



核电厂安全如何有力保障?

对放射性核素层层设防,以保证万无一失

◆吴锦坤 宋琛修

核电作为稳定的清洁高效能源,在我国当前调整能源结构、提高清洁能源比例背景下,理应具有更大的发展空间。

然而目前核电项目的开发受到一定阻力,较多民众对核电技术和核电的安全状况缺乏了解,对核电项目采取质疑甚至反对的态度,一些新核电项目迟迟未能装料,其他新核电厂选址等前期工作举步维艰。

作者在此结合自己这些年来对核电厂安全审查的工作,对核电厂的安全作出易理解的介绍,希望能够把核电厂的安全状况简洁明了地说明白,也让公众对核安全监管工作有更多了解。

核电厂的安全水平有多高?

1984年,我国自主设计的秦山一期核电站开始建造,电功率30万千瓦。后续我国建设的核电站还有自主研发的“华龙一号”,美国的AP1000,法国的EPR等。除了秦山三期的CANDU堆外,其他机组虽然具体技术有所区别,但安全设计理念基本源自于美国。

美国核电发展始于上世纪50年代,艾森豪威尔总统上台后倡导核能的民用,之后的30年间核电迅速发展。随着核电的发展,美国民众对核电安全的重视程度越来越大,同时一些担忧情绪也越来越严重,反核的抗议时有发生。尤其是1979年发生三哩岛核电站事故后,核电界感受到了空前的压力。

面对这种形势,美国核管会试图用定量方式描述核电厂的风险大小,用来向公众说明核电厂的安全水平。

1986年美国核管会发布核电厂定量的安全目标“对紧邻核电厂区域的正常个体,由于反应堆事故所致死亡的风险不应超过美国社会公众由于其他事故所致死亡的风险总和的千分之一;对临近核电厂区域的人群,由于核电厂运行所致癌症死亡的风险不应超过所有其他原因所致癌症死亡的风险总和的千分之一。”

这两个千分之一安全目标简单说就是,核电厂给周边公众带来的死亡和癌症风险相对于其他因素导致的风险来说应该很微小,并且美国核管会评估美国的核电厂可以满足这两个目标。它从风险的角度直观说明了核电厂的安全水平。

经过30多年的核电技术发展,尤其是现在新建的基本都是第三代核电站技术,核电厂安全水平比当年更有所提高。

核电厂对人的威胁来自什么?

为什么选死亡风险和癌症风险作为安全目标?就先要说明核电厂对人的威胁到底是什么。

核电厂主要是利用核材料(主要是铀235和钚239)的裂变反应释放出能量来进行发电。核材料发生裂变反应后会生成一些不稳定的同位素(如氡85、氙133、碘131、碘133、铯137、锶89等,称为放射性核素)。这些放射性核素因为不稳定,会进一步发生衰变。

核电厂的威胁是核素的裂变和衰变反应,会伴随产生大量的 α 、 β 或 γ 射线等。如果这些射线对人体进行大量照射,能够使人体细胞内物质发生电离,照射量超出一定值时细胞会死亡导致组织功能失常。如果受照射的细胞未被杀死而发生变异,有可能会发生癌变。

