

# 数字电网： 新能源的“最佳拍档”

◎本报记者 叶青 通讯员 张伟雄

“十四五”和“十五五”期间，中国南方电网有限责任公司（以下简称南方电网）将推动南方5省区区域分别新增1亿千瓦风光新能源装机容量，新能源装机容量将从目前的0.5亿千瓦增加到2030年的2.5亿千瓦，支撑提前实现碳达峰。

在我国推进碳达峰、碳中和的大背景下，“主

力军”电力行业将如何构建以新能源为主体的新型电力系统，实现能源转型呢？“数字电网将成为承载新型电力系统的最佳形态。”5月28日，南方电网能源发展研究院有限责任公司党委书记、董事长吴宝英说，近日，南方电网发布《数字电网推动构建以新能源为主体的新型电力系统白皮书》（以下简称白皮书），提出将依托数字电网建设，多措并举构建以新能源为主体的新型电力系统，服务碳达峰、碳中和战略目标实现。

## 为高效消纳新能源提供“核心算法”

数据显示，2020年我国能源消费产生的二氧化碳排放占总排放量的88%左右，而电力行业占能源行业二氧化碳排放总量的42.5%左右。

作为我国碳排放占比最大的单一行业，电力的碳达峰、碳中和进度将直接影响“双碳”目标实现的进程。

因此，我国提出深化电力体制改革，构建以新能源为主体的新型电力系统。此目标的提出，也与我国的能源结构密切相关。我国可再生能源尤其是风、光等新能源发展潜力巨大。近年来，我国陆上风电、光伏发电装机规模均位列世界第一，海上风电居世界第二，带动了新能源技术和产业快速发展。

“构建以新能源为主体的新型电力系统是一场硬仗，面临的挑战主要是解决‘清洁、可靠、经济’三者之间的矛盾。”吴宝英说。

数字电网是新型电力系统的核心。2019年，南方电网研究提出数字电网建设的战略部署。依托强大的“电力+算力”，实现了对用电负

荷、电量数据的精准“预测”，这给广东、广西、云南、贵州、海南5省区的清洁能源消纳和消费按下了“快进键”。2020年底，5省区非化石能源装机和电量占比分别达到56%和53%，居世界前列，风电、光伏发电利用率均达99.7%，区域能源结构转型成效显著。

面对我国碳达峰、碳中和的目标，南方电网将加快建设数字电网，加速电网管理数字化转型，加大5G基站、物联网、电动汽车充电桩等新型基础设施建设配套投入；对接国家工业互联网和数字政府，推动能源生态系统利益相关方开放合作、互利共生、协作创新。

“在能源生产环节，数字技术将支撑电力系统拥有更加敏锐的‘五官’和更加聪明的‘大脑’，大幅提升新能源的‘可观、可测、可控’水平，支持千万级级新能源设备作为主力电源参与电力系统调控过程，这将为新型电力系统充分消纳新能源、确保安全运行和清洁低碳奠定关键基础。”南方电网数字电网研究院有限公司党委副书记、董事、总经理李鹏说。

## 支持新能源发电设备成为主力电源

截至4月15日晚，我国第四大水电站乌东德水电站累计发电达200亿度。南方电网通过世界首个特高压柔性直流工程——乌东德电站送电广东广西特高压多端柔性直流示范工程，已累计把其中140亿度电送往粤港澳大湾区，相当于为广东减少二氧化碳排放456万吨。

乌东德水电站是实施“西电东送”的国家重大工程。目前，南方电网西电东送已形成“八交一直”输电大通道，送电规模超5800万千瓦，年送电量超2300亿千瓦时，其中清洁能源占比超过80%，已拥有自主化的大容量特高压多端柔性直流输电技术，在大型交直流电网规划、建设和运行技术与实践方面处于领先地位。

在新型电力系统中，电网作为消纳高比例新能源的核心枢纽作用更加显著。“跨省区主干电网+中小区域电网+配网及微网”的柔性互联形态和数字化调控技术将使电网更加灵活可控，实现新能源按资源禀赋因地制宜广泛接入。新能源+储能、新能源+负荷+储能等多元协调开发新模式也将不断涌现。

