

凯盛浩丰以工业思维赋能种植技术——

农业生产装上“数字大脑”

本报记者 刘成

玻璃温室里，一串串果实饱满的樱桃番茄沿着牵引绳伸展枝叶；监控室大屏幕上，温、光、水、气、肥等数据实时跳动，环境控制、滴灌、通风系统精准运行……过去需花费上亿元从国外引进的智慧农业系统，如今在青岛凯盛浩丰智慧农业科技有限公司的产业园里实现了国产优化。

从食品公司起家，到成为集现代设施农业技术研发、运营服务、品牌标准、资产管理于一体的国家高新技术企业，凯盛浩丰将数据要素全面融入农业生产全链条，打造数字化、标准化的现代农业运营体系，走出一条以数字驱动为核心、科技创新为引擎的智慧农业路径。2025年，公司实现营业收入超30亿元，同比增长22%；年度研发投入占比超5%，累计拥有各类专利、软件著作权近200项。

发力智慧种植

在凯盛浩丰(莱西)智慧农业产业园玻璃温室里，传感器监测到光照不足，头顶的幕布便自动展开，阳光透过超白高透无影散射玻璃照进温室，可见光透光率达91.5%以上。这个获得国家科学技术进步奖二等奖的“太阳能电池用微铁高透率玻璃成套技术及产业化开发”项目，可额外为番茄提供10%以上的光照。

“多1%光照，就多1%产量。”凯盛浩丰农业技术部部长徐凤娇介绍，温室还配备高压迷雾降温增湿系统、反渗透水处理系统、肥水一体化系统、悬挂式栽培系统、自动化物流运输系统等，“番茄产量达到传统种植的6倍至8倍，还能在一定程度上‘定制’口感”。

凯盛浩丰智慧玻璃温室的创新之路，源于一场国产番茄的“突围”。

2014年，凯盛浩丰在向国际快餐龙头企业供应生菜时发现，国外汉堡中普遍配有的番茄片，在国内汉堡中却极少看到。这个细微差异的背后，是当时国内番茄产出与国际市场需求错位的现实：传统大田种植工艺较难达到绿色有机食品标准，纯天然种植又难以保证产量。

“如何既确保番茄的品质，又能保障产量？”凯盛浩丰董事长马铁民带队赴国外“取经”，了解到智慧玻璃温室模式可以通过实时环境监控，实现规模化无公害种植。然而，当时国内有关技术、产业链都是空白。公司和中国建材集团合作，组建团队解析先进工艺、开展技术研发，攻克超白高透无影散射玻璃等尖端技术的产业化应用难关。2017年，国产大型智慧玻璃温室运营投产，培育的番茄实现0人工激素、0重金属的品质标准，1平方米年产量达25公斤至30公斤，远销多个国家和地区。

“现在公司正实现从‘追赶者’到‘领军者’的角色转变。”徐凤娇告诉记者，“国外的物联网智能温室系统局限于执行层面，根据既定参数作出反应、调整，却不能主动学习、生成决策。相比之下，我们在AI智能控制上具备优势，可以做得更好。”

立足于国内快速发展的信息化、智能化技术，凯盛浩丰在物联网系统基础上自主打造农业“数字大脑”。

“我们自主研发智慧系统，经历了3个阶段、3层模型。”凯盛浩丰数字技术部副部长刘青介绍，第一阶段，工程师通过应用



凯盛浩丰智慧农业产业园内，工人在检查果品质量。

张进刚摄(中经视觉)

程序编程接口，从物联网系统提供的原始数据中抓取“原材料”，生成原始层数据库；第二阶段，对原始数据进行清洗，通过反审核程序排除错误和空值，构建加工层；第三阶段，将加工层的数据框架与不同业务部门需求结合，搭建适应不同环境的独立模型。

