

# 粤港澳大湾区抽水蓄能年发电量首次突破100亿千瓦时

■ 黄昉

2023年,在全国电力负荷屡创新高和新能源装机占比持续增大的形势下,抽水蓄能作为目前技术最成熟、经济性最优、最具大规模开发条件的电力系统绿色低碳清洁灵活调节电源,在能源电力供应中的保障作用愈发凸显。

2023年,粤港澳大湾区6座抽水蓄能电站的31台机组启动超过3万次,较2022年增长13.81%,发电量112.61亿千瓦时,首次突破100亿千瓦时,较2022年增长27.36%,相当于514万居民用户一年的用电量。

## ■ ■ ■ 运行控制提效 迅速响应电力系统的调度需求

走进南网储能公司番禺生产基地的集控中心大厅,巨大电子屏映入眼帘,显示画面星罗棋布,数据图表整齐排列。2023年7月,在历经1500余张控制画面开发、近14万个数据测点配置、3100余个实时监视信号采集、长达近8个月试运行后,这里作为我国首个抽水蓄能多厂站集控中心正式投运。

基于成熟的物联网技术,该集控中心具备设备信息敏捷辨识、设备操作便捷防误、值班职责机器替代等多项数字化功能。“集控中心实现对粤港澳大湾区全部抽水蓄能机组的远程集中控制,控制效率为传统模式的2到3倍。”南网储能运行公司集控中心总经理向鸣介绍。

目前,粤港澳大湾区抽水蓄能装机规模达到968万千瓦,接近全国抽水蓄能装机总量的1/5。为保证抽水蓄能机组“开得起、调得出、停得下”,一项项技术和管理举措先后在南网储能公司落地见效。

“黑启动”是抽水蓄能电站六大功能之一,通过抽水蓄能机组自启动、输电线路充电、启动其他发电机组、并网恢复发电能力等环节,可以在极端条件下快速给系统注入电力,迅速恢复电网。2023年2月至11月,粤港澳大湾区抽水蓄能电站的8次“黑启动”试验先后完成,顺利实现了年度试验目标。其中,梅州、广州、阳江3座抽水蓄能电站首次开展了带500千伏线路运行“黑启动”试验,更真实地模拟了电网“全黑”的启动条件。

管理模式上,2023年7月起,南网储能公司实现了粤港澳大湾区六座抽蓄电站的“7×24小时”全面应急值班管理,由运行人员直接承担全部日常应急与常规故障处理,应急效率大幅提升。2023年7月26日,在6座抽水蓄能电站的有力支撑下,南方五省区抽水蓄能年发电量首次突破5000万度。

## ■ ■ ■ 关键技术可控 有力提高产业链供应链安全性

针对产业链的痛点、卡点、堵点,集成各类创新资源,开展关键核心技术攻关,凸显了创新对产业链发展的有效支撑。



2023年7月,我国首个抽水蓄能多厂站集控中心——南网储能公司集控中心投入正式运行。  
南网储能公司/供图

2023年2月,我国首套国产化抽水蓄能调速器系统在南网储能广州抽水蓄能电站投入使用。

抽水蓄能机组成套开关是电站的关键机电设备之一,技术性能和可靠性要求高,设计制造难度大,此前一直被国外极少数公司垄断,被称为我国抽水蓄能机组主机设备的“最后一块短板”。

2023年6月10至11日,我国电气领域的30余位专家学者从全国各地奔赴粤港澳大湾区,参加由中国机械工业联合会组织的“国产抽水蓄能机组成套开关设备”产品鉴定会,实地考察安装在梅州抽水蓄能电站4号机组的首套开关运行情况。经过严格评审,委员专家们给出了“综合性能指标达到国际领先水平,可以批量生产并在抽水蓄能电站推广应用”的鉴定意见。这标志着由产业链业主南方南网储能公司和供货商西开电气联合开展的科技攻关取得实质性成功。

高水头、大容量是世界抽水蓄能机组发展的主要方向,能够有效降低工程造价,提高电站综合效益。阳江抽水蓄能电站是我国超高水头超大容量抽水蓄能机组设计制造自主化的重点依托工程,也是国内在运单机容量最大的抽水蓄能电站。

2023年5至7月,在电站投运满周年之际,一系列成果鉴定会密集召开。经鉴定,该电站机组研制、系统设计、水道建设三项关键技术均达到国际领先水平,表明我国在超高水头超大容量抽水蓄能工程领域实现了高水平的科技自立自强。

同样是攻克“卡脖子”难题,截至2023年12月底,南网储能公司自主研制的我国首套抽水蓄能成套核心控制系统安全启动超过2400次、累计运行时长超过21600小时。

抽水蓄能核心控制系统由计算机监控、调速、励磁、继电保护等四大系统组成,被喻为抽水蓄能电站的

“大脑”。以前,这套系统的关键部件依赖进口,核心功能优化存在“盲区”。2021年2月起,南方电网选取广州、惠州两座抽水蓄能电站为平台,同时开展四大系统的“元件级”国产化设备研制工作。近三年来,研发团队先后完成了元件比选配、技术功能研发、控制逻辑优化、调试试验等工作。整套系统关键技术达到国际领先水平,算法高效、功能完备,完成四大系统的“元件级”国产化替代工作,实现重大技术创新40项,21项技术填补国内空白。

