

迎难而上、奋力创新——

国产工业母机是怎样炼成的

本报记者 王慧琼

厨房里的锅铲、手机的金属外壳、汽车的轮毂、飞机的叶片……从日常用品到精密仪器，从基础制造到尖端设备，都离不开工业母机。作为制造机器的机器，各种类型的工业母机身怀切削、冲压、焊接等独门绝技。

近年来，从技术创新到产业链协同，国产工业母机行业向高端市场进军。工业母机自主研发创新难在何处？现下国产工业母机技术够不够用？冲刺高端制造赛道又会有些机遇？记者采访了相关企业。



冈田智能（江苏）股份有限公司刀库组装车间。

“机”关难过 瓶颈何在

初次听到“冈田智能”，不少人会误认为是日企，但这是家地道的中国本土企业。时光倒回2011年，30多个人组成的初始团队决定成立公司。“彼时国产工业母机自研还在爬坡阶段，市场被德国、日本等老牌工业国占据。”冈田智能（江苏）股份有限公司副总经理夏康俊说。冈田智能起步时的环境，也是国产工业母机筚路蓝缕的缩影。

造出属于我们自己的工业母机，难在哪里？

“工业母机技术创新需要长周期积累，其中一个小技术迭代短则两三年，遇到瓶颈三五年也出不来成果。”科德数控股份有限公司研究院院长李文庆介绍。两次工业革命让欧洲成为工业母机的生产中心，20世纪50年代日本已经开始数控机床研发，而中国直到21世纪初加入世界贸易组织后，高端机床装备的研发才初具规模。

起步晚、研发周期长是国产机床研发的先天难点，而随之产生的技术壁垒又成为自研的后天障碍。

“工业母机涉及材料、机械、电气控制、数控等多个专业领域，技术门槛极高，很多核心技术受制于人，甚至想进口人家都不卖给我们。”李文庆说。一台好机床，小到螺丝、机械零件，大到整机组装工艺要求极高，如果任何一个环节掉队，就造不出好的产品。

“2008年之前，国内机床加工领域所用的数控刀具一直被进口品牌所占据，国内数控刀具生产研发一直被压制。我们公司刚开始就7个人，开会一张桌子都坐不满，什么都缺。”力锋精密工具（浙江）有限公司技术总经理刘孟辉说。

先天不足、后天壁垒，创新资源分散和巨大的投入成本让国产工业母机研发困难重重。

为了扭转被动局面，2010年前后，一批国产工业母机企业分别在各自的产业链环节，走上自研创新道路。力锋精密在浙江温岭青屿工业区建起9亩新厂房，决心做出适用于机床的国产数控刀具；冈田智能在江苏丹阳组建团队，专门进行主轴、转台、刀库的自研探索……同时期，国家发改委等11部门将工程机械、机床等列为推进再制造产业发展的重点领域，国务院将“高端装备制造业”列为七大战略性新兴产业之一。

坐冷板凳 下苦功夫

面对工业母机产业链被“卡脖子”的严峻挑战，乘着政策东风，国产企业潜心自研，下苦功夫。

数控系统是机床装备的“大脑”，尤其是高档数控系统更是被视为战略物资，受到西方国家严格的出口限制。2008年，脱胎于母公司大连光洋科技集团的科德数控正式成立，专门攻坚高端数控技术。

“数控技术难度高、出成果慢，初期人才也比较稀缺，可以说是一张研发‘冷板凳’。”李文庆说。

为了提升研发效率，研发团队把办公室搬到车床边。住在车间搞研发，在机床旁边跑代码做测试，技术人员编码完成后，立马到机床执行，只为快速验证功能的正确性，遇到疑难问题通宵达旦成了常态；初期机床水冷系统不成熟，团队就用医用的点滴管，给工件一点点输送冷却液……

“在工厂里待了两年，我们终于研发出科德数控GNC系列数控系统雏形。车间冬冷夏热，大伙儿冒着严寒酷暑搞研发。但是我们知道从0到1没有任何捷径，一分耕耘，一分收获。”李文庆说。

雏形研发成功只是第一步，时至今日科德数控GNC系列数控系统仍然在不断优化更新。在工业母机研发创新上，像科德数控一样“十数年磨一剑”是常态。

“我们在15年前就开始研发圆柱全极耳电池焊接设备了，在业内率先突破了这类电池的焊接工艺技术。”逸飞



▲科德数控股份有限公司车间工作人员正在机床前调试。
◀力锋精密工具（浙江）有限公司刀具生产线。

本版图片除署名外，均为受访企业提供

扫码观看视频

激光股份有限公司工程部项目经理韩冷在车间兴奋地展示着生产设备。圆柱全极耳电池近年来被新能源电池龙头企业、主机厂广泛关注，凭借其更高的安全性、更低的制造成本，成为下一代电池技术重要发展方向之一。

但这类电池对承接电池焊接、切割等工序的母机设备提出了更高要求，从传统单个或两个极耳的点焊到全极耳面焊，技术上既要避免虚焊，又要避免焊接穿孔，同时还要精确控制焊接温度。

