

# 码头“绿色化”加速进阶

■ 徐梓沐 柴颖

港通四海,陆联八方。港口运行是观察经济脉动的重要窗口。

当前,海运业在经济全球化的推动下迅猛发展,使用船舶进行运输的世界商品贸易比例高达80%,航运已成为全球经济发展的重要手段,推动港口绿色转型对实现“双碳”目标至关重要。

不久前,浙江省首个“绿色码头”正式投运,这是浙江在绿色转型上又一个标志性事件。

■ 奠基: 宁波舟山港向绿转型

在宁波舟山港梅山港区,近处,龙门吊运转忙碌,货畅其流;远处,一艘艘巨轮在泊位上有序装卸,天地辽阔。

梅山港区地处长三角南翼,东临国际航道和国际锚地,北靠北仑港区,南连佛渡、六横等舟山诸岛,西接象山港,是宁波舟山港核心港区之一。

2023年,梅山港区集装箱吞吐量达944万标准箱,预计今年可达1100万标准箱,冲刺全球第四个“千万箱级”码头,届时宁波舟山港将成为全球唯一拥有双“千万箱级”单体集装箱码头能力的港口。

梅山港区拥有全球最大规模自动化作业设备集群,是宁波舟山港所属岸线最长、大型设备最多的集装箱港区,也是主要汽车滚装作业港区。不寻常的是,置身于码头,这里几乎没有燃油机器的轰鸣声。

国网(宁波)综合能源服务有限公司技术安监部主任许达告诉记者,这源于一场持续十年的“绿色马拉松”——

船舶电力供应主要采用燃油发电的方式,叠加深水港码头停靠船舶均为中大型货船,靠港停泊后,仍需燃油发电机高速运转为船舶负荷供电,这一过程不可避免会释放大量温室气体。

在这一背景下,建设港口岸电替代成为改善港口及周边地区空气质量的明智选择。

2010年,国网宁波供电公司宁波舟山港集团一道在北仑第二集装箱码头启动低压船舶岸电建设,通过开展港口龙门吊、进出港船舶“以电代油”改造,用岸上的电力来提供船舶靠岸期间的能源。

2010年至2012年,双方又共同完成码头4个泊位岸电全覆盖,为小型船舶提供接驳岸电服务。

2015年,由国家电网公司投资建设的首套高压变频岸电项目——浙江宁波港口船舶岸电替代示范项目顺利投运,该项目在宁波舟山港集团远东国际集装箱码头和中宅散货码头各建设1套高压变频船舶岸电电源系统,容量分别为3兆瓦和2兆瓦,能够根据船舶接电设备的不同制式,提供6.6千伏/60赫兹或6千伏/50赫兹两种频率的电源,打破了单频供电的局限,为接纳世界上各类船舶接岸电做好准备。

2016年5月,高压变频岸电系统首次迎来一万标准箱集装箱船接驳,标志着宁波舟山港的岸电由“低压”向“高压”晋级。这套岸电系统还实现了不间断供电,可在船载发电机不停机的状态下,实现船舶带负荷并网,达到船电与岸电的无缝切换。

2019年3月,北仑第二集装箱码头成

为全国首个高低压岸电全覆盖的集装箱码头。

2023年8月20日,全球最大的集装箱轮船之一——“地中海米歇尔卡佩里尼”轮被宁波舟山港的岸电点亮,岸电系统为船舶持续供电61小时,供应电量11.62万千瓦时。这也是目前为止浙江省岸电系统单次最大接电量。

岸电,是绿色低碳码头建设的开端;走向深蓝,更需要智慧的能源互联。经过10余年探索,当前宁波舟山港汇聚了风电、光伏、储能、集卡充电、港口岸电等诸多绿色低碳元素。绿色智慧的电能如同一根纽带,串联起港口源、荷、储、充的能源体系,强劲助推“世界第一大港”的绿色蝶变。

■ 开拓: 打造绿电码头“样板间”

十年不短,花费这么多时间来推动码头的绿色建设,划算吗?

