

中国核共体

执行机构季讯

2021 年第 2 期
总第 33 期



助力双碳，核电发展正当其时

习近平总书记在建党百年庆祝大会的讲话中指出，我们坚持和发展中国特色社会主义，推动物质文明、政治文明、精神文明、社会文明、生态文明协调发展，创造了中国式现代化新道路，创造了人类文明新形态。由习近平总书记主持的中央财经委员会第九次会议强调，我国力争2030年前实现碳达峰，2060年前实现碳中和，是党中央经过深思熟虑做出的重大战略决策，事关中华民族永续发展和构建人类命运共同体。今年上半年全球极端气候频发，“碳达峰、碳中和”目标的重要性、紧迫性更加凸显。

7月中下旬，我国河南地区遭受严重降水洪涝灾害，造成重大人员伤亡和财产损失。其中7月20日郑州最大小时降雨量破大陆历史记录极值，部分地区4天内的累计降雨量已超当地年平均降雨量。同样在7月，德国、荷兰、比利时、卢森堡等西欧多国暴发大规模洪涝灾害，其中以德国受灾最为严重。截至当地时间7月18日下午，洪水已造成德国159人遇难。德国总理默克尔在记者会上说，“德语里几乎找不到词汇来描述这场洪水造成巨大破坏”。在极端降水影响中国、西欧的时候，地球另外一面，北美遭遇千年难遇的高温，温哥华、西雅图等多地也创下新高温纪录，仅华盛顿州

和俄勒冈州就有超过1100人因高温被送往医院。美国西部地区也正在经历历史级别的特大干旱，加利福尼亚州已经连续爆发野火。

8月4日，中国气象局召开新闻发布会，国家气候中心副主任贾小龙指出，全球变暖对今年极端强降水过程的贡献比例还有待进一步研究，但是全球变暖加大了极端强降水出现的概率已得到广泛认可。

2020年我国多个核电机组取得WANO评分满分的良好运行业绩，发电量再创新高，为“碳达峰、碳中和”目标积极贡献力量。核电作为绿色低碳能源，在确保安全的前提下，正在积极有序发展。5月19日，国家主席习近平在北京通过视频连线，同俄罗斯总统普京共同见证两国核能合作项目——田湾核电站和徐大堡核电站开工仪式。7月13日，中核集团海南昌江多用途模块式小型堆科技示范工程（小堆示范项目）在海南昌江核电现场正式开工，成为全球首个开工的陆上商用模块化小堆。

核安全是核电发展的生命线。6月份，CNN关于台山核电厂有关情况的报道引起公众关注。对此，生态环境部（国家核安全局）及时给予了公开回应，对报道中涉及的问题做了详细的说明。7月30日，台山核电决定对1号机组进行停机检修，查找燃料破损原因，更换破损燃料，事件终于告一段落。回顾整个事件发展过程，一方面体现了EPR这一新核电技术在运行初期难免会遇到一些新问题，另一方面从核安全信息披露上看，本次事件的发酵固然与CNN等外部媒体拼凑信息、偏见式报道有关，但也反映了目前我国在核安全信息披露方面依然有改进空间，尤其是涉及一些特殊机组、特殊事件，可能需要更及时、更主动、更详细的信息披露。核安全信息的披露不仅仅是为了满足法规要求，而更是为了让普通民众了解核电技术、信任我国核电安全水平。从另外一个角度看，如果回应得当，核安全新闻事件也是一次向普通民众科普核安全技术、宣传我国核安全监管政策的良好机会。

中国银保监会将“积极发展绿色信贷、绿色保险、绿色信托”列入2021年度重点工作。核保险既是巨灾保险也是绿色保险，在当前社会发展阶段和国家发展战略要求下，核保险的社会效益、核安全保障意义更加突出。核保险必须将保险保障的稳定性和安全性放在更高位置，在服务核电长期性、全面性方面继续加大创新投入。

重要动态

生态环境部（国家核安全局）有关负责人就 CNN关于台山核电厂报道答记者问

2021年6月16日 生态环境部官网

近日，CNN关于台山核电厂有关情况的报道引起一些公众关注。对此，生态环境部（国家核安全局）相关负责人就有关问题回答了记者提问。

问：请您介绍一下台山核电厂的总体情况。

答：台山核电厂建设有两台EPR（欧洲先进压水堆）核电机组，由法国珐玛通公司设计，中法合资建设和运行。自台山核电厂开始建设以来，国家核安全局始终依法依规对其严格监管。其中1号机组2018年12月13日商运，2号机组2019年9月7日商运。目前两台机组均已进入第二燃料循环。自投入商运以来，台山核电合营有限公司两台机组一直保持安全稳定运行，周边环境未见异常。

问：台山核电厂究竟发生了什么情况？

答：目前台山核电厂1号机组运行过程中监测到反应堆一回路冷却剂的放射性比活度（即单位体积或重量中所包含的放射性量）上升，但仍然在核电厂运行技术规格书规定的允许稳定运行的范围内，满足技术规范要求，核电厂运行安全是有保障的。

1号机组一回路放射性水平增高主要与燃料棒破损有关。由于燃料制造、运输、装载等环节不可控因素的影响，核电机组运行过程中出现少量的燃料棒破损难以避免，属于常见现象。据有关数据，世界许多核电厂发生过燃料棒破损并继

续运行的案例。

台山核电厂1号机组堆芯共有60000多根燃料棒，目前推算燃料棒包壳破损数量约为5根左右，破损燃料棒占总数比例小于0.01%，远低于设计中假设的燃料组件最大破损比例（0.25%）。

问：CNN报道称台山核电厂发生了放射性泄漏事故，是否属实？

答：一回路放射性水平增高与放射性泄漏事故是完全不同的两回事。一回路在反应堆安全壳内部，只要作为放射性包容屏障的反应堆冷却剂系统压力边界和安全壳密封性均满足要求，就不存在向环境泄漏放射性的问题，而这两道实体屏障是安全的。目前，台山核电厂周边辐射环境监测结果显示核电厂周边辐射环境水平未见异常，处于本底水平，也表明没有任何泄漏发生。

问：CNN报道称为了避免停堆，国家核安全局批准提高台山核电厂外辐射检测的可接受限值，是否属实？

答：此报道不属实，国家核安全局没有批准提高台山核电厂外辐射检测的可接受限值。国家核安全局审查批准的是台山核电厂一回路化学与放射化学技术规范中反应堆冷却剂惰性气体放射性比活度的相关限值，这个限值用于运行管理，与核电厂外辐射检测无关，CNN报道中概念是错误的。

问：国家核安全局下一步将如何开展工作？

答：我们会持续严密监控台山核电厂1号机组一回路放射性水平，加强现场监督和环境监测工作；指导监督营运单位采取严控一回路放射性水平的措施，严格遵守运行技术规格书，确保1号机组运行安全。同时，我们也将与国际原子能机构和法国核安全监管部门等保持沟通联系。



台山核电厂1号机组运行状态通报

2021年7月30日 中广核集团官网

作为EPR全球首堆工程，台山核电厂1、2号机组投产以来，一直保持安全稳定运行，各项运行指标均满足核安全法规和电厂技术规范要求，核安全和环境安全是有保障的。

目前，1号机组运行过程中出现少量燃料破损，但仍在技术规范允许范围内，机组可以继续稳定运行。考虑到1号机组是全球首堆，刚投入运行不久，经中法双方技术人员充分沟通，台山核电厂根据核安全法规和核电厂运行规程，坚持安全第一、保守决策，决定对1号机组进行停机检修，查找燃料破损原因，更换破损燃料。结合电网开工建设粤西开关站施工线路避让需求，我们选择这一时机停堆检修。目前，机组正在按照运行规程后撤至停堆状态，反应堆安全可控。后续按照相关规程操作。

中广核按照核安全法规要求，始终贯彻安全第一的方针，确保核电安全。管理运行核电机组30年来，一直保持良好的安全运行业绩。长期以来，一直保持信息公开透明，及时向社会公开核电厂运行事件和周边环境监测数据，自觉接受独立的环境监督，与广东省等周边地区共享核安全和环境监测信息。



核共体工作简讯

- ◆ 完成《中国核保险共同体关于核保险巨灾责任准备金情况的报告》并向银保监会、财政部和生态环境部报送

第二季度，核共体执行机构收集核共体成员公司核巨灾准备金情况、汇总形成《中国核保险共同体关于核保险巨灾责任准备金情况的报告》，并完成向银保监会、财政部和生态环境部的报送工作。

- ◆ 审议通过核共体成员 2021 核保险业务承保能力正式限额表

6月，核共体执行机构召集中国核共体风险管理工作组会议研究核共体成员2020年度经营状况、核定2021年核共体承保能力正式限额表；组织召开核共体理事会会议，审议通过核共体成员2021年核保险业务承保能力正式限额表，并向核共体成员通报2021年核保险业务承保能力正式限额表。

- ◆ 中国核共体秘书长左惠强调研执行机构近期工作

7月、8月，中国核共体理事、秘书长左惠强到核共体执行机构就推进核损害赔偿立法、党建经营深度融合的落实情况和核共体十四五规划纲要起草进行调研，并对后续工作开展提出指导意见。

- ◆ 参加国际核共体体系总目标委员会会议

5月、7月，核共体执行机构总经理刘玉波参加国际核共体体系总目标委员会会议（视频会议）。

◆ 参加国际核共体体系工程师分委会等相关会议

5月至7月，核共体执行机构技术团队按计划参与国际核共体工程师分委会各项会议。

◆ 核共体执行机构与国际核共体体系召开定期沟通会议

5月至8月，核共体执行机构分别与英国、瑞士、韩国等核共体开展季度沟通会议，相互交流本国核保险市场状况并就双方共同关心的议题进行探讨。

◆ 开展《中国核保险共同体十四五规划纲要》的起草工作

为了深入贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想、紧抓发展机遇、妥善应对挑战，进一步夯实《核保险巨灾责任准备金管理办法》制度基础，促进中国核共体高质量发展，根据国家和行业“十四五”规划，结合中国核共体发展实际，核共体执行机构从第二季度开始启动《中国核保险共同体十四五规划纲要》的起草工作。

