



海阳核电核能综合利用再破题

实现核能先发电、后制水、再供热的三级高效利用,并首次同步实现“零碳”供暖和“零能耗”制水

■本报记者 卢彬

5月11日,由国家电投山东核电与清华大学联合建设的“水热同产同送”技术示范工程在山东海阳投运,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,首次在源侧实现水、热同步产出与供给。“十四五”规划在现代能源体系建设工

程专栏中,明确提出“开展山东海阳等核能综合利用示范”。山东核电董事长吴放表示,该示范工程实现了核能先发电、后制水、再供热的三级高效利用,并首次实现了“零碳”供暖的同时“零能耗”制水,大幅提高能源资源利用效率,实现安全、环保、民生等多方受益,具有大规模推广应用价值。

“零能耗”制出高纯度淡水

据了解,海阳核电水热同产同送技术示范工程利用海阳核电机组的抽汽和余热驱动水热同产设备,每小时生产5吨满足饮用水标准的95℃高品质淡水,再通过一根管道输送到用户侧,并在此进行水热分离,热量进入热力系统,放热后的水进入供水系统使用。该示范工程供能面积1万平方米,每日可提供饮用水120吨。在示范工程项目现场,工作人员用量杯盛出一杯经过海水淡化装置制备的淡水,检测仪器显示,这杯淡水的电导率在1到2μS/cm之间。“生活用水的电导率标准是1000μS/cm,医疗、电子工业用水的电导率标准是20μS/cm。这一数据说明,这个项目产出的淡水水质非常好。”中国工程院院士、清华大学建筑节能研究中心主任江亿告诉记者。不仅如此,这种品质远高于一般生活、工业用水标准的淡水,生产用能全部来源于核电站产生的用于供热的蒸汽,不需要额外消耗能源。“传统的海水淡化需要输入电能或热能,

供热则需要用蒸汽加热热网。通过水热同产装置,两个流程可以结合在一起,让高温蒸汽先作为海水淡化的热源,再去加热热网,实现水热同产,海水淡化过程也没有额外热耗。”清华大学教授付林介绍称,“同时,用一根管线输送热淡水实现水热同送,可以大幅降低输热成本,即便不考虑输水带来的收益,水热同送的输热成本也比传统长输供热低40%。”“如果只考虑发电,目前核电站实际热效率不到40%,有大量热量被排放到海洋中,这些热量白白浪费的同时也对近海温度有所影响。水热同产不仅将本来要‘扔掉’的热量利用起来供热,还利用供热的热量制备了淡水,这一工艺流程的装置成本也比传统热法海水淡化的成本有所降低。”江亿说。据了解,该示范工程采取了两种工艺流程来完成海水淡化和水热同产,分别是多级闪蒸和多效蒸馏,目前正在对两种工艺的技术指标、经济性、安全性等进行对比与验证。

为淡水紧缺提供新的可行方案

在核电站投资建设海水淡化装置,究竟有何意义?“我国是世界上最缺水的13个国家之一,人均淡水资源占有量不到世界平均水平的1/3,北方地区缺水更严重。”中国工程院院士王浩从淡水资源缺乏的角度阐述了海水淡化的重要性,“大家可能想不到,从南到北,除了广州、上海之外,我国所有沿海城市都严重缺乏淡水资源。

在沿海地区进行海水淡化,不是‘拆东墙补西墙’,是做加法、做增量的解决方案。”水资源缺乏的北方地区,恰恰也是供热需求旺盛的地区,水热同产、同送的重要意义可见一斑。“水热同产同送”技术示范工程所在的山东省正是我国北方严重缺水省份之一,据介绍,山东人均水资源占有量仅为全国水平的1/6,尤其胶东半

岛,淡水资源短缺危机隐现,向海取水、海水淡化已被列为该省解决缺水问题的重要手段。“根据规划和展望,2030—2040年,连云港以北的北方沿海地区按照有1亿千瓦核电机组测算,水热同产同送技术可满足沿海至内陆200公里范围内50亿立方米供暖需求和40亿吨年淡水需求。”付林说。

