

- 25 编者的话
- 29 殷切的期望,巨大的鼓舞
- 30 搭建供需桥梁,促进创新和发展

论坛 Forum

- 32 航空工业制造设备发展分析
Analysis on advance of equipment for production in aviation
- 39 以极端制造理念,促精密磨削发展
Based on extreme manufacturing concept to, promote development of precision grinding
- 40 打造国际机床行业品牌,树立民族机床工业旗帜
Creating international brand and setting good example to domestic machine tool industry

展览会信息 Exhibitbition

- 44 CCMT2008 展会综述
- 47 济南二机床参展 CCMT2008 喜获成功
- 48 从 CCMT2008 看国产龙门机床的快速发展
- 52 九轴六联动首次展出,强力型面磨削随动型抛光整合国际首创
- 54 数控齿轮加工机床 CCMT2008 绽放异彩
CNC gear machine tools viewed from CCMT2008
- 63 第十二届中国国际模具技术和设备展览会在上海举办

产销市场 Production & Marketing

- 64 2007年金属加工机床进出口贸易评述
Analysis on import & export of metal working machines in 2007
- 69 2007年台湾地区机床工具行业运行分析
- 71 2007年世界机床产销情况和特点简析
Global machine tool production and marketing
- 75 国际机床工具发展动态与趋势
Trend in the world machine tool industry
- 79 2007年世界机床生产企业前20强
The top 20 machine tool manufactures in the world in 2007

经贸要闻 Economic & Trade Focus

- 80 Private sector investment grows 36% in 2007
2007年中国民营经济投资增长36%
- 80 Government procurement exceeds RMB400 billion in 2007
2007年中国政府采购金额超过4000亿元
- 80 New tariff policies published
中国出台多项关税新政策

- 82 Machine-building industry grows over 20% for five years
中国机械工业连续5年增速超过20%
- 83 Consumption top driver of GDP
2007年中国消费拉动GDP居首位
- 83 Import, export of mechanical, electrical products grows 22% in 2007
2007年中国机电产品进出口增长22%
- 84 China's 2008 automobile output, sales likely to exceed 10 million
2008年中国汽车产销量有望超过1000万辆

数控与软件 CNC & Software

- 85 用于复合机床的多通道五轴联动数控系统DASEN20

相关产业 Correlative Industries

- 88 半导体材料激光退火技术研究(二)

产品与技术 Products & Technology

- 93 五轴联动车铣中心现状与发展策略
The state-of-art and developing strategy of 5-axis turn-mill center
- 97 高花费还是高价值?
High cost or high value?

讲座 Seminar

- 99 精益生产与管理(七): 流程设计与再造技术
Lean production and management (Part seven) : Process design and re-engineering technology

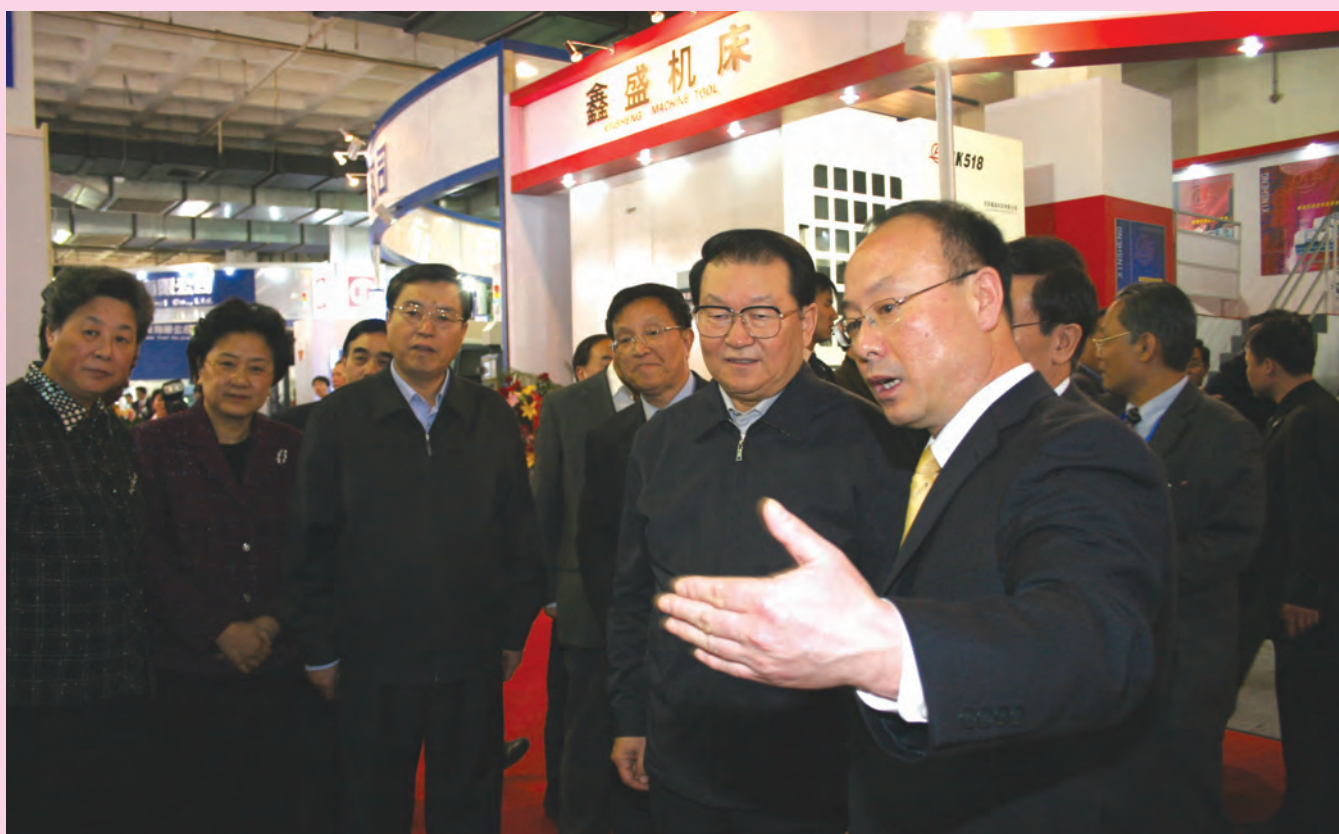
欧洲生产工程 European Production Engineering

- 106 “L”就是“大”
L as in Large
- 108 加工飞机涡轮机零件用的新一代缓进给砂轮
"u Win"™ a new Generation of Creep-feed Grinding Wheels for Aircraft Turbine Components

业界动态 Trends

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

国家领导人莅临CCMT2008



中国机床工具工业协会领导 陪同开幕式贵宾参观展览会



殷切的期望，巨大的鼓舞

2008年4月23日下午，中央政治局常委李长春，中央政治局委员、国务院副总理张德江，中央政治局委员、国务委员刘延东，全国政协副主席、民建中央副主席张榕明在中宣部、国家发改委、教育部、科技部、工业和信息化部、商务部、国资委等有关部委领导以及全国政协、九三学社、全国工商联领导的陪同下，莅临第五届中国数控机床展览会（CCMT 2008）。中国机床工具工业协会总干事长吴柏林，常务副理事长于成廷，副总干事长王黎明、耿良志陪同视察。李长春等国家领导人对发展装备制造业，特别是发展国产数控机床产业非常重视，十分关怀，在视察过程中，不仅仔细观看展品，听取展商的介绍，还不时询问细节，作出指示，在视察过程中一再表示，作为工作母机的机床工业是发展装备制造业的基础，是人类改造客观世界的力量源泉。并举例说明发展装备制造业对国家战略作用，指示我们要利用一切机会引进、消化吸收国外先进技术，再自主创新。

看到数控机床发展很快，成果显著，非常高兴，并给予很高的评价。说去年看沈阳机床集团的展品时，核心技术是人家的，现在就不一样了，沈阳机床今非昔比了。过去中捷厂只能做中小机床，现在能做这么大的大重型机床了，品种也多了。

对发展自主知识产权的数控系统很关心，看到一批配套国产数控系统的数控机床展品时，非常高兴，并对用国产数控系统给予充分肯定，还关心地询问，国产数控系统发展到什么程度了，能搞高档数控系统的到底有几家？听到汇报后高兴地说，不错，进步挺大。还说，联合开发好，数控系统厂，机床厂和用户企业结合在一起好。机床协会要多做工作，把数控系统厂家集合起来，发挥集体力量，可加速数控系统产业的发展，还表扬了数控系统产业联盟。看到国产数控系统外观做的不够细致时指出，一些细微之处也应该多加注意。在齐二展台前，李长春深情地问起马恒昌小组现在的情况，并指示要学习、发扬马恒昌精神，新时期不能忘记这些老传统，要发挥人的精神作用。李长春还指示要大力发展功能部件，关键功能部件是发展数控机床产业的基础。看到大连机床集团发展功能部件作了不少工作，觉得这是一大特色，要好好宣传一下这个特色。

在视察结束时，李长春看到中国机床工业的快速发展成果，非常高兴，说中宣部要借这个展会好好宣传机床工业的发展情况，中国机床工业这几年发展很快，在一线工作的同志功不可没，感谢在一线工作的同志们，并表示明年还要来看你们的机床展览会。



搭建供需桥梁，促进创新和发展

——评CCMT 2008"跟踪重点需求，自主创新发展"高层论坛

中国机床工具工业协会 信息传媒部

2008年4月19日，由中国机床工具工业协会主办的"跟踪重点需求，自主创新发展"高层论坛，在北京中国国际展览中心综合楼举行。本次论坛作为第5届中国数控机床展览会（CCMT 2008）的重要配套活动之一，旨在为机床工具制造企业和机床主要用户企业搭建一个充分交流、共谋发展的平台，并与CCMT 2008"展示自主创新成果，推动重大专项实施"的展会主题相呼应。论坛主题切合时代发展的要求，激起了机床工具行业与机床用户行业心中的共鸣，来自我国机床工具、汽车制造、航空、重型机械等制造行业以及相关媒体的听众260多人，共同分享了演讲嘉宾们在自主创新方面的成就和经验。

中国机床工具工业协会徐尚文专务主持了论坛，中国机床工具工业协会总干事长吴柏林致开幕词。吴柏林总干事长在开幕词中对各位演讲嘉宾为本次论坛顺利举办所付出的辛勤劳动和大力支持表示了真诚的感谢，并对广大听众的光临表示热烈的欢迎。他强调指出：当前，举国上下正在努力学习、积极贯彻党的十七大和十一届全国人大一次会议的精神，认真落实温家宝总理报告中提出的任务。坚持把推进自主创新作为转变经济发展方式的中心环节，充分发挥企业作为技术创新主体的作用，着力发展高新技术产业，大力振兴装备制造业，在高档数控机床和基础制造装备等关键领域，推进重大装备关键零部件及元器件自主研发和创新。本次"跟踪重点需求，自主创新发展"高层论坛，以国防现代化建设和国民经济建设重点项目需求为导向，以促进我国数控机床产业立足自主创新求发展为宗旨，在大家的共同努力下，相信论坛一定会取得圆满成功。

国家发改委重大装备办李冶司长、中国电工技术学会周鹤良副会长、沈阳机床集团陈惠仁董事长、上海机床厂有限公司许郁生董事长、齐重数控装备股份有限公司刘建荣董事长、济南二机床集团张志

刚董事长的代表赵晋荣副总经理、中航技工贸公司张辉总经理、德州普利森机械制造有限公司陈声环董事长、中国汽车技术研究中心侯益青经理、杭州机床集团朱金根董事长先后在论坛上作了精彩演讲。

市场需求是创新的动力。随着用户行业各种新技术、新工艺、新材料应用越来越多，对机床产品的要求也越来越高。尽管中国机床行业近年来高速发展，技术进步明显，产品不断推陈出新，但还不能完全满足我国国防现代化建设和国民经济持续发展的需求。本次论坛强调产需结合，特别邀请了机床用户行业代表和机床制造企业代表到论坛演讲。机床用户行业代表根据各自行业的发展趋势和行业特点，分析了对装备制造业的需求情况，为机床行业的技术创新提出了明确的目标。如中航技国际工贸公司张辉总经理关于航空工业制造装备发展分析，介绍了航空工业的发展趋势，结合航空工业不同制造单位，不同制造工艺以及不同的材料，不同的结构，对制造设备提出了不同的要求，这也为我们机床制造企业提出了技术创新的目标和方向。中国电工技术学会周鹤良副会长关于我国电力装备工业的发展机遇与挑战，中国汽车技术研究中心侯益青经理关于汽车工业"十一五"规划要点及对加工设备的需求分析，分别介绍了电工行业和汽车行业的发展趋势，以及对加工装备的需求。来自机床行业的演讲嘉宾则根据各自企业的特点，介绍了他们针对市场需求，自主创新，提高企业市场竞争力的经验和成果。

论坛丰富的内容，深深地吸引了来自各行各业的听众。听众纷纷表示，这样丰富实用的信息，是从其他论坛和讲座中得不到的。虽然本次论坛圆满结束，我们深信，通过论坛辐射出来的信息，尤其是航空工业、汽车工业、电力工业等用户行业对机床设备提出的更新、更高要求将长时间地成为激励我们机床工具行业技术创新的动力。□



中国机床工具工业协会吴柏林总干事致词



中国机床工具工业协会徐尚文专务主持论坛



论坛会场



一、展会概况

由中国机床工具工业协会主办的第5届中国数控机床展览会 (CCMT2008) 于2008年4月21-25日在北京中国国际展览中心举行。与中国国际机床展 (CIMT) 不同, CCMT是中国数控机床展览会, 参展商以境内厂商为主。

在展会筹备之初, 中国机床工具工业协会先后组织了9个调研组, 对中国机床工具行业的发展和重点用户的需求进行了大量的调研。在了解了行业发展最新成果和重点用户需求的基础上, 确定了展会的主题为 **“展示自主创新成果, 推动重大专项实施”**。

CCMT2008展会得到了行业企业和广大用户的大力支持, 来自14个国家和地区的728家厂商参展, 其中, 境内展商653家, 占展商总数的89.7%, 境外展商75家, 占10.3%。展览面积72000m², 占满了国展中心的所有16个展馆。

展出成套产品近900台套, 各种机床配套及工具量仪数万件。其中, 国产主机展品有800多台套, 占展会主机展品的90%以上。这800多台主机展品中, 属于大型五轴联动、高精度、高速度的高档数控机床超过百台, 而五轴联动数控机床就有41台, 其中境外的4台, 境内五轴联动数控机床37台, 而配国产数控系统的有19台。所以, 无论是展会规模, 还是展品的数量、品种和技术水平都超过历届CCMT展会。

展会旺盛的观众人气, 骄人的商贸效果和展出业绩, 说明CCMT2008展会取得了巨大的成功。5天展期, 观众达96000多人次, 比上届增长62.5%; 用户参观、采购团组大幅增加, 其中, 国内47个用户团组、境外9个采购团组参观考察了展会。CCMT2008展会上的商贸活动十分活跃, 成效显著, 5天展期的累计成交额11.74亿元, 比CCMT2006增长145.6%, 其中数控机床成交额11.46亿元, 比CCMT2006增长233.4%; 出口成交额1.59亿元, 比上届增长511.5%。CCMT2008累计意向合同额15.24亿元, 比上届增长

37.1%。

本届展会受到各级政府的关注和支持，17个省市的26位领导参加了展会开幕式。4月23日下午，中央政治局常委李长春，政治局委员、国务院副总理张德江和政治局委员、国务委员刘延东在国家发改委、工业和信息化部、教育部、科技部、商务部等有关部委的领导陪同下莅临CCMT2008展会。中国机床工具工业协会总干事长吴柏林，副总干事长王黎明、耿良志和常务副理事长于成廷陪同视察。李长春等中央领导对中国的装备制造业，特别是数控机床产业的发展非常关心。在视察中，李长春等中央领导对机床工业近年来开发的新成果很感兴趣，李长春一再表示，装备制造业，特别是作为工作母机的机床工业，是人类征服客观世界的力量源泉，是振兴其他装备制造业的基础。李长春说，近5年来，中国机床工业发展很快，国产数控机床批量配国产数控系统，成绩很大。可以看出，我国机床工业很有希望。感谢在一线工作的同志们，明年我还要来看你们机床协会的展览会。

国家领导人短暂的视察，殷切的期望，热情的鼓励，给CCMT2008展会增添了光彩，对中国机床行业是一个巨大的鼓舞。

二、CCMT2008展会的主要特点

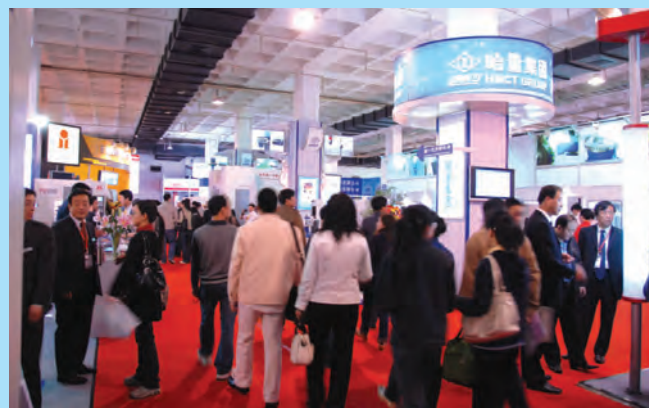
CCMT2008展会是中国机床行业的一大盛会，纵观整个展会，呈现以下主要特点：

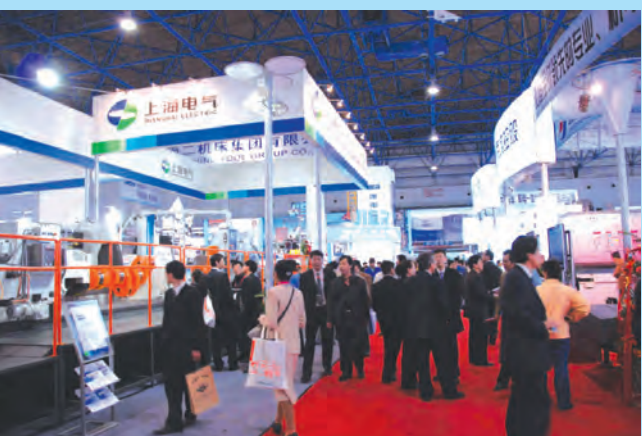
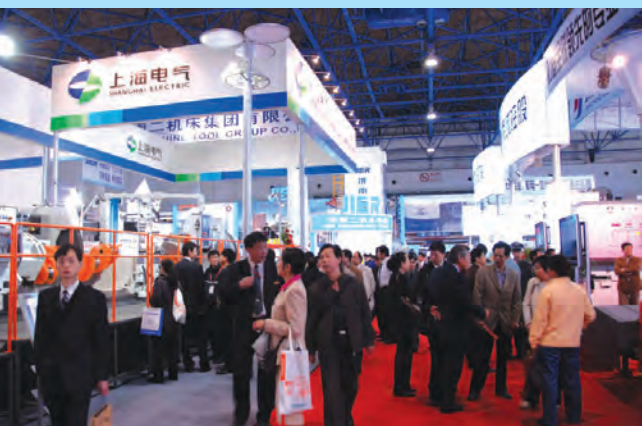
1. 展会主题鲜明，服务目标明确

中国机床工具工业协会根据CCMT2008举办的时代特点和市场需求，确定CCMT2008展会的主题为“展示自主创新成果，推动重大专项实施”。按这个主题要求，展出了一大批国家重点建设项目需要的精品、名品，CCMT2008展会为用户提供考察国产数控机床的方便，为决策采购部门实施采购提供场所。所以，CCMT2008展会的内涵完全超出了一般展会的商贸含义，它为国家实施16个重点振兴领域的专项计划服务的目标很明确。

2. 高层论坛内涵丰富，深刻诠释展会主题

作为CCMT2008展会的一部分，在展会开幕前夕举办“跟踪重点需求，自主创新成果”高层论坛。本次论坛紧贴“展示自主创新成果，推动重大专项实施”的展会主题，是CCMT2008展会的前奏，提前拉开了展会序幕。本次论坛对把CCMT2008展会办成机床工具制造企业和机床主要用户企业交流合作、共谋发展的平台，办成促进企业自主创新的加油站的展会主题内涵作了深层诠释。





3. 行业企业积极参展，体现了展会权威性

CCMT2008展会有650多家境内的主要机床工具企业参展，可谓各路诸侯云集。CCMT2008将是中国机床工具行业的一次大聚会，参展企业之多，展品水平之高，权威性地体现了中国机床工具行业发展的新风貌。

4. 自主创新成果丰硕，代表当代发展趋势

机床工具行业自主创新的新技术、新产品研发取得了重大进展。全行业开发了一批市场急需的新产品，填补了国内空白，缩小了与世界水平的差距。一批高精、高速、高效，一批多坐标、复合、智能型，一批大规格、大吨位、大尺寸的数控机床新产品满足军工和国家重点建设项目的需要。展出了一批近年来开发的国家重点建设项目急需的高档数控机床和大、重型数控机床等创新产品，代表了当代机床技术发展趋势。

5. 高品位数控机床名展，国内外业界高度关注

虽然CCMT2008展会以国内展商为主，但近年来我国机床工业快速发展和一批自主创新成果推向市场，一批高档数控机床展出，引起国内外业界和用户高度关注。CCMT2008展会期间，将有国内外56个采购团组和几十家大用户到展会参观、考察和洽谈业务。展会的商贸活动异常活跃。

6. 产业结构调整见成效，集团化参展呈新亮点

我国机床行业深化改革、兼并重组，涌现了一批有一定实力的企业集团，在CCMT2008展会上将作充分展示。大连机床集团展出48台机床，占满整个4号馆；沈阳机床集团用2500多平米面积展出23台各类机床；江苏新瑞集团以近2000平米展出25台机床；上海电气集团、北京京城控股公司、齐重数控、齐二机床集团，济二机床集团等都大面积展出了大、重型和超重型数控机床。大集团、大展位、大机床呈展会新亮点。

7. 展会配套活动丰富多彩，与行业发展紧密结合

CCMT2008展会的配套活动非常丰富，展前的高层论坛，隆重的开幕式、开幕晚宴和主机展品的"春燕奖"评选表彰及在开幕晚宴上表彰一批优秀会员单位；"国产数控机床应用座谈会"，"海峡两岸机床业界恳谈会"；展会期间还有近40场技术交流活动，等等。活动内容丰富、务实，与行业发展密切结合，使CCMT2008展会成为行业活动的一个平台。□



航空工业制造设备发展分析

Analysis on advance of equipment for production in aviation

中航技工贸公司

总经理 张辉

非常荣幸参加中国机床工具工业协会主办的“跟踪重点需求，自主创新发展”高层论坛。我今天的演讲题目是“航空工业制造装备的发展分析”。

我来自于中航技国际工贸公司，中航技国际工贸公司从上个世纪 70 年代开始，一直是中国航空工业制造装备的采购商，是我国航空工业进口制造装备的主渠道。

需要强调的是，我们既不是航空工业的规划管理机构，也不是航空装备的制造企业，我们是一个长期从事航空制造装备进口的外贸公司。由于长期从事国外航空制造装备的采购工作，特别是近 10 年来，航空行业采取了制造装备集中规划，集中采购的政策，使我们有机会见证了中国航空工业的蓬勃发展，了解了一些航空工业制造装备的需求和发展历程。

我很高兴借这次演讲的机会，向大家介绍航空工业的现状与发展趋势，找出国内外航空工业的差距，并提出相应的建议；将我们对航空工业装备发展的粗浅认识与大家分享交流。

谈航空工业装备的发展，有必要先看看航空工业的发展。

一、航空工业的发展趋势

航空工业属于高新技术产业，是一个国家综合实力的重要体现。中国航空工业经过半个多世纪的发展，已经形成了具有一定产业规模，上下游产品

配套完整的工业体系。我们的航空产品主要包括：各类军用飞机、民用飞机、运输机、直升机、教练机；各类航空发动机；各种航空机载系统等。

胡锦涛总书记在十七大报告中提出：“提升高新技术产业，发展航空航天产业”，说明党和国家对发展航空工业的重视。可以说，中国航空工业面临着巨大的发展机遇，有相当可观的发展预期，投资规模会在相当长的一段时间内继续维持在一个较高的水平。

航空工业的不断发展带动了相关材料、工艺和结构的发展，是对设备制造业需求产生的基础。下面，我向大家简单介绍国内外航空工业的发展趋势。

1. 军用飞机的发展趋势

目前世界军用飞机正在由三代机向第四代先进战机发展。第四代战机具有超音速巡航能力，能以马赫数 1.5~1.6 持续飞行；具有更好的隐身能力和更高的机动性能。其零件数量减少 40%~60%，可靠性提高 1 倍，耐久性提高 2 倍。这一代战机以美国 F-22 为代表，同时美国也正在研制联合攻击机 F-35。

2. 直升机的发展趋势

直升机由于具有垂直起降、无需专用跑道、长时间空中悬停等特点，在军用和民用领域得到广泛应用。直升机目前主要采用第三代涡轮轴发动机、复合材料桨叶、无轴承或球柔性桨毂，机体主结构都大量采用复合材料，高度综合化的智能电子系统。未来的直升机将向着更加数字化、集成化、综合化、智能化的方向发展。



3. 民用飞机的发展趋势

当代的民用飞机代表了科学技术的最新成就，它使航空运输的快速性、安全性、舒适性和经济性达到了前所未有的高度，目前正朝着更加舒适的大

型客机方向发展。此类飞机的代表有波音 787 和空客 A380。我国目前正在准备研制自己的大型客机。我国自行研制生产的支线客机“ARJ-21 翔凤”已完整总装，今年首飞。



4. 航空发动机

航空喷气发动机是现代飞机发动机的主流，它包括涡轮喷气发动机和涡轮风扇发动机，其推力范围已超过 50000daN，战斗机的发动机的推力重力比已提到 10，民用发动机的耗油率已下降到 0.4kg/(daN*h)。它们推动着喷气式飞机跨过声障和热障，直逼 3 倍音速；推力矢量喷管技术使战斗机垂直/短距起落和具有超机动能力成为可能。

为适应第四代战机的发展需要，新一代发动机将达到更高的性能指标。例如美国为配合其 F-22 战

机而研制的 F119 发动机，其推重比已超过 10。

5. 机载设备

随着飞机性能的提高和微电子数字技术的发展，航空电子设备大量增加，并向小型化、轻量化、功能强和高可靠性方向发展。

中国航空工业经过 50 多年发展，形成了专业门类齐全、研制设计、试验制造手段基本完整的工业体系。“十五”以来，国家对航空工业进行了较大规模的投资，大大改善了航空工业的环境，提升了航空工业的制造水平，诞生了一批新机型，如歼 10、



泉龙、飞豹、ARJ-21 翔凤等。“十一五”规划中，国家提出了要发展大飞机，航空工业面临实现更大的跨越式发展的机遇。

在航空工业系统内部，正在通过资本纽带，不断进行整合，将原来分散的企业整合起来，形成更大的产业规模。大家可能会注意到，航空工业系统的上市公司在增加，这意味着以前基本上单纯靠国家投资的航空制造企业，在吸引社会资金的投入。一方面，这必将改变航空制造企业的运作模式，扩大航空制造企业对社会资源的需求；另一方面，航空制造企业提高生产力水平的内在动力在增强，必然加大对设备制造业的需求。

可以看出，航空工业的发展对飞机、发动机、机载设备的材料、工艺和结构提出了新的要求，这就对设备制造业提出了新的挑战。

我们都知道，“一代飞机，一代装备”，现代化的飞机必须有现代化的装备来保证。

二、中国航空工业对设备制造业的需求。

航空工业是高科技制造的代表，是多种学科综合的产物。谈到航空工业对设备制造业的需求，就必须对航空工业进行细分，因为不同的部分、不同的材料、不同的工艺对设备的需求是不一样的。

1. 航空制造的分类，主要分为四大部分

(1) 飞机制造，即制造并组装飞机，使飞机具有我们看到的各种外形和所需的各种内部结构。如著名的波音公司、空中客车公司，国内有成都飞机公司，沈阳飞机公司，西安飞机公司，哈尔滨飞机公司等。

(2) 发动机制造，即制造航空用发动机，如国外的罗·罗公司，普惠公司，GE 公司等。国内有沈阳黎明发动机公司，西安航空发动机公司，南方动

力等。

(3) 机载设备制造，即制造飞机和发动机上所需要的各种系统，如雷达系统，武器系统，飞行控制系统，润滑系统等。

(4) 研究所，即研究、设计飞机的各个部分，从材料到工艺，从机械强度到机载计算机，从数字样机到装配模拟等。

2. 航空制造用材料的分类

不同的材料其加工方法是不一样的，对设备性能指标参数的要求也是不一样的，加工后零件的检查测试方法也都是不一样的。航空制造所使用的材料主要分为以下几类：

铝合金，钛合金，合金钢（包括耐高温合金钢、不锈钢），各种复合材料（包括玻璃纤维增强材料，碳纤维增强材料），各种蜂窝材料等。

3. 航空制造工艺的分类

航空制造是多种学科、多种工艺综合的结果，使用到了我们目前所知的几乎所有的工艺方法，如：金属切除加工，精密锻造，精密铸造，钣金冷热成型，各种焊接，各种表面喷涂处理，各种热处理，各种高能束加工，各种电加工，复合材料零件的制备，特种装配，各种无损检测，理化分析测试，环境试验，各种电装工艺，数据采集及记录分析系统，此外还包括各种仿真系统，各种设计、制造、开发软件等等。

4. 对设备潜在需求的实例

对设备的潜在需求，来自于对飞机性能的追求，来自于航空制造工艺的不断创新和进步，来自于老旧设备的淘汰以及装备工业的不断推陈出新，可以说，航空制造企业对设备的需求是持续的。

我国飞机/发动机的制造水平，与欧美发达国家相比，存在比较大的差距，目前我们所使用的工艺，基本追随欧美国家。因此，在现阶段，欧美发达国

家飞机制造技术的发展方向，也就是我们飞机制造技术的发展方向。下面，我们按飞机和发动机来分，仅举一些需求的实例，以供大家参考。

(1) 飞机

民用飞机	A300 1%	A340 13%	A380 25%	B787 50%
军用飞机	F16 3%	F18 11%	F22 23%	F35 35%

波音 787 的机身和机翼的主要结构几乎全部由复合材料制成，空客在看到了复合材料的优势以后，在 A380 之后的 A350 上，复合材料用量从最初的 37% 提高到 52%，复合材料这一从上世纪 70 年代才开始在飞行器上使用的新型材料，已经占据了下一代飞机的半壁江山。

100 多年来，材料与飞机一直在相互推动下不断发展，目前已经进入到以复合材料为主，铝、钛、钢结构共存的局面。

国内飞机复合材料的应用正在逐渐增多，这种潜在需求不容忽视，是发展方向。世界上主要的复合材料加工设备我们基本上都有采购，如：RTM 机，铺带机，预浸机，3D 缝纫机等。

树脂基复合材料的制造属于朝阳工业，各种新的工艺方法层出不穷，国外设备制造企业已经生产出了适用于生产树脂基复合材料飞机零部件的自动丝束铺放机和自动铺带机等设备。

这是美国某制造商生产的自动丝束铺放机：



1) 材料的进步

树脂基先进复合材料在飞机上的大规模应用，造就了对复合材料设备的大量需求，下图为按飞机重量计算的复合材料的用量。

这是欧洲某制造商生产的自动铺带机：



据我们所知，国内还没生产此类设备的企业。

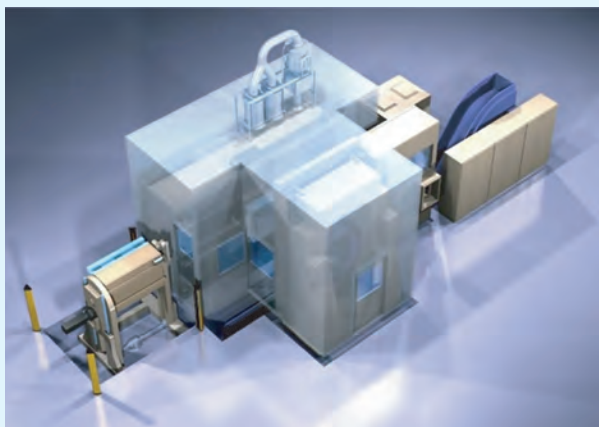
2) 工艺的进步

减重是飞机制造所追求的永恒目标，最大限度的减少连接件，是减重的方法之一，减少连接件意味着零件的复杂化和大型化，为应对这种变化，一系列新设备走进了航空制造企业的车间，如翻板式卧加。以前铝合金整体壁板的制造，主要采用大型龙门铣，铝板水平放置，加工时产生的大量铝屑，对工件、刀具以及加工过程都产生影响，最近几年开始使用翻转工作台，加工时，铝板保持垂直状态，卧式主轴加工，铝屑依靠重力坠落，而不会划伤已加工好的加工面。

国内的机床行业在最近几年有了巨大的进步，从产量到质量都有了很大的提高，也加强了与航空制造企业的合作，生产了一些航空企业急需的设备，但从整体上讲，无论是精度保持性、质量稳定性、工艺配套性、服务及时性与航空用户的要求还有差

距。

这是欧洲某企业生产的翻板卧加的示意图。



据我们所知，国内还没生产此类设备的企业。

3) 零件特性的要求

大型薄壁件和大型复材零件，因零件本身刚性差和外轮廓复杂，传统卡具已经显的不太适应，数控真空柔性吸附卡具应运而生，采用柱状阵列布置，每一个单元都可以在空间三个方向移动，并且真空碗可以在一定的球面上运动，真空吸力可调。

这种数控真空柔性吸附卡具未见到国内厂家有成品生产，而在国外，它已经与机床行业相配套，应用在薄壁零件和有复杂外轮廓的零件加工上。

这是国外某制造商生产的气动柔性卡具的示意图。



4) 工作环境的要求

碳纤维复材零件和蜂窝零件的加工，会产生重量较轻，体积较小的切屑，其使用的龙门铣与加工铝合金的桥式龙门铣结构基本一样，但需要配置与主轴随动的吸尘装置，并提高全机电器系统的防静

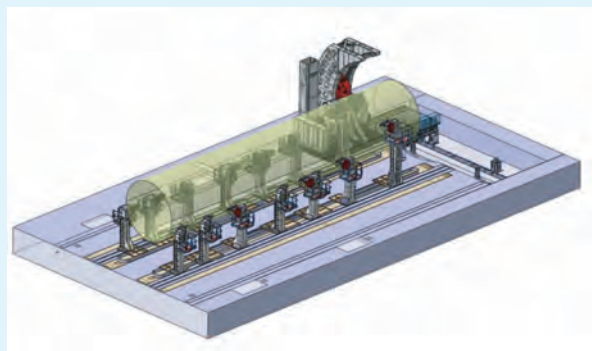
电水平。

5) 装配自动化的要求

飞机制造中装配工作量占直接制造（即不包括生产准备、工艺设备制造）工作量的 50%~70%，飞机装配由于空间以及复杂程度的限制，大多采用手工劳动，但是对其中大量的铆接工作可以实现自动化。采用自动钻铆机和全自动托架，实现钻孔、涂胶、送钉、压铆的自动化，同时由于使用自动托架，可实现打铆位置的连续自动调整。此外装配型架的数控化调整，也是装配自动化的一个发展方向。我国民用飞机的发展，提高了对飞机各大部件对接设备的需求，如机身与机身的对接，机身与机翼的对接，对接型架上安装有激光跟踪仪，进行自动测量并反馈数据，使对接型架可根据数据进行自动调整。

国外在这方面走在了前面，一些欧美设备制造企业 与飞机制造厂密切合作，研制生产了一系列的柔性型架、工装、车间内运输车 and 自动钻铆系统，以满足飞机制造厂的要求。这类设备属于非标产品，又具有一定的柔性，整套设备价格昂贵。中国要生产自己的大飞机，这是必不可少的设备，目前国内还缺乏这样的设备。

这是欧洲生产厂家生产的机身对接柔性型架示意图。



(2) 发动机

1) 材料的进步

材料的进步也体现在发动机制造上，耐高温材料在一定程度上代表了航空发动机的水平，提高燃烧室和涡轮的温度是提高发动机推重比的有效手段，金属间化合物，金属基复合材料，陶瓷基复合材料，碳碳复合材料等将大量应用在发动机上，这就要求有能加工这些材料的有效手段，如超声波加工机床等。

2) 新结构的要求

提高发动机的推重比，是航空发动机的永恒追求。要提高推重比，措施之一是提高压气机的转速，转速提高后，转动惯量提高，可造成解体，因此必须降低压气机盘的质量。措施之一是取消现在采用的榫槽连接方式，用整体机械加工或焊接的方式，

那么现在使用的拉床和榫槽磨床都失去了用武之地，取而代之的将是五坐标机械加工，电子束焊或线性摩擦焊。

例如发动机整体叶轮的加工，国外设备制造企业已经有了成熟解决方案。而国内还没有完全成熟的解决方案。



随着航空工业的跨越式发展，航空制造对工艺、生产效率提出了更高的要求。对设备制造企业来说，其生产的设备既需要有效解决航空工艺的复杂要求，也需要在设备使用的全寿命周期内稳定、正常、高效运转，保证配套完整。

三、航空工业制造装备采购发展思考

上面谈了很多航空装备的需求及发展，今天我们在座的多数是国内制造装备的生产企业，重点考虑的是如何满足航空工业对装备的需求，国内装备生产企业应该在满足航空工业传统装备需求的同时，加大力度研发针对行业特点的专用设备，满足中国航空工业对新一代飞机，新一代发动机，新一代材料，新一代工艺的整体需求。

