

科学规划开发水电,助力“双碳”目标实现——

## 流域“水风光”打捆开发恰逢其时

■ 本报记者 苏南

“在碳达峰、碳中和背景下,水电作为可再生能源的重要组成部分,应持积极开发的思路”“科学规划、开发我国水电资源,有利碳达峰”“盘活常规水电资源优势,是构建新型电力系统需要”……记者近期在采访中频繁听到上述观点。

## 剩余水电开发潜力仍然巨大

受访的业内人士认为,虽然近几年我国水电投资骤减,“十二五”规划的开工项目仅完成一半左右,“十三五”投产规划未能如期完成。不过,鉴于我国可开发的水电资源量还不足总量的一半,“十四五”水电建设值得期待。

水利水电规划设计总院党委副书记郑声安认为,根据预测,到2060年,可再生能源将占我国一次能源消费的70%,可再生能源发电量将占全口径发电量的80%以上。“水电作为可再生能源的重要组成部分,应秉持积极开发的思路,继续开发剩余资源。”

中国工程院院士马洪琪近日在“3060”水电科普论坛上表

业内专家普遍认为,水电是与“风光”等可再生能源配合效果最好的电源品种,加快“水风光”等清洁能源打捆开发是实现“双碳”目标和攻坚新型电力系统的必备途径,各流域“水风光”打捆开发正迎来发展机遇,要以流域为整体统筹规划。

示,实现碳达峰、碳中和的核心路径是“两增一降”,即持续增加绿色能源供给量和提升生态汇碳等能力,持续降低化石能源消费,进一步优化能源消费结构。“水电作为绿色清洁能源,在实现双碳目标中扮演独特作用。”

数据显示,我国水电技术可开发容量6.87亿千瓦,年发电量约3万亿千瓦时。2020年水电装机3.7亿千瓦,发电量1.36万亿千瓦时,相当于替代4.1亿吨标煤,减排10.5亿吨二氧化碳,效果十分显著。目前,我国水电开发率为49.3%,剩余水电开发潜力仍然巨大,仅雅鲁藏布江下游河段就有装机约6000万千瓦,年发电量3000亿千瓦时。

业内人士认为,构建以新能源为主体的新型电力系统,解决高比例可再生能源并网难题,开发水电是最有效的路径。

据了解,雅鲁藏布江水能蕴藏量约1.1亿千瓦,干流总开发装机容量超过8000万千瓦,主要集中在下游,中游规划按照“一库十九级”开发,规划装机525万千瓦,年发电量258亿千瓦时;下游河段规划“两库十二级”,规划总装机容量8104万千瓦,年发电量4052亿千瓦时。“预估雅鲁藏布江可以支持2.4亿

千瓦-2.5亿千瓦‘风光’新能源安全纳入电网。”中国科学院院士陈祖煜表示,“比如怒江,水能蕴藏量约为4600万千瓦,干流总规划‘四库二十五级’,总装机容量3633万千瓦,年发电量1806亿千瓦时,预估可以支持0.9亿千瓦-1.0亿千瓦风光新能源安全纳入电网。”

“除了积极开发水电,盘活常规水电存量资源优势尤为重要。”郑声安认为,可以结合构建以“风光”为主体的新型电力系统的需要,优化电力系统中其他电源的定位,例如对于具有

较好调节能力的水电站,要调整其定位由电量支撑为主向以容量支撑为主转变。“我国主要流域具有较好调节能力的水库电站较多,要结合电力发展的新要求,开展水电融合改造潜力调查工作,推动示范项目建设。”

此外,业内人士还呼吁,“十四五”“十五五”期间,应本着快速推进的总基调,坚持应开尽开、能开快开,加快建设一批生态友好、条件成熟、指标优越的抽水蓄能电站,为新型电力系统构建和能源高质量发展提供保障。

## 水电开发助力新型电力系统构建

## 加强“水风光”一体化开发

年利用小时由原单体水电运行设计的4621小时提高至5078小时,提高10%,节省了光伏电站送出工程投资。“同时,‘水光’互补项目充分利用水轮发电机组的快速调节特点和水库的调节能力,补偿光伏电站的有功出力变化,向电网提供均衡、优质、稳定的电能。建议充分挖掘现有可开发大中型水电站的潜力,建设大中型‘水风光’一体化电源基地,建设小流域分布式光、水、生态农牧能源网。”