规模化应用需多方统筹

水热同产同送技术为社会提供淡水、供热服务的同时,无疑也为国内其他核电站探索核能综合利用提供了更多参考。“商用核电站供热的一大问题,在于核电站往往距离城市较远。水热同产同送技术的突破,在传统长距离供热的基础上,可以使供热经济半径进一步延长到200公里,解决核电厂址远离城市和热负荷集中在城市这种地理上的不匹配。”江亿直言,海阳示范工程的

技术路径是可以复制的,但从工程实际的角度,想要实现有经济性的商业化推广,仍有许多现实问题待解。“示范工程的单位造价低于传统模式,但要实现商业化应用、体现经济性,需要规模化建设,单个项目的投资总规模可能需要达到几十亿、上百亿,又由于涉及水资源、土地、发电、供热等多种要素,国土资源、能源、住建、环境等多部门都需要统筹,并非单纯依

靠某个企业的力量可以推动,而应该从国家层面进行推动落实。”江亿直言。江亿还指出,如何低成本地加入跨季节储热装置,以实现系统的高效利用,进一步增加系统经济效益和社会效益,避免巨额投资的设备在非供暖季的闲置,也是下一步需要研究突破的重要课题。而这种大型储热装置的建设落地,更加离不开各个主管部门之间的统筹推进。

深挖核能潜力,敢想更要敢干

■朱学蕊

从发电到供热、水热同传,再到水热同产同送,核能综合利用的边界仍在外扩。2019年11月,位于海阳核电站的核能供热一期工程建成投运,开创了核能商业供热的国内先河,该项目当时即被国家能源局官方认可为“国家能源核能供热商用示范工程”。2020年11月,在核能供热二期工程开建的同时,海阳核电又实现了世界首个水热同传实践工程投用。而几天前投运的“水热同产同送”科技示范工程再升一级:通过对核能进行先发电、后制水、再供暖的三级高效利用,实现源侧的水、热同步产出与供给。从功能用途看,上述项目和技术的一举多得值得肯定。一年一个台阶,一步一个突破,海阳核电核能综合利用的速度,让人想起某运动品牌的广告词——一切皆有可能。不过,这个可能并非凭空而生,而是绿色发展背景下能源资源利用方式急速转变带来的全新诉求,比如用最低的能耗、最少的碳排放生产出高品质的蒸汽、淡

水、稳定可靠的热能等能源产品,而这些正是核能综合利用短期最可能现实的“靶向”目标。核能供热的概念在我国不是个新鲜词,早期的池式堆,过去若干年研发的壳式堆,都在小型堆的范畴内探索供热的可行性,但受制于小型堆的安全法规和标准体系缺失,以及经济性门槛、公众接受度低等障碍,小堆供热多年来始终未实现商业化推广,很多技术只能停留在图纸或者小范围演示验证阶段。小堆供热障碍多,但大型核电机组多年来也只专心发电,不搞副业。原因很简单——我国在运核电站几乎都分布在南方沿海,而南方城市没有大面积、长时间的民生供热需求,海水淡化等需求可以通过其他方式实现,所以出于安全性和经济性考虑,源侧没有“节外生枝”。但近年来,北方地区清洁取暖已上升为绿色发展所需和国家战略,稳定可靠又清洁的热源成为稀缺资源,尤其在碳达峰目标推动下,清洁供暖的意义和