装备的硬件功能固然非常重要，但我们都知道装备的整体效能的提高有赖于软、硬件的综合作用，涉及到设备硬件指标、典型零件的加工工艺、培训、备件支持、售后服务等等。装备的整体效能是现在航空工业系统的装备提升中特别关注的问题。为解决这个问题，我们现在是通过两个方面来入手，一个是开展供应商管理，一个是进行全寿命管理。下面我花一点时间简单做个介绍。

供应商管理：供应商管理工作，是航空集团公

司为加快推进其国际化发展战略的实施，开展国际化经营与合作，实施规范化管理而采取的一项重要举措。我们希望通过开展这项工作，对设备供应商进行评价和筛选，从中发现能够进行长期全方位合作的战略伙伴，双方共同致力于提高装备的整体效能，实现共同发展。

经过对航空工业企业单位设备使用情况的调研，我们发现，在大多数供应商及其设备表现良好的同时，还有一部分供应商及其设备存在问题。问题集中在：

- (1) 个别设备经多次调试仍无法正常使用
- (2) 个别供应商的售后服务存在响应不及时、维修能力差的情况
- (3) 个别供应商零备件供应周期长、价格虚高

因此，我们制定标准，对供应商进行评价，发现表现优秀和表现较差的供应商，并对不同的供应商进行分别管理，制定有详细的管理规定：企事业单位只能从合格供应商中选择采购设备；重点项目的前期论证和方案设计等工作，将邀请金牌供应商参与；进口设备采购项目集中组织的技术交流、商务交流等活动，将邀请金牌供应商和银牌供应商参加；重点进口采购项目的招标和采购，将优先考虑金牌和银牌供应商；开展合资合作的供应商，将优先考虑为金牌供应商和银牌供应商。

现在, 供应商管理工作主要针对国外设备供应商开展, 取得了较大成功。我们组织了几次大规模的发布会, 发布了进口设备供应商管理体系, 建立了供应商管理电子商务网站 (www.avicsupply.com.cn), 开展了合格供应商评审工作。

从国际发展趋势上看, 国外设备制造企业非常重视加强与航空工业的合作, 比如:



很多国外设备制造企业设立了对应航空应用的开发部门, 该部门的职责是收集航空制造业的需求, 向产品设计部门转达这些需求, 在已生产的机床上开发用于航空零件生产的程序, 解决使用本公司产品生产航空零件出现的工艺问题, 跟踪航空制造业的发展趋势, 并分析这种趋势, 将其转变为本公司的技术储备。

很多国外设备制造企业设置了航空客户销售经理, 专职负责中国航空制造市场的销售, 加强与航空制造企业的联系, 反馈航空制造市场的需求。

未来, 我们将参照国外设备供应商管理的成功经验, 逐步在国内设备供应商中应用和推广供应商管理, 希望国内设备制造企业能够借鉴国外企业的成功经验, 积极参与到这项工作中。

全寿命管理: 纵观航空工业技改设备采购历史, 经历了采购项目从无到有, 采购数量从少到多, 采购质量从低到高的巨大变化。随着航空工业的进一步发展, 新型号飞机的不断研制和生产, 对技改设备采购提出了更高的要求, 要求我们从关注设备的质量、价格等单项因素向关注设备的全生命周期转变。

我们的关注点, 从设备选择咨询、供应商推荐、

到采购服务、工艺改进服务、备件支持、维修服务支持等, 覆盖了设备采购全寿命周期。希望国内设备制造企业在提供质量优良的设备同时, 能与我们开展工艺解决方案、零备件供应、售后服务等方向的合作, 能够为航空工业提供全寿命的供应解决方案, 共同提高航空制造水平。我们已经与国外设备制造商在这些方面进行了许多有效的合作, 获得了大量的经验。

例如, 针对设备售后服务目前存在的问题, 我们与国外设备制造企业在售后服务方面开展了很多有效的合作。在设立售后服务中心, 建立备件库等方面取得了很多进展。希望国内设备制造企业参照这些经验, 提高售后服务水平。

总之, 航空工业的高技术领先性, 我国航空工业快速发展的现状, 要求我们在航空工业技改采购中, 必须在供应商管理和全寿命采购两个方面开展工作、以提高采购管理水平, 让最终用户——航空制造企业采购到质量稳定, 价格合理, 服务完善的设备, 从而提高航空制造企业产品的研发和制造能力, 进而提升航空制造企业的核心竞争力, 实现航空工业的产业进步。

我们欣喜的看到, 近些年来, 国内设备制造企业发展势头迅猛, 产品的技术能力和质量水平大幅提高。我们愿意与国内设备制造企业在售前、售中、售后服务, 零备件供应, 加工工艺等方面开展广泛的、友好的合作, 并通过供应商管理等平台, 明确航空工业的需求, 将国外机床制造企业的先进管理经验与大家分享, 弥补国内外设备制造业技术差距, 大家共同努力, 提高国内设备制造企业的整体水平、促进国内机床产业的快速发展。

从“十五”开始, 航空工业系统内推广集中采购, 规范采购管理等工作, 取得了很大成果, 达到了形成买方合力, 共享采购信息的目的, 在航空工业内部实际上形成具有行业特色的采购模式, 使用户单位不仅可以得到传统意义上的商务和物流等方面的服务, 更能够得到额外的、设备采购的批量价格折扣、供应商信息、历史使用信息、售后服务、零备件供应等涵盖设备全寿命周期的服务。

我们愿意把我们在航空采购领域获得的经验与机床协会和其它行业的用户沟通, 也欢迎各行业有需求的用户单位来了解我们的做法, 共同享受规范化采购带来的成果! □



以极端制造理念，促精密磨削发展

Based on extreme manufacturing concept to promote development of precision grinding

上海机床厂有限公司

董事长 许郁生

在精密磨削方面，国外的技术优势主要表现在技术发展的领先性、集团性、扩展性和高速性。技术领先指以技术含量高、实用性强、适应性广、竞争力强为特征的技术先进性和以产业化程度高、可推广性强、市场前景广阔、经济效益好为特点的技术成熟性；技术发展集团性表现在核心技术的集中攻关、关键技术的联合开发、相关技术的支持开发；技术发展扩展性表现为深入化、系列化、产业化、网络化。

与之相比，我国的精密磨削技术在80年代中期出现了具有世界水平的精密磨床和部件。但总的来说，国内外的差距还是很大，主要表现在：缺乏核心技术、基础技术开发不足，产品研发孤军深入，产业化进程困难重重，产品市场竞争力不强，企业缺乏竞争优势，无法与国外同行相抗衡。

有鉴于此，上海机床厂有限公司突破仅仅做产品的传统观念，更加注重精密磨削技术本身的发展研究，带动相关技术的共同进步。近几年来，以极端制造技术作为磨削技术发展的突破口，极大提升了数控磨床的制造水平。

极端制造 (Extreme manufacturing) 是在极端条件下,制造极端尺度或极高功能的器件和功能系统。“极端制造”的内涵就是制造上的极端化、精细化。极端制造产品表面上看，是机床尺度的变化，实质上则集中了众多的高新技术。上海机床厂有限公司的实践表明，通过向极端制造的探索，瞄准国际机床的先进水平，以提升国内机床行业的技术品位为己任。同时，将极端制造的理念和技术应用到常规产品设计制造之中，推动产品升级换代，对提高数控磨床的制造水平起着非常重要的作用。

在极“大”方面，通过用户验收加工100吨工件的重型数控轧辊磨床MK84200/12000，与上海重型机器厂签约加工250吨工件的超重载荷数控轧辊磨床MKA84250/15000H，2007上海国际工业博览会上展出的大型数控曲轴磨床MK82125/H等产品，与同类产品相比无论是在可加工重量还是在机床规格上，都是当时中国最大，甚至世界最大的磨床。产品研制中开发的高刚性、高精度、高可靠性工件驱动机构、砂轮架主轴结构不仅可以在轧辊磨床、曲轴磨床中推广，其它重载荷磨床中也同样可以借鉴使用。针对数控系统OEM二次开发，可实现专业化磨削界面、磨削程序参数化编程、复杂曲线磨削控制、自适应磨削、恒电流磨削、测量磨削数据管理等功能的技术，可以推广至所有的数控机床，实现磨床产品的个性化、专业化。

在极“小”方面，2007年第十届中国国际机床展览会上，展出了最小进给单位达到1nm,重复定位精度50nm，外形尺寸为425mm×260mm×410mm的一台最小精密磨削数控机床，该磨床解决了纺织行业、半导体、航空航天等行业微型零件的超精密加工问题。相关的纳米级磨床布局与设计技术、精密砂轮制造和在线修整技术、超精密机床数控和误差补偿技术等关键技术都在不同产品中得到推广。特别是直线电机驱动的微进给机构不仅在非圆磨床、螺纹磨床中得到应用，而且达到预计之外的高性能。

在极“精”方面，结合相关产业对大口径平面光学玻璃超高精度高效加工的需求，基于大量的脆性材料磨削实验和工艺参数摸索,上海机床厂有限公司正在研究开发超精密大口径光学玻璃专用平面磨床，该产品针对800mm×430mm的工件，可达到2μm



打造国际机床行业品牌 树立民族机床工业旗帜

Creating international brand and setting good example
to domestic machine tool industry

齐重数控装备股份有限公司

董事长 刘建荣

尊敬的各位领导，各位来宾：

大家好！首先，感谢中国机床工具工业协会举办本次“跟踪重点需求，自主创新发展”高层论坛活动，让我有机会和在座的各界领导和机床界的同仁相聚一堂，共同探讨中国机床工业的发展问题。该论坛作为第五届中国数控机床展览会的重要活动内容之一，是全面推动我国机床工业发展的一次盛会。借此机会，我为大家阐述，齐重数控依靠自主

创新，打造国际机床品牌的做法，请各位专家提出宝贵意见。我发言的题目是《打造国际机床品牌，树立民族机床工业旗帜》。

在当前经济全球化、经济制度走向大同的时代背景下，机床企业持续经营所面临的内外部环境日趋复杂，单一的诸如管理、技术、市场等优势，很快就会被超越，难以形成持久的竞争优势。唯有依靠不断全面自主创新，才是实现企业不断进步的根

的面形精度，其技术水平将达到国际先进水平。其中磨削过程状态监测及补偿技术，特别是磨削区域温度和热流的动态监测技术已经被引申为“干冻磨削技术”，也就是取消磨削过程中的冷却液，通过对磨削区域温度场的在线动态监测，建立数学模型分析研究，通过调整低温冷却气体的流量或温度及数控轴的进给来对温度场进行补偿，目前该技术已经申请专利并被列为国家科技支撑项目。

伴随“极端产品”的开发，借用现代虚拟样机等先进设计手段，对机床结构刚度、振动特性等进行全面的分析，不断提升技术人员的设计理念以及设计方法，为提高常规数控磨床产品的技术水平，提供了有效的经验，极大促进企业产品的技术进步。

“极端产品”的制造，一方面涌现出众多的磨削新技术、新工艺，另一方面对相关功能部件提出更高的要求，上海机床厂有限公司联合砂轮生产厂商针对典型工件，联合开发高速砂轮、低粒度高浓度砂轮、新型砂轮结构形式、金刚滚轮修整器；联合轴承生产企业快速对轴承进行精化、对内部结构

进行改进以满足典型产品的需求。

在关键技术的研发过程中，以国家、市委项目为支撑，与上海交通大学、上海理工大学、哈尔滨工业大学等多所大学结成了紧密的产学研合作关系，在上海机床厂有限公司设立研究生工作室，引入大学教师以及研究生在企业中针对项目进行研究工作。

极端制造是机床先进制造技术的发展趋势，它综合体现了机床设计与制造技术的创新能力。极端制造技术涉及到现代设计、智能控制、超精密加工等多项高科技，需要发挥多学科优势进行联合攻关。以极端制造技术为突破口，上海机床厂有限公司不断提高公司磨床产品的技术含量和优势，扩大市场竞争份额；提出具体需求，联合相关企业科技攻关，刺激相关行业共同发展；建立磨削技术人才高地，不断吸引各类专业人才，汇集了一支以企业为主，依托产业界、科技界和学术界等方面高水平技术专家的磨削技术研究团队。依靠团队力量合理分工、相互支援，促进磨削技术不断发展，为提高我国装备制造业的技术水平做出自己的贡献。□

本。纵观当今国际市场,任何发展速度快、发展质量高、发展规模大的企业,无不把自主创新放在首位。齐重数控装备股份有限公司是全国机床行业大型重点骨干企业,经过多年的持续发展,现已成为中国重型机床行业的排头兵企业,“齐一”牌数控车床被评为当时中国重型机床行业唯一的名牌产品,公司主要经济效益指数已经位居于重型机床行业的首位,重型机床产品的生产制造能力已经跃居世界首位,2007年被国家授予“全国五一劳动奖状”和“全国模范劳动关系和谐企业”殊荣,被中央列为创新型国家典型企业。然而,我们很早就认识到:作为国民经济的支柱产业,要振兴民族装备业,打造国际机床品牌,必须坚持走自主创新之路。“我们的创新理念非常的纯朴,就是要创造出真正被市场接受的产品。”要制造出市场需要的产品,就要不断在技术上有所创新,不但要紧跟世界先进技术潮流,更要有先进的技术手段和创新机制作为支撑,在管理方式、措施及理念上,不断完善现代企业管理制度。下面,我从以下几个方面阐述齐重数控依靠自主创新,打造国际机床品牌的做法,与大家共同交流探讨。

一、依靠管理创新,为打造国际机床品牌奠定基石

齐重数控敢想敢干的自主创新精神,主要来自于企业管理创新产生的活力。在企业管理上,齐重数控始终坚持技术创新与管理创新并举,产品经营与市场经营并重,人才引进和人才培养同步,打造品牌与振兴装备制造业并行的发展理念,全面实行重激励、硬约束、严考核的管理机制,建立健全以技术标准为核心,以管理标准为支撑,以工作标准为保障的现代企业管理制度和规范的管理体系。

一是加强体制改革。2000年,企业就成功组建了股份公司,实现了股权多元化,对二级经营单位实行以资产为纽带的多种资产经营责任制,对经营者和高级蓝领实行年薪制。2007年,我们与天马集团成功实现了战略重组,为企业的发展注入了新的活力。

二是完善现代企业管理制度。几年来,齐重数控建立起了符合现代企业管理要求的管理制度体系和各项工作标准,并通过全面实施精细化管理,以

及内部市场化体系的规范运作,使公司的管理水平和经济效益得到全面提升。公司率先在全国业界实行市场化目标管理责任制。将市场机制引入企业内部,将科研项目、材料消耗、工艺技术、生产管理等可控成本目标量化到车间、班组、个人,并纳入经济指标考核,按照预算标准,实行节奖超罚,调动职工积极性。

三是全面推行制造标准化。为了进一步提高生产管理水平,不断提高产品质量,更好地为用户提供高精度、高可靠性的产品,全面提高产品的附加值,公司正积极全面推行制造标准化。为此,公司成立了标准化方案编制小组,加强标准化的推进力度。以充分系统的调查研究为切入点,以先进制造技术和操作经验的综合成果为基础,将先进的操作方法进行归纳总结,通过组织专家对其进行严格的审查,不断加以改进和完善,最终将形成一系列规范的标准化方案。在推行制造标准化的进程中,从满足实际需要出发制定切实可行的标准,同时制定合理的适用范围,通过制造标准化方案规范员工操作行为和作业流程,消除由于人为因素产生的质量问题,保证整个生产制造流程都处于良性受控状态,全面提升产品质量和精度。

四是创新人力资源管理。公司通过政策吸引人、待遇留住人、感情激励人、机制管理人,形成进人有渠道、淘汰有机制、发展有空间的良好用人框架和平台。通过几年的培养,公司已经打造了一支穿上西服能谈判、坐在电脑前能画图、身在生产现场能调试、面对用户能培训的复合型技术人才队伍,培养了一批精通机、电、液通用型技术的高级技术人才和掌握铣削、车削、镗削等多种机床使用的数控加工人才,做到每个关键技术、工种都有技术带头人、后备带头人和第三梯队的不同档次人才储备。

二、依靠技术创新,为打造国际机床品牌提供保障

近年来,国内机床企业对于技术研发都比较重视,但是有些企业的产品创新只是浅尝辄止,仅仅是对现有产品的小规模修饰或者浅显的升级,未达到完全的深层次创新开发。我认为,只有在理解客户需求的基础上的重大突破的产品创新,才能保证

企业的长远发展。多年来，齐重数控十分重视高新技术在机床设计和制造中的应用，把高新技术和技术创新有机的结合起来，带动企业的技术进步，为企业不断提升自身高度提供了保障。

目前，公司立车技术参数从填补国内空白的10m、16m、16.8m，到现在填补国际空白的25m，卧车从填补国内空白的4.3m、5m，到现在填补国际空白的6.3m。几年来，公司创下了32个国内第一，共开发研制新产品80多种，有20多种产品达到国际先进水平。近两年，企业自主研制的产品就有两项荣获国家大奖，5m数控卧式车床荣获机床行业最高奖——春燕一等奖；Q1-105数控曲拐专用车床荣获“中国机械工业科学技术奖”一等奖，齐重数控是我国机床行业唯一入围“中国机械工业科学技术奖”的企业。在第十届中国国际机床展览会上公司参展的数控重型曲轴旋风切削加工中心，目前只有德国和日本可以生产，在我国尚属首台，结束了我国现有设备无法加工大型船用曲轴，只能依赖进口的历史，为我国由造船大国向造船强国转变提供了重要保障，为打造国际机床品牌，树立民族机床工业旗帜做出了贡献。

一是依托信息技术，搭建设计平台。近年来，齐重数控十分重视高新技术在机床设计和制造中的应用，把高新技术和技术创新有机地结合起来，带动企业的技术进步。为了推动企业信息化建设，提高设计水平，我们在国内机床行业率先引入ERP计算机资源管理体系，作为推动企业技术创新的基础。同时，公司通过引进美国DELL公司的网络系统、工作站、服务器等先进设备和UG公司的绘图软件，实现了三维实体造型设计，建立了工程图文信息管理系统及3-5轴数控编程软件等计算机系统，产品的开发设计已全部应用CAD、CAPP等先进技术手段，实现了产品开发设计信息化。

二是打破常规，勇于改革。为了满足市场的需求，追求高品位的产品，我们在总结公司多年制造经验的基础上打破旧有产品格局，于2004年，一举废弃企业沿用50多年的原设计图纸，创新开发了具有自主知识产权立、卧两大类机床产品发展的“新型谱”，把整个系列产品设计成不同的技术模块，根据用户的不同需求，选择不同的模块进行组织生产。型谱技术全面提高了自主创新能力和产品技术水平，使企业设计、生产和销售模式全面与世界接轨，为

我国大型金切机床的批量生产和引领市场探索出一条新路。应用新型谱设计，使公司新产品研发周期从过去的几个月甚至一年，缩短到平均7天，主导产品由过去年产300台左右，提高到现在1500多台。

三是调整结构，研发新产品。在当前机床市场竞争十分激烈的形势下，公司始终密切关注市场变化和行业技术发展趋势，保持对技术前沿性、市场前景性的把握，公司产品全面向高速、高精度、复合型、环保化、智能化方向发展。通过自主创新，以形成有效益的系列产品为目标，始终坚持生产一代、设计一代、研制一代、构思一代的原则，牢牢把握世界先进技术潮流，紧贴市场需求，积极开发满足市场需要的新产品，产品结构和规格都取得了突破性进展。在分离式、重载荷、高精度的床身结构设计与制造技术；超重、高精度、高刚度静压导轨的设计与制造技术；工作台恒流静压导轨技术等大量核心技术上实现重大突破。公司在致力于技术创新，培育核心竞争力方面，走出一条“突破、超越、领先”的高成长之路。目前，公司的产品在重型立卧车产品占据绝对优势的情况下，正在全面开拓多品种产业格局，数控重型镗铣床、数控重型曲轴车床、数控不落轮对车床、数控动梁龙门移动式镗铣床、高速铣床等新产品不断问世，而且各项精度指标都达到国际先进水平。

四是抢占先机，大搞技改。自2000年以来，我们领导班子就抢占先机做出重大决策，在机床行业内首家成功调整企业发展战略，抢先一步投入大量资金搞技改，提高了生产制造能力，满足了市场的需求。为了使技术创新成果迅速转化为产品，我们利用自有资金进行了大规模的技术改造，一大批高精尖的重型把关设备陆续投入使用，一些代表国内先进水平的现代化重型生产车间相继建造完成。其中，2007年建造了1万平米的数字化生态机加车间，车间内大部分设备都自主生产，并全部采用现代化生产流程。这些技术改造的成功实施，不但保证了齐重数控所有重大型产品都一次性研制成功，而且各项精度指标都达到或超过了国际先进水平。今年，齐重数控将建设3万m²的现代化车间、1.5万m²的结构件制造车间和4800m²的轴齿加工中心，新车间将全部采用国际最先进的加工设备和生产制造工艺，使齐重数控的大件全部采用生产线和柔性加工单元进行加工，装配采用流水线的方式进行生产，结构件

生产采用标准化的方式，轴齿零件采用高精尖数控设备进行加工，从而带动齐重数控制造工艺水平、产品质量全面达到国际先进水平，切实肩负起了打造国际机床品牌，树立民族机床工业旗帜的历史使命。

三、依靠市场创新，为打造国际机床品牌提供支撑

一个企业若想充满活力，同时又能够可持续长期有序发展，就必须有一个良好的战略选择。齐重数控之所以实现跨越式发展，这与我们经营团队快速战略决策是分不开的。近年来，我们的经营团队凭着对市场的敏锐性和前瞻思维，在企业的关键时刻，做出重大战略调整，蓄积了企业发展实力，为驰骋全球大市场奠定了基础。

一是制定政策，完善体系。为了引领市场，面向市场制定营销战略，积极开拓国内、外两个市场，齐重数控在全国各地建立了销售、维修服务网络，组成了强大的销售队伍，制定了分配向销售一线倾斜的激励政策。公司坚持“为用户服务，对用户负责，让用户满意”的宗旨，开展“服务工程”，逐步完善售后服务体系。同时，还建立了以市场为龙头的生产经营体系，使企业以一个有机的整体参与市场竞争。

二是五年保修，开创先河。按照国际惯例，机床产品的保修期是一年，而我们却对用户做出了五年的承诺。这样做，就是要对用户进行质量承诺，要给市场一个强劲的信号——齐重数控的产品是可以信赖的。五年保修实行后，公司合同额裂变增长，用户都纷纷来公司签订单。实践证明，我们的承诺不但赢得了用户的信赖，也赢来企业的发展。

三是拓宽海外，逐鹿国际市场。齐重数控在保持国内市场高速增长的良好形势下，积极抢占国际市场，从产品研发设计开始，就紧跟国际市场的前沿，快速设计出符合国际市场要求的新产品，同时注重自主研发高尖端产品，来吸引国外客户。目前公司生产的数控重型卧式产品已达到国际当代水平，数控立式车床制造技术水平达到国内领先水平。公司出口额呈现大幅度增长良好势头。公司产品已经出口到美国、日本、欧洲、巴西、韩国等30多个国

家和地区，特别出口到美国、日本的机床均为高档数控产品，“齐一”品牌又一次为民族装备业赢得了骄傲，为打造国际机床品牌，树立民族机床工业旗帜做出了贡献。

四、建立长远愿景目标，为打造国际机床品牌指引航向

愿景是企业为之奋斗希望达到的图景，它概括了企业的未来目标、使命及核心价值。它就像灯塔一样，始终为企业指明前进的方向。缺乏长远愿景目标的企业通常只关注于短期利益和处理危机，就不会有长足的发展。为了振兴民族装备制造业，全面打造民族机床行业的国际品牌，树立民族机床工业旗帜，每一个企业都应该有责任和义务肩负起这一历史重任。

2005年底，齐重数控确立了“三个愿景”的战略目标，经过一年多的不懈努力，把企业建成国际知名、国内一流的重大装备及国防装备保障产业化基地的战略目标已经实现。面对新的竞争态势，为了带动企业向更高层次发展，我们又提出了新时期的“三个愿景”战略目标：我们将以最大的努力和最快的速度，进行自主创新，使企业保持高速可持续发展；以最大的努力和最快的速度，提高经济运行质量，使员工的经济收入达到国际同行业发达国家水平；以最大的努力和最快的速度，在3年时间内，使公司的产品与“济根”（德国）等世界顶级机床制造业企业的产品没有任何差别，把企业打造成国际知名、世界一流的重大装备及国防装备保障产业化基地，带动中国由装备大国向装备强国转变。

尊敬的各位领导、各位来宾，创新是永无止境的，企业创新的动力来自于高瞻远瞩的战略；来自于明确的市场定位和对提高核心竞争力的持续追求；更来自致力于民族装备工业振兴与发展的重任。承载着“打造国际机床品牌，树立民族机床工业旗帜”的光荣与梦想，我们已经站到了一个历史的制高点上，我愿携手与各位业界同仁、各位专家学者一起，尽最大的努力扛起振兴装备制造业的大旗，肩负起振兴民族工业的重任，为我国综合国力的提升和装备制造业的振兴而不懈努力奋斗！

谢谢大家！



一、展会概况

由中国机床工具工业协会主办的第5届中国数控机床展览会（CCMT2008）于2008年4月21-25日在北京中国国际展览中心举行。与中国国际机床展（CIMT）不同，CCMT是中国数控机床展览会，参展商以境内厂商为主。

在展会筹备之初，中国机床工具工业协会先后组织了9个调研组，对中国机床工具行业的发展和重点用户的需求进行了大量的调研。在了解了行业发展最新成果和重点用户需求的基础上，确定了展会的主题为“**展示自主创新成果，推动重大专项实施**”。

CCMT2008展会得到了行业企业和广大用户的大力支持，来自14个国家和地区的728家厂商参展，其中，境内展商653家，占展商总数的89.7%，境外展商75家，占10.3%。展览面积72000m²，占满了国展中心的所有16个展馆。

展出成套产品近900台套，各种机床配套及工具量仪数万件。其中，国产主机展品有800多台套，占展会主机展品的90%以上。这800多台主机展品中，属于大型五轴联动、高精度、高速度的高档数控机床超过百台，而五轴联动数控机床就有41台，其中境外的4台，境内五轴联动数控机床37台，而配国产数控系统的有19台。所以，无论是展会规模，还是展品的数量、品种和技术水平都超过历届CCMT展会。

展会旺盛的观众人气，骄人的商贸效果和展出业绩，说明CCMT2008展会取得了巨大的成功。5天展期，观众达96000多人次，比上届增长62.5%；用户参观、采购团组大幅增加，其中，国内47个用户团组、境外9个采购团组参观考察了展会。CCMT2008展会上的商贸活动十分活跃，成效显著，5天展期的累计成交额11.74亿元，比CCMT2006增长145.6%，其中数控机床成交额11.46亿元，比CCMT2006增长233.4%；出口成交额1.59亿元，比上届增长511.5%。CCMT2008累计意向合同额15.24亿元，比上届增长

37.1%。

本届展会受到各级政府的关注和支持，17个省市的26位领导参加了展会开幕式。4月23日下午，中央政治局常委李长春，政治局委员、国务院副总理张德江和政治局委员、国务委员刘延东在国家发改委、工业和信息化部、教育部、科技部、商务部等有关部委的领导陪同下莅临CCMT2008展会。中国机床工具工业协会总干事长吴柏林，副总干事长王黎明、耿良志和常务副理事长于成廷陪同视察。李长春等中央领导对中国的装备制造业，特别是数控机床产业的发展非常关心。在视察中，李长春等中央领导对机床工业近年来开发的新成果很感兴趣，李长春一再表示，装备制造业，特别是作为工作母机的机床工业，是人类征服客观世界的力量源泉，是振兴其他装备制造业的基础。李长春说，近5年来，中国机床工业发展很快，国产数控机床批量配国产数控系统，成绩很大。可以看出，我国机床工业很有希望。感谢在一线工作的同志们，明年我还要来看你们机床协会的展览会。

国家领导人短暂的视察，殷切的期望，热情的鼓励，给CCMT2008展会增添了光彩，对中国机床行业是一个巨大的鼓舞。

二、CCMT2008展会的主要特点

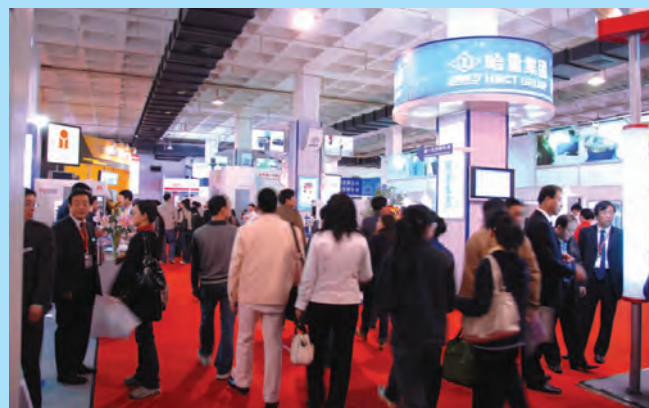
CCMT2008展会是中国机床行业的一大盛会，纵观整个展会，呈现以下主要特点：

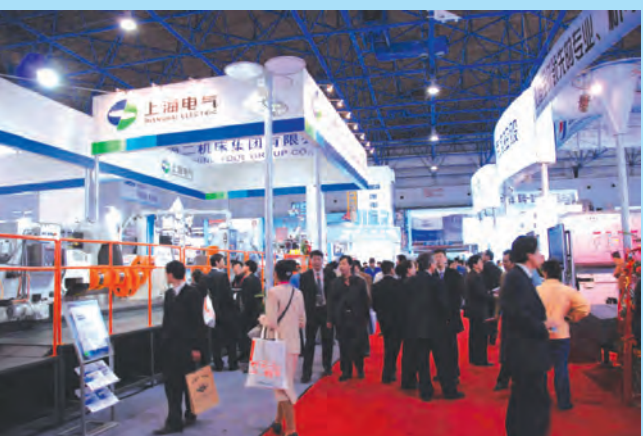
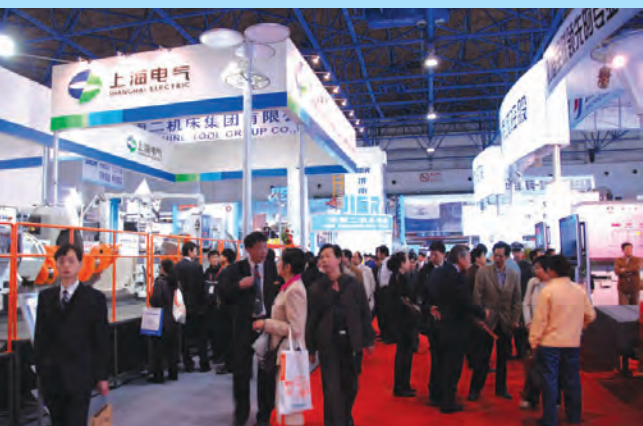
1. 展会主题鲜明，服务目标明确

中国机床工具工业协会根据CCMT2008举办的时代特点和市场需求，确定CCMT2008展会的主题为“展示自主创新成果，推动重大专项实施”。按这个主题要求，展出了一大批国家重点建设项目需要的精品、名品，CCMT2008展会为用户提供考察国产数控机床的方便，为决策采购部门实施采购提供场所。所以，CCMT2008展会的内涵完全超出了一般展会的商贸含义，它为国家实施16个重点振兴领域的专项计划服务的目标很明确。

2. 高层论坛内涵丰富，深刻诠释展会主题

作为CCMT2008展会的一部分，在展会开幕前夕举办“跟踪重点需求，自主创新成果”高层论坛。本次论坛紧贴“展示自主创新成果，推动重大专项实施”的展会主题，是CCMT2008展会的前奏，提前拉开了展会序幕。本次论坛对把CCMT2008展会办成机床工具制造企业和机床主要用户企业交流合作、共谋发展的平台，办成促进企业自主创新的加油站的展会主题内涵作了深层诠释。





3. 行业企业积极参展，体现了展会权威性

CCMT2008展会有650多家境内的主要机床工具企业参展，可谓各路诸侯云集。CCMT2008将是中国机床工具行业的一次大聚会，参展企业之多，展品水平之高，权威性地体现了中国机床工具行业发展的新风貌。

4. 自主创新成果丰硕，代表当代发展趋势

机床工具行业自主创新的新技术、新产品研发取得了重大进展。全行业开发了一批市场急需的新产品，填补了国内空白，缩小了与世界水平的差距。一批高精、高速、高效，一批多坐标、复合、智能型，一批大规格、大吨位、大尺寸的数控机床新产品满足军工和国家重点建设项目的需要。展出了一批近年来开发的国家重点建设项目急需的高档数控机床和大、重型数控机床等创新产品，代表了当代机床技术发展趋势。

5. 高品位数控机床名展，国内外业界高度关注

虽然CCMT2008展会以国内展商为主，但近年来我国机床工业快速发展和一批自主创新成果推向市场，一批高档数控机床展出，引起国内外业界和用户高度关注。CCMT2008展会期间，将有国内外56个采购团组和几十家大用户到展会参观、考察和洽谈业务。展会的商贸活动异常活跃。

6. 产业结构调整见成效，集团化参展呈新亮点

我国机床行业深化改革、兼并重组，涌现了一批有一定实力的企业集团，在CCMT2008展会上将作充分展示。大连机床集团展出48台机床，占满整个4号馆；沈阳机床集团用2500多平米面积展出23台各类机床；江苏新瑞集团以近2000平米展出25台机床；上海电气集团、北京京城控股公司、齐重数控、齐二机床集团，济二机床集团等都大面积展出了大、重型和超重型数控机床。大集团、大展位、大机床呈展会新亮点。

7. 展会配套活动丰富多彩，与行业发展紧密结合

CCMT2008展会的配套活动非常丰富，展前的高层论坛，隆重的开幕式、开幕晚宴和主机展品的"春燕奖"评选表彰及在开幕晚宴上表彰一批优秀会员单位；"国产数控机床应用座谈会"，"海峡两岸机床业界恳谈会"；展会期间还有近40场技术交流活动，等等。活动内容丰富、务实，与行业发展密切结合，使CCMT2008展会成为行业活动的一个平台。□

济南二机床参展CCMT2008喜获成功

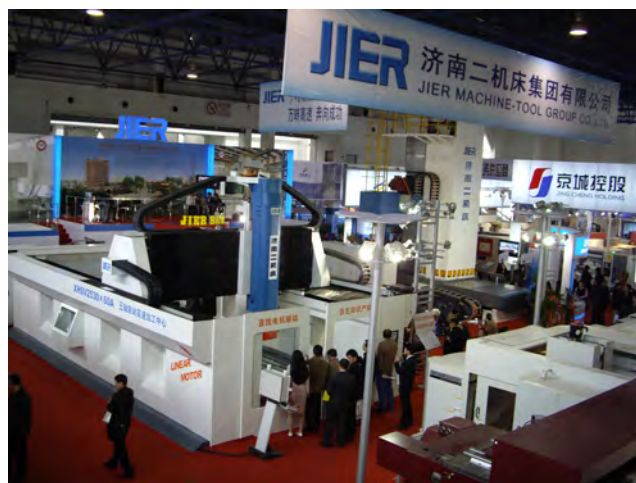
4月25日，第五届中国数控机床展览会（CCMT2008）在北京中国国际展览中心圆满落下帷幕。济南二机床集团推出3台具有自主知识产权、代表国内领先技术、达到世界先进水平的XHSV2525×60高架式五轴联动高速镗铣加工中心、TK6916×120数控落地镗铣床及SV×60机械五轴头参展，受到国内外用户和业内人士的赞誉，成为展会备受瞩目的参展商之一。

21日开幕式上，二机床董事长张志刚作为中国机床工具工业协会轮值理事长为大会剪彩。济南市国资委主任王嘉振应中国机床工具工业协会和二机床集团的邀请参加了开幕式等重要活动。开幕式后，工业和信息化部副部长苗圩、原机械部部长何光远，机床工具工业协会名誉理事长梁训瑄、总干事长吴柏林、常务副理事长于成廷等老领导来到二机床展区，观看了产品演示并认真听取了张志刚董事长的介绍，对展品给予了充分肯定。4月23日下午，中共中央政治局常委李长春，中央政治局委员、国务院副总理张德江，中央政治局委员、国务委员刘延东，在有关部委领导的陪同下莅临CCMT2008，并到二机床展区视察。张志刚董事长向领导们介绍了服务于航天航空行业的参展产品五轴联动数控机床。当李长春看到XHSV2525×60高架式五轴联动高速镗铣加工中心加工出来的奥运福娃图案后，点头称赞说：“JIER的重型机床是有名气的。”

展会期间，二机床展区吸引了众多参观者和客商，许多客商慕名而来，有的更是当场拍板签约。22-25日，现场共签订了5台重型数控机床，2台参展产品XHSV2525×60高架式五轴联动高速镗铣加工中心和TK6916数控落地镗铣床被抢购。上海任博机电设备有限公司一次订购2台XK2130×100大型数控动梁龙门镗铣床，在展会引起不小反响。吴江方顺航空机电设备有限公司订购了1台XK2420×60数控龙门镗铣床。该公司总经理尹建芳说，他们是慕名而来，参加展会就是为了近距离看看JIER的机床。但是本来只想先看看，没打算这么快买。看了现场的展品，又听了企业领导的介绍，感觉到JIER雄厚的实力，便改变

计划当场购买，而且下一步新建加工中心，他们也打算全部使用JIER的设备。

展会期间，济南二机床还荣获了4项“中国机床工具工业协会先进会员企业”称号，分别是“2007年度数控产值先进会员企业”、“2007年度产品销售收入先进会员企业”、“2007年度自主创新先进会员企业”、“2007年度精心创品牌活动先进会员企业”。参展的XHSV2525×60高架式五轴联动高速镗铣加工中心还荣获CCMT2008“国产数控机床春燕奖”。中国机床工具工业协会还在京组织召开“2008年军工行业国产数控机床应用座谈会”，二机床作了典型发言，XK2140A×120数控动梁龙门镗铣床获得中国机床工具协会与和平利用军工技术协会颁发的“国产数控机床优秀合作项目奖”。



