制造硬脊梁 · 资本新动能

中国先进制造业一线微观察

探寻国产“工业母机”突围之路——

一台机床的精度如何逼近物理极限



在浙海德曼展厅，陈列着交钥匙工程的生产线模型（左图），浙海德曼一款高端数控机床生产车间（中图），位于浙江温岭的中国最大工量刃具专业市场（右图）。 李小平/供图

<<上接A1版

怎样提高精度？首先就是要制定标准。白生文说，中低端机床与高端机床的区别，关键在于精度。德日龙头机床企业，除了执行国际标准，还有一套远高于国际标准的企业标准。找到了差距的浙海德曼，将企业标准对标德日龙头机床企业，并建立起了一整套高精度标准体系，进而落实在每一款产品的开发中。

白生文说：“影响机床精度的因素有很多，比如，主轴径向跳动、齿轮传动误差、热变形管理等。所以只能靠不断重复，积累数据。”

经过持续的研发迭代，浙海德曼正一点点缩小与国际巨头的差距。而今，公司出厂的每一款机床，都严格执行着对标国际先进企业的标准。比如说，定位精度X轴、Z轴，浙海德曼的T55型号高端数控车床，分别为8μm、8μm；同类的日本某知名品牌企业，该数据分别为11μm、13μm；美国某知名品牌，分别为10μm、10μm。

“原来我们的口号‘对标德日 替代进口’，现在我们说‘对标德日 超越进口’。”浙海德曼董秘林素君告诉记者，“我们现在很多产品的检测数据，包括客户用了10多年的高端数控机床的很多指标都超越了德日同类产品。”

据悉，全球高端机床产业呈现明显的“金字塔”结构，少数国际巨头占据高端市场主导地位，而中国企业在特定细分领域正实现快速突破。从市场格局看，德国（DMG Mori、通快）、日本（发那科、马扎克）和美国（格劳博、哈斯）企业主导全球高端机床市场，尤其在航空航天、半导体等战略领域。

高端机床的比拼，不是简单的参数竞赛，是一场漫长的“微米战争”。国产机床从跟跑到并跑的历史性跨越，在机床行业耕耘了30余年的浙海德曼身上可以找到一些答案。

研发迭代 打入产业链高端

工业母机作为“制造机器的机器”，是高端制造业的基石。长期以来，超精密的高端机床被海外企业垄断。向产业链高端迈进，早已成为台州机床产业的共识。

白生文说，普通经济性数控机床与高端数控机床，价差往往逾十倍。但是，关键零部件和核心技术受制于人，使得很多企业在升级路上敢想不敢为。2010年，浙海德曼筹划进军高精密机床领域，从思想认识，到人才引用，再到软硬件升级，公司持续投入。

那些年，为了投入研发，体量尚小的浙海德曼举步维艰。2015年，公司一度出现了成立以来的首次亏损。但是，资金困难没有动摇公司创始人高长泉升级的决心。“那年冬天，他拿着一串钥匙走到办公室说，公司没有钱了，个人卖房也要继续投入研发。”当时的情景，白生文至今记忆犹新。

凭借着砸锅卖铁也要升级的决心，浙海德曼坚持不懈迈向产业链高端，最终在众多的台州机床企业中脱颖而出。与浙海德曼一样，同在台州的北平机床也认定了“对标进口—替代进口—取代进口”的清晰升级路径。

北平机床副总经理虞俊豪说，高端机床比拼的是微米级误差，其稳定性的提升是一个复杂的系统性工程。最近10多年，公司将大量资金和人力投入到研发创新，除了建立台州、上海、天津等研发中心，还在德国和日本布局研发基地，从核心部件攻关到整机性能优化，一步步啃下硬骨头。

经过持续创新迭代，北平机床已成为国内五轴数控磨床龙头企业，整机核心零部件自主化率超90%，精密立式磨床、五轴数控工具磨床等产品在精度指标上已达到国际先进水平，实现了对德国同类设备的进口替代。

类似的案例，在台州还有许多。譬如，三和数控的五轴车铣复合功能部件，打破了日德高端数控刀塔的垄断；美戈利的钢轨铣磨车用长寿命铣刀，性能比肩国际先进水平，成本却仅为海外同行的1/3；杰克精机研制的面向大型凸轮轴加工的高速直驱随动磨床，核心指标达到国际先进水平。