效应正在凸显。以此为契机,地处山东烟台的海阳核电站率先试水,短时间内实现多次突破,不仅证明了大型核能商业供暖的可行性,更为核能多元化综合利用拓宽了路径。不过,在感叹科技强大的同时,也有人会问:核电站又发电又供热,还要产淡水,经济上划算吗?海阳核能供热一期工程首季运行结束后,山东省能源局委托独立第三方评估情况,得出的结论是:清洁、安全、稳定、高效,在技术上取得了核能利用效率的提升,经济上具备了与燃煤供热持平的竞争力,具有大规模推广应用价值。对于水热同传实践工程,山东核电发布的数据显示:供热和供水的跨界组合比传统分传技术节省投资约50%,节省运维成本约20%,提高能源效率的同时,降低了用能成本。其实,作为“首吃螃蟹”的项目,不管是供热,还是水热同传,核能综合利用的技术改造和创新均没有前车之鉴,从图

纸到实施,都需要试错和成本投入,不能用现有标尺来衡量示范项目的经济性,就像核电项目“首堆”一样,示范意义和经验反馈的重要性远大于经济性的一时考量。另外,供热、供水均为民生项目,且是系统工程,从生产到输送,再到入户,离开城市市政部门和企业各个环节的配合,仅凭核电企业一己之力无法实现。所以,从示范到推广,从近期到远期,经济性到底如何,现在下结论为时尚早。核能综合利用到底好不好,在安全的前提下如何持续开发,光靠想不行,关键要敢干,敢于付诸实践,因为不做永远不知道可能性,也算不出经济性。