答案是肯定的。

首先,我国集装箱码头体量巨大。据英国《劳氏日报》统计,中国集装箱码头吞吐量规模位居全球之首。同时,根据《中国能源统计年鉴2023》,中国水路运输承担了16.4%的全国货运量,绿电码头建设对推动我国航运业绿色转型意义非凡。

其次,我国港口建设较为集聚。目前,我国的主要运量港口位于一线和二线城市,如长江、珠江三角洲和环渤海地区,这些集装箱码头规模化和标准化程度高,绿色码头的建设经验能够比较容易得到复制推广。

当前,主流的绿电码头建设思路是通过能源结构调整,提高清洁能源使用比例,减少由化石燃料使用而产生的直接碳排放。比如,码头根据所在地区的资源禀赋特点,利用空闲场所自建风力发电等设施,提高码头所用绿色电力的比例,或是在办公楼、候工楼等辅助生产建筑的屋顶或空地上建设光伏发电设施,降低或中和建筑运行而产生的碳排放。

国内部分港口已经在积极探索绿电码头建设。2021年10月,天津港全新打造的全中国首个智慧零碳集装箱码头——天津港C段集装箱码头正式投运。该港口在码头建设9兆瓦风电和1.43兆瓦光伏发电设施,并通过智慧绿色能源系统,实现货轮装卸、水平运输、生产辅助等全部采用电力驱动,运营全过程近零碳排放。

然而,由于该码头自规划建设之初便注入零碳基因,从而实现零碳或近零碳具有先天优势,其经验并不能直接复制到已建成集装箱码头。

根据《2022年交通运输行业发展统计公报》,截至2022年末,全国万吨级及以上集装箱泊位361个,较2021年末增加7个,增加比例2%,即98%的集装箱泊位为已建成泊位。因此,探索如何让已建成的集装箱码头平稳实现绿色转型迫在眉睫。

今年8月,国家电网宁波舟山港风光储一体化项目正式投运,成功完成整体绿色改造。该项目包含5台6.25兆瓦风机、1.72兆瓦光伏项目、1兆瓦/2兆瓦时储能项目和能源微网管理系统,风电与光伏的年发电量约5917万千瓦时,应用储能充放电策略及能源管理,项目年节省能耗费用约520万元,减少二氧化碳排放约2.26万吨,



图为浙江省首个绿电码头——宁波舟山港梅山港区。张晋豪/摄



图为繁忙的宁波舟山港。石瑞敏/摄

与410万辆小汽车一天的碳排放量相当。

梅山港码头换上了新装,但这一成绩的取得却并不容易。

2023年10月,浙江省海港集团、宁波舟山港集团与国网浙江电力签署《共同推进浙江省港口绿色低碳建设合作协议》,梅山风光储一体化项目是该协议落地的标志性工程。尽管浙江省海港集团与国网浙江电力在建设绿电码头上有着共同的目标,但在建设初期,大家也各自存在一些顾虑。

“梅山港区正在全力创建年处理千万箱级码头的目标,而国家电网风光储一体化项目中建设的风机有3台位于集装箱堆场内部,如何在施工的同时,不让繁忙的码头停摆才是真正的难点所在。”宁波梅东集装箱码头有限公司相关负责人表示。作为业主方,浙江省海港集团的顾虑综合表现在码头新建风机、光伏、储能设施对原有建筑结构、占地面积的影响程度,以及土建施工对港口运输车辆通行的影响,是否需要停电并网、施工安全等方面。

绿电码头建成不易,许达对此感受颇深——首先,港口建设之初并没有考虑配置分散式风电和光伏,需要因地制宜开展可行性研究论证;其次,每个港口的风、光资源禀赋不尽相同,需要一笔一笔细算经济账。不仅如此,码头重型机械多,电力需求量大,因此对风电和光伏的装机容量要求更高,占地面积也就更大。

“面对种种困难,我们联合业内专家出具《宁波梅山港综合能源规划方案研究》专题报告,协同海港集团制定切实可行的综合能源发展建设方案和目标,敲定梅山港区绿电码头的建设目标为‘三化一全’,即源端清洁化、终端电气化、调控智能化和基于源网荷储全互动的港区新型电力系统示范区。建设过程中,我们与码头集装箱生产紧密协调,错峰施工,尽量将其生产作业的影响降至最小。双方牢牢守住安全生产底线,建设、施工、运营方案提前做好互相配合,实施期间加强监督和沟通,使得项目顺利投入运行。”许达说道。

“梅山港的成功转型为国内集装箱码头改造提供了范本。”浙江省海港集团技术与信息管理部相关负责人说。在他看来,在绿电码头的后续探索中,应当持续开展风电光伏项目投资成本大、回收周期长与施工周期长等问题研究。只有解决了这些问题,绿电码头才能在全国快速铺开、多点开花。

