

煤矿智能化升级加速

■本报记者 仲蕊

“新形势下的产业格局变化、能源安全地位上升与高质量发展课题，都迫切要求实现煤矿智能化。”中国工程院院士、中国煤炭科工集团首席科学家王国法日前在第四届晋阳湖·数字经济峰会暨煤炭智能化发展论坛上指出，煤矿智能化是煤炭可持续高质量发展的根本保障。

煤矿智能化是煤炭产业转型升级的必由之路，对从根本上改变煤矿粗放型的生产方式，加快实现少人化、无人化、安全高效、绿色开采具有重要意义。与会专家认为，通过数字化转型促进煤炭行业转型升级，既是现实需求也是长远战略，事关煤炭产业长远发展。

产业迎来系统性变革

“煤炭产业数字化和智能化是一场广泛而深刻的系统性变革，将彻底改变煤炭传统业态。”王国法说，推进煤炭智能绿色开采技术创新研发，以智能化煤矿建设为核心，将新一代信息技术与煤炭开发、运输、仓储、需求预测深度融合，建立以数字化为基础、智能赋能多层次网状煤炭开发供应链，实现煤炭资源的安全、高效、稳定、柔性供给。

中国煤炭工业协会副会长刘峰表示，数字技术是构建煤矿新形态、建设煤矿智能化的核心力量，其本质是一场新工业革命和产业变革。“我们有理由期待它推动业务模式重构、管理模式变革、商业模式创新与核心能力提升。”

2020年2月，国家八部委下发煤矿智能化发展指导意见，到2023年4月，已完成50余家国家级示范煤矿验收，我国智能化示范煤矿建设成效显著，促成了一批可推广、可复制的经验、技术与装备。

在华为煤矿军团MKT与解决方案总裁郭振兴看来，煤矿智能化发展实际上与煤矿行业所面临的难题紧密相关。煤矿开采环境复杂、煤价趋于回落、煤炭行业“招工难”现象突出等现实问题，倒逼煤炭行业智能化快速推进。对此，可通过5G、AI和矿鸿智联等数字化和智能化技术，建设基于工业互联网的智能矿山，开放协作，共同实现“穿西装打领带”采矿的煤矿安全建设高质量发展。

数智化建设全面提速

王国法指出，当前，全国首批70处智能化煤矿建设示范取得重大进展。陕西陕煤黄陵矿业实现常态化工作面无人操作的远程采煤，创造智能化开采的黄陵模式。陕北张家峁煤矿“5G+智能化煤矿”巨系统关键技术研究与装备研发取得十大创新成果，为全国煤矿智能化建设提供了样板。

据山西省发改委介绍，山西省已累计建成5G基站8万多个；省内企业成功申报16个工业互联网标识解析二级节点，其中8个建设完成并已接入国家顶级节点；累计建成智能化煤矿48座，智能化采掘工作面1217处。

中国移动通信集团山西有限公司副总经理李宏表示，从2020年开始，山西移动累计实施297个煤矿领域的5G、工业环网及智能化改造项目落地，目前已经打造了32座5G智慧矿山，累计推动297个煤矿领域的5G、工业环网及智能化改造项目落地，同时还创造了煤矿智能化发展方面的四个“第一”：开通全国第一个井下5G基站、建设全国第一个5G智慧煤矿、第一个开放了智矿通服务体系、第一个进入产业方阵创新中心。



图为中煤陕西公司大海则煤矿井下智能化采煤作业画面。中煤陕西公司/供图

据李宏介绍，企业将围绕矿山安全、生产、决策三类典型场景，打造典型应用，实现矿山整体可视化管控和智能化运行，同时深化5G+应用对矿山典型场景的支持，打造AI高清视频监控、5G无人矿卡作业、AI质检等5G典型应用场景。

需技术创新和体系化推进

与会专家同时指出，我国以煤为主的能源结构短期不会改变，煤矿形态升级是匹配生产力的必由之路，煤矿智能

化建设是我国煤矿迈向更高水平发展的必然阶段。

“数字化和智能化对传统煤矿的加持，用科技来代替人工，对于提高生产效率、减少安全事故尤为重要。”刘峰介绍，“当前，煤矿安全生产形势明显好转。2022年，全国煤炭行业实现了重特大事故、死亡人数、百万吨死亡率、事故总量四个大幅下降。”