◆ 完成中核集团海南昌江核电、国家电投集团山东海阳核电业务续转

6-8月，中国核共体顺利完成中核集团昌江核电、国电投集团山东海阳核电运营期核保险业务续转。

◆ 华能石岛湾高温气冷堆运营期核保险保单正式起保生效

8月，随着山东石岛湾核电高温气冷堆示范工程首台反应堆启动第一炉核燃料的装载，由中国核共体开发的全球首张针对第四代核电技术的运营期核保险保单也正式起保生效。

◆ 海阳核电承包商放射性雇主责任险推广落地

为配合落实《民法典》、《安全生产法》等法律要求，响应核电业主对辐射控制区内工作承包商人员放射性人身损害风险转移的客观需求，也为更好地支持核电换料大修安全生产工作目标的达成。中国核共体创新设计了相关保险解决方案，并于2021年4月在海阳核电项目实现首保。截止目前，已为海阳核电30余家

承包商的1000多名雇员提供放射性人身损害的商业保险保障。

◆ 国际分入核保险业务正常续转

第二季度，核共体执行机构顺利完成当期国际分入业务续转，从韩国、乌克兰等国家的分入成份显著增长，中国核共体已成为其主要的再保险接受人之一。

◆ 核共体执行机构在京举办《核保险消防风险评估指引》标准预审会

5月18日，核共体执行机构在京举办《核保险消防风险评估指引》标准预审会。预审会采用线下与线上联合方式举办，来自中国保险行业协会、生态环境部核与辐射安全中心、中国核电工程有限公司、中国科学技术大学火灾科学国家重点实验室、人保财险、太平洋产险、平安财险、阳光财险、国寿财险、华泰财险、英大泰和财险、中华联合财险等单位的有关领导和专家代表参加会议。经过会议讨论与会后补充，目前已经完成《核保险消防风险评估指引》标准预审稿，正在协助中国保险行业协会推进后续公示等事宜。

◆ 核保险检验工作有序推进

5月，核共体执行机构工程师团队顺利完成大亚湾核电基地、昌江核电厂、阳江核电厂的现场核保险年度短检验工作。

6月21日至6月24日，核共体执行机构工程师团队与国际核共体工程师团队一起顺利完成红沿河核电厂的国际核保险风险检验。根据疫情防控政策，本次国际检验采用国内工程师现场参加、国际核共体工程师远程视频参与的方式开展。在红沿河核电厂、人保财险的支持配合下，检验工作的各项目标顺利完成。本次检验是疫情防控形势下，首次采取现场+视频的混合式检验模式，既满足了保险人对红沿河核电厂核保险业务风险状况了解的需要，也为今后疫情防控要求下其他核电厂的国际核保险检验积累了经验。

7月19日至7月22日，核共体执行机构工程师团队与国际核共体工程师团队一起顺利完成宁德核电厂的国际核保险风险检验。本次国际检验依然采用国内工程师现场参加、国际核共体工程师远程视频参与的方式开展。在宁德核电厂、人保财险的支持配合下，检验工作的各项目标顺利完成。

7月，核共体执行机构工程师团队顺利完成台山核电厂的现场核保险年度短检验工作。

核电信息

国内核电行业动态

◆ 习近平同俄罗斯总统普京共同见证中俄核能合作项目开工仪式

国家主席习近平5月19日下午在北京通过视频连线，同俄罗斯总统普京共同见证两国核能合作项目——田湾核电站和徐大堡核电站开工仪式。

全国政协副主席、国家发展和改革委员会主任何立峰和俄罗斯副总理诺瓦克共同主持仪式。杨洁篪、王毅等出席活动。

中俄双方有关部门和地方负责人、工程建设者代表通过视频连线分别在江苏省连云港市田湾核电站分会场、辽宁省葫芦岛市徐大堡核电站分会场，莫斯科政府大楼分会场、罗斯托夫州原子能机械制造厂分会场参加仪式。两国企业负责人分别向两国元首汇报项目进展情况。

习近平对中俄核能合作项目开工表示热烈祝贺，向两国建设者致以崇高敬意。习近平指出，今年是《中俄睦邻友好合作条约》签署20周年。我同普京总统商定，将在更高水平、更广领域、更深层次推进双边关系向前发展。面对世纪疫情叠加百年变局，中俄相互坚定支持，密切有效协作，生动诠释了中俄新时代全面战略协作伙伴关系的深刻内涵。

习近平强调，能源合作一直是两国务实合作中分量最重、成果最多、范围最广的领域，核能是其战略性优先合作方向，一系列重大项目相继建成投产。今天开工的4台核电机组是中俄核能合作又一重大标志性成果。习近平提出三点希望。

第一，坚持安全第一，树立全球核能合作典范。要高质量、高标准建设和运

行好4台机组，打造核安全领域全球标杆。充分发挥互补优势，拓展核领域双边和多边合作的广度和深度，为世界核能事业发展贡献更多力量。

第二，坚持创新驱动，深化核能科技合作内涵。要以核环保、核医疗、核燃料、先进核电技术为重要抓手，深化核能领域基础研究、关键技术研发、创新成果转化等合作，推进核能产业和新一代数字技术深度融合，为全球核能创新发展贡献更多智慧。

第三，坚持战略协作，推动全球能源治理体系协调发展。要推动建设更加公平公正、均衡普惠、开放共享的全球能源治理体系，为全球能源治理贡献更多方案。应对气候变化是各国共同的任务。中俄要推进更多低碳合作项目，为实现全球可持续发展目标发挥建设性作用。

普京表示，热烈祝贺田湾核电站和徐大堡核电站开工，俄方有信心同中方共同努力，顺利、安全推进工程建设。今年是《俄中睦邻友好合作条约》签署20周年，俄中关系处于历史最好时期和最高水平，我同习近平主席达成的各项共识均得到很好落实，两国合作领域日益宽广。和平利用核能合作是俄中新时代全面战略合作伙伴关系的重要组成部分，相信今天开工的4台核电机组项目，不仅将为俄中关系进一步发展注入新的活力，也将助力实现碳达峰、碳中和目标，为应对全球气候变化、实现人类可持续发展作出积极努力和贡献。

在田湾核电站分会场和徐大堡核电站分会场的中方代表向两国元首报告：开工准备完毕。

田湾核电站7号、8号机组和徐大堡核电站3号、4号机组是2018年6月两国元首见证签署的双方核能领域一揽子合作协议中的重点项目，建成投产后年发电量将达到376亿千瓦时，相当于每年减少二氧化碳排放3068万吨。

◆ 徐大堡核电站3号机组浇筑核岛第一罐混凝土

中国核电公告称，公司控股投资的中核辽宁核电有限公司旗下的徐大堡核电站3号机组于2021年7月28日浇筑核岛第一罐混凝土(FCD)。

编者按：田湾核电1-4号机组是我国首次引进俄罗斯核电技术，取得了良好的经济效益和社会效益，促进了我国核电技术的进步。本次开工建设的田湾7、8号和徐大堡3、4号均采用俄罗斯最新的VVER1200技术。从编者目前了解的情况看，该技术堆型体现了良好的技术先进性和经济

性。目前，我国既有以华龙一号、国和一号为代表的自主三代技术，也有以AP1000、EPR、VVER1200为代表的国际三代核电技术，相信这些技术的相互竞争和借鉴将进一步促进我国核电技术的发展。

◆ 华能石岛湾高温气冷堆核电站示范工程首批核燃料成功装入

8月21日16时09分，我国具有完全自主知识产权的国家科技重大专项——华能石岛湾高温气冷堆核电站示范工程首批核燃料成功装入1号反应堆，标志着世界首台球床模块式高温气冷堆正式进入“带核运行”状态，为今年并网发电奠定坚实基础。该机组装料对实现碳达峰、碳中和目标，推动我国在第四代先进核能技术领域保持全球领先优势、抢占世界核电产业发展制高点具有重要意义。

编者按：继“华龙一号”之后，我国又一个具有划时代意义的核电堆型装料了！作为全球第一个具有四代核安全特征的商业机组，一方面代表了人类在核电先进技术方面又一个突破，另一方面再次体现了我国核电建设者坚忍不拔、勇于创新的实干精神。向石岛湾高温气冷堆的建设者们致敬！预祝后续并网、商运等环节一切顺利。

◆ 全球首个陆上商用模块化小堆玲龙一号开工建设

7月13日，中核集团海南昌江多用途模块式小型堆科技示范工程(小堆示范项目)在海南昌江核电现场正式开工。至此，该项目成为全球首个开工的陆上商用模块化小堆，标志着我国在模块化小型堆技术上走在了世界前列。

小堆示范项目采用中核集团玲龙一号(ACP100)技术。该技术是中核集团通过十余年自主研发并具有自主知识产权的多功能模块化小型压水堆堆型，是继中核集团三代核电华龙一号后的又一自主创新重大成果。2016年，玲龙一号成为全球首个通过国际原子能机构安全审查的小型堆。

区别于传统核电技术，模块式小型堆技术具有小型化、模块化、一体化、非能动的特点，安全性高，建造周期短，部署灵活，可以作为清洁的分布式能源，供电的同时可满足海水淡化、区域供暖/冷、工业供热等多种用途，适用于园区、

