

- 29 编者的话
- 31 中国机床工具工业协会总干事长吴柏林献词
- 32 中国机床工具工业协会理事长陈永开贺词
- 33 中国机床工具工业协会轮值理事长陈惠仁贺词
- 34 中国机床工具工业协会轮值理事长张志刚贺词
- 35 中国机床工具工业协会轮值理事长许郁生贺词

专稿 Special Reports

- 36 中国机床工具产业可持续发展的思考
Think about consecutive progress in China's machine tool industry
- 38 重点用户基础装备需求分析
Demands of main users on basic equipment
- 44 中国机床工具行业如何步入2008
The way of China's machine tool industry in 2008
- 47 机床行业从引进来到走出去,——进一步扩大国际合作
Going a step further to expand international cooperation
- 52 下一代生产系统
Next generation production system

展览会信息 Exhibition

- 56 CCMT2008 展品预报(四)
- 68 海德汉展品 CCMT2008 展前预览
- 71 CCMT2008 参观导引和重点展品介绍
What highlight in CCMT2008

产销市场 Production & Marketing

- 79 2007年机床工具行业经济运行分析及2008年预测
Analysis on economics of machine tool & tool industry in 2007 and its forecast in 2008

经贸要闻 Economic & Trade Focus

- 84 中国大飞机制造关键设备项目正式启动
China launches Key equipment project for large aircraft manufacturing
- 84 中国民营航空业扩张迅速
China's private aviation industry expands rapidly
- 85 2007年中国吸引投资居发展中国家首位
China ranks first among developing countries in terms of foreign investment introduction
- 86 中国汽车进口明显增加
China's automobile import grows obviously
- 86 今年中国进一步调整进出口关税
China adjusts import/export tariff

相关产业 Correlative Industries

- 88 半导体材料激光退火技术研究(一)

企业风云 Enterprise Features

- 95 大型精密立式数控磨床研制成功
97 海克斯康测量技术(青岛)有限公司

产品与技术 Products & Technology

- 100 树脂混凝土机床床身的应用
Application of resin concrete casting in machine building
102 卓有成效的生产是一项系统工程
Highly effective production is a system engineering

讲座 Seminar

- 105 精益生产与管理(六):如何提升价值与消除浪费
Lean production and management (Part six) : How to improve value and eliminate waste

欧洲生产工程 European Production Engineering

- 114 Monnier + Zahner 公司产品系列
High quality machine tools of Monnier + Zahner
116 OPEN MIND 技术公司将在 CCMT2008 上展示最新版 hyperMILL CAM 软体
OPEN MIND Technologies AG at the CCMT2008 in Beijing
118 新一代高动态性能加工中心 HEC 400 D
HEC 400 D-The New Generation of Highly Dynamic Machining Centers
120 新型折弯机
GiGAbend Folding System

业界动态 Trends

- 67 重庆机床 Y8311 6CNC7 荣获 2007 年度中国机械工业科学技术二等奖
70 Siemens PLM Software 发布 Solid 2D Drafting 最新版本
83 雷尼威尔公司新厂落成
111 济南二机床集团女高工江秀花荣获。济南科技最高奖海
112 德汉公司为欧洲最大天文望远镜提供超高精度定位技术



中国机床工具工业协会 总干事长 献词

吴柏林

中国数控机床展览会 (CCMT2008) 将于 2008 年 4 月 21 日至 25 日在北京中国国际展览中心隆重开幕，我代表展会主办和共同承办单位，向光临展会的海内外嘉宾表示热烈的欢迎。

中国数控机床展览会 (CCMT) 是中国机床工具工业协会于 2000 年创办的、以展示中国数控机床为主的高品位展会，已成功举办四届，已成为中国数控机床产业发展的风向标和晴雨表，被海内外视为两年一次的中国机床工具行业名家名品大检阅。

本届展会以“展示自主创新成果，推动重大专项实施”为主题，点出了这届展会神圣的历史使命。展会已安排 700 余家企业参展，展出主机近 900 台套和上万件数控系统、工量具及各类功能部件和配套件。CCMT2008 展会展出的高水平产品，最新科技成果，大、

重型机床，极限制造技术等都将成为本届展会的亮点。展会既充分展示出近几年我国数控机床产业快速发展的最新成果，又为国家 16 个重点支持发展的重大专项的用户及各行各业的客商和专业观众提供考察、采购国产数控机床的平台。

展会期间，还将举办“跟踪重点需求，自主创新发展”高层论坛，“海峡两岸恳谈会”，“国产数控机床应用座谈会”，同时参展企业还将举办 30 多场技术交流讲座，为各方的来宾和广大观众创造了广阔的交流场所。相信各位朋友一定会满载而归，不虚此行。

预祝中国数控机床展览会 (CCMT2008) 圆满成功。

A handwritten signature in black ink, reading '吴柏林' (Wu Bailing).



贺 词

中国机床工具工业协会理事长
大连机床集团董事长、总裁

陈永开

在 2008 奥运年的春天，中国数控机床展览会（CCMT2008）即将在北京国际展览中心拉开帷幕。值此，我谨代表中国机床工具工业协会的成员单位和大连机床集团表示最衷心的祝贺。

中国数控机床展览会自 2000 年首次在上海举办以来，至今已成功举办了 4 届，受到了国内外机床工具行业企业和广大用户的广泛欢迎。本届展会以“展示自主创新成果，推动重大专项实施”为主题，移至北京举办，将更贴近中国制造业 16 个重点振兴领域的主管部门，体现推动重大专项实施的使命。

本届展会的规模大幅提升，境内有 650 多家机床制造企业踊跃参加，展示 820 多台我国机床行业企业研制的最新产品，成为国内规模最大、技术水平最高、产品门类最全的国产数控机床盛会。这些产品将以先进的技术、可靠的质量、优越的性能和强大的展出阵容，充分展示我国机床工具业落实《国务院关于加快振兴装备制造业的若干意见》所取得的丰硕成果，展示中国机床行业的巨大进步和辉煌业绩，进一步增强中国机床行业企业加快发展，跻身世界先进行列的信心。

作为世界第一大机床消费市场，目前中国机床市场需求进入高速增长时期。特别是较高档数控机床需求不断上升，成套成线的大型项目需求量不断提高。反映在出口方面，由于中国数控机床的性能质量不断提升，国际市场对国产数控机床的需求也快速增长。

本次展会恰逢其时，将为国内外数控机床制造商和客户搭建一个更好地交流、沟通的平台，为国内外用户提供一个全方位了解的机会，促进国内外机床贸易的增长。

大连机床是国内最大的制造机床企业之一和世界机床行业排名前 10 位的机床企业。经过多年来的海外并购、合资合作和自主研发，大连机床的数控机床制造在产品水平、制造规模和品种规格上都得到长足发展。本次展会展览面积 2400 平米，将展出各类数控机床 48 台，各种关键数控功能部件 70 余种。其中：既有国内领先水平的组合机柔性制造系统、车铣复合中心、五轴联动加工中心、交换工作台栋梁大型数控龙门五面体加工中心和大型五轴数控镗铣床；也有与国际先进水平同步、高性价比、全系列的卧式加工中心、立式加工中心、数控车床、滚珠丝杠、直线导轨、数控系统、电主轴、刀塔刀库等数控机床和功能部件产品。这些产品广泛适用于国民经济各个领域，特别是可以满足航天航空、国防军工、汽车农机、船舶铁路、机器制造、模具加工、仪器仪表等行业高精度复杂金属零件加工需要。大连机床殷切希望各位行业同仁和客户到大连机床展位参观指导，并愿意竭诚为国内外广大用户提供优质产品和服务。

祝第 5 届中国数控机床展览会圆满成功。

2008 年 2 月 23 日



中国制造任重道远 装备中国责无旁贷

中国机床工具工业协会轮值理事长

沈阳机床（集团）有限责任公司董事长

陈惠仁

备受瞩目的北京奥运会前期，中国数控机床展览会 CCMT2008 在这里隆重开幕，我谨向展会的成功开幕表示热烈祝贺。

中国已经成为世界的焦点。在今天，发展中的中国，数控机床产业作为装备制造业的重要支撑力量，承载着重大的历史使命。一个国家如果没有自己的强大数控机床产业，要实现工业化和可靠的现代化是不可能的。中国数控机床产业已经取得了连续几年的高速增长，其规模和实力已经今非昔比，但就最本质的、决定产业竞争力的行业自身素质而言，并没有取得与其规模增长相适应的本质进步，中国制造任重道远。

近几年，沈阳机床集团初步形成了提升自主创新能力的思路和做法，即自主研发、联合研发、海外直接并购等三条途径并举；高档数控机床、关键功能部件、共性基础技术等三个方向联

动；实现开发新一代世界水平的数控机床和功能部件、培养一支具有国际竞争力的研发创新人才队伍、形成以企业为主体、开放式、国际化研发体系的"三位一体"目标。在此思路指导下，我们先后开发了具备国际先进水平的高档数控机床 290 多种。本届 CCMT2008 展会上，沈阳机床将展出 23 种数控机床，届时还将推出以飞阳、高精数控为代表的国产数控系统最新应用成果，标志着沈阳机床集团在国产数控系统产业化上迈出了关键一步。

中国数控机床产业界同仁们，自主装备装备中国，我们责无旁贷。让我们携起手来，共同奋进，这不仅是我们的战略目标，也是我们的事业追求，更是我们承担的国家责任。

陈惠仁



展示机床装备发展成果 放飞重大装备振兴希望

——CCMT2008 寄语

张志刚

中国机床工具工业协会轮值理事长

济南二机床集团有限公司 董事长 总经理

承载中国机床的希望与使命，在中国北京的奥运之年，CCMT2008 拉开帷幕。我谨代表济南二机床集团有限公司对展览会的开幕表示热烈的祝贺，预祝 CCMT2008 圆满成功！

中国数控机床展览会（CCMT）自 2000 年创办以来，历经 4 届，已发展成为国内规模最大的数控机床专业展览会，CCMT 也成为展示振兴中国机床装备制造业发展成果，集中展现国产数控机床实力和水平的舞台，成为促进国产数控机床技术提升和应用的交流平台，有效增强了相关各方对中国装备业的信心和信任，为促进中国数控机床产业又好又快发展架起桥梁。

济南二机床把握机床装备技术发展要求，努力发展核心技术与产品。锻压设备方面，先后在机械手自动上下料冲压生产线、机器人自动上下料冲压生产线、快速送料冲压生产线、大型多工位机械压力机、伺服压力机等尖端技术领域取得突破；金切机床方面，成功开发重型数控落地镗铣床、大型高速五轴联动镗铣床，及大功率、重切削、机械式五轴联动镗铣床等新技术、新产品，与世界机床技术同步发展。

在国际竞争与合作中，实现持续提升。在技术研发、成套工程、市场渠道建设等领

域，发展国际战略合作关系，同时积极参与高新技术领域国际角逐，在更高、更广阔的发展平台上，追求更高的发展目标。5000t 重型多工位机械压力机、3200t 数控冲压生产线、重型数控龙门镗铣床、重型全自动开卷落料线等代表当代最新技术发展的高技术产品，成套出口美国、德国、巴西、泰国、印度等 50 多个国家和地区。

济南二机床一直是 CCMT 的积极参展者，本次展出的 XHSV2525×60 桥式五轴联动高速镗铣加工中心，具备高转速和高进给速度，整机具有良好的动态响应特性。应用直线电机铣头转速达到 24000r/min，三轴进给速度 20m/min，各轴快速移动速度 40m/min，进给轴设计加速度达到 5m/s^2 ，能够完成复杂三维曲面的精确切削加工，可广泛应用于航空、航天、兵器、发动机、机车、模具、水泵等行业，是国家“十一五”重大专项重点发展的关键加工设备。

2008，聚焦北京；CCMT，放飞希望。不同的梦想，同样的追求，让我们携手并进，共同缔造新的辉煌。



振兴机床制造业任重道远

——祝贺（CCMT2008）中国数控机床展览会隆重开幕

中国机床工具工业协会轮值理事长

上海电气机床集团党委书记

上海机床厂有限公司董事长

许郁生

在全球瞩目的北京奥运会召开前夕，中国数控机床展览会（CCMT2008）隆重开幕了！本届中国数控机床展览会在北京举办，她对推动我国数控机床产品及其技术的发展，对振兴我国装备制造业无疑具有非凡的意义。在这里，我谨代表上海电气机床集团对本届中国数控机床展览会的开幕致以热烈祝贺，并预祝展会圆满成功。

本届展会以“展示自主创新成果，推动重大专项实施”为主题，集中展示了在过去的一年里，中国机床制造行业全体员工落实科学发展观，奋发图强，自主创新的成果。在本届展会上，上海电气机床集团所属上海机床厂有限公司展出的数控磨床，是近年来该公司为适应市场需求而研发制造的新产品。其中运用传动磨削技术的 MK1432/H 数控外圆磨床就是一个具有自主知识产权的新产品，磨床采用直接驱动技术，砂轮架进给机构采用直线电机结合直线导轨实现高动态相应特性；通过数控系统的二次开发实现直线电机和高精度回转头架的同步，实现任意曲面的高效高精度非圆磨削。另一台展品 MK82125/H 大型数控曲轴磨床是上机公司独立研发制造

的新产品，机床最大回转直径达 1400mm，可加工工件最大长度为 8000mm，最大工件重量 10t。数控系统采用德国西门子 840D 六轴二联动数控系统，建立在该系统上的工件驱动同步装置很好的解决了曲轴加工的同步驱动精度问题。适用于磨削各种大型船用柴油机、机车内燃机、大型压缩机的曲轴以及其他大型动力机械的曲轴。该产品参展 2007 中国国际工业博览会，获得了银奖。这些参展机床在自主创新、性能精度、实用性及贴近用户上均向前跨进了一大步。

近年来，中国机床制造业迎来了前所未有的大好发展机遇，也面临着更加严峻的挑战。以市场为导向，转变发展方式，调整产品结构，提高自主创新能力，是亟待我们去完成的迫切任务。面对形势与任务，我们任重道远。我们要通过本次展会，进一步促进国产数控机床产品的技术开发、创新与发展，增强产品的国际竞争力，共同为振兴我国的装备制造业而做出不懈努力。

许郁生



中国机床工具产业可持续发展的思考

Think about consecutive Progress in China's
machine tool industry

李 冶

国家发展和改革委员会重大技术装备协调办公室

中国是全球最大的机床工具消费国，自产机床工具的数量也居世界第一。推进工业化的进程中，作为装备制造业的工作母机，机床工具产业是高新技术产业发展的支撑，是工业现代化的基础，也是保证国防工业发展的保障，其性能和质量已成为衡量国家工业化水平和综合国力的重要标志。

一、可持续发展的基础是完整的产业体系

经过多年的发展，我国已形成了颇具规模且相对完整的机床工具产业制造体系，具有一定的综合制造和配套能力，并成功跻身世界机床生产大国之列，为我国机床工具产业可持续发展奠定了基础。近年来，国产数控机床产业更是进入了一个快速发展的机遇期。

(1) 生产快速增长、效益显著提高。2007年机床产业完成工业总产值2747.7亿元，同比增长35.5%。实现利润144.6亿元，同比增长52.8% (1-11月)。金切机床产量606835台，同比增长11.7%，其中数控金切机床产量123257台，同比增长32.6%。

(2) 机床产品品种开发不断提速。一批国家急需、长期依靠进口、受制于国外的高档数控机床研制取得了新的突破。目前，数控机床可供品种有1500种，并以每年100多种的速度增加。国内所需的中低档数控机床基本上可以立足国内，中档和高档数控机床可以部分满足市场。

(3) 功能部件产业化步伐加快。为国产五轴联动数控机床配套的国产数控系统已经开始在军工企业应用。开发出了高速主轴单元、高速滚珠丝杠、重载直线滚动导轨、高速导轨防护装置、直线电机、

高速转台与刀库、数字化量仪等高性能功能部件样机，有的品种已实现小批生产。

(4) 关键技术研究有所突破。高档数控机床关键技术研究取得重大突破，已基本掌握了多坐标联动的关键技术，并进入实用化阶段。复合加工技术研究也取得了一定进展，多轴联动车铣复合中心、五轴五面加工中心、双主轴车削中心等关键设备均已实现商品化。高速加工技术的研究与应用也取得了重要进展。

(5) 国内市场占有率稳步提高。近年来，国产数控机床的国内市场占有率逐年回升，已从2003年的28.1%提高到2007年的56.3%。以五轴联动数控机床为代表的一批国产高档数控机床相继问世，在2007年举办的第十届中国国际机床展上，就展出了40多台国产的五轴联动数控机床。这些高档数控机床已在众多用户特别是国防工业中得到应用。

(6) 重点企业实力和竞争力显著提升。一批重点骨干企业在国家的支持下进行了改革重组和技术改造，增强了活力，提升了自身装备水平和竞争力。沈阳、大连、北京等一些重点机床制造企业通过搬迁改造为快速发展奠定了基础，上海、齐齐哈尔、秦川、济南等数控机床制造企业通过引进消化吸收再创新提高了技术开发能力。

二、可持续发展的关键制约是技术竞争力不强

近年来，我国机床产业取得了很大进步，但与国外先进水平相比仍然存在着较大的差距，技术竞争力不强已经成为制约机床工具产业可持续发展的瓶颈。2007年，我国金属加工机床进口在持续多年

高速增长后，出现了负增长。但在大多数机床呈现进口同比减少的情况下，龙门加工中心、数控卧式车床、数控工具磨床、数控齿轮加工机床、数控折弯机、数控板带横剪机和数控冲床等进口继续保持高速增长，数控系统和零部件进口高速增长的势头也未有改观。从技术水平看，国内企业的制造设备以普通机床为主，设备的数控化率一般为5%，仅有个别企业达到10%。产品的精度、设计与开发、应用水平，甚至产品标准的制定方面都相对滞后，特别是在高速化、柔性化、复合化、智能化等高端数控产品上自主开发能力不强。从人才与科技投入看，科技人才不足，特别是缺乏技术带头人。在科研投入方面，国有企业经济效益相对较低，基础研究、技术攻关和新产品开发的投入不足，直接影响了创新能力的提高。民营企业大多处在发展的初级阶段，技术开发能力较弱。从产品结构看，产品结构不尽合理，市场需求量大的高档和大型机床还大量依赖进口，而中小型和普通机床已出现低水平盲目竞争态势，效率低下。功能部件和刀具等产品开发能力弱，技术含量低、没有形成规模效益和品牌优势，缺少专业化生产和社会化配套体系，特别是中高档数控系统长期受制于人，市场基本被FANUC、西门子等国外品牌所垄断。从管理和综合服务看，企业的管理水平尚不能适应市场要求，信息化水平存在较大的差距。在产品质量、可靠性和劳动生产率等方面存在明显差距，服务体系尚不健全，新的市场开拓、成套技术服务、快速反应能力等方面不能满足用户要求，特别是不能按期交货成为用户反映最多的问题，影响企业规模效应的形成和数控机床品牌的树立。

三、可持续发展的途径是实现产业升级

1. 技术创新

努力构建机床工具产业的自主创新平台。加大科技投入，加强机床产业重点企业技术中心建设，提高研发能力，建立以企业为主体、产学研结合、以产业化为主攻方向的技术创新体系；加强对高档数控机床产业化所需的关键共性技术和工艺的研发攻关。以市场需求为导向，重点突破大型、精密、高速、复合、多轴联动加工、能实现多维曲面加工的高档数控机床的研发，快速开发市场需求的数控

双柱移动立式铣车床、数控桥式龙门五轴联动车铣复合机床、超重型数控轧辊磨床等个性化产品和成套设备，满足我国航空、航天、兵器、汽车、造船、重大技术装备和信息产业关键核心零部件的加工制造需要；提升功能部件与刀具的研发和产业化水平，优先选择一批基础较好的功能部件和刀具生产企业加大技术改造力度，通过引进技术、合资合作、“产学研”结合自主开发等多种形式，提高功能部件和刀具产品的水平。通过重点培育国产品牌，实现主要功能部件和刀具的配套基本立足国内，促进功能部件和刀具产业的全面发展；积极为自主创新创造良好环境，重视数控系统现场总线技术标准等技术标准的制定和专利保护，形成自主知识产权体系。

2. 做大做强

“工欲善其事，必先利其器”。装备制造业的产业升级和可持续发展离不开机床工具产业，作为装备制造业的工作母机，机床工具企业自身的生产工艺条件和企业管理水平更应是装备制造业中的“优中之优”。因此，机床产业重点企业自身应该加快技术进步，切实提高自主创新的能力和水平，充分发挥产品成本、质量、性能等方面的竞争优势，扩大企业规模，增强核心竞争力和综合实力。在条件成熟时，按照市场经济规律和自愿结合原则，打破地区、所有制界限，鼓励外资企业参股和海外购并，推动数控机床生产企业之间、数控机床生产企业与功能部件和刀具生产企业之间进行联合、重组、兼并，培养若干个综合性大型数控机床企业集团，形成数控机床产业的国家队和主力军，从而提高机床产业资源利用率，实现产业的规模效应，提高中国数控机床在国际市场的竞争力。

3. 开放合作

作为全球最大的机床工具进口国，巨大的市场需求是中国进行对外经济技术合作的筹码。积极参与国际竞争与合作，充分利用国内外两个市场、两种资源，是促进机床产业可持续发展的重要途径。目前，国内机床企业已成功实现了“走出去”，沈阳机床、大连机床、北京一机床等7家机床企业已率先走向国门，兼并了国外10家知名的机床企业，收到了良好的效果。通过兼并重组技术研发能力强、品牌知名度高、国际营销网络健全的国外机床企业，

重点用户基础装备需求分析

Demands of main users on basic equipment

中国机床工具工业协会 于思远

为深入了解重点用户行业对机床的需求，进一步密切产需关系，加强与用户的沟通，以便更好地为用户服务，机床协会于2007年下半年组织大量人力对与机床有关的部分重点用户行业进行调研。通过调研进一步了解了当前重点用户行业对机床需求情况，以及中长期发展对机床的需求预测，对落实“高档数控机床与基础制造装备”重大专项方案的实施，以及加快振兴机床装备制造业有推动作用；对企业的发展方向、开发新产品的决策有导向作用。现将各行业对机床设备的需求情况摘要刊出，供大家参考。

一、各行业重点需求情况

1 航空工业

航空工业所涉及的范围越来越大，产品越来越多，其主要产品分为军用飞机、民用飞机、机载设备、非航空设备四大类，其重点是前两类。

飞机制造所需要的机床主要用于加工发动机、机身（含机头、机翼、尾翼等）、机载设备（控制仪表、救生、通讯、战术导弹等设备）。

（1）发动机加工设备：飞机的发动机种类很多，加工方式大同小异，所需设备以高精度数控机床为主，如加工箱体的四轴以上联动卧式加工中心和立式加工中心、加工叶片的五轴联动叶片加工中心、加工主轴用数控车床、高精度数控磨床等。

（2）机身（包括机头、机翼、尾翼等）加工设备：该类零部件主要是大型框架结构，材料以铝合金、钛合金等为主。其加工工艺也是大同小异，设备以数控龙门式机床为主，如数控龙门镗铣床、数控龙门加工中心、数控落地铣镗床、数控五轴联动龙门加工中心等。

（3）机载设备加工设备：由于机载设备种类很多，所需设备也比较复杂，一般需要规格较小的高精度、高速数控机床，如中小型高精度立式加工中心、高精度数控车床、数控磨床等

为培育成长为大型跨国公司做出了积极探索。在此基础上，国内机床企业可以与国外同行企业开展更宽领域、深层次的合作，积极实施“引进来”战略，引进国外先进技术和人才，加快技术改造和技术创新，使产品和生产工艺符合国际要求，争取加入跨国公司的全球供应链，最大程度地分享经济全球化和世界产业结构调整的利益，提高自身的国际竞争力；为利用国外技术先进的优势，也可以考虑在海外研发机构建立研发中心或产业化基地，通过“技术外取”提高国内企业的研发能力，改进现有产品设计和工艺，大力提高生产效率及产品的性能和可靠性。

4. 人才培养

形成自主创新的环境和氛围，构建全方位的科

技人才培养和激励机制是关键。应该坚持产学研一体化的创新模式，鼓励和支持高等院校同企业、科研机构建立多渠道、多形式的紧密合作关系，共同培养创新型人才。特别应该重视复合型科技人才和学科带头人的培养，形成高层次的研发人员群体，建立有效的激励约束机制，搞好技术开发队伍建设。近期，集中精力依托产业重点企业建立培训基地，培育国产数控产品开发及使用的专门人才，为国内机床工具产业的可持续发展奠定智力基础。

我们相信，中国机床产业通过进一步深化改革，积极调整产业和产品结构，转变经济增长方式，增强自主创新能力，加快中高档数控机床及其功能部件的研发和市场开拓，提高产品质量和服务质量，提高全产业的竞争力，机床产业一定可以实现又好又快地可持续发展。□

(4) 飞机起落架的加工设备：飞机起落装备所需材料比较特殊，起落支架采用高强度的钛合金等材料，加工难度大。其毛坯需要万吨压力机锻造成型，机械加工需要数控落地铣镗床、龙门五轴联动加工中心等设备。

2 兵器工业

兵器工业中高新技术武器装备，坦克和装甲车发动机的五大零部件，变速箱、驱动轴等加工与大型汽车的加工设备有不少相同之处，需要大量各种高档数控机床，只是因批量较少使用单机加工的较多。此外，特殊材质厚钢板的加工，需求大量各种切割机床和板材焊接设备等。

(1) 高新技术武器装备：包括精确打击、两栖突击、远程压制、防空反导、信息夜视、高效毁伤等武器，大多需要高精度数控机床，如高精度加工中心、高精度数控车床、高精度数控磨床以及精密数控齿轮加工机床等。

(2) 各种大型火炮等重武器制造设备：主要需要大型立式和卧式加工中心、数控龙门铣床、数控车床、数控深孔钻等设备。

(3) 中小型武器加工需要的设备：这类武器的特点是要求加工精度高、功能多的五轴联动机床，以及大批量高效率生产，自动化程度高的机床。

(4) 其它需要的设备：如工业CT检测仪、光学镀膜机、多自由度振动台和一些分析仪器、检测仪器等。

(5) 专用机床：枪炮来复线的拉线机；枪弹生产的多工位压力冲床；加工小直径长孔的深孔钻机床等。

3 船舶工业

根据《船舶配套业发展“十一五”规划纲要》，到2010年实现优势产品生产能力大幅度提高，基本掌握重点产品的关键制造技术，自主研发取得一定突破。主要是产业规模快速扩大，本土生产的船用设备装船率到60%以上，实现船用设备年销售收入500亿元，形成一批具有较强国际竞争力的船用设备专业化生产企业。

船舶工业需要的主要有船体加工设备、焊接设备、涂装设备、机加工设备和检测设备。

(1) 船体加工多为专用设备：如卷边设备、校平设备、压力机、折边机、型钢弯曲机、剪板机、

刨边机、光电跟踪切割机、数控切割机、抛丸除锈设备等。

(2) 船用柴油机机体制造设备：主要是重型和超重型龙门铣床、数控落地铣床、大型数控卧式铣床中心，多轴五联动数控铣床、数控立式车床、大型数控成型砂轮磨齿机。

(3) 曲轴等零件加工设备：主要是曲轴铣床、大型曲轴车铣中心、大型曲轴磨床等。

(4) 螺旋推进器制造设备：需要大型五轴立式车铣中心、多轴五联动数控落地铣床、多轴五联动数控铣床中心、大型数控立式车床等。

(5) 船用机械和仪表制造设备：需要五轴立卧转换加工中心、五轴车铣中心、卧式加工中心、大型数控落地铣床、数控立式车床、各种规格的数控车床和车削中心等。

4 汽车工业

汽车产业对数控机床的基本要求，可以归纳为：高效柔性、精密可靠、环保成套。汽车产业发展对机床行业有着巨大影响。汽车生产按工艺流程，大致可分为十几条生产线，如发动机（缸体、缸盖、曲轴、凸轮轴、连杆等）、变速箱、底盘零件、冲压、焊接、涂装、总装及铸造、锻造、热处理等生产线。

(1) 发动机制造设备：主要是加工缸体、缸盖、曲轴、凸轮轴、连杆等生产线设备。该类设备大多是高效、高性能、高可靠性数控机床和专用数控机床。其中：缸体、缸盖及变速箱体加工柔性生产线大多由卧式加工中心组成；变速箱加工设备基本上与缸体的加工设备类似；曲轴加工设备主要是车车拉机床、数控曲轴内铣或外铣床、数控曲轴磨床、曲轴抛光机等设备；凸轮轴加工设备是凸轮轴数控车床、凸轮轴磨床等；连杆加工大多为专用设备，如双端面磨床等。

(2) 大型覆盖件冲压、涂装、焊接、总装等设备：其中冲压设备主要是用于加工大型覆盖件，如车门、侧围、前后盖、顶盖等板材类零件，大型覆盖件多用冲压生产线加工，可分为人工上下料和自动上下料两种，也有采用大型多工位压力机代替生产线；涂装设备多采用机器人自动喷涂生产线的方法；焊接设备中部件焊接大多采用悬挂式点焊机手工焊接的方法，部分整车车身总成焊接采用焊接机器人的方法焊接；总装设备大多采用人工装配和机

器人相结合的方法。

(3) 铸造、锻造、热处理设备：其中铸造设备主要是铸造发动机缸体、缸盖及变速箱等铸件，其设备大多采用气冲造型自动生产线，从上料、造型、浇注到清砂等整个过程全自动化，部分中小铸件采用压铸或其它精密铸造的方法；热处理设备主要采用高频淬火、渗碳渗氮、电镀、涂层及发蓝等方法。

(4) 汽车各种零配件生产设备：汽车的零部件有几千种，需要的机床各式各样，基本上覆盖了所有的机床品种。

5 电力工业

电力工业装备主要包括两大部分，即发电设备和电网设备。其中：发电设备分为煤电、水电、核电、风电和气电等；电网设备主要为超高压输变电设备：包括变压器、断路器、电抗器、互感器、电容器、隔离开关等。总之电力工业需要的重点机床比较复杂。

(1) 煤电、核电和水电等发电设备。当前，我国仍然以火力发电为主，水力发电在快速增加，并将逐渐增加核能发电，这些发电机组的生产都需要大型、重型加工设备。加工一个重达200多t的60万kW汽轮机转子，需要回转直径3.5m~4.0m、长15m~20m的重型卧车；加工涡轮叶片需要五轴联动加工中心；加工中压缸、高压缸需20m数控立车，镗杆直径200mm~260mm的数控落地铣镗床，龙门宽7.5m~8m，长22m的数控龙门镗铣床等等。

(2) 风力发电设备。近几年风力发电发展很快，内蒙古、新疆以及山东、江苏、广东等省、自治区都做了大规模发展风力发电的规划。内蒙古自治区已上报国家和自治区的风电项目规模达139万kW，获得国家和自治区核准、批复的有10项，规模约达64万kW，其中有6个风力发电项目已经开工建设，投资约40亿元。风力发电机组要求可靠、寿命周期长，因此零部件的精度、功能要求高，如变速箱中的箱体孔、轴、齿轮等的精度要求达到5级，内齿轮的精度要求达到6级，寿命不小于20年，保用期5年。目前主要采用圆柱齿和圆锥齿两种，需要加工的零部件主要为变速箱体、箱盖和大型齿轮、齿圈，所需要的主要设备为各种大型卧式加工中心、龙门加工中心和龙门镗铣床、落地铣镗床、大型立式滚齿机、插齿机等。此外，需要制作长达几十米的叶片（目前达到半径超过60m），制作高达几十米（目

前已超过80m）和直径几米（其内部具有人可以上下的装备）的大型塔柱等，需要各种大型成形加工设备。

(3) 电网输变电设备。输变电设备在电力行业中的作用越来越重要，为了减少在输送电过程中的损耗，电压越来越高，规格做得越来越大。所需要的相应设备主要有加工变压器矽钢片的冲压设备，钢结构加工的数控成套设备，如铁塔型钢成套加工设备，包括切断、数控角钢冲孔、钻孔、开槽复合机等，为成形机床行业提供了广阔的市场空间。

6 工程机械

工程机械的产品种类较多，主要包括挖掘机械、铲土运输机械、工程起重机械、工业车辆、压实和路面机械、桩工机械、混凝土机械、凿岩机械、军用工程机械等。

工程机械行业是机床行业的重要用户之一。需要较多的机床如各种规格的立、卧加工中心（加工壳体、变速箱）、数控车床、数控磨床、齿轮加工机床、数控专用机床等；需要大量锻压设备如大型数控剪板机、数控折弯机、数控切割机、自动上下料的各种压力机等。此外，还需要焊接机械手、机器人、喷漆与表面处理等设备。

7 重型机械

重型机械制造业主要是为矿山、能源、原材料等工业和国防工业提供重大技术装备和大型铸锻件，也属于重要基础装备业之一，主要为国家重大工程项目服务，如钢铁行业的大型冷热轧机、石油化工的钻探和加工设备、大型电站设备、地下核试验、航天发射、各种大型军工装备（如核潜艇压力壳、大型军舰等），为汽车工业、水利建设等部门提供了大量的技术装备。为了完成如此多的重大工程项目任务，需要大量高档数控机床，如数控重型立式和卧式车床、大型立式和卧式加工中心、数控龙门加工中心（含龙门五面体加工中心）、数控重型落地铣镗床、大型深孔钻床、大型立式和卧式滚齿机、大型数控轧辊和数控导轨磨床以及大型机械压力机、大型油压机、大型水压机、锻锤等大型锻造设备。

8 农业机械

我国农业在大力向农业机械化和自动化发展，农机产品结构发生了很大变化，国内对农机产品的

需求增加,出口也大幅度增加。而且,农机由低档产品在向大型、高效、成套及智能化等高档产品发展。如多功能通用型高效联合收割机、大中型拖拉机和自走式联合收割机、水稻插秧机和联合收割机、玉米联合收割机、纤维作物联合收割机、大型自走式喷灌机等。所有这些自动化程度高的大型农业机械的制造,需要高水平数控机床才能完成。如生产大型拖拉机、联合收割机等所需要的设备同汽车生产的设备差不多,大多以生产自动线为主,所需设备如各种数控车床、立式和卧式加工中心、数控铣床、各种数控磨床、数控齿轮加工机床、各种组合机床等金切机床;板材加工的各种成形机床如数控剪板机、数控折弯机、数控压力机及锻造机等。

9 铁路行业

近几年,我国铁路建设速度加快,2005年和2006年铁路行业投资大幅度增加,分别达到约1360亿元和2080亿元。从2006-2020年间,铁路建设投资将继续大幅度增加,投资总额将超过2万亿元。铁路制造业将迎来一个新的行业发展时期。

高速列车的车体和机车的制造,需要大量高档数控机床。机车主要是电动机车和内燃机车的制造,以及转向架、制动系统等加工,需要的数控机床主要有各种大中型立式和卧式加工中心、数控铣床、数控立式车床、数控磨床及数控专用机床等。高速机车对车体和大型覆盖件的要求越来越高,开始采用铝合金或不锈钢等材料,表面加工要求很高,主要需要大量板材加工设备,如数控压力机、数控剪板机、数控折弯机和锻压机;高速动车组的车轮系统主要是动轮和车轮及车轴的加工,制造厂由于批量较大,多采用专用自动生产线,车轮加工多采用以数控立式车床组成,并带有自动上下料和翻转机构的自动线;车轴加工大多采用由数控卧式车床和上下料机构组成的自动生产线组成。大修机务段加工车轮主要使用数控专用仿形车轮车床或数控不落轮对车床,加工车轴大多采用数控车轴车床。此外,铁轨的接头和道岔加工大多采用数控道岔铣床等。

二、典型高档数控机床的技术水平要求

承担“重大专项”有关部门和行业所需要的数控机床设备,虽然对品种需求有很大区别,但是都

具备技术水平要求很高的共同特点。也就是说,基本上都属于高档数控机床,其中有很多产品也是“高档数控机床与基础制造装备”重大专项中所要发展的高档数控机床产品。所以说,实施“重大专项”将促进我国高档数控机床的发展。在调研中,一些行业部门所需要的高档数控机床,提出了具体的技术要求,现将部分典型高档数控机床的技术指标要求简单介绍如下:

1 数控车床和车削中心类

(1) 精密数控车床和精密多轴控制(7~8轴)车削中心。主要技术参数:车削直径 $\phi 150\text{mm} \sim 300\text{mm}$ 、主轴转速 $5000 \sim 8000\text{r/min}$ 、刀具转速 $8000 \sim 12000\text{r/min}$ 、快速移动超过 60 m/min 、主电机功率 $7.5\text{kW} \sim 15\text{kW}$ 、主轴径向和端面跳动 0.001mm 。国外可供参考产品有德国Spinner公司的SB/CNC精密数控车床、美国Hardinge公司的QUEST系列精密车削中心、瑞士Bumatec公司的S-189CNC精密车削中心。

(2) 大功率高扭矩数控车床和车削中心。主要参数:车削直径 $\phi 310\text{mm} \sim 715\text{mm}$ 、主轴转速 $2000 \sim 4500\text{r/min}$ 、主电机功率 $37\text{kW} \sim 52\text{kW}$ (100%)、扭矩 $2250 \sim 3300\text{Nm}$ 。国外可供参考产品有德国Boehringer公司VDF C系列数控车床和车削中心。

(3) 重切削和大重型车铣中心。主要适用于大重型曲轴等零件加工。主要参数:最大回转直径 $\phi 700\text{mm} \sim 1600\text{mm}$ 、长度 $1500\text{mm} \sim 10000\text{mm}$ 、主电机功率 $60\text{kW} \sim 70\text{kW}$ 、铣主轴电机功率 $30\text{kW} \sim 45\text{kW}$ 。国外可供参考产品有Niles-Simmons公司C系列车铣中心、奥地利WFL公司M系列车铣中心和德国Waldrich Siegen公司MultiRond重型车铣中心。

2 加工中心类

(1) 高速五轴立式加工中心。主要适于模具高速加工用的,机床采用门式结构,主要参数:工作台尺寸 $320\text{mm} \times 320\text{mm} \sim 1200\text{mm} \times 1000\text{mm}$ 、主轴转速 $30000 \sim 42000\text{r/min}$ 、电主轴功率 $14\text{kW} \sim 25\text{kW}$ 、快速行程 $40\text{m/min} \sim 60\text{m/min}$ 。国外可供参考产品有德国Rodgers公司RFM系列高速五轴立式加工中心和Hermle公司C系列高速五轴立式加工中心、瑞士Mikron公司HSM系列、XSM系列高速五轴立式加工中心和意大利FIDIA公司、RAMBAUDI公司的高速五轴立式加工中心。

(2) 立卧转换精密镗铣中心。主轴头立卧转

换, 可以进行五轴加工, 主要参数: 工作台直径600mm~1500mm、主轴转速6300~18000r/min (可选)、主轴功率20kW左右、快速行程30m/min~60 m/min。国外可供参考产品有德国DMG公司DMU P系列立卧转换镗铣中心、瑞士Mikron公司UCP系列立卧转换镗铣中心。

(3) 小型精密五轴加工中心。适于电子和航天制造业用于小型精密零件加工。主要参数: 圆工作台直径150mm~600mm、主轴转速: 12000r/min~30000r/min、主轴功率10kW~16kW、快速行程30m/min、工作台C轴360°、主轴B轴摆动-10°~+110° (或工作台A轴摆动)。国外可供参考产品有瑞士Willemin-Macodel公司W系列五轴精密加工中心。

(4) 五轴立式加工中心 (主轴A、B轴摆动)。主要用于飞机机体整体框架、壁板、梁等零件的加工。主要参数: 工作台宽度700mm~900mm、长度1500mm~4000mm、主轴转速6000r/min或12000 r/min、主轴功率22kW~30kW、A/B轴摆动角度±25°~±30°。国外可供参考产品有美国Cincinnati Lamb公司V5系列五轴立式加工中心、意大利Sachman Rambaudi公司Rammatic 系列五轴立式加工中心。

(5) 五轴龙门加工中心 (主轴A、B轴摆动)。主要用于飞机机体大型整体框架、壁板、梁等零件的加工。主要参数: 工作台宽度2000mm~3000mm、长度3000mm~8000mm、其它参数同上。国外可供参考产品有法国Forest Line公司和意大利Sachman Rambaudi公司的五轴龙门加工中心。

(6) 叶片加工中心。主要用于高效加工燃气轮机和发动机叶片。国外可供参考产品: 瑞士Starrag公司HX系列单主轴和多主轴叶片加工中心、意大利C.B.Ferrari公司叶片加工中心。

(7) 精密卧式加工中心。国产卧式加工中心与国外卧式加工中心的主要差距之一是机床没有温度补偿系统, 精度稳定性相对较差, 特别是大规格的卧式加工中心 (工作台1000mm以上的)。国外精密卧式加工中心的定位精度已接近坐标镗铣床的精度, 如瑞士Starrag公司的STC系列和HEC系列产品、瑞士Dixi公司DHP系列产品。

3 数控铣床类

重点是开发3000mm以上大规格桥式和龙门移动式五轴龙门铣床, 满足航空航天工业的需要。其中关键技术之一是力矩电机驱动的双摆角铣头, 目前

国内机床厂大多选用从德国Cytec公司进口。高效数控专用铣床也是急需开发的, 如Boehringer公司VDF 315 OM-4数控曲轴高速外铣床和VDF KW1325数控曲轴内铣床、Ex-cello公司XK225球道保持器数控铣床等。

4 数控磨床类

(1) 高精度数控万能磨床。工件头架拨盘径向和端面跳动小于0.0002mm~0.0005mm, 砂轮架具有垂直回转的B轴, 4轴联动 (X、Z、C、B轴), 数控分辨率0.0001mm。国外可供参考产品有瑞士Studer公司高精度万能数控磨床、瑞士Kellenberger公司KEL系列高精度万能数控磨床。

(2) 高精度阀座和中空座面复合磨床。国外可供参考产品有美国HARDINGE TRIPET公司TST系列数控精密内孔磨床、瑞典UVA 公司NOMYLINE系列数控精密内孔磨床。

(3) 数控凸轮轴磨床。用于汽车和船用发动机凸轮轴高速精加工 (采用CBN砂轮, 线速度100m/s以上, 单磨头或双磨头)。国外可供参考产品有德国Studer SCHAUDT公司PF系列、德国Emag Kopp公司SN系列、德国Junker公司JUCAM系列。

(4) 数控曲轴磨床。用于汽车和船用发动机曲轴精加工, 特别是大型数控曲轴磨床, 可在一次装卡下磨削主轴颈和曲轴颈。国外可供参考产品有德国Naxos公司PMS系列数控曲轴磨床、意大利Vereco公司数控曲轴磨床。

(5) 五轴数控刀具磨床。目前进口较多, 国内尚无生产, 是急需开发的产品。可参考以下公司的产品有德国Walter公司、Saacke公司和Michael Deckel公司; 瑞士Schneerberger公司等的产品。

(6) 数控复合磨床和数控专用磨床。如数控内外圆复合磨床、精密数控中孔座面磨床、数控油针磨床等。

5 数控齿轮加工机床类

数控齿轮加工机床, 国产机床的满足率很高, 只有少数品种需要开发, 如硬齿面齿轮的加工机床和高精度齿轮磨床 (加工精度3级)。硬齿面齿轮插齿机可参考德国Liebherr公司LFS系列, 但是, 国内需要量不多。高精度成形砂轮齿轮磨床, 主要指加工精度稳定在3~4级的各种齿轮磨床 (如美国Gleason公司、德国Niles公司、瑞士Oerlikon公司), 目前航空航天工业、船舶工业进口较多。

