构建智能生态体系

光伏产业发力数智化深度融合

“近年来，我国新能源装机容量快速增长。数据显示，截至2024年3月底，风电、太阳能发电累计装机量分别约达4.57亿千瓦和6.6亿千瓦。今年一季度，风电、太阳能发电新增装机量超过6100万千瓦。”电力规划设计总院副总工程师、新能源研究院院长王霁雪在SNEC第十七届（2024）国际太阳能光伏与智慧能源（上海）大会暨展览会（以下简称“光伏展会”）分论坛上表示，新能源的快速发展和高效消纳为推动能源绿色低碳转型和保障“双碳”目标实现提供了重要支撑。

在“双碳”目标支撑下，伴随产业政策、规划等密集出台，光伏电站投资进入白热化。但值得注意的是，虽然新能源行业正在快速发展，但行业整体数智化程度仍旧偏低。

业内专家表示，在新型能源体系建设和全球人工智能技术于产业层面应用快速发展的背景下，光伏行业需要通过与新一代信息技术的深度融合创新，进一步构建智能光伏产业生态体系，从而推动我国光伏产业持续迈向全球价值链中高端。

● 本报记者 乔翔

视觉中国图片

数智化转型为大势所趋

在业界看来，未来光伏产业的竞争不再局限于某一单点技术或单个产品层面的竞争，而是上升到对光伏整体生态体系建设能力的深度把握。其中，通过新一代信息技术实现产业升级，已逐步成为当下光伏产业突围的重要路径。

“数智化转型是大势所趋，以光伏下游的电站环节为例，目前大多数光伏电站的运维管理水平处在‘工厂模式’到‘信息模式’之间，尚未有光伏电站真正实现数智化运维。”某参展企业相关负责人告诉中国证券报记者，业界正在探索通过在传统光伏发电系统中应用大数据与人工智能等新兴技术，对从光伏电站建设到运维的全部流程进行优化和创新，最终实现优化初始投资、降低运维成本、增加投资回报率等，从而大幅提升光伏电站全生命周期价值。

“光伏数智化是基于光伏发电和信息技术的创新融合，最终呈现出智能化光伏电站这一载体。其中，光伏电站对数智化的需求包括电站全生命周期管理以及针对不同客户需求打造的服务能力等。”华为数字能源电站智能光伏产品管理总监万松表示。

万松告诉记者，长期以来，华为智能光伏在智能组串式逆变器、智能组串式储能、主动安全、并网能力及电站数字化五大技术方向上，通过持续创新打造解决方案竞争力，为客户创造更多价值，并推动行业健康发展。

在本次光伏展会上，华为数字能源电站智能光伏业务总裁周涛发布了智能光风储发电机解决方案。据悉，该方案基于相关智能算法，通过电压、频率、功角三大稳定重构，让新能源系统能够等效甚至部分优于同步机组的控制方案，实现“发得多、送得完、控得稳”。

助力探索更多应用场景

数智化升级还能够使光伏电站适应各种复杂场景，例如大型地面电站、山地丘陵、农光互补和渔光互补等。

对于发展太阳能资源具备优势的青海而言，在当地建设运营高质量光伏电站，受海拔和气候等因素考验。

以光伏“大脑”逆变器为例，作为光伏发电的核心设备，其性能和寿命直接影响着整个光伏电站的长期可靠运行和盈利能力。作为首次使用组串式逆变器的大型地面电站，青海格尔木光伏电站运行多年依旧保持着高水准。

据悉，格尔木是华为第一台组串式逆变器和第一套智能光伏解决方案落地的地点。此前，华为和黄河公司一起联合创新，在行业首次定义了智能光伏，并构建了“云、管、端”的数字化架构，并以智能光伏逆变器作为光伏电站的大脑，深度挖掘光伏系统的潜力，让发电更多，运维更少。

事实上，随着清洁能源基地的规模越建越大、应用场景越来越复杂。从沙漠、戈壁等单一场景走向海光、农光、山地、流域高原等多种场景后，只有通过数字化、智能化技术的加持，才能保证新能源电站的高效、稳定运行。

据周涛介绍，去年华为助力雅砻江公司建成了全球最大的水光互补电站——1GW柯拉光伏电站。该电站处于四川甘孜州，最高海拔4600米，地势起伏大，冬季最低气温低至-30℃。