海岛、矿区、高耗能企业自备能源等多种场景应用。

玲龙一号发电功率12.5万千瓦，建成后年发电量可达10亿千瓦时，满足52.6万户家庭生活所需。它的推广应用可以大大减少我国化石能源的消耗、促进节能减排，对于推动核电安全发展和自主创新，为海南自贸港和生态文明示范区建设提供绿色能源保障具有重要意义。

海南昌江多用途模块式小型堆科技示范工程由中国核电全资控股，其建设必将使小型堆技术得到全方位实施及验证，加速提升我国在模块式小型堆领域的自主创新能力，为后续规模化、批量化建设奠定基础，巩固我国在这一领域的先发优势，形成我国自主的堆型品牌。

编者按：昌江多用途模块式小型堆科技示范工程作为全球第一个开工的陆上商用模块化小堆，在我国核电发展史上和世界核电发展史上都具有突破意义。小型堆具有安全性高、用途广泛、可以灵活布置在用电负荷附近等优点，是今后核电发展的重要方向之一。美国、英国、加拿大等政府均投入了大量资金支持小型堆的研发。在“3060”目标下，模块化多用途小型堆对我国今后能源战略及重大装备制造也具有重要意义。

◆ 田湾核电三期工程全面建成投产

2021年6月2日22时06分，随着100小时满功率连续运行试验的圆满完成，田湾核电6号机组正式具备商业运行条件，标志着田湾核电站三期工程(5、6号机组)全面建成投产。田湾核电6号机组投运后，中国核电控股在役核电机组数达到24台，控股在役装机容量将由2139.1万千瓦增至2250.9万千瓦。

田湾核电站三期工程5、6号机组采用中核集团自主M310+改进型压水堆核电技术，是国内M310压水堆核电机组的收官之作，国家重点工程、江苏省“十三五”期间重大投资建设项目。机组按照国际国内最高安全标准，结合国内外同类型机组运行经验反馈，实施了41项重大技术改进，350项重要技术改进，机组安全性得到显著提升，主要安全指标达到三代核电技术标准，国产化率已达95%以上。

田湾核电5、6号机组单台额定功率1118兆瓦，5号机组于2015年12月27日开工建设，2020年9月8日投入商业运行。截至2021年6月2日零时，5号机组已

向社会输送超过61.57亿度清洁能源;6号机组于2016年9月7日开工建设，2021年5月11日首次并网成功。

编者按：随着田湾5、6号机组的建成和7、8号机组的开建，田湾核电基地在几年后将拥有8台百万千瓦的核电机组，将成为装机容量世界第一的核电基地。田湾核电基地又拿下一个世界第一。

◆ 红沿河核电站5号机组顺利商运

6月12日上午，生态环境部东北核与辐射安全监督站释放了临界操作控制点，红沿河核电站5号机组开始执行反应堆达临界工作。

6月13日凌晨，红沿河核电站5号机组核反应堆首次达到临界状态，标志着机组正式进入功率运行状态。

6月25日，经生态环境部东北核与辐射安全监督站监督员签字释放后，中广核红沿河核电5号机组负荷开关于12点35分完成同期合闸，首次成功并网发电。

7月31日21时32分，红沿河核电5号机组完成168小时试运行试验后，具备商运条件。

作为我国东北第一个核电站以及最大的电力能源投资项目，红沿河核电项目分为一、二期建设，总投资逾800亿元。一期工程四台机组于2016年建成投产，目前正在平稳发电；二期工程建设两台机组，于2015年开工建设，目前，5号机组正式具备商运条件，6号机组正在进行热态功能试验。

在工程建设中，红沿河核电始终坚持安全第一、质量第一、追求卓越的原则，持续提升国产化水平。5号机组全面落实日本福岛核事故后核安全整改要求，实施了非能动高位冷却水源、二次侧临时补水、移动式应急电源等36项技术改进，具备三代核电主要技术特征，安全水平进一步提高。5号机组全面使用国产和睦数字化控制系统，拓展了国产设备在关键技术领域的应用。红沿河二期工程5、6号机组综合国产化率达85%，有力促进了我国核电装备制造业升级。

根据测算，红沿河5台机组投产后，年上网电量可达375亿度，相当于辽宁省年用电量的15%左右，环保效益相当于等效减少标煤消耗约1130万吨，减排二氧化碳约3120万吨，综合温室气体减排等效于8.4万公顷森林吸收量。

编者按：从红沿河核电5、6号机组以及田湾5、6号机组建设速度看，二代+机组批量化建设模式下，机组建设成本和速度都是极具竞争性的。批量化建设将是今后三代甚至四代核电技术能否在经济性方面占有优势的关键要素。红沿河5台机组的发电量相当于辽宁省年用电量的15%左右，随着徐大堡等新核电基地的建设，今后核电在辽宁能源格局中将占有重要地位，对辽宁实现“3060”目标意义重大。核电在绿色发展、双碳战略中的作用正在日益显现。

◆ 华龙一号海外首堆投入商业运行

当地时间5月20日01时15分，“华龙一号”海外首堆工程——巴基斯坦卡拉奇核电2号（K-2）机组完成100小时连续稳定运行验收，各项性能指标达标，经过69个月建设，目前建造、安装、调试各项工作圆满完成，正式进入商业运行。这标志着中国自主三代核电“走出去”第一站顺利建成，创造了国际最佳建设业绩，中国核电实现从“跟跑”到“并跑”。

K-2、K-3机组，采用中核集团自主研发的具有完全自主知识产权的三代核电技术“华龙一号”堆型，每台机组6万余台套设备，直接带动装备出口超过120亿元，项目全寿期可持续带动我国核燃料、核电站建设、运维、退役全产业链“走出去”，直接创造经济收入将超过1000亿人民币。

卡拉奇核电2号、3号（K-2、K-3）机组由中核集团中国中原对外工程有限公司总承包，是中巴两国规模最大的在建合作项目。中核集团发挥中国核科技工业主体优势和全产业链能力，实现了设计创新、装备制造创新、建造技术创新，安全高效推进土建、安装、调试各项工作，保障了项目各大节点的顺利实现。

编者按：巴基斯坦卡拉奇核电2号作为核电新技术的出口建设工程，在面临新冠疫情严重冲击的情况下，依然实现了69个月完工。这既体现了华龙一号技术的成熟性，也体现了中国走出去企业的建设实力，对今后进一步打开核电出口局面有重要的示范意义。

◆ 山东省召开海阳核电“水热同产同送”技术验证示范工程观摩研讨会

5月11日上午，山东省召开海阳核电“水热同产同送”技术验证示范工程观摩研讨会。国家能源局、生态环境部、清华大学、华北电力大学等近50家相关行业单位出席会议。

该技术通过抽取海阳核电机组的蒸汽，驱动水热同产装置，将海水直接变成95℃的高温高品质淡水，首次实现了源侧的水、热同步产出与供给。

该示范工程属于世界首创，通过对核能进行先发电、后制水、再供热的三级高效利用，实现了在“零碳”供热的同时“零能耗”制水，是我国核能综合利用领域科研攻关的又一次重大突破，为同步解决我国北方城市清洁取暖和淡水需求等民生问题开辟了新路径，为世界“零碳”供热和“零能耗”制水提供了中国方案。

山东核电党委书记、董事长吴放表示，根据测算，一台百万千瓦的核电机组在完成发电同时，如果采取水热同产同送技术供热和供水，一个供暖季能够在“零能耗”情况下生产出3000万吨高品质淡水，同时也为3000万平米的居民进行“零碳”的供热。

中国工程院院士清华大学教授江亿表示，这个项目等于充分发挥核能余热，把排到海水里面的热，重新给它提回来，变废为宝，既可以制淡水，又能够解决城市供热问题。

◆ 海阳450万平核能供热项目预计9月试压！打造全国首个零碳供暖城市

海阳市于2019年率先在全国施行核能供暖，验证了使用清洁能源供暖的方式。二期450万平米核能供热项目已于2020年12月开工建设，项目建成投用后，海阳市将成为全国首个零碳供暖城市。目前，项目顺利推进，预计9月进行试压运行。

据了解，海阳市新老城区450万平方米核能供热管网项目是山东省新旧动能转换优选项目，总投资约5亿元。计划建设两座中继站，设计规模为供暖面积1000万平方米，建设1座换热站，设计供暖面积约60万~80万平方米，以及42.85公里供暖管网的铺设。

◆ 全国首个智慧核能综合利用示范项目开工建设

全国首个智慧核能综合利用示范项目——“国和一号+”在威海荣成开工建设

设，项目立足核能发电，打造了集光伏发电、海上风电、核能制氢、核能供热、海水淡化、储能等为一体的“零碳·智慧·综合”能源新模式，这是山东核能综合利用的又一创新实践。

“国和一号+”智慧核能综合利用示范项目，依托智慧能源管控与服务平台，利用5G网络传输和大数据处理技术，精准采集、显示、处理核风光氢储等多能源数据，实时监控电力供需状态；增设智慧储能、电解制氢等设施，通过智慧平台智能调控，实现用电低谷期电力存储、制氢，用电高峰期电力入网调峰，提高用能效率，达到多能源互补及供需平衡，蹚出了一条“核风光氢储”一体化发展的新路径。

该项目充分利用核电厂址空地、海洋、楼宇屋顶等资源，综合布置分布式光伏、分布式风电、海上风电、海水制氢、海水淡化等工程，实现厂址区域及海洋资源最大化利用、立体化开发。据测算，项目建成投运后，每年可增加发电量约600万千瓦时，替代煤炭消费1800吨，减排二氧化碳4500吨。