“数字大脑”建成后，驱动“云端实验室”“全自动智能仓储物流”等系统运行效率大幅提升。原本需要在田间地头花费多个周期完成的实验，不出几分钟就能模拟完毕。

“生产建议直接附在实验结果后面，既方便我们查看，也能作为自主执行的基础。”徐凤娇指着一串串实验数据的末尾向记者介绍：人工手动决策生产区的产量要低一些，主要是人工分析和反应没那么快，造成部分环境不适应，有一些果子就没长好，影响了产量；再看“数字大脑”自主决策管理的番茄，因为分析、反应及时，种植就很整齐，产量自然也会高一些……

“智慧系统还能提前采集数据并形成预测。比如，今年棚内湿度较往年偏高，为防病原菌入侵，应当减少打药。管理者可根据预测采取措施预防，实现稳产保供。”徐凤娇说，“这种‘人机互补’模式使综合决策响应速度提升40%，产量提高10%，产品质量提升20%。”

突破育种技术

在设施栽培中，嫁接是克服土传病害、破除连作障碍的关键工序。然而，受限于工艺精度，传统嫁接方式只能对茎粗1.2毫米至1.5毫米的幼苗进行规模化处理，难以覆盖1毫米至1.2毫米这一幼苗嫁接的最佳窗口期。

凯盛浩丰利用智慧玻璃温室的环控优

势，采用斜切贴合、套管嫁接、消毒处理等手段，将对多种土壤传播病害有抗性的砧木与丰产性良好的番茄品种进行嫁接栽培，将嫁接精度优化至1毫米至1.2毫米，实现规模超小苗嫁接，种苗成活率达98%以上。

超小苗嫁接等技术也让“双头双花”“三头三花”种苗的稳定增产成为现实。

“‘多头多花’，指的是通过培育多主茎种苗，使同一植株产生多个结果枝，在同一时间多次开花、结果的技术。”徐凤娇介绍，“普通的番茄多是单头单花，采收周期长、效益低。‘双头双花’大苗不仅产量可提高5%以上，还可帮助客户提前2周采收，节省50%至70%的种子成本。”

研发出稳定的“多头多花”培育技术，凯盛浩丰用了5年时间。影响多主茎开花的变量庞大，温光环境、干湿度、肥料配比等要达到均衡，探索最优方案的过程，就是一场步步试错的过程。每一次试验调整，都意味着育种环境系统、番茄品种选配、肥料配方等要素的及时更新，是一场持续投入大量资金与时间的“持久战”。

从2亩试验田，不到20%的成功率，到数千亩“双头双花”番茄全面投产，科研团队经过无数次实验、总结，突破了“双头双花”大苗培育中中势不均、病虫害控制难等核心难题。目前，凯盛浩丰育苗工厂年育苗量可达到1.5亿株以上。

除“多头多花”育种技术外，凯盛浩丰以“标准化、可控化、规模化”的工业思维赋能种植技术。通过无土栽培、水肥一体化系统等实现节水率超90%，资源利用效率远高于传统农业；采用熊蜂自然授粉、生物防治技术替代农药，实现产品0人工激素、0重金属，采收后通过果径、糖度、色泽等12项量化指标分级标准，确保产品标准化输出，为公司在市场竞争中

赢得优势。

实现高效产销

凯盛浩丰数字技术部内，工作人员正紧张忙碌着。通过算法采集电商平台用户评论数据，提取到了“酸”等关键词，他们马上反馈至公司农业技术部门，进而调整灌溉策略，优化产品口味。

“智慧农业不是局限于生产环节的概念，而是贯穿产供销全链条的标准。”马铁民说，“我们在拓展市场过程中注意到，企业端供应有统一配送，然而开始对接散客后，冷链物流不完善、运输成本高昂等问题就暴露出来。产品质量再好，也难摆到老百姓餐桌上，更别提满足多样化需求了。为此，我们不断完善互联网经营模式，建起‘数字大脑’体系后，将其与供销环节进行数据共享。”

来自电商平台的客户数据被归纳成不同的电子画像，有针对性地制定不同营销策略；由算法综合分析地理信息与产品特性，为各地“定制”保险运输方案；长期的数据积累能让“数字大脑”预测下一个产季的主流品种，从需求侧辅助生产决策。

