

# 向强而行

——中核集团致力高水平科技自立自强

## 目录

<b>核强则国强</b>   中核集团“十三五”科技创新重大成果盘点 ..... (2-3版)	<b>中核工程</b>   创新驱动 打造硬核能力 ..... (9版)
<b>中国铀业</b>   创造天然铀科技创新佳绩 助力中核集团科技新飞跃 ..... (4版)	<b>原子能院</b>   引领核科技创新 支撑核工业发展 ..... (10版)
<b>中国核建</b>   创新驱动,做核电建造技术的引领者 ..... (5版)	<b>西物院</b>   自立自强有突破“三新一高”迈步伐 ..... (11版)
<b>中国中原</b>   科技创新助推核电“走出去”行稳致远 ..... (6版)	<b>中核能源</b>   技术领跑 制度创新 推动高温气冷堆科技成果转化实现双丰收 (12版)
<b>中核浦原</b>   科技引领 创新驱动 推进产业转型升级 ..... (7版)	<b>新华发电</b>   科技引领发展 创新成就未来 ..... (13版)
<b>中国宝原</b>   打造核技术应用产业技术引领者 ..... (8版)	<b>同方股份</b>   产学研合作 将科技成果变成社会财富 ..... (14版)
	<b>中核投资</b>   开拓创新谋发展 锐意进取谋新篇 ..... (15版)

## 创作团队

总监制:吴微  
总策划:孙敏莉  
内容统筹:杨金凤 陈运  
王晨香  
责任编辑:刘乔 余诗君  
胡春玫 郑可  
邢泓琳 马瀚  
版式设计:李志超 徐奇  
陈旭龙 朱灵钰  
韩皓南

# 核强则国强

# 核强则国强! 中核集团“十三五”科技创新重大成果盘点

编者按:  
建成核工业强国,首先要建成核科技强国;建成核科技强国,首先要实现高水平科技自立自强。作为我国核科技创新的国家队和主力军,中核集团立足新发展阶段、贯彻新发展理念、构建新发展格局、推动高质量发展,充分发挥核科技创新的关键和中坚作用,进一步完善新时代先进核科技创新体系,着力推进关键核心技术攻关及成果转化与产业化,继续勇闯“无人区”,勇当探路者,不断攀登世界核科技高峰。  
中核集团即将在京召开“中核集团第六届科技工作会暨首届科技创新发展论坛”。立足“十四五”开局之年,集团公司特梳理展示“十三五”期间科技创新重要成果,得到了行业内近40万人次的关注,引发了广大核人热议。本版在此刊发相关内容,以此进一步增强信心,凝神聚力,激励全体核人在实现高水平科技自立自强过程中不断贡献核力量的作用。

## 核 我国千吨级大型铀矿基地绿色高效原地浸出技术取得重大突破

2020年1月,工业和信息化部发布2019年度国防科学技术奖励决定,中核集团“千吨级大型铀矿基地绿色高效原地浸出技术及工程应用”获国防科技进步特等奖。

蒙其古尔工程于2013年开始建设,2016年7月完成扩建并投产,标志着我国首个千吨级天然铀生产基地诞生,并于2017年年底进入成熟生产阶段。

## 核 我国铀矿勘查取得重大找矿突破刷新工业铀矿最深发现纪录

2020年9月底,中核集团中国铀业核地研院负责,联合核工业290所、270所、230所和有关单位承担的国家科学深钻和华南热液型铀矿基地深部探测技术示范重点研发项目,在南岭诸广地区实施的长江1号钻孔深部取得重大找矿突破;

在95米至1550米深度发现了多层工业品位铀矿段,其中在950米深度发现了厚大工业铀矿化,在1550米深度发现了我国目前深度最深的工业铀矿化,刷新我国工业铀矿化发现的最深纪录,为开辟新的找矿空间奠定了坚实的基础。

## 核 铀钼矿绿色高效采冶技术达国际领先水平并实现工程化应用

2020年12月,洁源600c/d复杂钼矿氧压浸出技改项目通过竣工验收,“十三五”期间自主科技研发,成果自行转化,建成国内首条钼钼共生原矿氧压浸出生产线,使钼钼矿绿色高效采冶技术及工程化应用技术体系达国际领先水平。

内首条钼钼共生原矿氧压浸出生产线,使钼钼矿绿色高效采冶技术及工程化应用技术体系达国际领先水平。

## 核 我国高效一体化铀矿勘查技术体系实现重大突破

2017年3月16日,“沙湾阿拉伯钼钼资源调查评价国家项目”正式启动。2年多的时间里,由中国铀业核地研院牵头,联合中国铀业下属地勘单位,通过开展理论创新、技术革新,推动落实钼钼矿种资源找矿重大突破,落实超大型铀钼钼矿床1个(其中钼资源量居世界第一)、特大型铀钼钼矿床1个、大型铀钼钼矿床2个,潜在资源价值达数十亿美元,标志着中核集团钼钼金属属勘查技术实力跻身国际一流行列。

重大突破,落实超大型铀钼钼矿床1个(其中钼资源量居世界第一)、特大型铀钼钼矿床1个、大型铀钼钼矿床2个,潜在资源价值达数十亿美元,标志着中核集团钼钼金属属勘查技术实力跻身国际一流行列。

## 核 我国全面掌握CF系列高性能核燃料元件研制技术

2019年,CF3燃料组件批量化生产通过现场验收,20组燃料组件提前入堆考验,标志着中核集团全面掌握了高性能核燃料研制技术和工艺,形成完整的具有国际市场竞争力的自主燃料体系和产品供应能力。

能核燃料研制技术和工艺,形成完整的具有国际市场竞争力的自主燃料体系和产品供应能力。

## 核 新一代铀浓缩离心机实现应用大型商用示范工程建成

2018年11月19日,由中核集团自主研发、具有完全自主知识产权的我国新一代铀浓缩离心机大型商用示范工程顺利通过国家竣工验收,标志着我国铀浓缩离心机实现了升级换代,具备大规模商用条件。

顺利通过国家竣工验收,标志着我国铀浓缩离心机实现了升级换代,具备大规模商用条件。

## 核 全球首条工业规模高温气冷堆燃料元件生产线投产

2016年3月27日,全球首条工业规模高温气冷堆燃料元件生产线在中核北方元件生产基地建成投产,标志着我国具备了向第四代核电用户提供球形燃料元件的能力。

生产基地建成投产,标志着我国具备了向第四代核电用户提供球形燃料元件的能力。

## 核 我国首套环形核燃料组件试验件成功下线

2018年11月20日,由中核集团自主研发、拥有自主知识产权的我国首套全尺寸压水堆环形核燃料组件试验件成功下线。11月26日,中核集团完成全球首次环形核燃料零功率物理实验。这标志着中核集团在环形燃料组件研究领域已达国际领先水平,已基本打通压水堆环形核燃料组件制造所有关键环节,为环形核燃料组件后续工程化应用提供坚实的基础和保障。

核集团在环形燃料组件研究领域已达国际领先水平,已基本打通压水堆环形核燃料组件制造所有关键环节,为环形核燃料组件后续工程化应用提供坚实的基础和保障。

## 核 我国首次实现自主先进核级铝合金材料工业化规模生产

2018年11月24日,我国首个自主研发的满足三代核电要求的铝合金材料——CF3核燃料组件N36铝合金材料批量化首批产品成功下线通过验收,其综合性能指标处于国际先进行列,并启运发货用于CF3核燃料元件制造。

批产品成功下线通过验收,其综合性能指标处于国际先进行列,并启运发货用于CF3核燃料元件制造。

## 核 我国掌握华龙一号自主三代核电技术并实现批量化建设

2020年11月27日,华龙一号全球首堆——中核集团福清核电5号机组首次并网成功。这是中核集团坚持不懈勇于创新取得的重大标志性成果,中国核电发展的重大跨越,标志着我国在三代核电技术领域跻身世界前列,成为继美国、法国、俄罗斯等国家之后真正掌握自主三代核电技术的国家,我国核电技术水平和综合实力已跻身世界第一方阵,建设核工业强国迈出了坚实一步。

电技术领域跻身世界前列,成为继美国、法国、俄罗斯等国家之后真正掌握自主三代核电技术的国家,我国核电技术水平和综合实力已跻身世界第一方阵,建设核工业强国迈出了坚实一步。

## 核 我国核电先进在役检查成套技术实现重大突破

“十三五”期间,核动力运行研究所实现了核电先进在役检查成套技术与装备自主化研发和再创新,使我国跃居该领域国际先进行列。

主化研发和再创新,使我国跃居该领域国际先进行列。

## 核 我国在运核电燃料组件超声检测及修复技术成功应用

2018年1月,由中核集团自主创新开发的“燃料组件超声检测及修复技术”在南昌江核电厂2号机组成功应用,各项技术指标完全符合预期目标。

南昌江核电厂2号机组成功应用,各项技术指标完全符合预期目标。

## 核 中国大陆首座核电站运行许可证获批延续

2021年9月3日,秦山核电1号机组运行许可证获批延续,有效期至2041年7月30日。该机组运行许可证获批,填补了技术空白,具有示范价值,对我国核电行业影响深远。

我国构建整套运行许可证延续技术体系,评估方法,促进我国核电厂运行许可证延续标准体系建立健全,培养专业人才队伍有着深远影响。

## 核 VVER机组组长周期换料技术与高性能燃料组件国产化加工技术成功应用

VVER机组在长周期换料技术及高性能新型燃料组件制造方面,通过引进、消化、吸收和再创新,解决了长周期换料技术、设备检修周期延长及新型燃料组件制造等技术瓶颈问题。在自主设计和优化燃料组件生产线,实现了高性能燃料组件国产化的同时,引进了燃料棒气压无损检测设备,显著提高了燃料组件生产效率。目前已完成了长周期换料过渡循环,国产高性能燃料组件装入反应堆运行后,取得了良好的运行业绩。

性能燃料组件国产化的同时,引进了燃料棒气压无损检测设备,显著提高了燃料组件生产效率。目前已完成了长周期换料过渡循环,国产高性能燃料组件装入反应堆运行后,取得了良好的运行业绩。

## 核 我国核电站“神经中枢”DCS具备完全国产化能力

2020年6月18日,以中核集团中国核动力研究院自主研发的“龙鳞”平台为核心的自主可控全厂核电厂“数字化仪控系统”(DCS)发运现场。至此,中核集团形成了以龙鳞系统为核心的核电站全场DCS供货能力和完整解决方案,这意味着我国核电站“神经中枢”具备完全国产化能力,不再受制于国外“卡脖子”。这是中核集团坚持创新驱动发展、打造核强国的重要成果,标志着中核集团拥有了产、学、研、用一体化的全厂DCS总包能力,必将有助于我国核电技术整体出口。

核电站“神经中枢”具备完全国产化能力,不再受制于国外“卡脖子”。这是中核集团坚持创新驱动发展、打造核强国的重要成果,标志着中核集团拥有了产、学、研、用一体化的全厂DCS总包能力,必将有助于我国核电技术整体出口。

## 核 核电稳压器先导式安全阀研制成功

2019年4月11日,由中核集团中国核动力研究院自主研制的华龙一号稳压器先导式安全阀样机,成功完成全排量热态动作性能试验,性能达到了三代核电最新技术要求,这意味着中核集团成功打破国外垄断,突破核电关键阀门瓶颈,进一步提升了我国核电“走出去”核心竞争力。

三代核电最新技术要求,这意味着中核集团成功打破国外垄断,突破核电关键阀门瓶颈,进一步提升了我国核电“走出去”核心竞争力。

## 核 我国三代核电堆外核测器技术实现突破

2019年3月,华龙一号全球首堆示范工程——中核集团福清核电5号机组堆外核测器通过验收,标志着中核集团实现了三代核电堆外核测探

测器的技术突破,打破了百万千瓦级核电机组堆外核测产品的国外技术垄断,为后续华龙一号“走出去”提供有力。

## 核 压水堆三代核电、高温堆四代核电建造技术领先全球

“十三五”期间,一批三代核电全球首堆相继并网发电,中国核建掌握了先进的三代核电压水堆非能动、模块化、开顶法等建造技术,多项科技成果突破外国技术垄断,经业内专家鉴定,达到国际先进水平。

2021年,山东青岛高温气冷堆核电站示范工程首次实现临界,中国核建四代核电建造技术全球领先。

## 核 我国形成核电站核岛设备安装自动焊成套技术

中核集团开展核电站自动焊装备自主化开发,针对依赖国外进口“卡脖子”焊枪设备、核电产品专用焊枪设备进行自主研发,成功研制了10余套系列焊枪及检测设备,并自主研发了配套的软件系统,基本覆盖核岛设备安装全部部件类别,形成了核电站核岛设备安装自动焊成套技术,标志着国内已具备高精尖核岛焊枪装备自主研制能力,实现了核岛关键核岛建造装备的自主化,为核电“走出去”提供有力保障。

盖核岛设备安装全部部件类别,形成了核电站核岛设备安装自动焊成套技术,标志着国内已具备高精尖核岛焊枪装备自主研制能力,实现了核岛关键核岛建造装备的自主化,为核电“走出去”提供有力保障。

## 核 核电厂安全壳衬砌模块化施工技术取得新突破

在引进消化三代核电建造技术的基础上,中核集团融入绿色施工、装配式施工理念开展自主知识产权的华龙一号核电站安全壳衬砌模块化施工技术研究,实现衬砌模块化施工的标准化、机械化、轻量化和集成化,形成了衬砌模块化施工成套建造技术。

衬砌模块化施工技术研究,实现衬砌模块化施工的标准化、机械化、轻量化和集成化,形成了衬砌模块化施工成套建造技术。

## 核 我国具备三代核电百万千瓦级蒸汽发生器研发设计能力

2017年9月8日,由中国核动力研究院自主攻关设计的华龙一号全球首堆示范工程——福清核电5号机组首台蒸汽发生器顺利通过出厂验收。2020年3月,华龙一号蒸汽发生器研制荣获国际质量创新奖。

