

# 从“技术自立”到“价值突围” 机床迈向高端智造

西安国际会展中心内,机器的轰鸣声此起彼伏……一位退休多年的老工程师在北京精雕科技集团有限公司展台前久久驻足。他盯着正在展出的一款五轴机床感叹:“以前,这种精度的机床我们靠靠近看的机会都没有。现在国产的摆在眼前,随便看随便问。”

这台型号为JDGR400T的五轴高速加工中心,是国内首台通过“机床装备制造成熟度八级”认证的五轴高速机。而这位老工程师的感慨,正是中国机床行业几十年发展的生动注脚。

在近日举行的西安国际机床展上,700余家展商携王牌设备现场开机演示,全方位展示机床上下游产业链的创新成果。

从早期的“技术自立”,到如今的“价值突围”,国产机床正加速迈向高端智造的新阶段。

## 行业景气度持续攀升

展厅内人头攒动,专业观众穿梭在各展台前,仔细观摩机床演示、咨询产品细节。展会组织方数据显示,本届展会总到场专业观众人数较上届增长超38.95%。这份热情背后,是2026年以来国内机床企业订单的显著增长,行业景气度的持续攀升。

“随着人形机器人核心零部件加工对微米级精度机床需求增加,叠加新能源汽车、商业航天扩产带来的设备更新需求,机床行业正迎来需求重构的关键节点。”万联证券投资顾问屈放表示。

纽威数控装备(苏州)股份有限公司(以下简称“纽威数控”)西北地区销售经理贺超透露,公司目前订单饱和,整体订单已排到数月之后。

比订单数量更值得关注的,是订单的“质



量”。“我们在意的是价值——包括产品价值、技术服务及给客户带来的衍生服务。”贺超表示。

这种转变正成为中国机床行业的集体写照。从“技术自立”到“价值突围”,国产机床正在完成一场深刻的身份转换。中国机床工具工业协会数据显示,2025年机床工具行业实现营业收入10571亿元,同比增长1.6%;利润总额421亿元,同比增长58.6%,利润率提升至4%。

出口数据同样印证了这一趋势。海关总署数据显示:2025年高端机床出口金额同比增长21.5%。高附加值数控机床正加速走向海外。

西安巨浪精密机械有限公司销售负责人张华楠指着一款设备介绍:“这台设备可实现少人、多工序复合加工,效率达到传统方式的3倍到5倍,广泛应用于机器人、AI液冷接头、无人机精密零部件加工。”

近年来,五轴数控机床发展势头强劲,市场规模持续扩容。观研报告网数据显示,五轴数控机床国产化率从2020年的18%大幅跃升至2024年的55%,逐步迈入深度替代阶段。

展会现场,多款国产五轴机床展现出强劲竞争力。纽威数控展台上的多款设备吸引众多观众驻足。该公司的五轴加工中心、五轴转台等核心零部件均为其自主研发。而巨冈精工(广东)股份有限公司现场展出的五轴卧式摆头加工中心CP系列,直接对标欧洲知名品牌。

展馆之外,中国通用技术(集团)控股有限责任公司(以下简称“通用技术集团”)发布了高速五轴并联翻板铣加工中心,材料去除效率达每分钟7000立方厘米。

更值得关注的是,科德数控股份有限公司近期与上海飞机制造有限公司签署协议,双方

共同建立卓越创新中心,依托自主可控的高端五轴机床,面向商用飞机典型零部件加工工艺、国产装备中试验证等领域开展合作。这标志着国产五轴机床正进入民用航空这一最难啃的“硬骨头”领域。

## 构建产业链共赢生态

我国高端机床发展虽成绩斐然,但挑战犹存。业内人士表示,行业要实现真正的突破,不能只靠个别企业单打独斗,而是需要整条产业链形成合力。机床行业现在有两个“卡脖子”问题。第一个是数控系统,核心还是掌握在日本、德国这些国家手里;第二个是一些关键的核心零部件,比如高精度导轨、丝杠。

“从技术水平看,国产五轴及复合加工机床已经可以满足绝大多数客户99%的需求。但市场接受度还需要慢慢提升。有些客户对国产机床还持怀疑态度。”贺超表示,近年来,国产中高端机床的市场占比已经在提升,“但行业的进一步发展不仅需要纽威数控,也需要中国所有机床制造企业共同努力,同时还需要广大客户给我们提出好的建议和意见”。

