

讲演 18:

大力发展中高端轴承磨超装备 为实现轴承强国目标提供有力支撑

无锡机床股份有限公司总经理 卫其年

“十二五”期间是我国加快转变经济发展方式的攻坚时期，转型升级将是各行各业现阶段乃至今后一段时期的发展主题。现在，我国轴承工业正在由轴承生产大国向世界轴承强国的目标进军，作为轴承装备制造企业，如何满足轴承生产企业转型升级需要，为我国实现世界轴承强国的目标提供有力的支撑是我们近些年一直关注的重点。现结合锡机的产品发展情况，简要地汇报我公司轴承磨超工艺装备的发展思路和主要着力点。

一、锡机轴承磨超设备发展现状

锡机从上世纪五、六十年代开始制造轴承磨超加工装备，至今已有五十多年的历史。五十多年来，产品不断更新换代，品种持续增加，现常年提供轴承磨超加工装备的品种有 150 余种，加工范围：套圈内径从 $\Phi 3\text{mm}$ 至 $\Phi 2500\text{mm}$ ，套圈外径从 $\Phi 5\text{mm}$ 至 $\Phi 3000\text{mm}$ ，适用于各类滚动轴承内径、沟道、各种滚道、挡边、滚针套底面、各种滚子的磨削和超精，可以满足不同层次用户的需求。截至 2011 年，我们共为轴承行业提供了 4 万余台轴承磨超加工装备，其中轴承磨超自动线 300 余条。

“十一五”以来，我们坚持技术创新，加快了产品更新换代步伐，研发了新一代的微型、小型、中小型、中大型深沟球轴承磨超自动线、中小型、中大型圆锥滚子轴承磨超自动线、双列角接触汽车轮毂轴承磨超自动线、大型圆锥圆柱滚子轴承滚道及挡边磨床、超精机等。在这些产品的研发中，我们根据轴承工业的发展需要，在不同类型轴承的磨超装备上进行了有针对性的重点突破。例如：

在中小型球轴承磨超装备方面，我们在精度、稳定可靠性和效率上实现了突破；在中大型滚子轴承磨超装备方面，我们在数控插补技术的应用上得到了突破，滚道轮廓形状真正达到了对数曲线凸度要求，并可任意调整轮廓曲线形状；在大规格超精机上，我们满足了中大型轴承超精工艺要求，填补了国内空白。为满足大型、特大型轴承发展的需要，还推出了 $\Phi 800\text{mm}$ 的卧式数控轴承磨床和 $\Phi 800\text{mm}$ 以上的数控立式内外圆磨床。现在我们研制生产的 3MK2080、3MK1680、MK28100、MK28160、MK28250 等大型、特大型轴承磨床已在用户厂家投入使用。

在功能部件方面，我们应用优化设计提高转速，采用混合陶瓷轴承支承、油气润滑、内隔水循环恒温冷却技术的 5SD 系列新一代大功率、高刚度电主轴，技术水平接近德国 GMN 同类产品先进水平。5SD 系列电主轴的转速范围为 12000 ~ 90000r/min，可在较宽的转速范围内实现大功率、恒功率运行。

在套圈前磨工序装备方面，我们研发制造的高精度数控无心磨床 MG1050B、M10100B、MK11150、MGW10200、MKS10100 等产品，工作精度分别可达到套圈基准外径圆度 $0.5 \sim 1 \mu\text{m}$ ，粗糙度 $Ra0.1 \sim 0.2 \mu\text{m}$ ；大型数控无心磨床 MK10300、MK10400，套圈基准外径圆度可控制在 $5 \mu\text{m}$ 以内，粗糙度 $Ra0.32 \sim 0.63 \mu\text{m}$ ，可以满足大型冶金矿山轴承上等级、上档次的磨削要求。另外，我们为微型轴承套圈加工基准面专门开发的 M7730 小型立式双端面磨床，工作精度以磨削 $\Phi 20\text{mm}$ 套圈为例，两平面平行差 0.001mm 、粗糙度 $Ra0.2 \mu\text{m}$ ，可满足微型轴承产品上等级、上档次的要求。

