

江苏省连云港市核能集团田湾核电站一、二、三期工程机组全景。 新华社发(王春摄)

古有“和气生财”今有“核能生汽” 核能综合利用再添新方式

◎实习记者 都芃

伴随着打桩机有节奏的轰鸣声,中国核工业集团有限公司(以下简称中核集团)田湾核能蒸汽供能项目(以下简称蒸汽供能项目)能源站不久前正式浇灌下第一罐混凝土。

石化基地安享核能供汽

用核能“烧开水”发电,一直是许多网友对核电的有趣调侃,而这句调侃却也从本质上道出了核电站的发电原理——依靠核裂变释放能量将水加热转化为蒸汽,从而驱动汽轮机发电。但蒸汽不光可以用来发电,其在工业生产中同样大有用途。比如对于田湾核能供汽项目主要的供汽对象石油化工企业来说,蒸汽就是其生产过程中不可缺少的热源和动力源。不仅石油在炼化过程中需要使用蒸汽进行热能转化,就连输油管道也需要蒸汽进行保温和伴热。

目前,我国工业企业所用的工业蒸汽主要来自燃煤电厂或者自备的燃煤锅炉。将核电站生产的蒸汽提供给工业企业,国际上部分核电站已

这是我国首个工业园区核能供汽工程,该工程预计将在2023年底正式完工。届时,零碳排放的清洁蒸汽将从田湾核电站源源不断地输向江苏连云港徐圩新区石化基地,国内核能供汽也将真正迈向实践应用,我国的核能综合利用由此又向前推进了一大步。

有多年的发展经验,相关技术也已较为成熟。但核电站与火力发电厂毕竟不同,提起核能,安全一直是人们首要关心的问题。核能供汽如何保证安全?中国核能电力股份有限公司(以下简称中核集团)旗下江苏核能有限公司维修总经理、蒸汽供能项目负责人刘永生介绍,田湾核电站抽取其3号、4号机组常规岛的二回路蒸汽作为热源,采用多级完全隔离的换热方式来制备工业蒸汽,再将加热好的工业蒸汽通过工业蒸汽管网输送至石化基地。在核能供汽过程中,只涉及热量交换,没有任何水或者蒸汽的物质交换,因此可以最大程度保证工业蒸汽的安全性。

不仅低碳清洁而且稳定可靠

抽走一部分二回路中的蒸汽,会不会导致发电站的运行效率降低?专家介绍,如果仅从发电量来看,抽取一小部分二回路中的蒸汽,确实会导致进入汽轮机系统进行做功发电的蒸汽总量有所减少,从而导致发电量降低。但如果从核电站的整体热效率来看,抽走用于生产工业蒸汽的这一部分蒸汽,不仅没有使整体热效率降低,反而使其有所提升。刘永生算了一笔账:“进入汽轮机做功发电的热源蒸汽的热效率一般在35%左右,而用于生产工业蒸汽的热源蒸汽效率可达90%。因此从整个机组的运行工况来看,核电站的实际热效率得到了提高。”

核电站热效率的提高,意味着宝贵的核能得到了更大程度的利用。而相比于传统的燃煤获取蒸汽,核能还大大降低了蒸汽生产中的碳排放

放。根据测算,蒸汽供能项目建成后,每年供汽量将达480万吨,可等效减排二氧化碳107万吨、二氧化硫184吨、氮氧化物263吨,相当于新增植树造林面积2900公顷。同时,未来随着碳核算的逐步展开,蒸汽供能项目还可以为石化基地每年节省碳排放指标70多万吨。专家表示,除了具有低碳、清洁的环保效益,核能供汽的优势更在于稳定、可靠。近年来,煤炭、石油、天然气等大宗化石能源的价格波动明显,核能的优势更加凸现。目前,核电站已经可以实现18个月长周期换料,即核电机组能够连续运行18个月不中断,从而提供稳定的蒸汽供应。对于换料时的蒸汽供应,核电站也有充分考虑,在设计时便留有一定冗余,有能力保证蒸汽供应不间断。

田湾核能供汽项目作为我国首个开工建设

我国首个工业园区核能供汽工程田湾核电蒸汽供能项目,预计将在2023年底完工。届时,零碳排放的清洁蒸汽将从田湾核电站源源不断地输向江苏连云港徐圩新区石化基地,国内核能供汽也将真正迈向实践应用。