一个个港口、口岸,看似是一个个点,串珠成线,贯通起来便成为畅通国内国际双循环的一条大通道。今年上半年,我国沿海和内河港口进出港船舶数量达1521.17万艘次,货物吞吐量达91.84亿吨,同比增长14.35%、4.85%。绿电码头的建设成熟后,也必将为内河航运带来启迪。

■ 远景: 绿色码头是绿电码头未来

把码头真正建设得绿色,光靠绿色能源远远不够。

碳达峰碳中和目标下,对世界一流绿色码头建设提出更高要求。绿色码头建设及转型是新时期航运业绿色发展的重要目标和方向。

绿色码头是指在港口规划、建设、运营和维护过程中,充分考虑环境和社会因素,采用环保技术和管理措施,实现港口对环境

和社会的最小化影响。

相较于绿电码头,绿色码头具有更强的综合性,在保护环境和生态系统、节约能源和资源、提高港口竞争力和促进港口产业升级等多个方面意义更加突出。

除大气污染外,粉尘污染、水污染、噪声污染、固体废物处理都应该被纳入绿色码头的建设规划。

位于渤海湾西岸穹顶处的河北沧州黄骅港为例,该港是我国西煤东运、北煤南运的重要港口,每年超2亿吨煤炭在这里下水,扬尘污染是困扰港口发展的难题。

近年来,黄骅港从绿色新发展理念中寻找发展思路,依托智能化打造全流程抑尘系统。如今,黄骅港早已看不到煤尘飞舞,煤污水也实现循环利用。

国外不少港口也贡献了绿色港口建设的先进经验。

作为“绿色港口”倡导者之一的美国长滩港,提出“绿色港口方针(GPP)”,要求船只减速靠港,以有效降低燃料消耗和废气排放,改善空气和水体质量。同时恢复港区栖息的野生生物,净化土壤和海底沉淀物,并且大力培养新型环保卡车操作及维修人员。

瑞典哥德堡港有特定的设施能够将船舶废弃食物转化成清洁的乙醇燃料,每年约有15000—21000吨废弃食物被处理,减少垃圾二次污染的同时也大大降低了碳排放量。

荷兰鹿特丹港大力开发氢能源,计划在港口综合体中引入大型氢气网络,使鹿特丹港成为制氢、应用、进出口的枢纽,推动港口能源转型。

国内外的诸多案例给航运业绿色发展带来启迪——真正的绿色高质量需要社会各界共同参与,加强技术攻关、资金投入、政策支撑,共同达成经济绿色发展的愿景。

我们期盼,离岸远洋巨轮的汽笛鸣响在全球航线,奏响中国全方位绿色发展的时代强音。

## 特变电工±800kV平波电抗器发运安装

守护“西电东送”大动脉

本报讯 近日,直径5.6米、高4.5米、重95吨的±800kV平波电抗器从特变电工电气装备集团旗下合容电气公司(以下简称“特变电工合容电气公司”)发往湖北黄石。至此,特变电工合容电气公司为金—湖北特高压工程大冶站自主研发的9台±800kV平波电抗器全部发运安装,现场已完成安装6台。

金—湖北±800千伏特高压直流输电工程送端在西藏昌都和四川甘孜分别建设卡麦和帮果两座换流站,受端在湖北黄石建设大冶换流站,是连接金沙江上游水电机群与华中地区的能源大动脉,它不仅是世界上海拔最高的特高压直流输电工程,也是我国

“西电东送”战略的重要组成部分,对于支撑华中地区的电力供应和推动绿色低碳发展具有重要意义。

特高压平波电抗器是专门用于直流电力系统中的关键设备,其主要作用是抑制电流脉动,保持电流稳定,保护电力设备免受电冲击,提高电力系统运行稳定性。

特变电工合容电气公司生产的±800kV平波电抗器增加了隔音罩厚度,将产品噪音降低至72dB以下,同时采用更合理的温升分布设计,使得各包封之间的温差小于15k,温升控制优于行业平均水平。特变电工合容电气公司电抗设计部长赵倩介绍:“我们优化了支撑架和导

电排结构,有效解决了行业普遍存在的运行发热难题;通过宝塔型支撑结构和H级绝缘全换位综合线,降低产品损耗,提高产品抗短路能力和过负荷能力。”