CCMT2008是自2000年举办中国数控机床展览会（CCMT）以来，历届中国数控机床展规模最大的一次。本次展览会以“展示自主创新成果、推动重大专项实施”为主题，共吸引了720多家企业参展。其中国内企业650多家，国外企业70多家，参展的整机展品达890多台套，其中国内830多台套，境外50多台。本届展会展示的产品和参展企业都具有广泛的行业代表性，代表了国产数控机床现阶段的最新产品和最高水平，是全面展示国产数控机床最高水平的行业盛会。□

从CCMT2008看国产龙门机床的快速发展

袁国樑

第五届中国数控机床展览会（CCMT2008）于4月21-25日在北京举行。本届展会是我国机床工业正处在黄金发展时期的一次重要展览会，参展的厂家之多，展出的机床之新，展出的面积之大，参观的人气之旺都超过了前四届。由于参展的机床品种亮点较多，本文仅对大型、重型龙门加工中心和数控龙门镗铣床展品进行简要评述。

1 龙门展品，形式多样；大型产品，快速发展

步入展示当今中国数控机床最新成果的殿堂——第五届中国数控机床展览会，给人耳目一新的感觉是大型、重型数控机床展品数量明显增多。由于党中央、国务院的大力支持和相关行业用户的鼎力相助，得以使各行业急需的大型、重型数控机床，进入了快速发展时期，呈现前所未有的好形势。尤其是各种大型、重型龙门加工中心和数控龙门镗

铣床，在本届展会上展出的形式之多、数量之大、水平之高是前四届所不能比拟的。据不完全统计，本届展出龙门加工中心和数控龙门镗铣床20台（表1），展出的机床布局形式多种多样，有工作台移动式；有在我国国内、国际机床展览会上首次亮相的大连机床和江苏新瑞两家参展的交换工作台式；有定梁式；有首次在展会上亮相的沈阳机床和齐二机床两家参展的横梁上下移动的动梁式；有龙门移动式和高架式等多种机床布局形式。应该说，从结构形式上讲，龙门加工中心和数控龙门镗铣床基本上概括了当前国际上的发展趋势，机床性能更贴近用户，基本上满足各行业对大型、重型龙门产品的需求。

2 获奖展品，引人瞩目；自主创新，结构先进

在CCMT2008展会上，由13位行业著名专家组成

表1 参展龙门展品

参展厂商	型号	名称	工作台工作面积	机床特点
大连光洋	LKW-2530	五轴龙门加工中心	2300×5000	五轴联动
大连机床	VX32-60	龙门加工中心	2-2500×6000	三自动交换
大连机床	BK40	桥式龙门加工中心	2500×6000	立卧五面加工
沈阳机床	GMB3080	动龙门动梁镗铣加工中心	3000×8000	动龙门动梁
沈阳机床	GMC2060u	桥式五轴加工中心	2000×6000	五轴联动
江苏新瑞	VM2050P	定梁双交换龙门加工中心	2-2000×5000	交换工作台
江苏新瑞	TK4220/5x-40	定梁五轴龙门数控铣床	2000×4000	五轴联动
江苏新瑞	VM1315	小龙门立式加工中心	1300×1500	
北京一机床	XKAV2420	五轴数控龙门镗铣床	2000×4000	五轴联动
济南二机床	XHSV2530×60	高架式五轴联动镗铣加工中心	3000×6000	五轴联动
齐二机床	XH2130	五轴龙门镗铣加工中心	3000×8000	五轴联动
日发精机	RFMP3022	五轴龙门加工中心	1600×3200	五轴联动
宁波海天	HTM-28Gx42	龙门五面加工中心	2500×4000	五面加工
四川长征	GMC2000H/2	五轴龙门加工中心	2000×4000	五轴联动
汉川机床	XK2420	数控龙门镗铣床	2000×12000	
华东数控	XKW2425×60	定梁数控龙门镗铣床	2500×6000	
江苏巨浪	VMC3230	定梁龙门加工中心	2800×3300	
杭州友佳	FV-2215	龙门加工中心	1400×2000	
山东章丘	XK2915/4-12	定梁数控龙门镗铣床	1000×4000	
桂林机床	XK2930/6	龙门移动式加工中心	3000×6000	

的“春燕奖”评审委员会在中国科学院院士徐性初主任委员带领下，从自主创新、性能优良、质量可靠、造型美观、有良好的市场前景或销售业绩等方面进行评审，龙门加工中心和数控龙门镗铣床类展品共有5家获奖。

(1) VX32-60龙门加工中心(图1)是大连机床集团借鉴日本、德国等著名机床公司的先进技术，自行研制的新产品，首次登场，成为展会的一大亮点。机床布局形式为动梁双交换工作台，可实现自动换刀、自动换附件铣头、自动换工作台，进行五面加工，成为本届龙门展品的佼佼者。交换工作台工作面积2-2500×6000，主电机功率30/37kW，主轴最高转速5000r/min，主轴最大扭矩1440Nm，数控系统采用西门子840D。工作台交换采用油缸同步驱动和链条拖动技术。

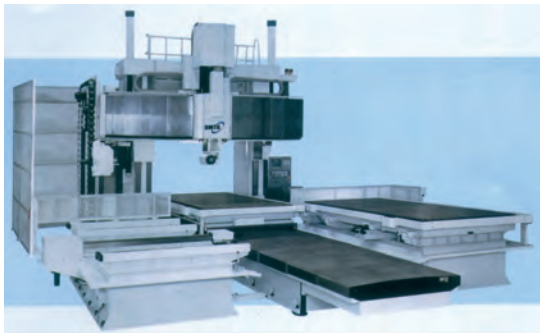


图1 VX32-60龙门加工中心

(2) LKW-2530五轴龙门加工中心(图2)是大连光洋科技工程有限公司消化吸收国内外先进技术，自行研制的新产品，机床布局为工作台移动式，数控系统采用自主开发的光洋GONAGOP800ZH系统，在机床行业内能提供主机和数控系统，尤其是五轴联动系统，在国内尚属首家，展品引人注目。

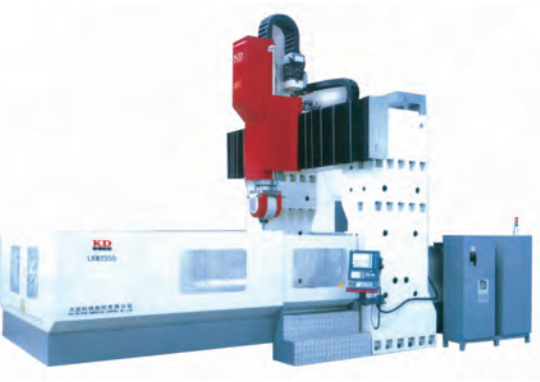


图2 LKW-2530五轴龙门加工中心

(3) GMB3080WM动龙门动梁镗铣加工中心(图3)是沈阳机床股份有限公司自主创新研制的新产品，机床布局形式为动梁、动龙门式，其特点有X向、Y向采用国际先进的齿轮齿条双伺服电机驱动技术，Z向、W向采用国际先进的滚珠丝杠双伺服电机驱动技术，从而消除间隙，使机床运行平稳。尤其是该机床Z向滑枕直线导轨采用过重心的对角线排列，据厂家介绍这种特色结构可承受不同方向的切削力，具有较大的抗扭能力。

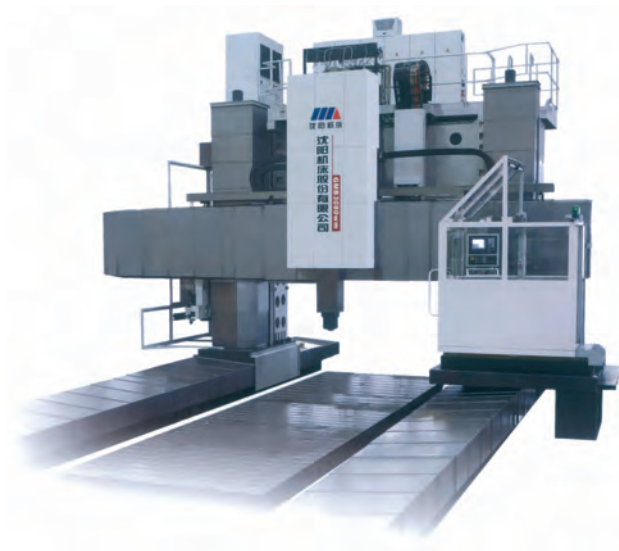


图3 GMB3080WM动龙门动梁镗铣加工中心

(4) XK2130五轴数控动梁龙门镗铣床(图4)是齐二机床集团有限公司自行研制的新产品，机床布局形式为动梁、工作台移动式，移动横梁配五轴双摆角铣头的形式，在国内展会也是首次亮相。机床可自动更换五种不同功能的铣头，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水平导轨，均采用滚珠丝杠和高精度直线导轨。

(5) XHSV2530X60高架式五轴联动镗铣加工中心(图5)是济南二机床集团有限公司在与法国福斯特一里内公司长期合作的基础上，根据国内市场需求，自行研制的高新技术产品，机床布局是工作台为落地式平台，横梁在高架式床身上纵向(X向)移动。其特色有X轴采用西门子IFN3 900最新直线电机直接驱动，并装有制动单元和安全缓冲装置，使机床具有良好的快速响应特性。

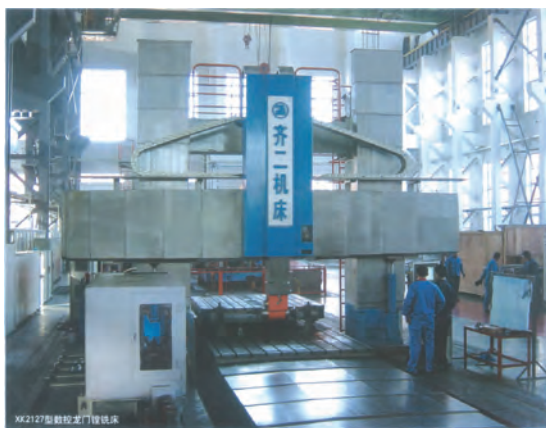


图4 XK2130五轴数控动梁龙门镗铣床



图5 XHSV2530X60高架式五轴联动镗铣加工中心

3 五轴联动，展品增多；整体水平，大有提高

10年前，五轴联动龙门加工中心和数控龙门镗铣床一直是西方“巴统”对华禁运的物资，而多年来，五轴联动龙门类产品又一直是我国航空航天、大型船舶、发电设备、国防军工等行业急需的重要制造设备，所以这也正是机床行业众多著名厂家，认真攻关研制，努力拼搏为之追求的目标。从1999年江苏多棱（原常州机床）带头打破西方封锁，试制成功具有自主知识产权的我国第一台五轴联动数控龙门镗铣床以来，不少厂家引进国内外先进技术，和著名院所合作自主创新，研制出多台形式多样的五轴联动龙门加工中心和数控龙门镗铣床。比较著名的有沈阳机床、大连机床、济南二机、江苏新瑞、

四川长征、桂林机床、北京一机、齐二机床等。在本届展会上，共有8台（家）展品展出，是历届展会展出五轴联动龙门展品台数和参展厂家最多的一届。五轴联动机床关键部件是双摆角铣头和数控系统，在本届展会上，有自主创新研制和原装购置两种形式。

3.1 双摆角铣头

双摆角铣头是机床实现五轴联动的关键部件，在国外生产的五轴联动机床上，主机厂也有自制和购置双摆角铣头两种形式。在本届展会上，济南二机、北京一机、江苏新瑞（原江苏多棱）、齐二机床、大连光洋等5家为认真吸收国内外先进技术，自主创新成功研制的双摆角铣头。而沈阳机床、四川长征、浙江日发等3家，为购置国外著名厂家原装双摆角铣头。其中，济南二机床XHSV2530×60自制的双摆角铣头（图6），其主轴为电主轴，主轴最高转速24000r/min，电主轴最大功率91/40kW，主轴最大扭矩93.2/71.1Nm。北京一机生产的XKAV2420，其自制的双摆角铣头，主轴采用电主轴，主轴最高转速12000r/min，主电机最大功率52KW，主电机最大扭矩150Nm。在几家自制的双摆角铣头中，这两家的铣头无论从技术参数或外观造型，都名列前茅，水平较高。而购置国外原装的，以意大利FID1A公司的双摆角铣头据多，有的厂家也购置德国CYTEC公司的双摆角铣头。



图6 济南二机床自制的双摆角铣头

3.2 数控系统

数控系统被称为五轴联动机床的“大脑”，是关键的关键。由于五轴联动数控系统技术含量高，研制难度较大，国产数控系统的研制厂家较少，可谓刚刚起步。所以，能用国产数控系统实现龙门加工

中心和数控龙门镗铣床的五轴联动, 厂家更是凤毛麟角。据有关资料介绍, 只有桂林机床生产过五轴数控龙门镗铣床采用武汉华中数控系统, 实现全国产化的五轴联动。在本届展会上, 大连光洋生产的LKW-2530五轴龙门加工中心, 配置自己开发的光洋GONAGOP800ZH系统实现五轴联动, 又是一个重大突破获, 为此, 荣获“春燕奖”。

江苏新瑞生产的TK4220/5X-40定梁五轴龙门数控铣床, 配置南京四开数控系统, 被中国机床工具工业协会在CCMT2008上, 授予“应用国产数控系统, 自主创新数控机床精品”奖牌。而更多的生产五轴联动龙门加工中心和数控龙门镗铣床的厂家, 选用德国西门子840D数控系统, 也有厂家选用意大利菲迪亚数控系统。

4 突出特色, 开发产品; 结合市场, 服务用户

2008年振兴装备制造业16个重大专项将相继实施, 这些重大专项的振兴, 都离不开国产数控机床的支持。所以, 根据16个重大专项的目标和实施细则, 认真研究市场和用户, 研究用户典型零件和加工工艺, 努力开发适销对路的具有特色的中、高档国产数控机床, 是当前行业企业义不容辞的责任。据有关资料介绍, 北京一机与重船公司原计划作为CCMT2008展会的配套活动之一, 在展会期间签订一个标志性合同, 金额1亿元, 产品是一台工作台宽10m的超重型五轴联动数控龙门镗铣床, 在国内属于首台首套, 在国际上也是前所未有的。这台让中国机床工具工业协会吴柏林总干事长为之动心的亿元合同, 虽然因故推迟, 但该项目已经基本敲定。说明北京一机已经具备了生产这种超重型、技术含量高的特色产品的能力。翻阅历史, 北京一机已经有50多年生产龙门铣床的经验, 与世界上生产数控龙门镗铣床顶尖级的企业德国瓦德里希·科堡技术合作也有20多年的历史, 2005年又全资收购了科堡公司。近年来, 北京一机的有关人员深入电力行业的大型汽轮机制造厂和船舶工业的大型船用柴油机制造厂, 研究分析用户典型零件的关键加工工艺, 提出了切实可行的方案, 并得到用户的认可。北京一机已经生产多台具有自主知识产权的各种重型、超重型龙门加工中心和数控龙门镗铣床的特色产品, 受到用

户好评。

进入21世纪, 沈阳机床开始生产龙门加工中心和数控龙门镗铣床, 虽然起步较晚, 但发展很快。近几年, 工厂的技术领导几次带队深入航空、航天工厂, 研究分析用户的生产现状和设备需求, 开发出具有自主知识产权的带A、B轴和A、C轴双摆角铣头的五轴联动龙门加工中心和数控龙门镗铣床, 并进入小批量生产, 为我国航空工业用户热情服务。

济二机床、江苏新瑞等厂家也几次深入用户, 生产的五轴联动机床为航空工业服务。

在本届展会上, 四川长征参展的GMC2000H/2五轴联动横梁移动龙门加工中心(图7), 机床布局为工作台落地平台, 横梁在高架式床身上纵向移动, 现场配置的德国CYTEC公司双摆角铣头, 正加工一件形状较复杂的编织机用的平面凸轮零件, 给纺织行业的用户一目了然的效果, 突出了机床特色。该类产品已出口美国3台。



图7 GMC2000H/2五轴联动横梁移动龙门加工中心

5 结语

总之, 在第五届中国数控机床展览会上, 展出的龙门加工中心和数控龙门镗铣床, 给人耳目一新的感觉。这说明国产数控龙门式机床进入了快速发展期。展品从品种和性能, 从内在和外观质量, 都有较大提高, 明显缩短了与国外著名厂家同类产品的差距。但在关键技术、关键部件和整机可靠性方面与国外名牌产品还有较大差距。当前, 我们应当紧紧抓住这千载难逢的机遇, 努力拼搏, 开发特色产品, 提高水平, 缩短差距, 为国家16个重点专项计划的实施保驾护航, 贡献行业力量。 □

九轴六联动首次展出，强力型面磨削随型 抛光整合国际首创

在CCMT2008展览会上，由武汉华中数控股份有限公司、北京胜为弘技数控装备有限公司和德阳东汽工模具有限产、学、研、用联合研制的，专门针对大型叶片精加工开发的多轴联动高端数控机床TX-6九轴六联动数控砂带磨床吸引了观众的目光。这是我国国内第一台公开展出的九轴六联动数控砂带磨床，具有强力型面磨削和随型抛光两种功能，技术上尚属国际首创。

1. TX-6数控砂带磨削抛光机床

TX-6九轴六联动数控砂带磨床主要用于大型汽轮机叶片磨削抛光、核电叶片磨削抛光、大型燃汽轮机压气机叶片加工、涡轮风扇发动机风扇叶片加工、机载外挂装置型面磨削抛光、随型磨削装置可移植磨削风力发电桨叶型面等。机床配置华中世纪星九轴六联动系统，采用砂带磨削方式，A、B、C三个回转轴与X、Y、Z（可横向磨削与旋转磨削）三个直线轴六联动插补加工，拥有从硬件结构、控制系统到专用编程后处理软件的完全自主知识产权。



九轴六坐标联动数控TX-6数控砂带磨削抛光机床

2. TX-6数控砂带磨问世秘密

2007年初，现北京胜为弘技总经理刘树生在视网膜治疗恢复期间，偶然的的机会，和来电问候的从



科技部戴国强副司长听取机床工作汇报

事叶片制造的客户谈到了目前大型叶片加工靠手工打磨的问题，尤其是核电机组任务很重，传统手工打磨抛光已经越来越不满足使用要求，动平衡不好、精度低、影响气流、影响发电效率等，而国内还没有类似的加工机床，国外又对中国实行技术封锁，限制出口中国，这引起了刘树生研究这个问题的兴趣！

静下心来思考，刘树生觉得国内应该有这个能力解决这个技术。从资源上看，所需无外乎是适应加工对象特点的机械结构、控制技术、软件技术。以他对叶片加工工艺方法、特点的理解和多年机床行业的经验看，机械结构有难度但不是不能完成；数控系统采用国外高档系统应该问题不大，但要做就做自主知识产权的国产精品，只能选择国内数控行业领头羊——华中数控；软件技术要紧密结合工艺特点，这不是机床厂也不是系统厂商所擅长的，只有选择软件开发和编程能力强的东方汽轮机有限公司合作。思路清楚了，事情也就好开始了。2007年四月初，华中数控董事长陈吉红到北京开会时，两人用了不到一小时的讨论就一拍即合，决心把项目搞成！

五一期间，陈吉红和刘树生两人在武汉又深入地探讨了项目的实施问题，并对可能的难点做了定

性的评估,形成思想认识上的一致;在此基础上与东方汽轮机有限公司沟通,邀请其作为用户方共同开展项目。对此请求,东方汽轮机有限公司给予了积极的支持,本身东方汽轮机有限公司也是一贯支持民族工业、坚持自主创新的企业典范。由于这是一个有相当水平和难度的重大课题,加之三方都是务实稳健的工作风格,项目在保密的状态下开始了外松内紧的实质性工作,并且前期进展比较顺利!

随着项目开展的深入,所面对的问题也开始多起来,甚至到了刘树生和陈吉红等都开始怀疑项目的研发周期了,甚至几乎动摇了开始的念头,正如陈吉红所说的:“企业担当起相应的社会责任是理所当然的,但是你要要有腰杆去撑啊,比如一些数控编程方面,直接走是走不通的,只有先绕过这个问题,解决了其他问题才有可能,这不是常规的解决方法,是华中数控所没有面临过的。”这个项目的难度正如华中数控总经理、华中科技大学博士向华所说:“我们这个项目要坚持到底,可以有机床、控制和应用软件等方面的五个以上的项目,至少可以培养四五个博士生和更多的硕士生出来!”

刘树生在思考,他深信以现有华中系统的功能和性能完成多轴联动的数控整机是可以实现的,但问题在于怎样加工、编程,而在此之前进行的磨削曲面加工试验中包括东方汽轮机有限公司技术人员也没有很好的解决方案,因为目前还没有支持六坐标联动的软件。此前的实验都是明知非要六坐标联动不可,但抱着侥幸心理试图用五轴编程方法来解决砂带磨削编程问题,看来项目成功的关键是必须解决六坐标联动的编程方法问题。关键时刻,东汽工模具公司的钟工提出了一种解决第六轴矢量的方法,但这种方法需要进行二次开发,需要对数学和CAM都有良好的基础。经过和陈吉红讨论,任务落到了华中数控杨建中博士和他的学生杜鹏飞身上。正确的方法加上师生二人的聪明才智和钻研精神,不到一周,一个“看上去很美”的矢量分析模型就做出来了,接着刀路文件也可以描述出来了,但随之新的问题又出现了——如何后处理成机床的指令代码?又一次!钟工创造性地编写了后处理软件,创造性地解决了问题。剩下的就是等待整机的调试、试加工了。也许上天确实垂青这些勤奋的人,在后来的试加工中一次就成功了。拥有自主知识产权的软硬件技术、控制系统的六坐标联动的数控砂带磨床取得了成功!

可以说,是三个公司振兴民族数控的激情和低调务实的态度、毫无保留的合作、相互的信任和发挥各自优势,最终把这个项目坚持了下来,最终完成了看上去不可能的任务,让这台TX-6展现在我们面前。这期间,项目组成员从未动摇,不急不躁、冷静而低调地去解决一个接着一个的问题是项目成功的另一关键;即便是展会的成功,激动之余,“做了一件有意义的事”还是他们面对赞扬的回答。

目前,该项目还未直接面对市场,机床还在改进中,预计半年到一年时间里能够在大型汽轮机叶片加工中得到应用。

3. TX-6数控砂带磨问世意义

“TX-6数控砂带磨项目的意义不只在于它的强力型面磨削和随型抛光两种功能结合而填补了国际空白,不只在于九轴控制六轴联动技术填补了国内空白,更大的意义在于这个项目带出了一大堆可以研发而又在未来中国装备制造业发展所不得不解决的课题。它让我们实验过程中发现了以前我们想都没想到的问题,让我们在这个项目的研发过程中拥有了一些我们可以推广应用的核心技术,目前我们已经申请了七八项专利技术,而且还会更多!”刘树生兴奋的谈到。

TX-6数控砂带磨不仅对未来有着极大的意义,目前市场需求也非常巨大。从数控砂带磨床的应用对象分析,由于国家对能源的需求导致大规模的核电项目建设,而目前国内的装备能力只能满足2套100万千瓦/年的产能(发改委计划50套/10年),并且叶片全部是手工打磨,效率低、精度差,远远不能满足节能降耗要求。现有的60万、30万机组也全部是手工打磨大叶片,表面质量差已经影响发电效能,亟需提高。大型燃气轮机压气机叶片宽而薄容易变形,也需要磨削抛光,其对专用设备的需求亦随大型船舶尤其是作战船舶的需求猛增。大飞机风扇叶片和压气机叶片宽而薄也是铣削加工的难点,需要靠数控砂带磨解决,其设备需求不在少数。其他机载外挂装置气动外形的打磨技术要求日益提高也会使得数控砂带磨的需求有所增加。因此,预计未来10年市场对六坐标数控砂带磨得需求保守估计会有50台—100台。市场对此类设备需求量将日益增长,而国外对此类设备一直对中国进行封锁限制。

中国机床工具工业协会数控系统分会

数控齿轮加工机床CCMT2008绽放异彩

CNC Gear Machine Tools Viewed from CCMT2008

王红利

(陕西秦川机械发展股份有限公司技术研究院)

第五届中国数控机床展览会(CCMT2008)于2008年4月21-25日在北京中国国际展览中心隆重举行。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,展示了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为国内数控机床搭建一个新产品、新技术展示和交流的平台,为机床制造商和采购商营造了一个进行技术交流、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。

CCMT是中国数控机床发展的风向标和晴雨表。CCMT2008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,集中展示了我国机床行业近年来自主创新成果。从参展的展品分析,数控机床是展会的主角,90%以上的展品是数控机床。此次展会还举办了各类技术讲座39场。

CCMT2008展会面积达到了7.2万平方米,共有720多家企业参展,其中,国内参展商约650多家,境外参展商约70多家,参展的整机展品达890多台套。

以下将详细介绍此次展览会上展出的数控齿轮加工机床。

一、磨齿机

由于硬齿面齿轮广泛应用,以及高速、高性能

要求的齿轮日益增多,因此要求磨齿加工,在效率和质量上都要提高。加之有些产业对齿轮质量的要求很高,有的产业需要实现特殊的齿形,例如,重卡车工业、航空工程以及用于发电、变电的减速器工业,都依靠磨削去做齿轮精加工。

本届展览会上有多家公司展出了磨齿机。这些机床适用范围广,可满足轿车、汽车、煤炭、冶金、石油、船舶、矿山等行业圆柱齿轮、螺旋锥齿轮、准双曲面齿轮等的高效、精密磨削加工。国内磨齿机制造商近年来在提高磨齿机效率、精度、性能、自动化程度等方面下了不少功夫,这些磨齿机正向全数控化、高精度化、高效率、高速化、自动化、功能复合化、绿色环保等方面发展,在砂轮修整技术上进行了创新,提高了机床的加工效率及精度保持性。机床结构简单合理,操作日趋简捷方便、可靠,另外加工成本降低也是该领域追求的目标。

陕西秦川机械发展股份有限公司展出的YK7236B高精度高效率数控蜗杆砂轮磨齿机(图1),是该公司专门为轿车行业研制开发的新一代磨齿机。该机床是在原有成熟并热销的YK7236A磨齿机基础上,在提高机床自动化程度和加工效率方面作了重大改



图1 YK7236B数控蜗杆砂轮磨齿机

进,经国内著名汽车齿轮厂使用验证,把磨削常规轿车齿轮的时间缩短到3min,适应了轿车行业对多齿数、小模数汽车变速齿轮的精密、大批量磨削要求,将为我国轿车工业的快速发展提供大量精密、高效的磨齿机。

该机床具有多头砂轮磨削、三轴数控砂轮全自动修整循环、磨削状态与修整状态的自动转换、连续位移磨削、手动/自动磨削循环、软件电子齿轮箱(EGB)、齿形和齿向修形等功能。工件最大外径360mm,最小根径20mm,模数1~6mm,齿数12~260,压力角(采用标准滚轮)15°~23°,螺旋角 $\pm 45^\circ$,齿宽(最大直齿轮)190mm,工件最大重量(含夹具)60kg,头尾架顶尖距180~420mm,砂轮中心至工件顶尖中心距离155~440mm,砂轮规格 $\phi 350 \times \phi 160 \times 104\text{mm}$,砂轮主轴转速:磨削时1000~1900r/min,修整时60r/min。

台湾陆联精密股份有限公司展出的LFG-2540 CNC齿轮成形磨床是该公司运用累积多年发展齿轮刀具加工设备的专业技术,及结合最新科技产品,以PC Based控制器结合个人电脑,搭配直线电机与直驱电机的特性,所研发出高精度的多功能磨床。该机床的一个特点是,工件主轴(A)采用电主轴,工件横向移动轴(Z)采用直线电机驱动(图2),减少了中间环节的误差积累,提高了机床的响应速度。

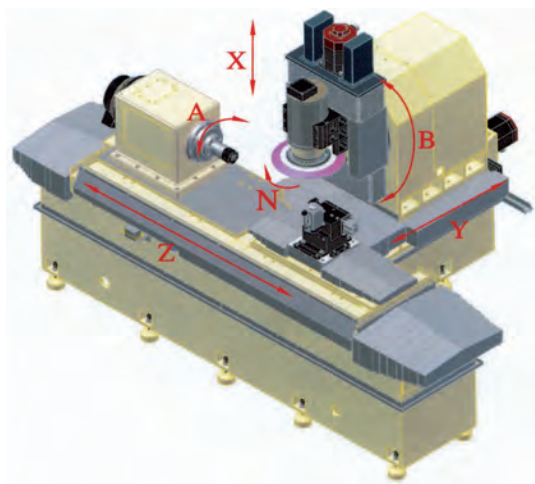


图2 LFG-2540 CNC齿轮成形磨床结构图

南京山能机电工程有限公司展出的SN-320G数控成形砂轮磨齿机(图3)是一种适用于高精度齿轮批量磨削加工的精密数控机床,其加工原理为成形法磨削,即将砂轮轴截面截形修整为与齿轮齿槽相对

应的截面,进行成形磨削加工。该机床除了磨削渐开线齿轮之外,还可以磨削各种截形的塞规、花键拉刀、滚压轮、高精度花键轴等。

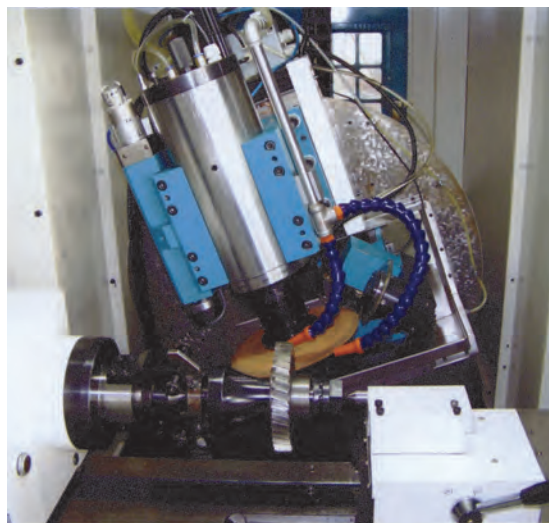


图3 SN-320G数控成形砂轮磨齿机

该机床采用了独立的数控砂轮修整器修整砂轮,无需共用机床的加工进给轴,提高了机床的加工效率及精度保持性;配置了自动对齿装置,既降低了操作者的劳动强度,又可提高生产效率。工件分度主轴选用高精度滚子轴承。刚性好、承载力大;全闭环的螺旋角分度头保证了砂轮螺旋角的精确定位,消除了其对齿形误差的影响。

该机床的砂轮修整技术(图4)很独特。数控砂轮修整器采用全闭环控制,三轴联动,降低了金刚滚轮形状误差对齿形误差的影响,极大地提高了金

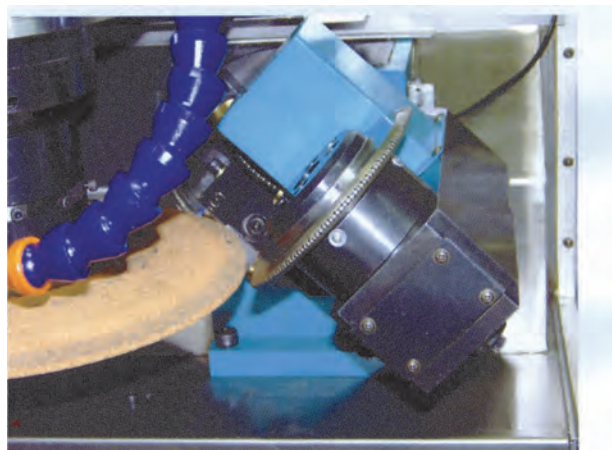


图4 砂轮修整

刚滚轮使用寿命,节约了用户的成本。采用单片碟形金刚石滚轮修整砂轮,在修整工具不干涉的前提下,180°范围内可实现任意曲线截形的修整。界面友好的自动编程软件,可实现渐开线、矩形、三角等多种截形的参数化编程。

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(图5)是一台七轴五联动数控磨齿机,可以磨削展成法加工最大 $\Phi 1000\text{mm}$ 的弧齿锥齿轮(含圆弧等高齿)和准双曲面齿轮,特别适用于煤炭、冶金、石油、船舶、矿山等行业较大模数螺旋锥齿轮的高效精密磨削加工。该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,减少了环境污染。在环境温度 $+5^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ 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 $R_a 0.8\mu\text{m}$ 。最大工件模数25mm,最大全齿深39mm,最大齿宽130mm,加工齿数5~200。



图5 YK20100全数控螺旋锥齿轮磨齿机

二、铣齿机

这次展会上,除了湖南中大创远、天津一机床、天津精诚展出了各自的铣齿机外,齐重也展出了一台数控立式铣齿机,开始涉足齿轮加工机床。本次展出的铣齿机总的特点是柔性强、适用性广、效率高、噪声低、绿色环保,运行安全可靠,既能满足多种小批量产品的试制生产,又可适应大批量生产需要。国内铣齿机制造商以铣齿机软件开发及加工技术创新为突破口,开发出适用于汽车、工程机械、军工、煤炭、冶金、石油、船舶、矿山、摩托车、

拖拉机、造船、风力发电设备加工的高效铣齿机,在生产效率、精度等方面有了显著的提高,同时还体现了环保和安全意识,如将机床护罩设计成全封闭式。

湖南中大创远数控装备有限公司展出的YK22100全数控螺旋锥齿轮铣齿机(图6)是一台六轴五联动数控铣齿机,可以用展成法加工最大 $\Phi 1000\text{mm}$ 的弧齿锥齿轮(含圆弧等高齿)和准双曲面齿轮,适用于煤炭、冶金、石油、船舶、矿山等行业较大模数螺旋锥齿轮的高效精密铣削加工。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 $+5^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ 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级精度的各项技术指标,齿面粗糙度为 $R_a 3.2\mu\text{m}$ 。



图6 YK22100全数控螺旋锥齿轮铣齿机

齐重数控装备股份有限公司展出的BVGM315 $\times$ 5/20Q-NC数控立式铣齿机(图7)采用了当代先进技术,利用CAD先进的设计方法进行设计,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。该机床适用于高速钢及硬质合金刀具对齿形铣削加工,机床整机采用全封闭防护罩,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,工作台旋转采用海德汉圆光栅精确检测分度。机床适用于大规格齿轮毛坯齿形铣削加工。机床采用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,其加工效率是常规加工方法的8倍。

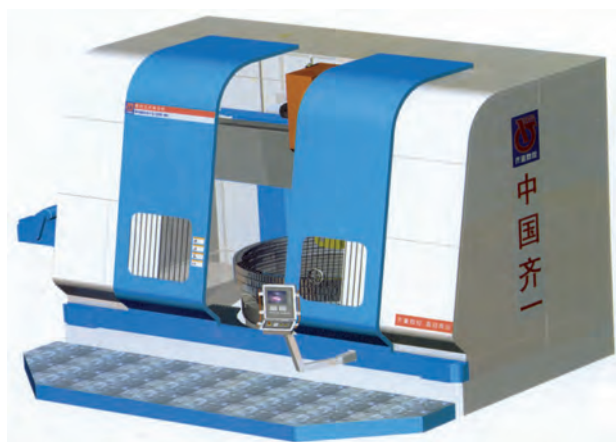


图7 BVGM315x5/20Q-NC数控立式铣齿机

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，X轴行程-1000~1880mm，Z轴行程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，加工一个风力发电机的偏航大齿圈平均仅用3h。

天津第一机床总厂展出的YK2275六轴数控铣齿机（图8）是一台具有六轴控制功能，可实现弧线齿加工和摆线齿加工的数控螺旋锥齿轮铣齿机。基于齿面创成原理及应用软件，实现螺旋锥齿轮具有最佳接触传动质量的运动控制与刀具参数计算。通过人机界面与调整计算卡管理软件，实现机床参数与刀具参数的输入、修改，完成坐标运动轨迹的控制。

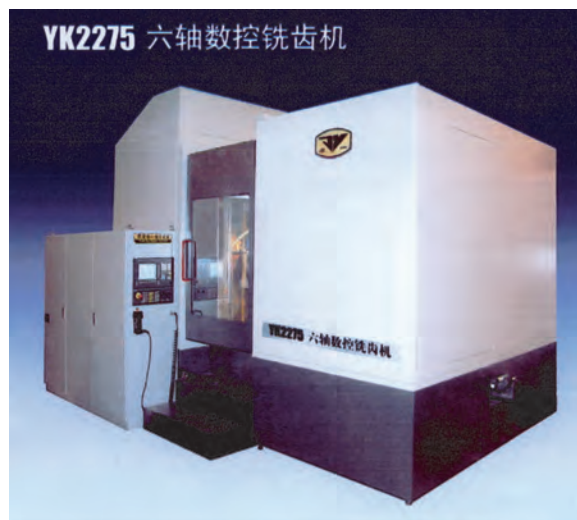


图8 YK2275六轴数控铣齿机

采用多种加工方法切削出优质、高效、能达到稳定6级精度GB/T11365-89)的齿轮。机床结构布局合理，动力传动系统具有高刚性，高稳定性，高可靠性。该机床的软件包丰富，与齿轮测量中心配合，可实现接触区闭环修正的反调功能，因此特别适合汽车、工程机械、军工等行业使用。

最大加工直径762mm（采用18"刀盘，加工螺旋角35°，最大传动比5:1时），最大传动比10:1，最大加工全齿深32mm，最大加工齿宽116mm，各轴行程范围：X轴为-350~305mm，Y轴为-350~305mm，Z轴为-25~635mm，B轴为-5°~90°，A轴为360°，C轴为360°。机床中心至工件主轴端面距离228.6mm，工件主轴孔大端直径150mm，工件主轴锥度1:20。