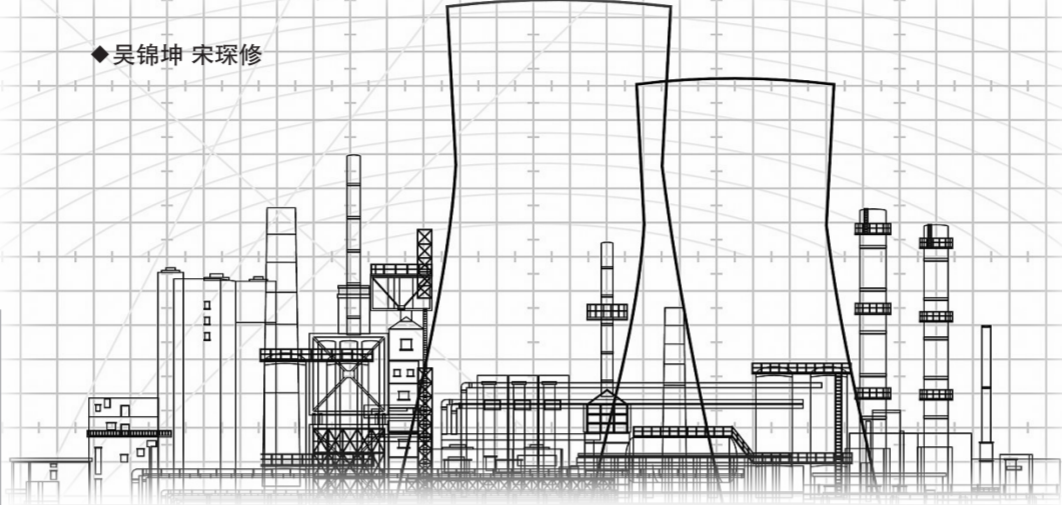
一般认为照射量达到

2000mSv时(正常运行的核电厂产生的放射性对周边公众一年的照射量通常低于0.1mSv)人体就会产生明显反应,照射量低于100mSv时医学上还没有确定的病例,一般认为会增加患癌症的风险。但辐射致病的流行病学证据目前尚不充分。

这就是制定两个千分之一核安全目标的原因。简单来说,核电厂对人的威胁主要是核裂变产生的射线或核裂变产生的大量放射性核素衰变所发出射线,损坏人体功能细胞或引发癌症。

裂变所放出的射线可以通过核设施所设置的屏障加以防护,但大量放射性核素进入环境将导致严重后果。

因此,控制了放射性核素也就控制了核电厂的风险。那么,如何控制放射性核素?



如何严密设防控制放射性核素?

放射性核素主要由核燃料裂变而来,产生后也存在于陶瓷的核燃料芯块内,除少量气体外,一般很难扩散出来。燃料芯块被装在铝合金或其他可靠的燃料包壳管内,组成一根根燃料棒。

燃料包壳管外是用于带出反应堆热量的冷却水,冷却水在反应堆金属压力容器、主管道和蒸汽发生器内循环流动(即核电厂一回路冷却系统)。一回路系统又被约一米厚的混凝土安全壳罩在里面。

因此,放射性核素正常情况下是由陶瓷燃料芯块、燃料包壳、一回路冷却剂系统边界、安全壳4层屏障包裹着,一般很难逃脱出来,对周边的人员带来的照射比自然界存在的天然放射性照射还要低一个量级。(我们生活的自然界本来就存在着大量的放射性,如宇宙射线,放射性核素氡222、钍220、钾40等。)

那么会不会发生异常,甚至事故呢?

核电厂的核心部件是核反应堆,它就像一个“大炉子”,一根根装有核材料的燃料棒按一定形式进行排列后装入反应堆压力容器内。

运行时核材料通过裂变以及裂变产物的衰变反应发出热量,热量传导到燃料棒表面,然后被冷却水带走,并通过蒸汽发生器产生蒸汽推动汽轮机发电。

核反应堆有两个主要风险点,一是核反应堆的反应性控制。假如反应堆意外引入一个大的反应性,轴-235裂变反应快速增加,发热量短期内快速增大,可能导致反应堆熔化和解体。

目前,反应堆的反应性变化情况已经能够准确计算(反

应堆的核设计误差基本在1/1000左右),使得现在的核反应堆通过保守准确的设计,采用冗余的停堆系统,物理上排除一次引入过大反应性,并且通过堆芯反应性温度负反馈设计,已经让反应性控制非常可靠。

但反应堆停堆后衰变反应还在继续,一段时间内还会产生大量的衰变热,这是另外一个风险点。

因此必须保证冷却水持续循环带出热量,才能避免堆芯(包括上面提到的包容放射性核素的燃料芯块、燃料包壳)被烧化,进而破坏各道屏障,使放射性核素跑出来,对公众带来威胁。

