

新年寄语

- 24 中国机床工具行业 2009 年 10 大新闻

专题报道 Special Report

- 26 加快结构调整,转变发展方式
Accelerate structural adjustment and change the developing mode
- 31 2009 年度机床工具行业“中国机械工业科学技术奖”揭晓

展览会信息 Exhibition

- 32 “CCMT2010 创新发展高层论坛”演讲组织工作基本就绪
- 34 CCMT2010 技术交流交流讲座报名踊跃
- 36 CCMT2010 展品预报
- 51 EMO2009 展品技术特点
Technical features of exhibits shown on EMO2009
- 57 EMO MILAN 2009 展出的磨齿机精品
Typical gear grinding machines exhibited at EMO MILAN2009
- 61 海德汉在 EMO2009 展出创新的数控系统和位置编码器全系列产品

经贸要闻 Economic Focus

- 62 Circular on adjustment of taxation policy on imports of Major Technical Equipment
关于调整重大技术装备进口税收政策的通知

产销市场 Production & Marketing

- 66 2009 年 1-11 月机床工具行业经济运行情况分析
Analysis on economical trend of China's machine tool industry in 2009
- 70 欧洲机床工业合作委员会对市场走势的分析
- 71 世界部分机床企业产值情况

企业风云 Enterprise Features

- 75 坚持科技创新 发展优势产品 促进转型升级

控制与软件 CNC & Software

- 78 数控技术全面支持高速复合机床精度的提升
Improving precision of high speed compound machine tool with CNC technology

产品与技术 Products & Technology

- 84 高速干切齿滚刀参数和滚齿工艺
High speed dry cutting hob and gear hobbing
- 88 技术复杂产品研制与综合标准化
Development of technologically complicated products and integrative standardization
- 91 三维空间激光校准取代了一维激光校准
- 93 浅析车床类通用刀具的应用系统工程与可调刀具技术与工具系统的发展动向
An analysis on system engineering in application of general cutting tool for turning and the developing trends of adjustable tooling technology and system
- 96 可重构机床模块化设计技术研究
Research on Modularization Design of Reconstructed Machine Tool

欧洲生产工程 EPE

- 106 立加与机器人组成的压缩机生产单元
Production cell for compressor components with four vertical machining centers as six-axis robot

业界动态 Trends

- 30 温家宝总理视察齐二机床并慰问一线员工
- 33 哈斯西安HFO店隆重开幕
- 77 机床再制造产业技术创新战略联盟在京正式成立
- 83 普什宁江华都核设备公司为两大核电集团集成供货
- 87 慢走丝线切割机床经典防撞保护功能
- 92 福特等国际著名汽车制造商到济南二机床考察洽谈

-
- 101 2009年总目录
General Contents in 2009

-
- 100 广告客户索引



新年寄语

在新的一年到来之际，首先，我代表中国机床工具工业协会常设机构的全体员工，向不畏困难努力工作在一线的各会员单位和全行业干部员工道一声“辛苦了”！

2009 年是新世纪以来我国经济发展最为困难的一年，全行业经受了金融危机的严重冲击，目前，通过全行业的共同努力，企稳向好的态势开始形成。

2010 年将是战胜金融危机最为关键的一年。在这一年当中，全行业要积极贯彻 2009 年中央经济工作会议的精神，以结构调整和发展模式转变为主线，以切实提高增长的质量和效益为目标，突出抓好技术改造和自主创新，抓好信息化和工业化融合，加速产品结构和产业结构的调整，推动产业升级。任务十分艰巨！

希望机床工具行业的同仁们继续发扬坚韧不拔、团结奋斗的精神，携手开创中国机床工具工业的新局面！

中国机床工具工业协会常务副理事长
吴柏林

中国机床工具行业2009年10大新闻

中国机床工具工业协会

1. 胡锦涛、吴邦国、温家宝等党和国家领导人视察行业企业

2009年6月27日，中共中央总书记、国家主席胡锦涛视察哈量集团时，指出要积极应对国际金融危机的冲击，努力做好保增长、保民生、保稳定各项工作。企业要抓住时机，化危为机，苦练内功，集中力量进行攻关，开发自主技术，同时加强引进消化吸收再创新，努力掌握更多的核心和关键技术，增强企业的竞争力，做好技术储备，为将来更好发展打下基础。

吴邦国、温家宝、贾庆林、李长春等党和国家领导人及各省市领导都非常关心我国机床工具行业的发展，2009年也先后亲临企业，考察行业的发展情况。

2. 张德江等领导莅临CIMT2009

在世界机床工具行业饱受全球金融危机影响的经济形势下，中国机床工具工业协会举办的CIMT2009取得了空前成功。来自全球28个国家和地区的1200多家知名机床工具制造企业参展，展出了1200多台高水平主机和大型量仪、数万件机床配套产品。其中国内展商650多家，境外展商550多家。展出面积10万平方米，观众26万余人次，均创下了CIMT展会历史之最。

本届展会上，立足自主创新的国内展品引人注目，高档数控机床展品数量创新高，国产大型、重型数控机床大放光彩。展会效果让广大展商满意，展会贸易活跃。

2009年4月10日，国务院副总理张德江及有关部

委领导莅临CIMT2009，深入考察和了解当前世界装备制造业的发展水平和我国机床工具工业的进步，并对中国机床工具工业协会为推动行业技术进步、产品结构调整和自主创新方面所作的工作和取得的成果予以了充分的肯定。

3. 科技重大专项194个项目启动

2008年12月24日，国务院常务会议审议并原则通过《高档数控机床与基础制造装备科技重大专项实施方案》，科技部、发展改革委、财政部三部委于2009年1月25日正式批复，数控机床专项进入实施阶段。

至2009年3月底，工业和信息化部先后发布了优先启动（定向发布）及两批公开发布课题申报指南，共194个项目，全面启动了专项实施工作。三批课题研究任务下达后，将完成数控机床专项2009年度全部研究内容的安排，计划投入总经费约70亿元，所立项课题到“十一五”末，预计新增销售收入200亿元以上，满足航空航天、船舶、发电设备、汽车等四大领域的重点需求，促进装备制造业的产业结构调整 and 产业升级。

4. 机床工具行业初步经受住金融危机锤炼

金融危机形成的“倒逼”机制，促使机床工具行业加快了转变发展方式的步伐。行业产业结构和企业产品结构调整初见成效。有的企业开展产品升级换代，着力发展中高档产品；有的改变生产模式，实现柔性和规模化方式生产；有的加大技术改造力

度,通过自我装备来提高制造能力;有的加强管理,降低成本等。总之,通过全行业企业的努力,2009年,在世界机床行业普遍下降的情况下,我国机床工具行业保持了正增长的好势头。

5. 中国首次成为世界第一大机床制造国

受金融危机影响,2009年全球机床工具行业陷入衰退,除中国外,世界各主要机床生产国/地区的机床产量和消费均同比下降30%-50%。2009年全年,中国机床工具行业产值同比增长有望超过10%,继连续8年保持世界第一消费大国之后,首次为世界第一生产大国。当然我们必须清醒地认识到我国机床行业大而不强的情况依然没有得到根本性改变。

6. 重大新产品开发取得突破性进展

机床工具行业积极应对全球金融危机的冲击,着力提高自主创新能力,加快产品结构调整的步伐,一些服务于重点工程的重大新产品开发取得了突破性进展。如大宽度数控超重型龙门镗铣床、大直径数控重型立式铣车床、大型数控曲轴磨床、大宽度数控桥式动梁龙门铣床、超重型数控落地铣镗床、大型数控齿轮加工机床、精密高速卧式加工中心、高性能数控锻压设备、激光加工机床、齿轮和刀具测量仪器等。通过开发新产品,提高了行业抗击危机的能力,满足了国家一些重大项目的需求。

7. 中国数控机床产业发展政策研究课题完成

工业和信息化部下达的、中国机床工具工业协会承担的“数控机床产业发展政策研究”课题完成。课题报告全面分析了机床工具行业的发展环境、市场需求、工业发达国家对数控机床产业的政策支持,以及我国已有的相关政策,提出了支持数控机床产

业发展的政策建议,为国家制定数控机床产业发展政策提供了基础材料。

8. 中国机床工具行业十二·五发展规划编制工作启动

根据国家发改委、工业和信息化部等相关部门的要求,中国机床工具工业协会在全面调研我国机床行业现状和国内外行业发展水平,以及用户行业需求的基础上,启动行业的十二·五发展规划,征求行业个方面意见和建议,提出规划目标。机床工具行业各分行业的十二·五规划也开始启动,行业骨干企业在地方政府的指导下,开始筹划相应的发展规划。

9. 机床协会新一届领导选举产生

2009年7月9日,中国机床工具工业协会第六届会员代表大会暨六届一次理事会在北京召开。本着广泛参与,鼓励创新,促进发展的精神,会议分别选举产生了新一届理事会及常务理事、副理事长、执行理事长、常务副理事长和轮值理事长,逐步建立了行业骨干企业为核心的理事会领导体制。

为了更好的保持协会常设机构与理事会的联系,发挥协会理事会的作用,方便对外联系,协会常设机构领导班子由常务副理事长、执行副理事长、秘书长、副秘书长构成。

10. 金融危机对我国机床工具行业的出口影响严重

由于受金融危机影响,2009年国际机床工具市场持续低迷,世界主要机床生产国家/地区的消费市场均大幅滑落。我国机床工具出口深度下滑,2009年出口金额预计约46亿美元,与2008年的71亿美元相比,下降幅度达35%,降至10年来最低。随着国际上贸易保护主义日益严重,行业企业应针对国际市场的变化,积极开拓新市场,调整产口出口结构,以扩大机床工具产品出口。

加快结构调整，转变发展方式

Accelerate structural adjustment and change the developing mode

国际金融危机给我国机床工具行业发展造成了严重冲击。在中央正确方针政策指导下，机床工具行业坚定信心，迎难而上，顽强拼搏，共克时艰，2009年1-11月全行业工业总产值和销售收入仍维持增长局面。在全球主要机床生产国经济指标大幅度下滑的环境下，我们取得的成绩实属不易。

据统计，全行业5962家企业2009年1-11月累计完成工业总产值3495亿元，同比增长12%；机床工具行业产品销售收入3319亿元，同比增长12.2%。中国是世界机床产值和销售收入唯一保持增长态势的国家。

进入新世纪以来，我国机床工具行业经过2001-2008年高速发展，全行业机床工具总产值从2000年539亿元，到2008年增加到3472亿元，平均年增长率超过26%。国产机床国内市场占有率从2000年的40%左右，2008年提高到61%。2009年行业经济运行前抑后扬，总体企稳向好，我国机床产值从世界第三位跃居世界第一位。

回顾9年的发展，成绩辉煌，主要有五大亮点：

一是行业产能迅速扩大。机床产值从2000年的世界第八位，自2005年起连续四年机床产值居世界第三位，2009年上升为世界第一位，从机床产值和产量看，我国已经成为世界机床第一生产大国。

二是培育了一批机床和工具的骨干企业 and 专业小巨人企业，在行业发展中起到引领作用。如沈阳机床集团和大连机床集团机床年产值已经进入世界前十名，一批高新技术企业和专业企业发展迅速。

三是开发了一批高速、精密、复合、多轴联动数控机床，以及一批大规格、大吨位、大尺寸的数控机床新产品，这些新产品满足了军工和国家重点用户需要，在国民经济建设和国防军工发展中起到了关键作用。特别是重型金切机床发展迅速，开发和制造了世界最大的25m、28m数控立式铣车床，5m、500t数控卧式车床，10.5m数控桥式龙门复合机床，镗杆直径320mm数控落地铣镗床，直径2500毫米轧辊磨床等，引起国际同行的注目。重型金切机床、齿轮加工机床、重型机械压力机和数控车床等品种

成为优势产品。

四是国际化经营跨出了新步伐。金属加工机床出口额从2000年的3亿美元，2008年达到22亿美元，出现了一批机床年出口额超1000万美元的出口大户。2001年以来，机床行业国际并购重组、引进技术和海外投资跨出新步伐。我国现有8家机床工具骨干企业成功并购了11家国际机床工具知名企业，获得了国际经营管理、海外营销和先进技术的新途径。

五是体制改革取得突破。由公有制为主发展到多种所有制包容并存。据2009年11月底统计，全行业5962家企业，包括国有和集体控股、私人控股、港澳台商控股、外商控股等所有制形式发挥各自优势，得到了相应发展。其中重点骨干企业仍是行业发展的主导力量。

1. 国际金融风暴对机床工具行业的影响

1.1 境外机床工具行业受到重创

2009年以来，国际金融风暴加剧，对实体经济的影响显现，境外机床产业受到了重创，主要机床生产商处于严重衰退状态。据有关资料，2009年1-6月美国机床销售数量同比下降50%以上，制造设备消费同比下降55.3%；德国2009年上半年机床行业订单下滑了67%，产量和出口分别下滑五分之一，7月生产下滑达到65.9%，创历史新低；意大利机床行业2009年上半年订单同比下降63.1%；瑞士机床行业2009年一季度订单下降41.8%，二季度下降26.6%，出口下降36.4%。日本机床行业2009年1-8月订单同比降低了78.9%，1-7月生产产值下降了60.2%；韩国金切机床1-8月订单下降40%以上，机床产值同比下降31.1%；台湾2009年1-7月机床出口下降55.7%。金融危机对工具小行业冲击也相当严重，世界工具产品销售额下降幅度也很大。从全年看，2009年下半年世界机床工具生产和销售形势稍有起色，但总体下降颓势没有根本改变。权威人士认为：世界机床

工具产业遭受严重衰退的原因在于制造业的不景气，全球基础设施投资处于停顿状态，特别是汽车和通用机械制造等行业困难重重，对机床的需求大幅度下降。欧洲机床合作委员会认为目前欧洲尚无信息证明机床行业已经步入稳定的复苏阶段，相当多终端用户行业产能利用率低于70%。

1.2 国际金融危机对我国机床工具行业影响深远

金融危机对我国机床工具行业的影响是深远的。金融危机的影响主要表现为以下四个方面：首先是金融危机导致需求增长乏力，国内机床需求大致下降20%以上；其次是金融危机导致出口锐减，机床出口额下降超过50%；第三是金融危机导致投资需求减弱，降低了机床工具行业潜在销售，加剧了竞争，削弱了中国机床工具行业价格优势，影响了盈利能力，加大了行业运行所面临的风险；第四是市场需求结构变化明显，普通、低档机床需求大幅度萎缩，大重型和高档数控机床仍保持稳定需求，随之产品结构调整的任务相当艰巨。金融危机以来，我国机床工具行业一些矛盾更加突出，主要有：行业生产的主导产品与国民经济发展需求不适应的矛盾；行业低档产品产能过剩与高档产品能力不足的矛盾；国产高性能功能部件与主机发展配套严重失调的矛盾；科研计划成果多而产业化应用不明显等。国际金融危机对我国机床工具行业的冲击实质上是对发展方式的挑战，其深层次的矛盾在于主要依靠生产要素投入的粗放型增长方式已经不适应经济发展的要求。面对国际产业结构调整 and 科技创新加快，我们面临形势不容乐观。加快结构调整，转变发展方式不能丝毫松懈。

2. 2010年国际经济环境与我国宏观政策

2.1 国际经济形势依然严峻

金融危机以来，国际经济形势走向不明朗和不稳定，呈现反复过程。当前，国际金融风险并未消除，引发危机的深层次体制、机制问题没有得到实质性解决。国际贸易保护主义时时抬头，经济贸易制裁活动频繁出现，国际产业处于大变动大调整时代。经济学家认为世界经济复兴要经历曲折漫长的过程。危机时期各国政府的干预和经济刺激政策，

将会继续引发政府在市场经济活动中扮演重要角色。全面改革国际金融体系以防止危机重演，也将是世界在未来一段时期内必须完成的迫切任务。地球是人类共同家园，气候、资源和环境变化已经威胁人类生存。2009年12月6日在丹麦首都哥本哈根召开的“联合国气候变化大会”，世界各国政要云集，共同研究遏制全球气候变暖的措施和承诺到2020年温室气体减排目标。中国作为负责任的大国，庄严宣布：到2020年我国单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降40%—45%。由此，世界将围绕“低碳经济”为主线，进行重大经济结构调整，这给经济危机提供了历史性机会。无疑低碳技术和绿色经济将成为新的经济增长点，那就是将泡沫经济和过度资源消费转向一个可持续发展的道路上来，现在是开始实施“绿色低碳经济”的时候了。

低碳经济的实质是要提高能源的效率，转变能源结构，减少污染的排放。低碳经济将成为减缓气候变化与实现可持续发展的主要途径和必由之路。中国承担的减排任务艰巨，从根本上将促进我国国民经济结构发生根本变化，我国装备制造业直至机床工具行业也将面临发展机遇，如何为发展低碳经济服务，为发展先进核能、风能、太阳能、新能源汽车、新材料、碳捕集利用与封存等低碳和零碳技术提供装备服务，同时也要为老设备提高运行效率服务，凡此种种，将成为机床工具行业新的研究课题。

2.2 我国宏观经济基本态势企稳向好

中央经济工作会议对我国2010年的经济工作基本定调：深入贯彻科学发展观，保持宏观经济政策的连续性，继续实现积极的财政政策与适度宽松的货币政策，根据新形势和新情况着力提高政策的针对性和灵活性。2010年经济工作的主要任务之一是加大经济结构调整力度，提高经济发展质量和效益。更加注重提高经济的质量和效率；更加注重推动经济发展方式转变和经济结构调整；更加注重推进改革开放和自主创新，增强经济增长活力和动力；更加注重改善民生保持社会和谐稳定；更加注重统筹国内国际两个大局，努力实现经济平稳较快发展。其中关注点有：通过国家投资拉动GDP效应将维持，通过消费拉动GDP效应将强化；通过调整结构、淘汰过剩产能、节能减排等措施培育新的增长点。新的增长点包括：信息产业、先进装备制造、新材料、

新能源、生物制药等新兴产业。2009年11月5日，国务院总理温家宝主持召开国务院常务会议决定，到2020年我国单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降40%~45%，作为约束性指标纳入国民经济和社会发展中长期规划，并制定相应的国内统计、监测、考核办法。会议研究部署应对气候变化工作，通过大力发展可再生能源、积极推进核电建设等行动，到2020年我国非化石能源占一次能源消费的比重达到15%左右；通过植树造林和加强森林管理，森林面积比2005年增加4000万公顷，森林蓄积量比2005年增加13亿立方米。

由此可见，2010年，宏观经济环境正是机床工具行业调整的大好时机，我们应抓住国际经济结构调整机遇，突出战略重点，明确主攻方向，结构调整有所作为。

3. 2010年至“十二五”期间的重点任务

3.1 调结构，促转变是倒逼机制下的紧迫要求

历史经验表明，每一次国际经济危机背后都孕育着重大发展机遇和挑战。从发展历程看，现有地球大气层温室气体，主要是发达国家排放的。现在发达国家提出“低碳经济”战略，并不仅仅因为全球气候变化、环境资源状况恶化，实际上是要以开征“碳关税”等“游戏规则”的制定，使他们既得到资金支持低碳产业的发展、处理金融危机留下的问题，又能以科技领先占领先机，用技术壁垒来阻碍第三世界国家的发展，继续保持在世界的领先地位。由此，中国坚持“共同但有区别的责任原则”，考虑发展中国家的实际情况，公平合理承担。总之，我们必须认真面对“低碳时代”的来临，机床工具行业要未雨绸缪，抓住国际经济结构调整难得机遇，突出战略重点，明确主攻方向，加快结构调整和产业升级，为后金融危机时代生存发展创造条件。

调整结构，加快经济发展方式转变是现阶段我国经济社会发展的总体战略，也是机床工具行业在倒逼机制下的紧迫要求。我国机床工具行业受国际金融危机的直接冲击，以及企业多年快速发展所积累矛盾的交错影响，暴露的问题也十分明显，加快结构调整和产业升级刻不容缓。具体表现如：虽然我国机床产值跃居世界第一大国，但我国也是世界第一机床进口大国，我国建设所需的高档数控机床

主要依靠进口，2008年进口机床76亿美元，约占国内市场的39%；我国拥有完整的机床产业链，但是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；我国虽培育了一批年产值进入世界前列的机床集团，但从竞争力等分析，缺少像德国、日本等国著名跨国机床集团和世界级“精、特、专”小巨人企业；我们大量生产机床铸件，但不少铸件出口到日本、韩国等，把污染留给自己。人家用我们的铸件制造中高档机床出口我国；我国拥有大量的钨矿等稀有金属元素（如钨矿产量满足世界80%需求），但是稀有金属资源出口，国外用我们的矿粉配方后，制成高档数控刀具，我们年进口高档数控刀具达14亿美元，几乎覆盖了国内高档数控刀具市场；我国是世界上最大的高速工具钢生产国，其年产量占世界总量的35%，但用国产高速钢制造的低档刀具大量出口，其价格还不值当地的原材料价格。以上种种，如果长此下去，对我国机床工具行业可持续发展不利，后金融时代存在被边缘化的危险。

3.2 结构调整的重点任务与目标

机床工具行业结构调整主要涉及产业结构调整、企业结构调整和产品结构调整三个层次。结构调整是指构成结构的各要素之间比例和相互关系的调整。行业结构调整的主要任务有：

加快机床产品结构调整是首要而紧迫任务。首先要压缩低档、普通产品生产；淘汰落后、污染、耗能产品；发展技术含量和经济附加值高的产品；由提供单机向提供成套成线设备方向发展。根据航空航天、新型汽车、大型和特种船舶、高速铁路和轨道交通、能源设备等行业的发展需求，加快普及型数控机床产业化，大力发展高档数控机床，提高产品可靠性，满足国家重点行业紧迫需求；根据国家经济结构调整发展战略性新兴产业如信息产业、先进装备制造、新材料、新能源、生物制药等需求，培育机床市场新的增长点。总体要求国产机床市场占有率从2008年61%，到2015年提高到75%以上。

进一步完善产业链。加大政策扶持力度，突破数控产业发展瓶颈，大力发展数控系统和功能部件，提高数控系统、功能部件在产业中的比重。鼓励发展数控刀具、复杂刀具、精密量仪、高档磨具磨料和超硬材料及制品。总体要求对航空航天、船舶、汽车、发电等重要行业设备制造所需数控机床80%以

上立足于国内。

实施企业结构调整。通过政策导向与市场经济相结合的办法,鼓励通用型主机制造适度集中化,对于普通低档主机制造过剩的能力,转向主机配套的零部件和功能部件制造、制造服务业等。鼓励企业资产优化重组,推动大而全、小而全的企业结构向大而强、小而专方向转变;发展精益制造和敏捷制造。到2020年,培育10多家具有国际竞争力的机床工具集团和几十家“专、特、精”的小巨人企业。

发展制造技术服务业,培育新的增长点。围绕产业转型升级,支持骨干企业在工程承包、系统集成、设备租赁、提供解决方案、再制造等方面开展增值服务,提高完全的解决方案。逐步实现由生产型制造向服务型制造转变。到2015年,骨干企业服务业收入占总收入的10%以上。

提高制造工艺专业化生产水平。改进企业生产组织方式,合理配置资源,整合区域内铸造、锻造、热处理、表面处理四大基础工艺能力,建设专业化生产中心;推广先进制造技术和清洁生产方式,提高材料利用率和生产效率,降低能耗和污染物排放。

调整国际贸易结构。在保持加工贸易一定水平的基础上,提高一般贸易和技术服务出口比例;提高出口产品的技术含量和经济效率。到2015年,数控机床出口值占机床出口总值的50%以上;高档刀具的出口额有较大幅度增长。

3.3 技术创新是推动产业升级的战略措施

世界经济发展表明,谁在科技创新上占据优势,谁就能占据经济发展的主动权,率先复苏走向繁荣。依靠技术创新,是推动结构调整产业升级的重要着力点。金融危机以来,世界著名机床和工具公司的技术创新活动从来没有停止,反而加快步伐,力争抢占技术制高点,重组高技术产业,占领世界新兴市场。世界机床工具产业的竞争将进一步白热化。

2009年10月在意大利米兰举办的国际机床展览会反映出高速、精密、智能、复合、绿色等高新技术在机床、工具展品中的应用更加普及,展品的技术含量提高到新水平。如:直驱技术得到推广应用;德国某著名机床公司40%主导品种采用直线电机驱动技术;智能化加工与监测功能不断扩充;机床的热补偿技术、震动补偿技术、无碰撞技术等智能化技术应用趋于成熟;高性能复合加工中心和智能型机

床不断涌现;机器人和数控机床的融合成为新型柔性单元和柔性系统;提供完全的技术解决方案成为企业追求目标等,凡此种种,标志着科技的突破为产业升级提供新的引擎。

对照我国机床工具产业技术现状,与国际先进水平相比尚存在阶段性的差距。我们必需加快技术创新步伐,依靠科技进步,推动结构调整和产业升级。企业要在加大科技投入、创新体制、培育人才和国际合作等方面下功夫。当前,要结合“高档数控机床与基础制造装备”重大专项的实施,推动产业关键技术如机床结构优化,直驱技术,智能化技术、可靠性技术等重点突破,加强新一代零部件和功能部件如直线电机、力矩电机、内装式主轴电机、电主轴单元、高精度进给伺服电机及检测单元、应用直驱技术的数控转台和双摆角铣头等研发和产业化,加速高档数控机床的开发,促进了产品结构的优化升级,从而加速产品结构调整,改变产业大而不强的局面。“高档数控机床与基础制造装备”重大专项的实施要贯彻以需求为导向,以主机为牵引,以企业为主体,发挥产学研用联合攻关的优势。实施项目要与拉动内需相结合,与国家重大投资项目所需的高档数控机床有机结合,与国家发改委、工信部安排的装备制造业三年振兴规划有关发展数控机床措施紧密衔接,提高时效性,适应国家发展急需。真正发挥企业在技术创新体系中的主体作用是提高行业技术创新能力的关键。科研计划要实施“需求导向,主机牵引,重点突破,面上推进”的技术路线,要以企业为主体承担行业发展的关键技术攻关和高档数控机床研发任务,行业重点骨干企业在技术进步中起到引领作用。

3.4 技术改造是提高产业化水平的重要手段

利用国际金融危机引发市场需求压力减轻的时机,抓好技术改造,调整生产布局,为后金融危机时代发展打好基础,这是企业发展战略的取胜之道。当前,行业固定资产投资要注意控制一般重型机床产能过剩的倾向,转到提高国家急需的高档重型机床的研制和生产能力上来。要明确技术改造的主攻方向是提高中高档数控机、中高档数控系统和高性能功能部件的产业化能力,把加快企业技术改造和产品结构调整、产业升级和兼并重组结合起来,围绕增加品种、改进质量、节能降耗、保护环境、提

温家宝总理视察齐二机床并慰问一线员工

1月2日上午，正在黑龙江省考察的中共中央政治局常委、国务院总理温家宝，在国家工业和信息化部部长李毅中、省委书记吉炳轩、省长栗战书等领导的陪同下到齐二机床视察，亲切看望和慰问了一线员工，并鼓励企业推进科技进步，自主创新，积极探索科学发展之路。

齐二机床董事长曲波向温总理详细介绍了企业的主要产品和承担国家重大数控专项的情况，以及企业在国家重型机床行业乃至世界机床行业中所处的地位。在生产现场，曲波董事长向温总理特别介绍了企业为中信重工提供的属于极限制造的我国第



高效益，广泛应用新技术、新工艺、新材料和新设备，提高企业装备数控化和信息化水平，要着力提高高档数控机床及高性能功能部件的生产能力，实现用数控机床制造数控机床。要充分利用2008-2009年国家200亿元技改资金和96亿元促进中小企业发展资金的政策渠道和后续资金，争取国家发改委和工信部立项和地方政府的支持，重点推动行业骨干企业数控产品产业化改造，迅速形成行业新一代中高档数控产品的批量生产和成套服务能力。

机床工具行业重点企业的技术改造要与加强信息化与工业化融合结合起来。要优化厂房与设备、硬件与软件、科研与生产等投资比例，努力实现开发手段信息化，装备信息化和管理信息化，向网络化、数字化、智能化机床工具制造企业方向发展。

加快结构调整，推动机床工具行业发展方式转变，从主要依靠增加生产要素投入实现的外延扩张式的粗放型增长，转向主要依靠科技进步实现的内涵式提高的集约型增长。通过科技创新，在优化结构、提高效益和降低能耗、保护环境的基础上，实

一台TK6932重型数控落地镗铣床、为首都航天提供的用于2014年登月的大运载火箭环缝总装焊接系统。

当温总理听说齐二机床承担着国务院20个重大数控专项中的7个时，当即表示赞叹。随后，总理详细了解了企业产品的技术水平与世界先进水平的差距，并鼓励广大员工完成关键技术的攻关。

温总理在生产现场对热情的齐二机床领导和员工发表了重要讲话，他说：“每一个部件的生产，其实对你们都是一个磨炼。我曾经讲过一句话，‘不要小看一个螺丝钉，一个焊接，他的好坏都表现出一个民族的素质’。我们在工作时一定要想到这一点，想到我们工作的好坏反映着中华民族的素质，那才能够真正做到用‘心智’去劳动、用‘心智’去创造。我完全相信我们这个重型机床龙头企业一定能够成为全国的龙头，而且能够走向世界”。

最后，温总理向在节日期间仍然奋战在生产一线的公司干部员工致以节日的问候，并预祝企业创造新的业绩！

现包括速度、质量和效益相协调。转变经济发展方式实质在于提高发展的质量，真正做到又好又快的发展。全行业要提高转变经济发展方式的自觉性和主动性，在调整中促转变，在转变中谋发展，从而推动我国从机床生产大国走向机床制造强国。

国际金融危机以来，我国机床工具行业许多有远见的企业家已经意识到产品结构存在的脆弱性，率先进行结构调整，如对普通机床进行升级换代或转移出去，着力发展数控车床、数控镗床、加工中心、复合机床、柔性/成套生产线等中高档产品。进行“生产模式改造”，大力提高数控机床生产效率，降低制造成本等措施，及时应对金融危机冲击，在结构调整中都下了很大功夫，取得显著效果。

2010年是我国实现“十一五”计划关键的一年，国家确定全年GDP的增长目标为8%。据此，工信部提出全国工业增速11%，其中装备制造业增长为12.5%。为保证国民经济增长目标，全行业要加快结构调整，转变发展方式，为实现国民经济的平稳增长做出新的贡献。

2009 年度机床工具行业

“中国机械工业科学技术奖”揭晓

2009年度机床工具行业共有49个项目参“中国机械工业科学技术奖”评审，经中国机械工业科学技术奖评审委员会机床专业组的评审，并报中国机械工业科学技术奖管理委员会批准，评选出24个获奖项目，其中一等奖1项、二等奖5项、三等奖18项。

获得一等奖的项目为由湖南大学、浙江工业大学、宁波凯泰智邦机械有限公司、杭州智邦纳米技术有限公司和湖大海捷制造技术有限公司5个单位合作研发完成的“球体精密高效加工技术与成套数控装备”。该项目主要研发出双盘自转偏心V形槽研磨方式和双自转研磨盘研磨方式的球体精密高效加工技术与成套数控装备；同时解决了球体加工过程中的“自旋角”可在 $-90^{\circ}\sim+90^{\circ}$ 范围内变化和球体研磨轨迹的均匀性；建立了球体精密高效加工的成套工艺。采用双盘自转偏心V形槽固着磨料研磨机(Olymball-E600)进行粗加工和半精加工，采用双自转研磨盘研磨机(Olymball-D600)进行精加工，并结合化学机械抛光技术完成超精加工。批量加工出的球体球形误差 $\leq 0.05\mu\text{m}$ ，表面粗糙度 $Ra \leq 0.03\mu\text{m}$ ，批直径变动量 $\leq 0.08\mu\text{m}$ ，优于国家标准GB/T308-2002H国际标准ISO3290；2001(E)规定的G3级球的要求。解决了传统V形槽研磨方式存在成球精度低和成球效率低的问题；开发了工艺数据库，排除了人工操作的不稳定性和保证了批量生产的可靠性。对氮化硅陶瓷和硬质合金材料球体的加工效率有大幅度提高。

获得二等奖的项目有上海机床厂有限公司和上海理工大学联合完成的“大型数控曲轴磨床系列产品的研发和应用”、郑州磨料磨具磨削研究所“IC硅片高效超精密磨削用金刚石磨具的研究”、广州机械科学研究院完成的“环保型多功能合成切削液”、青海华鼎重型机床有限责任公司完成的“CK61250-CK61630数控重型卧式车床系列”、齐齐哈尔二机床(集团)有限责任公司完成的“FA-B160型数控落地

铣镗床”。

获得三等奖的18个项目包括，齐重数控装备股份有限公司的“HT400(420)×150/250(300)L-NC数控重型卧式车床”、长沙一派数控机床有限公司的“ECK1514A数控活塞环内外圆立式车床”、四川长征机床集团有限公司的“DMC1000铣车复合加工中心”、江苏亚威机床股份有限公司的“HPQ-3048高速数控冲压单元”、重庆成田低温加工技术有限公司的“低温冷风喷射切削加工技术及装置”、沈阳鼓风机集团有限公司与沈阳透平机械股份有限公司共同完成的“三元闭式叶轮整体铣制加工工艺研究”、山东普利森集团有限公司的“2MK2135数控深孔强力珩磨机”、河南科技大学的“冷轧花键关键技术研究”、德州德隆(集团)机床有限责任公司的“ZK4202(J)大型曲轴数控深孔钻床”、湖州机床厂有限公司的“数控内高压成形液压机”、江苏工业学院的“高效节能钢格板剪床的研发”、山东滨州渤海活塞股份有限公司的“制造业信息化软件、系统产品(先进制造装备)”、扬州锻压机床集团有限公司的“YHT-300闭式三点高速精密压力机”、南京大地水刀股份有限公司的“400MPa超高压数控万能水切割机”、中国航空工业第一集团公司北京航空制造工程研究所的“复合气瓶铝胆生产线关键设备研制”、四川普什宁江机床有限公司的“THM6380精密卧式加工中心”、天津市天锻压力机有限公司的“35000/5800KN重型双工位锻造柔性液压机成套装备”、齐重数控装备股份有限公司的“BVG250×5/15L-NC数控立式磨床”。

这些荣获中国机械工业科学技术奖的项目都是在用户使用并得到验证是可靠的具有自主创新的产品，且产生了良好的经济效益和社会效益。表彰这些项目，将在激励科学技术人员研究开发的积极性，提高科技人员社会地位，促进机床工业的技术进步和提高我国机床产品的国际竞争力等方面发挥着积极作用。

“CCMT2010 创新发展高层论坛”

演讲组织工作基本就绪

中国机床工具工业协会信息传媒部

经过3个多月的广泛征集，在政府有关部门和业内相关企业的大力支持和积极参与下，由中国机床工具工业协会主办的“CCMT2010创新发展高层论坛”演讲嘉宾组织工作已基本就绪。

“CCMT2010创新发展高层论坛”将于2010年4月11日（星期日），即第六届中国数控机床展览会（CCMT2010）开幕的前一天，在南京国际博览中心金陵会议中心举行。

论坛的核心是创新，主讲嘉宾将充分阐释所在单位在产品、技术、经营、管理等方面进行创新的理念和措施，以及通过自主创新推动产业升级和结构调整的成功经验。创新与发展之间紧密相联，创新是为了发展，创新能够推动发展，创新在结构调整和产业振兴中具有举足轻重的作用。

论坛拟邀请到场听众200人左右，覆盖行业高级管理人员、总工程师、总工艺师、高级工程技术人员、高级工艺人员等。同时将邀请用户领域代表，覆盖高级管理人员、高级工程技术人员、采购代表、工艺人员等。

论坛拟邀请的主讲嘉宾和主要内容简介如下：

工业和信息化部装备工业司司长**张相木**，演讲内容将涉及近期工业经济运行情况及产业振兴和结构调整的相关政策措施。

沈阳机床（集团）有限责任公司董事长、总经理**关锡友**，将演讲的题目是：**加速结构调整和自主创新，奔向未来发展目标**。关董事长将介绍沈阳机床在2009年抵抗金融危机的举措和效果，即采取抢市场、调结构、促创新、细管理、抓机遇等一系列措施，基本完成了保增长目标；企业结构调整和自主创新的最新进展，重点是老产品升级换代、新产品研发、关键技术攻关、创新能力建设等方面开展工作，并取得一些成果；集团未来6年“两步走”发展规划，包括发展思路、总体目标、发展格局及拟采取的主要措施。

武汉重型机床集团有限公司董事长、党委书记

黄照的演讲题目是：**坚持技术创新，加快产品结构调整，促进产业技术升级**。金融危机形势下，武重坚持技术创新，加快产品结构调整，以市场需求定位，以技术创新为核心，以技术改造为载体，以增强核心竞争力为目标，全方位提高企业竞争力。其产品结构调整历经了三个发展阶段：第一阶段是由普通型项数控型升级，主要是以产品技术升级为目标；第二阶段是向柔性加工升级，以提高工艺性能为发展目标；第三阶段是向复合加工升级，以技术与工艺性能复合为目标。

济南二机床集团有限公司董事长、总经理**张志刚**的演讲题目是：**创新，引领企业快速高效发展**。受国际金融危机的影响，国际市场需求降低。由于中国经济一枝独秀，国外机床制造商纷纷到中国来抢夺市场，“国内竞争国际化”。作为把“打造国际一流机床制造企业”作为企业发展战略目标的济南二机床，始终以技术创新和管理创新引领企业发展，在国内和国际高端市场，与国际竞争对手同台竞技，屡以技术领先赢得话语权，不但赢得了用户的信任和订单，同时也赢得了竞争对手的尊敬。

重庆机床（集团）有限责任公司董事长、总经理**廖绍华**的演讲题目是：**自主创新加快重庆机床两化融合进程**。党的“十七大”报告提出“两化融合”的概念，即信息化与工业化融合，走新型工业化的道路。大力推进“两化融合”，不仅是装备制造业应对国际金融危机的重要措施，更是装备制造业加快转型升级、实现调整振兴的一次重大历史性机遇。在此背景下，将先进的信息技术与传统技术融合，从而推动产业升级，则已成为企业当前面临的工作重点和难点。创新与融合，就像产业升级的左右手，在某种程度上，创新推动了融合的发展。

北京第一机床厂厂长**崔志成**的演讲题目是：**实施管理创新，实现并购双赢**。

北京第一机床厂自2005年10月收购德国瓦德里希·科堡公司以来，在北一“十一五”战略的引领

下，在管理创新方面，通过实施境内外的战略协同，通过管控矩阵对境外公司进行本土化管理，取得了并购后的双赢。2009年，北一抵制住了金融危机的影响，实现了有效益的增长，巩固了行业地位，承担起了“做装备工业脊梁”的社会责任。

哈尔滨量具刀具集团有限责任公司董事长、总经理魏华亮的演讲题目是：**抓结构调整，促企业发展**。无论是经济形势上升期还是调整期，哈量集团一直以结构调整为主线，坚信“自主才能自立，创新才能发展”。在对传统产品进行改造和升级换代的基础上，大力加强高新技术产品的研制和开发。特别是国家实施东北老工业基地振兴战略以来，哈量集团抢抓机遇，大力进行产品结构调整，一批代表国际先进、国内领先的精密量仪、数控刀具产品先后投放市场；通过实施“走出去”战略，并购重组德国凯狮（KELCH）公司，进一步开拓了国际市场，有力促进了企业核心竞争力的提高；通过企业改革、改制，引进战略投资者，实现与中国通用技术集团的战略重组，使哈量获得了快发展、大发展的后劲，又一次站在了新的历史起点上。在未来工作中，哈量集团将不断创新思路，继续深化结构调整，增强企业竞争能力，打造全新哈量，为我国装备制造业的振兴与发展贡献应有的力量。