这证明了我国已经完全具备了对第三代核电百万千瓦级蒸汽发生器自主研发设计能力,对推动我国核电设备自主化设计创新,推动从“中国制造”迈向“中国创造”,具有重要作用。

## 核 新一代“人造太阳”中国环流器二号M装置建成并实现首次放电

2020年12月4日,新一代“人造太阳”装置——中国环流器二号M装置在成都建成并实现首次放电,标志着中国自主掌握大型先进托卡马克装置的设计、建造、运行技术,为我国核聚变堆自主设计与建造打下坚实基础。中国环流器二号M装置是我国目前规模最大、参数最高的先进托卡马克装置,是我国新一代先进约束核聚变实验研究装置,是实现我国核聚变能开发事业跨越式发展的重要依托装置,也是我国消化吸收ITER技术不可或缺的重要平台。

我国目前规模最大、参数最高的先进托卡马克装置,是我国新一代先进约束核聚变实验研究装置,是实现我国核聚变能开发事业跨越式发展的重要依托装置,也是我国消化吸收ITER技术不可或缺的重要平台。

## 核 我国全面掌握微堆低浓化技术

2016年3月26日,中核集团中国原子能科学研究院圆满完成我国首座微型中子源反应堆低浓化改造,实现首次满功率运行。这是我国在核安保领域取得的一项重要成绩。2017年8月29日,加纳微堆高浓铀燃料安全、顺利从加纳还中国。加纳微堆作为国外首个开展低浓

化改造的微堆,其低浓化的成功实施,是中国政府在防止核扩散方面做出的一项重要贡献,是中国作为负责任核大国践行国家承诺、维护世界和平的重要标志,为其他国家微堆低浓化工作奠定了基础。2018年,尼日利亚微堆低浓化工作顺利完成。

## 核 我国多功能模块化小型堆通过IAEA审查

2016年4月22日,中核集团自主设计、自主研发的多用途模块化小型反应堆ACP100(现为玲龙一号)获得国际原子能

机构(IAEA)提交的通用反应堆安全审查终版报告,成为世界上首个通过IAEA安全审查的小型堆技术。

## 核 锦屏深地实验室强流高压型加速器研制成功

2019年5月26日,由中核集团中国原子能科学研究所和中科院近代物理研究所自主研发的强流高压型加速器通过验收。2020年12月26日,锦屏深地核天体物理加速器成功出束,束流强度达到

2mA,综合性能达到国际同类装置先进水平。这是我国核天体物理研究取得的重要突破,并将进一步推动中国锦屏地下实验室成为面向世界开放的国家级基础研究平台。

## 核 我国成功研制超导回旋加速器

2016年,中核集团成功研发质子束治癌设备的核心技术,有望降低癌症患者的医疗成本。2020年9月21日,我国自主

研发的超导回旋加速器质子束能首次达到231MeV,标志着中核集团自主研发质子治疗系统实现重要里程碑节点。

## 核 我国大型乏燃料运输容器成功研制并实现批量化供货

2017年12月20日,国家科技重大专项及中核集团科技专项“龙舟—CNSC乏燃料运输容器研制”项目中原型样机通过验收,并具备

了批量化生产能力。这标志着中核集团成功自主研发了大型乏燃料运输容器,填补了国内空白,对我国乏燃料运输具有里程碑意义。

## 核 我国成功掌握低放有机废液热解焚烧技术

2019年1月13日,我国首个低放有机废液热解生产线在多冷热试车后,圆满

完成312小时投料热试车运行,验证了工艺系统的可靠性和安全性。这意味着中核集团成功掌握了低放有机废液热解焚烧技术。

## 核 我国高放废物地质处置地下实验室场址筛选与评价获重大突破

2019年5月6日,经国务院批准,国防科工局批复了“十三五”国家百项重大工程——高放废物处置地下实验室建设工程

项目,该项目的获批标志着地下实验室场址筛选与评价成果获得了国家层面的最终认可。

## 核 “燕龙”泳池式低温供热堆型号研制成功

2018年,中核集团“燕龙”泳池式低温供热堆初步设计圆满完成,标志着泳池式低温供热堆示范工程取得重要进展。

环保的堆型产品,技术成熟,低温常压运行,无需厂外应急,可贴临城市建设,具有“零”堆控、“零”排放、易退役、投资少等显著特点,而且选址灵活,内陆沿海均可,非常适合北方内陆,使用寿命为60年。目前,示范项目已完成选址。

## 核 我国首座铅铋零功率装置启明星Ⅲ号首次实现临界

2019年10月9日,我国首座铅铋合金零功率反应堆——启明星Ⅲ号,在中核集团中国原子能科学研究所实现首次临界,并正式启动我国铅铋堆芯核特性物理实验,这标志着我国在铅铋快堆领域的研发跨出实质性

一步,进入工程化阶段,也意味着我国在铅铋快堆研发领域已跻身国际前列。启明星系列零功率堆,是中核集团为开发先进反应堆工程技术而自主设计和建造的国内唯一的重要反应堆物理实验平台。

## 核 阿尔及利亚比林研究堆升级改造项目圆满完成

2019年3月7日,由中核集团承建的阿尔及利亚比林和平堆升级改造项目,顺利通过阿尔及利亚原子能署组织的现场临时验收。升级改造项目圆满完成,是中核

集团践行国家“一带一路”倡议的又一成果,展现了我国雄厚的核科技实力以及负责任的大国形象,为中阿后续核能合作奠定了坚实基础。

## 核 我国成功实现高比度钼-60放射源规模化生产

2019年4月1日,我国首个医用钴靶件经辐照后在秦山核电重水堆1号机组顺利出堆,这标志着中核集团通过自主研发成功掌握了医用钼-60生产技术,一举打破医用钼-60全部依赖国外进口的局面。2019年9月10日,我国国产首批

医用钼-60原料组件在秦山核电正式启运,前往中国同辐中核高通放射源生产线启动试制工作。这标志着中核集团将向市场投入我国首套医用国产钼-60放射源,我国国产的伽马刀设备“中国芯”诞生。

## 核 锝-89、碳-14等关键医用核素实现国产化

同位素产业是事关国计民生、人民健康的重要产业。2020年4月25日,由中国核动力研究院研制生产的首批国产化堆照

低了治疗成本,还为进一步做大做强做优国产同位素产业奠定了基础。

## 核 晚期肿瘤微创治疗新方法“布拉格治疗”进入临床试验

晚期肿瘤微创治疗新方法“布拉格治疗”是一项注册临床试验,通过使用PD-1抑制剂、放射治疗联合靶向靶向免疫检查点抑制剂(GM-CSF)的三联疗法来挽救一线化疗失败的晚期实体瘤患者。中核集团核工业总医院自2018年3

月开启布拉格研究的相关探索及基础研究,初步结果令人振奋,实现了PD-1抑制剂的疗效增效,拓宽了PD-1免疫治疗的抗癌谱,实现了肿瘤治疗的精准化和微创化。启动临床研究至今,在难治性肿瘤患者的治疗中频发奇迹。

## 核 核与辐射突发事件放射性皮肤损伤救治新技术实现突破

放射性皮肤损伤作为放射性核事故、核爆炸及肿瘤放射治疗等的常见并发症,其发生发展机制尚不完全清楚,临床上也缺乏特效的防治方法。为此,中核集团团队针对急性及慢性放射性皮肤损伤的发生发展机制及临床干预策略进行了系统的研究,并在临床转化中,研发了间生态组织保护技术、脂肪来源干细胞(SVF)移植治疗技术等,成功救治皮肤损伤患者60余名,在放射医学领域取得了较大的国内外影响力。

本项目的研究从基础理论探索延伸到临床应用,为核与辐射突发事件放射性皮肤损伤救治提供了新的理论支持和临床救治新技术,项目成果已在十余家医院推广应用,受益患者达到1000余名。本项目实施产生的新技术,未来还将服务于广大肿瘤放疗患者,为预防及减轻放射性皮肤损伤提供干预策略及相关药物等,为维护社会稳定、提升患者生活质量做出重要贡献。

## 核 数字技术建设阿尔塔什水利枢纽智慧大坝

2020年7月18日,新疆最大水利枢纽工程——中核集团新华发电公司阿尔塔什水利枢纽工程主电站首台机组并网发电。阿尔塔什主体工程于2015年11月开工建设,因其“三高—深”的世界性技术难题,被业内专家称为“新疆的三峡工程”。

在新华发电牵头下,大坝建造搭建了智能化大坝筑坝压一体化管理平台,大大提高了大坝筑坝施工过程管理数字化水平。“三高—深”的世界性技术难题被各个击破,工程各项指标均达到国家技术规范标准,科研成果处于世界领先水平。

## 核 世界首创大型货物/车辆CT检查系统推出

2019年10月17日,由南方股份有限公司研发的世界先进大型货物/车辆CT检查系统在中国深圳莲塘口岸顺利

完成验收并投入运行,标志着大型货物/车辆检查从二维扫描技术正式迈入三维立体成像时代。



## 中国铀业: 创造天然铀科技创新佳绩 助力中核集团科技新飞跃



天然铀一直肩负着“强核基石、核电粮仓”的重要职责使命。为保障我国核工业发展,建立健全国内开发、海外开发、国际贸易、战略储备“四位一体”天然铀保障供应体系,中国铀业有限公司以科技进步深化创新驱动,立足国内、国外两个主战场,内外联动,全面提升我国天然铀产业的核心竞争力。

“十三五”以来,中国铀业实施了龙腾计划、核能开发、三废科研、国家重点研发计划等100余项重点科研项目,研发投入21.4亿元,建立了“天—空—地—深”铀矿勘查技术体系,实现了第三代铀矿采冶技术规模化工业应用。在新疆伊犁盆地建成国内首个千吨级铀矿大基地,数字化铀矿勘查采冶、共伴生资源综合利用取得新进展,高放废物地质处置地下实验室开工建设,研发平台、人才队伍、基础能力等创新体系建设显著提升。在此期间,科技成果丰硕,获省部级一等奖以上奖项3项,集团特等奖2项、一等奖3项,发布行业标准31项,集团标准56项,获授权专利350余项。第三代铀矿勘查采冶技术体系为我国铀资源的重大发现突破与开发利用提供了强大支撑,为我国战略核力量建设和核能健康发展做出了重大历史贡献。

### 科技创新

#### 推动铀矿找矿取得新突破

中国铀业铀矿地质勘查预测全国铀资源潜力总量创新高,近20年探明资源量相当于前45年探明资源量的总和。“十三五”期间,在通辽地区、二连中部、鄂尔多斯东北部、伊犁南缘等地落实了6个特大型和超大型铀矿床,在鄂尔多斯、伊犁、二连盆地突破了3个找矿新层位;在自然界首次发现了零价态铀,新发现6种铀矿物;实现了无人值守航空测量和野外勘查仪器小型化、智能化;绳索取心工艺和泥浆处理设备的采用,显著提高了钻探施工的安全和效率,3000米深部钻探工艺成熟定型;基本建成数字铀矿勘查系统和地质云平台。

### 科技创新

#### 支撑铀矿山实现高效开发

中国铀业铀矿开发突破了疏干矿床、多层铀矿协同高效开采技术,破解了该类铀资源难以地浸的世界难题,疏干矿床铀资源浸出率达75%,多层矿实现由单层开采到多层协同开采,浸出率均达80%以上,在新疆伊犁建成了我国首座千吨级绿色铀矿山;巴彦乌拉数字化铀矿实现“一人调度全厂”,蒙其古尔和钱家店数字铀矿建设达到国际先进水平,全员劳动生产率达到了2吨/人·年;地浸采铀二次开发技术应用于新疆737厂,资源回收率提高5%,可使矿山服役年限延长5年;高通量分布式浸出液处理工艺降低水冶成本约20%;海水提铀吸附材料研发取得新进展,成功制备300克黄饼。

### 科技创新

#### 开拓综合矿业地矿延伸新领域

洁源铀矿高压氧气浸出新工艺使铀浸出率由35%提高至80%以上,可延长矿山服务年限13年;铀铁、铀稀土等放射性伴生资源综合利用水平整体国内领先,部分核心技术国内首创,建成了湖南独居石产业项目,初步形成了产业规模效益;核级海绵锆(铪)具备了60吨/年的试生产能力,产品性能优于行业标准。

地矿延伸产业方面,中国铀业掌握了高放废物地质处置地下实验室设计、施工、缓冲材料等关键技术,选定了我国首个地下实验室场址,总投资30亿元的地下实验室项目获国务院批复;研制了阿维拉霉素预混剂、粘菌素甲烷磺酸钠等特色新药,打破国际垄断,即将在唐山和内蒙医药新基地投产;利用已有优势技术拓展了页岩气井施工、地质灾害治理、土壤生态修复和环境评价、地热勘查等新领域。

### 科技创新

#### 保障能力建设迈上新台阶

在集团公司指导下,中国铀业联合13家科研院所和高校成立了“中国海水提铀创新联盟”,受到国际关注;新建铀纯化分离、放射性稀有分散矿产、核安保、铀资源地球物理勘查技术等4个省级重点实验室;科研院所改革推进顺利,10家单位改制基本完成;完善了铀矿勘查采冶技术标准体系,目前拥有国家标准46项,行业标准269项和企业标准106项,发布了国内首个伴生放射性矿产开发环境保护技术标准;构建了首席专家—学科带头人—专业总师—项目总师—地矿英才的科技人才体系,在经营管理、科技创新、重大项目建设等方面发挥了重要作用。



新时期,新机遇,新挑战。“十四五”期间,中国铀业将围绕天然铀产业高质量发展目标,树立全球视野,对照国际标准,充分发挥科技创新的支撑和引领作用。通过自主创新、引进创新、联合创新,重点突破铀矿勘查采冶关键技术和装备,兼顾重大基础理论研究,快速提升找矿效率、天然铀产能、难采冶资源利用水平和探采一体化工作效率与效益;通过深化科技体制改革,强化科技创新人才队伍建设,激发科技人才的积极性和创造力;通过搭建战略合作平台,内外联动,多措并举,快速形成技术引领优势,全面提升中国铀业核心竞争力。

### 以科技创新为引领

#### 保障天然铀产业高质量发展

以天然铀领域重要问题为导向,中国铀业将致力于突破中子测井、无岩心钻进、探采结合、铀煤协调智能开采、地浸水平井、百万吨级堆浸、采矿无人化、铀多金属伴生资源定量评价和高效分选等关键核心技术,初步构建第四代铀矿勘查开发技术体系,大力提升找矿和开采的绿色化、智能化水平;创新新类型超大型铀矿“找矿—复杂砂岩铀矿”高效开发理论;力争建成“勘查—采冶—退役—管控”全链条大数据云平台和全球资源勘查开发大数据平台。