白皮书提出，南方电网将支持新能源发电设

备作为主力电源参与电力系统调控过程。“我们还将持续利用数字技术构建坚强主网架和柔性配网；统筹利用风电、光伏、生物质等区域分布式能源资源，因地制宜建设交直流混合配电网和智能微电网，持续加强配电网数字化和柔性化水平，提升对分布式电源的承载力。”南方电网首席技术专家、南方电网科学研究院有限责任公司党委书记、董事长饶宏说。

饶宏指出，与传统电力系统相比，新型电力系统首先面临的是大规模新能源发电如何高效并网与消纳、系统各环节效率如何提升降低供电成本等重大技术难题。

对此，南方电网提出大力实施创新驱动战略，增强构建新型电力系统的科技支撑力和产业带动力，开展新型电力系统运行机理与发展形态等基础研究，在新能源发电大规模并网消纳、数字电网、电力专用芯片等方面实现突破，建设支撑新型电力系统国家级创新平台，形成具有我国自主知识产权的新型电力系统关键技术和标准体系。加快实现关键领域核心技术独立自主和升级换代，促进形成完整且具备国际一流水平的电力产业链。



中国南方电网有限责任公司做好新能源配套电网规划和发电电源上网接入。日前，广西白云岭风电场又一座风力发电机即将建成。  
李志杰摄

## 1 亿千瓦

“十四五”和“十五五”期间，中国南方电网有限责任公司将推动南方5省区区域分别新增1亿千瓦风光新能源装机，新能源装机将从目前0.5亿千瓦增加到2030年2.5亿千瓦，支撑提前实现碳达峰。

## 大数据技术助用户挖掘节能潜力

“不仅办电可以‘刷脸’，就连停电时，都能在App上看到‘抢修小哥’飞奔而来的轨迹。”广州市民卢先生通过“南网在线”App报装90千伏安的制造业普通工业用电，从提出申请到完成接电，仅用了一天半时间。

“十三五”期间，南方电网利用新一代数字化技术，通过大力实施“5G+智能电网”建设，实现了对电网海量终端设备的实时管理，建成了深圳福田、广州中新知识城、珠海横琴等可靠性配电网示范区。同时，南方区域电力市场建设走在全国前列，电力现货市场和区域调频辅助服务市场在全国率先进行了结算试运行。

记者从白皮书中还可看到，南方电网将以数字技术助推能源消费革命，推动绿色生产生活方式广泛形成。

“我们将利用数字技术构建适应新型电力系统的现代供电服务体系，提高服务效率和客户体验，支撑业务创新，帮助用户不断释放需求潜能；通过物联网和区块链技术聚合海量用户侧可调

节资源，大力建设虚拟电厂，引导用户合理用电，促进发电侧与负荷侧双向互动。”饶宏说。

近日，南方区域首次可再生能源电力消纳量交易开市。南方电网贵州电网公司挂牌交易风能、太阳能、生物质能非水可再生能源消纳量，交易双方成功达成可再生能源消纳量凭证2716个，折合可再生能源消纳电量271.6万千瓦时。

“集中的平台、标准化的标的，不仅让交易更方便，同时也为我们售电公司助力国家完成碳达峰、碳中和目标提供了新途径。”广东粤电电力销售有限公司珠三角区域总监李浩宇表示。

加快建设南方区域统一电力市场，丰富电力市场交易品种，探索灵活多样的市场化需求响应交易模式，将是南方电网构建新型电力系统的内容之一。此外，南方电网还将通过大数据技术辅助用户挖掘节能潜力，促进能源消费从单一、被动、通用化的利用模式向融合多种需求、主动参与、定制化的高效利用模式转变，推动电动汽车、电能替代、节能减排、综合能源服务的发展。

## 新看点

### 精准计量系统上线 给火电企业碳排放“画像”

科技日报讯（记者张晔 通讯员张健 董莹）国内首个电力行业碳排放精准计量系统5月27日在江苏上线，在国内率先应用实测法进行碳排放实时在线监测核算，实现对火电企业生产全过程二氧化碳排放的“精准画像”。