烟台环球机床附件集团有限公司董事长、总经理张万谋的演讲题目是：**抓住机遇，乘势而上，建设数控功能部件产业化基地**。张总在演讲中将介绍企业的发展形势和企业数控机床功能部件的产业化进程，还将介绍企业在产品和技术创新方面的经验，以及企业的发展思路和存在的问题。

约翰内斯·海德汉博士（中国）有限公司CEO兼总经理贾江扬的演讲题目是：**百年基业如何铸就海德汉今日之成绩**。贾总将从介绍海德汉的专注、创新和非营利性出发，将一个生动的经营管理实例分享给大家。约翰内斯·海德汉博士有限公司是一家拥有一百多年历史的专门开发和生产测量系统以及数控系统的公司。海德汉一个多世纪以来，扎根光刻制造领域，“专注”可以说是海德汉最大的法宝。海德汉非常重视研发，没有创新，就意味着落后，海德汉每年投入到研发中的经费是业内领先的，研发的世界领先产品比比皆是。1970年，Dr. Johannes Heidenhain将海德汉公司的所有财产设为一种非营利性质的基金：Dr. Johannes HEIDENHAINSTIFTUNG GmbH，从而能将更大的精力投入到科研和慈善事业

上。

博世力士乐中国，董事、总经理刘火伟的演讲题目是：**力士乐4EE，创新的高能效理念**。力士乐的创新技术系统组合了各种传动与控制系统提高能效的潜力。作为力士乐的成果结晶，其4EE在设备生命周期的各个阶段，都能以持续而高效的方式运行。从概念设计到试运行，从日常运行到设备更新改造，在设备生命周期的各个阶段，都能带给用户显著提高设备效率和持久性能的可能性。然而对于混合、复杂的系统，这些改进的可能性有时却非常小。为了持续提升效率，必须利用一种系统化的方法，将各种技术之间的相互作用，以及各种部件之间的相互影响计入整个系统的效率之中。为此，力士乐将各种传动与控制技术融合为四大强有力的技术支柱——力士乐4EE，即高能效部件、能源再利用、按需使用能源、能源系统的设计。对于机床行业，力士乐4EE理念体现于MTX micro数控系统，以及SvP变速泵驱动系统等创新系统解决方案。

以上嘉宾和内容是目前拟定的，今后若有重要更新我们会及时发布到协会官方网站和《中国机床工具》报，敬请关注。听众报名工作即将开始，有意参会者请与中国机床工具工业协会信息传媒部联系。□

哈斯西安 HFO 店隆重开幕

2009年12月20日，由西安熙根数控机械有限公司成立的西安哈斯机床专卖店（以下简称哈斯西安HFO）盛大开幕，这是哈斯公司在中国成立的第18个HFO。开幕当天众多业内专家、领导和客户代表等200余人出席开幕仪式。

美国哈斯自动数控机械公司为了更好地拓展西北市场，投资成立了西安熙根数控机械有限公司，对哈斯数控机床进行展示、销售和售后服务。

西安哈斯HFO具有展示、零件仓储和售后维修三大功能，也是除上海哈斯亚洲区总部外，国内最大的零件仓储中心，从根本上满足客户对零配件的需求。并可为客户提供技术培训和工艺支持，保证客户利益，真正做到急客户之急，供客户之所需。

此次哈斯与熙根的强强联手，表现了哈斯对中国市场的加速布局，西安哈斯HFO以西安为中心，其产品和服务将辐射到整个西北地区。

CCMT2010技术交流讲座报名踊跃

中国机床工具工业协会 行业部

中国数控机床展览会（CCMT2010）将于2010年4月12~16日在南京国际博览中心举办。目前，展会的配套活动技术交流讲座报名十分踊跃，国内外多家著名企业积极申报技术交流讲座，主讲企业准备利用技术交流讲座这个技术信息服务平台，向用户展示本企业的先进技术和科技成果。

武汉华中数控股份有限公司申报了题目为“HNC-210系列中、高档数控系统及多轴联动编程加工技术”的讲座，内容包括：

- (1) HNC-210A/B/C系列高档数控系统技术特点。
- (2) HNC-28/32系列总线式高档数控技术特点。
- (3) 高档数控关键单元技术：全数字总线式数控系统体系结构、多通道多轴联动插补控制、刀具空间长度补偿、小线段高速插补、双轴同步控制、并联机床加工等。
- (4) 高档数控关键应用技术：空间几何误差补偿、切削力自适应控制、对话式和示教编程、数控车间的网络化管理技术、数控机床快速调试、大型螺旋桨、核电叶片等多轴联动加工工艺和编程。
- (5) 华中数控中档、高档数控系统应用情况。

四川普什宁江机床有限公司通过多年来对精密卧式加工中心精密主轴、精密转台、移动轴的精密定位技术以及精密检测技术等关键技术的研究和突破，实现精密卧式加工中心系列产品的自主研制，具有国内领先水平，为国家航空、军工、汽车、船舶等重点行业提供关键设备。该公司申报的讲座题目为“精密卧式加工中心关键技术”的讲座，内容有：

- (1) 精密卧式加工中心的技术发展趋势。
- (2) 精密卧式加工中心主要关键技术。
- (3) 宁江精密卧式加工中心的发展和技术特点。

(4) 宁江精密卧式加工中心系列产品的典型应用。

苏州浩辰软件股份有限公司是中国专业的CAD平台及机械软件供应商，公司及其产品连续多年被评为“中国最具影响力创新成果百强企业”、“中国信息产业CAD采购首选品牌”、“国家重点新产品”、“行业信息化典范应用奖”等多项荣誉。浩辰CAD具有完全自主知识产权，为用户解决版权问题。该公司申报的讲座题目为“浩辰CAD与机械软件”的讲座，内容有：

浩辰CAD与AutoCAD完美兼容，文件格式、界面风格、使用习惯与AutoCAD高度一致。浩辰在为用户提供CAD平台的同时，提供机械专业软件，以满足专业需求。

北京发那科机电有限公司申报的讲座题目为“FANUC最新数控系统及伺服电机的介绍”。内容包括：

(1) FANUC Series Oi/O i Mate-MODEL D系列

该系列是FANUC最新推出的非常适合国内机床行业使用的系统系列，其中Oi D系列具有车床、铣床、磨床功能，最多可实现9个坐标的控制，4轴联动，可实现双通控制，系统和显示器一体化的结构，其连接和操作与FANUC的30i/31i/32i-MODEL A系列基本相同。

而Oi Mate MODEL-D系列更适合于小型和经济型的数控机床，对多控制轴为4（铣床）、3（车床）。功能和规格略少于Oi-MODEL D系列。所配用的伺服电机是Beta iS系列，主轴电机是Beta iL系列。

(2) FANUC Series 30i/31i/32i-MODEL A系列

FANUC Series 30i/31i/32i-MODEL A系列是最适用于复合加工机、多系统车削的最尖端加工机床控制的纳米CNC系统。该系统采用了最新的硬件技术，如采用了高速的CPU，CNC系统的内部总线高速化，

采用了光纤电缆实现了高速的数据传输，从而使CNC的性能大幅度的提高。

(3) FANUC 控制电机系列

随着技术的发展，FANUC陆续推出了高性能、和高性价比的多规格控制电机系列，如同服电机 α iS系列， β iS系列和内装同步伺服电机DiS，主轴电机 α iL， α iLP、 α iLT、 α iLL和内装主轴电机系列。同时还介绍与如上电机配套的放大器 α i系列，从各电机的不同用途和特点进行说明。

(4) FANUC大型伺服电机

为了满足大型机床市场的需要，FANUC开发了 α iSL000， α iS2000和 α iS3000的大型同步伺服电机，广泛地应用于数控压力机，电子注塑机和大型机床，在此基础上，FANUC也开发了可以用于主轴控制的大型同步主轴电机，可以满足大型机床的需要。

(5) 伺服调整软件 (Servo Guide)

伺服调整软件 (Servo Guide) 是通过与系统连接的以太网实现对伺服系统的参数进行优化的软件，使用该软件可以获得伺服环节的S域的幅频相频特性图，通过调整伺服参数使之达到最佳特性，同时也可以通过测试程序的运行，检查伺服系统在加工过程中所产生的误差，再通过调整参数减少误差，达到优化参数的目的。

北京发格自动化设备有限公司针对国内机床工业快速发展，应用光栅尺的全闭环数控机床越来越多，为了满足广大机床制造者对光栅尺的了解需求，举办“光栅尺在全闭环数控机床中的应用、选型、维护与保养”为主题的讲座，内容有：

(1) 采用全闭环和半闭环方式的数控机床在精度和可靠性方面的区别

主要介绍全闭环和半闭环的基本原理，机床使用光栅尺（全闭环）和使用编码器（半闭环）实测数据优劣对比；机床运行中对加工精度影响的主要因素，安装光栅尺或编码器的阿贝误差问题等。

(2) 光栅尺和编码器的基本结构和原理

主要介绍玻璃光栅和钢带式光栅信号转换原理和不同，通过光电转换后的到的电流信号转换为哪些国际上通用的标准信号；光栅尺刻线与信号周期

的关系，机床零点的几种形式；绝对光栅与增量式光栅的区别等。

(3) 光栅尺和编码器的规格、型号、参数和选型注意事项

主要介绍Fagor公司生产的光栅尺和编码器的分类方法、如何进行选型、安装要求及国内机床厂家使用我们的光栅尺或编码器机床的类型图片等。

(4) 光栅尺和编码器在实际应用中的维护与保养

主要介绍我们在为用户的安装调试和维修服务中碰到的有共性的问题，如何注意和避免这些问题，碰到这些问题如何分析和解决等。

博士力士乐中国申报的讲座题目为“力士乐4EE，创新的高能效理念”。内容有：力士乐的创新技术系统地组合了各种传动与控制系统提高能效的潜力。作为我们的成果结晶，力士乐4EE在设备生命周期的各个阶段，都能使其以持续而高效的方式运行。

从概念设计到试运行，从日常运行到设备更新改造：在设备生命周期的各个阶段，我们都能带给用户显著提高设备效率和持久性能的可能性。然而对于混合、复杂的系统，这些改进的可能性有时却非常小。为了持续提升效率，必须利用一种系统化的方法，将各种技术之间的相互作用，以及各种部件之间的相互影响计入整个系统的效率之中。为此，力士乐将各种传动与控制技术融合为四大强有力的技术支柱——力士乐4EE，即高能效部件、能源再利用、按需使用能源、能源系统的设计。

针对机床行业，力士乐4EE理念则完美体现在MTX micro数控系统，以及SvP变转速泵驱动系统。

约翰内斯·海德汉博士（中国）有限公司的讲座题目为“海德汉最新测量和数控产品及应用”。内容为：

海德汉公司光栅尺、编码器和数控系统的最新产品和应用介绍。

以上只是部分讲座企业的情况介绍，由于篇幅有限，请谅解不能一一介绍，我们日后会将讲座主讲单位的全部情况刊登在中国机床工具工业协会的网站，欢迎浏览。

CCMT 2010展品预报 (二)

沈阳机床 (集团) 责任有限公司

STC1850数控管螺纹车床 (沈阳第一机床厂)
根据石油行业的发展需要, 研发的高效、高精度石油油管套管螺纹数控加工机床。该机床能车削直线、斜线、圆弧、公、英制螺纹、直、锥螺纹, 并具有刀尖半径补偿等多种功能, 是一台高精度、高效率数控机床。



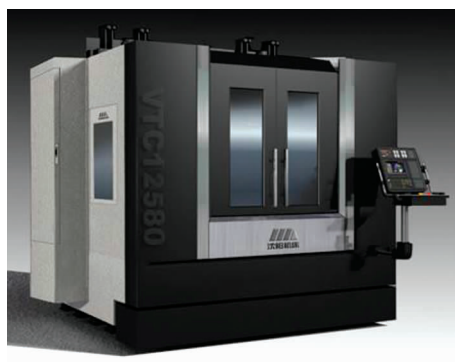
该机床前后卡盘采用自定心气动卡盘, 夹紧可靠、迅速。机床的辅机配备自动翻料及上下料装置, 可实现连续自动加工零件。机床具有高刚性, 高精度, 高效率的特点, 是直径为2 3/8"~7"石油管线套管的理想加工设备。

VTC3240数控立式车床 加工范较广, 可以加工各种短轴类、盘类零件, 也可以车削各种螺纹、圆弧、及回转体的内外曲面、端面、沟槽等。该机床主要针对汽车、电机、轴承及水泵等行业, 非常适用于批量大、精度高、尺寸一致性要求较严格的零件加工, 是一种高效率、高精度、高质量、高效益、低成本机床。

机床底座及立柱壁厚经过优化设计, 材料采用高密铸铁, 强度高, 吸振性好。主轴单元按标准高刚度型主轴单元设计, 在满足切削扭矩的需求同时, 获得较高的转速。X、Z向导轨均采用德国力士乐直线滚动导轨。伺服轴系统采用高精度的数字伺服系统, 具有高速微处理器及软件伺服控制功能, 可实现高速, 高精度的伺服控制。该机床最大车削直径320 mm, 加工精度IT6~IT7。

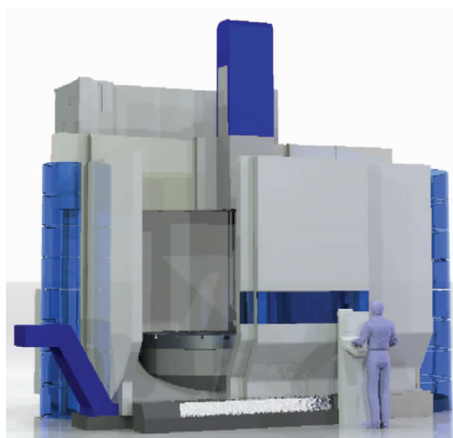
VTC12580d数控立式双刀架车床 可以加工各种短轴类、盘类零件, 可以车削各种螺纹、圆弧、及回转体的内外曲面、端面、沟槽。适用于批量大、加工精度高、尺寸一致性要求高的零件加工。该系列机床可广泛应用于轴承、机车等行业, 是一种高

质量高精度、低成本高效率的机床。该系列机床经济、高效, 是汽车、军工及其它各类机械行业加工复杂盘类零件的首选。



本系列机床是经过多次有限元仿真分析, 立足于现有成熟技术设计而成的产品, 各项精度达到国外同类机床的水平。机床主要部件结构合理, 主轴、底座、立柱等主要部件刚性好、精度高; 机床关键部件如: 刀架、卡盘、滚珠丝杠等都采用国内外名牌产品, 保证了机床的可靠性及精度的稳定性。该车床的最大车削直径1250mm, 主轴额定/最大扭矩9965/12290Nm, X/Z轴快移速度10m/min。

VTC250140m立式车铣中心 (沈一希斯) 是沈阳机床德国SCHIESS公司设计开发设计的立式车铣中心。主要用于航天、船舶、风电等机械加工行业, 加工各种精度高、工序多、形状复杂大型盘类零件。使用该机床可以节省工艺装备、缩短生产准备周期、保证零件加工质量、提高生产效率。



VTC250140m的具有如下特点:

1) 主驱动采用大功率双主轴驱动电机控制,并实现在铣削状态下C轴预紧消除功能。

2) 工作台及工件载荷采用平面球轴承支撑,承载能力大、磨损小、运转精度高和寿命长。

3) X、Z轴采用德国INA线性导轨,提高了导向刚度,降低了摩擦系数,提高了轴的定位精度和重复定位精度,延长了机床的使用寿命。

4) 采用多种附件头配置并可以根据使用要求全自动交换,可选带直角镗铣头、及多工位车加工头。机床的工作台直径2000mm,最大回转/车削直径2500mm,最大加工高度1600mm,最大工件重量16t,最大快移速度和进给速度(X/Z轴)16000mm/min。

FBC200r落地式铣镗加工中心 为单立柱、侧挂箱结构。立柱在床身上作X向运动,拖板在立柱上作Y向运动,滑枕在拖板中作Z向运动,主轴在滑枕中作W向运动。X、Y、Z三向移动为静压结构,采用定量闭式静压导轨,确保机床具有良好的刚性、稳定性、抗震性能。X、Y向驱动为双驱结构,机床整体刚性高,定位精度好,动态响应快。选用德国西门子公司SINUMERIK 840D数控系统,可实现任意三轴联动,配以各种功能附件可实现五轴联动。具有良好的挠度补偿、温度补偿、重心补偿功能。机床配备了双向运动的独立升降站台,使机床具有良好的操作性能;配有完善的防护系统并可以配置转台、平台、刀库、附件头等扩大应用范围。



该机床可广泛应用与能源、交通、重型、石化机械、电力、军工及造船等重型行业。

GMC4080wmh动梁龙门移动式加工中心 (中捷机床) 主要应用于桥梁、铁路机车、军工、化工、能源、机床、电力、航天、航空、造船等行业的大型零部件加工。以加工黑色和有色金属中大型零件

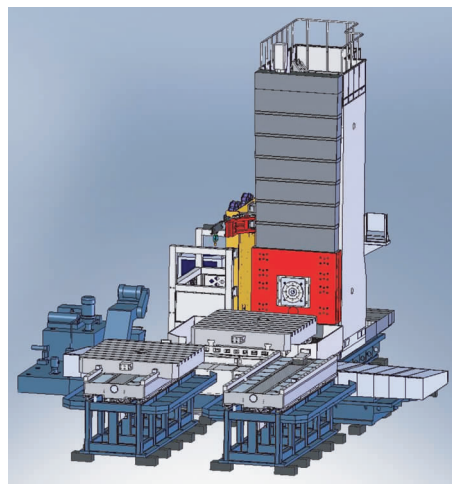
为对象。工件在一次装夹后可高精度、高效率的连续完成铣削平面、台阶、沟槽、复杂型面、腔体及各种孔的钻、铰、刚性攻丝等多种工序的加工。龙门框架刚性高、精度保持性好,能长久适应各种不同材质的切削加工,同时兼顾高精度、重切削的双重要求。

机床的工作台尺寸为4000×8000mm,最大承重能力为7t/m²。两立柱间距离5500mm, X、Y、Z、W轴的定位精度分别为0.015/2000) mm (带光栅尺)、0.035mm (带光栅尺, 全行程)、0.020mm (带光栅尺, 全行程)、0.020 mm (带光栅尺); 重复定位精度分别为0.01mm/2000mm、0.010mm (全行程)、0.010mm和0.015mm。



HMC160rd卧式加工中心 工作性能以镗、铣削为主,也可进行钻孔、扩孔、铰平面、端面、车外圆等多种工序的加工,特别适宜加工多孔系、孔距要求较精确的箱形零件。是性能优良、工艺范围广泛、精度及生产效率高的先进设备。

机床总体设计布局为纵、横床身呈T字型结构,正挂箱,立柱纵向移动,工作台横向移动,主轴箱沿立柱上下移动,方滑枕在主轴箱上前后移动,主轴可伸缩,工作台交换站与横床身垂直放置。



产品具有速度高, 扭矩大特点, 适合于中、小批量多品种的生产方式, 它具有节省工艺装备, 缩短生产准备周期, 提高工作效率, 降低生产成本等优点, 并可使用户获得较好的经济效益。可广泛用于国防、军工、造船、汽车、模具、纺织机械等多种行业的机械加工, 是大型泵阀业及减速箱行业急需的高性能数控机床。

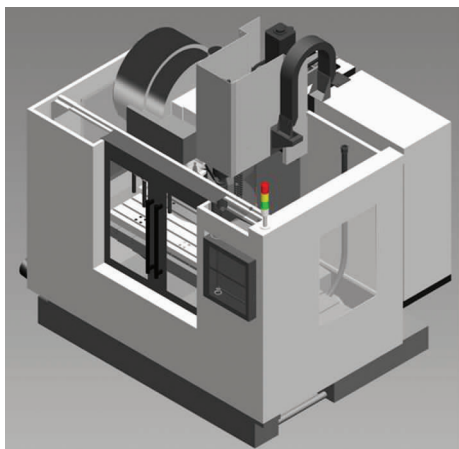
机床镗轴直径160mm, 转速范围10~2500 r/min, 进给范围1~3000mm/min, 最大扭矩2050/2780N.m, 行程(W) 800mm, 快速移动5000mm/min; 工作台尺寸2000×2000mm, 行程(X) 3000mm, 最大承载能力15000k; X、Y、Z、V、W轴定位精度分别为0.026mm (B轴18"); 重复定位精度分别为0.013mm (B轴10")。

TC500、VMC850、VMC1300B立式加工中心

TC500立式钻攻中心产品为国际领先水平产品。加工效率高, 框架结构合理, 主构件材质选择及处理得当, 整机刚度高, 占地面积小。可以进行钻孔、攻丝、铣削以及连续平滑的曲线加工。主要应用于3C产品、IT、模具加工领域。

VMC850立式加工中心产品为国际领先水平产品。采用德国先进的设计理念设计, 独特的油水分离结构, 整机结构紧凑刚度高。可以进行铣、钻、扩、铰、镗、攻丝、二维三维曲面及斜面的精确加工。主要用于航天、航空、汽车、铁路、IT、模具领域。

VMC850E立式加工中心产品为国内先进水平产品。机型配置简洁实用, 结构紧凑、占地面积小。可以进行铣、钻、扩、铰、镗、攻丝、二维三维曲面及斜面的加工。主要用于科研机构及大专院校教学机以及机械零件加工。



VMC1300B立式加工中心产品为国内领先水平产品。结构紧凑, 占地面积小、加工范围大, 整机刚度高。可以进行铣、钻、扩、铰、镗、攻丝、二维三维曲面及斜面的精确加工。主要用于航天、航空、汽车、铁路及机械加工制造业。

HMS63卧式铣镗加工中心 (中捷钻镗床厂) 是一款结构比较新颖的高速型卧式加工中心, 加大了主轴转速和快移速度, 配有自动双交换工作台, 可减少辅助时间, 提高效率。广泛应用于机械、汽车、冶金, 纺织, 航空航天等各行业机械类零件的加工, 尤其适合零件平面的铣、钻、镗、铰、铰、攻丝等多种加工工序, 本机床不仅具有在单位时间内实现高速切削的高效率性能, 提高零件的加工精度和加工效率。而且可使被加工零件获得高精度和高质量表面粗糙度。

AH110自动卧式铣镗床 (中捷钻镗床厂) 是万能性机床, 可对箱体、壳体、机座等大型零件进行钻孔、镗孔、扩孔、铰孔、铰平面、铣平面、切槽等切削加工, 广泛应用于能源、交通、重型、石化机械等行业, 是加工箱体类零件的关键设备。

主轴转速范围宽, 机床的主运动采用变频电机经齿轮两档变速实现主轴8~1100r/min的转速范围。通过屏幕可选取主轴或平旋盘, 可编辑转速并自动转换高低档, 操作方便。主轴锥孔为7: 24~50号, 有自动装卸刀装置。X, Y, Z, W, B轴都可选装直接测量系统。

各轴具备定点定位功能, 定位精度 $\pm 0.02/1000\text{mm}$ (带直接位置检测系统)。简单按一键即可实现钻孔、浮动攻丝, 铣面等循环。

(1) 钻孔循环: 快速驱进, 钻削进给, 全速退回。

(2) 啄钻循环: 深孔钻削定深退回排屑, 快速复位持续钻削进给。

(3) 浮动攻丝循环: 给定螺距, 自动计算进给速度。主轴到位自动反转退回原位。

(4) 自动端面铣削加工循环。

(5) 可根据用户特殊需求开发特殊的加工循环。

VMC0656e高速五轴加工中心 (中捷钻镗床厂)

系沈阳机床集团自主研发的一款新产品, 主要针对模具行业, 用于加工型腔模、压铸模、铸模、深拉模和冲压模等各类模具。同时还适合于阀体、薄壁类、壳体类、框架类零件的柔性高效加工。工件可以在一次装夹后自动连续完成多个平面的高速铣、

镗、钻、铰、攻丝等多种加工工序，可以加工叶轮、叶片等具有复杂曲面的零件。整机采用龙门动横梁式结构，直线轴采用直接驱动技术，具有高速度、高加速度和高刚性的特点。

HS664高速铣削加工中心（菲迪亚）对铝合金、石墨、淬硬钢、超硬合金等材料的加工有独到之处。适合航空、航天、汽车、制鞋等领域的薄壁零件及模具加工。加工效率高，零件表面近乎于抛光面。

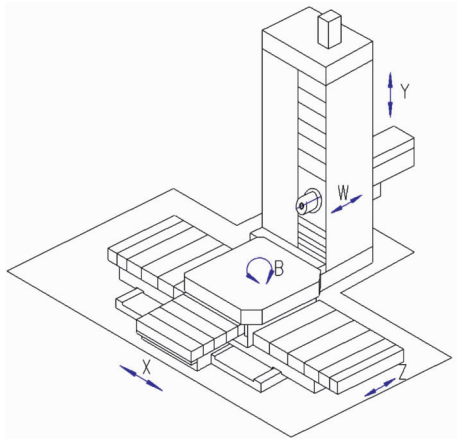
该机床刚性高，适合线性轴高速的运动。坐标轴的移动采用精密的线性导轨和滚珠丝杠，并采用全速字交流数字驱动技术，可在0.1s内，使坐标的移动速度由0加速至30m/min。电主轴等关键部件全部采用意大利进口原装部件。可根据用户的需求选配3轴和4轴，也可配置旋转工作台，实现5轴加工。

SLM3015Ha激光切割机 全飞行光路CO2数控切割机，独有可自动编程控制F轴功能，悬臂式结构，中文操作界面。具有综合运行成本低，加工效率高，精度高，整机占地面积小，操作宜人性好等突出特点。

主要技术参数

加工范围	3000×1500mm
Z/F行程	150/25mm
最大工件重量	3000kg
最大定位速度	140m/min
切缝宽度小于	0.2mm
数控系统	澳大利亚安卡系统

TKS6111数控卧式铣镗床（昆机）在机床结构设计和制造技术等方面吸收了国内外先进技术，是集现代机、电、光、液、气和信息技术为一体的高科技产品，是加工工艺范围广泛，精度及生产效率高的数控机床。机床配有先进高档的数控系统，能实现任意四轴联动。适合于大中型零件多工作面的



铣、钻、镗、螺纹加工、铣端面等多工序加工，是工程机械、机车车辆、矿山设备、大型电机、水轮机、汽轮机、船舶、钢铁、军工、大型环保设备等工业部门理想的加工设备。该机床具有刚性好、精度高、可靠性强、操作方便、造型美观等特点。

XK2850×200数控动梁龙门移动镗铣床（昆机）

按模块化设计方法开发研制，具有同类机床国际先进水平，是集当代机械、电气、液压等新技术设计制造的一台性能优良，加工工艺范围广泛，刚性好、精度保持性高的高效、高精度、高可靠性的机电液一体化的先进重型机械加工设备。机床主要用于大中等尺寸和大重量零件的金属平面、曲面和孔的加工，广泛应用于机床、军工（船体、战车车体及炮塔等）、工程机械、矿山机械、船用柴油机、船用壳体、汽轮机、机车车辆机体、印刷、轻纺、模具、大型环保设备等制造行业的大型复杂零件的粗、精加工。根据加工需要配置多种附件头；附件头可实现自动更换和自动分度转位，一次装夹可以对工件的五个面进行铣、镗、钻、铰、攻丝等多工序加工及各种复杂型面的五轴联动加工；还可对斜面、斜孔、二维曲面、三维曲面、零件型腔内部的孔和窄小空间内的平面进行加工，一机多用，从而提高工件的加工质量和生产效率。机床的自动化程度和产品应变等方面显示出了其它机床无法比拟的优越性，特别是与多种特殊附件（回转工作台、垂直铣头、万能铣头、伸长铣头、平旋盘等）配合使用，能够进一步的扩大机床使用范围。

CY-HTC4050 μ 数控车床（云机）是新开发高精度数控车床，机床采用有限元分析方法设计，从理论上对机床的总体布局 and 关键结构进行分析和计算，机床有刚性高、热变形小、主轴温升低、振动小等特点，加工对象以精加工、高精加工为主。

该机床可用于航天、军工行业高精度零件的生产。机床的关键外购件如数控系统、主轴轴承、滚动导轨等选用国际知名厂家产品，从而使机床具有高稳定性、可靠性。床身结构采用人造混凝土整体45°斜置式床身结构，极大地提高了机床精度的稳定性。导轨形式采用高精度直线滚动导轨，满足高速高效要求，减少摩擦阻力及温升变形，提高加工精度，并能保证切削加工精度的稳定性。高精度、高刚性可编程式液压尾座也大大提高了效率。全闭环控制。采用进口光栅尺作位置环检测元件，X轴、Z轴定位精度、重复定位精度极大提高。以上先进的

结构设计加上完善的工艺措施，确保机床有高的加工精度和长期的精度保持性，机床加工工件一致性好，可稳定达到IT5级精度。

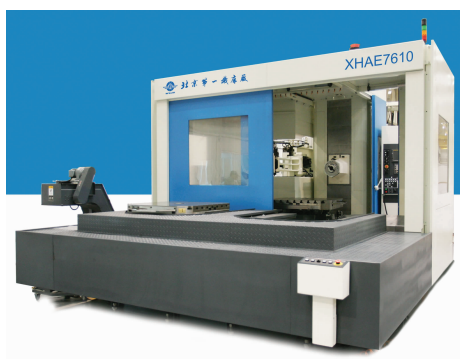
CY-VMC855LH高速立式加工中心（云机） 工作台沿滑鞍左右移动形成X轴，滑鞍沿底座前后移动形成Y轴，主轴箱在立柱上上下下移动形成Z轴，若在工作台上增加数控回转工作台（电脑分度盘）则形成W轴。

该机床主要用于模具、船舶、能源、军工、航天、汽车、仪器仪表等机械加工行业，加工各种精度高、工序多、形状复杂的零件。

床具有刚性高、速度快的特点，主轴最高转速15000r/min，三轴快速移动速度为45m/min。

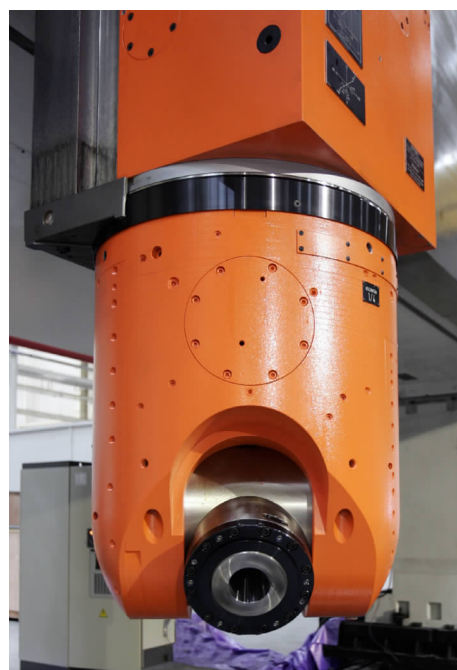
北京第一机床厂

XHAE7610卧式加工中心 是大型精密复杂零件加工的通用机床，适用于黑色金属及有色金属的加工。机床刚性好、精度高、扭矩大、速度快，可满足对零件进行粗精加工要求，可对大型零件进行铣、镗、钻、铰、攻丝等多工序加工，一次装夹即可完成工件四面加工以及数控联动加工。机床标准配置FANUC 18i高性能数控系统，功能强可靠性高。机床还提供多种功能配置选项，以适应用户的广泛需求。机床技术水平达到当代同类机床国际先进水平，可以替代部分同类机床尤其是日本机床的进口。



机床整体布局及大件结构采用系列化和模块化设计；采用气浮、镶钢滚滑复合导轨、高精度NC回转工作台、高精度托板定位交换机构、增力式主轴拉刀机构及高速大扭矩主轴和变速箱。

B/C机械式摆角头 可用于航空、航天、机车、船舶、发电等制造业的大型复杂零件的各种平面、



曲面、空间曲面和孔的半精加工、精加工，也可用于粗加工。该产品的主要特点：

(1) 带NC轴（C轴）滑枕镗铣头采用分离式结构，即滑枕箱体与齿轮变速箱体为分离结构，在滑枕箱体和齿轮减速箱体之间设置通有恒温冷却油的隔板，使变速齿轮箱中齿轮、轴承产生的热量不能传到滑枕箱体上，从而防止了滑枕箱体的热变形。

(2) 滑枕式镗铣头带有自动拉刀机构，可以方便的装卸刀具。

(3) 滑枕铣头端面设有自动装夹附件铣头机构，并能与C轴一起进行任意角度转位。

(4) 摆角铣头箱体端面有四组拉钉，可由带有NC轴滑枕镗铣头箱体端面的四组拉钉自动拉取。

(5) 摆角头主运动为齿轮传动，主轴为机械主轴，主运动通过滑枕镗铣头主轴端面的端面键将主轴的转速及动力传给摆角头的输入轴，该运动通过摆角头内两对直齿轮和两对等高齿螺旋伞齿轮传递到摆角头的主轴，主轴带有由碟簧拉紧，油压松开的自动松拉刀机构，主轴锥孔带有中心水冷和吹气的功能，在主轴法兰盘均布六组喷嘴，可对刀具实现外冷。

(6) 摆动轴（B轴）采用两套交叉滚子轴承，克服摆动轴在摆动进给时承受切削产生的轴向、径向力及摆动运动产生的倾覆力矩，保证进给有足够的刚性。

主要技术参数：

C轴最大进给速度（快速）	3600°/min
C轴最大输出扭矩	7500 Nm
B轴最大进给速度（快速）	2160°/min
B轴最大输出扭矩	7500Nm
摆角头主轴最高转速	3000r/min
摆角头主轴最大输出功率	40 kW
数控系统：西门子840D	

B3HM-022数控顺序内圆珩磨机 适用于机床冰箱压缩机缸体、增压器、汽车制动泵、连杆、模具导套、液压件等精密孔的加工。对各类铸铁件、钢件、青铜件等均能加工。

该机床采用模块化设计，主轴个数和转台工位数可以根据用户和用户零件的工艺要求，为用户提供最佳的加工方案。



机床主体采用三个立柱支撑，保证机床的刚性；主轴箱由日本THK滚珠丝杠驱动，由三根日本THK的滚动导轨导向，能实现主轴箱的平稳精确往复，采用德国FIBRO旋转工作台，定位准确，转速快，每工位转位时间达到0.69s，机床加工节拍能达到9s；珩磨刀具、刀具接杆和工件夹具都采用全浮动结构，能保证需要的珩磨加工精度；德国西门子的伺服电机和810D数控系统，实现往复速度和位置的灵活调整，能动态显示各加工轴的实际加工扭矩，而且实现过载报警；该数控系统为彩色显示屏，程序设计方便，易于操作。

ZH5120D钻削加工中心 适用于汽车、摩托车零件加工、缝制设备零件加工、电子通讯、机械制造、液压气动等领域的零件加工。



优化的结构设计，保证了必要的刚性的同时，降低了运动部件的惯量，提高了机床的移动速度和加速度；高速主轴单元可实现12000r/min连续运转，刚性好，运转平稳可靠，提高了加工精度和表面粗糙度，满足了粗加工的动力要求；小惯量的主旋电机和冗余设计的驱动单元，大大缩短了主轴的起停时间，提高了加工效率；高速刚性攻丝更适合于铝件的螺纹加工，提高了加工效率和刀具寿命；稳定、可靠的刀库，可实现换刀速度1.6s；配置FANUC Oi-MC数控系统，运算速度快，可靠性高，人机界面友好。



除上述产品外，北京第一机床厂还展出了AS-CD25电主轴部件、ATS15×12-40转塔刀架以及引进日本技术，采用先进工艺及优质材料制造的HPC和RSC刀柄（见上图）。

重庆机床（集团）有限责任公司

YKX39320 大型五轴高效数控铣齿机 是外齿

轮数控铣齿机，YKX39320N是内齿轮数控铣齿机，两种机床都是五轴控制。铣齿采用单分齿成形加工原理，通过Z、C轴联动实现对斜齿轮的加工。机床可用于加工大直径圆柱直齿轮、斜齿轮（轴齿轮、盘齿轮、内齿轮）以及小锥度齿、鼓形齿等。

高效、高刚性是该机的突出特点，特别适于风电工业、工程机械、大型减速箱等行业对大型齿轮的高效加工要求。

该机床为五轴三联动数控高速铣齿机，五个数控轴分别为：

A-刀架旋转运动

B-铣刀主轴回转运动

C-工作台回转运动

X-径向进给运动

Z-轴向进给运动

标准机床联动轴为：C轴、X轴、Z轴



主要技术参数

YKX39320 / 39320N

最大加工工件直径	3200/3800 mm
内铣齿最小加工顶圆直径	900 mm
加工齿数	任意
最大模数	30 mm
最大螺旋角	30°
最大齿宽	600 mm / (螺旋角0°)
工作台最大承重	40000kg

YE3120CNC7数控高速干切滚齿机

为六轴四联动数控高速干切滚齿机，通过电子齿轮箱，用展成法加工各种直、斜齿轮、双联或多联齿轮、小锥度齿、鼓形齿，花键，蜗轮，链轮等，适用于汽车、摩托车、流体机械、起重机械等行业的大批量齿轮加工。

七个数控轴为：X-径向进给运动，
Y-切向进给运动，
Z-轴向进给运动，

Z4-外支架上下运动，
A-刀架旋转运动，
B-滚刀主轴回转运动，
C-工作台回转运动；

主要技术参数：

最大加工直径	210 mm
最大加工模数	4 mm
最大轴向行程	300 mm
加工齿数范围	4~1000
最大滚刀直径×长度	120 mm×220 mm

YD4232CNC5五轴数控剃齿机

是一种高效的齿轮精加工机床。适用于外啮合直齿、斜齿圆柱齿轮及连轴、台阶齿轮的剃削加工。它可通过仿形机构完成鼓形齿与小锥度齿轮的剃削加工。机床刚性好，调整简单、生产效率高，特别适合切削较大模数及较大规格齿轮的汽车、拖拉机、载重汽车、工程机械等行业。

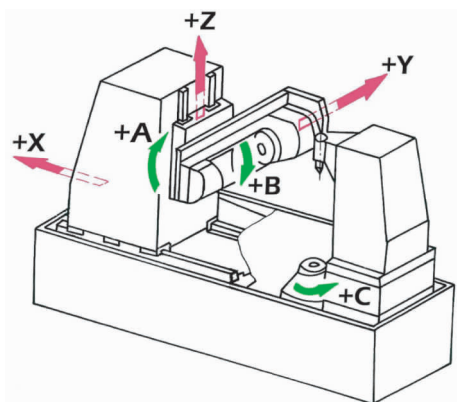
该机床锥度及鼓型轴采用伺服电机驱动，X、Z、W、B轴联动出鼓形，并根据加工结果实现自动补偿；刀架精密转角，并根据加工结果实现自动补偿；自动上下料机构的工件与刀具配有自动且高效的啮合功能。

主要技术参数

最大加工直径	320 mm
最大加工模数	(轴剃) 8 mm/(径剃) 6 mm
最大工件长度	700 mm
刀架回转(A轴)角度	±20°
顶尖中心至剃刀中心距离	125~280 mm
主轴(B轴)转速	50~400 r/min (无级)
滑板(Z轴)移动速度	0.2~1000 mm/min
工作台(X轴)移动速度	1~500 mm/min
仿形机构(W轴)移动速度	1~50 mm/min
Z、X、W轴分辨率	0.001 mm
A轴分辨率	0.001°

CHK460亚干式切削全功能数控车床

采用45°斜式床身结构，床身和床座均采用优质铸铁铸造，具有整体刚度高的特点；机床外观采用全封闭防护，可有效防止切屑和冷却液的飞溅；机床的移动导轨采用高刚度的直线滚动导轨副，提高了控制轴的动态响应时间；机床的主轴采用套筒式主轴单元，不但具有高的转速，而且具有高的刚度；刀架采用液压双向选刀刀架，换刀时间短，工作可靠；本机床



