

走民企说创新

□ 本报记者 杨阳腾

# 创造飞檐走壁的清洁机器人

## ——广东凌度智能公司深耕高空幕墙清洗领域



凌度智能公司推出的高空平面幕墙清洁机器人在工作。(资料图片)

用心  
业漫谈

长期以来,城市高楼大厦玻璃幕墙清洁依赖“蜘蛛人”高空作业。如今,这种高危险性的工作正在被智能机器人代替。广东凌度智能科技发展有限公司聚焦高空幕墙清洗领域,推出系列智能机器人产品,改变了传统高空清洁模式,极大提升了清洁效率和高空作业安全性。

成立于2016年的凌度智能公司主要立足于高空外立面攀爬及清洁技术的自主研发。近几年,公司深度融合AI视觉感知和机器学习技术,推出针对玻璃幕墙和光伏面板清洁的系列智能机器人产品。目前,公司在高空玻璃幕墙智能清洁领域占据技术优势,产品在全国各大城市得到广泛应用,已出口至20多个国家和地区,并获评国家高新技术企业和广东省专精特新中小企业。

### 发现机遇

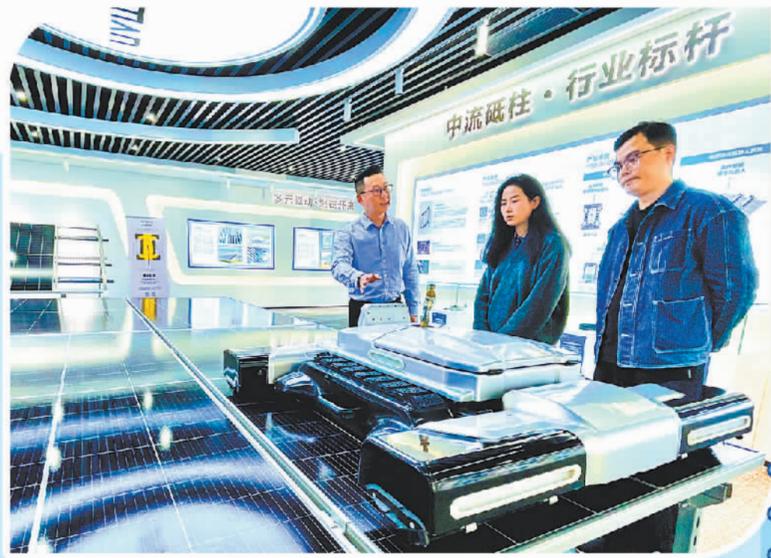
凌度智能公司的创立源于创始人黄俊生对传统高空立面幕墙清洁痛点的洞察。“我曾目睹‘蜘蛛人’在高空清洗玻璃幕墙时惊险坠落,那一幕深深刺痛了我,让我久久无法释怀。”黄俊生说,传统高空幕墙清洗模式依靠人工擦拭和吊绳作业,不仅耗时费力,而且存在较大的安全风险,亟待改变。随着玻璃幕墙建筑技术迅速在城市建设中被大量使用,开发出安全高效的清洁产品显得越发重要。

2016年,黄俊生创办凌度智能公司,着力推动技术研发。彼时,高空智能清洁领域没有成熟的技术和产品,仅有部分高校开展相应课题研究。面对研发资料匮乏、技术储备不足等现实困难,公司创始团队积极探索,不断优化技术方案,反复进行场景模拟和实验测试,于2017年推出第一款高空越障清洗机器人样机。

“这款样机能够跨越幕墙窗框等障碍进行高空清洁作业,证明了我们提出的技术路线具备可行性,为后续产品优化迭代奠定了基础。但它仍存在清洁效率低、功耗高、造价昂贵等问题。”黄俊生说,样机充电一次只能维持不足2个小时的工作时间,每小时最多清洗三四十平方米,而单机材料成本却超过30万元,不具备量产条件。

聚焦高空清洁应用场景核心需求,综合考虑研发生产成本等因素后,公司研发团队决定在产品上做减法,撇开复杂的越障功能,开发平面幕墙清洁机器人。2018年,公司第一款高空平面清洁机器人“凌空K1”研发成功,次年实现量产及商用。

