规划建议中,进一步明确了安全、高效发展核电的思路。这里谈到的核安全,包括核设施安全(包括核电厂、核燃料加工和燃烧后的燃料的处理)、放射源安全、核废物安全(涉及工业、农业、运输、医疗、科研、教育和日常生活)。核安全的复杂程度远远大于常规或传统工业安全,具有更

强的政策性、技术性、长期性、社会性,甚至政治性。2014年4月15日,国家主席习近平在中央国家安全委员会第一次会议上提出了总体国家安全观的概念,把核安全作为国家安全的重要领域。这里的核安全还包括核武器安全、核威慑力量的维持、核不扩散、反核恐怖,以及核心技术的掌握。中国是《核安全公约》的签约国,《公约》中明确提出了核安全的责任由对核设施有管辖权的国家承担^[2]。

保障核安全、实现核安全水平的持续提高,需要所有与核电发展有关各方的共同努力,包括立法、决策、体制、计划、财政、教育、科研、监督、设备制造、社会、企业、公众、新闻媒体、国际合作等。只有提高认识,了解并履行各自的职责,才能实现核安全水平的持续提高,满足公众对核安全的更高诉求,核电工业才能健康高效的发展。

1 立法

法律、法规是保证核安全的基础和准绳,是保障核电健康发展的基石。《核安全公约》明确要求缔约方建立并维持核设施管理的立法和监管框架,通过立法建立核设施监督和管理组织框架,宣誓国家发展核能政策和方针,明确各相关方的责任,建立安全许可证制度,提

出基本安全原则,明确技术安全要求,规范所有涉及安全活动人员的行为^[2]。没有完善、系统和高标准的标准和法规,核电厂的设计建造和运行就没有准绳,政府的监管就没有依据,监管和被监管双方就没有共同的语言。

截至2016年5月,中国已经建立了以《放射性污染防治法》以及7个条例^[3-10]为基础的核安全法律法规体系,但存在以下问题。

1) 法律法规体系仍不完善。目前,经常会发生职责不清、职责交叉、监管空白等涉及监管独立性和权威性的问题,影响核安全的整体水平的提高。在深化改革的新形式下,核安全的一些新问题也逐渐凸现,如关于保障公众的知情权、参与权和监督权,加强信息公开和公众沟通,核安保,反核恐等方面,还没有任何法律规范出台;关于核事故的赔偿,虽然国际上已有专门的立法,但中国目前只能遵循国务院的有关文件来明确赔偿的责任和资金,无论从赔偿金的限额和赔偿机制上,都不能适应新形势的需求,急需在法律层面予以明确和规范。目前,《核安全法》和《原子能法》已列入十二届人大的五年立法规划,正在积极推进,并将于2016年送交全国人大常委会审议。希望以上的一些突出矛盾可以在这两部法律中得到

收稿日期:2016-06-14;修回日期:2016-07-25

作者简介:赵永康,高级工程师,研究方向为核安全管理,电子信箱:zhao.yongkang@mep.gov.cn

引用格式:赵永康,韩丹岫.关于核安全全面保障的问题与思考[J].科技导报,2016,34(15):46-50;doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2016.15.004

解决。

2) 立法和标准的修订没有及时跟进与更新。例如,《核材料管制条例》在1987年颁布,《条例》中的职能部门除了国家核安全局外,其他部门都已随着机构改革的推进,或者变为企业或者合并到另外的部门。立法和标准的修订是一个持续的动态过程,需要在实践和认识的基础上不断总结与完善。

2 体制

核电发展的体制直接影响核电健康发展,中国核电发展和管理一直被体制的问题困扰。

1) 政府管理部门多,发展战略难以统一。随着政府管理部门的调整,主管核工业的部门也一再变化,目前形成了国家能源局、国防科工局、环保部国家核安全局等多头管理局面,在某种程度上致使核工业发展的战略目标和技术路线陷入长期争论之中,认识难以统一,发展不尽如人意。