编者按：核能综合利用不但可以提高核能利用效率，还可以扩大核能使用范围，对于今后扩大核能在能源利用领域占比有重要意义。在当前绿色发展、能源革命的大背景下，核能综合利用的未来发展空间很大。希望今后核能综合利用的创新案例越来越多，技术突破越来越大，民众享受到的核能服务越来越多。

◆ 漳州核电一号机组反应堆厂房完成混凝土浇筑

7月2日22时28分，华龙一号批量化建设首堆——漳州核电一号机组反应堆厂房内部结构+16.5米平台混凝土浇筑完成。至此，漳州核电项目克服了前期疫情的影响，以相对同类项目缩短2个多月的成绩，取得了施工关键路径上的重要进展。

据悉，+16.5米平台是反应堆厂房最重要的大型设备运转层，钢筋密集，埋件精度要求高。

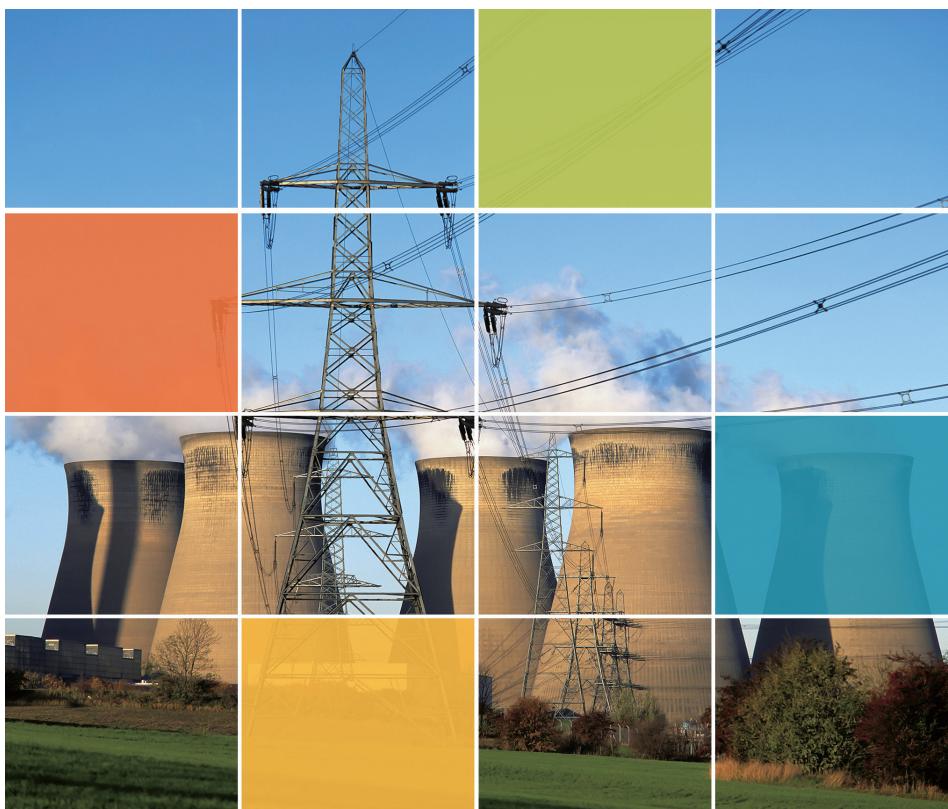
◆ 三门核电1号机组第二次换料大修圆满完成

三门核电1号机组第二次换料大修圆满完成全部检修及试验项目机组成功

并网。

三门核电 1 号机组于 6 月 3 日 22:58 与电网解列，开始第二次换料大修。期间三门核电及各协作单位秉持“充分准备、一丝不苟、万无一失、一次成功”核安全文化价值理念，树立高标准安全、质量目标，践行“永远向上、追求美观”的工作要求和“四最一优”管理期望，贯彻“安全、责任、协同、高效”大修工作期望，实施大修工作 4461 项。

机组于 6 月 24 日 11:11 重新并网，历时 20.51 天。



国际产业动态

◆ 美国双机组萨里核电厂设备已获准运行80年

2021年5月4日，美国核管会（NRC）表示，该机构已批准美国Dominion Energy公司旗下萨里（Surry）核电厂1、2号机组延寿20年。两台机组运行许可证将分别于2052年5月25日和2053年1月29日到期，运行寿期长达80年。

萨里1、2号机组是美国第五、六台获准运行80年的核电机组。此前，NRC已批准佛罗里达电力照明公司（Florida Power & Light）旗下土耳其岬（Turkey Point）3、4号机组和Exelon Generation公司桃花谷（Peach Bottom）核电厂2、3号机组二次延寿。

另外，Dominion Energy还提交了北安娜（North Anna）核电厂两台机组的二次延寿申请。目前，NRC正在对该申请进行审查。

编者按：根据有关报告，经过多年的优化，美国近几年核电发电成本一直在下降。在安全的前提下，核电机组延寿到80年无疑可以进一步提高发电经济性。而关于延寿到80年情况下，核电机组的安全性以及如何开展监管，还有待后续实践检验。作为后发国家，我们可以关注境外延寿的经验和教训，及早规划机组延寿。

◆ 白俄罗斯奥斯特罗韦茨2号机组开始热试

2021年7月28日，俄罗斯国家原子能公司(Rosatom)发布声明称，白俄罗斯奥斯特罗韦茨(Ostrovets)核电厂2号机组(1200MWe)已于7月27日启动热试。该机组原计划在2020年底开始商运，现已推迟至2022年。

热试期间，Rosatom将检查机组主要设备的可操作性，以确保符合相关设计要求和运行安全标准。此外，还将对所有主设备、辅助设备、安全系统、辅助电力系统、反应堆控制和保护系统进行测试。

◆ 印度今年将再开工两台核电机组

根据印度媒体消息，印度Kudankulam 5号机组已经浇筑第一罐混凝土，6号机组也将于年内开工。

Kudankulam 5号和6号机组位于印度南部泰米尔纳德邦，采用俄罗斯VVER-1000型压水堆技术。Kudankulam 3号和4号也是同型号。Kudankulam 3号及4号机组分别已于2017年6月和2017年10月正式开工。

报道还称，印度西部古吉拉特邦的Kakrapar 4号机组和北部拉贾斯坦邦的Rajasthan 7号机组将在2022年并网。这两个机组都是印度国内开发的700兆瓦压力重水反应堆(PHWRs)。另外两台重水堆机组，Kakrapar 3号和Rajasthan 8号机组正在建设中，其中Kakrapar 3号机组已于今年1月并网，并将于9月正式商运。

◆ 尼日利亚与俄罗斯就该国修建第一座商业核电站进行谈判

据尼日利亚当地媒体报道，尼日利亚正与俄罗斯就该国建造首个商业核电站的计划进行谈判。据信，谈判涉及尼日利亚原子能委员会(NAEC)和俄罗斯国家原子能公司，以及包括能源部和财政部在内的一些尼日利亚国家部门。

报道称，尼日利亚希望将商业反应堆的可行性研究纳入其能源规划和预算。

尼日利亚原子能委员会代理主席Ahmed Yusuf说，尼日利亚已经和俄罗斯讨论了其核能计划，以及核电站数量和容量。讨论内容包括扩大电网以容纳核能。Yusuf表示：“我们正在共同努力，确定我们的电网容量，并在满足这类活动之前扩大我们电网的需求。”他补充称，尼日利亚尚未承诺为新核电项目提供资金。

编者按：从近二十年国际核电出口市场看，俄罗斯是绝对的核电出口赢家。即使受到欧美各种制裁，俄罗斯国家原子能公司（Rosatom）凭借燃料全寿期管理、VVER技术机组良好的运行业绩、出色的安全和经济性、低廉的融资成本，同时借助地缘政治优势，在中国、印度、土耳其、孟加拉、白俄罗斯出口建设了大量的核电机组，为俄罗斯增加就业、出口创汇做出杰出贡献，成为俄罗斯出口名片。

◆ 切尔诺贝利核电站4号机出现中子通量激增现象

据LiveScience报道，在乌克兰切尔诺贝利核电站4号机组一个无法到达的地下室房间305/2室深处，核燃料中子通量激增，目前的活跃程度较2016年时高40%，这显示该房间内的反应在近期突然加剧，引发隐患。

乌克兰基辅核电站安全问题研究所(ISPNPP)的高级研究员萨维利耶夫(Maxim Saveliev)说，“有许多不确定因素”，他表示，出现问题的305/2室的中子水平已经连续四年上升，这种情况可能还会持续几年，可能最终会自行解决，但是“我们不能排除发生事故的可能性”。

切尔诺贝利事故后，前苏联政府投入大量人力，建造了被称为“石棺”的水泥屏蔽，防止辐射扩散。由于石棺状态不佳，1997年，当时的八国集团峰会成立切尔诺贝利基金，建设新石棺以防止放射性污染的释放。

在2016年，耗资20亿美金的新石棺建设完成并正式启用，业界认为该石棺应当能保障废墟在100年里不泄露更多核废料，但是，自从新石棺启用后，核废墟内复燃的情况被指增多。有研究者认为，核废料复燃的问题可能与新石棺有关。

研究人员猜测，由于旧石棺有一些缝隙，其大小可以导致雨水和鸟类通过，此前废墟内有足够的水量，这些水抑制着中子反应。而新石棺的建立可能导致305/2密室内的水量不足以抑制核反应复燃。

