



# 汇聚“核”声 建言献策 助力核工业高质量发展

编者按:十四届全国人大二次会议于3月5日召开;全国政协十四届二次会议于3月4日召开。来自中核集团的3名全国人大代表和5名全国政协委员参加此次全国两会。本版本期特摘编中核集团两会代表委员部分提案议案及接受采访时的闪亮金句。

## “核”声嘹亮 ——中核集团全国两会代表委员提案议案摘编



**加快实施核能“三步走”国家战略 提升我国核能国际竞争优势**

第十四届全国人大代表,中国工程院院士,中核集团总工程师 **罗琦**

当前,我国在运在建核电机组即将世界第一,未来一个时期的发展规模和节奏已较为明确,已经具备引领全球核能产业发展的基础。面对世界核能领域激烈竞争的新形势,我国更要在核科技创新方面引领全球。落实核能发展“热堆—快堆—聚变堆”的“三步走”战略既是形成我国核能国际竞争优势的关键,也是我国核工业发展的内在需要。

我国核科技发展迅速,近年来开展了一系列重大创新和工程建设,能力水平大幅提升。“热堆—快堆—聚变堆”的核能“三步走”战略,是符合我国国情的核能发展战略,也是能够引领世界核能发展的技术方向。我国已经具备相当的基础和条件,通过加快实施“三步走”战略,有望率先实现快堆的商业化应用,形成“热堆+快堆”的先进核能系统,引领带动世界核能产业发展。

新时代新征程,我国要加快推动核能“三步走”战略走深走实,在核科技创新方面引领全球。建议充分考虑我国核工业现有技术基础和发展潜力,积极推动核能“三步走”发展战略在国家战略层面进一步明确。



**建立核领域数据中心 统筹核工业数据资源开发利用**

第十四届全国政协委员,中核集团副总工程师,中核工程党委书记、董事长 **徐鹏飞**

核工业是高科技战略产业,是数据密集型产业,在加快发展数字经济、促进数字经济与实体经济深度融合、打造具有国际竞争力的数字产业集群要求下,推动建设核领域数据中心,统筹核领域数据资源共建共享,有利于充分发挥核工业数据要素的乘数作用和倍增效应,将为建设数字核工业,加快核强国建设奠定坚实基础。

通过构建核工业行业数据中心,将降低整个产业链协同成本,形成核工业产业链数据资产,赋能提升研发设计、采购、建安、调试、运维等全生命周期各环节高效协同,实现高质量、短周期交付,实现智能制造模块化施工、数字化调试以及智能化运维;形成核工业新型供应链与产业链生态圈,是打造具有国际竞争力的数字产业集群的实践要求和基础底座,能够从根本上构建我国核能产业新优势,有利于加快探索核工业新型工业化新实践。

建议构建以数据和软件为中心的核工业数据中心及数字发展生态。通过构建“政—产—学—研—企—用”融合平台,在政府引导下,充分发挥核工业产业链链长单位优势,以核电设计为试点开展软件应用,分步实施软件应用替代及推广,形成满足核工业持续发展需要的软件产品和研发体系,构建核工业数字化发展生态。



### “核”言金句

可控核聚变实现这一天,很快就会到来!到那时,“万物生长靠太阳”这句话,就要改成“万物生长靠核能”了。

我们都知道“万物生长靠太阳”,地球上埋藏的煤炭、石油等化石能源本质上也是远古生物储存的太阳能,水能、风能、生物质能等可再生能源同样也是通过太阳能转化而来,而太阳的能量正是来源于核聚变。

目前,核聚变已得到实际性的应用,而核聚变技术正在加速推进中。去年,中核集团联合国内几十家高校、研究院和企业成立创新共同体,共同推进可控核聚变早日实现。

第一度可控核聚变产生的电要在中国发出来!