### 以科技创新为支撑

#### 打造综合矿业地矿延伸新高地

中国铀业将通过自主创新和协同创新相结合,重点突破内蒙古、新疆、江西等地放射性伴生资源综合回收和内蒙古贵金属、稀有金属资源绿色高效开发关键技术,建成3-5个支撑产业化开发的资源综合利用科技示范工程,厚植综合矿业产业多元化发展,大幅提高产业附加值。中国铀业将在高放废物地质处置、核应急航空监测、地热资源综合高效开发、历史遗留地质灾害治理、特色生物医药等优势领域开展技术攻关,扩充现有产业链,构建地矿延伸特色产业技术体系,提升国际综合竞争力和影响力。

科技创新是实现科技高水平自立自强的必由之路。“十四五”是我国由核大国向核强国转变的关键时期,也是我国天然铀产业转型升级、实现高质量发展的关键时期,既面临难得的历史发展机遇,也面对诸多风险和挑战。中国铀业作为天然铀产业“国家队”,始终心系“国家事”,肩扛“国家责”,与时代共进,与国家同行,把精锐力量整合到科技创新和关键核心技术攻关上来,通过加强组织管理、加大科研投入、加快科技平台建设和加速创新体制机制等措施,充分发挥科技创新在三大领域的引领作用,支撑产业高质量发展,全面提升中国铀业核心竞争力,助推建成“以铀为本、国际一流”的科技型矿业公司。



# 中国核建: 创新驱动,做核电建造技术的引领者

作为国家核电建设的主力军、核电建造领域科技创新的国家队、全球唯一一家30余年不间断从事核电建造的领先企业,中国核工业建设股份有限公司凭借30余年的技术积淀,厚积薄发,在“十三五”期间提交了成绩斐然的答卷,圆满完成了我国大陆几乎全部核电机组的建造任务,努力

实现从跟跑、并跑到领跑的跨越式发展。

“十三五”期间,中国核建科技创新体系更加健全,创新能力稳步提升,科技投入显著增长,资源保障不断加强。中国核建立足新发展阶段,贯彻新发展理念,融入新发展格局,锚定科技发展新目标,聚焦智能建

造、精益建造和数字化转型关键领域,持续深耕,为中国核建高质量发展夯实基础。“十三五”期间,累计研发投入近40亿元,拥有12家高新技术企业,成立了6个工程技术研发中心和5个重点实验室,完成7项专项课题,获得180余项国家级、省部级奖项和1500多件授权专利。



## 科技创新打造国之重器

田湾VVER-1000核电站是中俄两国战略技术核能合作的标志性工程,其单机容量为106万千瓦。

在田湾一期、二期工程建造过程中,中国核建充分借鉴和吸收以往核电施工经验,对VVER-1000堆型核岛土建、安装施工技术进行模拟、分析,开展了一系列重要先进技术革新和大量自主优化工作,极大地解决了工程质量、进度、安全等关键问题,大范围优化施工难点,研发了多项关键施工工艺,形成了一套完整的VVER-1000堆型核岛综合建造技术。施工工艺完整可靠,提高了工程质量和施工效率,降低了安全风险,国际及社会效益显著,佳绩频频,口碑良好,从典范到样板,创造了多个世界第一。

田湾核电站自1999年10月20日开工建设,2007年一期2台机组相继投入商运,2018年12月二期2台机组也按期投入商运。

台山核电站为中国首座、世界第三座欧洲先进压水堆核电站,其设计采用三代核电技术,首期建设2台机组,单机容量可达175万千瓦,具有体量大、结构复杂、建造工期短的特点,是目前世界上单机容量最大的核电机组。中国核建凭借先进的核电工程管理体系和强大的工程建造能力,以及资深企业独有的核电建造技术,为世界范围内同类型机组的建设提供了宝贵的经验和优质的解决方案,为中法合作建设英国欣克利角C核电项目及共同开发第三方市场起到示范和支撑作用。台山核电2台机组已于2019年9月全部商运。

作为自主三代核电项目,AP1000采用非能动设计、模块化建造、开顶法施工等诸多设计理念,通过引进、消化、吸收、再创新,首次建造4台机组,分别位于浙江三门县和山东海阳市。中国核建通过技术创新和系统性研究,开创和推进了关键路径全部采用模块化施工的先进建造技术,形

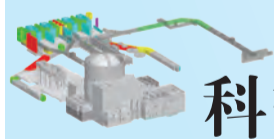
成了270多项核心工艺。三门、海阳4台AP1000核电机组已于2019年全部实现商运。

“华龙一号”是中国拥有自主知识产权的三代核电技术,是中国核工业实现科技自立自强的重大创新成果,是构建核工业国内国际双循环新发展格局的重大进展,是核电“走出去”的“国家名片”。中国核建积极践行创新发展理念,在“华龙一号”核电机组建造过程中,通过自主创新和融合,对关键施工工艺进行技术创新,完成1500多项技术迭代创新,实现工程建设质量、安全、进度及成本的全面优化,将“华龙一号”核电站打造成为先进技术应用示范工程。

继“华龙一号”福清5号机组于2021年1月30日投入商运后,海外首堆卡拉奇2号机组也于2021年5月20日正式投入商运,标志着中国自主三代核电技术落户海外第一站,创造了国际最佳建设业绩。中国具有自主知识产权的第三代核电技术实现从“跟跑”到“并跑”,是我国核电创新发展的重要标志性成果。

国际热核聚变实验堆(ITER)是当今世界规模最大、影响深远的国际大规模科学工程,旨在探寻能源问题的终极解决方案。业内称之为“人造太阳”。

中国核建作为中法联合体成员之一,肩负该项目主机现场安装任务。项目团队始终恪守国际承诺,勇挑重担,贡献中国智慧和力量,开创性地研制出液压补偿吊索具,顺利完成12台液压千斤顶同步顶升装置的安装调试和应用,解决了杜瓦底座的组装和调试难题;研制出具有自主知识产权的小管自动焊工艺装备、镀银不锈钢电阻点焊、0.1毫米不锈钢薄板电阻点焊焊接工艺,在TSM管道焊接中成功应用,赢得了国际赞誉。依托先进技术研发和关键领域创新,项目已顺利完成多个重大节点目标。



## 科技创新引领智能化建造

中国核建于2016年成立了数字建造技术研发中心,针对数字核电建造开展创新研发,在BIM技术研发和应用、信息化系统研发和集成、核电数字建造等方面取得了不斐的成绩。在我国自主研发三代先进核电堆型“华龙一号”建设中,研究并推广了多项目信息管理系统、BIM+核岛建造、施工碰撞模拟仿真、现场远程监控技术、自动化数字加工装备等先进技术,为重大工程项目按期竣工提供了保障,项目管理能力大幅度提升,将核电建造

带入崭新的数字化、智能化建造时代。

为进一步推进智慧建造的实施,致力实现建筑施工信息化、规范化与智能化,中国核建大力推动数字化转型升级工作,坚持“向技术要一切”,不断加大智能化、自动化设备等资源的研发与投入,加速推动核电项目管理智能化、数字化提升。自2019年开始自主研发智慧工地管理平台,至今已完人员管理、机械管理、绿色施工、安全管理等24个功能模块的研发与应用,

系统成功应用了5G、物联网、大数据、人工智能、模型轻量化等先进技术,对施工过程中涉及到的“人、机、料、法、环”等要素实时、动态采集,全面实现施工现场智能化管理。目前中国核建已与中国核电工程有限公司统一部署智慧工地平台,漳州、徐大堡、昌江、田湾、三澳等一批核电项目也将陆续全面应用,智慧核工业未来可期。



## 展望“十四五”

未来五年,正值全球新一轮科技革命和产业革命实现重大突破的历史关口,是国家“两个一百年”奋斗目标的历史交汇期。中国核建将继续践行核工业光荣传统,以强核强国、

造福人类为使命,围绕信息化、数字化、自动化、智能化技术夯实科技基础,形成系统的科技攻关能力,在核电建造领域形成独特优势,有效攻克制约发展的重大技术难题与发展

瓶颈,为中国核工业迈入新发展阶段、贯彻新发展理念、构建新发展格局贡献新力量、新思路、新方案、新技术,为中国核工业实现高质量发展作出贡献。



- ① 福清“华龙一号”
- ② 三门核电一期工程
- ③ EPR 先进压水堆核电站
- ④ 田湾VVER-1000 1~4号机组全景
- ⑤ 基于BIM技术的“华龙一号”模型
- ⑥ 海阳核电一期工程
- ⑦ 卡拉奇“华龙一号”
- ⑧ 热核聚变实验堆托卡马克装置



## 中国中原: 科技创新助推核电“走出去”行稳致远

科技是国家强盛之基,创新是民族进步之魂,科技创新是中国核工业持续高质量发展的根本。

中国中原对外工程有限公司在近40年的海外核工程建设中,深刻认识到技术创新是核工程建设和企业发展的助力,而技术创新最大的活力恰恰就蕴藏在核工程建设的一线。

“十三五”期间,在中核集团的支持和指导下,中国中原坚持创新驱动发展,大力推进技术创新成果应用,海外华龙首堆探索出了一条安全至上的工程建设之路,也走出了一条华龙腾飞的技术创新之路,在施工技术创新和设备国产化方面取得多项成果,不断提高核电站的安全性、经济性,助推海外华龙并网发电,进一步增强了“一带一路”沿线国家使用中国自主三代核电技术的信心。

百年党旗红,创新新征程。“十三五”期间取得的成就,绝非终点,而是新的起点。面对世界百年未有之大变局,面对国内外环境发生深刻复杂变化,中国中原深入贯彻创新发展理念,挖掘科技创新潜力,提高科技创新质量,形成创新活力竞相迸发、充分涌流的生动局面,进一步把科技创新、科技增效落实到海外核工程开发、建设和运维上,用驰而不息的奋斗和探索,推动新发展阶段取得更大突破、展现更大作为、创造更大辉煌。

## 辉煌“十三五” 技术创新助力华龙腾飞

### 集中力量,向技术创新要效益

巴基斯坦卡拉奇K-2/K-3核电项目是“华龙一号”海外首堆,主设备安装要求高、难度大、工期长,但当时还没有建成投运的参考电站,且项目所在国安保形势严峻、工业基础薄弱、海外运输周期长、劳动力不足,这些不同于国内核电项目建造的特殊风险困难,为按期完成K-2/K-3项目建设带来了较大不确定性。如何变不可能为可能,将海外华龙建成精品工程,在国际上打响中国自主三代核电技术“华龙一号”品牌,成为摆在中原人面前的难题。

惟创新者强,惟创新者胜!中国中原K-2/K-3项目部经过周密的安排和部署,统一思想,消除各相关单位的疑惑和争议,确定了一条与众不同的路:改变几十年来核电施工中反应堆厂房先封顶再进入主设备的传统做法,实行先引入设备再封顶的主设备预引入法。

为了实施这一创新工法,K-2/K-3项目部发掘创

新潜能,成立突击队,加大施工技术攻关,大力开展难题破解和项目攻坚,实行反应堆厂房内部结构主体和穹顶面同时施工,穹顶吊装前环吊就位并调试可用,主系统设备开顶引入,穹顶吊装就位的全新工序,并相应采用了堆芯水池钢覆面整体模块施工、环吊环梁整体吊装、环吊大梁(桥架)整体吊装、主设备在反应堆厂房外翻转和开顶引入的首创方法。为保证后续土建施工的连续性,缩短工程关键路径预应力张拉的工期,安全壳密封性试验提前具备条件,项目部还采用了预应力施工双平台和穹顶整体钢模板新技术。

相对传统施工方法,主设备预引入法提前7个月完成主设备的安装就位,将传统主关键路径变成非关键路径;提前1.5个月完成预应力张拉,进一步缩短次关键路径的工期;首次实现反应堆厂房封顶前环吊可用,大幅提高反应堆厂房施工效率。

一系列技术创新与成果转化,多次以创新消解掉

传统的核电施工关键路径,实现了反应堆厂房施工进度提前4个月的目标,综合经济效益大幅提升。

这些技术创新获得了业内的认可。2019年12月,《堆芯水池不锈钢覆面模块化建造技术》获中国核能行业协会科学技术奖二等奖。2020年1月,《堆芯水池模块化施工技术》获集团公司科学技术奖二等奖。2020年10月,《华龙一号主设备预引入(安全壳开顶吊装)关键技术研究》获集团公司科学技术奖二等奖。主设备预引入法获得发明专利授权,e型翻转竖立装置获得实用新型专利授权。

主设备预引入方法目前在巴基斯坦卡拉奇核电K-2/K-3项目上得到成功验证,将在漳州项目和C-5项目上推广使用。总体技术水平达到了国际先进水平,部分国际领先,有助于提高“华龙一号”经济性和国际竞争力,具有显著的经济、社会效益和广泛的应用前景。



e型翻转支架创新成功

### 致力国产化,打造核电设备供应链生态体系

作为海外华龙首堆,K-2/K-3项目多个关键设备的首次国产化让这个项目承担了比国内机组更多的进度风险和压力。

日日行,不怕千万里;常常做,不怕千万事。带着这份信念,中国中原在开展技术出口的同时,积极推动核电设备国产化研发工作,从量的积累到质的飞跃,带动国内装备制造、产业供应链整体“走出去”,实现了中国核电设备供应链生态体系的良性循环。

中国中原针对“华龙一号”堆型重要进口设备进

行了充分市场调研,排查出出口受限设备清单。根据出口受限设备情况,中国中原通过自主研发、集团公司支持以及鼓励协调制造厂家自主研发等多渠道实施科研攻关。截至目前,中国中原针对“华龙一号”堆型出口受限设备已累计投入约4000万元人民币进行重要设备国产化研制。

在科研攻关和产品供货进度的双重压力下,中国中原不畏挫折,敢于试错、迎难而上,历时约3年时间实现了“华龙一号”堆型中压安注泵、主蒸汽安全

阀、主给水调节阀、核级变送器、主泵转速处理装置和核安全级控制系统等重要设备的国产化研制,通过设备原理论证、样机试验、鉴定试验和产品试验等多道试验和多道工序验证保障质量,最终设备研发成功并实现产品供货,打破了国外供货商的垄断,填补了我国多项技术空白,妥善解决了设备供应链风险大的问题,提升了国内装备制造水平,打造了核电设备供应链体系,为“华龙一号”国家名片的“走出去”贡献了智慧和力量。

## 奋进“十四五” 科技创新路,任重而道远



K-2穹顶吊装

回望“十三五”,中国中原以科技创新推进海外核工程建设为根本,一路攻坚克难,取得了成绩。“十四五”开启新征程,扬帆再出发,如何激发创新活力,凝聚奋进力量,取得更好成绩?