天津第一机床总厂还展出了一台三轴联动数控弧齿锥齿轮铣齿机YK2232。

天津市精诚机床制造有限公司展出的YH20603G数控小模数弧齿锥齿轮加工自动线（图9）适用于电动工具、仪表、缝纫机等行业大批量生产小模数弧齿锥齿轮。由两台YH603G数控弧齿锥齿轮铣齿机，一套直角坐标轴上下料机械手和振动上料装置组成。生产节拍按用户提供的零件生产纲领专门设计。该生产线按工艺要求的切削参数调整完成后，即可进入无人操作的自动化生产程序。并设有生产管理功能，可由用户设定零件加工节拍、质量抽查频次、换刀次数及毛坯料斗加料预告完成零件自动加工。同时，生产线设有多项安全保护措施。



图9 YH20603G数控小模数弧齿锥齿轮加工自动线

机械手技术参数：伺服轴X行程3200mm，功率750kW，Y行程310mm，功率400kW，Z行程650mm，功率400kW。退回轴：立卧，气动回转头转角90°，生产线外形（长×宽×高）5000mm×3200mm×3500mm。

天津精诚还展出了2台自行研制、由数控系统直接控制的四轴数控机床数控弧齿锥齿轮铣齿机H604、YH605，以及用YH6016型重型数控弧齿锥齿轮铣齿机切削出来的 $\phi 1540\text{mm} \times M16.5\text{mm}$ 大型弧齿锥齿轮实物。

三、滚齿机

本届展会展出的滚齿机反映了滚齿加工技术正朝着全数控、零传动、高速、高精度、环保化、集成化方向发展。滚齿机采用干切削工艺，不仅缩短了加工时间，提高了机床的加工能力，而且可降低单件的加工费用，因此采用干切削可以获得很好的技术经济效益，避免了油液和冷却液污染空气和环境，符合环保要求。对于模数不大的中小规格齿轮，由于高性能滚齿机的开发，加上刀具材料的改善，滚齿效率有了显著提高，滚刀轴与工件轴所具有的高速度，使滚齿机具备了可采用最先进刀具的功能，并可进行强力高效滚削加工。适用于汽车、摩托车、工程机械、船用减速箱、重型汽车、电梯、石油、矿山、冶金机械、轻工、纺织机械等行业。

普什宁江机床有限公司展出的YKJ3610数控高效卧式滚齿机（图10）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。

机床最大加工直径100mm，最大加工模数2.5mm（精密加工1.5mm），加工齿数范围4~320，最大滚刀直径63mm，滚刀转速400~2000r/min，X、Z轴的分辨率0.001mm，滚刀架可转动角 $\pm 50^\circ$ 。

重庆机床集团展出的Y31125CNC6数控滚齿机（图11）主要用于工程机械、船用减速箱、重型汽车、电梯等行业的齿轮加工需求。按展成法原理加工圆柱直齿轮、斜齿轮（轴齿轮、盘齿轮）、蜗轮等。还能采用单分度方式铣直槽或螺旋槽。Y31125CNC6为六轴控制，一个主轴，五个伺服轴，四轴联动；以电子链完成切齿时的分齿运动，差动补偿，进给补偿；以精练、精干的设计思想，采用最短的传动链及可靠的传动方式，实现机床紧凑、高效、可靠的特点；机床装刀直径、窜刀行程、刀架刚性等方面达到国外同类机床水平。



图10 YKJ3610数控高效卧式滚齿机



图11 Y31125CNC6数控滚齿机

最大工件直径1250mm，最大工件模数16mm，加工齿数范围4~1000，主轴最高转速275r/min，工作台最高转速24r/min，滚刀刀架最大回转角 $\pm 45^\circ$ ，最大滚刀直径×长度220mm×260mm。

重庆机床集团展出的另一台YS3118CNC5五轴数控高速滚齿机(图12)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。该机床自动化程度高,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。机床液压系统,润滑系统、冷却完全独立,适合批量切削加工。按数控滚齿机精度Q/CB0053-2000规范,机床作精加工精度可达GB10095-2001齿轮精度标准的7级,可满足汽车、摩托车行业大批量齿轮加工的需要。



图12 YS3118CNC5五轴数控高速滚齿机

最大工件直径180mm,最大工件模数4mm,主轴最高转速1000r/min,工作台最高转速200r/min,工作台面直径195mm,滑板行程285mm。

浙江嘉力宝机械有限公司展出的YK3120CNC6六轴数控滚齿机(图13)能加工直齿/斜齿圆柱齿轮、花键、鼓形齿轮、小锥度齿轮、蜗轮等,采用西门子/三菱数控系统及伺服驱动,机床工作可靠,操作简单,高刚性、高速度、强力滚削、高效率、高精度,可采用顺铣或逆铣,轴向切入或径向切入方式加工,一次或多次方框循环,自动化工作,滚刀自

动轴向移位,最适合汽车齿轮的滚齿,适用于汽车、农机、减速机、链轮等行业。



图13 YK3120CNC6六轴数控滚齿机

最大工件直径200mm,最大工件模数6mm,工件齿数6~60,主轴转速80~600r/min,轴向进给速度2~50mm/min,径向进给速度1~20mm/min,最大装刀直径×长度140mm×180mm。

浙江嘉力宝机械有限公司另外还展出了YK3150CNC2数控滚齿机,可用于直齿/斜齿圆柱齿轮、花键,特殊性能是滚切鼓形齿轮、锥度齿轮的加工。

浙江佳雪数控机床有限公司展出了1台高效精密数控滚齿机Y3112CNC(图14)和1台高速干湿切数控卧式滚齿机YGS3610CNC(图15),用于加工模数



图14 Y3112CNC型高效精密数控滚齿机



图15 YGS3610CNC高速干湿切数控卧式滚齿机

2.5mm以下的圆柱直齿轮、斜齿轮、双鼓齿轮、锥形齿轮和蜗轮。加工精度为6级 (GB10095-88), 齿面粗糙度为 $R_a 1.6\mu\text{m}$ 以下。机床自动化程度高, 切削线速度可达 $200\text{m}/\text{min}$, 非常适合仪器仪表制造业、电动工具行业、微型减速机行业、摩托车行业及国防军工企业的小模数齿轮加工。佳雪公司还开发了零件加工程序, 用户只要输入加工件的齿数、模数、螺旋角3个参数, 机床就能自动完成零件的加工, 操作极为简便。

营口冠华机床有限公司展出的YB3120K高效滚齿机 (图16) 具有良好的刚性和极小的热变形, 能承受高负荷强力和高速切削。当采用涂层滚刀, 其切削速度可达 $120\text{m}/\text{min}$ 。一次方框自动循环功能, 便

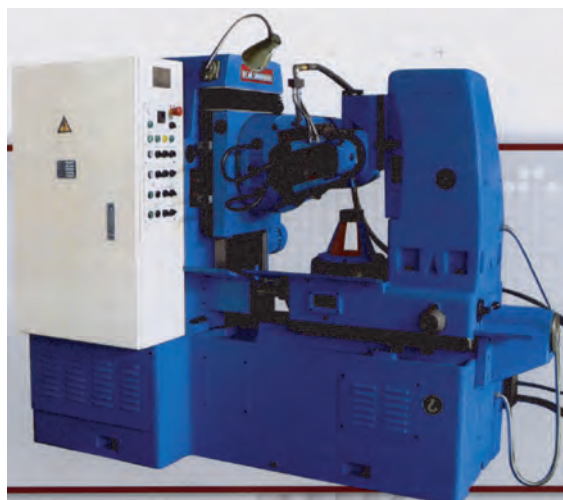


图16 YB3120K高效滚齿机

于批量加工和多机床管理, 大大提高生产效率。自动窜刀功能, 利于刀具合理磨损, 提高刀具使用寿命。调整操作方便, 具有自动停车机构及可靠的安全装置和自动润滑系统。

最大工件直径 200mm , 最大工件模数 6mm , 工件螺旋角 $\pm 45^\circ$ 。滚刀最大直径 140mm , 滚刀最大轴向窜动量 55mm , 滚刀主轴转速/级数 $86\sim 330\text{rpm}/7$, 工作台面直径/孔径 $330/65\text{mm}$ 。

四、插齿机

插齿工艺的变化可能主要在于新型结构使得插齿冲程速度更高, 机床数控化从而使机床功能得到扩展, 加工效率更高, 例如增加刀架提拉机构, 使得插齿机特别适合加工深孔内齿, 同时大幅提升了加工双联齿轮及加工不同齿厚的内、外齿轮的生产效率。另外, 数控化使插齿方法更灵活, 可任选圆周进给速度和径向进给速度并使之任意组合。适用于汽车、航空、机床、仪表、拖拉机等行业。

本次展会上, 天津一机床、南京二机床、营口冠华和宜昌长机科技等公司都有插齿机展出。

天津第一机床总厂展出的YKW5132七轴数控插齿机 (图17) 可实现七轴数控, 即刀轴回转、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、刀轴冲程速度的调整, 切齿、让刀及调整均实现自动控制, 具有刀具快换功能和斜向让刀功能, 使加工的柔性化得以扩展。机床特别适用于汽车、航空、机床、仪表等行业高自动化生产

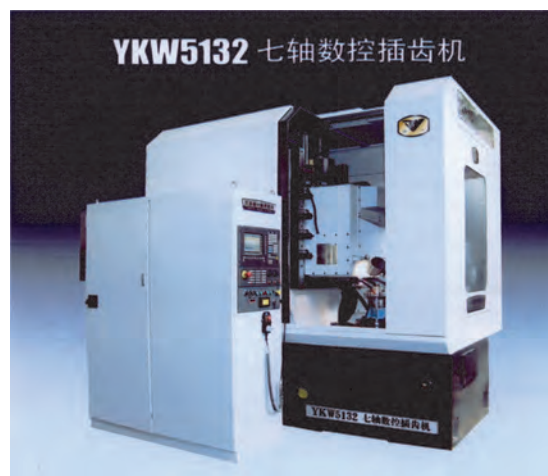


图17 YKW5132七轴数控插齿机

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。机床还可根据用户需要增加立柱翻转机构（加工锥度齿）和自动上、下料装置（特殊订货）。机床采用西门子公司生产的840D数控系统。

最大加工直径：内齿320mm，外齿320mm，最大加工模数8mm，最大加工齿宽70mm，插齿刀最大冲程长度85mm，插齿刀每分钟冲程数（无级）120~1000，插齿刀圆周进给量0.02~2.5mm/冲程，插齿刀径向进给量0.01~0.1mm/冲程，插齿刀安装面到工作台端面距离285~485mm，插齿刀轴线到工作台轴线间距离-110~250mm，工作台台面直径360mm，工作台中心孔径125mm，刀架滑板行程200mm。

天津第一机床总厂还展出了1台YK5612数控扇形齿轮插齿机（图18）。该机床为立柱径向进给的三轴数控新型扇形齿轮插齿机，特别适用于汽车转向器制造行业定速比、变速比及鼓形齿、扇形齿轮大批量加工。机床采用纵向布局，床身、立柱、刀架、工作台均具有良好的结构及传动刚性，保证机床的高精度、高可靠性和低噪音。主运动采用变频电机无级变速控制的高刚性滑枕往复运动结构，滑枕每分钟冲程数可通过数控系统编程控制，并可实现自动转换。刀具采用梳刀形式。机床采用最佳曲线的双滚子凸轮让刀机构，可实现准确、稳定、低噪音的让刀运动。采用立柱倾斜机构，实现高刚性锥度

齿加工。配置德国西门子公司数控系统和伺服系统，实现工作台回转，工作台切向进给和立柱径向进给的控制。

最大加工直径120mm，最大加工模数12mm，最大加工齿宽80mm，插齿刀最大冲程长度90mm，立柱倾斜角度0°~8°（可扩展到10°），刀具冲程数（无级）90~600冲程/分，工作台直径300mm，切向最大行程230mm，径向最大行程120mm，切向进给速度（X轴、无级）0~3000mm/min，径向进给速度（Z轴、无级）0~3000mm/min，工作台回转速度（Y轴、无级）0~6r/min。

南京二机齿轮机床有限公司展出的YS51125CNC数控插齿机（图19）是以刀架摆动实现让刀运动、工作台移动做径向进给、立柱部件左右偏移实行斜向让刀的纵向布局四轴三联动数控插齿机。采用变频调速电机，实现主运动的无级调速。机床刀架采用静压轴和静压导轨，让刀运动为双凸轮形式，主传动采用曲柄摇杆机构带动齿轮齿条实现刀具上下运动。本机床实现参数化编程，易学易用的人机界面，操作调整极为方便，安全可靠、传动链短、运转平稳、刚性好、生产率高、噪音低，功能全、适应性广。采用圆盘插齿刀，通过连续分齿的方法插削直径在500~1250mm以内的各种大型内、外圆柱齿轮。



图18 YK5612数控扇形齿轮插齿机



图19 YS51125CNC数控插齿机

最大工件直径：外齿1250mm，内齿（安装直径）1350mm，最大模数16mm，最大冲程长度305mm，最

大加工齿宽280mm，主轴端面至工作台面的距离210~540mm，刀具中心线至工作台中心线的距离150~780mm，工作台直径1190mm，工作台主轴孔径280mm。

营口冠华机床有限公司展出的Y5150K插齿机用于加工圆柱形直齿盘状齿轮，多联齿轮，内外齿轮和扇形齿轮等。可以根据用户需要，配置特殊附件，也可加工齿条、连轴齿轮、斜齿轮、小锥度齿轮等。机床运转平稳、噪音低、功能全、适应性广、操作调整方便。不但适用于汽车、拖拉机等专业齿轮厂的成批和大批量生产，同时也适用于机床和工程机械行业的小批和单件生产。

宜昌长机科技有限公司的YKT5180×4数控插齿机可用于中型内、外圆柱齿轮、螺旋齿轮（须另定制特殊附件）的切削加工，因该型机床增加了刀架提拉机构，特别适合加工深孔内齿，同时大幅提升了加工双联齿轮及加工不同齿厚的内、外齿轮的生产效率。主运动及圆周进给运动由交流变频电机驱动，切削循环可根据切削需要设置循环次数及每次循环的径向切入量，可实现少齿数切削及斜向让刀，机床实现四轴数控，加工原理按范成法进行。让刀运动由让刀机构执行，即插齿刀在返回行程时，插齿刀退离工件表面，以避免磨钝刀具切削刃及擦伤工件已加工表面。最大工件直径800mm，最大模数12mm。

五、剃齿机

剃齿机是用齿轮式剃齿刀精加工齿轮的一种高效机床，机床的刚性好、调整简单、生产效率高，特别适于需要批量加工齿轮的汽车、摩托车、拖拉机、载重汽车、工程机械等行业，其几何精度、位置精度、工作精度有了很大提高，并具有足够的精度储备。

本届展会展出的剃齿机有重庆机床集团的YD4240CNC4数控剃齿机（图20）。该机床最大工件直径400mm，最大工件模数8mm（轴剃）/6mm（径剃），主轴转速50~400r/min（无级），工作台速度1~500r/min（无级），两顶尖最大距离750mm，机床总功率15kVA，整机占地尺寸（长×宽×高）3080mm×3050mm×3000mm。



图20 YD4240CNC4数控剃齿机

六、结束语

CCMT2008展览会全面展示了国产数控机床在自主创新、打破国外技术封锁方面所取得的成就。数控机床的整体水平全面提升，高档数控机床及其关键功能部件已经成为企业争夺的核心领域。

从本次展览会上可以看到国产数控齿轮加工机床总的技术趋势是向高精、高效、高速、干切削、绿色环保方向发展，这与国际机床发展趋势是一致的。本届展会上展出的国产数控齿轮加工机床在加工精度、加工效率、减少加工辅助时间、强调柔性化来满足生产和组织及管理的需要等方面有了很大的提高。如在细节方面更加人性化，操作简易，省时省力，减小误操作率等。

国产数控齿轮加工机床的国内市场满足率很高，但一些高档数控齿轮加工机床还有赖于进口。数控齿轮加工机床的制造商应该力求掌握当代数控机床关键的核心技术，提高自主开发能力，以满足重点关键领域用户需求、解决国防建设和经济建设的急需为导向，以创新求发展，结合跟踪世界先进水平，研制开发具有自主知识产权的高性能数控齿轮加工机床产品。

控制系统是数控机床最重要的一环，数控系统生产商也以提高生产效率、控制精度、节省空间的模块化设计等为目的，为用户提供全面解决方案。

通过此次数控机床盛会，国产数控机床将在用户中产生良好的印象，并将增强用户使用国产机床的愿望和信心。□

第十二届中国国际模具技术和设备展览会在上海举办

《世界制造技术与装备市场》(WMEM) 杂志编辑部

由中国模具工业协会和上海市国际展览有限公司共同主办的“第十二届中国国际模具技术和设备展览会”于2008年5月12~16日在上海新国际博览中心举行。

来自意大利、瑞典、以色列、瑞士、西班牙、英国、德国、比利时、澳大利亚、挪威、美国、日本、韩国、新加坡、中国及中国香港特别行政区和台湾省等17个国家和地区的近1400家模具和机床厂商前来参展，其中国内各地方模协、意大利外贸协会(ICE)、韩国模协都组织展团来沪参展。展示了模具、模具制造设备、软件、材料等各个领域的先进技术和当今水平。



意大利模具展团首次登陆亚洲，在150m²的展位上展示欧洲模具制造技术；世界级汽车模具公司—通用模具公司、韩国模具展团展示了冲压连续模、铸造模、塑料模具等世界先进制造技术。

我国汽车模具的主力军—一汽模具制造有限公司、东风汽车模具有限公司、天津汽车模具有限公司、四川成飞集成科技股份有限公司、四川宜宾普什模具有限公司，哈飞汽车模具制造有限公司、长城模具公司、瑞鹄汽车模具有限公司、北汽福田汽车股份有限公司潍坊模具厂、北京比亚迪模具有限公司、上海屹丰模具集团等众多汽车覆盖件模具企业展现了我国汽车冲压模具的整体实力。以海尔模具公司为龙头的众多塑料模具企业、以无锡国盛精密模具



制造有限公司为首的精密冲压模具企业，以广东巨轮模具股份有限公司为首的轮胎模具企业，以宁波北仑压铸模具展团、宁波合力模具有限公司等为代表的铸造模具企业、以及以铜陵三佳模具股份有限公司为首的挤出模具企业等，都在展会上亮相，展现了我国模具工业的新面貌。

从地区来看，广东、浙江两省在展会上也展现了模具工业大省的实力，两省参展模具企业几乎将占据一个展馆。此外，华东地区的上海模具、江苏模具、安徽模具和山东模具以及华北地区的北京、天津、河北等模具厂商参展也十分踊跃；西南地区以四川、重庆最能体现西部模具制造的实力。模具参展企业的地区分布充分反映了中国的制造业地域分布，即以长三角、珠三角和环渤海三个工业发达区域为模具集聚区，模具制造骨干企业东西南北各有亮点的格局。

模具加工装备展区云集一些国际知名的模具加工设备厂商，如日本的牧野、大隈、山崎马扎克、森精机、三菱、东芝机械；德国的DMG、斯来福临；美国的哈斯，意大利的FIDIA、西班牙的尼古拉斯和澳大利亚的ANCA等。国内有北京机床所、杭州机床集团有限公司、苏州电加工机床所、上海量刃具厂等少数厂商参展。

整个展期吸引了主要来自模具制造、金属加工、汽车制造、航空航天、IT、家用电器、电子通讯、橡塑及仪器仪表等近10万名专业观众。□

2007年金属加工机床进出口贸易评述

Analysis on import & export of metal working machines in 2007

丁雪生

2007年机床工具产品进出口贸易总额为169.74亿美元，同比增长13.5%，其中进口117.73亿美元，同比增长5.7%、出口52.01亿美元，同比增长36.2%，进出口贸易逆差65.72亿美元。

2007年机床工具各类产品进出口金额情况，见表1和表2。

美元，同比增长3.6%。进出口贸易逆差为54.21亿美元，比上年减少6.36亿美元，同比下降10.5%。

一、金属加工机床进口情况

2007年金属加工机床进口107672台、金额70.72

表1 2007年机床工具各类产品进口情况

类别	金切机床	成形机床	铸造机械	木工机床	机床夹具附件	机床零部件	数控装置	切削工具	量具	磨料磨具
金额 (亿美元)	52.40	18.32	2.50	8.00	3.68	6.64	12.00	9.84	0.32	4.01
同比增长 (%)	-4.32	3.68	-22.19	21.71	50.45	12.55	40.71	19.22	-0.77	9.05
上年同期 (%)	18.28	-5.30	26.71	9.32	18.14	0.16	16.38	13.80	8.13	11.81
金额占比 (%)	44.5	15.6	2.1	6.8	3.1	5.6	10.2	8.4	0.3	3.4

表2 2007年机床工具各类产品出口情况

类别	金切机床	成形机床	铸造机械	木工机床	机床夹具附件	机床零部件	数控装置	切削工具	量具	磨料磨具
金额 (亿美元)	12.19	4.32	0.44	5.86	1.13	5.00	4.02	9.07	0.82	9.15
同比增长 (%)	31.59	66.46	12.73	43.06	40.58	41.70	49.25	32.55	6.53	27.24
上年同期 (%)	41.07	58.55	5.14	14.06	12.01	22.41	50.48	25.54	8.98	15.48
金额占比 (%)	23.4	8.3	0.8	11.3	2.2	9.6	7.7	17.5	1.6	17.6

2007年机床工具产品进口金额继续下降，增幅比上年同期下降6个百分点。与2006年相比，金切机床、铸造机械、量具、磨料磨具等产品的进口金额增幅出现下降；数控装置、机床零部件等产品的进口金额增幅大幅度增长，增幅高达40%以上。金切机床进口金额出现负增长是造成工具产品进口增幅下滑的主要因素。

2007年机床工具产品出口保持较快增长，增幅比上年同期上升近9个百分点。与2007年相比，成形机床、铸造机械、木工机床、机床夹具附件、机床零部件、切削工具、磨料磨具等大多产品出口金额增幅有较大上升；出口金额增幅回落的仅有金切机床、数控装置、量具刃具三种产品。

2007年金属加工机床进出口贸易总额为87.33亿

亿美元，同比下降0.89%和2.36%。其中数控金属加工机床进口44782台、金额53.64亿美元，同比增长12.27%和0.9%。数控金属加工机床进口数量占金属加工机床进口数量41.6%，比上年提高近5个百分点；数控金属加工机床进口金额占金属加工机床进口金额75.9%，比上年提高2.5个百分点。

1. 金切机床进口

2007年金切机床进口77076台（其中包括台钻、砂轮机、抛光机、锯床等四类小型机床14613台）、金额52.40亿美元，同比增长4.32%和下降4.32%，金切机床进口金额出现多年来首次负增长。其中数控金切机床进口38262台、金额44.31亿美元，同比增长13.56%和下降0.9%。数控金切机床进口数量占金切机床进口数量49.6%，比上年提高4个百分点、数控

金切机床进口金额占金切机床进口金额84.6%，比上年提高2.9个百分点。各类主要金切机床进口情况见表3。各类数控金切机床进口情况见表4。

中心占进口数控金切机床总额38.9%。

加工中心 我国对加工中心需求的在继续扩大，国产加工中心在产业化步伐上、品种上、精度上尚

表3 各类主要金切机床进口情况

类别	车床	铣床	钻床	镗床	磨床	齿轮机床	特种加工机床	加工中心
台数	14391	6840	5427	652	14485	958	9915	13849
占比 (%)	21.0	10.0	7.9	0.9	21.2	1.4	14.5	20.2
同比增长 (%)	-6.25	43.0	6.4	-14.7	-6.0	-7.3	5.4	11.6
数控化率 (%)	50.1	60.2	20.7	35.4	18.0	27.8	89.3	
金额 (亿美元)	7.18	3.65	1.80	1.20	9.19	1.50	7.42	17.25
占比 (%)	13.7	7.0	3.4	2.3	17.5	2.9	14.2	32.9
同比增长 (%)	13.15	42.0	-15.2	-7.3	-2.6	14.8	-39.3	9.1
数控化率 (%)	91.3	87.5	84.3	85.9	67.5	89.2	97.5	

表4 各类数控金切机床进口情况

类别	数控车床	数控铣床	数控钻床	数控镗床	数控磨床	数控齿轮机床	数控特种加工机床	加工中心
台数	7214	4119	1124	231	2609	266	8850	13849
占数控进口总数比 (%)	18.9	10.8	2.9	0.6	6.8	0.7	23.1	36.2
同比增长 (%)	3.1	124.0	-17.9	11.1	1.95	-1.9	10.8	11.58
金额 (亿美元)	6.56	3.19	1.51	1.03	6.20	1.34	7.23	17.25
占数控进口总额比 (%)	14.8	7.2	3.4	2.3	14.0	3.0	16.3	38.9
同比增长 (%)	17.7	50.1	-16.9	-7.7	15.2	23.4	-38.7	9.1

2007年我国进口的金切机床水平和档次进一步上升，进口的金切机床中，台数的数控化率接近50%，比上年提高4个百分点，金额的数控化率接近85%，比上年提高近3个百分点。

2007年我国金切机床进口金额从2000年以来首次出现下降。在我国金切机床总需求量继续保持快速增长的前提下，表明国产金切机床，特别是数控金切机床的质量和水平不断上升，逐步取得国内用户信任，市场占有率不断提高。

特种加工机床进口金额有较大幅度的下降，是影响2007年金切机床进口金额出现负增长的主要因素。国产特种加工机床水平的提高和国外知名特种加工机床企业纷纷在中国建立独资企业，如瑞士阿奇夏米尔集团公司、日本沙迪克和三菱公司、意大利普瑞玛公司、德国的伊萨公司等等，使国内制造的特种加工机床的自给能力和市场占有率不断提高。

在金切机床进口金额总体下降的情况下，铣床、齿轮机床、车床、加工中心进口金额继续保持增长。

加工中心、数控特种加工机床、数控车床、数控磨床、数控铣床是我国进口金额较多的5类主要的产品，占进口数控金切机床总额91.2%，特别是加工

不能完全满足市场的需求，造成进口不断增加，是我国进口的各类数控金切机床中最主要产品，进口的数量和金额都超过数控金切机床进口的1/3。2007年从日本、韩国、中国台湾地区、西班牙、美国进口的加工中心增长较快。进口金额前5位国家和地区是日本（占46.9%）、中国台湾地区（占20.7%）、德国（占14.6%）、韩国（占8.3%）、美国（占2.8%）。其中，立式加工中心进口11172台、金额8.58亿美元，同比增长12.0%和5.4%，平均进口单台价格为76791美元，同比5.9%下降。立式加工中心进口数量占加工中心进口数量80.7%，进口金额占加工中心进口金额49.7%，是加工中心进口的主要品种。由于国产立式加工中心在产业化规模、质量稳定性上与国外同类产品相比尚有差距，竞争优势不明显，促使从国外进口增加，主要来自日本、中国台湾、韩国和美国。卧式加工中心进口1622台、金额5.57亿美元，同比增长9.7%和5.3%，平均进口单台价格为343569美元，同比下降4.0%。卧式加工中心进口数量占加工中心进口数量11.7%，进口金额占加工中心进口金额32.3%，进口的主要是高速和精密卧式加工中心。龙门加工中心进口569台、金额1.94亿美元，同比增长

27.6%和48.7%。平均进口单台价格为340738美元，同比上升16.6%。龙门加工中心进口数量占加工中心进口数量4.1%，进口金额占加工中心进口金额11.2%。龙门加工中心进口增长较快，主要是由于航空工业的飞机制造对五轴龙门加工中心需求的增加和船舶工业的柴油机制造对大、重型龙门加工中心需求的增加。

数控车床 我国对多功能数控车床需求，多年来一直保持增长走势。国产多功能数控车床在产业化规模上尚不能适应市场需要，促使进口增长。2007年数控车床进口7214台、金额6.56亿美元，同比增长3.1%和17.7%。数控车床进口数量占数控金切机床进口数量18.9%，进口金额占数控金切机床进口金额14.8%。

数控特种加工机床 2007年数控特种加工机床进口8850台、金额7.23亿美元，同比增长10.8%和下降38.7%。数控特种加工机床进口数量占数控金切机床进口数量23.1%，进口金额占数控金切机床进口金

数量占数控金切机床进口数量10.8%，进口金额占数控金切机床进口金额7.2%。数控铣床中，数控升降台铣床进口数量和金额下降39.9%和47.1%、数控龙门铣床进口数量和金额上升21.9%和25.2%，其它类型数控铣床进口增长迅速，进口数量和金额分别占进口数控铣床进口数量和金额的89.9%和72.9%，同比上升175.2%和75.6%，造成数控铣床进口数量和金额快速增长。

2. 金属成形机床进口

2007年金属成形机床进口30596台，金额18.32亿美元，同比减少12%和增长3.7%。其中数控金属成形机床进口6520台，金额9.33亿美元，同比增长5.3%和10.4%。数控金属成形机床进口数量占金属成形机床进口数量21.3%，进口金额占进口金属成形机床进口金额50.9%，比上年提高3.5个百分点和3.1个百分点。各类主要金属成形机床进口情况见表5。

2007年金属成形机床进口数量以二位数下降，进口金额略有增长，平均进口机床单价比上年提高

表5 各类主要金属成形机床进口情况

类别	模锻或冲压机床	成形折弯机	剪切机床	冲床	液压压力机	机械压力机	其它
台数	6604	3658	1252	5282	2158	6306	5336
其中数控占 (%)	29.3	33.5	34.7	55.4	-	-	-
占比 (%)	21.6	12.0	4.1	17.3	7.0	20.6	17.4
同比增长 (%)	-23.3	-5.1	-1.1	14.9	-16.6	-18.4	-12.6
金额 (亿美元)	4.71	2.43	1.71	4.00	1.84	1.74	1.91
其中数控占 (%)	62.1	75.1	71.7	84.0	-	-	-
占比 (%)	25.7	13.2	9.3	21.8	10.1	9.5	10.4
同比增长 (%)	-8.3	2.2	30.9	24.5	-8.9	6.7	-4.7

额16.3%。其中，等离子切割机和等离子弧加工机床进口金额大幅度减少是造成数控特种加工机床进口金额下降的主要因素。另外，数控电加工机床进口也下降，数量同比下降2.5%，金额同比下降8.2%，但是，用激光等光束加工数控机床进口增加，数量同比增长31.8%，金额同比增长17.7%。

数控磨床 2007年数控磨床进口2609台、金额6.20亿美元，同比增长1.95%和15.2%。数控磨床进口数量占数控机床6.8%，进口金额占数控机床14.0%。由于数控磨床中，数控外圆磨床（精密和大型）和数控工具磨床（五轴）进口增长较快，进口数量增长43.4%和18.3%，进口金额增长25.5%和69.6%，造成数控磨床进口金额较上年有较大增长。

数控铣床 2007年数控铣床进口4119台、金额3.19亿美元，同比增长124%和50.1%。数控铣床进口

17.8%。另外，进口金属成形机床的数量和金额的数控化率比上年也有提高，表明进口金属成形机床的水平和档次进一步提高。

在模锻或冲压机床、液压压力机和其他类型成形机床进口金额出现负增长情况下，剪切机床和冲床进口金额增长较快，成为拉动金属成形机床进口增长的重要因素。

数控金属成形机床中，数控剪切机床和数控冲床进口金额增长较快，分别增长48.1%和27.3%、模锻或冲压机床和液压压力机，由于国产机床有较强的竞争力，进口金额呈现下降。

3. 小结

(1) 2007年金属加工机床进口数量和金额出现多年来首次的负增长，是机床工具行业多年来一直盼望的，说明机床工具行业在提高行业创新能力，

加大国内急需的高档数控机床新产品开发和国产数控机床产业化程度所取得的明显进展，也表明国产数控机床的市场竞争力在逐步提高。

(2) 2007年进口的数控金属加工机床的数量和金额占金属加工机床的数量和金额的比重进一步提升，数控金属加工机床的进口数量和金额占金属加工机床的进口数量和金额的比重超过了四成和3/4，说明我国金属加工机床的进口品种进一步优化和提高。

(3) 2007年我国金属加工机床进口主要来自日本（占34.7%）、中国台湾（占19.5%）、德国（占16.2%）、韩国（占7.5%）、意大利（占5.1%）、瑞士（占4.4%）、美国（占3.8%）、比利时（占0.91%）、西班牙（占0.85%）。从比利时、澳大利亚、捷克和芬兰进口的机床金额增长很快，分别达到205%、85.6%、61.2%和51.8%，从意大利、美国、新加坡等

分点。

1. 金切机床出口

2007年金切机床出口503304台（其中不包括台钻、砂轮机、抛光机、锯床等四类小型机床）、金额12.19亿美元，同比增长90%和31.6%。其中数控金属切削机床出口19798台、金额4.12亿美元，同比增长65.4%和49.4%。数控金属加工机床出口金额占金切机床出口金额33.8%，比上年提高4个百分点。各类主要金切机床出口情况见表6。各类数控金切机床出口情况见表7。

由表6可见，从各类主要金切机床出口金额看，台钻、砂轮机、抛光机、锯床等四类小型机床合计出口金额占主要金切机床出口总额接近1/3，对金切机床出口总额起着重要的作用，其次是车床、特种加工机床，三者合计出口金额占金切机床出口总额81.2%。

表6 各类主要金切机床出口情况

类别	车床	铣床	钻/镗床	磨床	齿轮机床	特种加工机床	加工中心	四类小型机床
台数	103680	41806	462/2412	84931	36732	192559	744	7480162
同比增长（%）	23.5	22.1	204/22.4	340.7	423.1	143.3	-12.9	1.0
金额（亿美元）	3.45	0.68	0.14/0.21	0.38	0.16	2.42	0.52	4.02
占比（%）	28.3	5.5	2.9	2.8	1.3	19.9	4.3	33.0
同比增长（%）	49.0	46.2	226/38.8	-0.5	123.3	28.1	68.3	15.6
数控化率（%）	45.0	8.6	95/38	17.9		67.6	100	

表7 各类数控金切机床出口情况

类别	数控车床	数控铣床	数控钻床	数控镗床	数控磨床	数控齿轮加工机床	数控特种加工机床	加工中心
台数	7121	716	139	62	123	219	10674	744
占数控进口总数比（%）	36.0	3.6	0.7	0.3	0.6	1.1	53.9	3.8
同比增长（%）	60.3	96.7	127.9	93.8	-39.7	143.3	80.3	-12.9
金额（百万美元）	155.4	5.85	13.22	7.84	6.77	6.85	163.92	52.37
占数控进口总额比（%）	37.8	1.4	3.2	1.9	1.6	1.7	39.8	12.7
同比增长（%）	69.3	15.8	234.7	62.2	-52.1	153.8	34.0	68.3

国家进口的金属加工机床金额出现负增长。

二、金属加工机床出口情况

2007年金属加工机床出口842069台（其中不包括台钻、砂轮机、抛光机、锯床等四类小型机床），金额16.51亿美元，同比增长65.8%和39.2%。其中数控金属加工机床出口21634台、金额4.95亿美元，同比增长60.5%和48.2%。数控金属加工机床出口金额占金属加工机床出口金额30.0%，比上年提高1.8个百

2007年，由于特种加工机床中等离子切割机、磨床中工具磨床（主要是刃磨机）出口数量大幅度增长，分别出口168915台和81176台，同比增长183.4%和400%，造成金切机床出口数量的大幅度增长。

由表7可见，2007年除数控磨床外，各类数控金切机床出口金额都有较大幅度增长，增长最快的是数控钻床和数控齿轮加工机床，出口数量和金额成倍增长。对数控金切机床出口金额影响起重要作用的前三类机床是数控特种加工机床、数控车床和加

表8 各类主要金属成形机床出口情况

类别	模锻和冲压机床	成形折弯机	剪切机床	冲床	液压压力机	机械压力机	其它
台数	2757	191886	39458	1402	63454	18608	21200
其中数控	227	1021	393	195			
占比 (%)	0.8	56.6	11.6	0.4	18.8	5.5	6.3
同比增长 (%)	25.3	29.7	47.9	-8.7	163.2	-0.3	-3.1
金额 (百万美元)	39.68	117.25	70.46	21.86	68.66	50.74	63.31
其中数控	15.84	40.48	13.94	12.74			
占比 (%)	9.2	27.2	16.2	5.1	15.9	11.8	14.6
同比增长 (%)	55.4	68.3	40.1	110.0	125.3	34.7	78.6

工中心。

数控特种加工机床出口金额中，数控电加工机床出口金额占数控特种加工机床出口金额57.8%，同比增长11.8%、用激光等光束数控加工机床出口金额占数控特种加工机床出口金额42.2%，出口金额大幅度增长，同比增长83.9%，是造成今年数控特种加工机床出口金额增长较快的主要因素。

数控车床出口中，卧式数控车床出口数量和金额分别占数控车床出口数量和金额的98.1%和94.3%，平均出口单台价格为20970美元，出口以经济型卧式数控车床为主。

加工中心出口数量减少，出口金额增长迅速，出口档次提高。立式加工中心、卧式加工中心、龙门加工中心和其它加工中心出口金额分别占加工中心出口金额的48.7%、22.5%、21.3%、7.5%。其中，卧式加工中心、龙门加工中心出口数量和金额增长较快，分别增长52.2%和79.6%、218.5%和125.1%。

数控钻床、数控齿轮加工机床和数控镗床出口金额增长很快，出口前景良好。

概括来说，2007年数控金切机床、非数控金切机床、低值小型机床出口金额三分金切机床出口总额。

2. 金属成形机床

2007年金属成形机床出口338765台，金额4.32亿美元，同比增长39.4%和66.5%。其中数控金属成形机床出口1836台，金额0.83亿美元，同比增长21.1%和42.8%。数控金属成形机床数量和金额占金属成形机床出口数量和金额0.54%和19.2%，比上年下降约0.1个百分点和3.2个百分点。各类主要金属成形机床出口情况见表8。