在取得长足进步的同时，也应看到差距。台州机床业多位人士说，同等功能的高端数控机床，在静态精度方面，本土产品已经赶上或者超越国际巨头了，但是在动态精度方面，本土产品与国际巨头还存在一定的差距。这也是国产机床今后要重点攻关的地方。

集群进化 培育工业母机生态

“这款高性能合金螺纹铣刀，是公司去年创新开发的新品。特点包括：独特的复合涂层，大大提高了刃具寿命；螺纹一次加工成型等。今年，这款产品供不应求，月销量40万—50万个。”在温岭的浙江工量刃具交易中心，一家经营户的工作人员对记者称。

台州机床产业的崛起，离不开产业链的强力支撑。浙江工量刃具交易中心，是中国最大的工量刃具专业市场，主要经营刃具、量具、机床附件、五金工具及其相关配套产品。该交易中心800余个商铺，吸引着全国各地的工量刃具生产商进驻，年交易规模达60余亿元。

在台州，造一台机床可以“足不出市、全链配齐”。从电主轴、刀塔、液压卡盘，到滚动功能部件、工量刃具，关键部件本地配套率达90%以上。这种全链条生态，既是几十年国产制造积累的成果，也是台州工业母机最深的护城河。

“台州机床产业，与台州的制造业一脉相承。”在白生文看来，台州发达的制造业为机床产业提供了丰富的土壤。“因为离市场近，场景应用丰富，从而带动了机床产业以及配套产业的发展。”

据悉，目前台州拥有工业母机相关企业近2000家，规上营收超700亿元；经济型数控机床产量占全国三分之一，工量刃具产量占全国60%以上，金属切削机床产量连续8年居全国首位。

集群跃升的背后，更有创新体系的支撑。近年来，台州先后建成浙江（温岭）机电工程师协同创新中心、台州数控机床产业技术研究院、浙大台州研究院等创新载体，为企业提供技术支撑。其中，落户在台州的浙江省高档数控机床技术创新中心，在短短3年时间内，梳理出69项“卡脖子”问题清单，攻克20余项关键技术。

产学研结合，推动重大创新成果产业化，有力破解产业链的创新瓶颈，对台州打造世界级数控机床集群有着积极的促进作用。目前，已有32家台州企业参与35项国家、行业标准制修订。台州温岭机床装备行业协会主导制定团体标准65项，10余项入选工信部百项团体标准应用示范项目。这也意味着，台州机床正在从“产品输出”走向“标准输出”。

从精密迈向智能 AI让机床“越用越聪明”

证券时报记者 李小平

素有“制造之都”之称的浙江台州，机床行业正在上演一场新进阶：从“精密”迈向“智能”。

北平机床副总经理虞俊豪说：“数智化对于机床行业意味着什么？可以简单理解成手机从传统功能机向智能手机跃迁。”伴随着人工智能（AI）技术在机床中的应用，一台只会机械复刻指令的“铁疙瘩”，变成一座会记录、会修正、会自我进化的“智能工厂”。

过去，机床精度的天花板往往掌握在老师傅手里。一台高端机床能加工到微米级，靠的是数十年积累的装配手感、调机经验。老师傅若走了，手艺也就带走了。但是，AI智能数控机床的出现，使得许多微妙的工艺诀窍不再受限于人。

建立起本地化数据库后，过去老师傅不轻易为外人道的经验和手感，就可以量化成被AI读取和分析的数字模型。哪怕新招的学徒，只要输入指令，机床通过读取历史数据，就可以精准复制。这也是真正把制造业从“经验驱动”模式，切换到了“数据驱动”模式。

高精密的机床对温度变动特别敏感，传统的办法是“恒温伺候”，把车间环境控死。但机器一旦开机运转，主轴、导轨自身就会发热，温差总在毫厘之间流动。真正的解法，是把这种“热漂移”的规律摸透、记住，再实时修正。这正是AI技术的用武之地。