——卢铁忠



**建设国家辐射防护研发基地 系统提升我国辐射防护安全水平**

第十四届全国人大代表,中核集团副总工程师,中核四〇四党委书记、董事长 **刘士鹏**

核辐射是核工业最为显著的特征之一,辐射防护技术贯穿核工业发展的始终,是核工业高质量发展的关键核心能力,为核工业的发展保驾护航,始终秉承“核能卫士,安防先锋”的战略定位。集中优势力量,打造国家级辐射防护研发基地,以“基础研究”与“技术/装备研发”为抓手,系统提升我国辐射防护与安全能力,将为建设核工业强国奠定坚实基础。

辐射防护领域与我国核工业的高质量发展及人民群众的健康息息相关。一方面,辐射防护可以为载人航天等国家重大战略领域提供人员与装备等辐射防护支持;另一方面,核技术在医疗健康领域的应用越来越广泛和深入,辐射防护可为医患人员在精准诊疗和防护等方面保驾护航。

美、法等国均建有以辐射防护与安全为重要应用方向的高层次国家级实验室或平台,而我国在本领域仅中国辐射防护研究院是国内唯一专门从事辐射防护研究的综合性科研机构。建议推动制定辐射防护领域的国家级发展战略,支持以中国辐射防护研究院为核心打造国家级辐射防护研发基地,将其建设成为该领域的原创技术策源地和国际一流的人才与创新高地。



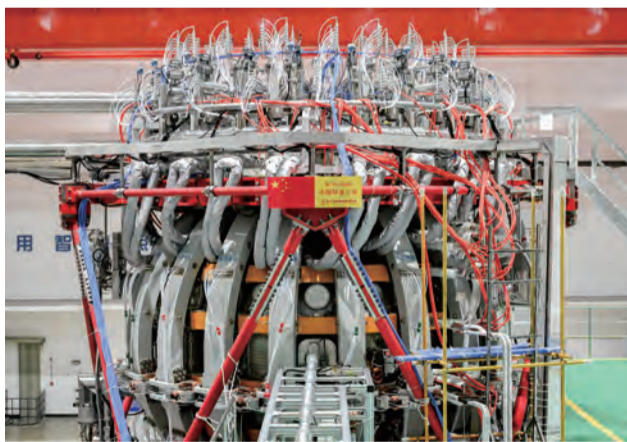
**强化顶层统筹和创新支持 推动核技术应用产业高质量发展**

第十四届全国政协委员,中国宝原党委书记、董事长,同方股份党委书记、董事长 **韩泳江**

核技术应用产业是现代高新技术产业,是典型的战略新兴产业,涉及核技术在工业、农业、医学、环保、公共安全等多个行业领域的广泛融合应用,多年来在促进科技进步、推动经济持续发展、保障人民生命健康等方面发挥了关键作用,已逐步成为举足轻重的新质生产力。

一是深度嵌入国民经济领域,有力支撑国家战略实施。核技术应用产业与国民经济制造业领域43个细分行业中的近三分之一紧密相关,是健康中国、美丽中国、平安中国建设的重要助力。二是产业发展空间巨大,是新质生产力的重要组成部分。核技术应用产业一直是促进传统产业升级和推动新产业培育的重要助推力量,代表高端生产力,是一个国家发展到高级水平的重要标志性产业。我国核技术应用产业起步较晚,未来成长空间可期,并且将积极促进和带动我国经济向高质量转型发展。

当前我国核技术应用产业发展受多个部门监管,建议持续强化核技术应用产业发展的统筹,提升产业发展的系统性、前瞻性和方向性。进一步加强创新基础能力建设及投入,提升产业创新发展能级。



“华龙一号”作为我国具有完全自主知识产权的先进百万千瓦级压水堆核电技术,是中国核电走向世界的“国家名片”,是国际接受程度最高的三代核电技术之一,代表了目前人类核能开发的顶尖水平。