2) 企业重复建设多,技术力量分散。不同于其他传统工业,核电不可能引入太多的市场竞争。为了保证安全,进入核电的企业要有能力满足包括技术、人力、管理、资金和安全法规的所有要求。20世纪90年代以后,中国核工业体系逐渐被拆分,中国广核集团、中国核工业建设集团、国家核电技术公司相继从原核工业体系中剥离出来,核工业的建设主体呈现出多样化、竞争激烈的趋势。例如,2008年,中国从美国引进三代核电技术 AP1000,同时成立了国家核电技术公司以消化 AP1000 技术;而老牌核电公司为了避免技术落后,也组织开发了自己的三代核电技术,与国家核电展开竞争。这在某种程度上造成了由“门户之见”引起的重复建设,使本就短缺的技术力量更加分散。

因此,核工业企业的良性发展一方面需要在体制上建立分工、协作的格局和机制,引导、规划企业在做大做强基础上发展出各自的核心技术;另一方面,政府体制要在法律层面上给出更加

清晰的界定,认真研究企业和政府两种机制,为核电安全的发展提供良好的机制保障。

3 国际合作

核电风险的特质决定了核安全没有国界,一个国家的核事故即是所有国家的核事故,这一论点已被1979年发生在美国三哩岛、1986年发生在苏联切尔诺贝利、2011年发生在日本福岛的三次重大核事故所证明。

加强核安全的国际合作已成为国际社会的广泛共识,核安全是国际核能国家共同的任务及努力的方向。国际上一直把核安全的国际合作作为提高安全水平的重要措施之一,对推动世界范围内核电的安全运行起到了重要的作用。特别是3次重大核事故之后,各国高度重视核安全的国际合作,积极提倡国家间的经验反馈和交流。

截至2016年6月,中国已批准加入8项原子能领域的国际公约。这些公约的核心内容是如何通过国际合作保证和平利用核能、防止核武器扩散、安全利用核能,以及在事故情况下如何减轻危害。中国政府也做出承诺,履行相应的国际义务,加强国际交流与合作。正是得益于广泛的国际合作,中国的核电与核安全在发展伊始就做到了与国际接轨,如中国第一座大型商用核电站——大亚湾核电站,就是通过与法国的技术合作,建立起完善的核安全管理体统的。

4 产业政策规划

稳定的产业政策对核电站的安全至关重要。纵观中国的核电发展,产业政策对核安全的影响主要反映在以下方面。

1) 政策不稳定导致核电设备产能过剩。近年来,中国国产设备整体制造水平有很大的提升,但与国际先进核电设备商相比仍存在较大差距,最为典型的体现是废品率高。这与中国核电政策的不稳定性有很大关系。福岛核事故之前中国核电高速发展,2007—2009

年间,累计新颁发了18台核电机组的建造许可证^[11]。于是核电设备制造商扩充产能,装备制造业为核电发展投入的技术改造和科研经费超过400亿元^[12]。“十一五”以来,中国核电设备制造能力每年可以提供10套以上的核电关键设备^[13]。到2011年底,国内压力容器、堆内构件、核控制棒驱动机构制造能力达10台(套),蒸汽发生器27台,主泵30台^[14];福岛核事故之后,在国际大环境下,中国的核电建设停滞了1年半的时间,核电规划大幅缩减,导致主要核电设备商普遍出现了产能过剩。按照2020年核电运行装机容量达到5800万kW的规划计算,中国每年需求的核电设备为仅为4~6套,后续订单只占国内产能的一半。

2) 缺乏对核燃料、乏燃料、放射性废物处理的整体规划。核电产业中任何一个环节不衔接或不匹配,则可能危及其它环节的安全。如中国的乏燃料处理和储存设施的建设明显的落后于核电的发展,导致目前秦山和大亚湾两个老核电基地的堆水池容量不足,卸出的乏燃料没有足够的空间贮存,影响核电的安全运行。

因此,政策和规划制定部门一方面要制定稳定的核电产业政策和适度的核电规划,以确保核电产业的健康有序发展;另一方面,还要考虑核电的布局、技术路线、人才队伍建设、经验积累、燃料供应、废物处置及国防等需求。

5 新闻宣传及公众沟通

核电技术起源于国防工业,其神秘色彩与生俱来,加上中国计划经济时代延续至今的惯性思维,无论是政府或企业,对公众舆论的重视程度是不够。虽然这种观念近几年有所转变,但其思维方式仍然在大多数人中流行。