配有液压卡盘和液压尾座，其液压元件和相关配件均采用台湾元件；机床的电气控制柜配有空调系统，可有效保证电气元件的可靠运行。本机床可用于加工内、外圆柱面、圆锥面、圆弧面、端面，还可用于切槽和加工各种螺纹。

主要技术参数：

床身上最大回转直径	460 mm
加工轴类零件最大直径	200 mm (推荐175 mm)
加工盘类零件最大直径	360 mm
加工零件最大长度	420 mm
主轴通孔直径	62 mm
主轴转速范围	100~4500r/min
主轴电机功率	11/15 kW (连续30min)

DT200高速精密数控车床 是针对较高精度的加工要求设计开发的具有当今先进水平的数控车床。该车床采用整体式底座、水平床身、30°倾斜床鞍结构，确保了机床高刚性及流畅的排屑功能；高精密通孔式主轴结构、抗振性设计及大功率交流伺服主轴电机，增加了机床运转的稳定性；机床运转噪音低，传动效率高，精度保持好，保证了加工精度和设备的长寿命。适用于几何形状比较复杂、精度要求高的中、小型回转体零件的加工，圆柱面、圆锥面、圆弧面及各种回转曲面、各种公英制螺纹面的车削加工；对零件的端面、切槽、倒角、以及钻、扩、铰、镗削的车削加工。

展品主要技术参数

床身上最大回转直径	430mm
加工零件最大长度	285mm
加工轴类零件最大直径	130 mm
加工盘类零件最大直径	200 mm
主轴通孔直径	52 mm
主轴转速范围	100~6000r/min

主轴电机功率

3.7/5.5kW (连续30min)

天津第一机床厂

YK2232A数控弧齿锥齿轮铣齿机 能够使用多种加工方法，加工弧齿锥齿轮零度齿锥齿轮及准双曲面齿轮的机床。

YK2932数控弧齿锥齿轮拉齿机 具有二种加工方法加工弧齿锥齿轮和圆拉法精加工非范成准双曲面盆齿。

以上两种机床最大加工直径均为320mm，最大模数6mm。两种机床配套使用可形成完整的加工体系，适用成批或大量生产粗、精加工、轻型汽车后桥齿轮、运输型摩托车的传动齿轮。特别是采用新材料制做的盘形刀具，该系列机床还具有硬齿面刮削功能，有效的解决齿轮热后变形，提高齿轮副的传动精度，降低噪音提供保障。

本机床是能够使用多种加工方法，加工弧齿锥齿轮零度齿锥齿轮及准双曲面齿轮的数控弧齿锥齿轮铣齿机。该机床和YK2932数控弧齿锥齿轮拉齿机配套使用，特别适用于成批或大量生产中粗及精加工中、轻型汽车后桥主传动的半滚切小轮、摩托车齿轮、山地车、沙滩车的传动齿轮。

本机床系三轴数控弧齿锥齿轮铣齿机，即摇台运动(X轴)、工件主轴运动(Y轴)和床鞍进给运动(Z轴)。三轴均可实现数控轴控制和联动，刀盘的旋转(S轴)速度由变频电机控制，实现无级调速。本机床摇台和工件箱均采用高精度蜗轮副传动，并采取了多项增强结构刚性和传动刚性的措施，保证了本机床加工精度并提高了机床生产率和使用寿命。机床装有最大刀倾角为30°的刀具主轴倾斜机构，不但可加工半滚切主动轮而且能实现更好的轮齿接触区修正。机床调整无需更换挂轮，减少了机床调整时间。机床采用数控设定的进给运动，简化了用户操作并有利于提高切齿效率。

YK2932数控弧齿锥齿轮拉齿机 是一种新型、高效精加工中型和小型非范成准双曲面锥齿轮和弧齿锥齿轮机床。

机床被加工齿轮最大节径为320mm，最大加工模数为6mm。机床采用圆拉法进行精加工，适用于品种固定而大批量生产的后桥从动齿轮，如轻型汽车后桥齿轮、摩托车齿轮、山地车、沙滩车的传动齿轮的粗开槽及精拉加工。

该机床与YK2232、YK2232A型弧齿锥齿轮铣齿机或其它同类型机床配套使用，这样可以保证粗、精加工的均衡生产。

本机床系三轴数控弧齿锥齿轮拉齿机，高精度的工件分度运动和床鞍进给运动；摇台和工件箱均采用高精度蜗轮副传动，并采取了多项增强结构刚性和传动刚性的措施，保证了本机床加工精度并提高了机床生产率和使用寿命；调整无需更换挂轮，减少了机床调整时间。采用数控设定的进给运动，简化了用户操作并有利于提高切齿效率。



YK2560A数控锥齿轮研齿机 采用大、小轮主轴水平放置的卧式布局，小轮沿其主轴方向作H (X) 运动，并沿立柱作V (Y) 运动，大轮沿其主轴方向作G (Z) 运动；V、H、G运动分别由伺服电机驱动精密滚珠丝杠沿直线导轨实现。大、小轮主轴均采用电主轴驱动，转速可高达4000r/min，并可分别作主动轴。机床整体结构紧凑新颖，刚性好，运转平稳，运动精度高，噪音小，且占地面积小，操作方便。

该机床可用于对最大工件直径达600mm的弧齿锥齿轮及准双曲面齿轮副进行高效研齿，适当修正热处理后的变形，研齿后齿面粗糙洁度可达 $0.8\mu\text{m}$ 以上，可改善接触区位置和大小，提高传动平稳性，降低运转噪声，提高承载能力。

该机床通过电主轴施加2~50Nm的扭矩载荷，水平布局直接驱动主轴设计，保持在高速的动力稳定性。采用高压气动双隔膜泵以 $5\text{kg}/\text{cm}^2$ 压力将研磨液喷到齿面研磨位置，研齿效率高。可回转的操纵箱，人性化的人机界面，操作简单方便。自动伸缩的防护门美观安全，便于操作者装卸工件。

该机床采用840D数控系统，可实现五轴三联动；友好的人机界面，能自动生成多种研齿模式的数控



代码；自动调整齿轮安装位置；自动对齿；自动补偿侧隙；双面啮合跳动检测；自动识别齿面毛刺及磕碰缺陷；载荷与转速的控制与监控；研磨液泵、防护门等装置的自动控制；研磨液高速甩净。

YK9255数控弧锥齿轮齿顶倒棱机 是用于对弧齿锥齿轮（大轮）的渐开线齿面与面锥的交线进行倒棱加工的机床。通过对齿轮的倒棱加工，可使齿轮在啮合过程中起到降低噪声，传动可靠，提高精度的作用，避免了人工倒棱造成的棱面宽度不均匀及污染环境等不利因素。

该机床采用德国西门子公司802D数控系统，具有三个数控轴：水平直线轴 (X轴)、工作台旋转轴 (Y轴)、竖直直线轴 (Z轴)，可实现三轴联动，并采用指状砂轮，砂轮主轴由电主轴驱动，操作直观方便，稳定性好。

在软件方面具备了强大的计算功能，对于倒棱的计算几乎全部包含在内，精度等级高，可实现人机对话。

机床的磨头主轴采用不同结构：刚性磨削、柔性磨削。采用液压夹紧工件，其磨削全过程和修整砂轮均采用自动完成。

该机床采用人工上、下料方式。

主要技术参数

加工范围	
模 数	4.5~13mm
节 径	200~550mm
节锥角	60°~85°
砂轮最大线速度	工业 50m/s
主驱动功率（电主轴）	2.2~3kW
机床总功率	25kW
最大倒棱宽度	1mm



YK22160数控弧齿锥齿轮铣齿机 加工工件直径1600mm，最大加工模数30mm，最大加工工件直径可达到2000mm。这是天津第一机床厂几年来坚持自主创新、不断研制大型、精密机床的代表性产品。该新品的问世，是我国重型数控弧齿锥齿轮铣齿机研制上的一大创举，具有独立自主创新知识产权。突出表现在，该新品以其独树一帜的领先设计，从根本上破解了困扰我国大、重型弧齿锥齿轮加工上的效率和精度两大难题，使我国大、重型弧齿锥齿轮的加工水平跃居世界前列。

具体地说，是以设计上的“两大首创”，实现了加工技术上的“三大突破”。一是刀盘主轴进给方式，彻底颠覆了传统的整体的工件箱部件或摇台部件进给方式，实为国内外首创。二是摇台部件的锁紧方式和横梁锁紧方式成功结合，形成框架结构，极大提高了机床整体刚性。基于这“两大首创”，以其凸现的刚性，在加工效率上实现了重大突破，该新品采用了切入法，用最普通的刀具，完成模数16mm（齿深29mm）一个齿的粗加工时间仅需3分钟，其效率高于当今国内同规格机械、数控弧齿锥齿轮铣齿机10倍左右。硬齿面刮削技术在本机床上的应用，实现了大型齿轮热处理后精加工重大突破。该机床以其独到的设计和精益制造，在使用寿命上实现了重大突破。如此的高效率，高精度和高寿命，又使得这一新品在节能降耗、提高效率、实现投入产出最优化上，彰显着不可比拟的优势。用不了多久，该新产品必将批量走进矿山、石油、冶金、船舶、风电、水泥、港口、煤炭等领域，并在国防建设中发挥出重要作用。

机床是采用端面铣刀盘按滚切法原理而工作的，被切齿轮齿形由刀具和被切齿轮的相互滚切而获得。

采用西门子802DSL系统，具有三个数控轴：摇台（X轴）、工件箱（Y轴）、刀具进给（Z轴）；刀具驱动（S轴）、采用交流变频调速，操作方便，柔性很强。机床为卧式铣齿机，由前、后床身、摇台支架、摇台鼓轮、偏心鼓轮、工件箱等主要部件组成，并配备单独的液压站和磁性排屑器，电气柜。机床机构合理，传动链短、刚性好、精度可靠、功能全、适应性广，操作使用方便。

主要技术参数

最大工件模数	30mm
最大节锥母线长度 螺旋角为0°	415mm
螺旋角为30°	810mm
齿圈最大宽度	240mm
螺旋角	最小 0°/最大 45°
刀具尺寸	18" ~40" (50")
主轴自中心位置向上向下的垂直位移	±120mm
花盘直径	1600mm
主轴最大直径	510mm
主轴通孔直径:	245mm
刀盘转速	10~37r/min

机床的主要部件如床身、摇台支架、摇台鼓轮、工件箱等均采用优质铸铁、壁厚适宜、筋格布局合理，整体具有足够的质量，从而大大提高了机床的刚度和抗振性能，最终保证机床具有较高的动态精度。

机床具有传动精度高，工作精度稳定的特点，加工精度达到国家标准7级。

机床的主要运动均采用目前最先进的传动结构：

(a) S轴 刀盘主轴的旋转运动由变频电机及减速齿轮箱来传递

(b) Z轴 刀盘主轴由伺服电机通过滚珠丝杠带动完成轴向移动，其定位精度和重复精度高。

(c) Y轴 工件主轴的分度和范成运动由伺服电机带动高精度蜗轮副完成，其特点是工作平稳，分



度精度高。

(d) X轴 摇台的范成运动由伺服电机, 减速机, 高精度蜗轮副来完成, 其特点是工作平平稳。

机床数控系统具有良好的人机界面, 并支持图形显示功能, 无需操作者对系统有较深的了解, 便可准确操作机床, 系统具有丰富的功能, 如各轴的精密定位, 适时选择合理的切削参数, 以适应不同类型工件的加工。

机床设计时, 利用人机工程学的原理, 在满足机床性能要求的同时充分考虑操作者的工作习惯, 操作疲劳极限等诸多方面的因素, 使操作者在尽可能舒适安全的环境下工作, 同时机床数控系统具有强大的保护功能, 在超载超程等故障时, 立即报警停机, 确保人机安全。

YK51160数控插齿机 主要适用于大、中型减速机, 风力发电部件、拖拉机、工程机械、矿山及冶金机械、机床、航空、纺织机械等行业, 适用于单件和小批量, 也适用于大批量生产。本机床主要用于加工内、外齿直齿圆柱齿轮及各种形状的直齿非圆柱齿轮和平板凸轮。采用螺旋导轨和带有螺旋齿的插齿刀, 可加工斜齿圆柱齿轮, 采用特殊刀具可加工多种齿形的结合子和渐开线花键。

该机床具有以下性能和结构特点:

◆机床为纵向布局, 刀架摆动让刀, 工作台在三条矩形导轨上实现径向进给。床身、立柱、刀架、工作台均有优良的结构和传动刚性。

◆机床为三轴联动数控插齿机、三个数控轴为: 插齿刀回转、工作台回转、工作台径向进给。

◆机床主运动采用变频电机驱动, 实现无级调速和自动转换。

◆机床刀轴有自动上停、自动下停功能。

◆刀具主轴的运动采用切削全程均力的刀轴本体为零度大直径蜗杆, 扇形零度蜗轮传动装置, 保证了刀具主轴有充裕的切削力。

◆机床采用新型双滚子凸轮让刀结构, 可实现准确、稳定、低噪音的让刀运动。

◆机床具有斜向让刀功能, 可防止切齿干涉现象。

◆机床配置安全防护罩, 可防止油污外溅, 工况可视性好, 操作方便, 并配有自动排屑器。

◆机床刀架采用独立的强力润滑系统, 其余部分是定时定量润滑, 配备冲屑气枪。

◆机床配置德国西门子 (SIEMENS) 公司802D

或840D数控伺服系统, 独立密封的电气控制柜可配置空调。

◆机床采用大油量冷却, 整体床身为冷却油池, 及时带走切削热量, 精度稳定。

◆工作台主轴与工作台底座之间有定时定量润滑, 减少扭力, 延长工作台蜗轮副寿命。

◆工作台回转轴 (Y轴) 上的伺服电机增加了减速机, 提高了电机的使用性能。

◆刀架采用内置弹簧和新型刀具接套结构。

主要技术参数

最大加工模数	20mm
最大加工直径: 外齿/内齿	1600/2000mm
最大加工齿宽	300mm
刀具主轴冲程数	14-200次/分钟
刀具圆周进给量 (无级)	0.02-1.2mm/冲程
工作台径向进给量 (无级)	0.02-1.5mm/冲程
插齿刀最大行程长度	320mm
插齿刀轴线至工作台轴线的距离	250-1100mm
插齿刀支承面至工作台面的距离	388-718mm
工作台台面直径	1600mm
工作台孔直径	230mm

南通科技投资集团股份有限公司

5DMCH63五轴联动卧式加工中心 为同步双驱高速精密卧式五轴联动卧式加工中心, 采用了MCH63箱中箱结构和直线双丝杆高速同步驱动机构。A轴设计为摇篮式结构, 采用双大扭矩电机同步驱动, 配有绝对式角度编码器, 使其同时到达位置的精确控制和精确分度。采用高刚性内装式电主轴, 最高转速为18000r/min.采用FANUC系统。



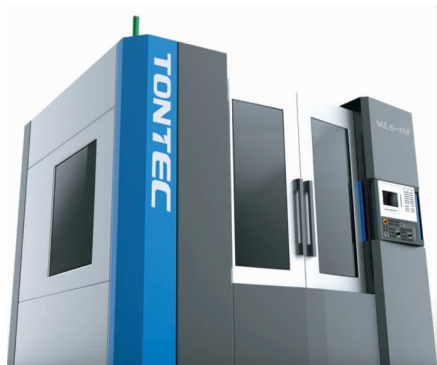
VH1100高速立式加工中心 主体结构采用门型结构，以此增强机床刚性。 X 、 Y 坐标轴分别采用直线电机驱动和双直线电机同步驱动，快速移动达120m/min， Z 轴采用双丝杆伺服电机同步驱动。快速移动80m/min。广泛用于汽车、发电、模具、军工等关键件加工设备。



5DGBC63五轴联动立式加工中心 采用同步双驱高速精密立式五轴联动加工中心采用龙门桥式结构，具有 X 、 Y 、 Z 三个直线运动的数控坐标轴和 A 、 C 二个旋转运动的数控坐标轴，可实现五轴联动，各坐标轴可自动定位，工件在一次装夹后，可自动完成铣、钻、镗、铰和攻丝等多种工序的加工。该机床广泛适用于叶片、叶轮、航空和船舶工业等各类型加工行业中复杂曲面加工。



VcL4-60、VcL4-85、VcL5-110新型立式加工中心 主要结构仍采用立式主轴、十字型床鞍工作台布



局。主传动采用主轴电机由同步齿形带传动，三向导轨均采用四列式单圆弧牙型接触线性导轨，三向进给采用零间隙预负荷精密高速静音化滚珠丝杆，保留原有的预拉伸结构。数控系统采用FANUC-OiMD系统。

SLSLL系列数控车床 是结合最新机床设计理念开发的机液一体化产品，结构简洁，维护方便，适用于加工内外圆柱面、内外圆锥面、螺纹，圆弧面及复杂曲面的粗精加工工序。广泛应用于汽车、军工、航天、石化等行业。



VMC1300A、VMC1650A立式加工中心 机床结构件内部采用稠筋框架结构，高刚性和抗振性，由进口五面体加工，切削应力小热变形小，精度高，导轨副：底座的大跨度四矩轨和双矩轨设计，刚性极佳。采用进口主轴及大扭矩伺服电机，实现主传动系统的高性能。



武汉重型机床集团有限公司

DL125×150/120×210 数控重型卧式车床 是武汉重型机床集团有限公司在原德国席士 (SCHIESS) 公司DL系列数控卧车设计图纸、工艺及验收标准的

基础上，汲取当代最新光、机、电、液及信息化技术设计开发的新一代具有完全知识产权的新产品。

该机床具有大承重、高精度、大切削力的特点，广泛应用于能源、交通、冶金、航空航天及重机制造行业，加工如轧辊、核电转子、大型船舶舵轴及传动轴、水轮机及电机轴等。机床采用Siemens 840D控制系统，具有远程监控的功能。机床根据不同的用户需要，可提供铣头、磨头、镗孔车端面刀架、深孔钻、深孔镗等特殊订货附件。

超重型高精度静压主轴箱技术是该机床的关键技术。主轴箱主轴前后支承径向轴承为静压轴承。在花盘下面设计了两个静压托，工作时，静压托卸去80%以上的工件重量。前后静压轴承为6油腔对称结构，每个油腔有一个油泵独立供油；两个静压托各有一个油腔，也为一腔一泵供油。机床设计了一套变频流量供给及控制系统，使该机床在不同环境温度、重载、大切削力条件下，都能保持高精度。该机床主轴径向跳动可达0.007mm。

大切削力高刚性刀架技术。刀架纵横导轨为闭式恒流静压导轨，静压导轨具有吸振能力强、摩擦系数小、刚度高的特点。刀排与刀座之间采用美国KENNA重切刀座接口，连接刚性高，拆卸方便。刀排经有限元优化设计，可使刀排在受大切削力的条件下变形最小。该机床单刀排最大切削力可达10t，刀架最大切削力可达16t。同时，大切削力不影响机床精度，精车时，加工工件圆度在0.01mm以内。



该机床采用模块化设计，具有双电机消除的进给及分度装置的主轴箱，分度精度可达 $\pm 5''$ 。配上正在研发的高精度重切两坐标铣头，可实现五轴联动，用于加工高精度螺旋架叶片等复杂零件。大承重、大切削力、高精度的有机结合，使机床一次装卡可完成粗精加工，提高了加工效率和加工质量。

主要技术参数

最大回转直径 2500mm

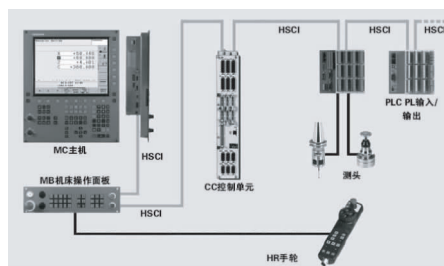
最大加工直径	2100mm
两顶尖间最大距离	15000mm
顶尖间最大工件重量	120t
定位精度	X轴：0.016mm Z轴：0.025mm
重复定位精度	X轴：0.007mm Z轴：0.016mm
主轴径向跳动	0.007mm

约翰内斯·海德汉博士（中国）有限公司

适用于镗铣类机床的紧凑型轮廓加工的新一代数控系统 **TNC 620** 是海德汉最新开发的紧凑型数字伺服驱动的数控系统，采用全新的软件架构和硬件连接，适用于镗铣类机床和加工中心，最多支持6个控制轴。同时秉承了海德汉数控系统优良的运动控制能力，支持高速加工和5轴联动；动态的程序预读能力、加加速控制算法和智能路径控制功能可满足高工件表面质量要求。另外，TNC 620沿袭了iTNC 530操作方式：人机对话式编程，丰富的工艺循环，各类图形化支持以及方便的网络和USB接口通讯能力等。

全新模块化硬件设计- HSCI

TNC 620 MC主机、CC控制单元和其他控制部件通过海德汉最新纯数字串行控制接口HSCI（海德汉串行控制接口，以太网电缆）连接，光栅尺或编码器通过海德汉公司开发的EnDat 2.2双向接口连接。MC主机单元与显示器、控制面板集成，结构紧凑，并大大简化了接线工作。TNC 620配备15英寸的TFT平板显示器，分辨率达1024 x 768 像素，显示效果优秀。



绝对式直线光栅尺LC 483/LC 183

- 新的单场扫描技术提高光栅尺的信号质量和抗污染能力
- 测量长度可达4240 mm，分辨率高达5 nm
- 绝对式刻线使得机床运行时不需要回零操作且不需要设置参考点标记
- 最新的双向数字接口EnDat 2.2可传输绝对位置信息值，更新保存在光栅尺中的信息



内置轴承绝对式角度编码器RCN 829

- 用于高精度机床转台/摆头
- 结构紧凑，内置轴承和定子联轴器
- 空心轴直径尺寸可达 $\Phi 100$ mm



- 系统精度高达 $\pm 1''$ ，每转位置数达29 bits

无内置轴承增量式角度编码器 ERA 4000

- 用于高精度机床转台/摆头
- 系统精度可达 $\pm 2''$
- 允许的轴转速可达10 000r/min
- 结构紧凑，安装简便
- 尺寸多样，空心轴直径40-512 mm



高精度3D测头TS 740

- 用于高精度和高重复性测量
- 探测精度达 $2\sigma \leq 0.25 \mu\text{m}$ ，探测速度为0.25 m/min
- 时重复精度达 $\leq \pm 1 \mu\text{m}$
- 测量力非常小，但在大加速度和快速探测时不会产生非受控触发信号
- 内部非接触的光学开关传感器无磨损，工作可靠，寿命高



北京阿奇夏米尔技术服务有限责任公司

MIKRON HEM 800 立式加工中心 HEM系列加工中心采用C型框架结构，十字溜板支撑X/Y移动轴，Z轴装在机床立柱之上。由X/Y轴移动来带动工件运动，Z轴移动来带动刀具运动。结构紧凑的主轴滑枕和立柱吸收了加工中产生的切削力，这种结构的强度保证了移动部件的快速移动和精确定位。所有的部件均由吸振性极好的铸铁制成，随机提供机床安装所需的调整垫铁。安装无需特殊的地基。预紧的滚珠丝杠与驱动电机通过钢盘联轴器直接相连。X、Y、Z轴标准配置未含直线光栅尺，而使用非直接测量系统，编码器装在AC伺服电机上。测量结果自动传送至位置控制系统中。轴的位置精度则依靠部件本身的精度（驱动进给单元和测量系统）和电子补偿。



机床三轴可选装直线光栅尺，直线光栅尺为直接测量方式，不受进给驱动误差的影响，以提高位置精度。

主要技术参数

主轴转速	9000r/min/BT 40
刀库	DT30/BT40
X/Y/Z行程	850/530/600mm
X/Y/Z快移速度	30m/min
进给速度	15m/min
加速度	3.8m/s^2
工作台尺寸	1050x560mm
最大承重	800kg
控制系统	海德汉 TNC620

SA20精密数控电火花成形机 SA20/SA30数控精密电火花成形机床是ACTSPARK家族中的新成员，

是由瑞士阿奇夏米尔集团研发中心开发的一款高性能、高精度的机床。其核心部件，如脉冲电源、CNC系统等均由瑞士制造，具有可靠性高、性能优异、能耗低等特点。SA系列的主机采用X、Y十字滑台，短“C”型立柱结构，结构紧凑、机械刚性好。X、Y、Z、C轴均采用直流伺服电机驱动，动态响应快，定位精度高。采用精密级直线滚动导轨和精密级滚珠丝杠副，并由润滑泵集中润滑，运动精度高、维护方便。铸件的加工面经精密磨床加工，并采用激光干涉仪严格检测机床的定位精度。

SA系列的油箱采用“U”型设计，节省占地面积。同时采用进口油泵，性能可靠，噪音低，更加环保；工作台采用“T”型槽设计，便于装夹工件。液槽具有自动液位检测、自动油温控制功能。冲油接口多，抽油压力大，可达-0.05Mpa。独特的油路设计，可确保快速上油和排油。



主要技术参数

最大电极重量	80kg
X/Y/Z行程	350/250/250mm
工作台尺寸	630×400mm
工作液槽尺寸	955×540×350mm
最大承重	400kg
数控系统	工控PC

CA20浸水式精密数控慢走丝线切割机 采用最新工艺专家系统，大幅度提高了切割效果。智能型放电控制和带高分辨率的光栅尺位置闭环控制系统，提高了加工精度。瑞士原装进口脉冲电源，谐振式工作方式，高效节能；瑞士原装进口电机驱动单元，动态响应快，控制精度高；成熟的运丝控制系统，穿丝方便，运丝稳定且张力恒定；浸水式一体化设



计，占地面积小。

主要技术参数

X/Y/Z行程	350/250/250mm
工作台尺寸	700×480mm
工作液槽尺寸	1050×765×560mm
最大承重	400kg
导丝嘴直径	0.2mm或0.25mm (可选0.15mm或0.3mm)
最大丝卷重量	8kg
电极丝张力	3-30 (N)
丝垂直找正	自动

FW2U 数控高速走丝电火花线切割机 采用Windows XP操作系统，稳定可靠，图标化设计易学易用；内置3D CAD/CAM（选件），加工中可同时进行编程。可以多次切割，最佳表面粗糙度可达 $Ra \leq 1.0\mu m$ 。机床采用最新脉冲电源，加工速度快。该机床具有丰富的拐角策略；采用高刚性设计，精度保持性好；独特的恒张力机构。



主要技术参数

X/Y/Z行程	500/400/250mm
工作台尺寸	800×500mm
工作液槽尺寸	1200×740×150mm
最大承重	600kg
最大切割效率	180mm ² /min

EMO2009 展品技术特点

Technical features of exhibits shown on EMO2009

1 展会概况

欧洲机床工业合作委员会（CECIMO）主办的2009年意大利米兰国际机床展（EMO 2009）于2009年10月5-10日在意大利米兰国际展览中心举行。世界39个主要机床制造国的1400家制造商参展，展览面积达到了10万平方米，主要展品5500台（套），包括当今国际领先的数控金属切削机床，金属成形机床，特种加工机床、焊接设备、数控系统，自动化系统和机器人，检测仪器，功能部件，刀具工具，机床附件，计算机软件等，展示了当代发展的最新产品、创新研究成果和经营理念。展会期间，中国机床工具工业协会成功举办了新闻发布会。展会还举行系列配套活动，如国际机床协会会长联席会、国际技术经理会议、欧洲切削工具研讨会、“下一代生产系统”研讨会、机械发展总形势会议，以及以“创新对可持续发展和有竞争力的欧洲制造业行业的意义”为主题的欧盟馆日活动等。

大连机床集团、沈阳机床集团昆明机床、武重机床、齐一、齐二、宁江、北京第一机床厂德国科堡公司、烟台环球、星火机床SOMAB公司、哈尔滨工具厂、株洲钻石欧洲工具公司等80多家中国机床工具企业参加本次国际机床展览会。

中国参展商有以下三个特点：一是参展中国企业众多，除上述大企业外，参展以中小企业为主；二是除展出传统产品外，一些高技术数控产品如加工中心、落地铣镗床、数控车床、重型数控机床、数控铣车复合机床，数控刀具等展出；三是重型机床企业和海外并购企业参展较多。不足是：展位分散，没有形成总体形象；国内骨干企业参展不够普及，展品未能代表数控产品主流，展品档次需要提高。从总体来说，世界金融风暴以来中国机床工具企业首次大批参展，显示了中国机床工具行业走向国际市场的信心和愿望。

由欧洲机床工业合作委员会创办的EMO国际机床展览会是其展览规模大，展品种类丰富，展品水平先进引领世界。该展项是世界上四大机床名展之一，它是国际机床新产品和新技术展示的窗口，

是国际机床市场的缩影和晴雨表，是中国机床工具企业通往欧洲和世界的桥梁。

2 国际金融风暴对机床行业的影响

据展会公布资料，2008年虽然遭受国际金融风暴的冲击，但世界机床总产值仍然保持6.9%的增长率，同时世界机床消费同比增长5.8%。世界机床主要生产地为日本，德国，中国，意大利，台湾。世界机床消费前五名为中国，德国，日本，美国和意大利。从上可知，世界机床产业大国格局基本不变。

2009年以来，国际金融风暴加剧，对实体经济的影响显现，机床产业受到了严重挑战。据统计，欧洲十五国机床行业2009年一季度订单同比下降了53%；美国机床行业4月份订单同比下降了70%以上；日本5月份机床订单同比下降了近80%；韩国和台湾机床工业下降幅度也很大。机床产业界权威人士认为：世界机床产业遭受严重衰退的原因在于制造业的不景气，全球基础设施投资处于停顿状态，特别是汽车和通用机械制造等行业困难重重，对机床的需求大幅度下降。2009年1-6月中国机床工具工业总产值同比增长7.4%，得益于国内投资和消费的拉动，是世界机床主要生产国机床产值和销售额唯一保持增长态势的国家。

本届国际机床展受到了金融风暴和欧洲机床市场不景气的影响，表现在：有些知名企业没有参展，观众（约12.5万人）也少于上届，展会活动不够丰富，创新成果比上一届少，关键技术突破不多。但本次展会规模还是相当大，高技术应用更加广泛，展品反映了抗击金融风暴的世界潮流，跨国机床集团引领行业发展的局面没有改变。本届展会的主办者——欧洲机床合作委员会认为机床产业将帮助世界经济复兴。

3 世界著名机床公司关键技术应用

德国、日本、瑞士、美国、意大利等著名机床公司开发的关键技术的应用更加成熟和广泛。本届

展品显示智能化技术应用,极大提高了展品的技术水平。多家公司开发了新一代数控系统,具有高速、高精、伺服智能化、CAD\CAM\CNC集成,产品系列化、个性化等特点。智能化技术、直驱技术、机器人联网ACT、箱中箱结构、台中台、主轴零悬挂,带B轴的下刀架、多功能工具、新型刀具分度器、平衡适配器等新结构、新技术,应用更加广泛。“智能机床”不断涌现。为实现加工过程的“智能化”,需达到各种不同的要求,首先建立人机之间全面的沟通,使操作员获得评估加工过程所需的广泛信息。其次,在流程优化过程中对操作员提供支持,从而大大提高性能。再次,该机器优化了加工流程,提高了流程安全性和工件质量,最重要的是实现了无人操作。

4 主要展品的技术现状

4.1 数控重型机床

由于当今世界各制造领域科学技术的高速发展,促进了大飞机、大型船舶、大功率发电机、大型矿山机械、大型工程机械、油气开采输送装备大型化超重型化方向发展,推动了机床行业重型、超重型的发展,要求电机功率大切削扭矩大。大型工件型面复杂要求一次装夹完成工件的加工,促进了重型机床向五面一次复合化加工的方向发展。本次展览会展出的超重型数控机床初步显示了上述的发展趋势。

(1) 数控重型落地铣镗床

本次展览会展出的数控重型落地式铣镗床达六七台,是重型机床展出量最多的机床。当前从事重型落地铣镗床的制造机床厂家都能生产镗杆直径130mm~260mm落地铣镗床,最大镗杆直径320mm,工作台6m×12m可以再大,回转工作台达到5m×5m或6m×8m,可承重250t~300t,有的达到500t;Y轴行程达到10m。

意大利PAMA公司展出的重型数控落地铣镗床(图1),主轴部件侧挂于立柱,镗杆直径200mm,主轴功率100kW,可配置到135kW,主轴可实现3级变速,最高转速1600r/min,切削扭矩16400Nm,可配置19000Nm,主轴锥孔ISO60,滑枕截面520mm×580mm,滑枕采用封闭式、采用8副静压导轨副,X/Y/Z/W轴行程6000mm/6500mm/1600mm/1400mm,Z+W轴行程3000mm,X/Y/Z/W轴的进给速度10000mm/min~30000mm/min,刀库容量100把,带包

含双摆角的附具头库、可实现附具头和刀具的自动更换。



图1 重型数控落地铣镗床

意大利INNSE公司可制造主轴箱镗杆直径150mm~320mm、Y轴行程10m的落地铣镗床,回转工作台可承载260t~500t。该厂生产的超重型数控落地铣镗床主轴箱采用侧挂式,镗杆直径320mm主轴电机功率可达160kW。Y轴行程达到10m,Z轴行程1800mm,W轴2200mm,Z、W行程达到4000mm。

捷克斯柯达公司数控落地式铣镗床,其主轴箱也采用侧挂式,机床的所有导轨都采用静压滑动导轨,可制造主轴直径140mm~320mm,直径320mm的主轴转速达1600r/min,主轴电机功率可达129kW。Y轴行程10000mm,W轴1800mm,Z轴2000mm。

(2) 重型复合铣车中心

奥地利WFL公司提出“一次装卡,全部完工”,其展出了2台复合铣车中心(图2)。其中5轴联动的重型复合铣车中心是同类展品最大最重的一台机床,演示了加工曲轴各工序的全过程。



图2 复合铣车中心

床身采用大倾角60°斜导轨,拖板上回转直径1480mm,中心距8000mm,机床主轴功率126kW,最

大扭矩12400Nm, 主轴转速1000r/min。

机床在设计上采取有限元设计, 确定刀具的切削点是最合理的位置, 导轨跨距600mm, 拖板采用平行的三根高刚性的重载滚动导轨付支撑高刚性; 各工件的刚性有很大的保障系数, 可在加工多曲径的曲轴时防止颤振。WFL可向用户提供完整的加工件的工艺方案、提供交钥匙工程, 完全满足用户的要求。

(3) 数控重型龙门加工中心

WALDRICH COBURG公司可制造龙门跨距3~10m、Z向行程达到7.5m的数控超重型龙门移动式动梁加工中心, 铣削头功率105kW。带配置回转工作台, 实现复合式加工。

意大利INNSE公司最大桥式龙门加工中心的主轴电机功率150kW, 两立柱宽度可达10m。该公司的轻切削桥式龙门加工中心使用滚动导轨, 重切削的桥式龙门加工中心采用静压导轨。

(4) 数控重型立式铣车复合加工中心

美国MAG集团展出了一台铣车复合加工中心(图3)。该机的车削直径为1150mm, 床身上回转直径1450mm, 含卡盘的工件最大高度达1400mm, 主轴最



图3 铣车复合加工中心

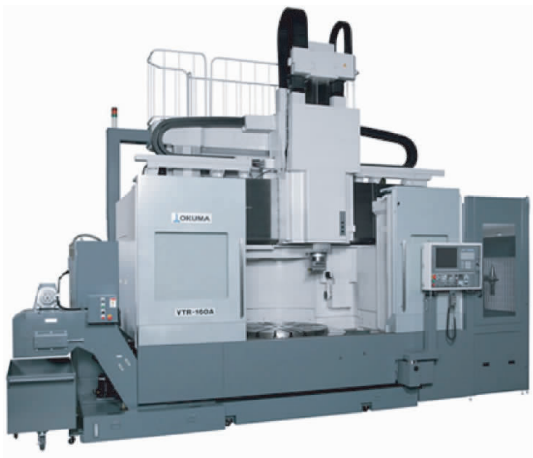


图4 立式车削中心

大承载8000kg。该机适于加工齿轮、轴承、铝制轮圈、卡车轮缘、卡车轮毂、卡车制动鼓等工件。

日本大隈公司展出了一台VTR-160立式车削中心(图4)。该机为龙门结构, 横梁行程600mm, X轴行程1730mm, Z轴行程900mm, 滑枕尺寸为250mm×250mm, 主轴转速3000r/min, X、Z轴快进速度20m/min, 主轴电机功率18.5kW, 车削主轴转矩18500Nm。该机可加工工件的最大直径为1600mm, 工件最大高度可达1250mm, 工件最大重量10t。

4.2 数控车床和加工中心

(1) 数控车床

数控车床在两轴数控车床的基础上, 适应高效加工的需要, 继续展出各种多主轴多刀架布局的车床。如森精机公司展出车削中心(图5), 最大车削直径320mm(标准车削直径200mm), 最大车削长度810mm, 主轴最高转速6000r/min, 最多可装载3个刀塔并配备Y轴。

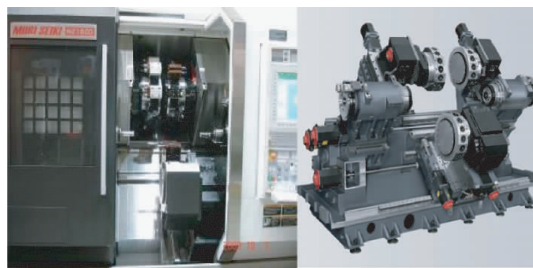


图5 车削中心

数控车床的复合化应用更加广泛。铣车复合中心应用越来越广泛, 多家公司展出了各种规格的高水平产品。DMG公司展出铣车复合中心(图6), 最大加工直径630mm, 棒料直径102mm, 工件长度可达2000mm, 铣主轴最大转速12000r/min, 带有快速换刀机械手的一体式盘式刀库, 带有用于5轴联动加工

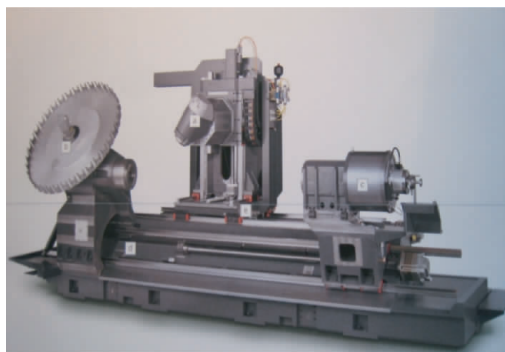


图6 铣车复合中心

的大功率B轴铣轴。马扎克公司的650H II铣车中心(图7), 工件最大尺寸 $\phi 920\text{mm} \times 6000\text{mm}$, 工件最大重量可达7t, 主轴转速1000r/min, 铣削主轴转速10000r/min, 可加工鼓形、内孔、锥形, 可以一次装夹完全加工。



图7 650H II铣车中心

(2) 加工中心

GF阿奇夏米尔公司展出高速铣削加工中心, X/Y/Z行程500mm/235mm/360mm, A轴 $220^\circ (+110^\circ / -110^\circ)$, C轴 $n \times 360^\circ$, 主轴最高转速42000r/min (HSK 40), X/Y/Z快移速度60m/min。

MORI SEIKI公司展出的DIXI DHP80 II高精度卧式加工中心(图8), X/Y/Z行程1200mm/1100mm/1100mm, 转台尺寸800mm $\times$ 800mm, 最大工件尺寸 $\phi 1000\text{mm} \times 800\text{mm}$, 主轴最高转速12000r/min, 机床定位精度小于 $1.5\mu\text{m}$ (ISO230-2), 可以配备托盘系统APC, 在高精度的同时提高了生产效率, 适应了市场更高生产力的需求。



图8 DHP80 II高精度卧式加工中心

以五轴联动铣削加工中心为代表, 各展商推出了多种形式的五轴组合, 实现空间曲面加工, 满足了特殊零件的加工需求。如DMG公司展出的DMC 80 FD五轴车铣复合加工中心(图9), X/Y/Z行程