目前“华龙一号”相关设备国产化率已超90%,带动上下游产业链5300多家企业的飞速发展。以中核集团为首的产业企业集群,在“华龙一号”批量化建设过程中,围绕产业链关键环节实施国产化替代,不断提高关键技术、关键零部件和重要材料的自主可控水平,努力打造自主可控、安全可靠的核能产业链,全面推进我国相关产业链的高水平自立自强。

——徐鹏飞



**设立国家“核科学日” 营造全社会知核爱核发展环境**

第十四届全国人大代表,中核集团中核检修焊工 **师延财**

核工业是高科技战略产业,是国家安全重要基石。我国核领域要切实承担起支撑国家战略的历史责任,服务于全面建设社会主义现代化国家、全面推进中华民族伟大复兴,需要在全社会营造良好的发展环境和舆论氛围。在我国第一颗原子弹成功爆炸60周年、即将迎来核工业创建70周年之际设立国家“核科学日”是获得社会公众支持与认可的重要途径,有助于进一步推动我国核事业高质量发展。

设立国家“核科学日”,将有利于加强核科普工作,让公众正确了解核、认识核、接受核,教育广大青少年崇尚科学、热爱科学;有利于继承并发扬“两弹一星”精神和核工业精神,培育和弘扬民族精神和时代精神;同时激励核事业工作者,对我国核事业和科学事业的发展具有非常重要的现实意义和深远影响。

以1958年9月27日我国第一座实验性重水反应堆和第一台回旋加速器(简称“一堆一器”)正式移交生产为代表,我国核工业逐步发展壮大,铸就了“两弹一艇”惊天伟业。建议将每年的9月27日设立为国家“核科学日”,并以设立“核科学日”为起点,普及核能知识,铭记核工业创业初心。



**强化大型核科研设施综合利用 助力核科技自立自强**

第十四届全国政协委员,原子能院党委书记 **辛锋**

大型核科研设施是推动核科技进步、催生源头创新的必要条件,推进核领域大型科研设施建设和综合利用,是实现核科技自立自强的必由之路。

新时期发展需求的变化,对现有核领域大型科研设施的性能和综合利用提出了更高要求。我国现有大型核科研设施数量和性能与世界一流水平相比仍存在差距。建议制定核领域大型科研设施有开放共享制度,提高大型核科研设施综合利用效能;同时建立国家专项经费,确保核领域大型科研设施的安全稳定运行和充分发挥作用。

**加快推动一体化闭环循环快堆核能系统研发。**核能是清洁低碳、安全高效的稳定基荷能源。积极发展一体化闭环循环快堆核能系统是落实核能发展“三步走”(热堆—快堆—聚变堆)战略、保障核能可持续发展的必由之路。一体化快堆同时具备发电、增殖、嬗变三个功能,是发展快堆的现实选择和最优路线,可突破核能发展天花板。建议发挥新型国家体制优势,发挥国家战略科技力量主力军作用,加快推动一体化快堆核能系统发展走深走实,保障国家能源安全,助力“双碳”目标实现。



基础研究主要解决从0到1的创新性科学问题,是从底层和源头解决关键技术问题,是实现高水平科技自立自强和建设世界科技强国的关键。

基础研究、前沿科学研究离不开大科学装置,大科学装置对基础研究领域的理论研究和试验验证起着重要支撑作用。通过提供先进的科研环境和实验平台,支持基础科学前沿研究和多学科交叉前沿研究,为高新技术的突破提供重要平台和关键手段。大型科研设施在建造、使用的过程中,还可以培养和造就一大批顶尖科学家和优秀青年科技人才,促进我国核科技的发展。