6 电加工机床类

国产中低档电加工机床基本上可满足国内市场的需求,特别是瑞士阿奇夏米尔公司、日本沙迪克公司和三菱机电公司等在中国创建的独资企业投产后,使中国产的中低档电加工机床达到世界水平,部分已出口国外。目前进口的主要是精密慢走丝线切割机床和精密电加工成型机,多数从瑞士阿奇夏米尔公司进口,如精密慢走丝线切割机床,加工形状精度为 $0.003\text{mm}\sim 0.005\text{mm}$,表面粗糙度 $R_a\ 0.1\mu\text{m}$,机床具有浸水加工、双丝加工、细丝加工、拐角自动控制、超精加工回路以及专家系统等功能。

7 重型数控机床类

大型数控机床的需求量越来越大,产品种类和型号也越来越多。如加工在直径 2m 以上的数控重型卧式车床、加工直径在 10m 以上的双柱及直径 16m 以上的单柱数控重型立式车床、加工宽度超过 2m 的各种数控龙门加工机床、磨削直径超过 16m 的数控重型轧辊磨床和磨削宽度超过 2m 的导轨磨床、镗杆直径大于 220mm 的数控重型落地铣镗床、以及公称压力超过 10000kN 的各种数控重型压力机、折弯宽度在 10m 以上的折弯机等。

我国在重型机床方面具有较强的能力,有一批在世界上也举足轻重的大型重型机床厂,基本上能满足大部分国内市场的需要。目前急需开发的是航空工业需要的工作台宽度 3m 以上的数控五轴桥式和龙门式高速铣床、船舶工业大型柴油机制造用的工作台宽度 7m 左右的超重型龙门移动式或工作台移动式龙门镗铣床等产品。

8 数控成形机床类

数控成形机床分为冲压和锻造两种,它们都是具有省材料、效率高、可一次成型等众多优点的加工设备,使用的范围越来越广,市场需求量越来越大。在“重大专项”中,急需开发的成形机床是精密、高效、大型等高档数控成形机床。其主要产品有数控机械压力机、数控油压机、数控多工位压力机、数控回转头及复合冲压机、数控折弯机、数控剪板机、数控精密高速冲床、各种板材加工自动生产线和数控激光切割机等。除了中小型普通压力机以外,需求量较多的数控压力机是公称压力在 $6000\text{kN}\sim 25000\text{kN}$ 之间,并可以进入自动加工线的各

种压力机;需求较多的数控精密高速冲床的冲孔速度是 $600\sim 1500\text{次}/\text{min}$ 、冲孔精度好于 0.05mm 等。使用高档数控成形机床的行业主要集中在航空航天、兵器、电力、船舶、汽车等行业。

三、“重大专项”所需机床装备的特点

国家“重大专项”所需的重点和关键机床设备基本上都属于高档数控机床产品。本次调研的几个“重大专项”重点行业部门,虽然各行业需要的机床设备的重点各有不同,但是这些机床装备有着共同的技术特点。归纳起来,主要有以下几点:

1 新技术、新材料、新工艺的广泛应用

新技术、新材料、新工艺的广泛应用,对加工制造这些产品的机床装备提出了更高的要求。机床行业应尽快适应这种由于技术进步带来变化的要求,要研究用户由于采用新技术给机床性能提出的新要求;采用新材料对机床的加工方法和刀具的新要求;采用新工艺对机床结构的新要求等。如飞机制造就是非常典型的例子,由于要求飞机性能的提高,采用新的复合材料(如碳纤维)代替铝合金或钛合金材料,特别是军用飞机使用复合材料的比重在迅速增加,复合材料不仅减轻了飞机的重量,防止雷达的发现,而且其各种物理性能比合金更好,使飞机的性能大幅度提高。复合材料与金属材料的加工方法完全不同,使得机床结构、刀具、加工工艺等都要适应这种变化。

2 大规格、大尺寸、大吨位数控机床的需求增多

近几年,各类机床向大规格化发展成为突出特点。“重大专项”中所需高档数控机床的规格越来越大型化。需要的大型数控金切机床中,数控重型卧式车床的加工直径达到 5m ,数控重型立式车床的加工直径超过 16m ,数控龙门镗铣床的加工宽度超过 5m ,数控镗床镗杆主轴直径达到 320mm ,立式和卧式加工中心的工作台尺寸超过 1m 的越来越多;需要的大型锻压机械中,数控折弯机的折弯长度达到 12m ,数控机械压力机公称压力达到 5000t ,数控液压机的公称压力达到 1万t 。除了大型加工中心以外,我国在重型机床生产中具有一定优势,如数控重型卧式和立式车床基本上可以满足国内需 (下转 46 页)

中国机床工具行业如何步入2008

The way of China's machine tool industry in 2008

佟璞玮

中国机床工具行业自2000年走出低谷，经过恢复性增长进入快速发展新时期，已经连续7年保持两位数的快速增长。全行业工业总产值跃升到世界机床生产国的第3位，中国机床市场消费在2001~2006年间，平均年增长达到22.8%，中国成为当今世界最大的机床市场。在国家扩大内需、大力发展数控机床和振兴装备制造业等方针政策引领下，行业企业加快了产品结构调整的步伐，加速发展数控机床，积极推进新技术、新工艺的应用，新产品开发取得了显著成效，每年向市场推出的新产品有150多种。数控金切机床的发展尤为可喜，2006年产量达85756台，预计2007年其产量将超过10万台，可供品种近2000种，特别是一批高档数控机床进入国家重点领域的生产现场投入使用，经受了严格考验，得到用户的认同。在这一大好形势下，我们迎来了2008年。机床工具行业将以何种姿态步入2008年，世界经济、中国发展以及资源环境将对行业发展有什么影响，确是世界高度关注的焦点。

世界经济与中国

世界经济“多极化”的发展日益显著，世界经济发展的热点地区在哪里？也是众说不一，是美国，还是欧盟、日本，还是中国、印度以至东南亚等等，于是“金砖四国”、“展望五国”^[1]的提法引入关注。但是众多学者认为：当今美国仍是世界经济增长和创新的引擎。在全球品牌100强中美国占据了51个品牌，按营业收入划分的全球500强企业，有美国企业170家，美国对世界经济的影响力足以显示。但是，由于美国贸易赤字居高不下，储蓄严重不足，加之近期的美元弱势和2007年3月发生的次级债危机，势将对美国经济产生较大影响。与此形成对比的是东亚国家和石油输出国大量的贸易盈余和储蓄过剩。这一现状表明，世界经济的不稳定因素和不

确定性在进一步增加，未来世界经济发展趋缓的可能性加大。

中国的发展离不开世界，中国经济同世界经济的联系日益紧密。中国经济增长面临的“机遇前所未有，挑战也前所未有，机遇大于挑战”的形势，在经济全球化的条件下，我们要十分重视“外冷内热”的问题，要以更加广阔的视野审视内外环境的变化，客观地认识自己，冷静分析行业企业原有优势的消长关系。伴随人均收入水平的提高和企业资本、技术等要素的积累，中国的要素结构发生了明显变化，不同领域的比较优势有消有长，在全球分工格局中的位置也在发生相应的调整。在新形势、新变化和新情况下，如何继续发挥行业企业的传统优势，同时审时度势、扬长避短，发展建设机床工具行业，参与国家合作和竞争的新优势，就成为行业步入2008年的重要课题。

开拓视野与创新

在贯彻落实科学发展观，加快振兴装备制造业的形势下，中国机床工具行业肩负着重要的使命。行业企业必须以战略思维审视自己、看待环境，这种带有全局性、根本性和长远性的思维方式，有助于推进企业发展和行业进步。对此，有专家认为：企业的差距就是企业家的差距，企业家的差距就是企业家的视野差距。开拓视野、高瞻远瞩就是当今行业企业，尤其是企业的经营高层急需关注和解决的头等大事。在看到取得成绩与进步的同时，更要充分认识不足和差距。认识到差距就会产生赶超和缩小差距的动力。机床工具行业就整体而言，与世界机床强国、世界先进水平的差距仍然较大，国外上世纪70年代就已经解决的加工精度，至今在一些环节上仍困扰着我们的行业企业，在进入亚微米和纳米级精度的今天，行业中绝大多数企业还缺乏这

种能力。要提高行业水平，特别是解决市场需求的高档数控机床，创新发展则是行业的一个重要的途径。当今相当一部分企业的利润通常是由企业20%甚至更少的产品创造的。企业应善于发现这20%产品，把它作为企业的核心产品，发展含金量高的核心产品，抓住它，企业就可以获得较好的收益。同时，更要注重创新，通过寻找新的市场空间，开发新产品，以扩大企业的市场份额。现今行业中不少企业正处于“退市进园”的搬迁改造时机，这是企业发展核心产品，进一步突出企业特点的绝佳的机遇。但是，据闻多数企业的搬迁改造规划多以扩大产能、增加品种为主导。这种势必会形成又一个竞争的密集带，产品雷同的问题将更为严重。

避开竞争密集带，突出企业的特色和产品特色，促进企业产品升级，关键在于开拓视野、推进创新。达尔文在《进化论》中有一段精辟的论述：“能够生存下来的物种，并不是最强的物种，也不是最聪明的物种，而是最适应变化的物种”。所以，行业企业要利用好搬迁改造时机，把企业的结构调整与转变发展方式紧密结合起来，正确认识和深刻理解正处于由要素驱动和投资驱动转向创新导向经济增长新时期的基本特征，把创新作为促进企业发展的主旋律，加速以企业为主体、市场为导向，产学研结合的创新体系建设，加强企业技术中心的建设，不断提升企业的自主创新能力，全局推进企业的技术创新、管理创新和制度创新。为此，行业企业要正确处理又好又快发展与做大做强关系、自主创新与引进技术的关系、投入与产出的关系、科学决策与快速反应市场的关系，从而进一步激发企业的生机活力，增强企业的凝聚力、战斗力，扎扎实实地打好振兴装备制造业这一伟大的战役。

稳中求好的2008

在2007年11月27日召开的中央政治局会议上，就新的一年经济工作提出了“四个坚持”、“两个防止”的工作方针。随后召开的中央经济工作会议，进一步阐述了2008年稳中求好的经济工作指导方针。2008年是实现“十一五”规划的重要一年，是呈上启下的一年，特别是要在8月份召开的北京奥运会，其重要意义显而易见。2008年强调进一步加强宏观调控，以防止经济增长由偏快转为过热，防止价格由结构性上涨演变为明显的通货膨胀；实施从紧的

货币政策，意在抑制固定资产投资增速过快、信贷投放过多和贸易顺差过大。新形势、新变化和新情况迫使行业企业必须认真面对，提高认识，加深理解。尽管一些专家预测2008年机床工具行业仍将保持两位数的增长，增幅在10%~15%，但是，实现这一目标的难度将大于以往的几年。这主要表现在：一是市场竞争将更加激烈，快速发展的中国机床市场已成为国际化竞争的焦点。外商的独资建厂，且不断扩大产能，产品直指国内企业起步占据的中档数控机床，以其产品技术的成熟度和技术、资本优势抗衡发展中的国产数控机床；国内企业面临原材料上涨的压力和劳动力成本的提高，以及新品雷同和一定程度的重复建设，竞争更激烈。二是市场竞争优势的转化极为明显，行业原有的低成本优势正在衰减。行业企业在转变发展方式、节能减排，以及推广应用新技术、新工艺，开展技术创新等工作还处于起步阶段，新的竞争优势尚未形成。三是在高档数控机床上进口依存度较大，行业的发展明显滞后于市场需求。从近几年进口机床的分析来看，进口机床金额增长明显高于数量增长，2006年尤为显著，进口的金属加工机床（含金切机床和成形机床）如数同比降低了6.81%，而金额却增长了11.50%，进口机床的档次和水平在提高。再加上中国的贸易顺差过大，稍许放宽对数控机床的进口也是完全可能的。四是行业企业技改投入较大，投入产出比不甚合理。近年行业一些企业以几亿、十几亿元的资金投入技改，以提高产品质量和产能，促进产品升级，有其必要性。长期以来，机床工具行业企业技术改造严重不足，“老牛拉破车”现象十分突出。在产品转为以数控机床为主导的新形势下，为保证产品质量，增添必要的装备是完全需要的。但在技改中也不乏求大求洋的事例，投入加大了、产能提高了，企业的利润增长并不明显，这对于低利润的机床制造业来说无疑带来了较大的压力。除此之外也还有一些难点应引起行业企业的关注。

针对这些情况，机床工具行业企业必须全面分析研究行业现状，认真研究面临的新情况，积极推进管理创新，向管理要质量、要效益，积极开展节能减排活动，从根本上杜绝浪费。为此，一要靠科学决策和正确的组织领导，二要靠充分利用企业的历史积累，三要靠始终不渝地坚持自主创新，四要靠全局一盘棋，五要靠建设一支高素质队伍，才能把企业发展的事做好。行业企业要充分认识到所肩

负的使命,增强使命感和危机感,进一步加大企业的结构调整,努力改善影响企业发展的资源、环境约束的压力;坚持以人为本,为员工创造欢愉的工作环境,不断改善劳动条件和提高待遇;坚持从实际出发,制定并实施与行业发展相适应的战略规划;坚持改革开放,深化企业改革,完善有益于企业发展的运行机制;坚持自主创新,进一步提高企业的自主创新能力,增强技术进步在企业发展中的作用。以胡锦涛总书记在党的十七大报告中关于“既不要妄自菲薄,自甘落后,也不要脱离实际,急于求成,

而是要稳中求进、推进改革,谋求发展”的殷切告诫做为新一年的指导方针,切实解决好发展理念的转变,推进机床工具行业稳定健康地向前迈进。

(1) “金砖四国”系指巴西、俄罗斯、印度和中国。这是美国高盛公司首席经济学家吉姆·奥尼尔于2001年提出的。

“展望五国”(VISTA)系指越南、印尼、南非、土耳其、阿根廷。是日本《经济学者》杂志于2007年7月提出的。

(上接 43 页)

要,各种数控龙门式机床产量逐年增加,国内约几十家机床厂能够生产。数控机床的大规格化主要是市场需求推动的结果。如发电设备:火电机组超过60万kW、水电机组达到70万kW、核电机组超过100万kW,这些发电机组的转子加工需要数控重型卧车,定子的加工需要数控重型立车、数控重型铣镗床等;大型客机、船舶等加工制造需要大量数控龙门镗铣床、龙门五轴联动加工中心等。

3 复合化、柔性化和多轴联动等功能要求普遍

为了加工复杂零部件,提高制造精度和效率,对数控机床提出要具有多功能复合化、柔性化和多轴联动加工的要求。

(1) 复合化。如加工中心通过多种功能的组合,完成车、铣、钻、镗、铰、攻丝等功能。这样减少了装夹次数,提高了加工精度和生产效率。此外,还可以在同一台机床上实现机械加工、激光加工、光学加工等不同工种的加工。机床的复合化不仅可以提高加工精度和保证精度的一致性,有利于进一步提高加工质量,而且实现复合化后,可以节省加工的辅助时间,提高加工效率。

(2) 柔性化。为了提高生产过程的自动化和柔性,对数控机床的智能化程度提出了更高的要求。机床的柔性化关键在于复杂的结构设计和软件控制技术,使机床具备更多的柔性功能和优化功能。同时,在网络技术的支持下,使数控机床不但能进线,而且能进网,达到具有远程控制、远程诊断、远程编程、远程维护和远程服务等功能。随着机床柔性化水平的提高,数控机床将进一步发展成为一种智能型的加工工具。

(3) 多轴联动。本次调研的所有行业部门,几乎都提出需要五轴联动数控机床,尤其是航空、船舶、发电、兵器、汽车等行业需要多轴联动数控机床很多。其中使用多轴联动加工各种叶片、叶轮最为典型。

4 高精度、高速度、高效率等特点突出

高精度、高速度、高效率是数控机床长期的发展方向,使用数控机床的主要目的,除了完成普通机床不能完成的功能以外,就是为了提高加工精度和生产效率。

(1) 高精度。提高加工精度是现代制造业对数控机床的普遍要求,高精度是体现数控机床的主要技术指标,也是机床生产厂家追求的重要目标之一。

(2) 高速度。主要是提高数控机床的主轴转速、快速进给、加速度,缩短换刀时间等。为此,各国都在大力发展高速电主轴、磁悬浮主轴、直线电机、高速滚动部件、高速控制和伺服驱动等技术。要求数控机床高速度加工最典型行业是飞机制造业和模具加工业等。

(3) 高效率。提高加工效率是所有用户都追求的目标,提高效率有多种渠道。首先,提高切削效率:如金切机床提高主轴转速和进给速度、大功率强力切削等;其次,提高自动化程度:如采用自动化生产线(包括FMC、FML、FMS等),缩短加工辅助时间(包括提高快速移动速度、缩短换刀、装夹工件、物流系统和上下料的时间等)。各行业根据不同需要选用不同的方法,如飞机制造业多采用高速加工,汽车制造业多采用自动化生产线等。□

机床行业从引进来到走出去 ——进一步扩大国际合作

Going a step further to expand international cooperation

法景涛

(中国机床工具工业协会)

机床工业是一个国家的基础工业,对国民经济和国防安全有重要的作用,发达国家都非常重视本国的机床工业的发展。我国也一直非常重视机床工业的发展,自上世纪60年代机床业界就开始进行国际合作,特别是改革开放以来,机床行业国际合作取得快速发展,至今大致经历了引进技术、项目合作、合资经营自主开发几个阶段,国际作为我国产机床工业的发展,做出了重大贡献。事实证明,加强国际合作是加快技术进步、实现产业快速发展的有效途径之一。

一、我国机床行业基本情况

我国机床工具行业涵盖了金切机床、成形机床、铸造机械、木工机械、机床附件、工具量具量仪、磨料磨具、机床电器和其他机械等九个小行业,目前从业人员71余万。建国以来,我国机床工业经历了经济恢复时期及10个五年计划阶段,特别是经过改革开放近30年来的艰苦努力,我国建立起了规模产品门类齐全、完整的机床工业生产体系,形成了较好的、有利的技术发展基础,具备一定的竞争实力。

1. 机床工具行业快速发展

2007年1-12月份行业4291家企业工业总产值2747.7亿,同比增长35.5%;出口52亿美元,同比增长36.2%,其中数控金属加工机床出口5.0亿美元,同比增长48.2%。国产机床市场占有率近年来首次超过50%。2007年中国继续保持了机床消费世界第1(连续6年)、进口第1、生产第3和出口第8的位置。

2. 自主创新有突破

在全行业的努力下,技术进步成果显著。全行业荣获国家商务部公布的“最具市场竞争力品牌”21项,荣获国家名牌产品30项。2007年,一批自主创新的新产品填补了国内空白,达到了国内领先或国际先进水平。在数控机床中,一批高精、高速、高效的新产品;一批多坐标、复合、智能的新产品;一批大规格、大尺寸、大吨位的新产品满足了重点用户的需求。一批新材料、新工艺、新技术的诞生为行业的发展注入了活力。

2007年机床行业新开发出的具有代表性的新产品有,沈阳机床集团GMC1230u型龙门加工中心,主轴带A、B坐标双摆角铣头,摆角达 $\pm 40^\circ$ 。该机床是航空、航天、模具等行业加工的关键设备。

齐重数控装备有限公司的CWT130 $\times$ 145/260L-MC型数控重型曲轴加工机床的研制成功填补了国内空白,成为船舶工业发展的关键装备。

济南二机床集团公司推出了国内首台1000吨重型伺服压力机。在国外也只有少数公司掌握该项技术。与传统机械压力机相比,生产效率大幅度提高。

上海机床厂有限公司的纳米级精密微型数控磨床的研制成功标志着我国机床行业开始进入纳米级精密机床的领域。

四川长征机床集团公司推出的DMC1000型8轴5联动车铣复合加工中心可用于大型曲轴车铣复合加工。它标志着我国机床工业在多轴、复合、重型机床上的发展进入了新阶段。

宁江机床集团公司THM63100型卧式加工中心,工作台直径达 $\Phi 1000\text{mm}$,5轴联动,定位精度0.008mm,重复定位精度0.004mm。该系列精密卧式

加工中心的发展,标志着宁江机床集团公司的精密机床制造上了新台阶。

南通科技投资公司的MCH63型精密卧式加工中心采用双丝杠、双驱动、箱中箱结构、力矩电机驱动转台,它标志着我国高速、精密卧式加工中心技术水平有了新的提高。

汉江机床有限公司推出的SK7450X10米数控丝杠磨床,磨削直径 $\Phi 500\text{mm}$,磨削长度10000mm,磨削精度3级。该磨床是我国最大规格的数控丝杠磨床,填补了空白,并为我国超重型精密丝杠加工提供了关键设备。

齐齐哈尔二机床集团公司推出SKCR165/1200型数控纤维缠绕机。可实现圆筒、圆锥、球、双曲面回转体等构件缠绕,也可实现多维复杂曲面和组合体形状构件缠绕。此类机床的开发应用标志着数控机床进入了新的加工领域。

武汉重型机床集团公司的CKX5680型七轴五联动数控重型车铣复合加工中心,最大加工直径8m,高度2m,加工件重量100t。该机床是远洋巨轮等超重型螺旋桨加工的关键设备。

这些新产品的开发,大多数是在引进、消化吸收再创新和总结国内外技术发展的基础上实现集成创新的,充分证明开展国际合作的重要性。

3. 企业构成和产业结构发生很大变化

民营企业迅速发展崛起,企业个数已占全行业71.3%,完成的销售产值占56.2%,利润占55.7%。2007年固定资产投入292.8亿元,同比增长33.6%,在国有、集体、私人、港澳台、外商控股五类企业中,私人控股投资占总额2/3。

4. 行业存在主要问题

虽然我们新产品频出,开发速度加快了,但是整体自主开发能力薄弱,引进技术的消化吸收不够,所以新产品开发水平不高、开发速度还不快、成本过高、成功率不高。我国尚未形成专业化配套体系,由于数控系统和其它重要功能部件水平、质量以及生产能力不能满足国内主机发展的需求,因此,在某种程度上讲,我国中高端机床对进口功能部件的依赖程度很高。此外,中高档数控机床产业化水平低、制造厂底层设备数控化率低也是制约行业发展的主要问题。总之,我国机床工具行业对用户行业的综合服务能力不强,售前、售中、售后服务都尚待大幅提高水平。

二、关于引进技术的问题

1. 引进技术

从1978年起,国内一批机床企业相继和国外企业合作,如济南第一机床厂、南京机床厂、上海重型机床厂、黄石锻压机床厂等企业,采用贴牌生产、联合设计等方式,生产出了符合对方质量要求的机床,通过对方销售渠道进入国际市场,这在改革初期是很不容易的。通过合作使我们了解了我们行业在主要工艺上与国外的差距,使我们在工艺改进上有了目标和方向。外方对返销产品严格的质量要求,使我们工厂增强了质量控制意识,同时也了解了一些国际市场的情况,这为后来开拓国际市场和满足国内市场需求打下了基础。

来图加工毕竟局限在一般普通机床,为使机床行业的整体水平尽快提高,也有不少企业引进国外先进技术,如济南二厂引进了压力机、东方机床厂引进了数控切割机、大连机床厂引进了加工中心和FMS技术,从FANUC和西门子引进数控系统技术,机床电器行业全方位从国外引进了技术等等。这些项目大多是从德、日、美等知名的企业引进的,产品基本是国外当时正在生产的产品,技术水平较高。虽然在消化吸收国外技术过程中克服了重重困难,但这个过程也是企业提高设计、工艺、质量、管理等各方面水平的过程,引进产品的面市使我们行业的产品技术水平上了一个大台阶,满足国内市场需求挡住了一部分进口。

2. 合资、合作

在20世纪80年代末,市场对重型机床的需求较大,对这类产品的合作生产是一个比较行之有效的方式。这种以市场换技术,技贸结合的方式对制造厂、外商和用户三方都有利。对我们生产厂来讲,产品都是外国厂家现行生产的产品,技术先进,整机质量由外方总负责,外方对中方制造部分的质量要求严格,促使中方工厂认真消化、改进生产工艺,比较扎实的掌握技术,获得先进的设计思路和制造工艺技术及严格的方法。这种不花技术转让费而能得到国外先进技术的合作方式对外国厂商讲,看重的是中国的机床大市场,宁可无偿的提供一部分技术,以达到占领了市场的目的。对用户来讲,得到的是以国外先进技术标准制造的价格具有竞争力的先进产品。那时绝大多数机床企业都乐于采用这种形

式进行合作，如北一、齐一、齐二、武重、上重、济二、险峰等都有合作生产项目，取得了可喜的成果。有的工厂还举一反三，进行二次开发，使自己的产品技术得到提高，生产出市场所需的机床产品。另外许多外国公司纷纷在主要城市增设办事处；委托咨询公司对中国市场调研访问；办事处扩大经营范围，设立投资公司开展贸易；加大广告宣传，在各种杂志媒体做广告。他们看中了中国的市场，用各种方式加大了开拓市场的力度。

3. 独资建厂

我国机床行业和国外的合作合同大部分是在“六五”、“七五”期间签订的，到目前为止，大部分合同已经到期。20世纪80年代一大批外商之所以积极和中国企业合作是当时对中国市场情况了解甚少，又看中了中国劳动力低廉，生产成本低，想通过合作而进入中国市场，到20世纪90年代，随着改革开放的深入，成立了一些合资、合作企业，像前哨布朗夏普，北京阿奇，苏州沙迪克等都是成功的例子。他们不但实现了产品本土化，而且还进入了国际市场。虽然合作模式各不相同，但都是双方受益，才能共同发展。到20世纪90年代末，由于已开放多年，一些国外大公司进入中国市场比较早，对市场情况已比较熟悉，再加观察和总结前阶段中外合作的经验和教训，一些国外有实力的厂商开始在中国建立独资企业。如德国吉特迈集团在上海建厂，韩国大宇综合机械株式会在烟台建厂，日本牧野公司，意大利利雅路等也在中国先后建立了独资企业；韩国YGI在青岛保税区设立独资厂，一般注册资本在1000至1200万美元之间。继意大利政府贷款在北京机床研究所建立机床培训中心，2003年4月西班牙政府贷款在我国天津建立了西班牙机床技术培训中心。美国也将在上海成立机床展示中心，这表明国际上不少国家的政府和协会，采取了很多措施协助和支持本国企业进一步占领中国市场。这些独资企业对我国机床企业形成强大的竞争压力。有竞争才能进步，激烈的市场竞争又促使了中国机床工业的发展。

由于中国机床工业的发展和机床市场的扩大，一些国外机床企业愿意和中国企业合资合作了。在合资方面，最近几年也有一定发展，由于中央和地方制定了很多吸引外资的政策，普遍建立了开发区，对合作高新技术产品实行减免税政策，土地使用优惠政策，银行贷款优惠政策，促进了合资合作

企业在中国各地的发展。除上面提到的以外，机床行业还有一些新的合资合作项目，如北一和日本大隈，大连和德国Index，沈阳和德国BW，意大利菲地亚特，曼图实业公司重组合肥锻压机床有限公司，亚威机床有限公司与瑞士SMS及意大利SELEMA公司合作，上海机床工具集团2003年积极与国外公司洽谈项目，力达公司与日本亚西亚国际商事株式会社，洽谈合作生产数控剪、折、冲板料机；上冲厂与加拿大ACUPRESS合作生产数控剪折弯机；上海工具厂有限公司与意大利SAMPUTENSILI公司签定了齿轮刀具合资意向；上量厂已与英国、香港LK公司、慧源国际有限公司签订了三坐标测量机合资意向；三机床已与捷克ZPS公司在合作生产加工中心等。

三、关于走向国际市场的问题

1. 扩大产品出口

要做好新形势下机床工具产品出口工作，首先要树立科学的发展观。要促进机床工具产品出口工作中速度与效益、规模与结构、局部与全局、经济与社会、人与自然等协调发展。要逐步把先进的节能、低噪、环保技术应用到机床工具产品中，提升产品的价值，减少对环境和人的侵害。

要加快技术创新步伐，企业要在现有生产条件下进行产品创新和技术改造，提高出口产品的质量水平，从而提高出口产品的经济效益。要借助国家对出口产品共性技术研发的资助，以及对机床及功能部件产业技改进口的贴息等政策中提高企业持续创新能力，强化自主创新。要坚持市场导向，培育适应国外用户需求、市场竞争力强、成长性好的出口产品。要贯彻实施市场多元化战略，力争在开拓国际市场中取得新的进展。在巩固重点市场的同时，大力开拓目前有潜力的印度、土耳其、独联体国家等市场。

2. 境外并购建厂

目前国家鼓励与支持有条件的企业在国际机床市场上进行有选择地收购外国企业，提升竞争力，同时也使我国出口产品水平能有较大突破。国内已经有一些机床厂开始收购国外工厂，这些厂都有着悠久的历史，有知名的产品品牌，兼并收购要注意是否真正拿到技术，能掌握到核心技术，就意味着我们站在了巨人的肩膀上，不仅能够将其先进的技

术应用到我们现在的机床设计中，还能利用这些厂的品牌大踏步地开拓国际市场。

2002年以来，我国机床工具行业共有7个企业先后并购控股了10家境外企业。由于机床工具行业的战略地位，行业企业大规模的境外并购搞得越好，就能对我国机床产业，乃至整个国民经济和国防军工现代化产生重大而深远的影响。

参与并购的国内企业大都是机床工具行业实力较强的国有或国有控股企业，并且在并购过程中得到了国家发改委、商务部、国家外汇管理局和有关省市领导的支持，特事特办，抓住了有利时机，使境外并购得以顺利实施。

大连机床集团公司于2002年10月、2003年7月、2004年9月分别并购美国英格索尔生产系统有限公司(100%股权)、美国英格索尔曲轴制造系统有限公司(100%股权)、德国兹默曼公司(70%股权)，可以提供专用机床及集成制造系统、柔性制造、曲轴加工系统、大型龙门五面铣床、数控床身铣床、铣削中心等。

沈阳机床集团公司2004年10月并购德国希斯公司，拥有100%股权。希斯公司是一家具有140多年历史的著名重型机床制造企业，主要产品包括重型龙门铣床中心、大型立式车铣加工中心、落地铣镗加工中心等。

上海明精机床有限公司2003年开始并购德国沃伦贝格公司，拥有100%股权。沃伦贝格公司是一家著名的重型数控车床和数控专用机床生产企业。与此同时，还并购了日本池贝公司，拥有65%股权，主要生产数控车床、车削中心、加工中心等。

秦川机械发展股份有限公司2004年6月并购联合美国工业公司，拥有60%股份。联合美国工业公司是一家已有80多年历史的家族式企业，以先进的四拉和一技术著称(拉床、拉刀磨床、拉刀、拉削工艺)。

哈尔滨量具刃具集团有限公司2005年3月并购德国凯狮，拥有100%股权。凯狮公司是德国著名的精密数控刀具和量仪产品制造商，拥有多项专利，并在欧美等地拥有完善的市场销售网络。

北京第一机床厂2005年10月并购德国科堡公司，拥有100%股权。科堡公司是世界著名企业，其重型、超重型数控龙门铣床、数控龙门立车、落地铣镗床、重型卧式加工中心及导轨磨床系列等产品处于世界先进水平。

杭州机床集团有限公司2006年6月出资收购德国aba z&b公司的60%股权。德国aba z&b磨床有限公司是欧洲四大平面磨床制造企业之一，具有100多年专业制造磨床的历史，生产高精度平面、成型、强力数控磨床、有旋转工作台的磨床等。

从目前境外收购企业的经营状况来看，9家企业(除杭州机床集团)有6家处于赢利状态，2家效益持平，1家亏损。其中沈阳机床集团收购的德国希斯公司，2006年经营效益能够持平，且订单中50%是中国订货；哈尔滨量具刃具集团于2005年3月全资收购德国凯狮公司，5月进入生产状态，计划2007年效益持平，2008开始赢利。目前大部分境外并购企业订货量有较大幅度提高，生产任务饱满。其中大连机床集团收购的美国英格索尔生产系统有限公司近期收到美国的专用机床订货3000万美元。

3. 积极创造发展国际贸易的条件

我国机床行业在实现产品出口，境外建厂的目的是占领国际市场。然而，衡量是否在国际市场站稳脚跟的标准已今非昔比，我们出口数量在不断增长，而且增长得还很快，在国际市场的占有率也逐渐增加，2007年我国机床出口已占世界机床出口额的第8位。但是究竟有多少是我们自主知识产权的产品，有多少脱离了劳动密集型，资源密集型的性质呢？产量高低已经不能证明竞争力的强弱。瑞典海克斯康总部才十几个人，几间办公室，但是全球却吸收了很多工厂进入这个集团，拥有几千名员工。这个瑞典公司通过资本运作增强了竞争力，占领了国际市场。美国的肯纳金属公司，通过参与ISO标准的制定，把自己的产品系列作为世界标准，从而占领了更为广阔的市场。因此，我们中国企业在走出去的战略中，不能单纯考虑到我能有多少产品出口，而是要站在战略的高度，在国际市场上拥有话语权。欧盟不断推出的非贸易壁垒，如安全标准，环保标准等，就是为了保护欧盟企业对市场的控制能力。

我国加入WTO之后，贸易政策更加透明，市场更加开放。我们要努力学习掌握WTO规则，利用这个法规，争取自身利益。在我们开拓国际市场的征程中，遇到的问题，如贸易壁垒，非贸易壁垒，反倾销问题，产业损害问题，都可以在WTO的框架内通过谈判和运用法律手段加以解决。不能吃了亏就撤。我们应该利用WTO来和发达国家共同制定公平的贸易规则，为我国进入国际市场扩大国际贸易，取得合法的公平贸易权。

四、进一步提高国际合作的水平

市场前景必将是更加开放，贸易将更加透明，国际间的交流与合作会更加频繁。总结我国经历的若干年的国际合作的经验和教训，我们要进一步提高国际合作的水平。因此，无论是引进来还是走出去都要在初期产品调研、法律咨询、经营条件、管理人才、国内创收能力以及市场前景等几个方面的都应该作出比以往更加缜密的计划。

1. 初期产品调研

对产品的调研尤其是产品核心技术的了解非常重要，通过拥有或控股境外先进机床工具制造企业，要能使我国机床工具行业具备提供高档机床工具的条件，国内外结合，能提升重大机床设备的自我装备能力。对先进技术进行“消化吸收再创新”，具备了技术来源。

例如，前面所述并购的各厂，都具有较先进的机床工具制造技术，问题是核心技术是否真正给你。由于拥有或控股了国外先进机床工具制造企业，具备了为国内提供高档机床工具的条件，必须掌握关键的设计技术和制造技术，并购不是目的。如航空工业急需的数控龙门加工中心的关键，带A、B（A、C）摆角的主轴铣头，国内尚处于研制阶段。而科堡公司（北京一机床并购）、西斯公司（沈阳机床并购）和兹姆曼公司（大连机床控股）都能稳定生产。沈阳、大连和北一前三家厂的主要领导都表示，暂时先由海外企业供货，今后这种带A、B摆角的五轴联动龙门加工中心我们都要立足国内制造。而且这三个厂涵盖了轻、中、重型龙门铣的供货。凯斯公司（哈量控股）生产高档对刀仪。其他几家也相似，不仅为国内提供先进的技术和装备，而且为扩大出口提高了市场竞争力，国内外结合为提升我国数控产业化水平和提供高档成套设备能力创造了条件。

2. 法律与文化

深入细致了解当地法律法规，才能使合作和并购安全有序进行。这需要聘请专门的法律机构进行咨询。与合作方的文化融入对项目的成功也起到重要作用。在哈量并购凯狮过程中，哈量领导学习国外企业文化和涉外企业的法律知识，认真研究德国工人特点，努力拉近双方距离。并购成功后，他们选拔05年干得好的德国职员来中国和中国职员一起开运动会，使外国员工了解并融入“哈量文化”，由于生产任务较满，还能让德国工人在凯斯公司实现

三班倒。实践证明在法律的框架下开展国际合作是合作成功的重要保证，文化的高度融合，感情的投入也是促进合作顺利进行的重要条件。

3. 营造经营条件

充分利用好海外企业原有的销售渠道，和网络内外配合能扩大营销效果。被并购的企业，原先由于劳动力成本高、欧洲机床工具市场近几年的萎缩，而经营不好，甚至宣告破产。并购后中方企业都能充分发挥国内较低成本优势，产品能和国外企业配合，充分发挥各自的优势联合开拓市场，改善企业经营情况，提高市场竞争力。这不仅为企业在中国境内开拓了销路，为扩大出口打下了基础。而且充分发挥国内外的开发、制造、销售基地综合作用，更有利于企业的快速发展。

4. 管理人才

学习国外先进管理经验，提高了国内管理水平。先进技术的真正掌握要靠人，靠自己的人。各厂完成并购后，对此工作都特别重视。大连机床先后派出400多人次去海外企业，并成立研发中心联合开发新产品，开拓了一批拥有自主知识产权的新产品，提高自主创新能力。借鉴国外的管理理念，提高企业的管理水平，培养一大批管理专家，培养了一大批技术开发人才和一大批维修服务的高档技术工人。

5. 提高创收能力和市场前景分析

中国企业并购西方企业，这足以令西方世界震惊。由于存在对社会主义国家的“敌视”或“轻视”，西方人并不信任企业由中国人接管。因此在并购初期，很大程度上，需要靠国内市场来维持企业正常运作。而国外企业一般经营成本都大大高于国内企业，因此在合作并购前期，要充分考虑并购之后企业如何经营如何盈利的问题。创造近期盈利对提高企业发展信心非常重要，同时要考虑企业长远市场定位问题，创造企业生存、发展的条件。

总之，通过并购，我国机床工具企业了解和学习了许多东西，体会很深。近距离地了解发达国家同行业生产企业的实际状况，看到了我们的差距，获得了国际知名品牌、核心技术、销售和采购渠道、技工队伍及生产诀窍，赢得了参与国际竞争的实践，实现了跨国经营，通过“走出去”实现了“引进来”，同时也锻炼了队伍，培养了人才，推动了企业管理、技术研发，进一步明确了发展方向，提高了企业的核心竞争力。□

下一代生产系统

Next Generation Production System

张 曙

0 引 言

随着传统制造业向中国转移，欧美日工业发达国家正在制定和实施新的制造战略，以保持和加强自己的竞争力。欧共体认为，制造业仍然是推动欧洲经济的力量，但内涵将有所变化，是高技术的制造业，即以知识为基础的制造，其使命是重建欧洲的制造业，发展有欧洲特色的下一代生产系统，实现产业结构的现代化转型。工业经济和知识经济时代制造业特征的区别见表1。

表 1 工业经济和知识经济时代制造业的特征

工业经济时代	知识经济时代
有形资源	有形资源+无形资源
确定的产品，变化少	不确定的、动态变化的
传统的技能	新的技能
大量生产方式	大量定制方式
产品和工艺过程简单	产品和工艺过程复杂

以知识为基础的制造将具有强大的竞争力。因为它不仅向客户提供物质形态的产品，还为客户提供知识服务，帮助客户创造价值。这种价值创新铸

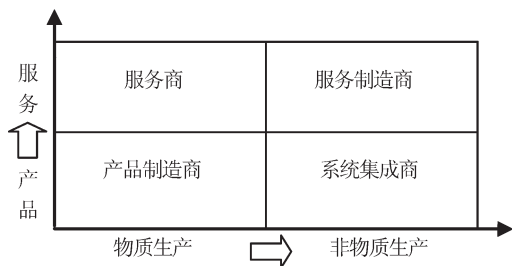


图 1 四种不同类型的制造企业

就企业新的核心竞争力，成为产业转型的主要特征，如图1所示。

1. 下一代生产系统

为了提高欧洲制造业明天的竞争力，欧共体资助由欧洲机床协会、制造厂家、科研院所、最终用户和银行等9个国家的25家单位合作，进行“下一代生产系统（Next Generation Production Systems）”的研究。项目经费高达2400万欧元，为期4年，从2005年到2009年。2007年9月的汉诺威机床展览会组织了该项目的专题报告会。

下一代生产系统（www.nextproject.eu）项目的使命和主要内容如图2所示。

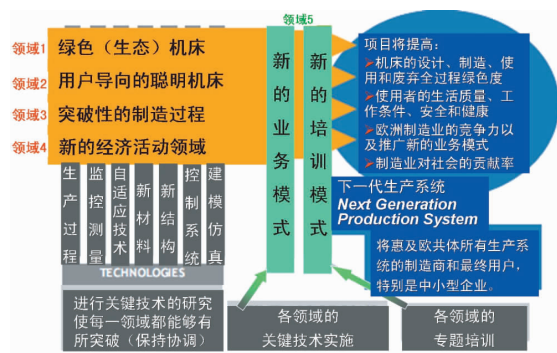


图 2 下一代生产系统的内容和使命

从图中可见，下一代生产系统项目主要包括以下五项内容：

- 1) 绿色机床。
- 2) 智能机床。
- 3) 突破性的高效加工工艺。
- 4) 新的业务模式。

5) 的培训和推广方法。

下一代生产系统项目的预期目标是：

1) 提高企业竞争力。通过提高生产系统的生产率和产品质量提高制造企业的竞争力。

2) 环境。力求生产系统的环境负荷最小化，实现可持续发展。

3) 就业。新一代的职业，改进现有条件，使妇女也可在制造业胜任工作。

4) 生活质量。提高职业的安全性、改善工作条件、保护工人健康。

5) 制造业的形象。改善制造业工业生产和研究的形象，不再是又苦又累的工作。

2. 绿色机床

机床是将毛坯转化为零件的工作母机，在使用过程中不仅消耗能源，还会产生固体、液体和气体废弃物，对工作环境和自然环境造成直接或间接的污染。从整个机床生命周期内审视，如何减少对环境冲击的绿色机床就成为当前研究的热点。什么是绿色机床呢？绿色机床应该具有以下特点：

1) 机床零部件由再生材料制造。

2) 机床的重量和体积减少50%以上。

3) 通过减轻移动质量、降低空运转功率等措施使功率消耗减少30%~40%。

4) 使用过程的各种废弃物减少50%~60%，保证基本没有污染的工作环境。

5) 报废后机床的材料100%可回收。

欧共体非常重视绿色机床的研究，除上述“下一代生产系统”外，还资助了另一个项目“生态效益机床”，网站为www.ecofit.fatronik.com。

2.1 减重节能

据统计，机床使用过程中用于切除金属的功率只占25%左右，各种损耗占去大部分。典型机床功率消耗分配如图3所示，深色部分是各种损耗。

绿色机床的第一个措施是通过大幅度降低机床重量和减少所需功率来构建具有生态效益的机床(Eco-efficient Machine-tool)。绿色机床提出一种全新的概念：大幅度减少机床的重量，节省材料；同时降低机床使用时的能源消耗。

传统的机床设计理念是“只有足够的刚度才能保证加工精度，提高刚度就必须增加机床重量”。因此，现有机床重量的80%用于“保证”机床的刚度，



图3 典型机床的功率分配

而只有20%用于满足机床运动学的需要。

绿色机床就是在保证机床的刚度的前提下大幅度减少机床移动部件的重量，达到省材、节能的目的。实现这个目标的途径有三个方面：

1) 通过结构优化或采用新结构实现轻量化。

2) 采用新材料或复合材料实现轻量化。

3) 采用自适应补偿技术提高机床的精度。

一台通过结构优化和采用新材料的龙门铣床案例如图4所示。

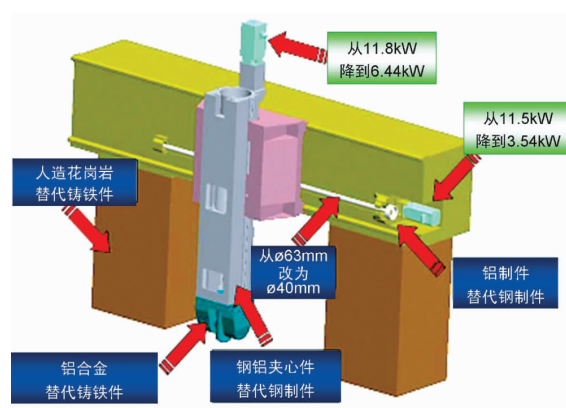


图4 降低驱动功率的案例

2.2 MQL减排

机床使用过程中的润滑冷却液是有害的排放物，特别是磨削时采用的乳化液对环境和工人健康都非常有害。因此，大幅度减少冷却液的使用和排放是绿色机床的基本特征。实现这个目标的途径有以下两个方面：