“凌空K1”量产后的造成本较初代样机下降近75%,作业效率大幅提升,每小时清洁面积接近400平方米。此外,清洁效果也很显著,机器清洁后的玻璃幕墙干净透亮,不残留水渍,比一般的人工清洁效果还要好。”凌度智能公司董事长张志忠告诉记者,推出第一款高空清洁智能机器人后,研发团队并没有满足于现状,而是从技术可靠性、外观设计、工艺制造等方面持续优化产品,并针对高空和低空两个差异化作业场景分别推出凌空系列和凌净系列清洁机器人,产品在国内外



凌度智能公司展厅,工作人员向客户介绍分布式光伏清洁机器人。李小芳摄(中经视觉)

市场受到广泛欢迎。

### 协同创新

“技术创新是可持续发展的核心驱动力,我们始终将自主创新作为企业发展的生命线,不断加大研发投入,提升技术实力和产品竞争力。”张志忠介绍,目前,公司研发人员占比35%,研发投入占比超过40%,累计研发投入达1亿元左右;拥有发明专利26件,实用新型专利92件,外观专利32件以及软件著作权10余件。

凌度智能公司围绕机器人机械设计、智能控制、微量清洗和实时水循环过滤等多个方面开展技术创新。其中,公司自主研发的自锁装置搭载负压吸附技术和自锁绳组件,使机器人能像电梯一样,即便在运行过程中出现断电或故障,也能自动牢固地吸附在幕墙表面且牢牢锁在安全绳上,从而避免高空坠落风险。

“自锁装置让机器人可承受超过1500牛顿的压力,在12级风力下实现稳定作业。”黄俊生介绍,通过轻量化设计迭代,自锁装置由最早的40多公斤降至8公斤,产品功耗下降近一半。

在百米以上的高空进行清洁作业,降低用水量是提升机器人运行能力的关键,也曾是公司在创新过程中遇到的拦路虎。

“以前,机器人通过外接水管供水,当机器人在50米以上作业时,水管很难控制,水压也不稳定。此外,还需配备辅助装置和1名地面操作人员,遇到楼下有花草树木时,操作难度更大。”黄俊生说,为此,公司研发出一套水循环系统,通过结构和控制层面的创新,使设备可通过脉冲挤压方式,在1米宽度内均匀出水,快速彻底地清除幕墙表面污垢和灰尘;洗完刮掉水时能够自动回收,经沉积过滤后重新喷射清水。该系统使机器人更轻便,用水回收率

达98%,大幅节约了用水量。

黄俊生给记者算了一笔账:清洗一面5000平方米的高楼外立面,采用传统人工作业方式需要耗费2吨左右的水,如今,采用公司研发的机器人作业,只需50升水,节水成效十分显著。同时,清洗效率与人工相比有大幅提高,人工日均清洗面积仅为600平方米左右,机器人单机日均清洗面积达1500平方米以上。

近年来,凌度智能公司在智能化技术方面下功夫,采用先进算法和控制系统,让机器人实现精准定位和高效运行。在智能感知方面,配备的多种传感器能够实时感知周围环境信息,确保机器人安全运行;在路径规划中,运用人工智能和机器学习技术,使机器人能够根据不同环境和任务自动规划最优路径。操作人员只需远程操控,就能监控机器人运行状态并对其进行调度,工作效率大幅提高。

技术成果的积累得益于多元化人才队伍建设和产学研协同创新。凌度智能公司副总经理黄健说,为夯实技术研发基础,公司从结构机械、电子软硬件、液压、机器人技术、人工智能、自动化控制等多个领域广纳贤才,与科研机构 and 高校开展合作,在培养和储备技术人才的同时,持续加强技术研发和成果转化能力。

“产学研合作让我们接触到更多前沿技术和先进理念,为创新提供智力支持。”黄健说,目前,公司正与广东粤港澳大湾区黄埔材料研究院联合研发耐磨材料,提升机器人关键部件耐用性,减少设备损耗与维护频次;协同研究新型材料与配方,开发出高效环保且对玻璃幕墙无损伤的清洁剂。

