

中国数控机床发展对轴承的需求

陕西秦川机械发展股份有限公司 田沙（副总裁） 郭宝安

1 数控机床在“十一五”的发展情况

1.1 “十一五”的发展重点

根据国际数控机床产业发展的趋势和我国“十一五”国民经济发展要求，“十一五”我国数控机床产业的重点是：发展大型、精密、高速数控装备和数控系统及功能部件，改变大型、高精度数控机床大部分依赖进口的现状，满足机械、航空航天等工业发展需求。力争通过加快产业和产品结构的大规模调整，“十一五”末国产数控机床占国内需求的比重上升至 50% 以上，国产数控机床采用自己的功能部件达到 60% 以上。

随着中国机床工具行业产品、产业结构调整力度的增强，数控机床、高端机床占比明显增强，低端产品占比持续降低。2009 年由于金属加工机床进、出口均大幅下滑，而生产有一定增长，导致国产金属加工机床产值市场占有率大幅提高，达到 70%，其中国产数控机床产值市场占有率达到 62%。

中国已连续八年成为世界机床第一大消费国和第一进口国。受金融危机影响，日本、德国机床生产均大幅下滑，中国机床产业则加快了自主创新和结构调整步伐。2009 年中国首次成为世界机床第一大生产国，金属加工机床产值 153 亿美元，同比增长 7.6%。今年以来机床工具企业订单显示出快速增长迹象。

然而，中国机床行业大而不强的局面依然没有改变，产品质量、技术、服务较国际先进水平仍然差距很大。目前中国经济建设所需的高档数控机床主要依赖

进口，发展中高档数控机床所需的数控系统和功能部件主要来自境外。如何解决大而不强的问题是机床行业在新的一个五年规划中需要面对的重要课题。

1.2 存在的主要问题

严重缺乏各种先进基础元件，先进配套件大量进口。

缺乏强大的科研系统和机构，关键技术不过硬。

产品的精度、可靠性、稳定性、耐用性差，与国外的先进的差距明显。国外数控机床无故障时间一般为 2000h 以上，而国内机床一般在 500h 以内。

2 数控机床在“十二五”的发展预期

2.1 数控机床发展趋势

高效、精密、复合、智能、绿色。

2.2 市场需求与发展机遇

国内对数控机床的需求非常旺盛，市场还存在较大的缺口，大量高端数控机床需要进口。机床产业存在非常大的进口替代潜力。伴随着国内劳动力成本上涨，环境压力下的节能减排的迫切需求，以及对外人民币长期升值，国外需求不足的现状，这将促使中国制造业的新一轮产业升级。

航空航天、兵器、船舶、汽车、电力、工程机械、农业机械、铁路交通、石化设备等行业的发展为机床工业创造了战略发展机遇。

2.3 “高档数控机床与基础制造装备”科技重大专项：

“高档数控机床与基础制造装备”是《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006~2020年）》确定的16个重大专项之一。主要面向领域：航空航天、船舶、发电设备、汽车。

该专项包括了主机重点开发八类57种产品；数控系统7项；功能部件及关键部件17项；共性技术研究及标准、技术规范研究12项；创新平台建设14项；建设10个用户工艺试验基地。

在技术路线方面，研究用户工艺，重视系统设计，融入信息技术，推行数字制造，以功能部件为基础，以共性技术为支撑。今后，相关企业应加强功能部件的研发与制造，这是当前国内数控机床行业发展的薄弱环节，该专项或将给予重点支持。

按目标规划，到2020年，我国将形成高档数控机床与基础制造装备主要产品的自主开发能力，总体技术水平进入国际先进行列，部分产品国际领先；建立起完整的功能部件研发和配套能力；形成以企业为主体、产学研相结合的技术创新体系；培养和建立一支高素质的研究开发队伍；航空航天、船舶、汽车、发电设备制造所需要的高档数控机床与基础制造装备80%左右立足国内。

专项总概算222.06亿元，中央财政经费投入97.84亿元。

3 数控机床的发展对配套轴承的需求

3.1 数控机床精密轴承使用现状

- 中高档数控机床的轴承多采用进口轴承。30KW 以上的高速电主轴基本上全部进口。
- 滚球丝杠应用国产角接触止推球轴承占有一定比例
- 数控机床产量逐年高额增长，进口轴承面临值高、须缴预付款、交货期逐步延长的局面，受外制约因素增多
- 急切需求国产轴承能替代进口轴承

3.2 数控机床主要部件使用轴承的趋势

- 主轴单元：

应用的轴承主要类型：角接触球轴承、双排列圆柱滚子轴承、圆锥滚子轴承。

高速电主轴是高速机床的三大关键技术之首。存在的主要问题：轴承寿命低。

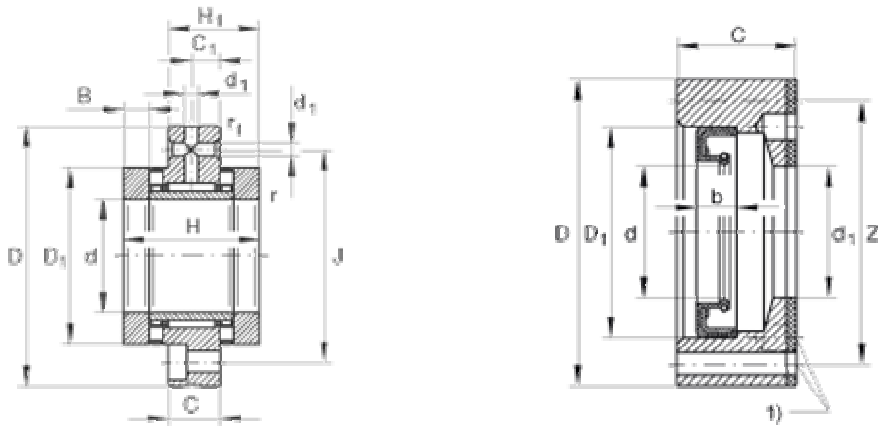
目前国外公司在钢材、滚动体、保持架、润滑、密封方面进行研究，推出了 $d_m n$ 值达 4.0×10^6 超高速角接触主轴轴承。