1) 干切削，不使用冷却液。需要机床具有足够的刚性和锋利的刀具，仅适用于加工某些形状比较简单的铣削和车削工序。

2) 微量润滑 (Minimized Quantity Lubrication--MQL)。MQL适用范围较广,可用于各种加工方法,但需要专门的装置提供气雾或低温空气(冷风),以及专门的润滑剂。

采用二氧化碳低温气体和微量润滑进行半干磨削的试验如图5所示。

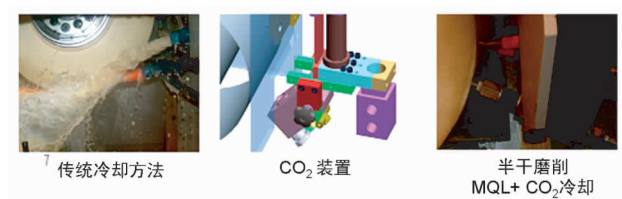


图5 半干磨削

2.3 刀具增效

机床的生产效率出自刀尖上。采用先进的刀具,选择合理的刀具几何角度和切削参数,可以大幅度提高切削加工的效率,降低切削过程所需的功率,延长刀具的寿命,从而达到以较少的资源消耗获得较大产出的目的。

3. 智能机床

如果绿色机床的愿景是环境友好,那么智能机床的目标就是用户友好。“用户友好”的含义在于大幅度提高工作效率和工作更加舒适和安全。这就要求机床能够实现自主管理,能够自动识别加工任务和加工状态,无需或很少需要人工干预,而且能够与操作者及时沟通,变得“聪明”起来。完全可以期待,聪明加工将开拓数控机床的新纪元。以“聪明”为目标的智能机床研究涉及以下三个领域:

- 1) 智能功能部件和软件。
- 2) 智能加工过程。
- 3) 智能数控。

3.1 智能功能部件

这部分包括的内容较多,本文选择主轴、导轨、热变形作一概要的介绍。

主轴是机床的心脏,它的状态直接关系到加工精度和加工效率。德国阿亨工业大学与西班牙技术中心合作对主动磁浮轴承的主轴进行研究,借助磁浮轴承中的力、电流和位置传感器测量切削力、刀

尖点的位置、速度、加速度的变化,开发高速、高精度的主轴。

线性导轨是数控机床的关键功能部件之一。导轨的损坏将导致机床停机。借助集成传感器和振动分析方法可对线性导轨的典型磨损情况进行监控,检测早期磨损,预报导轨的损坏可能性。

机床热变形是影响加工精度的主要因素之一。产生热变形的因素很多,主要是来自机床的工作环境和机床内部的热影响,如图所示。

1) 环境影响。例如,车间的温度分布和温度变化以及空气对流;日光、暖气和邻近机床等热源的影响;以及来自机床基础的热传导

2) 机床内部的影响。例如,机床的零部件的发热(轴承、丝杆、导轨、电动机、齿轮、液压系统等),切削过程产生的热量以及冷却系统的发热。

上述热影响对机床结构来说是一种复杂的热输入,它随时间和机床工作状态而变化,是不可预测的,而最终造成机床热变形的大小和部位还取决于机床结构材料的热性能,即材料的热胀系数、导热率和热容量以及机床的结构设计,即部件形状、质量和热源分布。

因此,机床结构的热场分布是不均匀的且不稳定的,是一种动态的三维梯度的热场。

为了对机床在工作状态下的热变形进行补偿,还需要考虑切削和运动载荷所造成的变形。就要在机床的关键部位安放温度和位置传感器,测出主轴、3个坐标轴和环境温度分别所造成的误差,最后汇总为 δx 、 δy 、 δz ,输入数控系统进行补偿,其原理如图6所示。

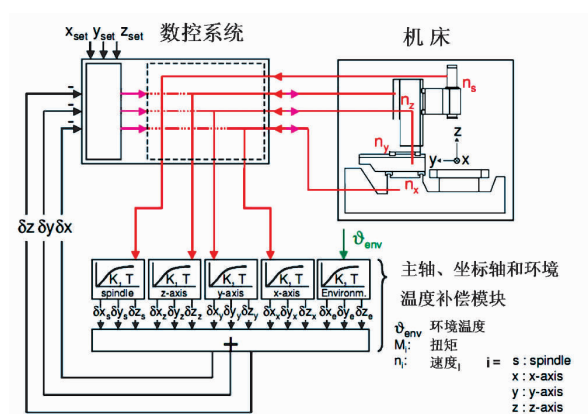


图6 机床在载荷下的热变形补偿原理

3.2 智能加工过程

开发和建立数控加工过程的三维有限元仿真模型,包括铣削、钻削、枪钻和微加工。使加工过程可视化,以优化加工参数。

磨削过程的监控及其优化,包括砂轮状态特征的可视化和磨削过程的监控。借助过程监控就可以实时检测砂轮的状态,了解砂轮磨损和载荷的关系,提高磨削的效率。三维模型仿真和表面轮廓仪采集的砂轮表面形状如图7所示。

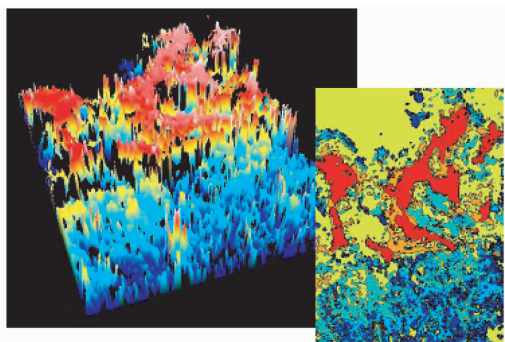


图7 机床在载荷下的热变形补偿原理

对小孔枪钻加工进行自适应控制,可以增加钻削过程的稳定性,优化进给率和提高驱动系统的动态性能。

3.3 智能数控

开发刀具轨迹自动生成和仿真系统,以便快速

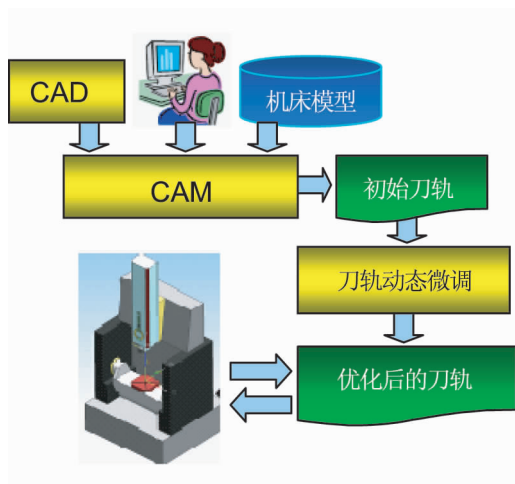


图8 机床在载荷下的热变形补偿原理

评价多种不同的刀轨,在不同策略和不同参数之间选择最佳方案,同时在数控编程时将机床动态性能考虑在内,如图8所示。

此外,建立数控系统内部监控和诊断的平台,开发铣削自适应控制的软件以及预维护和微调的软件,大幅度提高数控系统的响应速度和可靠性。

4. 超高性能的制造过程

目前还没有公布此领域的详细技术信息,仅提出以下四个目标:

- 1) 提高数控轴的加速度3~5倍。
- 2) 提高速度3~5倍。
- 3) 提高数控机床的生产率5倍。
- 4) 大幅度提高机床的加工精度。

5. 新的业务模式和培训

机床的用户希望机床供应商能够提供全生命周期的服务,因此需要建立最终用户和机床制造商之间的全面合作关系,提供强有力的、新的业务模式,其特点如下:

- 1) 创新价值的理念。
- 2) 营销组织和方法的变革。
- 3) 按照产出和可用性付款的财务管理方法。
- 4) 机床系统配置客户化。

对有志提高国际竞争力的公司,提供有关软件工具和方法,支持他们建立新的战略业务关系。

推广新一代生产系统需要对整个欧洲使用机床的中小企业进行大量学术理论和专业技术的培训。

6. 结束语

近年来,我国经济持续高速增长、全球制造业向中国转移,带动了我国机床产业快速发展,无论品种、产量和技术进步都取得了举世瞩目的成就。

但是,我们应该认识到,市场不可能是永远线性增长的,而是变化莫测的。何况欧美先进工业国家并没有放弃制造业,他们正在积极谋求对策,占领新的高地,应对中国的崛起。下一代生产系统就是一个案例。

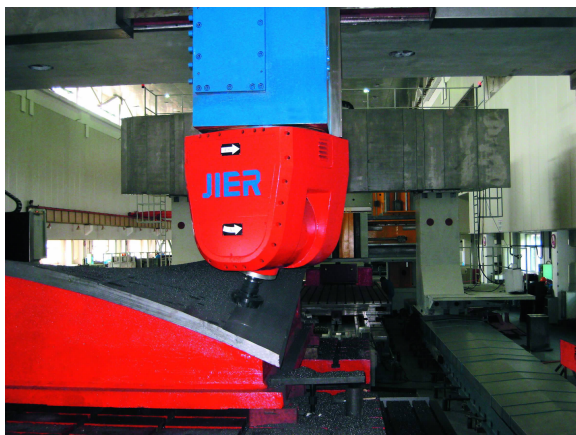
我们应该认真思考,如何利用目前的大好时机,未雨绸缪;一定要加强产业中长期发展战略的研究,大力提高我国机床产业的创新能力和核心竞争力。这就是我撰写此文的初衷。□

CCMT2008 展品预报 (四)

济南二机床集团

SVX60机械式双回转摆动铣头 是专为济南二机床集团所生产的XKV2745型机械式五轴联动定梁双龙门移动数控镗铣床所配置的大扭矩附件铣头, 主要技术参数: B轴转角(摆动范围) $\pm 95^\circ$; C轴转角(摆动范围) $N \times 360^\circ$; B轴工作旋转速度 $0 \sim 6 \text{ r/min}$; C轴工作旋转速度 $0 \sim 5 \text{ r/min}$; 主轴功率(S6/S1) 60/70kW; 主轴转速 $10 \sim 600 (2000) \text{ r/min}$; 主轴扭矩(S6/S1) $2000 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。

XKV2745型机械式五轴联动定梁双龙门移动数控镗铣床 适用于铸铁、铸钢、合金钢等大型复杂曲面工件的强力加工, 如: 发动机叶片、大型水泵叶片、船舶螺旋桨、飞行器螺旋桨、高精度冲压模具等, 不但提高了工件被加工面的精度和光洁度, 还减少或取消了后工序的手工修磨。从而解决了既要提高生产效率又要提高被加工件精度的难题。该数控机床是国内第一台机械式五轴联动数控镗铣床, 满足了我国三峡工程以及发电、船舶、军工、模具等行业的需求, 并摆脱了对国外同类产品的依赖。



XHSV25系列高架式五轴联动镗铣加工中心 是根据国内外市场需求, 充分运用现代设计方法和计算机技术而开发设计的高新技术产品。

该系列机床有 XHSV2515、XHSV2520、XHSV2525、XHSV2530、XHSV2535、XSV2540 几种

型号。最小规格为 XHSV2515, 工作台宽度 1500mm, X轴行程 4000mm~12000mm; 最大的是 XSV2540, 工作台宽度 4000mm, X轴行程 6000~30000mm。根据不同规格\型号, 主轴转速最低的为 10000r/min, 最高的为 24000r/min。

该系列机床的结构特点是: 工作台为落地式平台, 高架式床身分别放置在工作台两侧, 横梁安装在滑板上, 沿床身纵向移动(X轴), 溜板沿横梁导轨横向移动(Y轴), 滑枕沿溜板上下移动(Z轴), 双回转摆动头可实现绕Z轴旋转(C轴)和Y轴旋转(B轴)。

双回转摆动铣头其主轴为电主轴, 该铣头能使刀具的轴线始终垂直于工件的被加工面, 实现“法向”加工。特别适合于航空航天结构件、螺旋桨、模具型腔等复杂三维型面的高精度、高速度的铣削。

该系列机床可广泛应用于航空航天、汽车模具、船舶、铁路机车、发动机、汽轮机等行业。



主要结构性能 and 特点:

- 树脂砂铸铁和焊接结构件的最优组合, 考虑了静、动态载荷并由计算机进行设计, 先进的热处理时效工艺, 最大限度地消除了焊接和铸造内应力, 以提高机床的精度和刚性。

- X、Y、Z三轴均采用直线导轨, 导轨上安装有防止机床高速共振的阻尼块; B、C轴采用进口高精度滚子向心/推力轴承, 以提高精度、刚性和机床使用寿命。

- X轴采用最新直线电机直接驱动, 装有制动

单元和安全缓冲装置；Y、Z轴采用大导程的预载螺母滚珠丝杠传动。运用现代设计方法，通过建立振动阻尼、动态加速度模型，在确保机床整机刚性的前提下，尽量减轻了移动件的重量，使机床具有良好的快速响应特性。机床具有高转速、高速度、高加速度的特点。

- B、C轴传动采用谐波齿轮减速单元带动消间隙双齿轮副旋转，实现B、C轴旋转运动；B、C轴并分别设有液压夹紧机构。

- X、Y、Z轴均采用光栅尺实现全闭环控制；B、C轴采用高精度角度编码器实现全闭环位置反馈。

- 电主轴采用大接触角高速陶瓷球轴承，并配置了主轴的冷却系统、轴承压力空气密封、主轴可矢量控制进行正/反转、刀具自动拉紧一松开装置、刀具夹紧放松检测、无刀检测、主轴锥孔空气清洁、主轴轴承温度检控等各种具有当今先进水平的装置。

- 刀具微型润滑系统通过装在铣头上的喷射冷却嘴将可挥发的液体微粒随压缩空气喷射向刀具，使刀具润滑定点冷却，无污染。

- 该系列机床还配备有对刀仪、在线测量探头及远程诊断技术。

- XHSV25系列产品配置有容量分别为20、40、60把刀具的伞型随动刀库，实现自动换刀；用户可自行选用。

- 机床各移动部件均配置可调式定时、定量稀油润滑装置；B轴、C轴轴承采用油脂润滑。

TK69系列数控落地铣镗床 的结构特点是：整机由立柱、床身、溜板、主轴箱等组成；主轴箱采用镗杆加铣轴的结构形式；其中，铣轴安装在方滑枕内带动镗轴作旋转运动，镗轴可在铣轴内轴向移动（Z轴），方滑枕沿主轴箱前后移动（W轴），主轴箱沿立柱侧面上下移动（Y轴），立柱沿床身横向移动（X轴）。机床采用方滑枕自重变形补偿及附件重量补偿技术，以保证精度。数控系统采用西门子840D，可实现四轴联动。

该系列机床有TK6916（镗杆直径160mm）、TK6920（镗杆直径200mm）、TK6926（镗杆直径260mm）三种型号，主轴电机功率分别为55kW、71kW和100kW，X轴行程8000mm~12000mm，Y轴行程3000mm~5000mm，Z轴行程1200mm（1500mm）。

该系列机床可广泛适用于电力设备、内燃机、汽车、船舶、石化机械、重型矿山机械、机床工具、

锻压设备、通用机械等制造行业的大型复杂工件的粗、精加工，机床同时具有镗孔、铣削、钻孔、攻丝、铰孔等多种功能，配备附件铣头后可实现工件一次装夹，五面加工，一机多用，从而提高了加工质量和生产效率。



主要结构性能和特点：

- 机床所有大件均采用铸铁件，并经热处理时效工艺，最大限度地消除铸造件内应力，以提高机床的精度和刚性。

- 机床所有运动轴均采用静压导轨，以提高精度、刚性和机床使用寿命；移动导轨并镶装有耐磨导轨板。

- 静压系统采用恒压式一泵多腔节流阀节流方式，结构紧凑，调整方便。

- 主轴轴承采用世界著名品牌高精度轴承，可确保主轴精度。

- 机床主传动采用双齿轮齿条消除结构，可有效消除反向间隙，保证精度。

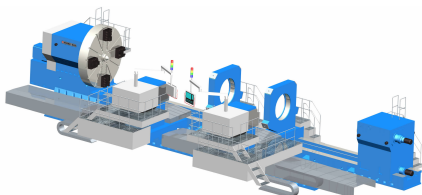
- 机床精度补偿采用数字式电液比例阀控制，保证机床主轴精度要求。补偿方式包括：采用重锤对主轴箱进行平衡补偿、附件重量补偿、滑枕变形补偿。

- X、Y、W、V轴均采用光栅尺实现全闭环控制；B轴采用高精度角度编码器实现全闭环位置反馈；Z轴采用编码器实现半闭环控制。

齐齐哈尔第一机床厂

HT315X160/200Q-NC数控重型卧式车床 是我公司为德阳二重集团公司设计制造的重型装备，可车削圆柱面、圆锥面、端面、切槽、螺纹及回转曲面，适于转子、主轴、精密重型轧辊等大型精密回

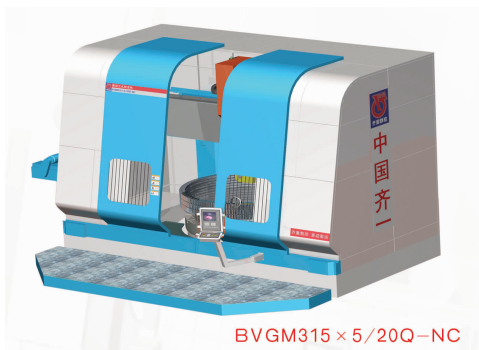
转类零件的精加工和半精加工。本机床为我公司的重型卧式车床系列产品,吸取了国外先进的重车制造技术,刚性好,效率高,精度保持性好,在使用中具有较高的经济性和实用性。



结构特点:

- 它承载可达200吨,加工工件长度为16米,并具有双刀架结构,可同时进行加工,加工效率高。
- 卡盘采用机械增力丝杆结构,操作方便,可靠性强。
- 分离式的工件床身和刀架床身(1700+1700)组合,整体底座结构,刚性好。
- 全新的闭式中心架结构设计,浮升套筒采用液压浮升结构,并增加了手动微调结构,工件中心调整精度可达0.01mm以内。
- 横纵向溜板的静压导轨副采用了静压前置泵供油技术,以适应重载移动部件的油膜刚性问题,提高了进给系统的稳定性。
- 刀板移动为机动控制,自动夹紧,行程可达800mm。

BVGM315×5/20Q-NC数控铣齿机 采用当代先进技术,利用先进的设计方法设计,机床性能先进、效率高、噪声低、绿色环保,运行安全可靠,使用寿命长。该机床适用于采用高速钢及硬质合金刀具铣削加工齿形。机床采用全封闭式防护罩,选用高可靠性部件、国产名优铣头、铣刀架,X、Z轴为全闭环控制,工作台回转采用海德汉圆光栅检测。该项机床适用于大规格齿轮毛坯件的轮齿铣削加工。

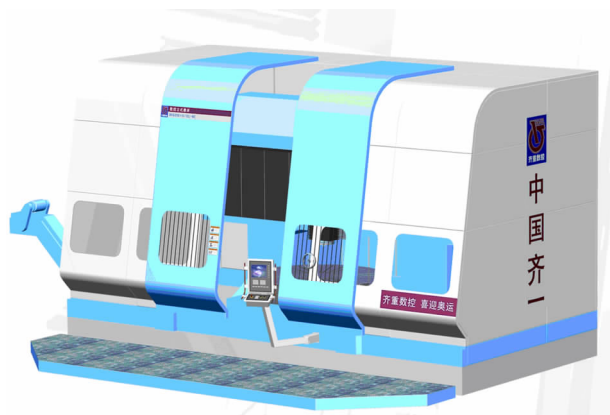


BVGM315×5/20Q-NC

主要技术参数

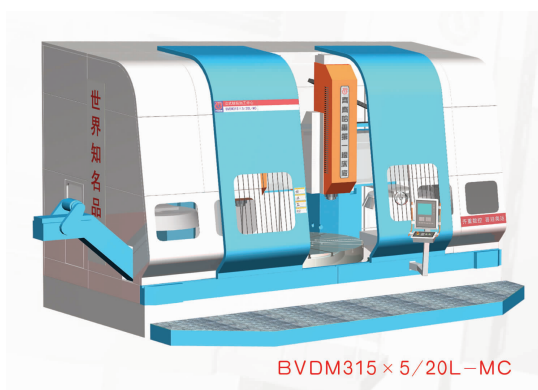
工作台直径	2830mm
最大工件高度	500mm
最大工件重量	20t
垂直刀架水平行程	-1000~1880mm
垂直行程	800mm
垂直刀架快移速度	8000mm/min
铣刀盘转速范围	25~150r/min
主电机功率	S1: 28kW/S2: 38kW

BVG250×5/15L15L-NC数控立式磨床 性能先进、可靠,具有精度高、刚度高、加工效率高、抗振性能好,运行安全可靠和使用寿命长的特点,整机为全封闭结构,绿色环保,噪声小于75db。机床磨刀架X、Z轴为全闭环控制,B轴可作±45°分度。机床采用海德汉圆光栅,分度精确;工作台选用德国SAV电永磁圆形卡盘,卡持工件变形小,一次装夹可完成轴承圈的三面加工,砂轮采用金刚石滚轮修整,能有效提高机床效率。机床磨头的转速为1500~3000r/min(砂轮直径260~400mm),可加工直径2500mm,重量达15t的工件。



该机床适用于风力发电机和回转支承等轴承行业,主要用于磨削轴承内、外滚道的加工。产品达到国际同类产品的先进水平。

BVDM315×5/20L-MC立式铣钻加工中心 适用于风力发电机轴承及其它回转类零件钻孔、攻丝等加工机床为全封闭防护,配有左右全自动盘式刀库,内冷却刀具及自动排屑装置。全部加工均为程序控制,一次装夹可完成圆面积周方向上多规格光孔和螺纹的加工。



主要技术参数

最大工件回转直径	3150mm
工作台直径	2500mm
主轴端至工作台面的距离	100mm (最小) -700mm (最大)
最大工件重量	20t
钻削刀架快移速度	8000mm/min
左右刀库刀位数	24
钻削主电机功率	22/30
主轴锥孔	ISO50

齐齐哈尔二机床（集团） 有限责任公司

BMT110型数控卧式铣镗床 可加工最大尺寸为1800×1500×1350mm的小批量和单件棱柱形工件。工件可为复杂的高精度的钢、铸铁或其它有色合金的壳体、变速箱等工件。工件一次装卡可实现4-5面的铣、镗、钻、攻丝加工。如果增加单独的专用附件，可扩大加工范围。



本机床有6个数控轴（X、Y、W、Z — 直线运动轴，B — 工作台回转和C — 主轴回转轴）所选主轴传动和进给传动方案，可加宽速度范围和实现进

给连续可调，由此获得最佳工作条件，并确保机床实现最经济的运行。

本机床刚性高，驱动电机功率大，可以使用硬质合金刀具，实施强力切削。

BMT 110设计有固定式立柱和位于右侧的主轴箱。所选用的结构方案可使机床获得高精度和稳定性，五个轴（X、Y、Z、W、B）上的进给速率和行程使得机床的加工范围广范可满足用户需要。

机床中能被传输到数控系统中的那些操纵件位于悬吊的操纵盘中，它们位于操作者的附近，易于操作。

CK5263型数控双柱立式车床 是一种性能优良、工艺范围广泛、生产效率高的先进设备，采用最新的设计理念研制的一种集机电液一体化的精密机床设备。机床定位精度达到世界一流水平。本系列新型双柱立式车床采用CAD优化设计方法，执行国家现行最新的精度标准及我厂刚度标准，配置国内、外先进的功能部件，结构性能上实现了强力切削，工作台超重载荷、机床动、静态刚度高，各项运动安全可靠，使用寿命长，加工效率高的高科技机电一体化产品。



本产品主要适用于高速钢、硬质合金刀具及陶瓷刀具，对黑色金属、有色金属和部分非金属零件的内外圆柱面、内外圆锥面、螺纹、圆弧面及复杂曲面的粗精加工。

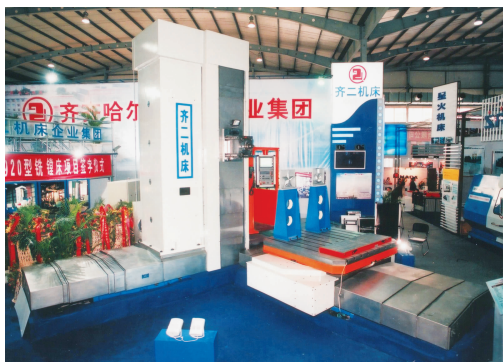
本产品具有精度高、刚度大、使用寿命长、抗震性好、可靠性高及适于高速切削等特点。

本机床配西门子802D数控系统，闭环控制。

FA-160型数控落地铣镗床 X、Y、W轴导轨均采用进口滚珠直线导轨，具有承载力大、摩擦系

数小等优点。配以免润滑滑块等一起使用,使机床具有阻尼好、免润滑等优点。 Z 轴也采用进口直线导轨导向。

主传动系统采用进口减速传动箱,具有两档变速,转速高、传递扭矩大、噪音小等优点。主轴润滑采用喷雾润滑,由冷却冰箱进行强制制冷,使主轴转速可达 $2\sim 2000\text{r/min}$ 。



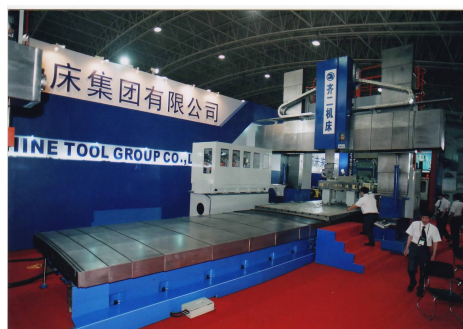
主轴箱重心补偿由伺服电机实现数字补偿。刀具的夹紧由碟簧夹紧,松开由液压完成,附件为自动上、下附件,夹紧、松开及松刀都由哈威泵站单独实现,机床有独立的操作间,可自由升降。机床 X 、 Y 、 W 、 V 、 B 轴为全闭环控制,精度高。

机床主轴箱重心平衡补偿技术采用伺服电机实现数字补偿。此项技术可以做到在有效范围内进行任意点补偿,借助西门子840D扩展功能在操作面板显示屏上可实现滑枕状态显示曲线,此项技术为我厂委托西门子公司开发的专有技术。

主轴箱重心平衡补偿采用全新转鞍补偿结构。主轴箱为双层结构,外层为滑鞍,可通过直线导轨在立柱上作 Y 轴运动,内层为转鞍承载,滑枕在滑鞍上作微量转动补偿,由伺服电机控制,光栅尺反馈。

XK2130型数控龙门镗铣床 采用双立柱横梁升降式龙门结构,机床由床身、工作台、龙门架、横梁、滑座、主轴箱、滑枕、铣头、附件提取器、冷却排屑及电气等主要部分组成。

床身固定在基础上,左右立柱分别固定在床身的两侧,并通过联接梁在立柱顶面将左右立柱连接在一起,形成一个封闭的龙门框架。工作台沿床身的导轨做纵向运动(X 轴),滑座沿横梁导轨做横向运动(Y 轴),横梁沿左右立柱垂直导轨垂向移动(W 轴),方滑枕带着主轴箱在滑座内做垂直运动(Z 轴)。主传动由方滑枕内的主传动轴通过花键副传至各铣头的传动链。

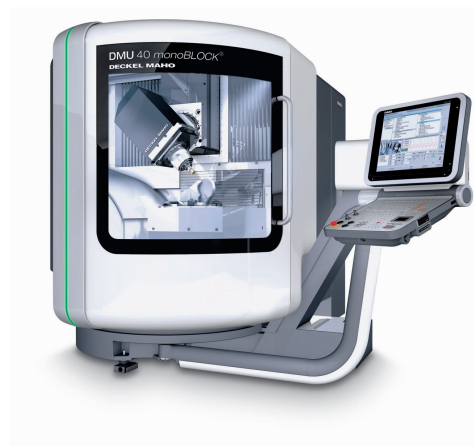


机床可选配有5种不同功能的铣头,分别是五面铣头、垂直铣头、伸长铣头、万能铣头及薄角铣头。每种铣头均可自动更换、自动分度(伸长铣头及万能铣头不需要),最小分度单位为 5° 。五面铣头、垂直铣头及伸长铣头为自动松夹刀,其主轴内有自动夹刀机构。万能铣头及薄角铣头为手动松夹刀。铣头的自动分度、自动更换及自动松刀均由液压控制,主轴箱平衡及横梁平衡采用液压平衡。床身水平导轨、立柱垂向导轨及横梁的水平导轨均采用高精度直线导轨。

XK2130采用具有保持架的低噪音直线滚动导轨,能承受几个方向的载荷,刚度高、承载能力高、动刚度及运动精度都高。摩擦系数极小,方便润滑,不需镶条就能实现无间隙预紧传动,抗颠覆力矩强。

DMG上海公司

吉特迈集团(DMG)是全球领先的机床制造商之一,在车削、铣削、激光和超声波振动加工技术方面均处于世界领先地位,5,000多名员工遍布全球10家生产工厂和62家销售服务公司。在第五届中国数控机床展览会(CCMT2008)上DMG共参展以下机床:



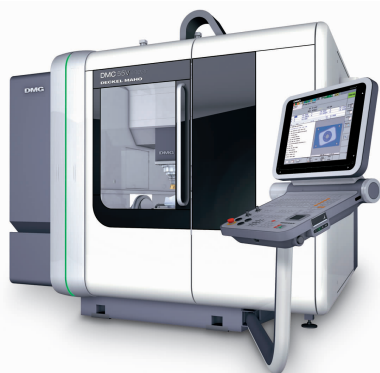
DMU 40 monoBLOCK 采用新设计的紧凑式结构, 占用空间小, 结构高度小, 加工空间具有最好的可视性和通达性, 标配5轴联动铣削, 动态性最强。通过最先进的控制技术简单地升级到5面/5轴联动加工。



DMC 635 V eco 具有更大的加工范围, X轴行程635mm, Y轴行程510mm, Z轴行程460mm, 工件承重量高达600kg。

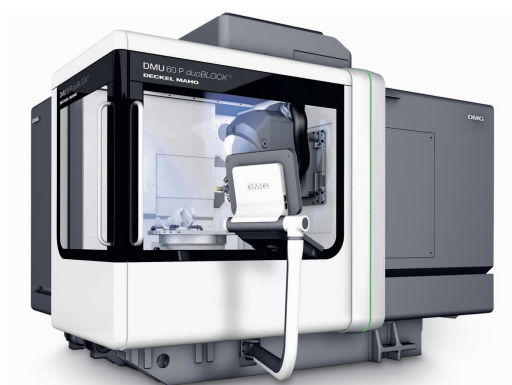
强劲的铣削主轴, 每分钟8000r/min转速, 扭矩82Nm (40%DC)。20刀位刀库, 主轴锥柄为SK40, (BT40, CAT40可选), 刀具最大长度为300mm, 换刀时间1.6秒, 平均屑-屑时间为5秒。DMG操作面板配有15" 液晶显示屏, 带3D软件的Siemens 810D系统。X, Y, Z轴25m/min的高速快移速度, 加速度3m/s²。

DMC 55 V linear, 3 axis 具有更大的功率、更高加工质量、更强柔性、更快加工速度。以坚固的热对称型龙门机床的标准设计, 标配28000rpm高性能主轴, 可选择五轴五面联动。它不仅适用于石

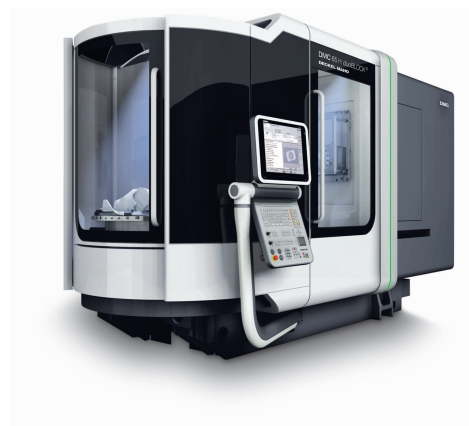


墨或者黄铜加工, 还适合于医疗器械等领域小件或超小件的精密加工。

DMU 60 P duoBLOCK, 5 axis 机床的造型设计集功能、人体工程学和图形语言于一体, 已远远超过了工具制造机器的范畴, 成为今后外形设计发展方向的主流。该产品的X轴包括两根圆柱直线导轨, 按传统稳定的铸造结构设计而成, 这一结构保证了高效的静态和动态刚性, 最终体现为加工工件的高精确度和优质表面质量; 此外, 铸件材料也改善了机床的长期准确性, 突出了产品长周期投资的价值回报。



DMC 65 H duo BLOCK 标配高品质控制系统设备, 采用快速和强劲的电主轴, 用最小的占用空间提供最大的工作空间, 通过60刀位刀库实现2.8s的屑-屑换刀时间。



中大创远

YK20100型全数控螺旋锥齿轮磨齿机 是七轴数控五轴联动全数控磨齿机。能用展成法磨削大小



锥齿轮。本机床带有手动磨削余量分配规。机床为全封闭结构，独立的磨削油过滤系统，高效的油雾收集装置及集中润滑系统。从而改善了工作环境，对环保大有好处。在环境温度+5℃~+40℃条件下验收时，展成法磨齿精度达到GB11365-89锥齿轮和准双曲面齿轮精度标准5级精度标准的各项技术指标，齿面粗糙度为Ra0.8。

YK22100型全数控螺旋锥齿轮铣齿机 是七轴数控五轴联动全数控铣齿机。不但能用单面刀盘铣削大小锥齿轮，还可以用双面刀盘加工锥齿轮。YK22100可强力高效连续分度切削，具有很高的生产效率。机床为全封闭结构，磁性排屑装置和小车及集中润滑系统。在环境温度+5℃~+40℃条件下，验收时铣齿精度达到GB11365-89锥齿轮和准双曲面齿轮精度标准6级精度标准的各项技术指标，齿面粗糙度为Ra3.2。



YK2560型数控螺旋锥齿轮研齿机 是一种新型数控三轴联动研齿机床，适用于对轴交角为90°的弧齿锥齿轮副和准双曲面齿轮副进行全齿面研磨。该机床主轴电机采用伺服电机，可以方便地通过数控系统实现被动轮加载；该机床的辅助运动，均采用气动控制，操作维护方便，同时，也避免了液压控制可能带来的泄漏造成的污染；该机床的研磨剂系



统简单可靠，可保证高速研齿时，供给足够的研磨剂。

宁江机床厂

CK6640数控主轴箱移动式卡盘车床 是我公司在成功开发数控车床技术的基础上，再一次开发的两轴数控车床。

- 本机床采用整体式床身底座，床身采用45度斜床身结构。

- 本机床的X/Z轴导轨采用镶钢淬火贴塑导轨结构，X/Z轴快移速度达到20m/min。

- 机床主轴采用内装式电机结构。

- 排屑方式为后排式。

- Z轴移动采用主轴箱移动的方式，该方式最大特点是最方便生产线组线配置。

CKN1112V 数控纵切自动机床 配置双向移动的副主轴，可实现零件的背面复杂工序加工。机床主轴、副主轴均采用自主知识产权、直接驱动技术的电主轴。采用MITSUBISHI M65SL双通道数控系统，主、副主轴采用完全分离的刀架，可实现主、副主轴的重叠加工（即主轴加工正面工序的同时副主轴可以加工背面工序），加工效率高。

主要技术参数

最大加工棒料直径	12mm
主轴最高转速	10000r/min
轴快移速度	10m/min
主轴定位孔径向跳动	0.006mm
定位精度	0.005mm

CMK0232小型精密数控排刀车床 具有精度高、结构紧凑、操作方便、造型美观的特点,可实现零件的车外圆、钻孔、攻丝、镗孔、车螺纹、割槽、切断等工序加工。适用于IT业及相关产业、电子、通讯、制冷、家电、微特电机、航天、汽车、摩托车、钟表、医疗、军工、鱼具、玩具等行业的短轴类及小套类零件的加工。机床可根据需要选配液压卡盘或弹簧夹头夹紧附件,结构紧凑、操作方便。

主要技术参数

最大加工棒料直径	32mm
最大加工零件长度	100mm
主轴最高转速	6000r/min
刀具容量	8把
重复定位精度	0.004mm
快速移动速度	15m/min

DELTA 13 数控纵切自动车床 是与瑞士TORNOS公司合作产品,具有加工精度稳定性高(直径尺寸变化量能稳定在 $\pm 0.0025\text{mm}$)的特点。该机床使用全行程回转中心架,可加工长达155mm的零件;使用回转中心架时主轴转速可达到10000r/min。

G996高速铣削中心 是引进意大利RIDIA公司技术生产的多功能高品质机床,机床具有高动态性能、高刚性、大功率强力切削,可进行高性能铣、镗、钻和攻丝加工,可以对固定和运动元素进行3维建模和5轴刀具运动轨迹模拟,并进行高效防碰撞分析。可保持精加工的精度。本机床采用自支撑结构,可直接安装在地面(无震源情况下)。

主要技术参数

工作台面积	970mm×1070mm
线性轴行程进给速度	45m/min
最大加速度	10m/s ²
主轴最高转速	24000r/min
最大功率	55kW

THM63100IV精密卧式五轴联动加工中心 是将自主研发的卧式加工中心与五轴联动加工中心技术融合,而开发的精密卧式五轴联动加工中心,大大扩大了产品的使用范围。加工中心工作台为立卧连续回转工作台(A轴、B轴),可摆动角度为0~90°。选用高精度圆光栅作为回转轴系全闭环的检测元件,确保连续分度定位精度。

主要技术参数

可倾翻转工作台尺寸	1000 ×1000mm
可倾翻转工作台	+30°~-90°
主轴最高转速	8000r/min
定位精度	0.006mm
快移速度	40m/min

THMA6350精密卧式加工中心 床身、立柱、滑座均采用高质量的密烘铸铁,立柱采用整体框式结构,具有最佳热对称性和结构稳定性。采用高精度直线滚柱导轨安装于X、Y、Z三个坐标上,使机床可以在45m/min条件下实现快速移动和准确定位。主轴箱上下运动(Y轴)设有液压平衡系统,减少由于主轴箱上下运动不平衡带来的Y轴精度的位移。采用凸轮式机械手换刀,刀到刀时间3.5s。机床采用两套螺旋式排屑器,大斜度的导轨护罩可将切屑排入至两侧的排屑槽内,将其送出工作区域,排屑更加流畅。

主要技术参数

托板工作台尺寸(长×宽)	500×500mm
托板工作台最大回转速度	15r/min
X/Y/Z向行程	800/700/800mm
主轴转速	20~6000r/min
X、Y、Z轴快移速度	45m/min
定位精度(ISO标准)	0.006mm

VMC1580立式加工中心 具有铣削、镗削、钻削、攻丝等功能;三轴联动加工。机床结构设计合理,有足够的静/动态刚性和良好的精度保持性,X/Y/Z向为矩形淬火贴塑导轨。主电机、进给电机均采用交流伺服,并设有过载过热电气保护功能,采用合理的技术保证机床的加工效率、加工精度及其稳定性。机床使用、维修方便,具有足够的安全性。机床主要功能部件和关键零部件具有高的品质,采用进口或名牌产品。

主要技术参数

工作台(长×宽)	1700×800 mm
X/Y/Z向行程	1500/800/700 mm
主轴转速范围	20~6000 r/min
快移速度	12000 mm/min
工作台最大承重	1500 kg
定位精度	0.015 mm
刀库容量	24 把
换刀时间	2.2s

YKJ3610数控高效卧式滚齿机 YKJ3610数控高效卧式滚齿机主要用于加工模数 $\leq 2.5\text{mm}$ 的直齿圆柱齿轮、斜齿轮。使用高精度滚刀、采用合理的切削规范时，可加工GB/T2363-1990 5-6-6级精度的直齿圆柱齿轮及斜齿轮。机床的轴向拖板、径向拖板通过伺服电机编程实现轴向进给、径向进给的无级调速，机床的移位滚刀架采用步进电机对滚刀架的切向移动进行控制，可大大提高刀具的使用寿命。可进行各种形式的方框循环加工程序。选订特殊附件可扩大机床加工范围。

主要技术参数

最大加工直径	100 mm
最大加工模数	2.5 mm (精密加工1.5 mm)
加工齿数范围	4~320
最大滚刀直径	63 mm
滚刀转速	400~2000 r/min

江苏亚威机床有限公司

HIQ-3048 FMS数控板材冲压柔性加工系统

简明实用的人机操作界面，全面汇聚了多种冲压工艺的智能参数：

◆ 冲压轴是精确控制的伺服轴，从容应对各种冲压成形的过程。

◆ 大型厚转塔式模具库，不仅可容纳各种规格的长导向模具，还具有专利技术的“U”型结构，换模更方便、快捷。

◆ 多项专利结构的模具带料检测装置和夹钳脱料的报警装置可保证冲压过程中的设备与工件板材的安全。



◆ 自动上下料系统开放式控制技术，可与各种数控冲床组合成柔性线。大到1250mm×2500mm整块板材，小到150mm×730mm单张板材，都可进行精确的自动上料，加工后在下料端进行整齐的码垛（小料可分区码垛）。系统高度智能化，批量加工可无人值守。

◆ 布局合理舒展，与现代化加工物流轻松对接加工批量的数据库管理更能适应现代物流的精确控制。

HPI-3048数控转塔冲床 采用日本NISSHINBO设计，关键部件由NISSHINBO提供，在亚威制造组装的新一代数控冲床。该机器主要由机架、液压系统、工作台、转塔结构、自分度旋转模位、横梁、气动系统、润滑系统、夹钳、再定位系统和电气系统等组成。

◆ 机床采用采用闭式“O”型钢结构件，焊后经大型回火炉回火去除内应力，刚性，稳定性好。

◆ 德国H+L高速液压冲头及液压系统，SIMENS或FANUC数控系统等一流配置。

◆ 厚转塔结构，确保精度及转盘耐磨性。厚转塔系列模具，导向性能好，表面硬度高，抗磨损能力强，可完成冲孔、翻边、滚压等各种加工工艺。



◆ 采用常啮合蜗轮蜗杆传动装置的旋转模位，保证双向传动的精度，可与T轴联动，提高效率。

◆ 采用高精度、大导程磨削滚珠丝杠、直线导轨。速度快、运行精度高、使用寿命长。

◆ 气动装置主要由气源处理四联件和各控制气阀组成，所需供气压力为0.6MPa，执行元件主要有转盘定位气缸、X轴原点定位气缸、再定位气缸、夹钳等。再定位由两只气缸及相关阀组成，其作用就是机器在进行再定位时，将工件紧紧压在工作台上，夹钳移动时，工件不动，保证两次冲孔相对位置关系的精确度，也扩大了机器的加工范围。

◆ 采用集中润滑方式，润滑部位主要有滚珠丝杠、直线导轨、打击头处及轴承位等。

PBB-110/3100-7C数控折弯机 全新的欧洲设计，流线型的外观，高速度、高精度、高刚性；全钢板整体焊接，抗震性强。

采用大型回火炉消除应力，稳定性好，机架永



不变形。采用最先进的全闭环电液伺服同步控制系统，选用进口线性光栅尺，高精度的导向系统、位置测量系统和液压均衡功能，能满足全长或偏心的加工需要

喉口设有“C”形板机构，直接检测上、下模之间的距离，确保制件精度。油缸内密封件为国际最著名品牌宝石霞板，密封性强，寿命长。机床可在额定负载下连续工作16小时，液压系统保证无泄漏且加工持续稳定，精度高。

采用数字式交流伺服电机且速度闭环控制，后挡料X、X1、R轴均采用滚珠丝杠传动，直线导轨导向，数字式交流伺服电机驱动，有退让控制功能。Z1、Z2轴数字式交流伺服电机驱动，齿轮齿条传动，直线导轨导向，具有速度快，精度高的特点。