成形折弯机、剪切机床、液压压力机是金属成形机床出口的主要品种。液压压力机和冲床出口金额增长较快，前者是依靠出口数量的增长，后者则是依靠出口机床性能的提高。

3. 小结

2007年金属加工机床出口走势是：

(1) 机床出口仍保持较快的增长，出口金额同比增长48.2%，其中金切机床出口金额增幅超过三成，成形机床出口金额增幅超过六成。

(2) 金属加工机床出口在产品结构调整上取得了进展，出口产品进一步优化。表现在数控金属加工机床出口金额占比达到30.0%，比上年提高了1.8个百分点，其中数控金切机床出口金额快速增长，数控金切机床出口金额增幅高于金切机床出口增幅近8个百分点，数控金切机床出口金额占金切机床出口总额的比重为33.8%，比上年提高了4个百分点，低值小型机床（台钻、砂轮机、抛光机、锯床）出口金额下降，占金切机床出口金额的比重为33.0%，比上年下降4.6个百分点、数控成形机床出口平均单价比上年提高17.9%。

(3) 我国生产的性价比具有较大优势的金属加工机床出口增长较快，如数控齿轮加工机床、大型数控机床、数控模锻或冲压机床以及数控冲床等。

(4) 我国金属加工机床出口去向前10名是美国（占11.4%）、日本（占7.0%）、德国（占5.9%）、香港（占5.5%）、印度（占4.5%）、巴西（占3.7%）、韩国（占3.5%）、俄罗斯（占3.0%）、澳大利亚（占3.8%）。向俄罗斯、墨西哥、印度、伊朗、韩国出口金属加工机床金额增长很快，分别增长122.8%、96.8%、87.9%、84.2%、81.4%。□

2007年中国台湾地区机床工具行业运行分析

1 中国台湾地区机床出口分析

根据中国台湾地区海关出口统计资料, 2007年1-12月台湾地区机床出口总额达到34亿7101万美元, 与上年同比增长17.1%, 其中金属切削机床为27亿3039万美元, 与上年同比增长18.8%; 金属成形机床出口7亿4061万美元, 与上年同比增长11.2%。

(1) 按金属加工机床品种分析

金属切削机床按品种分类, 则加工中心同比增长24.8%, 车床同比增长18.4%, 磨床同比增长7.3%, 铣床同比增长21.2%。成形机床中, 锻压、冲剪机床与上年同比增长14.6%, 其他成形机床则同比降低了2.2%。2007年1-12月出口统计分析见表1。

表1 中国台湾地区2007年1-12月机床出口统计分析

机床分类	2007年1-12月/千美元	2006年1-12月/千美元	同比增长/%
电加工、激光加工等特种加工机床	135358	142567	-5.1
加工中心	1154834	925354	24.8
车床	695379	587169	18.4
钻床、镗床、铣床、攻丝机	363778	300210	21.2
磨床	197957	184567	7.3
刨床、锯床、拉床、齿轮加工机床	183087	158159	15.8
金属切削机床合计	2730393	2298026	18.8
锻压、冲剪机床	606262	528803	14.6
其他成形机床	134356	137359	-2.2
成形机床合计	740618	666162	11.2
金属加工机床总计	3471011	2964188	17.1

(2) 按出口国家/地区分析

如果按照出口国家/地区的出口额分析, 则中国大陆排名第1, 出口额12亿7980万美元, 占总出口的36.9%, 与上年同比增长14.8%。美国第2, 出口额为3亿3891万美元, 占9.8%, 与上年同比增长5.2%。排在第3位的则是土耳其, 进出口金额为1亿6657万美

元, 占4.8%, 与上年同比增长10.1%。排在后面的依次是德国, 增长103%; 荷兰, 增长40.3%; 意大利, 增长29.8%; 泰国, 减少11.0%; 韩国, 增长2.4%; 印度, 增长12.6%; 英国, 增长27.1%; 巴西, 增长79.0%; 马来西亚, 减少2.4%; 日本, 增长2.5%; 越南, 减少5.7%; 西班牙, 增长77.7%。有关出口国家/地区排名见表2。

表2 中国台湾地区2007年1-12月机床工具出口主要国家/地区统计分析

排名	出口国家/地区	2007年1-12月		2006年1-12月/千美元	同比增长/%
		出口额/千美元	占比/%		
1	中国大陆	1279802	36.9	1115124	14.8
2	美国	338918	9.8	322088	5.2
3	土耳其	166577	4.8	151232	10.1
4	德国	153826	4.4	75905	102.7
5	荷兰	131798	3.8	93955	40.3
6	意大利	120898	3.5	93112	29.8
7	泰国	107874	3.1	121262	-11.0
8	韩国	87577	2.5	85544	2.4
9	印度	85816	2.5	76208	12.6
10	英国	81955	2.4	64490	27.1
11	巴西	81711	2.4	45637	79.0
12	马来西亚	75438	2.2	77267	-2.4
13	日本	75182	2.2	73320	2.5
14	越南	54644	1.6	57948	-5.7
15	西班牙	48790	1.4	27449	77.7
16	印尼	44558	1.3	39015	14.2
17	新加坡	43659	1.3	59307	-26.4
18	南非	39237	1.1	35518	10.5
19	法国	38240	1.1	25289	51.2
20	澳大利亚	37236	1.1	26952	38.2
21	比利时	28619	0.8	20517	39.5
22	加拿大	23750	0.7	31254	-24.0
23	以色列	20430	0.6	17262	18.4
24	俄罗斯	17002	0.5	10624	60.0
25	菲律宾	9196	0.3	8165	12.6
26	伊朗	5014	0.1	4814	4.2
	其他	2732674	7.9	204930	33.3
	总计	3471011	100.0	2964188	17.1

2 中国台湾地区机床进口分析

根据中国台湾地区海关进口统计资料, 2007年1-12月台湾地区进口机床总额达25亿4222万美元, 与上年同比增长26.4%。其中金属切削机床进口24亿4855万美元, 与上年同比增长28.1%, 金属成形机床进口9366万美元, 与上年同比减少5.5%。

(1) 按金属加工机床品种分析

进口金属加工机床增加的主要原因是高科技产业2005年对进口机床的需求下降, 而2006年开始回升。2007年1-12月主要进口的金属机床有特种加工机床, 与上年同比增长31.8%; 加工中心, 同比增长41.7%; 车床, 同比增长21.5%; 镗铣床, 同比增长8.1%; 磨床, 同比减少19.2%。高科技产业用金属加工机床在2005年向下滑落, 2006年和2007年则开始大幅回升。

金属成形机床中, 锻压、冲剪机床与上年同比减少1.6%, 而其他成形机床则同比减少了18.7%。以上资料表明, 传统产业今年对进口机床的需求, 仍将保持适度增长, 如汽车工业、金属制品加工行业等。而新兴高科技产业, 如半导体、信息、电子、通讯、光电等产业则在2003年和2004年需求旺盛, 进入2005年则成大幅下降, 2006年与2007年又呈现逐月回升迹象。中国台湾地区机床进口按品种分类统计见表3

表3 2007年1-12月中国台湾地区机床进口统计分析

机床分类	2007年1-12月/千美元	2006年1-12月/千美元	同比增长/%
电加工、激光加工等特种加工机床	2149571	1630420	31.8
加工中心	47887	33789	41.7
车床	91122	74988	21.5
钻床、镗床、铣床、攻丝机	40407	37372	8.1
磨床	85460	105812	-19.2
刨床、锯床、拉床、齿轮加工机床	34112	29218	16.7
金属切削机床合计	2448559	1911599	28.1
锻压、冲剪机床	75047	76256	-1.6
其他成形机床	18615	22903	-18.7
成形机床合计	93662	99159	-5.5
金属加工机床总计	2542221	2010758	26.4

(2) 按进口机床来源分析

按照机床进口来源, 日本排在第1位, 进口额达

11亿6355万美元, 占45.8%, 与上年同比增长31.9%。第2位美国, 进口额9亿8902万美元, 占38.9%, 与上年同比增长26.9%。韩国以1亿1741万美元排在第3位, 占4.6%, 与上年同比增长107%。2007年1-12月中国台湾地区进口机床主要国家/地区统计分析见表4。

表4 2007年中国台湾地区进口机床主要国家/地区统计分析

排名	出口国家/地区	2007年1-12月		2006年1-12月/千美元	同比增长/%
		出口额/千美元	占比/%		
1	日本	1163559	45.8	881860	31.9
2	美国	989023	38.9	779115	26.9
3	韩国	117415	4.6	56763	106.9
4	德国	70304	2.8	86205	-18.4
5	瑞士	60233	2.4	53064	13.5
6	中国大陆	27653	1.1	20919	32.2
7	意大利	6924	0.3	7713	-10.2
	其他	107110	4.2	125119	-14.4
	总计	2542221	100.0	2010758	26.4

3 结论

总的来说, 2007年全球主要机床生产国/地区都比较景气。根据现有资料分析, 美国、日本等国家预测都比上年有小幅增长。而美国2007年1-11月机床生产已达到38亿5140万美元, 与上年同比增长6.6%。日本JMTBA工作机械产业公会统计, 日本2007年1-12月机床订单总计达15899亿日元, 与上年同比增长10.6%。韩国2007年1-11月机床订单合计22625亿韩元, 与上年同比增长7.4%。因此, 亚洲和北美主要机床生产国都认为2007年机床的生产与出口, 比上年有适度增长。

中国台湾地区机床制造商在2007年取得较好成效。多家行业企业表示2008年需求仍将保持增长, 特别是东北亚、东南亚、印度、北美、欧盟、东欧、南美等地区的出口机会仍然很多。

台湾机床产业在2007年4季度以后, 开始出现增长态势, 订单与上年同比出现适度增长, 业界也在逐渐调整生产节奏, 希望在2008年继续扩展产品市场, 并扩大在全球与新兴市场上的占有率。□

备注: 文中、表中数据资料源自中国台湾地区海关。

2007年世界机床产销情况和特点简析

Global machine tool production and marketing in 2007

中国机床协会市场部 徐树滋

根据美国卡德纳公司公布的2007年世界29个国家和地区的机床产销数据（中国数据按中国机床工具工业协会公布的实际数据修正），我国还保持进口和消费世界第一，生产世界第三，出口世界第八的地位。虽然排名位置未变，但和前一位的距离都缩小了。从世界机床主要生产国家/地区的产销数据，可以看到以下特点。

(1) 世界机床生产高速增长。2007年29个主要机床生产国家/地区共计生产机床产值为708.6亿美元，同比增加19%。

表 1 2001~2007 年世界机床产值

年	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
产值/亿美元	362	322	363	453	519	595	709
同比增长/%	-3.2	-11.1	12.7	24.8	14.3	14.6	19.0

可见随着世界经济复苏，从2003年起世界机床生产一直以较高速度增长。

2007年机床产值（图1）前5名的国家/地区依次为日本、德国、中国、意大利、韩国。前5名机床产值之和占世界机床产值的70.2%。日本机床产值占世

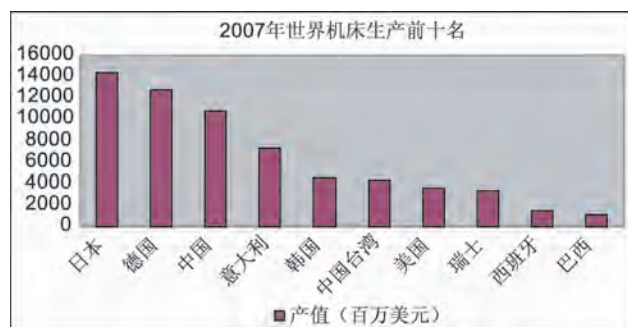


图1 2007年世界机床产值前10名

界产值20.4%，超过世界产值的1/5。中国机床产值107.5亿美元，保持世界第3位置，但和第2名德国的差距大大缩小了。

2007年世界机床产值同比增速接近20%，市场好是一个原因，而美元对人民币和欧元贬值也使得用美元表示的世界机床产值更趋高增长。2007年机床产值按美元计算增幅超过20%的国家/地区除中国外还有，德国（26%）、意大利（27%）、奥地利（40%）、土耳其（25%）、捷克（45%）、墨西哥（36%）、印度（30%）和巴西（21%）等。以致2007年世界机床产值同比达到19%的高增长。

(2) 亚洲各国/地区机床产值快速增长。中国、韩国、中国台湾和印度等国家/地区均保持了两位数增长，这4国/地区的机床产值加上日本的机床产值总计为346亿美元，占世界机床产值的48.8%，超过了西欧集团 (CECIMO成员，在世界29个机床主要生产国/地区中占了15个名额)。CECIMO成员国机床产值之和为304.3亿美元，占世界机床产值的42.9%。值得注意的是，日本机床产值以144.4亿美元居世界第一，同比增长7%，比第二位的德国多了17.2亿美元，中国107.5亿美元，同比增长52%，是29个主要机床生产国/地区中增速最高的；韩国45.5亿美元，同比增长11%，居世界第五；中国台湾43.8亿美元，同比增长14%；印度4.8亿美元，同比增长30%。

(3) 中国机床产值的高速增长，在世界机床产值占比同比增加了3.3个百分点。2007年中国机床产值折合成美元达107.5亿美元，比第二名的德国少19.75亿美元，占世界机床产值的15.2%，而2006年仅占11.9%，提高了3.3个百分点。2006年中国机床产值比德国少30.6亿美元。按国家统计局的数据，2007年纳入统计的金属加工机床企业有1030家，而2006年仅为769家。由于机床市场看好，2007年机床生产企

业从事非机床产品的比例在减少；加上2007年人民币对美元的升值。以上几点的综合效应使2007年中国机床产值折合成美元的增幅比国家统计局公布的金属加工机床产值按人民币同比增幅要高。

(4) 中国继续保持世界第一大机床市场地位(图2)。2007年中国机床消费金额为161.7亿美元, 占世界机床产值的23%, 继续保持世界第一。消费占比比2006年增加1个百分点。即世界机床产值接近1/4是中国消费的。中国机床消费额超过世界机床消费第二的日本和第三位的德国之和。市场促进生产, 中国继续保持着拉动世界机床工业发展的发动机地位。世界机床主要消费国/地区依次为中国、日本、德国、美国、意大利、韩国和中国台湾。以上7家消费了世界机床生产总量的71%。

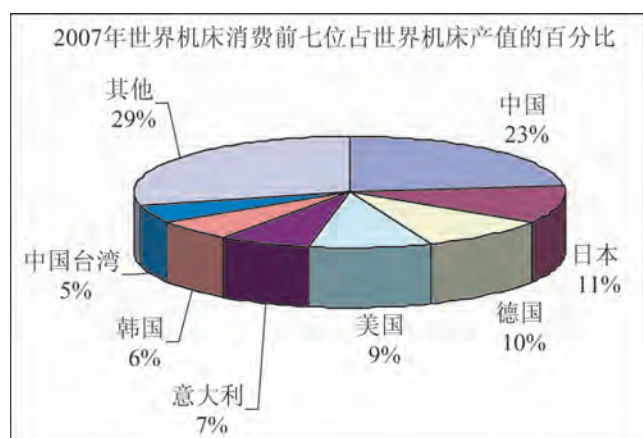


图2 2007年世界机床消费前7位占世界机床产值的百分比

(5) 世界机床进出口贸易继续增加。2007年29个主要机床生产国家/地区共计进口机床360.5亿美元, 同比增加14.6%, 出口392.5亿美元, 同比增加18.4%。中国进口70.7亿美元, 还是世界最大机床进口国。第2~5名依次是美国、德国、中国台湾和意大利。进口前5名的国家和地区进口机床总额为世界机床进口额的55%。中国机床进口还保持世界第一, 但同比略有下降。2006年、2007年中国机床进口额占世界机床进口额的比例分别为23.1%、19.6%。

2007年德国超过日本成为世界最大机床出口国, 出口机床91.68亿美元, 日本、意大利、中国台湾和瑞士等国家/地区紧随其后。这5个国家/地区的机床

出口额之和占世界机床出口额的68.4%。他们的出口额/产值比率都在50%以上, 德国、中国台湾和瑞士更超过70%。中国机床出口16.5亿美元, 居世界第八, 但和居第七的美国已经很接近了。我国机床出口额/产值比仅为15.4%, 继续扩大机床出口, 特别是高档和数控机床的出口, 还是我们努力的方向。

(6) 巴西、印度和墨西哥机床市场发展很快。2007年巴西生产机床11.6亿美元, 同比增长21%, 产值居世界第十, 机床消费18.2亿美元, 同比增长28%, 居世界第八; 印度生产机床4.8亿美元, 同比增加30%, 居世界第十七, 消费17.8亿美元, 同比增加49%, 消费值居世界第八。而2003年印度机床消费仅2.8亿美元, 2004年增至5.6亿美元, 2005年更达到10亿美元, 增幅差不多每年翻一番。2005年印度机床产值为3.3亿美元, 同比增长52%, 在世界主要机床生产国/地区中是最高的。虽然其基数较小, 还未进入机床生产大国行列, 但说明印度已开始注重发展机床行业。从近几届机床展, 印度都积极参加可见一斑。对我国机床企业来说, 巴西和印度应该是我们需积极开拓的市场。经济发展都会带动对机床的需求, 当今世界关注发展中国家经济发展较快的所谓“金砖四国”(BRIC即巴西、俄罗斯、印度和中国)机床也都有较快发展。墨西哥机床产值不高(1.66亿美元居世界第23), 但因其经济发展较快, 2007年机床消费16.7亿美元, 已进入世界前10名, 也应该是我们机床出口开拓的目的国之一。

(7) 中国人均机床消费增长较快。人均机床消费金额从一定角度可以反映一个国家/地区的机床工业的发展情况。一般人口多的国家都处末位, 如中国和印度。目前中国的人均机床消费为12.45美元/人, 排在第24位(2002年只有4.41美元/人); 巴西9.90美元/人, 居第26位; 俄罗斯4.18美元/人, 居第27位; 印度1.67美元/人, 居第29位。中国不但在“金砖四国”中处领先地位, 还超过葡萄牙和阿根廷。

附: 美国卡德纳公司公布的2007年世界29国/地区中主要国家地区机床产销数据(中国数据按中国机床工具工业协会公布数据修正)具体数据参见附表2~表6。

表 2 2007 年世界各主要机床生产国/地区金属加工机床产值

单位：百万美元

排序	国别 (地区)	2007 年 (预计)			2006 年 (核实) 产值	同比% (按美元 计算)	排序	国别 (地区)	2007 年 (预计)			2006 年 (核实) 产值	同比% (按美元 计算)
		产值	金切占比%	成形占比%					产值	金切占比%	成形占比%		
1	日本	14443.5	88	12	13557.6	7	11	法国	1087.8	64	36	1010.2	8
2	德国	12725.4	76	24	10120.3	26	12	奥地利	1023.5	60	40	728.5	40
3	中国	10750.0	73	27	7060.0	52	13	英国	682.2	76	24	774.2	-12
4	意大利	7272.7	49	51	5707.5	27	14	捷克	677.1	93	7	468.0	45
5	韩国	4550.0	68	32	4112.0	11	15	土耳其	532.7	30	70	426.2	25
6	中国台湾	4378.0	80	20	3841.0	14	16	荷兰	511.5	20	80	425.9	20
7	美国	3578.0	79	21	3688.9	-3	17	印度	483.6	88	12	370.6	30
8	瑞士	3323.8	85	15	2964.2	12	18	比利时	422.5	10	90	356.0	19
9	西班牙	1436.8	67	33	1226.8	17	19	加拿大	357.4	60	40	470.5	-24
10	巴西	1157.8	81	19	956.9	21	20	芬兰	329.8	10	90	275.7	20

表 3 2007 年世界各主要机床生产国/地区金属加工机床出口值

单位：百万美元

排序	国别 (地区)	2007 年	2006 年	同比% (按美元)	出口/生产%	排序	国别 (地区)	2007 年	2006 年	同比% (按美元)	出口/生产%
1	德国	9167.8	7516.0	22	72	11	西班牙	842.2	699.3	20	59
2	日本	7610.1	6513.0	17	53	12	奥地利	733.8	540.0	36	72
3	意大利	4207.6	3318.7	27	58	13	法国	718.4	640.4	12	66
4	中国台湾	3408.0	2964.0	15	78	14	捷克	707.6	489.0	45	104
5	瑞士	2457.5	2236.7	10	74	15	土耳其	433.8	308.0	41	81
6	韩国	1800.0	1450.0	24	40	16	荷兰	414.2	344.9	20	81
7	美国	1659.8	1802.3	-8	46	17	加拿大	293.4	323.2	-9	82
8	中国	1651.3	1190.0	39	15	18	芬兰	277.8	225.6	23	84
9	英国	922.2	879.2	5	135	19	瑞典	277.8	231.6	20	119
10	比利时	873.2	721.3	21	207	20	巴西	149.2	153.1	-3	13

表 4 2007 年世界各主要机床生产国金属加工机床进口值

单位：百万美元

排序	国别 (地区)	2007 年	2006 年	同比% (按美元)	进口/消费%	排序	国别 (地区)	2007 年	2006 年	同比% (按美元)	进口/消费%
1	中国	7072.0	7243.0	-2	43	11	土耳其	1062.4	948.8	12	91
2	美国	4253.6	4474.6	-5	69	12	比利时	1012.3	801.1	26	180
3	德国	3694.5	2535.4	46	51	13	加拿大	903.7	916.5	-1	93
4	中国台湾	2815.0	2010.0	40	74	14	巴西	813.6	619.4	31	45
5	意大利	1990.9	1397.4	42	39	15	日本	786.0	814.1	-3	10
6	墨西哥	1544.8	1154.1	34	93	16	捷克	682.9	472.0	45	105
7	韩国	1400.0	1358.0	3	34	17	西班牙	666.3	577.5	15	53
8	印度	1317.8	837.1	57	74	18	俄罗斯	528.6	539.4	-2	88
9	法国	1252.0	1071.6	17	77	19	奥地利	505.3	448.3	13	64
10	英国	1178.3	921.6	28	126	20	瑞士	416.5	354.2	18	32

表 5 2007 年世界各主要机床生产国金属加工机床消费值

单位：百万美元

排序	国别（地区）	2007 年	2006 年	同比%（按美元）	排序	国别（地区）	2007 年	2006 年	同比%（按美元）
1	中国	16170.7	13100.0	23	11	法国	1621.5	1441.3	13
2	日本	7619.4	7858.6	-3	12	瑞士	1282.9	1081.7	19
3	德国	7252.1	5139.7	41	13	西班牙	1280.9	1105.1	14
4	美国	6171.8	6361.2	-3	14	土耳其	1161.4	1067.1	9
5	意大利	5056.0	3786.2	34	15	加拿大	C967.7	C1063.8	-9
6	韩国	4150.0	4020.0	3	16	英国	938.2	816.7	15
7	中国台湾	3785.0	2887.0	31	17	奥地利	795.0	636.7	25
8	巴西	1822.2	1423.2	28	18	捷克	652.4	450.9	45
9	印度	1774.8	1191.2	49	19	俄罗斯	601.7	604.0	0
10	墨西哥	C1669.6	1245.9	34	20	比利时	561.5	435.7	29

表 6 2007 年世界机床人均消费排位

国别 或地区	人均消费额 (美元/人)	排位	国别 或地区	人均消费额 (美元/人)	排位	国别 或地区	人均消费额 (美元/人)	排位
中国	12.45	24	法国	26.83	17	荷兰	30.53	14
日本	59.84	8	瑞士	172.18	1	澳大利亚	18.58	19
德国	87.98	4	西班牙	31.30	13	瑞典	37.61	11
美国	21.06	18	土耳其	16.86	20	芬兰	42.77	10
意大利	87.09	5	加拿大	29.77	15	罗马尼亚	14.02	23
韩国	85.39	6	英国	15.57	22	阿根廷	4.18	28
中国台湾	166.37	2	奥地利	97.25	3	克罗地亚	35.36	12
巴西	9.90	26	捷克	63.68	7	丹麦	27.05	16
印度	1.67	29	俄罗斯	4.18	27	葡萄牙	11.82	25
墨西哥	15.91	21	比利时	54.26	9			

资料来源：美国卡德纳公司（Gardner Publications, Inc）中国数据：中国机床工具工业协会

U=未确认，用上一年数据；C=估算值，按零星数据汇总得出

DMG 在上海召开新闻发布会

2008 年 4 月 12 日，DGM 公司借第 12 届中国国际模具展览会之机召开了新闻发布会。

吉特迈集团董事会董事 Thorsten Schmidt 博士、德马吉中国总裁 Hanno Elbrachter 先生及公司有关方面负责人出席会议并简要介绍了德马吉公司组织结构、近年的发展及中国市场开拓情况。有关专业媒体数十人出席会议。

德马吉公司在中国的业务近几年迅猛发展，2007 年在中国销售的机床达 2730 台，而 2006 年为 2029 台，1999 年只有 501 台。为此，该公司对中国

予以特别注意并计划进一步加强在中国开拓力度，计划于未来两年内在沈阳和重庆设立技术中心，以加强在上述地区的销售和服务。

为了加强在中国市场的占有率，最近成立了“德马吉亚洲高速切削应用中心”及“上海备件公司”（已于 4 月开业）。

会上，还介绍了最推出的新产品：CTV160 机床。该机床最大快移速度可达±90m/min，可单机生产，也可纳入生产线或单元。

国际机床工具发展动态与趋势

Trends in the world machine tool industry

中国机床工具工业协会根据近两年美国芝加哥、德国汉诺威、日本东京和中国北京四大国际机床展览会搜集的资料，以及在世界各国（地区）机床协会信息交流会上提供的经济运行资料，经过整理，编写了这份材料，供业界同仁参考。

一、2007年世界机床行业产销形势和特点

进入二十一世纪以来，科学技术发展迅速，经济全球化进程加快。世界经济继续处于周期性扩张高点。

1. 世界机床产值

随着世界经济复苏，从2003年起世界机床生产一直以较高速增长。

表一：2001—2007年世界机床产值 单位：亿美元

	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
产值	362	322	363	453	519	595	709
同比增长 (%)	-3.2	-11.1	12.7	24.8	14.3	14.6	19.0

2007年29年主要机床生产国（地区）共计机床产值为708.6亿美元，同比增加19%。产值前六名依次为：日本、德国、中国、意大利、韩国、中国台湾。前六名产值之和占世界产值的76.4%，前十名产值之和占世界产值的90%。

表二：2007年世界机床生产前十名

序号	国家或地区	产值（百万美元）	世界产值占比 (%)
1	日本	14443.5	20.3
2	德国	12725.4	17.8
3	中国	10750.0	15.7
4	意大利	7272.7	10.2
5	韩国	4550.0	6.4
6	中国台湾	4378.0	6.1
7	美国	3578.0	5.0
8	瑞士	3323.8	4.7
9	西班牙	1436.8	2.0
10	巴西	1157.8	1.6
小计		63616.0	89.8
世界总值		70857.5	100

产值的高增长，市场需求旺盛是重要原因，而世界机床需求与投资增长率密切相关，固定资产投资的高速增长必然带动机床工具市场需求的飙升。航天航空、船舶、汽车、发电设备、交通运输、通用石化和农业机械等制造业是机床的主要用户，这些行业的发展直接推动了机床工业的技术进步和产业发展。而美元对人民币和欧元贬值也使得用美元表示的世界机床产值更趋高增长。2007年产值按美元计算增幅超过20%的除中国外还有：德国（26%）、意大利（27%）、奥地利（40%）、土耳其（25%）、捷克（45%）、墨西哥（36%）、印度（30%）和巴西（21%）等。亚洲诸国（地区）机床产值快速增长：中国、韩国、中国台湾和印度均保持了两位数增长，以上四家加上日本产值之和为346亿美元，占世界产值的48.8%，继续超过西欧集团（CECIMO成员15国）。CECIMO成员之和为304.3亿美元，占世界42.9%，值得注意的是：日本以144.4亿美元产值居世界第一，同比增长7%，比居第二的德国多了17.2亿美元，产值是世界机床总产值的1/5，占世界机床产值的20.4%；中国107.5亿美元，增速是29家中最高的，产值虽然仍为世界第三，但与占第二名德国的差距大大缩小；韩国45.5亿美元，同比增长11%，居世界第五；中国台湾43.8亿美元，同比增长14%，居世界第六位；印度4.8亿美元，同比增长30%。

2. 世界机床消费

中国继续保持世界第一大机床市场地位：2007年中国机床消费金额为161.7亿美元，占世界机床产值的23%，继续保持世界第一。中国机床消费值超过据世界机床消费第二第三位的日本德国之和。市场促进生产，中国继续保持着拉动世界机床工业的发动机地位。世界机床主要消费国（地区）前10名依次是：中国、日本、德国、美国、意大利、韩国、中国台湾、巴西、印度和墨西哥。以上十家消费了世界机床生产的79%，其中亚洲5家消费世界机床产值近48%。

前十名消费占比：中国23%、日本11%、德国

10%、美国9%、意大利7%、韩国6%、台湾5%、巴西2.7%、印度2.6%、墨西哥2.5%。

表三：2007年世界各主要机床生产国金属加工机床消费值

单位：百万美元

排序	国别（地区）	2007年	2006年	同比%（按美元）
1	中国	16170.7	13100.0	23
2	日本	7619.4	7858.6	-3
3	德国	7252.1	5139.7	41
4	美国	6171.8	6361.2	-3
5	意大利	5056.0	3786.2	34
6	韩国	4150.0	4020.0	3
7	中国台湾	3785.0	2887.0	31
8	巴西	1822.2	1423.2	28
9	印度	1774.8	1191.2	49
10	墨西哥	1669.6	1245.9	34
小计		55471.6	47013.0	
世界总值		67671.0	57814.8	

巴西、印度和墨西哥机床市场发展很快：2007年巴西机床消费18.2亿美元，同比增长28%，居世界第八；印度机床消费17.8亿美元，同比增加49%，消费值居世界第九。而2003年印度机床消费仅2.8亿美元，2004年增至5.6亿美元，2005年更达到10亿美元，增幅接近每年翻一番。巴西和印度应该是我们需积极开拓的市场。经济发展都会带动对机床的需求，当今世界关注发展中国家中，经济发展较快的所谓“金砖四国”（“BRIC”即巴西、俄罗斯、印度和中国）机床也都有较快发展。墨西哥因其经济发展较快，2007年机床消费16.7亿美元，已进入世界前十名。也应该是我们机床出口开拓的目的国之一。

3. 世界机床进出口贸易

2007年29个主要机床生产国家和地区共计进口机床360.5亿美元，同比增加14.6%，共计出口392.5亿美元，同比增加18.4%。

中国进口70.7亿美元，还是世界最大机床进口国，以下依次是：美国、德国、中国台湾和意大利，进口前五名进口值之和为世界机床进口值的55%。中国机床进口还保持世界第一，但同比略有下降。中国机床进口额在世界的占比，2006年是23.1%，2007年降为19.6%，进口占消费的43%；台湾地区进口排第4位，同比增加40%，进口占消费的74%。

2007年德国超过日本成为世界最大机床出口国，出口机床91.68亿美元，以下依次是：日本、意大利、

中国台湾和瑞士，前五名出口值之和为世界机床出口值的68.4%，他们的出口值/产值率都在50%以上，中国台湾更是达到78%，出口同比增长15%，位列第4位。中国大陆机床出口16.5亿美元，同比增长39%，继续保持世界第八，尽管和居第七的美国已经很接近了，但出口值占产值仅为15.4%。

表四：2007年世界机床出口前十名 单位：百万美元

排序	国别（地区）	2007年	2006年	同比%（按美元）	出口/生产%
1	德国	9167.8	7516.0	22	72
2	日本	7610.1	6513.0	17	53
3	意大利	4207.6	3318.7	27	58
4	中国台湾	3408.0	2964.0	15	78
5	瑞士	2457.5	2236.7	10	74
6	韩国	1800.0	1450.0	24	40
7	美国	1659.8	1802.3	-8	46
8	中国	1651.3	1190.0	39	15
9	英国	922.2	879.2	5	135
10	比利时	873.2	721.3	21	207
小计		33757.5	28591.2		
世界总值		39252.4	33151.1		

表五：2007年世界机床进口前十名 单位：百万美元

排序	国别（地区）	2007年	2006年	同比%（按美元）	进口/消费%
		7072.0	7243.0		
1	中国	4253.6	4474.6	-2	43
2	美国	3694.5	2535.4	-5	69
3	德国	2815.0	2010.0	46	51
4	中国台湾	1990.9	1397.4	40	74
5	意大利	1544.8	1154.1	42	39
6	墨西哥	1400.0	1358.0	34	93
7	韩国	1317.8	837.1	3	34
8	印度	1252.0	1071.6	57	74
9	法国	1178.3	921.6	17	77
10	英国	26518.9	23002.8	28	126
小计		36045.8	31445.5		
世界总值					

二、世界机床工业的竞争格局

1. 欧盟地区继续保持领先地位

欧盟下属德国的重型机床、瑞士的精密机床、意大利的通用机床在世界享有声望，西班牙、法国、英国、奥地利、瑞典等的机床工业也具有一定地位。欧盟地区科研力量雄厚，基础工业先进，欧盟地区

机床工业发达,在世界机床行业竞争中继续保持领先地位。2007年欧盟(15个国家)机床工业产值占世界机床生产的42.9%;出口占世界出口总值54.6%。世界机床出口前五名中欧盟占三位,分别是德国(第一位),意大利(第三位),瑞士(第五位)。

2. 创新和出口成为日本机床发展的双动力

日本机床工业在技术创新和产品出口带动下,生产发展很快。2007年机床产值持续保持世界第一位,出口居世界第二位。日本机床企业重视技术创新,电子信息技术在数控机床应用上取得多项领先的科研成果,使日本一批著名机床制造商的数控机床在高速、复合、智能、环保等领域保持先进水平,在世界机床业界占有重要地位。日本连续三年成为中国的第一机床出口国。

3. 美国机床工业在恢复中发展

上世纪八十年代,美国机床工业从霸主地位下滑,逐渐被日本和德国超过。美国政府痛定思痛以后,开始重振机床工业,使得美国机床工业开始在恢复中发展。美国机床工业的恢复主要走发展高端的道路,如美国提出向纳米级加工、智能化技术、无接触测量三大领域进军。2007年美国机床生产产值占世界第7位;机床进口占世界第二位;机床出口占世界第七位;机床消费占世界第四位。近年来,以美国机床企业为主体重组的跨国公司——MAG公司崛起,在世界机床界引人注目。

4. 亚洲新兴力量迅速崛起

中国大陆:随着经济的腾飞,中国机床工业得到快速发展。连续几年保持机床生产世界排序第三位,进口额世界第一位,机床消费额世界第一位。中国机床工业的崛起,有力冲击世界机床业欧盟、日本、美国三强鼎立的格局,被世界业界视为具有极大发展潜力的新兴力量。

韩国:近年来,在汽车、造船等装备制造业需求带动下,机床生产、进口、出口、消费增长很快。2007年机床产值居世界第五位;机床出口居世界第六位;机床消费世界第六位。

台湾地区:台湾机床工业的快速崛起得益于技术引进消化吸收和专业化生产体系,机床企业主要集中在台中地区,生产机床的80%供出口;2007年机床产值居世界第六名;机床出口高居世界第四位;

机床进口居世界第四位;机床消费居世界第七位。

5. 企业并购与重组此起彼伏

近几年来,随着世界经济的复苏,机床市场控制权的争夺日趋激烈,机床产业的并购与重组此起彼伏,中国七家机床企业并购世界十家知名机床企业;美国投资公司成功收购组建MAG工业自动化系统集团公司,新近又收购BOEHRINGER公司;日本Jtekt集团麾下由三井精机、丰田工机和光洋等企业组成,瑞士GF阿奇夏米尔集团合并其原有的品牌阿奇·夏米尔和米克朗,形成单一的新品牌。美国哈挺集团(Hardinge)收购克林伯格(Kringberg)公司和一些磨床厂,此类并购、重组实例不胜枚举。

6. 世界机床巨头的竞争日趋剧烈

国际上科学技术发展日新月异,世界装备制造业的新一轮技术竞争异常激烈,主要表现在:一批新的制造领域如微纳制造、光电制造、精确制造等不断涌现,新技术产业化步伐加快;二是新一代控制理论、新材料和新能源的发展,交叉学科和技术的融合与带动作用明显;三是跨国公司投巨资加强技术创新研究,企图控制技术制高点,巩固其产业垄断地位;四是随着全球贸易的发展,世界机床巨头在技术、市场和产业等方面的竞争日趋剧烈。同时,知识产权保持在国际机床贸易中作用越来越大,标准和专利将成为技术和贸易控制权之争。

三、机床工具技术发展成果与趋势

1. 机床复合技术进一步扩展

随着技术进步,五轴联动加工技术日趋成熟。芝加哥、汉诺威、东京、北京四大国际机床展览会上,每届都展出四五十台,甚至上百台五轴联动机床。五轴联动不限于X、Y、Z、A、B(或C)轴联动,而是包括U、V、W轴不同组合的多轴控制五轴联动,同时,立卧转换铣头已经广泛应用于五轴立式加工中心。

各类复合机床纷纷亮相。复合机床包括铣车复合、车铣复合、车-镗-钻-齿轮加工等复合、车磨复合、成形复合加工、特种复合加工等,并出现多主轴、多刀塔的复合机床,加工效率大大提高。“一台机床就是一个加工厂”、“一次装卡,完全加工”等理念正在被人接受。

2. 智能化技术有新突破

智能化提升了机床的功能和品质，在数控系统上得到了较多体现。在智能化方面具有更强的功能：断电保护功能、加工零件检测和自动补偿学习功能、高精度加工零件智能化参数选用功能。