### 拓宽赛道

当前,光伏产业蓬勃发展,光伏面板作为将太阳能转化为电能的核心部件,因长

期处于户外,易附着灰尘等污染物,发电效率和使用寿命受到较大影响,光伏清洁需求日益增加。

凌度智能公司结合在高空幕墙清洁领域的探索,将智能化解决方案延伸至光伏领域,推出的光伏清洁机器人已在国内多个光伏电站投入使用,并逐步拓展到海外市场。

“光伏电站与高空幕墙清洁均面临复杂环境下的设备可靠性挑战,我们的技术积累可以迁移到这一领域。”黄俊生介绍,这一思路催生了凌光系列光伏清洁机器人。其中,针对集中式电站,凌光G1清洁机器人采用一体化高强度铝合金机身,重量较同类产品轻30%,其配备的高转速无刷电机与行星减速机,使得机器人可在零下40摄氏度至65摄氏度范围内稳定运行,开发的双活动轴自适应纠偏系统使设备在25度坡度的地形中保持稳定贴合。这种结构设计提升了其对复杂地形的适应能力,清洗覆盖率达98%以上。

适用于中小型光伏电站、工业厂房光伏电站的凌光G2分布式光伏清洁机器人搭载猫头鹰智能视觉系统,依托AI识别算法等技术,能够自动识别使用场景,实时建图并规划最优路径,实现智能化全自动清洗。支持全天作业,每小时可以清洗1000平方米左右。

在深耕光伏领域的同时,凌度智能公司还在火车、地铁、动车等轨道交通领域探索开发特种智能清洁设备,努力延伸智能清洁服务的应用场景,通过智能自动化技术解决高频次、高难度的清洁问题,提升施工安全与运维效率,推动智慧交通运维升级。

“智能清洗服务需求旺盛,有着广阔的发展前景。”黄俊生说,凌度智能公司将坚持以技术创新为核心,以应用需求为导向,不断丰富智能清洁产品,助力清洁行业智能化升级。



人口老龄化是社会发展的主要趋势,也是今后较长一段时期我国的基本国情。数据显示,截至2024年底,我国60岁及以上人口超3.1亿人,占全国总人口的22.0%。此前,中共中央、国务院出台《关于深化养老服务改革发展的意见》,提出“推动养老服务扩容提质,进一步激发养老事业和养老产业发展活力,更好满足老年人多层次多样化养老服务需求”,为养老相关企业给予指引。

随着我国经济社会快速发展,基本养老服务体系建设持续深入,老年人愈加追求高品质、个性化的养老服务,产生一系列新需求,带动养老服务业快速发展。近年来,我国养老服务业快速发展,吸引了众多企业布局。面对更大的市场、更高的要求,养老企业应该把握发展机遇,赢得发展优势。

明确品牌定位,让服务更具精度。养老产业虽然规模大、潜力足、企业多,但产业发展地域不均衡情况显著,全国性行业标杆企业较少。究其原因,不少企业受限于固有的养老服务模式,没有形成定位清晰的品牌发展路径。应立足本地市场,推出符合当地老年人经济条件与实际需求的服务和产品,因地制宜制定发展策略。

推动技术创新,令养老更有温度。针对老年人的新需求,各类新技术和新产品层出不穷,但难学、难用、难维修的痛点长期存在。养老事关千家万户福祉,让新技术更有温度,产品才能更受青睐。企业在追求技术创新的同时,必须坚持以人为本,在经过充分市场调研、反复优化设计的基础上,推出更多方便老年人使用的优质产品。

促进业态融合,为收益开拓维度。近年来,越来越多老年人愿意为多样化、个性化的养老服务和产品买单,养老企业也开始突破行业边界,比如与文旅、康养领域的企业开展深度合作。不同业态的融合发展,既为企业收益开拓了空间,也催生出更多新业态、新模式,进一步丰富了养老服务场景,释放出养老服务消费潜力。面对业态融合的新机遇,企业不能盲目跨界扩张,应根据自身资源与定位,在市场上找准位置,以合作促共赢,为老年人提供更好的体验。