档料梁采用箱式结构，具有足够的机械强度和刚度，独特的挡子结构，扩大了挡料范围。该设备适用于生产多道折弯、高精度工件。

LGSK-6*3050数控闸式剪板机 是直接引进欧洲技术的新一代剪板机。采用欧洲风格的机器造型设计，新颖独特，美观大方。机架、刀架采用钢结构件，经回火处理消除其内应力，刚性强、组织稳定性好。刀架在油缸的作用下，沿导轨上下运动，实现剪板动作。后挡料采用进口精密滚珠丝杠传动，



直线导轨导向，数字式交流伺服电机驱动，定位准确，运行快速平稳。

压料机构由一组压料油缸组成，压料油缸在压力油作用下，克服弹簧的拉力压紧板料。在剪切完成后，借助于弹簧的拉力而复位。采用世界一流的德国BOSCH-Rexroth公司液压剪板机专用系统，压力可根据板材宽度和厚度自动计算。

为方便较宽板料的剪切，在机器的正面设有三根前托料架。其中一个设有标尺及侧定位挡块。液压系统有超负荷溢流安全保护，油位高度清晰直观显示，机床可在额定负载下连续工作，液压系统保证无泄漏且加工持续稳定，精度高。

配有后挡料气动托料装置，安装于机架上，板料定位时可防止板料下垂，保证板料的精确定位。气动托料架可联动、可锁定。

采用荷兰DELEM DAC350或DAC360数控系统，实现剪切角度、刀片间隙、剪切行程、后挡自动调整。

数控飞剪线 江苏亚威机床股份有限公司于2006年开发研制高效、高速、高精度开卷校平飞剪堆垛生产线，2007年2月产品在用户调试成功。投入生产后，得到用户和市场的高度认可，一年内先后为宝钢、韩国LG板材配套剪切厂、日本SHARP板材配套剪切厂等多家国际知名企业提供多台飞剪剪切设备。飞剪线的成功开发，填补了高档钢板，特别是汽车面板的加工必须引进国外设备的状况。亚威将采取专业化的研发制造，向市场提供具有技术先进，价格实惠的高档次飞剪和落料剪切设备。

开卷校平飞剪堆垛生产线主要技术特点：

1. 采用回转式双曲柄飞剪机结构，剪切惯量更小，定位精度更高，确保钢带剪切点与运行面一致，



保证钢带剪切时没有任何位移,从而保证板面的剪切质量。

2. 矫直机采用辊盒式结构,能够实现快速清理辊面和快速更换矫直辊,并可以设置多套辊系。辊系调整采用下动方式,克服了传统矫直机机械间隙通过弹簧消除的方式,定位精度更高,测量更准确方便。

3. 机组可以配置多台堆垛机,大大提高工作效率,并可以实现不停机交换堆垛,避免了停机造成的板面质量问题。

4. 全线采用恒张力控制,运行更加稳定,定位更加准确。并可以取消活套,降低整条线长度,操作更方便,减少了过渡可能产生的板面划伤。

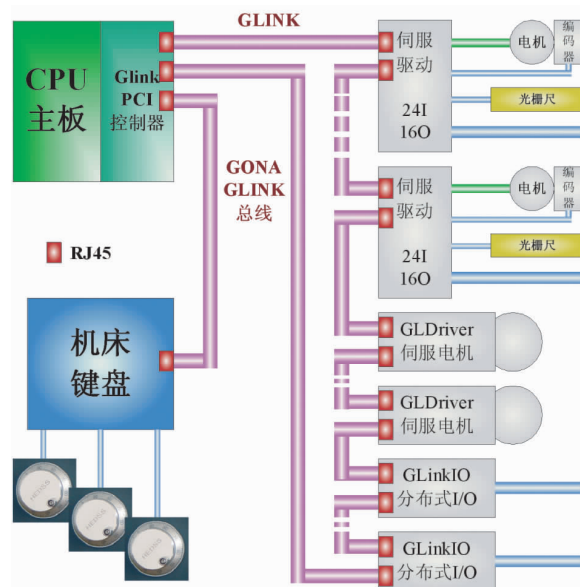
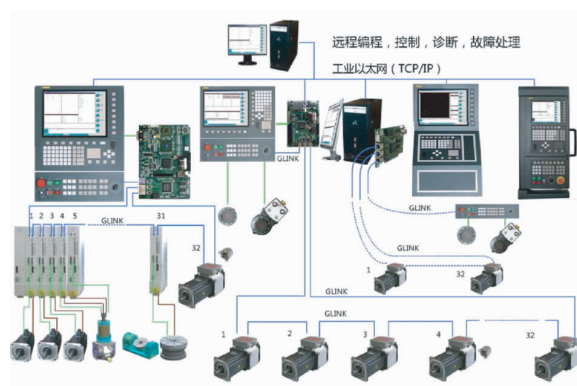
5. 飞剪控制软件实现了完全自主开发,打破了一直以来软件核心技术被欧美国家控制的现状。解决了售后服务依赖国外公司的难题,确保了服务及时性。

大连光洋数控系统工程研究中心

全数字总线式数控系统 系光洋公司自主研发设计应用于运动控制方面的实时串行总线协议——GLINK,围绕该总线协议在软硬件方面对数控系统结构进行了全新设计,实现了基于该总线协议的数控系统接口标准。该体系结构摒弃AD/DA模拟量传递控制命令的方式,解决了模拟量传递指令存在的控制精度受限,模拟量漂移,易受干扰,传递数据位数有限,成本高,装配调试复杂,结构死板等问题。

系统特点:

- 低成本,安装灵活,调试复杂度低,柔性好,系统稳定可靠;
- 采用自主研发设计的GLINK总线协议;
- 总线物理层:采用工业以太网物理层芯片+RJ45接口+超5类双绞线;
- 总线传输速度:100Mbps;
- 总线周期:31.5μs;
- 最多支持设备数:1个主设备(上位机+数控软件)和24个从设备(伺服驱动器\PLC);
- 单总线:以同一总线实现坐标轴位置控制和离散I/O控制;
- 单CPU:整个系统采用单个CPU同时实现纯软件数控系统和纯软件PLC;



- 实现带有离散I/O点的伺服驱动器;
- 实现了伺服驱动器一体化电机,将数控系统硬件降至最低;
- 专用机床面板和多手脉接口;
- 采用全数字总线,去除CNC和伺服驱动器之间的D/A、A/D转换环节,更有效的保证高精度、高速度;
- 全数字总线具有更高的可靠性、抗干扰性;
- 大幅减少机床布线 and 机床电气的硬件构成;
- 完全支持第一代数控系统的所有功能,效率、精度更高。

GS02手摇脉冲发生器

采用磁阻尼制动方式产生刻度感,使转动更轻

松、刻度感更明显、使用寿命更长；配在脉冲输出指示灯，指示有无脉冲输出及输出方向；具有开机自检功能，易于排除故障。

本系列产品可用于光洋、西门子、三菱、发那科、华中数控、广州数控和海德汉等数控系统。



GS04手持操作器

功能齐全，操作简单，外形美观大方，适合手握，更多的考虑了机床操作者的人身安全。GS04具有开机自检功能，易于排除故障。采用磁阻尼制动方式产生刻度感，使转动更轻松、刻度感更明显、使用寿命更长。



本系列产品可用于光洋、西门子、三菱、发那科、华中数控、广州数控和海德汉等数控系统。

除上述产品外，大连光洋公司还展出了VGW400型立式高速五轴联动加工中心、SP250B龙门式加工中心、直驱式双摆铣头和直驱式双轴工作台。直驱式双摆铣头和直驱式双轴工作台均为该公司自行开发产品，是采用力矩电机驱动的直驱式加工中心关键功能部件。□

业界动态

重庆机床 YS3116CNC7

荣获 2007 年度中国机械工业科学技术奖二等奖

中国机械工业联合会、中国机械工程学会联合评选出了 2007 年中国机械工业科学技术奖。重庆机床集团 YS3116CNC7 七轴四联动数控高速干切自动滚齿机及其制齿装备研制荣获二等奖。

YS3116CNC7 七轴四联动数控高速干切自动滚齿机，是针对汽车行业齿轮大批量、高精度的加工要求设计开发的具有当今国际先进水平的数控滚齿机。该机床可实现七轴数字控制及四轴联动自动干式切削，加工效率是湿式切削的 2~3 倍，单个的加工成本仅为传统滚齿加工的 60%。该机床实现了绿色环保加工，符合世界制造业环保、自动、柔性、高速高效的发展趋势。

YS3116CNC7 七轴四联动数控高速干切自动滚齿机由重庆机床集团独立开发并拥有全部技术的知识

产权，该机床机床达到国内领先国际先进水平。其最大加工工件直径 160mm，最大加工工件模数 3mm，主轴最高转速 2000r/min，工作台最高转速 200r/min。经检测，YS3116CNC7 的加工精度全面达到 GB/T10095.1-2001 标准 6 级精度，在技术和加工精度方面可以和美国 Gleason 公司和德国 Liebherr 公司的同类产品相媲美。

YS3116CNC7 七轴四联动数控高速干切自动滚齿机及其制齿装备技术可十分容易地推广应用到其他类型的齿轮加工机床的设计制造中，如更换大立柱和刀架可编程为六轴数控高速插齿机，增加高速主轴磨头和 CBN 成型修磨轮可变成六轴五联动数控高速磨齿机。

海德汉展品 CCMT2008 展前预览

CCMT2008是中国数控机床展示的盛会，海德汉公司籍此契机向广大中国用户展示新产品和新技术的研发成果，主要包括直线光栅尺、角度编码器、数控系统和3D测头等。

机床加工精度

如何避免工件尺寸因机床热变形误差而产生偏差是机床行业日益面对的重大课题。

机床温度变化主要是由进给轴滚珠丝杠造成的，与滚珠丝杠的温度分布与进给速率和驱动力大小紧密相关。在半闭环数控机床上，因温度导致丝杠长度的变化在20分钟内可达 $100\mu\text{m}$ ，严重影响工件质量。在全闭环控制下，直线光栅尺可以完全补偿滚珠丝杠的误差，保证加工的精度。

图1是通过精心设计加工工艺，在同一机床上采用半闭环和全闭环技术，同样毛坯上加工的不同结果。从而在加工的零件上真实地观察到半闭环和全闭环机床造成的加工精度差异性。

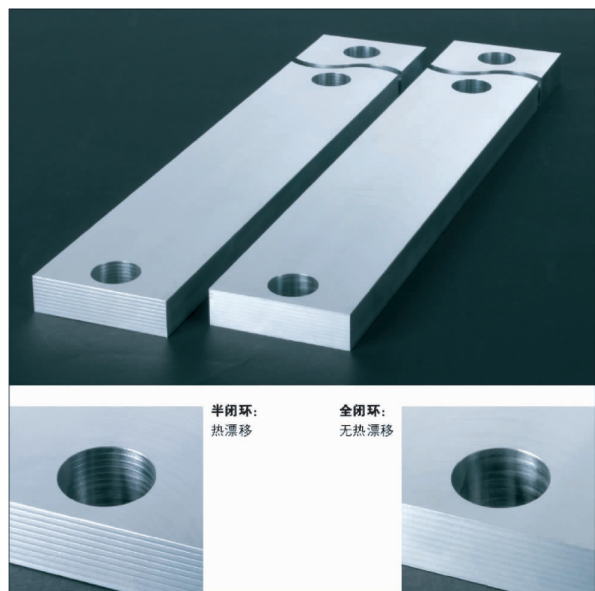


图1 连续生产中的加工精度对比

直线光栅尺

绝对式直线光栅尺

绝对式直线光栅尺LC 483/LC 183由于采用新的单场扫描技术提高了光栅尺的信号质量和抗污染能力，其测量长度可达4240mm，分辨率高达5nm。采用LC 483/LC 183绝对式直线光栅尺，机床运行时无需回零操作且不需要设置参考点标记。



图2 LC 483/LC 183

高精度纳米尺LIP 200系列

敞开式直线光栅尺LIP 200系列主要应用于半导体制造设备、齿轮测量设备、高精密加工机床等。

LIP200显著特点：超高精度、高分辨率（可达 31.25pm ），移动速度 3m/s 、玻璃陶瓷基体、刻线参考点。

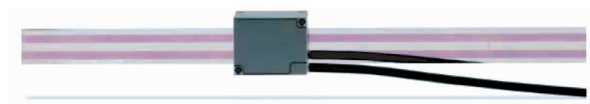


图3 LIP 200

角度编码器

内置轴承绝对式角度编码器RCN 829可应用于高精度转台，其空心轴直径尺寸可达 $\Phi 100\text{mm}$ ，系统精度高达 $\pm 1''$ ，每转位置数达29bits。

无内置轴承增量式角度编码器ERA 4000系列可应用于机床转台和摆头,其尺寸紧凑,安装简便,允许的轴转速可达10000r/min,其空心轴直径可达 $\Phi 512\text{mm}$,系统精度可达 $\pm 2''$ 。

模块化磁电角度编码器ERM 2400系列主要应用于铣床电主轴和车床C轴定位,对污染不敏感,安装简便,允许的轴转速高达42000r/min,空心轴直径可达 $\Phi 55\text{mm}$ 。



图 4

海德汉数控系统

海德汉的数控系统一直由于其友好的人机操作界面、超强的高速、高精、高表面质量和五轴加工控制功能而著称,在高档数控机床密集的欧洲市场拥有大量忠实用户。无论是铣、钻、镗和加工中心机床还是车床,海德汉都为其提供了成熟可靠的数控系统。

iTNC 530最新功能

iTNC 530不断推出新功能,使得高端数控系统操作更简单、机床工作更安全。最新版iTNC 530的新功能包括:

标定旋转轴的探测循环

iTNC 530新增的KinematicsOpt测头循环可自动检测五轴或多轴机床的所有旋转轴的系统误差,并可通过控制系统自动进行补偿,从而消除由于机械安装带来的系统误差,提高五轴机床的精度。所需的硬件和软件为工件测头和标准球(如图5所示)以及海德汉提供的测头循环。



图 5

集成的动态碰撞监测 (DCM)

iTNC 530动态碰撞监测 (DCM) 系软件选装功能,它周期性地监测机床工作空间避免发生可能的机床部件碰撞。iTNC 530监测机床工作空间内的三维碰撞对象,包括倾斜头和摆动工作台。如果两个被监测对象相互接近到预定的距离之内,TNC输出一个出错信息,从而避免机械碰撞。

为方便构建模型,海德汉可提供KinematicsDesign设计软件,它为用户定义运动特性表提供了图形支持,如图所示。KinematicsDesign可以在概念设计阶段仿真关键轴位置,使其可以设置机床上的适当限位开关以避免碰撞。

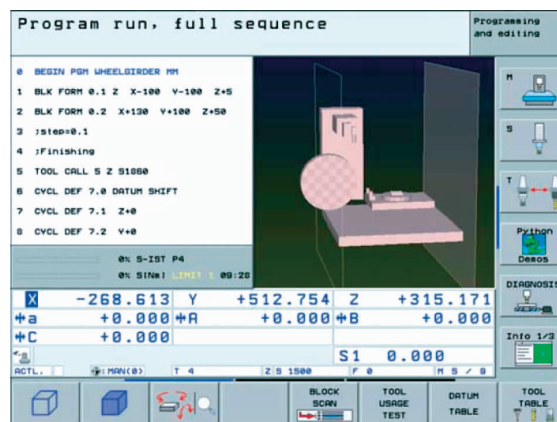


图 6

车床数控系统MANUALplus620

多年来,MANUALplus系统已被事实证明是面向应用的车床数控系统。现在,海德汉公司最新推出了新一代CNC数控车床和手自一体车床数控系统—MANUALplus 620,其中提供了更强的循环编程功能和全新的编程操作模式—smartTurn。ManualPlus 620

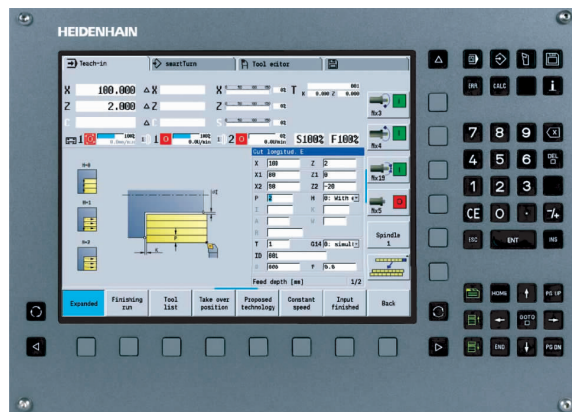


图 7

具有如下智能性功能:

- 可实现手动和自动操作一体化
- 丰富的固定循环-编程高度自动化
- 集成的CAM功能-ICP自由轮廓编程
- DXF输入/Smart.Turn
- 丰富的智能数据库-自动推荐工艺参数
- 车铣复合-C轴和驱动刀台控制
- 全数字控制-位置、速度和电流环数字控制
- 示教功能

创新的海德汉红外测头



图 8

TS 740 测头特别适用于高精度和高重复性测量任务,其使用标准测针时的探测精度 $\leq \pm 1\mu\text{m}$, 探测速度为 0.25m/min 时的重复精度 $2\sigma \leq 0.25\mu\text{m}$ 。TS740 的测量力非常小,但在大加速度和快速探测时,不会产生非受控

触发信号。

TS 444 是一个全新的无电池测头产品。它完全避免了电池的拆装、存放和处置。通过主轴的压缩空气驱动涡轮转动发电。在压力为 5.5bars 时, 3秒钟完成的探测充电量足以满足2分钟的测量所用。

EnDat接口

EnDat数据接口是海德汉为编码器开发的一种数字式、全双向的数据传输接口,它不仅能为增量式或绝对式编码器传输位置数据,而且能够传输和存储编码器参数、OEM数据以及报警和诊断信息。

EnDat显著特点:通用全数字接口适用于所有的增量和绝对式编码器;高数据传输频率,时钟频率最高可达 8MHz (EIB可达 16MHz);更好的信号质量,编码器内部特别的优化提高了系统精度,为数控系统提供更好的轮廓精度;更好的实用性,自动系统配置功能,数字信号提高了系统的可靠性,监控与诊断信息有利于系统的安全,冗余码校验有利于可靠的信号传输;安全设计理念:两个独立的位置信息及错误信息位,数据帧的校验和及应答;符合高速高精技术发展趋势;高的分辨率、短的周期适用于直接驱动技术。□

业界动态

Siemens PLM Software 发布 Solid Edge 2D Drafting 最新版本

西门子工业领域旗下机构、全球领先的产品生命周期管理 (PLM) 软件和服务提供商 Siemens PLM Software 近日公布了 Solid Edge® 2D Drafting 软件的最新版本 (价值: 995 美元)。

Solid Edge 是功能强大的二维/三维复合设计系统,是 Velocity Series™ 组合的核心组件。一年前, Siemens PLM Software 采取了一项战略性举措,大规模地免费提供其二维软件,同时介绍转换到可控的三维模型所能带来的价值。用户现在可免费下载该软件并获得许可,而且只需支付象征性的费用就可获得自动升级及一些支持选项。

截至目前,已经有 86000 多名用户下载了该软件的上一版本,这些用户中将近 70% 为制造业客户或潜在客户。另外,超过 20% 的用户有计划过渡到三维。

Solid Edge 2D Drafting 提供了一套经过实际生产

证明的二维设计和文档创建功能,包括能够自动满足制图标准要求的图纸布局、图表绘制、注释和尺寸标注控件。另外,该软件还提供了直观、功能强大的转换向导,帮助用户从二维 AutoCAD® 和其它制图软件顺利过渡到三维软件。

最新版本的 Solid Edge 2D Drafting 为 AutoCAD 二维数据提供了更好的转换功能,用于支持 color 7、xrefs、模型空间和纸质空间制图比例。导入向导会显示一个预览,提供一切选项变化。

另外,该版本还提供了一个很有价值的“目标搜索”(Goal Seek)功能,它可以用自由体图表来帮助解决复杂的二维工程情景,允许用户设置特定参数,而系统会改变其它系数来实现工程计算的期望目标值。这些结果还可以在一个真实的二维/三维混合设计环境中驱动三维几何图形。

CCMT2008参观导引和重点展品介绍

What highlights in CCMT2008

中国机床工具工业协会市场部

CCMT2008中国数控机床展览会将于2008年4月21-25日在北京中国国际展览中心举行。本届展会是在我国机床工业连续多年高速增长,全面贯彻党的十七大精神,深入落实科学发展观,积极推进自主创新战略,和机床工具行业积极落实《国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》、落实《国家中长期科学和技术发展纲要2006-2010年》及《国务院关于加快振兴装备制造业的若干意见》精神的背景下举办的。CCMT2008展览会以“展示自主创新成果,推动重大专项实施”为主题,将展示国内最新开发的高档数控机床产品,和自主技术创新的科技成果。在机床市场持续繁荣,产销两旺的大好形势下,CCMT2008为机床制造商和采购商营造一个交流技术、寻求合作、沟通供需、扩大贸易的平台,实现机床制造厂之间,以及制造厂、供应商和用户之间的共赢。

机床行业企业对CCMT2008参展热情很高,报名踊跃,共有来自14个国家和地区的720多家企业参展,其中,国内参展商约650多家,境外参展商约75家,我国机床行业主要的机床制造商以及工具量仪、机床功能部件制造商均悉数参展。

本届展会的规模,不管是展出面积还是参展商数量都是历届CCMT最大的,展品水平也是历届CCMT最高,将集中展示我国机床行业自主创新的成果。从参展的展品分析,数控机床将是展会的主角。90%以上的展品是数控机床,有立卧式加工中心、数控车床、数控磨床、数控齿轮加工机床、数控镗铣床等。

中高档数控机床展品数量有大幅增加,参展厂家也有增加。如展出的五轴数控机床就有33台,除沈阳机床集团、大连机床集团、北一、北京机电院等机床企业外,宝鸡忠诚、江苏新瑞、山东鲁南、

宁江、济二等厂家也进入了这个竞争行列。还有展出的车铣复合加工机床、高速高效数控机床等展品的数量也有明显增加,说明我国中高档数控机床产业已经逐步走向成熟,开始在用户心中建立起认知度。

大重型机床产品方兴未艾。本届展会上,将要展出近百台各种大重型机床设备,很多是我国加快振兴装备制造业各个领域所急需的产品。这近百台大重型机床中,大型、重型龙门加工中心就有23台。大重型机床展品之多,令人惊异。这也反映出市场对大重型机床的需求旺盛,企业对市场的需求更敏锐。

数控系统、数控机床关键功能部件进步明显。多家国产数控系统厂商将展出四轴、五轴联动控制系统。数控双回转摆动铣头、数控回转工作台、数控转塔刀架、精密滚珠丝杠副和滚柱导轨副等数控机床关键功能部件取得进展。

一、数控展品量大面广

本届展会将展出整机产品891台套,其中国内838台套,境外53台;各种机床配套及工具量仪展品有数万件。展出的838台国产数控机床中,90%以上是数控机床,其中加工中心179台,数控车床231台,数控磨床105台,数控铣床63台,数控齿轮加工机床33台,数控镗床15台,数控钻床和攻丝机床15台,数控特种加工机床73台,柔性加工单元及自动线9台套,数控成形机床79台等;数控机床关键功能部件及配套件的展品有数控装置、电主轴、滚珠丝杠副、直线电机和导轨副、数控转台、数控刀架、刀库与机械手、防护装置等;磨料磨具中有超硬材料及制品;工具展品有工具系统、硬质合金和超硬材料刀

具、涂层刀具等；检验和测量仪器有三坐标测量仪、圆度仪、激光干涉仪、测长仪等；软件展品有CAD、CAM、CAE、CAX、ERP软件等。

1. 立卧式加工中心

沈阳机床集团展出的TC500立式加工中心，X/Y/Z轴三轴行程分别为550mm/450mm/330mm；主轴转速40~24000r/min；X/Y/Z三轴快速移动48m/min；定位精度0.010mm/300mm；功率15kW；刀库数14把，换刀时间4s，配套国产数控系统飞阳F0。该机床主要适用于汽车、摩托车、航天航空、军事、仪器、仪表、电子、模具等行业中的孔距精度高的中、小型盘类、板类、壳体、阀体、凸轮等零件的钻、铣、镗、攻丝等的加工。

北京机电研究院高技术股份有限公司开发的BV63系列新一代中大规格立式加工中心，采用模块化、系列化创新设计。本届展会上展出的有BV63-125立式加工中心，工作台尺寸700×1520mm，X/Y/Z轴行程1250mm/660mm/850mm，主轴最高转速24000r/min，X/Y/Z轴快移速度20mm/20mm/14m/min，端面到台面距离150mm~900mm，主电机功率34/43kW，主轴扭矩72/91Nm，刀库容量32把，X/Y/Z轴定位精度0.025/0.015/0.018mm。

上海第三机床厂展出的SHE630A卧式加工中心，采用双丝杆同步驱动，箱中箱结构，快速新颖的机械手换刀机构，电机直联式高速主轴，快速灵活的工作台交流系统。该机床工作台尺寸630mm×630mm，X/Y/Z轴行程1000mm/800mm/800mm；工作台至主轴中心距离100mm~900mm，主轴中心至工作台中心距离150mm~950mm，主轴转速200~10000r/min，主轴最大扭矩222Nm，快移速度50m/min；工作台最大承重1000kg，交换工作台时间12s，刀库容量40/80/120把，主功率22/26kW。

2. 数控车床

沈阳机床集团生产的CY-HTC4050 μ 高精精密数控车床采用45°斜床身，床身上最大回转直径400mm，最大工件直径400mm，X/Z轴最大行程200mm/550mm，主轴转速50~5000r/min；主轴电机功率15kW，加工精度 $\leq IT5$ ，加工面粗糙度 $R_a \leq 0.4\mu m$ ，主轴精度 $\leq 2\mu m$ ，平面度 $3\mu m/200mm$ ，移动轴定位精度 $2\mu m$ ，重复定位精度 $1\mu m$ 。主要用于加工各种

轴类、盘类零件、可以车削各种螺纹、圆弧、圆锥及回转体的内外曲面，能够满足高速切削的需要，具有钻孔、攻丝和铣削的功能，特别适合于汽车、摩托车、电子、航空、军工等行业进行高效、大批量、高精度的加工。

宝鸡西力精密机械有限公司生产的XKC40FC精密数控车床，最大回转直径400mm，最大加工直径360mm，最大加工长度200mm，主轴最高转速5500r/min；排刀最大工位7个，X/Z轴行程360mm/300mm，主轴端跳/径跳 $\leq 0.003mm$ ，X/Z轴重复定位精度 $\leq \pm 0.001mm$ ，Cs轴分度精度任意90°重复定位6"。主要适用于中小型零件，高精度，高效率大批量自动化加工，且Cs轴控制可实现车铣复合加工。宝鸡西力展出的机床还有XKC16H精密数控纵切机床，主轴最高转速12000r/min，副轴转速8000r/min，一次装夹最大车削长度170mm，刀具容量外圆车刀6把，端面车刀5把，动力刀具3把，主轴分度精度任意90°重复定位6"。广泛适用于电子、电器、精密仪器、医疗器械、电影机械等小零件批量加工，特别适用细长杆零件批量加工，Cs轴功能和动力刀具配置能完成径向钻、铣等工序，高精、高效车铣复合是机床的特点。

宁江机床集团股份有限公司生产的CKN1120IV数控纵切自动车床，最大加工棒料直径12mm，正面最大钻孔直径10mm，主轴最高转速10000r/min，主轴定位孔径向跳动0.006mm，定位精度0.005mm。该机床可实现4轴控制，2轴（X/Z；X/W）联动，机床主、副主轴箱采用内置电机式结构，伺服控制，能实现高速同步、定向、分度等功能。主主轴与副主轴为顺序加工，副主轴单向移动，工件在切断前由副主轴同步夹持，切断后副主轴可独立完成背面车削、钻孔、镗孔等工序。

青海第二机床制造有限公司生产的QH₂039A数控曲轴车-车拉机床，最大回转直径500mm，最大加工长度1200mm，工件主轴转速50~300r/min，刀架工位12（24），右车头最大调整行程800mm，刀架最大纵向行程250mm，刀架最大横向行程1640mm，控制轴数6，主电机功率15kW，加工精度圆度0.05mm，偏心误差 $\pm 0.015mm$ ，同相位连杆径相位角误差10'，配数控系统FANUC18i。该机床主要用于各种曲轴零件的加工，车削曲轴主轴颈及连杆颈专用数控机床，四拐、六拐曲轴均能加工，可同时加工同相位的两

个连杆颈、腹板、过渡连接圆弧及沉割槽等的加工。

3. 数控磨床

本届数控磨床展品较多,有105台。其中数控外圆磨床13台,数控平面磨床10台,数控内圆磨床6台,无心磨床3台,数控工具磨床12台,数控凸轮轴和曲轴磨床10台,端面磨床7台,数控齿轮磨床6台,珩磨机7台,专用磨床8台,研磨及抛光机6台,数控立式磨床等其它磨床17台。

上海机床厂有限公司展出的MK1432/H数控万能外圆磨床可磨削 $\Phi 320\text{mm} \times 1000\text{mm}$ 的工件,砂轮最大线速度可达120m/s,主要用于磨削7:24大锥度内、外圆零件和磨削对精度、光洁度要求较高的轴类、套类、环塞规等类零件。

湖大海捷制造技术有限公司展出的MKG1320超高速数控外圆磨床磨削速度高,砂轮最高线速度达到150m/s,磨削精度高,主要适用于外圆的高精密磨削,可用于凸轮轴轴颈及其他轴类重件的加工。

江西杰克机床有限公司展出的MK215数控内圆磨床的突出特点是砂轮主轴转速很高,可达到90000r/min,磨孔直径3mm~50mm,最大磨削深度80mm,,主要适用于大批量生产场合,圆柱孔及圆锥角不大于40°的锥孔。

无锡开源机床集团有限公司将展出MG1050B/1数控无心磨床、3MK2332数控轴承外圈滚道磨床、3MK2125数控轴承内圈滚道磨床等轴承加工磨床,这些磨床具有精度高、速度高、可磨削工件尺寸范围广等特点,值得轴承行业用户重点关注。

北京第二机床厂有限公司生产的MKS1320-CBN数控高速凸轮轴主轴颈磨床,采用CBN砂轮,砂轮线速度可达120m/s,最大可磨削直径200mm,加工圆度0.0015mm,纵截面直径一致性0.003mm,表面粗糙度Ra0.16 μm ,可实现轴类零件的高效精密磨削加工,适合汽车、摩托车、军工、航空航天及家电等行业的大批量生产。

泰兴市兴通精密机械有限公司展出的CGK3000/2000/1500数控高精度螺纹磨床,采用单线砂轮进行双面或单面磨削,磨削精度达到P2级以上,特别适用于高精度滚珠丝杠和精密梯形丝杠磨削,也可磨削三角螺纹及普通蜗杆、螺杆等。

德州德隆(集团)机床有限公司展出的2M2125A数控深孔珩磨机床,采用自动循环定时控制,往复

速度由仪表显示,在珩磨过程中保持恒压,可直接进行强力珩磨,改变了深孔加工多工序的传统工艺方法。适用圆柱形深孔工件的珩磨及抛光加工,既能适应大批量生产,也可适用于单件小批量加工的需要,是深孔精加工的理想设备,加工孔径精度IT7级,表面粗糙度 $R_a 0.2\mu\text{m} \sim 0.4\mu\text{m}$ 。

北京第一机床厂展出的B₃HM005数控双进给立式珩磨机,工作台尺寸500mm×500mm,最大珩孔直径 $\phi 50\text{mm}$,最大珩孔深度250mm,主要适用于的阀体、制动泵孔,可加工盲孔以及在机床范围的其它孔。

4. 数控齿轮加工机床

重庆机床集团展出的YS3118CNC5五轴数控滚齿机,工作台台面直径195mm,最大工件直径180mm,最大模数4mm;滑板行程(Z轴)285mm;刀架最大回转角度 $\pm 45^\circ$;滚刀主轴(B轴)转速范围150~1000r/min,工作台(C轴)最高转速200r/min;X/Z最大快移速度2000mm/min,切向串刀(Y轴)最大速度800mm/min;滚刀最大轴向移动量120mm;滚刀中心与工作台中心距离范围25mm~195mm;滚刀中心与工作台台面距离范围200mm~485mm,外支架顶尖孔下端至工作台台面距离范围348mm~748mm;主电机功率7.5kW;精加工精度可达GB10095—2001齿轮精度标准的7级。该机床能实现轴向多次方框循环及轴向L循环,能顺、逆铣加工,具有滚刀自动串刀装置,主轴可在切削范围内作无级调整。工件液压自动夹紧,适应使用多头滚刀和大进给滚齿。采用齿轮滚刀以展成法滚切圆柱直齿轮、斜齿轮、蜗轮、小锥度齿轮、鼓形齿轮、花键等加工。

天津第一机床总厂展出的YKW5132七轴数控插齿机,可实现刀轴回转、工作台回转、立柱进给、滑板提拉运动、刀轴让刀运动、刀具行程长度调整、刀轴冲程速度的数字控制,切齿、让刀及调整均实现自动控制,最大加工直径内齿320mm,外齿320mm;最大加工模数8m,最大加工齿宽70mm。该机床特别适用于汽车、航空、机床、仪表等行业高自动化生产线的高精度、高效率加工直、斜齿、内外齿各种结构圆柱齿轮、渐开线花键、非圆齿轮及板形凸轮等加工。天津第一机床总厂还将展出一台最大加工直径762mm的YK2275数控螺旋锥齿铣齿机。

齐重数控装备股份有限公司展出的BVGM315×5/20Q-NC数控立式铣齿机,采用C轴分度,Z轴进给、

圆盘刀强力铣削,显著地提高了生产效率。该机床最大加工模数18mm,最大铣削直径3150mm,工作台直径2830mm,最大工件高度500mm;最大工件重量20t;垂直刀架行程(*X*轴)-1000~1880mm,垂直刀架行程(*Z*轴)800mm;铣刀盘转速25~150r/min;工作台定位精度 $\pm 5''$,主要用于大型齿轮的加工,加工风力发电机的偏航大齿圈平均仅用3h。

二、高档数控机床遍地开花

1. 五轴数控机床

北京机电研究院高技术股份有限公司自行开发研制的XKH1600五轴联动加工中心,带*A*、*B*两个回转坐标,*X/Y/Z*轴行程分别为2200mm/400mm/400mm,*A*轴旋转360°, *B*轴摆动 $\pm 40^\circ$, 主轴转速10000r/min,适用于汽轮机大型叶片的五轴联动加工。

江苏新瑞机床(集团)有限公司展出的V5X-1800五轴叶片加工中心,*X/Y/Z*轴行程分别为2000mm/550mm/500mm,主轴转速15000r/min,能够高速高效率地进行复杂曲面的加工。

山东鲁南机床有限公司生产的VHP800-5AX五轴叶片加工中心,带*A*、*B*两个回转坐标,*X/Y/Z*轴行程分别为800mm/450mm/500mm, *A*轴旋转360°, *B*轴摆动 $\pm 90^\circ$,适用于电力、航空、军工等行业的汽轮机、燃气轮机的各类叶片及各类窄长形特殊曲面零件的加工。

宁江机床集团股份有限公司自主研发的THM63100IV精密卧式五轴联动加工中心,融合了卧式加工中心技术和五轴联动加工中心技术,扩大了产品的使用范围。*X/Y/Z*轴行程分别为1300mm/1000mm/1100mm,工作台为立卧连续回转工作台(*A*轴、*B*轴),可摆动角度为0°~90°, *A*轴分度数0.001°×90000,工作台*B*轴分度数0.001°×360000,定位精度0.006mm。

沈阳机床集团展出的HMC80u五轴加工中心,带*B*、*C*轴,*X/Y/Z*轴行程分别为1300mm/1000mm/1000mm,三轴定位精度均为0.020mm,重复定位精度0.012mm, *B*轴摆动 $\pm 220^\circ/0.001^\circ$, *C*轴旋转360°/0.001°,可用于重切削,能一次装夹完成全部加工,特别适合鼓风机及航空航天业等行业的叶片、叶轮等复杂曲面的加工。

北京第一机床厂展出的XKAV2420五轴联动定梁

龙门铣床,具有高速、高精度的特点,工作台尺寸2000mm×4000mm;主轴转速10000r/min,最大承重20t, *X/Y/Z*轴行程分别为4300mm/3100mm/1000mm, *B*轴 $\pm 95^\circ$, *C*轴 $\pm 240^\circ$ 。在横梁配置垂直滑枕和一个带*C*、*B*轴双摆角头,内装高速大扭矩电主轴,形成高速切削的双摆角镗铣头。主要适用于模具及航空、航天等五轴加工的需要。

桂林机床股份有限公司生产的XK2725/6-5X/4-5X五轴联动桥式龙门铣床,工作台尺寸2500mm×6000mm, *X/Y/Z*轴行程分别为6500mm/3000mm/1250mm,滑枕垂向行程1000mm或1250mm。主轴转速24000r/min, *A*轴摆角为 $\pm 110^\circ$, *C*轴旋转 $\pm 360^\circ$, 5轴5联动,可实现高速进给和任意空间方向的加工。

2. 复合机床

复合加工机床是现代机床技术的发展方向之一,近年来我国的复合加工机床业取得快速发展,将有多家厂商展出其复合加工机床。

江苏新瑞机床集团展出的LM50-5X数控五轴车铣复合中心,配置主、副两个主轴,9轴5联动,主轴最高转速6500r/min,副主轴最高转速6000r/min, *B*轴电主轴最高转速7000r/min。

南京数控机床有限公司展出的CKH1440-WY型数控车铣加工中心,双主轴、单刀架配置,带*Y*轴的七轴五轴联动控制。第一主轴、第二主轴可以任意分度连续车削或准停铣削,工件一次装夹,可完成车削、分度铣削或钻削、连续铣削加工。

德州德隆机床集团有限公司开发的CH6163-5车铣复合加工中心,可实现一次装卡完成车削、铣削直线、圆弧(圆柱面、回转曲面、球面、圆锥面)、斜线、直、锥公制英制螺纹等加工形状复杂、精度高的各种盘类及轴类零件,在单件和成批生产中均可获得较高的关联加工尺寸精度、减少加工辅助时间。

沈阳机床集团一举展出3台复合机床,其中HTM63150iy卧式五轴车铣复合机床和VTM6335立式五轴车铣中心,可加工零件尺寸大,加工精度高,换刀时间短,适用于军工、航天、航空、造船等行业加工制造复杂的叶片螺旋面、加工偏心零件、铣削斜面以及飞机复杂结构件的加工。另外1台GTM320140立式车铣中心,主要适用于能源、军工、航天、汽车、船舶等行业加工各种精度高、工序多、

形状复杂大型盘类零件。

杭州机床集团有限公司展出的MGKF600数控高精度复合磨床，能够在一次装夹工件中完成工件内圆、外圆以及端面的高精度磨削加工。适用于对圆柱、圆锥、球轴承内、外套圈、滚道及端面各表面的多批量、多品种、多规格的精加工磨削；也适用于齿轮类、套筒类等零件的高精度磨削加工。

无锡开源机床集团有限公司展出的MK2710数控内外圆复合磨床，可实现工件内外圆的高精高速加工。

3. 高速、高效、高精加工机床

宝鸡忠诚机床股份有限公司展出的F6高速立式加工中心，工作台600mm×550mm；X/Y/Z轴行程为600mm/500mm/350mm，主轴转速30000r/min，X/Y/Z轴进给速度1~12m/min，快移速度分别为24m/min、24m/min、15m/min。

沈阳机床集团展出的BW80HS高速卧式加工中心，配旋转式双交换工作台，交换时间为12s，数控转台分度0.001°×360000，电主轴转速12000r/min，X/Y/Z轴快移速度60m/min、60m/min、50m/min，加速度1g，B轴快速旋转速度25r/min，X/Y/Z轴双向定位精度为0.006mm，重复定位精度为0.004mm；NC旋转工作台定位精度8″，重复定位精度5″。该机床的突出特点是高精度、高速度、高效率，适用于加工各类型箱体零件及二维、三维曲面，是机械、汽车、船舶、纺织机械、印刷机械、农机等行业加工箱体类的关键设备。

大连机床集团将系列展出5台高速、高精卧式加工中心，其中MDH125卧式加工中心，工作台尺寸1250mm×1250mm；X/Y/Z轴行程分别为1700mm/1400mm/1240mm，快移速度45m/min，主轴转速12000r/min，配置2个交换工作台，交换工作台定位精度±0.003mm，重复定位精度±0.0015mm。该系列卧式加工中心广泛适用于军工、航天、汽车、模具、机械制造等行业的箱体零件、壳体零件、盘类零件、异形零件的加工，零件经一次装夹可自动完成四个面的铣、镗、钻、扩、铰、攻丝的多工序加工。

南通科技开发的MCH63卧式加工中心，是一台高速、高精度数控机床，主轴转速20~20000r/min，快移速度42m/min；刀库容量30(60)把；换刀时间2s；定位精度0.004mm，重复定位精度0.0015mm，工

作台回转定位精度1″。

四川长征机床集团展出的HMCP800A精密卧式加工中心，主要特点是精度较高，定位精度达到0.005mm，重复定位精度达到0.0025mm，主轴转速8000r/min。

宁江机床集团在引进意大利FIDIA公司技术生产的多功能机床G996高速铣削中心，配B、C轴，主轴最高转速24000r/min，线性轴行程进给速度45m/min，最大加速度1g。机床具有高动态性能、高刚性切削，可进行铣、镗、钻和攻丝加工，可以对固定和运动元素进行3维建模和5轴刀具运动轨迹模拟，并进行高效防碰撞分析。

沈阳机床集团展出的D318-5五轴高速铣削中心，配B、C轴，主轴转速3200~32000r/min，B、C轴最大转速5000°/min；主要用于加工合金铝、石墨、淬硬钢、超硬合金、铜电极等材料，适合薄壁零件及模具加工，零件表面近于抛光面。

南京数控机床有限公司开发的CK1463L车削中心，是在引进德国特劳伯(TRAUB)公司先进技术基础上开发的产品，主轴最高转速4000r/min，C轴最小分辨率0.001°；动力刀具最高转速3000r/min；X/Z轴快速进给速度为12m/min。主传动采用德国西门子的电主轴，主轴电机矢量控制、实现3轴联动，可完成内外圆、端面进行车削加工，也可进行螺纹、钻、铰、镗孔等加工。

北京第一机床厂生产的CHDA512倒置立式车削中心，主轴转速30~4000r/min，C轴转速300r/min；刀具数量12把；回转刀具转速100~4000r/min。该机床主轴与卡盘采用倒立式设计，使工件装卡及加工可自动完成，配合物料传送机构及工件翻转机构，可以实现工件的一次上料最终成活的高效加工。具有C轴功能，C轴分辨率0.001°，配合VDI动力刀塔可完成钻、铣、攻丝等批量零件的加工。

此外，哈尔滨量具刃具(集团)有限公司将展出Exechon700并联机床，江苏新瑞机床将展出H100P5柔性制造单元和FMS-TC35L、FMS 63柔性制造系统。

三、大重型设备方兴未艾

沈阳机床集团生产GMC2060u桥式龙门五轴加工中心，配A、B或A、C轴，工作台尺寸2000mm×

6000mm, $X/Y/Z$ 轴行程分别为 6300mm/2500mm/1000mm, $X/Y/Z$ 定位精度为 0.025mm/0.025mm/0.02mm, 重复定位精度分别为 0.01mm/0.01mm/0.008mm, A/B 轴定位精度 $10''/10''$, 重复定位精度 $5''/5''$, 主要应用于汽车工业中的模具制造、大型钢模和铸铁模具的制造以及航空航天工业中的复杂零件加工。