观大局、察大势、思不足。中国中原知科技创新之重任,明科技创新发展方向,下大力气解决难点,聚焦公司主营业务,结合海外核电工程建设和核电运维服务优良实践,加快推进创新能力建设,加大科技投入与成果转化,打造创新型企业,推动公司高质量发展。

中国中原明确了“十四五”期间科技创新的重点任务:一是建立完善的科技管理体系,强化企业的主体创新地位,为企业科技研发与创新驱动工作提供制度保障。二是加强知识产权保护,推动核电关键技术与重要设备的国产化研究,与供应商一道推进关键设备和元器件的科研攻关,保障建成电站的安全稳定运行及后续项目顺利实施。三是充分调研潜在目标国情况,开展堆型适应性研究与开发,与集团设计单位、相关高校建立合作机制,加大对中小型

核电技术,以及非电核能在海水淡化、供热等应用领域研究和投入,加快工业化应用,推进型谱化核电产品出口。四是加大对技术创新的支持力度,主要开展现场施工工艺与工法的科技创新,掌握施工领域核心技术,提升技术能力,达到降本增效目的,助力打造海外优质精品工程。五是打造适应海外运维业务特点的科研管理模式,建立与国内电站及相关单位科研信息共享和联合研发机制,以群堆管理的理念系统性策划电厂部件、设备的研发替代。同时预先储备延寿、退役、放射性废物处理处置、智能运维等新业务的技术能力,全面提升海外运维服务技术实力,发挥国际国内“双循环”优势,促进经验交流,以运维服务反哺工程管理创新和优化,助力核电产业链“走出去”。六是加强科研成果管理,积极开展科研成果鉴定与报奖、专利申请与维护,提升公司软实力和影响力;开展科研成果转化和技术推广工作,提高科研成果的应用价值,为企业发展提供新动能。

## 中核浦原: 科技引领 创新驱动 推进产业转型升级

上海中核浦原有限公司深入实施创新驱动发展战略,设立博士后科研工作站,共建校企联合研发中心;推进关键核心技术攻关,中国实验快堆辐射监测系统及重要容器设备荣获国家科技进步特等奖,压水堆核电站主蒸汽隔离阀、转筒高精密制造技术等十余个项目成果获国家、集团、

地方奖项。搭建集团公司数字供应链平台,近三年科技投入年均增幅35%。成立专业化公司以来,全系统获得专利授权261件,其中发明专利73件;制修订国家标准7项;发表论文181篇,其中SCI论文5篇;软件著作权登记83项。

### 强化科技创新体系建设

中核浦原不断完善科技创新管理制度体系,全系统制定科研管理制度30余项,发布中核浦原科技创新激励体系实施方案,包括科技创新奖、专业化公司“青年英才”计划、“揭榜挂帅”及“赛马制”、科技成果转化激励、专利论文标准奖励、科技工作先进个人和集体奖励等一系列举措,最大限度激发创新主体活力。

成立中核浦原科技委、专家委,打造产学研一体化平台,与浙江大学共建“浙江大学-中核浦原核工程智能装备联合研发中心”,组建中核科技研究院、博士后科研工作站,并与浙江大学和华东理工大学分别组建了高性能控制阀联合研发中心、阀门可靠性制造联合研发中心。成立江苏省特种阀门工程技术研究

中心、中核集团特种阀门工程技术研究中心持续产出科研成果,形成了具有国内阀门行业一流水平的研发体系、产品体系和标准体系。充分发挥上海科创中心政策优势,筹建装备技术研究院,承接集团公司“核创空间”,实现产、学、研、金、服、用六位一体目标。

### 推进关键核心技术攻关

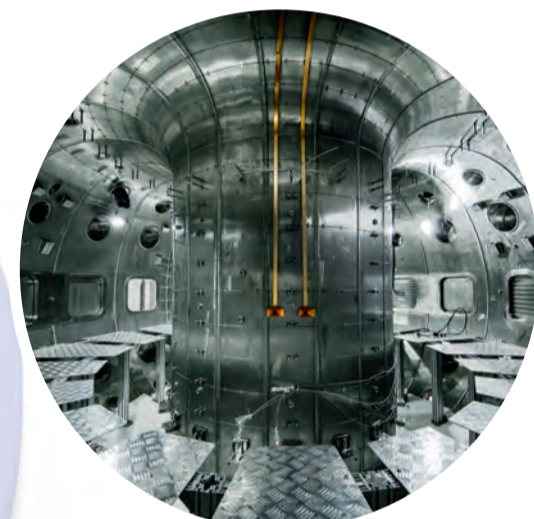
复合材料成型高精制造技术达到国际先进水平,突破保护层成型关键技术,解决了复合材料渗透性的技术难点;开展了低放射性废水处理技术、放射性环境空气净化处理技术研究,为核燃料循环领域相关企业提供解决方案;全氟过滤器技术在除菌效果方面达到国内领先水平。核二级主蒸汽隔离阀应用于三代核电“华龙一号”示范工程,通过“江苏省首

台(套)重大设备及关键部件”认定,先后获得“第五届中国能源装备十大年度创新产品”、“中国机械工业科学技术奖一等奖”荣誉;完成LNG轴流式止回阀和球阀研制,通过中石化验收并完成现场工业化考核,为国内LNG装置超低温阀门国产化奠定了基础。成功研制核聚变托克马克装置主机真空室,首次放电承受了1.5亿度等离子

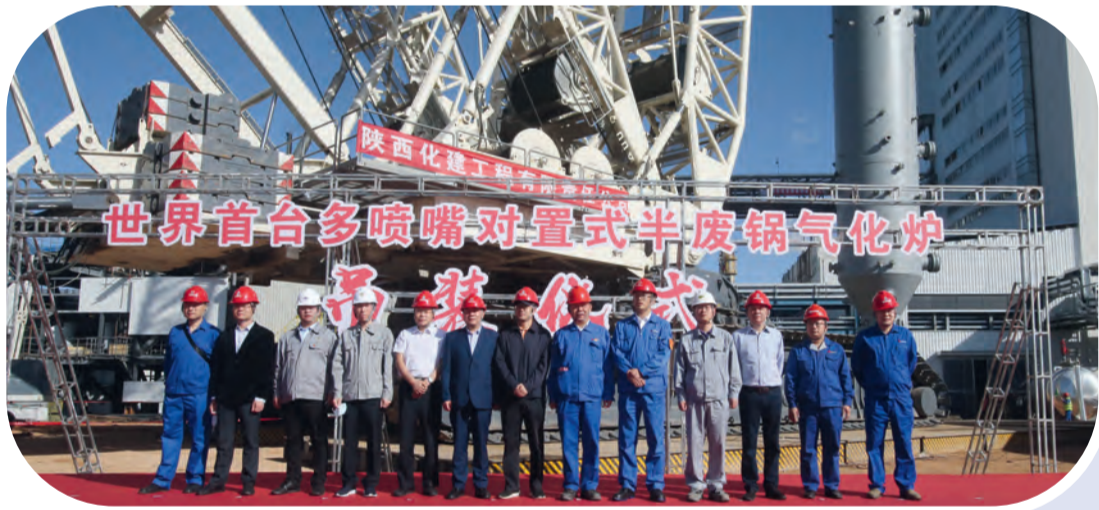
体高温考验;实现乏燃料运输容器、核电站稳压器、新燃料运输容器、“华龙一号”装卸料机及燃料转运装置等设备批量供货。完成安全壳卸压排气活度监测仪、低能型区域γ监测仪、集成安保管理平台等项目研制,实现了国产化替代和工程应用;掌握核辐射探测器制作、弱电流测量、区域及放射性排出流监测等核心关键技术。



浙江大学-中核浦原核工程智能装备联合研发中心揭牌仪式



中国环流器二号M主机真空室内腔



世界首台多喷嘴对置式半废锅气化炉吊装仪式



主蒸汽隔离阀及获奖证书

### 加快全系统数字化转型

在智能工厂运用5G和物联网技术,推进数字化设备运用,搭建生产安全监测系统,应用全过程质量管理工具,完善集团公司电子采购平台、电子商城平台和供应链

大数据平台,开展供应商关系管理、供应链金融等系统建设,搭建自主可控高效安全的供应链体系,构建集团公司资源能力统一调度平台。

### 促进成果转化及产业化

“华龙一号”关键阀门产品已经获得了福清核电5、6号项目、K2K3项目、漳州项目和田湾核电5、6号项目的订单以及后期建设其他三代核电机组供货订单逾10亿元。承担3台CNSC乏燃料运输容器、6台应急余热排出热交换器、10台装卸料机、45

台硼铝乏燃料贮存格架、72台辐乏燃料贮存格架、310台CNFC-3G新燃料运输容器的批量化生产,实现销售收入近6亿元。辐射监测、火灾报警及实物保护等系统的市场占有率在国内核领域超过90%,三年累计实现成果转化超4000万元。



智能化生产线



产品性能实验



核级过滤器



核电稳压器

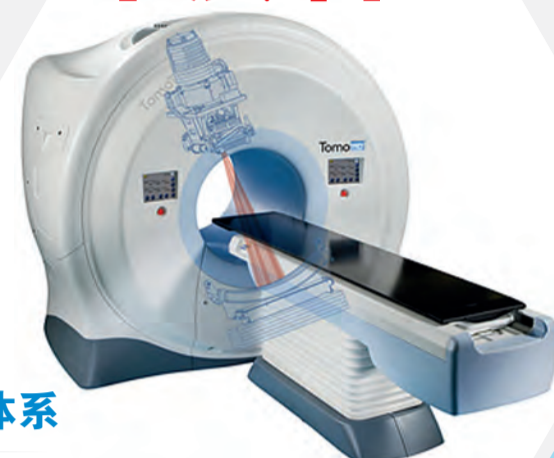


辐射监测系统联调

## 中国宝原： 打造核技术应用产业技术引领者

2019年10月,中核集团确立了中国宝原投资有限公司核技术应用产业专业化公司的新定位:落实核技术应用产业发展中长期战略目标,打造国际一流的核技术应用产品和服务供应跨国集团,推动集团公司核技术应用产业做强做优做大。

核技术应用产业是轻资产、技术密集型的高技术产业,需要大量产品、服务的注入并持续改进。中国宝原在充分分析核技术应用产业特点及技术特征的基础上,梳理形成了主要产业领域,包括同位素制品、核特色医疗、核技术装备、辐照应用、现代服务等。



### 明确科技创新战略目标,构建产业技术体系

一流的企业,要由一流的技术支撑一流的产品和服务来实现。中国宝原作为一家全面市场化企业,科技创新工作定位为支撑产业战略发展,制定了围绕努力打造高水平科技平台体系,推动形成“生产一代、研发一代、培育一代、探索一代”的科研布局,致力于成为“国内核技术应用行业的技术引领者”的总目标。中国宝原结合行业特点,梳理形成了产业技术体系,即三大源头技术+五大应用技术+一大信息化应用技术,共分解出30多个技术子领域和100多个技

术方向。其中三大源头技术中的同位素技术、加速器技术和探测器技术,是产业中关键原料和部件端的主要支撑技术,具有人才密集型的特点,技术发展投入大,但产值有限,需要联合并依托国家有关专业研究机构持续推动相关技术发展;五大应用技术主要是结合市场和技术特征,梳理出来的直接支撑市场上需要的产品、服务的技术方向,包括同位素制品研制技术、核技术装备研制技术、核特色医疗临床技术、辐照应用技术以及分解出来的技术子领域和具体技术方向

等,形成的产品包括放射性药物、放射源、体外诊断试剂,核影像装备、放疗装备以及其他工业用设备,高热地热管、各类高端装饰板材等,形成的服务包括核医疗临床服务、核应急医学救治服务、辐照加工服务等;这些技术支撑的产品、服务在总产值中占比超过90%。另外,信息化技术作为一项传统产业赋能技术,必须跟进并且推动融合,将其应用到公司经营、产品研发、生产过程中,应用到产品、服务本身,提升其智能化、智慧化。

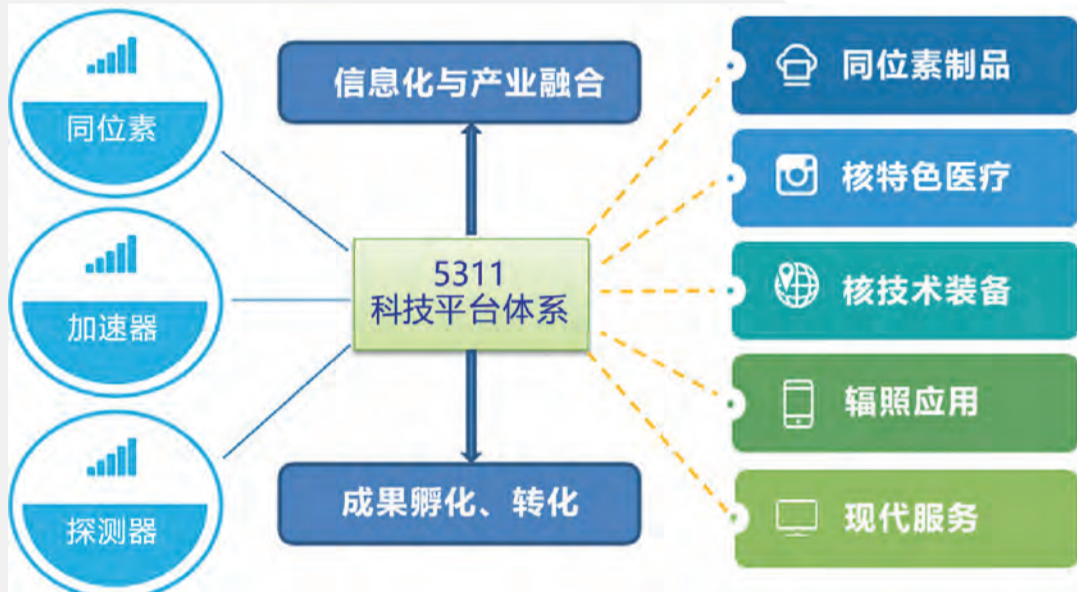


### 搭建“5311”科技平台体系,联合国内外优势力量,打造高水平产品、服务开发能力

中国宝原结合核技术应用产业特点,谋划形成了“5311”科技平台体系,即围绕五大产业方向,设立一批针对产品、服务管线的开发平台,强化各产品、服务研发管线的集成设计,中试能力的提升。在同位素制品领域,中国同辐持续推动“1+N”的研究院加上多个研发中心研发平台体系的构建,大力推动改革创新;其中,基于放疗研发中心申报的核放射性药物工程技术中心,已通过2020年的专家评审,目前在组建中。在核特色医疗领域,中核医疗联合国内优势企事业单位,在海南搭建医疗平台,在先行区先行先试政策下,平台将推动国际上已经上市、国内尚未获准的新药、新医疗器械在海南首先落地临床治疗,造福患者,这一平台对提升国内医疗临床水平,也将有极大的促进作用。核工业总医院通过与苏州大学医学部联合,设