郑声安介绍,我国常规水电剩余技术可开资源主要集中在西藏部分河流,以及雅砻江、大渡河等主要河流,生态环境协调问题比较突出、区位优势和经济条件并不理想,工程技术难度相对较大,项目实施挑战

较高。“因此,需要在做好环境问题协调的基础上,围绕水电基地开发,以流域为整体加强‘水风光’一体化工作,推动可再生能源规模化发展。”

马洪琪也指出,未来我国水电开发逐渐向西南高寒高海拔地区转移,技术难度更大,经济指标更差,输电距离更长,生态环境更加脆弱,移民安置及脱贫致富要求更高。“要以水电为基础统筹推进大型绿色能源基地建设,包括雅鲁藏布江、澜沧江、金沙江、怒江、黄河上游、雅砻江等流域大型绿色能源基地,通过基地化打捆开发,建设调节能力强的龙头水库,提升大型清洁能源基地电能质量和整体经济性。”

## 漳州核电第十个钢衬里模块吊装就位



图片新闻

8月2日8时36分,漳州核电2号机组钢衬里模块四完成吊装,这是漳州核电第十个已安装就位的钢衬里模块。2号机组钢衬里模块四总重约103吨,高7.58米,直径46.812米。期间,中国核工业二四建设有限公司对模块四进行了结构优化,采用国内外首创的实践方案顺利完成吊装。图为吊装现场。

中核二四/图

关注

辽宁红沿河核电站5号机组正式具备商运条件

## 我国运行核电机组增至51台

本报讯 记者朱学蕊报道:7月31日21时32分,辽宁红沿河核电站5号机组完成168小时试运行试验,正式具备商运条件,我国运行核电机组增至51台。根据测算,1-5号机组全部投产,年上网电量可达375亿度,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。

作为东北首个核电站以及最大的电力能源投资项目,红沿河核电站分一、二期建设。其中,一期工程采用CPR1000核电技术,建设四台百万千瓦级机组,已于2016年全部建成发电;二期工程5、6号机组采用ACPR1000核电技术,于2015年开工建设,计划分别于今年下半年和2022年上半年建成发电,目前6号机组正在进行热态功能试验。截至2020年底,红沿河核电项目已累计投资815.49亿元,设备国产化率超过80%,机组运行保持稳定,工程建设顺利推进。

辽宁红沿河核电有限公司总经理廖伟明介绍,红沿河核电5、6号机组的设计、建设吸取了福岛核事故经验反馈,配备了非能动应急高位冷却水源系统等三大非能动系统,实施了二次侧临时补水、移动式应急电源等11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。同时,使用国产核电站数字化控制系统——和陆系统,拓展了国产设备在关键技术领域的应用。“在机组调试过程中,这些功能得到了充分验证,确保机组安全标准进一步提高。”

廖伟明表示,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号机组自开工以来,一直保持零重伤、零火灾等工业安全“七个零”,连续4年获得核电工程安质环标准化及国际标杆评估“双八级”,在行业内处于领先水平。

据了解,自1号机组2013年投产发电以来,红沿河核电从未发生过影响反应堆安全和环境的运行事件,运行业绩稳步提高。根据世界核电权威统计数据,红沿河核电一期4台运行机组2020年有36项核心指标达国际卓越值,占比达75%;1、3号机组在美国核电运营协会(INPO)对世界核电机组的综合评比中并列第一。

辽宁红沿河核电有限公司由中广核、国家电投、大连市建设投资集团按照45%:45%:10%的股比投资组建,负责红沿河电厂六台百万千瓦级核电机组的建设和运营。2020年,红沿河核电实现上网电量306.49亿度,占大连当年用电量的90%、辽宁省当年用电量的15%。截至2020年底,红沿河核电累计上网电量达1572亿千瓦时,相当于等效减少标煤消耗4803万吨,减排二氧化碳1.32亿吨,减排等效于35.37万公顷森林吸收量。按照5号机组的发电能力估计,待其正式投产发电后,年上网电量相当于辽宁省年用电量的3%。

## 哈电集团:站在世界电力装备制造“C位”

盛夏时节,川滇交界金沙江下游的白鹤滩险峻之处,总装机1600万千瓦的白鹤滩水电站横锁大江,首批投产机组投产发电。白鹤滩水电站共安装16台世界单机容量最大的百万千瓦水轮发电机组,其中右岸8台水轮发电机组及其附属设备的研发和制造,均由哈尔滨电气集团有限公司(以下简称“哈电集团”)完成。