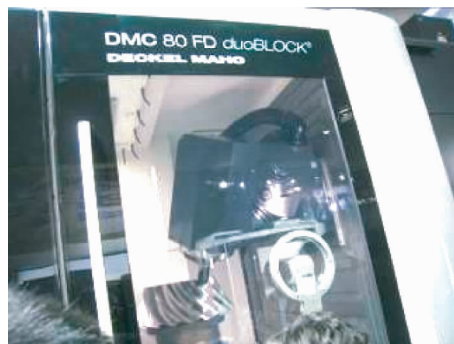


图9 DMC 80 FD五轴车铣复合加工中心

800mm/800mm/800mm, B轴 $-30^\circ / +180^\circ$, C轴 360° , 主轴转速12000r/min, 在5轴铣床的基础上将铣削和车削技术统一到一台机床上。可实现5面加工和5轴联动铣削, 适用于多种铣车复合加工应用。

自动化应用更加成熟。EMO2009展出了多台数控车床和加工中心的自动化应用, 机械手、机器人、自动化装置、自动化单元、料库以及单机自动化、柔性制造单元等都得到了充分的展示。

马扎克公司同时展出了由机器人连接刀库和刀具货架的单元(图10), 进一步灵活扩展了刀库容量, 还展示了柔性制造系统, 三种不同尺寸的托盘630mm $\times$ 630mm、500mm $\times$ 630mm、500mm $\times$ 500mm可以实现混线生产, 该系统根据需要可进行加长、加高扩展, 满足用户对无人化工厂的需求。



图10 机器人单元

4.3 数控磨床

各大厂商在推出新技术和新产品方面主要采取以下几种方式:

- 应用新的功能部件形成新产品
- 总结归纳和集成已有技术概念形成新技术
- 提升现有技术性能和精度指标
- 采用新的设计方法和理念
- 工序工艺能力的提高

斯来福临集团展出的超高速型万能外圆磨床S22 (图11), 砂轮最大线速度140m/s, X/Z轴最高进给速度30m/s, 最高磨削圆度0.0002mm, 磨削外圆表面粗糙Ra0.01 μ m。高精度小尺寸零件无心磨床 (图12), 砂轮最大线速度150m/s, 磨削直径1.5mm~35mm, 最大磨削宽度245mm, X轴进给分辨率0.00001mm。

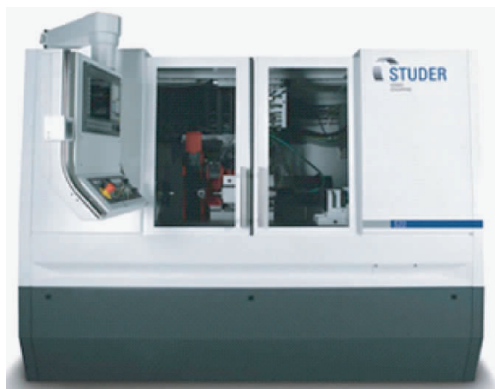


图11 万能外圆磨床S22



图12 高精度无心磨床

伊玛格集团纳科索斯 (Naxos-Union) 公司展出的立式非圆磨床 (VTC 315 DS) (图13), 在原来立式外圆磨床的基础上, 增加非圆磨削功能。磨削直径200mm, 磨削长度650mm, 磨削主轴颈圆柱度



图13 VTC 315 DS

0.002mm, 磨削连杆颈圆柱度0.003mm, 表面粗糙度Ra0.2 μ m。

冈本公司的高精度平面磨床ACC-SA, CA系列 (图14), 加工范围扩展到600mm的磨削宽度, 循环进给量最小可达0.5 μ m, 位置显示精度可达0.1 μ m, 工作台可选装直线电机。

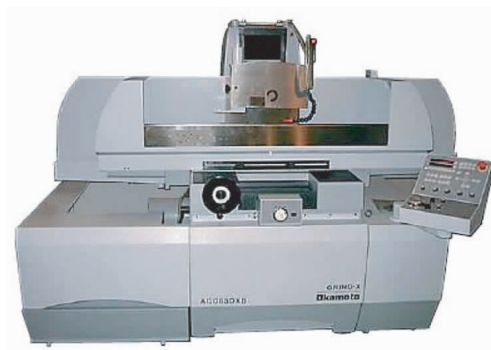


图14 高精度平面磨床

4.4 特种加工机床

电火花、激光切割和焊接、水切割等特种加工技术随着加工精度和加工效率的提高, 特别是使用可靠性和方便性的提高, 渐渐开始进入传统加工工艺的应用领域。

阿奇夏米尔公司展出的FORM 1000高精度电火花成形机床重复精度2 μ m, 最佳表面粗糙度Ra0.05 μ m, 最小圆角5 μ m。

沙迪克公司展出的多轴电火花加工中心AG60L, 加装3个自由度的万能头, 实现最多8轴同步运动电火花加工。主要用于叶轮和泵体内部曲面管道的精密加工。

普瑞玛集团展出板材激光切割机、管材激光切割机、三维激光切割机等产品。激光切割机LTCOM-BO (图15) 用于管材剖面的切割, 最大加工尺寸可达225mm (也可根据用户要求加大)。可以全自动切削管壁形状, 如圆形、正方形、多边形和曲线。

福禄国际公司推出的超高压水切割机床 (WMC) (图16), X轴范围4000mm, Y轴范围6000mm, 最大



图15 激光切割机LTCOMBO

运动速度35m/min，最大工作速度25m/min，喷水压力6000bar。

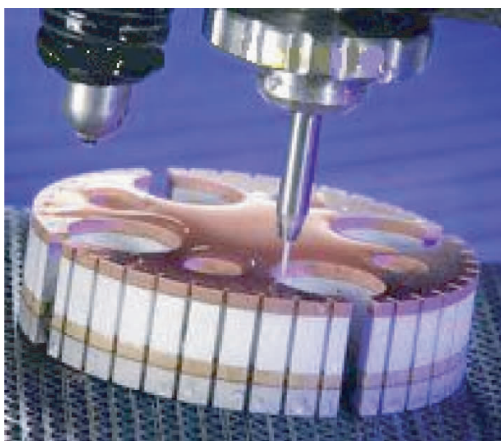


图16 超高压水切割机床

4.5 主要功能部件等

(1) 双摆角数控万能铣头

德国Kessler（凯斯乐）公司展出了诸多功能部件，有万能铣头、转台、主轴等部件，其展出的A、C轴双摆角数控铣头，A轴采用力矩电机驱动，液压卡紧，主轴采用KESSLER公司自制的SMS系列或DMS系列电主轴，可根据需要选用不同功率的电主轴单元。

瑞士TRAMEC（特拉迈克）公司展出的AC11系列数控双摆角万能铣头，主轴单元选用FISCHER公司的电主轴，A、C轴均采用光学测量系统定位。

德国CYTEC（西泰克）公司展出了其最新推出的M21系列和G30系列AC轴双摆角万能铣头和45角万能铣头。其中中小规格的M21系列具有很高的定位精度和很高的刚性，主轴单元电机选用FISCHER电主轴，最大功率可达34kW。其大规格的万能铣头G30系列可选用电主轴，也可选择行星轮机械主轴，最大功率可达60kW。



图17 8列滚珠导轨

从上述几家公司的展品可以看出，目前双摆角数控万能铣头性能有了较大的提高，产品成熟，在结构形式上以AC轴和45角为主。

(2) 高速重载精密滚珠丝杠和直线导轨

THK公司展出的最新产品高速重载滚珠丝杠SBKH系列，直径63mm~120mm，最大负载406kN。

THK公司展出的最新的高刚性低颤动高精度直线导轨SRG-L系列，规格有25、30、35、45，采用8列滚珠（图17），上面4列，下面4列，减小了滚珠的直径，加长滑块的长度，从而获得更高的刚性和移动平稳性。

NSK公司展出的HTF-SRC系列高速重载丝杠，规格50~100mm，最大DN值可达160000。

(3) 高速精密数控回转工作台

FIBRO公司展出的重载数控回转工作台SLR系列，规格1450mm~2150mm，定位精度取决于采用的控制装置和测量系统。最大载荷70t。

DEMMELE公司展出的DRTS重载数控回转工作台，规格1200mm~5000mm，最大负载100t，转速1.5~6.8r/min。

(4) 全功能数控动力刀架

德国Sauter公司展出的最新数控动力刀架产品05.457系列（图18），展品水平最高。该产品有12个刀位，最大刀具规格24×24~40×40，动力刀具转速可达到10000r/min，功率10kW。



图18 Sauter公司的05.457系列数控动力刀架

意大利著名的动力刀架生产商Baruffaldi（巴拉法迪）、Duplomatic（杜普罗迈迪克）也展出了他们的动力刀架产品。

(5) 高精度全自动刀具预调测量仪

EMO MILAN 2009 展出的磨齿机精品

Typical gear grinding machines exhibited at EMO MILAN 2009

陕西秦川机械发展股份有限公司

马 云

近十年来,数控成形砂轮磨齿机和数控蜗杆砂轮磨齿机逐渐成为硬齿面齿轮精加工市场上竞争的主流机型。数控成形砂轮磨齿机因其万能性好,可磨削出不同的修正齿形,且磨齿精度不断提高,最高可达DIN 2~3级,因而有可能逐步取代剃齿刀磨床;另外,数控成形砂轮磨齿机的生产效率也在不断提高,已经成为数控蜗杆砂轮磨齿机的主要竞争产品。世界各著名齿轮加工机床制造厂家都纷纷

“挤入”数控成形砂轮磨齿机开发的竞争行列。在EMO MILAN 2009的2号馆荟萃了全世界36家齿轮加工机床制造精英,展出的数控成形砂轮磨齿机,在数量上就超过了其他类型的磨齿机。

另外,更值得引起国内齿轮机床行业关注的是近4~5年来,国际上齿轮加工机床的几大跨国集团Gleason/Pfauter/Hurth集团、Kapp/Niles集团、Sigma Σ Pool集团、Sampulensili/Modul集团及德国HöFLER

刀调仪世界知名厂家Zoller(卓乐)公司参展,展出了全系列的刀调仪产品。其产品性能参数代表了当今世界先进水平。Zoller刀调仪采用模块化设计,配置自己开发的pilot2.0(pilot3.0)软件,可实现刀具测量和测量数据输出等功能。

4.6 数控刀具

刀具行业的领军企业山特维克、伊斯卡、肯纳这次都没有参展。通过现场考察和交流获悉,瑞典山高集团加强管理和全球网络用户服务,提供完整的解决方案。推出了防震刀杆、高速铣削、摆线铣削、插铣等刀具新产品,研发了高压冷却刀具,开发了原子级世界领先的涂层技术,节能节材的近精成形切削技术,应用PCBN等新材料取得新成绩。中国株洲钻石欧洲工具公司发挥国内母公司在原材料、涂层技术和现有产品的优势,在欧洲开展全方位经营,扩大全系列样本产品推广,取得良好业绩。

5 世界机床市场需求趋势

世界性经济危机必将孕育着技术的突破和产业的变革。国际金融风暴对机床产业的发展究竟产生什么影响?EMO2009国际机床展给机床产业的发展传递了什么信息?这是大家十分关心的问题。

纵观本届国际机床展览会,反映了世界机床市场需求总趋势是:要求制造商不断的开发和创新技术,满足用户对延长使用寿命、改进性能、提高可靠性、操作安全性和使用效率,提供完全的解决方案。

世界金融风暴对实体经济的冲击,用户对机床产品的经济、可靠、高效、安全等提出新的要求。展品给了我们启示:

“提供完全的技术解决方案”成为展会主要参展商的亮点。DMG公司、马扎克公司等多家公司提供航空、能源设备、汽车关键件加工完整的技术解决方案,说明机床行业提供用户的产品形态发生变化。展品的技术内涵发生变化。智能化技术、直接驱动、复合加工技术等新技术更加广泛应用,展品的内涵更加丰富,展品技术水平进一步提高。

先进性、实用性与效率的统一。西门子公司推出性能低于840D的经济型828D数控系统,DMG公司推出性能优越价格实惠的eco系列数控机床,马扎克公司推出“quick turn”数控车床和“smart”数控系统等,表明了数控产品向先进性、实用性与效率相统一的发展趋势。

柔性可与重构技术。数控机床与机器人自动换刀单元、机器人自动上下料单元组成的柔性单元广泛展示,说明了智能机器人的应用极大的提高了数控机床制造单元的柔性和可重构性。DMG、马扎克、米克朗、松浦机械(Matsuura)等多家公司展出此类柔性加工单元。

节能、环保与安全。数控机床的节能、环保和安全从设计开始,直至制造、使用、维护和回收等全过程。

展会上各公司纷纷亮出“创新”和“效率”的展位标词,“创新和效率”成为本展会主题。创新在于技术和管理的突破,效率是面对金融风暴用户紧迫需求。

公司等已相继推出了采用蜗杆砂轮和成形砂轮复合磨齿的高效、高精度磨齿（机）中心。与数控成形砂轮磨齿机一样都配备内齿磨头附件和在线测量装置（可测量齿形、齿向、周节、齿厚等），工作台、砂轮主轴均采用由力矩电机直接驱动，CNC配备各种专业化的修形软件。现将本届展会上磨齿机精品做一简单介绍。

1. GLEASON Titan® 1500G磨齿机首秀

齿轮制造厂商期望在保持齿轮加工高精度的同时，大幅度地提高齿轮加工机床的加工效率。Gleason Titan 1500G磨齿机（图1）正是为满足这两者需求而研发的新型齿轮加工机床。

Gleason Titan 1500G磨齿机可加工直径1500mm，模数14mm以下的齿轮，磨削砂轮最高速度可达6000r/min，最大成形深度100mm。机床应用了蜗杆砂轮与成形砂轮复合磨齿技术，使得高精度磨齿效率提高了50%；应用了世界首创的多片砂轮磨削技术，采用不同粒度、不同形状的多篇砂轮在数个齿槽内进行粗磨和精磨，磨齿效率提高近40%，齿面质量也有较大提高，而且由于砂轮与工件齿面之间的接触更加密切，工艺可靠性也有很大提高。



图1 Titan® 1500G磨齿机

该机床采用独创的双头蜗杆双面磨削专利技术，可使齿轮精磨时间缩短近50%。机床动态性能极佳，机床停机时间得到最大限度地减少。安装工件所需时间同样可大大缩短，夹持过程工件对中误差自动补偿的时间也可以极大地节省。该机床具有很好的柔性，能够自动更换磨头和工件，适合大批量高精度齿轮的生产加工，同时也能满足用户单件小批量

的加工需求。

该机床可选配外置工作台、工件自动更换系统和砂轮修整器（专利正在受理中）。一个这种砂轮修整器就可同时解决蜗杆砂轮和成形砂轮的修整问题，在修整过程中，不必要再更换其它修整工具。

机床配置的冷却液喷嘴能够自动调整，对准砂轮磨削直径方向，可确保在整个磨削过程中冷却液对磨削区的最佳分配及在高效生产过程中磨削的热安全性。其人机对话程序能够根据最终所预期的磨削时间，磨削质量/齿轮修形，生成一个粗磨、精磨复合磨削的最佳磨削工艺预案。分段磨削工艺为全自动化，用户可以全面接受该预案，也可以根据情况进行修改。自动定心和检测所需时间因采用现代综合工艺技术而大大减少，与此同时可保持同样的高质量和高可靠性。齿轮定位及齿距检测所需时间可减少50%，齿线和齿廓检测可加快25%。

2. KAPP KX-160 磨齿中心

KAPP公司的KX160 TWIN磨齿中心（图2）是在多工件主轴机床这一设计理念上，进一步完善和精化而设计开发的，采用了可修整砂轮，以连续展成法来磨削齿轮的机床。机床具有调整时间短、效率高的特点。



图2 KAPP KX-160磨齿中心

KX160 TWIN磨齿中心可加工直径170mm以下，模数0.5mm~4.5mm的齿轮，最大齿宽可达170mm，最大螺旋角 $\pm 45^\circ$ ，特别适合于对加工质量要求特别苛刻的批量齿轮加工生产。机床的圆形工作台两侧相对位置配置有两根完全相同的工件主轴。在机床磨削一个零件的同时，另一个主轴同时完成第二个工件的自动上下料及自动对中，使机床的磨削辅助时间最大限度地缩短。机床专门适用于加工模数至4.5 mm、齿宽320 mm、最大外径达170 mm的直齿及斜齿

轮。机床在设计时还考虑了不同参数的工件其它要求等。

KX160 TWIN磨齿中心配置包含有一个单主轴常规蜗杆砂轮修整头的组合修整器。金刚石成形滚轮为修整工具。修整工具可用来修整磨削蜗杆齿根部分。配置的Siemens Sinumerik 840D数控系统,增加了多功对话操作系统。对于齿轮磨削加工而言,数控系统软件可以按照人机对话界面中毛坯的尺寸以及工件的工艺要求自动生成程序,操作界面直观,操作简便。公司还为用户提供新型磨削增益软件,从而实现高效加工。

该机床有10根数控轴,分别控制砂轮与工件间的位置、磨头架转角调整、磨削期间工件的驱动、直线位移等,圆形工作台及两个工件尾架也由数控轴控制。工件和磨头主轴采用力矩电机直接驱动技术。

机床可选配在线测量系统,测量齿轮齿形误差、齿向误差、节距误差以及鼓形量等各项参数。借助于KAPP人机对话界面直接输入工艺要求,极大地减少了辅助生产时间。另外还可以在正常的磨削循环过程中,随机对齿轮质量进行抽检。

KX160 TWIN机床还配置有自动上下料装置。作为机床的标准配置的自动化解决方案,还可以成套提供机械手系统、盘状运输装置、龙门式的自动装卸工件系统等。

3. Niles公司ZP12成形砂轮磨齿机

Niles公司是世界上生产锥面砂轮磨齿机(工件直径630mm~4000mm)的著名公司,在向世界市场提供大规格磨齿机的同时,充分利用本公司原制造锥面砂轮磨齿机的雄厚基础和卡普CBN成形砂轮技术的成功



图3 ZP 12成形砂轮磨齿机

结合,迅速地推向市场推出了ZP系列(直径450mm~4000mm)成形砂轮磨齿机(图3)。ZP系列成形磨齿机采用双砂轮、深切缓进给成形原理,可实现四种磨齿方法(1)传统的单个成形砂轮磨齿方法;(2)特殊磨削方法,即双成形砂轮磨削方法,一个作粗磨,另一个作精磨;(3)万能磨齿方法,即用双砂轮分别磨削左右两个不同齿面;(4)最大效率磨齿方法,即用双砂轮分别磨削齿轮的两个齿槽和传统的单个成形砂轮磨齿相比较,磨削效率更高。

ZP 12成形磨齿机可加工直径2500mm以下的齿轮,磨齿深度100mm,齿倾角 $\pm 35^\circ$ 以内的齿轮。采用双成形CBN砂轮,可实现4种磨削方法,和传统的单个成形砂轮磨齿机相比较,生产效率高。砂轮头架上(左右)双砂轮分别由变频电机驱动,调速范围大,最大转速达11000 r/min,两磨头定位精度高达 $1\mu\text{m}$,砂轮采用电动平衡系统。采用CNC砂轮修整器及程控修整法,可满足各种修形要求。磨头主轴调速范围广,并且可快速更换主轴头,通用性好。

4. 目前国际上最大规格的蜗杆砂轮磨齿机RZ1000

Reishauer公司新近推出RZ1000磨齿机(图4)是目前国际上以连续位移磨削方式,采用蜗杆砂轮来精密磨削齿轮的系列产品中的加工工件直径最大的机床,可加工直径85mm~1000mm,模数1mm~8mm, $\pm 40^\circ$ 螺旋角以内的齿轮。该机床的加工范围可覆盖Reishauer公司先前该系列所有产品,他拥有功能强大的软件,能够自动生成适和现有齿轮加工的变量参数。Reishauer公司可为用户提供快速、高效的柔性化的多功能工件自动上下料装置,大大缩短工件更换时间。



图4 RZ1000磨齿机

RZ1000、RZ800、RZ630磨齿机系列产品配置有自适应主轴控制系统。两轴NC砂轮修整单元适合于莱斯豪尔公司所有机床的多种形式的线性修整、以及采用金刚滚轮进行的整个齿廓的成形修整。该机床允许使用第三个方自动上下料系统,从而能够更加方便、快捷地从磨削区域更换标准的磨削主轴或者工装夹具,从砂轮架上更换砂轮;快速将普通修整工具更换为多功能数控修整单元。

RZ1000磨齿机操作界面窗口具有实时数据输入功能,能够实现机床在线加工优化操作;显示支持机床所有重要功能的诊断系统,包括与外部网络联接的可行性;显示支持简单加工分析的诊断系统及误差检测图像辅助分析诊断系统;在通过Reishauer的工艺软件进行机床设定和工艺数据输入时提供操作协助;具有工作轴监测(SIEMESN安全集成)的综合安全功能,以保护操作者和机床的安全;通过电子手轮可移动相关调整部件及驱动轴;该机床具有计算机辅助调整工艺。

5. Höfler龙门型磨齿中心磨齿技术另一发展趋势

Höfler新型PORTA型龙门型结构的磨齿机是世界上第一台龙门型结构的成形砂轮磨齿机。其设计原则是将磨齿机的磨头置于龙门型框架上,根据工件尺寸和磨削冲程不同配置不同的床身,按不同组合变换,向市场提供不同规格的机床,如内齿轮磨齿机,加工范围直径800mm~3400mm;龙门磨齿中心,可加工直径800mm~3400mm的内齿,直径3500mm以下的外齿轮;外齿轮磨齿机,可加工直径2000mm以下的齿轮。

随着这种新型结构磨齿机的研发成功,可实现在同一台机床上完成全套太阳轮、行星齿轮以及圆柱形齿轮的精密磨削加工。只通过操作按钮就能完成大型内齿轮、外齿轮、太阳轮及行星齿轮的精密磨削加工,省去了大量的夹具更换,大大减少辅助时间。

该机床的龙门型框架及床身均采用矿物质铸件,可隔热,防振。各主要运动轴、工作台和工件台采用双面静压导轨,大大提高机床精度稳定性,保证磨削工艺的优势。

龙门型磨齿中心的特点是在无需更换磨头的情况下可快速进行磨削内齿轮及外齿轮的转换。砂轮直径最大为400mm,驱动电机功率为30kW;大功

率冷却液系统确保平稳高效磨削无烧伤。可选配Höfler公司研发的万能齿轮在线检测系统及测头,实现随机测量。测量结果可在屏幕上显示,还可打印出测量结果。若测量结果超标,机床会自动修整。作为专业的磨齿机制造商根据多年的经验成功地开发出了在线测量系统,大大提高了机床的自动化程度。

6. 三菱重工的内齿轮精密高效磨齿机Z120A

为了满足市场对行星齿轮热处理后硬齿面精密加工提出新的要求,解决批量生产情况下热处理后内齿轮精密磨削问题。三菱重工在成熟的ZE15A外齿磨齿机基础平台上特地推出了新型精密高效内齿圈高效磨齿机Z120A(图5)。该机床采用多头蜗杆陶瓷砂轮以展成磨削方式专门用来解决批量生产的汽车内环形齿轮件进行经济的硬齿面精加工问题。



图5 精密高效磨齿机Z120A

该机床可加工直径200mm以下,模数小于3mm,齿倾角40°以内的齿轮。机床采用高速展成磨削法,对砂轮和工作台进行精密同步控制。砂轮和工件轴之间的轴交叉角设置在10°以上,以在磨削点获得较高的滑动速度,砂轮为“桶形”。采用陶瓷蜗杆砂轮,借助于CNC修整器可实现在线快速成形和修整。砂轮和工作台采用力矩电机直接驱动技术,最大转速分别达到15000r/min和6000r/min。机床使用非接触式传感器和内置的AE(声发射)传感器,实现齿轮自动对中功能。可以通过数值分析对砂轮齿形进行编程,并借助3D CAD使用模拟工具来检查砂轮和工件之间的接触及干涉的方法装置。在出现齿面误差时可快速修改磨削动作或修形动作,确保齿轮加工精度。□

海德汉在 EMO 2009 展出创新的数控系统 和位置编码器全系列产品

海德汉公司在 EMO 展出了公司最新推出的 LC 和 RCN 绝对式直线光栅尺和角度编码器的安全性能。海德汉公司将具有新安全功能位置编码器的安全功能称为“功能安全化”，这样的编码器系统用一个编码器提供两路相互独立格式的冗余位置值并通过著名的高速串行接口 EnDat 输出。高安全性位置测量系统可构成单编码器系统，它与安全控制系统（海德汉展台的 iTNC 530 展区有该展示）一起使用可用于控制类别 SIL-2 级（DIN EN IEC 61 508 标准）或性能级别“d”级（DIN EN ISO 13 849 标准）的应用。



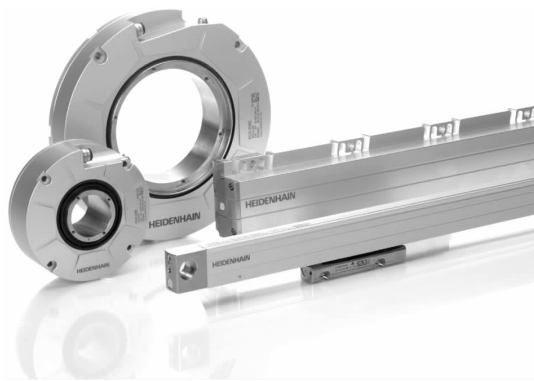
LC 811 是海德汉公司首次展出的大长度测量应用绝对式封闭直线光栅尺（绝对式钢带尺），最大长度可达 28 米。该光栅尺是目前普遍使用的增量式 LB 系列光栅尺的升级产品。它的核心是高精度 PRC 刻线的 METALLUR 光栅尺钢带。同时，LC 811 也能满足“功能安全化”要求。

在角度编码器方面，海德汉将展出最新改进的空心轴密封设计的全新 RCN 系列产品。RCN 5000

是全新开发的产品系列，典型外径 110 mm、空心轴直径 35 mm。

铣床和加工中心领域著名的高可靠 TNC 数控系统增加了许多新功能。5 轴加工中的复杂运动和高速运动使其难以预测。海德汉公司进一步加强碰撞监控功能，帮助机床操作人员减轻劳动强度，避免机床损坏。新增功能之一是允许用户输入新夹具描述。

专业应用工程师在现场为 EMO 观众演示了 KinematicsOpt 和 KinematicsComp 功能，使这些高标准要求成为现实。安装在主轴中的海德汉测头用 KinematicsOpt 功能自动测量机床旋转轴。无论是回转工作台、摆动工作台还是摆动铣头的回转轴，测量结果均保持一致。利用测量所得，TNC 系统可计算静态倾斜精度。系统软件将使倾斜运动导致的空间误差最小化。测量过程结束后，系统可自动地将测得的误差值保存在机床相应运动特性表中，从而提高机床精度。



数控系统用 KinematicsComp 功能补偿几何位置和机床轴部件误差，可以修正刀具中心点位置，保持刀具到工件的方向不变。这样可避免多轴联动加工时发生意外。因此，海德汉公司产品将帮助用户继续提升配备 TNC 数控系统机床的精度。

海德汉展出的测头系列中的新产品还有：测量刀具的 TT 449 触发式测头，与著名的 TS 系列工件测头一样，也用红外线传送触发信号。因此无需在机床加工区内布线。□

关于调整重大技术装备进口税收政策的通知 **Circular on Adjustment of Taxation Policy on Imports of Major Technical Equipment**

To bureaus of finance, development and reform commissions, and departments of industry and information technology of various provinces, autonomous regions, municipalities directly under the jurisdiction of the central government and cities specifically designated in the state plan.

Hereinafter is a notice made in order to raise the core competitiveness and independent innovation capacity of Chinese enterprises, promote adjustment and upgrading of industrial structure, promote sustainable development of the national economy, and implement the State Council's plan on boosting equipment manufacturing and the decision on speeding up development of equipment manufacturing industry and adjustment of preferential import taxation policy.

1. Starting from July 1, 2009, domestic enterprises which really need to import key parts and raw materials for production of major technical equipment and products under the state supports are exempted of import duties and import linkage VAT. At the same time, the import tax exemption policy on complete machine and complete set of equipment will be revoked. Those which cannot be satisfied with domestically made equipment but still need to be imported will continue enjoying the import preferential treatment in a certain period of time as a transit measure and in a form of eventual reduction of tax rate and narrowing tax exemption scope after going through strict examination and approval. For specific regulations, please see Attachment 1.

2. Starting from July 1, 2009, the refund policy on customs duties and import linkage VAT for import of certain key parts and raw materials for development and manufacturing of key technical equipment by domestic enterprises will not prevail any more. The document in the Attachment 2 will be revoked at the same time.

3. Enterprises which imported key parts and raw materials for major technical equipment from January

1, 2008 to June 30, 2009 and applied for continuation of enjoying the refund import tax policy shall submit application documents not later than September 30 in accordance with the Circular of the Ministry of Finance, the National Development and Reform Commission and the State Administration of Taxation on Import Taxation Policy for Implementation of the Proposals of the State Council on Speeding up Development of Equipment Manufacturing Industry (Cai Guan Shui 2007 No.11) and other policies on import taxation, and applications will not be accepted upon overdue. Provincial departments of finance shall send the application documents collection to the Ministry of Finance before October 30. Eligible enterprises shall apply for tax rebates in customs where the goods are imported in six months starting from the date of receiving the tax rebate confirmation document in accordance with the procedures required by Cai Guan Shui 2007 No.11, and they will not be accepted upon overdue.

Enterprises applying for enjoying the import tax exemption policy on key parts and raw materials for major technical equipment and products between July 1, 2009 and December 31, 2009 shall submit the application documents not later than October 1, 2009, and follow the provisional stipulations of the Attachment 1 of this circular for specific application conditions and procedures, and they will not be accepted upon overdue. Provincial department of industry and information technology shall complete the preliminary examination in cooperation with local customs directly under GAC, and financial supervision commissioners' offices of the Ministry of Finance within 15 working days after receiving the enterprise application, and then send the collections of the application documents and preliminary examination results to the Ministry of Industry and Information Technology, as well as the Ministry of Finance, GAC, and the State Administration of Taxation (the application documents and preliminary examination result of energy equipment manufacturing enterprises shall also be submitted to the National Energy Administration at the same time). For urban rail transport projects and nuclear power projects, the owners shall submit the application documents to the

National Development and Reform Commission and the National Energy Administration, and to the Ministry of Finance, GAC and the State Administration of Taxation as well. Eligible enterprises will be granted with the import duties exemption policy for 2009 as of July 1, 2009.

Provisional Regulations on Taxation Policy for Imports of Major Technical Equipment

1. This set of regulations is formulated in order to raise the core competitiveness and independent innovation capacity of Chinese enterprises, promote adjustment and upgrading of industrial structure, promote sustainable development of the national economy, and implement the State Council's plan on boosting equipment manufacturing and the decision on adjustment of preferential import taxation policy to speed up development of equipment manufacturing industry.

2. In line with the State Council's plan on boosting equipment manufacturing and the decision on speeding up development of equipment manufacturing industry, the Ministry of Finance (MOF) has worked together with departments concerned in formulating the Catalog of Major Technical Equipment and Products for Development under the State Supports (see Attachment 1) and the Commodity List of Imports of Key Parts and Raw Materials for Major Technical Equipment and Products (see attachment 2). Domestic enterprises meeting the stipulated requirements and really needing to import the commodities listed in the Attachment 2 for production of equipment and products listed in the Attachment 2 for production of equipment and products listed in the Attachment 1 are exempted of customs duties and import linkage VAT.

3. For major technical equipment and products China capable to produce, MOF has worked together with departments concerned in formulating the Catalog of Major Technical Equipment and Products not Enjoying Tax Exemption in Imports (see Attachment 3). The following items, equipment listed in Attachment 3 imported by enterprises for self use, and technology, parts and spare parts imported with the abovementioned equipment by contract enjoying the import taxation pref-

erential policy in accordance with or taking reference of the Circular of the State Council on Adjustment of Taxation Policy on Imports of equipment (Guo Fa 1997 No.37) shall resume paying the import taxes:

(1) Domestic investment projects and foreign investment projects with development encouraged by the state;

(2) Projects funded by loans provided by foreign governments and international financial organizations;

(3) Processing trade enterprises with non-priced imported equipment provided by foreign companies;

(4) Advantage industry projects for foreign investment in central and western parts of the country;

(5) Technological transformation project launched with self-raised funds by foreign-invested enterprises and foreign-invested research centers as stipulated by the Circular of the General Administration of Customs (GAC) on Import Taxation Policy for Further Encouraging Foreign Investment (Shu Shui 1997 No.791).

For certain complete machine and equipment which cannot be satisfied by domestically made equipment and are in real needs to import, MOF will work together with the National Development and Reform Commission (NDRC) as well as other departments concerned to carry out strict examination in accordance with the supply on the upstream and downstream industries to adopt transit measures of lowering preferential degree and narrowing the tax exemption scope, and continue giving the preferential policy in a certain period of time. But the import duties exemption policy will fully stop enforcement upon the end of the transit period.

4. Competent departments of industry and investment of GAC will put forward proposals on adjustment of the Attachment 1, 2, 3 according to the development of domestic industries and the implementation of the policy, and MOF will work together with departments concerned to study the issue and make relevant adjustment.

5. Enterprises applying for enjoying the import tax preferential policy of this set of regulations shall be manufacturing enterprises engaging in research and production of the equipment or products listed in the Attachment 1. Such enterprises shall have the following

conditions:

- (1) Qualification of independent legal person;
- (2) Having strong capacity of designing, research, development, production and manufacturing;
- (3) Having a sound professional technical personnel force;
- (4) Having core technology and independent intellectual property right;
- (5) Having achieved certain sales and placed orders and contracts on related equipment or products. For specific sales quantity, please see Attachment 1.

Companies undertaking localization project of key technical equipment in special sectors such as urban rail transport and nuclear power, and enterprises carrying out development of self-use of production equipment are also allowed to enjoy the import tax preferential policy of this set of regulation.

6. Confirmation of qualifications of enterprises newly applied for enjoying the import tax preferential policy of this set of regulations is organized once a year, and the date for enterprises to apply the confirmation application documents is set at between March 1 and March 31 each year, and they will not be accepted upon overdue. When submitting the application documents to the Ministry of Industry and Information Technology (MIIT) through province-level competent departments of industry and information technology where the enterprises are located, manufacturing enterprises shall also send the application documents to customs directly under GAC, and financial supervision commissioners' offices of MOF in the place they are located; the central government-administered State-owned enterprises submit the application documents directly to MIIT and MOF, GAC and the State Administration of Taxation (SAT) (for energy equipment manufacturing enterprises, they shall also submit the application documents to the National Energy Administration at the same time); and for enterprises with several subsidiaries applying for enjoying the preferential policy, the parent companies shall be responsible for sending the application documents.

Companies undertaking localization project of key technical equipment for urban rail transport shall sub-

mit the application documents for tax exemption directly to NDRC all the materials and products imports needed by the project, and the documents shall also be sent to MOF, GA and SAT. Companies undertaking localization project of key technical equipment for nuclear power production submit the application documents for tax exemption directly to the National Energy Administration (NEA) between March 1 and March 31 each year after completing all the materials and products imports needed by the project, and the documents shall also be sent to MOF, GAC and SAT.

7. After receiving the application documents of manufacturing enterprises, the Ministry of Industry and Information Technology (MIIT) of province-level competent departments of industry and information technology should review whether they are standard and complete, materials are valid. If the application documents are required, Ministry of Industry and Information Technology (MIIT) or province-level competent departments of industry and information technology shall admit, province-level competent departments of industry and information technology in conjunction with the Customs directly under GAC, and financial supervision commissioners' offices of MOF in the places where enterprises are located shall examine preliminarily the application materials, and before April 15 of each year the application documents and preliminary summary of the views shall be submitted to MIIT, and copied to the Ministry of Finance, General Administration of Customs, the State Administration of Taxation (application documents of energy equipment manufacturing enterprises and the preliminary views on them should also be copied to the National Energy Administration). For the application documents of non-compliance, it shall inform the enterprises to make corrections of the relevant materials, the enterprises should submit in 5 working days correction materials. Enterprises can not submit application documents or correction materials in accordance with the provisions, Ministry of Industry and Information Technology (MIIT) or province-level competent departments of industry and information technology shall not admit.

8. After receiving the application documents of

manufacturing enterprises, MIIT shall work together with MOF, GAC and SAT (and also the NEA or qualification confirmation of energy equipment manufacturing enterprises) and related industry experts to conduct assessment and appraisal of the enterprises' qualification and also production capacity, output and the import demands for key parts and raw materials really needing to be imported in accordance with the requirements of No.5 of this set of regulations. NDRC, NEA will work together with MOF, GAC and SAT and related industry experts are respectively responsible for assessment and appraisals of companies undertaking localization projects of key technical equipment for urban rail transport and nuclear power production and import demands for key parts and raw materials really needing to be imported. MIIT, NDRC and NEA shall notice MOF the results of enterprise qualification confirmation and related facts prior to May 10 each year.

Based on the enterprise qualification confirmation and related facts provided by competent department of industry or investment, MOF will work together with GAC and SAT to work out the annual detailed list of enterprises enjoying the preferential policy and relevant import tax exemption quotas within the framework of the yearly budget and tax expenditure scale (referring to the annual tax exemption quota) arrangement.

Related works mentioned in the first and second articles of this set of regulations shall be completed before May 31 each year. Enterprises which enjoyed the tax exemption policy in the previous year are permitted to apply to the customs directly for customs checking and approval procedures on related parts and raw materials with the tax funds as guarantee before the releasing of the detailed list of the annual tax exemption quotas; and enterprises which newly submit the applications are also allowed to apply for customs checking and approval procedures on related parts and raw materials with the tax funds as the guarantee with the certificate documents issued by the handling department, and those undertaking localization projects of major technical equipment with the certificate issued by project responsible departments.

9. Enterprises gaining the qualification shall go

through tax exemption procedures on import of key parts and raw materials for key technical equipment or products within the tax-exemption import quota in accordance with the provisions of the Administration Measures of the Customs of the People's Republic of China for the Tax Reduction and Exemptions for Imported and Exported Goods.

Enterprises violating the regulations to transfer the key parts and raw materials enjoying the preferential import tax policy, and use them for other purposes or other forms of use will be pursued for criminal liability, and will be cancelled from enjoying the preferential import tax policy starting from the date of the violation activity taking place; and those not enough to be accountable for the criminal liability will be deprived of the right of enjoying the preferential import tax policy for two years starting from the date of the violation activity taking place.

10. In order to make in-time assessment of the results of the preferential policy, enterprises enjoying the preferential import tax policy shall submit report on the implementation of the preferential policy of the previous year to the Ministry of Finance for record between March 1 and March 31 each year, and the report shall also be sent to the Ministry of Industry and Information Technology, the General Administration of Customs and the State Administration of Taxation. Enterprises which fail to submit the report in time for two successive years will be suspended for enjoying the preferential import tax policy for one year.

Enterprises shall report truly the implementation of the policy, and shall make explanation when there is a big gap between the actual used import value under tax exemption and the checked and ratified amount. Those with false information will be revoked of enjoying the preferential import tax policy stipulated in this set of regulations for 1-2 years.

11. Please see Attachment 4 and 5 for enterprises' application documents and form and requirements on the report on the implementation of the preferential policy.