凯盛浩丰的创新发展，也有力带动了当地经济。通过“基地+农户+品牌”的联农带农方式，公司为周边农户提供就业岗位，开展免费农业技术培训，传授标准化种植、温室管理等专业技术，让农户掌握可落地、能增收的现代农业技术。目前，公司在国内20多个生产基地，累计带动1万名农民转型为农业产业工人，实现增收。

从精准种植到高效产销，从智能管理到生态构建，凯盛浩丰打造了全要素生产率提升的强劲引擎。“瞄准未来发展，我们计划5年内在全国建设100个智慧玻璃温室，10年内在全球布局1000个智慧玻璃温室。”马铁民说。

凯盛浩丰 2025年

营业收入 超30亿元

年度研发投入占比 超5%

同比增长22%

拥有各类专利、软件著作权 近200项

开年以来，光伏企业接连释放重磅整合信号。1月16日，硅片龙头企业TCL中环公告，拟通过受让股份、增资等方式投资一道新能源科技股份有限公司，加速推进一体化战略；2月24日，硅料龙头企业通威股份发布公告，筹划以发行股份及支付现金相结合的方式，收购青海丽豪清洁能源股份有限公司100%股权并募集配套资金。两起备受市场关注的资本运作，不仅是简单的企业并购行为，也意味着光伏行业资源优化整合有望全面提升。

当前，光伏行业处于转型阵痛期，无序扩产引发的产能错配、同质化竞争导致的“内卷”加剧，让整个产业陷入增产不增收的困境。以往“大家都能赚钱”的繁荣景象不再，取而代之的是“卖得越多、亏损越重”的窘境，硅料、硅片、电池片等核心环节价格持续承压，多数企业深陷盈利泥潭，中小企业生存空间不断收窄。

产能错配是倒逼整合的核心诱因。过去数年，在光伏行业高景气预期下，各环节掀起扩产热潮，导致全产业链供需关系失衡。大量低效产能充斥市场，不仅拉低行业整体盈利水平，更造成资源浪费。在此背景下，龙头企业凭借规模、成本与资金优势，具备了整合优质存量产能的条件，而经营承压的中小企业，成为整合的重要标的。

通威股份与TCL中环的两起并购，呈现出整合的两种典型路径。通威股份作为硅料龙头企业，收购同为硅料企业的青海丽豪，是典型的横向整合。此举旨在进一步巩固上游原料优势，扩大产能规模与成本话语权，强化行业龙头企业地位，提升全产业链抗风险能力。TCL中环作为硅片龙头企业，向下游组件企业一道新能源延伸布局，属于纵向一体化整合。通过补齐下游组件环节短板，实现产业链协同发展，这一举动也印证了行业从单一环节竞争，转向全产业链综合实力竞争的新趋势。

深度整合必将引发连锁反应，重塑光伏产业格局。对头部企业而言，通过并购优质资产，市场集中度将进一步提升，龙头企业对上下游的议价能力、技术研发实力、全球市场竞争力有望持续增强。对中小企业而言，唯有深耕细分领域，掌握核心技术，深耕细分赛道，或是主动牵手龙头企业寻求协同发展，才能在行业洗牌中立足，缺乏核心竞争力的低效产能，则将逐步被市场出清。长期来看，行业集中度提升将推动资源向研发创新集聚，高效能、低成本的光伏产品将加速普及，推动能源转型稳步前行。

需要清醒认识到，整合不是发展终点，而是高质量发展新起点。企业并购整合过程中，难免面临文化融合、管理体系衔接、产能协同优化等问题，盲目追求规模扩张而忽视内在质量提升，反而会拖累自身发展。历经多年高速增长，我国光伏行业已到了从“规模为王”转向“质量为先”的关键节点。企业整合的核心目的，不是打造垄断式“巨无霸”，而是通过优化资源配置，推动产业向技术高端、产品高质、效率高效方向转型。