据了解,世界首台±800kV直流输电用干式平波电抗器由特变电工自主研发,目前在世界上第一个±800kV直流输电工程——云南—广东±800kV特高压直流输电示范工程稳定运行。

多年来,特变电工积累了丰富的平波电抗器研制能力和履约管控经验,目前产品已在陇东—山东、哈密—郑州、白鹤滩—江苏等多个特高压直流工程中得到广泛应用。(首安倩)

南方电网超高压公司梧州局:

## 二次回路全景状态感知科技项目顺利通过验收

本报讯 近日,由中国南方电网超高压输电公司梧州局牵头,联合四川大学、重庆大学及南瑞继保等多家单位共同承担的“基于边缘计算的继电保护二次回路状态全景实时感知及风险防控技术研究”项目顺利通过验收。这标志着我国在继电保护二次回路运维技术领域取得较大进展,将有力推动二次回路的智能化运维。

在此次项目中,团队成功研发了业内首套具备免维护特性的微机保护装置。该装置将绝缘监测功能深度集成至微机保护系统中,显著提升了绝缘监测的灵敏度,并能够精确到电缆

芯级别的故障定位与告警,从而实现设备全面智能化管理和维护。此外,项目组还开发了互感器二次回路状态监测系统,这是行业内首次采用基于地电压升的技术来监控互感器的二次回路运行状况,有效避免了因二次回路异常而引起的潜在安全隐患。

针对控制电缆故障检测难题,项目组创新性地进行设计并制造出一套基于宽频阻抗谱的电缆检测装置。经测试验证,该装置在故障定位精度、适用范围等方面远超国际同类产品,为电力系统提供了更为高效可靠的解决方案。

截至目前,本项目已申请12项国家发明专利,并在国内外权威期刊上发表多篇学术论文,其中包括4篇中文核心期刊文章和1篇SCI论文。这些成果不仅填补了国内相关领域空白,也为推动电力行业向更加智能、绿色方向发展奠定了坚实基础。

此次项目的成功实施,标志着我国在继电保护技术方面取得重要进展,有望引领未来电力系统运维模式向少人化乃至无人化方向转变,极大程度降低现场工作人员的工作强度,同时提高整个电力网络的运行效率和安全性。(温才权 黄波)

本报讯 近日,南方电网公司2024年内训师技能竞赛落下帷幕,南方电网毕节织金供电局张凤华凭借稳健的台风、扎实的专业功底、生动的授课方式,经过三轮激烈角逐,斩获南方电网公司2024年内训师技能竞赛个人一等奖,并荣获“南方电网公司技术能手”称号。

这是毕节供电局近年来在南方电网公司同层级比赛中获得的最好成绩,也是毕节供电局实施“毕力同心”员工能力提升工程总方案,取得教育培训、人才队伍建设显著成效的有力见证。

近年来,毕节供电局践行“企业第一资源发展竞争之本”的人才理念,制定并实施“毕力同心”员工能力提升工程总方案,聚焦“三基建设”“聚焦核心业务 提升核心能力”专项行动、人才培养等重点任务,着力打造综合素质高、业务能力强的内训师队伍。通过开展内训师竞赛选拔、举办内训师能力提升培训、优化配置“一所两师”基层班组师资力量等方式,以赛促学、以培促教、以教促学、教学相长,不断提升内训师职业素养,同时结合核心业务需要积极开展岗位大练兵、送教到所,每月一赛,发挥内训师传帮带作用,放大内训师传导效应,让优秀内训师成为燎原星火,不断助推员工核心技能水平提升。

据悉,通过多措并举推进人才队伍建设和内训师培养,毕节供电局多个课件获得中电联全国微课大赛一、二等奖和贵州电网公司金牌课件;多名内训师获南方电网、贵州电网公司内训师竞赛奖项;1人获聘领军级技术专家,实现毕节供电局高层次专家“零”的突破。一系列成果、荣誉、奖项,激励着更多干部职工不断成长进步,为企业发展贡献力量。

接下来,毕节供电局将持续打造高素质内训师人才队伍,积极落实“人才+项目”等工作,不断提升一线技能岗位员工核心技能水平,为企业高质量发展提供坚强的人才保障,更好地为广大客户提供优质可靠的电力保障。(饶雪梅)

南方电网贵州毕节供电局:  
多措并举加强人才队伍培养,引领电力服务提质增效