成立70年来,哈电集团研制出国产首台水轮发电机组、首台电站锅炉、首台电站汽轮机、首台汽轮发电机、首艘船主动力装置等200多项我国第一乃至世界第一的装备,是我国最大的发电设备、舰船动力装置、电力驱动装置研究、制造基地和成套设备出口基地,稳稳站在世界电力装备制造的“C位”。

## 蹚出自主创新之路

70年来,哈电集团加强科技创新,拥有有效专利3712项,其中发明专利826项;完成各类科研课题4657项,开发新产品1744项;获得科技成果奖励382项,其中省部级以上288项;承接并完成国家重大专项19项。“十三五”期间,该公司累计科技投入70多亿元,年均研发投入占营收比重保持在4.97%以上。

1980年底,哈电集团自主研发出当时我国最大的葛洲坝水电站12.5万千瓦水轮发电机组,其后又相继完成12套。2020年1月10日,其参建的“长江三峡枢纽工程”等两项成果荣获2019年度国家科学技术进步奖特等奖。在三峡左岸机组建设中,哈电集团从参与左岸建设到实现右岸自主设计、制造、安装,用6年完成角色转变,蹚出一条技术创新之路。

哈电集团持续加强科研基础设施建设,以高水平基础研究推动技术进步。目前,其拥有一批世界先进的科研、试验、加工、检测等设备6000多台,建成世界先进的核主泵全流量试验台、高水头水力机械模型试验台和综合性燃烧试验中心等大型试验设施;攻克巨型水轮发电机组设计制造、准东煤高效清洁燃烧技术等世界难题,自主研制的二次再热超超临界锅炉、燃用褐煤锅炉等技术处于国际领先水平,新型高效百万千瓦等级汽轮机技术国内领先;承制的世界首台AP1000三代核电机组实现满功率运行,国家科技重大专项CAP1400主泵屏蔽电机样机成功交付,关键技术实现100%国产化,成为国内唯一一家同时具备设计、制造核电机轴封主泵和屏蔽主泵电机资质和能力的企业。

## 电力装备研制硕果累累

“十三五”以来,巴基斯坦恰希玛核电站C4机组竣工,采用的核主泵为哈电集团自主设计制造,具有完全自主知识产权,这是我国第一套出口的自主化核主泵。作为国内唯一具备自主制造华龙一号轴封式核主泵能力的设备供应商,哈电集团拥有华龙一号、AP1000等系列产品产品的研发制造实力,率先实现核主泵的国产化、自主化生产。此外,世界首台华能安源电厂660兆瓦和华能莱苑1000兆瓦二次再热机组相继投运,一举成为世界绿色煤电的标杆示范机组。

2020年,哈电集团先后制造了白鹤滩水轮发电机组首台精品座环、首台精品导水机构、首台精品长短叶片转轮等重要部件。随着白鹤滩右岸电站首台百万千瓦水轮发电机组转子吊装成功,世界水轮装备制造迈进了百万千瓦机组时代。

“十三五”以来,哈电集团加快推进传统产业数字化智能化转型。2019年,其自主研发的国内首个电站商用远程智能诊断系统总体技术水平达到国际先进,填补了我国在电站智能运维方面长期空白。目前,该公司正不断推进新一代信息技术与制造工艺相融合,高效自适

应焊接机器人、CMT焊接机器人工作站开发应用工作取得重大突破。

## 持续铸造国之重器

从建厂初期年产0.24万千瓦发电设备,到最高峰年产3510万千瓦发电设备,70年来,哈电集团累计生产发电设备4.5亿千瓦,大型水轮发电机组占国产装机总量的1/2,煤电机组占国产装机总量的1/3,重型燃气轮机占国内市场份额的1/3,核电机组占国产装备总量的1/5,形成了以煤电、水电、核电、气电、风电、舰船动力装置、电气驱动装置、电站交钥匙工程等为产品的产业布局,实现了我国重大装备制造水平和自主创新能力的跨越式。“十三五”期间,哈电集团累计生产发电设备、电站锅炉、电站汽轮机分别较“十五”期间增长68.2%、67.5%、23.0%。“十三五”期间,该公司累计实现营收、利润、订货分别较“十五”期间增长231.7%、113.5%和53.1%。

当前,哈电集团积极落实“双碳”新要求,全力推进绿色低碳发展,开拓风电、光伏、氢能、生物发电等新能源产业领域,正在由传统能源产品为主向绿色低碳产品和产业转型升级之路上阔步前行。(沈朝辉 李天彪)