正是在这样的背景下,通用技术集团3月18日召开的“聚链兴业 共谋高远”机床产业生态合作伙伴大会为中国高端机床的协同发展写下注脚。会上,通用技术集团“十五五”的四大核心计划同步落地:“春山计划”聚焦关键核心技术突破;“天工计划”以匠心产品赋能千行百业;“暖春计划”做机床装备全生命周期贴身管家;“扬帆计划”布局欧洲研发中心,推动国际产业联动。

通用技术集团还提出“双百”伙伴行动——未来将携手100家核心经销商、100家战略供应商,从传统的“买卖交易”转向“价值共创”。

“我们不再是简单的供需关系,而是并肩作战的战友。”通用技术集团总工程师、通用技术集团机床有限公司董事长周舟在现场表示,“只有产业链上下游心往一处想、劲往一处使,才能推动中国机床产业真正实现从大到强的跨越。”

据《证券日报》作者:殷高峰 刘欢

## ► 科工前沿

# 我国攻克无负极锂电循环难题

你是否想过,为何“飞行汽车”的概念提出已久,却迟迟无法真正“飞入”寻常百姓家?一个关键瓶颈,藏在它的“心脏”——电池里面。起飞时需要瞬间爆发出超高功率,长途巡航又要求容量大、续航长,还得足够轻盈——这些近乎苛刻的要求,最终都指向一个关键指标:能量密度。有没有一种电池,能同时满足这些看似矛盾的需求?这个构想正接近实现。西湖大学工学院特聘研究员王建辉团队用五年半时间让不可能有望成为可能。

王建辉介绍,故事要从锂电池的“家族史”说起。目前商用电池的能量密度约在30瓦时/公斤至250瓦时/公斤,而飞行汽车理想的门槛是400瓦时/公斤以上。现实是,高能量密度的电池往往太贵或寿命太短,让这个概念至今停留在试运行阶段。“而锂电池有两条技术路线:一条是直接利用锂金属做负极,能量密度能轻松突破500瓦时/公斤。但锂金属有个坏毛病——充电时,锂离子跑到负极,会像长树枝一样堆出杂乱无章的‘枝晶’,这些‘枝晶’可能刺穿电池内部隔膜引发火灾,还会不断消耗锂离子,导致电池寿命骤减。这条路在20世纪80年代就被搁置了。”“另一条就是我们熟悉的锂离子电池,它给锂离子找了个‘宿主’——石墨。石墨像一栋拥有许多小公寓的大楼,锂离子在楼里进进出出,安全又稳定。但石墨本身又重又占地方,能量密度做到280瓦时/公斤已是理论极限。”王建辉说。

于是全球科学家将目光重新投向拥有极高能量密度的锂金属电池,还设计出一个更完美的版本:无负极锂金属电池。它制造时干脆连锂金属负极都不装了,只剩一块光秃秃的铜箔。没有预包装的锂,成本更低、更安全;没有笨重的石墨,能量

密度更高。“听起来很好,可它一直并不被行业看好,因为有个致命缺陷:循环寿命极短。首次充电时,锂离子要在铜箔上‘从零开始’沉积生长。如果铜箔表面只有少数几个点能落脚,锂离子就会往那几个点挤,堆出几根大‘枝晶’。更糟的是,无负极电池的锂全部来自正极,总量固定。一旦形成‘枝晶’,就会陷入恶性循环,用不了几次,锂就耗光了。”论文第一作者、西湖大学博士后刘磊说。

团队要解决的,正是这个核心难题。他们创新研制出一种“穿梭耦合电解液”,让锂离子可以在铜箔表面实现高度可逆的“平面沉积和溶解”。想象这个画面:所有的锂金属晶粒像紧密堆叠的气球,充电时同步向上膨胀,放电时同步向下收缩,留下一个交联的网格阵列。再充电时,网格的中心优先沉积——“枝晶”消失了,副反应大幅减少。