济南二机床集团有限公司最新设计, 具有自主知识产权的 XHSV2525 $\times$ 60 高架式五轴联动加工中心, 机床采用比较灵活的 B 、 C 轴回转摆动, 工作台尺寸 2500mm $\times$ 6000mm, $X/Y/Z$ 轴行程分别为 6000mm/3100mm/1250mm, B 轴为 $\pm 110^\circ$, C 轴为 $\pm 200^\circ$, 主轴最高转速 18000r/min, 可广泛用于航空航天、船舶、汽车、模具、机车车辆、发动机、水泵等行业对复杂共建进行三维型面的加工。

青海华鼎实业股份有限公司展出 CH61220 $\times$ 8/40 卧式车铣中心, 床身上最大回转直径 2200mm, 过刀架最大加工直径 1800mm, 加工最大工件长度 8000mm, 顶尖间最大承重 40t, 花盘最大扭矩 72kNm, $X/U/Z/W/Y$ 轴行程分别为 800mm/800mm/8000mm/7000mm/ ± 100 mm。

大型磨床设备有上海机床厂有限公司展出的 MK82125 数控曲轴磨床, 最大工件回转直径 1250mm (1400mm), 最大工件长度 8000mm; 可磨轴颈直径 100mm~400mm, 可磨曲柄半径 0~ $R250$ mm; 最大工件重量 10t; 中心高 750mm; 砂轮线速度 35m/s; 拖板纵向行程 (Z 轴) ≥ 8500 mm, 拖板纵向移动速度 (Z 轴) 100~2000mm/min。拖板横向移动速度 (X 轴) 0.1~2000mm/min; 砂轮架最小进给量 (X 轴) 0.002mm; 采用 SIEMENS 公司 SINUMERIK840D 数控系统, 可实现六轴二联动, 即 X 、 Z 、 U 、 W 、 $C1$ 轴和头架主轴回转运动。主要用于磨削各种船用柴油机、机车内燃机、大型压缩机以及其他大型动力机械的曲轴主轴颈及连杆颈。适用于单件、小批生产的工厂及维修部门。

齐重数控装备股份有限公司展出的 BVG250 $\times$ 5/15L-NC 数控立式磨床, 最大加工直径 2500mm, 最大加工高度 500mm; 最大承载重量 15t; 水平行程 900mm~2200mm, 垂直行程 600mm; 砂轮转速 500~3000r/min; 磨头电机功率 30kW, 转速 1500~3000r/min; 磨头主轴端跳 0.002mm, 径跳 0.002mm; 工作台端跳 0.003mm, 径跳 0.003mm。该机床磨刀架 B 轴可任意角度分度, 工作台采用闭式静压导轨, 底座采

用热对称结构, 部分封沙, 吸震、均衡温度场; 大件均采用大截面箱形铸铁材料, 封砂, 各大件间采用机械机构连接, 注胶并设有热对称键, 提高抗震性, 精度保持性高; 整机采用全封闭防护罩, 吸音, 绿色环保, 整机噪音小于 75dB; 配备金刚石滚轮和砂轮修整器等。

威海华东数控有限公司展出的 2GMK95100 数控立式磨床, 最大磨削范围 100mm~1000mm; 工作台回转精度径跳和端跳 ≤ 0.003 mm, 磨削工件圆度 ≤ 0.003 mm; X 、 Y 、 U 、 A 四轴控制; 适用于冶金、电力、化工、轴承、机械制造等广泛行业, 适合环类、盘类、套筒类零件的磨削加工。可在一次装夹中完成所有内外圆、端面及肩面的磨削, 并可以加工椭圆、凸轮等复杂曲面的内外表面。

湖南中大创远数控装备有限公司展出的 YK20100 全数控螺旋锥齿轮磨齿机, 七轴五联动, 最大加工直径 1000mm, 最大齿深 36mm, 最大齿面宽 130mm; 齿数范围 5~200 个。该机床为全封闭结构, 独立的磨削油过滤系统, 高效的油雾收集装置及集中润滑系统。从而改善了工作环境, 减少了环境污染。采用展成法磨削大小锥齿轮。磨齿精度达到 GB11365-89 锥齿轮和准双曲面齿轮精度标准 5 级精度标准的各项技术指标。

齐重数控装备股份有限公司展出的 HT350X160/200Q-NC 数控重型卧式车床, 床身上最大回转直径 3500mm, 花盘直径 3200mm, 过刀架最大加工直径 2800mm, 最大工件长度 16m; 最大承重 200t; 花盘最大扭矩 200kNm, 单刀架最大切削力 200kN, 两刀架总切削力 350kN; 行程车削刀架横向 (X 轴) 1800mm, 车削刀架纵向 (Z 轴) 行程 16500mm, 刀排机动移动行程 800mm。该机床可实现双刀架切削, 刀架采用双刀排式结构, 可适应强力外圆加工和深槽加工。横纵向溜板的静压导轨副采用了静压前置泵供油技术, 以适应重载移动部件的油膜刚性问题, 提高了进给系统的稳定性。

齐齐哈尔二机床展出的 FA-160 数控落地铣镗床, 镗轴直径 160mm, 铣轴直径 254mm; 立柱行程 (X) 8000mm, 主轴箱行程 (Y) 3000mm, 镗轴行程 (Z 轴) 1100mm, 滑枕行程 (W 轴) 1000mm; 主轴转速 10~2000r/min, 主电机功率 60/84kW。该机床可实现一次装夹完成镗、钻、铣、铰等多种工序加工, 适于大型零件的镗削、铣削加工等。

沈阳机床集团展出的TK6916数控落地式铣镗床，镗轴直径 $\Phi 160\text{mm}$ ，铣轴端部直径 260mm ；主轴转速 $2\sim 1250\text{r/min}$ ；主轴电机功率 51kW ；镗轴最大扭矩 5000Nm ，铣轴最大扭矩 11400Nm ；工作台尺寸 $3000\text{mm}\times 3000\text{mm}$ ； $X/Y/Z/W/V$ 轴行程分别为 $6000\text{mm}/4000\text{mm}/1100\text{mm}/900\text{mm}/1000\text{mm}$ ； B 轴回转 360° ， A 轴最大倾角 7° 。该机床主要适合于大中型零件多工作面的铣、钻、镗、攻丝、车螺纹以及三维曲面加工等多工序加工，是重型机械、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、核电、大型环保设备等行业。

济南二机床集团展出的TK6916数控落地铣镗床，镗杆直径 160mm ，铣轴端部直径 320mm ，主轴最大扭矩 12000Nm ；回转工作台尺寸 $2500\text{mm}\times 2500\text{mm}$ ；最大承重 30t ； $X/Y/Z/W$ 轴行程分别为 $2000\text{mm}/3000\sim 5000\text{mm}/1200\text{mm}/1200\text{mm}$ ，主电机功率 55kW ； V 轴纵向行程 1500mm ； B 轴旋转分度 $n\times 360$ 。该机床主轴扭矩大，最大扭矩达到 12000Nm 。适合于各种大型零件的多工序的加工。

江苏新瑞机床集团展出的TH6916/100数控落地铣镗床，七轴四轴联，镗轴直径 160mm ，铣轴端部直径 260mm ； $X/Y/Z/W$ 轴行程 $10000/3000/1000/900\text{mm}$ ；固定工作台 $4000\text{mm}\times 2250\text{mm}\times 400\text{mm}$ （4块），回转工作台 $2500\text{mm}\times 2500\text{mm}$ ，主电机功率 $37/51\text{kW}$ ；刀库容量60把。该机床可实现一次装夹可完成铣、钻、镗、铰等多种工序加工，适于大型零件平面铣削、镗削以及空间复杂曲面、螺纹等加工。

四、数控装置和数控机床关键功能部件

展会将展出数控装置120多台套，数控机床关键功能部件和量具量仪数万件。

广州数控设备有限公司展出的中高档数控系统GSK983M，5轴4联动，可实现高速高精闭环加工，最高移动速度达 24m/min ，精度达 $1\mu\text{m}$ 。具有12种固定循环，空间螺旋线插补，刀补C，螺补，用户宏A/B，比例缩放，坐标系旋转等功能；内嵌式PMC，192个/128个I/O点，5000步容量，梯形编程，可实现DNC加工，程序及参数传输功能。

由武汉华中数控股份有限公司展出的HNC-21i/22i数控系统，采用新的结构设计，SMT电路，CPU主板散热外露设计，支持U盘，采用CAN总线支持I/O扩

展；基于工业微机（IPC）开放式体系结构；SDI曲面插补高级功能，实现曲面加工；具有实时刀补（RTCP）功能；提供二次开发接口，可按用户要求定制控制系统的功能；支持在线帮助、蓝图编程、后台编辑；支持6轴联动和全闭环控制。主要适用于各种车、铣床加工中心等机床的控制，采用国际标准G代码编程，与各种流行的CAD/CAM自动编程系统兼容。

北京航天数控系统有限公司展出的CASNUC2100数控系统，采用总线式、模块化设计，控制轴数 $2\sim 8$ 轴，联动轴数 $2\sim 5$ 轴；最高速度 115200 bit/s ；最大输入点数128路，输出96路；编程容量 14M Byte ，可以扩大至 256 M Byte ；带RS-232接口。该系统采用开放式体系结构，可控制8轴，5轴联动的机械设备。系统具有内装PLC。可应用于车床、铣床、钻床、磨床、加工中心、螺杆铣、凸轮磨、火焰切割、玻璃雕刻、4轴机器人控制，4轴激光表面处理装置等。

大连大森数控技术发展中心有限公司展出的DASEN-20双通道五轴联动数控系统，是基于PC的数控系统，采用了奔腾4处理器，可控制13轴，实现5轴的联动，适用于任何三维空间曲面都能加工，可实现双通道同时工作，具有RTCP、样条插补功能、伺服轴动态测试功能等重要功能。

济南二机床集团有限公司展出的SVX60数控双回转摆动铣头， B 轴回转角度 $\pm 95^\circ$ ， C 轴回转角度 $n\times 360^\circ$ ， B 轴工作台旋转速度 $0\sim 6\text{r/min}$ ， C 轴工作台旋转速度 $0\sim 5\text{r/min}$ ，主轴转速 $10\sim 600(2000)\text{ r/min}$ ，主轴功率（S6/S1） $60/71\text{kW}$ ，主轴扭矩（S6/S1） 2200Nm ，主要作为数控重型加工中心类产品，特别是龙门式五轴联动加工中心的配套部件。

烟台环球机床附件集团有限公司展出的TK121000A数控回转工作台和TK13、TK13E系列数控立卧回转工作台，分度采用双导程蜗杆副，调整啮合间隙。可作为各类数控铣镗加工中心的第4回转轴，或直接作为机床的工作台使用。在主机相关的控制系统控制下，可实现等分和不等分的孔、槽或者连续的特殊曲面加工。其中TK121000A数控回转工作台直径 1000mm ；分度精度 $15''$ ，重复精度 $4''$ ；最小分度单位 0.001° ；承载能力 3200Kg ，最高转速 5.6r/min ；伺服电机控制。TK13、TK13E系列数控立卧回转工作台，直径 $160\text{mm}\sim 1200\text{mm}$ ；分度精度 $15''\sim 40''$ ，重复精度 $4''\sim 8''$ ；最小分度单位 0.001° 最高转速 $5.6\text{r/min}\sim 16.6\text{r/min}$ ；伺服电机控制。

烟台环球机床附件集团有限公司展出的AK33系列数控转塔刀架，中心高为80mm/1205mm；刀孔定位分度精度 $\pm 6''$ ，重复精度 $\pm 2''$ ，最大允许承重为40kg/160Kg；伺服电机控制；可配动力刀夹。该系列刀架特点是采用力矩电机驱动，行星轮系减速和传动，松开刹紧由滚轮和凸轮控制，工位信号由绝对值编码器控制，电磁铁控制预定位动作，可多刀夹持，变向选位和任意刀位就近选刀，适合于全功能数控车床。

南京工艺装备制造有限公司展出的精密滚珠丝杠副和滚柱导轨副系列，滚珠丝杠副达到精度P1级；速度60m/min；滚动导轨副精度1级，速度可达80m/min以上，主要应用于数控龙门铣床、加工中心、大型数控车床等高档数控机床提供配套。

海克斯康测量技术（青岛）有限公司展出的PMM-C系列超高精度三坐标测量机，配备TRAX®测头系统，并三种精确的测头模式。离散的单点触测模式是几何量数据采集最为精确的模式；自定义中心模式可自动进行中心的定义，并对一些诸如凹槽、狭缝及齿轮等具有对称特征的高/低点进行定义；在最大扫描（MaxiScanning®）模式下，测头可自动扫描未知的表面形状或旋转盘，扫描速度可达到25mm/s。自动温度补偿系统被应用于测量机和检测工件上。具备完善特征测量软件，包括超过60多种的选加测量模块，以完成复杂形状的检测，即各种齿轮、叶片、涡轮和螺旋压缩转子等测量。

哈尔滨量具刀具（集团）有限公司展出的3903A齿轮测量中心，测齿轮模数1mm~12mm，测齿轮最大外径300mm，上下顶尖距离20mm~450mm，测头距下顶尖距离10mm~300mm，测螺旋角范围 $0\pm 90^\circ$ ，测工件最大重量80kg。基本配置可以测量各种形状的直齿圆柱齿轮，斜齿圆柱齿轮，可选配置可以测量齿轮滚刀、蜗轮滚刀、剃齿刀、径向剃齿刀、插齿刀等齿轮刀具以及测量蜗轮、蜗杆、直齿锥齿轮、斜齿锥齿轮、弧齿锥齿轮等工件。广泛应用于汽车、机床工具、仪器仪表、科研部门及工厂计量室等。

从“CCMT2008”申报参展的重要展品来看，我国数控机床产品的总体发展趋势与国际数控机床的技术趋势是一致的。主要仍然朝高精度、高速度、复合化、多轴联动、柔性化、大型化等技术方向发展。高档数控机床已经成为本届展会的主流，这完全符合当前我国机床市场对高档数控机床的需要，

也完全符合国家实施“高档数控机床与基础制造装备”重大专项的发展方向和目标，从而满足国家16个重大专项对高档数控机床的需要。

五、境外部分展品

CCMT是一个以国产数控机床为主的展览会，但近两届为满足国内一些用户的要求，选择部分国际上一些著名机床企业参展。CCMT2008有14个国家或地区75家厂商的产品参展，展出主机50多台，以及其它一些配套部件产品。

DMG公司将展出DMU60P duoBLOCK五轴联动加工机床、DMU40 monoBLOCK数控万能铣床、DMC635V eco立式加工中心、DMC55V linear 3 axis立式加工中心、DMC65H duoBLOCK卧式加工中心、CTX510 eco数控车床和Eco210 MVIII对刀仪，其中DMU60P duoBLOCK五轴联动加工机床、DMU40 monoBLOCK、DMC55V linear 3 axis立式加工中心均是在EMO2007亮相后，首次在中国展出。

海德汉公司将展出包括直线光栅尺、角度编码器、数控系统和3D测头等多种产品。其中LC 483/LC 183绝对式直线光栅尺，采用新的单场扫描技术，从而提高了光栅尺的信号质量和抗污染能力，其测量长度可达4240 mm，分辨率高达5 nm。采用LC 483/LC 183绝对式直线光栅尺，机床运行时无需回零操作且不需要设置参考点标记。高精度纳米尺LIP200系列的显著特点超高精度、高分辨率（可达31.25pm），移动速度3m/s，采用玻璃陶瓷基体、刻线参考点，主要应用于半导体制造设备、齿轮测量设备、高精密切削机床等。LIP200系列光栅尺在CCMT2008上的展出，是当今这种可达到皮米分辨率的最高精度光栅尺在中国的首次亮相。海德汉公司创新的红外测头TS444是在EMO2007首次亮相的无电池测头，通过驻珠的压缩空气驱动涡轮转动发电机充电，在5.5巴压力时，3s钟完成的充电量足以满足测量2min测量所用，号称空气充电，在我国也是首次展出。

意大利Cuoghi Affilatrici S.Y.I将展出OCTOPUS100五轴联动数控工具磨床、APE40A钻头及丝锥磨床、APE80A自动钻头磨床和MICRRA10 INT微钻头磨床。

印度、日本、西班牙、美国、瑞士等国家和我国台湾地区也都有企业参展。□

2007年机床工具行业经济运行分析及2008年预测

Analysis on economics of machine tool & tool industry in 2007 and its forecast in 2008

中国机床工具工业协会 市场部

2007年我国经济延续了前几年快速增长的势头，GDP同比增长11.4%。全社会固定资产投资、外贸出口保持了较高速度的发展，拉动了市场对装备的需求。特别是国务院振兴装备制造业的有关文件和中长期科学和技术发展规划纲要中所确立的若干重点领域项目的启动，有力地促进了我行业产品创新和开发高档产品的发展。这一年来，我国机床工具行业通过自身努力，在产业结构调整、产品结构调整和自主创新等方面取得了显著成绩。总之，2007年对于机床工具行业是一个大发展的年份。

一、机床工具行业经济运行基本情况

1、工业总产值和产品销售产值

按国家统计局机床工具大行业数据，2007年1-12月份4291家企业合计完成工业总产值2747.7亿元，同比增长35.5%；产品销售产值2681.0亿元，同比增长36.2%。产品销售率97.6%，同比增加0.5个百分点。金切机床产量606835台，同比增长11.7%，其中数控

金切机床产量123257台，同比增长32.6%。成形机床产量172766台，同比增长9.2%，其中数控成形机床产量3011台，同比增长53.7%。木工机床产量和铸造机械产量同比增长19.2%和15.4%；金属切削工具产量同比减少0.4%。

各行业完成情况详见表1。

按机床工具行业部分重点联系企业2007年1-12月份统计月报资料，182个企业共完成工业总产值686.9亿元，同比增长27.9%，增幅比上年同期高出4个百分点。产品销售收入685.3亿元，同比增长26.1%，增幅比上年同期高出3.3个百分点。金切机床产量342176台，产值421.1亿元，分别比同期增长13.4%和31.8%，其中数控金切机床产量75157台，产值238.4亿元，分别比同期增长34.1%和44.8%，成形机床产量91144台，产值70.8亿元，分别比同期增长14.8%和33.9%，其中数控成形机床生产3529台，产值32.1亿元，分别比同期增长38.6%和64.7%。

根据重点联系企业统计数据，按照国家统计局的现行算法，金切机床产值数控化率为43.7%，比上年同期增加5.2个百分点。成形机床产值数控化率42.2%，比上年同期增加7.0个百分点。

2、技术开发与科研

行业的开发能力得到进一步提高，新产品开发受到了空前的重视。据协会统计资料，数控机床已经成为机床企业开发新产品的主体，产品结构逐步得到优化。现在年产数控机床超千台的企业越来越多，沈阳机床集团2007年数控机床产量已超过2万台。

2007年度机床工具行业所申报“中国机械工业科学技术奖”45项，有21个项目获奖，其中：获得一等奖1项，二等奖6项，三等奖14项。

表1 2007年全年各行业生产、销售情况

制造业	企业个数	现价工业总产值		产品销售产值		工业产品销售率	
		完成 (亿元)	同比增 长 (%)	完成 (亿元)	同比增 长 (%)	完成 (%)	同比增减 (百分点)
金切机床	586	768.7	28.0	747.8	28.8	97.3	0.6
成形机床	444	268.7	32.4	261.3	32.7	97.2	0.2
铸造机械	415	216.3	46.6	208.0	46.2	96.2	-0.3
木工机械	150	92.6	30.7	89.7	29.8	96.9	-0.7
机床附件	276	113.9	51.4	112.9	54.3	99.1	1.8
工具量具量仪	718	429.2	31.1	418.3	32.9	97.5	1.3
磨料磨具	1211	614.5	40.3	604.8	40.2	98.4	-0.1
其他机械	491	243.8	47.9	238.1	48.8	97.6	0.5

注：表中金切机床和成形机床行业的“现价工业总产值”和“产品销售产值”中含非金属加工机床数据。

3、产业结构

产业结构调整为行业发展带来新的活力。通过改革和重组，行业企业中，国有和国有控股企业的比例逐步下降，非国有企业的比例迅速提高，三资企业的比例也有所上升，行业呈现出多元体制发展的良好格局。

通过重组和并购，发展了多家具有较强竞争力的大型机床制造企业集团，这些大型机床制造企业集团通过改制重组，将各个成员的优势整合到一起，提高了企业市场竞争力。2007年下半年，桂林广陆数字测控有限公司在深交所成功上市，开启了工量具企业上市的新阶段。此外，在过去的几年间，我国机床行业企业通过收购国外机床企业，实现了优势互补、推动了技术进步、提高了经济效益、培养了国际化管理人才，提高了企业知名度和竞争力。

一批新兴机床工具企业显现出良好的发展势头。这些新兴企业既有原国企通过改制形成的民营企业，也有由其他行业民企投资而诞生的机床制造企业，还有一批以大学、科研院所、行业专家为依托的高新技术企业。这些新兴企业已经成为推动行业进步的重要力量，也成为行业发展新的亮点。

数控机床功能部件产业取得了长足的进步，功能部件品种基本齐全，产品水平和质量都有所提高，尤其是数控车铣复合刀架、刀库、机械手等产品，其主要性能和可靠性有较大提高。数控系统产品水平和质量不断提高，市场占有率突破50%。

4、机床工具进出口贸易

机床工具产品出口继续快速增长。1-12月份出口52.0亿美元，同比增长36.2%，金属加工机床出口16.5亿美元，同比增长39.2%，数控金属加工机床出口5.0亿美元，同比增长48.2%，占金属加工机床出口金额30.0%。其中，金切机床出口12.2亿美元，同比

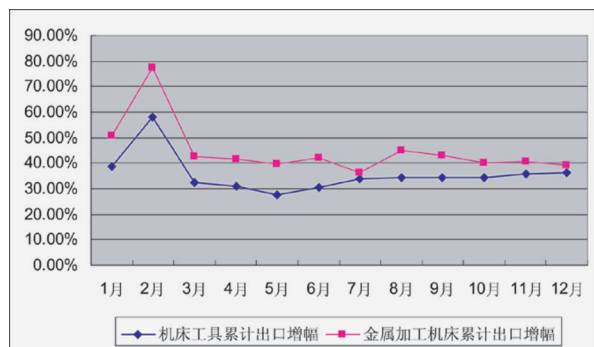


图1 2007年1-12月机床工具和金属加工机床出口情况

增长31.6%，成形机床出口4.3亿美元，同比增长66.5%。

图1为2007年1-12月机床工具和金属加工机床出口累计增幅的变化情况。

机床进口自2007年6月份开始出现负增长，但是数控系统和零部件进口一直保持了高速增长。2007年1-12月机床工具产品进口超过百亿美元，达到117.7亿美元，同比增长5.7%，其中金属加工机床进口70.7亿美元，同比减少2.4%。加工中心、磨床、特种加工机床和车床进口金额占金属加工机床总额的一半以上。在大多数机床呈现进口同比减少的情况下，龙门加工中心、数控卧式车床、其他数控铣床、数控工具磨床、数控齿轮加工机床、数控折弯机、数控板带横剪机和数控冲床等进口继续保持高速增长。机床附件进口增长50.5%，数控装置进口增长40.7%，机床零部件和刀具也都保持2位数增长。

2007年1-12月，机床工具和金属加工机床进口累计增幅变化见图2。

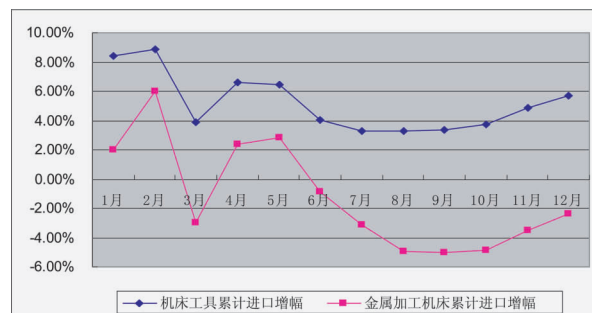


图2 2007年1-12月机床工具和金属加工机床进口情况

2007年我国金属加工机床外贸逆差达到54.2亿美元，低于2006年同期60.6亿美元的水平。随着出口高速增长，进口增幅趋缓，机床外贸逆差开始下降。

5、经济运行质量和效益

2007年1-11月份机床工具大行业共实现利润144.6亿元，同比增长52.8%。其中磨料磨具、金切机床、金属成形机床、木工机械4个小行业的同比增长速度超过行业平均水平。

按机床工具行业部分重点联系企业2007年1-12月份统计月报资料，5个小行业182个企业实现利润44.0亿元，同比增长60.7%。其中机床附件行业利润同比增长幅度最高，为166.7%，金切机床行业利润同比增长65.5%。金切机床、成形机床、机床电器、机床附件和量刃具5个小行业工业产品销售率为

97.8%，比2006年同期增加0.4个百分点。除机床电器的产品销售率同比下降0.5个百分点外，其他小行业均呈增势。

企业经济效益逐月提高，全行业整体产值利润率已达6.4%，但随着目前贷款利率不断上涨，必然会挤占贷款企业的利润空间。欧美机床知名企业产值平均利润率超过20%。与国外同行业比，我国依然处于较低的水平。

二、机床工具行业经济运行特点

1、国产金属加工机床市场占有率过半

市场需求的重点是中、高端产品和大型机床。虽然今年金属加工机床进口总量下降，但是龙门加工中心、龙门铣床、其他铣床进口量增速很快、平均单价上升较多。显示出我国市场对高端大型机床的旺盛需求。

为适应市场需求，企业开发新产品速度明显加快，创新能力大大提高，产品结构进一步优化。行业数控机床产量继续大幅度增长，2007年1-12月份数控金切机床产量同比增长34.1%，增幅高出金切机床20.7个百分点；数控成形机床产量同比增长38.1%，增幅高出成形机床22.8个百分点。一批重点发展的基础装备部门急需的高档数控机床相继开发成功，特别是大型和重型机床，对替代进口发挥了重要作用。此外，国内企业的大型机床销售势头也很好。

2007年，随着我国机床行业的产品结构的优化，市场竞争力进一步提升。国内企业终于夺回了机床市场的半壁江山，从2001年以来国产机床市场占有率首次突破50%。表2为2001-2007年国产机床市场占有率状况。

表2 2001-2007年国产机床的市场占有率

年份	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
国产金属加工机床市场占有率 (%)	39.3	39.3	38.6	37.4	39.7	44.8	56.3

2、自主创新有突破

2007年，一批自主创新的新产品填补了国内空白，达到了国内领先或国际先进水平。在数控机床中，一批高精、高速、高效的新产品；一批多坐标、复合、智能的新产品；一批大规格、大尺寸、大吨位的新产品满足了重点用户的需求。一批新材料、新工艺、新技术的诞生为行业的发展注入了活力。

3、民营企业迅速发展并崛起

私人控股企业发展迅猛，企业个数已占大行业企业总数的71.3%，远远高于其他成分企业。2007年1-12月，私人控股企业完成产品销售产值占大行业产品销售产值总额的56.2%，完成利润总额占大行业利润总额（1-11月数据）的55.7%。除金切机床行业、工量具及量仪行业外，其他小行业2/3以上的产值是由私人控股企业贡献的。

按国家统计局机床工具大行业数据，2007年1-12月本期新增固定资产投资292.8亿元，同比增长36.6%。金属切削机床和金属成形机床行业的新增固定资产投资增速超过50%；量具和量仪、木工机械行业新增投资分别下降28.9%和25.4%。在国有、集体、私人、港澳台、外商控股五类企业中，私人控股企业投资额度非常突出，已占总额的2/3。

4、出口快速增长

机床工具产品出口正处在迅速增长时期，数控金属加工机床出口保持了更高的增长速度，同比增长48.2%，出口产品结构正在向好的方向发展。

国内中高档机床、合资独资企业产品日趋成熟并推向市场，与进口机床形成越来越强的竞争之势。2007年，我国金属加工机床进口在持续多年高速增长后，出现了负增长。机床工具和机床外贸逆差都首次出现下降。表3为2001-2007年机床工具外贸逆差和机床外贸逆差情况。

表3 2001-2007年机床工具和金属加工机床
进出口逆差统计表

(单位：亿美元)

年份	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
机床工具	25.3	34.8	46.8	69.4	69.8	73.2	65.7
金属加工机床	21.2	28.4	37.5	53.8	56.8	60.5	54.2

三、问题和建议

1、加快产品和产业结构调整

目前市场对高档和大型机床需求量很大，但是中小型和普通机床已出现库存迹象。对于这两种供需矛盾的突出问题，必须通过加快调整产品结构来解决。

企业要针对市场需求和本企业特色、产品特色进行产品结构调整。同时不断完善内部管理机制，培养人才，提高劳动生产率，重视产品质量和服务，在提高产品的稳定性和可靠性上下功夫。

2007年,我国金属加工机床进口量虽然下降,但数控系统、零部件、工具进口却依然保持强势增长。这表现出我们目前快速发展的中高端数控机床对国外功能部件的依赖。要重视功能部件和数控系统的研发,进一步优化产业结构。在这个过程中,加大投入提高自主创新能力是关键。在这几年中,我们行业企业自身投入很大,要处理好扩大产能与产业升级、产品升级的关系。目前我行业新增固定资产增速相当快,虽然暂时能缓解供需矛盾,但是单纯扩大产能却存在危机。一方面,国际竞争优势不再取决于资源禀赋和劳动力成本,科技创新成为国际竞争的的决定性因素。仅依靠扩大规模,降低成本来扩大市场占有率并不能从根本上提高竞争力。因此,我国企业必须尽快从资源和劳动力依赖型向创新驱动型转变。最近的统计数据反应,机床工具大行业投资增速已高于产值的增速。说明企业投资过程中重硬轻软,对人力、工艺等投资滞后于对厂房、设备的投资。因此在企业运营过程中没有根本上转变增长方式。我们转变经济增长方式要把“好”放在“快”的前面,要通过自主创新提高经济效益。另一方面,随着市场需求不断向高端发展,未来国内企业将越来越多地面对来自于国际上的竞争压力,如遇市场波动,竞争将进一步加剧。

国家为减顺差,出台了专项支持鼓励进口先进装备和技术的政策。对进口先进设备和技术的贴息补贴额高达数十亿元。这很有可能对国内机床产业产生一定影响。因此,我们要分析形势,处理好扩大产能与产品开发的关系,要通过提高自主创新能力,从根本上转变增长方式,获得最大的经济效益,使行业步入良性循环的发展道路。

2、提高自主创新能力

2007年我国数控金切机床产量已经超过12万台,从数量上来说,已是世界第一。但其中经济型数控机床占比相当大。高档数控机床与国外仍有很大差距。高档数控机床是国家战略性物资,工业发达国家对我国进口高档数控机床的封锁和限制从来也没有停止过。因此,发展高档数控机床,必须主要靠提高我们自己的开发能力,靠“产学研用”等多方面的通力合作,靠引进消化吸收基础上的自主创新,同时也要靠国家政策和资金的支持。最重要的是调动用户使用国产数控机床的积极性,国产数控机床只有在用户使用中不断改进和完善,才能市场中逐步成熟发展,提高市场占有率。

发展自主品牌高档数控机床,离不开功能部件、数控系统以及一些基础共性技术的研发。功能部件和数控系统进口量持续高涨的一个原因是由于国产功能部件不能完全满足要求。功能部件已成为阻碍我国机床工具行业又好又快发展的瓶颈。多年基础共性技术研究方面投入不足是主要原因。

3、提高企业诚信

机床协会近期对发电、化工、煤炭、船舶、铁路、环保、IT产业、机械、航空、航天、兵器、纺织机械,农机、电工等行业用户作的调研显示,不能按期交货成为用户反映中最为突出的问题。

针对这些用户意见,我们应该认真对待,做到“重合同、守信用、提高履约率”的诚信经营。

4、走绿色制造道路

十七大文件中提出了经济建设要树立科学发展观,落实到机床工具行业,就是要在产品设计制造以及为用户服务体现科学的、可持续的、以人为本的发展战略。这不仅仅要求产品在设计 and 制造过程中节能环保,在用户使用过程中,甚至在产品全周期内都要体现高效和环保,并且还要保证机床工具产品的宜人性,可再循环性。

欧盟在几年前已经开始着手研究机床的环保问题,正在制定能耗标准。这将有可能对国际贸易产生影响。不符合能耗或者环保要求的机床将难以进入国际市场或者需要征收高额关税,甚至在用户使用过程中,也要不断支付各种额外费用。我国适时地提出了科学发展观,走可持续发展的新型工业化道路。在机电产品中,降低或取消了“两高一资”产品的出口退税额度。国内机床行业应重视这个问题,在机床设计、制造和使用的各个阶段要开始考虑到能源利用率和环保,坚持绿色制造。这不仅是应对未来贸易壁垒的需要,也更是我国机床行业科学发展的必经之路。

5、积极开拓国际市场

在国内市场供不应求的情况下,不要忽视国际市场的开拓。国内市场不可能没有波动,在10年前的经济波动中,很多企业得以生存和发展正是依靠出口市场强有力的支撑。目前我国机床出口率(机床出口值与机床产值之比)每年都有所上升,现在大约是15%,而世界机床强国一般在40%以上,和这些国家相比,差距还非常大。国际市场的开拓不是一朝一夕的事情,需要长时间坚持不懈的努力,才能使企业在国内外两个市场上协调发展。

四、2008年展望

2007年是机床工具行业的又一个丰收年,按照年底汇率折算,我国机床销售产值达到107.5亿美元(由于人民币兑美元升值;统计企业数增加;企业机床类主营业务比例增加;出口增长拉动等因素影响,机床销售产值增幅较大。剔除上述因素,大行业机床销售产值实际同比增长29.8%。);进口70.7亿美元;出口16.5亿美元;消费161.7亿美元,国产机床国内市场占有率56.3%。中国连续6年成为世界机床第一大消费国和第一大进口国,产值估计继续保持世界第三的位置,预计出口排名世界第八位。

在今后的发展过程中,国家强调要加快转变经济发展方式,走中国特色新型工业化道路,促进经济增长由主要依靠投资、出口拉动向依靠消费、投资、出口协调拉动转变,由主要依靠增加物质资源消耗向主要依靠科技进步、劳动者素质提高、管理创新转变。

2008年,为了防止经济过热和通货膨胀,国家将实施从紧的货币政策,通过宏观调控,加强对资金流量和流速的调整,因此我们要提高资金使用质量。2007年上半年和下半年机床消费增速相比,下半年已经出现增速下降的现象。一般项目投资减弱会对普通机床的市场造成影响;而十六个重大科技专项和国家重点项目的陆续启动将进一步带动市场对国产高档数控机床的需求。

为实现我国国际贸易平衡,国家在扩大高档设备的进口的同时也鼓励高技术产品出口,对“两高一资”产品出口不再给予鼓励。一方面,扩大进口可能会影响国产数控机床的高端市场份额,因此我们要在加强机床可靠性、新产品开发速度上下功夫,以提高市场占有率。另一方面,进口机床将执行新的不予免税目录,免税程序更加严格,中低档产品将不再享受免税政策。在出口上,我们要重视开拓国际市场。把数控机床作为重要的增长点,进一步调整出口产品结构。

2008年中国经济将更加注意运行质量,又好又快的发展。综合考虑,我们预计2008年机床工具行业增速会在20%左右的水平,机床行业的工业总产值将超过3000亿元人民币,数控金属加工机床产量将达到15万台;机床进口将继续平稳小幅波动;美国经济增速减缓会对我国出口产生一定影响,预计全行业出口超过60亿美元。

总之,在2008年,行业要通过进一步深化改革,适应市场需求,积极调整产业和产品结构,转变经济增长方式,加速普及型数控机床产业化步伐,增强自主创新能力,加快高档数控机床及其功能部件的研发和市场开拓,提高产品质量和服务质量,大力发展服务业,提高竞争力,我们有理由相信在国家的政策和措施的支持下,在全行业自身的不断努力下,会有更好的发展。□

● 业界动态 ●

雷尼威尔公司新厂落成

球栅测量系统制造商——上海雷尼威尔自动化有限公司(以下简称“雷尼威尔”),在上海建设新厂,并于日前举行了落成仪式。



新厂房占地 3350m²,总投资额达 800 万美元,将移植雷尼威尔全部的生产技术、管理经验和质量标准,以贯彻该公司的品质要求和服务理念。

美国芝中商会、上海市国有资产管理委员会、中国机床工具工业协会数显装置分会有关领导和代表出席会议并表示,工厂的建成投产将向机床行业提供专业技术,并且促进机床行业发展。希望雷尼威尔公司在上海的新厂能为中国带来优良的产品、先进的技术和成熟的管理经验,以促进在制造领域上的互利互补,以最终达到支持中国经济持续发展为目的。

China launches key equipment project for large aircraft manufacturing

中国大飞机制造关键设备项目正式启动

China National Development and Reform Commission (NDRC) has recently given the green light to the China National Erzhong Group Co(former Second Heavy Machinery Plant) to build an 80,000-ton mould forging machine, which is a piece of key equipment for the development of large aircraft.

According to sources, the project is now the largest mould forging machine project with total investment amounting to RMB 1.517 billion and construction term of 2.5 years.

To date, only a small number of countries including the United States, Russia and France boast such equipment, with Russia having the biggest such equipment with tonnage of 75,000. Currently, however China does not have building forging machinery with a capacity of more than 40,000 tons. Its present machinery has a small tonnage and outdated technology. As aircraft moulds such as frames largely use a welded structure, it is difficult to achieve complete production. It is also hard to meet the three requirements of a large aircraft for comprehensive performance reliability and operation term, and also restricts development of China's aviation and space industry and equipment manufacturing.

China National Erzhong Group, one of the important production bases of large airborne moulds in China, has a history of more than 30 years in research and production of airborne moulds and materials. It has provided more than 400,000 airborne moulds to China's aviation industry, and its products are used in all types of aircraft manufactured in China.□

China's private aviation industry expands rapidly

中国民营航空业扩张迅速

Eaststar Airline, a private airline company that has been opened for only slightly more than one

year, announced recently the purchase of an additional six Airbus A320 passenger planes, and the signing of a plane purchase financing contract with Roral Bank of Scotland. The latter will provide as high as more than RMB3 billion 15-year loans all required for buying planes. Consequently, the Airline's open loans have so far exceeded RMB9 billion.

The expansion speed of Eaststar is seldom seen nationwide. From 2005 when it signed a contract on leasing and buying 20 Airbus A320 planes, to October 2007 when it leased two Airbus A320 planes from the International Financial Leasing Co., Ltd. and this time's determination to buy six planes, Eaststar's fleet size will reach 28 planes by 2012.

There is strong and powerful fund support behind Eaststar's ambitious plan of expanding the fleet size on a large-scale within six years after its first voyage. In fact, as early as before the Airline's debut voyage, Royal Bank of Scotland started to contact and negotiate with Eaststar. Now they have eventually come to an agreement on cooperation. RBS had stated many times that China's aviation industry has huge potential, and RBS has been looking for a chance to provide Chinese airlines financing service. It is learned that the more than RMB3 billion RMB loans RBS offered Eaststar will be paid in 15 years, with neither guarantee nor mortgage, and the interest rate is equal to the Libor. It is estimated at a bit higher than 2 percent.

It is not first large-amount financing loan signed by Eaststar. As early as in November 2005, Eaststar signed a letter of intent with Airbus on buying 10 Airbus A320 planes, and they will be delivered after 2010. Meanwhile, the company leased 10 Airbus A320 planes from GECAS of the United States, which were introduced in three years. The 20 planes cost a total value of RMB 12 billion. The purchase capital came from RMB6 billion of seller loans granted by Europe Export Bank with a term of 15 years. Eaststar needs to pay GECAS US\$300,000 of rents monthly. In addition, the company disclosed that it is negotiating with GE of the United States on buying GE aircraft engines, involving more than

RMB3 billion. The contract is predicted to be signed within this year. It is learned that the required capital may be paid in the form of loan.

The reason for domestic and foreign financial institution's favouring Chinese private airlines is that the aviation industry in the mainland of China is at the growth stage. From the latter half of 2006, the climate of China's aviation industry has taken a turn for the better. In January-September of 2007, the industry realized a traffic volume of 26.57 billion tons-kilometres, up 18.3 percent year on year. China's three major airlines, Air China, Southern Airlines, Eastern Airlines made profits in succession. The vigor of newly-founded private airline companies is stronger. Spring Airlines, Eaststar Airlines, China United Airlines, Huaxia Airlines and Juneyao Airlines all have a total traffic volume growth above 100 percent.

At present, China has become the second largest aviation market in the world after the United States. According to a forecast of the General Administration of Civil Aviation of China, the traffic volume of China's civil aviation will grow more than 10% annually in the coming 20 years. Correspondingly, the private aviation industry will develop rapidly. It is learned that since March 11, 2005, when China's first private airline company Okay Airline made its debut voyage, the country has registered seven private airline companies. They include United Eagle Airlines, Spring Airlines, Okay Airlines, Eaststar Airlines, Hefei Lianhua Airlines, Shanghai Juneyao Airlines and Huaxia Airlines. By September 2006, private capital in China's civil aviation industry made profits after entering the sector for only one and a half years. In the world's civil aviation history, it usually takes airline companies five years to make profits. At the end of September, last year, several private airlines of the country had reached an initial agreement, on which, they expressed a hope of sharing resources, aviation materials, air router, code, professionals and technicians, and operation and management training and finally establishing a loose alliance organisation.

The start is really good, but China's private

aviation business, in fact, faces many restrictions; for instance, the difficulty in having air routes approved by authorities, and the perplexity in introducing pilots. The biggest obstacle remains the scale issue. The civil aviation industry is an industry underscoring scale effect. With a strength of only several planes, the stage for private airlines seems to be very limited to compete with the country's three airlines giants which each boasts a fleet of 100 planes and 100 air routes at least.□

China ranks first among developing countries in terms of foreign investment introduction

2007年中国吸引投资居发展中国家首位

A preliminary statistical report on global direct investment in 2007 published by the United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) in Geneva recently shows that the amount of direct investment worldwide reached US \$1.538 trillion in 2007, hitting an historical high. Of the investment, over half has flown into developing countries and regions, and China is the largest recipient, receiving US \$67.3 billion.

Statistics show that in the 30 years since China adopted the reform and opening-up policy, the country has ranked first among developing countries in terms of introduction of foreign investment for 14 years running. By the end of November 2007, investors from over 190 countries and regions had invested in China, launching 630,000 foreign-invested enterprises. China had actually used US \$747.1 billion of foreign capital; nearly 490 out of the world's Top 500 enterprises has opened enterprises and institutions in China; and multinational companies had opened over 1,160 R&D centres here.

Statistics also show that the 32 registered foreign-invested enterprises that are in operation at present have contributed to 21% of China's total tax revenues and to 28% of China's total industrial added value, and have employed over 40 million workers.

Foreign-invested enterprises are becoming an important part of the economic and social development in China.□

China's automobile import grows obviously **中国汽车进口明显增加**

China's import of motor vehicles has grown obviously in 2007. According to Customs' statistics, China imported 221000 motor vehicles, valued at US \$7.53 billion in the first three quarters of 2007, up 35.4% and 38.6% year on year respectively. To be specific, general trade import was 215000, up 37.2% and accounting for 97.3% of China's total automobile import.

Statistics show that foreign-invested enterprises imported 155000 motor vehicles in the first three quarters of 2007, doubling the amount in the same period of 2006 and accounting for 70.1% of China's total automobile import in the period. The import mainly came from Japan and the EU in the period: import from Japan totalled 80000, up 62%; and that from the EU, 75000, up 8.4%; the two make up 70.1% of China's total automobile import in the period. Most of the imports are passenger cars and cross-country vehicles: the import of passenger cars totalled 99000, up 27.7%; and that of cross-country vehicles, 99000, up 52.8%, the two make up 89.6% of China's total automobile import in the period.