12. This set of regulations enters into force as of July 1, 200.

2009年1-11月机床工具行业经济运行情况分析

Analysis on economical trend of China's machine tool industry in 2009

2009年,中国政府为应对国际金融危机带来的影响,及时采取了有效的一揽子经济刺激计划,国内经济逐渐向好发展,确保了全年国民经济增速达到8%。前三季度国内生产总值同比增长7.7%,比上年上半年加快0.6个百分点。分季度看,一季度增长6.1%,二季度增长7.9%,三季度增长8.9%。截止至11月,全社会固定资产投资同比增速已连续8个月保持在30%以上,为2003年10月以来首次出现。强劲的投资和消费是拉动经济增长的主要动力。

近些年机床行业产品结构快速调整以及国家一揽子经济刺激计划成为中国机床工具行业抵御金融危机、未出现大幅下滑的基础和保障。2009年全行业发展呈前抑后扬、总体企稳向好趋势,但金切机床行业增速还较低;全行业利润降幅收窄,亏损企业面有所缩小;投资依然保持较高增速;进出口均深度下滑,逆差进一步缩小;数控金属加工机床领域外商投资进口明显减少,一般贸易进口大幅增加;国家加大在重点领域内投资,促进市场需求继续向高端发展;国产机床市场占有率进一步提升。中国金属加工机床生产将从2008年世界排名第三位跃居首位,同时,进口和消费连续八年排名世界第一位。

一、1-11月行业主要经济指标完成情况及进出口统计

2009年机床工具行业工业总产值一季度同比增长5.1%;一至二季度同比增长5.7%;一至三季度同比增长9.1%;1-11月行业累计完成工业总产值3494.6亿元,同比增长12%。

机床工具行业产品销售收入3318.5亿元,同比增长12.2%。

机床工具行业实现利润176.4亿元,比同期降低1.8%;产品销售收入利润率为5.3%,同比下降0.8个百分点。

机床工具行业工业产品销售率达到97.4%,比2008年同期提升1.2个百分点。

机床工具行业本年累计固定资产投资完成额同

比增长35.8%。

金切机床行业工业总产值一季度同比增长1.4%;一至二季度同比增长-2.4%;一至三季度同比增长0.0%;1-11月份同比增长2.0%。

金切机床产量为565961台,其中数控机床产量达到129298台,分别比同期降低15.9%和3.0%。

金切机床行业实现利润45.2亿元,同比降低6.7%;产品销售收入利润率为5.2%,同比下降0.6个百分点。

机床工具产品累计进口86.9亿美元,同比降低23.4%。其中金属加工机床进口53.0亿美元,同比降低23.9%。

机床工具产品出口42.3亿美元,同比下降35.7%;其中金属加工机床出口12.6亿美元,同比下降35.0%。机床工具进出口逆差44.6亿美元,其中金属加工机床逆差40.4亿美元。

国产金属加工机床产值市场占有率继续提高,预计达到70%。国产数控机床产值市场占有率预计达到63%。

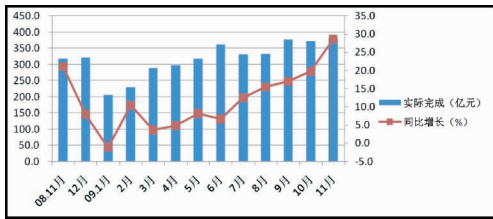
二、行业经济运行情况分析

1. 机床工具行业总体产销稳定向好,但金切机床行业尚未全面回暖

国家应对金融危机实施的经济措施对机床工具行业的拉动作用逐渐显现。从2009年初到年末,机床工具行业产值逐月增长,产品销售率稳定在97%左右。主机行业中,金切机床行业工业总产值同比增速滞后于全行业;成形机床行业增速基本与行业平均值持平。

鉴于2008年下半年基数较低,从7月份开始,机床工具行业月度工业总产值同比增速达到两位数。具体完成情况及同比增速情况见下图。

国家统计局统计的机床工具行业五类企业现价工业总产值同比增速均有所提高,其中私人控股企业和其它类型企业实现了较高增长速度,分别达到21.4%和22.8%;集体控股企业由负转正,增长了4.8%;国

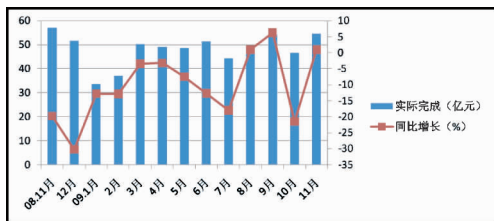


2008年11月至2009年11月机床工具行业
月度工业总产值完成情况及增速

有企业下滑程度较上半年有所趋缓，为-5.7%；港澳台和外商控股企业较上半年情况向好发展，下滑幅度大幅收窄，分别是-8.1%和-10.5%。

机床工具大行业中，金切机床小行业自2009年四月起连续五个月累计工业总产值同比负增长，1-9月份同比持平，1-11月同比微增2%，呈现止跌回升迹象。中国机床工具工业协会长期对230家重点联系企业的产销完成情况进行统计，其中130多家金切机床企业的工业总产值占国统局统计的金切机床行业工业总产值60%以上，具有一定代表性。这130家重点联系企业的金切机床产值一季度同比增长-6.0%；一至二季度同比增长-7.1%；一至三季度同比增长-6.1%；1-11月份同比增长-7.7%。从这130多家企业的月度工业总产值分析，3月、6月、9月和11月是四个高点，均超过50亿元。11月为全年最高产值，达到54.5亿元，同比增长1%。除上述几个月外，其它各月波动较大。由此可以看出，金切机床行业的全年走势并不稳定，且并未显现出回升趋势。也由此可以推断，金切机床小行业的主营业务，即金切机床产值仍未摆脱负增长的局面。

2008年11月至2009年11月重点联系企业中金切机床行业月度工业总产值完成情况及其同比增长情况见下图。



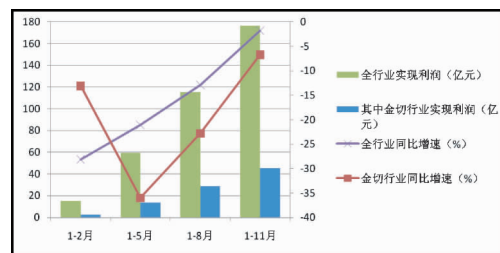
2008年11月至2009年11月重点联系企业金切机床行业
月度工业总产值完成情况及增速

机床工具大行业中，其它金属加工机械、铸造机械、机床附件、磨料磨具、金属成形机床小行业

1-11月产品销售收入实现两位数增长；木工机械、金切机床、工量具及量仪小行业产品销售收入同比增速低于行业平均水平，但已摆脱上季度负增长的局面。其中金切机床小行业销售收入为867.8亿元，同比增长3.6%，比1-8月份提升5.4个百分点。

2. 企业利润降幅收窄

根据国统局数据，2009年2月累计、5月累计、8月累计、11月累计行业利润均低于2008年同期水平，但是降幅快速收窄。上述各月全行业及其中金切机床小行业累计实现利润及同比情况见下图。



2009年机床工具行业及其中金切机床小行业
季度累计实现利润及增速

金切机床、成形机床、工量具及机床附件行业经营状况在转好方面滞后于其它小行业。在全行业八个小行业中，量刃具小行业利润降幅最大，接近30%；金切、成形机床、附件行业利润同比降低7%左右。以上四个小行业利润同比均低于-1.8%这一行业平均水平。木工机械、磨料磨具、铸造机械行业利润实现个位数增长；其它金属加工机械利润同比增长高达35%。

1-11月行业产品销售收入利润率为5.3%。只有磨料磨具小行业利润率超过行业平均水平，为6.7%；铸造机械小行业与全行业利润率持平；金切机床小行业利润率为5.2%；其他小行业利润率均低于5%。

1-11月行业产品销售收入利润率比1-8月提高0.2个百分点，比1-5月份提高1.2个百分点。企业利润率的提高使资金情况有所改善，根据协会近期对80家重点企业的抽样调查，有一半企业资金可以维持正常运转；有11家企业资金充裕；资金状况紧张的企业为29家。

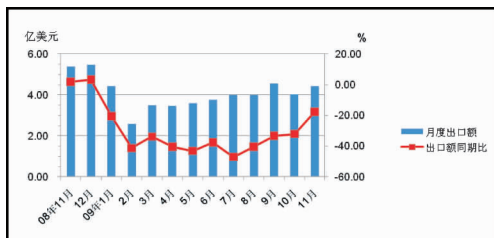
3. 进出口双双深度下滑，逆差进一步缩小

出口：受金融危机影响，国际机床工具市场持续低迷。中国机床工具出口由前几年的高速增长急转为深度下滑；市场竞争激烈，出口机床单价大幅

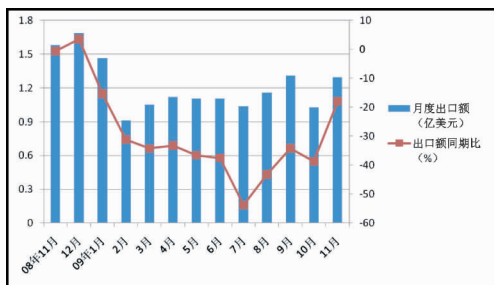
下跌；欧洲、日本及一些新兴市场低迷，亚洲发展中国家市场受影响相对较小。

除2009年2月以外，2009年前十一个月中国机床工具产品月度出口额基本保持在4亿美元左右，金属加工机床月度出口额基本维持在1.1亿美元左右，预计全年机床工具与金属加工机床出口同比将下滑35%左右。

机床工具和金属加工机床月度出口情况见下图。



2008年11月-2009年11月机床工具月度出口额及同期比



2008年11月-2009年11月金属加工机床
月度出口额及同期比

近期出口数据显示，出口数控机床单价持续下跌，平均单价降幅达25%。单价的下降可能是市场竞争激烈，企业为抢占市场进行的主动降价行为。中国企业应针对国际市场的变化及时调整出口产品结构，保证企业合理利润，避免价格恶性竞争。

在机床整体出口单价下降的情况下，有几类机床单价持续上升，如：卧式和龙门加工中心、数控镗铣床、数控龙门铣床、数控磨床、其他数控车床、锻造或冲压机床、剪切机床。据了解，这几类机床出口单价上升与目前出口大型机床有关。因其出口量、值占比还较低，未能扭转整体出口单价下滑的趋势。因此，出口产品结构调整的方向之一应是努力扩大这部分机床的出口。

2009年中国出口市场格局继续发生改变，中国对欧洲、日本以及金砖四国中印度、巴西、俄罗斯的金属加工机床出口大幅下滑，但是对墨西哥和亚洲国家的出口降幅较小，甚至还有增长。因此，机

床行业企业应重点关注亚洲市场。

中国机床工具出口一直保持较好的贸易结构，数控金切机床一般贸易出口在金切机床出口中占75%。

进口：2009年中国机床工具进口贸易方式出现较大变化，投资贸易减少，一般贸易增加。全年机床工具进口下滑20%以上的主要原因是外商投资企业减少。以2009年上半年数控金属加工机床为例，外商投资进口额同比减少26%，在全部进口额中的比例低于50%，以往，外商投资贸易进口的金属加工机床要占到金属加工机床进口额的60%以上。2009年上半年一般贸易进口额同比增加31%，在全部金属加工机床进口额中占48%，同比提升了15个百分点。

进口机床结构不断优化，高端机床占比增加。2009年1-11月份，进口机床平均单价为8.9万美元，比2008年同期提高6.0%。

此外，进口来源也出现一些变化，从美国、日本、中国台湾进口的机床大幅减少，从德、意、法等欧洲国家进口的机床持续增长。

逆差：中国机床工具外贸逆差自2006年达到73.2亿美元峰值后，逐年减少。2009年进出口双双深度下滑，由于进口额的基数较大，逆差进一步减小，预计全年逆差不会超过50亿美元。

4. 市场需求加速向高端发展，大型机床市场或将出现变化。

金融危机对中国国民经济各领域的机床需求影响参差不一，不少行业减少了设备采购量，有些行业如铁路、航空、汽车等对机床依然有需求，并且随着国家以结构调整为中心的一系列政策的实施，这些需求在不断释放。因此市场需求结构在加速变化中，普通、经济型数控机床需求萎缩，普及型、高级型数控机床需求持续增长。

中国机床工具工业协会对230家重点联系企业2009年1-11月统计数据显示：机床的产值数控化率和机床单价都在提升。主要原因是金切机床的产量降幅大于数控金切机床的降幅，数控机床中经济型数控机床降幅明显。此外，行业内企业生产大重型机床比重加大也是机床单价上升因素之一。

具体指标如下：

重点联系企业金属加工机床产值数控化率为52.7%，同比增加5.4个百分点。金切机床产值数控化率54.1%，同比增加5.3个百分点。成形机床产值数控

化率45.8%，同比增加6.8个百分点。

金切机床产量和数控金切机床产量分别同比降低24.7%和7.4%，降幅逐月收窄。

金切机床和数控金切机床平均单价分别为19.4万元和40.9万元，分别比2008年同期提升了23%和11%。特别值得关注的是，最近几年，市场对大型机床需求持续旺盛。中国机床工具工业协会对用户行业调研情况显示，随着能源、船舶等重点项目采购基本到位，市场需求或将出现一些变数，企业对未来大型机床市场预期应持谨慎态度。

三、行业应着手做的几项工作

在金融危机影响下，发达国家纷纷大力发展高技术、加大研发投入力度，为后金融危机时代下一轮产业升级做准备。刚结束的中央经济工作会议也提出：“继续实施积极的财政政策和适度宽松的货币政策。根据新形势、新情况着力提高政策的针对性和灵活性”。“要保持投资适度增长，重点用于完成在建项目，严格控制新上项目”。这意味着国家将把有限的财力用于鼓励企业研发高技术产品、创造有利于节能减排的科技、惠及三农、改善民生等方面，而不会为保增长而牺牲环境，对“两高一资”产品限制更严。哥本哈根会议对各国减少碳排放都产生更大的压力。在这种宏观环境下，机床行业应关注重点领域的结构调整和产业升级，做好以下几项工作。

首先，关注国家投资重点，加快产业结构调整。

中国机床工具工业协会近期对若干用户行业进行调研的情况显示，国家对航空、汽车、铁路、绿色能源、船舶、电子信息等行业的巨大的投资拉动了市场需求结构向高端发展。国家对上述重点领域的投资不仅为应对金融危机、扩大内需，更是着眼于结构调整这一长远发展目标。这预示着结构调整在后金融危机时代将是这些行业的工作重点。特别是中国在很多关键领域还受到国外的技术封锁，因此结构调整必将是以自主创新为基础。这将给机床工具行业带来产业升级和结构调整的机遇。

机床行业企业应关注重点投资领域，深入了解用户工艺，加大研发适用产品的力度。尽快淘汰落后产品和产能，避免恶性竞争。应大胆尝试向“专、精、特”产业和产品转移。威海华东数控机床公司、杭州机床集团开发的高速铁路轨道板磨床就是向“专机”发展取得成功的例子。这种需要我们填补空白

的领域还有很多，如：飞机用铺带机、飞机用自动钻铆机、纺机针专用机床、人体关节和假肢等医疗保健领域所需零件的加工设备等。目前这些设备主要依靠进口，有的甚至对中国禁售。我们只有立足自主创新、开发出满足用户需求的进口替代产品，才能打开新的市场。数据显示：2009年机床零部件进口持续增长，这显示国产机床零部件还不能满足主机行业的要求。零部件企业应抓住市场增长的契机，开发新产品，加快进行结构调整。

其次，通过加强管理的有效性，保证企业效益。

根据中国机床工具工业协会对80家重点企业的调查，新增订单不足的情况极为普遍，基本比2008年同期减少四分之一。此外，有一半企业都遭遇了用户暂缓提货或退货。这预示着未来一段时间内，机床行业企业将面对的市场不容乐观。

机床行业企业要通过加强企业管理的有效性，提高流动资金周转率、提高投入产出比，保证企业效益。

第三，寻求突破口，扩大行业出口。

根据目前全球经济形势，机床行业要保持传统机床、工具、重型机床和成形机床等优势产品的出口。针对当前增长较快的亚洲市场，通过扩大宣传、提供完善的售后服务，实现批量出口中高档机床的目标。特别是中国与东盟自贸区协议将于2010年1月1日生效，绝大部分商品贸易将享受零关税，中国企业应利用这一便利条件，关注东盟市场需求，加强中高档机床的出口。有海外并购的企业应通过海外渠道突破高档机床的出口。此外，还可以利用政府的援外项目以及政府贷款扩大机床行业产品及技术出口。

四、结束语

2009年，机床工具行业经济运行基本处于稳定小幅攀升态势，但是金融危机对行业的影响以及不确定因素依然存在。

预测全年机床工具行业：完成工业总产值3800亿元，同比增长13%；产品销售收入3600亿元，同比增长12%；金切机床产量61万台，其中数控机床产量14万台；全年金属加工机床产值与2008年大致持平，进口58亿美元，出口14亿美元，其中数控机床出口4亿美元；金属加工机床消费196亿美元左右；由于2009年金属加工机床进、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

欧洲机床工业合作委员会对市场走势的分析

欧洲机床工业合作委员会CECIMO认为，近几个月来，尚无明确信号证明机床行业已经步入一个稳定的复苏阶段。目前，大多数终端用户行业的产能利用率低于70%。CECIMO指出，若要在短时间内实现欧洲机床业的复苏，必须走技术创新之路，而且需要鼓励用户选择更加节能、精密和环保的技术。

亚洲已经成为世界机床消费的主要市场，其中2009年，中国的机床消费额占世界总消费额的1/3。CECIMO及其成员协会已经意识到这一发展趋势，并正积极引导和促进双方贸易的发展。

公平竞争是促进欧洲机床工业与中国进行贸易的关键

CECIMO认为，中欧之间的机床贸易是非常重要的。

2008年欧洲向中国出口的机床总值达18亿欧元。欧洲机床工业合作委员会（CECIMO）呼吁有关方面创建有效的法律环境和奖励机制来帮助提高中欧之间机床贸易水平。

中国是欧洲机床制造商主要的出口国，仅2009年上半年对中国出口的机床就占欧洲全部机床出口量的26%。尽管深陷经济危机，欧洲出口到中国的机床与2008年同期相比还是增长了近25%。中国已连续7年来名列机床消费市场第一，2009年占全球机床消费的三分之一。

欧洲出口到中国机床的金额是中国出口到欧洲相应产品金额的十倍。因此，机床工业是少有的欧洲与中国仍然保持贸易顺差的产业。由于领先的技

术、专利和创新的产品，欧洲机床制造商对中国的出口是成功的。CECIMO认为，欧洲只有通过不断地在研究和发展上加强投资，才能保持在机床业技术上的持续领先。CECIMO支持全欧机床工具行业致力于研究未来制造业的前沿技术。

必须通过协调标准和拆除贸易壁垒来改善法律环境以促进机床工业的全球贸易：

CECIMO提出应使中国国家标准（CHN）和国际标准（EN/ISO）相互之间更加融合和对应，使中国的当地制造商和国家检测中心认可国际标准。例如：CECIMO倡导开展的全球能源效应标准。

CECIMO同时也反对任何“买本土”的行为，认为这种行为会让本土产品更多收益。为此，欧洲机床合作委员会对中国最近对自由进口机床许可证监管制度进行的修改表示不满，因为它限制了当地不能制造的一些机床的进口。在公平竞争的前提下，中国的制造业应该自由随意的选择欧洲机床，不论在中国市场上是否有这种产品和技术。

在EMO2009，中国机床工具工业协会常务副理事长吴柏林先生会见了GF阿奇夏米尔集团的首席执行官也是现任CECIMO的主席Michael Hauser先生。会谈中Hauser先生表达了相同的看法，认为在全球金融危机的情况下，中国政府的相关应对措施十分及时和到位，这将使得中国成为在金融危机过后恢复最早、最快的国家，也将使得中国有望在2009年实现机床生产产值世界第一。Hauser先生对中国市场充满信心，认为中国不仅能继续保持是世界机床业的第一大市场的地位，同时中国的沈阳、大连等可能在不远的将来成为世界上最大的机床生产企业。

率大幅提高，预计可达到70%，其中国产数控机床产值市场占有率达到60%。

中国将连续八年成为世界机床第一大消费国和第一进口国。由于受金融危机影响，日本、德国机床生产均大幅下滑，2009年中国将首次成为世界机床第一大生产国。如何解决大而不强的问题是机床

工具行业在新的一个五年规划中需要面对的重要课题。

我们预计，2010年，在经济增速超过8%的拉动作用下，机床工具全行业增速将会达到15%左右，金切机床行业将有个位数增长。全年金属加工机床进出口大幅下滑情况将比2009年有所好转。

世界部分机床企业产值情况

中国机床工具工业协会市场部

美国加德纳公司（Gardner Publish Ltd.）每年发布世界机床企业排名，我们提到沈阳机床、大连机床进入世界机床产值前 10 名等信息，都是源于这些数据。

最近，加德纳发布了最新的世界机床产值排名，现整理出来，并附相关说明，希望能为业界同仁提供参考。

一、此表不是世界机床企业排名表

就目前世界机床生产企业来说，表中前 30 位企业机床产值排名还较符合实际。但是，由于加德纳公司未能收集到全世界所有主要机床厂数据，只排了 122 名，加之收集各企业数据有难度，各国财政年度起止时间都不同，放在一起比较不尽合理。因

此并不能把它看成是全世界机床生产排名表。

二、从表中看到的信息

- 1. 现在居世界首位的机床生产厂大致规模是年产 25~28 亿美元，即 170~190 亿人民币；
- 2. 和机床关系密切的数控系统生产厂，如发那科和西门子，用于机床配套的产值分别为 28.1 亿美元和 39.6 亿美元，远比世界机床产值最大的机床厂产值高；
- 3. 了解到世界部分机床厂的规模和品牌，他们大多是因为“专、精、特”，才能得以生存和发展；
- 4. 企业重组不断发生，很多公司在兼并重组后都迎来新的生机。

表 世界部分机床企业产值情况（数据时间 2008.12~2009.06）

销售额单位：百万美元

序号	企业名称	国别或地区	财政截止时间	机床销售额	企业销售总额	企业主要品牌
1	山崎马扎克	日本	2009,03	2 525.0	2 525.0	Mazak
2	Gildemeister	德国	2008,12	2 507.9	2 801.4	Gildemeister, Deckel Maho, Gildemeister Italiana
3	Trumpf	德国	2009,06	2 148.3	2 441.2	Trumpf, TruPunch, TruBend, TruLaser
4	天田	日本	2009,03	1 899.8	2 257.9	Amada, Amada Wasino
5	大隈	日本	2009,03	1 673.7	1 673.7	Okuma
6	MAG	美国	2008,12	1 654.0	1 654.0	Cincinnati, G&L, Fadal, Cross Hueller, Lamb, XLO
7	沈阳机床	中国	2008,12	1 626.7	1 626.7	Shenyang, Schiess, Liaoning Precsn, Yunnan CY
8	森精机	日本	2009,03	1 572.0	1 572.0	Mori Seiki, Dixi, Mori Seiki Hitech
9	大连机床	中国	2008,12	1 525.7	1 556.8	Dalian, Ingersoll Production Systems, BoKo
10	捷太科特	日本	2009,03	1 525.6	10 170.7	Toyoda, Koyo
11	Schuler	德国	2008,09	1 452.9	1 452.9	Schuler, Müller-Weingarten, SMG, Gräbener, Hydr

12	GFAgie Charmilles	瑞士	2008,12	1 000.6	4 136.6	Charmilles, Agie, Mikron, ActSpark
13	Haas	美国	2007,12	880.0	880.0	Haas
14	斗山·英维高	韩国	2008,12	856.3	3 686.0	Doosan, Daewoo
15	牧野	日本	2009,03	782.8	1 003.6	Makino
16	Emag	德国	2008,12	765.1	765.1	Emag; SW; NaxosUnion
17	Wia	韩国	2008,12	726.0	2 963.5	Hyundai-Kia
18	Gleason	美国	2008,12	724.0	724.0	Gleason, Gleason-Pfauter, -Hurth, -M&M
19	Körber Schleifring	德国	2008,12	715.1	2 573.4	Blohm, Ewag, Jung, Mägerle, Studer, Walter
20	Bystronic	瑞士	2008,12	690.3	1 379.9	Bystronic, Beyeler, AFM Tianjin.
21	Index	德国	2007,12	675.8	675.8	Index, Traub
22	Heller	德国	2008,12	650.8	650.8	Heller
23	小松	日本	2008,03	609.1	796.3	NTC, Nippei Toyama
24	会田	日本	2009,03	606.8	606.8	Aida, Manzoni, Rovetta
25	Chiron	德国	2008,12	598.8	598.8	Chiron, STAMA
26	Rofin-Sinar	德国	2008,09	575.3	575.3	Rofin, PRC, Lee
27	A-TEC Industries	奥地利	2008,12	544.5	4 792.0	Emco-Maier, -Mecof, -Famup, Intos, Dorries
28	Prima	意大利	2008,12	540.4	540.4	Prima, Convergent Laser, Laserdyne
29	Grob	德国	2006,03	510.5	510.5	Grob
30	小松压力机	日本	2008,12	502.1	502.1	Komatsu, Komatsu Maypres
31	三菱重工	日本	2009,03	442.0	8 054.0	Mitsubishi
32	Hermle	德国	2008,12	409.6	409.6	Hermle
33	Danobat	西班牙	2008,12	400.2	400.2	Danobat, Soraluze, Estarta, Overbeck, Newall
34	沙迪克	日本	2009,03	389.9	545.3	Sodick
35	Liebherr	瑞士	2008,12	375.2	12 371.0	Liebherr, Sigma Pool
36	Star Micronics	日本	2008,02	353.9	648.7	Star Micronics
37	Hardinge	美国	2008,12	345.0	345.0	Hardinge, Kellenberger, HTT, Bridgeport
38	西铁城	日本	2009,03	332.3	2 968.6	Citizen Cincom
	发那科	日本	2009,03	2,814.0	3 882.7	FANUC
	西门子	德国	2008,09	3,962.5	57 277.2	Sinumerik, Simotion, Simatic
39	不二越-富士	日本	2008,11	312.0	1 950.1	Nachi
40	Comau	意大利	2008,12	307.9	1 539.3	Comau, PICO, Renault Automation
41	芬-鲍喔尔	芬兰	2008,12	306.3	306.3	Finn-Power
42	Niles- Simmons	德国	2008,12	291.0	316.0	Niles-Simmons, Hegenscheidt-MFD,
43	Starrag Heckert	瑞士	2008,12	284.3	284.3	Starrag (Rigid), Heckert, SIP

44	Fagor Arrasate	西班牙	2008,12	270.7	270.7	Fagor Arrasate, Ona Pres
45	东芝	日本	2008,03	252.9	1 306.3	Shibaura, Toshiba
46	Autania	德国	2008,12	251.1	251.5	Elb, WFL Millturn, Profiroll, Wirth & Gruffat, Sieber
47	OKK	日本	2009,03	247.7	266.3	OKK
48	Romi	巴西	2008,12	245.1	387.9	Romi
49	Tornos	瑞士	2008,12	243.6	243.6	Tornos
50	Kasto	德国	2008,12	229.5	229.5	Kasto
51	兄弟	日本	2009,03	225.6	4 282.0	Brother
52	津上	日本	2008,03	225.2	250.2	Tsugami, Shimamoto, Precision Tsugami
53	Hurco	美国	2008,10	224.0	224.0	Hurco
54	Feintool	瑞士	2009,09	222.0	370.0	Feintool, Schmid, Hydrel
55	泷泽	日本	2009,03	215.2	215.2	Takisawa
56	货泉	韩国	2008,12	212.6	250.1	Hwacheon
57	Flow International	美国	2009,04	210.1	210.1	Flow, Quintus
58	远州	日本	2009,03	207.8	415.6	Enshu
59	济二机床	中国	2006,12	200.0	200.0	Jier, Jinan No. 2
60	冈本	日本	2009,03	199.4	265.9	Okamoto
61	宫野	日本	2008,12	199.1	199.1	Miyano
62	东台	中国台湾	2008,12	198.6	198.6	Topper, Honor
63	霍科斯	日本	2008,12	188.8	188.8	Horkos
64	台中精机	中国台湾	2007,12	178.8	178.8	Fortune, Victor (outside N. Amer.)
65	Correa	西班牙	2008,12	167.3	167.3	Nicolas Correa, Anayak
66	速技能	日本	2007,03	166.1	166.1	Sugino
67	O-M	日本	2009,03	165.1	170.2	O-M
68	中村留	日本	2007,03	163.4	163.4	Nakamura-Tome
69	DS Technologie	德国	2006,12	159.5	159.5	Dörries, Droop + Rein, Scharmann, Berthiez
70	Ace Micromatic	印度	2008,03	152.6	152.6	Ace, Micromatic, Pragati
71	PCI	法国	2006,12	151.8	379.4	Meteor, Axelor, Tripteor
72	三井精机	日本	2009,03	149.5	237.0	Mitsui Seiki
73	Cinetic Landis	法国	2006,12	149.0	1 287.5	Landis, Landis Giustina, Landis Cincinnati
74	丰和	日本	2009,03	140.6	275.7	Howa
75	永进	中国台湾	2007,12	137.0	137.0	Supermax, YCM, Yeong Chin
76	小松机械	日本	2005,03	132.3	132.3	Komatsu, B.T.M. Complex
77	600 Group	英国	2009,03	131.2	131.2	Colchester-Harrison, Gamet, Clausing, Electrox

78	协鸿	中国台湾	2007,12	130.0	130.0	Hartford
79	KMT Waterjet	瑞典	2008,12	129.9	129.9	KMT-Aqua-Dyne, -McCartney, -Waterjet, -H2O,
80	利雅路	意大利	2005,12	124.5	124.5	Riello, Mandelli, Burkhardt + Weber, Tri-Way
81	富士机械	日本	2009,03	123.4	694.9	Fuji
82	松浦	日本	2006,12	122.0	122.0	Matsuura, MAXIA
83	SIMPAC	韩国	2008,12	120.1	122.6	SIMPAC
84	米克朗	瑞士	2007,12	114.9	221.3	Mikron
85	Anca	澳大利亚	2008,06	110.3	110.3	Anca
86	高松	日本	2009,03	110.1	120.5	Takamaz
87	Pama	意大利	2007,12	104.6	104.6	Pama
88	Tajmac-ZPS	捷克	2008,09	104.2	104.2	ZPS, Manurhin K'MX, Mori-Say
89	亚威	中国台湾	2008,12	100.0	100.0	Awea
90	协易	中国台湾	2008,12	99.0	99.0	Seyi
91	Waldrich Coburg	德国	2006,12	97.4	97.4	Waldrich Coburg
92	Kovosvit	捷克	2008,12	91.5	91.5	MAS, Kovosvit
93	浜井	日本	2009,03	86.0	86.0	Hamai
94	金丰	中国台湾	2008,12	85.0	85.0	Chin Fong, Stamtec
95	台湾龙泽	中国台湾	2008,12	80.8	80.8	Takisawa
96	仓敷	日本	2009,03	80.7	80.7	Kuraki
97	友佳	中国	2007,12	80.0	93.2	Good Friend, Feeler
98	丽伟	中国台湾	2008,12	79.5	79.5	Leadwell
99	友嘉	中国台湾	2006,12	72.5	72.5	Feeler
100	BharatFritzWerner	印度	2008,03	71.4	71.4	Bharat Fritz Werner
101	太阳工机	日本	2009,03	71.1	71.1	Taiyo Koki
102	乔福	中国台湾	2008,12	68.9	68.9	Johnford
103	油机	中国台湾	2006,12	64.1	64.1	You Ji
104	韩华	韩国	2007,12	63.2	316.0	Hanwha
105	和井田	日本	2008,06	61.2	61.2	Waida
106	S&T Dynamics	韩国	2007,12	57.2	408.5	S&T, Tongil, Saeilo
107	Fidia	意大利	2007,12	57.1	57.1	Fidia, Cortini, Simav, Sitra
108	HMT	印度	2007,03	56.9	67.0	HMT Hindustan Machine Tool
109	Huron	法国	2006,12	55.1	55.1	Huron
110	福裕	中国台湾	2007,12	50.6	50.6	Chevalier
111	LMW	印度	2007,03	46.8	429.8	LMW
112	Ryazan	俄罗斯	2006,03	45.5	45.5	RSZ, ZFS, Bevers, ESZK
113	Arisa	西班牙	2007,12	41.8	41.8	Arisa

此表根据美国加德纳公司（Gardner Publish Ltd）公布数据整理。

坚持科技创新 发展优势产品 促进转型升级

杭州杭机股份有限公司

杭州杭机股份公司是杭州机床集团和浙江省铁路建设投资集团下属浙江经济建设投资公司，共同出资组建的精密磨床专业制造企业。新公司全盘秉承了杭州机床集团 50 年的机床制造技术和“杭州牌”平面磨床的品牌，以坚持科技创新为宗旨，不断发展市场优势产品，已成为全国机床制造业的一面旗帜。

自主创新，转型升级，实施“一个中心、两个基本点”战略

受金融危机影响，从 2008 年 9 月份开始，杭机股份公司产品市场受到很大影响，传统的通用机床类产品销售收入急剧萎缩，下降幅度在 40% 以上，造成货款回笼下降，普通产品库存积压增加，使正常的生产经营资金出现短缺。面对这场危机，公司冷静分析市场走势和企业状态，更加坚定了未来几年重点发展高端数控机床的方向。公司以创新求实的精神，采取各项措施，化危为机，围绕“一个中心、两个基本点”开展工作，在危机面前不断强化自主创新，稳步实现企业转型升级。

一个中心就是以“自主创新，转型升级”为中心。企业产品要由价值链低端向中高端转移，当前是一个非常重要的阶段。

两个基本点：一是坚持以市场需求为导向的产品结构调整；二是以坚持交货期为目标的生产结构调整。抓好这两个基本点是实现企业转型升级的关键。

首先，公司周密部署按期完成了企业整体搬迁临安工作。现代化的 10 万 m² 的大型精密数控机床制造基地全面正式启用，为大型设备、大批量的数控磨床的生产提供了充足的生产场地。这是企业转型升级最基本的必要条件。

公司从思想认识上提振员工精神，共渡难关，让转变危机为机遇成为每个员工的自觉行动。一是，先在中高层管理班干部中，收集智囊意见，形成管

理工作任务，明确责任，分解落实。二是，举办“应对危机，开拓创新”论坛，从市场、技术、生产、财务、人力等方面提出创新建议。三是，在全体员工中开展“同心促发展，奋力渡难关”的群众性合理化建议，振奋精神，共克时艰，收到了预期的效果。面对新形势、新任务，公司倡导以科技创新统率管理机制、市场销售、技术开发、生产制造、人力资源等各方面的全面创新，落实完成 2009 年的工作目标。

其次，加快以市场需求为导向的产品结构调整，集聚企业科技创新的优势。公司产品结构调整的方向是重点发展数控、精密、复合、高效的磨床产品；努力提高产品的附加值、性价比、数控化率；形成重点产品的产业化规模，实施“亿元工程”。即形成“数控龙门磨、数控成形磨、aba 国产化产品、数控专用成套设备、数控立轴复合磨”的产值，在三年内各达到亿元以上，从而保证公司在三年内实现产值 8 亿元的目标。从 2008 年 11 月开始，公司紧紧盯住国家“十一五”重点发展高速铁路的机遇，全力以赴，积极参与高速铁路轨道板磨床大型数控专用磨床的招标项目并成功签约，获得 1.7 亿元的订单。这是企业发展史上史无前例的大项目，意义非凡。为此，组织全公司的资源和人力，5 加 2，白加黑地干，争取按期完成 12 台轨道板磨床的生产任务。

面对新的市场态势，公司加强市场营销管理，努力开拓市场，满足用户需求。一是加强内部管理，降低销售成本；二是调整销售模式，成立公司价格管理委员会，形成动态的市场营销机制；三是成立市场调研组，进行市场需求及产品适应度调查，为市场营销和产品开发提供决策依据。进一步加强市场需求信息的收集、追踪、服务，不断获取新的市场需求信息，挖掘潜在用户。一季度，公司扼制了普通机床下滑的势头，销售量有所回升，4 月份机床订单环比增长 186%，数控产值率达到 61%，经济运行情况有所改善。

在生产结构调整方面，杭机股份公司集中了产业优势资源，重点生产数控、精密、大型的磨床产品。进入临安新基地后相应加大技术改造的投入，新增与公司产品发展规划相适应的必要的工艺装备。在生产管理体制上，继续推进“6S”管理，加强生产资源的科学管理手段，实施ERP信息化项目，摸索推行结合企业实际的精益生产管理。在面向市场方面，加快建立“用户应用工程部”，为用户提供全面细化的产品设计和工艺方案，加强用户服务工作，进一步提升公司产品和服务形象。公司针对生产实际，适度调整生产经营计划，采取扎实有效措施，减少普通产品投入，生产资金以消耗库存，保证订单产品的成套为主。

公司搬迁至临安生产基地后，由于生产成本上升，管理费用增加，公司提出了各部门增收节支措施，有计划地用好生产资金和管理费用。在新的生产形势下，积极探索与生产组织结构调整相适应的生产组织方式和新的分配方式。目前以数控大型轨道板专用磨床生产为契机，改变习惯思维和传统生产管理组织方法，组建了轨道板磨床、复合磨床、龙门磨等三个项目专业生产组，摸索改进薪酬模式，实施项目专业生产组承包形式的二级分配制度。

再则，公司加强产学研合作，努力承担省、国家重大科技专项，提升科技创新能力。公司与浙江大学、浙江理工大学联合申报省、国家的重大科技项目，加强基础技术研究与企业新产品开发相结合的力度。公司与“哈工大”联合筹建“超精密磨削加工技术联合实验室”，在精密磨削技术的研究和产业化上，将引领机床同行业。公司还发起并参与筹建了以沈阳机床股份公司等为主体的“数控机床高速精密化技术创新战略联盟”组织，此举得到国家科技部、发改委的高度重视，为机床工业的科技创新发展，开创一条产学研用相结合的新途径。

科技创新，发展强势产品，将公司建成世界综合磨床供应服务商

公司确立了产品发展“精密数控；成形高效；大型专用；成套成线”的“十六字”方针，围绕市场，努力发展特色产品，把市场优势转化为强势，改变企业经济增长模式。在产品科技创新方面，公司以立足自主原始创新为主，与引进再创新和国际先进设计资源合作开发新产品为辅的科技创新模式，

优先重点发展下列强势产品。

MKL7150×16 系列数控强力成形磨产品，拥有“立柱中腰移动”、“主轴气压密封”、“立柱全移动磨床”、“转塔式砂轮库”等多项国家发明专利。MKLD7140A 数控强力双头成形磨获得 2008 年度军工优秀合作项目；MKL7156×16/2 数控七轴五联动叶片叶冠圆弧强力成形磨，是浙江省国内首台套产品，获得中国机械工业 2008 年度科学技术二等奖。公司拥有的成形磨削技术及其装备，产品技术水平居国内领先，可以替代进口，受到航空动力、汽车、机车等制造业的青睐。其他成形磨削的新产品如 MKC7150×50 数控剪刀成形磨、MK8850×30 数控瓦楞辊成形磨开拓了钢铁、包装等行业新的客户群。

以 HZ-K4020 为代表的数控龙门磨床系列产品，拥有产品关键技术。产品达到国际同类产品的技术水平，获得国家级新产品荣誉。产品技术已从多功能平磨向精密导轨磨发展并形成系列产品，长度规格发展到 10m，HZ-KD6525 数控动梁龙门导轨磨也已试制成功。该系列导轨磨产品已在行业内 10 多家知名机床企业如沈阳、大连、重庆、青海、广州、武汉等机床厂投入使用，产品供不应求。目前正瞄准机床装备业发展的需求，已与国外公司合作开发数控高精度动梁式导轨磨。

HZ-050CNC 数控直线导轨成套磨床是填补国内空白的产品，公司获得了“直线导轨多磨头组合装置”的国家发明专利。新开发的 HZ-078CNC 精密滚动直线导轨磨床，可磨削 6m 长的 P2 级精度的直线导轨，与数控直线导轨配套的数控导轨滑块磨床，也已在滚动功能部件厂家配套应用，该成套产品是国家重大专项中滚动直线导轨副部件的关键设备。

高精度数控立轴复合磨 MGKF600—MKF2000/1 是公司自主创新开发的新系列产品。公司以新的创新开发模式，找准市场，一举成功开发并打开市场。MGKF600 与国外合作开发成功，创新了产品开发新的思路和途径。该产品荣获第 5 届中国数控机床展览会（CCMT2008）“春燕奖”。针对国内新能源产业的发展需求，开发大型数控立轴复合磨系列产品 MKF1600、2000、2500、3000、4000 等，这些产品都已有明确的用户群，目前正在为产业化生产创造条件。

以 MGK7350 为代表的新型机床替代了传统产品。MGK7350 采用了公司专利技术——立柱中腰移动结构，是新型的数控卧轴圆台平磨。以其高起点、

高标准、高精度胜人一筹，产品已进入欧洲市场。MGK7132 是高精度平磨的数控化改型产品，为国内独家生产。MK7132A 普通型数控卧轴平磨，是量大面广老产品的数控化改造后的更新换代产品，全面贯彻了等效国际 ISO 标准的 GB4022 国标。目前在加快产业化进程。

公司针对“科技创新，转型升级”的中心工作和企业 3 年经营目标，编制了杭机股份科技创新的产品发展规划。公司技术中心将加大产品结构调整力度，加快产品开发的速度，加强产品“模块化、标准化、集成化”的规范设计，加速产品开发人才的培育，为企业的科技创新体系建设和技术进步作出贡献。规划明确了 10 大系列产品的发展方向和品种，提出了科技创新五方面的工作重点。

(1) 加大主导产品的专利申请、保护、运用及管理，促进“自主创新产权化、知识产权产业化”。企业主导产品磨床类有效专利拥有量，在目前 19 项的基础上，争取到 2011 年达 30 项以上，专利产品年销售额 5000 万元以上。

(2) 掌握关键技术，积极开展产品技术标准化工作，成为掌握和实施标准的表率。充分依托“杭州平面磨床研究所”和“中国机械工业电气技术标准委员会机床电气分技术委员会”的优势，积极参与制定国家、行业产品技术标准的编制、修订，成为掌握和实施标准的表率，确立在平磨行业中的标准地位。

准地位。

(3) 实施人才战略。深入推行以首席工程师、技术带头人、青年技术新秀评聘制度，形成金字塔形的人才激励机制和技术精英团队，造就人才梯队。计划 3~5 年内，培育造就一批在超精密、平面成形、直线导轨、复合磨、龙门磨、双端面等磨削技术方面的专家，使他们成为行业内有知名度的技术领军人物。

(4) 加强科技创新体系建设。加快技术改造的进度，加大科技创新资金投入的力度。充分利用政府政策资源，争取各级部门的科技政策资助。加强科技立项，积极参与市、省、国家级重点项目的招标、攻关，把获得省、部和国家级科学技术成果奖作为产品开发的科技目标。

(5) 认真完成 ISO9001 质量保证体系的换版工作，积极推进名牌战略。产品结构调整以增加数控机床的产值率和销售率为目标，不断提高产品实物质量和产品满意度和信誉度，不断提升“杭州牌”磨床的社会信誉度，为申报“中国名牌”创造条件。“百尺竿头，更进一步”，杭州杭机股份公司将发挥强强合作的优势，坚持科技创新，发展优势产品，促进转型升级，一定能成为名符其实的平面磨床行业的“排头兵”企业；一定能沿着既定的目标发展，向世界综合磨床制造服务商转型，成为国际知名机床制造业第一方阵的旗手。

业界动态

机床再制造产业技术创新战略联盟在京正式成立

2009 年 12 月 11 日，机床再制造产业技术创新战略联盟成立大会在北京召开。联盟依托“十一五”国家科技支撑计划“机床再制造关键技术研究与应用”承担单位重庆机床（集团）有限责任公司，会同重庆大学、中国机电装备维修与改造技术协会共同筹建，共有 30 余家发起单位、50 多位代表出席了本次会议。会议由中国机床工具工业协会副理事长、重庆机床集团董事长廖绍华先生主持，中国机械工业联合会副秘书长兼科技工作部主任、绿色联盟副理事长兼秘书长李冬茹女士到会并讲话。

会议选举产生了第一届联盟理事会，通过了机床再制造产业技术创新战略联盟协议，选举产生了

联盟理事长、副理事长，聘任了专家委员会主任、副主任、委员及秘书长，并讨论通过副秘书长人选。会议听取了廖绍华先生对第一届机床再制造产业技术创新战略联盟理事会的组建方案介绍，并讨论通过《机床再制造产业技术创新战略联盟协议书》。当选理事长中国机电装备维修与改造技术协会理事长魏连成先生作了即席讲话和联盟发展前景展望。

期间，当选副理事长、重庆机床集团董事长廖绍华先生做了《机床绿色再制造技术及应用》的专题技术报告，重庆大学李国龙副教授介绍了国家标准《机床再制造技术导则》的起草、修改及报批情况，研讨了机床再制造技术标准。

数控技术全面支持高速复合机床精度的提升

Improving precision of high speed compound machine tool with CNC technology

陈 虎 于德海 大连光洋科技工程有限公司

摘 要：文章概括了保证数控机床精度的三个层面的问题：支撑刚度，导向精度和定位精度与刚度。从上述三个方面，重点介绍了数控技术链的各技术环节对实现大连科德数控有限公司KDL1550FH立式车铣复合加工中心和KDW4200FH卧式铣车复合加工中心高速高精度控制的作用。

关键词：数控机床 复合加工中心 数控技术 精度 刚度

Abstract: The paper generalizes three basic factors which determine the precision of CNC machine tool, rigid support, motion guide precision and position precision and rigid. The contribution of CNC technology for high speed and high precision is also analyzed based on example of multifunction machine center KDW4200FH and KDL1550FH.