随着中国公众参政议政意识的增强,公众对政府依法行政、保证公众知情权、参与权和监督权、决策和信息透明、社会稳定评价等的要求越来越明确。因此,如何获得公众的认可及支持,如何让公众理解核电的风险,对政

府及企业来说都是一个新的课题。

1) 核电知识的大众普及度较低。从20世纪80年代中国开始建设核电站以来,中国核电站的运行一直保持着良好的安全纪录,很多指标处于国际先进水平,但公众对核电的安全仍存在质疑。例如,2013年,中核集团在广东鹤山的核燃料项目被叫停的原因就是公众反对,表明了公众对核安全知识的缺乏——核燃料项目完全没有大规模放射性释放的可能,甚至风险小于一般的化工厂。因此可以看出,公众是否接受核电,不仅在于核电本身的风险,而且在于公众对核电的认知、信息的透明、公众的沟通,以及核电知识的普及。

2) 核电知识的宣传度弱、渠道窄。获得公众对核电支持的前提是核电站的安全运行,没有核电站的安全运行,就没有公众宣传的基础。在此前提下,各级政府的宣传、监管、教育部门,新闻媒体,企业都必须把公众宣传和沟通作为重要的职责和工作,努力提高公众对核电的认知度,做到信息公开透明,广开公众接触核电的渠道,利用各种载体,让公众走进核电、感受核电、认识核电,揭开核电的神秘面纱;使公众理解国家的发展离不开核电,只要严格管理,核电的风险是可控的。

6 监管

对核设施的安全实施独立监管是保障核设施安全的重要环节,也是核电行业独特的监管方式,并已被实践证明是核安全的良好实践被广泛采用。

日本监管不独立的问题一直备受国际社会诟病,福岛核事故后,日本政府立即通过立法予以纠正。韩国也紧随其后,建立了独立的核安全监管机构。独立的核安全监管意味着核安全监管当局在做出安全决策的过程中不受经济、利益、政治、行政的制约和干扰,完全从技术层面,依照安全法规和标准,对核设施的设计、建设和运行是否满足安全要求做出判断和结论。

监管中所谓的“独立”是相对的,有的国家的监管当局隶属于政府,与工业发展部门分开;有的国家监管当局隶属

议会或直接向总统负责。所谓“不受经济、利益制约和干扰”,其核心是要把握安全与经济、技术(有时是政治)的平衡,这就是所谓的“合理可行尽量低”原则。所谓的“安全”,其本质是风险的概念,首先要根据社会、经济、技术、公众接受度、发生事故的可能性,以及事故后果等因素确定一个可以接受的风险值,把这个风险值定为安全目标,为了达到这个目标而出台一系列安全要求,包括企业的选址、设计、建造、运行。监管部门的审查、监督和管理等都要确保核设施满足这些要求。如果建造的核电站满足了所有的安全要求,就认为达到了所设的安全目标,安全度就是可以接受的。因此,核安全是一种“相对安全”而不是“绝对安全”,“绝对安全”是不科学的。

核安全监管的重要性还在于它的技术性。不同于其他领域政府监管,核安全监管更注重独立进行的技术层面的审查和监督。虽然核安全要求从安全的方针、政策和原则开始,但大量的工作仍是技术层面的设计审查和质量监督。技术审查包括厂址适宜性、系统设计、机械设备、事故分析、质量管理、运行、应急准备、监测等。全面、全过程的监督是核安全监管的另一特点,主要体现在对设备制造、电厂建造和运行的监督。

国家应给予监管机构适当的权力、职能、财政与人力资源,以保障其履行规定的职责。这是《核安全公约》中所明确的国家应履行的义务。为了开展技术审评,安全监督机构的人员构成需要覆盖领域广、工程或实践经验丰富、熟悉核安全法规标准。目前,中国已经有了一支约1000人的专业安全监管技术队伍,基本能应对目前的核电规模和速度。但队伍水平还有待提高,人员年轻,很少有一线工作经历,工程经验少。工作方式以文件审查为主,没有开展独立的计算、评价和试验验证工作。