Industry insiders hold that China's adjustment of related policies will influence the change of the country's automobile import structure. First, a brand new measure on automobile management will become effective. Starting from March 2008, import cars must offer related import indexes to China's examination and quarantine authority through their brand agents that have obtained "3C" certification and obtain the customs clearance before they can come into China smoothly. After implementation of the new policy, the number of qualified enterprises that may apply will significantly decrease, and many agents will no longer have the qualification of reporting import cars for examination.

Second, the "Measures on Management of Automobile Brand Sales" will produce a comprehensive influence. China began to implement the "Measure on Automobile Brand Sales" from April 1, 2005, but the actual brand operation only started from 2006, and China is now in a transition from the old method to the new one. Agencies for various brands of motor vehicles have just been established, and the import operation method and the operation network are just taking shape. Implementation of the Measures may produce a good effect in standardising China's import car market and protect the interests of the consumers, it may also produce a negative influence on Chinese brand agents. Due to incomplete system, and an execution and supervision of brand agency system which is not in place, motor vehicles import not going through brand agents still grab a certain percentage of the market. In addition, the implementation of the brand agency system has put Chinese automobile sales agents in the hands of foreign car manufacturers, and the profit is completely monopolised by foreign companies. Under such circumstances, Chinese sales agents will be in a more disadvantaged position in the fields of products, operation, sales, and service.□

China adjusts import/export tariff **今年中国进一步调整进出口关税**

China's Ministry of Finance (MOF) announced recently that approved by the State Council, China will further adjust the import/export tariff starting from January 1, 2008, covering the most-favoured-nation rate of duty, the annual interim duty, the agreement rate of duty and preferential duty. After the adjustment, the level of China's tariff as a whole will be 9.8%. To be specific, the average tariff for agricultural products will be 15.2%; and that for industrial products, 8.9%.

In terms of most-favoured-nation rate of duty, China will go on observing its tariff concession commitment to the World Trade Organisation (WTO). It will further lower the import tariff on 45 kinds of

commodities including fresh strawberry and terephthalic acid; will go on exerting tariff quota management on seven kinds of agricultural products of wheat, maize, rice, sugar, wool, top and cotton and three kinds of fertilizers of urea, compound fertilizer and potassium acid phosphate, and continue a 1% quota tariff on urea, compound fertilizer and potassium acid phosphate; will go on practicing a sliding scale duty on import of certain amounts of cotton above the tariff quota and improving the sliding scale duty formula; and will go on practicing specific duty and compound duty on 55 kinds of commodities including frozen chicken and beer.

Meanwhile, China will introduce an agreement rate of duty lower than the most-favoured-nation rate of duty for import of some commodities originally produced in the 10 ASEAN countries, Chile, Pakistan, South Korea, India, Sri Lanka, and Bangladesh according to China-ASEAN FTA Agreement, China-Chile FTA Agreement, China-Pakistan FTA Agreement, and the Asia-Pacific Trade Agreement. At the same time, under the framework of the CEPA agreement the mainland signed with HK SAR and Macao SAR, the Chinese mainland will continue to impose zero tariff on import of products that are originally produced in Hong Kong and Macao and have gone through the origin of produce certification procedure. China will also continue to practice preferential duty on the import of some commodities originally produced in 39 underdeveloped countries including four Southeast Asian countries and 30 African countries.

Under the principle of tallying with the "Harmonised Commodity and Coding System" of the World Customs Organisation, China has adjusted some tariff items, increasing the tariff items under total import/export tariff number from 7,646 in 2007 to 7,758 in 2008.

If China's tariff adjustment in 2007 focused on the protection of resources and control of trade surplus, we can see that this trend will continue in 2008, and China is promoting resources tax reform. Minister of Finance Xie Xuren said recently that China will continue to strengthen and improve

financial macro control, for example, improving related policy measures such as export rebates and tariff, curbing export of high energy consuming, heavily polluting and resources type products, and supporting export of products with high added value.

In fact, MOF has adjusted the import/export tariff three times by way of launching interim tariff rates since 2006, and China now imposes interim import rate on 511 kinds of commodities and interim export rate on 286 kinds of commodities. By adjusting import/export tariff, China has given a clear signal of reducing trade surplus, and controlling export of high energy consuming and heavily polluting products. Starting from August 1, 2007, China has adjusted the applicable tax standards for lead and zinc ores, copper ore and tungsten ore, and the resource tax on the three kinds of ore products has increased by 3-16 times. In addition, the import tariff on electrolytic aluminium has been reduced from 5% to zero, and a 15% export interim tariff has been imposed on some aluminium products. This is the largest adjustment since China began to collect resources tax in 1994. China now collects resources tax on crude oil, natural gas, coal, other nonmetallic ore and raw ore, ferrous ore and raw ore, nonferrous metal ore and raw ore, and salt.

This year, China will impose interim tariffs on import of more than 600 kinds of commodities, including resources and energy products of coal, stone materials, and fuel oil; important raw materials and key equipment and spares of multicrystalline silicon, and diesel engine; and hygienic products and daily-use necessities such as X-ray film, artificial plasma raw materials, and household electrical appliances. At the same time it will continue to impose selective tax on the import of natural rubber. Furthermore, China will further curb export of high energy consuming and heavily polluting products, impose export tariff on coal, crude oil, and metal ore sand by way of interim tariff rates, and begin to collect or raise the export tariff on wood pulp, coke, ferroalloy, steel billet, and some steel products. Seasonal tariff on export of fertilizers such as urea, and ammonium dibasic phosphate will be imposed. □

半导体材料激光退火技术研究 (一)

张魁武

1 α -Si 薄膜激光退火

多晶硅薄膜是制造高迁移率薄膜半导体 (TFT) 的材料, TFT 又是制造平面显示屏的关键元件。因而如何使非晶硅 (α -Si) 转变成为多晶硅就成为微电子器件制造中的重要工序。但是, 现在使用的多晶硅薄膜都有高密度晶粒边界, 显微组织的完整性相当差。用此种材料制造的 TFT 装置质量都低于用单晶硅薄膜, 不能获得高性能和质量均匀稳定的 TFT。使用传统加热退火虽能改善组织, 提高性能, 但必须用昂贵的石英基体。激光退火则可将廉价的玻璃基体上的非晶硅薄膜转化成多晶硅薄膜, 而不会损伤玻璃, 因此, 具有广阔的应用前景。

1.1 脉冲激光退火

(1) 准分子 XeCl 激光退火

波长 $\lambda=308\text{nm}$, 脉冲能量 $E=8\text{J/脉冲}$, 脉宽 $\tau=160\text{ns}$, 经匀束器处理光斑尺寸为 $10\times 5\text{cm}^2$, 重复频率 $f=2\text{Hz}$, 能量波动 $<4\%^{[1-2]}$ 。

薄膜半导体的场致迁移率和晶粒尺寸成正比。因此, 需经试验找出结晶退火的最佳工艺参数。玻璃基体厚 50nm 的 α -Si 薄膜激光退火晶粒尺寸与能量密度的关系见图1。在能量密度较低时, 多晶硅平均晶粒尺寸为 $100\sim 200\text{nm}$ 。在临界能量密度下, 晶粒尺寸迅速增大到 $0.5\sim 2\mu\text{m}$ 。然后又迅速下降。超过临界能量密度 (约 420mJ/cm^2), 硅膜完全熔化, 晶粒尺

寸约为 100nm 。显然, 在临界能量密度下退火是不合适的。因为能量密度波动大于 1% , 就会造成多晶硅薄膜的晶粒尺寸产生很大的差异。

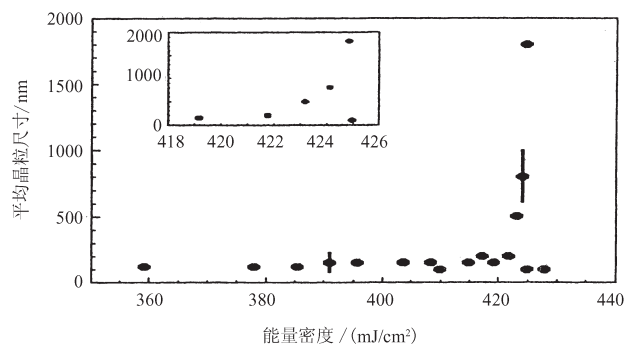


图1 激光退火能量密度对多晶硅晶粒尺寸的影响

为了获得性能均匀的 TFT, 需要多晶硅的晶粒尺寸均匀。这又要求有能量密度分布均匀的光斑照射硅膜。为此设计了一种匀束器, 见图2。D 为透镜阵列, 将入射激光束分成几束, 经由聚焦透镜 C 得到

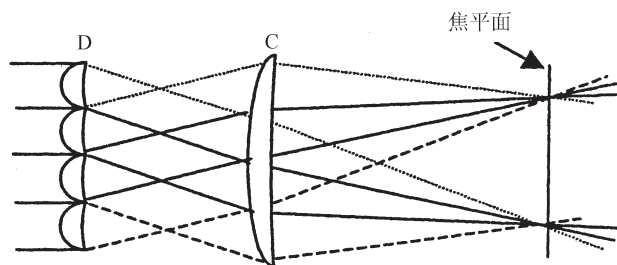


图2 匀束器示意图

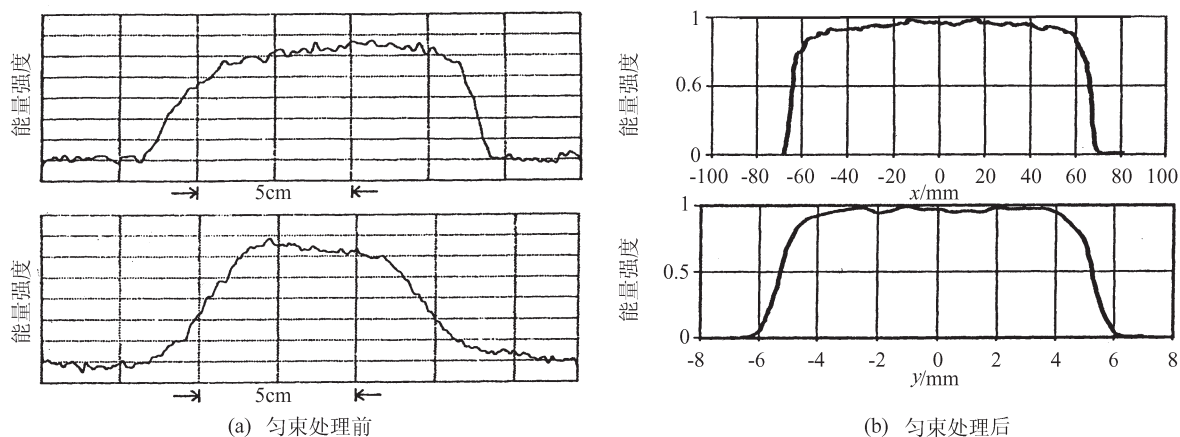


图3 激光光斑能量强度分布

13cm×1cm线形能量分布均匀的光束。匀束器处理前后光斑内能量强度分布对比见图3。能量分布较均匀的光斑退火，晶粒尺寸比较均匀。较长的脉冲加热时间较长，晶粒得以长大，晶粒尺寸大体与脉宽的均方根成正比。

(2) 倍频 Nd: YAG 激光退火

波长 $\lambda=532\text{nm}$ ，脉宽 $\tau=3\text{ns}$ ，重复频率 $f=10\text{Hz}$ ，单脉冲照射沉积在Corning7059玻璃上100nm厚的 $\alpha\text{-Si: H}$ 薄膜。用原子力显微镜研究其表面形态。晶粒尺寸表面粗糙度 (R_{ms}) 和能量密度的关系见图4^[3]。两者均随能量密度增加而增加，表面粗糙度 (R_{ms}) 大约是晶粒尺寸的1/10。当能量密度为400mJ/cm²时(临界能量密度)晶粒尺寸和粗糙度 R_{ms} 都有一个跳跃上升。

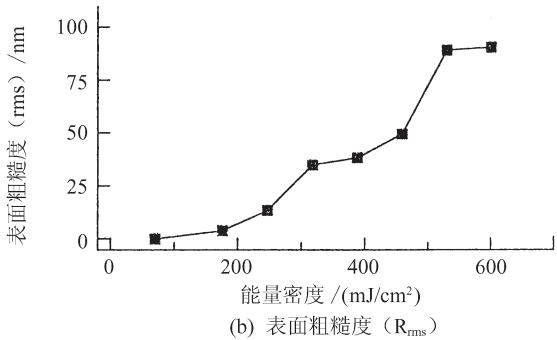
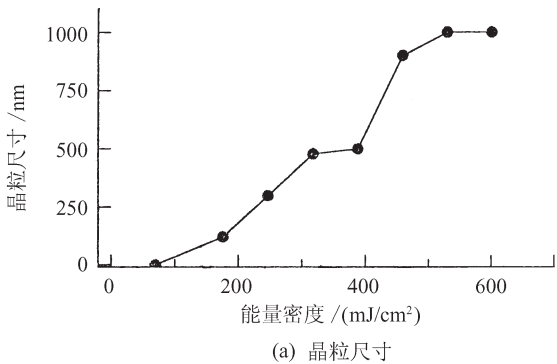
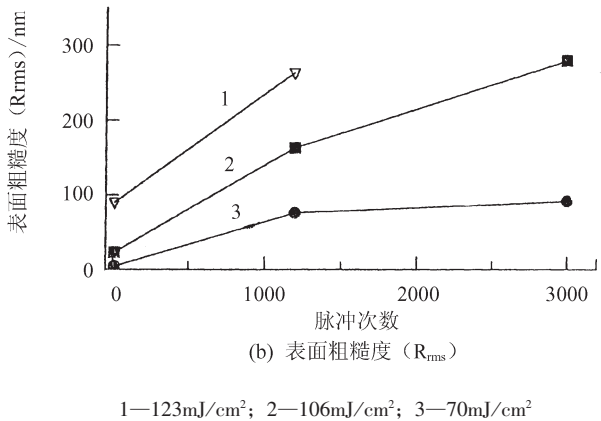
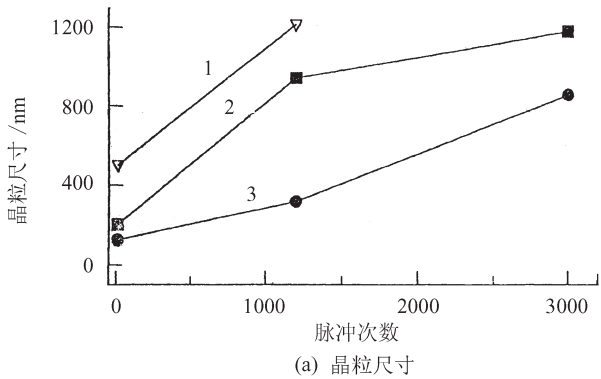


图4 532nm单脉冲激光退火能量密度与晶粒尺寸、表面粗糙度 (R_{ms}) 的关系

透射电子显微镜观察表明，在较低能量密度 (176mJ/cm²) 照射后，显微组织还是非晶相；当能量密度升到400mJ/cm²以上时，非晶相消失。

使用较低能量密度多次脉冲照射，既能得到较大的晶粒，又能得到较低的表面粗糙度值。图5是在能量密度为70mJ/cm²、106mJ/cm²和123mJ/cm²，重复频率 $f=10\text{Hz}$ 时，所得晶粒尺寸和表面粗糙度 (R_{ms})、脉冲次数的关系。能量密度愈低，获得较大



1—123mJ/cm²；2—106mJ/cm²；3—70mJ/cm²
图5 532nm激光脉冲次数与晶粒尺寸、表面粗糙度 (R_{ms}) 的关系

晶粒所需的脉冲数愈多。

(3) Nd: YVO₄ 激光退火

全固化二极管泵浦倍频Nd: YVO₄激光器，波长 $\lambda=532\text{nm}$ ，脉宽 $\tau=10\text{ns}$ ，激光处理脉冲能量在工作重复频率 $f=10\text{kHz}$ 时为100mJ， $f=100\text{kHz}$ 时为5 μJ 。重复频率和峰值能量由时间分辨率高于10 μs 的计算机控制。激光束在基体表面成像为宽7 μm ，长400 μm 的线形斑，脉冲能量密度为600~1000mJ/cm²。基体在垂直激光单方向 (z 向) 运动。两次脉冲之间，基体在 y 向作0.5 μm 的进给。掺硼厚度为100nm和300nm的非晶硅薄膜，退火后晶粒长度大于100 μm ，宽度为3 μm ，处理面积为25cm²，基体是1737F麻玻璃。在垂直激光扫描方向未见晶界。激光退火结晶层的性能测试结果见表1。它的薄膜电阻和优质透明导电的氧

表 1 激光退火结晶层的电性能				
薄膜厚度	电阻	薄膜电阻	空穴密度	迁移率
nm	$\Omega\text{ cm}$	Ω	cm^{-3}	$\text{cm}^2/\text{V s}$
100	10^{-4}	10	2×10^{21}	28
300	10^{-2}	1000	2×10^{19}	21

化物一样低,适于太阳能电池和其他大面积电子器件应用^[4]。这套系统的生产率可达 $2.8\text{cm}^2/\text{s}$,若用 1.25mJ , 100kHz 的激光系统,生产率可达 $35\text{cm}^2/\text{s}$,可满足工业化生产需要。

(4) Q 开关 Nd: YAG 激光退火

波长 $\lambda=1.06\mu\text{m}$,单脉冲退火,脉宽 20ns ,脉冲能量 $0.2\sim 0.5\text{J}$,光斑直径 $\phi 9\text{mm}$,重复频率 0.5Hz ,照射到工件表面的能量密度为 $0.3\sim 0.8\text{J}/\text{cm}^2$ 或 $15\sim 40\text{MW}/\text{cm}^2$ ^[5-6]。基体是面积约 1cm^2 取向的 $\langle 111 \rangle$ 的Si片,在能量为 $20\sim 80\text{keV}$ 下掺杂 BF_3 ,剂量大于 10^{16}cm^{-2} 。

掺 BF_3 的Si $\langle 111 \rangle$ 片激光退火和热退火后的薄膜电阻,用Van der Pauw技术测量的结果见图6。用激光能量密度 $0.8\text{J}/\text{cm}^2$ 单脉冲退火的薄膜电阻和 $1000^\circ\text{C}\times 30\text{min}$ 的热退火相当。激光退火再结晶较好,电活性高,能制备优质p-n结和效率高达7%的太阳能电池。

普通热退火在非晶/晶体界面上存在固有的氧化物或其他杂质污染,导致形成多晶。脉冲激光退火

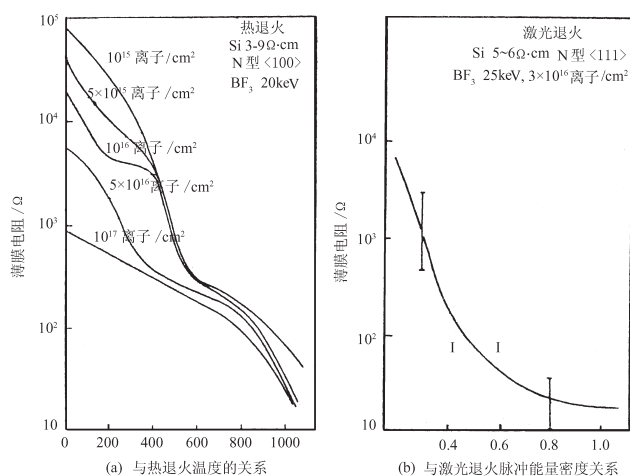


图6 掺 BF_3 层薄膜电阻

克服了这个问题,能使非晶硅膜外延生长再结晶。

1.2 连续波激光退火

连续波激光退火能在不发生熔化的情况下,从单晶体外延生长单晶体^[7]。

(1) 连续氩离子激光退火

波长 $\lambda=458\sim 514.5\text{nm}$,功率 20W 的 Ar^+ 激光器,聚焦光斑直径 $\phi 40\mu\text{m}$,工作台运动速度 $0.5\sim 2.5\text{cm}/\text{s}$,扫描条宽约 $30\sim 35\mu\text{m}$ 。每次扫描横向进给 $15\mu\text{m}$,搭接量约为50%,来制备大面积退火薄膜。

$\langle 111 \rangle$ 和 $\langle 100 \rangle$ 取向的Si片用西顿玻璃纤维抛光,在 50keV 和 30keV 下离子掺As,原子含量为 $10^{14}\sim 10^{16}$ 原子/ cm^2 。用卢瑟福背散射通道技术检查结晶状况,如

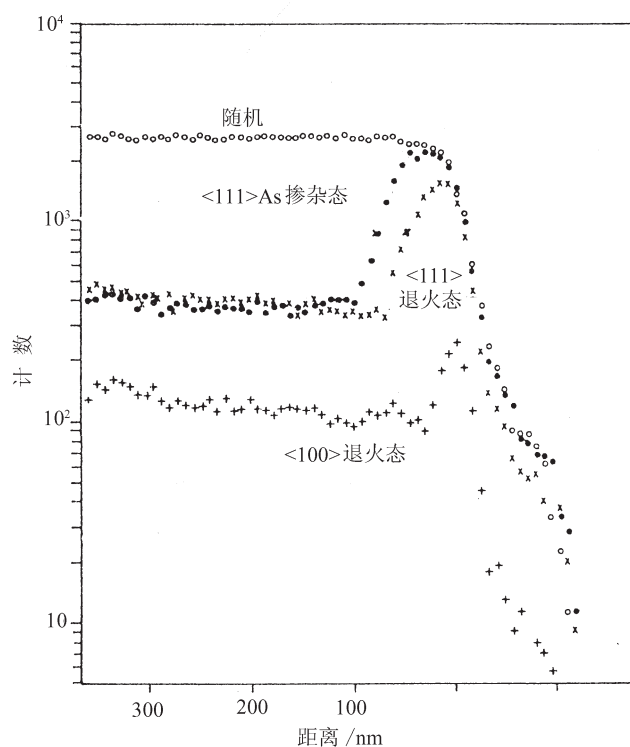


图7 50keV 掺杂 $10^{15}\text{As}/\text{cm}^2$ 硅膜的卢瑟福背散射通道光谱

图7所示^[8]。掺杂剂量为 $10^{15}\text{As}/\text{cm}^2$ 的两种硅片,以 $\langle 100 \rangle$ Si激光退火效果较好,二次发射率(计数)明显降低,得到相当完全的结晶薄膜;而 $\langle 111 \rangle$ Si片则较差,特别是在近表面出现很高的缺陷峰,表示退火不够完全。

表2是掺As的Si,连续氩离子激光退火性能^[8]。除 $\langle 100 \rangle$ Si片,掺杂剂量 $10^{16}/\text{cm}^2$ 的试样是在 30keV 掺杂外,其他试样都在 50keV 掺杂。从表2中可见, $\langle 100 \rangle$ Si退火效果较好,其最小发射率 $X_{\min}$ 和薄膜电阻率都较低。

表2 掺As的Si连续 Ar^+ 激光退火性能

Si 片方向	掺 As 剂量 cm^{-2}	激光功率 W	$x_{\min}(\text{Si})$ %	$x_{\min}(\text{As})$ %	薄膜电阻率 Ω
(111)	10^{14}	9.0	3.5	10	930
(111)	10^{15}	9.5	63	61	375
(111)	10^{16}	9.5	13	40	60
(100)	10^{15}	8.6	3.5	6.8	131
(100)	10^{16}	8.0	3.5	10	46

J.S.Williams等研究^[9],在背散射测量的 4nm 分辨极限内未见硅薄膜中掺杂As的再分布。说明连续波 Ar^+ 激光在适当工艺条件下退火,硅膜表面没有发生熔化。因为As在液态Si中的扩散系数是 $10^{-4}\text{cm}^2/\text{s}$,而连

续波A⁺激光加热时间约为1ms。如有熔化出现，在1ms时间内，As的扩散距离约为3μm。As在刚低于熔点的固态Si中的扩散系数是10⁻¹¹cm²/s，1ms时间的扩散距离仅约1nm。在4nm分辨率下测不出来，由此可知，连续波A⁺，激光退火是固相外延生长。

Han-Shang Lee^[10]对多晶硅上金属氧化物半导体场效晶体管(MOSFET)连续A⁺激光退火场效电子迁移率进行了研究。在激光功率为12~15W下退火，不同温度下测得的场效电子迁移率见图8。随激光功率的提高，场效电子迁移率增加。在室温(22℃)下单晶装置和在15W、14W、13W和12W激光退火的MOSFET场效电子迁移率分别是792cm²/V·s、456cm²/V·s、346cm²/V·s、236cm²/V·s和210cm²/V·s。

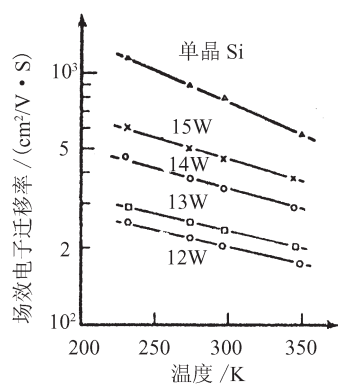


图8 MOSFET激光退火和单晶Si在不同温度的场效电子迁移率

(2) 准分子连续 KrF 激光退火

脉冲激光退火薄膜中的掺杂有再分布发生，而适当的连续波激光退火不会引起掺杂的重新分布。这一点对精细几何装置制造具有重要意义。

n型<100>Si试样在35keV能量、室温下，掺杂剂量为2×10¹⁵离子/cm²的B⁺，这种剂量不会使硅膜非晶化，但在表面以下约0.25μm深度内造成损伤。用连续波KrF离子激光器退火^[11]，波长647nm，输出功率6W，扫描速度9.8cm/s，退火后得到最佳结果。二次离子质谱(SIMS)法测量掺硼的硅试样的激光退火、热退火和掺杂态中B⁺的分布见图9。掺硼用35keV，剂量为2×10¹⁵B⁺/cm²；热退火在流动氮气中，1000℃保温30min。图9的横坐标溅射时间，相当于从试样表面向内的深度。由图9可见激光退火的B⁺分布曲线和掺杂态重合，没有发生B⁺扩散。而炉中加热退火过程有B⁺的扩散重新分布。

TEM检查热退火的整个掺杂区都有缺陷。如位错

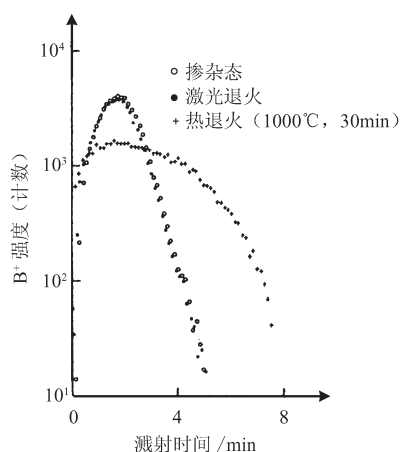


图9 掺B的Si在掺杂态、激光退火态和热退火中B⁺分布的SIMS谱

环、线缺陷、残余偶极子及位错群等。而激光退火在线扫描带的中心区和重叠扫描区几乎没有缺陷，已经全部再结晶。仅在扫描带边缘激光能量不足的部位发现有缺陷存在，激光退火的掺硼硅片具有很高的电活性。

1.3 α-Si 薄膜激光退火技术的改进

(1) 双向照射

这种方法不需要预热基体而得到晶界可控的大晶粒硅薄膜，满足日益增长的高性能TFTs的需要^[12]。

试样制备采用低压化学气相沉积(LPCVD)的方法，在石英基体上形成厚100nm的α-Si，在其上沉积500nm的SiO₂，最后再沉积100nm的α-Si薄膜，见图10。

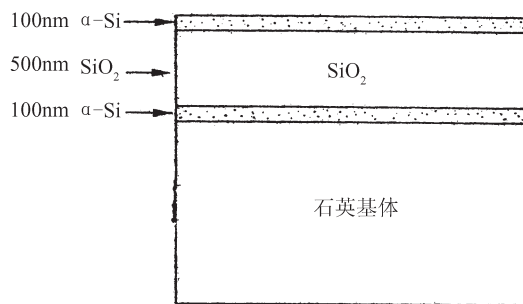


图10 试样结构示意图

实验装置布局见图11。XeCl准分子激光器，波长308nm，脉宽30ns(FWHM)。由分束器将光束分成两路，正面光束通过掩膜入射。掩膜是宽50μm的栅格，间距10~100μm可变，经过3~6倍的缩小入射到基片表面。背面光束的能量密度由衰减器和透镜调控。

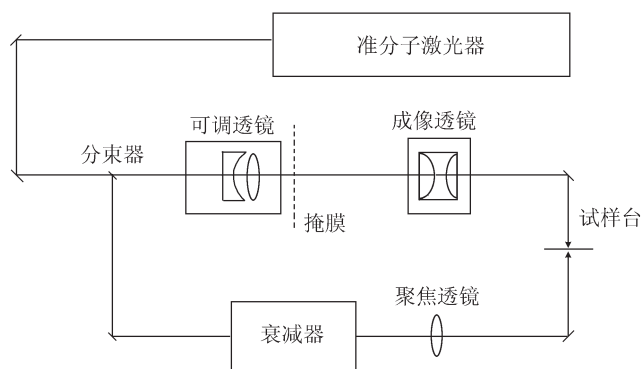


图11 双向辐照装置布局

固定正面激光束的能量密度在 $1.0\text{J}/\text{cm}^2$ ，背面激光束的能量密度在 $170\sim 680\text{mJ}/\text{cm}^2$ 范围内变动。背面照射给上层硅膜的超常横向生长（SLG）提供温度环境，从而延长了上层膜长大的距离，获得较大的晶粒尺寸。显然， SiO_2 层的厚度应适当，太薄则SLG长大的距离比单层薄膜大不了多少，若 SiO_2 层太厚，则上层膜接收来自下层的热量太少，对上层膜的作用太弱。

晶粒横向长大的尺度随背向入射的激光能量密度的下降而减小，在能量密度 $\leq 170\text{mJ}/\text{cm}^2$ 时，对SLG生长基本没有作用。采用过高的背向入射激光能量密度，如 $680\text{mJ}/\text{cm}^2$ ，上层膜发现裂纹。这是因为硅膜和石英基体的热膨胀系数不同引起的。这个问题可通过选用与硅膜热膨胀系数相近的基体，或不被基体吸收波段的激光束辐照解决。采用此法已获得的晶粒宽度达 $10\mu\text{m}$ 。

(2) 人工控制超常生长

人工控制超常横向生长（Artificially Controlled Super-Lateral Growth）方法^[3]是基于精确控制在预定区域形核生长不含晶粒边界的大尺寸单晶硅结晶，以获得高性能的TFTs。

试样结构示意图见图12。在热氧化硅基片（厚 100nm SiO_2 ）上用LPCVD沉积厚 100nm 的 $\alpha\text{-Si}$ 薄膜，在 $\alpha\text{-Si}$ 膜表面涂以光阻材料。图12a中，一阶岛的主岛区和矩形尾部由狭窄的瓶颈区连接，尾部是设计预定的不完全熔化区，其中残留有结晶的核心-仔晶。瓶颈区的结构设计是为了阻挡尾部凝固横向生长，只允许一个晶粒长大进入主岛区。主岛区面积从 $10\times 10\sim 50\times 50\mu\text{m}^2$ ，尾部和瓶颈区面积分别为 $20\times 20\mu\text{m}^2$ 和 $5\times 5\mu\text{m}^2$ 。使得在上述区域内最终得到单晶材料。

一阶岛用等离子增强化学气相沉积（PECVD）厚 210nm 的 SiO_2 ，然后在其上部PECVD沉积 120nm 厚

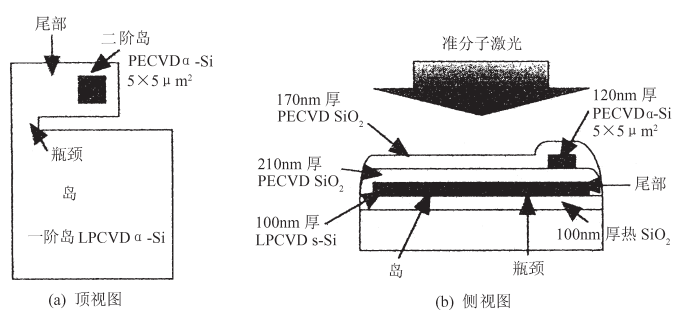


图12 ACSLG试样结构示意图

的 $\alpha\text{-Si}$ 薄膜。用同样方法制备二阶岛 $5\times 5\mu\text{m}^2$ 的 $\alpha\text{-Si}$ 正方形薄膜（图12a中黑色正方形）。把它们仔细抛光以遮蔽入射的激光，使掩膜正下方不会完全熔化，留下没有掩膜部分则完全熔化（见图12b），最后再用PECVD沉积厚 170nm SiO_2 薄膜。

将试样放入真空室（ 1.33mPa ）电阻加热的工作台上，基体温度用热电偶和数显红外温度计测量，于 $1000\sim 1200^\circ\text{C}$ 保持 2min 。准分子激光器单脉冲辐照，波长 308nm ，脉宽 30ns ，能量密度选择在刚好使无掩膜部位的薄膜完全熔化。

将试样用Secco腐蚀作光学Nomarski显微镜检验。基体温度为 1150°C 的试样，经激光照射后，主岛区（面积 $20\times 20\mu\text{m}^2$ 、 $40\times 40\mu\text{m}^2$ 和 $50\times 50\mu\text{m}^2$ ）已转变成单晶，见图13a。基体温度为 1100°C 的试样，经激光照射后，仅主岛区面积为 $20\times 20\mu\text{m}^2$ 的区域转变成单晶，而面积较大的 $30\times 30\mu\text{m}^2$ 和 $40\times 40\mu\text{m}^2$ 主岛区组织

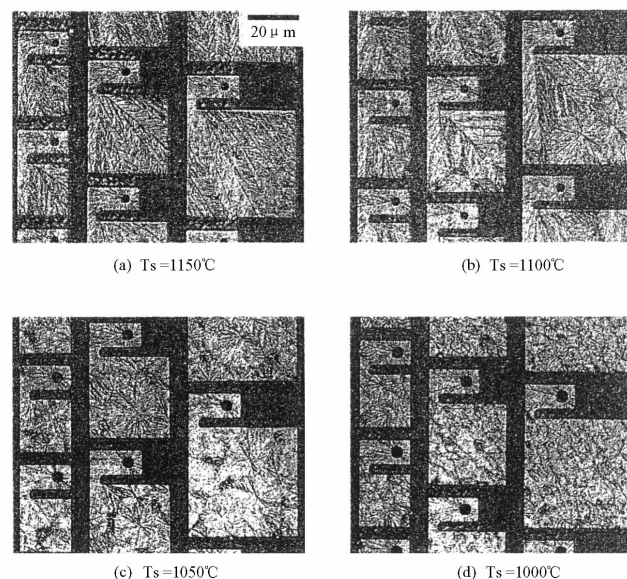


图13 人工控制超长横向生长激光退火显微组织
注：各图中从左到右主岛区面积分别为 $20\times 20\mu\text{m}^2$ 、 $30\times 30\mu\text{m}^2$ 、 $40\times 40\mu\text{m}^2$ 。

是过冷液体硅的固体核心，随机形核生长，未实现单晶转变，见图13b。基体温度低于1050℃，即使20×20μm²小面积主岛，由于二阶岛的仔晶横向生长被随机形核生长的晶粒阻挡，也未发生完全的单晶转变，见图13c、d。

从以上结果可知，只要基体温度足够高，主岛面积不太大，就可实现二阶岛内一个仔晶横向生长穿过瓶颈，使整个主岛转变成单晶区。

为获得完全单晶转变的人工控制超长生长，必须满足3个必要和充分条件。

首先，掩膜区以外的薄膜必须完全熔化，否则会在无掩膜区形成小晶粒的多晶材料或大晶粒的多晶材料；掩膜区不能完全熔化，否则过冷液体随机形核得到的是多晶显微组织。

满足上述条件晶粒横向凝固开始，迅速从仔晶向外生长。为使主岛区只转变成一个单晶，必须只允许一个晶粒增殖长大充满整个岛区。

其次是瓶颈区控制。设计瓶颈只允许一个生长的晶粒穿过其狭窄部位进入主岛，长大充满该区。TEM分析证明确实在主岛区只见到一个晶粒。

第三个条件是和主岛区尺寸匹配的基体温度。在晶粒横向长大期间，不能再有新的核心出现。为此在完成横向凝固前液体硅的温度必须保持足够高，即保持足够小的过冷度。这个特征转变时间的长短主要取决于需发生转变的距离，即由主岛的尺寸决定。主岛尺寸设计必须保证在晶粒长大充满岛区之前，没有萌生新的结晶核心。在基体温度为1150℃时，主岛面积≤50×50μm²没有新的形核生长为单晶。当基体温度较低时，如1100℃，仅在20×20μm²较小的岛区内实现单晶转变；在30×30μm²和40×40μm²岛区内发生随机形核，未达到单晶转变。较高的基体温度使形核与长大的比值下降，给形成单晶提供了时间和空间。

(3) 铝掩膜法

在250℃的氧化物上PECVD沉积厚80nm的α-Si薄膜，随后在400℃脱氢2h。在其上热蒸镀厚200nm的铝膜，光刻成间距为2×10μm的光栅。激光照射时铝膜遮挡的下方仍保持原来的室温，未遮蔽处的硅膜温度超过熔点，随后靠热传导降温。在未熔化的边缘开始形核，与未熔的α-Si接触的铝栅增加横向热流^[14]。

波长308nm的XeCl准分子激光，5×5mm²正方形光斑，能量分布均匀，以320mJ/cm²的能量密度单脉冲照射，基体温度保持200℃。TEM观察有铝覆盖的α-

Si膜部位没有发生相变。没有铝遮挡的部位发生了再结晶，形成相当大的、拉长的多晶硅晶粒。晶粒形核是在两条铝栅格之间未熔的α-Si边角处，由两侧边向中部横向等距长大，每个晶粒尺寸为1μm，有效地减少了晶粒边界。如果提高基体温度，延长熔化存留的时间，会进一步增加横向长大的尺寸。用此法制造的多晶硅薄膜晶体管的漏电性和稳定性得到了相当大的改善。

(4) 两步辐照法

超常横向生长能获得很大的多晶硅晶粒，但是，该工艺允许的激光能量波动ΔE范围很窄，当ΔE>1%时生成的晶粒尺寸就明显减小了。这是因为即使整个α-Si薄膜熔化了，在薄膜与基体的交界面上还残存不少的结晶核心。每个核心都会横向长大进入熔化的硅膜，与对面长出的晶粒相遇，而停止长大。当能量密度低于临界熔化值时，则会残留高密度的仔晶，这意味着每个仔晶生长的空间很小，只能长成较小的晶粒。当能量密度高于临界熔化值时，整个薄膜熔化，冷却过程随机形核也会形成许多小尺寸晶粒。设计一个周期性掩膜放在α-Si薄膜上。第一次激光照射之后移动光栅，使相邻的被照射的多晶硅区和遮挡的α-Si区换位；进行第二次照射，调节能量密度刚好把α-Si条熔化，部分熔化的多晶硅条有晶粒在垂直方向长大到光栅周期宽度的一半^[1]。基于该实验的结果，在2000年建造了一套名为“Hercules L”的XeCl激光系统（10J/P，120ns，10Hz），最终将建成适合平面显示器用的高迁率薄膜晶体管生产线。

(5) 台阶基体法

采用图14a多晶硅薄膜晶体管结构，使激光能量分布改变（图14b）。SiO₂盖帽厚度100nm或300nm，能量密度350mJ/cm²的激光束垂直向下照射，水平面和倾斜侧壁表面的能量密度不同，形成横向温度差。硅晶粒从温度较低的底角处向温度较高的水平底部液体硅处生长，获得很大的（>1μm）多晶硅晶粒。所用氧化物盖帽的厚度不同，热梯度不同，所得晶粒尺寸不同^[15]。

(6) 大功率准分子激光退火

2003年Burkhard Fechner等用300W XeCl准分子激光系统低温退火制备了高性能多晶硅薄膜晶体管液晶显示装置，如今该方法已在日本主要液晶显示器制造厂应用^[16]。该系统是全自动激光退火系统，由目前世界上最大功率的300W XeCl准分子激光器、线形光束处理系统、装卸室、自动工作台、退火室、机

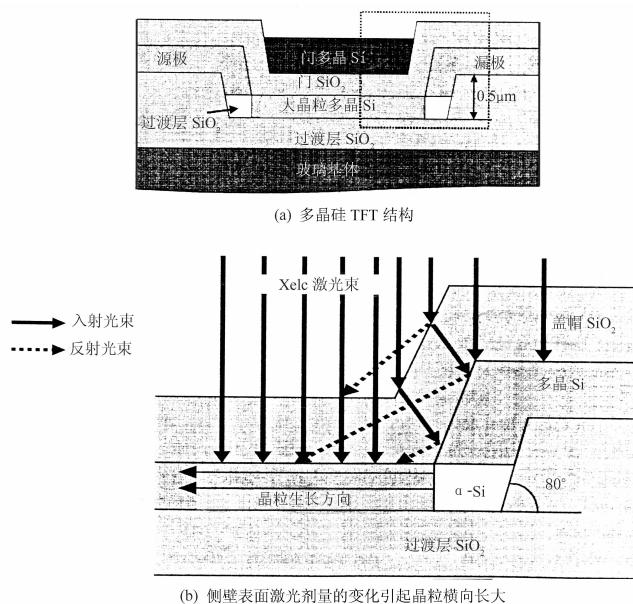


图14 台阶基体法示意图

机器人和控制系统组成。新型Lambda Steel 1000的主要技术规格见表3。

表 3 Lambda Steel 1000 技术规格

技术参数	参数值
波长/mm	308
稳定输出脉冲能量/mJ	1000
最大重复频率/Hz	300
平均功率/W	300
脉冲能量波动/%	≤2.5

经专用的线形光斑处理系统 (Micro Las Line Beam Optics) 处理得到能量均匀分布的长365mm、宽0.4mm的线形光斑。使用该系统进行顺序横向凝固激光退火 (SLS), 比普通准分子激光退火 (ELA) 生产率提高10倍以上。例如, 381mm (15in) 显示屏一般ELA要用50000次脉冲, 而SLS仅用3000次脉冲即可。

(7) 热退火+激光退火

PECVD沉积的非晶硅薄膜中含有氢原子, 使激光结晶发生困难。当氢含量超过10%时, 因氢蒸发可能出现爆裂导致 α -Si薄膜脱落。为防止此类问题发生, 要进行450℃数小时的炉加热退火, 以便将大部分氢排出。

试样结构为约50nm的 α -Si/SiO₂200nm/玻璃, PECVD沉积温度有250℃和280℃两种。250℃沉积的 α -Si薄膜试样用300mJ/cm²准分子激光单脉冲退火, 发生 α -Si薄膜剥落。若先将试样在400℃热退火1h, 再进行激光退火, 则没有发生薄膜剥落, 顺利完成

激光退火。^[17]

280℃ PECVD的 α -Si薄膜含氢较低, 但是若直接进行激光退火, 在能量密度为380mJ/cm²时表面粗糙度值已经很小, 所得结晶度极低。经过400℃热退火再激光退火, 其结晶度随能量密度升高而增加, 光谱椭圆对称分布结果见图15。

