热浪“烤”验下,他们筑起核安全防线

核安全监督员持续保障核电厂冷源安全,关注核电工程建造质量细节

◆本报记者程小雨

“师傅,你是焊工对吧,查看一下证件。”声音穿过钢筋丛林,生态环境部西南核与辐射安全监督站(以下简称西南监督站)张景胜额头的汗珠顺着脸颊滑落。

8月,四川省乐山市夹江县,热浪翻滚。在全球功率最高的溶液型医用同位素试验堆(以下简称溶液堆)施工现场,项目进度一天天推进,西南监督站监督员的步履愈发匆匆。

“溶液堆的建造质量不仅关乎医用同位素的稳定生产,更影响医用同位素的自主保障体系。在每一次监督检查中,我们都要‘抓早抓小’,防患于未然。”张景胜告诉记者。

7月、8月,全国多地遭遇持续性极端高温天气。面对热浪“烤”验,来自生态环境部地区核与辐射安全监督站的监督员们驻扎在一线,在核电设备制造车间、项目工程建设现场等地点,他们穿梭在一处处钢筋水泥间,用汗水浇筑起守护核安全的坚固屏障。

▲图为西南监督站监督员抽查钢筋绑扎和预埋件情况。 西南监督站供图

全天候保障核电厂取水安全

核电厂内的冷源系统在核电运行中具有重要作用,取水口的运行状态会直接影响核电厂的安全、稳定运行。高温叠加汛期,水母、毛虾等多种海洋生物入侵的风险升高,保障核电厂取水安全一度面临着复杂形势。

7月,红沿河核电厂周边海域迎来海月水母暴发的高峰期。面对这场悄无声息的入侵,生态环境部东北核与辐射安全监督站(以下简称东北监督站)监督员闻令而动,打响了一场昼夜不停的取水安全保卫战。

东北监督站监督员有属于他们特殊的“十二时辰”。早晨8点,准时集合在冷源前线指挥中心会议室参加取水安全早会,梳理海洋生物监测预警趋势,总结前一天的拦截打捞实际成效……

“取水安全保障资源是否到位?值班人员是否落实责任?拦截网是否牢固可靠?外海监测点取样工作是否正常?”下午两点,监督员的身影出现在打捞船滚烫的甲板上,他们随船出海,亲自确认、核查每一项细节。

直至凌晨3点,监督员的身影依然活跃在关键岗位。他们或驻守冷源前线指挥中心,紧盯数据变化;或深入现场,在轰鸣的反冲洗泵房旁、拦截网的堤岸上仔细巡查。

“我们深知,多守一夜岗,防线就多一分稳固;多流一滴汗,安全就多一分保障。”东北监督站肖晨曦说。

同样密切关注核电厂冷源安全的,还有生态环境部华东核与辐射安全监督站(以下简称华东监督站)的监督员。6月、7月,在季风影响下,浒苔会到达海阳核电厂周边海域,对运行机组取水安全造成潜在威胁,是海阳核电厂冷源保障防控的重要对象。

对此,华东监督站对取水明渠、取水口外海区域加大现场巡视力度,核查海阳核电厂冷源保障方案落实情况,重点查看浒苔分布情况、导引网等拦截设施布置及检查维护情况、人员船只配备情况、应急工作准备情况。持续关注海阳核电厂冷源保障工作,督促营运单位采取有效措施保障冷源安全,确保机组安全、稳定运行。

▲图为东北监督站监督员在水母打捞船上开展实地检查。 东北监督站供图

▲图为华东监督站监督员深夜巡视浇筑现场。 华东监督站供图

紧盯核电工程质量

伴随我国核电项目建设进入高峰期,核安全监管工作也面临更多挑战。核电工程质量是核安全的基础与根本,只有建设出高质量的核电站,才能从源头保障核安全。

位于浙江省宁波市象山县的金七门核电厂1号机组不久前浇筑了核岛筏基第一罐混凝土,这标志着我国又一台百万千瓦级核电机组“华龙一号”进入全面开工阶段。

在核岛筏基浇筑混凝土的关键节点,来自华东监督站的监督员王伟已经连续驻守现场70多个小时。他紧盯着混凝土入模温度实时监测屏,汗水顺着安全帽带滴落。

“气温每升高一度,混凝土内部温度控制难度就成倍增加,必须确保入模温度严格控制在限值以下。”王伟说。在施工现场,他对混凝土浇筑作业实施严格的旁站监督,高频次抽检浇筑质量。