为了让反应堆的余热在任何情况下都能有效导出,核电厂设置了大量的安全系统,包括应急堆芯冷却系统、余热导出系统、辅助给水系统等。

这些系统能不能保证各种事故情况下发挥作用,保证核电厂对外界的影响满足要求?这就是核安全审查中的事故分析。

核电厂采用一种确定论的事故分析方法。如果核电厂发生事故,那肯定是由于某个设备和系统发生故障,所以确定论分析方法先根据工程经验、统计数据,以及专家判断等方法列出一个可能发生的故障清单,叫始发事件清单。

随后分析始发事件会怎么发展,核电厂设计的安全系统怎样工作来使事件得到控制,最后计算后果是否满足验收准则。

为了使分析结果具有说服力,确定论分析方法对所有可能的异常假设都需进行分析。比如对管道的破裂分析,会全面地对各种部位、各种尺寸的

破口谱进行包容性分析等。

也就是说核电厂配备了更多事故缓解系统,且对同样功能的系统基本都采取冗余设置。所以核电厂即使发生事故也并不那么可怕,在安全审查时对各种可能发生的事故都进行了保守分析。因此放射性后果都是能够接受的。

那么发生天灾怎么办?核电厂对于灾害的防护应该是世界上所有的人造工程中最严格的。

比如地震,核电厂考虑对厂址所在区域可能发生的最大可能地震(万年一遇的地震)进行设防,而一般我们住的房子的设防标准差不多是五百年一遇地震;对洪水考虑最大可能的洪水水位;对爆炸考虑方圆十公里范围内的各种爆炸源可能发生的爆炸等。通过这些苛刻的设计要求,核电厂才会被批准建造。

现在的第三代核电厂还在设计中增加了缓解严重事故的专用系统。所谓严重事故就是反应堆堆芯熔化的事故。也许你会问,前面事故分析不是对各种可能的情况都进行了假设分析,都能保证堆芯结构完整吗?

是的,但是核能界唯恐设计考虑得还不全面,万一发生没预防到的情况怎么办?于是,增加了严重事故缓解系统,要求就是不管前面分析结果怎么样,最后还要分析反应堆堆芯熔化的情况,从而保证即使堆芯熔化,放射性物质对场外的影响也有限。

可以说,核电厂对放射性核素是层层设防,以保证万无一失。

作者单位:生态环境部(国家核安全局)核电安全监管司



◆王晓峰 赵翰青 戴文博

2018年1月1日我国核安全领域的根本法《中华人民共和国核安全法》(以下简称《核安全法》)正式实施,标志着我国核安全领域依法治核取得重大突破,引起核行业、媒体和网民的高度关注。

生态环境部核与辐射安全中心基于SMAS舆情监测系统,对《核安全法》实行一段时间以来的网络传播情况进行了分析,以便于更好地宣传和推进实施《核安全法》。

新闻网络传播及网民态度分析

《核安全法》颁布首日,多家媒体进行了报道和转载。首日内转发报道量最高,达到1576条,此后报道量逐渐回落。至2018年4月1日,关于实施《核安全法》的相关报道共9419篇。参与传播的媒体较多,既包含行业内媒体,也包含中央及地方的主流媒体、新兴媒体和大众媒体。

2月7日,国家核安全局召开《核安全法》媒体座谈会,多家主流媒体撰写新闻稿,对媒体座谈会的內容进行了报道,很多媒体进行了转载。截至2018年4月1日,媒体座谈会相关新闻转载共有936篇。

《核安全法》颁布之初热度较高,参与新闻发布的媒体种类全面,在网络上形成传播热点。不仅人民网、新华网、中国环境网等主流媒体积极参与,中工网、北极星电力网等行业内媒体也承担起传播的重担,东方头条、新浪网、中国经济网等也积极参与新闻的发布与转载。