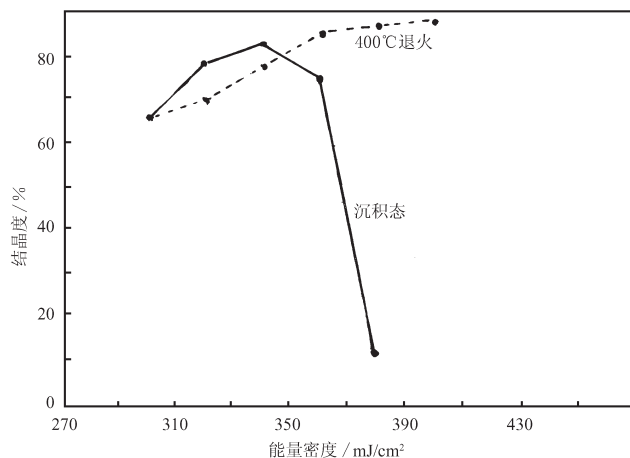


图15 280℃ PECVD α -Si单脉冲准分子激光退火能量密度与结晶度的关系

拉曼光谱分析表明, 激光退火获得优质的多晶薄膜, 而沉积态和热退火态在480cm⁻¹附近出现一个很宽的峰, 与普通非晶的光谱图像相似, 见图16。

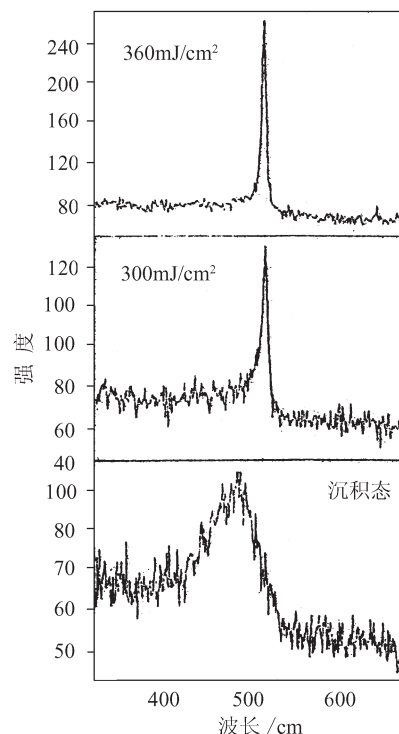


图16 280℃ PECVD α -Si薄膜激光退火前后的拉曼光谱

(下转 96 页)

大型精密立式数控磨床研制成功

天津市第二机床厂有限公司

天津市第二机床有限公司是天津市第二机床厂改制后的企业。1994年开始为奥的斯电梯公司生产自动扶梯主驱动部件，合作至今，被奥的斯电梯公司评为最佳供应商。2003年公司与北京机床研究所进行技术合作，立项研发立式万能磨床，在研制新产品期间，得到了天津市科委的大力支持，得到财政资助10万元，给我们研发新产品打下了坚实的基础。

2006年6月30日，我们天津市第二机床有限公司搬入了设在天津市北辰科技园区宜兴埠新厂区，占地面积近百亩。公司秉承“诚信为本，创新为先”的管理理念，以全新的面貌、现代化企业的管理模式展现在世人面前。2007年，与北京凯奇数控有限公司合资成立了天津林凯数控机床有限公司，由天津第二机床有限公司控股。

新产品大型精密立式万能数控磨床特别适用于大型精密轴承的加工，数控精密立式万能磨床是大型精密轴承等生产关键设备。该新产品具备了智能化、高精度工艺条件，以该机床为基型开发立式精密数控车床，具有车、铣、镗、钻、磨多种复合加工功能。我国已是轴承生产大国，但用于发电、冶金、造船和国防等行业的大型精密轴承80%依靠进口，只有20%的国内产品。造成这种局面的主要原因是我国轴承行业的制造装备落伍，大型轴承的轴承内环、外环等关键零件均是在普通机床上生产的，因机床本身精度低，无法生产出高精度的轴承，个别轴承厂如全国最大的轴承厂——瓦房店轴承厂可以生产少量大型精密轴承，轴承关键件是采用1600万元进口的数控立式磨床加工的。天津市第二机床有限公司的数控精密立式万能磨床的研发成功可向轴承行业提供达到进口同类机床水平的数控立式磨床，为用户节约2/3设备投资，促进我国轴承行业的更新换代，使国内更多轴承厂家具备更换设备的能力。

2005年12月首台2MKM95160数控精密立式万能磨床试制成功，并生产出第一台立式数控磨床，标志着天津二机床在经营生产中掀开了崭新的一页。到目前为止，我们已经成功生产了10余台立式磨

床，而且生产的规格还各有不同。我们能够自主研发生产的立式磨床有2MKM95100、2MKM95125、2MKM95160、2MKM95200、2MKM95250，它们的最大加工外径是 $\Phi 1100\text{mm} \sim \Phi 2600\text{mm}$ ，磨头转速为 $1000 \sim 3600\text{r/min}$ ，工作台承重为 $4000\text{kg} \sim 12000\text{kg}$ 。数控立式磨床使生产过程自动化，大大减少了工人的劳动强度，提高了生产效率，提高了加工精度，提高了零件的一致性。立式磨床工件主轴和砂轮主轴都是垂直装配的，消除了卧式磨床工件主轴和砂轮主轴的变形。因而工件主轴和砂轮主轴的旋转精度高，加工精度好。在大型卧式磨床中，由于工件夹具重量造成的挠曲变形可达 0.05mm ，立式磨床采用电磁吸盘固定零件，消除了卧式磨床中工件装夹变形，所以磨削精度高。一次装夹可完成内孔、外圆、端面及沟道的加工。由于采用电磁吸盘，装夹工件方便快捷。

数控精密立式万能磨床采用整体立柱定梁结构，由床身、工作台、立柱、横梁、磨头、X、Z向滑座及冷却过滤、机床防护、数控系统（电控柜带空调）等组成。整机半封闭防护（考虑修整时的冷却防护），内罩防水，配置大流量冷却过滤系统，磨削时冷却充分，磁性分离器和纸质过滤较好地改善磨削表面的光洁度。机床上所有操作均集中在按钮站上，配手持单元，方便操作。按钮站为侧置式，可旋转 90° ；可根据用户需要配置FANUC、NUM、SIEMENS三种不同的数控系统。零件的装卡靠电磁吸力吸合在大型电磁吸盘上，装卡方便合理，消除了因装卡引起的工件变形，零件加工除吸合面以外，其余各面均可全部磨削到尺寸，效率高，适用于磨削各类大中型轴承内外套圈的外圆、内孔、端面及圆弧滚道、轴承挡边；中小型回转轴承的内、外圆、端面、滚道及机械加工中的各类大中型轴承零件。数控立式万能磨床的自动化程度高，操作方便，大大降低了工人的劳动强度，提高了生产效率。

在2005年，首台立磨生产试制成功后即被大连冶金轴承有限公司购买，由于立磨产品独有的价格优势和良好的加工精度，很快就得到了许多轴承企业的认可。2006年，大连冶金轴承有限公司购买了

第二台立式磨床。到目前为止,该立磨产品已经销售到太原重工股份有限公司、南京高精齿轮集团有限公司、瓦房店正达冶金轧机轴承有限公司、瓦房店远东轴承集团有限公司、瓦房店重型轴承研究制造有限公司等多家公司,相信在不久的将来,我们的产品会被更多的企业认可和使用。我们的销售部门,预计在明后年会销售立磨产品 15 台份和 20 台份。

综上所述,大型立式数控磨床在大、中型轴承

和大型齿轮的生产中,较卧式磨床有明显的优越性,可成为取代卧式磨床成为大型精密轴承的主要生产手段。大型精密数控立式磨床是大型轴承生产的必备设备。目前使用的进口大型立式数控磨床是很贵的,以 $\Phi 1600\text{mm}$ 规格为例,进口价在 700 ~ 1200 万元之间。所以尽快开发生产我国自己的大型精密立式磨床,打破国外产品的垄断,对提高我国大型轴承的制造水平,促进轴承行业由制造大国向制造强国发展意义重大。□

(上接 94 页)

1.4 复杂结构薄膜激光退火

将P型<100>Si片加热氧化形成厚6nm的SiO₂膜,再在620℃进行低压化学气相沉积,得到255nm厚的多晶硅膜。用30keV掺杂 $3 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ 的BF₂⁺离子。部分试样在925℃作30s的快速退火(RTA),修复晶格损伤。用稀氢氟酸腐蚀多晶硅膜,去除其表面的氧化物,然后溅射制备厚25nm的TiN和40nm的Ti盖帽层。用单脉冲KrF激光($\lambda=248\text{nm}$, $\tau=23\text{ns}$)照射试样(LTP)。将带TiN/Ti盖帽的试样在60℃标准溶液中腐蚀去掉未反应的金属,进行二次离子质谱(SIMS)和横截面透射电子显微镜分析。SIMS的初始离子为O⁺,能量5keV,扫描面积200×200μm²。

无覆盖层的多晶硅薄膜在0.68J/cm²激光辐照(LTP)后,掺杂BF₂⁺及925℃×30s快速退火(RTA)试样的SIMS图如图17所示。时间横坐标代表距试样表面的深度。氧化物层的位置可从¹⁶O的尖峰来判定。LTP

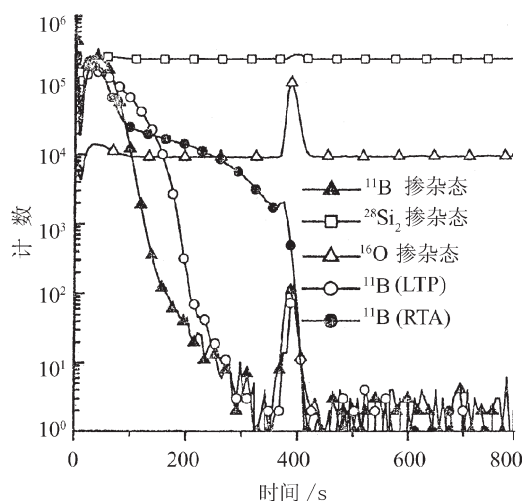


图17 Si/SiO₂薄膜的掺杂BF₂⁺态LTP和RTA后,各元素沿深度的SIMS图(均无盖帽层)

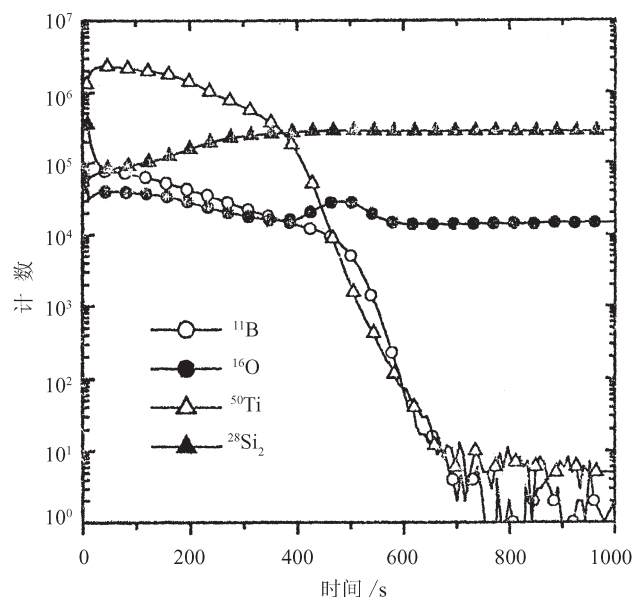


图18 有TiN/Ti盖帽的Si/SiO₂薄膜LTP后,各元素沿深度的SIMS图

作用下B原子的扩散深度约为多晶Si厚度的一半,此深度与Si膜的熔化深度一致,B原子在固相Si中扩散极微。在RTA试样中的硼扩散穿过整个多晶硅膜^[8]。

有金属盖帽的试样,在0.68J/cm²能量密度的脉冲激光照射下,B和Ti原子在Si膜中的分布见图18。未反应的TiN和Ti在SIMS之前腐蚀去掉。B和Ti均扩散穿过整个多晶Si层,表明多晶Si层已完全熔化。有盖帽的熔化深度远大于无盖帽者,这是由于TiN/Ti/多晶硅结构与激光的耦合效率较高。对于 $\lambda=248\text{nm}$ 的激光束在TiN/Ti/多晶Si表面的光谱反射因数仅为多晶Si的一半。TiN层吸收较多的辐射能量,TiN又是热良导体,可将热量有效地传到下层,使温度高于Ti和多晶Si的熔点,低于TiN和SiO₂的熔点。(待续)

海克斯康测量技术（青岛）有限公司

海克斯康测量技术（青岛）有限公司是位于中国的世界级数控三坐标测量机专业制造厂商，是世界最大的尺寸测量技术集团瑞典 Hexagon AB 在华企业。总部位于瑞典斯德哥尔摩的 Hexagon AB 集团是一家上市公司，其核心业务主要包括了测量技术和化工技术两大产业。Hexagon AB 集团的发展策略在于从事选定目标市场排名第一或第二的产业，成为该行业的创新者，并在行业内具有长期的成本优势和最优的管理。

Hexagon 测量技术集团是 Hexagon AB 核心业务单元，其麾下包括 Hexagon 计量产业集团以及 Leica 测量系统公司。Hexagon 计量产业集团作为 Hexagon 测量技术集团的两大成员之一，通过拥有一系列著名的几何量计量产品制造商和品牌而占据着世界领先的地位。从手动的量具量仪到便携式测量系统，从坐标测量机到测量机器人以及测量软件，Hexagon 计量产业集团具备全系列的产品，满足工业计量领域的各种应用。

Hexagon 计量产业集团的核心目标是为不断增长的不同领域和不同品质要求的用户提供高质量的产品、系统解决方案和服务。目前，Hexagon 计量产业集团的销售及服务网络遍及世界五大洲，并拥有超过 100 多个分支机构。集团的行政总部位于英国伦敦，制造厂分布在巴西、中国、法国、德国、意大利、美国、瑞士、瑞典和以色列。旗下拥有着众多业界最为知名的产品品牌，如 Brown & Sharpe、COGNITENS、DEA、LEICA、LEITZ、ROMER、PC-DMIS、SHEFFIELD、TESA 等等。凭借在全球安装超过 60000 台测量机、超过 9000 套便携式测量系统、数以百万计手持式仪器和超过 25000 套 PC-DMIS 通用测量软件，Hexagon 计量产业集团为客户提供了完善的几何量计量解决方案和技术支持，并确保设计中的产品成为现实。

时至今日，Hexagon AB

集团的计量和化工产业已经落户中国，拥有在青岛、上海、北京、香港、武汉等多个产业基地，年收入超过 15 亿元。

海克斯康测量技术（青岛）有限公司，作为中国目前技术最先进、实力最强的三坐标测量机制造企业，是 Hexagon 计量产业集团的核心成员和九大测量机制造基地之一。

全球最大的测量产品制造基地落成于中国青岛

2007 年 8 月，海克斯康测量技术（青岛）有限公司二期扩建工程全面竣工，8000 余 m² 的新厂区正式启用。这标志着全球最大的测量机生产制造基地之一，根植于中国。

海克斯康，作为中国目前技术最先进、实力最强的三坐标测量机制造企业，是 ISO 9001 和 VDA 认证企业。做为 Hexagon 计量产业集团的核心成员和最大的测量产品制造基地，面向中国用户，可提供 Hexagon 计量产业集团下属的世界知名品牌的全系列几何量计量产品，这包括 Brown & Sharpe 的桥式测量机、DEA 的大型桥式、龙门式、水平臂式测量机及测量机器人、LEITZ 的超高精度测量机、Romer 的柔性关节臂测量机、LEICA 的激光跟踪仪和全能测量系统、CogniTens 的三维光学测量系统以及 5000 多种的 TESA 光学测量系统和各类量具量仪产品。全系列的几何量计量产品线、中国本地的制造和区域化的技术服务和技术支持，能够最大限度



的满足广大制造业客户对产品质量保证和生产过程控制的要求。

伴随着二期扩建工程的竣工与投入使用，海克斯康具备年产上千台套测量机的能力，并能够为广大中国客户提供越来越多的先进的几何量计量产品



高标准的精密检测间



先进的测量机生产制造基地

和服务。这其中，1900m²的测量机演示与培训中心，为到访客户展示了全球最完善的各类几何量计量产品；多个专门的培训教室，为用户提供了最佳的课堂环境与上机条件。此外，三个高标准的精密检测间，能够实现 20±0.2℃ 的温度环境控制，从而为高精度测量机的验收奠定基础。

全球化的产品和技术、本地化的设计与制造以及区域化的技术支持和技术服务，是海克斯康长期雄踞中国测量机行业榜首的重要原因。海克斯康不仅拥有一批包括国家级专家在内的、掌握现代测量机技术的中外优秀专家和工程师，还在青岛拥有着世界一流的测量机制造基地，年生产能力达到 1500 台，是当今世界上最大的测量机制造厂之一。先进的计算机辅助设计及开发系统、激光检查设备、加工中心、飞行切割设备、精密检测仪器和超高精密检测间和世界一流的测量产品制造基地，以及全球共享的一流专业技术，从而具备了完善的开发研制和生产各种三坐标测量机雄厚的技术实力。

为更好地服务于中国客户，海克斯康分别在北京、上海、广州、沈阳、西安、成都、武汉、南京、



客户培训

深圳、宁波、青岛、苏州等地设有 12 个区域销售服务中心。区域化的服务机制，能够在最短时间内回应客户关于测量机的技术咨询，并为目前中国的 4000 余家测量机客户提供就近的服务和应用支持。

目前，海克斯康的测量机产品年销售数量不断在高速递增，客户广泛分布在汽车、航空航天、模



测量机演示培训中心一角

具、机床工具、国防军工和电子电器等各个行业，并在中国拥有很大的市场占有率。

基于“海克斯康，用心计量”的行为准则，海克斯康公司将在“积极进取、追求卓越”的企业文化引导下，向着更高的发展目标迈进。

公司设立客户关怀中心

为了更好的倾听客户的声音，提升客户服务水平，海克斯康于 2007 年正式成立了客户关怀中心 (Customer Care Center)，设立海克斯康中国客户统一服务热线已于 2007 年 11 月 1 日起正式运行。

客户关怀中心的建设充分体现了海克斯康的质量方针和服务理念，立足于不断提高顾客满意度，为客户与公司的联系和沟通搭建国际化的桥梁与平台，是提升客户服务内涵和客户关怀水平决心的充分体现，是公司在创造“中国第一服务品牌”目标的路途上迈出的坚实一步。

海克斯康客户关怀中心，设置业务代表、客服代表、技术专家、运营分析、运营监察等主要的运

作职能岗位，并委任了流动技术支持专家对客户关怀中心进行支持。同时，通过免费热线电话，开通客户信息咨询、机器报修、客户投诉、疑难解答、备件购买、升级改造等快速客服通道。同时，还会定期地给予客户主动的电话回访和满意度调查，让客户的问题得到及时的处理和解决。

帮助客户最大限度的发挥计量产品的应有作用，是海克斯康测量技术（青岛）有限公司多年来不变的方向和努力追求的目标。在为客户提供全系列几何量计量产品的同时，海克斯康致力于提高快速响应客户需求的能力，从区域化的 12 个集销售、服务、演示培训于一体的精密测量中心、到通过网络提供全天候的在线技术支持和服务。现在，海克斯康在中国计量领域率先开设了全国统一客服热线，使得客户服务既是企业经营服务的最后一个环节，又成为满足深度需求的第一环节。

这是海克斯康公司售后服务方面的又一重大举措，使得海克斯康的客户不仅可以享受到世界一流的计量产品，而且可以有多种渠道（区域中心、总部客户关怀中心、网络等）与海克斯康进行全面、快捷、迅速的联络，从而进一步确立了海克斯康行业领先者的地位。

海克斯康测量技术（青岛）有限公司通过 VDA 质量体系认证

日前，海克斯康测量技术（青岛）有限公司以总评分 95 分的优异成绩通过了世界权威认证机构德国莱茵公司（TUV Rheinland Group）的 VDA6.4: 2005 质量管理体系认证审核，并荣获了由该公司颁发的 VDA6.4: 2005 证书。

VDA 6.4: 2005 认证是专门针对汽车工业生产设备制造商的先进质量管理体系认证。此次顺利通过 VDA 认证，是海克斯康作为专业汽车工业测量设备供应商实力的充分体现。在中国，海克斯康测量技术（青岛）有限公司是前五家通过 VDA6.4: 2005 质量管理体系认证的公司，也是中国首家通过此认证的工业测量设备制造商。

海克斯康公司赞助青岛号克利伯帆船队

为更多的参与国际市场的竞争，希望凭借近距

离参与国际体育赛事，企业能与赛事一起体现出其价值。海克斯康测量技术集团旗下的各家公司崇尚创新、精密，并追求卓越，克利伯环球帆船赛这个国际赛事的参与者所体现出的不畏艰难、团队精神、



克利伯青岛号到达青岛奥帆赛中心

专注和细致与我们企业的理念是相一致的。因此，海克斯康测量技术（青岛）有限公司成为 07-08 克利伯环球帆船赛克利伯船队青岛站的赞助商。



克利伯青岛号启航

克利伯船队的 10 艘帆船抵达青岛后，停泊在具有先进水平的奥帆赛中心。青岛奥帆赛中心是世界上最先进的奥帆赛场馆。在船队访青期间，计划安排的活动包括在这个帆船之都举办帆船比赛，以及与当地有关人士举办友好活动。这里是 2008 年北京奥运会奥帆赛的举办地。海克斯康测量技术集团希望能向克利伯船员和官员展示青岛的底蕴、丰富的历史和人文景观，青岛正在发生着的日新月异的变化。

海克斯康测量技术集团大中华区总裁李洪全先生说“我们坚信，在 2008 年之后青岛的帆船文化将会继续繁荣。能够参与到这项活动中，我们感到很光荣。” □

树脂混凝土机床床身的应用

Application of resin concrete casting in machine building

蓝浦树脂应用技术（太仓）有限公司 季威罕

长期以来，我国的机床产业一直是以低端产品为主，依靠低价格、大批量维持整个产业的发展，这种发展方式消耗了大量资源的同时，无论是对内还是对外都引起了大量的贸易摩擦。随着我国贸易格局的调整以及技术体系的进步，我国的机床行业也越来越向着高精度、高速度和高复合的方向发展。在西方发达国家，很多厂家已经用树脂混凝土作为机床的床身，在获得高精度、高速度和高复合方面取得相当大的成效，然而，我国对树脂混凝土的应用还很稀少。

树脂混凝土在国内俗称人造花岗岩、人造大理石等，其实这些说法都不是很确切，这些说法仅仅把树脂混凝土的填料看成是花岗岩或者大理石，而事实上树脂混凝土的填料远远不止花岗岩或大理石，还包含了很多其他的矿石，因此，一般称这种材料为树脂混凝土或者矿物铸件。

相对与传统的铸铁来说，树脂混凝土有很多无法比拟的优点。

复杂外形的成型能力

树脂混凝土是在常温下浇铸成型的，凝固以后的温度和浇铸时候的温度几乎没有什么差别，这也

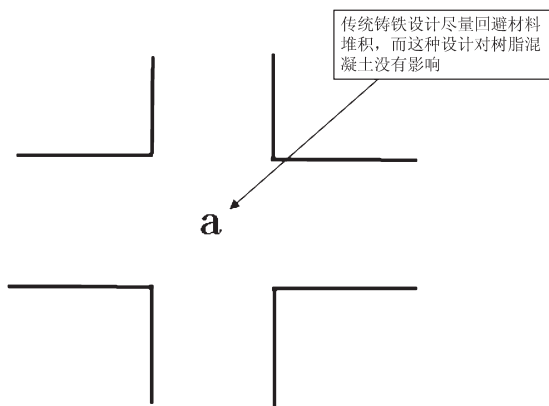


图 1

就决定了树脂混凝土在凝固成型的时候不会产生内应力，为铸件的设计带来很大的方便。特别是在横截面的设计上，可以不考虑内应力的影响，壁厚和横截面形状可以不受任何限制。例如，以传统的设计理念，铸件中要尽量避免材料的堆积，如图1中a处，在传统的设计中是尽量回避的，而对于树脂混凝土来说，因为没有内应力的存在，这种设计对产品的性能不会产生任何不利的影响，在设计中，为了增加抗弯刚度和抗扭刚度而增加截面面积的设想就能得到实现。

树脂混凝土还可以实现传统铸件无法实现的结构，特别是针对一些复杂结构，可以预先浇铸多个铸件，再以特殊的胶水粘结成型。这种结构在力学性能和精度上都能达到机床设计要求。

图2中的部件1和2就是分别浇铸后再粘结。

至于粘结部分的强度是能够得到保证的，我们做了试棒粘结以后的拉伸测试，结果显示，粘结部分的强度远远大于材料的本身的强度，在其他部位被拉断的情况下，粘结的部分也不会被拉裂。此外，矿物铸件一旦粘结成型，也不会发生位移变形等问题。这些性能都已经在多年的实践中得到了验证。



图 2

整合性能

传统的铸铁件是在高温浇铸以后，经过特定的

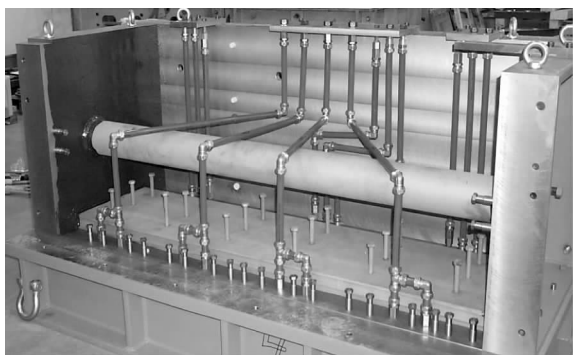


图 3

热处理和机械加工，再在铸件上安装上其他零部件，而树脂混凝土是在常温下浇铸，这就便于把一些配件直接铸入铸件中。

通常把一些金属螺纹接插件直接铸入树脂混凝土中，待树脂混凝土凝固以后再与导轨等附件装配。在浇铸的过程中，金属螺纹接插件直接装配在模具上，不会因为浇铸而影响位置精度。浇铸完成以后，金属螺纹接插件就和树脂混凝土完全融合在一起，不会出现松动、旋转、拉脱等现象。

此外，还可以把诸如PVC管、电缆、液压管、触发器等附件直接铸入树脂混凝土中。

树脂混凝土的这种性能就为客户节省了大量的装配、运输时间，缩短了客户的供应链，从而直接或间接地节省了成本。

高精度

树脂混凝土的线性收缩率为0.005%~0.01%，并且是在常温下浇铸，所以浇铸时和凝固后几乎没有温差，导致了树脂混凝土在浇铸成型以后的收缩极小。

使用高精度的模具也是保证高精度的另一个重要原因，在高温下传统浇铸的铸铁件一般使用的是砂模，砂模的精度本身就比较低，铸造出的产品精度也就比较低。而做为树脂混凝土所用的模具是高精度的钢模，铸造出的产品精度也相应比较高。

树脂混凝土脱模后精度可达到0.1mm/m~0.3mm/m,相对于传统的铸铁精度1mm/m~3mm/m要高很多。因此，在很多情况下树脂混凝土构件是一次成型不需要另外的机加工。

而对于更高的精度要求，一般采用三种方式进行处理。

(1) 在树脂混凝土中铸入导轨等金属件，通过

铣削金属件的表面来达到相应的精度，再与其他附件安装。

(2) 通过直接磨削树脂混凝土的表面来提高表面精度，再在表面进行附件安装。

(3) 在树脂混凝土的表面再次浇铸一层树脂，用特制的模具对浇铸的树脂层的精度进行控制，通常情况下通过这种方法所得到的表面的平面度可达到0.005mm~0.01mm。如今这种工艺越来越得到广泛的应用，已经逐渐替代原来以机加工得到高精度的方式。

吸振性

当今机床越来越趋向于高转速、高速定位，而这些因素的出现必然对机床产生高频高幅振动，从而影响机床的精度。传统的铸铁性能已经发挥到了极致，已经越来越不能满足机床发展的要求，这就需要有更能适合机床行业发展的材料来满足要求。

树脂混凝土是一种由多种矿石作为填料，用热固性树脂作粘结剂通过聚合反应形成的一种粘弹性复合物。其性能介于弹性材料和粘性材料之间。加载应力在一定的强度以内时，矿物铸件象弹性材料一样，其应力和应变呈线性关系。当矿物铸件受外力激励产生动态应力和应变的时候，一部分能量能够象势能一样贮存起来，另一部分能量由于材料内部分子间在运动中互相摩擦而被消耗掉。这种能量的转变和消耗表现为矿物铸件的高阻尼性能，也即良好的吸振性能。

树脂混凝土的对数衰减率为0.022~0.035，而传统灰铁的对数衰减率为0.004~0.009，由此可见。树脂混凝土的吸振性能要远远高于铸铁。

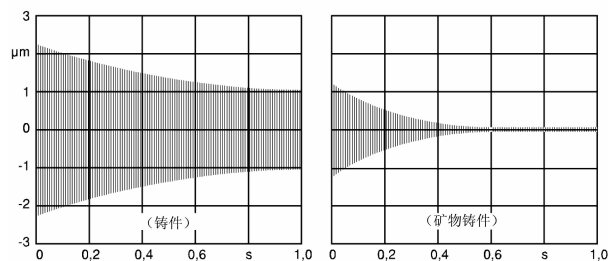


图 4

作为树脂混凝土，在吸收振动方面可以迅速降低原来的固有频率和振幅，快速使振动得到衰减，加工质量，刀具的使用寿命会因此得到大幅度的提

卓有成效的生产是一项系统工程

Highly effective production is a system engineering

竞争领域的不断发展和变化，促使生产企业仅关注如质量、成本、供货时间等单项指标已经远远不够了。企业必须使其生产能随时以用户要求的质量和相应的成本为用户提供个性化产品，同时，更短的产品生命周期和有时瞬息万变的市场需求又要求生产系统在保持高度柔性的同时缩短生产周期。只有这样，企业才能立于不败之地。

上世纪80年代末，美国马萨诸塞技术研究所汽车工业中提出精益生产（Lean Production），作为汽车工业的第二次革命，被认为是能满足这种竞争

要求的可行方案。精益生产的来源是日本的丰田生产系统。丰田生产系统是二战后就开始发展的。由于当时资源有限，市场需求不多，但又很个性化的情况下，丰田公司坚持有效益的生产，避免浪费，并把员工和供应商集成在整个生产过程中，证明这是非常有效的，丰田公司很快成为一个世界知名的汽车制造商。可是纵观欧美，长期占主导地位的还是传统的生产线。高度细致的工作分工虽能使大批量生产的效率很高，但总的灵活性很低，并且每个员工所负的责任又很小，结果，产品的质量成本很高，完全不能适应

高。

热稳定性

据专家估计，机床中大约有80%的变形是因为热影响而引起的。对于机床来说最直接的热影响来自于内部热源、外部热源，同时在操作过程中的热影响也不可忽视，例如机床的预热，换工件等生产中断行为。针对种种热影响，选择合适的材料是非常重要的环节。

树脂混凝土的比热比较高，而热传导系数比较低，正因为这种良好的热惯性效应，致使外部短时

间的温度变化对树脂混凝土没有什么影响，从以下的温度曲线中就可以看出，象更换工件等短时间的温度变化对树脂混凝土床身的影响是微乎其微。

对于要求能快速升温或者禁止床身升温的要求，可以通过在树脂混凝土中直接浇铸温控回路来进行温度控制，保证床身的温度控制在理想的状态。

此外，诸如树脂混凝土的抗腐蚀性、易加工性等就不一一介绍了，在将来的实际使用中会逐渐体现出来。

最后，要指出一个长期以来的误区，很多人认为用树脂混凝土制作床身性能是很好，但是价格一定是极其昂贵，实际上用树脂混凝土做床身的造价并不比传统的铸铁贵，而且因为树脂混凝土的整合性、高精度等优点，机床制造商的直接和间接成本都会得到相应的节省，用树脂混凝土做床身的机床总体价格要比用铸铁做床身的机床价格便宜。

此外，随着国际上铁矿石的价格不断飚升，铸铁的价格在未来几年中必将一路上扬，作为新型材料树脂混凝土必将在中国大有所为。□

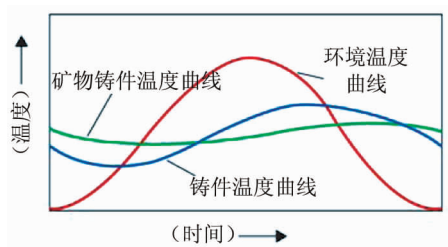


图5

产品需求日益个性化的要求。

上世纪80年代中期，出现了大量革新，如工作的扩展和集中，员工参与；生产过程的机械化和自动化造成的许多难以掌握的复杂性。此外，信息技术的发展又显现出只要整体协调各种不同方法和原则，就能利用企业资源的全部潜力。在这种背景下，上世纪90年代末，制造商才首先开始在汽车工业中开发和应用具有新管理标准的完整的生产系统。生产管理的发展过程如图1所示。

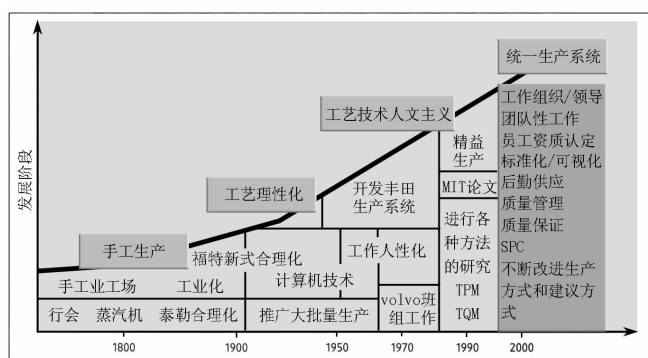


图1 生产管理中的发展里程碑

把不创造价值的活动和浪费减至最少

一个企业要把不创造价值的活动和浪费减至最少，就要把企业的生产流程用文件来说明并标准化。作为工厂的工作指标，要整体地考察生产系统中的所有步骤，并进行相互协调和优化，这样就可能发掘新的潜力，把不创造价值的活动和浪费减至最少。为了在实际上能准确说明创造价值和浪费之间的区别，常常要追溯到价值流的设计方法。按照这个方法，记录零件从投入加工到成品加工完成的全过程，然后进行优化，特别是通过简明描述包括所有员工的总的生产过程链，以实现工艺过程的不断改进。通过大量可视化措施，在电子显示板上显示所有机床的运行状态。其好处是通过在总的流程里的信息和反馈把每个员工联系在一起。此外，在工作现场的工作描述和特征有助于避免故障和新员工的工作培训，也减轻工长的负担。

生产过剩是最大的浪费

早在1992年至1994年期间，德国机械制造业遇到了危机，其间使企业认识到，只有在各方面都不

断改进和提高效率才能保证长期成效。德国通快（Trumpf）是机床制造行业中应用生产系统的先行者，并取得了效果。他们为了成倍地提高生产率和100%的质量合格，在“同步工作”的口号下开始在生产中应用新的原理和方法避免浪费，构建了新的生产系统。通快公司深刻体会到生产过剩是最大的浪费。因此，生产系统的核心思想就是“在正确的时刻进行准确的生产”。

大家知道，对于有节拍要求的连续生产中的机床来说，要重新设置只有大批量生产中才有的装配场地，以实现单件流生产是一种难度很大的挑战。可是，现在通快公司从小到大的所有机床都是按用户的节奏装配的，并且在一条连续装配线上同时有不同种类、不同型号和不同规格的 Trumat-Bend V 系列的产品按同一节奏装配。

在所有工位上，部件和组件都按需要适时准备好了。这样，员工就能集中精力去干创造价值的劳动，用这种方式使生产周期缩短60%以上。而且材料库存量也能明显减少，从而取消了全部的材料堆放库房。生产中由于库房小了，可准确确定备件数量。由于坚持应用这种生产系统，不用再做昂贵的材料需求计划了，可以根据后续的装配过程来决定零部件的制造时间。

近年来的最大挑战在于生产流程的进一步柔性化。Trumpf生产系统的目标是大幅缩短用户预定货的响应时间，将来从接订单到成品机床交货最多只用4周时间。不过，仅考察生产流程是不够的，生产的组织结构、整个合同的执行过程以及营销等都要进行优化。所以要强调生产和开发之间的合作，同时，各办公室之类非生产领域也应包括在优化改善过程中。

统一生产系统很重要

对于跨国企业集团来说，建立统一的生产系统很有必要。在这方面，德国的汽车供应商Behr公司就尝到了生产系统统一的甜头。Behr是一个在全球有30个开发和生产基地的联合企业。以前，不同生产地之间很难进行比较。数据是按不同方法提取的，而且与生产有关的Know-how说明也不同，因此，只适于当地使用。Behr公司的统一的生产系统中，概括了联合企业的8个核心要素（如图2所示），每个要素都有确定的内容，把方法、规则和辅助手段等都标准化了。因此，各个工厂都能有目的地变换使用其它工厂的经验

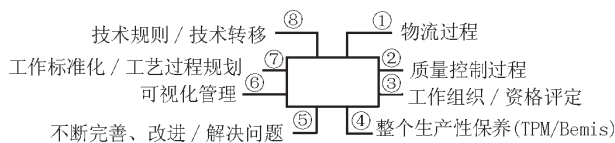


图2 Behr公司的生产系统的8个核心要素

和知识，工作人员手头就有适时转换的所有信息。这样，不断改进的生产运行过程不受各工厂限制，使各个工厂能相互比较，并置于相同的竞争状态。为此，各厂每年都作决算，并与预先指标进行比较和评价。在此基础上，就能与员工一起采取进一步措施挖掘生产潜力。

在专门生产电机冷却和空调的生产系统中，整个生产性保养（TPM）是重要方面，机床操作工最好自己了解机床状态，以便承担简单的控制和维修任务。同时，要结合整个生产过程中员工所负的责任进行检验。

汽车生产商Behr公司在质量控制过程中，同样相信员工的能力，在装配传送带上就把质量搞定了，这与迄今为止只有在大批量生产的OEM最终装配中所遇到的情况很相似。当发生质量问题时，操作员按分级处理原则发出一个信号使生产线停止。紧接着就是研究故障发生的地点和原因，有时为了从根本上解决问题，还得请教其他专家，直到搞清楚故障发生的原因为止。按此方法，保证出故障少，企业能不断发展。

机床制造商EMAG公司已经证明，生产的标准化与产品型号的多样化并不矛盾。仅就该公司的VSC结构系列的车床就有52种不同型号，而零件加工的平均批量小于3件。对于这种机床的制造过程来说，他们把生产系统中的生产流程和装配流程分为从事加工生产的部分和与市场有关的部分。也就是说，把生产过程链分为与顾客无关的制造过程和适合用户要求的加工过程。这样，就把核心的生产过程合并起来并作了相应的标准化。

生产系统要兼顾质量和效率

所有的生产系统都要求生产效率高、产品质量好，这是不言而喻的。如何做到这一点呢？还是通过例子说明。Wema公司是一个机床生产企业，其产品系列有车床，车磨复合机床，内、外圆磨床，曲

轴磨床，激光焊接机等，他们通过改进整个生产系统，实现了既高质量又高效率。让工件像在运行的传送带上那样准时的交给合作伙伴。超过70%的深加工有助于掌握总的过程链，并有利于不断缩短生产时间和交货期。在当时的世界市场营销中，机床生产实现了用户定制，也就是说生产任务（包括所有的自动化部件）适合用户的要求，并把用户的愿望和特定的要求很好的通知在场的员工。这就把高效率的系列生产的优点与用户的个别要求很好的结合起来了。

突出生产节奏和信守交货期

在市场多变的情况下，信守交货期成为企业开拓市场、巩固和扩大客户的重要因素。Kinkele公司是一个在信守交货期方面做得卓有成效的委托加工生产企业，为机床、仪器和钢铁制造业加工各种不同的系列构件。他们早已把例外看作是规律，很乐意生产的柔性。Kinkele公司的每一个客户的订单尽可能在2~12周内交货，当然，这只有高效率才能达到。高效率，首先是缩减夹紧辅助时间。就装备来说，过去几年恰恰在单件制造方面做得很少，为了使生产中的停机时间减至最少，首先关注与加工时间并行的夹紧上。此外，还有与供应商的紧密合作以及员工长期积累的经验也是公司成功的重要原因，企业对新员工进行培训教育也是非常必要的。还要根据已有的工艺过程进行优化布置，使大量的通道和工作面能形成高效的生产作业线。只有通过严格的流程组织管理，才能每天刷新成本领先的目标。生产的改进是没有穷尽的，将来还会有各方面更进一步的改进，还会设定新的理想目标，因为停止就意味着倒退。要进一步挖掘生产潜力，还要与企业的其它功能进行整体协调。从创造价值来源的生产出发，还必须把系统性设想通知给其他部门。

最后，完成合同所必须的时间有一个限度。这个限度决定企业在一段动态时间里有很多的灵活性和为用户产生多少剩余价值。根据这个观点，在整个生产时间里，不创造价值的活动时间仍有改进的余地。

的确如此，作为一个工厂生产行为的指南，生产系统还要继续发展。根据经验，平时就要不断改进生产系统的基本组成，注意收集所用的方法和原理。生产系统的标准化是以后不断改进的保证，也是企业保持竞争力的最好实践。

沈捷 编译

精益生产与管理(六): 如何提升价值与消除浪费

Lean production and management (Part six): How to improve value and eliminate waste

罗振壁 罗杰 杜维 莫如虎 于学军 朱立强

1 如何开始实施精益生产：价值流及其管理

1.1 正确选择实施精益生产的项目

(1) 精益生产的项目选择

为了正确选择实施精益生产的项目，应该进行以下的分析研究与相关工作：

- 进行企业目标与战略分析，确定LP项目的目标与战略。
- 利用约束理论TOC分析企业及其生产系统的主要瓶颈，选择可以应用和可以发挥示范作用的问题为LP项目。
- 选择实施LP有成功把握而又有示范作用的项目，通常优先选取过程浪费是主要矛盾的项目。
- 权衡得失，完成项目可行性的研究。
- 制定与确认项目规划、组织、计划和实施程序。

(2) 实施成功的判据

从选择精益项目和准备之时，就应该研究和确立成功实施精益项目的判据标准，以确保项目实施过程沿着正确的方向前进，并使项目实施实现以下目标判据的要求：

- 实现商务业绩的变化：成本的压缩、交货期与质量的保证、企业收益的增加和组织管理变化，以及相应的指标。
- 基础管理与标准化工作达标。
- 建立了消除浪费与不断改进的激励机制与管理条例。

- 考核涉及项目的所有员工是否已经参与了。
- 实现相关知识、信息与经验的授权共享。
- 定期评估项目小组与运作经理的水平。
- 考查领导层支持与导航的状况。
- 考核生产线是否达到计划目标、均衡、稳定的要求。

(3) 对我国工业界推行精益生产的建议

根据国内外专家的研究和我国学习与推行精益生产曲折经历及经验的总结，提出以下我国中资企业实施精益生产的建议：

① 在廉价劳动力市场中发展的企业必须充分认识其基本特征。这些基本特征包括以下四个：

- 应该清晰地认识到全球化是使中国制造快速崛起成为世界工厂的机遇，但它也会因为缺乏自主创新和集成式装配生产带来风险和问题。
- 虽然采用大量生产方式简单而快速地获得成功，但是在实施产品结构与经济增长方式战略性转变时，难以实现制造模式与产品的转型。
- 不要把鸡蛋都放在经济逐渐衰退或政局不稳的海外国家或地区。

- 应该考虑工资逐步提升后如何降低成本和开拓国内外的市场。

② 发展制造企业的最佳手段。国内外知名专家提出发展制造企业的最佳手段是能够在全球市场震荡和风险中可以保护自己。稳定地提高员工的生活水平。

③ 没有一个国家可以在长期低工资基础上保持全球竞争中的长期绝对优势，应尽早升级产品，实现产业结构与经济增长方式的转变和提升企业的精

益能力

④ 通过精益思考和实施精益生产与管理可以长期维持竞争的优势

1.2 为成功实施精益生产作好准备

为成功实施精益生产必须作好准备工作。它们包括：

(1) 顶层领导下决心

因为在公司实施精益生产是整个企业的组织行为，因此首先必须有领导层的分析研究和最终的决策，由领导层下决心，以保证整个实施过程的领导、组织管理、资源支持、及时发现问题和解决问题，否则是不可能成功实施精益生产的。为此，领导层与决策者应该做好以下6项工作：