KeyWord: CNC machine tool, multifunction machine center, CNC, precision, rigid

数控机床是传统机床技术与现代计算机控制技术、伺服拖动技术及传感技术相结合的现代制造装备。对于数控机床的精度，可以概括为三个层面的问题：支撑刚度，导向精度和定位精度与刚度，如图1所示。本文也将结合KDL1550FH立式车铣复合加工中心和KDW4200FH卧式铣车复合加工中心高速高精度控制相关研究工作，介绍数控技术对高档数控机床精度提升的全面的技术支持。

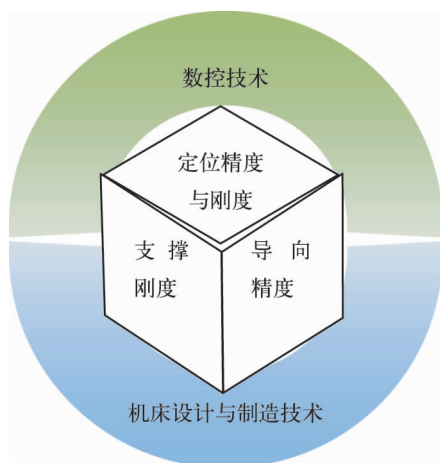


图1 数控机床精度的三个层面及支撑技术

1. 支撑刚度

刚度问题的实质是受力变型问题，因此可以把刚度问题理解为动态的（惯性负载、重力负载、切

削负载）精度问题。

支撑刚度是机床精密控制的支持基础。传统的机床技术关注床体本身机械设计、材料选择及制造工艺等方面来提高机床的支撑刚度，乃至机床地基的支撑刚度。最新的机床研究开始关注于包括结合面加工工艺、装配工艺在内的结合面刚度问题，以及机床在动态激励下的动态刚度问题。支撑刚度对于保证机床精度的重要性是无容置疑的，KDL1550FH立式车铣复合加工中心和KDW4200FH卧式铣车复合加工中心在设计过程中利用有限元分析工具对机床的主要零部件的刚度进行了静态和动态分析和优化设计。

目前数控系统是可以对某些刚度不足进行补偿的，例如对横梁结构的挠度变型补偿。这种补偿是有前提的。其中主要的前提包括：补偿挠度变形是在已知负载模型的前提下实施的，而不是接触刚度不足或存在间隙，因为后两种情况会导致误差的不确定。因此挠度（刚度）补偿大多是针对机床移动结构件重力引起的变形进行补偿。而对于未知的工件重量引起的动态变形及运动体加减速过程驱动力引起的动态变形，由于建模的复杂性，目前尚未看到有关补偿技术的报道。在KDL1550FH中Y轴横梁由于工作头重量造成的挠度变型下垂可以通过对Z轴的补偿，提升精度。在KDW4200FH中Y轴滑枕伸出，重心外移，导致摆角铣头下垂。数控系统可以对X轴

补偿,减少改挠度变型的影响。

对于机床刚度中的振动问题,数控系统可以在驱动层面感知振动的发生,包括通过对伺服驱动的电流的FFT,可以发现振动。在明确振动频率后,可以通过改变运动速度或主轴转速,规避床身的固有频率,实现抑制振动的目的。在KDL1550FH立式车铣复合加工中心机采用了这种技术来判断转台上安装工件的平衡。GDS09数控系统配置的全数字伺服驱动装置直接采集并保存一定时间段的电流信息,并通过总线传输到GDS09数控系统中。GDS09数控系统内置的FFT模块将处理这些数据,并提取出有关负载波动的频率和相位,从而提醒用户在正确的方位进行必要的平衡配重,从而减少振动。

支撑刚度问题属于机床精度的基础保证。除了传统机械设计与制造技术外,数控技术也可以在一定程度上对刚度不足给予补偿。

2. 导向精度

导向精度的实质是保证机床直线坐标的“横平竖直”和回转坐标的“真圆”。在传统机床设计及制造技术领域,通过设计、制造、装配基准的一致性,以及平面度、直线度和圆度的基准传递保证导向精度。在讨论导向精度问题时,我们通常要排除刚度不足造成的误差。

单坐标导向精度直接影响加工零件的直线度、平面度和圆度(回转坐标导向精度)。单坐标的导向误差可以概括为移动部件质心导向轨迹误差与移动部件导向过程中的姿态的误差,如图1所示。理论上,数控系统可以对可重复的单坐标的导向误差进行补偿,实际工程实践中更多的是由于单坐标导向误差测量和误差分离的难度,仍然更多地是通过加工工艺及装配工艺保障单坐标导向精度。有关补偿过程鲜有报道。

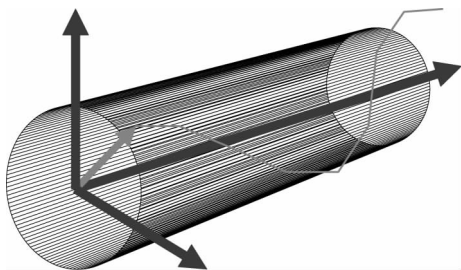


图2 单坐标导向误差分解示意图

坐标轴间导向垂直度误差以及旋转轴线的位置及姿态误差将直接影响加工零件的形状精度。导向方向的误差往往易于测量和补偿,而姿态误差较难测量和补偿。光洋GDS09数控系统可以接受测量结果,通过坐标变换矫正各坐标轴的垂直度误差。在GDS09数控系统针对五轴加工的RTCP算法中也支持对旋转轴线的位置及姿态误差的修正和补偿。在KDW4200FH卧式铣车复合加工中心的控制中,为了保证双主轴均能实现端面车削微凹形面加工效果,GDS07系统支持Y向滑枕动作时,随Y向运动自动对Z向进行微量的补偿,制造出微量的非垂直坐标关系,保证微凹端面的形面加工效果。

温度变化往往会导致机床的导向精度发生变化。这主要是由于不均匀的温度场导致机床各部分不同程度的热变形引起的。对称的床身设计能够减少热变形引起的部件扭曲变形。良好的冷却散热设计能够改善局部的热变型,使机床变形趋于均衡,更接近整体的“自由膨胀”。GDS09数控系统具有通过光纤总线接入温度传感器的能力,也具有开放的温度变形算法接口。在KDL1550FH立式车铣复合加工中心和KDW4200FH卧式铣车复合加工中心在温度敏感的易变形部位均预埋了温度传感器,并对整机温度场及变形量进行了测量,将有关温度变形模型内至于数控系统中。上述措施结合整机各热源冷却控制,最大限度地减少了温度对导向误差的影响。

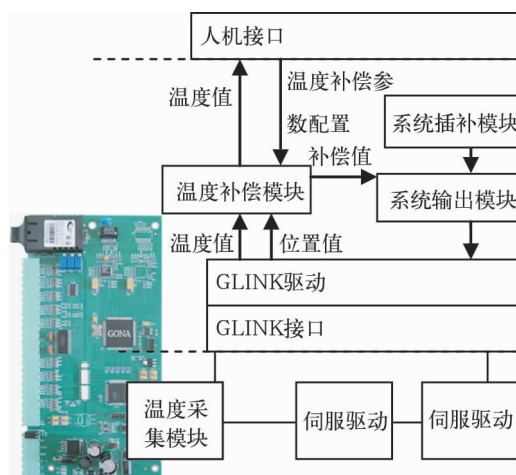


图3 GDS09的温度补偿系统

导向精度目前主要由机床设计、制造及装配工艺保证。现代数控技术可以在一定程度上对导向精度不足进行适当的补偿和修正。

3. 定位精度与刚度

数控系统轨迹插补精度以及加减速控制对数控机床的精度有很大的影响。所谓插补精度，主要是谈及在数控系统内的运算精度及曲线拟合理论的几何精度。在目前软件技术的支持下，插补理论计算精度达到 $1\mu\text{m}$ 乃至 $0.1\mu\text{m}$ 以下已经不是困难的事情。问题在于现实的机床要将精度从 $10\mu\text{m}$ 向 $1\mu\text{m}$ 乃至小于 $1\mu\text{m}$ 努力，将涉及包括机械设计与制造、数控技术、伺服驱动技术、传感测量技术乃至抗干扰技术的系统工程。

对于数控机床的运动而言，引入了电气精度和刚度的概念是十分重要的，即在数控系统控制和伺服驱动下，机床在运动方向上实现的定位精度及负载情况下的运动精度。

3.1 动力匹配是机床高电气精度与刚度的基础

机床动力匹配是指为机床配置恰当的伺服驱动，包括电机、伺服驱动器的选择以及数控系统的加减速控制策略。如果伺服电机及驱动不能提供足够驱动力，则电气控制精度和刚度将无从谈起。

在机床完成工艺动作的过程中，伺服电机及驱动主要克服以下几个方面的负载：工艺过程和工艺方法本身需要克服的负载（例如切削力）、运动惯量本身加减速过程需要的驱动力、运动过程需克服摩擦及阻尼。伺服电机及驱动应当结合工作情况考虑其额定转矩（电流）和过载倍数。

驱动能力不是越大越好，这不仅来自成本的考虑。对于大容量的伺服驱动，在其传感电路分辨率位数一定的情况下，大容量驱动装置的电流绝对控制分辨率将降低，即不容易感知微小的电流变化，将导致电流的控制精度降低。另一方面，驱动能力冗余太多，将不利于感知过载，不利于机械装备本体的安全。

主动式电源技术对于保证伺服驱动母线电压的稳定，保证伺服驱动稳定地获取电能及制动过程迅速将机械能转化为电能回馈电网具有很重要的作用，特别是在高速度（频繁起制动）与高精度要兼顾的情况下。此外，主动电源技术还将避免了传统能耗制动技术带来的发热，在节约能源的同时也减少了机床的热源。

在数控整机动力匹配过程中除了注意每个坐标的动力匹配情况，还需要注意个坐标的动力均衡。

由于数控机床是靠数控系统自动控制各轴联动实现工艺动作，所以联动坐标响应的一致性将对加工型位误差有影响。

3.2 数控系统及伺服驱动带宽提升有助于电气刚度的提升

控制系统的带宽可以理解为控制系统对微小误差的感知能力和调节能力。所谓的微小包括作用时间的短促和作用幅值的微小两层含义。电气刚度正是对负载扰动形成的误差校正能力的重要指标，显而易见的是系统对微小误差响应要足够灵敏才能够达成更精密的控制。

分辨率的提升对于提高控制精度，包括动态精度具有重要意义，因为如果系统不能辨识微小的指令和反馈变化，精细的控制将无从谈起。除了分辨率的提升外，所有控制环节的信号采集和运算处理都要尽可能快，这样才有可能提升整体的控制频率，从而实现及时有效的控制，即对感知的误差立即采取校正措施。

对于数控系统而言更主要的问题是支持更高分辨率的指令。以大连光洋GDS09为例，系统程序输入分辨率达到 0.00000001mm ， 0.00000001° 或 $0.00000001''$ 。高精度的指令及其运算体系位数控高精度控制提供了基础。

数控系统产生指令的周期（插补周期）对于数控机床也是十分重要的指标。该指标关系到限定精度（曲线轮廓拟合误差）条件下，最大可实现的机床运行速度。光洋的GDS09数控系统采用光洋GRTK实时内核技术，保证了数控实时插补周期的软件调度需求。该技术利用精确的硬件定时，可以实现 $0.00001''$ 级的实时性能，不需要对Windows本身进行任何修改，用户可以在用户态开发自己的中断服务程序，以及进行端口访问等操作。GRTK提供的调试工具可以随时监控每一个用户实时任务的运行开销，并依据此数据对整个实时系统的运行周期进行优化，从而使数控系统实现特定硬件平台上最优的实时性能。

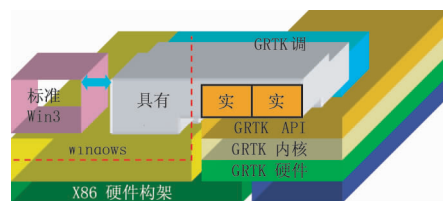


图4 GRTK技术原理示意

插入损耗小等优点。GDS系列模块化伺服驱动采用TI公司的16位高精度、高带宽的A/D转换器作为模数转换器件,保证了电流环的精度。GDS系列模块化伺服驱动采用32位DSP (TMS320F2812) 作为伺服控制嵌入式硬件平台的核心处理元件。TMS320F2812高性能的数字信号处理器 (DSP), 采用低功耗设计, 系统时钟频率高达150MHz。内部包含32×32位的硬件乘法器, 改进的哈佛架构, 独立的程序和数据访问总线, 统一的内存寻址模式, 可支持4M×16位的存储空间, 并集成两个电机控制专用外设 (Event Managers, E-VA, EVB), 以简化控制系统的硬件结构, 减弱或消除数字化误差导致的影响。在实际系统中, 由于16位定点格式的量化误差较大, 易导致数值计算中的伪瞬态和振铃现象, 从而引起系统振动和噪音。并且, 随着系统采样频率的提高, 16位字长的限制也会导致系统过程中有关变量、系数等的分辨率降低, 从而恶化系统控制性能。而采用32位定点格式时, 就可显著减弱或消除这些现象, 允许采用更高的采样频率, 从而提高系统的带宽, 以获得更佳的系统控制性能。

3.3 双驱控制技术为高精度数控机床设计拓展了空间

近年来在高速精密机床设计技术中“重心驱动”的概念被提出, 即驱动力作用于运动物体的重心, 最大限度地避免旋转力矩带来的阻尼不对称引起的振动, 被认为是提高加工精度, 抑制震动的有效方法。尽管重心驱动优越性已经被广泛的认可, 但实际数控机床的设计过程中由于结构局限性, 往往很难保证驱动力能够直接作用于重心。这种情况下, 双侧同步驱动就成为现实的机床结构设计方案。在传统装备中, 由于数控技术的成熟度和实施成本, 双驱仅被应用于少数龙门框架结构的重型数控装备。目前随着数控技术的进步, 采用双驱技术实现重心驱动已经成为国际上高速、精密数控机床上的典型方案。大连光洋科技工程有限公司的总线开放式数控系统GDS09实现了双驱技术, 并在大连科德数控有限公司卧式复合加工中心KDW4200FH、立式复合加工中心KDL1550FH上的验证, 取得了良好的应用效果。在双驱控制下, KDW4200FH的X轴双向定位精度达到0.0052mm, 单向重复定位精度达到0.00266mm, 反向间隙0.00103mm。

如果把双驱连接考虑为线性的弹性体, 扰动将与双侧的位置误差之差成线性关系, 如图7所示。

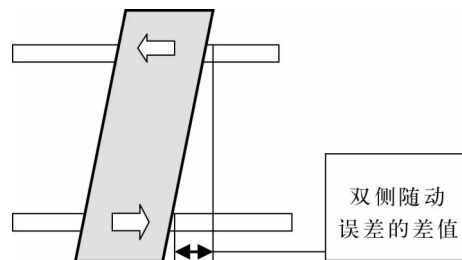


图7 双驱扰动与双侧随动误差有关

E_1 , E_2 分别为双侧位置环的随动误差, K_{SD} 为双驱工作台的弹性系数, 则扰动转矩可以被理解为作用于电流环的前馈, 如图8所示。该前馈就是双驱增益提升, 随动误差减少, 振动得以抑制的根本原因。

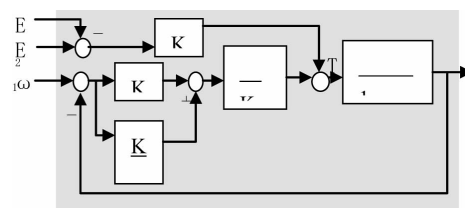


图8 双驱等效前馈速度环模型

3.4 抗干扰技术对数控机床精度提升的贡献

严重的干扰作为导致数控机床不可靠的重要原因已经被广泛认同。实际干扰也是影响加工精度, 特别是表面质量的重要原因。

被广泛认知的是模拟量传输及量化过程比数字量更容易受到干扰的影响。这也是数控系统及伺服驱动装置, 包括期间的通讯系统走向全数字化的重要原因。

控制过程中必然存在来自传感环节的模拟量输入和实施控制作用的模拟量输出, GDS09系列数控系统严谨的电源技术及模拟信号处理技术包括滤波技术都有利于提升系统精细地控制效果。

对于数字量传输和处理环节同样需要通过包括CRC校验技术, 保证数据的正确性, 在并发读写时序处理上保证安全的互锁机制, 避免“脏数据”。在伺服的数字运算环节会对反馈数据进行必要的数字率波处理, 对指令也采取监控及可选的平滑处理过程。实践证明上述措施均有利于机床的精密加工。

此外, 应该重视软件本身造成的“干扰”。软件的干扰包括由于各种余数处理措施的不到位造成的“奇异”数据, 以及软件数据交互时序不够严格造成的周期波动。特别是基于软件实时内核与硬件交互过程中的时间抖动将对速度平稳性产生影响。上述

因素在曲面加工中影响尤其明显。上述因素均在GDS09系统的软硬件设计中给予充分的考虑。

4. 小结

数控机床的精度提升是涉及机械设计与制造、数控技术、传感技术、驱动技术、自动控制技术的系统工程。大连科德数控有限公司通过与大连光洋科技工程有限公司的密切合作,形成从数控系统、伺服驱动及电机、直驱关键功能部件和数控机床整机完整的技术链条和产业链条。在大连科德数控有限公司研制的KDL1550FH立式车铣复合加工中心和

KDW4200FH卧式铣车复合加工中心上综合应用了包括直驱技术、双驱技术、提升系统带宽的综合控制技术以及各种补偿技术。在上述工作的基础上,针对影响精度和刚度各个技术环节从机械设计和电气控制等方面进行了全面的测试、分析和改进,从系统工程的角度对各个技术环节进行了改进和提升,从而实现了整机 $6\mu\text{m}/1000\text{mm}$ 定位精度的优良精度表现,使我国自主知识产权的复合加工中心步入高速精密机床之列,同时也为其他高档数控机床的精度提升技术提供了宝贵经验。□

• 业界动态 •

普什宁江华都核设备公司为两大核电集团集成供货

2009年9月,普什宁江华都公司第一次以合格供货方的身份,为中国广东核电集团制造的产品——Gamma谱仪铅室,在月底正式交付客户。这次供货标志着华都公司在为中国广东核电集团直接供货方面也迈出了第一步,并为以后与该集团继续合作打下了良好的基础。

面对国内核电设备市场广阔的前景,和国家鼓励“核电设备国产化”的政策支持,国内不少企业都想涉足这一领域。但由于核电设备研发、生产技术含量高,资金投入大,取得许可证难等特点,使得目前国内能进入核电设备市场的仍仅限于少数企业和集团。由于产能严重不足,严重制约了我国核电事业的发展已受到。为此,中国核动力院与普什宁江公司强强联手,组建了华都核设备制造有限公司,并以成为“国内知名核级设备供应商”为发展目标。

2008年,华都公司成立的第一个年头,华都人一方面努力加快自身的软硬件建设,一方面积极地与中国各核电集团接洽。在这一年里,经过中国核电集团、中国广东核电集团下属单位的考察、评价后,华都公司成功地成为了中国两大核电集团的合格供货方,同时取得了不少分包任务,为华都公司迈向中国核电市场跨出了第一步。

2009年7月,华都公司第一台涉及核反应堆的产品——脉冲堆屏蔽辐照小车,正式交付中国核电集团客户使用。辐照小车对材料检验、焊接工艺、热处理工艺、机加装配工艺及各特殊工艺,都有极为严格的要求。华都人在制造中屡经失败后,制订出了一套行之有效的解决方案,为后续产品打下了良好的基础,同时也第一次体会到了核设备加工的苛刻要求。

2009年8月,华都公司又一台涉及核反应堆的产品——乏燃料运输多功能台架,也正式交付中国核电集团客户。乏燃料运输多功能台架是核反应堆副产物的运输装置,为防止核辐射泄露,该多功能台架对密封效果、材料性能、焊接工艺都有近乎苛刻的要求,同时又要求电动部件、气动部件、机械部件要协调运作,这些都给华都人带来了不小的挑战。但华都人勇于拼搏,敢于啃硬骨头,在反复试验后,终于使多功能台架各项指标完全符合了设计和试验要求。在其后的现场验收时,客户也对该产品表示非常满意。

华都公司目前正在向规范化和规模化迈进,业绩和企业知名度也在逐步提升。在普什宁江公司的领导和中国核动力院的大力支持下,华都公司一定不会对中国的核电事业作出应有的贡献。□

高速干切齿轮滚刀参数和滚齿工艺研究

High speed dry cutting hob and gear hobbing

吴元昌
(成都工具研究所)

目前,环境保护工作的要求日益严格,能源消耗有了具体的降低指标。在机械制造业干切削加工受到关注,其中齿轮的干切削滚齿已提上日程。国内有的齿轮加工厂已进口了干切滚齿机,有的齿轮机床厂已经开始试制干切滚齿机,已有2个以上的工具厂被要求配套供应能在滚齿速度200m/min以上工作的干切齿轮滚刀(以下简称干切滚刀)。然而干切滚刀对工具厂来说完全陌生,其原材料是用硬质合金还是用高速钢、什么成份及牌号、用什么涂层、热处理硬度值、刃磨后处理要求、能达到的滚齿速度和走刀量,使用后它的磨损特征是什么?这一系列的问题都需有个提示以启动试制。兹将国外2004年以来的干切滚刀数据摘编如下,以供参考。

1 滚齿工艺及滚刀参数实例

法国雷诺Renault汽车厂从2004年起,应用干切滚齿于主齿轮箱分厂^[1](见表1)。

表1 主齿轮箱齿轮滚齿工艺之变化

年份	齿轮滚刀	干切或 加冷却 润滑油	滚齿 速度 V_c (m/min)	每次刃 磨可加工 齿轮数	滚齿机
1993 ~ 2000	PM HSS 正体滚刀, 刃磨再涂 TiN 涂层	加冷却	90 ~ 110	750	CNC 滚 齿机
2000 ~ 2004	PM HSS 正体滚刀, 多层 TiAlN 涂层	润滑油		950	CNC 滚 齿机,电
2004 ~ 2006	第3代 PM HSS,带柄 正体滚刀 ^① (图1),多 层 TiAlN 涂层	干切	150 ~ 170	970	主轴,自 动换刀及 工件

注:①PM HSS 为粉末冶金高速钢的缩写,法国 Erasteel 公司于2004年推出第三代 PM HSS,它与以前的 PM HSS 相比,非金属夹杂物减少90%,而热处理后钢材抗弯强度提高约20%。

从表1分析可得出下面4个特点。

(1) $V_c=150\sim170\text{m/min}$ 。欧洲小汽车齿轮箱齿轮为低合金结构钢,其抗张强度600~700MPa,相应硬度为178~208HB。

(2) 用带柄正体滚刀实现干切削。这种干切滚刀直径小,多头、多齿、加长,刚性好。

(3) 干切滚刀材质为第3代PM HSS,涂层为多层TiAlN涂层。

(4) 现代化CNC滚齿机,采用电主轴。

该厂在自动齿轮箱的行星齿轮上进行过工业性硬质合金和PM HSS滚刀的干切对比(表2)。

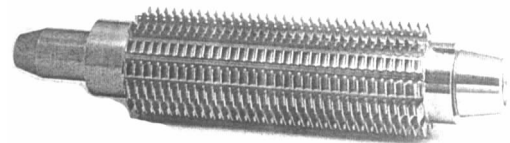


图1 带柄正体滚刀

其一端为圆柱柄,另一端为圆锥柄

硬质合金干切滚刀的滚齿速度可为高速钢滚刀的

表1 主齿轮箱齿轮滚齿工艺之变化

年份	齿轮滚刀	干切或 加冷却 润滑油	滚齿 速度 V_c (m/min)	每次刃 磨可加工 齿轮数	滚齿机
1993 ~ 2000	PM HSS 正体滚刀, 刃磨再涂 TiN 涂层	加冷却	90 ~ 110	750	CNC 滚 齿机
2000 ~ 2004	PM HSS 正体滚刀, 多层 TiAlN 涂层	润滑油		950	CNC 滚 齿机,电
2004 ~ 2006	第3代 PM HSS,带柄 正体滚刀 ^① (图1),多 层 TiAlN 涂层	干切	150 ~ 170	970	主轴,自 动换刀及 工件

注:①PM HSS 为粉末冶金高速钢的缩写,法国 Erasteel 公司于2004年推出第三代 PM HSS,它与以前的 PM HSS 相比,非金属夹杂物减少90%,而热处理后钢材抗弯强度提高约20%。

2倍多，但决定滚刀进给量的刃齿齿顶最大切屑厚度只能为高速钢滚刀相应值的50%^[6]，使二者在每件齿轮的加工工时上（表2）几乎相等。此外，从滚刀材料性能的可靠性、滚刀用钝后的刃磨费用及滚刀的传送、装卡等难易方面考虑，硬质合金滚刀不如PM HSS滚刀。从表2可看到，采用多层TiAlN涂层的硬质合金和PM HSS滚刀的每件齿轮的生产费用也相等。从生产的稳定性出发，该厂采用PM HSS滚刀进行干切齿轮工艺加工主齿轮箱厂齿轮（表1）。

日本丰田汽车厂的发动机生产工程部于2002年进行了干切滚齿试验，在成功后改装了原有的滚齿机，并将干切滚齿工艺投入生产^[2]（表3）。干切滚齿速度提高50%是在切同等数量齿轮后，干切与湿切的滚刀后刃面磨损值相同，而干切的前刃面月牙洼深度小于湿切的条件下取得的。

表3 丰田汽车厂的高速干切滚齿

齿轮材料	SCM 420 (C - 0.2% , Mn - 0.7% , Cr - 1.1% , Mo - 0.2%)
齿轮滚刀	高级高速钢, TiAlN 涂层, 刃磨后不再重涂层
原用方法	$V_c = 100\text{m/min}$, 进给量 $f = 3\text{mm/r}$, 加冷却润滑油
现用方法	$V_c = 150\text{m/min}$, $f = 3\text{mm/r}$, 干切, 压缩空气冷却
效 益	在进给量 $f(\text{mm/r})$ 不变的条件下, 干切滚齿比湿切滚齿, 切削速度提高 50%, 缩短了滚齿工时。

法国Erasteel公司有关干切滚齿工艺见表4^[3]。

表4 用 ASP 2052 滚刀高速干切滚齿

齿轮材料	轿车 齿 轮, 27MnCr5 (C - 0.27% , Mn - 1.2% , Cr - 1.2%), 硬度 185HB
齿轮滚刀	PM HSS ASP 2052, 外径 $\phi 107\text{mm} \times 210\text{mm}$ (长)
原用方法	园磨法滚刀, M35 钢, TiN 涂层 $V_c = 78\text{m/min}$, $S = 3.2\text{mm/r}$, 油冷却润滑
现用方法	正体滚刀, PM HSS ASP 2052, TiAlN + MoS ₂ 涂层, $V_c = 160\text{m/min}$, $f = 3\text{mm/r}$, 干切滚齿
效 益	两种方法每次刃磨滚刀能滚切相同数目的齿轮。干切滚齿的生产率几乎加倍, 还不使用冷却润滑油。

普通冶炼HSS-M35和PM HSS ASP 2052, S390的化学成份见表5。

意大利某著名齿轮刀具厂的高速干切滚刀资料见表6。该厂干切高速滚刀在国内已有一个用户。

表5 滚刀用高速钢的化学成份(%)

钢号	C	W	Mo	Cr	V	Co	冶炼方法	生产厂
M35	0.93	6.4	5.0	4.7	1.8	4.8	普通冶炼	各钢厂
ASP 2052	1.60	10.5	2.0	4.8	5.0	8.0	粉末冶金	Erasteel(法)
S390	1.64	10.4	2.0	4.8	4.8	8.0		Boehler(奥)

注: ASP 2052 与 S90 为不同生产厂的 PM HSS 牌号, 其主要合金元素成份实际相同。

表6 意大利某著名齿轮刀具厂的高速干切滚刀数据

齿轮滚刀	PM HSS S390, 硬度 65 ~ 66HRC
涂层	TiAlN, Al/Ti 克分子量比值约 70%, 有的滚刀在此涂层外加 WC/C 涂层。
滚齿速度	$V_c = 180\text{m/min}$, 干切。

瑞士Balzers公司在涂层上的研究^[4]指出, AlCrN涂层在抗磨损及耐氧化方面均优于TiAlN涂层。由汽车厂提供的AlCrN涂层在高速干切滚刀上的应用数据见表7。

经过切削刃口制备的干切滚齿数据（表8），系用飞刀盘单刀头模拟滚齿而得^[5]。

表7 AlCrN 涂层的高速干切滚刀

齿轮材料	16MnCr5 (DIN1. 7131), 低合金渗碳钢
齿轮滚刀	PM HSS, 涂层有 AlTiN 及 AlCrN 两种
滚齿速度	$V_c = 200\text{m/min}$, 干切滚齿
效 益	在滚刀侧刃磨损 $V_B = 0.3\text{mm}$ 时, AlCrN 涂层滚刀可切 4100 件, 而 AlTiN 涂层滚刀只能切 2300 件/齿轮

表8 飞刀刀头模拟高速干切滚齿

齿轮材料	27MnCr5, 硬度 270HB, $m = 2$
齿轮滚刀	$m = 2\text{mm}$, PM HSS ASP 2052, 硬度 66HRC, TiAlN 涂层, 用飞刀头模拟
切削参数	$V_c = 140\text{m/min}$, 滚刀齿顶刃最大切屑厚度 0.3mm ^[6]
刀具寿命	以侧刃允许最大磨损值 $V_B = 0.1\text{mm}$ 衡量, 切削刃刀口半径(未涂层前) $r = 20\mu\text{m}$ 时, 刀具寿命最佳为 80 ± 10 个齿轮, 高于锋利刀口的 20 个齿轮

高速钢刀具刃口制备倒园很重要，特别对涂层刀具。刃口制备一定尺寸园弧后，涂层刀具寿命增加的原因是由于刃口涂层应力的降低。

由重庆机床厂提供日本不二越厂高速干切滚刀 FM340 PM实物, 其参数为: $m1.75$, P.A.20, $3^\circ 29'$, LH, 3IH (3头)。滚刀外径约 $\phi 107\text{mm} \times 130\text{mm}$ (长) $\times \phi 40\text{mm}$ (孔), 14个刀齿。外观呈蓝黑色, 无亮光泽, 实测硬度65.5~65.8HRC。滚刀原料只知为PM HSS, 其化学成份与涂层均有待分析。

2 干切滚刀参数分析

上述7个案例的干切滚齿数据, 可能由于技术保密, 皆不完善。但从每一个案例中, 我们都至少可获取一项有用数据, 再将它们综合在一起, 可得到一个比较清楚和全面的高速干切滚刀技术要求。

(1) 滚刀材料。第3代PM HSS, 可为法Erasteel公司的Dralin™ ASP 2052, 或为奥地利Boehler公司的Micro-clean S390。

(2) 滚刀涂层。多层涂层TiAlN+MoS₂或WC/C。涂层要达到3个目的: 高硬度以保证高的耐磨损能力; 高抗氧化性能以耐高的切削温度; 外表面的低摩擦系数以降低摩擦力和摩擦热。例如Balzers公司有一种叫Bolinit HARDLUBE涂层——TiAlN+W/C, 涂层硬度为3000HV, 对钢材干摩擦系数为0.15~0.20, 低内应力(-) 1.7/(-) 2.0 GPa, 适用温度最高800℃。该涂层适用于重切削、干切削、有高安全制造性能要求的场合。高速干切滚刀的最适宜涂层需进一步与涂层专家商定。

(3) 滚刀的热处理硬度。在采用PM HSS ASP 2052为原料时, 滚刀热处理硬度为65.5~66HRC是合适的, 无需追求最高硬度, 要保持一定韧性。德国Daimler-Chrysler汽车厂认为汽车齿轮大量生产中可靠性是首要的, 滚刀也不采用最高硬度值^[7]。

(4) 滚刀结构。最好采用正体带柄滚刀 (图1)。

(5) 滚刀的切削参数。干切滚刀的切削速度和被加齿轮坯的可加工性有关, 也即与其成份、硬度、组织有关。本文中诸案例在140~

200m/min, 不能简单要求 $V_c \geq 200\text{m/min}$ 。

滚刀进给量应按文献 [6] 科学地选取。考虑到第3代PM HSS的韧性及强度均优于普通M35 HSS, 滚刀刀齿的齿顶最大切削厚度可取文献 [6] 中推荐的上限值, 如0.3mm。

3 滚刀磨损分析

高速干切和湿切 (加冷却润滑液) 滚齿时, 滚刀前面和后刀面磨损是不同的。

根据文献 [2], TiAlN涂层滚刀, 其前刀面经过刃磨, 切削一定数量齿轮坯后, 干切和湿切对滚刀前刀面和后刀面的磨损见图2。从图2a可看到在100~150m/min切削速度下, 后刀面由于TiAlN涂层的效

进给量 3.0mm/r, 滚刀不串刀, 切削长度 60m。

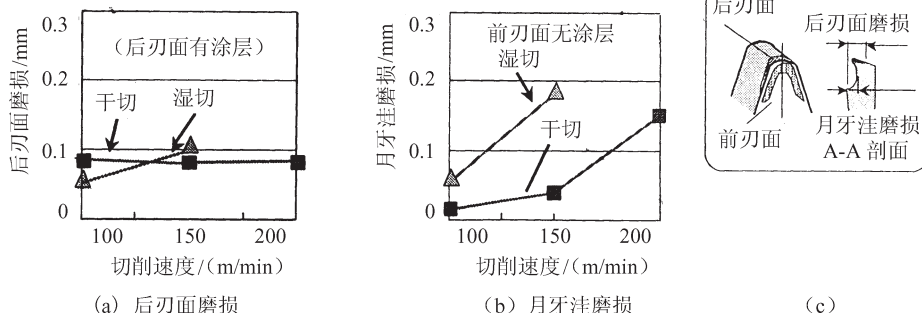


图2 滚刀前刀面月牙洼磨损及后刀面磨损

果, 使干切和湿切的后刀面磨损值相差极微。图2b为前刀面上的月牙洼磨损, 当 $V_c=150\text{m/min}$ 时, 干切的月牙洼深度仅为0.04mm, 而湿切反复加热和冷却, 月牙洼深度达0.18mm, 远大于干切月牙洼的深度。

对此现象的进一步研究见图3。其中上面的3张图所示为在湿切时切屑在前刀面上造成显著的月牙洼;

	滚刀前刀面照片	月牙洼磨损	滚刀刀齿剖面
湿切		A-A 剖面 1mm 0.1mm 	A-A 剖面 10μm
干切		B-B 剖面 1mm 0.1mm 	B-B 剖面 10μm 粘附物 组成成分为 Fe, Si, Mn, Cr

图3 干切和湿切时滚刀刀齿月牙洼磨损分析

下面3张图所示为在干切时可看到切屑的部份物质(工件材料)在高压下结实地粘附在前刀面的浅月牙洼中(图中的粘附物)。右边的剖面图照片也清楚显示了粘附物及其成份组成元素。此前刀面月牙洼中粘附的物质可减少或减缓月牙洼磨损的进度。上述效应使高速干切滚齿在滚齿速度 $V_c=150\text{m/min}$ 得以实现,并成功取代 $V_c=100\text{m/min}$ 的湿切滚齿。从切屑颜色也可判断干切比湿切的切屑温度高得多,切屑在高温下变软,也使高速干切滚齿较容易进行。

文献[2]中也有对TiN, TiCN和TiAlN等3种不同涂层的飞刀单刀头筛选切削试验,结果表明, TiAlN涂层在后刀面抗磨损方面效果最佳。

4 小结

从1993年开始,轿车行业转而采用整体HSS/PM HSS滚刀,在每一次刃磨掉0.2mm后,需再进行TiN涂层。因刃磨后的前刀面需要有TiN涂层,以有效地减少月牙洼磨损,一把滚刀前后要刃磨和重新涂层20次。文献[2]中滚刀已根据涂层筛选结果改为TiAlN涂层,它可比TiN涂层减小约一半的后刀面磨损。干切滚齿的应用又使刃磨后滚刀前刀面(已无涂层)的月牙洼深度远小于后刀面磨损,从而刃磨后无需再涂层。这是文献[2]中介绍干切滚齿的特点,能大大节约刃磨费用,值得进一步验证。

国外在试制高速干切滚刀时,均用单刀头飞刀

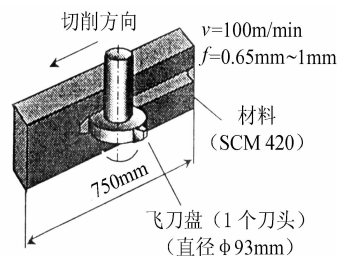


图4 单刀头飞刀盘削试验 (模拟滚齿参数) [2]

盘在铣床上模拟滚刀切削条件入手[2-5],以确定滚刀各参数(图4),值得国内工具厂在试制工作中借鉴,以取代直接用滚刀试验。

参考文献

- [1] Khanfir H. An Overview of HSS Cutting Tools Dedicated to Power-train Manufacturing in Automotive Industry. HSS Forum Conference, 2005
- [2] Yoshimura H. Ecological Manufacturing. HSS Forum Conference, 2005
- [3] Westin L. The ASP Reference Handbook, 2003
- [4] Kales W. Latest Developments and Applications in Coating Technologies. HSS Forum Conference, 2005
- [5] Rech J. Cutting Edge Preparation and Surface Issues. HSS Forum Conference, 2005
- [6] 吴元昌.滚齿进给量的正确选择.工具技术, 2000.V34.No.9: 11~14
- [7] Kleinjans M. HSS Tools in Gear Manufacturing for Commercial Vehicle Application. HSS Eorum Conference, 2005

业界动态

精密慢走丝线切割机床经典防撞保护功能

为了有效避免由于操作失误或编程错误而造成机床的上、下机头与工件发生碰撞,GF阿奇夏米尔开发了ICP智能防撞保护功能。这样,不仅机床能够长时间保持高精度的运行,同时降低了机床的维护和校对成本。

ICP智能防撞保护系统完全内置于运动控制部件(线切割的5根移动轴),当碰撞发生时该系统通过位置双检测装置可检测出极其轻微的异常受力并及时的切断电源,同时通过能量机械吸收系统吸收机械振动并停止机床的惯性运动,从而有效保护被加工工件及电极丝导向系统。

其今为止,ICP智能防撞保护系统是业界中唯一最确定有效的碰撞保护系统。在它的保护下,任何碰撞都不会产生严重后果。机床加工始终处于理想



ICP智能防撞保护系统工作原理示意图

状态之下,不仅确保了持久的精度同时也降低了维护成本。

ICP智能防撞保护系统就如同机床增强了自身的免疫力,这是机床自我保护的一道新的屏障,使得它能够更健康安全的运转。

技术复杂产品研制与综合标准化

中国航空工业第一集团公司 袁 俊

摘 要: 综合标准化是现代产品研制不可缺少的技术基础工作。加强综合标准化对指导促进产品发展具有重要意义。文章结合新产品的研制,探讨了产品综合标准化的工作方法,强调了应树立标准研究、制订、实施和监督一体化的思想来开展这一工作。

关键词: 综合标准化 技术复杂产品 产品研制

Development of technologically complicated products and integrative standardization

Yuan Jun

(China Aviation Industry Corporation I, Beijing 100028)

Abstract: Integrative standardization is an essential work for modern products development. To strengthen the standardization is of great importance to improve development of products. This paper discusses the way to integrate standardization of product in combination with new products development and an emphasis must be laid on the idea of integrating the research, formulation, implement and supervision of the standard.