“如果采用传统方式建设，其效率之低、成本之高难以想象。所以我们与雅砻江公司成立了联合创新中心，携手合作伙伴通过数字技术的应用，针对电站在规划、建设、运维与运行期的挑战进行效率提升。”周涛举例说，如通过无人机实景建模技术和倾角识别算法，找出建设施工与规划角度产生较大偏差的桩基或组件，通过盘古AI大模型进行气象预测，使得光功率预测更精准，从而提升发电量。

构筑安全堡垒

由于光伏电站的运营周期比较长，通常需要数十年。因此，光伏电站的运维对于保证光伏发电系统的稳定运行和发电效益至关重要。

从运维内容来看，监测和数据采集十分关键。通过对监测数据的分析和处理，光伏电站运维人员可以及时发现光伏系统中的故障和异常情况，并进行诊断和预警，有助于及时采取修复措施，减少系统的停机时间和损失。

有行业专家表示，安全是光伏电站的命脉和根基，在光伏电站运维上采用云计算、人工智能、大数据等信息技术手段，对于提升整个电站的运营效率以及降低人力成本都有非常大的帮助。

据介绍，欧普泰电站检测AI云以人工智能、大数据模型为底层技术支撑，逆变器、无人机、相机作为硬件支持，数字孪生地图为支点，拓展了光伏电站逆变器监控，电站EL巡检，电站红外巡检，巡检报告，消缺，数据预测等能力。通过高效检测及AI分析报告服务、高效运维及大模型分析服务，实现光伏电站故障可视化、全周期大数据分析，提升电站效率，降低运维成本，保障电力安全。

工业和信息化部此前公示了第四批智能光伏试点示范名单，中国能建中电工程西北院天富40万千瓦光伏基地数智监控生产运维系统项目入选，体现了其在推动新能源与新一代信息技术深度融合的积极探索。

为做好光伏电站的运维管理，保障电站高效发电和安全运行，中国能建中电工程西北院采用智能运营管理、智能集中监视、智能诊断预警等手段，利用数智一体化平台，将低空、高点、地面监控手段有效整合，提升光伏项目运营期的数智化管理水平和经营效能。

“行业一提到安全，绝大多数情况下指的是光储设备的安全，尤其是交直流侧的安全。”在周涛看来，随着光伏产业的发展，未来电站的安全需要被重新定义，除了常规考量外，通过借助新一代信息技术，要在网络与信息安全、电力系统安全以及关键元器件与系统的供应安全等多方面进行提升。

光伏行业上市公司积极拥抱高水平“智造”

● 本报记者 乔翔

近日，隆基绿能正式宣布启动“灯塔计划”，持续将隆基绿能嘉兴灯塔工厂敏捷智造模式快速横向展开，推广至更多生产制造基地，实现生产智造能力的全方位提升，为光伏行业高质量发展树立数智化范本。事实上，不少业内上市公司对数字化、智能化技术的需求正在日益增加，并将其视作一场“自我革命”。

助力提供高品质产品

公开资料显示，隆基绿能嘉兴基地成立于2020年，主要生产BC系列高效太阳能电池组件，现有嘉兴一期、二期、三期工厂，总占地面积为1300多亩，具有51条智能化生产线，整体组件产能超35GW，是行业内规模较大的产业集群。

视觉中国图片

2023年12月14日，世界经济论坛（WEF）发布最新一批“灯塔网络”的名单，隆基绿能嘉兴基地是全球光伏行业唯一入围工厂。作为光伏行业首个世界“灯塔工厂”，备受各方瞩目。

据悉，该“灯塔工厂”建设了超过30项数字化用例，成为光伏行业高质量发展的典型。例如，通过订单全流程可视追溯系统，嘉兴基地生产的HPBC（复合钝化背接触）电池产品可缩短交付周期达84%。此外，通过工序的优化升级与自动化导入，使得基地整个生产线工艺稳定性达到进一步优化，单位能耗可降低20%。

值得一提的是，隆基绿能BC全场景产品也在智造的加持下迈向了新的台阶。隆基绿能副总裁张海濛表示，自去年9月官宣BC技术至今，公司发布多个场景化组件新品，不论是防积灰还是耐湿热，其核心目的都是通过差异化的创新来满足客户的定制化需求，这一切都离不开智造带来的硬实力突破。

隆基绿能组件制造中心精益智造负责人胡智锋透露，新推出的Hi-MO X6 Max组件近期将在隆基绿能灯塔工厂正式启动排产。借助数字化、智能化手段，能够提升产品品质，降低能源消耗。

