

UTE 技术创新的成功实践

罗继伟¹⁾ 郑子勋²⁾ 薛玉君³⁾ 罗天宇⁴⁾

1)(洛阳轴研科技股份有限公司) 2)(浙江优特轴承有限公司)

3)(河南科技大学机电工程学院)

改革开放以来，我国经济保持了 30 年的两位数高速增长，经济总量已跃居世界第二位，综合国力大幅提升，这为从容应对各种风险，保证经济平稳运行提供了强有力的支撑。

近年来，中国和世界经济正面临深度调整。受传统比较优势减弱、资源环境约束趋紧、国内外市场需求放缓等一系列因素的影响，我国经济增速明显下降，开始进入由高速增长转变为中高速增长的新常态。我国轴承工业的形势也不例外，在新常态下，如果仍然靠粗放经营，拼人力、资源、能源和环境，靠不注重质量和效益的投资拉动和单纯规模扩张，靠在国际产业链的低端打拼，路子只会越走越窄。形势促使我们必须转变经济增长方式，调整产品结构，以技术创新驱动行业发展，把困难和挑战转化为新的发展机遇。

浙江优特轴承有限公司（简称优特/UTE）比较早地感受到了轴承行业日渐严峻的形势和国内外市场变化的趋势，认识到了调整产品结构、推动企业转型升级和创新驱动的重要性和迫切性，并自觉地付诸于行动，取得了良好的效果。UTE 成立于 1987 年，早期曾经是“洛阳轴承研究所台州特种轴承厂”，与该所形成了长期的科研生产联合体形式的紧密合作关系。通过这种合作，UTE 参与了多项国家级和省部级重点科技攻关项目，包括航空、航天特种轴承和数控机床主轴轴承等重大专项的攻关，对轴承技术发展动态有了深入的了解。公司先后开发出一系列高速、精密和特殊性能的高端轴承产品，多种产品和技术填补了国内空白。经过三十年的探索和积累，UTE 已经掌握了从产品设计、精密制造、检测试验到主机应用等各个环节的核心技术，在高速、精密、特种轴承领域形成了独特的优势。2010 年，基于对行业发展形势和国家宏观调控政策的理解，UTE 决定调整发展思路，走专业化、精细化、特色化、新颖化的“专、精、特、新”发展道路，并专注于生产精密角接触球轴承。

精密角接触球轴承能够承受径向和轴向双向载荷，精度要求高，速度性能优越，组配后具有足够高的刚度，因而在数控机床、加工中心、精密仪器等高端装备中得到广泛

应用。由于对接触角、旋转精度、振动噪声和组配精度等指标要求很高，因此必须将轴承零件的累计公差降到最小并保持精度的一致性，保证零件的清洁度，这也是轴承制造过程中的关键。目前精密轴承零件的加工存在两个主要问题：

其一是工序过多，流程长，管理难度大，生产效率低。现行的工艺是围绕仓库运行的单工序单机作业，对轴承内、外圈的加工，包括粗磨、稳定、细磨、稳定、精磨、超精、修磨外径，再加上试装、拆套、修磨凸出量、装配、组配等过程，总共有 35 道工序，每道工序都包括检验和出、入库环节。如此多的工序增加了管理的难度，容易出现磕碰伤和混料等质量问题。

其次是机床精度低，刚度差。国产机床的主轴精度、定位精度、进给精度以及修整器的回转精度都低于精密角接触球轴承零件的精度要求；机床刚度不足，有明显爬行现象，容易产生振纹；电机精度、功率不够，吃刀时有掉速现象；由于机床不稳定，调整难度大，因此对操作工的要求很高，员工的素质和情绪成为影响产品质量的重要因素。

以上问题的存在导致零件精度散差大，一次性合格率低，生产周期长，库存量大，而且对人的依赖性大，质量不稳定，生产效率低。

为了从根本上解决上述问题，UTE 从 2011 年起就开始关注国内外轴承专用装备的发展状况，思考提升制造工艺与技术的有效途径。经过调查研究、对比分析和认真论证，2013 年底 UTE 提出了立足国内，建立“精密角接触球轴承自动生产线”的技术改造项目，以此推动制造技术的转型升级。项目于 2014 年 3 月正式启动，到 2016 年 3 月主体工程已经完成，目前项目正处于试运行阶段，后续的信息化工程正在实施当中。从试运行效果来看，基本到达了预定目标。