需要注意的是，建设智能化煤矿还需要理念和技术创新，以及体系化推进。刘峰强调，要注重煤矿数字化、智能化和绿色化的理念更新，尤其是认识到“双碳”目标的

本质不是简单降碳，更不是“去碳化”，而是实现生产要素的变革，由资源依赖走向技术依赖。

“与此同时，要持续推动煤矿数字化、智能化和绿色化的技术创新，通过全空间长时监测设备、自主决策的防灾机器人等技术实现智能化智能防灾。加强顶层设计和协调一体化推进力度，包括通过智能传感设备实现对人、机、环的多维主动感知，通过数据采集汇聚与智能化分析实现数据驱动决策等5项协同措施。”刘峰说。

国内市场集中度提高 海外销量走高

风机叶片业务量涨利升

■本报记者 李丽雯

近日，中材科技、时代新材等国内头部风机叶片生产商发布2023年上半年业绩报告，在风电装机量快速增长的刺激下，风机叶片销量维持上涨态势，同时走出了低利润困境，毛利率出现显著上涨。

风电平价压力下，风机叶片制造商在过去一年多里盈利水平承压，但随着国内外风电装机需求释放、风机大型化发展提速，业界普遍估计，风机叶片业务有望迎来“量利齐升”的新一轮增长，叶片技术也将加速迭代出新。



图为等待运输的风机叶片。资料图

风机叶片市场集中度提升

国内风机叶片龙头企业中材科技在半年报中指出，今年上半年，其全资子公司中材叶片通过增发股份及支付现金完成对中复连众100%股权的收购。报告期内，中材科技销售风机叶片总容量高达960万千瓦，同比增长27.4%。其中，中复连众销量为230万千瓦，风机叶片总体销售收入为43亿元，同比增长幅度达16.9%，归母净利润为3.5亿元，毛利率达到17.2%，同比提升11.3个百分点。

据中材科技发布的收购公告，中复连众为集复合材料产品开发、设计、生产、服务于一体的高新技术企业，此次收购正是为了将中材叶片打造为中国建材集团内部风机叶片业务的统一发展平台，发挥中复连众与中材叶片双方的协同优势，实现提质增效。

据市场研究机构德邦证券数据，截至今年初，中材科技风机叶片市占率约为30%，中复连众风机叶片市占率约为15%。这意味着，随着收购完成，中材科技市占率已大幅提升，约占叶片市场的“半壁江山”。中材科技在公告中明确，收购完成后，中材叶片拥有江苏阜宁、江西萍乡、江苏连云港等15个生产基地，成为国内风机叶片行业绝对龙头企业。

与此同时，国内另一大风机叶片制造商时代新材也于8月底公布了上半年业绩报告，报告期内该公司风机叶片销售收入达到28.19亿元，同比增长13.99%，市场占有率保持行业第二。同期内，该公司归属于上市公司股东净利润为2.02亿元，同比增长43.41%。

显而易见的是，风机叶片市场集中度正快速提升。与此同时，与去年相比，风机叶片业务毛利率也出现了大幅增长，逐步走出“价格战”下风电制造商面临的低利润困境。

加速布局国产叶片“走出去”

市场格局改变的同时，企业销售策略也在悄然变化，风机叶片企业明显加快了海外市场布局。在半年报中，中材科技指出，国内风电企业现金、技术以及低成本优势有助于加强与国际整机厂商的合作关系，“走出去”带来更广阔的市场空间。

中材科技表示，目前，中材科技产品覆盖全球39个国家及地区，报告期内该公司积极与国际头部客户

开展合作沟通，已完成合作协议和供货协议签订，海外项目也在加速推进。数据显示，今年上半年，该公司国外业务营收达11.9亿元，占营业收入比重为9.66%。

时代新材也在其半年报中指出，报告期内该公司与欧洲整机厂商达成了海外业务合作，海外基地建设工作及按计划推进。该公司指出，在风机叶片领域，通过国内客户配套出口、国外客户深入合作等模式，不断提高在双海市场的开拓能力和市场竞争力，加快“走出去”步伐，风机叶片目前已出口印度、法国、俄罗斯、瑞典等多个国家，未来该公司还将谋划通过海外建厂以配套国内外整机厂商，进一步拓宽海外业务，加速国际化发展。