精度要求高，技术难度大，也没有可供参考的先例，逸飞激光团队一头扎进针对圆柱全极耳激光焊接智能生产线的自研探索中。“我们可以说是十数年如一日，靠的是一步一步自主创新和工程经验积累。”韩冷说。目前，逸飞激光可为直径18~60mm圆柱电池提供从产品开发、工艺验证到规模化生产的全过程解决方案，打通了圆柱全极耳电池规模化制造的路径。

只要功夫深，“冷板凳”也能被坐热。中国机床工具工业协会数据显示，截至2024年，中国工业母机产业规模已连续10余年位居全球第一，培育出了从功能部件到主机制造的全产业链体系。在国产大飞机锻压机、船舶超大型螺旋桨、核汽轮机等重大战略行业攻关中，国产工业母机功不可没，这背后是一批本土企业的苦功夫、真本事。

自研多了 信任多了

“高端机床我们只选进口品牌。”这是2013年科德数控成功研制出第一台自主可控的高端五轴联动数控机床

后得到的市场反馈。“我们本来很兴奋，但是市场先入为主的反应给了我们当头一击，当时被挖苦、吃闭门羹都是常有的。”李文庆说。

冈田智能扩大刀库产能时也面临类似问题。刀库上所需要的ATC自动换刀装置，是实现零件工序之间自动换刀的关键部件。“当时国内市场ATC自动换刀装置基本采用进口，本土产品很难进入市场，但进口产品每年采购量有限且价格不可控，导致刀库仅有的利润都流失到了国外厂家。”夏康俊说。

技术有了，如何让自研的技术和设备替代进口，又成了国产机床装备面临的新问题。对市场来说，质量是唯一的敲门砖。

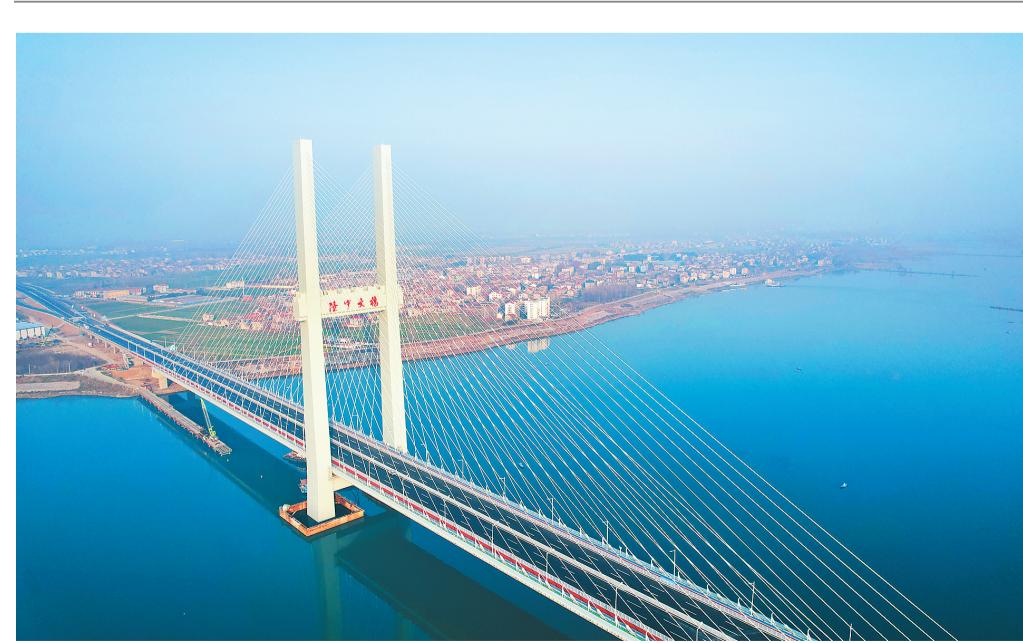
为了打响关键一枪，2013年科德数控研发负责人陈虎带领团队整月守在客户车间现场。“最终我们发现并突破了300余项技术问题，累计完成了100多种核心零件的工艺验证，为国家某科研院所组建了国内第一条完成进口替代的关键零部件生产线。”李文庆说。自此开始，科德数控的自研产品愈加齐全。机床的“眼睛”——传感系统里小小一把激光尺，进口单价需要70万元人民币，科德数控一口气将激光尺、激光干涉仪、磁感式编码器等传感部件都造了出来，再也不用高价进口；机床的“大脑”——GNC系列数控系统已能实现每秒数千次的精确控制任务调度，细分处理过程1/50000000秒内瞬间完成……截至2024年，科德数控研制完成的40余种高端五轴机床已在航天科工、中国航发、中航工业等国内重点领域骨干单位实现了千余台批量应用，自主化率超过90%。

“我们建设智能化刀具生产线，用技术手段减弱温度、湿度等不稳定因素影响，最大程度保证刀具的一致性。”刘孟辉说，优化生产流程，确保产线上第一道工序到最后一道工序可靠，让产出来的第一把刀和最后一把刀毫厘不差，才能在机床上保证刀具精确性。