“精密角接触球轴承自动生产线”属于国内首创，是一个“吃螃蟹”项目；UTE 没有依靠国家和地方政府支持，完全是自筹资金承担了项目开发，风险极大。但 UTE 人敢为人先的勇气和脚踏实地的作风硬是拿下了这个大项目，并取得了丰硕的成果，主要体现在：

1. 形成精密角接触球轴承自动生产线 12 条，设计产能 300 万套/年，产品精度等级 P4/P2 级，一次合格率 95 %以上，质量稳定。
2. 生产周期缩短了 3/4，由原来的 60 天缩短为 15 天，生产效率大幅度提高。
3. 生产线所需的员工仅为原来的 1/3，大大降低了人工成本。
4. 工艺创新。从原来的单工序作业改变为工序段连线作业。将研磨平面、外径、倒角、内经、沟道、锁口、超精进行连线；采用加工定位基准、装配安装基准和使用工作基准三准合一工艺，确保压缩零件加工精度误差（已取得发明专利授权）。

5. 加工装备提升。参照德国高档专用机床的性能和精度要求，寻求与国内主机厂合作（最终选定“浙江日发精机股份有限公司”），协同创新，极大提升了国产装备的技术水平。在机床开发中主要采用了以下技术：

(1) 砂轮轴采用动静压主轴。

(2) 工件轴动静压主轴，修整器采用静压主轴与单球体旋转支承（已取得发明专利授权）。

(3) 动静压主轴液压站采用热交换器与回油冷却、过滤装置。

(4) 定位与进给系统采用海德汉光栅控制，其分辨率达到 $0.01\ \mu\text{m}$ 。

(5) 配备美国 SBS 防撞系统、动平衡仪与振动频谱分析仪，控制磨削过程振动。

(6) 系统全部采用西门子 828D；电机全部采用西门子原装伺服电机，带反馈以防掉。西门子 828D 系统专门为 UTE 开放与 MES 系统连接功能，实现信息实时传递，对整个生产过程进行优化管理。

6. 连线技术。角接触球轴承连线与普通球轴承完全不同，由于内、外圈都带有斜坡，又是偏沟、磨削时需要调整角度，而且角度有大有小，这给送料连接带来了困难，本项目采用了柔性连接，增加了防错设施；考虑到零件需要稳定时效处理，在工序段之间设置缓冲库存，以确保均衡生产；在工序段连线中考虑了退磁清洗设备，确保零件的清洁度。

7. 质量控制。设备内配备主动测量，连线上配机外自动检测，形成自动反馈闭环控制管理。

目前正在进行的后期工作是在自动生产线的基础上完成信息化智能管理。这一过程将通过金蝶 ERP、CLOUD 生产计划作业管理系统与西门子 MES 岗位作业过程控制管理系统交互对接，解决 ERP 与生产现场自动化系统之间信息沟通的断层，形成从市场需求计划到生产执行过程再到管理层信息指令的闭环控制。这将大幅提升 UTE 的市场快速响应、优化排产和质量控制能力；通过电子看板可视化展示，还可实现生产过程透明化。同时，还将根据产品设计、工艺流程、操作系统节拍、工序规范、检验标准等技术与管理经验信息创建 ERP、BOM 系统，实现与 MES 共享，通过技术与管理的结合，实现真正意义上的智能制造。

UTE 的技术改造工程，是一次实实在在的重大技术创新，它的成功实践不仅全面提升了 UTE 的技术水平，而且为推动行业制造技术的转型升级提供了成功的范例。更难能可贵的是，作为一家中小型民营企业，UTE 在挑战和机遇并存的条件下，没有退缩，而

是着眼长远，锐意进取，勇于承担风险，完全依靠自己的力量完成了这一具有重大意义的创新，从行动上契合了“中国制造 2025”和“轴承行业‘十三五’发展规划”的精神和要求，这种超前意识、创新精神和实干作风正是当前新常态下每一位有责任的企业家应该具备的品质。

***罗继伟：博士，教授级高级工程师，享受国务院特殊津贴专家，中国轴承工业协会专家委员会副主任，原洛阳轴承研究所所长，洛阳洛研科技股份有限公司董事长**