对此，浙海德曼已经完成了热补偿智能软件关键热变形部位与环境温度补偿算法的联合调优，经测试达到行业先进水平。这种热调优方法，在工程工艺AI方面，也取得了显著成绩，并完成了图纸识别、加工方案、加工工艺的结构化分解与逻辑关联，形成了从“图纸→工艺→加工”的完整数据闭环。通过该模型提取二维图纸、关键特征参数，识别准确率达95%以上。

随着国内人口结构的变化，制造业不同程度面临“老师傅”后继乏人的问题。AI深度融入机床领域，几乎是行业发展的必然趋势。

在第十四届中国数控机床展览会上，浙东工业母机集群集中发布了包括AI磨床在内的9款智能机床新品，涵盖了磨床、车床、加工中心等多个品类。中国工程院院士周济现场评价：“此次智能机床批量发布的意义，不亚于1952年美国发布数控机床。”

如今的台州机床集群，很多企业正在联手科研机构，探索智能化改造升级。一台工业母机的技术迭代，关系着制造业生态变革。可以预见，随着AI技术的快速进步，国产机床必将“越用越聪明”。

宁德时代曾毓群：推动储能行业迈入新型基础设施时代

证券时报记者 刘灿邦

“比增长速度更值得关注的是，储能在电力系统中的作用正在发生深刻变化。”10月15日，在2026世界储能大会上，宁德时代董事长兼CEO曾毓群作出这一判断。

曾毓群认为，储能的作用发生变化基于以下依据：一方面，全球储能市场高速增长，根据SNE Research的数据，上半年全球储能电池出货量同比增长71%，中国以外市场占比首次过半。从欧美，到新兴的拉美、东南亚、非洲等地区，越来越多国家大规模部署储能。

另一方面，过去十几年，全球能源转型取得了显著进展，风电光伏等清洁能源装机持续扩大，但发电侧稳定性挑战也随之而来。与此同时，工业、交通加速电气化，算力等新型负荷快速增长，对电力系统的可靠性和灵活性提出了更高要求。

在曾毓群看来，上述背景下，储能正在从新能源的配套设施，逐步成为电力系统不可或缺的新型基础设施；这意味着，储能行业不能只追求设备参数的提升，更要构建满足电网需求的系统能力和长期可靠性。

在本次大会上，曾毓群提出，要真正迈入新型基础设施时代，储能行业需要强化三个方面的核心能力：

一是面向多元化的电网需求，打造整站级解决能力。具体而言，全球不同地区电网的需求正在分化：欧洲要更多灵活性资源消纳绿电；美国快速发展的算力中心，急需高可靠供电；非洲、东南亚电网相对薄弱，储能还须承担稳压、稳频任务。曾毓群认为，储能成为基础设施，评价标准就从设备的容量、效率、成本，延伸到电网所需的支撑、响应、调节能力。面对上述差异化需求，需要的是对电网的深入理解，电芯、电力电子、智能控制技术的协同融合，以及电站运营的整体优化。

二是坚持底层创新，提升复杂场景下的技术适应能力。目前，储能应用场景越来越广泛，运行环境越来越复杂。在高温地区，储能需要更好的热稳定性，降低寿命衰减，减少辅源功耗；在寒冷地区，需要高容量保持率；在负荷快速变化的场景中，则要求更高功率与更快响应。曾毓群认为，这些挑战，最终要靠材料和电化学体系的底层创新解决。为此，宁德时代长期坚持多技术路线并行发展。一方面，发挥钠电池的低温性能和资源优势，与锂电形成互补；另一方面，通过材料和结构创新，使电芯在高室温下保持稳定运行，例如，针对AI数据中心的高动态负荷，借助高倍率电芯依托智能控制策略，实现了系统的毫秒级精准响应。

三是要从产品零部件测试，走向体系化、整站级实证。在曾毓群看来，大型储能电站是一个复杂系统，即使各个零部件都符合标准，也不意味着系统集成后就长期可靠。因此，可靠性验证要从单体和设备测试，进一步延伸到整站级、全场景实证。

据悉，今年5月，宁德时代在厦门建立的实证储能科技研究院正式启动，规划总投资达30亿元。到目前为止，“厦门实证”已经对全球32个项目进行了体系化实证，涉及电站容量超16GWh。