防震功能 (AVC)；热补偿功能 (ITC)；防碰撞功能 (ISS)；语音提示功能 (MVA)；智能主轴 (IPS)；智能平衡分析器 (IMS)；设备维护智能支持系统 (IBA)。

三维仿真、智能化刀具管理软件，高精度在线测量系统、刀具磨损补偿、温度补偿等等。

3. 机器人使柔性化组合效率更高

机器人与主机的柔性化组合得到广泛应用，机器人与加工中心、车铣复合机床、磨床、齿轮加工机床、工具磨床、电加工机床、锯床、冲压机床、激光加工机床、水切割机床等组成多种形式的柔性单元和柔性生产线。

4. 精密加工技术有了新进展

发达国家通过机床结构设计优化、机床零部件的超精加工和精密装配、采用高精度的全闭环控制及温度、振动等动态误差补偿技术，提高机床加工的几何精度，降低形位误差、表面粗糙度等，从而进入亚微米、纳米级超精加工时代。

5. 功能部件性能不断提高

功能部件不断向高速度、高精度、大功率和智能化方向发展，并取得成熟的应用。如电主轴、全数字交流伺服电机及驱动装置、力矩电机、直线电机、滚珠丝杠、直线导轨等功能部件的性能指标不断提高。

6. 新技术提高了机床的性能

日本大隈公司推出机床防碰撞系统和热补偿系统，目前已经有多家公司在机床上应用；日本森精机公司的高刚度、箱中箱的机床主体结构，以及重心驱动技术已开始流行。森精机公司推出的高档数控机床四项新技术，全面提高了机床的性能，四项

新技术是：重心驱动 (DCG)、电机直接驱动 (DDM)、内装电机刀塔 (BMT)、八角形滑块 (ORC)。

日本马扎克公司推出拥有7项智能技术的i-系列机床，德国DMG集团推出以复合和智能技术创新的第五代机床等表明，新技术的应用使数控机床的技术进步已经到了一个崭新的阶段。

7. 数控刀具和测量仪器有了新的发展

高速、高效、复合、高精度、高可靠性及环保是数控刀具的发展方向。发达国家数控刀具制造技术在刀具材料、刀具镀层技术、刀具结构设计、刀具连接件和工具系统、以及切削数据库等方面，都取得了突出成就，使得数控刀具提高到一个崭新的水平。

数字化、高精度、智能化、非接触测量仪器和在线测量技术取得新的进展，新的测量仪器和测量系统不断出现，以三坐标测量机为代表的精密测量仪器应用扩大；带CCD数字摄像头、激光测头及触发测头的多传感测头光学坐标测量仪得到快速发展；激光干涉测量系统和球杆仪在数控机床几何精度和运动精度的监测和监控中，得到了广泛应用。

通过计算机技术、通讯技术将数控机床、数控刀具、数控测量系统和加工工件以及相应的信息集成融合在一起，构成数字化闭环切削加工系统，成为计算机集成制造系统的基本单元。

8. 绿色制造技术开始起步

现代数控机床既要高性能、高效率，又要节约资源、低能耗、低污染，加工过程对人友好和宜人化。要从机床的设计开始，材料选用、制造、使用过程直至机床报废回收，形成“绿色”的全过程。欧盟已经启动“绿色机床”研究项目，提出机床绿色和能耗标准设想，说明绿色制造技术开始起步。

宜人化改进，如流线型外罩，宽敞的航空玻璃视窗；可调角度的控制面板和19"显示屏；可调节座椅；通过传输技术授权的开关钥匙；显示机床工作状态的可视光带等，外观造型简洁、明快，富于现代感。□

2007 年世界机床生产企业前 20 强

Top 20 machine tool manufacturers in the world in 2007

徐树滋

据美国卡德纳公司最近公布的机床产值折算成美元的排名表，德国通快公司 (Trumpf) 首次名列第一，近两年一直居首位的日本马扎克公司屈居第二。2007 年机床产值排在世界前 20 名的企业中，日本占 7 家，德国占 5 家，美国 3 家，中国 2 家，瑞士 2 家，韩国 1 家。这些国家基本都属于机床生产大国。日本和德国机床产值居世界前两名。中国的沈阳机床集团升为世界第八，大连机床集团居第十，这都反映了近几年我国机床工业快速发展的结果。与 2007 年中期数据相比，美国哈斯公司和格里申公司的机床产值的世界排名都后移了，而欧洲的公司则

位置前移，这和 2007 年欧元对美元升值较快有很大关系。

机床产值名列世界前 20 名的企业如下表一：

世界前 20 名机床企业的产值之和占 2007 年世界机床总产值的 24.7%。这说明，全球机床行业还不是几家大公司能独霸的天下，相对而言，还是中小企业占多数，不可小看。

把以上数据按国别汇总整理后，可得出各国机床产业的集中度，见下表二：

表二 2007 年世界机床产之前 20 名
企业按国别汇总的情况

排名	国别	进入前 20 名企业数	入围企业产值和 (百万美元)	占本国产值 百分比 (%)
1	日本	7	9604.3	66.5
2	德国	5	6412	50.4
3	美国	3	2922	81.7
4	中国	2	2488	23.1
5	瑞士	2	1645.8	49.5
6	韩国	1	985.2	21.7

表一 机床产值列世界前 20 名的企业 (2005, 12-2007, 12)

排序	企业名称	国别	截止财政年度	机床产值 (百万美元)	总产值 (百万美元)
1	通快	德国	2007.06.	2225.1	2530.4
2	山崎.马扎克	日本	2007.03	2165	2165
3	吉德曼	德国	2007.12.	2141.2	2141.2
4	大隈	日本	2007.03	1616.1	1616.1
5	天田	日本	2007.03	1548.9	2244.8
6	MAG	美国	2006.12	1500	1500
7	森精机	日本	2007.03	1474.6	1474.6
8	沈阳机床	中国	2007.12	1331.5	1331.5
9	Jtekt	日本	2007.03	1316.5	8776.5
10	大连机床	中国	2006.12	1156.5	1168.5
11	斗山.英维高	韩国	2007.12	985.2	3479.7
12	阿奇.夏米尔	瑞士	2007.12	983.6	3751.6
13	舒勒	德国	2007.09	964.8	964.8
14	牧野	日本	2007.03	942.3	1177.8
15	哈斯	美国	2007.12	880	880
16	百超	瑞士	2007.12	662.2	1257.2
17	伊玛格	德国	2005.12	547	547
18	格里森	美国	2007.12	542.4	542.4
19	日平富山	日本	2007.03	540.9	707
20	因代克斯	德国	2006.12	533.9	533.9

占本国产值百分比反映了机床产业的集中度。从集中度而言，其他国家都超过我们。特别像美国两家公司产值占全国产值的 81.7%。这也是美国发现近几年机床发展比其他国家相对滞后采取措施（如 MAG 公司的成立，发展有实力的大型机床生产厂）结果。瑞士两个厂的产值占了全国一半，韩国斗山一家占全国五分之一。

从我国机床工业情况来看，目前也还是要扶植、支持较大型的有实力的机床厂，要打造中国机床品牌，要形成几家有国际竞争力的大型机床企业，以促进我国数控机床产业的发展，变机床生产大国为机床生产强国。□

Private sector investment grows 36% in 2007

2007年中国民营经济投资增长36%

According to a recent report on the development of the private sector economy in 2007, put out by the All-China Federation of Industry and Commerce, the country's private sector investment last year rose 36%. In January–November 2007, fixed capital investment in non-state-owned or state holding economic entities, i.e. the private sector, in urban regions, stood at RMB5.67 trillion, a year-on-year surge of 36.3%, 9.5 percentage points faster than the national average and accounting for 56.4% of total fixed capital investment in urban regions, a rate 4 percentage points faster than posted in the previous year.

The report shows that at the end of September 2007, the number of registered private enterprises stood at 5.387 million, up 400,000 year-on-year, a surge of 8.2% from the end of the previous year. During the same period, the nation's total fixed capital investment in the private sector, at RMB8.8 trillion, grew RMB1.2 trillion year-on-year, an increase of 16.5% from the end of 2006. The number of people employed, at 70.586 million, grew 9.8% from the end of the previous year; the number of investors, at 13.621 million, rose 7.1% from the end of 2006.

According to the report, import and export by the country's private enterprises totalled US \$346.7 billion in 2007, up 42.7% from a year earlier, 19.2 percentage points faster than the growth of national foreign trade. Import and export by private enterprises accounted for 16% of the national total, up 2.2 percentage points than a year ago. Export by private enterprises grew 45% year-on-year to reach US \$247.5 billion; the rate was 19.3 percentage points faster than the national total.

The report, quoting figures from the National Bureau of Statistics, said in January–November 2007, profits by the country's private enterprises above scale in the industrial sector stood at RMB400 bil-

lion, a year-on-year jump of 50.9%, 14.2 percentage points faster than the rate for all above scale industrial enterprises; their weight as a part of all above scale industrial enterprises was at 17.4%, 1 percentage point higher than a year ago.

Government procurement exceeds

RMB400 billion in 2007

2007年中国政府采购金额超过4000亿元

China's government procurement scale continued to expand in 2007 with the total purchase estimated to exceed RMB400 billion, according to the latest statistics released by the Ministry of Finance.

An official with the ministry said that during the past five years' enforcement of the Government Procurement Law, China has made great efforts to reform the system. The government procurement value of goods and services increased from RMB 100.96 billion in 2002 to RMB 368.1 billion in 2006, and then hit a record high of more than RMB400 billion last year.

Currently, China's government procurement has expanded from the sole purchase of goods to engineering and services, while engineering purchase has been on the rise. The composition of the government procurement funds has enlarged from the early funds within the budget to various financial funds including funds within and out of the budget and self-raised funds.

Statistics show that China now has more than 13,000 employees engaged in government procurement, and they are in charge of the work of supervision, management and operation of the government procurement. At the same time, there are many people in public agent institutions with certification from the financial departments, and assessment experts who engage in work related to government procurement.

New tariff policies published

中国出台多项关税新政策

China's Ministry of Finance (MOF) on February

18 published several tariff policies, to raise the export tariff for some fertilizers including phosphorus containing compound fertilizer; to first collect and then reimburse the import tariff and import link value added tax imposed on some key spares and fittings which are imported by Chinese enterprises for the purpose of developing and manufacturing large horsepower agricultural equipment; and to exempt some products that enter special areas supervised by Customs from export tariff.

MOF claims in a bulletin that approved by the State Council, the export tariff on some fertilizer products has been adjusted as of February 15, 2008, that is, an interim export tariff of 35% will be imposed on diammonium hydrogen phosphate, ammonium dihydrogen phosphate and compound of ammonium dihydrogen phosphate and diammonium hydrogen phosphate from February 15 to September 30, 2008; and the original 20% export tariff on the three products will be resumed from October 1 to December 31, 2008. Meanwhile, interim export tariff will be imposed on some phosphorus containing compound fertilizer, which will be 35% from February 15 to September 30, 2008; and 20% from October 1 to December 31, 2008.

It is learned that China's net export of ammonium dihydrogen phosphate was 1.43 million tons in 2007, a year-on-year increase of 2.0847 million tons (as against a net import of 653, 400 tons in 2006). Driven by export growth and cost, the price of ammonium dihydrogen phosphate and compound fertilizer grew 53.1% and 62.8% at the end of 2007 as compared with at the beginning of the year. Moreover, as major snow-hit areas account for 41.21% of China's phosphate fertilizer output, industrial insiders estimate that local phosphate fertilizer production has undoubtedly been affected by the snowstorm that hit most of Southern China at the beginning of 2008, and China's domestic supply of ammonium dihydrogen phosphate will in turn be influenced this year.

MOF has also issued a circular, claiming that

starting from January 1, 2008 (depending on the time of import application), China will first collect and then reimburse the import tariff and import link value added tax paid by Chinese enterprises for importing key spares and fittings for the purpose of developing and manufacturing new-type large horsepower agricultural equipment, and the tax amount reimbursed will be transferred as State capital fund, which will be mainly used in development and production of new products and construction of innovative capacity for enterprises.

The circular also states that as of March 1, 2008, China will suspend the policy of exempting caterpillar tractors, wheel tractor, half feeding rice combine harvester, potato combine harvester, self-propelled silage harvester, potato planter, large wheat sower, paddy planter, and cotton picking machine from import tariff for newly approved Chinese and foreign invested projects (depending on the date of the projects being approved, endorsed or filed).

However, for Chinese and foreign invested projects approved before March 1, 2008, when they import agricultural equipment of the abovementioned technical specifications, the "Circular of the State Council on Adjusting Tax Policy for Equipment Import" (State Council No.37, 1997) still applies until September 1, 2008; after the date (including September 1), the import tariff exemption policy will be suspended for the import.

It is learned that new-type large horsepower agricultural equipment include: large horsepower wheel tractor, half feeding paddy combine harvester, potato combine harvester, self-propelled silage harvester, potato planter, large wheat sower, paddy planter, and cotton picking machine.

The circular stipulates that enterprises that apply to enjoy preferential import tariff policy shall have the capacity to design and manufacture new-type large horsepower agricultural equipment; have a complete technician contingent; have strong digestion capacity and production and manufacturing capability; and have definite

market targets and a big customer group.

MOF has also issued a circular, claiming that approved by the State Council, the Customs Tariff Commission of the State Council has decided that as of February 15, 2008, China no longer imposes export tariff on some products that enter special areas supervised by Customs, and all infrastructure construction materials that enter all special areas supervised by Customs for construction of the areas and factory buildings.

However, the abovementioned infrastructure construction materials cannot leave China for export. If they are not used up in special areas, they will be returned outside under the supervision of Customs. However, when foreign infrastructure construction materials enter the areas and are transshipped to other places outside the areas in China, they shall go through Custom declaration and tax payment procedures according to related stipulations.

Moreover, when production enterprises within special areas supervised by Customs purchase raw materials on the domestic market for production of export products, they will be exempted from export tariff. Production enterprises within the special areas supervised by Customs are not allowed to purchase raw materials on the domestic market and then directly transfer (or sell) them to non-production enterprises (for example, bonded logistics, storage and trade enterprises) within special areas for the purpose of direct export or export in a bonded way. When the abovementioned raw materials exempted from export tariff are exported or sold outside the special areas without substantial processing, import tariff and import link tax will be imposed on them according to regulations.

The circular stresses that non-production enterprises (for example bonded logistics, storage and trade enterprises) within special areas are not entitled to the preferential policy when they purchase raw materials on the list domestically. The policy only applies to export processing zones, bonded port areas,

comprehensive bonded areas, the Zhuhai -Macao across-border industrial zone (Zhuhai Park) and China-Kazakhstan Horgos International Border Cooperation Center (China controlled area) .

Machine-building industry grows over 20% for five years

中国机械工业连续5年增速超过20%

Statistics published by China Machinery Industry Federation (CMIF) show that the output value of the machine-building industry in China for the first time exceeded RMB 7 trillion in 2007, up 32% year on year. Thus, the industry has grown at a speed of over 20% for five years running.

The strength of China's equipment manufacturing industry has improved as a whole in 2007: such key and new products as 15,000-ton hydraulic machine, 35-cubic metre electric shovel for mining use, and 12,000-metre digital oil driller have been developed; and a number of high-level machine tools have broken the foreign monopoly.

It is learned that the self-sufficiency rate of machinery and equipment was 71% in China in 2001, and the rate had risen to over 82% by the end of 2007. Prior to that, the machinery industry had been one of the key sectors that reported the biggest foreign trade deficit in China. Starting from 2006, however, it has turned from net import to net export, with import and export volume reaching US \$327.11 billion in the first eleven months of 2007, up 30.3% year on year and accounting for 16.6% of China's total foreign trade import and export. To be specific, the export was US \$174.814 billion, up 40.74% and accounting for 15.84% of China's total export; and the import, US \$152.296 billion, up 20.07% and accounting for 17.61% of China's total import. Export of motor vehicles and engineering machinery with high technical content has increased sharply. China's export of motor vehicles grew 52%

year on year in the first eleven months of 2007; and that of engineering machinery grew 62.7%, all higher than the average growth of 40% of the machine-building industry. General-trade export of the industry grew 46.8% year on year in the first eleven months of 2007, 13 percentage points higher than export under processing trade; and export by non-governmental enterprises grew 52.4%, 12 percentage points higher than the average growth of the industry.

However, China still relies on import of engines for large ships, and medium and high-grade digitally controlled machine tools.

CMIF predicts that China's machine-building industry will maintain 20% growth for the sixth year in 2008; the automobile output will reach 10 million; and the output of power equipment is estimated to be around 100 million kW.

Consumption top driver of GDP

2007年中国消费拉动GDP居首位

China's gross domestic product (GDP) grew 11.4 percent year-on-year in 2007. The growth rate can be broken down into 4.4 percentage points driven by consumer spending, 4.3 by investments and 2.7 by net exports, according to preliminary figures from the National Bureau of Statistics (NBS). Thus consumption replaced investments as the most powerful engine of China's economic growth in 2007 for the first time in seven years.

After the Asian financial crisis of 1997, China's exports had been hit and the economic growth was weak. The government has since set expansion of domestic consumption as a long-term strategy and the basic pillar of economic development. The country has stressed adjustment of relations between investment and consumption, and given priority to increase consumption. Investments, consumption and exports are the troika pulling along any economy. At the start of 2001, consumption's contribution to GDP had been lagging behind investment for six straight years.

The share of investment in the GDP increased 4.6 percentage points in 2006, 0.3 percentage point higher than that of consumption. Because of the rapid increases in trade surplus, the share of domestic consumption in the GDP had kept on declining to go down from 63.8 percent in 2000 to 39.2 percent in 2006. The situation changed in 2007. The rise of consumption is mainly propelled by State policy to expand consumption and restrict investment growth. The fast increase of income levels has also strongly boosted consumption. China's per capita disposable income of urban residents reached RMB13,876 in 2007, up 12.2 percent year-on-year, with a real increase of 1.8 percentage points; and per capita net income of rural residents was RMB4,140, a real increase of 9.5 percent, up 2.1 percentage points.

In 2008, as investment growth faces restrictions from a series of macro control measures and growth of trade surplus slows down remarkably, consumption is likely to play a bigger role in driving China's economic growth.

Import, export of mechanical, electrical products grows 22% in 2007

2007年中国机电产品进出口增长22%

According to statistics provided by China Chamber of Commerce for Import and Export of Machinery and Electronic Products, China's import and export volume of mechanical and electrical products reached US\$1.20015 trillion in 2007, up 22.2% year on year or a net increase of US\$222.97 billion, accounting for 55.3% of China's total foreign trade.

After becoming a member of the World Trade Organisation (WTO), China's trade volume of mechanical and electrical products has expanded rapidly, and the US\$1.2 trillion import and export volume in 2007 is five times the figure of US\$239.31 billion before China became a WTO member in 2001, averaging an annual growth of 30.8%. The average

monthly import and export volume of US\$100 billion neared the total import and export, about US\$103 billion in 1995. Compared with Germany, which ranked second in the world with trade volume of mechanical and electrical products reaching US\$1.08 trillion in 2006, there is only a gap of about US\$10 billion.

China's export of mechanical and electrical products was US\$701.17 billion in 2007, up 27.6% year on year, the growth is 1.9 percentage points higher than the growth of China's total export but 1.1 percentage points lower year-on-year, and the net increase of export reached US\$151.75 billion. Meanwhile, the import was US\$498.95 billion, up 16.7% year-on-year and accounting for 52.2% of China's total import, 1.8 percentage points lower than in 2006.

China's trade surplus of mechanical and electrical products has kept growing and reached US\$202.19 billion in 2007, up 66.2% year-on-year, as against a 59.3% growth in 2006, and accounting for 77.1% of the trade surplus of all commodities. Due to influences of diversified factors, including the international industrial shifting to China, rapid development of processing trade, releasing of the effects of fixed assets investment, increase of operating entities, rapid growth of export by nongovernmental enterprises, and import substitution, China's export of 33 products has grown at a pace faster than import in the 36 months since January 2005, and the gap between the import and export of the 33 products is enlarging, with monthly trade surplus repeatedly hitting new highs, reaching US\$23.85 billion in November 2007.

China's 2008 automobile output, sales likely to exceed 10 million

2008年中国汽车产销量有望超过1000万辆

Despite skyrocketing oil prices and the ever stricter standards for emissions control, China's automobile output and sales will remain the mainstay

during the 11th Five-Year Period (2006-2010), officials with the Chinese Association of Automobile Manufacturers said. Automobile output and sales, which exceeded 7 million in 2006, looks set to surpass 8.7 million in 2007. 2008 will continue to experience a double-digit growth, which will push up output and sales to break the mark of 10 million for the first time ever.

Among the major automobile manufacturing countries, only the United States and Japan produce and sell more than 10 million automobiles. China's output and sales overtook that of Germany several years ago to rank the third in the world.

Following its accession to the World Trade Organisation at the end of 2001, China opened up its long-protected automobile markets to the outside world in strides. Consumption of automobile products long pent-up, "blew out," pushing private individuals to become the main group of automobile consumers. Automobile output and sales, at 2 million in 2000, grew at an annual rate of around 24%, and overtook that of Japan as 2006. China is now the world's second largest consumer of new automobiles.

The Chinese government will stick to the policy of expanding domestic demand in 2008 and strive to enhance the "pull" effect of consumption on economic growth. Automobiles play an extremely important role in meeting people's demand for upgrading their consumption mix. As for market demand, every 1,000 Chinese people only own 44 automobiles, against the global level of 120 and the U.S. level of 750, there is great potential for China's automobile consumption.

According to the latest figures released by the Ministry of Public Security, China's automobile ownership at the end of 2007 stood at more than 56.96 million, accounting for 6.7% of the world total of 850 million. Worldwide, nearly 80% of the automobiles are sedans; China has 21.49 million, fewer than 40% of the total and privately owned sedans stands at over 15.21 million.

用于复合机床的多通道五轴联动数控系统DASEN20

大森数控技术股份有限公司 李 刚

经过多年拼搏,大连大森数控技术股份有限公司已开发出具有自主知识产权的五轴五联动全闭环车削加工中心数控系统,五轴五联动全闭环镗铣加工中心数控系统DASEN 18和纳米级四轴四联动全闭环加工中心数控系统DASEN 16i和四通道磨床CNC数控系统,并掌握了多通道技术。这些系统已经在机床上长时间运转,其功能强大、机床运转非常可靠,在CCMT2008展会上都有展出。另外这些系统是高度开放的,不仅可以设定为纳米级插补运算和控制,而且可以接收每路4M的编码器位置反馈信号或以总线方式接收每路数百万线/转以上的绝对值编码器数据或接收光栅尺信号构成纳米级全闭环控制。从数控系统插补运算,伺服轴位置反馈信号到速度环、位置环的超精细纳米级PID调节算法等构成一整套真正纳米级高精高速数控系统(配气动轴承直线伺服电机纳米级PID调节待完善)。

经过十多年的技术经验积累,大森数控数控技术股份有限公司的创新力已经实现了从量变到质变的飞跃。在上面这些技术平台基础上,我们实现了2到4通道控制。可以按需要把一些功能组合到对应的通道内,能完成任何常见的复合机床的多通道多联动数控系统。

最新开发的Dasen 20数控系统是该公司为沈阳机床股份有限公司研制的双主轴、双刀塔车铣复合加工中心开发的双通道五联动数控系统。它把9个运动轴,13个伺服电机分在两个通道内,第一通道能独立完成五轴联动数控系统功能,第二通道能独立完成四轴联动数控系统功能。该机床既可以按两个通道独立工作,又可以严格同步工作。比如一个通道可以完成工件端面及外径圆柱面(或平面)铣、钻、攻丝等加工任务,然后自动把工件装夹到另一通道的主轴上,完成其它车、铣、钻和攻丝等加工任务。这里不仅避免了二次装夹误差,提高了工作效率,还可以充分利用车、铣、镗、钻和攻丝全部功能来完成单台五轴机床无法完成的工作。下面介绍该系

统的主要功能。

1. 旋转刀具中心点(RTCP)编程功能

编程时只需给出刀具刀尖点的坐标及其刀具在水平和垂直两个方向的角度(X, Y, Z, A, B),使得编程标准化,编程仅与工件有关,与机床结构形式无关。强大的RTCP(Rotation tool Centre point)功能利用五轴坐标变换自动把刀尖位置数据(X, Y, Z, A, B)实时分解成5个轴的各自运动量,确保其连续平稳精确运动。单通道时能保证RTCP功能每秒执行2000段程序,这是高速高精的必需保证之一(图1)。

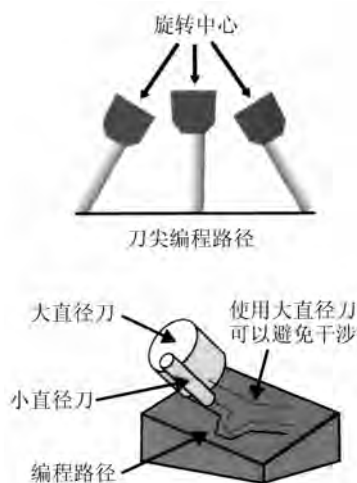


图1

2. 五轴坐标变换功能

自动把工件坐标系的标准化程序转换为实际机床坐标系的程序。把极坐标编程数据转换成直角坐标。把RTCP编程数据(X, Y, Z, A, B)实时变换为5个轴的各自运动量。适用带各种旋转轴和摆动轴的立式和卧式加工中心,可用于铣削加工中心或车削中心。

3. 精密测量功能

强大的RTCP功能使DASEN-20适用各种结构形式的机床。通常相互垂直坐标轴的脉冲当量可以直接设置，但两轴任意夹角的组合式斜轴，工作台上旋转轴和摆动轴的脉冲当量，刀具摆动式摆轴刀尖点的脉冲当量等计算是非常困难的。利用精密测量各个轴的一些特定的运动所得数据来自动换算出各个轴的实际脉冲当量，保证机床的加工精度（图2）。

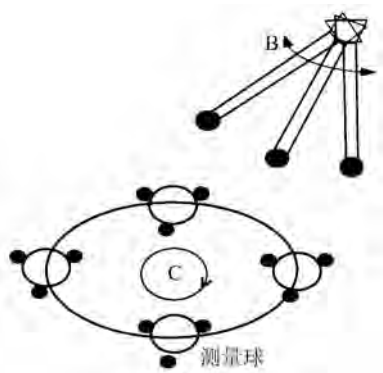


图2

4. 3D刀具半径补偿

工件被加工点的法线矢量和刀具方向矢量间夹角变化时，刀具半径对加工精度的影响也变化。3D刀具半径补偿功能（图1）实时算出两矢量间夹角变化时五个轴的各自补偿量，确保加工尺寸精确。有999组刀补，当刀具磨损后，选用对应的刀具组就可以确保加工尺寸精确。

5. 纳米级高精控制

该系统的脉冲当量可以按光栅尺等位置反馈信号的实际分辨率设置，最小分辨率为1nm。按纳米级精度控制时，通常是控制以气动直线轴承为导轨的直线电机，要采用高速精细的速度和位置环调节算法。目前双通道时系统每秒可以执行1000段程序，下一目标是每秒可以执行5000段程序，适合高速高精控制。

6. 高速控制

显示和编程尺寸可用软件设置，最大编程尺寸是小数点前5位可达99m，最小编程尺寸是小数点后6位可达1nm。各轴运动速度主要受限于控制卡硬件接

收位置反馈信号的频率和系统每秒可以执行的程序段数。目前每路位置反馈信号的接收频率是500kHz和4MHz两种，当脉冲当量为1μm时，对应的运动速度分别为30m/min和240m/min。

7. 伺服轴动态测试功能；

可自行设置各个轴的加减速速度值和运动方式，自行设置位置传感器采样频率及以示波器方式图示出速度环误差值和位置环误差值。通过最小化误差来优化速度环和位置环调节参数用来保证加工精度。

8. 自动高密度轴误差补偿功能

各个轴既可以是单独的运动轴，也可以是复合运动形成的斜轴轴，可以对每个轴在任意位置进行位置偏差补偿，补偿点数没有任何限制。补偿点数越多精度越高。下一个软件版本是激光测量数据自动进入数控系统内，自动形成高密度小距离位置偏差补偿，从而大幅度提高机床精度。比如每0.1毫米进行一个补偿，这会大幅度提高机床的加工精度。

9. 高精度全闭环反馈功能

可以接受来自伺服电机驱动器的仿真编码器信号形成半闭环，也可以接受来自光栅尺的位置信号形成全闭环。可以接受增量信号和绝对值信号。位置信号的分辨率可以任意软件设置到1nm。可以按脉冲形式接收信号，也可以按电机编码器传输方式来更换对应总线采集卡，以总线方式接收反馈信号。

10. 特殊图形功能

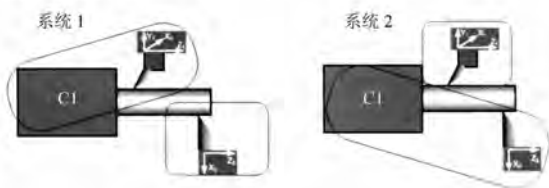
可以从任意角度图示出要加工工件的3D形状来检验程序的正确性。可以对局部进行图示放大，可以不断放大到屏幕上1毫米代表1μm，来放大观察局部加工的结果。

11. 开放式结构

除正常车、铣、镗、钻等常见功能的G代码外，还有螺旋线插补、渐开线插补、样条函数插补和极坐标编程等功能。而且整个系统采取开发式结构，极易扩展新功能。例如一个用类似C语言写成的子程序的名字为M9999，系统里就增加了一个M9999代码。系统内的高级语言里包含了常用的C语言功能，使其很方便扩展功能。例如以X坐标值为变量每增加0.1毫米时，求出 $Y_n = f(x_0 + n \times 0.1)$ ， $Z_n = f(x_0 + n \times 0.1)$ ，

Y_n), 得出点坐标 (X_n, Y_n, Z_n) 。点 (X_n, Y_n, Z_n) 和点 $(X_{n+1}, Y_{n+1}, Z_{n+1})$ 间可以是直线, 圆弧或样条插补等, 从而构成点阵。简单函数时边计算边运动, 复杂函数还可以离线计算构成点阵, 来完成新的运动控制功能, 方便实现5轴按特定函数关系运动。

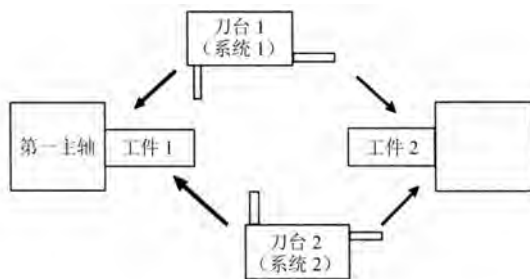
通道轴切换控制



通道间等待



图3



回转时的工件交换

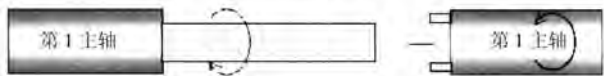


图4

12. 双通道协调功能

两个通道既可以独立工作, 又可以同步工作 (图3, 图4), 还可以进行车铣复合控制 (5)。例如双主轴同期功能可以使副主轴从第一主轴精确地承接工件, 再进行工件背面端的第二道工序加工, 不但可节省人工, 而且缩短工件二次装夹时间, 保证加工精度。□

业界动态

山高刀具奖学金在清华再次颁发

2008年5月16日下午, 07-08学年的“清华之友-山高刀具奖学金”颁奖仪式在清华大学9003大楼精密仪器与机械学系会议室举行。受山高公司的委托及依据奖学金评定规则, 清华制造工程研究所设立了清华精仪-山高刀具奖学金评定委员会, 对全系范围内的大量申请报告进行了认真评定, 最终评选出10名学生获本年度奖学金。其中六名本科生获奖者中有四人被保送为该校研究生。

参加颁奖仪式并致词的有清华大学精仪系领导、山高刀具(上海)有限公司负责人、获奖学生代表等, 出席会议的还有清华师生及媒体代表共40余人。

清华精仪系党委书记郁鼎文同志回顾了自前年签约以来双方所开展的一系列合作项目, 经过共同努力, 所取得的成绩已初露端倪。他感谢山高为清华学生创造了良好的实习条件并激励学生积极投身金属切削事业。山高刀具(上海)有限公司董事总经理蒋文德先生则强调, 奖学金设立的目的是奖励钻研金属切削技术并学有所长的优秀学生。当今我国制造业蓬勃发展, 而刀具领域我们和国际先进水平尚存差距, 故培育优秀人才也是当务之急。为此, 瑞典山高刀具公司愿发挥其在产品设计、制造和销售的优势, 而清华大学则可凭借其在人才培养、科学研究方面的优势, 双方合作推广先进金属切削技术在教学、科研及生产中的应用。

当媒体记者就山高08年的发展思路等许多问题发出提问时, 蒋文德先生回答说, 公司年初制定的发展目标是比上年增长30%, 而一季度的同比增长超过70%, 在中国经济发展遇到困难时能完成如此业绩是始料不及的。山高在销售网络布局方面也将有新的举措, 打算新增天津、济南、大连、襄樊和芜湖等地的办事处, 计划在全国主要的工业城市将均设有联络处。08年的新产品推广计划仍将以Duratomic技术为中心, 并整合Holemaking等产品资源, 强化孔加工系列全面解决方案的能力。在上海的生产基地现已经通过挪威DNV的ISO14000认证审核, 表明山高在发展生产的同时非常关注对环境的保护。□

半导体材料激光退火技术研究 (二)

张魁武

2 其他半导体材料激光退火

GaAs和InP等Ⅲ-V族半导体, 第三代半导体GaN以及SiC、ZnSe、CBN和金刚石等高温半导体材料近年发展很快。这些非硅化合物半导体材料, 在不远的将来, 其市场规模可能赶上单晶硅。它们在耐高电压、抗高温或动作速度方面超过单晶硅, 主要在单晶硅性能达不到要求的领域发挥作用, 推动科技的进步与发展。

2.1 GaAs 激光退火

(1) 掺 Se 和 Si 的 GaAs 退火

普通热退火为防止高温处理引起表层化学成分的改变和分解, 在GaAs表面沉积介电防护层。此法虽然在低剂量掺杂方面取得了成功, 但很难在掺Si和Se的GaAs材料中获得高活性载流子, 为此进行了激光退火的研究^[19]。

将基材GaAs<100>分别加上厚60nm和79nm的SiN₄盖帽, 在140keV下掺Si, 得到掺Si剂量为 $2.0 \times 10^{13}/\text{cm}^2$, $6.0 \times 10^{13}/\text{cm}^2$ 和 $2.0 \times 10^{14}/\text{cm}^2$ 的3种试样。在320keV下掺Se, 得到掺Se剂量为 $2.2 \times 10^{12}/\text{cm}^2$ 的试样。

使用两种激光器退火, 即脉冲准分子XeCl激光器(308nm, 12ns)和脉冲染料激光器(728nm, 8ns)。

激光退火过程测瞬态光谱反射因数来确定GaAs熔化阈值, 发现Si₃N₄盖帽对其熔化阈值影响不大, 但两种波长辐照差别很大。裸GaAs准分子XeCl激光熔化阈值只有 $0.05\text{J}/\text{cm}^2$, 而染料激光器则为 $1.0\text{J}/\text{cm}^2$ 。这是因为前者光学穿透较浅(约13nm), 后者光学穿透较深(约70nm)。加有盖帽的试样, 染料激光照射, 其熔化阈值基本未变, 而准分子激光辐照的熔化阈值有所升高。

掺Se-GaAs的n型载流子浓度: 脉冲染料激光退火者为 $3.0 \times 10^{19}\text{cm}^{-3}$, 脉冲XeCl激光退火者为 $1.0 \times 10^{19}\text{cm}^{-3}$, 都远远高于传统的炉退火所得。

(2) 掺 Zn⁺的 GaAs 退火

低功率脉冲激光退火(LPPLA)很适合于处理掺

杂化合物半导体材料, 能保持其表层精确的化学计量成分, 改善其显微组织结构。将<100>GaAs片用140keV的Zn⁺轰击, 掺杂剂量 $10^{14}/\text{cm}^2$ 。全部试样在3%HCl水溶液中腐蚀5min, 再用蒸馏水和甲醇冲洗。在空气中, 室温条件下用Q开关红宝石激光器($\lambda=694.3\text{nm}$, $\tau_{\text{FWHM}}=25\text{ns}$)进行匀束处理, 得到能量均匀分布的光斑, 在 $4.5\sim 7.5\text{MW}/\text{cm}^2$ 功率密度下辐照30个脉冲^[20-21]。

用超高分辨率电子显微镜(XHRTEM)检查, 经30次 $4.5\sim 7.5\text{MW}/\text{cm}^2$ 功率密度的激光照射退火后, 试样表层的损伤已完全消除, 呈有序结晶状态。X射线光谱(XPS)分析表面和亚表层(约20nm)As/Ga比值与未掺杂的原始状态相近。而在此工艺参数范围之外处理的试样As/Ga比值与掺杂态相近。这表明掺杂造成的损伤, 在适当的工艺条件下激光照射已经修复, 而后者未得到修复。

2.2 掺 S⁺的 InP 激光退火

以100keV能量向InP掺杂硫离子, 剂量 $5 \times 10^{13} \sim 1 \times 10^{15}/\text{cm}^2$, 试样截面为5mm×5mm, 上面覆盖厚 $0.35\mu\text{m}$ 的磷硅酸盐玻璃(PSG)薄膜或 $0.30\mu\text{m}$ PSG和 $0.05\mu\text{m}$ 的SiO₂复合层。试样退火用连续波Nd: YAG($\lambda=1.06\mu\text{m}$)多模光束, 直径 $\phi 40\mu\text{m}$, 扫描速度 $1.2\text{cm}/\text{s}$, 作用时间3.6ms, 20%搭接扫描, 试样基体温度 300°C , 退火气氛95%N₂+5%H₂^[22]。