- 在竞争情报的支持下，企业必须正确地进行市场定位、制定合适的目标与战略和完成可行性的研究，并最终完成精益项目的决策。

- 定期而认真地培训、考核、选拔与授权项目经理和小组成员。

- 对实施的精益生产项目进行具体而有效地指导，提供和保证项目所需资源的支持。

- 引进知识、技术或人才。

- 确立与保证激励机制与回报管理规定的兑现。

- 监控实施过程，进行阶段/项目评审和管理，确立“不断改善所犯错误，从错误中吸取经验与教训”的连续改进理念与措施。

(2) 革新组织管理

与其它任何企业的创新和革新项目一样，在领导层决策后实施的首要关键是组织管理先行，为此，公司应该完成以下9项精益组织的管理工作，它们是：

- 按照约束理论的要求，以TSS为公司的总目的，以TCS为每个人所有工作质量与业绩判定的业务目标和市场成功的判据。

- 确立创新与精益目标/战略，建立有远见、既尊重员工又严格执行纪律、重视知识与人才、勇于创新与能力强的精干领导班子。

- 建立和利用有效的激励机制和管理制度，充分调动员工的积极性、参与主动性、认真负责精神和创造性。

- 改变、建立与不断维护企业的精益文化氛围和凝聚力。

- 尊重员工。强化培训、使操作者安全工作、

了解顾客、积极参与、创造成功，建立合身的操作系统、连续消除不能附加顾客价值的作业与活动，只保留创造价值的作业与活动、不浪费员工的时间和劳动力。

- 科学地进行管理。科学地利用5W发现问题与根源、改正错误/提出解决方案、试验检测改进结果、应用PDCA连续改进。请注意，这儿不是提倡“科学管理”，因为它已经成为20世纪泰勒式管理的专门化术语，不能作以此为目标了。

- 建立与利用小组工作组织，将管理者变成与员工平等的指导者、教练和支持者。

- 及时了解实施LP带来的战略优势、困难和问题。

- 利用信息技术与精益的结合，进行创新和连续改进。

(3) 狠抓基础管理：5S、5S或3S

国内外大量成功企业管理的实践证明，基础管理永远是管理企业的基础，必须随时发现不足，增强基础管理。基础管理对我国企业之所以重要，是因为它是培养全体员工自觉遵守现代企业制度与纪律、充分发挥积极性与主动性及创造性、形成有竞争力组织行为的基础和出发点，它也是企业实施其它一切组织管理和业务工作创新与改进的基础和出发点。没有先进、坚实而强有力的基础管理，企业的一切管理和要求完成的一切业务工作不是半途而废就是“变形走样”徒劳无功的。例如，我国知名的海尔集团的基础质量管理中明确规定“不许随地xxxx！”，其根本的目的是将从农村转移进厂的个体农民工培养和建成一支适应现代企业工作和管理的员工队伍。5S管理是日本企业基础管理的结晶，被各国企业学习和运用。6S是我国陕西省宝成公司创造，并在全国推广的基础管理。它是将我国突出的生产安全问题与日本式的5S结合的基础管理，现在已经得到我国工业界与学术界的推崇和推广运用。但是，6S是英文安全与日文5S的综合，它实质上是“1+5”S。3S是对6S的规范化和简捷化的结果，它统一规范地采用英文的缩写，它既将安全与日本式的5S结合运用，而且也将现代制造中极为重要的理念安全与“可持续制造/绿色制造”引入形成完整而规范的基础管理。这3项基础管理的内涵是：

- 5S管理是丰田公司从安全角度实施的有效基础管理，是整理/整顿/清扫/清洁/素养5个日文字头的统称，是有效整顿管理的基础方法。

– 6S管理是我国宝鸡国营企业学习丰田5S管理创新的，它将5S中加入英文安全S字头形成全国推广的6S管理。

– 3S管理是从5S与6S管理提炼出增强企业基础管理的新概念，是安全（Safety）、清理（Sort-out）与可持续制造（Sustainable Manufacturing）集成的基础管理方法。

（4）实现标准化工作与生产均衡化

工作方法和工作流程/过程规范化与标准化是工业化的基础，已经有百年的历史。我国解放后从第一个五年计划开始也大规模地利用了它们。但是，由于众所周知的原因，在文革时期被破坏而残缺不全。同时，由于现代企业管理技术的进步，流程设计与再造PD&R技术已经替代业务流程再造BPR。因此，我国许多中资企业还必须“补工作方法与工作流程规范化与标准化”的课，否则不可能成功实施精益生产。然而，从本土化的角度看工作方法（包括工作研究与时间研究）的规范化与标准化应该像霍尼威尔增压技术上海公司那样实行“在工业工程师指导下，由有经验的工人师父具体完成和不断提升与改进”，而不要简单地只利用现代工业工程的工作测量技术计算与制定，采取强制执行的方法。

标准化的工作是，利用方法工程/研究和工作测量/时间研究使作业的工作方法和定额工时既符合人因学要求又规范化了的标准化。实施精益生产与管理前，应该下决心学习基础工业工程学的知识，并事先完成所有工作的标准化，以保证精益生产与管理的成功实施。

“均衡化”指的是均衡的多品种产品混流生产，要求达到所生产产品的品种、数量、工时与机器和个人负荷全面地稳定与均衡，避免大波动。它是丰田生产方式/精益生产继承和发展福特式的大量生产而创造的保证在中小批量生产条件下实现生产线流动的稳定性与一致性的基础。其核心是消除浪费和实现流动。

（5）建设不断改进的企业文化

学习和利用不断改进的理念与方法是中资企业文化建设中又一个重大的问题，它也是消除各种浮躁与缺乏韧性的关键。因为，精益生产是一个不断消除浪费和节约时间实现精益的过程，有人将这一过程比喻为企业改进的“长征”，不可能一蹴而就，必须长期努力才能达到完美无缺的精益境地的。所以，应该从下列几方面考虑现代企业文化的建设：

– 彻底改变“为老板工作”和“管理者说，工作者做”的局面，树立“为企业的受益者工作”和“工管合作”、尊重员工、宽容创新与改进的企业新风尚。

– 尊重员工，实施以人为中心的管理，培养多面手和建立小组合作协同的自治组织与管理，同时执行严格而明确的逐级工作回报制度和纪律。

– 利用激励机制、科学技术与知识和合作互助建造有凝聚力、团结、不断改进和创新的文化氛围。

– 制定与兑现支持不断改进和鼓励创新的奖励办法。

– 加强知识与技术培训、创造改进活动，扩大员工创新的空间。

– 树立学习的标杆，表彰与奖励先进集体与个人。

（6）实现精益企业的层次结构和变换

① 实现精益企业的3层结构，它们包括：

– 基础层：精益的企业文化；

– 中间层：准备好精益的条件；

– 顶层：解决好我们做什么的问题。

② 成为精益企业的3种变换，它们是：

– 首先改变企业的文化氛围；

– 其次变换精益生产系统；

– 最后确定何处开始，实施优先权，是否并行实施的。

（7）企业各层领导人对实现精益生产与管理的作用与影响

企业各级领导与管理人员对实现精益生产与管理的作用是有区别的，应该明确做出规定和认真履行各自的职责。这些作用与影响如下：

领导层级	作用	影响
高层经理	提出远景/奖励	喜欢好的结果
中层经理	领导运作变换	留下不确定作用
基层经理	贯彻实施	喜欢创新

（8）丰田生产方式的“精益屋”模型

利用“精益屋”模型可以帮助企业相关人员正确理解和掌握丰田生产方式/精益生产的本质，以保证在实施时经理与所有员工有明确的导航图。此处，精选了长期从事精益生产实施与研究的美国精益企业研究所的高级顾问John Shook2005年11月公开提出的模型，如图7所示。

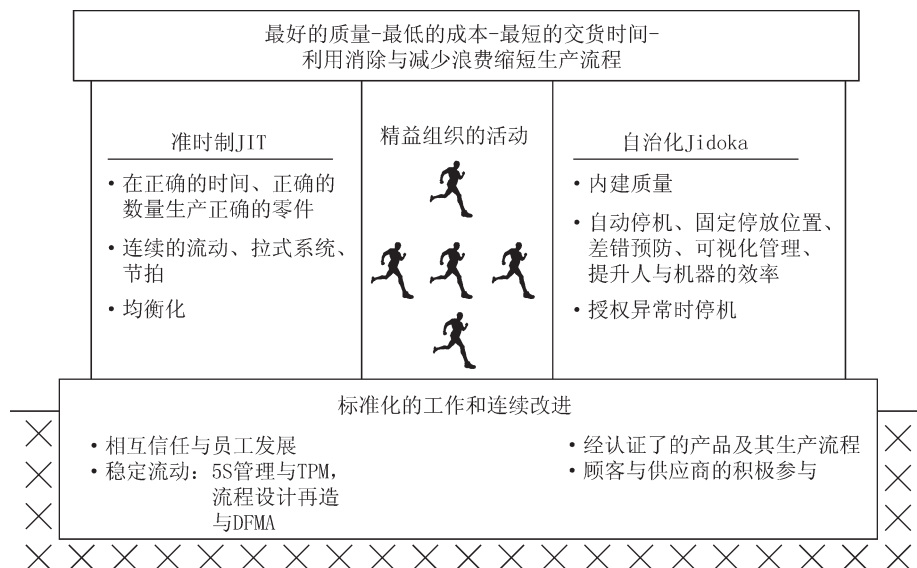


图7 TPS的精益屋 (Shook, 2005)

(9) 掌握TPS的本质，为成功应用作好创新的准备

为此，应该明确丰田生产方式TPS与福特大量生产MP的区别和各自的特点。

丰田的TPS	福特的MP
连续的生产线	连续的生产线
标准化工作	标准化工作
生产的产品与过程稳定可变	生产的产品与过程稳定不变
顾客为中心/订单驱动	工厂为中心/生产计划驱动
多品种少批量混流连续生产	单品种大量流水生产
准时生产，无过量生产	节拍生产，过量/提前生产
有柔性的可变制造系统	刚性专用制造系统
基于订单的拉式运作	基于计划的推式运作
以零浪费零缺陷为目标	以成本与生产率为目标
多培训，培养多面手	少培训，低技术简单劳动
全员采用与TPM	专业调整与维护
集权与分权结合管理	集权制管理
终生雇佣小组合作与自治	监管制强制劳动
少库存超市/与供应商合作	多库存/支配供应商
Jidoka授权小组停机权	CEO决策停机
达到好质量/低成本/短交货期	低成本/大量供应

2 保证精益生产项目成功实施的基本技术

为保证精益生产项目活动成功，必须学习、掌握和应用使过程稳定、工作规范化与标准化、价值与价值流分析、流程设计与再造四项基本精益技术。

2.1 生产过程的稳定性

要实现精益生产的第一个必要条件是使生产过程流动起来，并保持稳定。在对原有工序流程和作业活动进行消除浪费后，必然存在一个如何使新的流程与作业形成许多连续流动的问题。因此，必须利用可重构技术改变生产线或者生产单元的布局 and 精益管理，使其成为连续流动的“流”。同时，在这一新的精益生产过程中不应该是充满不确定性的变数，而应该是一个稳定的过程。使生产过程稳定的方法有：

— 为了保证精益生产LP的生产过程是均衡的，首先应该控制过程，保证过程及其质量的稳定性。现代控制过程高质量与质量稳定性的主要测量与控制指标是：过程能力指数 C_p 、实际过程能力指数 C_{pk} 和可靠性指数 C_{mk} 。例如，在 6σ 法中它们的控制指标分别是： $C_p \geq 2.0$ ， $C_{pk} \geq 1.5$ ， $C_{mk} \geq 2.0$ ；在 3σ 法中它们分别是： $C_p \geq 1.0$ ， $C_{pk} \geq 1.0$ ， $C_{mk} \geq 2.0$ 。因此，必须将生产过程的统计过程控制SPC技术运用于生产线的过程控制中，并利用它进行生产过程稳定性的控制与改善。这种基于SPC的技术经常被成为“变异分析”技术。

— 过程稳定性问题的发现和稳定性的控制主要依靠设计阶段的故障模式与分析FMEA、可制造性的设计DFMA、全面生产维护TPM与精益维护及SPC控制中的 C_{pk} 与 C_{mk} 两个指标，而不再是 C_{pk} 和传统的可靠性试验技术。企业长期的实践证明，利用FMEA与DFMA可以消除大约75%的缺陷与故障，利用TPM

与SPC技术的现场运用可以消除其余25%的故障和缺陷。为此：

- 按照 6σ 质量的要求控制质量，如保证 $C_p=2.0$ 和 $C_{pk}\geq 1.5$ 。

- 过程稳定性要求所制定的精益运作计划中明确地规定定时与定量地搬运物件、供应点和取走货物。

- 达到精益要求稳定性核心是，首先实现作业/工序的稳定。因此，必须利用工业工程学的工作测量与标准化技术，实现工作方法和工作时间定额标准化。

- 为保证过程稳定性，在进行精益生产项目的准备时要求将传统的长生产线分割改造成以短小的自治细胞/单元制造为基的单元生产。

- 大多数现代单元生产的生产单元被设计成U型布局的生产单元，且其装备是可移动和可重构的，以保证可以发挥小组组织的作用。

- U型生产单元的主要特征是：可实现小组自治合作的管理、其操作工是多面手、进行多机看管和员工间可相互顶替的基本生产线组元。

- 生产单元可以缩短导入时间、生产周期和交货期，削减在制品WIP和降低成本，使生产过程实现流动和“精益化”。

2.2 工作的标准化

工作标准化既是建立大量流水生产线的基础和工业化运作的具体化内容之一，也是建立和运行精益生产系统的基础与内容。为了使工作标准化，应该了解和运用其相关的知识与技术并进行以下活动：

- 标准化工作的涵义首先指工业工程学中的工作测量与标准作业，其涵义是在规定的生产节拍时间内进行工作方法和工作时间标准化了的作业操作。

- 在我国，一种可行的标准化作业的方法是，在工业工程师的培训和指导下由有经验的生产线主管、班组长或者老师父进行。经过工作研究与时间研究所确定的企业标准化了的工作方法和标准定额时间。同时，利用连续改进使之不断提升。在精益生产中其组成要素还包括：对各个生产工序与作业的节拍、作业顺序与在制品WIP的标准化。

- 生产的节拍不等于每个作业/工序的作业时间节奏，它是每天必须生产件数的倒数。每条生产线或者生产单元只有一个统一规定的节拍。因此，必须保证每个工序作业的节拍小于或等于生产线规划

(规定)的节拍，而不能大于规定的节拍。

- 标准时间是在企业规定的操作条件下，采用标准化工作方法，以普通熟练工人正常作业存在速度、持续工作而不超过工效学疲劳限制和考虑自然需求放宽了的定额时间。

- 标准在制品WIP是指保证连续流动，必须存放在指定位置上等待加工或正在进行加工的制品的数量。

- 标准在制品WIP不同于库存品和运输或搬运中的装箱或搬运的制品数。

- 实现标准化工作的前提之一是，必须是可重复的产品生产和实现了生产线的全面生产维护TPM或者最新的精益维护。

- TPM是由全员培训与授权参与、小组自治维护、设备全寿命生产维护和相关部门配合的最大化设备综合效益的维护技术和方法。其特点：追求经济效益与利润、以最有效方式利用资源的全效益，设备维护与生产统一的全系统，全员参与和全员负责。其目标是：时间开动率大于90%、性能开动率大于95%、产品合格率大于99%，使设备的综合效率OEE大于85%。

2.3 价值流分析

(1) 基本概念与定义

价值流分析技术是精益生产进行浪费分析与认定的基础技术，是实施精益生产必须了解和运用的相关概念与定义。它们包括：

① 价值、价值分析、价值附加、价值链与价值流的定义

根据美国生产与库存控制学会APICS辞典第十版2002年的最近定义可知：

- 价值 (Value) 是一件货物、服务或项目的效用 (值) / 价值。

- 价值分析 (Value Analysis) 是，系统辨识与分析所要求功能 (F) 和获取该功能的最低总成本 (C) 的技术，可表达为：

价值 (V) = 要求的功能 (F) / 获取该功能的最低总成本 (C)

- 附加价值 (Value added) 指的是：增加从原材料到最终库存产品变换的顾客实际效用部分，它表达顾客看得见的制造业或工厂变换做出的产品价值的贡献；或者指的是在会计计算中按物料与作业分配的间接费用，它是从制造过程到最终库存化费

成本的一部分。它从每个作业或者从工厂到最终利用产品的总价值做出的贡献，且是顾客可以看得见的。附加价值又称为附加顾客价值。附加价值的目标是，消除或者忽略所有不价值附加的生产活动和所提供服务与货物的活动。

— 价值链 (Value Chain) 是，公司内部将价值附加到货物或服务，组织销售给顾客而回收收益的职能或功能。它们应该是一个有序连续过程。

— 价值链分析 (Value Chain Analysis) 是指，对一个公司进行从起始点到连续提供最终货物给顾客的所有生产、订购产品和服务环节的测试与分析。

— 附加价值的网络 (VAN, value-added network) 指的是，一种经常被电子数据支持的、由公共载体提供的服务网络。

— 价值流 (Value Stream) 是创造、采购与生产货物或服务上市的过程。价值流是由供应商、支持技术、服务生产和配送渠道组成的。价值流可以由单一或多个商务网络控制它。货物的价值流由原材料供应、货物制造、装配和配送组成的网络构成。

— 在精益生产中，价值流是一个产品通过全部制造与商务过程活动的集合，它包括增加和不增加价值的活动。后一种活动是精益生产系统要求去除的非价值附加活动。

— 以价值为基的管理 (Value-based Management) 指的是，为创造共享的财富而使顾客满意的管理理念。

② 价值流分析图

所谓价值流分析图是描述生产流程系列参数，如非增值作业、生产周期、移动距离与库存量等的定性工具。它利用规范化的符号表达，可提供对整个生产流程的描述，通过分析研究可从中发现价值流中的浪费环节和浪费源，以支持精益的系统分析与改进决策。

利用“价值流图分析”的步骤包括以下四步：

第一步 选择产品系列；

第二步 价值流现状描述的现状图；

第三步 理想价值流状态描述的理想状态图；

第四步 工作计划与实施。

价值流的管理者是价值流经理，他负责整个价值流的分析、汇报、改进实施与现场测评。高层经理决策整个价值流的再造与改进，价值流经理决策工序与作业的改进。

③ 产品系列的选择

在开始进行价值流分析前必须选择确定满足顾客需求与期望的一个产品系列，它们是面向行业与公司的。

④ 现状图：利用图示符合表达工序与流动，其基本框图示例如：

装配工作
要求的产量：1.2-0.64万件/月
两班制
生产周期：3/6-2/8
批量：120-240件/批
开机时间：3/6
操作数：8
包装的尺寸：120×80×60cm ³

系统现状图示例：

□ → □ ↘

□ → □ → □ → □ → □ → □ → □

⑤ 如何实现精益的价值流？

为了使价值流是精益的，必须开展以下三步工作：

第一步 首先消除过量生产和其它6种浪费。它们包括：冗余库存、废次品、等待、换模与过程变换时间长、空运转机器、信息爆炸与不是必要时提供需要的关键信息、不全面维护设备所带来的一切浪费。

第二步 执行以下7条准则，保证实现精益：

— 按节拍时间进行流动的生产，

— 尽可能开发与实现连续流动的流程，

— 利用超市的拉式订货控制不能实现连续流的过程，

— 反映顾客订单的生产批量任务只下达到最后一个生产加工工序，

— 均衡分配多品种产品生产时间，

— 按“定拍”工序拉/推上下游工序，

— 按装箱规格开发每天、每班与每种产品的能力。

第三步 进行技术与生产线或生产单元的创新或者改进，突破时间长与/或缺陷多的工序及其作业。

(2) 绘制“理想状态图”与实现“理想状态”

① 理想状态图

• 理想状态是完整实现精益的价值流状态

• 理想状态图表达完全消除浪费实现精益的框图

图

- 理想状态应该考虑的8个关键方面：
 - 按顾客交货期与可行价值流确定节拍
 - 建立成品库存超市
 - 确定可连续加工的工序
 - 利用库存超市控制上游生产
 - 确定定拍工序
 - 安排“定拍”工序不同产品的均衡化生产
 - 按“定拍”工序考虑计划确定产品单位
 - 努力实现理想状态

② 实现理想状态

经验证明可以从以下四个方面实现理想状态：

- 制定实现理想状态综合文件：包括理想状态图、详细工序布局图、年度价值流计划。

- 分步实施：有计划的分步实施整个理想状态，其实施优先顺序是：只保留2天产品库存开发连续流确定定拍环，确定保留1天的冲压件，存储1.5天的原材料。

- 价值流计划应考虑：开发满足节拍的连续流，建立订单控制的拉动生产，引入均衡化，不断消除浪费减少批量。

- 不断巡视流程进行价值流评审和不断改进。

(3) 如何挤出超过顾客需求价值的额外价值
在精益生产中不附加价值概念的一个重要方面

是，消除（挤干）超过顾客需求价值的附加价值。为了消除它们必须利用价值流映射技术，制定florida的生产计划。这种映射技术包括：

- 确认顾客的需求及其价值要求，明确映射价值流的目标，确定映射的参数，如时间或者金钱。

- 利用精益技术中已经标准化了的图示符号描述现行的过程流程。

- 采取各种分析与技术措施消除不能附加价值或者附加了超过顾客需求价值的浪费价值，再造精益了的价值流，即所谓“未来的价值流流程图”。

案例：2006年12月，美国工业工程师杂志提供以下利用价值流分析技术制定的Florida计划的实施效果。该计划从时间、能够附加顾客要求的价值占总的价值的比率和改进前后的时间与这一比率的提升率作为价值流映射的测度指标。实施的结果是：使现行过程/流程的时间从360秒压缩为267秒，使顾客的价值流比率从32.7%提升为79.2%，使生产效率、价值流和价值流的改进分别提高了25.8%、90.5%和14.3%。

综上所述，只要是认真学习和应用了价值流分析技术、有准备的实施它们，就可以获得良好的效果，而且长期坚持必定会使企业的生产率、质量、成本和交货期得到明显地提升。□

● 业界动态 ●

济南二机床集团女高工江秀花荣获“济南科技最高奖”

2008年2月21日，济南市隆重召开科技进步表彰暨创新型城市建设大会，出资6550万元重奖在科技进步事业和创新型城市建设工作中作出突出贡献的单位和个人。济南二机床集团压力机公司机械设计一室主任、工程技术应用研究员江秀花凭借其主管设计的“LS4B-2500型2500美吨闭式四点多连杆压力机”项目一举摘得“科技最高奖”，该项目在年初的国家科学技术奖励大会上还荣获了国家科技进步二等奖。山东省常委、济南市委书记焉荣竹为其颁发了获奖证书和50万元奖金。江秀花也成为济南市自设立科学技术最高奖以来产生的首位女性得主。

此外，济南二机床的“PLS4-3200-4500-2500全自动快速柔性冲压生产线的开发研制”和

“XH2120x50动梁龙门镗铣加工中心”两个项目分别获得科学技术进步一等奖和三等奖。

今年45岁的江秀花自1985年大学毕业后，一直在二机床从事压力机设计工作。二十多年来，她先后主管了8种开拓型锻压产品的设计，其中主管设计的出口美国2000吨、5000吨大型多工位压力机，开创了具有自主知识产权的重型锻压设备出口的先河。她先后参与了60多种机械压力机产品的设计，主持了昌河汽车、哈飞汽车、长城汽车等26条大型冲压生产线开发设计与实施，其中十五种产品填补国内空白，达到世界先进水平，创造了巨大的经济效益和社会效益，为我国锻压技术的发展做出了重要贡献，是济南二机床集团众多科技人才的优秀代表。

海德汉公司为欧洲最大天文望远镜提供超高精度定位技术

经过七年的建设，北半球最大天文望远镜一位于 La Palma (Grantecan) 的加那列大型望远镜 (Gran Telescopio Canarias) 开始试运行。海德汉公司的ERA 780C型角度编码器为此天文望远镜提供定位，这为海德汉公司在众多天文望远镜的成功应用再添一例。天文望远镜围绕两个轴做旋转运动—升降（垂直运动）和方位（水平运动）。此外在数小时的观测期间还必须补偿地球自转运动。

方位轴的角度通过约15m直径轴测量，使用的钢带光栅尺长达48.48m。角度测量使用的钢带光栅尺栅距为40 μ m，线数达1,212,000线。由于测量信号质量高，每个栅距都可被细分4,096倍，使方位轴定位

的测量步距达10nm，角度分辨率达0.0003角秒。通过系统误差的校准和补偿使系统精度在13.2°范围内达到0.06角秒。钢带光栅尺安装在相应运动轴的沟槽中并配了多个读数头。

该天文望远镜系统价值10,500万欧元，现在开始进入持续一年的测试进程。双曲线天文望远镜包括36个六边形块，逐块增加直到增加至10.4米的总直径。同时，全部仪器还会得到相应的调整。准备工作完成后，该天文望远镜的聚焦精度将达到人眼的4百万倍，这会使得天文学家可以观测到更多天文信息。照片为天文望远镜防护罩和海德汉公司提供的ERA 780C型角度编码器的读数头和钢带光栅尺。

Monnier+Zahner公司产品系列

High quality machine tools of Monnier+Zahner

1964年，Eugen Monnier和Robert Zahner两人在瑞士靠近Biel-Bienne的Safnern开办了一家公司，1972年以前这家公司一直专门为钟表行业生产制造表壳。后来由于钟表行业的萧条，改行生产制造医疗和牙科行业用的机床。

在这个领域，Monnier+Zahner AG公司制造的生产骨科内固定螺钉和内固定钢板以及人造髋关节等矫形产品的机床在全球范围内达到了很高的标准。

公司其他重要的业务领域还有牙钻磨床生产以及为汽车零部件制造商提供加工蜗杆和齿轮的机床，还有满足特殊需求的专用机床。



2006年Monnier+Zahner公司兼并了Lambert-Wahli公司。目前Monnier+Zahner公司拥有包括学徒工在内的员工约70人。创新、灵活、持之以恒地保持和客户与员工的交流，激励了公司团队不断获取优异的成绩，保证了产品的高质量和优秀的售后服务。

医疗设备加工机床

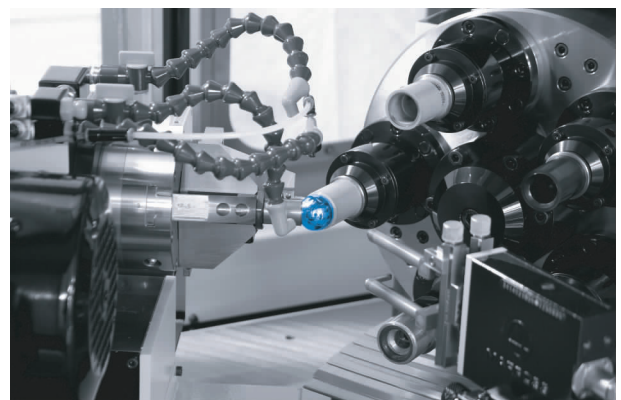
对Monnier+Zahner公司来说，矫形产品中最有吸引力的部分在骨科内固定螺钉。医疗行业的趋势一

直是朝设计更复杂的内固定螺钉方向发展，同时生产批量大幅减少。设计师们喜欢导程可变、坡口可变、半径可变的螺钉，同时在螺钉头和轴颈部份还要有螺纹。Monnier+Zahner公司的加工中心能够完全满足这些要求。

M544和M600加工中心具有自动上下料功能，能够装卡复杂零件。数控系统采用对话编程方式，增加了很多功能，具有更高的柔性。

Monnier+Zahner公司还生产髋关节珩磨和抛光系统。这是一个动态变化的市场。研究人员采用不同材料和合金进行大量的试验，以延长植入物的寿命。这也对加工中心提出了更高的要求。制造者们希望不管采用什么材料，被加工件的圆度都要小于 $5\mu\text{m}$ ，表面粗糙度小于 $0.05\mu\text{m}$ 。公司为此开发了一种控制系统，成功地实现了这些加工要求，而且满足严格的可追溯性和加工有效性要求。

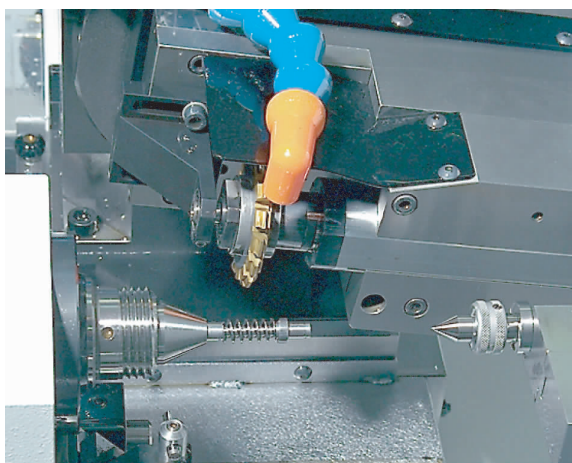
另外，公司最近还开发了一种磨削骨科销钉钻的机床M648。该机床配置15个数控轴，能在4个工作站上同步加工工件。每分钟就能加工完成一个骨科销钉钻，而传统的磨床加工一个骨科销钉钻需要4.5分钟。



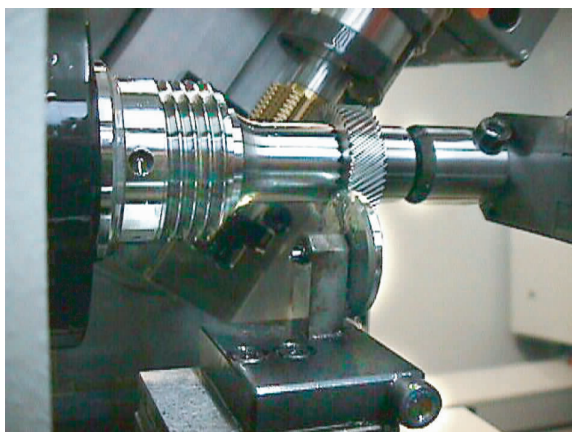
蜗轮和蜗杆加工机床

尽管Monnier+Zahner公司多年来一直在生产销售传统的蜗杆铣床，但过去的10年内，数控技术极大地推动了这个领域的发展。

迄今为止，Monnier+Zahner设计出了各种不同类型的滚齿机。其中，特别适合加工蜗轮副的机床有蜗杆铣M544和M651。Monnier+Zahner公司开发出了双主轴的M644 Duplex机床，以满足汽车工业大批量生产蜗杆的要求。Monnier+Zahner公司还掌握了旋风铣技术，M600旋风铣机床可满足蜗杆加工的这项要求。



到1996年底，Monnier+Zahner公司成功地将模数最高到1.0mm的蜗轮的滚齿加工和蜗杆铣削加工复合到一台机床上。这种复合加工机床Koepfer MZ120在EMO1997展览会上首次展出。



这种组合机床能够满足大多数小规模变速箱制造商对于机床更多柔性和更高的整体性能的要求，对于这些小制造商来说，单独购置滚齿机和蜗杆铣床曾经是很大的一个投资。在那个时候，市场上还

没有这样小模数的数控复合机床。

后来，高性能的Koepfer MZ130填补了这个产品空白，这也是一台最大可加工模数到1.5mm的滚齿和蜗杆铣组合机床。

Monnier +Zahner 公司从1998年开始与德国KOEPPER Verzahnungsmaschinen GmbH & Co. KG 公司合作。在并购Lambert-Wahli Ltd.公司之后，Monnier+Zahner公司开始涉足微型齿轮加工领域，大部分用户集中在钟表行业和医疗行业。Lambert-Wahli公司的微齿距滚齿机W100 CNC具有最新的技术，能够保障最高的精度和最好的动态性能。

高质量和最佳的售后服务

Monnier+Zahner公司竭力追求高质量，忠于公司创办者奠定的原则。公司通过了ISO certificate 2006 认证，这意味着Monnier + Zahner公司的客户将能够最大限度地减少停机时间，获得最优质的服务。□

OPEN MIND 技术公司将在 CCMT2008 上 展示最新版 hyperMILL CAM 软件

OPEN MIND Technologies AG at the CCMT 2008 in Beijing

全面的 CAM 战略实现自动编程和可靠加工。

德国 OPEN MIND 技术公司将在 CCMT 2008 上展示其最新的 CAM 解决方案（展台号：1B-106）。利用有效的广谱战略，OPEN MIND 的解决方案将智能 CAM 工具与自动化功能有机结合在一起，适用于 3D 到 5 轴铣削（包括铣车）加工，可优化加工工作区的利用并能有效地避免冲突。在集成的用户接口上可靠地应用全面加工方案，能降低生产链的复杂程度，同时缩短了生产时间。

以其包罗万象的 CAM 概念，包括创新的后置处理器技术，OPEN MIND 公司承诺：在模具和零件加工中，可以获得最高的效能和精度。OPEN MIND 将在 CCMT2008 上展示其最新的 9.7 版 hyperMILL® 软件。这是市场上最先进的，可用于高速、柔性和经济加工的 CAM 编程环境。利用直观的用户接口，hyperMILL CAM 方案可为用户的 2D、3D、HSC、5 轴以至铣车作业提供广泛的加工战略。

在集成的用户接口上应用全面加工方案，能降低生产链的复杂程度，同时缩短了生产时间。

OPEN MIND 公司亚太地区经理 Boon-Huat Chis 说：“特别是一次装卡完成 5 轴加工和铣车复合加工的编程，你可以身临其境地感受到精心调试的加工循环及其自动功能的优点。对于复杂的 NC 加工作业，用户编程极为简便。我们要在 CCMT 2008 上向观众展示的 9.7 版 hyperMILL® 是一种专业化工具，能以最高精度、效率和可靠性，实现全套加工方案的无缝编程。”

无缝、集成编程

hyperMILL® 自动化编程的基础是特征和宏技术。集成的特征自动识别可在 CAM 编号中充分利用 CAD 提供的几何数据。在整体和表面模型中，自动特征识别系统能够识别如孔、螺纹孔和光孔，以及

开放和封闭的腔体。这一过程可以自动生成编程与工具选择所需的参数。

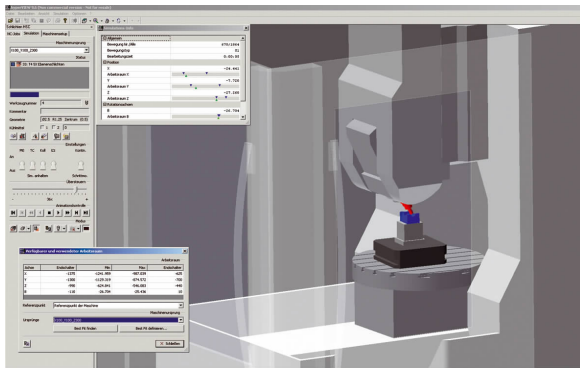
hyperMILL® 中的宏技术能实现加工策略和刀具与这些几何特征的有机结合。宏数据库为宏程序创造了一种组织良好的存储环境，由于指令和图形存储于每个宏程序中，因此，该数据库完全适用于不同用户。

hyperMILL® 还可以用做引领 CAD 应用的集成 CAM 解决方案。例如，将 hyperMILL® 用在 SolidWorks® 中，这一应用因其完美的集成、质量和交互操作性，已荣获金牌，再如与 Autodesk® Inventor™、thinkdesign® 和 Pro/ENGINEER® Wildre™ 的集成等等。OPEN MIND 方案可以让现在所有 CAD 用户生成集成过程链。

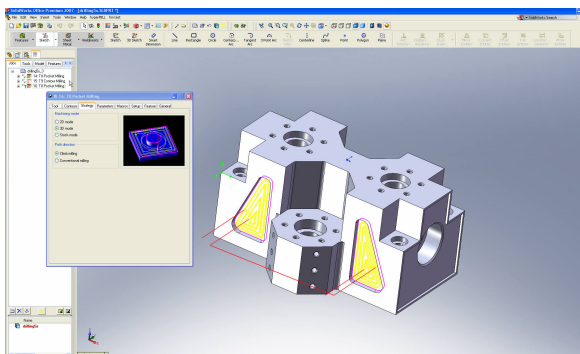
可靠的铣削

利用工作区监控的特点，用户可依据所存之机床模型，事先确定在加工区内该加工工序是否可行或需要移动限位开关。独特的优配（Best-Fit）功能可以自动优化该加工工序，使之与现有工作区匹配，从而充分利用加工工作区，即便是小批量加工或功能有限的机床亦不例外。此外，加工和切削过程模拟功能可以检测冲突，甚至顾及到最小的细节。

OPEN MIND 公司领先的工业后置处理器已应用



在集成的用户接口上可靠地应用全面加工方案，能降低生产链的复杂程度，同时缩短了生产时间



将 hyperMILL® 集成到 in SolidWorks® 中的应用获得了金牌

OPEN MIND 技术公司简介

OPEN MIND 技术公司是处于领先地位的 CAD/CAM 软件和适用于复杂模具和零件设计、制造的后置处理器开发商。该公司可提供从面向二维加工的解决方案到 5 轴仿真加工的多种软件产品。OPEN MIND 售出了 7500 多件许可证，范围覆盖汽车、工具、模具制造、机械工程与航天工业。该公司在欧洲、亚洲和北美洲等重要市场占有重要地位。

如需要更详细信息，请访问 CCMT2008 1B-106 展台或登录：www.openmind-tech.com

于多种机床控制器及工作流，可以保证 CAM 程序在机床上正确运行。□

新一代高动态性能加工中心 HEC 400 D

HEC 400 D – The New Generation of Highly Dynamic Machining Centers

斯达拉格海科特公司已在市场上成功地销售了 1000 多台这种小型高性能机床。HEC 400 D 是新一代高性能加工中心，配在 400×400mm 或 500×400 mm 的托盘交换系统。斯达拉格海科特公司开发这款产品无论在性能、质量、还是可靠性方面均超过用户的预期要求。

产品成本开发的焦点就是要不断提高用户的效益。通过最大限度地提高工件和刀具传递方面的动态性能，特别有助于实现这一目标。



新系列机床中的下述三个型号的加工中心完全可以满足不同的需求：

- HEC 400 D 用于加工轻型金属、铸件和钢件，快移速度可达 60 m/min，加速度达 7g，最高转速 10000r/min（可选 15000r/min）；

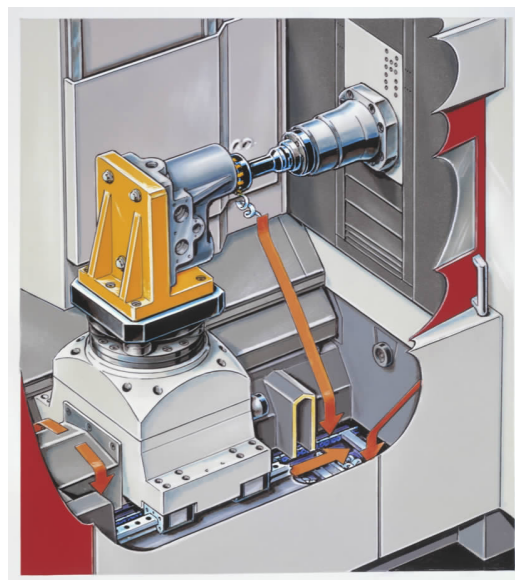
- 配动态软件包（Dynamic package）的 HEC 400 D 特别适用于轻金属的加工，快移速度可达 100 m/min，加速度达 12g，最高转速 10000r/min（可选 24000r/min）；

- 配动力软件包（Power package）的 HEC 400 D 提高了功率（提高到 37 kW/40 % c.d.f）和机床

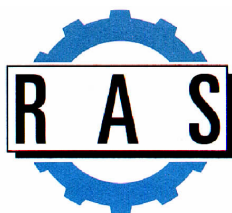
刚度，适用于重切削，快移速度可达 60 m/min，加速度达 7g，最高转速 10000r/min。

为了缩短非加工时间，各直线轴均采用大功率交流进给驱动，以期达到最大的快移速度和加速度。

机床最短切屑至切屑时间 2.8 s 到 3 s 并具有很高的柔性，零件的传送也很重要。该项加工中心配备可安放 60 到 80 把刀的链式刀库，还可选用多个刀库，使总存刀量最多达到 320 把。该链式刀库转速很高，刀库中刀具与机床主轴平行排列，以优化双臂换刀机械手的换刀过程，以保证提高换刀速度。加工主轴具有很好的工作性能和动态性能。根据不同用途，电主轴最高转速可达 24000r/min，筒子轴电机的功率可达 37 kW。



为了在加工精度保持 IT5 的条件下获得最佳动力转换，机床采用了尽可能具有最佳阻尼特性和极小热膨胀率的热对称结构。所有直线轴都采用了轮廓精度极高的导轨，以保证机床运行精度、定位精度及长期的精度保持性。



新型折弯机

GIGAbend Folding System

GIGAbend 是强力与速度的结合体。GIGAbend 折弯系统可以加工厚 6 mm, 长度达 3200 mm 和 4060 mm 的钢板, 不仅适用于重型材料市场, 而且可以加工厚 4mm 的不锈钢板。

折弯系统首次将高压夹紧与高速有机结合。120t 的夹紧压力可以在折弯过程中牢固压紧坯件, 而且能向封边折弯提供更大的力量。此外, 还不会降低速度。上夹紧梁可以 60mm/s 的速度快速夹紧和放松。采用全新的上梁驱动系统和 500mm 的开放高度使机床具有足够的柔性, 用于深盒型产品的加工。

利用全新的动态性能良好的横梁系统, 可以达到很高的折弯质量。当折弯梁向加工位置移动时, 传感器检测横梁的实际变形量并自动补偿横梁的不直度。这下系统可以生产出近乎完美的零件, 且与板材厚度、材料类型、坯件长度及其上料位置无关。

后挡料销可以自动定位工件折弯线。在 10mm 到 1550mm 的标准后挡料尺寸范围内, 该挡料销可在 2s 的时间内到达任意指定位置。若坯料尺寸大于 1550 mm, 加装 J 形或 U 形后置检测装置, 可以使检测尺寸加大到 4050mm。

该机床配有全套模具夹紧系统, 可以自动锁定

上梁和折弯梁模具。利用这一系统, 更换模具只有数秒时间。利用模具正面的自由空间, 可对带有特大内法兰尺寸达 68 mm 的盒形零件进行折弯加工。



新型 Touch&More 控制装置与 GIGAbend 折弯机的完美结合, 使加工程序的编制如此简单, 令人惊叹。操作者只需用手指在 15" 的 Touch&More 控制器上画出要加工的零件图, 控制系统即可自动编制零件加工程序。它可以自动模拟折弯过程, 显示坯件尺寸并修正材料的回弹量。所有设置均由菜单显示, 操作者可以通过监控器观察要使用的模具。□

该新型加工中心最大亮点是其加工区的结构和在极短的时间内迅速而直接地连续切除大量材料的能力。机床床身下方配有一个宽的排屑装置, 能及时排出大量切屑。

HEC 400 D 系列机床的其它优点:

- 占地面积最小且不需要特殊地基;
- 冷却液和刀屑不会影响导轨和测量系统;
- 采用整体钢制防护罩代替伸缩式防护罩, 以减少维修;
- 托盘配有内装式支承控制系统;
- 采用液压驱动/转位交换方式, 托盘交换时间为 8s;
- 采用高精度 NC 转台, 可实现多面及完全加

工;

- 利用 4×90°分度的回转装夹区, 方便工件传送;
- 机床-工件-刀具系统配备高性能过程控制和全面控制及监控设备;
- 若增加圆或直线式工件托盘库及其它系统工程模块, 可扩展成制造单元和柔性制造系统。

HEC 400 D 除充分体现了该公司的专有技术之外, 还展示了斯达拉格海科特公司所提供的高质量、全面的产品和服务及技术咨询。斯达拉格海科特公司的交钥匙项目包括项目规划、工程技术、加工工艺、刀具与机床装备、编程技术、培训、装配和委托项目、生产监控、维修服务等。□