在滚动体磨削装备方面，我们研发的贯穿式和切入式滚子磨床，均可满足精度和轮廓形状上的高要求。圆锥圆柱滚子无心磨床修整器采用二轴插补闭环控制，保证了母线对数曲线凸度的要求，表面质量高，其波纹度稳定控制在 $0.2 \mu\text{m}$ 以内，在 MK11150 上磨削的圆锥滚子，精度指标已达世界先进水平。

经过“十一五”以来的发展，我们的轴承磨超装备取得了一定的进步，缩小了与国际先进水平的差距，但和轴承行业的发展需要相比，我们还做得很不够，需要继续努力，发奋图强。

二、轴承行业的转型升级与我们的发展思路

实现转型升级是我国轴承行业整个“十二五”期间的中心任务。在中国轴承工业协会六届六次理事会上，王全清常务副理事长的工作报告对轴承行业的转型升级作了全面的阐述。他说：“对于轴承行业，转型就是转变行业发展方式，由主要扩大规模、粗放管理向主要依靠科技进步、管理创新和员工素质提高转变；由只注重成品向成品与轴承零部件协调发展、轴承与主机同步发展、轴承生产与制造服务业融合发展的生产服务型转变；由传统产业加快向创新型、绿色低碳型、服务型、内需主导型转变。升级就是优化轴承行业的产业结构、组织结构、产品结构、市场结构、技术结构和工艺结构，促进轴承行业结构整体优化提升。”轴承行业的三个转变和一个提升，其内涵相当丰富，给我们传递了许多强烈的信号。其中，给我们印象最深的是：在轴承行业今后的发展中，产能规模的扩大将不是主要的，取而代之的是品种的发展、品质和档次的提升和结构的优化，这对我们轴承装备制造企业提出了更高的要求。

近些年，围绕轴承行业的发展和企业自身转型升级的需要，我们已开始调整发展思路并做了一些尝试。在产品市场发展战略中，我们主动放弃了一些低端产品市场，将发展重心调整到以中高端用户需求为重点的中高端产品市场上，紧盯重点企业和重点项目，借助高端用户的高标准严要求，促进产品的技术进步，从而推动各层次产品的提高和市场发展。现在我们的新一代轴承磨超装备已在轴承行业内的重点企业以及诸多世界著名轴承生产企业在华的工厂得到批量使用，并且出口到技术要求甚高的欧洲和美国，产品技术水平得到较快的提升。实践证明，我们近些年的发展思路是正确的。在“十二五”的发展中，我们仍将坚持这

一发展思路，大力发展中高端轴承磨超装备，在不断满足轴承行业转型升级的过程中，为实现世界轴承强国目标提供有力的支撑。

三、下一步的主要着力点

在“十二五”的发展中，国务院和工信部分别颁发的《工业转型升级规划（2011-2015）》和《机械基础件 基础制造工艺和基础材料产业“十二五”发展规划》（以下简称“三基规划”）等一系列文件，为我们指明了方向。特别是“三基规划”将高速、精密、重载轴承列为 11 类机械基础件的首位，并在机械基础件重点发展方向表中列出了 16 种轴承及其技术指标，清晰地明确了轴承行业转型升级的具体任务。作为装备企业，我们将着重在下述两方面配合轴承行业，满足轴承行业转型升级的发展需要。

（一）加强基础研究，实现产品技术水平新的突破

在产品的发展中，我们一直很注重磨床产品的基础研究。公司拥有的江苏省精密磨削工程技术研究中心，主要开展多功能复合超精密磨削技术、插补技术、自适应控制技术等方面的研究，投入使用的机床性能试验室面积达 1500 平方米，配备了先进的实验仪器设备和专门的实验研究人员，可进行各类磨床装备的试验研究，通过不断加强磨削机理、高速磨削、精密磨削、磨床结构优化、测试技术以及故障诊断等方面的研究，为企业制造高端产品、满足高端用户需要的试验平台和技术支撑。