同样经历着一场热浪“烤”验的,还有来自生态环境部华北核与辐射安全监督站(以下简称华北监督站)的监督员。

在上海电气上重铸锻有限公司和上海电气核电设备有限公司的生产车间内,焊花飞溅如金雨,环境温度直逼50摄氏度。一线监督员俯身靠近滚烫的筒体焊缝,他们屏气凝神,一丝不苟地检视着焊缝的鱼鳞纹路。

“焊缝就是核安全的生命线,不能埋下半点隐患。守护核安全,没有舒适区。我们深知肩上担子的分量,无论环境如何严苛,国家核安全防线的每一块‘基石’都牢不可破。”华北监督站王寓说。

消除极端天气带来的安全隐患

除了从生产、建造端紧盯核电工程质量,监督员也在高温下时刻保障在运核电机组的安全。

7月,广东省阳江市温度一度高达40摄氏度,生态环境部华南核与辐射安全监督站(以下简称华南监督站)监督员在阳江核电厂汽轮发电机厂房开展巡视,不放过任何一处细节。

“为了确保核安全万无一失,越是特殊天气,我们的神经就要绷得更紧。”华南监督站吴灿杰说。

在高温环境下,核设施内的电缆廊道、电气设备间等区域设备散热压力陡增,一旦散热不足,极易导致设备材料过热,埋下火灾隐患。

对此,华南监督站有的放矢,针对暑期动火作业密集和高温高压设备集中的雨污分流项目作业廊道、汽轮机厂房等区域,从严核查营运单位各项安全管控措施的落实情况。

此外,面对可能出现的台风天气,确保核电厂气象观测系统稳定运行,对台风探测预警至关重要。华南监督站在汛期台风多发时段深入现场开展重点巡查,核查设备的运行参数、校准记录、备用电源切换等关键环节。同时,要求营运单位以运维管理为抓手,确保气象观测系统始终处于“零故障、高可靠”状态,在台风来临时,能够快速响应、科学处置。

从清晨到日暮,核安全监督员在高温下用坚守诠释着肩头的使命担当。在每一次昼夜值守、现场监督中,他们用行动践行着“核安全无小事”的信念,以高水平核安全保障我国核事业高质量发展。

江门中微子实验正式运行

将帮助回答关于物质和宇宙本质的基本问题

本报记者程小雨北京报道 记者从中国科学院高能物理研究所获悉,江门中微子实验(JUNO)近日已成功完成两万吨液体闪烁体灌注,并正式运行取数。经过十余年的准备和建设,JUNO成为国际上首个建成的新一代大型中微子实验装置。

JUNO在试运行期间首批获取的数据显示,其探测器关键性能指标全面达到或超越设计预期,这使JUNO能够着手解决粒子物理学领域未来10年内关于中微子质量排序的重大问题——第三种中微子是否比第二种中微子更重。

JUNO探测器位于广东省江门市附近的地下700米处,可以探测53公里外台山和阳江核电站产生的中微子,并以前所未有的精度测量它们的能谱。与国际同类实验相比,JUNO对质量顺序的测定不受地球物质效应和其他未知中微子振荡参数的影响,并将显著提高6个中微子振荡参数中的3个参数的精度。JUNO实验使人们能够对来自太阳、超新星、大气和地球的中微子开展前沿研究,并将开启探索未知物理的新窗口,包括对不活跃中微子和质子衰变的搜寻。

JUNO合作组发言人王贻芳表示:“完成JUNO探测器灌注并开始运行取数,是一个历史性的里程碑。这是国际上首次运行这样一个超大规模和超高精度的中微子专用大科学装置,将使我们能够回答关于物质和宇宙本质的基本问题。”

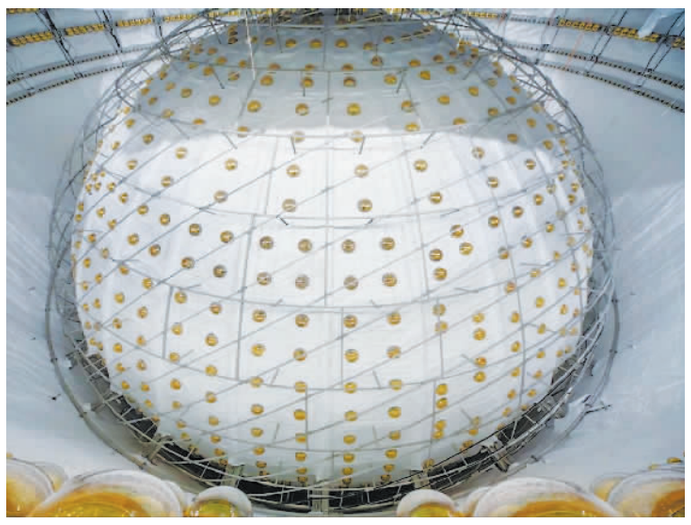
据了解,江门中微子实验由中国科学院高能物理研究所于2008年提出构想,2013年得到中国科学院战略性先导科技专项(A类)支持,并在同年得到广东省人民政府的支持,2015年启动隧道和地下实验室建设。2021年12月完成实验室建设并开始了探测器在地下实验室的安装建设,2024年12月探测器主体建设完成并开始灌注超纯水与液体闪烁体。