团队还发现,这种电解液能在负极表面形成一层约8纳米厚的均匀“皮肤”,既能均匀通过锂离子,又能适应锂金属的膨胀收缩而不破裂。“这层皮肤的形成还有个意外发现:它不只是负极的功劳,还是电解液释放的中间体在正负极之间来回穿梭、协同反应的结果。团队将这种机制命名为‘穿梭耦合’,它突破了传统电解液的界面化学理论。”王建辉表示。

最终,这项研究让无负极锂金属软包电池的能量密度达到508瓦时/公斤,80%放电深度下稳定充放电循环突破350次,还能在零下40℃至零上60℃的宽温域工作,成本反而比商用锂离子电池降低15%到25%。

据《光明日报》作者:晋浩天

# 科学家首创线粒体移植新技术

中国科学院广州生物医药与健康研究院联合广州医科大学等单位,成功开发出一种全新的“线粒体胶囊”移植技术。该技术将健康线粒体包裹在红细胞来源的囊泡中,在国际上首次实现了向细胞和组织的高效、安全“快递”。相关成果近日发表于生物学国际期刊《细胞》。

研究团队创新性地利用红细胞细胞膜囊泡作为“胶囊”,将健康线粒体包裹其中,形成直径约千分之一毫米的“线粒体胶囊”,在线粒体移植与疾病治疗方面取得三方面突破。

高效递送与整合。裸露线粒体移植的导入效率低于5%,而“线粒体胶囊”技术使约80%的目标细胞成功接收供体线粒体。这些外源线粒体进入细胞后,主动与细胞原有线粒体网络融合,在细胞内“安家落户”,持续补偿细胞的代谢障碍和功能缺陷。

修复基因缺陷。团队针对多种线粒体DNA突变患者细胞进行测试,结果显示,移植的健康线粒体成功“上岗”后,细胞内病变线粒体的比例显著下降,濒死细胞的能量代谢迅速恢复,基

因缺陷得到有效“代偿”。

改善疾病症状。团队构建了帕金森病、利氏综合征及线粒体DNA缺失综合征等多种疾病动物模型。在帕金森病小鼠模型中,将“线粒体胶囊”递送至病变脑区后,有效阻止了神经元持续死亡,恢复脑区线粒体正常功能,显著改善模型小鼠的运动能力,使之几乎恢复至正常水平。在线粒体遗传疾病小鼠模型中,“线粒体胶囊”治疗显著延长了疾病小鼠的生命,多个器官的功能衰竭得到挽救。

该研究不仅建立了一套高效安全的线粒体移植技术体系,更在国际上首次提出“细胞器治疗”的新概念,为众多由线粒体功能障碍引起的难治性疾病开辟了全新治疗思路。不同于再生医学中通过移植整个细胞来修复组织的“细胞治疗”,“细胞器治疗”直接移植细胞内的功能性“器官”来修复病变细胞。这意味着,未来或许可以将健康的线粒体作为一种“药物”,直接递送到患者体内,修复病变组织和器官的功能。

据《中国科学报》作者:朱汉斌

# 自研轮毂电机技术走向量产应用

在全球新能源汽车市场竞争从“增量争夺”迈入“存量博弈”的今天,核心技术的自主可控成为车企安身立命的根本。驱动系统作为新能源汽车的“动力心脏”,更是各国车企创新新力的核心战场。

近日,由哈尔滨理工大学教授谢颖领衔的研发团队,在国家“十四五”重点研发计划项目的支持下,历时2年攻关,成功破解了高性能轮毂电机从实验室走向生产线的系列关键技术。更令人振奋的是,这项被誉为“未来驱动解决方案”的轮毂电机技术,已正式搭载于全国首款轮毂电机量产乘用车——“东风奕派007”。目前,该车已纳入工业和信息化部第401批《道路机动车辆生产企业及产品公告》。

## 创新设计:车轮自己具备驱动能力

简单来说,轮毂电机是把原本安装在汽车底盘悬架上的集中驱动电机,“拆分”为多个电机,分别集成到每个车轮里,让车轮自己具备驱动能力。这个听起来巧妙的设计,却是一道困扰行业多年的工程技术难题:传统集中驱动电机有足够的底盘空间安放,还能配备完善的散热、防护装置,而轮毂电机要在直径不到70厘米的车轮内部,塞进电机、制动器、轮毂轴承等一整套装置。更苛刻的是,车轮在行驶中要承受颠簸、浸水、泥浆、高低温等各种恶劣环境考验,这对电机的密封性、耐久性、抗干扰性提出了远超传统电机的要求。