2022年开始，冈田智能也开始“数字冈田”计划，将生产管理系统、仓储管理系统、销售管理系统进行一体化智改数信息化建设。“2024年我们被评为国家级5G工厂，目前我们的客户遍布3C、5G、新能源、汽车、船舶重工、轨道交通等行业。正是因为流程规范，产品品质才能得到用户信任。”夏康俊说。

2023年，科德数控推出针对航空发动机整体叶盘零件加工的六轴五联动叶盘加工中心，产品一经发布，受到市场欢迎，其理论加工生产效率高于国际水平40%，并很快在中国航发西航莱特公司实现应用。这款机床产品就来自科德数控母公司投资29亿元建起的智能装备制造产业园，园内通过“大数据+互联网+物联网+人工智能+智能供配电+智能环境监控”的铺设，逐步实现各类生产设备、辅助设备互联互通和工厂智能化管控。

“一台好的工业母机就像运动员，脑子要灵活，四肢要有力量，运动寿命还得尽可能长。要让国产工业母机像一位优秀的运动员走得更稳、跑得更快、跳得更高，每个部件、产业链、人才梯队都不能落后。”李文庆说。



日前，由中交二航局承建的国内最大跨径组合梁独塔斜拉桥——湖北省襄阳市隆中大桥建成通车，也标志着207国道襄阳段改建工程顺利通车。

207国道襄阳段改建工程建成通车对拓展城市发展空间，带动沿线经济社会发展和旅游资源开发等具有重要意义。

图为襄阳市隆中大桥。

龙新颜摄

春节前，甘肃省庆阳市环县所在的黄土高原上积雪未融，苍茫冷峻。

接到采访电话后，申姣裹着寒风出现在记者面前。不久前在香港维多利亚公园举办的工展会上，她展销的3.8吨环县羊肉短时间内被抢购一空。

工展会是香港一年一度的年货节。“年夜饭香港人喜欢吃法式焗羊排，所以冷冻小切羊排卖得很快。”申姣说，来自黄土高原的环县羊肉，因肉质鲜美且出口资质齐备，成为热销货品。

申姣是金陇（香港）投资有限公司员工。她所在的公司2023年首次在香港推广环县羊肉，当年就销售了110多万港元，2024年增加到220多万港元。

这次到环县考察从品种研发、养殖到冷链加工全产业链并联系订单，是她春节前的重要任务。

一路同行，申姣带记者来到合作方环县中盛羊业发展有限公司。这家公司生产线终端的3个出货仓冷链车辆正在一刻不停地交替发车。

公司副总经理刘金玉说，企业采取线上线下两种销售方式，2024年对粤港澳大

湾区的营业额超过1500万元人民币。

“环县羊肉切丝爆炒后没膻气，好好味。”有香港市民在香港网上购物平台留言。

环县地处海拔1200米至1700米的农牧交错地带，产的羊膻味轻，口感细嫩多汁。当地通过延链条、聚集群，推动肉羊养殖全产业链发展，使养殖户们对接上了千变万化的大市场。

杨文斌是环县养殖户。记者一行走

西北富农羊，走进大市场

进他的示范养殖场，只见16个养殖大棚里上万只待出售的肥羊攒动，一片“喜洋洋”景象。他成立的农民专业合作社收购2.1万只羊育肥，稳定供应加工销售企业，当地销往粤港澳大湾区的羊一部分就来自这家合作社。

合作社成员秦明家有30多只羊待出售。他在合作社指导下抛弃了“一只羊是赶，一群羊也是放”的老办法，开始重视“窝一餐”。窝是经过迭代升级的专用钢棚房，温度保持在5至25摄氏度，羊、粪分离的环境让

羊少生病、更健康；餐是不同草料配比成的“营养餐”，还配有牛羊饮水机，羊用鼻子轻触开关，就能喝上清洁饮用水。

环县羊产业有“身居黄土地、放眼粤港澳”的底气，源于加强养殖端质量把控的同时，不断提高产品附加值。目前，从分割处理到冷链加工，所有环节逐步与国际市场接轨。

在环县中盛羊业的加工车间，工人们在流水线上将羊羔加工成法式小切、八肋法排、寸排、半排、羊蝎子、羊肉串等多款精细化产品，随后通过传送带进入冷冻车间。

刘金玉拿起一袋法排，一边仔细观察肉的饱和度，一边介绍，粤港澳地区的消费者对鲜度要求高，工厂专门引进了国际领先的冷链配套设备，使羊肉快速锁鲜，解冻后鲜味不流失。目前，环县中盛羊业已获得20多种国内外认证资质。

村里年味已浓，不时有孩子燃放的鞭炮声零星响起。秦明扒在羊舍槽帮上看羊羔嚼草料，高兴地说：“今年卖到粤港澳，明年说不定卖到欧美，让老外也尝尝咱大西北的羊。”

（新华社兰州电 记者姜伟超、梁军）