## ■ ■ ■ 数据分析赋能 大力推进人工巡检的机器替代

当前,以大数据、云计算、人工智能等技术为主导的新质生产力正在抽水蓄能领域加快形成。

2023年4月,我国首个抽水蓄能人工智能数据分析平台在粤港澳大湾区上线运行。南网储能修试公司自动化检修部总经理杨铭轩表示:“借助大数据分析平台,我们能够足不出户地掌握设备健康状况,实现90%人工巡检的机器替代,科学减少机组停电检修时间,每年可创造经济效益约1760万元。”

平台上线运行后,南网储能公司深化人工智能应用的步伐未曾放慢。数据质量持续提升,将原本达到的“秒级”数据在线分析提升到“毫秒级”;算法中台全面重构,利用机器学习算法智能自动更新数据评价规则;新增多类组态运算算子,结合量测模型服务实现算法批量布置;利用机器学习算法训练温度趋势、同期时间等场景模型,形成全业态智能分析能力;业数持续深度融合,基于算法体系实现数据自动巡检、设备状态报告自动生成、缺陷隐患自动分析预判……2023年,南网储能公司累计提前预判设备缺陷隐患50余起。

两库之水奔涌,机组飞速转动,水花流动点亮南粤大地万家灯火。这样的故事正在不停书写。“十四五”期间,粤港澳大湾区预计新增4000万千瓦风光新能源并网,抽水蓄能电站将继续助力新能源电力稳定消纳。

# 光伏N型组件走俏市场

■本报记者 董梓童



光电转换效率是衡量太阳能电池把光能转换为电能的能力。转换效率越高,太阳能电池的发电能力越强。转换效率每提升1%,相同尺寸的组件功率可增加20瓦,下游电站则可以节省5%以上的成本。理论上,目前市场主流产品P型组件最高转换效率约26%,而N型组件的能达近30%。随着N型组件产能逐步释放,成本持续下降,市场需求正快速从P型组件切换到N型组件。

“2022年,全球N型出货量约17吉瓦,全球光伏行业正式进入N型时代。2023年,全球N型产品出产达121吉瓦,较上一年增长7倍,开始进入N型产能有效产出阶段。2024年,N型产品出货量将超过P型成为全球最主流的光伏产品。”晶科能源股份有限公司研发产品总监李炳辰预测。

## ■ ■ ■ 加速进入市场

李炳辰给出了一组数据,同版型单块组件,P型组件功率550瓦,N型组件功率580瓦,尺寸一致情况下功率增加5.5%。N型组件功率温度系数为-0.29%/摄氏度,低于P型的0.35%/摄氏度,意味着N型组件受温度影响更小。此外,N型组件衰减更低,背面发

电增益更高,以至全生命周期发电量更高。

国联证券分析师在研报中指出,行业测算数据显示,2023年TOPCon电池片的行业平均转换效率达24.9%,头部企业TOPCon电池片量产效率均已达到25.5%,并向26%靠近。预计2024年将陆续导入SE及双面POLY技术,电池片效率将继续提升约0.5个百分点,转换效率更高。

在券商等研究机构看来,新技术迭代速度加快。本轮以TOPCon为先行的N型电池片技

术迭代速度高于预期。

第三方行业咨询机构InfoLink Consulting分析,随着市场需求快速切换到N型产品,P型电池代工订单接续萎缩。依据市场行情判断,2024年新扩产能推迟与老旧产能退坡规模仍将持续扩大。预估今年PERC与TOPCon市占率分别为23%与65%。2025年起,PERC市占率将仅剩个位数,并随后逐渐在光伏市场中成为特种商品,占比将持续萎缩。

## ■ ■ ■ 关键辅材进步

五矿证券指出,TOPCon电池在PERC电池基础上,改变了电池基底,增加了隧穿氧化硅钝化技术,一方面增加少数载流子寿命,一方面进一步减少背表面复合率。TOPCon技术是PERC技术的发展延伸。

技术进步也对制造端提出了更高要求。光伏银浆是制备光伏电池金属电极的核心辅材,直接影响电池的光电性能。银浆成本在光伏电池非硅成本中占比约35%,是光伏电池的第一大非硅成本。N型电池银耗更高,银粉在光伏银浆原材料成本中占比高达98%。目前,TOPCon银粉国产化正加速推进。