行业研究机构平安证券认为，以叶片为代表的海外风电零部件企业盈利水平常年处于较低水平，一定程度上影响其研发投入和资本开支，对比之下，国内风电零部件企业盈利情况相对较好，可为后续开展大型化产品研发和资本开支形成支撑。

百米级叶片成“新焦点”

根据全球风能理事会数据，2022年，我国叶片产能占全球60%以上，而通过对当前市场投资情况的估算，到2024年前后，海外市场很可能出现叶片产能短缺。业界普遍预测认为，中国在全球风电零部件供应领域将持续占据重要地位。尤其在全球风机大型化趋势之下，风机叶片的轻量化、大型化发展也有所提速，面对这一趋势，国内风机叶片生产商已经走在了世界前沿。

时代新材在半年报中披露，技术研发方面，公司自主研发了“海风1号”110米级超大型风机叶片，已通过装机考核，另外111.5米级海上风机叶片已顺利下线，提升了海上超大型叶片的量产能力。不仅如此，该公司还建成国内最大海上大功率风机叶片试验平台，可测试160米、20兆瓦级叶片，为未来更大型叶片研发奠定基础。

中材科技则表示，目前拥有37米至123米叶片设计开发经验，适用于高低配、高海拔、低风速、沿海、海上等不同运行环境，可匹配1.0兆瓦至15兆瓦+风机平台。同时，已经建成SH110.5、SH122等5条叶片示范生产线，其中，中复连众123米风电叶片已完成吊装，刷新当时全球最长叶片纪录，提升了我国海上风电装备的技术水准。

机器轰鸣，却不见一个人影，只有智能物流小车穿梭在工厂里，有条不紊地搬运材料，远处的生产线上机械手臂从左边抓取再放到右边的下一道工序……“这是我们的黑灯工厂。黑灯工厂可不是黑灯瞎火的意思，而是指利用自动化设备和智能化手段，让生产、运输、检测和存储缓解都无需人工操作，整个生产线都可以实现自动运作，即使关灯也能正常运行，也就是平常说的智慧工厂。”在了解TCL中环宁夏银川晶体DW五期项目时，工作人员告诉《中国能源报》记者。

随着“大物移云”等新一代信息技术快速兴起，光伏制造端正加速自动化、数字化和智能化进程。日前，“2023智能光伏大会”在银川召开，与会人士一致认为，提升光伏工厂智能制造水平，促进智能化生产设备在光伏领域的研发与应用，提升整体工序协同衔接、资源调配能力、各环节工艺精准控制和全周期信息化管理水平，是推动光伏产业生态体系建设、实现绿色制造的必经之路。

生产效率提升78%

“标准化、自动化和数字化，这是我们实现工业4.0制造体系的基础。”TCL中环晶体BU智能制造总监甄博远说，“早在2009年，我们就开始探索这一赛道，首先从标准化作业和自动化设备初步控制出发。2015年，公司开始推进以智能工厂、智能生产和智能物流为主题的数字化转型工作。”

甄博远表示：“黑灯工厂只是工业4.0制造体系的一个例子。运用自动化设备、数字化技术后，我们可以通过运营大平台支持柔性制造。柔性制造是制造业发展大趋势，意指一套生产线可以根据客户不同需求，生产不同类型产品。在这之前是不敢想象的，而在自动化、数字化技术加持下，满足了柔性制造、柔性供应链精准匹配的需求，实现价值共创。”

硅片是TCL中环的主要产品之一，其中拉晶环节是硅片生产的重要环节，单晶炉是关键设备。针对日常生产经营，甄博远展示了一组更为直观的数据：“目前，我们一个单晶炉月产出可较行业水平领先25%至30%。按照一个单晶炉月产能一般1兆瓦来计算，公司一台单晶炉全年可多生产3兆瓦以上产品，单位产出所需单晶炉能减少近20台。另一方面，公司一人可同时管理384台设备，人机比同行业提升300%，劳动生产率领先78%。”