严格预载荷公差的控制保证了主轴刚度的稳定性，减少了由于轴承预载偏差量大而导致的滚动体打滑、发热以及系统卸载而引起的轴承损坏，从而提高了机床正常运转时间。为了满足磨削等一些恶劣环境的要求，一些公司还推出了带有非接触密封的精密主轴轴承以及密封元件等。

- 伺服进给系统：

目前多采用伺服电机直连滚珠丝杆驱动，丝杆支承一般采用 60° 角接触推力球轴承。对于定位精度要求不高的半闭环系统，可采用国产轴承，而对于定位精度要求高的全闭环系统，多采用进口轴承。很高的运行精度和严格的预载荷控制，可以大大提高闭环系统的稳定性。

在重载传动系统（大型机床）中，多采用滚针/推力圆柱滚子轴承，并可提供座圈带安装法兰、密封座组件等，极大的方便使用。



· 数控回转工作台：一般常用的轴承有双排列圆柱滚子轴承、圆锥滚子轴承、止推轴承。

目前一些轴承厂商针对数控回转工作台开发出的专用的精密转台轴承。主要类型有：

轴向/径向圆柱滚子轴承

具有高轴向和径向承载能力、高倾斜刚度、高精度、便于安装等优点。特别适用于立式、卧式或可倾斜回转工作台，数控分度头，数控刀架，刀库或换刀机构等部件。

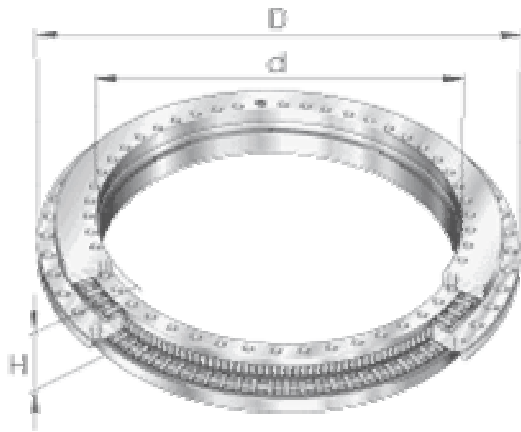
交叉滚子轴承

这种轴承产品广泛应用于立式机床的转台上，包括立式铣床、立式车床和立式镗床等。

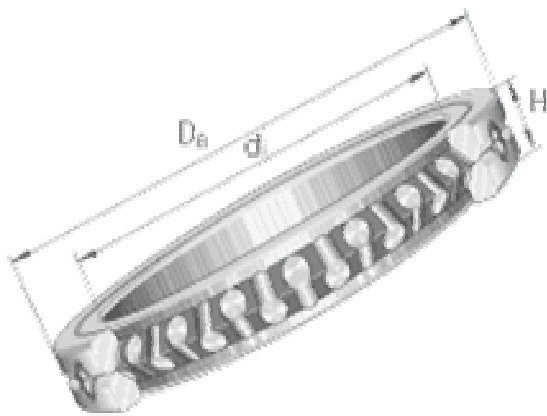
交叉滚子轴承的特征是轴承中有两个滚道 两排交叉排列的滚子，该轴承尺寸截面高度比单列的圆锥滚子轴承的截面高度高不了多少。故此结构紧凑， 体积小巧 降低了成本。

交叉滚子轴承具有很宽的有效跨距。 提高了轴承抗倾覆力矩的能力

和稳定性 以及更好的承载能力。同时交叉圆锥滚子轴承均为精密轴承，具有最高的旋转精度。



轴向/径向圆柱滚子轴承



交叉滚子轴承

3.3 机床行业对轴承行业的寄望

与国外轴承对比国产轴承应对以下方面进行改进：

- 精度储备量低、精度不稳定、短期丧失原有精度；
- 轴承温升高；
- 因材质、热处理因素导致轴承寿命低；
- 尺寸允差离散度偏大；
- 配对角接触轴承的预载荷偏差量大。国外超精密角接触轴承的预载偏差量在 $\pm 2\mu\text{m}$ 。国内同类产品的该公差则可高达 $\pm 8\mu\text{m}$ 。
- 品种规格不全，跟不上数控机床的发展。
- 润滑、密封技术不配套，国外一些公司可提供注入适量润滑剂的密封主轴轴承，用户使用时不需要清洗和加入润滑剂，便于装配、避免污染，达到长寿命。

4 结束语

机床行业发展总趋势：机床总量增量趋缓，数控机床增量明显加快，每年递增 $>30\%$ 。向高速、高精密、复合化发展；目前向大型化发展加快。

预计2010年数控机床产量接近或达到20万台。中高档数控机床达到6万台。机床行业需求大量的精密轴承、高精密轴承、高速精密轴承。

参考文献

[1] 机床工具协会.2009 年机床工具行业经济运行情况分析

[2] 机床工具协会.2010 年一季度机床工具行业运行情况分析

[3] 潘菁菁.高精度、高速度、高效率——TIMKEN 机床轴承.数控机床市场。2009.8

第一作者简介：田沙，男，1962 年 4 月生，1982 年毕业于西安理工大学，现任陕西秦川机械发展股份有限公司副总裁兼技术研究院院长，高级工程师。

BEARING • 2010

2010 上海国际轴承峰会演讲之五（2010/9）