编者按：由于核事故的严重性，即使过去了三十多年，切尔诺贝利核电站依然难以让世界放心。本次局部中子通量激增的情况再次表明严重核事故后续处理的复杂性。虽然投入巨资建立了新的屏蔽罩，放射性尘埃、厂房结构坍塌等事件导致的放射性物质释放风险大大降低，但新问题依然出现了。笔者曾经有幸在2019年参观了切尔诺贝利新屏蔽罩内部，该屏蔽罩的建设和运行体现了相当高的工业水平，可以有效降低切尔诺贝利在后续100年内发生放射性物质向外部释放的风险。但考虑到乌克兰的财政能力和工程技术处理能力，对事故堆芯的处理目前看还是遥遥无期的事。切尔诺贝利事故堆芯这个重大危险源估计还要存在几十年乃至上百年。

◆ 韩国和美国将在核电行业进行合作

美国总统拜登和韩国总统文在寅5月21日发表联合声明，宣布两国将在全球核电市场开展合作。

这一声明是基于两国在工业上的共同利益。美国的目标是重获核能行业领袖的称号，由于中国和俄罗斯赢得了该行业的大部分新合同，包括西屋电气和通用电气在内的美国公司正努力通过与美国盟友合作来扩大自己的影响力。韩国政府试图出口更多的核电站来挽救因政府的反核政策而即将崩溃的核电产业。

韩国和美国的合作预计将涉及小型模块化反应堆。联合声明的实际利益目前难以预测，因为它未确立未来合作的总体原则，在哪里合作、如何合作还有待明确。专家预测，该合作形式可能是韩国作为供应链组成部分参与美国主导的核电站建设。首尔国立大学核工程学系Joo Han-kyu教授说：“到目前为止，他们最可能的合作形式是联合赢得在沙特阿拉伯建造两座核电站的合同，这实际上要到2025年才会发生。”

◆ 韩国新韩蔚（Shin-Hanul）核电站一号机组获批运行

韩联社首尔7月9日电 韩国原子能安全委员会9日召开第142次全体会议，经过长达8个小时的讨论，最终审议通过了庆尚北道蔚珍郡的“新韩蔚核电站一号机组”运营案，批准其运转。这

为提升核电站安全性，原子能安全委员会提出四个条件，即原子能研究院对装在一号机组的氢复合器(PAR)进行额外试验并到2022年3月提交最终报告；与有关部门就限制飞机飞行次数等事宜进行协调后采取相应措施；研发飞机撞击事件导致放射性物质超标泄露事故频率的评估方案；在正式投运之前提交最终安全分析报告。若不符合上述条件，根据《原子能安全法》可吊销新韩蔚核电站一号机组的运转许可。

新韩蔚核电站一号机组是去年4月竣工的韩国核电站，发电装机容量达1400兆瓦(MW)，设计寿命60年。

◆ 韩国向孟加拉国提供研究堆技术

韩国科学和信息通信技术部于7月15日表示，韩国原子能研究所(Kaeri)赢得了价值388万美元的交易，向孟加拉国出口核反应堆技术。据该部称，Kaeri与

孟加拉国原子能委员会 (BAEC) 签署了一项协议，将在 2023 年 1 月之前为孟加拉国训练和研究反应堆 (BTRR) 提供数字仪器和控制系统。

Kaeri 韩国核研究所将提供并安装仪控系统，负责监测和控制反应堆，并在出现任何问题时安全停止运行。孟加拉国 3 兆瓦训练和研究反应堆于 1986 年投入运行，是该国唯一的研究反应堆，目前正在改造，以更新老化的模拟系统。该协议标志着韩国自 2009 年赢得在约旦建造研究性核反应堆的协议以来，第六次以研究为基础的核技术出口。它还向希腊、泰国、马来西亚和荷兰提供技术。

◆ 美国沃格特勒 Vogtle 3、4 号机组投运再推迟

南方电力公司 (Southern Company) 子公司佐治亚电力公司宣布进一步推迟佐治亚沃格特勒 Vogtle 核电站 3/4 号的建设工期 3-4 个月。预计 3 号机组将于 2022 年第二季度开始运行，4 号机组预计将于 2023 年开始运行。

美国核管会 NRC 在 6 月底宣布对该核电站的电缆管道问题进行特别调查。南方电力公司 7 月 29 日宣布，NRC 的调查已经完成，但未透露调查结果。

Vogtle 核电站是美国目前唯一在建核电站，其 3 号和 4 号机组于 2012 年获批，3 号机组原计划于 2016 年开始发电，但一直面临工期延误和成本上升的困扰。2021 年 3 月 19 日，3 号机组原计划进行的热试被推迟至 4 月份开始，并在 7 月 28 日结束。

编者按：韩国向阿联酋成功出口核电的时候震惊了国际核电同行，一度韩国核电建设和出口情况展现出良好发展趋势。但随着国内政局更迭，反核政策导致韩国国内核电建设进展缓慢甚至停滞，虽然国际出口方面偶有亮点，但在韩国国内的反核政策影响下，其核电出口必然难有作为，韩国核电行业发展前景暗淡。美国核电行业面临与韩国类似的困境，国内新建机组只有 Vogtle 3、4 号，并且投运时间一再推迟，严重超期，预计最终机组造价将大幅超出预算，十分不利于今后再新建机组。虽然美国在核电技术研发方面依然具有多种优势，但已经多年没有成功出口新的核电机组情况下，其今后的发展前景依然不容乐观。美韩核电行业合作抱团取暖倒是一种不错的生存策略，但在当前的国际核电大格局和双方国内核电大环境下，预计效果也只能是略胜于无。

◆ 加拿大3家企业签署小型堆项目开发合作协议

2021年5月11日，加拿大Des Nedhe集团、Athabasca Basin Development公司和Kitsaki管理公司签署合作协议，旨在联合推动对小型堆(SMR)项目的投资。

加拿大萨斯喀彻温省政府对该协议表示支持。目前加拿大已有多省签署小型堆开发协议，按计划，萨斯喀彻温省将在2032年前建成1座装配有4台小型堆机组的电厂。

编者按：加拿大目前有19台核电机组。2020年核电在其电力供应中占比为14.6%。加拿大曾经具有相当强的核电技术研发和建设能力，我国秦山三期2台重水堆就是引进自加拿大。但自从1993年以后加拿大就再也没有新机组投运或开工建设。加拿大核电企业后来也一直在设计研发新的Candu堆型，但由于各种原因被搁置。近几年，加拿大政府一直对小型核电堆青睐有加，不断提供资金支持，但其研发和实施进展缓慢。根据相关计划，加拿大计划在2030年前建成第一座小型堆。

◆ 芬兰Olkiluoto3号机组预计2022年初投产

芬兰奥尔基洛托核电站(Olkiluoto)3号机组预计将在2022年初投入运营，一旦该机组投产，奥尔基洛托核电站将可以提供芬兰约30%的电力，助力芬兰的碳中和过渡。

Olkiluoto核电站的运营商TVO表示，它最近已经签署了一份关于建设欧洲最大的电池储能系统之一的合同。预计90兆瓦的电池系统将在Olkiluoto 3号机停机的情况下作为备用，将有助于最大限度地减少电力波动对电网的影响。

编者按：Olkiluoto 3号机组建设一再拖期，不过这次2022年初投入运营的时间点应该是比较靠谱的。Olkiluoto 3号机组是全球首个开工建设的EPR机组，设计净功率1600MWe，从2005年8月开工建设到2022年将历时17年，如此大功率机组，拖期如此严重，将是核电建设史上重要的经验教训之一。作为如此大功率的机组，其与当地电网需求匹配困难，所以建设电池储能系统成为调节电力波动的必要措施。随着储能技术的发展，预计今后核电配套建设储能系统将成为一种趋势。

◆ 日本首次有运转逾40年核电机组重启

日本关西电力公司6月23日重启了运转已超过40年的美滨核电站3号机组。

东京电力公司福岛第一核电站发生事故后，日本法律规定国内核电站的运转年限原则为40年，但如果通过了国家相关部门的审查，则可将运转年限最长延至60年。2021年4月，美滨核电站所在地福井县政府同意3号机组恢复使用。

据报道，美滨3号机组时隔约10年恢复运转，但因反恐设施尚未建成，将在10月23日停运，此次重启只是为期4个月的短期运转。

◆ 瑞士当局和公用事业公司讨论核电站运营60年的可能性

据当地媒体报道，瑞士联邦政府和该国的核电运营商正在就核电站运营60年而不是目前假设的50年的可能性进行谈判。

瑞士目前有四台商业运行的核反应堆机组，它们在2020年提供了该国约33%的电力。据报道，鉴于最近欧盟国家与瑞士之间的电力交换协议谈判失败，瑞士政府担心如果核电站提前关闭，就会出现电力短缺。

根据2014年的战略规划，瑞士将不再建造新的核电机组，现有核电机组达到50年运行寿命时关停。

编者按：由于福岛核事故和国内政治的原因，欧美部分发达国家制订了放弃核电或者不再新建核电机组的政策。但在当前全球气候变暖，碳减排压力增加的情况下，关停核电无疑会增加经济成本，而考虑到其他替代能源的建设成本和建设周期难度，因此各国纷纷大力支持核电机组延寿。目前看，核电机组普遍可以延寿到60年的运营时限，美国部分机组甚至计划延寿到80年。这无疑将有利于重新评价核电机组的经济性。

保险信息

如何精准护航海阳核电机组换料大修？——核保险来帮忙

核共体执行机构 桑田

8月21日20时35分，海阳核电1号机组按计划与电网解列，标志着1号机组第二次换料大修正式开始。本次大修前，中国核保险共同体积极融入海阳核电的现实风险管理场景，配合海阳核电的优化管理要求，推出适合涉核承包商投保的放射性雇主责任险，为全部涉及辐射控制区内工作的30余家承包商的1000余名雇员提供了全方位的人身健康保险保障，累计保额超过13亿元人民币。