不断探索核能综合利用新领域

的工业园区核能供汽项目,除了带来的各项直接现实价值外,还具有更多示范意义。

已经运行发电的核电站,由于主要设备的功能和运行参数指标等在设计时已经确定,加之不同蒸汽用户对于蒸汽参数的要求存在较大差异,因此当核电站向外界提供蒸汽时,需要对常规岛进行一定的技术改造,而国内此前并无相关经验。

中国核能有关负责人陈金星表示,核电站用

于发电的常规岛与火力发电厂并无显著不同,因此在核电站常规岛热电联产的改造方面,可以借鉴火电领域的标准和规范。“但同时我们也会充分考虑改造对核电站主要设备和运行工况的影响,严格遵守国家相关核安全法规的要求,确保电厂安全与供汽可靠性。”陈金星说,未来中国核电将充分发挥核能多用途应用的综合优势,继续在这一领域开展相关研究,进一步推动核能供汽的发展普及。

不断探索核能综合利用新领域

在蒸汽供能项目正式开工建设前,核能供暖已经温暖了我国南北的两座小城。浙江海盐、山东海阳,都在上一个冬天相继用上了核能供暖。山东海阳更是依靠“暖核一号”提供的清洁热量成为了全国第一个“零碳”供暖城市。

核能供暖、核能供汽,本质上提供的都是以水蒸气为载体的热量。但核能的用途还不止于此,借助核电站堆芯内发生的核反应,辐照含有氮元素的靶件,可以实现碳14的生产。据悉,今年4月底,全球首批商用堆碳14辐照生产靶件已在中核集团秦山核电三厂2号重水堆机组入堆,开始大规模生产碳14同位素,预计将于2024年开始向市场提供相关产品。届时,我国碳14完全依赖进口的局面将得到根本性改变。

据介绍,核能综合利用领域广泛,核能制氢也具有广阔的发展前景。在核能技术中,高温气冷堆可以为制氢工艺同时提供电能和热能,并且不释放温室气体,还具有分解效率高、便于工业规模化生产等优势。去年底,我国首座高温气冷堆核电站——石岛湾高温气冷堆核电站已正

式发电。不过相关专家也表示,目前,核能制氢的关键技术仍有待进一步突破、提升。

核能用途虽多,但因因地制宜仍然是开展核能综合利用的重要原则。陈金星说,不同地区、不同类型的核能项目在开展综合利用时,都需要融入到当地的发展规划和产业规划中,寻找契合的合作方向,综合考虑核能利用方式,并且要充分考虑到经济性因素,如热价和电价等。

陈金星强调,安全永远是首要考虑的因素,“核能项目选址要严格遵守国家的法律法规,在项目前期要充分对地质、人口、取排水、电网或热网等进行充分地论证和分析,确保核能项目的安全”。

当前,我国核能综合利用正呈现出多样化发展的局面,核能综合利用不仅最大程度高效利用了宝贵的核能,其利用过程本身也推动了核能技术的创新发展。陈金星表示,未来如小型堆、池式供热堆等新堆型的开发建设,都将在发电同时,兼顾更多的综合利用方式,使核能的效益达到最大化。

国内在运最大核电站将“温暖”周边

◎蔡鹏飞 本报记者 刘传书

6月23日,随着168小时试运行试验圆满完成,辽宁红沿河核电站6号机组具备商业运行条件,这也标志着作为东北首座核电站、东北最大的电力能源投资项目的红沿河核电站一期和二期工程共6台机组全面投产,并成为国内在运装机容量最大的核电站。

国内在运装机容量最大的核电站

红沿河核电站于2007年8月开工建设,一期工程4台机组采用中国广核集团(以下简称中广核)具有自主知识产权的CPR1000核电技术,于2016年9月全部投产商运。二期工程(5、6号机组)于2015年开工建设,采用中广核全面升级的ACPR1000核电技术,实施了蒸汽发生器二次侧非能动余热排出、非能动应急高位冷却水源、非能动堆腔注水等38项技术改进,具备三代核电技术特征,安全水平进一步提高。此次随着6号机组具备商业运行条件,红沿河核电站一期和二期工程共6台机组总装机容量超过671万千瓦,成为我国目前在运装机容量最大的核电站。