目前，我国电力行业约占能源行业碳排放的41%，而火电是其中最主要的碳排放源头。在火电机组生产运行中，化石燃料燃烧、脱硫等关键环节都会产生二氧化碳。

“我们以往主要是根据消耗的煤来进行碳排放估算的，消耗1吨煤，排放约2.6吨二氧化碳，实际上由于机组负荷、燃煤组分、燃烧效率等因素，碳排放量是会变化的，估算会产生较大误差。”江苏新海发电有限公司环保专责陈林再进说。

为此，国网江苏省电力有限公司自主研发了碳排放精准计量系统，将火力发电各个环节的2000多个监测参数传输至计量系统，实时监测发电全过程排放烟气的流速、湿度、二氧化碳浓度等数据，再通过关键参数的分析校验，精准计算碳排放量。

“我们系统的数据采集精确到每秒，单台机组每天采集数据超过1000万条，完成计算比对约50万次，确保了监测数据的实时性、连续性和准确性。”江苏方天电力技术有限公司总经理潘志新介绍。

目前，江苏已在省内8家发电企业开展碳排放精准计量试点，11台发电机组安装测量装置，并进行数据对比分析，对碳生产、排放的全过程进行精准画像，以此构建了适应多行业的碳计量实测与核算模型。

中国电机工程学会环保专委会主任委员朱林介绍，准确的碳计量，有助于摸清碳排放的家底，制定更为科学的减排降碳措施。同时，碳排放计量的实测数据可以作为配额依据，提高碳市场的活跃度，促进碳达峰早日实现。

预计到2022年底，这一技术在江苏主力火电机组全覆盖。江苏还计划将这一系统应用于其他高耗能高排放行业，同步建设全省碳排放大数据平台，实现社会各行业碳排放精准计量。

### 大数据中心 助嘉兴完成能源“双控”

科技日报讯（洪恒飞 记者江耘）“统计数据显示，浙江省嘉兴市单位GDP能耗0.435吨标煤/万元，同比下降4.8%，能源消费总量2146.2万吨标煤，同比增长1.8%，基本完成‘双控’目标任务。”5月28日，记者从国网浙江省电力有限公司嘉兴供电公司（以下简称嘉兴供电公司）获悉，嘉兴市能源大数据平台投用半年多来，已基本涵盖当地年耗煤5000吨标准煤企业以及嘉兴市规上工业企业，有效助力政府精准管控能源利用，实现能源消耗总量和强度“双控”目标。

嘉兴既是“用能大市”，又是“资源小市”，为优化能源消费结构，嘉兴于2018年启动能源“双控”三年攻坚行动，并在2020年11月，建成浙江省首家地市级能源大数据中心。据了解，该平台通过汇聚电、水、气、热、煤、油、清洁能源等能源数据，搭建多类能源分析模型，实现了分行业、分区域、分用户采集和统计能耗，并可通过多能源数据视角对能源使用情况和趋势进行可视化、可视化展现，满足政府部门能源管控需求。

“下一步，我们将依托该平台，探索小微型园区能源监测系统建设，加快建成城市级、园区级到楼宇级能源综合监测管理架构体系，为地方能源管理决策提供服务支撑。”嘉兴供电公司相关负责人表示。

### 有了这套“升级版”装置 炼油产生的氢气可高效回收利用

科技日报讯（张棣 陈科）“以每小时6万标准立方米尾气提氢变压吸附装置为例，若采用原有技术及吸附剂产品，氢气回收率约84%。而采用新技术后的装置，最终氢气回收率将达到90.4%。”5月29日，西南化工设计院相关负责人粗略算了一笔账，按天然气制氢折算，泉州石化二期炼化项目采用新升级的变压吸附装置每年将减少1.7万吨二氧化碳排放。

据介绍，泉州石化二期项目配套的两套大型变压吸附装置，选用了西南化工变压吸附装置技术，包括每小时22.36万标准立方米重整气提氢变压吸附装置，及每小时6.5万标准立方米尾气提氢变压吸附装置。2020年12月20日，这两套装置成功得到合格氢气产品，并连续稳定安全运行，两套装置氢气回收率等多项技术指标及装置运行稳定性均优于国外技术。