7 科研

科研是提高技术和管理的基础和支撑。没有扎实的科研作为基础,核电

技术、标准、管理和监管的水平就很难有突破性提高。

在中国发展核电的初期,“借鉴”国际先进的科研结果是一条谋求自身快速发展的良好途径。但对于当今的中国,核电装机容量运行机组计划在2020年达到5800万kW,在建3000万kW,从而成为世界第二核电大国,这种状况决定了核电安全的发展不能始终在跟在别人的后面。中国拥有世界最多的核电机组、最先进的核电站、最多反应堆型、最完整的燃料循环体系,面临的问题也将是世界上其他国家都不曾遇到的问题。因此,在没有可以借鉴的良好实践情况下,提高核安全就只能依靠提高中国自己的科研实力与水平了。

中国核安全科研起步较晚,“六五”期间,核安全科研作为科研攻关的一个子项,在一些方面做了些探索;“七五”期间,由国家核安全局主持实施了攻关项目“核安全技术研究”,重点研究了核安全法规标准,开发了核安全分析和管理的计算机软件,这些研究成果对秦山核电站的审评和监督起到了关键作用;“八五”期间,在国家发改委的支持下,国家核安全局针对中国自主设计的600 MW核电站主持了攻关项目“核安全技术研究”,针对清华大学设计的低温供热反应堆的安全法规主持了“核安全技术”项目;“九五”“十五”“十一五”期间,国家在核安全科研方面也都有少量投入;近几年核电产业快速发展,随着“十二五”期间两个重大专项——“大型压水堆”和“高温气冷堆”的推进,用于核电技术及安全研究的科研投入也更多了。

中国现阶段在科研中面临的问题,一是核安全科研经费没有固定渠道,一些基础的科研工作无法开展;二是核安全科研没有顶层设计,缺乏系统性,上报的项目很大而得到的经费很少,结果是只做了一些“软”工作。

令人高兴的是,核电企业也逐渐意识到科研对核电站的设计、安全运行和改进起到的作用,开始积极建立实验基地,投入更多的科研经费开展核安全研

究。这必将极大推进中国核电安全的科研水平,保障核电产业健康良性发展。

8 人才培养

高素质、高质量的人才队伍是核电安全健康发展关键因素。在国家核安全局组织开展的“中国核能发展形势趋势判断及重大核安全问题研究”报告中,核行业的人才缺乏已被列为“十三五”重大安全问题之首。

1) 核电人才的培养与储备无法满足核电产业的快速发展。按照1座100万kW级核电站需要400人计算,到2020年,新增的30座100万kW核电站需要核电人才1.2万人以上,以每年符合标准的专业人员最多3000人计算,如果1年投入运行8个新机组,则考虑自然减员后每年需补充的专业人才数量为4000个;围绕核电的相关产业,如设计、制造、工程建设、管理、燃料制造、科研等,每年对人才的需求也高达数千人,这与目前中国每年高等院校核专业的毕业生人数并不成比例。在2006年之前,国内培养核电专业人才的院校只有清华大学、西安交通大学、上海交通大学、哈尔滨工程大学、华北电力大学等少数院校,毕业生数量难以满足核电发展对人才的需求。值得欣慰的是,很多其他高等院校敏锐地捕捉到核电发展的未来趋势,一些中等专业学校也纷纷开设与核电相关的课程。目前,已有47所高校设立了核技术的相关专业,为中国核电发展输送了大量人才。

2) 核电规模过大、发展速度过快

导致核电运行人才匮乏。目前紧迫的任务是核心队伍的培养,包括:高级项目管理人才、高级专业技术、高技能人才、国际化人才;政府的核安全监管部面临着同样的问题,例如为了应对快速发展的核电,国家核安全局努力扩充技术力量,由原来的300多人猛增至1000多人,其中的绝大部分来自刚毕业的大学生,没有工程经验,需要不断的熟悉法规、培养基层锻炼和积累经验才能胜任复杂的技术审评工作。“十年树木,百年树人”,人才的培养需要时间,大量的人才需求对今后核电专业的人才培养提出了不小的挑战。