新闻发布首日,以主流媒体为新闻发布的核心,随着时间推进,新闻发布逐渐扩散至二线媒体和地方媒体,并引起新闻、核行业、环保相关媒体的微博、微信公众号等参与到新闻的发布与转载中。

“主流媒体一地方媒体和网媒”的辐射状传播途径符合新闻传播的规律。新闻传播的逐渐回落,某种程度上也表明《核安全法》受到了社会的认可。

需要注意的是,网民对《核安全法》发布的参与度较低。以“核安全法”为关键词,微博中,检索到相关的新增微博共248条,内容多为新闻媒体报道、核行业、环保媒体账号对新闻的转发。作为当前网络最活跃的舆论场之一,微博舆论场最高的评论数仅为19条。论坛和百度贴吧方面,以“核安全法”为关键词检索,最近的记录为2015年发布的帖子,自发布以来无新增发帖。

可以看出,网民对《核安全法》相关话题的关注度、参与度整体偏低。其原因可能与“核安全”与普通民众的生活较远,并且不为广大公众了解有关,从而形成在媒体广泛宣传情况下出现网民参与度不高的情况。

作者单位:生态环境部核与辐射安全中心信息研究所

《核安全法》实施引起高度关注

《核安全法》实施相关新闻网络传播分析显示

能会引起公众的质疑甚至反对。

《核安全法》第五章对信息公开和公众参与做出了明确的要求,这些都与公众的日常生活和切身利益息息相关。因此,在未来的《核安全法》宣传中,可从信息公开与公众参与入手,让公众认识到《核安全法》颁布的重大意义,了解《核安全法》与自己的切身利益密切相关。

此外,随着“互联网+”战略的实施,新媒体时代已经到来,这为我们的法规宣传、信息公开、公众参与等工作提供了新启发、新方向、新思路。

本次《核安全法》发布采用了较为正式和严谨的媒体解读会形式。未来的宣传工作中,可在此基础上顺应趋势,着力创新,加强新媒体矩阵的建设,发挥新媒体的强大作用。可运用微信、微博、网络进行同步直播,采用短视频等新工具,通过富有时代气息的文字,结合图片、视频、html5技术等,以更快速、更直接、更新颖、更接地气、更易获得群众认可的方式,开展贴近实际、贴近生活、贴近群众的宣传活动。

作者单位:生态环境部核与辐射安全中心信息研究所

让国家安全和核安全意识深入人心

结合全民国家安全教育日,各地核安全科普活动再掀高潮

本报讯 2018年4月15日,是党的十九大召开后第一个全民国家安全教育日。为充分展示党的十八大以来国家安全和核安全工作成就,各地各部门近日举办了多场宣传活动。

华东站:开展核安全周宣传教育活动

“4·15”全民国家安全教育日来临之际,生态环境部华东核与辐射安全监管站联合有关单位开展了为期一周的全民国家安全教育日之核安全周宣传教育活动。

本次核安全宣传周活动通过视频、信息栏、海报易拉宝宣传和现场咨询问答等方式,努力营造全方位的宣传声势,使维护国家安全和核安全意识深入人心。

活动现场,工作人员一边分发宣传资料,一边向群众讲解核安全知识,重点普及了国家安全和核安全的重要理念、核与辐射科普知识等内容。

通过开展此次核安全周教育活动,进一步强化了核安全教育工作,提升了广大群众维护国家安全和核安全的意识。

东北站:举办《核安全法》知识竞赛

随着场上选手朗声回答出“理性、协调、并进的核安全观”,全场响起了热烈的掌声。这是生态环境部东北核与辐射



图为河北省全民国家安全教育日主题宣传活动现场。 张铭贤 陆桂敏摄

安全监管站(以下简称“东北监管站”)组织的《核安全法》知识竞赛活动现场。

结合“4·15”全民国家安全教育日,东北监管站在大连红沿河核电厂现场组织举办了《核安全法》知识竞赛活动。

竞赛以“全面贯彻核安全法,保护生态环境和人民健康,保障国家安全”为主题,来自东北监管站、红沿河核电厂、徐大堡核电厂3家单位共6支代表队参赛,近

200人现场参与了此次活动。

东北监管站党组成员、纪检组长廖黎光说:“《核安全法》的颁布是核领域从业人员期盼已久的大事,法律的生命力在于实施,要通过各类有效的方式推动推动各界学法、知法、守法、用法。本次竞赛目的就是以赛促学,学以致用。”