提升可持续竞争力

在业内人士看来，全球光伏行业竞争日趋激烈的当下，除了要通过技术创新推动行业降本增效外，积极进行数智化转型升级不仅是规避行业同质化的重要途径，同时也是相关企业提升可持续发展水平的重要手段。

当前，低碳生产、低碳产品受到越来越多关注。如何应对国际贸易新变局，加快建立碳足迹管理体系，影响着国内光伏企业的国际竞争力以及未来长远发展。

6月12日，全球第一条光伏碳链——协鑫碳链在上海正式亮相。这款由协鑫集团旗下协鑫集成、协鑫科技联合蚂蚁集团共同研发的协鑫碳链管理平台，将有机融合区块链数字技术与颗粒硅低碳科技，持续高效放大光伏全产业链控碳减碳效应。

协鑫集成执行总裁张坤彼时表示，协鑫碳链是全球首家基于“颗粒硅技术+区块链技术+数智化技术”的光伏产业碳链管理平台，实现颗粒硅组件产品低碳足迹的可视化、可量化及可信化。未来，协鑫碳链将加速推进上下游产业链协作，助力光伏行业提升新质生产力，早日跻身低碳化、无碳化、脱碳化产业创新阵营。

据张坤透露，协鑫集成近期将交付具有权威认证标识的首笔协鑫碳链组件订单，由此通过协鑫碳链管理平台得到业主方进一步认可，增强了组件产品的差异化竞争力。

通威股份可持续发展负责人朱子涵同样认为，以ESG（环境、社会与公司治理）为代表的企业非财务性指标，正逐渐成为市场衡量企业可持续发展能力的重要标准。“这一过程需要大量新维度的数据支撑，所产生的数据需求为数字化助力企业可持续发展提供了新的应用场景。”朱子涵表示。

在实践中，通威股份的数字化战略已在多个业务环节取得显著成效。在光伏板块，通威建立了数字化智能制造工厂，实现“工艺-生产-运营”全流程的数字化管理，做到提质增效；在农业板块，通威股份将标准化的生产工艺全部交给自动化设备执行，显著提高生产效率。此外，通威股份首创“渔光一体”园区模式，通过人工智能巡检进行“水陆空”全方位数据采集，保证园区高效运行，实现了渔、电、环保三丰收。

据介绍，目前，数字化在通威股份迈向高质量目标方面发挥着重要作用，公司自主建设了可持续发展一体化平台——能碳管理系统，数据核算可实现多个国内外标准的自动切换，数据管理覆盖率100%，系统自动对接覆盖率超过95%。未来，随着公司对ESG工作的持续推进，数字化技术的运用将在其中发挥愈发关键的作用。

晶澳科技也表示，通过技术创新、品牌全球化及制造数智化等举措，不断提升产品性能，降低生产成本，增强品牌影响力，以保持公司核心竞争力。

实探SNEC展会现场

聚焦降本增效 光伏新业态逐步形成

● 本报记者 刘杨

6月13日，SNEC第十七届(2024)国际太阳能光伏与智慧能源(上海)大会暨展览会开展首日，现场人潮涌动，热闹非凡。中国证券报记者实探SNEC展会现场观察到，在本届展会上，头部的光伏组件厂商，大部分在TOPCon与异质结路线上有相关新产品展出，在光伏技术迭代加快的背景下，各大头部光伏企业通过新技术创新，聚焦降本增效、推动产品升级，由光伏延展出的一系列新业态也在逐步形成。

持续降低成本

在本届展会上，N型已经成为大部分企业的主打产品，而TOPCon以规模优势成为展出最多的技术路线。头部的光伏组件厂商，大部分在TOPCon与异质结路线上有相关新品展出。

“去年下半年以来，TOPCon技术提升很快；异质结这一块难度比较大，投资成本比较高，设备商也一直在努力，进行工艺的改进，提高良率，降低成本。”中国光伏标委会联合秘书长吕锦标对记者表示。

通过持续降本，异质结已逐渐拉平与TOPCon的成本差距。2024年上半年，在已公告的大型组件集采中，出现了单独的异质结标段以及异质结产品的高价中标案例。据SOLARZOOM新能源智库不完全统计，今年前5个月148.98GW组件集采项目中，共有8个合计6.15GW的HJT异质结组件集中采购项目。

在光伏技术领域，东方日升再获突破。6月13日，东方日升宣布其研发的异质结新品伏曦系列组件的最高功率达到了767.38Wp，组件转换率达到了24.70%，又一次刷新整个光伏行业组件功率效率的世界纪录。