Keyword: Integrative standardization Complicated products Products development

综合标准化是在传统标准化基础上随着产品系统工程发展而产生的现代化的标准化方法,是系统工程科学在标准化领域具体应用的产物。按照国家标准GB/T12366.1的定义,综合标准化是“为了达到规定的目标,运用系统分析的方法,建立标准综合体,并贯彻实施的标准化活动。”而标准综合体则是“综合标准化对象及其相关要素按其内在联系或功能要求形成的相关指标协调优化、互相配合的成套标准。”标准综合体的标准之间应遵循的原则是:低层次标准服从高层次标准;单项标准服从标准综合体;原材料标准服从零部件、元器件标准;零部件、元器件标准服从成品、装置和整机标准;成品、装置和整机标准服从产品系统要求。

综合标准化的对象是研制周期长、耗资大和技术复杂的产品。它的目标是追求整体最佳效益,即追求系统全寿命周期的最大效费比。其特点是紧紧围绕产品系统要求,按系统工程的原理,对标准化涉及的全部要素进行分析、评价、综合和跨行业、跨专业的全面协调,采用综合计划的方法,有步骤地制订出一整套相互协调的标准规范,建立产品标准体系,满足产品研制要求。对于简单产品来说,实施综合标准化的必要性和意义不大。

20世纪80年代以来,国内在标准化领域逐步开展了综合标准化工作,并且在一些技术复杂产品中应用,取得了一定的成效。在提高产品研制水平技术、质量与可靠性、全面节约资源、缩短研制周期以及加速产品系列化发展等方面发挥着重大作用。

1 技术复杂产品研制与综合标准化

1.1 传统标准化工作存在的问题

在以往的产品研制中,标准的制订是分散、孤立且滞后的,没有发挥标准化在总体方案论证与总体设计上的指导和保障作用。因而总体目标不明确,系统化效果不明显。在产品攻关、技术改造、元器件、原材料和机电产品试制以及技术引进等方面与标准化结合不紧密,也未能及时地把付出巨大代价取得的许多宝贵经验与成果,用系统观点总结、提炼,使其上升为规范和标准,因而“重复研制”的现象一再出现。研制周期长、费用高、效益低,沿袭传统标准化方法是其重要原因。

1.2 综合标准化的目标

把综合标准化作为一项系统工程引入产品研制,按系统工程的逻辑程序,周密计划、精心组织,并与产品研制紧密结合,把综合标准化的对象(产品

研制的最终软硬件产品)及其相关要素(资源、设计方法、工艺、检测、试验和适航等)作为一个系统,运用系统分析的方法,从产品整体可用性优化目标出发,找出影响产品的预期目标(主要性能指标、“三性”、经济性要求、产品寿命及使用维护要求等)的因素,采取环环相扣的作法,通过有组织、有计划地制(修)订和贯彻一整套标准来控制这些因素,确保各项先进性能指标实现,使研制工作有序并实现最佳整体效益(包括技术、经济和社会的)目标。通过新产品基本型研制,带动同类产品研制所需的标准体系的建立。

1.3 综合标准化的方法

综合标准化工作的重要方面,是按照GB12366规定,以新一代技术复杂产品系统为制订标准的主体对象,建立一套满足产品研制要求的标准体系,并按这套标准指导产品研制。为保证系统技术水平和质量水平,要求编制产品系统、产品分系统的综合标准化主体对象相关要素系统表、标准综合体项目明细表及标准综合体项目规划表,简称“三表”。

主体对象相关要素系统表,可按照技术复杂产品系统组成的隶属和配套关系,用方块图的形式描述。横向可分为:成品、装置和整机等。纵向可分为产品系统、分系统、装置或设备、组件等4层。四层以下组合均列入第四层。

项目明细表要列出产品研制中需要制订和实施的各级、各类标准。项目规划表则要详细列出产品系列化发展所需要制订的标准的级别及其制订的时间顺序。综合标准化主体对象相关要素系统表中的每一个主体对象都对应一个标准综合体,即对应一组与主体对象目标和技术要求相适应的、需要制定和实施的标准。每组标准用标准综合体项目明细表列出,包括标准名称、实施标准代号、制定标准级别、时间等。

主体对象相关要素系统表和项目明细表合称“综合标准体系表”。该表是制定产品综合标准化大纲的重要依据,编制综合标准体系表要进行多方案的比较、分析,分层次优化,要组织设计、工艺、试验、使用、管理等部门的专家评审,在反复征求意见和随产品方案进展中不断修改,使之日臻完善。“三表”的构成应以产品对象的“三化”为核心,兼容通用基础标准、专业基础标准、方法标准、工艺标准、“三性”以及安全卫生标准等。在标准的级别上包含了国家标准、行业标准和企业标准。

“三表”真正构成了产品研制的技术基础,同

时也是一个高度集中、工程化、实用化的知识库。这些标准紧密结合新一代产品研制的实践,是指导产品开展综合标准化的重要指导文件,不仅对标准化工作系统,而且对计划、财务和人事等管理部门都具有指导作用。

综合标准化是实现基本型向系列化方向发展的必要条件。在产品研制中,依靠主要硬设备的“三化”,建立适应系列发展的标准综合体,才能实现系列化发展的综合标准化目标,使系统整体取得最佳效益。依靠与其配套的广义软件的“规范化”才能进行移植、组合和改型,实现产品系列化发展要求。综合标准化的实施不仅能有效控制在研产品质量,实现系统优化,而且为后续产品发展奠定新的基础。

2 树立标准研究、制订、实施和检查监督的一体化

在综合标准化工作中,标准的制订是事前有计划地统筹制订和实施的,系统化效果十分明显。通过强化研制阶段的标准化工作,确保以通用的、先进的标准和规范来指导设计、研制和试验。新产品的研制把标准化工作提前到方案阶段进行,要最大限度地选用现有、能满足产品要求的通用标准和规范,这样做最经济。选择的顺序是从高层次的国标到低层次的企标。同时根据产品的特定要求,制订新的规范和标准。

综合标准化要为产品“三化”发展的要求奠定基础,必须根据经济发展对产品的影响、价格趋势以及使用环境条件等与产品主要技术性能指标相协调的原则、设计及其特殊要求、使用环境、主要参数的确定、主要设备及研制规范等,从上向下分层考虑,使其在“三化”方面满足总体性能要求的同时,实现较为优化的配置,这实际就是产品系统的体系结构设计。

那些量大面广的技术基础方面的工作,例如,各种选用手册、通用基础标准选用范围和需要统一化的项目等必须超前或至少与制订产品“综合标准化大纲”同步进行。在此基础上,还需组织编制成品、装置和整机等的标准化大纲,并在实施过程中检验其与“综合标准化大纲”是否相协调一致。

由于标准化大纲是随产品研制任务书上报的纲领性文件,操作性不强,在研制阶段,要成立专门的班子,将其细化,编制实施细则。将设计工作需要统一化的事项,进行详细规定,从而指导产品设

计,提高设计质量。在制订产品、装置、各类硬件和软件的研制任务书时,明确需要执行的标准。要求依据标准,提出环境条件、环境试验以及经济性要求。迫使设计人员去学习和理解标准,并根据对性能、经费和进度要求的综合分析予以剪裁。

要在总体设计中开展综合标准化工作。这期间要权衡产品系统的复杂性、承制单位分布、实际技术水平以及经费、研制周期等诸多制约因素,加强一体化设计。树立局部服从全局的设计意识,处理好强制性和灵活性的关系,以使产品系统的综合性能较优。

产品的总体设计,在充分考虑满足当前性能指标的同时,要留有余量,有进一步扩展的适应性和系列化发展潜力。在总体布局上,要重视一体化设计,统筹考虑装置和设备。不仅对原材料、成品、装置和整机,而且对零部件、元器件及其接口部分,也要进行统一归口设计,从工艺、试验到质量控制等建立起相应的一套标准和规范,以适应产品总体综合效益和发展的要求。

在接口、电源、电子和仪表等装置,以及涂层油漆等选型和统一化的基础上,做好基础元器件、原材料、紧固件、电气安装附件及机电产品等的优选,同时开展各种术语、软件工程化规范、电子组合面板及其控制元件统一化,减震器、电连接器、电线电缆选型和系列化,以及印刷制板尺寸的系列化等等。

计算机的选型必须统一,要靠近国内主流计算机的发展型谱。体系结构要统一,互联方式、通讯规约应符合统一标准。真正做到产品、装置、设备的研制有标准可依,对于部分装置、设备尚缺少指导标准,应尽快制定出来,使整个产品系统标准体系框架逐步形成。

综合标准化直接为产品服务,又较快地转化为通用标准和规范,从而加快产品标准综合体和行业标准体系的发展和完善。“综合标准体系表”中的标准项目和数据庞大,通过建立产品综合标准体系表管理软件库,对其进行适时、准确、快速的动态管理。为使“体系表”更逐完善、合理,使所列标准现行有效。

在产品设计中要运用标准化原理,最大限度地去实现“三化”。它在机械、电气、试验设备、保障设备上的工作量较大。在贯彻标准时,通过不断地修订来确保标准的技术先进、内容完整和相互协调性,并以此作为质量管理的基础。在产品研制过程中,要进行产品标准化评审,作为对标准化大纲检

查和设计审查的内容之一。

产品标准化的评审应邀请用户代表参加,以接受用户对标准化的监督和检查。通过评审,促进标准的贯彻实施,暴露和及早解决标准贯彻中的问题,使标准贯彻实施形成闭环,使标准化与产品设计工作更有机地结合。

3 综合标准化是新一代技术复杂产品不可缺少的基础技术工作

先进的产品必须建立在先进的基础技术之上,必须有相应的研制手段和管理方法,必须有先进的技术基础性工作予以支撑,否则将极大地制约先进产品技术水平的实现。例如:软件开发、计算机辅助设计、质量管理、经济性等。而基础技术要起到对新产品的支撑作用,离不开综合标准化。

以软件开发为例,对于由软件驱动的高度自动化的先进产品系统,如果其软件的规模大,则应运用软件工程化方法进行软件开发,充分考虑与协调规范与管理、方法学、设备与环境问题,确保大型复杂软件开发成功,提高其可重用性、可集成性、可移植性和可追塑性,减少开发费用。

对于软件开发的过程阶段划分、软件工程术语、流程图图形符号、编程语言约定、各种文档编制要求、可靠性、维修性设计、质量保证一直到检定、校准、验收都必须制订一套完整的规范和标准,以确保软件开发有序、配置合理和高可靠性等要求的实现。而起基础技术支撑作用的“标准群”依层次构成了标准综合体的全体。

技术复杂产品技术指标的标准化是综合标准化的核心,在产品研制不断深化的过程中,将其依次转化为系统规范、研制规范,最后细化到各组成单元的产品规范,这些产品专用规范,决定着其技术和质量水平,并逐步实现产品的最佳化。

4 结束语

对于技术密集型产品,直接研制单位可能达数十家,协作单位可达上百家。涉及机械、电子、冶金、化工等多个工业部门,以及人机工程、可生产性、可运输性、包装贮存等专业领域,标准化范围广,协调关系复杂。要想设计先进产品,必须要有一个统一的设计要求,元器件、原材料选用范围和法定标准。因此,加强技术复杂产品系统的技术基础工作,特别是大力推行综合标准化,其意义不容置疑。□

三维空间激光校准取代了一维激光校准

美国光动公司总裁 王正平博士

全球的竞争和质量标准，对机床提出了更高的定位精度、更小的公差及更高的进给率。为了达到这些要求并生产出高品质、高精度的零件，必须要测量机床的三维空间定位精度^[1、2、3]。

20年以前，机床的最大定位误差为丝杆的螺距误差及丝杆的热膨胀误差。而今，上述的大部份误差已被大幅度降低，机床的主要误差转变成垂直度误差和直线度误差。为了达到高的机床三维空间定位精度，机床上的3个位移误差、6个直线度误差和3个垂直度误差都必须进行测量与补偿。用传统的激光干涉仪来测量直线度和垂直度误差是较困难并费时费钱的。通常需要数日停机并要有经验的行家来进行测量。

美国光动公司（Optodyne, Inc.）已为机床三维空间定位误差测量^[4、5]开发了一种新的、革命性的激光矢量测量技术（美国专利6, 519, 043, 2/11/2003）。这种测量方法仅需数小时就可以完成而不是传统激光干涉仪的几天。因此，三维空间定位误差测量和补偿变得很实用，并可达到更高的精度和更小的公差。

意大利的JOBS S.P.A.公司自上世纪80年代一直在制造三轴和五轴高速直线电机驱动的标准机床^[6]。两

年前JOBS公司用光动公司专利许可的激光多普勒干涉仪（LDDM）取代了传统的激光校准设备。结合三维空间定位误差测量技术，或者结合也是光动公司发明的分步对角线测量技术，LDDM使JOBS公司很容易地做到精确的测量，并可以在生产运作发生危机前就察觉到问题。如果零件没有做好，那装配和电气部门就会空等。而如果零件没有加工到规定的公差，则要花更多时间来装配以保证机床能达到所要求的加工精度。

用光动公司的三维空间激光校准设备，JOBS公司花很少时间，几次测量就得到了更完整的数据。使得JOBS公司很清楚地了解机床的误差，以及时地校准这些误差，因而以更有竞争性的价格交付给用户。

分步对角线测量方法使用4条相同的对角线设置，采集12组数据。在测量得到的数据的基础上，3个位移误差、6个直线度误差和3个垂直度误差都能确定。测量得到的定位误差可以用来产生三维空间补偿表，此表可以被上载到Siemens 840D控制器以校准任何定位误差，从而提高了定位精度。



图1 JOBS S.P.A. 公司在五轴高速加工中心上使用光动公司专利许可的激光空间测量技术

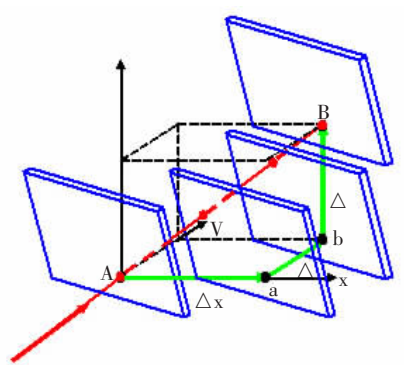


图2 沿激光束方向的分步对角线位移测量及主轴或平面镜的分步移动示意图

JOBS公司报道了用光动公司的干涉仪以及分步对角线测量方法只要很少的几次测量就得到了足够多

的数据，可以非常清楚地显示出机床的状态。JOBS公司非常容易地解决了一些通常难以解决或费时的的问题，诸如装配误差、温度变化引起的误差以及结构产生的问题等，并没有增加装配时间。JOBS公司生产的产品质量越来越好。

而且，用于三维空间校准的分步对角线测量最多需要7次测量，从这7次测量中可了解到大部分误差的类型及大小。JOBS公司已经认定用其来替代传统仪器，而用在装配线上作为光学准直仪、直尺以及花岗石平台。

JOBS公司使用的光动公司的LDDM技术采用了单光束的MCV-500及双光束的MCV-2002从一可移动的靶标上反射回调制过的激光束，带有位置信息的光束被探测到并经过处理用来产生查找表，因而能使控制器补偿误差。由于返回光束没有象传统的激光干涉仪那样对偏移有要求，因此设置非常快。仅需调整二个元件：一个单孔的发射和接受激光束的激光头，一个作为靶标的平面镜。

JOBS公司报道了单光束的MCV-500利用分步对角线测量，只要中断很少装配时间就可以得到三维空间定位误差，因此大大降低了成本。

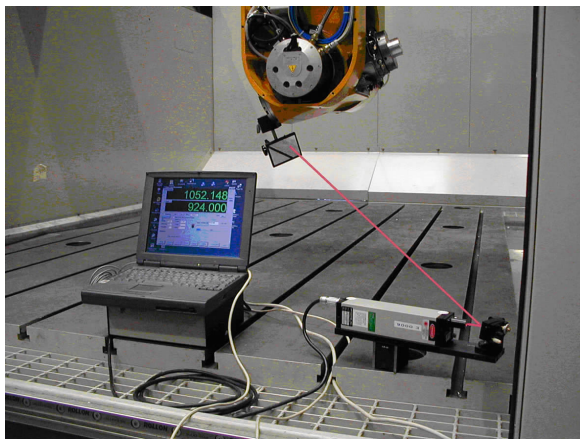


图3 分步对角线测量技术采集了12套数据，可得到所有3个位移误差、6个直线度误差和3个垂直度误差

激光和平面镜安置在主轴和工作台上，沿X轴、Y轴、Z轴分别进行分步交替移动，这样重复一直走到对角线的对角点上。所有三个轴每一步移动后对角线的定位误差就采集到了。这项技术采集了三倍的数据量，并可以测量得到每一轴移动时的位移误差。

靶标移动的轨迹并不是直线，侧向移动是较大

的。而传统的干涉仪不允许这么大的侧向移动，侧向移动大了会因仪器不能工作而测不到数据。而LDDM激光干涉仪使用一平面镜作靶标，平行于镜子的移动不会转移激光束，也不会改变从光源来的距离。因此，测量不会受到影响。

最多可以有四个工作位置的温度传感器连接到自动温度补偿单元。自动温度补偿也对环境因素，如空气温度、大气压力以及机床温度的变化提供补偿。

参考文献

- [1] Methods for Performance Evaluation of Computer Numerically Controlled Machining Centers, An American National Standard, ASME B5.54 -1992 by the American Society of Mechanical Engineers, p69, 1992.
- [2] ISO 230-6: 2002 Test code for machine tools - Part 6: Determination of positioning accuracy on body and face diagonals (Diagonal displacement tests)", an International Standard, by International Standards Organization, 2002.
- [3] Schultschik, R., The components of the volumetric accuracy, Annals of the CIRP, Vol.25, No.1, pp223-228, 1977.
- [4] Wang, C., Laser Vector measurement Technique for the determination and compensation of volumetric positioning errors. Part I: Basic theory, Review of Scientific Instruments, Vol. 71, No 10, pp 3933-3937, 2000.
- [5] Yang, J., Ren, Y., Wang, C., and Liotto, G., Theoretical Derivations of 4 Body Diagonal Displacement Errors in 4 Machine Configurations, Proceedings of the 7th LAMDAMAP Conference, Cransfield, England, June 27, 2005.
- [6] "Laser calibration tightens tolerances", Manufacturing Engineering, p51, December 2005

业界动态

福特等国际著名汽车制造商到 济南二机床考察洽谈

12月17日，福特汽车公司模具设计总监、生产设备工程部经理等一行三人到济南二机床进行了为期四天的参观考察，并就具体项目进行交流洽谈。

近年来，济南二机床实现了快速发展，接连承接众多国内外汽车行业的高端冲压项目，JIER品牌影响力不断提升，受到国际汽车行业的密切关注。除福特外，标志雪铁龙、雷诺日产等国际著名汽车制造商也先后到济南二机床参观考察，商洽合作、供货等事宜。

浅析车床类通用刀具的应用系统工程 与可调刀具技术与工具系统的发展动向

An analysis on system engineering in application of general cutting tool for turning and the developing trends of adjustable tooling technology and system

甘肃火电工程公司 范亚炯, 甘肃兰州通用机械厂 丁亦

摘要: 我国已成为世界加工厂, 但并未完全摒弃加工模式的外延发展之路。机加工行业资源利用强度仍不高, 不同程度地拼人力、物力资源, 浪费严重的现象还普遍存在, 所以应对我国车床类通用刀具的使用现状进行综述, 并系统分析、研究其存在的应用工程上的系列问题与可调刀具技术与工具系统的发展动向, 希望能有效指导改善我国金切加工中普遍存在的问题, 提高资源的利用率。

关键词: 通用刀具 结构功能 接口 可调 工具系统

我国已成为世界加工厂, 但并未完全摒弃加工模式的外延发展之路。机加工行业资源利用强度仍不高, 不同程度地存在人力、物力资源浪费严重的现象。刀具改革的呼声与日俱高, 所以应面对我国通用刀具的使用现状, 系统分析、研究其存在的应用工程上的系列问题与便于实际运用的可调刀具技术与工具系统的发展动向, 才能有效指导我国机加工复杂局面良好运作。

1. 当前通用刀具的使用与市场状况

1.1. 使用状况与问题

我国机加工行业的大多数中小企业, 仍广泛使用的车床类通用刀具, 包括焊接刀具(统计资料表明约占总数的三分之二强)、机夹刀具都是不可调刀具。而适用于大批量生产的通用、标准化的可转位不重磨刀具, 甚至数控车床、加工中心使用的刀具, 除所采用的可转位刀具结构的比率和刀体制造精度、强度较高外与普通车床所使用的刀具区别不大。由于刀具结构尚是上个世纪传统刀具的老标准, 刀头和刀柄的结构与技术未有效集成、使用性能单一, 不符合现代生产快节奏的需要。机加工行业对刀具可调、可调换与可重磨的集约化需求十分迫切, 但

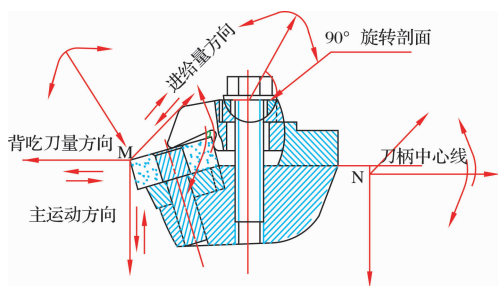
加工条件复杂、品种变化多样、工序集中并尽量复合化的刀具应用工程的系列问题得不到具体的技术指导、厂家的相关服务工作基本脱节或不到位。

1.2. 可调刀具的技术内涵

所谓刀具几何参数可调、刀片可调换与可重磨的集约化需求, 实际是刀头、刀杆及其接口功能与刀头原配件和刀片接口技术的有效集成, 能满足刀具切削部分在三维坐标系内作有限延续与变化, 能满足高效可靠切削的具体要求, 因而不仅要求刀片与刀槽结合强度高, 而且要求刀片有能随刀头绕其刀杆中心线作有限往返运动的可靠功能。因为调整刀刀主偏角且 $\kappa \gamma < 90^\circ$ 时, 刀片上下夹持面可能发生横向倾斜; 在刀片调换与重磨后, 刀片夹持后刀面斜角也可能变化, 所以又要求刀片压板有可靠的能双向同时夹紧的随机性能, 因而要求与其尾部接触的挡板前端结合面有相关的配合功能; 同时要求刀片刃口在背吃刀矢量方向和主运动方向有一定的往返功能, 即能调换、调整因内接圆直径、厚度变化, 在一定范围内, 刃口几何参数相近的可转位刀片的需要; 由于刀片需根据切削合力与主切削力的夹角($19^\circ\sim 65^\circ$) 1 的规律伸出刀台一定尺寸, 与刀垫、刀台共同形成可调整主偏角的变截面组合梁, 所以能满足调整前、后角操作的可操作性与调整主偏角后

的强度要求,同时刀台下底周边曲线也要和调整与重磨的简便性相适应,以致左右切削是不发生干涉。总之,反映刀具硬件技术的刀头与刀杆结构要突破不可调刀具范畴,有所创新并集成服务于刀片几何参数可调并调换的软功能,符合现代刀具“三高一专”的需要。

实践证明:车床类刀具刀头与刀杆一体不利切削部分刃口前后、角的调整,技术含量较低,刀头尾部与夹持部分分离,并借鉴Coromant Capto及HSK等工具系统的先进技术,刀头尾部前段为短圆锥套,后端为与其固连的圆柱套。前端短圆锥套可被固联的后端圆柱套尾部螺纹上的细牙扣紧螺帽拉紧,则使刀头后侧面与方形夹持套前端面紧密配合,并使其前端与圆锥孔与后端与圆柱孔以小过盈配合,既起到良好的双向定位作用,又使配合强度与可靠性进一步加强。且在车床刀架加持力与切削合力的作用下,在弹性极限内可形成一定的光滑非圆表面接触的结合形式(型面结合),以保证刀头有绕刀杆中心线有限往返旋转,且在加持受力后有较高稳定性、可靠性和切削的高精度。只要刀头与刀杆可调技术接口合理、刀具刃口前角 r_n 、后角 α_n 、主偏角 κ_r 的初始角度和调整幅度选取得当,后刀面的不重磨或适量重磨不仅能提高和扩大刀具的工艺加工性能和效益,也能减少因主偏角 κ_r 和法后角 α_n 而不同的可转位刀具的类型和刀片的品种,能为刀具的有效运用与提高效率提供广阔的前景^[4]。因而,刀具可调、可调换与可重磨的集约化问题实际指由刀柄、夹头和切削部分所组成的,整合一定加工条件并优化的工具体系(包括同类与不同类刀片、定位销、压板、调整、夹持元件及相应的刀杆与加持套等构件)。如图所示:



这里不仅要求刀具系统能在高速下进行切削加工,满足包括系统定位、夹持精度及刀具重复定位精度在内的较高的系统精度及刚度条件,还要求切削部分相近几何参数的可调与刀片可转位与可重磨

的操作简便与可靠性。因而,绝不是刀具切削部分“一刀四角”的调整所能解决的简单问题。但问题的研究与解决大部中小企业从财力与人力资源上都力不从心,可能也是事实。

1.3. 不可调刀具技术结构的不足与转位功能的欠缺

由于不可调刀具是切削部分与刀头固连,刀头与刀杆固连的结构,致使其切削几何参数系统庞大、经验性强,系统集成并实现不同工艺系统之间的数据共享的难度较大,从而使提高加工柔性与效益只有重磨技艺的趋向,但导致大部分中小机加工企业对接刀具系统几何参数的选择普遍优化水平不高、浪费严重与环境污染的严重问题,以及可转位刀具适应性较差的局面。可转位刀片及其刀具结构与使用技术充其量是在大批量生产条件下的,刃口几何参数重复与刀片的调换技术、不能满足大多数中小企业多品种、小批量生产可调的集约化性能,其根本原因也在于其结构不能与刀片可调、可转位与重磨功能的相匹配。

据调查:现部分中型机加工企业拥有的各类机床可上百台,但群钻的运用较少、银白屑重切削不多,重磨刀具刃口参数大多为平刃、刃口不到棱、刀尖无过渡刃的现象较普遍。数控机床和加工中心上的高档刀具主要依赖进口产品,但高速切削用量与工艺的复合化程度却不高,所使用的焊接刀具也占1/3左右。对于提高进给速度并采用修光刃进行的大进给加工“Wiper”技术(即用一个短的直线或短的大半径圆弧来联结刀尖圆角和副切削刃,从而降低已加工表面的粗糙度的技术)不熟悉甚至不知晓等,都说明了通用不可调刀具加工技术结构的不足以及可转位刀具功能欠缺的系统缺陷。

2. 可调式刀具技术与工具系统问题

将上述车床类通用刀具的应用系统工程问题提到议事日程,并结合现代切削刀具的各种先进技术,开发先进的可调式刀具技术与工具系统不失为一种加快刀具科学发展的模式。在一些大型机械厂,先进的能用于各种机械加工的Coromant Capto及HSK工具系统在精加工部门不见运用,似乎说明加工中心的刀具选配仅以满足加工点的需求为目的,不考虑刀具的实用性即可调性和可代用性,系统性不强、适应性不高再先进的刀具也难以普遍推广。

2.1. 刀具系统参数及系统刚度的调整优化的必要性

2.1.1. 刀具系统几何参数与系统刚度的调整及单一工艺性能的局限

我国先进的机加工企业，通过进一步提高切削参数来提高生产率的潜力可能已十分有限，应重视进一步提高优化动态刀具几何参数，尽可能提高减少辅助工时的工艺措施与办法的科技含量。因而，为提高加工工件表面光洁度、减缓刀具磨损、并提高刀具使用寿命、选择适宜的切削力，刀具参数及系统刚度的调整优化还是很有必要。因而，大批量流水线上的专用刀具也应突破传统刀具单一工艺性能的局限，把多道工序组合到一道工序里，并结合专用机床开发新的加工方法，提高加工效率和精度，才能起到集约化经营的效应，所以用较少种类的刀具，满足较多种类工件的加工要求，建立包括刀头、刀夹、刀杆和刀座等先进技术单元在内的工具系统应是数控加工的行之有效的措施之一和市场的迫切需求，在这方面“车床类可调式刀具筒式工具系统”（发明专利：申请号 2008100175710）的应用，初步给我们提供了有效的范例。

2.1.2. 工具新材料的进一步研发与重切削

重切削、断续切削、大进给切削的“三高一专”（高精度、高效率、高可靠性与专用化）问题急需进一步完善解决，但不应单一追求工具新材料的进一步研发和生产。例如：重型车削加工与普通加工相比，切削深度大、切削速度低、进给速度慢。加之切削过程中工件平衡差，加工余量分布不均匀，机床某些部件不平衡等因素引起的振动，使调整加工动态不平衡的过程要消耗较多的机动和辅助工时。因而，要提高生产率或机器设备的利用率，就应从增大切削层厚度和进刀量入手，重点考虑切削用量和刀具的选择，改善刀具结构和几何形状，并将刀具材质的强度特点（选用YW类刀具或细晶粒、超细晶粒合金刀具如643等。）考虑进去，才能取得提高切削用量，显著降低机动时间的效应。

由于对刀具的刚性要求较高，结构笨重，装卸困难的整体刀具，被拆卸灵活，动刚度满足加工的机夹可调刀具替代就在所必然。所以，根据重切削的内在规律，将相关的不可调刀具体系进行分解，并将其结构单元，通过对应的接口实现相近几何参数可调功能的并联，进行绿色切削与干式切削才是提高现代刀具重切削技术含量与操作性能的一条有效途径。过度重

视可转位刀具技术适合大批量单一化生产的先进性，不挖掘现有刀具材料的潜力与刀具性能的综合性，只能导致资源消耗高、环境压力大的严重后果。因而，“可调式银白屑重切削刀具”的节约资源与环境友好的属性值得深入研究与推广。

对重切削问题，应设计与制订“切削图形”的灵活性与多样性、刀具几何角度的合理性与可调性与系统刚度的可靠性，以保证刃口相近几何参数随加工条件进行调整，并充分体现切削过程的内在规律，使单一切削区功能的提高（如切削效率、精度、刀具寿命），扩大到整个自动化生产过程的效率提高，是一个不能不面对的问题。所遇到的第一个问题也是在刀具几何参数相近的范围内，开发先进可调刀具便于实际运用的工具系统，可能是适应重切削集约化需求的一条有效途径。

3. 可调刀具技术的服务问题

“刀具几何参数可调不重磨归类分析”一文，根据车床类可调刀具的特点，对其切削同类与不同类材料的几何参数进行了系统的归类分析，并对可调路径给出了简捷优化的说明，证实了实现不同工艺过程之间的切削数据共享是可能和必要的，因而，结合具体的加工条件与工艺标准，对刀具的转位、不重磨、调换、可调性能一体化与随机组合并提供解决方案的服务效率就高、由于能为用户开发新刀具、新工艺作全面服务，所以也是这种工具系统的利润空间和技术优势。

4. 结论

中国工具行业的整体综合实力与发达国家相比差距大是事实，但国情不同、状况不同也是事实。以国外工业发达国家发展工具行业的模式，发展我国的工具行业肯定不适应。所以，车床类刀具必寻求新的发展途径，结合能用于各种机械加工的Coromant Capto及HSK等工具系统的先进技术，面向我国制造业的主要工业部门，也面向机加工行业的大量中小企业，加大对刀具应用系统工程系列问题的研究，开发可调式通用刀具与工具系统技术，将是走集约化、绿色化的科学发展之路，提高刀具技术、加工技艺科技含量与效益，并符合市场需求的有效选择。□

可重构机床模块化设计技术研究

赵中敏

(淮海工学院东港学院实验中心 江苏连云港222069)

摘要: 可重构模块化机床是可重构制造系统的主要组成部分, 其设计方法是实现制造过程可重构的关键。本文对可重构机床的模块化设计方法进行了探讨, 系统分析了可重构机床区别于传统机床的模块化设计特点。阐述了实现可重构机床模块化设计的关键技术难点, 间接勾画了可重构机床的模块化设计理念, 接着论述了可重构机床应着重加强研究的内容。

关键词: 可重构制造系统 可重构机床 模块化设计 技术要求

Research on Modularization Design of Reconstructed Machine Tool

Zhao Zhong-min

(Donggang College, Huaihai Institute of Technology, Lianyungang, 222069, China)

Abstract: Reconfigurable machine tools (RMT) are a promising technology for future machining systems, since they can not only provide customized solutions to the operation requirements, but also are cost-effective and very responsive to the changes of operation requirements. Modularized design of machine tools is a key enabling technology to the modular design methodology of RMT. The article Discusses difficult point of the key technology of realization of the modularization designs of reconstructed machine tool, and drafts the modularization design conception of reconstructed machine tool indirectly, and finally makes several suggestions for developing re-configurable machine tool in China

Keywords: Reconfigurable manufacturing system; Reconstructed machine tool; Modularization design; Requirement of technology

引言

可重构制造系统 (Reconfigurable Manufacturing System, RCMS) 是为了快速而准确地提供响应新的市场需求所需的生产能力和生产同一零件族内的新零件所需的制造功能, 从一开始就设计成可面向系统级和生产资源级快速而又有竞争力的成本重构的制造系统。生产资源级的重构主要包括对可重构机床、可重构机器人、可重构传送带等的重构, 而其中最重要、最基本的可重构生产资源是可重构模块化机床。现有的制造系统主要有二类: 一是主要使用专用机床 (Dedicated Machine Tool, DMT) 的专用制造线 (Dedicated Manufactueing Line, DML), 生产线TL是DML的主要形式;二是主要设备是CNC机床的柔性制造系统 (Flexible Manufacturing Systems, FMS)。因此,

在现代制造业中, 承担车削、铣削、钻削、磨削、切断等操作的典型机器是DMT机床和CNC机床。

在生产线上, 零件从原材料开始依次经过一系列DMT被加工。在DMT中, 多把切削刀具在零件上沿着固定的方向进行不同的操作, 然后零件被送到下一DMT加工, 直至加工过程完成为止。因此, 在生产线上, DMT是面向专门的操作需求定制设计的, 虽然它所需的资源少, 成本低, 而且其性能好; 但一旦所加工的零件变化, DMT不能以有竞争力的成本转换机床本身的功能以适应加工新零件的需求。这是生产线不适合于生产多种零件的主要原因。