聊电事儿

关注

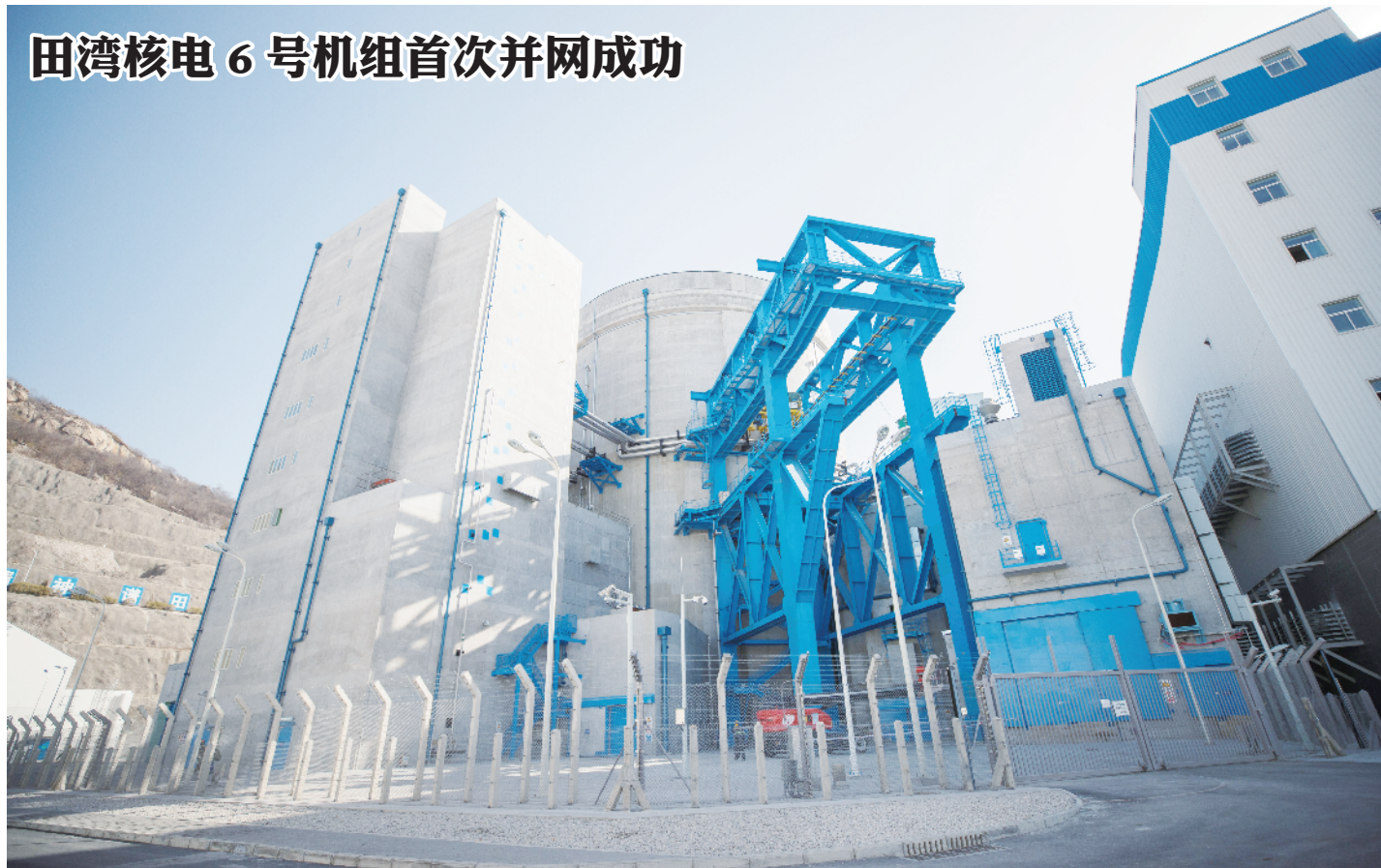
一季度核电发电量同比增18.87%

本报讯 记者赵紫原报道:中国核能行业协会日前发布的“1—3月全国核电运行情况”(以下简称“运行情况”)显示,截至3月31日,我国运行核电机组共49台(不含台湾地区),装机容量为51027.16MW(额定装机容量),累计发电量926.53亿千瓦时,占全国累计发电量的4.86%。与燃煤发电相比,核能发电相当于减少燃烧标准煤2558.47万吨,减少排放二氧化碳6703.19万吨,减少排放二氧化硫21.75万吨,减少排放氮氧化物18.93万吨。1—3月,49台运行核电机组累计发电量比2020年同期上升18.87%;累计上网电量869.05亿千瓦时,比2020年同期上升19.66%;核电设备利用小时数为1815.75小时,平均能力因子为90.02%。运行情况显示,一季度,我国运行核电厂严格控制机组的运行风险,三道安全屏障均保持完整状态,燃料元件包壳完整性、一回路压力边界完整性、安全壳完整性满足技术规范要求;未发生国际核事件分级1级及以上的运行事件。另外,运行核电厂放射性流出物的排放量均低于国家核安全局批准限值,运行核基地外环境监督性监测自动站测出的环境空气吸收剂量率在当本地本底辐射水平正常范围内,未监测到因核基地运行引起的异常。

核电行业首单碳中和绿色公司债券发行

本报讯 日前,福清核电发行核电行业首单“碳中和”绿色公司债券。作为年度第一期绿色公司债券,本期债券规模10亿元,期限3年,票面利率3.51%。福清核电表示,核能是绿色、安全、高效的清洁能源,是应对气候变化、减少碳排放的重要选择。一台“华龙一号”机组每年发电近100亿度,相当于每年减少标准煤消耗312万吨、减少二氧化碳排放816万吨,相当于植树造林7000多万棵。福清核电开发运营的福清核电站共规划六台百万千瓦级核电机组,1—4号机组采用二代改进型成熟核电技术,已于2017年9月全面投运,5、6号机组采用自主三代核电技术华龙一号,5号机组为华龙一号全球首台机组。福清核电表示,将积极发挥三代核电首堆项目优势,通过发行“碳中和”专项绿色债券,助力“华龙一号”全球首堆在证券交易市场亮相。(宗和)

田湾核电6号机组首次并网成功



图片新闻

5月11日20时27分,田湾核电6号机组首次并网成功,各项技术指标均符合设计要求,标志着该机组正式进入并网调试阶段。后续,6号机组将进行各项瞬态试验和带负荷试验,符合要求后,进入满功率示范运行考核。考核期间,机组各项性能指标若达到设计标准,机组状态稳定,满足电网相关要求,则表明具备正式商运条件。图为田湾核电6号机组。梁涛/文 路振扬/图