核电厂的正常运行需要大量的外部承包商提供服务和支持，承包商的雇员普遍具有流动性大、现场停留时间短、来源广泛、背景各异以及所签劳务合同形式多样（如劳务派遣）等特点，对承包商的管理是核电厂风险管理的重要一环。在此次涉核承包商专业人员健康损害保险解决方案中，不同于以往专注产品开发、风险查勘及理赔服务的保险服务模式，核共体执行机构积极配合核电业主，通过升级、优化相关管理程序，将保险保障与核电厂承包商人员辐射控制区内工作授权管理有机结合，实现保险人风险管理方式的创新和管理重心的前移，在增加保险保障的同时丰富和完善了核电企业承包商人员管理手段。

未来，中国核共体将继续以服务客户为中心，积极融入核能行业的风险管理工作，针对特殊场景制定专业的防灾减损方案和风险管理服务，为核工业高质量发展献计献策。



专业论坛

浅析通过保险连接证券为核保险提供承保能力的可行性

核共体执行机构 高雪莲

近年来，全球范围内重大自然灾害等巨灾事件频发，在人们开始再次关注并探讨自然与人类的关系以及人类社会进步发展规律的同时，全球保险和金融资本市场也再次掀起了新一轮关于经济与风险的热议。作为资本市场解决方案之一，保险风风险证券化成为了其中一个最热的议题。作为新型的风险转移工具，巨灾债券和其他保险连接证券市场正在不断吸引各类参与者的积极投入，从各大保险公司和再保险公司、劳合社市场中的各大辛迪加，到世界银行及其项目下的各发展中国家政府等，都在不断探索和尝试。那么，保险连接证券到底是什么？具体如何运作？与传统再保险有何不同与联系？为核保险提供承保能力是否具有可行性？本文尝试对这些问题展开分析。

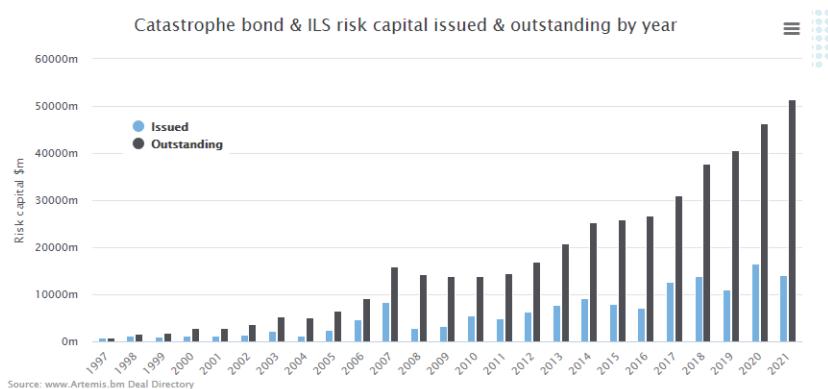
一、保险连接证券的产生与发展

保险连接证券(ILS – Insurance-linked Securities)是保险风风险证券化的产物，是利用资产证券化技术，通过发行出售与保险标的相对应的证券化金融产品，将保险风险转移至资本市场的一种金融工具。绝大部分的财产保险连接证券以巨大自然灾害风险为标的，如飓风、地震、洪水和火山爆发等。随着信息技术和各种模型工具的发展与运用，保险连接证券投资者已经开始越来越关注并愿意去尝试不同的新标的类别，如恐怖主义、航空、水运、离岸能源、房屋抵押贷

款，甚至是网络安全和核能领域第三者责任等。

ILS的产生可以追溯至上个世纪末。1992年美国佛罗里达安德鲁飓风和1994年美国洛杉矶北岭6.7级地震，分别给保险业造成了约170亿美元和150亿美元的赔付损失。传统保险和再保险市场的承保能力规模已不足以应对此类巨大自然灾害所造成的损失后果。市场整体承保能力的持续短缺和对保险人偿付能力的要求促使越来越多的（再）保险人向传统保险市场以外寻求新的承保能力来源的方式与渠道。资本市场以其庞大的资金储备规模为吸收和分摊保险风险提供了可能。美国芝加哥期货交易所(Chicago Board of Trade, CBOT)在1992年美国安德鲁飓风爆发后推出了第一支巨灾期货，随后1994年美国汉诺威再保险公司推出了第一支巨灾债券，这标志着巨灾保险连接证券市场的产生。从此，保险连接证券领域迎来了强劲发展。

为反映保险连接证券的市场发展趋势，非传统风险转移、巨灾债券和保险连接证券市场研究领域的权威机构Artemis (www.Artemis.bm) 整理了以下图表。



从以上该图表可以看出，巨灾债券及其他保险连接证券的年发行量和资本规模在其发展历程中总体呈现波动式上升态势。

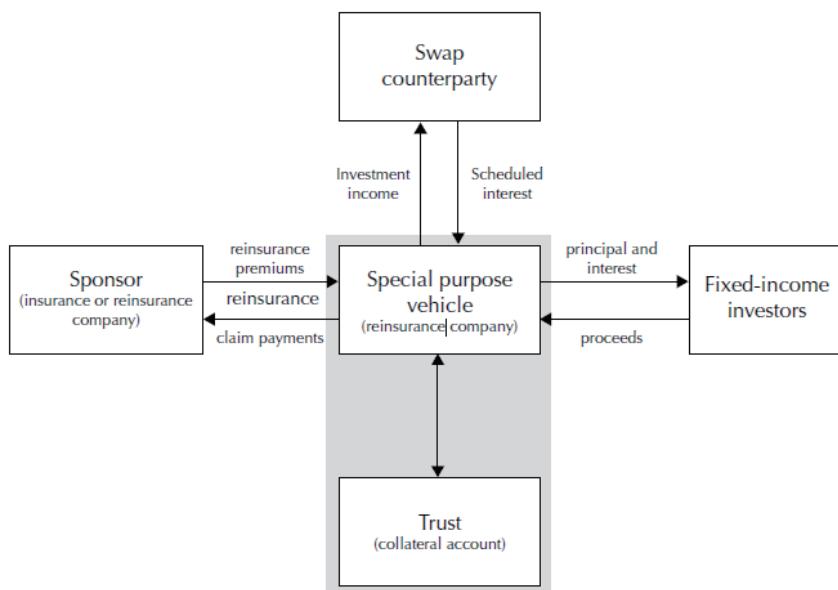
保险连接证券产生并能快速发展的另一个重要推动因素是金融市场资本投资者对于现行低利率经济大环境下投资多样化的需求和对高收益的追求。金融危机后的很多数据表明，即使在宏观资本环境极端恶劣的情况下，大多数巨灾保险连接证券产品的表现比较稳定，基本不受资本市场其他传统金融产品的影响，与传统金融资产波动的关联程度很低。另外，由于巨灾本身的高风险性和不确定性，巨灾保险连接证券产品的投资收益一般较其他同级证券类产品和其他金融工具都要高。因而在全球资本市场当前利率水平趋于放缓的背景下，对于投资者来说，

适当配置巨灾保险连接证券有利于丰富和优化其投资组合，更好地分散风险并实现收益。

二、保险连接证券的运行机制

保险连接证券的运行大体主要包括原发起人、特定目的机构(SPV – Special Purpose Vehicle)和投资者。原发起人目前以保险公司和再保险公司为绝对主导，主权国家和非保险行业的公司企业也可参与其中。在投资者方面，目前机构投资者占大多数，主要包括投资银行、证券公司、基金公司、资产管理公司和保险公司等。SPV是原发起人成立的特殊目的机构，一般选择离岸设立以降低发行成本，享受税收优惠和自由灵活的资本监管。除此之外，利率交换方、投资银行、券商和评级机构的也会参与其中，为 ILS 销售和发行提供服务。

以 ILS 中最具代表性的巨灾债券为例，交易结构可用下图简要表示。



图表来源：Alex Krutov, Investing in Insurance Risk: Insurance-Linked Securities – A Practitioner’s Perspective[M], London: Incisive Financial Publishing Ltd., 2010:30

从以上图标可以看出，SPV同时进入两层交易关系。就赔偿型巨灾债券而言，第一层是SPV与原发起人之间的再保险/转分保关系：SPV在某个巨灾事件发生并导致特定损失时向原发起人按照约定的金额和条件支付保险赔偿。第二层是SPV

与投资者之间的证券购销关系：除非特定灾害事件发生导致高额经济损失，SPV须在期满之后向投资者支付利息、偿还本金。SPV在交易结构中处于核心地位，是连接原发起人、投资者和其他第三方机构之间的重要枢纽，通常也被看做是一种必要的“合法分离”，与原发起人之间实施破产隔离。

在实际操作层面，SPV将巨灾债券发行所得存于信托账户作为对于其与原发起人之间签订的再保/转分协议的现金抵押。信托账户资金一般用于投资信用等级较高的短期低风险证券（通常是短期美国国债、货币市场基金或国际复兴开发银行浮动利息债等）。实践中，为减小利率风险，SPV可与评级较高的交换方签订利率互换合约，将投资回报交换成基于LIBOR浮动利率的现金流。投资收益一般每月或每季度支付给投资者。

在产品结构方面，大部分巨灾债券会为投资者提供不同的债券批次或层级，分别对应不同的支付条件、息票利率和信用评级，覆盖的风险类型或地理区域范围也有所区别。合理选择触发机制是ILS产品结构设计中最为关键的一环，直接决定了原发起人的最终赔付实现情况以及投资者的收益状况。