在FMS中, 主要加工设备是CNC机床。CNC机床控制一把可沿着几个运动轴运动的刀具, 因而它可加工多种零件; 但由于CNC机床是在明确机床的操作

需求之前就设计好的,因此在加工每一个零件的过程中,并非其所有的运动轴都被利用,这就使它包括了一些对某一操作需求是多余的功能,从而浪费了资源。这是FMS让用户承担了某些他本身并不需要的制造能力的费用的重要原因之一。

DML和FMS的固有缺点都与其加工机床有关。正如可重构制造系统综合了DML和FMS的优点一样,可重构机床必须具备DMT和CNC机床二者优点。因此,利用模块化的概念,采用DMT的方法、围绕零件族设计机床并使用CNC技术驱动机床是设计可重构模块化机床 (Reconfigurable Modular Machine Tool, RMMT) 的可行方案。

一、可重构机床的模块化设计特点

可重构机床与普通机床的主要区别在于其具有模块化结构和可重构能力,即能够通过对机床组成部件或模块的重组与更替,调整其加工功能和某些性能,及时、高效地满足被加工零件的各种变化需求。同时这也为机床部件在其寿命周期内反复重用,最大限度地实现设备改造、更新的节约化、高效化提供了一条有效途径。可重构机床的特点决定了它必须采用模块化设计。模块化机床的概念早已提出,并在组合机床等系列化通用机床的设计中得到应用。但与传统的机床模块化设计相比,可重构机床的模块化从设计概念、设计原理到具体设计方法都有所区别、有所发展,具体体现在以下几个方面:

1. 模块化概念更广

传统的机床模块化设计主要是针对机械部件的模块化,而可重构机床的模块化除了机械零部件以外,还包括控制系统的硬件模块化,控制软件的模块化以及各种辅助工具的模块化。

2. 设计原理有所拓展

传统机床模块化的本质是基于几何相似性、物理相似性的成组性,模块间的组合性表现为相对固定的拓扑结构;而可重构机床的可重构性是对传统成组性的进一步拓展,不仅考虑了几何、物理的相似性,而且考虑了几何/物理相似性的拓扑性,以及基于组合拓扑概念的广义相似性,而且引入了极为重要的模块特性—接口(界面)整合,以实现模块集成的“相乘效果”。

3. 模块化设计的目标定位不同

传统的模块化机床设计面向的对象是机床设备制造厂,目标是机床设计、制造中的系列化、组合化,以实现机床产品对市场的快速响应;而可重构机床模块化设计服务的对象是机床的最终用户,目标是使机床作为一种制造资源在其整个寿命周期内的使用功能与性能的组合化、柔性化,以实现整个制造过程对产品市场的快速响应和制造成本的节约化。

4. 模块化设计的方法不同,具体表现为

(1) 模块的划分与功能设计方面 传统机床的模块设计追求机床产品的系列化、通用化,往往模块化级别很低,造成模块组装复杂,这不利于可重构机床的重构操作性。通常,可重构机床模块的划分与功能设计应遵循“特性原则、典型部件原则和独立性原则”,即设计的模块在功能上能反映机床的加工特性,如功率、行程、精度等级等,范围应包括机床的典型结构部件,在此前提下,尽量减少模块的功能分级,提高模块的独立性、自治性,以减少模块之间的功能交叉,改善现场重构的操作性。

(2) 模块的结构设计与接口设计方面 模块结构设计的一个重要内容是接口设计,它直接关系到模块组合集成的操作性和可靠性。传统的机床模块化设计,由于其固定的拓扑结构,模块间的接口往往是专用的、固定的,制约了模块间的组合性。可重构机床的模块化要求机床结构的拓扑性和模块全寿命周期的重用性,因此特别强调模块集成的接口“相乘效应”,注重模块接口的规范化设计与研究,包括各种接口形式(机械接口、动力接口、控制接口)的标准化,机械接口界面的静、动力学特性的分析与评价,以及基于接口的模块装配精度保证手段与方法等。

(3) 模块的综合与集成方面 为客户提供客户化的功能柔性,突出通过模块的重构迅速满足零件加工的某些变化需求,因此可重构机床的模块重构与集成不仅包括基于传统组合性的模块集成方法,如通过调整运动模块的大小规格以适应加工零件尺寸的变化;通过采用具有不同加工速度和加工能力的主轴模块提高零件的生产率;还进一步拓展了基于组合拓扑性的模块集成方法,特别是通过对机床运动模块的重构调整机床的联动轴数,以适应加工零件在几何复杂性方面的变化需求。

5. 控制系统的模块化与开放化

与机床结构的模块化、可重构相适应,可重构机床的控制系统也应采用模块化硬、软件并具备控制功能的可重构。控制系统的模块化设计必须基于开放式系统体系结构,以标准化的操作系统为支持平台,将系统的控制软件组织成相应功能模块,存放在模块库中。当系统控制功能需随机床重构发生变更时,针对不同的要求,由系统集成工具选用相应的控制模块,通过开放式控制系统平台的通讯系统进行集成,形成具有特定功能的机床控制系统。这也是实现机床重构的关键技术之一。

二、可重构机床模块化设计的关键技术

制造系统的重构,实际上就是功能、资源重新映射的过程,实现制造系统可重构性的关键技术,应从以下几个方面考虑:

1. 硬件模块化与界面标准化

硬件模块化设计包括功能模块的合理化分和模块之间机械界面的通用化和标准化设计。正确合理的模块划分可简化设备结构,降低设备重构频率,提高模块之间的精度匹配,减少重构操作的工作量,美化设备的外观。另外,可重构功能模块的标准化也极其重要,只有实现标准化,才便于组织专业化的大规模生产,实现不同厂家模块的互换。

可重构制造系统要真正得到广泛的应用,设计时必须考虑各种模块的界面标准化。界面的标准化研究主要包括以下内容:界面结合精度、稳定性和可靠性、界面的标准化、模块更换的快速性和方便性,现存标准并不是建立在重构的基础之上,因此,它们只能在界面标准化设计时提供一些基本的原则和策略,以供参考。

2. 信息平台重构集成技术

制造系统的可重构性需要信息平台可重构的支持。如果信息平台是僵化的结构,制造系统的可重构性是不能实现的。制造系统重构不但要求信息平台本身能根据需要进行快速的重组,而且为了最大限度地利用已有的生产资源,还需要用科学的方法全面描述生产资源信息。

(1) 基于软构件的信息平台

整个信息平台应当用模块化设计方法,并应用

软构件的思想支持软件重构,允许应用模块方便地在信息系统内插入和拔出软构件。软构件是可重用的软件单元,可以用来构造其它软件,软构件相当于硬件系统中的零件或元器件,可以被灵活地重用。采用软构件思想进行信息平台的设计时,应严格按照CORBA规范和COM DCOM标准,并采用科学的软件系统设计方法和软件系统集成封装方法。

(2) 遗留系统的构件化封装

企业在不同历史时期积累的大量信息和现有应用系统,通常称为遗留系统(legacysystem);信息系统重构的一个重要问题就是集成。遗留系统、遗留系统的对象化分装是实现企业可重构的信息集成的关键之一。其核心内容就是将遗留系统根据功能划分,封装为可重用重构的软构件对象如组件、构件、功能体、自主体、智能代理等。当选用CORBA规范标准以及ORB对象总线,作为信息重构集成的规范标准时,基于CORBA的遗留系统的封装能满足任意现有的和将来的客户要求,方便地进行系统的重构。

(3) 层次资源信息模型

制造系统的重构,可以看成是任务的分解、资源的选取、任务的分配和资源的调度等问题的解决过程。因此,在制造系统的重构过程中,制造资源信息的表达是十分关键的。制造资源的分布、资源的拓扑结构、生产能力和状态等信息都是系统进行重构的重要依据,资源信息模型的建立是实现制造系统快速重构的基础;对此,可采用支持可重构的,基于面向对象方法OOM和STEP标准的制造资源信息模型表达方法。

3. 过程诊断技术

可重构制造系统运行性能保障,比传统的制造系统要求更高,由于系统运行中的斜升效应、劣化效应和其他因素与效应的影响,使可重构系统的运行性能在寿命期内呈现复杂的状况。为了保证可重构制造系统的可行性和效率,缩短斜升期和劣化期,必须研究系统运行性能的测度和评价,实施科学的过程诊断技术,即过程中的可诊断性问题。过程可诊断性定义为:对制造系统运行性能的跟踪和为原因查找、诊断和控制提供有效信息的能力。过程诊断技术是实现系统重构的关键技术,它保证系统在运行过程中具有良好的缺陷和故障诊断能力;可重构制造系统的过程诊断技术,必须适应具体的制造活动。

四、可重构机床的关键技术研究

可重构机床的研究和应用与一般金属切削机床和模块化设计之间有相同之处,但在研究内容和研究方法上也有很多差异。可重构机床的研究应集中在以下几个方面:

1. 机械界面研究及其标准化

模块化设计主要包括两项内容:模块的划分、设计和综合;模块之间机械界面的通用化和标准化设计。模块化设计理论已经出现了几十年,但在实际中一直没有得到广泛应用。究其原因,主要是机械界面部分研究得很不够,人们往往将注意力集中在模块的划分、设计和综合方面。事实上,模块化设计能否得到广泛应用,与机械界面的设计和标准化关系极大。如果不同厂家生产的功能模块不能快速互换,模块化设计就只能局限在某一特定企业的产品上。对于可重构机床,由于重构的频率极高,如果不能实现模块之间的快速高精度互换,可重构机床就没有任何实际意义。可重构机床的机械界面主要分为两大类:界面之间没有相对运动,界面之间存在相对运动。界面的研究主要包括以下内容:界面结合的精度、稳定性和可靠性;界面的标准化、模块更换的快速性和方便性。此外,作为可重构制造系统的一个功能单元,还应研究可重构机床与可重构制造系统其他部分的界面及其快速互换性。

2. 重构策略研究

虽然可重构机床的设计应该满足频繁重构的需求,但重构毕竟是个相当费时费力的过程,重构的精度和可靠性也或多或少会受到一些影响。因此,应采取一定的策略尽量减少重构次数,同时还应尽量避免对主要结构的重构。可重构策略的研究可以从以下几个方面去着手:从可重构机床加工对象的设计和成族方面(基于可重构机床的产品设计)、从功能模块的划分和综合方面、从功能模块的结构设计方面、从可重构制造系统的调度方面。

3. 模块的划分、综合及标准化

如何正确划分功能模块是可重构机床的主要研究内容之一。正确合理的模块划分可以简化机床的结构,降低机床的重构频率,提高模块之间的精度

匹配,减少重构操作的工作量,美化机床的外观。另外,可重构机床功能模块的标准化也极其重要,只有实现标准化,才便于组织专业化的大规模生产,实现不同厂家模块的互换。

4. 可重构机床的功能研究

可重构机床的主要特征之一是结构简化并无冗余功能。因此应对其功能展开研究。目前的数控机床被设计成“万能型”,它的硬件和控制软件功能非常齐全,造成大量的功能冗余,增加了系统的复杂性。对功能开展研究的目的是通过模块的合理划分,使得机床只拥有必需的功能,这样可以大大简化机床的结构,提高系统的精度、可靠性和工作效率。在控制系统和软件方面,需要突破目前数控系统大而全的概念,采用模块化的结构,在重构时只配置必要的控制模块。

5. 可重构数控系统研究

与组合机床不同,可重构机床必须能够适应不同的加工对象。为了提高机床的自动调整水平,可重构机床必须应用数控系统。在传统的数控系统中,为了广泛适应不同的加工对象,它必须提供所有的功能,尽管有些功能可能从来没有被使用过。相反,可重构机床在其工作状态下不允许出现冗余功能。因此,必须对可重构数控系统进行研究,当机床被重组时,仅仅选择必需的控制模块即可。这样的数控系统具有结构简单、可靠性高、使用方便等特点。需要说明的是,可重构数控系统与传统的模块化数控系统并不是相同的概念,尽管可重构数控系统在系统结构上也是模块化的。

6. 新技术在可重构机床中的应用

在可重构机床中,必须引进各种新技术,例如直线电动机技术、滚动导轨技术等。这里需要特别强调直线电动机技术在可重构机床中的应用。利用直线电动机技术,取消了一切传递环节(即所谓的零传动),可以极大地简化机床的结构,便于模块的重新组合和调整,非常适合于可重构的特点。

7. 可重构机床的计算机信息管理

与一般的模块化机床不同,可重构机床在出厂时必须伴随重构技术说明和一定数量的备用功能模块,这些信息应该由计算机管理起来。另外,为了

减少用户的技术投入和资金占用,应该成立地区性的可重构机床功能模块存储中心,具体负责本地区所有可重构机床的管理工作,并协助企业完成机床的重构。因此,必须开发相应的计算机管理系统(包括模块的仓储管理、重构信息管理、用户管理、重构过程中的仿真、可重构数控系统的管理等),为制造企业提供周到的服务。

参考文献

- [1] 齐继阳,竺长安等.可重构制造系统及其关键技术[J].组合机床与自动化加工技术,2005(6):31—35
- [2] 罗振壁,盛伯浩等.快速重组制造系统[J].中国

机械工程,2000,11(3)

- [3] Y. Koren et al. Reconfigurable Manufacturing System [J]. Annals of the CIRP, 1999, 48 (2)

- [4] 罗振壁,于学军等.可重构性和可重构设计理论[J].清华大学学报,2004(5):577—580

- [5] 张晓峰.可重构智能制造系统的基础研究[D].南京航空航天大学,2001(5):60—65

- [6] 赵中敏.模块化设计在现代机床中的作用[J].精密制造与自动化,2006(1):23—25

作者简介:

赵中敏(1974、12-),男,汉族,江苏连云港人,淮海工学院东港学院讲师,主要从事机械设计理论、机电一体化技术与系统方面的研究与教学工作。发表论文29篇。

2009 年总目录

General Contents in 2009

	期-页		期-页
2008 年中国机床工具工业十大新闻	1-28	Application of high speed machining in aviation	
预祝第十一届中国国际机床展览会圆满成功	2-23	复合机床的最新技术研发	3-59
中国机床工具工业协会总干事长吴柏林献词		The latest developed technology of compound machine	
Wish CIMIT2009 a complete success		数控机床人体工学设计理念及其发展趋势	4-34
中国机床工具工业协会当值理事长陈永开贺词	2-24	Ergonomical design concept for CNC machines and its developing trend	
中国机床工具工业协会轮值理事长张志刚贺词	2-25	机床与智能机器人的融合	4-37
中国机床工具工业协会轮值理事长许郁生贺词	2-26	Integration of intelligent robot and CNC machine	
中国机床工具工业协会轮值理事长关锡友贺词	2-27	依靠技术创新推动制造业发展	4-39
中国机床工具工业协会新一届理事会领导选举产生	4-21	Technology innovation advances manufacturing	
New Board of Directors of CMTBA		数控高效放电铣加工技术	5-45
专题报道 Special Report		CNC efficient EDM milling technology	
冷静面对金融危机, 开创机床工具行业新局面	1-66	适于高速高精密机床的测量和数控系统的最新发展	5-50
坚定信心, 抓紧机遇, 增强“四力”保持发展	1-68	Development of measurement and NC system for high performance machine tools	
制造技术与装备领域三十年来的四大质变	1-72	工程陶瓷的高速深切磨削	5-57
金融危机带来的挑战和机遇	3-42	High speed and deep grinding of engineering ceramics	
陈建国副司长嘱托机床协会: 要做好振兴规划实施的		重大科技专项 Priority Project of Scien-Tech	
参谋和服务工作	3-49	深入调研, 把握市场需求脉搏	1-64
全面落实三年振兴规划, 加快机床工具行业调整和振兴	3-50	船舶工业现代化, 机床工业迎来新挑战和新机遇	2-107
乘国家两会东风解决好机床行业的三大焦点问题	3-55	Modernization of shipbuilding industry: A new challenge and opportunity to machine tool industry	
机械加工领域三十年来的四大质变	3-56	国务院常务会原则通过装备制造业振兴规划	2-135
抓住机遇推进装备制造业技术水平和竞争力提升	4-26	展览会信息 Exhibition	
正视危机 积极应对 调整升级	4-30	从第 24 届日本国际机床展览会 (JIMTOF2008) 看日本机床工业的发展	1-30
奋战六十年 我国机床工业进入世界前列	4-42	国内外厂商踊跃参展, CIMIT2009 筹展工作顺利	1-37
Progress of China's machine tool industry in past 60 years		机械制造前瞻性技术国际论坛筹备就绪	1-39
机床行业企业积极采取措施应对金融危机	4-48	全面开展“CIMIT2009”展会观众组织工作提高展会质量和效果	1-41
机床工业价格战之弊端	4-50	CMTBA 牵手众多媒体, 强化 CIMIT2009 宣传攻势	1-43
中国机床工业六十年发展中的主要经验教训	5-64	CIMIT2009 展品预览 (二)	1-44
快速发展的中国重型机床制造业	6-47	面对世界金融危机, CIMIT2009 展会亮点更显夺目	2-60
Rapid developing heavy duty machine manufacture in China		充满希望和信心的 CIMIT2009 展会	2-61
机床综合在制造服务模式及实践	6-50	九大行业振兴规划促进机床消费增长	2-62
Serve mode & practice of machine tool comprehensive reconstruction		CIMIT2009 展会十项内容丰富的配套活动	2-64
浅谈机床制造企业中长期发展规划的编制与实施	6-54	CIMIT2009 展品预览 (三)	2-65
在金融危机下中国装备制造业发展的思考	6-57	Preview of exhibits to be shown at CIMIT2009	
The way to promote China's equipment manufacturing industry under the world wide financial crisis		CIMIT2009 展会取得圆满成功	3-21
论坛 Forum		CIMIT2009 won great success	
绿色生态机床	2-50		
The Green Eco-Machine Tool			
论高速数控加工在飞机零件制造中的应用	2-55		

齿轮加工机床 CIMENT2009 精彩纷呈	3-27
从 CIMENT2009 看国产重型数控龙门机床产品的快速发展	3-33
CIMENT2009—AMADA 展示了综合解决方案	3-38
吉特迈集团在北京中国国际机床展上取得成功	3-39
博世力士乐携技术先进产品亮相 CIMENT2009	3-40
济南二机床自主创新成果参展 CIMENT2009 获好评	3-41
CCMT2010 是一届不宜缺席的展览会	4-52
从 CIMENT 展会看机床行业发展	4-53
波兰波兹南国际机床展览会 (ITM Polano) 概况	4-56
第十一届中国国际机床展览会夹具展品评述	4-57
从 CIMENT2009 看数控龙门镗铣床及其市场的发展	4-62
CCMT2010——相聚南京	5-19
展示自主创新成果 推动产业振兴升级	5-23
CCMT2010 展会高层论坛锁定创新发展	5-24
从 CIMENT2009 看机床功能部件及配套件的发展	5-25
CIMENT2009 特种加工机床评述 (1)	5-29
危机中看 CIMENT2009 展 群星荟萃话复合机床	5-36
CIMENT2009 展览会量具量仪展品评述	5-40
EMO 米兰 2009 参观、考察记行	6-19
Review of EMO MILANO 2009	
CCMT2010 展品预报	6-23
CIMENT2009 展览会刀具展品评述	6-25
机床发展的关键在于创新	6-33
Innovation is the key to machine tool development	
CIMENT2009 特种加工机床评述 (二)	6-39
CIMENT2009 光栅位移传感器展评	6-43

产销市场 Production & Marketing

2008 年机床工具行业经济运行分析	1-75
Analysis on Economics of China's Machine Tool Industry From Jan. to Nov. 2007	
济南二机床高档重型数控镗铣床出口国际市场	1-77
尽管全球经济动荡, 2008 年欧洲机床工业仍实现增长	1-77
2008 年机床工具待业经济运行分析	2-110
Analysis on economic situation of China's Machine tool industry in 2008	
2008 年机床工具行业进出口分析	2-113
Analysis on import & export of machine tool products in 2008	
稳定外贸增长, 力保经济增长出口退税率调整再出重拳	2-117
2008 年中国机床市场继续居推动世界机床增长的发动机地位 ...	2-119
2009 年第一季度中国机床工具行业经济运行分析	3-64
济南二机床与比亚迪股份有限公司签订战略合作框架	
协议暨 16 条冲压线、开卷线购销合同	3-67
2009 年 1~5 月中国机床工具行业经济运行情况分析	4-69
Analysis on financial statement of China's machine tool industry in first 5 months in 2009	

美国机床消费前景不容乐观	4-71
2008 年日本机床行业经济运行情况	4-72
意大利机床工业 2008 年生产出口及 2009 年预测	4-73
值得关注的东欧机床市场	4-74
2009 年世界机床行业运行情况综述	5-72
进口下滑收窄 出口跌势减缓	5-76
2009 年 1-6 月份机床工具行业固定资产投资及其资金来源分析 ...	5-78
2009 年三季度中国机床工具行业经济运行情况分析	6-60
Analysis on economical trend of machine tool industry in China in Jan.-Sep., 2009	
联盟应诉: 面对反倾销的明智选择	6-63

经贸要闻 Economic & Trade Focus

China-ASEAN "blue economy" Cooperation accelerating	1-78
中国与东盟“蓝色经济”合作提速	
China, Singapore sign free trade pact	1-78
中国与新加坡签订自由贸易协定	
Wind power industry expands quickly	1-79
中国风电产业快速扩张	
China approves founding of Qingdao Qianwan Bonded Port Area ...	1-80
中国批准设立青岛前湾保税区	
Guangzhou Bonded Logistics Zone passes state appraisal	1-81
广州保税物流园区通过国家验收	
UN's direct purchases from China hit US\$141 million	1-81
联合国从中国直接采购 1.41 亿美元	
Top 500 Enterprises Published	1-82
2008 年中国企业 500 强评选揭晓	
Foreign enterprises increase investment in China to avoid risks ...	1-82
外资企业增加在华投资规避风险	
China, Peru conclude FTA negotiations	2-121
中国与秘鲁结束自由贸易区谈判	
Construction of Japan's biggest investment project in China starts	12-21
日本在中国最大投资项目动工	
3M to continue to invest in China	2-122
3M 公司继续投资中国市场	
Foreign enterprises increase investment in China to avoid risks ...	2-122
外资企业增加在华投资规避风险	
Ten major tendencies of China's macro policies for 2009	2-123
2009 年中国宏观政策十大取向	
Analysing changes in China's economic development	
in new round of investment	2-124
从新一轮投资看中国经济发展的变化	
Chinese companies formally join Airbus A350 manufacturing ...	3-68
中国公司正式参与空客 A350 制造	
First inland bonded port area established in Chongqing	3-68

重庆设立中国首个内陆保税港区	
Public Announcement on Implementing Preferential Import Tax Policies	3-69
进口税收优惠政策相关招待问题公告	
Public Announcement of Ministry of Finance, General Administration of Customs and State Administration of Taxation of PRC	3-70
中国财政部、海关总署、国家税务总局公告	
Yunnan province report hefty growth of foreign investment	3-71
云南省吸收外资大幅增长	
China publishes auto industry rejuvenation plan	3-71
中国出台汽车产业振兴规划	
China's Import and Export with Major European Countries during December, 2008	3-72
2008 年 1-12 月中国对欧洲主要国家贸易统计表	
China publishes major economic statistics for 2008	4-65
中国发布 2008 年主要经济数据	
China introduces seven measures to ensure foreign trade growth ...	4-66
中国采取七项措施保外贸增长	
China adjusts import and export tariffs	4-67
中国调整进出口关税税则	
Biggest Sino-USA energy cooperation project kicks Off	4-68
中美最大能源合作项目开工	
China, SEAN to realize zero tariff in 2010	4-68
2010 年起, 中国东盟将实行零关税	
China, Peru sign free trade agreement	5-68
中国秘鲁签署自由贸易协定	
China, Indonesia sign currency swaps agreement	5-69
中国和印度尼西亚签署货币互换协议	
Foreign retailing chains achieve steady sales growth	5-69
外资连锁企业在华销售稳步提升	
CDB signs memorandum of understanding on cooperation with IDB	5-69
中国国家开发银行与美洲开发银行签署合作备忘录	
Central China city issues policies on further opening to outside world	5-70
中国中心城市武汉出台系列政策扩大开放	
China's import and export with major European countries during January-May, 2009	5-71
2009 年 1-5 月中国队欧洲主要国家进出口统计	
Foreign investors accelerate investment	6-66
外商在华投资出现提速迹象	
Major sectors of industrial production warm up	6-66
中国主要工业行业加快回暖	
Analysis of China's import and export in Jan.-Aug.	6-68
中国 1-8 月进出口分析	

Patent application grows 23.1% in first half	6-70
上半年中国专利申请增 23.1%	

企业风云 Enterprise Features

高技能“蓝领”挑大梁	1-86
威勤将成为中国球栅尺的重要供应商	1-89
冷静应对金融危机, 抓住机遇促发展	2-130
英国克朗菲尔精密工程公司	2-131
Cranfield Unit for Precision Engineering (CUPE)	
十年磨一剑锋正刚	3-73
坚持技术改造自我武装打造一流装备制造基地	4-78
塑造优秀企业文化, 打造国际知名品牌	4-81
北京第一机床厂立志成为具有全球竞争力的机床制造与服务供应商	5-83
四川长征机床加强技术创新能力建设	5-85
SECO 转型全球刀具系统解决方案供应商	6-87

相关产业 Correlative Industries

技术复杂产品和知名品牌系统工程管理模式思考	1-90
On managing mode of system engineering for complicated products and well-known products and brand	
柔性制造技术决定汽车工业的未来	3-76
Flexible manufacturing technology and auto industry	
自动铺带机/铺丝机 (ATL/AFP) ——现代大型飞机制造的关键设备 (上)	4-85
ATL/AFP-The key machine for manufacturing of modern large airplane (A)	
大口径直缝埋弧焊管制造技术	6-71
Longitudinal SAW pipe manufacturing technology	
自动铺带机/铺丝机 (ATL/AFP) ——现代大型飞机制造的关键设备 (中)	5-90
The ATL/AFP-The key machine for manufacturing of modern large airplane (B)	
Longitudinal SAW pipe manufacturing technology	
自动铺带机/铺丝机 (ATL/AFP) ——现代大型飞机制造的关键设备 (下)	6-78
The ATL/AFP-The key machine for manufacturing of modern large airplane (C)	

数控与软件 CNC & Software

FANUC 18iT 系统在高精度车削中心上的应用	1-83
Application of FANUC 18iT in high precision turning center	
国产数控系统行业应对世界金融危机研讨会在北京召开	1-85
高档总线式数控系统基础关键技术取得重大突破	4-83
A significant progress on key technique of CNC system	

	期-页
控制软件产业化是数控产业化的关键	6-84
Software is the key of CNC industrialization	

制造业信息化

机床制造企业 ERP 的应用与实施	5-87
-------------------------	------

功能部件 Key Components For CNC Machine Tool

绝对式位移传感器和双向数字接口	2-127
Absolute displacement transducers and bidirectional digital interface	
数控机床用刀具和量仪技术现状及发展	3-83

产品与技术 Products & Technology

数控飞机大梁铣床摆架定位精度检测	1-94
Rocket frame positioning accuracy testing for NC summer beam milling machine	
数控机床的精度与温度	1-96
The relationship of machine's working accuracy with it temperature	
浅谈滚珠丝杠在机床设计中的选用	2-133
How to select the ball screw in machine tool design	
机床主轴箱体孔基准标注的选择	3-89
Reference mark of the bore in spindle headstock	
中外陶瓷磨具技术比较分析	3-92
Comparative & analysis on domestic and foreign ceramic abrasive technology	
谐波齿轮的齿形研究和发展概述	4-91
齿轮成型磨削的分度补偿技术研究院	4-93
Research on error compensation for dividing mechanism of the gear form grinding	
追踪先进技术, 提升自我产品竞争力	5-96
微水刀激光加工技术及应用	5-98
Laser microjet technology and its application	
高精加工中的刀具夹持技术	5-100
Tool holding technologies for high-precision machining	
针对高速加工的新材质等级设计	6-89
Design of carbide tips coating for high speed machining of new materials	
孔加工趋向于深、快速和干切削	6-92
Holemaking trends toward deep-hole drilling, fast and dry cutting	
精密测量技术的新进展	6-96
New progress in precision measuring technology	
弧面分度凸轮在卧式加工中心上的加工厂	6-99
Machining of indexing cam with arc face on horizontal machining center	

讲座 Seminar

	期-页
精益生产管理 (十一) 如何实施精益——6 σ 管理	1-99
Lean production and management (Part 11): How successfully implement lean——6 σ management	
精益生产与管理 (十二): 丰田生产方式的最新发展	3-97
Lean production and management (Part 12): The new Toyota production system	

欧洲生产工程 (EPE)

适用于所有材料的切削油	1-106
A cutting oil suitable for all materials	
坚固耐用的直接测量系统	1-107
Robust system for direct measurements	
瑞士 HRC 精密辊式矫平机	2-138
HRC Roll Leveling Report	
Balluff 新型 M8 传感器集线器	2-140
New: Balluff sensor hubs for M8 sensors	
Balluff 新型 BOS 50K 漫射传感器	2-140
New: Balluff BOS 50K diffuse sensor	
专门应对难加工情况的机床	2-142
Specializing in hard cases	
IonBond 的用户解决方案	2-144
IonBond's customizing solution	
PWB 系统公司新型刀预调仪	2-146
New Tool Presetter from PWB System AG	
快速跟踪非标准刀具	2-148
Fast track to the non-standard tool	
飞机机架零件的高速加工	2-150
Rationalization in airframe manufacture	
冷却液系统的节能潜力	2-154
Potential Savings in the Coolant System	
硬加工对机床的要求	3-106
Standing up to the Hard Stuff	
百超成功参展 CIMIT2009	3-108
改进加工技术应用于新领域	4-114
How Process Engineering is Advancing into New Fields	
通用刀夹保证可靠夹紧	4-115
Universal tool holder ensures reliable fixing	
福伊特驱动的端面齿联轴器	5-106
Voith Turbo-Company Profile Hirth Couplings	
铰刀模块化及其优点	5-107
Modularity an added bonus	
麻花钻的发展趋势	6-106
Last twist drilling trends	
可实现三班少人化精密加工的可靠的 CNC 铣床	6-107
Cool milling performance round the clock	

立加与机器人组成的压缩机生产单元

Production cell for compressor components

with four vertical machining centers and a six-axis robot

(德) HELMUT DAMM

在有效改善生产目标的框架内如何获得自动化的经验？Danfoss 压缩机公司决定建造一个机器人支撑的独立制造岛。自提出本案，到投入运行，经过一段时间，现在已经能全速运转。

无论何时、何地，是小型易于管理的生产业务，还是一个大企业的组成部分，生产过程都需要强有力的生产力控制。另一方面，要基于某一方面的特定制造问题有效地予以改善的，提出完全不同的处理方法，并要精心规划和组织。

工程师Stefan Rux (图2) 负责Danfoss压缩机公司(Flensburg)的生产计划。Danfoss集团是一家丹麦集团公司，共有雇员23000余人，在25个国家和地区设有70家生产厂。Danfoss压缩机公司是其中的一家公司。基于集中制定质量标准和提高生产率的目标，Stefan Rux制定了有关压缩机大量生产的专项并由其所领导小组执行之。

当前生产能力：每周17,000台压缩机

在Flensburg主要制造一些压缩机（固定和移动式）的核心部件，诸如缸体、活塞和曲轴。这些基础零部件都要加工成成品，然后与外购件一起上装配线。在20世纪90年代初，每周只生产数百台，经过不断改进、扩产，现在每周能生产13000到17000台压缩机（产量随季节波动）。

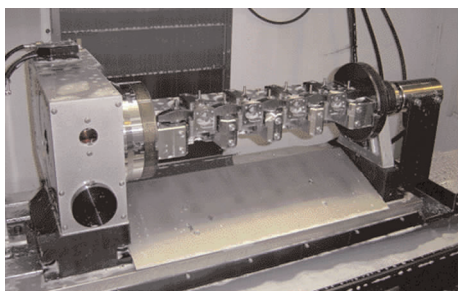


图1 在Haas 四轴VF-3立式加工中心上应用多工位夹持系统加工完成的压缩机缸体（GG20铸铁件，四个一组）



图2 Haas生产单元的合作伙伴：检验员 Torsten Mensing、机床调试员 Holger Ingwersen，生产规划员 Stefan Rux（以上全部为Danfoss压缩机公司员工）和 Haas 地区销售代理HFO Microcut 公司的CEO Dietmar Vedder（从左到右）

现在，铸铁（GG20）缸体的加工（图1和图5）大部分是在加工中心上完成的，加工中心上配备了气动16位工件夹持装置（图3），全部加工需要18道工序。随着产量的增加，2006年添置了4台同样型号的机床。多工位工件夹具和托盘装置的应用相对减少了非有效生产时间，但这种配置却存在严重缺陷，既在很大程度上依赖于人的操作，且工件夹持系统的精度有限，由于精度限制，对加工过程的可靠性有一定的影响。

据Stefan Rux说：在2006年公司的生产能力达到极限，这就到了要做出彻底的技术决策的时机。“在迫在眉睫的投资扩产方面，贯穿整个决策过程需认真研究以下两个相关问题：其一，每个自动装置的预定产能；其二，从6 σ 方法规定的工艺参数来看，我们的质量管理体系需要不断提升。当前标准Cpk值必须大于1.33。为达到这一水平，要确定每个零件的

所谓CTQ。其中蕴涵着称这为“质量关键”的最重要的功能参数。因此，他们本身的质量需要严密监控并予记录。



图3 尺寸波动和变形少：利用16工位夹紧块体上的压缩气钳固定工件的夹持方法

是采用双主轴加工中心还是机器人互联？

极有希望的是由德国机床制造商提出的方案，即采用本有液压工件装夹装置的双主轴加工中心。但是，因其投资额较大超出了预算，而且在日常生产方面，双主轴的尺寸匹配与精加工要求的公差似乎也存在一些问题。因此，自动化生产单元的建议就具体化了：液压工件夹持系统与机器人传送相结合的生产系统（图4），在Nordborg，有一家姊妹公司就成功地使用了这种系统。通过访问这家公司，进一步加深了对这种系统的印象。



图4 自动排序：6轴Motoman机器人从进料皮带上取下四个压缩机缸体（工件）并以预定精度液压夹紧在四工位夹具上

在寻找适用供应商时，Flensburg小组自然就找上了Haas自动化公司。由于Microcut公司（Haas公司的

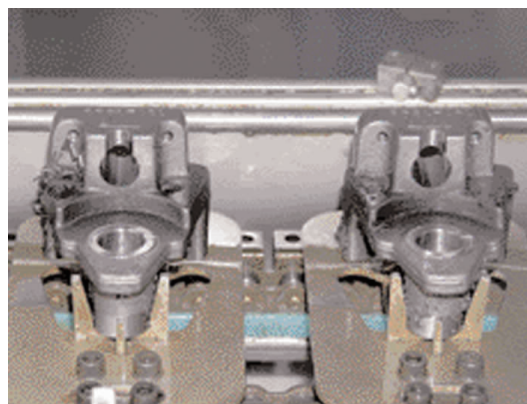


图5 一次装夹完成全部加工：在Haas立式加工中心上，一次装夹可完成工件所有孔、螺纹、槽和阀端面的加工

当地代理商），Danfoss压缩机公司有着多年成功使用美制机床的经验。HFO Microcut公司（Haas公司代理）CEO Dietmar Vedder先生对此项目的要点总结如下：“为了实现每班加工570个工件的目标，基于机床尺寸和四面夹持系统，考虑到工件夹持要求，我们倾向于采用VF-3四轴立式加工中心。带刚性反向支承的回转门架具有足够的支承强度，不仅能稳固支承机床的重量，而且能承受很大的加工力。此外，机床具有全部基本功能尺寸，此处我们指的是曲轴孔与缸体孔之间的90°夹角精度要求达数千分之五，各孔本身的最大公差为3μm。尽管如此，工件仍需进行后序珩磨，才能达到要求的表面粗糙度，决策是基于Haas加工中心做出的。

从0到100—瞬间达成

在下一阶段，Vorrichtungsbau Maro工厂要全面铺开由二台Haas加工中心和一个传送机器人组成的自动化生产单元的工作。Maro采用了Motoman机器人、液压门式夹持系统、传送和正时皮带及护罩。Haas负责提供二台VF-3加工中心和加工不同型号压缩机缸体所需的数控程序。

为防止冲突，对于自动门、排屑、机器人控制系统与集成位置扫描的接口，机床需要作一些小小改动。对于大型刀库等要求，可由选装项满足之。适用刀具则由Danfoss专家自行解决。

机床于2006年六月开始安装。负责压缩机的制

造和装配生产管理负责人Torsten Mensing (图2) 在开始项目阶段说:“由于急需增加零件产量,我们估计机床安装调试也就需要二到三周时间。示教机器人并对正四工位工件夹持系统,以便自动更换工件是很麻烦的。解决办法是采用一种找正杆,利用弹簧压力保证设备正确定位。总之,该系统准确无误地实现了预定功能,仅就所涉及的机床而言,这采用的是一种‘Plug & Produce’模式,既安装工件,然后离开。由于需要培训人员,我们预计在最初几周,实际产量会比较低。如今,我们使用该生产单元生产压缩机零件,利用率已接近该生产单元预期产能的90%。这表明,Haas公司完全兑现了其承诺。就我们得到的Haas自动化公司的服务,及该公司所提供的质量标准和响应时间而言,我只能说他们是世界一流的。”

扩产与优化

与旧的理念相比,自动化程度越高,相对较低的投资额足以补偿因零件装夹数量减少所致的加工时间稍有延长的损失。Stefan Rux认为:“就性价比来看,Haas机床是无可挑剔的。”这种机床还具有另一个重要优点,既具有可扩展的柔性。现在,由二台VF-3加工中心增加到了四台,因而必须重新安排机器人的运动路线。由于采用了横向轨道,现在一个



图6 Haas生产单元: 传送机器人安装在活动导轨上,除了能为图2所示的二台机床服务外,还可为镜像安装于右侧的机床服务

机器人可服务于四台Haas加工中心(图6)。要进一步提高产能,一个个地添置这种生产单元既可。鉴于当前的经济形势和产量明显减少,这一步自然要推迟,直到有一个适当的时机。

毋庸置疑,这需要不断优化。Stefan Rux补充道:“我们仅研究了如何在Haas机床上利用滚压熨光替代珩磨,提高工件两个孔的表面质量。活塞直接在铸件的活塞孔中运行,完全靠装配实现密封。因此,我们必须稳定地缩短这一工艺过程。与成功地使用Haas生产单元相类似,这一步也将对我公司特定领域在全球的活动具有联动作用。”

作者简介: Helmut Damm 是德国卡尔·汉泽尔出版公司 (Carl Hanser Verlag in Munich/Germany) 出版的《Werkstatt+Betrieb》杂志的主编。(damm@hanser.de)

机床制造商: Haas Automation Europe GmbH

地址: B-1930 Zaventem,

电话: +32 2 5229905

传真: +32 2 5230855

网址: www.haasenc.com

Haas 产品销售代理: Microcut Maschinen GmbH

地址: D-23936 Upahl

电话: +49 38822 829100

传真: +49 38822 8291040

网址: www.microcut.de

机床用户简介

Danfoss 压缩机公司 (Danfoss Compressors GmbH) 位于德国 Flensburg, 工厂建于 1956 年, 是基地设在丹麦 Nordborg 的 Danfoss Concern 的全资子公司。该公司主要制造家用和商用冷冻机, 采用高度现代化的机床和装配线, 每年生产数百万台各种型号和规格的压缩机。截止到 2008 年底, 该公司约有千名员工。

Danfoss Compressors GmbH

D-24939 Flensburg

Phone +49 461 49410

Fax +49 461 44715

www.danfoss.de