值得一提的是，在本届储能大会开幕式上，曾毓群向上海交通大学宁德高等研究院捐赠150万股宁德时代股票，并举行捐赠仪式。此次捐赠将用于支持研究院建设，助力高校科研创新与地方产业发展深度融合。

以宁德时代最新股价278.5元/股计算，此笔捐赠金额约4.18亿元。

北方华创拟超4亿元并购诺合键维

证券时报记者 赵黎昀

北方华创(002371)10月15日晚间公告，全资子公司北京北方华创微电子装备有限公司（下称“北方华创微电子”）于当日与北京集成电路装备产业投资并购二期基金（有限合伙）（下称“装备二期基金”）签署《股权转让协议》，北方华创微电子拟以现金方式收购装备二期基金持有的北京诺合键维设备有限公司（下称“诺合键维”）100%股权，交易金额为4.05亿元。

公告显示，装备二期基金于2024年12月设立，主要以并购投资和股权投资方式投资于半导体领域。因北方华创董事长赵晋荣在装备二期基金投资决策委员会任职，装备二期基金系上市公司关联方，本次交易构成关联交易。

诺合键维成立于2025年4月，成立后通过资产收购方式取得了与混合键合设备相关的实物资产、无形资产、经营业务以及研发团队等，拥有了较完整的混合键合设备技术基础。诺合键维的主营业务为混合键合设备的研发、生产、销售及服务。

2025年度及2026年上半年，诺合键维营业利润和净利润为负，主要系其核心产品混合键合设备尚处于技术迭代、产品验证和市场导入阶段，营业收入规模较小且研发投入较大所致。

北方华创称，混合键合是实现超高密度互连的关键工艺，混合键合设备是支撑先进封装核心工艺的关键装备，在SoC、HBM、Chiplet等3D集成领域应用广泛。诺合键维在光学对准、补偿算法、机械运动控制、精密震动控制、键合头设计等混合键合设备核心环节形成了关键技术储备，出厂设备已经实现纳米级精度对准，产品已获得重复订单，并正在与其他多家头部客户合作开展设备验证以及意向订单洽谈，具有较强的市场竞争力和良好的发展前景。

收购完成后，诺合键维将纳入上市公司合并报表范围。双方业务具有互补性，本次收购有利于发挥协同效应，显著增强公司在混合键合设备及三维集成全流程装备平台的市场竞争力，高效匹配产业发展需求，更好地服务于客户。

多家公司宣布回购或增持 新易盛拟最高回购10亿元

证券时报记者 张一帆

又一批A股公司出手回购、增持。

10月15日晚间，新易盛(300502)实际控制人、董事长高光荣提议公司以8亿元至10亿元实施回购，当日新易盛下跌超7%，抹去今年以来的涨幅。

公告显示，高光荣提议公司使用自有或自筹资金，通过集中竞价交易方式回购公司股票，并择机用于后续的股权激励计划或员工持股计划。回购资金总额为8亿元至10亿元，回购期限自公司董事会审议通过回购方案之日起12个月内。

高光荣表示，此次提议是基于对公司未来持续稳定发展的信心和对公司价值的充分认可。

新易盛方面表示，公司董事会将尽快就上述提议内容认真研究，并制定合理可行的回购股份方案，按照相关规定履行审批程序，并及时履行信息披露义务，具体以董事会审议通过后的回购方案为准。

证券时报记者留意到，15日晚间多家上市公司提出增持或回购计划。

在回购方面，截至发稿，卡莱特、长芯博创等上市公司董事长提议回购公司股份。长芯博创董事长庄丹表示，此举系基于对公司未来持续发展的信心，为保障公司全体股东利益，增强投资者信心，稳定及提升公司价值。三环集团、洽洽食品、山东高速、德业股份、奥比中光等均宣布在10月15日实施了回购计划中的首次回购，其中三环集团在14日晚刚刚披露回购计划。

在增持方面，截至发稿，震有科技、路维光电、凯伦股份等均有重要股东披露新的增持计划。其中，凯伦股份股东矽彩光电将前期披露的拟增持金额上调至1.4亿元至2.8亿元，据介绍，矽彩光电本次增持采用专项贷款与自有资金相结合的方式，中国银行苏州长三角一体化示范区分行已向矽彩光电出具了《贷款承诺函》。