立放射医学与辐射防护国家重点实验室临床中心;依托苏州大学优势资源,申请获批大学级神经科学研究所、肿瘤放射治疗研究所、骨质疏松研究所、微创神经外科研究所等;其中,依托中核医疗、联合各医院申报的中核核医学临床工程技术中心,通过集团专家评审,目前正在组建中。在核技术装备领域,经过1年的磋商,清华大学和中国宝原签署协议,正式成立清华-宝原核医学联合研究院,推动高端SPECT-CT、医用直线加速器以及TPS等关键设备及软件系统研究开发工作。围绕三大源头技术,中国宝原以专业研究机构为依托,打通国家渠道,夯实产品和服务的共性技术基础,解决原料、部件端的潜在问题。结合企业数字化转型需求,中国宝原围绕智能化、智慧化以及应

用场景特点,构建信息化与产业融合研究平台,开展解决方案开发。目前正在围绕智能制造、RPA以及智慧医疗等方面,与国内优势力量探索建立新型机制模式,推动数字化转型高质量发展。围绕可转化的技术成果严重缺乏的突出矛盾,中国宝原打造成果转化平台,布局北京、上海、深圳,构建完全市场化的技术、成果到产业端的成果转化平台,充分利用国家的政策机制,建立技术创新交易生态圈,从而为更多的核技术成果注入产业奠定基础,助力核技术应用产业做大做强做优。在此基础上,中国宝原积极承接中核集团成果转化协作平台的搭建工作,在北京,利用亦庄开发区优势,承接“核创空间”中试基地;在上海,以上海同创为基础,承接“核创空间”在上海的落地,协助集团公司成果转化工作。



### 强化科技人才体系建设,引进高端领军人才

人才是第一生产力。中国宝原结合产业技术体系,梳理出33个首席专家岗位、100个科技带头人岗位的科研领军人才建设体系,发布了中国宝原首席专家、科技带头人及培养对象管理办法。2020年开展了首批选聘

工作,共选聘首席专家9人,科技带头人32人,培养对象32人,已覆盖中国宝原近1/3的技术体系,其中,首席专家所覆盖领域为放射治疗技术、核应急医学救治技术、放射性药物等6个领域;科技带头人覆盖了诊断药

物、治疗药物、外照射损伤救治等30多个技术方向。2019年至今,引进兼职院士、某计划青年项目、国家级人才计划项目等高层次人才约15人,涉及核技术应用领域、医学领域多个专业方向。



### 加大研发力度 科技创新成果不断涌现

2020年,中国宝原共申请专利309项,获得授权151项,其中海外专利1项。中国同辐申请专利152项,获授权专利76项,申请量同比增长76%,授权量同比增长145%;核工业总医院SCI(含EI)论文发表量超过200篇,5年共授权专利206项。

中国同辐旗下中核高通研究开发出国内首套医用钴-60放射源产品,打破国外垄断;原子高科碘-125化钠胶囊产品开发成功,是2005年以来首个获得注册批号的仿制药;海得威设计开发碳-13-尿素原料药生产规模化生产工艺,取得GMP证书,填补了国产碳-13-尿素原料药的空白;中核高能国产单光子药物自动配置系统“辐睿智配”新产品发布;中国同辐研究利用辐照技术将防护服灭菌消毒时间从传统方

式需要的7~14天缩短至1天,并牵头编制《医用一次性防护服辐照灭菌应急规范》;长春辐照公司开发完成国内首个具备高热、快散热、高耐热和节能环保特性的辐射交联地暖管。

核工业总医院的兰青教授团队脑胶质瘤干细胞研究居国际先进水平,田野教授团队系统性探讨了认知功能辐射损伤的诊疗创新技术,张元教授创新的肿瘤“布拉格治疗”引起国际医学界的关注;核工业四一六医院团队研究开发促甲状腺激素受体抗体TRAb分型诊断试剂盒、智能辐射监测和健康管理系统;北京核工业医院联合开发国内首创以“平疫结合”为理念的体检中心新风系统,为体检中心量身打造“健康、安全、舒适”的空气品质保障。



中国宝原将继续加大科技投入力度,联合国内外优势力量,夯实产品、服务开发能力,加强领军人才建设以及平台运行机制改革

完善工作,充分发挥研究开发人员的主观能动性,持续推进“5311”科技平台体系建设工作,不断为产业注入新产品、新服务。





## 中核工程： 创新驱动 打造硬核能力

中国核电工程有限公司作为集团公司创新主体、型号研发总体院和重大工程建设的总承包实施单位，始终坚定不移地实施创新驱动发展战略，打造总承包专业化核心能力，提升核工业研发建造一体化服务能力。

### 科技创新结硕果， 全面建成“华龙一号”全球首堆

“十三五”期间，中核工程党委高度重视科技创新工作，全面深入及时学习贯彻习近平总书记关于科技创新的重要讲话和重要指示批示精神，并结合公司实际深入研讨，汲取智慧力量，全面部署中核工程科技创新各项工作，核电型号研制成绩显著，乏燃料后处理能力提升，核燃料制造全谱系布局全面完成。

在核电领域搭建起覆盖“大中小特微”型号的全谱系基本布局。完成了三代核电技术升级研究，2021年，“华龙一号”国内外首堆均按期实现商运，运行业绩良好，为“华龙一号”批量化建设奠定良好基础；推进小堆示范工程应用研究，形成型谱化产品；开展示范快堆总体技术研究，积极参与示范快堆工程设计；完成泳池式低温供热堆应用研究，具备工程应用条件。

形成完整的核电工程配置数据库，实现工程侧向运营侧的数字化移交和有效的信息系统衔接，全面支持“华龙一号”的数字化运营。初步建成中核集团数字核电大数据体系。完成核电产业链各领域数字化转型，数字化能力初步形成、价值创造与管理创效初步显现。在核电机组关键核心技术攻关、数字核工业以及在严重事故预防和缓解等应用基础领域开展重点研究，有力支撑核电主营业务持续发展。

牵头完成华龙标准体系研究与百余项集团标准、多项国家标准及行业标准的编制，编制完成华龙标准手册，形成完整、自主的“华龙一号”型号标准体系，有力支撑“华龙一号”批量化建设和“走出去”。新立项1项国际标准，新增20余项国家标准制修订，新增100余项能源行业标准制修订。

### 完善体制机制，实现科技自立自强

成绩来之不易，科技自立自强的背后，是中核工程在体制机制方面的持续完善、不断创新突破。公司建立先进核能研究院，成立核能创新中心，“十三五”期间研发投入及自主投入呈大幅增长态势，2020年度研发经费达8.8亿元，其中公司自主投入经费2.65亿元，有力支撑了公司科技创新研发。

**组建创新联合体，推进产学研深度融合：**一是积极发挥“小核心、大协作”优势，营造协同集成创新格局。与中国科学院上海高等研究院、西安交通大学、哈尔滨工程大学等多家单位共建联合实验室并提供稳定的研究经费开展技术攻关。目前，公司已批复支持共建实验室科研项目超过5000万元；持续推进重点实验室落

地，核电安全严重事故重点实验室通过集团重点实验室评审。二是统筹规划创新平台，打造廊坊、郑州、海盐、包头四大创新基地。其中廊坊后处理研发中心完成科工局竣工验收，先进核电技术自主创新研发中心基本完成建设。郑州核燃料基地项目建议书获专家评审通过。海盐调试基地完成基地投资后评价工作。气冷微堆示范工程以包头为目标进行基地规划。

**完善科技管理体系，构建良好科技创新环境：**中核工程将科研管理统一纳入质保体系管理趋势和要求，系统策划了涵盖科技规划、科研项目管理、科研经费管理、质量管理、人力资源管理、文档管理、知识产权管理、成果管理和科技成果转化管理等方面的体系建

设。建立自主投入长效机制，编制发布自主研发项目管理办法，明确自主研发投入经费纳入公司全面预算管理，支持各领域技术发展。

**实施成果转化奖励激励，激发科技创新活力：**结合国家大力推进科技成果转化的发展趋势和集团公司关于促进科技成果转化若干措施政策，探索科技成果转化在公司内的实施，编制发布公司科技成果转化认定与奖励办法，兑现科技成果转化奖励，激发公司员工开展科技创新积极性。

“十三五”期间，中核工程累计获得国家、部委及集团公司科技奖109项，其中包括国家科技特等奖1项；荣获“中国工业大奖”。

### 乘势而上，开启高质量发展新征程

当前，科技创新成为国际战略博弈的主要战场，围绕科技制高点的竞争空前激烈。面对承担的光荣使命和艰巨任务，中核工程始终清醒地认识到，“核心技术是要不来、买不来、讨不来的，国家安全基石靠模仿、靠亦步亦趋是筑不牢的”。建设成为世界一流核能工程公司，必须坚持科技自立自强，坚持把关键核心技术牢牢掌握在自己手中。下一步，公司将从三方面着手做好科技工作。

一是持续加大研发投入，为科技创新提供资源保障。进一步完善型号全谱系布局，大力

推进后处理重大科研专项、微堆、华龙后续型号以及核电在役项目关键技术攻关等工程科研顺利实施，提升核化工、核电、核燃料循环技术国际竞争力，确保核心技术自主可控。加大创新平台建设，通过产学研用推动产业创新，以“一个主核心平台，四个创新基地”为依托，推动国家级研发平台申报工作；继续推动联合实验室建设，加强协同创新、交叉创新，推动重大科研项目引领创新。

二是坚持科技创新和管理创新“双轮驱动”，深化体制机制改革，为科技创新提供不竭动力。统筹资源，从以设计为主向以科研设计并重进行战略转变，推动设计院转型升级，以创新为引领，提升核心技术。完善实施科技成果转化的政策和激励保障机制，打造利益共同体，形成激励科技创新和成果转化的长效机制，使科研与生产紧密结合，促

进成果的转化，形成产学研结合、良性循环的科技创新机制。进一步放松成果转化收益分配约束，通过不断兑现创新团队的收益真正推动发展的持续开展。鼓励通过专利授权、技术入股、买断转让的灵活方式，加快推动科技成果转化。引入社会资本，构建科技成果转化基金体系，打造优质创新型企业。

三是坚定不移落实国企改革三年行动工作部署，扭住新发展理念不放松，坚持以改革激发活力动力，全力破除影响和制约公司高质量发展的顽瘴痼疾，加快推进对标提升行动项落实。建立能充分反映公司实际情况的科学合理的科技投入指标体系，建立多元化、多层次、多渠道的科技投入稳定增长机制。全面完成本级和子企业经营班子成员契约签订，不断释放发展活力，有力激发干事创业的积极性主动性创造性。

“惟创新者进、惟创新者强、惟创新者胜”，在实现第二个百年奋斗目标新征程上，中核工程将持续深入学习习近平总书记“七一”重要讲话精神，发扬伟大建党精神，坚定不移地开展科技创新，打造总承包专业化核心能力，为强核强国、实现中华民族伟大复兴贡献硬核力量。





核工业是高科技战略产业,是国家安全重要基石。中国原子能科学研究院作为我国唯一的“基础性、前瞻性、先导性、工程性”核科技综合研究基地,以及国家核工业和核科技发展科学思想库、人才库和技术储备库,秉持核强国神圣使命,抓住重大战略机遇,深化科技体制改革,不断强化自主创新能力,在重大科技工程和关键技术攻关方面取得重要进展。一项项创新成果为强化国家战略科技力量,实现科技自立自强注入了新的活力。

## 原子能院: 引领核科技创新 支撑核工业发展

### 聚焦核心技术 实现从0到1的突破

原子能院坚持面向国家战略需求,面向核工业发展需求,立足国家核科研基地与中核集团重要科技创新支撑的定位,明确目标、积聚力量,瞄准世界科技前沿,努力实现“从0到1”的突破,核心技术取得重大进展。

在核基础与核技术应用研究领域,原子能院自立自强、勇攀高峰,取得多项重要成果。在国际顶级学术期刊发表重要科技论文10余篇;世界最强流深地核天体物理加速器成功出束,为揭示核天体物理领域最关键技术问题创造条件;发布《中国评价核数据库》新版,为世界5个官方核数据库之一,多项技术指标超欧美;我国首台超导回旋加速器质子束能量达231MeV,旋转机架机电性能通

过测试,实现质子治疗系统自主可控;制备铷-87同位素材料,丰度和纯度达国际先进水平,为北斗全球卫星导航系统的“心脏”铷原子钟提供核心原料;自主研发的无损检测电子直线加速器首次出口,实现中核集团加速器海外市场零突破;自主开发拧螺丝、去污机器人,投掷式应急辐射监测探测和抗辐射测试平台等核工业人工智能装备。

在先进核能和核动力领域,原子能院勇于担当、攻坚克难,创造了一系列佳绩。圆满完成加纳堆、尼日利亚微堆低浓化改造任务,以实际行动践行了习总书记在华盛顿核安全峰会上的庄严承诺;完成阿尔及利亚比林和平堆升级改造任务,续写“南南合作”典范新篇章;世界首座用于ADS系