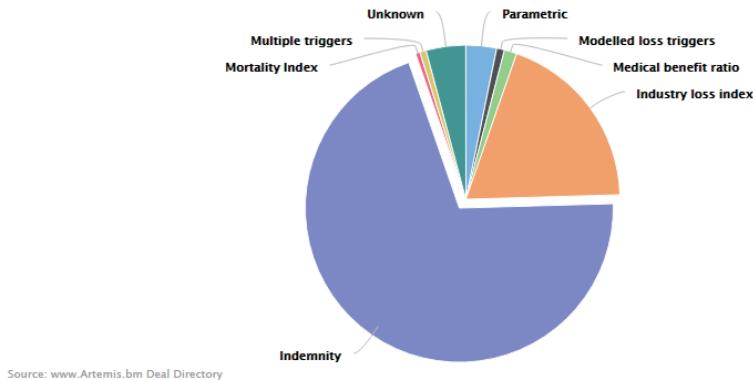
巨灾保险连接证券的触发机制通常包含两大类：赔偿型(Indemnity Trigger)和指数型(Index Trigger)。赔偿型触发机制以原发起人在巨灾事件发生后的实际保险损失为基础，这种触发机制能够在最大程度上削弱基差风险，但对原发起人的信息披露要求程度较高。指数型触发机制采用第三方客观参数指标，在较大程度上消除赔偿型中信息不对称可能导致的道德风险。指数型触发机制又可进一步划分为参数指数型(Parametric Index Trigger)、模拟损失指数型(Modelled Loss Index Trigger)和行业损失指数型(Industry Loss Index Trigger)。

从以下Artemis图表中可以看出，目前在财产险ILS领域，赔偿型触发机制的选用最受市场和资本的欢迎，主要优势在于基差风险较小；行业损失指数型和参数指数型触发机制居于其后，优势在于执行简单、透明度高，道德风险较低；模拟损失指数型由于对于信息技术和巨灾模型数据的搭建及运用要求很高，目前受选用的范围和程度有限；混合型由于设计结构更为复杂，因此选用的普遍程度偏低。

三、保险连接证券与传统再保险

再保险或转分保作为具有200多年发展历史的传统风险转移机制一直在保险行业内扮演着不可或缺的重要角色，这种方式实现了风险在保险行业内部的转移。保险风险的证券化，能够调动全球资本市场的力量对巨灾风险进行分摊和兜底，与传统巨灾再保险相比，能够帮助原发起人扩大承保能力、改善风险管理，

Catastrophe bond & ILS risk capital outstanding by trigger type



可以帮助投资者改善风险投资组合，提升收益。

但是，是否可以直接认为保险连接证券能成为传统再保险的完全替代品呢？答案是否定的。两者之间的结构性差异决定了它们各自适用于不同类型或不同程度的风险。保险风风险证券化更应被视作传统再保险的有益补充。

首先，再保险本身作为传统的风险管理工具和途径具有其特殊的优势和不可替代性。保险分出人与再保人之间直接签订或通过经纪人间接签订正式协议，机制成熟、便于操作。条款条件通常与原保险合同一致，保险分出人按照实际风险损失获得赔偿具有确定性和可靠性，因此基差风险相对较小。其次，再保险人通常能够为保险人在诸多复杂、特殊或新兴的风险类型方面提供承保和风险管理领域的专业知识与技能支持。另外，为了便于承保和理赔实践的开展，保险分出人与选择的再保人之间通常具备较强的信任合作关系与契约精神，因此对于那些信息披露或共享程度要求较高而保险人又不便向第三方公开的风险种类和业务类型，传统再保险会成为较优选择。

结合保险连接证券和传统再保险的各自优势与特点，总体而言，保险风风险证券化更适合于发生频率较低、造成损失较大、对保险公司发展策略层面意义重大且投资者对内部信息需求较弱的业务类型，而发生频率较高、风险金额较小、对信息数据保密性相对严格的业务类型则更适用于安排传统再保险。

四、通过保险连接证券为核保险提供承保能力是否可行？

核保险是对与核辐射密切相关的风险进行保障的一类特殊保险。巨灾风险一般指可能对人类社会财富和生命安全造成极大规模损失的风险。因此，并不是所

有的核风险都是巨灾风险，但是重大核事故造成的风险必然归类为巨灾风险。

结合已有历史实践经验来看，通过保险连接证券为核保险提供承保能力的条件尚不成熟，广泛运用的可行性很低。

2015年，印度国有再保险公司GIC Re (General Insurance Corporation) 希望借助 ILS 金融工具为印度当时计划成立的核保险共同体提供承保能力解决方案，特别是在核第三者责任险 (NTPL) 和再保险领域，以满足印度 2010 年《核损害民事责任法》所规定的有关核电运营商财务保障需求。印度核共体拟寻求 150 亿卢比 (当时约合 2.5 亿美元) 的承保能力规模，其中一半由其创始成员保险公司和再保险公司提供，其余将通过其他融资安排提供。除了国家主权担保以外，另一项重要手段是使用巨灾债券等 ILS 融资工具。GIC Re 向国内外市场发出咨询建议，一方面评估投资者兴趣，另一方面尝试探讨合适的产品结构设计和触发机制。按照当时估算，通过成功发行 ILS，资本市场可以为印度核共体筹集 75 亿卢比。但是大部分 ILS 投资者对所涉风险标的和印度核电运营商实际责任风险的透明度缺乏信心，也对印度核共体成员信用风险存有担忧。另外，以 NTPL 为标的的 ILS 风险模型建立极为复杂，自留比例和赔偿比例的结构设计需要依靠国际认可的专业第三方公司，印度核电站的可用数据不足和缺乏有说服力的市场前景预测是该风险模型搭建的最大困难和挑战。因此，受制于诸多因素，印度核共体最终没能通过成功发行 ILS 为核共体筹集承保能力。

在印度核共体努力尝试核风险承保能力的 ILS 解决方案的两年后，即 2017 年，核电厂第三者责任风险首次作为标的的巨灾债券在 ILS 市场正式发行，以私人专属定制的方式进行交易，受制于公开披露的信息数据的有限性，具体发行主体、总量规模和实际定价等信息暂时未知。该产品在 2018 年成功实现续转并增发，目的是为 2017 年发行的该债券（总共包括两批次）提供额外的资金支持，目前总共约有 4000 万美元的资本为该交易提供支持。该产品为 5 年期债券，允许每年进行风险重置，目的是为未来更多的核电厂所有者或核电运营商被纳入被保障范围提供灵活性和可能性。

从以上历史上仅有的几例核保险连接证券的发行经验看，与传统保险和再保险市场的核保险产品相比，这类 ILS 现有的发行数量和总体规模都非常有限，其成功发行和实现普及受制于许多关键因素。

将核风险向证券资本市场转移的可行性较低，主要原因体现在以下几个方面：

1. 核风险特别是核第三者责任风险的长尾问题无法通过 ILS 解决。

资本市场虽然可以其庞大的资本规模为核风险的保障提供较大规模的承保能

力，但其背后难免存有大量短期游资，其资金性质本身具有较大的流动性和变化性，难以满足核风险尤其是核第三者责任保险，这类诉讼时效期限长达10–30年的超长尾风险的时间要求。

2. 核安全的特殊性也决定了ILS无法成为核保险风险转移的主要工具。

核安全具有特殊性，既有重要的经济影响也有重要的社会影响。各核电国家无不重视核安全管理的长期性和稳定性。核保险作为核安全管理的一环，其作用不仅仅是单一提供保险承保能力，更是风险管理、理赔处理的主要参与方。ILS作为金融衍生品，无法为核电提供专业、稳定、长期的风险管理服务和理赔服务。ILS就像是临时雇佣军，作为无奈之下的临时措施可以考虑，但肯定不能成为保家卫国的正规军。

3. 核保险连接证券的定价机制不成熟，发行成本和价格高昂。

一些研究报告表明，ILS相对于传统（再）保险的定价倍数可能是1.5倍，即ILS的成本价格是传统保险和再保险产品的约150%左右。核损害风险本身具有低频高损的巨灾属性，且相对于绝大多数自然巨灾而言，核损害风险特别是核事故导致的NTPL风险的发生频率更是低得多，相对应的核工业和核保险精算数据的可用性整体较低，市场对于特别是NTPL风险具体敞口的了解太少。当前国际公约新增修订内容要求下的NTPL责任范围，特别是10–30年诉讼时效期限延长问题，更是精算数据提供和风险敞口估测过程中前所未有的阻碍。没有足够合理的数据信息，就难以建立科学准确的风险模型。没有可以立足实际的风险估测模型，触发机制的设计讨论也就仅能沦为设想与空谈。

4. 核保险连接证券对于投资者在核风险和核保险领域的专业性要求较高。

绝大部分的ILS市场投资者对核保险和核风险标的的性质、内容和形式等的认知和理解非常不充分。由于投资者对于核风险了解不多，资本市场的投资意愿也会相应削减，投资市场需要花费较长的时间和过程培育投资者意愿。发行主体为吸引更多投资者不得不重新包装风险并抬升溢价，发行成本因此相应增加。

由于核保险的特殊性，在保持风险分散的同时，需要尽最大可能实现持续稳健经营，这是大多数核电国家采取责任准备金的出发点。保险连接证券市场其资金和运行特点表明，并不适合作为核保险风险转移的合适渠道，尤其是作为主要渠道或者重要渠道。各国经验也表明，核保险作为国家核安全管理的重要一环，必须立足稳健经营，通过责任准备金等方式不断夯实自身的风险管理能力和承担能力，避免脱实向虚的风险。