为此,谢颖团队提出了多场量强耦合与精确解耦的轮毂电机协同设计新方法。该方法能够更精确地模拟和预测电机在实际运行中的复杂状态,从而指导设计优化。

在这一设计理念指导下,团队取得了一系列突破性创新。他们首创的12层梯形齿变绕距扁线绕组结构,相当于给电机绕组“瘦身塑形”,在同样空间内提升了电磁性能;而创新的齿轭分离定子结构,更实现了转矩密度与效率的双重提升。

值得一提的是,这个产学研团队形成了强大的攻坚合力。该项目由东风汽车集团牵头,联合哈尔滨理工大学、上海电驱动股份有限公司等多家单位攻关。经过6轮迭代优化,团队研发的电机样机在中期验收时就全面超越预设指标,为量产奠定了坚实基础。

## 散热突破:紧凑结构内实现高效降温

如果说创新设计是轮毂电机的“心脏”,那么散热技术就是保障它持续运转的“呼吸系统”,这也是横亘在轮毂电机量产面前的“拦路虎”。电机运行时会产生大量热量,如同家里的电暖器,温度过高就会自动跳闸保护。而轮毂电机被密封在车轮内部,空间狭小,紧邻“制动器”,热量散不出去就会导致电机效率下降,严重时甚至会烧毁电机。

团队把解决电机温升的问题比作“在密封的小房间里装空调”。这个“空调”既要散热效率高,又不能占用太多空间。经过无数次设计分析,他们提出了高散热、低流阻的冷却结构与新型导热灌封材料集成方案,实现了直驱轮毂电机的高效冷却。

高密度直驱轮毂电机样机,在项目中期验收时已全面满足甚至超过了课题预设的全部性能指标,为后续的工程化样车开发与量产落地提供了坚实的技术保障。

## 体验升级:驾乘尽享灵活大空间

技术突破最终要转化为实实在在的驾乘体验。轮毂电机最具革命性的价值,就在于它颠覆了延续百年的汽车驱动架构,实现了从“中央集权”到“分布式自治”的转变。谢颖打了个比方,传统汽车的驱动系统就像“一个教练带着四个运动员跑步”,教练通过传动轴这个“指挥棒”给四个车轮分配动力,响应速度慢且不够精准;而轮毂电机则是“四个运动员各自配备一个教练”,每个车轮都能根据路况独立调整动力输出,不仅响应更快,还能实现更复杂的行驶姿态,适应电动智能化的发展趋势。

这种转变带来的首先是驾驶体验的升级。传统驱动系统的动力传递存在延迟,而轮毂电机实现了“指令直达车轮”。为了解决转矩输出平顺性问题,团队采用转子三段“一字”斜极技术,大幅降低了齿槽转矩脉动,就像给动力输出装上了“平顺器”。

空间利用率的提升更是让消费者直接受益。由于取消了发动机、传动轴等传统部件,汽车底盘实现了“全面瘦身”。轮毂电动车布置拓扑可以被比喻为给电池平板加了4个自驱车轮,调节轮距和轴距即可改变车宽和车长,让小车、大车、乘用车、商用车共享平台化开发优势。“这就好比把客厅里的大沙发换成了组合式家具,空间一下子就腾出来了。”谢颖解释道。这种空间重构使得底盘可以容纳更多电池,有效提升续航里程;同时还能打造超大前备箱,车内地板实现纯平设计,后排乘客腿部空间也更加充裕。

技术的终极价值在于其大规模产业化应用。“东风奕派007”是全国首款进入工业和信息化部新车公告的轮毂电机驱动新能源乘用车,标志着东风汽车集团与课题合作单位在工程化、产品化方面实现了完美对接。

从实验室里的原理样机到即将驶上街头的量产车型,哈尔滨理工大学团队用多年深耕实现了轮毂电机技术的国产化突破。这款量产轮毂电动车成果不仅让我国在新能源汽车核心驱动技术领域掌握了主动权,更为汽车产业提供了分布式驱动的新范式。随着首款量产车的落地,一个更高效、更舒适、更智能的电动出行新时代正加速驶来。

据《科技日报》作者:朱虹