此次竞赛活动将东北地区《核安全法》学习和宣传贯彻推向深入,掀起了高潮。后续,东北监

督站将深入贯彻落实《核安全法》实施年工作方案要求,继续推动《核安全法》在东北辖区充分有效实施。

江西:全民国家安全教育日活动内容丰富

江西省环保厅结合国家安全和核安全的重要理念,开展“4·15”全民国家安全教育日活动,宣传普及《核安全法》,增强公众对核与辐射安全的信心。

此次教育日活动形式多样、内容丰富。既在主干道旁展示国家安全和核安全重要理念,在欢迎屏幕上显示宣传标语进行现场宣传教育;也在门户网站开设浮动飘窗链接宣传文章,利用微信公众号推送有关知识进行宣传。

同时,开展学习培训,组织管理人员参加“环保大讲堂——《核安全法》解读”培训,开展《核安全法》专题宣讲活动。

各设区市结合当地实际开展了形式多样的宣传教育活动,利用设在道路周边的噪声显示屏、网络、横幅标语开展宣传。部分县市区也开展了有关宣传。切实让深入,掀起了高潮。后续,东北监

安全文化深入人心。

河北:在西柏坡开展主题宣传活动

4月15日,河北省全民国家安全教育日主题宣传活动在西柏坡举行。

河北省环保厅辐射处、宣教中心在现场设置了咨询台,制作了《核安全法》解读、核辐射科普知识展板,印制了《核安全法》《环境保护法》《河北环保设施单位公众开放日》等宣传资料300余份。

通过现场展板展示、发放宣传册等方式,向公众宣传了《核安全法》的立法背景、指导思想、公民的权利、责任、义务以及党中央、国务院关于国家安全及核安全的重大决策部署,同时向公众普及了《环境保护法》和《河北环保设施单位公众开放日》等相关知识。

活动现场,工作人员向公众耐心讲解了关于核安全、核辐射以及日常生活中的辐射科普小知识,让公众对核与辐射相关知识有了进一步的了解和认识。

作者单位:生态环境部核与辐射安全中心信息研究所

《核安全法》宣贯的切入点

公众在日常生活中与“核”的接触不多,然而往往“闻核色变”,特别是一些项目建设,可

聚焦行业发展新机遇、新挑战、新作为 中国核能可持续发展论坛召开

本报记者孙浩北京报道 近日,由中国核能行业协会主办,国家核安全局、国防科工局、国家能源局指导的中国核能可持续发展论坛在京召开。

本届论坛围绕进入中国特色社会主义新时代,我国核能产业发展所面临的新机遇、新挑战、新作为等议题开展高层次的报告交流,进行精彩的演讲和互动。《中国核能发展报告(2018)》蓝皮书也同期发布。

论坛以“新时代核能发展机遇与挑战”为主题,邀请了来自我国核能行业政府主管部门、核电企业和行业专家在内的共计300余人参加了会议。

核能行业政府主管部门负责人、骨干核电集团的掌门人和行业公认的权威、资深专家围绕论坛主题发表了主旨演讲。

论坛期间,《中国核能发展报告(2018)》蓝皮书正式发布。年度《中国核能发展报告蓝皮书》是首次编制出版,今后将每年出版一本。蓝皮书会及时、准确地向社会公众提供中国核能发展的年度数据,总结核能行业在每个年度里取得的成绩与面临的问题,并对行业前景加以预测与展望。

本次论坛成果丰硕,明确了我国核能行业当前的重点任务,凝聚了发展共识,促进了核能行业的广泛交流。