生产效率的提升给TCL中环带来实打实的效果。2022年，TCL中环实现了“单位公斤硅料成本领先3元以上，单位公斤开炉成本领先3元以上，圆棒单位公斤出片数领先3片以上”的目标。

标准化是智能前提

根据《“十四五”智能制造发展规划》，到2025年，规模以上制造业企业基本普及数字化，重点行业骨干企业初步实现智能转型。要建设2000个以上新技术应用智能场景、1000个以上智能车间、100个以上引领行业发展的标杆智能工厂。到2035年，规模以上制造业企业全面普及数字化。

政策指导下，TCL中环先行探路。今年2月，TCL中环发布公告，与银川经济技术开发区管理委

『大物移云』助力光伏产业打造『黑灯工厂』

■本报记者 董梓童

委员会签署项目合作协议，计划投资约41亿元，建设年产35吉瓦高纯太阳能超薄单晶硅片智慧工厂及其配套项目。TCL中环表示，希望依托这一项目，助力银川经开区打造具有全球竞争力的光伏硅片产业基地。

如此大规模的新建项目，加之此前存量项目，TCL中环正在银川经开区形成光伏产业集群化运营，从而深度整合集成生产过程，最大程度提高效率、降低成本，打造竞争优势。

TCL中环大手笔投资建设智慧工厂有何底气？“先进的技术就是我们的底气。”TCL中环晶体BU智能制造总监郭岩说，“实现智能制造的第一个阶段就是在生产执行方面实现单机自动化。而在大规模目标下，标准化工作十分重要，是自动化和数字化的前提和基础。只有实现标准化才能谈自动化和数字化。每一个被市场认可的商品都是技术的进步和提升，如果技术不稳定，在大规模投入生产之时就会面临很多问题，良率、成本的把控等。因此，只有深度了解客户需求，做好标准化工作才能走的更远更稳。而这正是TCL中环一直在做的事情。”

国海证券分析师指出，高效N型、大尺寸和薄片化/细线化是硅片端三大发展趋势。作为光伏硅片全球龙头，TCL中环有着身后半导体基因，全产业链逐步完善，还是大尺寸硅片的引领者，技术水平和制造力水平让TCL中环发展优势明显。

数据是升级核心

在业内人士看来，打造智能工厂最重要的是对数据的把控。所谓智能，不仅是实现设备自动化，最终要完成到信息化和数字化的跨越，即从硬件到软件全方位智能，以机代人、算法加持、平台管控，最大限度减少人工需求。

在“2023智能光伏大会”上，华为新能源行业解决方案总监韦伟表示，从大规模制造到精益制造，再到智能制造，数字化转型助力降本增效将成为光伏行业发展重要驱动力，数字化转型要围绕生产制造流、价值创造流、产品生命周期流展开，持续降本、增效、提质，促进一体化协同和价值流数据积累。

郭岩认为，数据是智慧工厂持续升级迭代的核心。“在实现工业4.0制造体系过程中，数据是我们的原材料。我们有着庞大的生产线运行数据，但这些数据一直都分散在工作人员个体、一条生产线或一个工厂上，无法发挥最大效用。基于这些数据，以及公司不断完善的数据治理体系，我们开发了‘DeepBlue’AI学习模型，智能化技术将原本低价值的重复性劳动和生产规律收集起来，且具像化，通过算法等自主研发学习，不断打造更低成本的具有竞争力的工厂。简单说，就是信息化平台将庞大数据进行有效分析，做到集约化、可视化和透明化，打破公司工厂和生产线分布的区域限制，让公司管理更加高效。”

十余年探索工业4.0制造体系，TCL中环在晶体端打造了黑灯工厂。展望未来，TCL中环总经理沈浩平强调，制造转型和持续的技术创新、产品创新是光伏制造业发展的必由之路。TCL中环将继续以价值创造为落脚点，以提升自身核心竞争力为根本点，向客户提供最优价值，最终实现高质量发展。