据辽宁红沿河核能有限公司总经理廖伟明介绍,红沿河核电站二期工程始终坚持以安全零事故、质量零缺陷、环保零处罚、行为零违规的“四零”为目标,精细化构建风险分级管控与隐患排查治理双重预防机制,自项目开工以来一直保持安全生产零重伤、零火灾、零辐射事故,连续5年获得核电工程安质环标准化及国际标杆评估“双八级”,在行业内处于领先地位。同时,5、6号机组使用我国具有自主知识产权的核电站数字化仪控系统——和睦系统,拓展了国产设备在关键技术领域的应用。

成为东北区域电力供应“压舱石”

据介绍,自2013年1号机组投产发电以来,红沿河核电站在运机组始终保持高端稳定运行。截至2022年5月底,5台发电机组有46项关键指标达国际卓越水平,占比近80%,处于行业领先地位。这些关键指标是衡量核电站安全性、可靠性、机组效率的重要指标,由世界核运营者协会(WANO)制定并公布,也是全球核电领域衡量机组安全性的通行指标。

投产发电10年来,红沿河核电站上网电量始终保持稳中有升。2021年,5号机组商业运

红沿河核电站6台机组年度发电量可达480亿千瓦时,约占辽宁省全社会用电量的20%,与同等规模燃煤电厂相比,等效于减少标煤消耗约1452万吨,减排二氧化碳约3993万吨,相当于种植10.8万公顷森林。

行后,红沿河核电站上网电量创历年之最,达372.26亿千瓦时,相当于大连市全社会用电量的84.2%。特别值得一提的是,当年秋季,东北地区出现阶段性电力短缺情况,红沿河核电站全面响应需求,加强安全生产,实现5台机组连续满功率发电,对有效缓解东北地区阶段性电力短缺,稳定区域电力供应,起到了“压舱石”作用。

东北首个核能供暖项目今冬供暖

据介绍,红沿河核电站6台机组年度发电量可达480亿千瓦时,约占辽宁省全社会用电量的20%,与同等规模燃煤电厂相比,等效于减少标煤消耗约1452万吨,减排二氧化碳约3993万吨,相当于种植10.8万公顷森林。

在安全稳定提供清洁电力的同时,红沿河核电站不断拓宽核能应用边界,积极推进周边社区的核能供暖项目。2022年3月9日,红沿河核电站与国家电投东北电力有限公司签署了《核能供暖示范项目建设和运营合作协议》,我国东北首个核能供暖项目进入了实质性推进阶段。2022年4月6日,核能供暖项目工程正式开工,计划于今冬供热期实现对周边红沿河镇镇的供暖,先期规划设计供暖面积24.24万平方米。按照先期供热面积,该项目每年将减少耗煤量1.21万吨,减排二氧化碳1.4万吨、烟尘200余吨、二氧化硫60余吨、氮氧化物80余吨,环保效益显著。

廖伟明表示,在全面商运后的新阶段,红沿河核电站将积极履行企业的政治、经济和社会责任,充分发挥清洁能源优势,保障核安全万无一失,为助力东北全面振兴全方位振兴、保障国家能源安全和建设美丽中国贡献力量。

新看点

江苏首座直流换流站完成核心设备更换改造

科技日报讯(记者张晔 通讯员黄蕾 庞家豪)三峡水电外送的第一条直流输电工程受端站——江苏常州±500千伏政平换流站直流控制保护系统改造于近日结束,已完成168小时的试运行。此次改造为同类场站设备改造提供了范例。

三峡—常州±500千伏直流输电工程是三峡水电外送的第一条重要通道,自2003年投运以来,已累计向江苏输电约2300亿千瓦时,在优化东部能源电力结构和保障电力供应、促进经济社会协调发展等方面发挥了重要作用。

直流控制保护系统是控制、监视和保护换流站内运行设备的重要装置,相当于人的神经中枢。政平换流站在建设初期,其控制保护系统由国外公司设计制造,目前已运行19年。随着时间推移,系统主机板卡故障率升高,由于国外公司备品备件停产,系统的正常维护遭遇难题,一旦发生紧急故障,将会导致直流输电系统停运。