“十四五”期间核电发展前景与挑战探讨

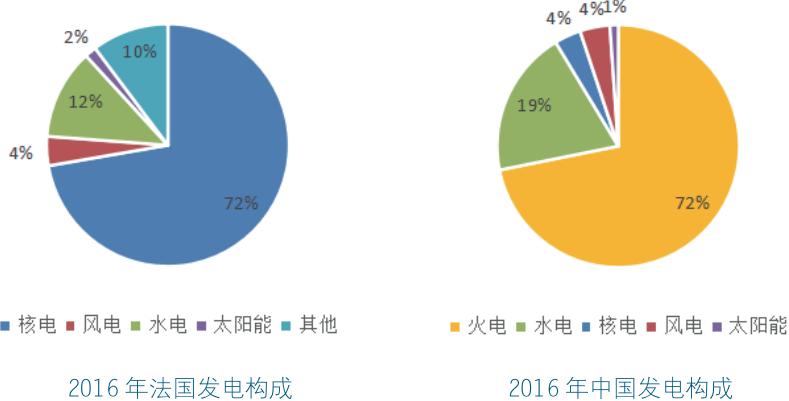
核共体执行机构 安江涛

“十四五”时期（2021—2025年）是我国落实“3060”目标，推进碳达峰、碳中和工作的第一个五年。今年3月15日召开的中央财经委员会第九次会议提出，要把碳达峰、碳中和纳入生态文明建设整体布局。会议强调，我国力争2030年前实现碳达峰，2060年前实现碳中和，是党中央经过深思熟虑作出的重大战略决策，事关中华民族永续发展和构建人类命运共同体。会议指出，“十四五”是碳达峰的关键期、窗口期，其中包括要构建清洁低碳安全高效的能源体系，控制化石能源总量，着力提高利用效能，实施可再生能源替代行动，深化电力体制改革，构建以新能源为主体的新型电力系统。

中国一直在积极践行节能减排的承诺，履行相关国际协议。近10年来，我国大力淘汰高消耗、高排放、高污染火电机组，煤炭占一次能源的比重已经从2010年的70.2%下降到2020年的57%。但由于能源结构、能源利用效率、高耗能工业占比高等问题，我国目前是温室气体（主要是CO₂）排放第一大国，人均温室气体的排放量超过全球人均值50%、比英法等部分发达国家都高。中国煤炭消费占据全球消费总量的50%左右，而煤炭消费占全球二氧化碳排放的40%。过高的火电比例以及我国产业结构问题导致我国人均温室气体排放也比较高。

2016年主要排放国家人均温室气体排放数据 单位：吨二氧化碳当量

中国	8.8	美国	18.1
印度	1.9	德国	11.1
巴西	7.4	法国	6.3
印度尼西亚	5.0	日本	9.9
英国	7.4	澳大利亚	21.8



2020年，法国人均GDP3.86万美元，我国刚超过1万美元。法国人均年用电量约为6644千瓦时，而我国人均年用电量约为3991千瓦时。2016年，我国人均二氧化碳排放当量是8.8吨，法国人均二氧化碳排放当量6.3吨。也就是说法国人均用电量是我国人均的1.67倍，GDP是我国人均的3.86倍，而人均二氧化碳排放当量却只有我国人均的71.6%。这一方面是由于劳动效率和产业分工造成的，但不得不说其中较大的一个原因是法国充分发挥了核电这一低碳能源的优势。目前法国核电占其国内发电量的70%左右，而我国核电占比只有5%左右。从全球核电国家看，我国也几乎是有核电国家中核电发电占比最低的。全球平均核电占比约为10%左右，美国、俄罗斯核电占比在20%左右。尤其是美国，作为一个能源生产大国、能源消耗大国，虽然近30年几乎没有新增核电机组，但依然保持着20%的核电占比。核电是欧美各能源消耗大国重要的低碳、稳定、价优的电力来源。从这一点看，我国未来核电发展还有很大的空间。

关于核电政策方面，根据2021年政府工作报告，今后一段时间内，核电将在确保安全的前提下积极有序发展。这是自福岛核事故之后，“积极”一词首次写入核电发展政策描述中，而且从近年的新核电机组建设审批速度来看，毫无疑问核电建设速度在加快。

随着“碳达峰、碳中和”各项政策的落实，“十四五”期间将是一个核电快速发展的阶段。一是核电规模将再上新台阶，截至8月，我国今年已新核准5台核电机组建设，按照“十四五”期间年均新建机组规模6-8台估计，到“十四五”末，中国大陆运行核电机组数量预计将达62台左右（位列全球第二），在建机组规模预计达到36台左右，运行和在建机组数合计达百台规模。二是核电技术取得新突破，“华龙一号”全球首堆已经在2021年初正式商运，石岛湾高温气冷堆也

在8月份开始装料，“国和一号”示范工程、霞浦快堆示范工程预计也将在十四五期间实现装料。核电行业正形成规模建设和技术革新互促共进的良好局面。如果今后没有发生重大核事故，我国核电未来最终核电机组规模达到200台是相当可能的，从这个角度看，“十四五”时期可能只是核电长期快速增长的初始阶段。

除发电外，核能的综合利用在“十四五”时期预计也将得到良好的发展空间和支持环境。核能供热近几年在海阳核电、红沿河核电等基地发展迅速，既扩大了核能利用途径、提高了核电发电效率，也起到了良好的社会效益、生态效益。这些良好的示范将有助于今后核能供热、核能制氢、核能海水淡化等技术的发展和落地应用。

但与此同时，“十四五”期间，核电发展也将面临一些明显的挑战。只有处理好这些挑战、补足发展中的短板，才能避免被风险绊倒，才能保证“十四五”期间乃至后续到2030、2060年核电发展目标的实现。

1) 完善核能开发利用的法律体系。虽然我国在2017年发布了《核安全法》，但涉及核能开发利用的基础法律《原子能法》、涉及核事故损害赔偿的法律等都尚未完成立法。法律是规范、引导行业繁荣、健康、有序发展的基础。随着核电发展规模的扩大，核电行业在我国经济和社会中的地位将日渐重要，核能行业与社会各方面之间的社会联系、经济关系也将更加密切，完善的法律体系有利于规范、引导各种关系健康发展，能够避免产生难以协调的矛盾，促进行业繁荣发展。

2) 增强核安全监督、管理能力。到“十四五”末，我国核电在建+在运机组规模将达到百台规模，在建机组规模将长期维持在30台以上。从更长远看，这将是世界核电发展史上建设规模最大、持续时间最长的核电建设工程。这对核安全监督、管理能力提出了较高的要求。《核安全法》中对核安全的监督管理职责进行了明确的规定。随着核电机组规模的迅速增加，相关部门的核安全监管人力、监管手段、监管方式也需要提前做好规划，做好准备，保证在核电快速发展中，核安全监管的强度和力度始终符合相关法律法规的要求和国家、社会的期望。

3) 核电标准化工作急需加强。核电行业标准是规范核电设备制造、土建施工、调试验收、日常管理的基础工具。核电机组建设、运行涉及众多的细分行业，核电标准不仅仅是涉核设备的标准，还包括在核安全高标要求下其他配套技术的行业标准或者标准条文，高质量的涉核行业标准是保证核电建设能够保质保量完成的基础。核电行业的标准水平一定程度上体现了国家的工业质量水

平。2018年8月，国务院办公厅正式印发《关于加强核电标准化工作的指导意见》，其中着重指出了现在核电标准化工作中存在的不足，主要包括标准体系还不完善、标准应用不理想、国际认可度和影响力不够。在大规模机组建设的形势下，核电标准工作的重要性更加突出。由于我国以前引进了法、俄、加、美等多国技术路线，而这些技术路线背后又是各国自己的核电标准和其他行业标准，导致我国很多核电行业标准制定时统一、协调的难度大，遗留的开口多，今后急需在核电标准方面加强顶层设计、注意统一协调，尽快形成高质量的核电行业标准体系。

4) 核电专业人才储备、新员工的培训需要匹配建设速度。核电技术人才与其他专业人才相比，培养周期更长、培养要求更高。虽然我国各核电集团和基地都有一定的人员储备和规划，但福岛核事故之后，由于各方面原因，我国有三年没有批准新建机组，导致核电集团人员培养和流动的计划受到影响，同时核电行业待遇吸引力下降，一段时期核电行业专业人才流失严重。在当前和今后较长一段时间大量新机组建设的情况下，人才培养速度和质量能否与建设规模匹配十分重要。尤其是核电运行人才、技术支持人才等往往需要一定的现场经验积累。如何在保证原有机组运行稳定的情况下，又好又快的培养新人才，形成新旧机组良好的人才配置和流动是各核电集团必须在快速发展中需要认真解决的问题。

5) 风险管理和运营能力需要继续提高。华龙一号、AP1000、EPR、高温气冷堆等新技术机组都是近3年内装料运行的，机组运行的时间和经验还需要继续积累。CAP1400、示范快堆、模块化小堆等新核电技术也都有望“十四五”期间陆续投入运行，这些新技术机组的安全性、可靠性还有待时间来验证。此外核电虽然具有稳定性优势，但在经济性方面，与风电和太阳能相比，竞争压力越来越大，提高机组经济性也是核电后续发展必须解决的问题。而随着机组规模的增加，各种风险积累的规模也不容忽视，需要更加重视运用各种风险管理手段，尽可能增加核电集团自身应对各类意外事件的风险冲击，保证运营的安全平稳。

在“3060”目标下，核电行业在“十四五”期间的发展前景光明，肩负着重要的社会责任。核保险也将一如既往发挥自身优势服务国家战略，为核电行业发展保驾护航，用切实行动响应“碳达峰、碳中和”目标。



主 办：中国核保险共同体执行机构

编 辑：安江涛 姜 萍 杨尊毅 高雪莲

联系电话：010-66576671

联系邮箱：anjt@chinare.com.cn

本刊部分图片来自网络，因无法联系到作者，如本刊使用了您的作品，请主动联系本刊编辑。