在灌装过程中,项目团队首先在45天内完成超过6万吨超纯水的灌注,将内外有机玻璃球的液位差控制到厘米量级,流量偏差不超过0.5%,有力保障探测器主体结构的安全稳定。历经半年的精细操作,将两万吨液体闪烁体精准注入直径为35.4米的有机玻璃球内,并同步完成原有纯水的置换。尤为关键的是,超纯水与液体闪烁体的超高洁净度、透明度和极低放射性本底等特殊要求全部得到满足。与此同时,项目团队完成了探测器的调试优化,确保探测器在灌注完成后立刻进入正式运行取数阶段。

JUNO是一个中国科学院高能物理研究所主导的重大国际合作项目,成员涵盖来自17个国家和地区、74个科研机构的700名研究人员。

JUNO总工程师马骁妍表示:“建设JUNO是一段充满挑战的旅程,不仅需要新的想法和技术,还需要多年的精心规划、测试和坚持。为满足材料纯度、稳定性和安全性等严格要求,需要数百名工程师和技术人员投身其中。通过多方团队协作,这个设计变成了一个功能齐全的探测器,如今,它已经准备好为中微子世界打开一扇新的窗口。”

JUNO的设计使用寿命可达30年,后期可升级改造为世界最灵敏的无中微子双贝塔衰变实验。其将帮助探测中微子绝对质量,检验中微子是否为马约拉纳粒子,从而解决粒子物理、天体物理和宇宙学的前沿交叉热点难题,并深刻影响人类对宇宙的理解。



图为位于水池内(尚未灌水)的中心探测器(外部图)。 资料图片

新能源科技馆揭开核电“面纱”

充分发挥“窗口”作用,提升公众科学素养

◆本报记者秦超

在前不久举办的2025年媒体核电行暨国和行·媒体行活动期间,国家电投新能源科技馆(以下简称科技馆)馆长于振兴表示,核电容易引发“邻避效应”,因此,更要加强核电科普,以科技馆为阵地,搭建公众沟通之桥。据了解,科技馆位于山东省荣成市,截至2025年8月,已累计接待访客超6万人次。

核科学知识具有极强的专业性,要将核裂变原理、辐射防护等知识转化成通俗易懂的表达并不容易。为破除核电知识壁垒,科技馆核电主题展聚焦中国核电从起步到实现自主化突破的历程。同时,完整呈现世界核能的发展脉络。

为破解公众对核与辐射的焦虑,在科技馆核能生活展区搭建了各类互动装置,展示核技术在医疗健康、农业生产、工业制造等领域的应用场景。

为促进经济发展和环境保护,山东省制定了新旧动能转换战略,以核电等清洁能源替换传统动能。推动核能产业发展,促进人才培养、重大装备制造等领域的全面高质量发展。

于振兴说,以科技馆等场所为核能公众沟通载体,将充分发挥“窗口”作用,为提升公众科学素养注入持续动力。

今年,占地约10080平方米的核安全主题公园在荣成八河水库东岸正式对外开放。围绕“知核、安核、用核、探核”主题,公园通过电子屏幕、雕塑、科普展板等,向公众系统介绍了我国核安全监管体系、核事业发展历程等。

“核能公众沟通工作需要与时俱进,让科普资源保持吸引力。”于振兴说。

为此,科技馆定期更新和扩展科技馆的展览内容,引入最新的科研成果和技术进展,组织开展各类研学活动,设计“天鹅博士”科普动漫IP,将复杂知识转化为趣味内容。

一体化快堆关键技术攻关取得重要突破

原子能院研制出全可视化的一体化快堆整体模拟试验装置

本报记者程小雨北京报道 记者从中核集团获悉,近日,由中国原子能科学研究院(以下简称原子能院)反应堆工程技术研究所承担的一体化闭式循环快堆核能系统(以下简称一体化快堆)项目一体式余热导出原理验证试验顺利完成,试验结果通过了来自清华大学、西安交通大学、华北电力大学、重庆大学等专家的审查。这是国内首个针对快堆新型非能动余热导出技术的原理验证试验,标志着一体化快堆关键技术攻关取得重要突破,为推动一体化快堆的设计研发提供了有力保障。