9 企业

企业对安全的重要性勿容置疑。核安全的实现不是“监督”出来,而是靠企业“干”出来的。企业是核电站的第一责任人,承担着最终的安全责任。因此,企业的安全文化、管理水平、人才队伍和技术力量对核安全至关重要。

进入核电的企业要有承担最终安全责任的能力,包括建造、运行的质量保证能力、安全评价和技术的保障能力、事故应急和处置的能力、人员队伍和资金的保障能力等。中国目前有4家核电集团公司,有的是由老国防核工业蜕变过来的,有的是专业做核电的,也有的是由电力扩张进入核电领域的。这些企业在管理上各具特色但都具备了以上能力,可以承担最终的安全责任。但由于历史原因,往往负责安全运行并承担最终的法律责任的,是持有国家核安全局颁发安全许可证的核电

厂。然而,核电站本身并不具备上述能力,虽然其上级集团公司具备保障核电站安全运行的责任和义务,但却不是最终的安全责任承担者。结果是,最终安全责任的承担者没有足够的权力,以保障用于核电站安全水平维持与提高的足够资源,重大资金的使用及人员调配需要集团公司的批复。责任与权力的不平衡,在一定程度上损害了责任承担者的保障能力。

为适应核电快速发展的形势和不断提高的安全要求,各集团公司都在不断进行内部重组,以实现核电站的专业化管理。新的企业结构将给安全管理带来新的问题,未来由谁来持有核安全许可证,或者由谁来承担最终安全责任,希望通过《核安全法》的起草得到充分论证。

10 结论

核安全涉及国家安全,核安全极其敏感,核安全涉及方方面面。中国的核电刚刚起步,核安全工作还有很长的路要走,不能满足于现有的安全记录,不能沾沾自喜、固步自封,更不能心存侥幸。虽然核电站的运营者承担主要核安全的最终责任,但保障安全绝不是核电站运营者一家的事情。国家要给核电企业创造“安全”的环境,培养全社会的核安全文化;政府的立法、决策、规划、工业、科研、教育、宣传及监管部门,也都要承担起相应的责任和义务。只有这样的“全体动员”,中国的核安全才能真正得以全面保障,中国的核电产业的才能够健康、蓬勃发展。

参考文献(References)

- [1] United States Nuclear Regulatory Commission. Reactor safety study: An assessment of accident risks in US commercial nuclear power plants— executive summary[R]. Washington DC: United States Nuclear Regulatory Commission, 1975.
- [2] 国际原子能机构. 核安全公约[EB/OL]. 1994-06-17 [2016-06-05]. <http://www.fmprc.gov.cn/ce/cgvienna/chn/hplyhnyfks/t209719.htm>. International Atomic Energy Agency. Convention on nuclear safety[EB/OL]. 1994-06-17 [2016-06-05]. <http://www.fmprc.gov.cn/ce/cgvienna/chn/hplyhnyfks/t209719.htm>.
- [3] 中华人民共和国第十届全国人民代表大会常务委员会. 中华人民共和国放射性污染防治法[EB/OL]. 2003-06-28 [2016-06-05]. http://www.gov.cn/flfg/2005-06/27/content_9911.htm. The 10th National People's Congress Standing Committee. The Peoples Republic of China Law of prevention and control of radioactive contamination[EB/OL].