——辛锋



**推进核能全面纳入绿色低碳政策体系 助力经济高质量发展**

第十四届全国政协委员,中核集团总经理助理,中国核电党委书记、董事长 **卢铁忠**

核能清洁低碳安全高效,不仅可以发电,还可以开展核能综合利用,是保障国家能源安全与低碳转型的关键能源品种,也是推进生态文明建设的重要力量。2024年2月,国家发展改革委、国家统计局、国家能源局发布《关于加强绿色电力证书与节能降碳政策衔接大力促进非化石能源消费的通知》,提出实施可再生能源、核电等非化石能源不纳入能源消耗总量和强度调控,国家已经开始探索核能的绿色低碳属性和价值。然而,在当前绿电交易绿证交易和碳排放权交易中,核能的绿色低碳价值尚未被认可和明确,未来仍需进一步推动核能全面纳入我国绿色低碳政策体系,从而加快核能促进我国发展方式绿色低碳转型助力经济高质量发展的步伐。

核能具备明确的绿色低碳属性,是实现“双碳”目标的现实选择。建议在“双碳”配套相关政策体系制定和完善过程中进一步明确核能的绿色低碳属性,将核能全面纳入绿色低碳政策体系,率先向核电电力用户颁发绿色电力消费凭证,向核能发电企业颁发绿色电力证书,为核电提供绿色低碳属性的权威证明,同时通过国际合作,推动核能作为低碳能源消费的国际互认,帮助出口企业树立绿色形象以及应对碳关税提供支撑。



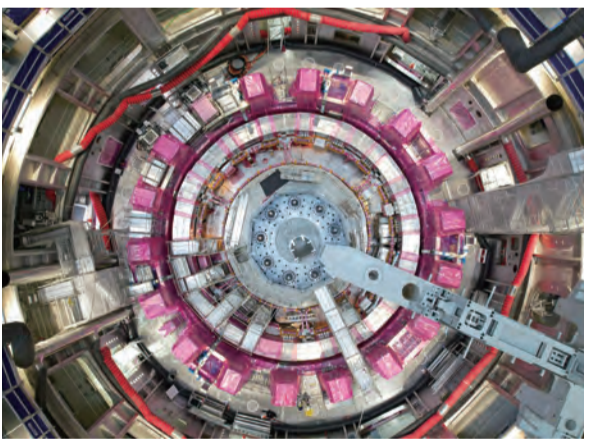
**加快完善适应小型模块化反应堆 法规标准 助力新型能源体系建设**

第十四届全国政协委员,中核集团聚变堆核电站技术分领域首席专家 **段旭如**

对于传统的大型压水堆核电站,目前国际上已经建立了一套比较完整的核安全法规标准。但是,当前国内尚未形成一套相对完整的适用于小堆发展的法规标准,有必要结合当前核能发展形势和建设新型能源体系的要求,加快建立完善适应小堆与核能综合利用的核安全相关法规标准体系。

近年来,小堆技术日益受到世界主要核电国家和国际原子能机构等国际组织的关注,被视为核能领域的“游戏改变者”。由于小堆功率较小,更有利于实现模块化设计、模块化预制、模块化施工,有利于缩短建造周期、减少土建成本,因而以较低的初始投入与较少的投资总额受到新兴核电国家的青睐。小型堆的多用途利用已成为业界共识,小堆是热电冷三联供的理想热源,能适应不同的需求。

小堆如果直接套用大型反应堆的法规标准体系,将造成冗余设计过多,无法反映小堆自身的优势,反而会制约小堆的发展。建议尽快组织制定并完善适用于小堆的安全监管法规及相关标准体系,使项目从设计、规范、选址、监管等方面做到有章可循、有法可依,保障小堆的可持续发展,助力我国新型能源体系建设。