椭圆对称测量不同S⁺掺杂剂量激光退火后的折射率和衰减系数变化, 见图19。用 $1.8\sim 2.3 \times 10^5\text{W}/\text{cm}^2$ 功率密度的激光对掺S⁺剂量为 $5 \times 10^{13} \sim 1 \times 10^{15}/\text{cm}^2$ 的试样作两次扫描, 其光学性能基本恢复到未掺杂前InP的水平(见图19中水平虚线), 且复合覆盖层比单一覆盖层效果更佳。

Van der Pauw霍尔效应测量电导率和电子迁移率随激光功率密度的变化, 测量结果见图20。从图20中可见, 功率密度由 $1.75 \times 10^4\text{W}/\text{cm}^2$ 增加到 $5.35 \times 10^4\text{W}/\text{cm}^2$, 电活性(相当最高值的百分数)和电子迁移率都先增加到一个最高值, 而后下降。前者变化较大, 后者变化较小。出现最高值电活性的激光功率密度,

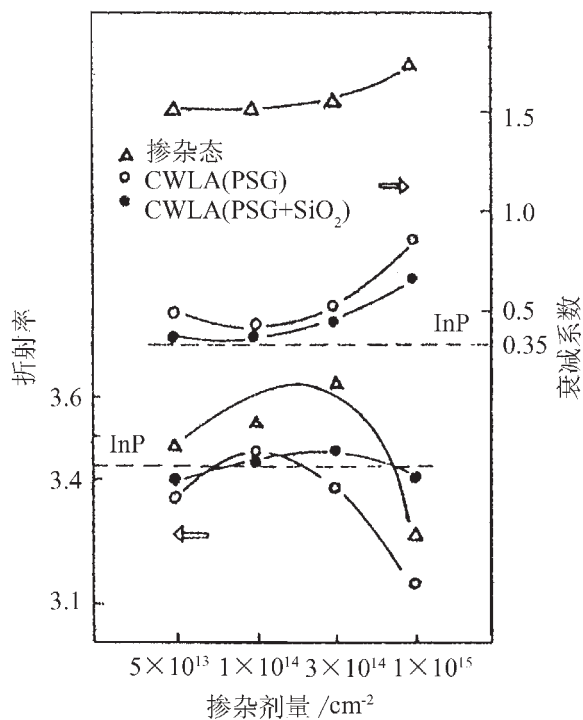


图19 掺S⁺的InP连续波激光退火 (CWLA) 后折射率和衰减系数的变化

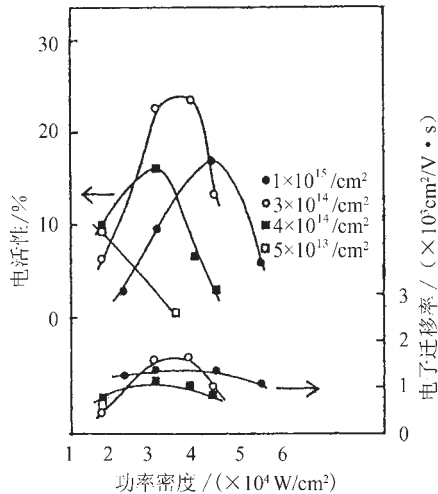


图20 连续波激光退火功率密度对掺S⁺的InP 电活性和电子迁移率的影响

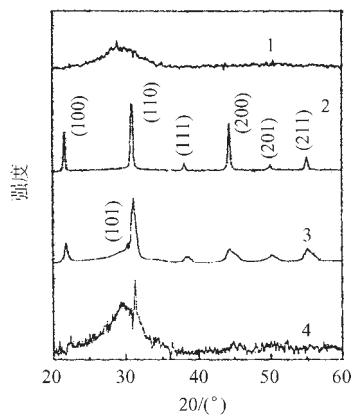
因掺杂剂量不同而异。掺杂剂量愈高，所需的临界功率密度愈大。

2.3 铁电薄膜激光退火

(1) PZT 薄膜退火

用射频磁溅射在低温下玻璃基体上制备非晶态 PZT ($\text{Pb}_{0.44}\text{Zr}_{0.56}\text{O}_3$) 薄膜。用 Ar^{3+} 离子激光束 (波长 488nm 功率密度 $3.3 \times 10^8 \text{ W/m}^2$ ，扫描速度 45mm/s) 扫

描，或用准分子脉冲 KrF 激光束 (波长 248nm，光斑 $7 \times 22 \text{ mm}^2$ ，脉冲能量 70mJ，频率 50Hz，脉宽 30ns，照射 2min) 处理。图 21 给出了几种状态 PZT 薄膜 X 射线衍射谱。图 21 中曲线 1 是 RF 溅射的非晶 PZT 薄膜；曲线 2 是 $600^\circ\text{C} \times 2 \text{ min}$ 炉退火，PZT 转变成钙钛矿相；曲线 3 是 Ar^{3+} 激光扫描后得到的 PZT 钙钛矿薄膜；曲线 4 是 KrF 激光脉冲辐照的 PZT 薄膜。 Ar^{3+} 激光光斑很小，约为 90nm，难以产生均匀的大面积薄膜。KrF 激光光斑较大，能量密度较低，但分布较均匀，其光子能大于 PZT 薄膜的带隙能。加热仅限于近表面浅层，较深部位的能量达不到结晶需要的能量，所以它的 XRD 谱线有较重的非晶区背景衍射谱线 (见图 21 曲线 4)，SEM 观察结晶深度的为 120nm^[23]。



1-RF 溅射态；2-炉退火态；3- Ar^{3+} 激光扫描；4-KrF 激光辐照。

图21 PZT 薄膜 XRD 谱

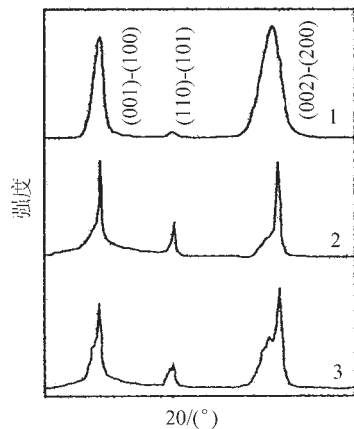
炉加热退火、RTA 和激光退火显微组织晶粒尺寸分别为 $1 \mu\text{m}$ ，80nm 和 10nm。以激光退火热作用时间最短，晶粒尺寸最小。两种激光处理的非晶 PZT 薄膜都在室温下转变为铁电相，但 Ar^{3+} 激光处理的薄膜均匀性较差，且有孔洞和裂纹。

(2) BaTiO_3 薄膜退火

用 RF 磁溅射在玻璃基体上低温沉积 BaTiO_3 薄膜。用 KrF 激光 ($\lambda=248 \text{ nm}$ ， $f=30 \text{ Hz}$ ， $\tau=30 \text{ ns}$) 照射 2min。脉冲能量试样 A 为 160mJ，试样 B 为 320mJ，X 射线衍射谱分别见图 22 中曲线 2、3^[23]，激光照射使衍射峰变窄。由 Scherrer 方程计算激光辐照前晶粒尺寸为 7~8nm，辐照后，A 试样为 20nm，B 试样为 24nm。同时激光照射使晶格常数减小 3%~4%，趋近于坯料的晶格常数值。说明激光退火使晶粒长大，晶界的拉应力部分弛豫，改善了 BaTiO_3 薄膜的质量。

2.4 $\beta\text{-FeSi}_2$ 薄膜激光退火

在 $\langle 100 \rangle \text{Si}$ 和 $\langle 111 \rangle \text{Si}$ 片上用电子束蒸镀纯铁薄



1-RF溅射态; 2-KrF激光 (160mJ) 退火; 3-KrF激光 (320mJ) 退火。

 图22 BaTiO₃薄膜XRD谱

膜。退火用连续CO₂激光, 能量密度为250~400J/cm², 在氮气保护下进行; 或用准分子脉冲XeCl激光, 能量密度0.2~1.8J/cm², 在氮气和真空中进行。然后在Ar+H₂气氛中于850℃热退火2h, 以改善激光辐照的损伤^[24]。

X射线衍射分析结果见图23和图24。图23中曲线1和曲线2分别是CWCO₂激光和脉冲XeCl激光退火后的衍射谱。图24中曲线1和曲线2分别是CWCO₂和XeCl激光退火后再热退火的衍射峰。对比两图, 明显可见图24的衍射峰形状陡峭, 表明已形成多晶; 而图23的衍射峰较缓较宽, 表示激光退火膜层中存在较

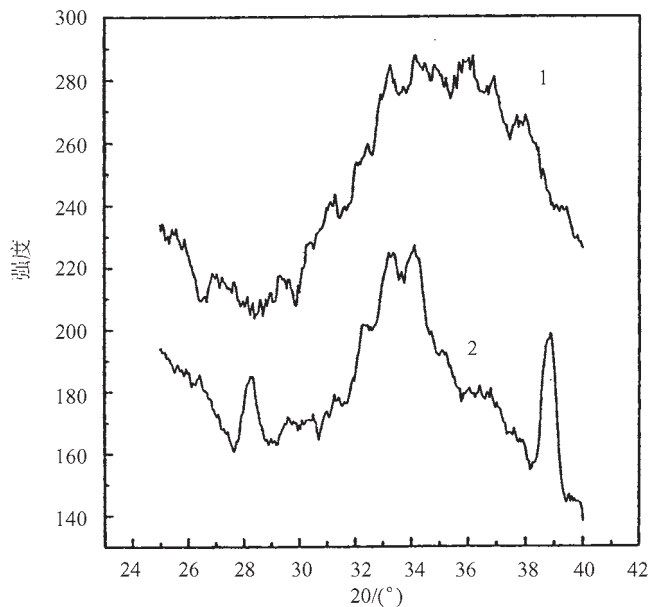

 1-CW CO₂激光退火; 2-脉冲XeCl激光退火。

图23 沉积Fe的Si薄膜XRD谱

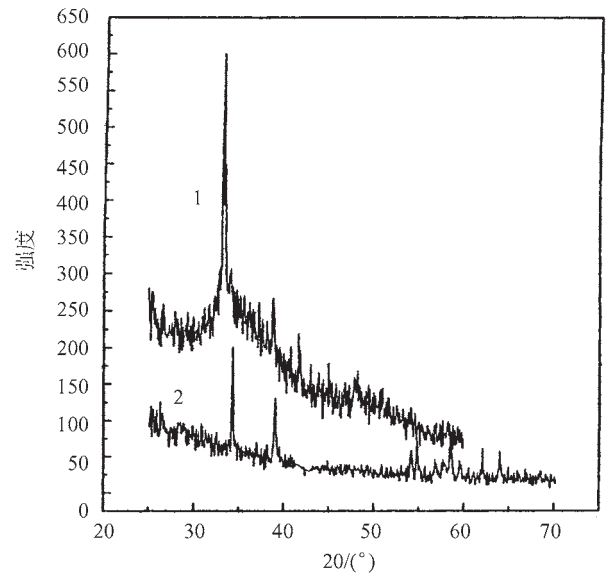
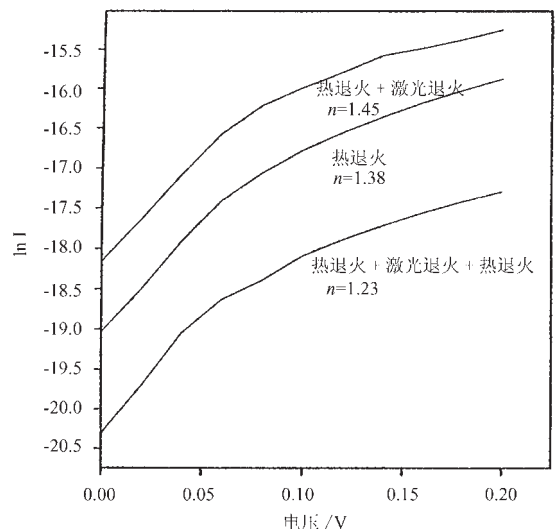

 1-CW CO₂激光退火+热退火; 2-脉冲XeCl激光退火+热退火。

图24 沉积Fe的Si薄膜XRD谱

高的残余应力, 引起了应变。由XRD谱用Scherrer方程计算晶粒尺寸, CWCO₂激光退火晶粒尺寸为11.2nm, 脉冲XeCl激光退火晶粒尺寸为19.0nm, 前者加热退火晶粒尺寸为95.4nm, 后者加热退火晶粒尺寸为155.9nm。据此可知, 脉冲激光退火优于连续波激光退火, 随后再进行热退火的复合处理, 得到最大的晶粒, 具有最佳的性能。

在n型硅基片上生长β-FeSi₂薄膜, 形成β-FeSi₂/n-Si异质结, 其lnI-V特性曲线见图25。由图25可见, 热退火后激光辐照, 理想系数n值升高, 再进行热退火, 可能由于减少了来自激光冲击的损伤, 使n值降


 图25 β-FeSi₂/n-Si异质结在不同的退火处理后的lnI-V特性曲线

至最小值。

2.5 掺Bi的ZnO薄膜激光退火

直流三极管溅射形成厚 $0.9\mu\text{m}$ 的ZnO薄膜波导。在 150keV 能量下, 掺杂剂量为 $6\times 10^{15}/\text{cm}^2$ 的铋, 用CW CO_2 激光, 功率密度 $(1.0\sim 1.3)\cdot 10^5\text{W}/\text{cm}^2$, 扫描速度 $1\text{cm}/\text{s}$ 。因为掺杂区损伤阈值为 $(1.3\sim 1.6)\cdot 10^5\text{W}/\text{cm}^2$, 所以掺杂的ZnO薄膜激光退火功率密度应小于 $1.3\times 10^5\text{W}/\text{cm}^2$ 。而未掺杂的ZnO激光退火损伤阈值较高, 应使用 $(2.0\sim 2.3)\cdot 10^5\text{W}/\text{cm}^2$ 的功率密度^[25]。

用卢瑟福背散射光谱(RBS)检测Bi在退火中的扩散行为, 结果如图26所示。在 1.825MeV 附近出现Bi峰, 在 1.59MeV 附近的峰是ZnO中的Zn。图26中箭头所指系薄膜表面的Bi和Zn的散射能量。激光退火前后Bi的谱峰位置非常接近, 可知激光退火未引起Bi的扩散重布。ZnO波导膜表面也没有发生熔化。激光退火显著改善了其光学散射损失特性。

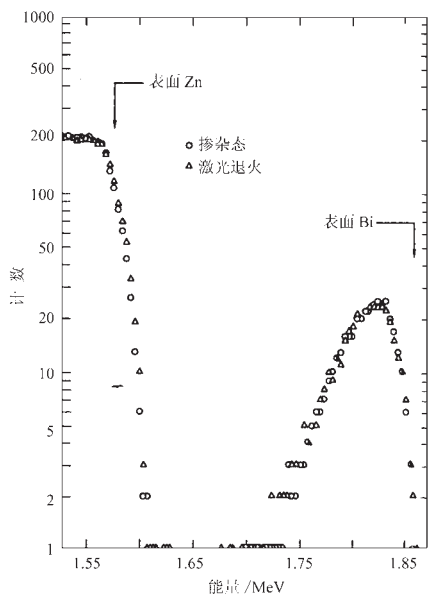


图26 掺Bi的ZnO薄膜卢瑟福背散射谱 (Bi: $6\times 10^{15}/\text{cm}^2$)

2.6 $\alpha\text{-SiC:H}$ 薄膜激光退火

非晶加氢碳化硅 $\alpha\text{-SiC:H}$ 是半导体工业的重要材料, 在太阳能电池、光传感器、发光二极管、薄膜电阻和线性影像传感器上都有应用。但是, 由于非晶态性质决定其电导率低, 限制了它在许多装置中的应用。况且此种非晶材料不易掺杂改性。多晶SiC的电导率和透光率都高, 有广阔的应用前景。目前多晶SiC的制备方法, 如等离子增强化学气相沉积(PCVD)和普通热退火, 都需在 $700\sim 1000^\circ\text{C}$ 高温下进行, 但有金属导线的装置不能经受如此高温, 基体

材料需要采用昂贵的耐热材料等, 这限制了它在许多场合的应用。有资料介绍, PCVD氢原子反应可在 200°C 生长多晶SiC, 但还没达到实用化。为此, 试验远程等离子CVD, 在较低的基体温度下沉积 $\alpha\text{-SiC:H}$ 薄膜, 然后激光退火处理, 这样得到了良好的效果^[26]。

$\alpha\text{-SiC:H}$ 薄膜制备原料为六甲基乙硅烷。在遥控等离子氢中, 基体温度保持在 $30\sim 400^\circ\text{C}$, 基体材料为Si(100)和石英玻璃, 沉积膜厚度为 $100\sim 800\text{nm}$ 。激光退火用KrF准分子激光器($\lambda=248\text{nm}$, $\tau=20\text{ns}$), 基体表面光斑尺寸 $1\times 10\text{mm}^2$ 线形斑。不锈钢反应室抽真空到 13.3mPa , 用流动高纯氩气(99.99%)冲洗几次。试样放在可控运动的工作台上, 每次脉冲照射后, 移动一定距离, 激光脉冲能量选在 $50\sim 550\text{mJ}/\text{脉冲}$ 。

不同基体温度 T_s 沉积的薄膜化学成分和冲击硬度(DH)关系见图27。基体温度较低时膜层含碳量较低, 含硅量较高, 冲击硬度较低。随 T_s 升高, 含碳量增加, 含硅量下降, 冲击硬度线性增加。

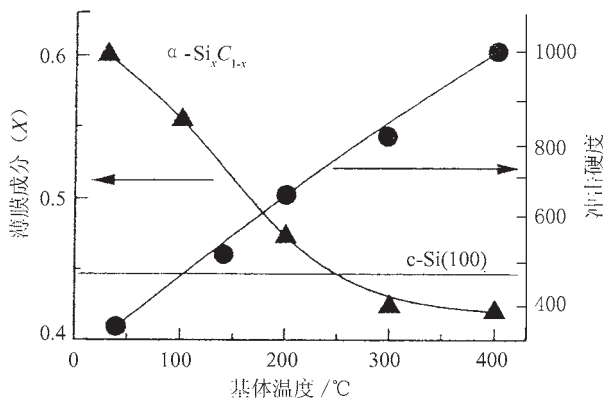


图27 沉积态 $\alpha\text{-SiC:H}$ 薄膜的化学成分和冲击硬度与基体温度的关系

反射高能电子衍射(RHEED)光谱测量基体温度在 400°C 以下的沉积膜都是非晶态, 激光退火转变成多晶SiC结构。

在脉冲激光作用下, 部分 $\alpha\text{-SiC:H}$ 薄膜气化。气化层的深度和基体温度及激光密度的关系见图28。俄歇能谱测量表明, 无论激光退火前薄膜中Si/C比值多少, 退火后都变成接近化学计量成分。激光退火使电阻率明显降低, 表面电阻率为 $8.4\times 10^9\Omega/\text{cm}^2$ 。

2.7 Co_3O_4 薄膜激光退火

在室温硼硅玻璃基体上, 射频磁溅射制备 Co_3O_4

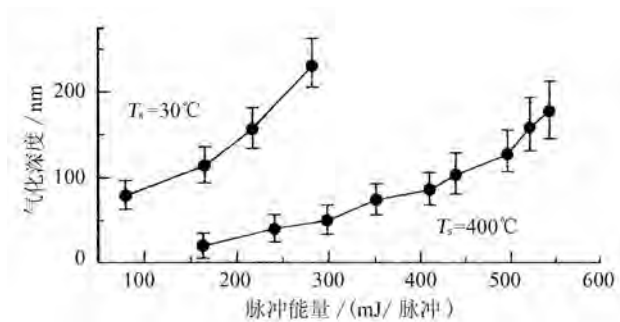
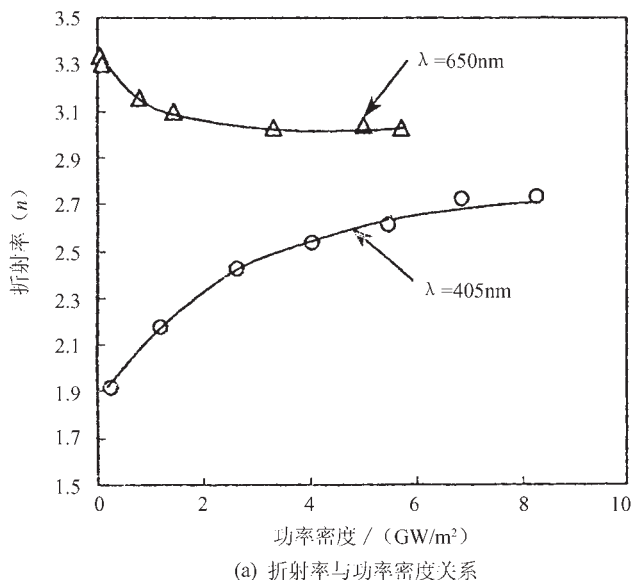
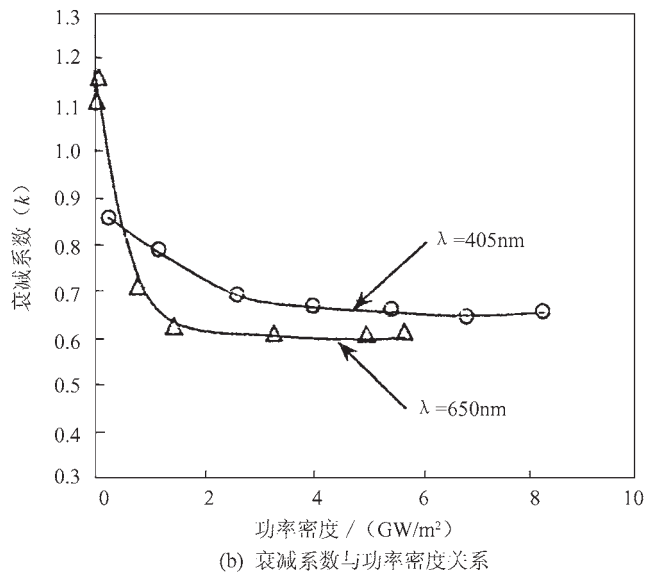


图28 SiC薄膜气化深度和激光脉冲能量的关系

薄膜，厚度70nm。XRD和明场TEM分析，薄膜组织



(a) 折射率与功率密度关系



(b) 衰减系数与功率密度关系

图29 Co₃O₄薄膜折射率及衰减系数与激光退火功率密度及波长的关系

是直径为 $\phi 10\text{nm}$ 左右的 Co_3O_4 颗粒。使用GaN半导体激光器，波长为405nm和650nm，用椭球仪测量不同处理后，薄膜的折射率 n 和衰减系数 k ，结果如图29所示。在 $\lambda=405\text{nm}$ 时，随功率密度的增加折射率 n 增加， n 由1.91增加到 $8.2\text{GW}/\text{m}^2$ 时的2.73，趋于稳定；而 $\lambda=650\text{nm}$ 时，则随功率密度升高，折射率 n 下降。 n 由开始的3.34，降至 $6.0\text{GW}/\text{m}^2$ 时的3.03，趋于稳定（见图29a）。衰减系数 k 随功率增加，两种波长辐照都是下降的，波长为405nm和650nm的 k 值分别由开始的0.85和1.15降到0.65和0.60（见图29b）^[27]。□

参考文献（略）

• 业界动态 •

美国哈斯公司在上海设立生产基地

美国哈斯自动化公司日前在上海设立了生产基地：正式成立哈斯自动化数控机械制造（上海）有限公司并于2008年5月15日举行了盛大开工仪式。有关部门、协会、用户及有关专业媒体的代表数百人出席开工典礼并参观了工厂。中国机床工具工业



协会副总干事王黎明代表机床协会出席并参加剪彩。

哈斯自动化数控机械制造（上海）有限公司设在上海浦东川沙镇，目前主要生产 mini Mill 系列机床。□

五轴联动车铣中心现状与发展策略

刘士玉

(沈阳机床市场统筹本部)

摘要: 文章通过对五轴联动车铣中心现状的分析,总结了机床总体结构特点,找出了国内外机床在技术上的差距,提出了高端机床发展的相关理念。并结合市场现状大胆的提出机床市场发展策略,供借鉴交流。

关键词: 五轴联动 车铣中心 复合加工

高速、高精、高效、环保和复合型是机床发展方向。复合加工机床可以实现单台机床多工序、多工种加工、减少装卸和调整时间、效率高、质量好,可以实现工件装卸和工序间传送自动化。

五轴联动车铣中心是在车削中心上配置有回转刀具的铣削功能,或在加工中心上配置车削功能,最近又出现了不同原理加工方法的集约,如激光加工和切削加工的复合等,进一步提高机床复合化程度。

1 发展现状

五轴联动车铣中心技术目前基本掌握在MAZAK、OKUMA、MORI SEIKI、DMG、WFL等大企业手中,国内企业刚刚涉足此领域,市场份额基本被国外企业垄断。五轴联动车铣中心的理念源于欧洲,奥地利的WFL铣车技术公司是行业的开拓者。日本复合加工机开始于上世纪70年代末80年代初,目前德国和瑞士的机床精度最高。综合起来,德国的水平最高,日本的产值最大,全球市场占有率最高。

我国五轴联动车铣中心刚刚起步,首台由沈阳机床(SMTCL)与德国MAX MULLER公司合作生产,出现在CMT2001中国国际机床展览会上。虽然我国复合加工机发展起步较晚,但国内用户在复杂零件加工、以及科研、新产品制造上也已使用了大量进口的车铣复合加工机。

2 结构分析

(1) 卧式五轴总体结构

目前国际上五轴机床主流结构有伺服Y轴、直接

Y轴、垂直Y轴等3种(图1)。



图1 五轴机床常用结构

伺服Y轴,斜床身结构,通过X轴与刀架倾斜运动的运动合成,插补实现Y轴功能,代表机型MAZAK的INTEGREX IV系列、DMG的GMX linear系列、DOSSAN的PUMA MX、SMTCL的HTM63150iy系列。

直接Y轴,斜床身结构,刀架沿垂直X轴方向上下运动,实现Y轴功能,代表机型WFL的M系列、SMTCL的HTM40、HTM80系列。

垂直Y轴,平床身结构,刀架沿垂直方向运动,实现Y轴功能代表机型MORI SEIKI的NT DCG系列、MAZAK的INTEGREX e-H系列、SMTCL的HTM63150等。

(2) 结构对比

直接Y轴:最早由奥地利WFL公司开发,设计思想基于车床,加工以车铣为主体,该结构Y轴行程及B轴刀架整体刚性受机床结构限制(图2)。



图2 WFL公司基于直接Y轴结构的车铣复合机床

伺服Y轴：目前大部分企业采用这种结构，与直接Y轴思想类似，源于车床，以车加工为主。两轴互补实现Y轴功能，结构紧凑价格低，但Y轴行程受结构限制，一般行程较小。

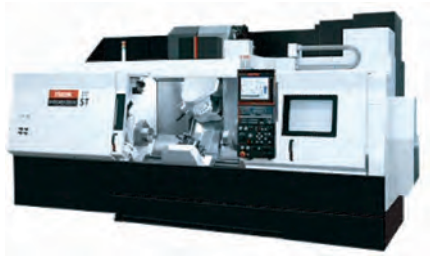


图3 MAZAK公司基于伺服Y轴的车铣复合机床

垂直Y轴：近几年基于加工中心与车床结构而开发，平床身整体框架结构，Y轴行程大，受整机结构限制相对少，MORI SEIKI的NT4000 DCG铣车复合机床（图4），车削直径660mm，机床Y轴行程420mm，Y轴行程比其他结构相近规格的机床要大，铣削范围广，性价比更高。



图4 MORI SEIKI公司基于垂直Y轴的铣车复合机床

基于以上原因，MAZAK公司将卧式机床分采用伺服Y轴结构的INTEGRX IV和采用垂直Y轴结构的INTEGRX e-H二大系列。INTEGRX IV系列的车削直径一般小于760mm，INTEGRX e-H系列的车削直径为610~920mm。而MORI SEIKI已经放弃伺服Y轴结构，全部转向垂直Y轴结构，并提出箱中箱结构的机床理念。

(3) 技术差距

国内近几年开发的五轴联动数控车铣加工中心，其基本参数、机床结构和国际水平接近。通过多年的努力，国内骨干企业已经掌握了五轴联动控制技术及机床基本结构原理，关键差距之处在机床的制造水平、精度、机床稳定性、机床平均无故障时间及机床应用领域基础研究（表1）。

精度及热量补偿技术在国际企业机床上已经普

表1 国产高档机床与国外机床差距对比

项 目	国际水平	国内企业	备注
定位精度/ μm	4~6	10~12	$\phi 1000\text{mm}$ 以内规格
重复定位精度/ μm	2~3	5~6	
圆度/ μm	<3	3/ $\phi 150\text{mm}$	
表面光洁度/ μm	<1.25	1.6	
平均无故障时间/h	5000	<800	
噪声/dB	<78	<83	

遍应用，而国内企业尚在实验阶段。国内企业总体精度水平较国际先进水平低，估计产品设计水平、质量、精度、性能等方面与国外先进水平相比个人估计落后至少5~10年。

3 产品策略

(1) 总体规划，实现通用性模块化

目前国内骨干企业卧式五轴机床以上3种Y轴结构均有，各企业产品线各自为政，虽然规格上实现了从 $\phi 400\text{mm}$ ~ $\phi 1250\text{mm}$ 的产品布局，但急需整合现有产品线，制定整体循序渐进技术发展战略。

目前国外五轴联动机床交货期一般为5~6个月，重大型机床为12~14个月。国内机床交货期相对较长，用户反映强烈。加快产品通用性、模块化步伐，是解决托期交货的重要途径。模块化建设应着眼于选择优势结构，选择有代表性产品为基型向上向下衍生规格，形成几大基本系列，最大限度发挥零部件通用化的优点。通用性、模块化才能最大限度满足用户个性化的需求。

(2) 转变思路提升素质

机床设计是机、电、液、气综合学科的高度统一，是工程学与美学的完美体现。目前国内的机床设计、制造受传统影响大，很大程度上是利用借鉴、比大的思路进行机床设计。五轴机床带来了许多数控车床设计手段、理念的更新和应用的启示，这些设计和应用理念必将在国内机床设计和生产领域产生重要的影响。对设计、制造人员的要求越来越高，提升素质转变观念时不我待。

(3) 加大基础理论的研究

机床作为综合学科，基础理论的研究只有靠自己，基础理论的研究涉及机床结构、震动控制、温度控制、噪声控制、刀具应用、数控系统应用、动态控制等众多领域，这些方面目前还是空白。

(4) 持续改进 加快产品更新速度

国际上机床加工精度每8年提高一倍,加工手段,制造水平不断更新,用户的需求也与日剧增。汽车零件关键配合部位的精度提升如表2。

表2 汽车零件关键配合部位不同年代精度要求对比

项目	20 世纪 70~80 年代	20 世纪 90 年代
尺寸精度	IT7~IT8 级	IT5~IT6 级
圆度/mm	0.015~0.020	0.005~0.010
同轴度/mm	0.020~0.030	0.015~0.020
定位精度/mm	0.030~0.050	0.010~0.015
表面粗糙度 $R_a/\mu\text{m}$	1.6~3.2	0.8~1.6

汽车行业每半年更新一次,国际机床企业基本2~3年产品更新一次,而我们的产品数年来未变过,很多部件结构设计之后便没有更改过,一直沿用至今。大力的持续改进可以弥补先天设计不足,适应现代设计、工艺制造水平,可以说持续改进是和新产品开发同样重要的技术工作。

(5) 推进关键功能部件的研究

我国历来只重视主机的设计和制造,造成数控机床的功能部件(如滚珠丝杆,滚动导轨,数控车床转塔刀架,加工中心刀库和机械手),要么质量差、可靠性不及国外名牌,要么还是空白。为此必须自力更生加快机床功能部件研究,提升整体技术水平,目前沈阳机床卧式五轴联动的B轴,电主轴,进给系统,电气控制方面的功能部件研究一直没有实质性突破,关键技术还没有掌握。

4 市场前景广阔

中国经济的持续稳定增长,为数控机床行业的发展提供了广阔的空间,军工,航空航天、船舶工业、汽车及其零部件制造业等对数控机床、特别是高档数控机床的需求急剧上升。国内大型机床企业纷纷涉足五轴机床但目前均处于实验阶段,用户很少。

(1) 市场容量

目前国内还没有对五轴车铣中心的生产和销售状况进行统计的数据,2007年1~6月进口车床7240台价值3.36亿美元,其中数控车床3446台价值2.99亿美元,以高档台数比重按1/5计算,合计689台价值,价值估计1.5亿美元以上。

(2) 政策性好

军工企业采购,首选国产设备。2007年9月国防科工委下发的《军工建设项目鼓励采购国产设备若

干规定》,明确提出军工建设项目应首选国内自主创新的产品,逐步提高国产设备的采购比例,这一点对于国内机床行业来说就非常有利。指定范围内的企业,采购首台重大的国产设备的采购人,可提前进入设定的采购程序、签署订购合同,凡是所需要的投资全部由中央财政给予安排。

(3) 军工市场需求

“十一五”期间,我国用于国防装备领域的技改投入约有2500亿,我国国防工业将步入快速发展轨道,如此巨额的技改需求将进一步带动制造装备采购需求的快速增长。军工行业技改力度加大,对机床需求持续增长,航空、航天以及军工企业由于大多建厂早,设备老旧状态严重,上世纪50~60年代产品占到企业现有设备的60%~70%,20世纪90年代之后的设备仅有15%左右。军工行业进入设备更新周期,随着国民经济的日益强大,航空航天以及军事工业也正发生着巨大变化,为了全面提高生产能力和科研能力,10大军工集团均启动了一大批技术改造项目以求改变目前的装备状况,该领域对高端机床需求持续增长。

航空航天工业“十一五”期间航天器及运载火箭的发射将更为频繁,同时载荷的提升与更高的技术质量要求,将推动相关设备更新需求的快速扩大。航空航天工业在新世纪对机床的需求,可概括为高速、多轴、精密、大型,40%~50%为五轴联动用于精密、复杂零件加工。

5 营销策略建议

卧式五轴联动车铣中心作为导入期产品进入市场试销,存在尚未被用户接受、销售额增加缓慢、生产批量小、试制费用大、制造成本高等不利因素。结合五轴联动车铣中心的目标用户群主要是十大军工企业的现状,制定相应的营销政策指导产销,实现逐步扩大市场份额的目的。

(1) 稳定产品质量

逐步完善现有产品结构配置,完善功能模块,提升产品质量,缩短与国际机床技术制造水平;加大用户工艺基础工作的研究力度,为用户提供个性化机床,提供完美解决方案;加快交货进度,减少用户抱怨。

(2) 价格策略

价格并不是主导因素,精湛的技术、强大的生

产能力、过硬的服务才是根本。目前市场竞争主要是国外企业，价格是国内机床的2~3倍，配件、售后服务费用高的现状，建议适度提高该类机床价格，为企业发展获取利润。在重大项目招标中，视竞争对手具体情况可采取灵活的价格策略，以最大限度抢占市场份额。

(3) 渠道策略

军工企业的采购渠道与目前机床代理商主渠道有很大差异。因此广结善缘，鼓励有实力的代理商参与军工企业招标项目，积极推动产品销售。

(4) 大力促销

以培育产品市场认知度及提升产品知名度为目的，通过国内外各类展会、媒介、网络进行大力宣传，提高用户对产品的理解及品牌记忆；让用户了解高端机床的能力与水平，愿意尝试新产品并逐渐接受。充分利用不同的媒介组合，从而达到快速占领市场、提升品牌知名度的目的，为产品以后的发展打下良好的基础。

(5) 培养典型用户

榜样的力量是无限的，通过典型用户对售前项

目的巨大辐射意义，实现以点代面的销售策略。典型用户机床应用比较深入，往往累积了很多成功的经验，这些经验可以总结推广到其它相关类似用户身上，可以指导机床持续改进。典型用户能提出更多更有价值的需求，这些需求对产品发展有很好促进作用。

(6) 强力沟通

强化高层交往及各级人员与客户的交流沟通，以满足客户需求为目标。市场营销的最终目标是使客户满意。切实搞好客户关系管理，及时了解客户各类需求，及时为用户提供最优解决方案，与客户的有效沟通就显得尤为重要了。

6 结束语

五轴联动加工技术的发展将会给今后的生产带来革命性的巨变。工厂的生产的模式、生产的组织、生产的管理将发生变化。预示着一个完全加工时代即将到来，五轴联动机床的快速发展必将带动整个产业的升级，带动传统机械加工理念的革新。

业界动态

SKF 举办中国技术日活动

2008年5月22日，SKF公司在上海举办了主题为“能源、效率”的技术日，来自机床工具、航空航天、电力工业、水泥、造纸等行业的媒体代表数十人参加了SKF技术日。SKF集团总裁兼首席执行官Tom Johnstone先生介绍了SKF公司的经营情况以及“用SKF知识装备世界”和“关爱业务、关爱员工、关爱环境、关爱社区”实现公司可持续发展的理念。SKF中国（投资）有限公司总裁Magnus Johansson先生介绍了SKF公司在中国的投资情况和在中国的业务发展。新闻发布会后，SKF中国有限公司的专家们分别就工业风机、机床工具、综合服务、SKF动力传动和密封系统解决方案、应用于汽车动力传动系统的“可持续性”产品等不同领域和来自

不同行业的媒体代表进行了深入的交流。

本刊记者还从当天的技术发布日获悉，SKF将投资5亿8千万人民币，启动其大连工厂的二期工程，以支持SKF公司在中国和亚洲其他地区不断增长的业务需求，尤其是在科再生能源、冶金、矿山、建筑和工业传动等行业的需求。

SKF中国有限公司机床行业经理郭峰在交流会上，介绍了SKF公司应用于机床行业一些新产品，有机床主轴状态监控系统、新增的71960和71964大规格型号的高精密轴承，还有承载力增加40%的高承载力磨削滚珠丝杠，以及增在研发中的CNC气浮主轴单元。



高花费还是高价值?