- OL]. 2003-06-28 [2016-06-05]. http://www.gov.cn/flfg/2005-06/27/content_9911.htm.
- [4] 中华人民共和国国务院. 民用核设施安全监督管理条例[EB/OL]. 1986-10-29 [2016-06-05]. http://www.gov.cn/ziliao/flfg/2005-08/06/content_20935.htm.
State Council of the PRC. Civil nuclear facilities safety supervision and management regulations[EB/OL]. 1986-10-29 [2016-06-05]. http://www.gov.cn/ziliao/flfg/2005-08/06/content_20935.htm.
- [5] 国家环境保护部. 核电厂核事故应急管理条例[EB/OL]. 1993-08-14 [2016-06-05]. http://www.gov.cn/fwxx/content_2265078.htm.
Ministry of Environmental Protection of PRC. Regulations governing emergency of nuclear accidents of nuclear power plants[EB/OL]. 1993-08-14 [2016-06-05]. http://www.gov.cn/fwxx/content_2265078.htm.
- [6] 国家环境保护部. 核材料管制条例[EB/OL]. 1987-06-15 [2016-06-05]. http://www.gov.cn/fwxx/content_2265077.htm.
Ministry of Environmental Protection of PRC. Regulations on nuclear material control[EB/OL]. 1987-06-15 [2016-06-05]. http://www.gov.cn/fwxx/content_2265077.htm.
- [7] 中华人民共和国国务院. 民用核安全设备监督管理条例[EB/OL]. 2007-07-19 [2016-06-05]. http://www.gov.cn/ziliao/flfg/2007-07/19/content_690288.htm.
State Council of the PRC. Regulations on the supervision and administration of civil nuclear safety equipment[EB/OL]. 2007-07-19 [2016-06-05]. http://www.gov.cn/ziliao/flfg/2007-07/19/content_690288.htm.
- [8] 中华人民共和国国务院. 放射性物品运输安全管理条例[EB/OL]. 2009-09-22 [2016-06-05]. http://www.gov.cn/zwggk/2009-09/22/content_1423508.htm.
State Council of the PRC. Regulations for the administration of the safety of the transport of radioactive materials[EB/OL]. 2009-09-22 [2016-06-05]. http://www.gov.cn/zwggk/2009-09/22/content_1423508.htm.
- [9] 中华人民共和国国务院. 放射性同位素与射线装置安全和防护条例[EB/OL]. 2005-10-05 [2016-06-05]. http://www.gov.cn/yjgl/2005-10/05/content_74530.htm.
State Council of the PRC. Regulations for the safety and protection of radioactive isotopes and radiation equipment[EB/OL]. 2005-10-05 [2016-06-05]. http://www.gov.cn/yjgl/2005-10/05/content_74530.htm.
- [10] 中华人民共和国国务院. 放射性废物安全管理条例[EB/OL]. 2011-12-29 [2016-06-05]. http://www.gov.cn/zwggk/2011-12/29/content_2033177.htm.
State Council of the PRC. Regulations on the safety management of radioactive waste[EB/OL]. 2011-12-29 [2016-06-05]. http://www.gov.cn/zwggk/2011-12/29/content_2033177.htm.
- [11] 环境保护部核与辐射安全中心. 第五次《核安全公约》国家报告[R]. 北京: 环境保护部核与辐射安全中心, 2010.
Nuclear and Radiation Safety Center of Ministry of Environmental Protection of China. The 5th national report on nuclear safety convention[R]. Beijing: Nuclear and Radiation Safety Center, 2010.
- [12] 隋永滨. 装备自主化是核电“走出去”的重要保障[J]. 中国核能, 2015(3): 5-6.
Sui Yongbin. An important guarantee of realizing nuclear power equipment independent[J]. China Nuclear Energy, 2015(3): 5-6.
- [13] 张博. 后福岛时代我国核电发展的机遇与挑战[J]. 中国核能, 2013(6): 9-11.
Zhang Bo. Opportunities and challenges of development of China nuclear power on post-Fukushima era[J]. China Nuclear Energy, 2013(6): 9-11.
- [14] 缪德明. 核电装备制造业: 现象与思考[J]. 中国核能, 2014(3): 21-23.
Liao Deming. Nuclear power equipment manufacturing industry: The phenomenon and reflections[J]. China Nuclear Energy, 2014(3): 21-23.

Problems and consideration of comprehensive guarantee on nuclear safety

ZHAO Yongkang¹, HAN Danxiu²

1. National Nuclear Safety Administration, Beijing 100035, China

2. Editorial Department of 《Science and Technology Review》, Beijing 100081, China

Abstract Nuclear safety is a major issue related to the national security. This paper reviews the development of nuclear safety technologies in China and other countries, focusing on 9 aspects, the legislation, the infrastructure, the international cooperation, the industrial policy and planning, the media, the supervision, the scientific research, the human resources and the enterprise. The paper systematically analyzes the achievements and problems encountered in the development process of China nuclear power industry and nuclear safety technology, and makes suggestions on the key issues.

Keywords nuclear safety; nuclear power industry; nuclear safety guarantee