核工业是高科技战略产业,是国家安全重要基石,2024年正值中国第一颗原子弹成功爆炸60周年,希望国家尽快设立“核科学日”,营造全社会“知核爱核”的发展环境。

设立国家“核科学日”,有利于社会公众了解我国的核工业、核科学,让更多年轻人投身祖国核工业建设,有助于进一步推动我国核事业高质量发展。

此外,设立国家“核科学日”还有助于使所有核工业人和核科学工作者拥有自己的纪念日,有效激励核工业人和核科学工作者在核科技创新的道路上求索不止、创新不竭。

——韩泳江

——师延财





中核工程联合体成为ITER项目主机安装唯一承包商

# 逐梦全球最大“人造太阳”

● 本报通讯员 温傲吾 王思未

法国当地时间2024年2月29日,国际热核聚变实验堆(ITER)组织与中核集团中国核电工程有限公司牵头的中法联合体正式签署托卡马克核心安装标段——真空室模块组装合同(SMSA)。这是中国在成功

安装其心脏设备之后,再次承担其核心设备的安装任务,这意味着中法联合体已经成为目前国际热核聚变实验堆(ITER)项目主机安装的唯一承包商。

ITER计划旨在建造全球最大的可控核聚变实验堆,被誉为全世界最大的“人造太阳”,是当今世界规模最大、影响最深远

的国际大科学工程之一,承载着人类和平利用核聚变的美好愿望。作为中法联合体的牵头单位,中核工程以匠心确保安装工程按时、保质、安全完成,顺利跑完聚变安装的“第一棒”,如今“再下一城”,凭借专业和可靠再担重任,助力“人造太阳”从梦想变为现实。

## 2.7个G,800份招标文件

2019年9月30日,ITER项目托卡马克主机安装标段(TAC-1)安装合同在北京签约,作为祖国70年华诞的献礼,也开启了中国核能企业开拓欧洲市场的征战之路。

TAC-1是ITER项目最大的安装工程合同,其重要性相当于核电站的反应堆、人体里的心脏,主要负责托卡马克装置周边核心设备安装工作,包括杜瓦、冷屏、磁体系统、冷却水系统、超导馈线系统等。

这一重大成就的背后,是长达数年的精心准备与不懈努力。早在2016年,中核工程就已开始为TAC-1的投标工作做准备,积极参与ITER的多个小型招标项目,以熟悉和适应业主的招标要求。2018年2月,ITER组织发布招标文件后,中核工程牵头,和核工业西南物理研究院、中国核工业二三建设有限公司、中科院等离子体物理研究所组成联合体并迅速成立工作组,全力以赴开展投标工作。

回顾投标过程,每一个环节都充满了考验。海量的招标文件、详细的技术要求,都要投入大量的精力去消化理解。TAC-1的招标文件本身就有2.7个G,文件数量将近800份,

且全部为英文文件,要将这些文件消化清楚其工作量可想而知。面对复杂的海外投标环境,投标团队需要克服人力不足、语言障碍、经验缺乏、联合体内部磨合困难、人员分散等多重挑战。特别是当法国马通公司加入后,团队还需应对语言和文化差异带来的沟通难题。然而,团队始终保持着高昂的斗志和坚定的信念,终于在2019年5月向ITER组织提交了最终的Best and final offer(BFO)投标文件。同年7月,凭借卓越的技术方案,中法联合体成功中标TAC-1标段。这不仅是中国企业迄今为止在欧洲市场中标的最大核能工程项目合同,也是中国核能企业首次以施工总承包形式参与国际大科学工程。

接到中标函后,中法联合体各方共同组建合同谈判小组,和业主开始了艰苦卓绝的谈判。那时的谈判出差经常是“短期急行军”式差旅,航班上、高铁上、宾馆大堂的小桌子旁,都留下了小组成员争论的声音和忙碌的身影。合同谈判人员秉承“心往一处想,劲往一处使”的信念,逐个问题核对、解答,最终完成了合同文本的确认。

## 1340天铸就的安全管理标杆

2020年5月杜瓦底座吊装完成,拉开了ITER主设备安装的序幕。一个个工程节点稳步推进,捷报频传,2021年10月底校正场线圈BCC5号吊装就位,标志着托卡马克主机安装第一阶段任务完成,实现Pit Ready(具备吊装真空容器的条件)。2023年11月托卡马克装置下部冷屏、最后一个下部主要磁体部件——极向场超导线圈均已成功就位,TAC-1合同在ITER项目已经累计完成了34个工作包。2023年底实现现场安全施工1340天,成为ITER现场安全管理的标杆。