“如果停运一次按照8小时计算,将会造成江苏少接受三峡水电2400万度,相当于8万户普通家庭一个月的用电量。”国网江苏省电力有限公司超高压分公司政平换流站站长单哲说。

为解决这一难题,2021年10月,国网江苏省电力有限公司启动换流站直流控制保护系统改造,更换了原来的核心元器件设备。

“新更换的设备硬件性能强大,其数字信号处理能力是原来的24倍,而且运行更加稳定,故障率低,给我们运检工作带来极大方便。”单哲说。据了解,整个改造工程共更换控制保护装置主机28台,各类板卡约632块,服务器、交换机等50余台。

建设实证实验平台

推动光伏、储能产业高质量发展

科技日报讯(记者张蕴 通讯员李龙 吴梦雪)6月27日,国家光伏、储能实证实验平台(大庆基地)(以下简称平台)学术委员会的专家表示,平台自今年1月建成运行后,在数据实时采集和分析等方面取得了众多成果,对推动国家光伏、储能产业高质量发展、助力新型电力系统构建发挥了重要作用。

平台位于黑龙江省大庆市,是国家能源局批准的首个国家级光伏储能实证实验平台,以推动光伏、储能行业发展为目标,于2021年11月启动试运行,今年1月正式运行,平台填补了行业户外实证空白。据悉,平台总建设规模105万千瓦,实证实验约640种方案。一期项目实证实验方案161种、产品69种,涉及31个制造厂商,基本涵盖了国家光伏、储能行业的主流产品和具备推广应用的新产品。

“为了体现公正性,力求所有被测设备边界条件的一致性,平台安装了涵盖资源、环境、电性能、机械性能等7大类19种在线测试设备共计515台(套),实现了光伏电站全要素、全过程数据实时采集和分析。”国家电投集团专家委员会专家谢小平表示,平台建立了完整的检测机制、运行机制、数据发布机制和应用机制,确保平台建设、运行和成果使用有章可循、科学规范。

中国科学院院士、浙江大学材料科学与工程学院教授杨德仁表示:“平台形成了很好的数据库,后期可以通过白皮书等形式,为相关企业和大专院校开展科技研究提供公共数据服务,推动行业技术进步和高质量发展。”

据悉,平台刚刚成立的学术委员会将作为平台技术支撑、技术审查的重要载体,担负审议平台建设方案、实证测试方案、实证分析方法的科学性、合理性;评定平台数据分析报告的科学性、准确性;评审“揭榜挂帅”等科研项目的完成质量等任务。

平台学术委员会表示,平台未来将探索“光伏+储能”的最优化配置,在储能的电芯控制、储能控制策略等方面开展更多研究,希望能加强融合创新,发挥积累数据和技术优势,推动国家光伏、储能产业高质量发展。



国家光伏、储能实证实验平台(大庆基地)。

受访者供图

上海: 瞄准千亿元规模布局氢能产业

新华社讯(记者王默玲)上海市发展改革委等八部门近日联合印发《上海市氢能产业发展中长期规划(2022—2035年)》。规划提出,到2025年,上海氢能产业链产业规模突破1000亿元。

氢能是一种来源丰富、绿色低碳、应用广泛的二次能源,正逐步成为全球能源转型的重要载体之一。上海经过多年积累,已初步掌握氢能制取、储运、加注、燃料电池系统集成等重要技术和生产工艺,目前已建成10座加氢站和近30公里输氢管道,为氢能的应用推广奠定基础。

按照规划,到2025年,上海计划建设各类加氢站70座左右,建成3到5家国际一流的氢能研发平台,燃料电池汽车保有量突破1万辆,氢能产业链产业规模突破1000亿元。

到2035年,上海计划产业发展总体达到国际领先水平,建成引领全国氢能产业发展的研发创新中心、关键核心装备与零部件制造检测中心,在交通、能源、工业等领域形成丰富多元的应用生态,建设海外氢能进口运输码头,布局东亚地区氢能贸易和交易中心,与长三角地区形成协同创新生态,基本建成国际一流的氢能科技新高地、产业发展高地、多元示范应用高地。