“对比市场其他主流技术产品，这次推出的异质结新品能够带来更低的度电成本，同时带来更多的减排量和碳价值。”东方日升全球光伏研究院副院长刘亚峰说，这也是在“双碳”的驱动下公司推出的最新产品。

“0BB（无主栅）技术增强了光吸收的面积，降低了内阻损耗，使得组件功率高达645W，转换效率超过23.1%。”晶澳科技首席技术官欧阳子对记者表示，0BB高效组件减少了焊接过程中对电池片造成的热应力，减少了隐裂的发生，提升了组件的可靠性。

金刚光伏产品管理中心总监赵天明告诉记者：“公司推出的最新组件产品比同行业多30瓦的电量输出；同时，公司通过0BB薄片化技术结合银包铜在降本方面作出了很大的努力，在N型210双面微晶工艺、光转膜方面分别有0.3%的效率提升。”

推动产品升级

业内人士认为，成本控制下，BC、异质结和钙钛矿都很难在TOPCon企业的“内卷”下独善其身，不具备市场开拓能力和造血能力的异质结和钙钛矿企业在资本烧光后，将进入破产期。未来，钙钛矿与TOPCon的叠层将成为头部企业的主要聚焦方向。

隆基绿能总裁李振国表示，太阳能电池光电转换效率是评价光伏技术潜力的关键指标。作为主流电池技术，晶硅单结电池的转换效率不断提升，越来越接近其理论效率极限29.4%。而晶硅-钙钛矿叠层电池的理论效率极限可达43%，被公认为突破单结晶硅电池效率极限的主流技术方案。

在本届SNEC展会上，创新方面，隆基绿能发布全球首款别墅专用光伏组件。“未来，隆基会更多地与客户使用场景结合进行科技创新，比如高端自建房和别墅的客户，他们的诉求是解决用电自由和美观可靠，所以我们推出的新品是基于BC技术、别墅场景专用的光伏组件。”隆基绿能董事长钟宝申说。

“光伏技术迭代加快，我们对BC技术是未来5-6年的主流技术这一判断没有改变。”钟宝申强调。

爱旭股份则推出了最高功率达700W，转换效率突破25%的ABC组件新品。爱旭股份董事长陈刚在接受记者采访时表示，在追求晶硅电池29.56%极限转换效率的道路上，爱旭从未停歇。全新一代升级的组件新品，实现了从硅片、电池到组件全流程技术与工艺的全面突破与提升。

“在户用场景下，以ABC满屏700W组件与TOPCon 635W组件对比，平台商采用我们最新的ABC产品，单块组件收益增加72元，投资商IRR提升4.4%，投资回报时间缩短4个月，25年发电量提升1888度/块。”爱旭股份副总经理夏恒亮称。

光储融合新格局

在储能系统领域的展品里，记者注意到，引人注目的华为FusionSolar，围绕技术创新和客户需求，推出新一代全球旗舰级all-in-one工商业储能系统，引领行业持续进步。天合光能则带来了“储能全场景解决方案”，助力系统降本增效。

“我们具备全栈自研自产电芯能力，还通过大容量电芯，引领储能系统走进7MWh平价时代，布局全行业容量最大的电池舱。”天合光能储能业务板块有关负责人介绍。

宁德时代展出了“宁德天恒零衰减储能系统”，为新型储能的规模化应用和高质量发展按下了加速键。“储能目前在宁德时代的收入占比较小，为什么还是要做？因为它是生态的一个环节。”在介绍新产品天恒时，宁德时代储能CTO许金梅突出了两个核心价值：一是度电成本，这是投资方在决策时非常重要的依据；二是电站的长期盈利水平和维护成本，这决定了产品的长期价值。她提到，天恒作为一个6GWh的集装箱储能产品，在能量密度上有所引领，并且通过创新和技术积累，实现了5年容量零衰减、5年功率零衰减的突破，这为客户提供了可量化的价值。

此外，许金梅还强调了安全的重要性，她认为安全是储能产品的基础门槛，并且提出了“量化的安全水平”的概念，通过设定安全目标、开放安全技术支撑和进行安全测试来保障产品的安全性。

此外，在展会现场，天合光能的开拓者2P跟踪支架实物也引起了众多现场观众的驻足。据介绍，开拓者产品族融入电控、算法和数字化平台等智能化元素，大大提升了电站的安全性与发电效率，进一步降低光伏电站度电成本。