自2020年以来,TAC-1项目的实施多数伴随着疫情的严峻考验。在4月初的疫情高峰期,中方团队成员逆行法国,肩负起ITER建设的重任,坚持防疫与生产双线作战。与此同时,中核集团筹集8万只一次性医用口罩捐赠给ITER组织。时任ITER组织总干事比戈(Bigot)对中核团队的到来和捐赠的医疗防护用品表示由衷的感谢:“尽管受新冠肺炎疫情影响,中核集团团队依然能够按原计划如期执行项目合同。我们将尽全力为大家安全提供保障,请放心。”

工程能够稳步推进的背后凝聚了项目团队无数的心血与汗水。ITER项目是目前世界上最大的聚变反应堆实验工程,其复杂程度和技术难度均

超过了已经大量建造运行的裂变反应堆,由于广泛使用新材料、新技术、新工艺,许多安装工作都是没有标准可循,没成熟经验可直接借鉴,许多工艺都需要反复验证才能应用到实体安装工作中。自开工以来,TAC-1几乎所有部件的安装,都是在不断的探索、验证、说服业主的过程中完成的,项目团队的工程技术人员凭借专业的知识、扎实的技术功底、丰富的工程经验、熟练的技能,突破了一个又一个技术障碍,用实力赢得了业主的认可。

“从关键部件交付到核心装置安装,中国是ITER计划可靠的合作伙伴。我衷心感谢中国的坚定承诺和长期支持,期待与中国继续深化合作。”ITER组织总干事彼得罗·巴拉斯基(Pietro BARABASCHI)对中国团队的贡献给予了高度评价:“中国在技术和人力方面为ITER项目做出了巨大贡献。在非欧洲国家中,中国在建设现场拥有最强大的高技术建设人才队伍。中国承接核心装置安装合同,正在出色完成组装任务,非常值得信赖!”在合同执行过程中,项目团队始终秉持国际合作精神,实现安全生产,质量总体受控,完成一系列重大里程碑节点,合同履行总体评价高,获得了业主、监理等各相关方的一致好评。

## “撬动”1250吨的2.7毫米

2020年4月下旬,经过月余的培训,中方团队人员正式进场工作。第一个任务就给了中方团队一个“下马威”——需要将重达1250吨的杜瓦底座安装到托卡马克大厅内,这是ITER项目尺寸最大、单体重量最大的部件。

面对陌生的海外工作环境、业主的顾虑以及前所未有的安装任务,中方团队展现出了惊人的毅力和专业能力。2020年5月28日凌晨,在杜瓦底座落位的最后时刻出现了吊装载荷无法准确落到承接的千斤顶上的突发情况,所有参与的相关方包括业主、监理、吊装方都有些慌乱,中核工程ITER项目部技术经理陈远庭临危不乱,凭借丰富的经验和冷静的判断,指挥吊车、监测、千斤顶操作

人员多点协同,最终成功将载荷转移到基座千斤顶上,直径30米的大家伙中心偏差只有2.7毫米。当杜瓦底座最终落位的那一刻,现场响起了热烈的掌声。

从开始进场工作,到杜瓦底座成功吊装,中方团队仅用了不到两个月的时间。杜瓦底座吊装成功标志着ITER项目由土建阶段转入了全面安装阶段,更被ITER组织赞誉为了“Golden Milestone(黄金里程碑)”。以此为契机,ITER计划重大工程安装启动仪式在法国现场组装大厅举行。国家主席习近平致贺信:“计划实施以来,中方始终恪守国际承诺,中国企业和科研人员勇挑重担,与国际同行齐心协力,为计划的顺利推进贡献了中国智慧和力量。”