统中子特性研究的“双堆芯”零功率装置“启明星II号”、我国首座铅铋合金零功率反应堆“启明星III号”先后实现临界,我国铅铋快堆技术开发进入工程化开发阶段;环形燃料组件国际首次零功率物理实验完成,国际首次临界热流密度试验获得第一批数据,研发进入工程化验证阶段;泳池堆供热演示成功,“燕龙”型号发布,示范项目选址完成,核能供热助力“美丽中国”;我国第一座重水研究堆退役,正开展核心技术研发,将为我国建立研究堆退役能力体系及其他堆型退役提供技术示范。

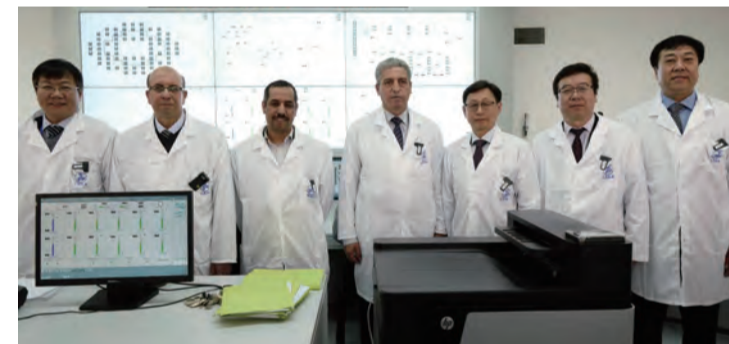
在先进闭式燃料循环后端领域,原子能院持续发力、集智攻关,实现多项重要突破。冷坩埚玻璃固化实验平台分别完成72小时连续运行试

验,关键技术达国际领先水平;核燃料后处理示范厂工艺流程与热实验研究项目完成,为示范厂设计建设奠定重要基础。

“十三五”期间,原子能院先后荣获国家科技进步特等奖、国防科技进步特等奖在内的省部级以上科技奖励122项;发表SCI论文250篇、EI论文406篇;授权专利988件,其中国际专利授权4件,荣获中国专利奖2项;主导制定我国首个通用核仪器领域国际标准《工业无损检测用电子直线加速器领域首批两项标准》;核材料、抗辐照应用技术等国防科技工业创新中心相继获批并开展试运行,在重大任务、系统创新前沿技术和基础理论等方面取得重要成绩。



院举办庆祝建党百年科技创新研讨会



阿尔及利亚比林和平堆升级改造项目顺利通过验收

### 立足“三新一高” 改革创新再出发

进入新时代,我国开启高质量发展新征程。在这一进程中,原子能院坚决贯彻党中央部署和中核集团有关要求,不断深化科技创新体制机制改革,把握新发展阶段、贯彻新发展理念、构建新发展格局,努力推进院高质量发展。

2021年1月,原子能院发布《机构调整实施纲要》,正式拉开科研机构改革的大幕。通过对现有学科进行集成,对现有科研机构进行整合,原子能院理清科研生产六大业务主线,整合成核物理研究所、反应堆工程技术研究所、放射化学研究所、核技术综合研究所、核安全研究所、核工程设计研究所“六个主体研究所”,形成科创、设计两大业务板块。同时,对院产业实体

进行整合,打造产业板块,加强产业化能力。“三大板块”主业清晰、层次分明,形成“研发、设计、产业”互为支撑、互动良好、相互促进的发展格局。如今,六个主体研究所相关优化调整工作均已基本完成,逐渐构建起一个高效的“研、设、产”一体化研创体系。

与此同时,为加速促进科技创新体系建设,完善能力体系布局,原子能院还通过落实二级法人责任制,以“科学统筹、责任落实、独立核算”实现“责权统一、放管服结合”管理机制,充分发挥直属单位的积极性和改革创新活力;将科技成果作为要素纳入项目全过程管理,加大知识产权策划布局,着力打造支撑院重点发展方向的高价值核心知识产权;明确科技创新发展

方向,形成“规划一批、立项一批、实施一批、探索一批”的可持续发展新局面;启动“一体两翼”基地建设前期工作,优化创新发展能力布局,加强科技创新能力建设。

新时代,原子能院科技创新和科研布局的总体目标已经明确,核科技创新发展重点方向也已清晰。“十四五”期间,原子能院将以“建成服务国家战略、引领核科技创新发展、支撑核工业发展的世界一流核科技研发基地”为奋斗目标,凝心聚力、不惧挑战,全力建设“一体两翼”核科研基地,加强核科技发展顶层策划,加快推动国家级重大科技专项工程,加强有组织性的创新活动,推动再建一批重点实验室,布局一批颠覆性前沿技

术,进一步重视人才培育和使用,加强产学研结合推动科技成果转化,提升创新整体效能。

当今世界百年未有之大变局加速演进,科技创新成为国际战略博弈的主要战场,围绕科技制高点的竞争空前激烈。“十四五”是原子能院的强基蓄势期,重大机遇与严峻挑战并存。征途漫漫,惟有奋斗。原子能院将以习近平总书记重要指示精神为根本遵循,在国家“三新一高”战略指引下,在科技自立自强的道路上育先机、开新局,以“不破楼兰终不还”的拼劲,乘风破浪、勇往直前,为助推中核集团“三位一体”奋斗目标实现,确保全面建设社会主义现代化国家开好局、起好步贡献力量!



环形燃料组件临界热流密度试验台架



加纳微堆高浓铀燃料返回原子能院



## 西物院:

# 自立自强有突破 “三新一高”迈步伐

核工业西南物理研究院作为我国从事核聚变能源开发的专业研究院,是国家核能“三步走”(“热堆-快堆-聚变堆”)发展战略中聚变堆研发的核心单位,也是我国参加国际热核聚变实验堆(ITER)计划的重要技术支撑单位,代表着我国核聚变能源研究的规模和水平。“十三五”期间,西物院秉承“强核报国、造福人类”的使命,践行科技自立自强,取得了一系列国际、国内领先科研成果,人才队伍综合实力全面提升并入选国家科技部“创新人才培养示范基地”。“十四五”期间,全院科技工作在国家“三新一高”战略指引下,正在以聚变研究新基地建设为牵引,向着高质量发展迈出坚定步伐。

## 聚变研究成就斐然

“十三五”期间,西物院依托中国环流器二号A(HL-2A)装置物理实验、新一代先进磁约束核聚变装置——中国环流器二号M(HL-2M)装置建设,开展聚变前沿等离子体物理研究,发展托卡马克装置实验关键技术;作为我国参加国际热核聚变实验堆(ITER)计划的重要支撑单位,围绕ITER采购包任务,大力开展聚变堆关键技术攻关,不断掌握聚变堆设计、建造技术,积极面向未来打造聚变堆核岛设计研究院。五年间西物院共获省部级以上科学技术奖23项,其中一等奖5项、二等奖8项;共获授权专利287项;在物理学国际顶级刊物《Physical Review Letters》和《Nature》杂志子期刊《Scientific Reports》等国内外主要刊物上发表学术论文582篇。

作为国家重大科学工程装置,HL-2A装置重点瞄准ITER及未来聚变堆关键核心问题开展攻关,装置能力和水平得到进一步提升,多项技术取得重大突破。如成功研制了新一代低杂波有源/无源间隔波导阵列天线,并在国际上首先验证了该天线在高约束条件下的耦合性能,为ITER低杂波电流驱动天线设计提供了重要数据;在国内首次实现了高比压等离子体运行,标志着我国具备了开展与ITER及未来聚变堆相关的高约束、高比压实验研究的能力;基于原创的加料与控制技术、先进的高时空分辨诊断系统以及高功率二级加热系统等独特优势,多项成果发表在物理学国际顶级期刊和聚变领域国际顶级期刊上。这些成果为进一步提升聚变实验装置运行品质,ITER的运行与实验以及未来聚变堆的设计提供了重要物理基础和技术支撑。

2020年底,西物院自主设计建造完成了HL-2M,取得了多项重大技术

突破,标志着中国自主掌握了大型先进托卡马克装置的设计、建造、运行技术,为我国核聚变堆的自主设计与建造打下坚实基础。HL-2M成为我国规模最大、参数最高的磁约束可控核聚变实验研究装置,入选2020年国内十大科技新闻和2020年度央企十大国之重器。

五年里,西物院承担了我国ITER采购包任务中绝大部分涉核部件的研发与加工制造任务,包括ITER装置的一系列关键部件的采购包任务。通过ITER采购包任务执行,西物院在设计创新、特殊材料研制、材料连接技术、关键部件制造技术和试验检测技术开发等方面取得多项突破,解决了一系列聚变工程关键技术。尤其在ITER第一壁等聚变堆关键部件设计研发上实现了重大技术突破,也实现了我国在聚变堆包层技术方面从跟跑、并跑到领跑的快速发展;按期完成了ITER磁体支撑系统等大批量大型部件的研发、制造与交付等,为ITER装置的建造提供了保证,做出了重大贡献。同时,西物院发展并掌握了一系列聚变堆关键核心技术,为中国自主设计建造聚变堆奠定了坚实的基础。

此外,西物院作为主要技术支撑单位参与组成的联合体成功中标ITER组织迄今公开发布的最大安装合同——托卡马克主机安装一号合同。该安装标段是ITER装置最重要的核心设备安装工程,其成功中标不仅表明我国数十年的核聚变工程技术沉淀、核电建设能力及国际影响力已获国际聚变界和核工程界的高度认可,同时也将我国通过合同的实施率先掌握大型托卡马克工程安装能力及相关核心技术,为未来自主建造聚变商用堆积累了宝贵的经验。

## ITER-TAC1 Contract Signing Ceremony 国际热核聚变实验堆(ITER)主机安装一号合同(TAC1)签约仪式



TAC1合同签约仪式



西物院与中核投资共同成立的中核同创举行揭牌仪式



人才培养



ITER建设现场组装大厅



中国环流器二号M装置



中国环流器二号A装置放电画面



聚变中间技术

## 产业应用与开放合作成果显著

“十三五”期间,西物院积极扩大聚变中间技术应用,在DLC厚膜工业化应用、硬质超厚涂层制备、陶瓷基高性能金属化涂层技术、热等离子体应用等方面取得显著成绩。比如,应用于航空的硬质超厚涂层专用设备顺利交付用户;非金属表面金属化工艺应用于人造卫星;成功开发5G部件表面金属化工艺;含氟废液等离子体高温裂解系统通过环评验收;研发核废物等离子体高温熔融系统,为核废物最小化提供了解决方案。

“十三五”期间,西物院积极发挥国

家“国际科技合作示范基地”作用,以国际大科学工程ITER计划为牵引,不断拓展国际科技合作和学术交流的深度和广度。西物院共派出900余人次赴境外学习与学术交流,20多个国家及组织的500余名专家学者来院开展合作。

西物院重点加速推进了高层次国际合作平台,如签署协议建立中法聚变联合研究中心,标志着中法聚变合作进入新的局面;搭建了国际和国内大型学术交流平台,如首届亚太等离子体物理大会、国际聚变成都理论物理节、第一届中国磁约束聚变大会暨聚变能活

动周等学术会议,为深化多边合作,助力聚变研究发展起到了重要推动作用。

“十四五”期间,在国家“三新一高”战略指引下,按照集团公司新时代发展战略部署,西物院将坚持和加强党的领导,推动党建和业务工作深度融合;坚持系统思维,推动“一院三区”聚变研发基地协调发展;坚持改革创新,进一步释放高质量发展的内生动力,瞄准全面建设国际一流核聚变研究设计院的目标,当好我国核聚变能开发的排头兵,为推动国民经济高质量发展和加快建设核工业强国贡献智慧和力量。

## 中核能源:技术领跑 制度创新 推动高温气冷堆科技成果转化实现双丰收

2021年9月12日,国家科技重大专项——全球首座球床模块式高温气冷堆核电站示范工程首堆成功临界。这是高温气冷堆首次装料后取得的又一重大进展,为2021年底实现并网发电奠定了基础;也是中核集团与清华大学、华能集团等各方坚持贯彻落实习近平总书记系列重要批示指示精神,立足“三新一高”发展要求,瞄准国家科技创新重大战略需求,推动落实“碳达峰碳中和”目标实现和中国核工业高质量发展的重要成果,是为加快高温气冷堆产业化推广、实现全球第四代核电技术引领迈出的关键一步。

球床模块式高温气冷堆是我国自主研发并具有完全自主知识产权的第四代先进核能技术,具有固有安全性好、发电效率高、出口温度高、工业用途广等优点。2003年10兆瓦高温气冷实验堆实现并网发电,同年中核集团与清华大学共同组建中核能源科技有限公司,开启我国高温气冷堆科技成果转化

之路。2006年高温气冷堆列入国家科技重大专项,2008年《高温气冷堆核示范工程国家科技重大专项总体实施方案》获国务院批准,2012年全球首座20万千瓦级高温气冷堆核电站示范工程正式开工。

18年来,中核能源作为集团公司高温堆科技成果转化平台,深入贯彻落实习近平总书记关于科技创新和核工业发展的重要指示批示精神,不断深化集团公司与清华大学校企合作战略,将一流央企的产业优势和一流高校的创新优势深度融合,推动高温气冷堆科技成果转化实现了技术领跑与制度创新的双丰收。

### 推动重大专项实施,实现我国高温气冷堆技术持续领跑

中核能源作为高温气冷堆核电站示范工程EPC总承包商,在推动实施高温气冷堆国家科技重大专项过程中,充分整合设计研发、装备制造、工程建设、产业配套等产业链上下游几百家单位,充分发挥聚集效应,协同攻关,在示范工程的建设中攻克了多项世界性、行业性关键技术,实现四大突破:

一是成功实现了高温气冷堆技术系统放大,完成了20万千瓦高温气冷堆机组的设计,确定了以250MWt为标准反应堆模块和采用蒸汽透平的技术方案。

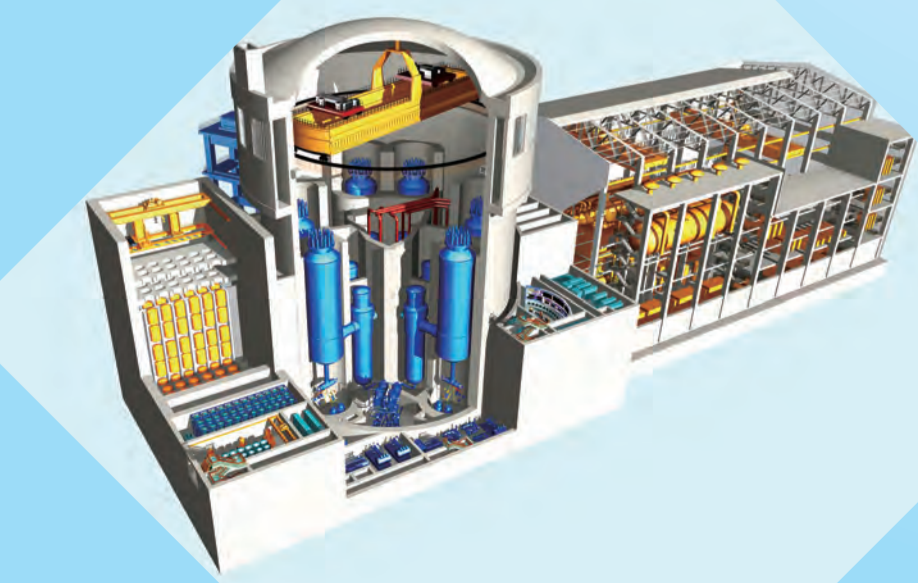
二是建设了世界上规模最大的高温气冷堆工程试验台架,模拟反应堆内同样条件,全尺寸完成了燃料装卸、控制棒及其驱动机构等主要系统与设备关键技术的试验验证,工程设计得到有效验证和优化。

三是攻克了所有设备的制造难题。高温气冷堆多个核心设备均为首创,15181台套核岛设备中有2201台是首台套设备,其中660台属全球首创。尤其是设计、总包及设备供应商多家联合,克服制造技术难度大、工艺不稳定等困难,圆满完

成了世界最大最重的压力容器、全球首台螺旋管式蒸汽发生器和电磁轴承主鼓风机等关键设备研制,国产化率达到93.4%。

四是实现了高性能燃料元件批量化生产。高温气冷堆球形燃料元件通过辐照性能试验和模拟事故极限温度考验,全球首条具有工业规模、年生产能力达30万个、全部设备实现国产化的燃料生产线已建成投产。

山东荣成石岛湾世界首座球床模块式高温气冷堆示范工程即将建成,标志着我国在该领域的技术研发和产业化工作已走在了世界前列,实现了从“实验堆”到“示范工程”的持续领跑,受到党中央、国家主管部门的高度重视和肯定。国际原子能机构、纽约时报、福布斯杂志等国际机构和媒体对我国发展高温气冷堆技术也给予高度评价,美国橡树岭国家实验室报告指出“中国开发和推广他们球床堆的战略是高度创新的”,“这样一个核技术上的根本性转变会使中国成为在向其它国家销售商用核反应堆方面的世界领先者,它将领先至少十年或者更长的时间”。



### 坚持制度创新,打造重大科技成果产业化新模式

中核能源在集团公司支持下,紧紧抓住科技创新和制度创新“双轮驱动”这个“牛鼻子”,大胆探索科技创新和成果转化的体制机制创新,构建了在党的领导下创新链、产业链深度融合的产学研合作机制和科技成果转化机制。

尤其是高温气冷堆核电站示范工程作为全球首堆,没有任何现成经验可供借鉴,创新过程具有长期性和复杂性,同时还存在产学研各主体之间的利益藩篱、文化冲突以及人才队伍培养等问题与挑战。中核能源党委联合产业链各方推出“党建促专项”倡议,通过充分发挥产学研创新链各单位党委的政治引领作用、基层党组织的战斗堡垒作用以及党员的先锋模范作用,提高政治判断力、领悟力和执行力,极大增强了完成国家科技重大专项的使命感和责任感,克服了首堆兼具研发和工程双重属性带来的不确定性风险。通过产学研紧密结合、创新要素集聚的体制优势,促进党建工作体系和科研与工程项目管理体系的有机融合,推动和保障示范工程科研攻关、设计采购和现场安全质量等重点任务可靠受

控,顺利完成高温气冷堆科技重大专项科研和示范工程最后攻关任务,确保高温气冷堆重大科技专项技术成果转化成功;培育出一批具有科技成果转化思维和经验的技术和管理人才,中核能源团队中硕士及以上学历人员占比52%,高级职称人员占比40%,联合技术创新团队中也已有数十人获得国家、省部级各类科技奖项,成为行业先锋;依托示范工程的先进管理经验和体制机制创新形成了产学研合作的五大机制:以党的领导为核心的合作治理机制,以市场准则为基础的产权转移机制,以技术优势为导向的产业分工机制,以关键任务为抓手的联合攻关机制,以及以彼此尊重为前提的文化融合机制。

2020年中组部《组工通讯》专门报道指出:中核集团党组和清华大学党委发挥党的领导和党的建设优势,整合国内核领域创新资源,促进产学研用深度融合,构建起跨单位、跨产业链的工作体系,推动高温气冷堆示范工程按期建成,实现示范工程建设和党的建设“双促进”、“双丰收”。

### 把握“双碳”战略机遇,推动我国四代核电高质量发展

核工业作为高科技战略产业和国家安全重要基石,是新时代国家战略重要支撑。以习近平同志为核心的党中央高度重视核工业的发展,做出了一系列重大决策部署。2020年8月8日,集团公司董事长余剑锋调研中核能源时明确提出:将高温气冷堆列为中核集团型谱化堆型序列的重要组成部分和科技创新的重点发展方向。

按照集团决策部署,中核能源在加大示范工程建设保障力度的同时,深入贯彻“三新一高”发展要求,坚持科技创新,把握“双碳”战略机遇,全面启动高温气冷堆技术优化和产业化推广工作,努力开拓核能综合利用新局面。

技术优化方面,明确了“示范工程升级版高温气冷堆一起临界版高温气冷堆—制氢版超高温气冷堆”的技术路线,充分利用高温气冷堆的技术特点,加快替代火电、制氢等技术

研发,同时积极打造行业标准,推动我国实现能源技术革命。

产业化推广方面,明确了“抓住‘双碳’机遇,以核能供热市场为目标为集团公司贡献千亿级产业”的战略目标,以为“双碳”贡献高温堆方案为使命,深挖“双碳”下各类主体新特点与需求,紧抓“氢、汽、水、热、电”五大细分领域,助力集团公司“三位一体”战略目标与国家“双碳”目标实现。

在技术优化与产业化推广过程中,中核能源将积极深化体制机制改革,持续深入推进集团公司与清华大学校企合作,打造“党建促专项”品牌,同时积极推进供给侧结构性改革,健全和完善现代企业制度,探索建立更加高效的经营管理与项目开发模式,推动在高温堆产业化全产业链营造更加良好的生态氛围,助力集团公司做大做优做强,为我国从核大国迈进核强国贡献力量!



## 新华发电： 科技引领发展 创新成就未来

新华水力发电有限公司始终坚持以新发展理念引领高质量发展,把科技创新作为引领发展的第一引擎,大力实施创新强企战略,拥抱新一代信息技术变革和能源技术革命,围绕“为能源清洁低碳、安全高效奉献力量的综合能源运营商和一体化方

案提供者”的发展目标,以市场为导向,加快公司科技创新组织体系、技术体系和激励体系建设,不断完善科技创新体制机制,提升公司科技实力、创新能力;坚持以“产、学、研”协同创新带动自主创新,依托重点工程项目,联合开展关键技术科研攻关及

新技术应用,实现工程高质量建设;依托在运电站,深入推进电厂数字化转型,着力提升电力生产运营智慧化、精细化运营水平。通过改造提升传统动能和培育发展新动能双轮驱动,为公司高质量发展提供了动力支撑。

### 强化领导,科技组织体系坚强有力

近年来,新华发电公司党委高度重视科技创新工作,加强组织领导和体系建设,及时调整科技委组织体系,不断巩固科技支持作用,组织研究和解决公司改革发展、生产经营、工程建设中的重大问题,提出科技创

新发展的针对性举措,不断提高科技创新投入力度。建立科技创新 MKJ 业绩评估体系,并对各项安全科技政策、措施的落实情况开展经常性的督促检查,切实把科技创新各项工作落到实处。

### 优化机制,营造科技创新氛围

科技成果的产出,离不开技术人员在岗位工作中积极的思考、探索、尝试、实践,更离不开科技体制的支撑。为此新华发电持续在形成完善规范的科技管理制度体系上下功夫,制定发布了科研项目

为规范管理、激发创新活力、建立高效运行机制提供了制度保障。精准有效的激励机制及措施极大地激发了员工的创新热情,同时,通过定期组织开展年度技术创新成果评选、职工技能大赛、行业学术交流研讨等科技活动,营造了积极的创新氛围。

### 开放协同,构筑产学研协同平台

新华发电依托良好的水利行业和能源行业的资源优势,搭建支撑经营管理的决策智囊机构,与水利水电规划设计总院、中国水利水电科学研究院及中水北方勘测设计有限公司、同方股份等行业技术优势单位签订了战略合作协议,为公司高质量发展提供精尖技术支持;培育以湖南自动化公司为代表的高新技术企业,自主研发水利水电信息化产品,服务电力生产运营。

积极参与能源领域技术进步的和创新研发。公司目前为中国水利学会、中国水力发电学会、中国大坝工程学会、中国电机学会的会员单位,《水利技术监督》杂志的协办单位,定期组织参加行业学术交流活动,2017、2018 连续两年成功承办中国大坝工程学会学术年会及国际坝工交流会,行业影响力不断扩大。公司建设的阿尔塔什水利枢纽工程作为我国 2010~2019 年间重点水利工程,列入《中国大坝 70 年》,献礼新中国成立 70 周年。

### 需求牵引,科技创新成效显著

公司坚持目标导向和问题导向,围绕工程建设和生产运营中的关键问题,确立课题、大力攻关,提升了发展质量、降低了发展风险。“十四五”开局以来,研究立项科研项目 52 项,科技投入经费超过 2 亿元,成功解决了一批重点难点问题,取得了丰硕的成果。

#### 科技成果及科技奖项取得新突破

截至 2021 年 8 月,公司累计授权知识产权共计 123 项,申请发明专利 9 项,专利数量与质量均得到一定提升,知识产权意识显著增强。

公司近年来累计获得省部级(行业协会)科技奖项 12 项。“黄河重点水功能区纳污控制技术”“气动盾形闸门系统关键技术研究与应用”分获 2017 年度水利部大禹水利科学技术奖二等奖、三等奖;“机电设备智能管理系统”获得 2017 年度国资委熠星大赛优秀奖;“清洁能源机电设备智能服务云平台”入选“2017 年中国核能行业信息化最具影响力十大事件”;“沙坡头水电站‘互联网+’水工隐患在线监控及预警应用”获 2019 年电力行业创新创意成果大赛银牌;针对新疆木扎提河高泥沙高转速特点,研发“一种适应高水头、高转速和高含沙量的抗磨损混流式水轮机”,取得发明专利授权,填补国内该领域空白。该技术作为国内首台套重大科技创新成果,将申报 2021 年国家创新奖。

#### 科技创新成果转化取得新进展

着力解决重大工程的技术难题,在阿尔塔什项目实施一系列科技攻关项目,“大坝碾

压施工过程智能化控制系统”技术的应用保证了大坝填筑碾压质量实时监控,优化施工组织,有效提升了大坝数字化建设管理水平;“坝料现场大型直剪试验、载荷试验、超大型三轴动力特性试验、工程力学特性实验、尺寸效应试验”项目为优化设计方案和科学施工提供了技术标准;“阿尔塔什水利枢纽工程建设管理信息系统”实现了项目管理业务流程信息化与数字化,保障了工程进度、质量、安全可控;“复杂地质条件下岩体力学特征及其分级标准研究”为南疆复杂地质条件下水电工程长隧洞及洞室群开挖支护设计施工提供了技术支持。

#### 自主创新建设能力取得新成就

依托在运电站,自主研发的“流域梯级水电站集控整体解决方案”“电力生产管理信息系统”“水利电力智能管理服务云平台”等一系列水利电力信息化产品应用于公司电站运营,实现了电站“远程集控、无人值班,少人值守”,提高了电力生产管理智能化水平及运营效率。

站在“十四五”高质量发展新征程的起点上,新华发电将持续以习近平新时代中国特色社会主义思想为指引,全面贯彻落实新发展理念,面向科技前沿、面向能源发展需求、面向“双碳”目标任务,深入实施人才兴企、科技强企、创新驱动战略,持续完善公司科技创新体系,为实现集团“三位一体”奋斗目标贡献新华智慧。



## 同方股份:

# 产学研合作 将科技成果变成社会财富

自1997年6月25日在清华园创建,到2019年12月31日加入中核集团大家庭,24年来,同方股份有限公司始终以“科教兴国,产业报国”为己任,从科技服务社会出发,充分发挥产学研合作优势,致力于中国高科技成果的转化和产业化。

成立之初“带土移植”的成果孵化模式,通过将清华院系创新项目的课题组成建制地“移植”进同方“苗圃”,同方股份以技术注入手段,以市场为纽带、以资本为平台,不仅培育出了同方威视、同方知网、同方计算机、同方泰德等一大批优秀的市场化企业,而且形成了集成创新与自主创新双向并行的创新体系,构建了成熟的、系统的、可复制的“产学研用”一体化平台。

如今,同方股份与清华大学众多院系合作,在计算机系统结构、安全检测、危爆物品扫描探测、智能微系统、建筑节能与环保、智慧城市等多个技术领域建立了国家级工程研究中心、联合实验室等联合研发机构,为开展核心关键技术攻关、支撑国家重大工程建设提供了必要的技术创新源泉。

多年与高校等科研院所的合作,也让同方股份在实践中建立起创新链、产业链、资

本链“三链融合”的市场化运作模式,以及从科学研究成果化、技术成果实用化到实用成果产品化,再到创新产品商业化和科技企业资本化“五化推进”的协同产业生态。

同方股份现拥有数字信息、民用核技术、节能环保等科技产业集群,在科技创新上拥有“跨界”的特性,因此由总部同方研究中心,各产业单位的技术研究院和细分技术产品研发中心组成的三级创新研发体系也应运而生。隶属于总部创新研究院的同方研究中心主要联合多产业,围绕基础性关键技术开展协同攻关,引领和储备前沿技术创新;同方各个产业单位的技术研究院主要聚焦所属行业前沿领域进行核心技术攻关;细分技术产品研发中心主要围绕客户需求,在市场化应用场景落地方面不断推动产品迭代与技术突破。