养老企业的可持续发展,离不开制度保障与市场机制的协同发力。相关部门应进一步完善养老服务人才培养、技术创新等方面的体系建设,为相关企业持续注入活水。企业在提高经济效益的同时,也要强化社会责任意识,赢得人心、树立口碑,从而在市场中行稳致远。

面向未来,企业要建立养老新服务需求,以与时俱进的服务提质,创增收惠民的长久效益,更好推动养老服务高质量发展。

本版编辑 向萌 钟子琦 美编 夏滢

## 长通集团拓宽上下游发展空间——

# 当好新能源产业“链长”

本报记者 吴秉泽 王新伟



在长通威宁新能源产业园内,一道长通新能源公司生产车间工作人员在查看生产线运行情况。赵庆能摄(中经视觉)

在贵州西北部的毕节市威宁彝族回族苗族自治县,一道长通新能源公司的光伏组件工厂正开足马力运转,机械臂精准抓取电池片,智能检测设备高速扫描组件参数,经过28道工序组装完成的光伏板以每小时2000片的速度下线。这些承载着绿色能源使命的产品,正通过物流系统发往新疆、青海、广西等地。

一道长通是贵州新能源装备制造领域的领军企业,也是贵州长通集团智造有限公司转战新能源领域的重要平台。面对全球光伏产业技术迭代浪潮,长通集团2022年联合浙江一道新能源科技股份有限公司在威宁成立一道长通新能源公司,建成贵州首条自动化光伏组件生产线,主攻当时难度较大的N型光伏组件技术。

“我们把最关键的制造环节引入威宁,意味着贵州在光伏产业领域有

了一个完整的产业链。”浙江一道新能源科技股份有限公司董事长刘勇说。

“我们的双面电池转换效率达到26.8%,较传统P型组件提升15%,单瓦成本下降8%。”长通集团新能源事业部副总经理张云舒向记者展示最新产品,“这块625瓦的组件,能让10平方米的屋顶年发电量达到1.5万千瓦时以上”。2024年,一道长通光伏组件年产值达10亿元。

威宁得天独厚的光照资源为新能源发展提供了天然沃土。“全年平均日照2300多个小时,光伏发电年等效满负荷小时数可达1600个小时以上。”威宁彝族回族苗族自治县党组书记、威宁经济开发区管委会主任杨云娥告诉记者,当地已建成平箐光伏电站、夏家坪子光伏场等一批标杆项目,“在长通集团的带动下,一个涵盖光伏组件、逆变

器、储能系统的全产业链集群正在形成”。

在贵州关岭布依族苗族自治县岗乌镇与沙营镇交界处的山坡上,盘江百万千瓦级光伏基地的三期工程之一——大寨农业光伏电站项目正加快建设步伐,来自一道长通的光伏板由工人顺着山势一块块拼接起来,非常壮观。盘江百万千瓦级光伏基地项目于2023年8月开工建设,建设规模为1330兆瓦,是贵州省内规模最大的光伏场站。项目全部建成后,预计每年可节约标准煤39万多吨,减排二氧化碳约100万吨。

如何让农村群众从新能源产业中增收?长通集团也在积极探索。“我们的目标是让每片光伏板都成为致富密码。”一道长通新能源公司总经理盛兆选描绘着光伏下乡的新蓝图。长通集团目前正在威宁试点“屋顶光伏+”模式,通过租赁农户闲置

屋顶安装光伏板,既保障村民每年拥有稳定收益,又催生出运维服务、绿电交易等新业态。据测算,在贵州全省推广屋顶光伏项目,每年可新增发电装机容量2000万千瓦,带动相关产业投资超千亿元。

目前,长通集团已带动贵州铝加工产业与玻璃产业的产品研发从建筑领域转为新能源配套的铝边框、光伏玻璃,实现供应链上下游协同发展,探索出一条新能源产业装备制造发展的路径。

长通集团董事长张利告诉记者,企业以光伏组件制造为支点,向上游延伸硅料、玻璃等原材料产业,向下游拓展电站开发、储能运维服务,构建起“风光水储一体化”的产业生态。“我们将奋发有为当好新能源产业的‘链长’,将资源优势转化为技术优势、产业优势,真正实现从跟跑到领跑。”