为解决池式快堆自然循环这一世界性难题,原子能院在一体化快堆的设计中,采用新型非能动余热导出技术,能够在不依赖任何能动设备动作的情况下,有效、可靠地带走堆芯余热。但由于反应堆堆本体内设备众多、结构复杂,很难确定新型堆芯余热导出系统的工作机制,且自然循环现象微弱,极易受到结构和参数差异的影响,给反应堆设计带来较大的不确定性。

为有效支撑反应堆设计、提高技术成熟度、确保反应堆安全,原子能院反应堆热工水力研究团队创新性突破快堆自然循环和新型非能动余热导出系统的试验模拟技术,成功研制出全可视化的一体化快堆整体模拟试验装置,并开展技术原理验证。

此装置是一体化快堆首个整体性瞬态试验装置,能够模拟反应堆从正常运行到停堆后非能动余热导出过程中的多个关键物理过程,是揭示一体化快堆新型非能动余热导出系统工作原理的重要平台,并有望在其他快堆的设计研发中起到关键作用。

健全协调机制 强化隐患排查 实施分类管控

淮北筑牢核与辐射安全防线

本报记者潘骞淮北报道 安徽省淮北市从健全协调机制、强化隐患排查、实施分类管控等方面,多点发力筑牢核与辐射安全防线。

健全协调机制。健全市级核安全工作协调机制,着力推动监管力量下沉,确保各县区分局均配备一名兼职辐射安全工作人员,构建职责清晰、高效联动的市、县(区)两级监管网络。通过常态化开展市县联合监督与排查,实现对辖区内各类核技术利用单位监管的全覆盖和无死角。

强化隐患排查。坚持对安全隐患“零容忍”,采取专项检查与全面排查相结合的模式,对移动探伤企业等重点单位开展严密检查,累计出动检查人员90余人(次),检查单位30余家,对发现的隐患做到立行立改,确保整改完成率达100%。同步强化应急能力建设,通过完善应急预案、开展应急演练,提升突发辐射事件应急处置水平。

实施分类管控。推行分级分类精细化管理,将全市109枚放射源、397台Ⅲ类射线装置全部纳入分类监管范畴。推进辐射安全自动监控系统建设,目前放射源在线监控覆盖率达100%,实现全天候、不间断动态监管。同时,安全、有序地开展废旧放射源收贮工作,今年以来,已规范收贮废旧放射源21枚,全面消除潜在风险。

广泛宣传引导。抓住六五环境日、全民国家安全教育日等重要节点,面向大众普及核与辐射安全常识,有效提升公众对辐射安全的科学认知。

核讯快览

实源 实兵 实战

京津冀地区开展辐射事故应急演习

本报讯 为切实提升华北地区地方生态环境部门的辐射事故应急响应能力,根据生态环境部(国家核安全局)的安排部署,生态环境部华北核与辐射安全监督站(以下简称华北监督站)协调指导北京市、天津市、河北省生态环境部门组织多类型、多部门、多层级的辐射事故应急演习,演习以实源、实兵、实战方式开展,保障京津冀地区的辐射安全。

北京市根据关停企业放射源管理薄弱的特点,设置“闲置放射源丢失失控”的演习情景,对通州区开展“四个不预先”(不预先编排脚本、不预先集结队伍、不预先进行合成演练、不预先告知具体演习时间)的实战化应急演习,对通州区多个部门的实际响应能力进行了有效检验。

天津市根据放射源跨区域转移风险高的特点,设置“放射源丢失,涉及跨市转移,并叠加放射源破损污染废旧钢材”的演习情景。根据京津冀地区辐射安全协同管理机制,特别设置与北京市、河北省生态环境部门的跨区域协同联动场景。

河北省在总结去年廊坊市试点开展“四个不预先”实战化应急演习的基础上,根据炼钢企业多、医用放射源运输活动密集的特点,在邢台市、邯郸市、衡水市同时开展“放射源丢失或者被盗”的“四个不预先”实战化应急演习,对河北省同时应对多起辐射事故的应急响应能力进行有效检验。

下一步,华北监督站将坚持问题导向、风险导向,组织华北地区地方生态环境部门不断总结经验,相互切磋交流,强化辐射事故应急演习的实战性、指导性和针对性,持续检验应急预案的有效性、应急处置的可行性及应急联动响应的及时性,努力提高辐射安全监管和辐射事故应急水平。

刘艳阳