本版编辑 刘佳美 编夏祎

光企漫谈

王轶辰

吉林化纤集团拓展多元应用场景——

锻造碳纤维向“新”力

本报记者 马洪超

近期，吉林化纤集团有限责任公司碳纤维板块的扩产动作不断。3月6日，公司6万吨碳纤维项目——年产4000吨高效率大丝束生产线一次开车投产；3月11日，湿法3K千吨级碳化线调试投产，可为航空航天、医疗器械、汽车轻量化等高端领域提供碳纤维材料。

碳纤维被誉为“新材料之王”，强度比钢大，质量比铝轻，是诸多领域的理想材料。此前，碳纤维生产技术被少数国家垄断。在充分调研论证后，吉林化纤集团启动国产碳纤维研发项目，历经上百次试验，攻克多项核心技术难题。如今，公司已发展为全球最大的碳纤维生产基地，2025年产能跃升至7.4万吨，销量5.6万吨，产销量均居全球第一位。

生产车间内，一束束白色的碳纤维原丝，经过氧化、低温碳化、高温碳化、表面处理等工序，被加工为黑色

碳丝。“接到的订单多，产品供不应求，今年春节期间都在正常生产。”吉林化纤集团兴碳纤维公司生产处处长鲁明告诉记者。

产销两旺，靠的是持续创新。吉林化纤集团自主研发碳纤维原丝干喷湿法工艺，实现T800碳纤维稳定生产，“立足T800，攻克T1000，占领高性能碳纤维新高地”成为公司正在努力实现的目标。“日前调试投产的湿法3K碳化线，通过全面优化升级，产品无毛丝、无色差、展纱均匀，性能稳定可靠。”吉林化纤集团副总经理孙小君介绍，公司目前拥有干法、湿法纺丝双路线自主知识产权。

拥有更多产品应用场景，才能更有力地推动技术研发。近年来，吉林化纤集团在碳纤维复合材料及制品领域，依托以企业自主创新为主导的产、学、研联合创新平台，强化应用

性、开发性、基础性研究，支撑碳纤维性能提升和下游市场开拓。

去年7月，由吉林化纤集团联合东华大学、上海电气等9家单位共同开发的“大丝束碳纤维及复合材料规模化制造关键技术”与大型风电叶片产业化”科研项目通过专家鉴定。这标志着吉林化纤集团35k大丝束碳纤维及复合材料，在海上大型风机叶片的应用方面实现关键技术突破。

经鉴定，该项目实现从碳纤维原丝制备到超长风电叶片研制的全链条技术升级，达到国际先进水平。其技术攻克了原丝高效预氧化碳化技术瓶颈，推动高性能35K及以上大丝束碳纤维实现稳定量产，并创新建立“材料—结构—气动”一体化叶片优化设计方法。

2025—2026年冬季，在吉林省各大滑雪场，一款轻便省力的国产碳纤

维滑雪板吸引了滑雪爱好者的目光。“这款碳纤维滑雪板采用3K碳纤维全铺模式生产，重量比普通滑雪板轻30%，强度却是普通滑雪板的3倍至5倍。”吉林化纤集团工程师路阳介绍，去年，公司建成投入1条滑雪板生产线，形成碳纤维滑雪板自主生产能力。除了滑雪板，公司还将碳纤维应用拓展到自行车、羽毛球拍等多类型体育用品。

依托自主开发、应用开发、产业链联合开发，吉林化纤集团实现从碳纤维原丝、碳纤维到复合材料、化工油剂、回收利用的全产业链核心技术突破，带动原丝、碳丝自利用率分别增长到91%和50%。

“公司将深入落实教育、科技、人才、产业一体化发展思路，持续完善科技创新体系，深入推进全员、全过程创新，向‘创建世界一流专精特新企业’目标不懈奋斗。”孙小君说。



吉林化纤集团年产4000吨高效率大丝束生产线。

刘剑锋摄(中经视觉)