在轴承磨超装备方面，目前重点研究的课题，主要围绕机床刚性与热变形、主轴形式、导轨形式、在线测量反馈、磨削精度及稳定性控制、远程故障诊断维护、CBN 砂轮与油石的磨削超精技术研究、高刚度大功率高速电主轴及其油气润滑技术等方面展开，以满足高速高精磨削、复合磨削、凸度磨削与超精、特种材料及薄壁套圈磨削等方面的需要，力求在先进技术的应用与创新上实现进一步的突破，以提高轴承磨超装备的工艺水平。

在自主研究的同时，我们一直注重与大学和科研院所的产学研合作。现在我们与湖南大学、大连理工大学等 8 所高校在 120m/s 高速磨削、精密磨削、远程控制等方面的产学研合作项目正在促使我公司的数控磨床向高速化、精密化、远程故障诊断维护等方向发展。在“十二五”时期的发展中，我们热切地希望与轴承行业的科研院所、重点企业开展广泛的合作，在磨削领域为轴承行业的共性技术和关键技术攻关作出贡献。

(二) 以高精、高效、高稳定性、高可靠性以及装备的智能化为重点，努力提升装备水平

与国际先进水平相比，国产轴承在产品的一致性、动态性能、寿命可靠性方面存在较大差距。差距存在的原因除了材料和热处理工艺、质量控制等因素外，磨超装备的稳定性和可靠性是重大影响因素。机床的动静态工作性能和稳定性低，不仅影响所加工轴承的尺寸精度，还直接影响套圈形状精度和磨削表面质量，进而影响轴承动态性能和使用寿命，难以满足高精度、高性能轴承的生产要求。因此，进一步提高轴承磨超装备的高精、高效、高稳定性、高可靠性和装备的智能化将是我们发展产品所要关注的重点。

在高精、高效方面，我们的装备要将磨削速度由目前 $\leq 60\text{m/s}$ 提升到 60~80m/s；在磨削精度上，中端装备稳定在 P5 级精度要求以上，高端装备稳定在 P4 级精度要求以上。在稳定性、可靠性上，重点关注圆度及沟道轮廓形状的 C_{pk} 值，提高工序能力指数，所生产装备的 C_{pk} 值普遍达到 1.33 以上，少量品种达到 1.67 以上。在装备的智能化方面，一是扩大普及型数控系统应用比例，自适应控制技术进入全面实用阶段；二是推广应用桁架式机械手上下料方式，彻底解决工件磕碰伤问题和漏油、漏水问题，提高生产效率，满足现场环境要求。

在下一步的装备研发制造中，我们将在模块化设计、有限元分析、机床结构动态优化设计等先进设计手段的基础上，融入近些年在基础研究方面的新成果，

在机床的高精、高效、高稳定性、高可靠性和智能化方面实现重点突破，满足轴承行业 P4 级以上轴承的批量稳定生产要求。在品种的发展上：一是大力发展先进可靠的滚动体磨超装备，配合轴承行业改变滚动体发展水平滞后于套圈发展水平的现状。二是大力发展高精、高效、高稳定性、高可靠性的套圈前磨工序设备，在无芯磨床上攻克在线测量反馈难关，提高工序能力指数；在双端面磨床上推出更好的高精、高效装备。三是大力发展高速铁路轴承、汽车轮毂轴承、飞机发动机轴承等高速、精密、重载轴承套圈的磨超加工装备，满足轴承行业转型升级中重点发展产品的生产需要。

企业的转型升级是中国经济发展的现实要求，也是我们下一步发展的主要任务。现在世界经济结构正处于新一轮的调整之中，发展方式的转变，既向我们提出了严峻挑战，也为我们提供了难得的发展机遇。我们要抓住机遇，迎接挑战，努力提高轴承磨超工艺装备水平，竭诚为轴承行业服务，为我国实现世界轴承强国的目标做出应有的贡献。在今后的发展过程中，我们热诚地期待轴承行业的新老朋友们继续给予我们关心和帮助，在新一轮的世界经济结构调整中，携手共进，开创辉煌的未来。