## 核能领域深度融合的典范

法国马通公司在投标阶段就加入了联合体,本地承包商的加入对于项目建设无疑是加分的,但是如何合作成为了团队面临的难题。针对传统联合体方式在责任分工和分配比例上的局限性,投标团队打破常规,决定成立一个深度融合的联合体,提出了“三个一”的合作原则:one goal(一个目标),one team(一个团队),one voice(一致对外)。

这一共识在TAC-1项目4年多的合作过程中得到了充分贯彻。在项目初期,当中方团队对当地情况尚不熟悉时,法马通的成员在安全体系、质量管理体系以及本地供应链的建立上

给予了联合体巨大的支持。在项目面临困难的时期也是法马通派遣专家组织多个工作组(work shop),与联合体团队一起共克时艰。

如今TAC-1项目团队已经形成了亲如一家的氛围,深入交流和共同讨论问题已成为常态,这种深度融合的合作模式不仅促进了项目的顺利进行,也真正实现了当初设定的目标。

在今年中法建交60周年之际,TAC-1项目的成功合作无疑成为了中法两国在核能领域合作的典范。这一典范也为未来更多国际合作项目提供了宝贵的经验和借鉴。

## “唯一”背后是强大的中国力量

真空室模块组装合同(SMSA)于当地时间2月29日正式签订,自此,为期4个月的SMSA投标、合同谈判等系列工作圆满完成,ITER项目部开启了新的篇章。

真空室模块组装是目前ITER项目最重要设备在关键路径上的工作,对整个ITER项目的成功起到至关重要的作用。面对国际上各投标方的激烈竞争和极为有限的投标准备时间,联合体迅速组建专项工作组,汇聚各方精英,夜以继日地工作,于2024年2月6日成功中标。

真空室外形像一个甜甜圈,但是由于尺寸巨大,为了便于安装,整个真空室被分成了9个真空室模块,每个模块都是一个三层夹心结构,由内到外分别为40度真空室扇段、真空室冷屏和环向场线圈。本次中标的真空室模块组装工作就是像穿衣服一样,将真空室冷屏、环向场线圈在装配大厅集成组装到真空室扇段上,整体吊装到托卡马克堆坑内。真空室模块共分为9个扇区,每个扇区单独完工交付,9个扇区的计划安装总

工期为35个月。

自收到中标通知的第二日起,中法联合体便与业主展开了紧张的谈判工作。正值2024年春节前夕,双方共进行了9轮大型谈判会和多个专项讨论会,谈判时长超过40小时。项目现场谈判团队充分运用TAC-1经验及谈判技巧,精心筹备、积极应对,争取更合理、更利于项目推进的合同条款与技术要求。联合体各家的国内后合人员也在春节期间随时待命,提供必要的支持。中法联合体顶住高强度的工作压力,展现了团队的专业素养和合作精神,最终最大程度优化了合同条款,多项核心条款获得有利条件。

SMSA合同的顺利签署,意味着中核工程牵头的中法联合体成为目前ITER项目主机安装的唯一承包商,将极大提高中国在国际大科学工程中的参与程度与贡献度,推动构建聚变命运共同体;同时为国内聚变工程建设工作的开展积累经验,培养人才,推动我国聚变工程建设能力再上新台阶,助力核能“三步走”发展战略。

第一个发达国家核能工程项目、第一次中法联合体合作、第一个聚变部件吊装、第一个超导接头组装……从投标准备到合同签订,从杜瓦底座吊装到超导馈线系统、中央螺线管安装稳步推进,从TAC-1到SMSA,从跟跑、并跑、

到领跑,中方团队在ITER项目创造了太多的第一次“奇迹”。前路虽有坎坷,依然砥砺前行,ITER项目中方团队愿做海外工程前进的桥头堡,聚变工程建设的顶梁柱,不断突破新障碍,始终一步一个脚印,书写聚变事业的辉煌新篇章。