民生证券指出,国产银粉价格低,国产替代有助于

促进银浆企业的供应链安全并降本。银浆企业向上游延伸布局,提高银粉自供比例,助推银粉国产化进程并进一步降本。由于TOPCon银浆技术难度更高,目前能批量供应的厂商较少,竞争格局更优。N型迭代加速,有望推动银浆行业集中度提升。

同时,制造端企业也正在促进技术进步。近日,东方日升表示公司异质结叠层组件纯银用量已降低至小于7毫克/瓦,较目前PERC和TOPCon产品的约7.82毫克/瓦和10.24毫克/瓦纯银用量更低。降低纯银用量将让产品更具成本优势。

## ■ ■ ■ 规模持续放量

2月1日,InfoLink Consulting发布最新一周光伏供应量价格评析。PERC组件均价0.88元/瓦至0.9元/瓦,而TOPCon价格为0.93元/瓦至0.96元/瓦,两者价格差距越来越小。

InfoLink Consulting表示,对于新型技术的扩产也因为行业处于价格低位,企业生产盈利被压缩,导致许多扩产规划放缓、甚至项目出现中止与设备退回或转让。截至2023年12月末,高效TOPCon电池面临暂缓的项目接近9家,项目规模累积达到120吉瓦。

不过,从长远来看,市场对N型产品前景看好。InfoLink Consulting称,PERC产能改造升级TOPCon项目的潜在体量也在成长酝酿当中,多数厂家仍在游移观望头部专业电池厂家的改造成果,并且即便具备改造能力并预留产能升级空间,改造后的经济性仍是企业关注评估重点。因此,除了观察一线企业评估改造风险外,也在考虑收购上述暂缓的TOPCon项目以提升自身竞争优势的同时规避改造风险。

国联证券认为,TOPCon组件溢价正在缩小,N型产品溢价红利期接近尾声,N型时代或将全面来临,成本管控及效率优势将成为市场竞争关键。2023年,以TOPCon为主的N型电池片产能快速增长,2024年出货规模放量,预计N型市占率提升进度有望加速,或将提前成长为全球主流技术路线。

## 数说

3.9亿吨

2023年我国国内油气产量当量超3.9亿吨

数据显示,2023年我国国内油气产量当量超过3.9亿吨,创历史新高,连续7年保持千万吨级快速增长势头。其中原油产量达2.08亿吨,较2022年大幅增长近1900万吨;天然气产量达2300亿立方米,连续7年保持百亿立方米增产势头。

65%

2023年我国电动汽车充电基础设施同比增长65%

截至2023年底,我国电动汽车充电基础设施总量达859.6万台,同比增长65%。充电基础设施体系规模持续扩大、网络加快完善,全国共有6328个服务区配建了充电设施,占服务区总数的95%,北京、上海、河北、安徽等15个省市高速公路服务区已全部具备充电能力。截至2023年底,广东、广西、海南、江苏、湖北等12个省份已经实现了充电站的“县县全覆盖”、充电桩的“乡乡全覆盖”。

30万亿元

绿色贷款余额超30万亿元

中国人民银行发布数据显示:截至2023年末,本外币绿色贷款余额30.08万亿元,同比增长36.5%,高于各项贷款增速26.4个百分点。其中,投向具有直接和间接碳减排效益项目的贷款分别为10.43万亿元和9.81万亿元,合计占绿色贷款的67.3%。

分用途看,基础设施绿色升级产业、清洁能源产业和节能环保产业贷款余额分别为13.09万亿元、7.87万亿元和4.21万亿元,同比分别增长33.2%、38.5%和36.5%,比年初分别增加3.38万亿元、2.33万亿元和1.23万亿元。

47处

全国已有47处国家级智能化示范煤矿通过验收

截至目前,全国已有47处国家级智能化示范煤矿通过验收,累计建成564个智能化采掘工作面,单面平均能力达到500万吨/年,煤炭行业减人增安提效取得新成效。2024年全国能源工作会议把煤矿智能化列入下一阶段煤炭工作的重要内容之一。会议指出,要扎实推进煤矿智能化建设,有序核准一批安全智能绿色大型现代化煤矿,确保煤炭产能接续平稳、煤炭产能保持在较高水平。

1576亿千瓦时

山西2023年净外送电量创历史新高

山西省统计局通报称,作为全国重要电力外送基地,2023年山西外送电量1576亿千瓦时,创历史新高,比上年增长7.7%,占全省发电量的比重为35.3%。

山西省统计局称,2023年山西省发电量4461亿千瓦时,其中可再生能源(水电、风电、太阳能发电、生物质发电)发电量892.1亿千瓦时,比上年增长17.9%,占到总发电量的20%,比重提高1.9个百分点。截至2023年底,山西省发电装机容量13304.1万千瓦,其中可再生能源装机容量5309.1万千瓦,比上年增长22.6%,占到总装机容量的39.9%,较上年提高4.1个百分点。

山西电网是“西电东送”“北电南送”的重要组成部分,也是水火互济、特高压交直流混联、含较大比例可再生能源的外送型电网。