目前，国内石化企业大多数炼油厂的重整变压吸附装置解吸气被直接烧掉，按我国已建成的近30个千万吨级炼油项目计，每年有超过8亿标准立方米的氢气被白白烧掉，若能采用西南化工变压吸附装置技术进行氢气回收，每年将产生7亿元以上的直接经济效益，按天然气制氢折算，每年将减少约50万吨二氧化碳排放。

“该技术能有效提高氢气回收率，减少原料气消耗，降低能耗和二氧化碳排放。有力支撑了炼化和现代煤化工产业提质增效、节能减排、推进绿色技术转化应用，将助力我国实现碳达峰、碳中和目标。”西南化工设计院相关负责人表示。



图为泉州石化二期项目配套的大型变压吸附装置 受访者供图

# 世界最大“充电宝”为点亮冬奥“热身”

◎本报记者 马爱平

滦河东去水流急，山峦叠嶂峰岭多，在距离北京180公里的河北丰宁满族自治县内，山水掩映着一座世界装机容量最大的抽水蓄能电站——河北丰宁抽水蓄能电站。5月21日，丰宁抽水蓄能电站上水库正式开始下闸蓄水。这也标志着工程由建设阶段进入蓄水发电准备阶段。

丰宁抽水蓄能电站总装机容量360万千瓦，有世界最大的“充电宝”之称，是国家重点项目工程。该电站作为2022年北京冬奥会配套的绿色能源重点工程，将为北京冬奥提供绿色电力保障，点亮冬奥的璀璨灯火。

“丰宁抽水蓄能电站发电机组有一项‘独门绝技’——黑启动。当电网发生异常情况时，机组可在3至5分钟内迅速响应，为断区区域提供电能。”中国能建葛洲坝二公司总经理、党委副书记陶桓林说，黑启动的功能，可为冬奥会和京津冀及冀北地区电网安全运行提供保障，满足京津冀电网调峰需求，进一步提高供电质量。

## 保证冬奥用电清洁又安全

作为2022年北京冬奥会配套的绿色能源重点工程，为冬奥会输送清洁能源及保证赛事用电安全，是丰宁抽水蓄能电站的首要任务。

丰宁抽水蓄能电站2013年5月开工，中国能

建葛洲坝二公司承担了电站下水库拦砂坝、进出水口、闸门井、启闭机楼、拦河坝等重点施工任务。

“抽水蓄能电站是目前技术最为成熟的大规模储能方式之一，加快建设抽水蓄能电站，对构建以新能源为主体的新型电力系统、保障能源安全、促进清洁能源消纳都具有重要意义。”陶桓林说，“进入‘十四五’时期，随着我国能源革命的推进，对抽水蓄能电站的需求更加强烈。”

抽水蓄能电站，是电网系统内重要的“调节器”“稳压器”和“平衡器”，也是目前世界上最经济、最清洁的大规模储能方式之一，被誉为水电行业“皇冠上的明珠”。

陶桓林介绍，丰宁抽水蓄能电站投产后可将京津冀地区不稳定的光伏、风电等清洁能源输出的电能，转变成稳定的绿色电能，年发电量可达66.12亿千瓦时，相当于节约标煤48.08万吨，对实现北京冬奥会承诺的100%清洁能源供电具有显著意义。

## 攻克层层施工技术难关

目前，我国抽水蓄能电站装机容量居世界第一。然而，建一座当前世界上装机容量最大的抽水蓄能电站，施工难度并不简单。其中，上水库大坝面板最大斜长201.5米，是国内抽水蓄能电站中最高的一面板堆石坝。加之工期紧、地质条件差、气候条件恶劣，更为施工增添了难度。



丰宁抽水蓄能电站发电机组有一项“独门绝技”——黑启动。当电网发生异常情况时，机组可在3至5分钟内迅速响应，为断区区域提供电能。黑启动的功能，可为冬奥会和京津冀及冀北地区电网安全运行提供保障。

## 陶桓林

中国能建葛洲坝二公司总经理、党委副书记

“针对超高层面板混凝土施工，我们采用的滑模一次拉成型技术，属国内高寒地区首例。”中国能建葛洲坝二公司丰宁项目部（以下简称丰宁