在“十三五”期间,聚焦国家重点自主创新领域和行业市场需求,同方股份开发出一系列适应国情、关注民生、切实解决场景应用痛点的创新产品和方案,在突破技术壁垒、促进科技自立自强的道路上呈现出勃勃生机,并为各行业提质增效和数字化、低碳转型提供了全方位的有力支撑。

## “十三五”重点成果看板

### 世界首创:大型货物/车辆CT检查系统

同方威视FG9000DT货物/车辆CT检查系统是世界首创的以高能电子直线加速器为辐射源,采用X射线计算机断层成像(CT)技术的大型货物/车辆检查系统。该系统可提供正交的双视角DR检查功能,还可对货物和车辆中的嫌疑位置进行CT断层扫描,生成高分辨率的断层扫描图像,帮助海

关工作人员更加快速、有效识别藏匿的走私品、违禁品和危险品,减少人工开箱率,提高查验准确性及效率,对智慧海关建设起到积极作用。

该系统不仅可以应用在海关缉私和警察安检等领域,还可对大型器件进行无损探伤检测。

### 分布式X射线光源:创新静态CT智能查验系统

传统CT采用的是滑环式机械旋转结构,而由清华大学和同方威视共同研发的分布式X射线源技术则颠覆了这一传统。

该项技术是在单个真空腔体中,按照特定的时间和空间序列,通过电子学触发的方式触发和控制多个X射线源依次出光,可有效提高CT的扫描速度、消除运动伪影。

第一套50点分布式X射线源被成功安

装在了同方威视WoogKong系列无机架CT安检机上。该公司还研发了对应的数据融合、图像重建和目标识别等关键技术,在国际上率先推出了基于碳纳米管冷阴极分布式X射线源的静态CT智能查验系统,显著提升了民航安检防爆和海关查毒缉私查效率,整体技术达到国际领先水平。

除安检领域,该项技术在医疗和工业无损检测等行业也具有广阔的应用前景。

### 智能审图系统:带领海关迈入智能化时代

2019年,央视《焦点访谈》栏目曾推出《走私象牙,没门儿》专题,节目中提到的在中国海关打击走私濒危物种及制品的行动中发挥了重要作用的智能审图系统便是由中国海关、清华大学和同方威视联合攻关的重要成果。该系统利用人工智能识图判图与大型集装箱机检、CT机检、X光机等安全检查设备相结合,查验准确率可达

98%。青岛海关曾做出统计,机器人效率提升30%,平均用时6秒即可对集装箱内货物情况做出判断,极大提升了海关的监管能力和效率。

目前,该系统已嵌入到海关业务流程并在中国海关大规模推广使用,使中国海关率先完成了智能化产业升级,整体监管水平走在了全球海关前列。

### Tstor:海量数据的保险箱

随着国家“新基建”战略的全速推进,数据规模呈几何级增长,存储效率与数据可靠性之间、存储规模与维护成本之间的矛盾日益凸显。

同方股份联合清华大学,基于国家自然科学基金的“大规模存储系统性能测试方法与技术研究”及“大数据高效能

存储与管理方法研究”、国家863计划“容灾体系结构与测试验证平台研究”等三个课题,开发了自主可控高端网络存储系统Tstor。该系统在基于大规模纠删码的高可靠自维护技术、数据的高效存取与一致性保障技术、分布式存储系统的构建技术上取得了重大技术突破,

实现了真正意义上的自主可控。

目前,Tstor存储系统在国家气象中心、内蒙古和林格尔新区被率先应用,并已推广至国家计算机网络与信息安全管理中心、招商银行、中国移动等单位,全力保障金融、电信、国防科工、政务、电子商务等行业的信息安全。

### 群智能系统:“冰立方”首秀

在新型建筑智能化系统的产品开发与工程示范课题中,同方股份与清华大学合作承担了群智能房间控制器的研发和应用项目。

群智能系统区别于传统的基于不同功能子系统的集中式控制系统架构,将建筑及其机电系统划分为基本的建筑空间单元和机电设备单元,每

个基本单元都是一个智能个体,基于通信相互协作,自识别、自组网、自寻优,让整个建筑在“无人干预”的状态下自己变得更加智能和节能,同步实现智能建筑控制系统高灵活部署和低维护成本。

“水立方”变“冰立方”,这是中国在奥运场馆的智慧化改造方面的又一

创举。场馆的环境和能源管理是“水冰转换”的关键,这也造就了群智能技术在科技冬奥的首秀。通过超4000个智能单元的“智慧编组”,对场馆内冰面、观众席、办公区、休闲区等不同区域的温湿度环境数据进行智能感知和自主调控,打造“同室不同温”的奇妙空间。

### 磁悬浮直膨式空调机组:集成创新助低碳转型

“十三五”期间,同方股份相继推出了轨道交通行业专用磁悬浮直膨式空调机组、专用隧道通风装置、地下车站冷源专用排热装置等。其中,由清华大学、同方股份等单位联

合参与研发的“磁悬浮直膨式空调机组”,以对制冷剂直接蒸发技术、磁悬浮技术、风-氟联调技术等的集成创新,实现通风空调系统的极简、高效化、产品化设计,既节省了

安装空间,减化了工程难度,更可达到40%以上的节能率,在助力轨道交通行业绿色低碳发展提质增效的同时,更为国家“碳达峰、碳中和”做出贡献。

### 高能短脉冲激光清洗光源:工业领域的去渍专家

通过超高功率放大技术与短脉冲激光技术相结合,同方股份大幅提升现有短脉冲激光功率,推动激光清洗技术向高速激光清洗跨越式发展。高能短脉

冲激光清洗光源具有高速清洗、去除材料面广、“冷加工”(不伤本体)等优点,可广泛应用于船舶工业、汽车工业、航空工业、核工业、大型基建等领域。如:船舶

表面除锈,汽车工业模具清洗及车身焊接前处理,大型飞机、航空器的表面蒙皮除漆,以及对钢构桥梁的大型机械部件、管道等大型基建的清洗、去污等。



同方威视货物车辆CT安检系统

## 发力“十四五”核心技术攻关

新一轮科技革命改变了世界的产业格局,掌握核心技术一方面不再受制于人,更成为显现综合国力的重要标志。

“十四五”期间,同方股份将在中核集团和清华大学的双支撑

下,持续发力,以新一代信息技术改造提升传统产业,特别是在信创、智能制造、工业互联网、高端装备、边缘计算等领域致力推动自主创新和协同创新。

作为助力中核集团数字化转

型和智能化提升的主力军,同方股份期待发挥高性能计算、网络信息安全、人工智能、大数据、智能物联网、知识图谱及知识服务等等的技术优势,多方向、跨领域积极参与集团公司研发及产业化平

台建设,致力于核安全一体化研发平台、核工业信创平台、核工业知识管理与知识服务平台、核工业数字化解决方案、核工业智慧能源管理平台、安全环保信息化建设等新成果创新研发。

## 中核投资: 开拓创新谋发展 锐意进取谋新篇

中核投资有限公司自1999年成立至今,始终坚持以中核集团战略为导向,以产业培育和平台搭建为己任,主要业务板块包括环保水务、清洁能源、股权投资、境外融资等。回望中核投资“十三五”以来的发展历程,公司始终坚持稳中求进工作总基调,按照“促改革、调结构、抓主业、防风险、精管理、强执行”的经营思路,以深化改革为突破口,求真务实,锐意进取,圆满完

成了“十三五”规划的既定目标。“十四五”期间,中核投资在集团公司新时代发展战略指引下,在巩固发展现有优势产业基础上,努力向核科技成果转化与产业孵化、核工业产业链相关新兴多元产业等新方向、新领域迈进,力争发展成为以核技术应用为核心,以战略性新兴产业为协同,以融合发展、产融结合为路径的多元化、专业化、市场化、国际化的产业投资公司。



### 自主创新

#### 环保水务成就斐然

“十三五”期间,中核投资旗下中核新能源投资有限公司(以下简称“中核新能源”)结合自身运营需求,对下属部分已投在运水务项目开展了一系列研究开发与科技投入改造工作,取得了骄人成果。

自主创新,研发精确曝气系统。中核新能源下属徐州开发区污水处理厂,为加强水厂运营精细化管理,有效提高生化系统曝气效率,研发了精确曝气系统,该系统具有精确度高、稳定性强、抗干扰性强等特点,在试运行期间遇到异常情况响应迅速。通过对单位污水处理耗电量同比和环比的对比,该系统产生了一定的节能效果,节能率在5%~22%。同时,系统还荣获国家6项实用新型专利授权。

提高管理效率,建设远程监控和设备自控系统。中核新能源下属淮安镇污水处理厂,为提高管理效率和水平,实现了乡镇污水处理厂运营远程管理。2015年6月,由淮安中核环保科技有限公司提供技术支持,淮安区政府投资,共同建设21座乡镇污水处理厂远程监控系统。该系统克服了厂间跨度大、运行点多、管理困难的缺陷,实现对现场进行调度和考核,可自动生成电子报

表;提高现场解决问题的效率;实现夜班无人值守,保障远程设备控制。

综合运用互联网技术,打造一体化设备管控平台。中核新能源下属徐州地区污水处理厂,综合运用互联网技术,在线监测、自动化控制、数据库等手段建设监控系统,为各级监管单位提供实时监控的功能,同时以形象、直观的方式准确地描述污水处理厂设备设施的运行情况,并将污水处理厂生产运行信息及时进行汇总、统计、分析、辅助生产决策,从而大大加强生产过程管理和分析,提高管理和技术工作效率,还能够对污水处理厂的排放进行有效管理。

“十四五”期间,中核新能源将继续秉承“责任、安全、创新、协同”的理念,一要继续推动数字化转型,结合中核新能源及下属各项目公司实际需求,建设全公司范围覆盖净水、供水、污水处理、排水全业务板块的“智慧水务运营管理平台”;二要加强精细化管理,提高水务投资运营效率,实现“降本增效”“精准管控工艺”“降低安全风险”的目标;三要着力核技术在水处理领域的应用研究,提升公司水务运营科技水平,促进公司可持续高质量发展,打造公司具有“核特色”水务运营企业的良好形象。

### 异军突起

#### 新能源产业再创佳绩

中核投资旗下中核(南京)能源发展有限公司(以下简称“中核南京”)隶属于中核投资香港上市板块,是公司非核业务新能源板块主力军及实施清洁能源发展战略的平台,主要从事太阳能电站开发、投资、设备成套、贸易等业务,是国内最为专业的太阳能电站运维商、系统解决方案最优供应商之一。

“十三五”期间,中核南京牵头投资开发的内蒙古中核龙腾有限公司乌拉特中旗100MW导热油槽式光热发电项目,成功入选国家能源局首批20个太阳能热发电示范项目。该项目是首批光热示范项目单体规模最大、储热时长最长的槽式光热发电项目。该项目年实现产值4亿元,电站全面投运后,年发电量约3.92亿千瓦时,年节省标煤12万吨、减排二氧化碳30万吨、减少

硫化物排放9000吨、减少氮氧化物排放4500吨,经济效益和社会效益非常明显。该项目打破了国外对镜场施工的垄断地位,为推动我国光热产业发展贡献了力量。

同时,中核南京充分利用项目所在地特点,因地制宜开展多种清洁能源的规划、设计、建设、运营一体化,如南京明基医院分布式光伏发电项目、中节能复旦长兴光伏智慧农业综合示范项目等,提高电力送出通道利用率,降低可再生能源综合开发成本,推动当地可再生能源可持续发展。

“十四五”期间,中核南京将一直牢记“奉献新能源,成就奉献者”的企业使命,发挥光热发电优势,保证电力系统安全、高效,助力实现“碳达峰、碳中和”目标。

### 研发攻关

#### 等离子体应用产业化推进

中核投资旗下中核同创(成都)科技有限公司(以下简称“成都同创”)于1998年成立,是中核集团独资高新技术企业,也是中核投资与核工业西南物理研究院共同投资设立的核技术应用、转化及孵化的平台。该公司是两核重组以来核技术成果产业化投资的首度尝试。作为我国等离子体应用技术研发与产业化的重要基地,成都同创“十三五”期间深耕等离子体领域,先后自主研发的等离子体材料表面处理技术、高温及低温等离子体技术处于国内领先地位。

在利用等离子体的材料表面处理及改性方面,成都同创掌握的多种类型材料表面处理及改性设备与工艺,广泛应用于航空、航天、核工业、机械加工、半导体、石油钻井、生物医学等众多领域,所生产的设备已获CE认证,出口到多个国家和地区,实现了整机出口

发达国家零的突破。在高温等离子体熔渣技术方面,成都同创先后研发出不同热等离子体技术手段的等离子体粉末球化装置平台,以及不同金属、陶瓷粉末的球形化处理工艺。广泛应用于航空航天、智能功能材料、粉末注射成型、3D打印/增材制造等领域。

在特种开关电源技术方面,成都同创长期从事等离子体应用技术特种电源、测控系统研发和生产,先后开发了全逆变式真空镀膜电源、离子源电源、电子枪电源、微弧氧化电源、等离子体抛光电源、等离子体炬电源及其它高频、高压脉冲电源,拥有完全的自主知识产权。

“十四五”期间,成都同创将以市场需求为牵引,不断加强核心技术攻关和工艺开发,力争形成集技术研发、性能认证、成果转化、批量加工为一体的国内规模较大、实力较强的等离子体应用产业化平台企业。

# 引领者

## 致力于成为国际核科技发展的

习近平总书记指出,国有企业要做强做优做大、培育具有全球竞争力的世界一流企业。核工业是高科技战略产业,是助推我国科技强国建设的重要先导和支撑,加快建设先进核科技工业体系,实现产业布局更加优化、国际水平进一步提高、经营能力全面提升,做强、做优、做大,把中核集团建设成为引领国际核科技发展的世界一流企业集团,推动我国建成核强国。