High cost or high value?

在完成相同的加工任务时,采用铣-车加工中心与采用几台单独的机床相比,虽然在设备的花费上可能大些,但占地面积减小,较少使用专用夹具,减少了工序间工件的传送装置,易于保证零件加工质量,缩短制造周期和交货期,从而获得了很好的收益。本文以铣-车加工中心应用实例,说明其重要的使用价值。

当提议采用铣-车加工中心(车铣复合中心)时,关注的焦点现在是、将来还是,在尽可能少的机床调整中,完成零件加工的能力。但其他一些因素也起作用,如对专用夹具的需求减少甚至不需要,这是因为大多数复杂零件能由棒料或短坯料加工而成,无需采用专门的夹持工具。而且零件也不必整齐码放等待下一台机床加工,所以,能显著缩短制造周期。

那么到底是应该采用铣-车中心,还是采用多台机床的加工方式呢?这是近年来许多人提出的一个问题。囿于传统观念,人们“不想把所有的蛋放在一个篮子里”,如果这台机床停车会出什么事?这些想法对今天的市场来说,是否真实呢?

在现今的生产中,对一些复杂机床的需求正在变成一种必要。证明这种投资的合理性,节省占地面积是一个重要的方面。如 Mori Seiki (森精机) MT-253 型铣-车中心所需的占地面积要比 2 台独立机床少 20%~30%。奥地利 WFL 公司开发的 M65 Millturn

铣-车中心,还能完成深孔钻削和滚齿。世界汽车和船舶制造业用齿轮箱、操纵组件和其他驱动件的最大制造商之一,德国的 Friedrichshafen 工厂就使用这样一台铣-车中心。ZF 公司指定用这台机床加工直径 40~600mm、长度在 1500mm 以下的轴,以及直径在 1000mm 以下,平均批量不大于 20 件的齿轮。ZF 公司还用这台机床加工船用齿轮箱一个典型轴类零件,该零件钢坯料长 1000mm,其加工过程为:车削,沿中心线钻直径 45mm、深 570mm 的孔,钻 3 个直径 12.5mm、深 596mm 的轴向孔,加工 2 个模数 5mm 的外齿轮及插出内齿、铣一长槽,最后在轴的表面滚压一段螺纹。使原来需要 4 台机床进行的加工,现在都由 M65 Millturn 机床完成了。ZF 公司在这台机床投产后,不仅替代了 4 台机床,更重要的是加工非淬火工件所需的工序从 11 道减少至 4 道,而且在有些情况下,从 14 道减少至 1 道,这使交货时间减少了 2~4 周。而用于钻模和夹具等装置上的开支减少了 65%,占地面积节省了 300m²。

英国的 John Crane 公司使用了一台 Hitachi Seiki (日立精机) HiCELL 23 型机床加工不锈钢密封环。过去得在 3 台不同机床上进行 5 次独立的加工操作。现在一次操作便可完成,批量从 1 件到 20 件,循环时间在 15~20min 内,与先前的 40min 循环时间形成鲜明对比。还使从地面到地面的时间减少了 25%,交货周期缩短了 28%,装调时间减少了 50% 以上。这项成功又导致该公司追加购买了 4 台 HiCELL 机床。

Okuma (大隈) Mac Turn 机床由于在转塔上使用了 B 轴,使这台机床获得了许多新的能力,扩大了应用范围。用户宁肯投资购置这样的高价值机床,而



森精机公司的 MT2500SZ 9 轴控制铣-车中心

不去购置花费较低的机床。其经营公司 NCMT 认为：这样一台高效能机床和一名熟练操作者相结合，必将减少生产运作成本和交货周期。NCMT 公司鼓励客户去开发机床的技能，而且为客户提供必要的帮助，一个星期的培训显然不能完全掌握和充分发挥机床的效能，而这些技能要在实践中，通过“交钥匙”技能得到提高。为此，NCMT 公司拟订了一个涉及过程各关键阶段，生产多种零件的项目计划。包括安装和结束的时间，对操作者和维修人员的培训，最终达到用户满意。而检验其满意的标志是用户能在机床上加工出自己的零件。

Filght Refuelling 公司最近安装了 Mazak 公司的 Integrex 200 -Y、300 -Y 各 1 台，用以满足向 Eurofighter 公司 Typhoon (台风式) 飞机提供导弹发射器生产需要。该发射器共 14 种零件。原先是由合同生产与自有手段制造相结合，现在则全部由这两台机床来完成。发射器零件的一个重要的变化，是原先采用不锈钢失腊铸造的零件，现在则在有限范围内采用

棒料，这就不再依赖铸件供应商。生产铸造零件时，需要两台机床、用几套夹具，并经 5 次装调；现在只需两个加工工序和一套夹具。原先从发出订单，要经 8~10 周才能收到铸件，加工和调整时间需 40h；现在仅用 1 个多小时的加工时间就完成了。用 Integrex 机床加工这批任务，所取得的效益超过了预期想像。

通过上面的介绍，购置铣-车中心的理由是比较充分的，现在要去购买它，则应有一个财务工程的整体方案。作为整体方案的一部分，财务公司坚持每台机床都要有一份维护合同。这有几方面的好处：使机床保持良好的高峰状态；NCMT 能安排呼叫服务；财务公司则保护了自己的资产。对于一台价格为 25 万英镑的 Okuma Mac Turn 30 机床，以一年工作 4000h，五年间这台机床每小时花费用户 12.97 英镑，其中包括维护费 79 便士。这样一些数字可以证明高价值机床是可以承受的。

宋树藩 编译

精益生产与管理 (七): 流程设计与再造技术

Lean production and management (Part seven): Process design and re-engineering technology

罗振璧 罗 杰 杜 维 于学军 莫如虎 朱立强

所谓流程 (Process) 指的是: 实施预先定义的输出连续或者范围的一系列活动 (Lee, 1998); 是把输入转换成输出集合的活动集 (Taylor, 2001); 或者为实现要求的响应或结果, 在规定的时间内使物料或程序在一种或多种能量作用下的一类规划与控制的处理, 它可以分解为子流程 (美国生产与库存控制学会APICS,2002)。商务流程Business Process是指与实现已经规定 (定义) 的商务输出相关联活动的集合, 它是员工事件链 (APICS,2002)。商务流程再造 (BPR, Business Process Re-engineering) 指一种借助于彻底地测试, 再思考和再设计组织所利用的商务流程达到引人注目的可测量业绩/绩效的改进系统的方法 (美国国家统计局GAO, 1995)。商务流程再造的根本性不足是它“在一张白纸上进行彻底的再造”的主张是脱离企业实际, 20世纪90年代中以来的商务实践已经证明它存在的问题。因为, 它不符合“创造性破坏”、“破坏型创造”和“信用创造”的理论, 它不区别行业和明确创造必须的社会条件与政府政策的条件, 而倡导由企业家主观地进行没有分析与研究支持的彻底创造, 它显然是违反客观创新发展规律的。但是, 现在国际金融业与国内一些企业仍然以其为时兴的管理创新技术与方法, 在企业商务流程的再造, 特别是金融行业的管理创新中仍然被滥用。所以, 今天正确地管理创新必须明确不同创造的涵义: “创造性破坏”指的是在准确预见未来新技术、新市场和新组织基础上, 通过银行家的可行性认证和决策获取银行家提供的资金, 企业的管理层最终决策与领导实施使企业现有的组织结构发生动摇而开始进行管理创新的过程; 而“破坏型创造”是通过强有力的政策实施, 或者通过政府政策的权威与力量改变既得利益者的经济和社会基础, 从而实现彻底地企业创新。这种已经被大量企业再造实践证明了的, 特别是二战后日本企业的

再造的实践证明了, 而商务流程再造BPR只有员工模糊不清的笼统理念, 而也被越来越多的企业失败反证了。

因此, 2001年现代工业工程学公开提出流程设计与再造PDR的新技术与新方法, 以它改造和利用BPR技术与方法。同时, 也已经被相当多的国内外企业的成功应用证明了其正确性。因此, 中资企业有必要学习与掌握这一技术与方法。

一、 流程设计与再造 (PDR, Process Design and Re-engineering) 的由来

近十年, 由于全球化的萌芽和不少发展中国家或地区积极参与全球竞争, 使竞争快速多变且不可预测, 企业在为更快地响应顾客的需求和参与大多数中低技术产品的价格竞争时, 商务与运作流程的不适应性越来越成为企业必须改进和创新的基本问题。由于它与企业的生存和发展密切相关, 且责任重大, 所以从1993年以来, 企业的领导层越来越重视流程的设计、再设计和再造, 纷纷进行了大胆的革新实践—商务流程再造 (BPR), 实践的结果有成功的, 也有失败的。但是, 从对美国国内企业每年列入《财富》杂志排名1000名的企业变化看, 失败的远大于成功的 (Mischo,1998)。近几年以来, 对企业流程的设计与再造, 一反以“长胖”和“做大”为主要特征的BPR,而以“瘦身 (减肥)”为主要目标, 进行企业流程的再设计与再造, 并向网络化和联盟化方向发展和实践 (Rong, 2001)。时至今日争议不断, 下结论的时间还未到。像曾经风行一时的战略信息系统 (SIS) 一样, 如果只是从信息技术和其它技术角度实施是成功率很低的, 但从商务角度利用它则成功率相当高。本书不参与这种争论, 而是从商务流程角度介绍进行PDR的相关知识、方法和案

例。

PDR被定义为：“以商务流程为中心，采用信息技术进行企业流程的彻底分析和根本性再设计，从而使业绩与供货时间实现预想不到地改进”（Chai and Chen, 1997）。如果说全面质量管理（TQM）是以提高或改进产品与服务质量为目标的话，PDR则强调企业流程的科学合理性和“缩短（交货）时间”。因此，进行企业流程设计、再设计或再造时，核心是要保证流程的活动间的逻辑相关性、合理性与科学性，以及使运行时间最短。

二、PDR的基本假定

PDR的基本假定有（Biazzo, 1998）：

（1）该组织是一个可以科学而系统地再造的流程（过程）集合。

（2）变化的本质是革命，它包括：

- 从职能单元到流程/过程小组的历程，
- 从简单任务到多维变量的复杂工作运动，
- 向促进授权员工的方向变化，
- 从“行政长官”文化转变为“顾客满意”的企业文化，
- 管理的特征属性从单纯对员工的工作监督转变为对员工的培训和参与。

（3）是自上而下的有规划的变化。

三、PDR的陷阱

1. 把个案当成典范或“科学理论”，照搬照抄。
2. 没有进行流程改进或革新的承诺，实施流程再造时没有强有力的领导、科学的方法与工具支持。
3. 不考虑权变理论的作用和流程的多样性，简单照抄模仿相似或“认为相似”的项目。
4. 把改进与革新流程视为“万灵良方”。
5. 不考虑把PDR同质量管理与员工参与匹配整合地系统集成起来。
6. 没有“瓶颈（约束）”概念，同准时制（TIT）一样把各个子过程或组元对企业运作和业绩的影响视为同等重要的。
7. 把PDR简单地理解为“进500强”或“兼并、做大”。
8. 不与信息技术（含计算机技术、通信技术和检测传感技术等）结合。

四、实施PDR的六步法

流程设计与再造的实施可采用以下典型的六步法^⑥：

第一步 展望（Envisage）在这一步中，可能做以下几件事：

- 获得高层管理的承诺，进行预见（预测）
- 通过商务结果分析，特别是顾客需求满足情况的分析，发掘流程改进或再造的机遇
- 识别信息技术的杠杆作用
- 选择设计、再设计或再造的流程（过程）对象。

第二步 启动（Initiate）

- 通报企业的受益者（含：投资股东、企业员工、顾客、供应商、社区和政府）
- 组织项目小组
- 形成项目规划
- 挖掘/捕捉外部顾客需要（欢迎）的流程（过程）

- 确定顾客满意的流程
- 规定企业业绩目标和测量指标

第三步 诊断（Diagnose）

- 利用流程图记录现行流程
- 从流程逻辑与科学性角度分析现行流程/过程
- 找出现行流程中的瓶颈和问题

第四步 再设计（Redesign）

- 定义和分析新流程的概念
- 生成新流程的原型，进行流程的详细设计
- 设计人力资源结构
- 分析与设计信息系统

第五步 重构（Reconstruct）

- 重新按新流程组织资源
- 实施新流程
- 培训实施新流程的员工
- 变企业的老流程为新流程

第六步 评价（Evaluate）

- 检测与评价新流程的业绩。
- 接通连续改进的程序。其基本的含义是：当已经证明新流程实施效果欠佳或顾客需要与市场发生重大变化时，返回实施第一步。

在具体应用上述六步时应根据具体情况利用，特别是从第一步到第六步涉及的内容是可以增删改

变的，即使是同一步骤也可以繁简不一或增删。因为，流程设计与再造对象是一个活生生的复杂社会-技术系统，在还没有完全认识它以前总是要估计其风险，作好两手准备。千万不要轻信“BPR已成为企业获取竞争优势最主要途径”之类过时的结论。遗憾的是，我国大多数读者只能听到“一家之言”而不知“天外有天”和最新的发展。由于与PDR有关的信息严重滞后使我国企业经常比世界先进的企业实践慢“半拍”，学习和利用的理论和经验常常是已经被实践证明不那么灵的“最新”理论与经验。

五、案例分析：我国某电讯分厂的再造

该分厂是我国某特大型企业的电话系统建设和维修厂，在学习和结合实际分析的基础上利用作业集成和组织扁平化成功地进行了企业流程的再造。该厂电话故障维修的组织机构和工作流程如图1所示。

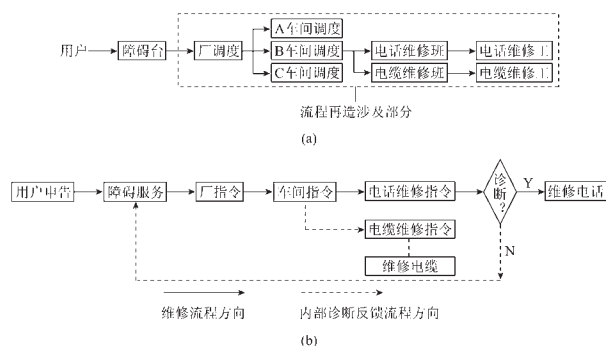


图1 现有电话故障维修的组织机构与维护的工作运行流程

(a) 现有电话维修组织结构

(b) 现有电话故障维修工作流程图

该厂的流程再造经过以下几步：

第一步：分析展望

图1示的电讯分厂的职责有二，一是负责企业电话系统的施工建设，二是电话系统的日常维护修理。该厂面对的主要问题，是电话用户对电话故障维修工作的抱怨率高，顾客不满的问题集中在故障维修的作业时间太长，平均每次故障排除时间 $\geq 3h$ （小时），个别的超过1天。这一问题已经成为整个企业普遍呼吁要解决的问题，但在现行运作流程和管理制度下解决起来很棘手。

在中美高校、企业和分厂的支持下，引进PDR的再造流程对电话故障维修这一顾客不满的瓶颈进行企业流程的再造。

首先，他们学习PDR的相关理论与实践，建立了以下观念：

(1) 通过改变分厂的工作流程与实施的组织结构，消除业务流程和组织结构中的不合理性造成的业务运行时间长、低效率的问题。

(2) 分厂生存的4条原则

- 企业的使命是为顾客创造价值
- 创造顾客价值的过程是企业的业务流程科学化与运行时间压缩的过程。
- 企业的成功来自优化的业务流程
- 优异的业绩要靠管理保证

(3) 人力资源的素质、技能与组织结构和信息技术是进行分厂流程再造的要素。

(4) 企业组织结构的重组必须适应业务流程再造的要求

(5) PDR的实施必须把对现有业务、工作流程的再造同作业的集成、组织结构重组和现代信息技术有效地匹配整合集成起来。

(6) 成功地实施再造将提升企业的竞争力

其次，通过学习和研究，他们认识到人力资源的开发与合理的组织结构是PDR实施成功的关键。在国家、高校、企业的共同资助与努力下，他们决定以压缩维修运行时间为目标展开流程再造项目。

第二步 启动

在深入理解电话用户的主要需求是压缩电话维修的运行时间和改进现行流程的基础上，组成了多功能交叉的项目小组，完成项目规划，决定从作业集成和组织扁平化两方面对问题进行根本性的流程再造和组织结构重组，并以平均故障排除时间为测度。

第三步 诊断

(1) 利用流程图记录下现行业务流程和组织结构，如图1-3 (b) 与 (a)。在对现行业务流程进行分析后认为，现行流程图不合理之处有：由于长期受大量生产模式过细分工的影响，组织层次太多，一个用户的维修申报要经过厂级与车间级调度形成下达指令才能到维修班组，而维修班组又被细分为电缆维修与电话维修两个组，调度人员在不知到底是电缆出问题还是电话有故障的情况下听天由命按多数属电话修理业务而委派给电话维修组，再由班组

委派维修工人执行维修。一旦维修工人发现是电缆问题，就告知障碍台，维护任务实施又要再经厂与车间调度改变指令，下达给电缆维修组，才得以真正实施维修。读者从图1-3的 (b) 和 (a) 工作流的循环已经可以判断该流程和组织结构不科学、运行逻辑不合理。

(2) 现行流程是在经过多而长的流程和任务委派后，电话维修工才执行故障诊断，因此又引发分工过细和电话维修工干不了电缆维修的员工技艺缺陷。

(3) 综合分析，整个业务流程的瓶颈在实施维修前过程冗长。

第四步 再设计

经过分析研究和定义对现行流程进行如下再设计：

(1) 将厂与车间两级调度合并，组成可电话维修和电缆维修的多专业维修小组，简化调度与维修组织。

(2) 利用计算机辅助作业，记录用户和小组信息，并利用这一系统分派维修任务。

(3) 一次性解决用户申告的故障。通过培训提高维修工的维修技能，保证可以独立完成常规电话与电缆维修任务。

综合起来完成了新流程和新组织机构的重设计，如图2示。

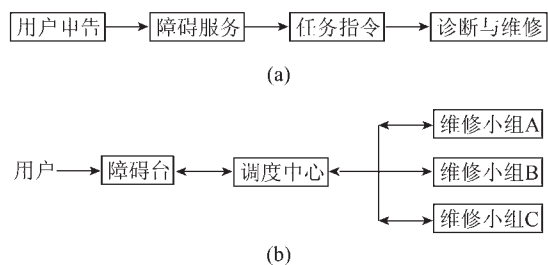


图2 再造后的电话维修与组织结构

a 再造后的维修流程 b 再造后的组织结构

第五步 重构的实施

第六步 评价

(1) 利用平均故障修理时间评价业务工作流程再造的效果。实施新流程后，平均的故障修理时间为2h，压缩了修理时间 $\geq 33\%$ 。

(2) 节约了人力资源：调度系统统一和利用计算机后使原来的20多人压缩为少于10人，即减少了60%左右；维修人员提高了技能和素质，减员33%。

这说明流程再设计成功会带来始料不及的效果。

六、问题讨论

1. 从上述PDR案例可以看出，PDR的六步法是正确、可行的，我国企业可以成功地利用PDR改进和革新业务流程。

2. 业务流程的逻辑性与科学性中存在的问题一旦在实际中被克服，企业可以从中获取预想不到的业绩和利益。

3. PDR的六步法实施中高校、科研机构参与的“官产学研”开发体制支持是保证PDR成功的要素，顾客需求驱动PDR是成功的核心。

4. 几个值得磋商的问题

- 捕捉/挖掘各国，特别是世界先进企业排名前500或美国国内排名1000名先进企业的PDR实践信息与情报是我国企业发挥“后发优越”或“跨越式发展”必要的关键竞争情报。由于多种原因，我国企业对这些知识的学习还存在一个相当大的时间差，它是导致我们在过时的新名词炒作下，重复国外已经或正在被否定的错误结果，对企业贻害不浅，值得各级企业领导，特别是高层主管的重视。

- 对被美国《财富》杂志每年排名1000名的美国企业长期的跟踪调证明，单纯（独立实施）的质量管理与改进、员工参与和PDR很难成功或保持成功的结果，只有把三者有机地匹配整合的集成才能获得真正和长久的成功。这种系统论的观点应该被我们的企业家知道、理解和接受。

- 如果把PDR作为摆脱企业困境的工具，就不要只着眼于“减员”。国内外的PDR实践证明，下岗失业虽不可避免，但其社会影响大，它经常是PDR项目实施的心理与社会阻力。所以，不少美国公司和国内有的组织在进行PDR时，即六步法中的第二步时，不仅要通报员工，而且还承诺“下岗不失业”。滥用减员失业的结果不仅会导致员工失业的问题，也会引发在岗员工的顾忌而不与你一条心。同时也会形成不利于企业发展的社会舆论，此种提醒并非“杞人忧天”。

七、PDR的发展与工具箱

1. 企业的目标

20年前《财富》杂志上榜的500名企业今天已所

剩无几，这是一件发人深省的事实。这些落榜的公司失败在于没有按“满足顾客的需求”不断地进行技术改进与创新，不断地提升企业的市场竞争力。追根溯源，在落榜者中，不是全部也是大多数没有改变他们以20世纪初叶开发的管理和运行结构组成的基础，使他们只知道静态地扩张市场，惯性使他们失去“夕日的光环”。20年后的中榜者绝大多数（包括一些历史悠久的企业）已公开和在行动上以“顾客的需求”为中心连续改进或根本性地再造自己的竞争力（Taylor等，2001）。面对这一现实不知那些以“老字号”自居而不求改进或创新的企业有何感受？难道它对新兴企业不是一种鼓舞吗？归根结底，以“顾客的需求”为中心或以“使顾客完全满意（TCS）”为企业商务/业务工作目标是当今和未来企业生存与发展的指针。所以，办企业的核心目的是“受益者完全满意TSS”，核心目标是“赚钱”和“尽对国家与社会的责任”。

2. 多层的企业组织机构已经落伍

图3所示的组织结构在20世纪30年代是相当优秀的企业组织机构，遗憾的是在今天它落伍了。从商务管理的分层结构图中可知，这类企业是金字塔形的多层组织与部门结构，正好与商务流程的方向垂直，其组织的优化也是与商务流程优化方向垂直的。在今天这种结构已经不能适应强化了、重心在商务流程的市场竞争了。因为：（1）它不可能把企业内部顾客（详见质量管理部分）与外部顾客统一起来。简言之，企业的决策难于把企业外部实际的顾客包括（考虑）进来。（2）多层分部结构形成部门间的“宏沟（势垒）”，难于交流沟通和为同一商务目标协调统一行动，它们间形成有间隙、非无缝的界面。（3）各部门、各层次的管理都以各自独立的“辖区”职能优化和业绩提升为目的，从根本上违反了商务组织系统集成性的原则，使企业不能真正构

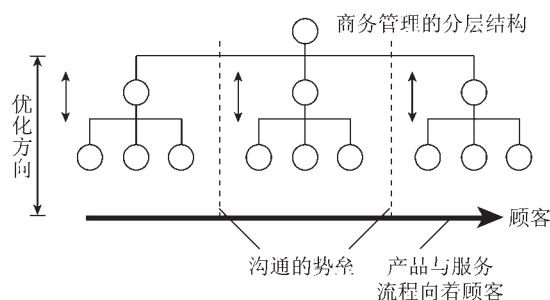


图3 多层的企业组织结构模型

成系统“整体大于各部分之和”的优势。因为“各部分的优化不等于系统整体的优化”。一句话，组织结构不能发挥系统优势，以提升企业商流程的竞争优势。（3）严重时或在许多情况下，多层组织已成为不可操作或无效的“（Love等，1998）。这就是中外多层次金字塔结构的“大企业病”或“大而全”与“小而全”结构的共同弱点[8]。相对于它，扁平化组织结构（见图3（b））是今天优势的企业组织结构。

“现在发现（企业）战略和组织结构间有一种可知的联系”（Combs & Hull, 1997），而“核心的商务流程是支持根据优先权设定公司战略目标的基本工具”（Derntsiotis, 1999）。因此，PDR设计、再设计和再造的“新（商务）流程重心在于对实施商务（要求）确定的流程价值附加活动的改进”（Guirmarats & Bond, 1996）。此外，值得一提的是，“全面质量管理（TQM）帮助（企业）再发现顾客”（Love等，1998）。至此，读者将初步理解我们把流程设计与质量管理组合在一起的苦衷。此外，今后我们经常把流程的设计、再设计与再造视为同义词。

八、后实施（Post-implementation）

1993年J. Champy与M. Hammer的书《再造公司》出版后，从美国到世界掀起了BPR热，一时间流程再造成为主流。人们渴望掌握这一概念，因为它将使企业业绩发生突破性的变化。更有甚者，将该书奉为又一部“圣经”。可是，实践给出出乎人们预料的结果。到1996年流程再造失败的已占50%~70%，而且，它还不包括尚未查出再造对生产率产生影响形成故障的项目。“流程再造”又下了“地狱”，成为制造劳动力过剩的“冷酷无情的目标和不清晰的方法”的“罪人”。

认真地研究和分析实施BPR的经验，人们才清醒地认识到流程再造并非罪人，过去在BPR中产生故障的主要原因有（Harrington, 1998）：

（1）（BPR的）报告的结果和方法被滥用了，使人们产生误解。

（2）流程再造的负作用影响了对企业组织再造的正确定义。同时，没有找到有效的再造方法、工具和软件支持流程再造。

（3）还不理解正确的流程再造应该是继承性与原创性创新的结合，使在“在一张白纸上”进行彻底再造的主张时兴一时。

(4) 由于缺乏计算机和通信网络的支持, 从项目启动到得出结果的运行时间太长。

(5) 对再造的过高期望和不分主次的全面业务改进的做法违反了客观实际和辩证法, 解决问题没有重点, 不抓主要矛盾 (瓶颈)。

(6) 不进行管理改革, 沿用传统管理方式进行再造, 不懂得再造的核心必须改变核心的管理流程。

(7) 利用“空白页” (The blank sheet approach) 法生成了不切实际的方案。

(8) 缺乏识别和规避再造负面影响的有效方法。这种对再造实施的测评和再思考就是所谓的后实施。

九、分阶段再造

流程再造的成功事例说明, 再造不是一步到位的, 也不是一次再造后就不再继续的。应该根据顾客的需求、市场气候和企业内部自身的变化, 有重点、分期、分阶段进行再造, 它是一个不会停的过程。

一般讲, 初次再造时, 多数再造项目以降低损耗、在短期内获得直接的经济效益为目标。在再造的后实施中应考虑短期与长期结合。Taylor等人建议企业流程设计与再造应遵循以下3条基本原理进行(2001):

(1) 是为提高顾客价值, 而不仅仅是为了削减成本。换言之, 要以提高产品和服务的附加价值为再造的目标。

(2) 是长短期结合的。以提升企业商务流程和商务系统的竞争力为目标进行再造。如果说第一次再造以短期内生成成本效益的业绩为目标, 那么第二次以后的再造应以优化商务系统及其流程为目标,

把短期目标同长期的目标结合起来, 进行企业的流程设计与再造 (PDR) 的优化。

(3) 是以企业能力 (capability) 的开发为重点的, 而不是以提高企业的产量能力 (capacity) 为中心。因此, 每次再造都应重复利用PDR的六步法, 从再展望开始。同时, 应该重视核心竞争技术的开发、员工的培训和参与, 以及管理与组织结构和流程的革新, 并在满足企业战略目标要求的前提下把它们同产品开发、质量改进相互匹配, 正确地设计它们间的交互作用, 实施整合集成和协调统一, 保证形成企业的竞争优势: 更高的业绩结果和对顾客需求变化的更快响应。

十、PDR的工具箱

PDR的有效实施方法和工具对PDR的成功有重要的作用。因为, PDR的实施过程有必要完成以下任务: (1) 记录、存储或组织数据与信息, (2) 可为决策提供支持, (3) 进行流程的诊断, (4) 确定新流程的路径, (5) 确定对流程实施效果的测度, (6) 优化流程, (7) 对流程进行建模与分析, (8) 仿真模拟, (9) 进行“将会如何 (What-if) 分析”和风险评估, (10) 隔断某些约束, (11) 可图视和报告, (12) 规划、跟踪、测评和早期预警。按照Taylor等人的推荐, 进行PDR的主要工具有:

(1) 建模和分析工具。基本而常用的16种工具, 但最基本、最有用的是流程图的设计 (绘制)。

(2) 横向对比、提问技术与问卷设计。

(3) 仿真工具。

(4) 基于活动的会计 (ABC, Activity-based Costing)

(5) 工作流技术及其软件包。□

● 业界动态 ●

普什宁江机床有限公司震后第七日恢复生产

5.12 特大地震发生后, 普什宁江机床有限公司地处 5.12 特大地震重灾区都江堰市的普什宁江机床有限公司的领导班子积极开展震后救援工作。公司迅速成立抗震救灾指挥部, 下设十四个组, 分别负责人员安置, 食品医药, 帐篷, 床垫等后勤供给, 厂区房屋, 设备的检修, 积极做好恢复生产的各项

准备工作。

2008 年 5 月 19 日, 公司所属的精密加工部和成品制造部已恢复生产, 按照供货合同, 上午 6 台 CKD6140 卧式加工中心准时发往四川丹甫公司。5 月 20 日上午, 又有 3 台 THMA6363 发往包头市的北方奔驰公司。

(宁江集团宣传部)

“L” 就是 “大”

L' as in Large

WOLFGANG LANG

Mägerle 公司的新型 L 系列磨床的生产效率比普通轮廓磨床高 2 到 3 倍，能满足汽车工业进一步提高生产率和降低成本的要求。

通常，叉形离合器和齿轮箱法兰上的交错齿系统不是铣削加工就是拉削加工。但在这两种情况下，都会对刀具造成严重的连续磨损，影响刀具的使用寿命，对齿的加工质量造成不利影响。此外，铣削加工后还需要进行精加工。因此会延长加工时间。

如今，可以采用磨削方法加工交错齿系统（图 1）。此前不久，瑞士 Mägerle 公司采用磨削方法加工 70° 交错齿系统，明显提高了加工质量和性能。起初，进给率约为 250mm/min，经过不断改进，目前进给速度已达 600mm/min。这一速度的提高主要是由于改进了砂轮的结合方法和提高了机床驱动功率。

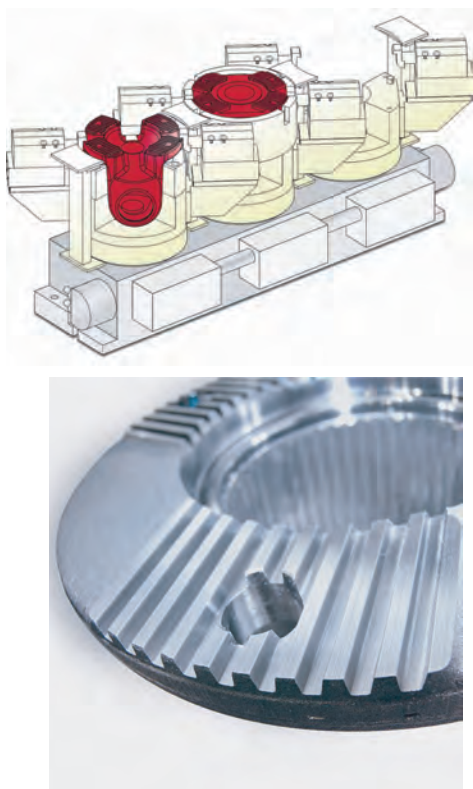


图 1 交错齿系统，例如图示的交错齿法兰，以前需要铣削可拉削加工，现在采用高效的磨削加工



图 2 Mägerle 公司的 L 系列轮廓磨床，一次行程可完成宽度达 320mm 型面的全部磨削

汽车工业对其零部件供应商提出的要求迫使他们要不断改进制造工艺，以期提高生产率和降低生产成本。Mägerle 在交错齿系统的制造技术方面取得很大进展。新开发的 L 系列（L 表示大型）机床加大了加工范围，其 Z 轴加大到 1500mm，砂轮宽度达 320 mm，最大驱动功率为 115 kW，并适用于一切导轨（视额定工件加工能力而定）。采用新型机床（图 2），可一次行程完成宽度为 320mm 的型面的磨削加工。因此，一次装夹可同时加工多个工件。

与砂轮宽度为 100-160mm 的普通轮廓磨床相比，L 系列的生产效率可提高二到三倍。其磨削工艺过程的设计为：砂轮一次修整可完成交错齿系统的全部加工。砂轮自始至终保持其形状，因此能保证达到很高的形状精度和表面质量。

180° 回转工作台可缩短非生产时间

Mägerle 的 L 系列机床采用移动立柱结构，配有一个双工位并可进行 180° 转动的工作台（图 3），从而进一步提高了机床的生产效率。在加工过程中，可以平行地进行上、下作业，所以只在工作台自身做 180° 回转的过程是处于停止状态。为此，可以自动送进工件、对正并全自动上、下料。回转分度工作台具有很高的精度等级和专用的高质量卡盘（气密），保证了生产的可靠性。

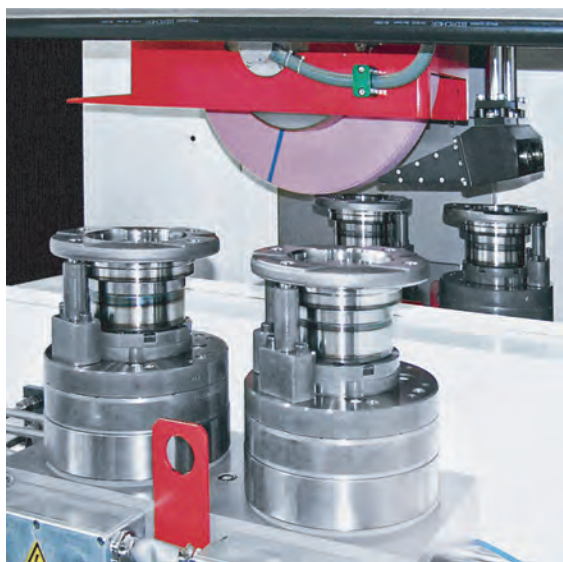


图 3 MGC 130 回转工作台机床，工作台的两侧各配备二套夹持系统，以保证高效加工和缩短非生产时间

机床采用高性能机床用的冷却液净化系统，可以实现 8–10 bar 的中等压力实现大流量冷却润滑液供给。

Mägerle 公司与零部件制造商密切合作，不断优化可能影响磨削效率的各项参数。不仅仅是机床本身，Mägerle 公司在装系统与自动化装置、砂轮及冷却润滑系统上也是这样做的。对于磨床尽管是以效率优先，但公司也投入了足够的力量进行加工工艺的研发，加工精度和效率一样都不能少。本文旨在向大家呈献这种强大、稳定机床的一些优点。

如需进一步的详细资料，请与机床制造商联系：

Mägerle AG Maschinenfabrik
CH-8320 Fehraltorf
Tel: +41/43/355-6600
Fax: +41/43/355-6500
->www.maegerle.com
->Grindtec, Hall/737

加工飞机涡轮机 零件用的新一代缓进给砂轮

**“uWin”™ a new Generation of Creep-feed Grinding Wheels for Aircraft
Turbine Components**

严格的噪声限制和燃油效能对喷气式飞机发动机部件提出了更高的要求。这就是说需要加工更加难于加工的材料，也就是说需要更高性能的砂轮。为安全起见，这种砂轮在任何情况下都不能对所磨削材料造成热损伤。

要磨削这种材料，必须使用多孔砂轮。在加工涡轮零件方面这种砂轮已使用很长时间了。事实上，Winterthur 是使用多孔或开放式砂轮的开创者之一。之所以要使用多孔砂轮，其原因有二：

- 对于大材料切除率，多孔砂轮具有更好的容屑间隙；
- 多孔砂轮可以向磨削接触弧面提供更多的冷却液，因而能减少摩擦和保证较低的磨削温度和减少烧伤。

砂轮是由三部组成的：磨料、造孔材料和结合剂。经过多年研发工作，已可以使砂轮孔极限值达到砂轮总体积的 60%左右，结合剂约占 15%到 20%，磨料只占 20%到 25%。目前，结合剂已成为进一步提高砂轮性能和降低磨削烧伤风险的限制因素。结合剂具有使砂轮保持其整体形状的重要作用。结合剂是保证安全所必需的，但其有利也有弊，在切削过程中它会产生摩擦，也就是说结合剂并不参与切削。

因此，在保证砂轮使用安全的条件下，减少结合剂用量是对砂轮制造商的重大挑战。名为“uWin”的新一代多孔砂轮对这项挑战做出了回应。这种结合剂可使其用量降到 10%以下，而且不存在加大加工载荷下砂轮断裂的风险。这种新型结合剂是一种人工合成的高技术再结晶玻璃，具有很好的复制性。



换言之，每一批产品均与以前各批次完全一样，因而能保证加工过程的稳定性。

这一切对飞机零部件制造商意味着什么！

- 首先，减少结合剂用量能降低磨削烧伤的风险；
- 其次，由于提高了金属切除率，有助于降低生产成本；
- 其三，进一步降低金刚石滚轮的成本。根据经验，在缓进给磨削过程中，结合剂含量是造成金刚石工具损坏的重要因素。在某些加工过程中，金刚石滚轮的寿命会提高二倍。
- 此外，为使砂轮有足够的切削锋度，金刚石滚轮与砂轮之间的速比通常设定在 0.8，而现在可以提高到 0.9 到 0.95。
- 总之，这样可以造就极为锋利的冷切削砂轮，既能快速而经济地生产工件，又不会造成任何热烧伤。□